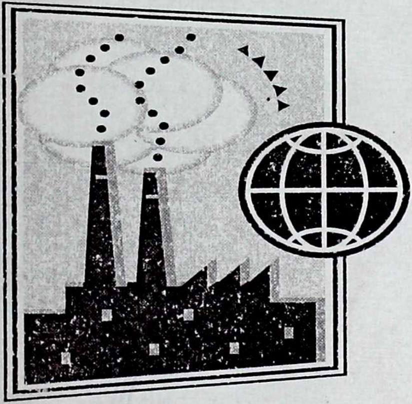
28.0
Д-96

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ



БИОСФЕРА

Ош - 2005

Түзгөндөр:
Б.К.Кулназаров, К.Ы.Стамалиев,
А.А.Абдыкааров, С.Т.Абжамилов

Рецензент:
биология илимдеринин доктору, профессор
Жумабаева Т.Т.

Биосфера: /Окуу-усулдук колдонмо.
- Ош: 2005, - 60 б.

Басмага Ош мамлекеттик университетинин Табият-таануу факультетинин окумуштуулар кеңеши тарабынан сунушталган.

© Ош мамлекеттик университети, 2005

МАЗМУНУ

Кириш сөз 4

Биосферанын структурасы 7

Биосферанын составына кирүүчү негизги заттар .. 9

Жандуу заттардын составы жана аларга
мүнөздөмө 11

Биосферадагы тирүү организмдердин
геохимиялык функциясы 17

Биосферанын эволюциясы жана негизги
өөрчүү этаптары 23

Биосферадагы заттардын биогеохимиялык
айланышы 36

Биосферадагы экинчилик деңгээлдеги химиялык
элементтердин айланышы 49

Биосферадагы биологиялык айлануу
жолуна заттардын кайрадан келиши,
айлануу коэффициенти 54

Биосферадагы биогеохимиялык айланууга
абанын булганышынын таасири 57

Колдонулган адабияттар 59

КИРИШ СӨЗ

Биосфера жөнүндө түшүнүк. Биосфера - жаратылыштык татаал кубулуш. Ошондуктан, ушул убакка чейин биосфера жөнүндө көптөгөн окумуштуулар тарабынан ар түрдүү ойлор айтылып келе жатат. Бирок, бул окуулардын ичинен абройго ээ болгон жана ушул убакка чейин маанисин жоготпогон окуу (мындан ары да маанисин жоготпойт деген ойдобуз) академик В.И.Вернадскийдин биосфера окуусу болуп эсептелет.

Владимир Иванович Вернадский (1863-1945) орустун эң көрүнүктүү окумуштуусу, минералог-кристаллограф, геохимия жана биогеохимия илимдеринин негиздөөчүсү. В.И.Вернадскийдин 1925-жылы «Биосферадагы тиричиликтин жүрүшү» деген макаласы, 1926-жылы Санкт-Петербург шаарында биринчи жолу «Биосфера» деген монографиясы жарыкка чыгып окумуштуулар арасында өтө чоң резонанс алган.

Биосфера деген түшүнүктү биринчилерден болуп француз натуралисти Ж.Б.Ламарк (1744-1829) өз эмгектеринде колдонгон. Ж.Б.Ламарк өзүнүн бир эмгегинде минтип айткан: «Жаратылышта өтө күчтүү күч бар, ал күч ар дайым байланыштыргыч, тынымсыз аракет кылып туруучу, көбөйткүч, ар кандай түрлөргө өзгөртүп туруучу касиетке ээ». Ошондой эле Ламарк төмөнкүдөй ойду айткан: «Жер бетиндеги кыртышты пайда кылууда, заттарга таасир этип, аларды бир түрдөн экинчи түргө өзгөртүүдө тирүү организмдердин ролу чоң. Себеби, тирүү организмдер көп түрдүүлүккө ээ болуп, ар дайым жашагандыктан, өздөрүнүн өлгөн денелери, калдыктары менен жердин бетин жаап турат», б.а. Ж.Б.Ламарктын бул эмгегинде тирүү организмдердин геологиялык ролу жана алар пайда кылып турган продуктулардын ажырашы жөнүндөгү өтө курч, туура ой айтылган.

Бирок, ал убакта «Биосфера» деген термин пайда боло элек эле. 1875-жылы «Биосфера» деген терминди, Жер планетасынын тиричилик кездешкен аймагы деген түшүнүктү австриялык геолог Э.Зюсс сунуш кылган.

Бирок, биосферага так аныктама берген эмес. Ошентип, В.И.Вернадскийге чейин «Биосфера» деген термин 2 түшүнүктү камтып келген: 1. Кээ бир авторлор биосфера дегенди Жер планетасындагы тирүү организмдердин жыйындысы же жандуу заттардын катмары деп, ал эми кээ бир окумуштуулар: 2. Тирүү организмдердин тиричилик аракетинин натыйжасында пайда болгон жер кабыкчасын биосфера деп түшүндүрүшкөн.

В.В.Докучаев (1883-1892-1899), анын окуучулары К.Н.Высоцкий, Г.Ф.Морозов ж.б. XIX кылымдын аягында XX кылымдын башында рельеф, суу, топурак, калдыктар, климаттын ж.б. органикалык дүйнөнүн бири-бири менен тыгыз байланышы бар экендиги жөнүндөгү окууну түзүүнү ойлошкон. Бул ойду кийин окутуучусу В.В.Докучаевдин ишин улантып В.И.Вернадский акырында Жер планетасындагы органикалык дүйнө менен геологиялык тарыхты тыгыз байланыштырып, «Биосфера» окуусун иштеп чыккан.

В.И.Вернадский биосфера деп, **Жер планетасындагы тирүү организмдердин (өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин) тиричилик аракетинин натыйжасында пайда болгон жана өзүн-өзү башкарып туруучу мейкиндик системасын айткан,** башкача айтканда В.И.Вернадский биосфераны жандуу заттар менен жансыз заттардын бири-бири менен болгон аракеттеринин натыйжасында пайда болгон биокостук система катары караган. Ошондой эле В.И.Вернадский бул окуусунда биринчилерден болуп, Жер планетасынын бетин өзгөртүүдө тирүү организмдердин тиричилик аракети эң күчтүү геологиялык факторлордон экендигин аныктаган.

Жер планетасы ааламдагы башка планеталардан биосферанын болушу менен айырмаланат. Эгерде байкоо жүргүзсөк, анда ар бир организмдик деңгээлде алардын жер бетине таасир этиши билинбейт. Бирок тирүү организмдердин көбөйүүсү чексиз болуп, биотикалык потенциалы өтө жогору болгондуктан жана алардын жашаган айлана-чөйрөсү менен болгон өз ара

аракеттенишүү кубулушунун глобалдык масштабда топтолушу эң чоң геологиялык күчкө айланат.

Тиричилик келип чыга электе жер бетинде бир гана геологиялык процессти жүргүзүүчү геохимиялык реакция жүргөн. Ал эми тиричилик келип чыккандан кийин, эң күчтүү, тынымсыз жүрө турган биогеохимиялык процесстер башталган, б.а. (кургакта, сууда) биогендик химиялык элементтердин организмдерден сырткы чөйрөгө, кайра тескерисинче, сырткы чөйрөдөн организмдерге карай биогеохимиялык миграциясы тынымсыз жүрүүнүн натыйжасында, тирүү организмдер эң чоң геологиялык күчкө ээ болуп, жер бетин өзгөртүп, биосферанын пайда болушуна алып келген. Буга негизги далилдер жандуу заттар (өсүмдүктөр, жаныбарлар, микроорганизмдер) менен жер бетиндеги жансыз заттардын (топурак, көмүр, нефть, аба ж.б.) химиялык составы өтө окшош болушу эсептелет. Менделеевдин мезгилдик системасындагы элементтердин көпчүлүгү тирүү организмдердин денесин түзгөндүгү далилденген.

Эгерде биосфера деген түшүнүктү жөнөкөй мааниде карасак, анда биосфера өзүнүн структурасы, аткарган иши боюнча Жер планетасындагы эң чоң экосистема болуп эсептелет. Же болбосо, биосфера деп Жер планетасындагы континенталдык жана океандык экосистемалардын жыйындысын айтабыз. Ал эми, функциялык жактан алганда костук (жансыз), жандуу жана биогендик заттардан турган экосистемаларда биологиялык зат айлануу менен энергиянын жылышы тынымсыз жүрүп турат. Натыйжада, гиганттык биокостук системада - биосферада (жер бетинде) энергетикалык, геохимиялык жана чөйрө түзүүчү иш аткарылып турат. Ошондой эле, ушул процесстердин натыйжасында азыркы адам баласы ж.б. тирүү организмдер ыңгайланышып жашап жаткан айлана-чөйрө, жаратылыштык системалар пайда болгон жана мындан ары да, бул эволюциялык процесстер чексиз жүрө берет.

Биосферанын структурасы

1926-жылы академик В.И.Вернадский тарабынан «Биосфера» окуусу иштелип чыккандан кийин, бул геологиялык кабыкчанын ички түзүлүштөрү, бөлүнүштөрү жана чек аралары ж.б. боюнча тармактык изилдөөлөр тереңдетилген. Бул тармактагы изилдөөлөргө Л.С.Берг, А.А.Григорьев, С.В.Колесников ж.б. окумуштуулардын эмгектери арналган.

Биосфера негизинен 3 бөлүктөн турат:

1. Литосфера - Жердин үстүнкү катуу бөлүгүн ээлеп, түздүк жерде 30-40 км, тоо жерлеринде 50 км, ал эми деңиздердин жээктеринде 3 км - 10 км ге чейин тереңдиктеги жерлерди ээлейт. Литосфера негизинен катмардык чөкмө тектеринен турат. Литосферадагы азыркы биосферанын чек арасы 4-5 км тереңдикке чейин жетет, б.а. ушул тереңдиктерге чейин тирүү организмдердин жашаганы (нефтебактериялар) белгилүү.

2. Атмосфера - Жер бетинин абалуу катмары. Чек арасы жерден баштап жогору карай 2000 км. түзөт. Атмосфера 5 катмарга ээ: тропосферадан, стратосферадан, мезосферадан, термосферадан жана экзосферадан турат. Ал эми тиричилик кездешкен чек арасына же биосферага тропосфера катмары бүтүндөй жана стратосферанын озон экраны жайгашкан бөлүккө чейинки аралык кирет, б.а. 25 км. бийиктикти кучагына алат.

3. Гидросфера - Жер планетасында орун алган суюк, катуу, агрегаттык абалдагы суу чөйрөсү (табигый жана жасалма көлдөр). Бул суунун 40 %ке жакын бөлүгү литосферанын жана атмосферанын чек аралары менен чектешет. Биосферага гидросферанын бардык катмарлары (10-11 км. чейинки тереңдиктеги) кирет.

Жер планетасынын үстүнкү бөлүгүнүн физикалык-географиялык түзүлүшү, алардын ар түрдүү болушу жана белгилүү аймактарынын (атмосферанын, гидросферанын, литосферанын) бири-бири менен айкалышып кошулушунун натыйжасында кургактыкта жана

океандарда **жаратылыштык ландшафттар же болбосо ландшафттык сфералар** калыптанат. Ландшафттык сфералар Жер шарынын үстүндө негизги борбордук орунду ээлейт. Себеби, ландшафттык сферада эң негизги функциялык мааниге ээ болгон күндүн энергиясын ар түрдүү энергия формасына (жылуулук, химиялык жумуш жана башка) трансформациялоо (өзгөртүү) процесси жүрөт. Ошондуктан, В.И.Вернадский бул ландшафттык сфераны «тиричилик кабыкчасы» жана «тиричиликтин күчөгөн жери» деп атаган. Ал океандагы планктондук жана бентостук тиричилик катмарды жана жээк экотондорду «тиричилик күчөгөн» аймактарга, ал эми кургактык тиричилик катмарына өсүмдүктөр менен жаныбарлардын көп түрдүүлүккө ээ болгон участкаларын киргизген.

Тирүү организмдердин (адам баласы кошо) тиричилик аракетинин жүрүү мүнөзү жана жашоо шарттары боюнча биосфераны эки негизги структуралык типке бөлөбүз: континенталдык жана океандык биосфера. Континенталдык биосфера (кургактык) 148 млн. км^2 же 29% аянтты, океандык биосфера 361 млн. км^2 же 71% аянтты ээлейт. Жогорудан көрүнүп тургандай, кургактыкка караганда океандык гидросфера аянты басымдуулук кылат.

Континенталдык биосфера туурасынан жана тикесинен турган зоналарга бөлүнөт. **Туурасынан кеткен зоналар.** Бул зоналарда күндүн энергиясынан жана көмүр кычкыл газынан (CO_2) тышкары жашыл өсүмдүктөрдүн жана жаныбарлардын биринчилик, экинчилик органикалык продуктуну түзүшү үчүн суу (ным), жылуулук керек. Ал эми Жер шарында жылуулук менен нымдуулуктун катыштары ар түрдүү болуп, түндүк, түштүк жана чыгыш, батыш зоналарга бөлүнөт.

Россиялык окумуштуулар А.А.Григорьев, М.И.Будыко азыркы биосферанын абалын изилдеп, Жер шарындагы географиялык алкактардагы жаратылыштык, жылуулук (радиациялык), суу баланстардын байланыштарын салыштырган.

Радиациялык баланс. Жер бетиндеги радиациялык баланс деп, бул жер бетине сиңирилген күндүн радиациясы менен жер бетинен чагылдырылган узак толкундуу нурлануунун айырмачылыгын айтабыз. Радиациялык баланс жылдык ккал/см^2 бирдиги менен өлчөнөт. Ушул радиациялык баланстар аркылуу төмөндөгүдөй географиялык алкактарга (поястарга) бөлүнөт: 0 дөн төмөн-бийик алкак; 0 - 50 ккал/см^2 бир жылдык - мелүүн алкак; 50-75 - субтропикалык алкак: 75тен жогоркусу тропикалык алкак.

Экинчи көрсөткүч - радиациялык кургак индекс. Бул жердин бетине түшкөн радиациялык нурлануунун бир жылдык бууланган суунун суммасына кеткен жылуулукка болгон катышы менен түшүндүрүлөт.

Жогорудагы эки көрсөткүчтөрдү (радиациялык баланс менен радиациялык кургак индекс) салыштыруу менен 20 жакын жаратылыштык ландшафттык типтерди камтыган географиялык туурасынан кеткен зоналар пайда болгон. Радиациялык ар түрдүү көрсөткүч баланстарга ээ болгон үч географиялык алкактар түрдүү жаратылыштык экосистемалардан турат. **Гумиддик** (атмосфералык, жаан-чачын өтө көп түшөт); **семариддик** (чектелген жаан-чачын түшөт); **ариддик** (жаан-чачын өтө аз түшөт). Бул экосистемаларда өсүмдүктөрдүн запасы өтө ар түрдүү. Жер шарындагы биомассанын 2/3 бөлүгүн фитомасса түзөт.

Жалпысынан алганда, биосферадагы өсүмдүктөрдүн запасынын эсебинен жылына 10%ке жакын биринчилик продукция өндүрүлөт. Бул көрсөткүчтөр чөлдөрдө 0,1-0,2%; талааларда жана токойлордо (мелүүн алкакта) 1-1,2%ти түзөт. Бул энергетикалык-продукциялык көрсөткүчтөр экосистемалардын күндүн энергиясын өтө эле аз өлчөмдө пайдалангандыгын көрсөтөт.

Биосферанын составына кирүүчү негизги заттар

Биосфера - бир гана тиричилик кездешкен аймак гана эмес, бул заттардын компоненттеринин жыйындысы

катары да каралат. Биосферада кездешкен заттарды төмөнкү бөлүктөргө бөлүп карайбыз:

1. Жандуу заттар. Буларга тирүү организмдердин (өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин) жыйындысы кирет.

2. Биогендик заттар, б.а. тирүү организмдер тарабынан түзүлгөн жана иштелип чыккан заттар. Бул биогендик заттар потенциалдык энергияга өтө бай болот, мисалы, таш көмүр, газ, нефть, битум, акиташ, чым көң ж.б.

3. Костук заттар. Бул заттардын пайда болушуна тирүү организмдер катышпайт. Костук заттар катуу, суюк жана газ абалдарында болушат. Булардын ичинен газ жана суюк абалдагы заттар эркин энергияларды алып жүрүүчүлөрдөн болот.

4. Биокостук заттар. Бул заттар тирүү организмдер менен костук заттардын өз ара аракеттенишинин натыйжасында пайда болот. Биокостук заттарга биосферадагы бардык суулар (көл, дарыя, дениз, океан), атмосферанын жерге жакын бөлүгү, топурак, нефть, минералдык кошулмалар кирет. Биокостук заттардын пайда болушунда тирүү организмдердин ролу абдан чоң. Организмдердин костук заттар менен аракеттениши, кычкылдануу, азыктануу ж.б. биогендик-атомдук миграция аркылуу жүрөт.

5. **Радиоактивдүү заттар** - стронций, цезий, плутоний ж.б. изотоптук элементтер.

6. Космостон келип түшүүчү заттар. Булар атомдук, кээде, молекулалык деңгээлде космостук мейкиндиктен (ионосферадан, күндүн электромагниттик талаа зонасынан) түшөт.

Жогоруда каралган маалыматтардан, Жер планетасындагы тиричиликтин келип чыгышы жана алардын эволюциялык өрчүүсү литосфераны, гидросфераны биологиялаштырып кеткендигин көрүп олтурабыз.

Ошондуктан, биосфера энергияны топтоочу, бөлүштүрүүчү жалпы планетардык масштабдагы өзүн-өзү

башкарууга жөндөмдүү болгон жандуу жана жансыз заттардан турган термодинамикалык ачык система катары каралат. Ошентип, Жер планетасындагы биосферанын пайда болушу менен андан ары өрчүп калыптанышында **тиричиликтин келип чыгышы** жана организмдердин эволюциялык өрчүүсү эң негизги орунду ээлейт. Организмдер менен Жер планетасынын коэволюциялык, өрчүүсүнүн натыйжасында пайда болгон жана калыптанган айлана-чөйрөнүн (атмосфера, литосферанын үстүңкү бөлүгү, гидросфера) мурдагы абалы тирүү организмдер тарабынан өзгөртүлгөн, б.а. азыркы Жер планетасында жашап, көбөйүп, өрчүп, тиричилигин өткөрүп жаткан тирүү организмдер (өсүмдүктөр, жаныбарлар, микроорганизмдер, булардын ичинде адамдар да бар) ыңгайланган чөйрөсү (кургактык, аба, суу чөйрөсү) ушул тирүү организмдердин тиричилик аракетинин натыйжасы болуп эсептелет. Ошондой эле мындан ары организмдердин жашоо тиричилигинин нормалдуу жүрүшү үчүн зарыл болгон айлана-чөйрөнүн негизги параметрлеринин туруктуу болушун тирүү организмдер аныктайт. Бул иштерди (атмосфераны O_2 менен байытуу, CO_2 ни азайтуу, гидросфераны тазалоо, топурактын асылдуулугун жогорулатуу ж. б.) тирүү организмдерден башка эч ким эч нерсе аткара албайт, б.а. организмдердин функциясын эч нерсе менен алмаштырууга болбойт. Ошентип, биосферанын структуралык компоненттери - жандуу заттар, топурак, литосфера, гидросфера жана атмосфера бири-бири менен тыгыз байланышта болуп, аракеттенишип мурдагы жана азыркы биосфераны пайда кылган.

Жандуу заттардын составы жана аларга мүнөздөмө

Жандуу заттар деп, Жер планетасында жашаган өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин бардык массасынын жыйындысын айтабыз. Жандуу заттар сандык мүнөзү, салмагы, химиялык курамы жана геохимиялык энергиясы боюнча аныкталат.

В.И.Вернадский жандуу заттардагы **геохимиялык энергиянын бирдиги,** көбөйүү темпи аркылуу бир организмдин экинчи бир организмге тиричиликти өткөрүп берүү ылдамдыгы болуп эсептелет деген. Организмдердин көбөйүү темпи биологиялык автономиялык процесс болуп эсептелбестен, планетардык кубулуштук процесстерге көз каранды, б.а. жердеги организмдердин биомассасына топтолгон энергияга (химиялык энергияга айланган) түздөн-түз көз каранды. Күндүн жарык энергиясы фотосинтез процессинде химиялык энергияга айланып азык тизмеги аркылуу бир нече трофикалык деңгээлдерге чейин жылып барып, жылуулук ж.б. энергиялык түргө айланып жоголуп кетет (термодинамиканын экинчи закону). Күндөн келип түшкөн жарык энергиясынын 0,1 - 0,2%ти гана фотосинтез үчүн пайдаланылат. Бирок, бул энергиянын аздыгына карабастан глобалдык масштабда жылдык продукциясы 150-200 млрд. т. кургак органикалык заттар синтезделет (анын 1/3 бөлүгү океанга, 2/3 бөлүгү кургактыкка туура келет).

Жандуу заттардын биосферадагы дагы бир глобалдык мааниси - алардын планетадагы түрлөрүнүн жана санынын көбөйүшүнүн натыйжасында, биогеохимиялык функция өтө жогорку деңгээлде жүрүп, кыртыштын талкаланышынын (выветривание), топурактардын пайда болуу процесстеринин күчөшү болуп эсептелет. Жер планетасындагы тирүү организмдер органикалык заттар формасында миллиарддаган тонна минералдык заттарды кармап турат. Ошондуктан, минералдык заттар дарыяга же океанга эрип, агып, чачылып кетпестен, биологиялык зат айланууга катышып, бирикме түрүндө, биосферада сакталуу мүмкүнчүлүгүнө ээ (O+C+H=98% жандуу заттардын массасын түзөт).

Организмдердин составынын көп бөлүгүн, б.а. 65%ин O_2, 10%ин суутек, 18%ин көмүртек түзөт. Калган 70 ке жакын элементтер 20-25%ин түзөт. 10-11%ке чейин Si, Al, Fe, Ca, Ba, Mn, S, Cr, P ал эми 1-0,1%ке чейин N, Mg, K, Na, Cl, Zn, Br, I, V, Cu ж.б. элементтер организмдердин денесин түзүшөт. Жандуу заттардын негизги массасын оңой эле атмосфералык газга, бууга айлануучу же сууда жакшы эрүүчү иондор (H^+,OH^-, CO_3, SO_3, Cl^-, SO_4, PO_4) түзүшөт. Тирүү организмдердеги эң аз кездешүүчү элементтерге 15ке жакын химиялык элементтер кирет.

Эгерде, өсүмдүктөр менен литосферанын кыртышынын химиялык курамын салыштырсак, анда жердин кыртышына караганда өсүмдүктөрдүн денесинде H - 9,8% ке; 0 - 22,8% ке; N - 30 эсеге; C - 180 эсеге көп. Ал эми калган элементтер тирүү организмдердин денесинде литосфералык кыртышка караганда бир кыйла аз.

Ал эми жаныбарлардын денесинде жерге караганда H-10%; O -18%; S, Cl – 2-2,5 эсе; P - 10 эсе; N - 132 эсе; C - 180 эсе жогору. Калган элементтер өтө аз кездешет.

Талаадагы, шалбаадагы чөп өсүмдүктөрү минералдык заттарды айландыруусу боюнча (500-1200 кг/га, 1 жылдык жашыл зат) ийне жалбырактуу токойго караганда (70-200 кг/га, 1 жылдык жашыл зат) жогору. Ушул кубулушту адамдар маданий өсүмдүктөрдүн курамын өзгөртүү менен, б.а. продукттуулугу жогору чөп өсүмдүктөрү менен алмаштырып, минералдык заттардын биологиялык айлануусун башкарып, топурактын асылдуулугун жогорулатууга аракеттенишет.

Кургактыктын жандуу заттары өсүмдүктөрдүн (жердин үстүнкү жана алдыңкы бөлүгү менен бирге), жаныбарлардын (курт-кумурскалар кошо) жана бактериялардын, козу карындардын биомассасынан түзүлөт (1-таблица). Бирок, организмдердин биомассасык өлчөө өтө салыштырмалуу жүрөт.

1-таблица

КМШ аймагындагы экосистемалардын зообиомассасынын бөлүнүшү
(нымдуу салмагы боюнча, кг/км²)

№	Жаныбарлардын таксономиялык топтору	Чөл	Талаа	Токой-талаа	Ийне жазы жалбырактуу токой	Тайга	Тундра
1.	Канаттуулар	3	13	64	41	83	3
2.	Сүт эмүүчүлөр	362	593	1228	511	141	123

Ал эми континенталдык жана океандык экосистемалардын кургак биомассасынын маалыматы, 2-таблицада берилген.

2-таблица

Жер шарындагы организмдердин биомассасы
(млрд.т.кургак масса)

Кургак заттар	Континент боюнча			Океан боюнча			Бардыгы
	Өсүмдүктөр	Жаныбарлар жана микроорганизмдер	Бардыгы	Өсүмдүктөр	Жаныбарлар жана микроорганизмдер	Бардыгы	
Тн. 10^9	2400	20	2420	0,2	3,0	3,2	2423,2
%	99,2	0,8	100	6,3	93,7	100	

Биосферада жылына фотосинтез аркылуу $3 \cdot 10^{21}$ ккал эсебинде энергия топтолуп турат. Ушул топтолгон энергиянын 10-20%ти кургактыктагы өсүмдүктөргө тиешелүү. Гидросфера жер бетинин 71%ин ээлеп турса да, жандуу заттардын эң көпчүлүгү (99,8%) континенттик организмдердин эсебинен түзүлөт. Ал эми океандардын ичиндеги организмдер түзгөн биомасса 0,13%ке туура

келет. Ошондой эле, континенттик биосферадагы биомассасынын негизин өсүмдүктөр (99,2%), ал эми океанда жаныбарлар 93,7%ин түзөт. Бул таблицадан дагы бир мыйзам ченемдүүлүктү көрүүгө болот. Кургактыктагы өсүмдүктөрдүн биомассасынын абсолюттук көрсөткүчү океандагы өсүмдүктөрдүн биомассасынын көрсөткүчүнө караганда төрт эсе жогору. Бирок, аткарган функциясы - продукттуулугу боюнча бири бирине дал келет.

Кургактык менен океандардын өсүмдүктөрүнүн биомассалык көрсөткүчү кескин айырмаланганына карабастан, атмосферадагы эркин кычкылтектин жарым бөлүгү кургактыктагы өсүмдүктөрдүн фотосинтез процессинде (айрыкча нымдуу тропиктик токойдо), ал эми жарым бөлүгү гидросферадагы фитопланктондордун эсебинен толукталат. Себеби гидросферадагы майда фитопланктондордун зат алмашуусу, генерациясы тез жүргөндүктөн эркин кычкылтекти бөлүп чыгаруусу кургактыктагы өсүмдүктөргө караганда өтө жогору, б.а. биологиялык мыйзам ченемдүүлүккө туура келген өзгөчөлүктөрдөн болуп эсептелген майда организмдердин тиричилик аракетинин интенсивдүүлүгү (азыктануу, өсүү, зат алмашуу) көлөмү чоң организмдерге караганда өтө тез жүрөт. Эгерде, алардын продукттуулугун салыштырып көрсөк, биомассасы 0,2 млрд. т. түзгөн микроскоптук организмдердин продукттуулугу биомассасы 2400 млрд.т. ээ болгон жогорку түзүлүштөгү өсүмдүктөрдүн продукттуулугуна тең келет. Ошондуктан, биосферанын географиялык райондорундагы организмдеринин биомассасынын бөлүнүшү, продуктулуу жерлердин климаттык шарттарына, организмдердин биологиялык зат алмашуу интенсивдүүлүгүнө жараша болот. Жер планетасынын жалпы биомассасынын суммасынын басымдуу бөлүгү дарак өсүмдүктөрүнүн биомассасына туура келет. Бирок, биологиялык активдүүлүгү, бир жылдык продукттуулугу өтө жогору болгон чөп өсүмдүктөрүн алып карасак, анда чөп өсүмдүктөрү чириндини пайда кылуу менен

топурактардын асылдуулугун жогорулатууда эң негизги орунду ээлейт. Себеби, чөп өсүмдүктөрдүн (бир жылдык, көп жылдык, эфемерлер, эфемероиддер ж.б. топтору) жашоо циклдеринин (генерациясынын) минералдык заттарды топтоосу, тамыр системаларынын күчтүү өрчүшү алардын бир жылдык продукттуулугун кескин жогорулатат.

Жогоруда каралган маалыматтардан, жандуу заттардын (өсүмдүктөр, жаныбарлар, микроорганизмдер) биосферадагы функциялык абалына жана бул организмдердин атмосфера, литосфера жана гидросферанын физикалык-химиялык параметрлерин аныктай турган негизги факторлордон экендигине күбө болдук. Эми, ушул глобалдык биосфералык мааниге ээ болгон жандуу заттардын түрдүк составына, сандык көрсөткүчтөрүнө токтолобуз.

Америкалык палеонтолог Д.Симпсондун эсептөөсү боюнча, Жер шарынын тарыхында 500 млн. жакын организмдердин түрлөрү жашаган. Азыркы учурда илимий маалыматтар боюнча, Жер шарында 2 млн. жакын гана (курт-кумурскалар ж.б. омурткасыздардын эсебинен бул цифра өзгөрүлүп турат) түр кездешет.

Мунун өзү органикалык дүйнөнүн эволюциялык жактан татаалдашып өрчүүсү жүздөгөн миллион түрлөрдүн өлчөмү менен жүргөндүгүн көрсөтүп турат.

Биосферадагы, глобалдык-геологиялык функциялык мааниге ээ болгон тирүү организмдердин.кургактыктагы жана суу чөйрөсүндөгү түрлөрүнүн салыштырмалуу саны төмөндөгүдөй.

1. Жаныбарлар дүйнөсүнүн түрдүк саны 1,5 млн. түзүп, өсүмдүктөрдүн түрдүк составынан (500 миң түр) 3 эсеге көптүк кылат. Жаныбарлардын ичинен көп түрдүүлүккө ээ болгон жаныбарларга муунак буттуулар тиби кирет (жалпы түрлөрдүн ичинен 75%ти түзөт, же болбосо 815 миң түр муунак буттууларга туура келет), андан кийинки орунду моллюскалар (130 миң түр) түрлөрү ээлейт.

Омурткалуу жаныбарлардын ичинен сүт эмүүчүлөр классы 10%, ал эми балыктардын түрлөрү 50%ин түзөт. Бул маалыматтарга караганда кургактыкта түрлөрдүн пайда болуу интенсивдүүлүгү омурткасыз жаныбарларда (курт-кумурскаларда), ал эми суу чөйрөсүндө омурткалуулардан балыктар классынын түр пайда болуу процесси интенсивдүү жүргөнүн көрүүгө болот.

2. Өсүмдүктөрдүн ичинен 50%ке жакын түрлөр (150 миң түр) жабык уруктууларга туура келет. Балырлар көп түрдүүлүгү боюнча 4-орунду алат. Ал эми экинчи, үчүнчү орунду козу карындар менен мохтор ээлейт.

Жалпысынан алганда, жаныбарлардын түрлөрүнүн 93%ин кургактыкта жашоочулар, 7%ин суу чөйрөсүндө жашай турган түрлөрү түзөт. Ал эми өсүмдүктөрдүн түрлөрүнүн 92% ти кургактыкта, 8% түрү сууда өскөндүгү анык. Бул маалыматтардан түрлөрдүн пайда болуу ылдамдыгы кургактык экосистемаларында тез жүргөндүгүн билүүгө болот. Тирүү организмдердин кургактыкка чыгуусунда алардын аз систематикалык тобунун чыгышына карабастан (3 тип, 6 класс кургактыкка чыккан, ал эми 18 типке кирүүчү 60 класс деңиз, океанда калган) алардын эволюциялык өрчүүсү прогрессивдүү жолго түшкөн. Бирок, организмдерди сандык жактан анализдегенде океан, деңиз, көл ж.б. суу экосистемаларда жашаган түрлөрдүн саны аз болгону менен түрлөрдүн особдорунун саны, кургактыктагы организмдердин түрлөрүнүн особдорунун санына караганда бир кыйла жогору болуп, басымдуулук кылат.

Биосферадагы тирүү организмдердин геохимиялык функциясы

Биосферадагы кездешкен бир нече миллиондогон организмдердин түрлөрү же болбосо жандуу заттар энергетикалык жана геохимиялык жактан активдүү болуп, көптөгөн функцияларды аткарышат. Жер планетасындагы жандуу заттардын функциясын бир нече типке бөлүшөт:

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИБЛИОТЕКА
ИНВ.№ 948345

Энергетикалык функциясы. Жандуу заттардын ичинен автотрофтуу өсүмдүктөр күн системасы менен жер бетин байланыштыруучу жана күндүн энергиясын топтоп, узак убакытка чейин сактоочу касиетке ээ. Бул фотосинтез процессинде күндүн жарык энергиясы химиялык энергияга айланып, органикалык заттар менен бирге сакталат. Мисалы, органикалык заттарды күйгүзүү менен (таш көмүр, нефть, газ ж.б.) өсүмдүктөр тарабынан миллион жыл мурун топтолуп, сакталган энергияны бөлүп чыгарууга болот. Ошондой эле, өсүмдүктөр топтогон потенциалдык энергия башка гетеротрофтуу организмдердин тиричилик аракетине сарпталып, биосферадагы көптөгөн геохигииялык процесстин жүрүшүн камсыз кылат.

Газдык функциясы. Ар түрдүү экосистемаларда жүрүүчү органикалык заттардын ажыраш же болбосо жандуу заттардын тиричилик аракетинин жүрүшүндө көптөгөн газдар: азот, кычкылтек, көмүр кычкыл газы, күкүрттүү суутек, метан ж.б. газдар пайда болуп, атмосферанын газдык катмарын түзөт, б.а. Жер шарындагы газдардын көпчүлүгүнүн тыгыздык концентрациясы биогендик процесстин натыйжасы болуп эсептелет.

Атмосферадагы эркин кычкылтектин эң негизги булагы өсүмдүктөрдүн фотосинтез реакциясы болуп саналат (биогендик булак). Ал эми O_2нин абиогендик булагы суунун молекуласынан фотодиссоциация процессинде бөлүнүп чыккан кычкылтек болуп эсептелет. Бирок бул жол менен пайда болгон кычкылтектин концентрациясы атмосферада өтө төмөн.

Өсүмдүктөр бөлүп чыгарган кычкылтектин көлөмү алар сиңирип алган көмүр кычкыл газынын (CO_2) көлөмүнө түз пропорционалдуу. Атмосферадагы кычкылтектин концентрациясынын жогорулашы тирүү организмдердин эволюциялык өрчүүсүндө эң керектүү факторлордон (органикалык заттарды минералдаштырууда, организмдердин дем алуусунда) болуп эсептелет. Мисалы, O_2нин атмосферадагы

көбөйүшүнөн атмосферанын жогорку бөлүгүндө күндүн ультракызгылт көк нурлары менен O_2нин аракеттенишинин натыйжасында, озон катмары (O_3) пайда болот. Ошондуктан озон катмарынын пайда болуу процессинде тирүү организмдердин (жашыл өсүмдүктөрдүн) да ролу абдан чоң.

Эгерде озон катмары болбогондо, анда космостук ультракызгылт көк нурлар толук түрдө жер бетине түшүп, организмдердин эволюциялык өрчүүсүндө (көбүнчө терс) эң орчундуу орунду ээлемек. Ошондой эле, атмосферадагы CO_2 газы да биогендик жана абиогендик жол менен пайда болуп турат. CO_2нин абиогендик булагы болуп, вулкан атылган жерлердин мантия бөлүгүнөн бөлүнүп чыгуусу, ал эми биогендик булагы жер катмарында жаткан кен байлыктардын геохимиялык реакцияларынын жана тирүү организмдердин дем алуусунун натыйжасында бөлүнүп чыгуусу болуп эсептелет. CO_2 негизинен органикалык заттарды синтездөөдө, тоо продуктуларынын майдаланып ажырашында жана карбонаттарды пайда кылууда сарпталат.

Атмосферадагы азот химиялык жактан инерттүү болгону менен органикалык заттарды синтездөөдө жана ажыратууда активдүү катышат. Азотту прокариоттук организмдер атмосферадан (азотту топтогучтар) сиңирип алып, өздөрү өлгөндөн кийин, бул азотту өсүмдүктөр пайдаланышат. Андан ары N_2 азык тизмеги менен бир организмден экинчи организмге өтөт.

Ошентип, биосферадагы тирүү организмдер газ сымал заттарды бөлүп чыгаруусу же керектөөсү аркылуу атмосферанын газдык параметрлерин (концентрациясын) аныктап турат.

Топтогуч функциясы. Тирүү организмдер ошондой эле биосферадагы заттардын, атомдордун топтолушуна (концентрацияланышына) да себепчи болушат, б.а. тирүү организмдердин эң бир негизги касиеттери өздөрүнүн денесине ар түрдүү химиялык элементтерди топтошу. Мисалы, кээ бир балырлар денесине 10%ке жакын

магний, брахиоподдор раковиналарында 20% ке жакын фосфор, күкүрт бактериясы 10%ке чейин күкүрттү топтой алышат. Көпчүлүк организмдер денесинде кальций, кремний, натрий, алюминий, йод ж.б. элементтерди топтоого жөндөмдүү, Ал эми организмде топтолгон элементтер өлгөндөн кийин бөлүп чыгаруусу аркылуу жашаган чөйрөсүнө берилет.

Мунун натыйжасында, жер бетинде ар кандай кен байлыктардын топтолушу жүрөт. Мисалы, таш көмүр, нефть, акиташ, боксит, фосфор, темир кендери ж.б. Азыркы учурда булардын көпчүлүгү адам баласы тарабынан кен байлык катары пайдаланылып жатат.

Кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич функциясы. Биосферада микроорганизмдердин тиричилик аракеттеринин натыйжасында дайыма кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич химиялык процесси жүрүп турат. Гетеротрофтук калыбына келтиргич микроорганизмдер ар дайым органикалык заттардын энергиясын пайдалануу менен жашайт. Буларга денитрификациялоочу, сульфатташтыруучу бактериялар кирип, кычкылданган азотту эң жөнөкөй абалга чейин, кукүрттү кукүрттүү суутекке чейин калыбына келтирет. Кычкылдандыргыч микроорганизмдердин ичинде автотрофтуусу да, гетеротрофтуусу да болушу мүмкүн. Бул бактерияларга күкүрттүү суутекти, кукүрттү кычкылдандыргычтар жана нитрлөөчү микроорганизмдик, темирдик, марганецтик бактериялар кирет. Акыркы эки бактериялар клеткасында темирди, марганецти топтоого жөндөмдүү.

Натыйжада, бул микроорганизмдердин тиричилик аракетинин натыйжасында геологиялык функциялар аткарылып, күкүрт кени пайда болгон, анаэробдук чөйрөдө металлдардын сульфиттери топтолгон. Ал эми аэробдук кычкылдандыргыч микроорганизмдер элементтерди эриген абалына чейин айландырып, темир кенинин пайда болушун камсыз кылган. Жалпылап айтканда, кычкылдандыргыч калыбына келтиргич функциялык реакция биологиялык метаболизмдин

негизинде жүрөт. Бул эки карама-каршы функция (кычкылдандыргыч же калыбына келтиргич) бир процессте бири басымдуулук кылса, экинчи бир учурда экинчиси басымдуулук кылат. Бирок, биосфералык масштабда эки реакция бири-бири менен тең салмактуулукка келет. Бул биогеохимиялык функция тоо тектерин бузууда, трансформациялоодо абдан чоң роль ойнойт.

Ажыраткыч функциясы (деструкция).

Биосферадагы тирүү организмдер топтогуч гана иш аткарбастан, организмдер пайда кылган органикалык заттарды ажыратуучу дагы кызмат аткарат. Бул ажыраткыч организмдерге негизинен гетеротрофтуу козу карындар, жаныбарлар жана микроорганизмдер кирет.

Органикалык заттарды деструкциялоо (ажыратуу) параллелдүү эки багыт менен жүрөт: 1). Органикалык заттарды ажыратууда акыркы продукциялар көмүр кычкыл газына (CO_2), аммиакка (NH_3) жана сууга (H_2O) ажырайт. 2). Андан ары анаэробдук чөйрөдө ажыроо менен суутекке (H_2), углеводороддорго чейин минералдашат. Бул минералдашкан түрдөгү заттарды өсүмдүктөр кайрадан пайдалана алышат. Мындан тышкары топурактагы ажыраган заттардын ароматтык касиетке ээ болгон бөлүкчөлөрүн микроорганизмдер пайдаланып, иштетип, чиринди кислоталарын, туздарды, ошондой эле, топурактагы энергияга бай чириндини пайда кылат. Ал эми чиринди заттардын эсебинен көптөгөн гетеротрофтук ажыраткыч организмдердин жашоосуна шарт түзүлөт. Ошондой эле, бул чиринди заттар автохтондук микрофлоралардын катышуусу менен ажыратылып, ал жерде өскөн өсүмдүктөрдү минералдык элементтер менен камсыздандырып турат.

Ажыраткыч функцияны аткарган организмдер биосферадагы синтезделген органикалык заттарды ажыратуу менен анын энергиясын пайдалануу ар түрдүү ландшафттык сфераларда тынымсыз жүрүп турат.

Муундардын алмаштырып туруучу функциясы. Бул функцияны бардык тирүү организмдер аткарышат.

Муундардын алмашып туруусу микропопуляциялык деңгээлде жүрөт. Жаңы муундар мурдагы муундан көп өзгөчөлүктөрү менен айырмаланышып турушат. Ошондой эле, муун алмашуудагы пайда болгон кийинки муундун популяциялары экологиялык текчени кеңейтүү багытында тиричилик аракетин жүргүзөт. Муундардын алмашуу убактысы 30 млн. (бактериялар) - 500 млн. жылга (кээ бир дарак өсүмдүктөрү) чейинки убактарда болушу мүмкүн.

Организмдердин муундарынын алмашып туруучу функциясы, экосистемалардын жаңыланып туруусуна алып келет да, биосферанын эволюциялык өрчүүсүн камсыз кылып турат.

Биосферадагы антропикалык функция. Бул функцияны аткаруучулар 2 млн. жакын биологиялык түрлөрдүн жыйындысына кирбеген, табигый табият үчүн таптакыр туура келбеген функция. Бирок, бул антропикалык функция адам баласынын тиричилик аракетинин натыйжасында пайда болуп, биосфералык чоң мааниге ээ. Бул функцияны төмөндөгүдөй бөлүктөргө бөлүүгө болот.

1. Адам биосферадагы тирүү организмдердин бир бөлүгү-консумент катары каралгандыктан өзүнчө функциялык мааниге ээ.

2. Антропикалык функция (адамдардын тиричилик аракетинин таасири) экосистеманын (P) продукция жана (R) дем алуу процессинин тең салмактуулугунун бузулушуна алып келип жатат.

3. Биологиялык эволюциянын продуктусу - биосоциалдык түзүлүшкө ээ болгон акыл эстүү адам биосфераны башкарууга умтулууда. Бирок бул өтө жаңылыштык. Эгерде адам баласы биосферага болгон мамилесин өзгөртпөсө, анда келечекте адам баласы биосоциалдык түр катары өзүн өзү жок кылуу жолуна түшөт. Бул антропикалык функция акыркы (30-40 жыл) жылдары, биосферадагы эң чоң геологиялык күчкө ээ болууда. Ошондой эле антропикалык функция биосферанын эволюциялык өрчүүсүн тездетип, ар түрдүү

экологиялык проблемаларды (терс, оң) пайда кылып жатат.

Организмдердин жогоруда каралган функциялык аракетинин натыйжасында биосферанын эволюциялык өрчүүсү жүрүп, татаалданып, дифференцияланып, жандуу заттар менен жансыз заттардын бири-бири менен болгон аракеттери белгилүү деңгээлде тең салмактуулукка келген, б.а. биосферадагы ар түрдүү абиотикалык факторлор (O_2, CO_2, температура, топурак, энергия ж.б.) тирүү организмдерге таасир этип, ал эми тирүү организмдер тиричилик аракети аркылуу курчап турган чөйрөсүнө таасир этип, өздөрү ыңгайланган чөйрөнүн параметрлерин калыптандырган. Ошондой эле, мындан ары да биосферадагы локалдык айлана-чөйрөнүн физикалык-химиялык касиеттери, биологиялык көп түрдүүлүгү ал жердеги жашаган тирүү организмдердин (өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин) функциялык аракеттерине түздөн-түз көз каранды болот.

Биосферанын эволюциясы жана негизги өрчүү этаптары

Адам баласын илгертен бери эле тиричиликтин келип чыгышына, алардын эволюциялык өрчүүсүнө жана биосферанын калыптанышына кандай биогеохимиялык шарттар таасир эткен деген суроолор кызыктырып келген. Бул суроолорго идеалист-философтор (кудайга ишенген окумуштуулар, байыркы жана орто кылымдарда) бир жактуу гана жооп берген. Алардын ою боюнча бардык өсүмдүктөрдү, жаныбарларды, адамдарды кудай жараткан. Ал эми материалист-философтор бул суроого «Организмдер кокустан өзүн-өзү жаратуу» жолу менен пайда болгон деген жоопторду беришкен. Бирок, бул айтылган ойлор кийинки жылдарда ар түрдүү эксперименттик изилдөөлөрдүн натыйжасында туура эмес экендиги далилденип, четке кагылган.

Тиричиликтин келип чыгуу теориясын түзүүдө англиялык окумуштуу Ч.Дарвиндин эмгеги чоң. Ал көп жылдык эксперименталдык материалдын негизинде

(тарыхый, геологиялык, биологиялык) тиричиликтин жер бетинде келип чыгуу мыйзам ченемдүүлүктөрүн материалисттик көз караштa түшүндүргөн. Ошондой эле, жаныбарлардын, өсүмдүктөрдүн келип чыгышы тирүү организмдер дүйнөсүнүн узак жана ырааттуу эволюциялык өрчүүсүнүн натыйжасында болгондугун далилдеген.

Бирок, кайрадан XIX кылымдын аягында XX кылымдын башында кээ бир окумуштуулар тиричиликтин келип чыгышын башка планеталар менен байланыштырган, кээ бир окумуштуулар кокустук жолу менен пайда болгон деген теорияларды чыгарышкан да, тирүү организмдердин өрчүүсү эч кандай мыйзам ченемдүүлүккө ээ эмес деген метафизикалык көз карашты жандандыра башташкан.

Азыркы учурда биологиялык, химиялык, астрономиялык, физикалык илимдерде тиричиликтин пайда болушун далилдеген теориялар пайда болгон. Бул теориялардын ичинен эл аралык мааниге ээ болгон төмөнкү теорияга токтолобуз. Биосферанын пайда болуп, андан ары өнүгүп калыптанышында организмдердин эволюциясы менен атмосфералык кычкылтектик факторлор негизги орунду ээлейт, б.а. бул эки фактордун таасири астында биосфера Күн системасындагы планеталардын ичинен эң уникалдуу чөйрөлөрдөн болуп калды.

Азыркы убакта окумуштуулар Жер планетасындагы тиричиликти мындан 3-3,5 млрд. жыл мурун пайда болгон деп эсептешет, б.а. 3,5 млрд. жыл мурун Жер планетасында тиричилик болгон эмес. Ал убакта атмосферанын составында N_2, NH_3, H_2, CO_2, CH_4 болуп, бирок эркин кычкылтек болгон эмес (Tappen, 1968; Calvin, 1969; Drake, 1968). Ошондой эле, азыркы жашаган организмдер үчүн өтө уулуу болгон хлор, күкүрттүү суутек жана башка газдар көп болгон. Атмосферанын газдык составын вулкандык газдар түзгөн. Себеби, ал убакта вулкандар өтө активдүү атылып турган. Кычкылтектин жоктугунан атмосферада озон катмары (O_2 кыска толкундуу нурлануунун алдында O_3 изотобуна айланган) болгон эмес. Эгерде ал мезгилде организмдер жашаса, анда күндүн ультракызгылт көк нурлары жерге, сууга чейин түшүп, организмдерге өтө терс таасирин тийгизмек. Бирок, күндүн ультракызгылт көк нурлары тиричиликтин химиялык (абиогендик) жол менен

пайда болушунда эң негизги ролду ойногон, б.а. бул күндүн ультракызгылт көк нурларынын таасири астында суу чөйрөсүндө аминкислоталарына окшогон татаал органикалык бирикмелер пайда боло баштаган. Ал эми амин кислоталардан биринчилик тирүү системалар (коацерваттар же биринчилик жөнөкөй белоктор) келип чыккан. Ошондой эле, ал учурда атмосферада озон катмары өтө жука болгон. Себеби, атмосферада эркин кычкылтектин концентрациясы өтө эле аз (суунун фотодиссоциациясынын эсебинен гана эркин кычкылтек бөлүнүп чыккан) болгон. Бирок, озон катмары жука болсо дагы ал жердеги биринчилик тирүү системалардын жашап, көбөйүп, өсүшүнө терс таасир этүүчү ультракызгылт көк нурду тосуп турган.

Тирүү организмдик системалар (коацерваттар) суунун түбүндө жашагандыктан алардын андан ары татаалданып, эволюциялык өрчүүсү жүрүп (суу катмары дагы ультракызгылт көк нурларды тосуп турган) ачыткыч козу карындарга окшогон анаэробдук организмдер пайда болгон. Бул анаэробдук организмдер жашоо үчүн энергияны ачуу процессинен алган, б.а. биринчилик организмдердин азыктануусу гетеротрофтук жол менен жүргөн. Себеби, ультракызгылт көк нурлардын таасири астында суу чөйрөсүнүн үстүнкү катмарында органикалык бирикмелер синтезделген. Бул синтезделген органикалык заттар суунун түбүнө чөгүшкөндүктөн, анаэробдук организмдердин азыктануусу суунун ички катмарында жүргөн. Бирок, мындай эволюциялык өрчүүдө прокариоттук организмдер (ядросу жок) мындан ары анаэробдук чөйрөдө эволюциялык жактан өрчүй албайт эле. Себеби, суу чөйрөсүндөгү организмдердин саны өскөндөн кийин, органикалык заттардын запасы азая баштаган. Ошентип, миллиондогон жылдар бою тиричилик өтө татаал шарттарда жүрүп, табигый тандоонун натыйжасында жашыл өсүмдүктөр келип чыгышкан. Жашыл өсүмдүктөрдүн келип чыгышы менен уникалдуу кубулуш фотосинтез (фотосинтездин келип чыгышы ушул убакка чейин белгисиз) реакциясы пайда болуп, суу чөйрөсүндө O_2нин концентрациясы өсүп, Жер шарында көптөгөн геохимиялык өзгөрүүлөр жүрдү. Ушуну менен бирге организмдердин дагы эволюциялык өрчүүсү тездеп, татаалданып көп аймактарга таралып, эукариоттук

клеткага ээ болгон организмдердин (клеткасында ядросу бар организмдер) келип чыгышына түрткү болду. Ал эми эукариоттук организмдердин эволюциясы андан ары өрчүп, өнүгүп, көптөгөн татаал түзүлүштөгү организмдер пайда болгон. Ошондой эле, суу чөйрөсүндөгү көптөгөн минералдык заттар (темир ж.б. биогендик заттар) суунун түбүнө чөгүп, геологиялык формацияларды пайда кылган. Кычкылтектин концентрациясынын көбөйүшү менен организмдердеги ДНКны бузуучу ультракызгыл көк нурларды тосуучу озон катмары дагы калыңдай баштаган.

Жашоо чөйрөлөр организмдер үчүн ыңгайлуу боло баштагандан кийин, тиричилик деңиз, океандардын үстүнкү бетине чыгып, кеңири тараган. Андан кийин тиричилйк кургактыкка чыгып, организмдердин андан ары эволюциялык өрчүүсүнүн натыйжасында татаалданып өрчүй баштаган. Аэробдук дем алуунун пайда болушу бир клеткалуу организмдерден көп клеткалуу.организмдердин келип чыгышына өбөлгө түзгөн. Азыркы учурда окумуштуулар ядролуу клеткалар атмосферадагы кычкылтектин концентрациясы 3-4% жеткенде пайда болгон дешет.

Ал эми атмосферадагы кычкылтектин концентрациясы 8% ке жеткенде (700 млн. жыл мурун) биринчи болуп көп клеткалуу (Metazoa) организмдер келип чыккан. Кембрийге чейинки убактарды майда прокариоттук бир клеткалуу организмдердин жашоосу жүргөн. Кембрийде тиричиликтин эволюциялык толкушу жүрүп, былпылдактар, кораллдар, курттар, моллюскалар, деңиз балырлары, өсүмдүктөр менен омурткалуу жаныбарлардын байыркы түрлөрү пайда болгон. Деңиздердеги майда жашыл балырлар эркин кычкылтекти интенсивдүү бөлүп чыгарган, анын абадагы концентрациясынын жогорулашы кыска убакыттын аралыгында көпчүлүк тирүү организмдердин жер бетине - кургактыкка чыгып, таралышына алып келди.

Ошентип, палеозой эрасында, деңиз, океан экосистемаларындагы тирүү организмдердин көбөйүшү менен бирге эле кургактыктагы организмдер да, көп түрдүүлүккө ээ боло баштаган. Кургактыктагы жашыл өсүмдүктөрдүн эсебинен эркин кычкылтектин концентрациясынын жогорулоосу - биринчилик

биологиялык продукциянын запасынын жогорулашы органикалык дүйнөнүн эволюциялык өрчүүсүнүн дүркүрөп жүрүшүнө өбөлгө түзгөн. Жаныбарлар дүйнөсүнүн эволюциясы жерде-сууда жашоочулардын, канаттуулардын, сүт эмүүчүлөрдүн жана адамдын пайда болушу менен жүргөн.

Биосферанын табигый эволюциялык өрчүүсүн бир нече этаптарга бөлүп кароого болот:

Биринчи этапта архей эрасына чейин Жер планетасында тиричилик жок болгон, ушуга жараша биосфера да болгон эмес. Ал убактагы литосфера, гидросфера жана атмосферанын түзүлүштөрү, химиялык-иондук составдары ж.б. касиеттери башкача болгон, азыркы убактагы абалына (тиричилик жүргөн этаптан баштап литосфера, атмосфера, гидросфера өзгөрүлө баштаган) таптакыр окшошпойт. Мисалы, атмосферада эркин кычкылтек өтө аз же жок болгон, ошондуктан озон катмары да болгон эмес.

Атмосферада ошондой эле азот, аммиак, суутек, көмүртектин кычкылы, суунун буусу жана тирүү организмдер үчүн өтө уулуу заттар хлор, күкүрттүү суутек ж.б. газдар көп болгон. Бул газдар вулкандык атылуулардын натыйжасында бөлүнүп чыгып турган.

В.И.Вернадский атындагы Геохимия жана аналитика химия институтунун кызматчысы (РИА) Э.М.Галимов (1988) өзүнүн төмөнкү гипотезасын сунуш кылган. Анын оюу боюнча Жер планетасы пайда болуп жаткан убакта (4,5 - 5 млрд. жыл мурун) башка планетардык системадан жерге, суусга бай «углистый хондрит» түшүп, бул бирикмеден бардык гидросфера пайда болгон. Илимде белгилүү болгондой «углистый хондриттин» составында ар түрдүү органикалык бирикмелер - нуклеотиддер, амин кислоталар, порфириндер, хлорофиллдин ядросун түзүүчү молекулалар болгон. Ушунун өзү биринчилик суулардын баштапкы абалында органикалык бирикмелердин концентрациясынын да өтө жогору болгондугун көрсөтүп турат. Э.М.Галимов тиричилик жок кезде эле эркин кычкылтектер органикалык бирикмелерден фотохимиялык жол менен пайда болорун айткан. Эгерде «углистый хондриттин» составында кездешкен хлорофиллдин молекулалары менен биполярдык липиддерди байланыштырса фотоэффектини берген.

Ошентип, кычкылтектин органикалык бирикмелердин эсебинен фотохимиялык жол менен атмосферага бөлүнүп чыгышы тиричиликтин келип чыгышына өбөлгө түзгөн (Э.М.Галимов, Природа, 1988, №10.117- б.).

Мындан кийин, биосферанын пайда болушунун жана калыптанышынын биринчи этабы гидросферадагы монобионт жөнөкөйлүүлөрдүн өкүлдөрүнүн пайда болушу эсептелет. Америкалык эколог Ю.Одумдун айтуусу боюнча бул организмдер керектүү энергияны ачуу процессинен алган ачыткыч анаэробдор болушу мүмкүн. Себеби, булардан башка организмдер (аэробдук) ачуу процессиндеги бөлүнүп чыккан аз энергия менен жашай албайт эле. Ошондой эле, ал убакта азык өтө аз болгон. Бул биринчилик организмдер азык катары радиациянын таасири астында суудагы пайда болгон органикалык заттарды (гетеротрофтуу азыктануу) пайдаланышкан.

Биринчи гидробионттор жогоруда каралгандай, бир клеткалуу прокариоттор болуп эсептелген да, эволюциялык өрчүүнүн натыйжасында булардан көп клеткалуулар, өсүмдүктөр, жаныбарлар, эркек-ургаачы особдор же жалпысынан алганда продуценттер, консументтер, редуценттер пайда болгон.

Өсүмдүктөрдүн пайда болушу менен кычкылтектин концентрациясы атмосферада жогорулап, Жер шарында эволюциялык өрчүү жөнөкөйдөн татаалдап, 3 млрд. жыл мурун жердин химиялык составынын өзгөрүшүнө алып келген.

Эгерде, суу чөйрөсүн биринчи жолу тиричиликтин келип чыгышы катары карасак, анда бул чөйрөдө организмдер үчүн өтө ыңгайлуу физикалык шарттардын болгонун билебиз.

Суудагы көпчүлүк минералдар, мисалы, темирдин кычкылдары же карбонаттары чөкмөлөрдү пайда кылып, геологиялык формацияларды пайда кылган. Кычкылтектин атмосферадагы көбөйүшү менен стратосферада ДНКны бузуучу ультракызгылт көк нурларды тосуучу озон катмары пайда болгон. Суу чөйрөсүндөгү организмдер жашашы үчүн шарттардын пайда болушу тиричиликтин тез таралышына мүмкүнчүлүк түзгөн да, кембрийге чейинки мезгилде, узак убакытка чейин майда прокариоттук бир клеткалуу

организмдер жашаган. Ал эми кембрийде (570±30 млн.жыл мурун) эволюциялык толкуунун натыйжасында тиричиликтин бир нече жаңы формалары - археоциаттар, муунак буттуулар (трилобиттер), былпылдактар, кораллдар, курттар, моллюскалар жана деңиз балырлары ж.б. систематикалык топтор пайда болгон.

Биосферанын эволюциясынын биринчи этабында көңүл бура турган нерсе-бул, акиташтуу, кремний скелеттери жакшы өрчүгөн организмдердин санынын кескин көбөйушунун натыйжасында алардын скелеттеринин суунун тубунде топтолушу менен геологиялык чөкмөлөрдүн пайда болушу.

Жер шарынын геологиялык тарыхында узак убакытка чейин тирүү организмдердин эволюциясы жүргөн эң негизги чөйрө гидросфера болуп эсептелет жана бул организмдердин эволюциясы суу чөйрөсүндө жогорку түзүлүштөгү өсүмдүктөргө жана жаныбарларга чейин жеткен. Бирок гидросфера, башка чөйрөлөр (аба-кургактык) пайда болсо деле ушул убакытка чейин миллиондогон тирүү организмдер үчүн негизги жашоо чөйрөлөрдөн болуп эсептелет.

Экинчи этап. Жогоруда көрсөтүлгөндөй, Жер шарынын тарыхында узак жылдары организмдин негизги жашоо чөйрөсү, суу чөйрөсү болуп эсептелген. Бул суунун ичиндеги гидробионттор түрлөрдүн ортосундагы жана түрлөрдүн ичиндеги особдорунун бири-бири менен болгон биотикалык мамилелери аркылуу жашап келген жана жашап жатат.

Биосферанын эволюциясынын экинчи этабы, эркин жашоочу гидробионттордун денесин мите, симбионт организмдер чөйрө кылып пайдаланып жашашы, б.а. бир организм экинчи бир организмдин денесинде жашап, чөйрө катары пайдалануусу. Бул, мындайча айтканда, эволюциялык жактан организмдер үчүн жаңы чөйрөлөрдөн болуп эсептелет.

Е.Н.Павловский «Түрлөрдүн ортосундагы мамилелердин натыйжасында «мите-ээси» деген жаңы митечилик кубулушу пайда болуп, «организм жана чөйрө» деген түшүнүккө барабар», - деп айткан.

Ошентип, ошол убактагы биосферадан суу жана организмдик эки чөйрө пайда болуп, андан аркы эволюциялык өзгөрүүлөргө өбөлгө түзүлгөн. Чөйрөлөр

биринчилик, экинчилик жана жансыз (костук), жандуу болуп бөлүнө баштады. Ички мите үчүн ээсинин организми биринчилик чөйрө, ал эми ээси жашаган чөйрө (суу) экинчилик чөйрө болуп эсептелет. Гидробионттук мителер менен симбионттор эки жашоо формасына ээ:

а) дибионттор личинка убагында сууда, ал эми жетилген кезинде ээсинин денесинде жашайт;

б) монобионттор жумурткадан баштап жетилген курагына чейин сууда жашаган гидробионттун денесинде жашайт.

Симбиоценоз же митоценоз кубулуштарынын суу чөйрөсүндө пайда болушу жана андан ары өрчүшү кургактык чөйрөгө өтүп, эволюция татаалдана баштаган. Бул түрлөрдүн ортосундагы мамилелер (симбиоценоз, паразитоценоз) адистешип, белгилүү ценоздук байланышты түзгөндөн кийин, кээ бир организмдер митесиз же симбиозу жок жашай албай калган (кээ бир организмдер денесинде жашаган башка организмдерсиз жашашы кыйын болуп калат). Мисалы, адамдын геномунда B_1, витаминин синтездөөчү информациялык ДНКнын спиралы жок болгондуктан, ээси же адам, B_1, витаминди ичеги таякчаларынан алат. Ошондой эле, кээ бир организмдерде 6-8 амин кислотаны синтездөөчү программасы бар ген (ДНК) жок. Алар бул амин кислоталарды денесинде жашаган башка организмдерден алат. Эгерде симбионттор болбосо, анда алардын иммунитеттик системалары иштөөгө жөндөмсүз болуп калат.

Ошентип, биосферанын эволюциясындагы экинчи чөйрөнүн пайда болушу (организмдердин денеси) тирүү организмдердин чөйрөгө карата ыңгайлануусунун механизмдеринин өрчүп жаткандыгын көрсөтүп турат.

Үчүнчү этап. Биосферанын эволюциясынын үчүнчү этабы болуп организмдердин суу чөйрөсүнөн кургактыкка чыгышы эсептелет. Бул кургактыкка чыккан организмдер жашаган чөйрөсүнө түздөн-түз жана кыйыр түрүндө таасир этип (коэволюциялык өрчүүдө) жаңы кургактык-аба чөйрөсүн калыптандырган.

М.М.Камшилов өзүнүн «Биосферанын эволюциясы» (1979) деген монографиясында төмөндөгүдөй гипотезаны айткан. Кембрийде кургактык чөйрө чөлгө окшош

болгондуктан суу жээктериндеги кээ бир таштардын үстүндө гана балырлардын кабыкчасы, мохторго окшош өсүмдүктөрдүн түрлөрү өсө баштаган. Ошондой эле, кембрийдин башында акиташтан пайда болгон калкандуу кабыкчаларды, скелеттерди пайда кылуучу жаныбарлардын түрлөрү көбөйгөн. Ал эми ордовикте биринчи жолу омурткалуулардын биринчи өкүлү- чопкуттуу балыктар пайда болгон.

Силурдун орто ченинде жана акырында деңиздердин тартылышы менен байланышкан каледондук тектоникалык циклдин эки фазасы жүргөн да, тайыз деңиздердин аянты кеңее баштаган. Суусу тартылган деңиздердеги микроорганизмдер пайдаланган жаныбарлардын денеси органикалык калдыктар-детриттер (редуценттердин азыктануусу аркылуу), биринчи кезекте жерде-сууда жашоочулардын, андан кийин кургактыкта жашоочу өсүмдүктөрдүн келип чыгышына өтө чоң өбөлгө түзгөн. Девондогу эң чоң көрүнүш кургактыктагы псилофит өсүмдүктөрүнүн көбөйүшү болуп эсептелет.

Өсүмдүктөрдүн кургактыкка чыгышы жана андан ары өрчүшү биосферанын эволюциясында революциялык мүнөзгө ээ болгон. Себеби заттардын жана энергиянын булагы болуп эсептелген өсүмдүктөрдүн кургактыктагы көбөйүшү, ал жердеги жаныбарлардын, микроорганизмдердин жашап, өнүгүп, өрчүүсүнө ыңгайлуу шарттар түзүлгөн (биринчилик продукциянын өсүшү, атмосфера да O_2 нин көбөйүшү ж.б.).

М.М.Камшилов жогорудагыдай көрүнүштү төмөнкүдөй сүрөттөп айткан: «Фотосинтез процессинин натыйжасында атмосфера кычкылдандыргыч чөйрөгө айланып, аэробдук организмдердин андан ары өнүгүшүнүн натыйжасында көп клеткалуулардын пайда болушуна жана тиричиликтин кургактыкка активдүү чыгышына алып келди. Кургактыкка чыккан тирүү организмдердин тиричилик аракетинин натыйжасында топурактар, минералдык заттар пайда болуп, өсүмдүктөрдүн дүркүрөп өсүшүнө шарт түзүлгөн. Азыркы учурдагы адам баласы пайдаланып жаткан таш көмүр, акиташтар, темир кендери көп жылдар бою жашаган организмдердин тиричилик аракеттеринин продуктусу болуп эсептелет» (Камшилов М.М. 1979).

Девондо кургактыктагы өсүмдүктөрдүн эволюциялык өрчүүсү уланып, кырк муундар, уруктуу папоротниктер пайда болуп, топурактын пайда болуу процесси күчөп, ар түрдүү жаныбарлардын кургактыкка чыгышына дагы жагымдуу шарттар түзүлгөн. Палеонтологиялык изилдөөлөрдө бул доордо чаяндардын, кенелердин, курт-кумурскалардын калдыктары табылган. Көп муунак буттуулар кургактыкка чыккан омурткалуу жаныбарларга азык болгон. Манжа буттуу балыктар жээктерге чыгып, сойлоп жүрүүгө мүмкүнчүлүк алган.

Карбондо климат кургактык өсүмдүктөрү үчүн жагымдуу болуп, биринчилик продукттуулук өтө жогорулаган. Амфибиялардын кээ бир түрлөрү суудан сырткары чыгып, көбөйүүгө ыңгайланышкан. Биринчи жолу сойлоп жүрүүчүлөр келип чыккан. Курт-кумурскалар аба чөйрөсүн толук өздөштүрө баштаган.

Триастын суу чөйрөсүндө сөөктүү балыктар келип чыккан, кургактыкта сойлоп жүрүүчүлөр жана триастын аягында биринчи сүт эмүүчүлөр келип чыккан.

Юрада жумшак климат болгондуктан, жабык уруктуу өсүмдүктөр көбөйө баштаган. Сойлоп жүрүүчүлөр деңиз, кургактык аба чөйрөлөрүндөгү бардык экологиялык текчелерди ээлешкен. Биринчи канаттуулардын түрлөрү келип чыккан, ал эми сүт эмүүчүлөрдүн эволюциялык өрчүүсү күчөгөн.

Бордун аягында, тескерисинче, көпчүлүк өсүмдүктөрдүн түрлөрү, динозаврлар, учуучу кескелдириктер бардыгы өлүп жок болгон, климат көбүнчө континенталдык болуп калган.

Ошентип, биосферанын бул өрчүү этабында өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын ичинен суу-кургагтык дибионттор топтору (курт-кумурскалар), полибионттор (кээ бир өсүмдүктөрдүн тамыры топуракта, сабактары сууда, жалбырактары кургакта болгон), аба монобионттор (канаттуулар), аба-топурак (дибионттор) жана топурак монобионттор (сөөлжан) топтору пайда болгон. Ошондой эле, суу аба, аба-топурак, топурак-суу-аба чөйрөлөрүндө ыңгайланып жашаган организмдер менен бирге алардын мителери, симбионттору дагы кошо пайда болгон.

Төртүнчү этап. Девондо же 400-350 млн. жыл мурун биосферада 4 жашоо чөйрөсү (суу, топурак, аба жана

организм) калыптанып жана мындан ары татаалданып өнүгүп, геохимиялык структуралары өзгөрүлүп, бул чөйрөгө туура келе турган организмдердин эволюциялык өрчүүсү татаалданган. Ошондой эле, жерде-сууда жашоочулардын, сойлоочулардын, сүт эмүүчүлөрдүн, канаттуулардын жана өсүмдүктөрдүн көп түрдүүлүгүнүн өсүүсү менен жаңы симбионттук, мителик организмдер дагы көбөйө баштаган.

Бул тирүү организмдердин эволюциялык өрчүүсүндөгү эң маанилүү кубулуштар организмдердин жыныссыз көбөйүүдөн жыныстык көбөйүүгө жана тирүүлөй туугa өтүүсү болуп эсептелет. Организмдердин тирүүлөй туулушунда түйүлдүк энесинин денесинде өрчүйт да, жумурткалык кабыктан бошонуп туулат. Биосферанын эволюциясындагы организмдердин денесинин чөйрө катары пайдаланылышы (түйүлдүк пайда болуп, зигота өрчүп сыртка чыкканга чейин) организмдердин эң уникалдуу жаңы сапаттык өзгөчөлүктөрүнөн болгон.

Ошондой эле, организмдердин дене чөйрөсү - митечилик, симбионттук түрлөр аралык мамиледен тышкары, организмдин ичиндеги түйүлдүк үчүн дагы чөйрө катары пайдаланылат. Бул кубулуш (организмдин тирүүлөй туулушу) организмдердин эволюциялык өрчүүсүндөгү ар кандай айлана-чөйрөгө ыңгайлануу механизмдеринен болуп эсептелет.

Түйүлдүктүн энесинин денесинде жашоо убактысы боюнча түрлөр бири-биринен кескин айырмаланат. Мисалы, чычкандарда 18-21 күн, коендордо 51, эликтерде 276—291, төөлөрдө 397, пилдерде 660 күнгө созулат. Адам баласы да дибионттук организмдерге кирип, 230 күн энесинин жатынында жашайт, ал эми 70-90 жыл кургактык-аба чөйрөсүндө эркин жашайт.

Биосферанын эволюциясынын 4-этабы жаныбарлардын тирүүлөй туулушу жана жаңы типтеги дибионттук организмдердин пайда болушу менен мүнөздөлөт, б.а. түйүлдүк биринчи жолу энесинин денесинде өрчүйт. Туулгандан кийин ата-энеси менен чөйрөдө эркин жашайт (сууда, топуракта, абада). Кургактык-аба чөйрөлөрүндөгү тиричиликтин экинчилик эволюциясында аэробионттордун ичинен кээ бир түрлөр суу чөйрөсүнө кайрадан келип, экинчилик суу организмдерине айланган. Сүт эмүүчүлөр

экинчилик суу организмдерден-дибионттук организмдик формадан полибионттук организмге айланды. Бул түрлөрдүн биринчи өнүгүү этабы энесинин организминде өтөт. Бирок, суу чөйрөсүндө узак убакытка чейин жашайт. Экинчилик суудагы сут эмүүчүлөр кургактыкка белгилүү убакытка чейин дем алыш үчүн чыгып, кайрадан сууга түшүп жашашат.

Бешинчи этап. 3 млрд. жылдан ашык мезгилдин ичинде (архей эрасынан кайнозой эрасына чейин) биосферанын эволюциясынын өрчүүсү биогенездик жол менен жүргөн, б.а. аутогендик тирүү организмдердин бири-бирине болгон биотикалык мамилелери жана ал организмдерди курчап турган сырткы чөйрөсү менен болгон коэволюциялык байланышы аркылуу жүргөн. Эгерде, жөнөкөйлөтүп айтсак, анда тиричиликтин келип чыгышы менен пайда болгон организмдер сырткы чөйрөнү өзгөртүү менен жашаган. Ал эми сырткы чөйрө тескерисинче тирүү организмдерге ар түрдүү таасир эткен. Натыйжада, 3млрд. жылдан ашык убакытта жапайы организмдер менен чөйрөнүн ортосундагы бири-бири менен болгон мамилелеринен биосфера пайда болгон жана калыптанган.

Төртүнчүлүк мезгилдин келиши менен акыркы 0,7 млн. жыл ичинде биосферада биосоциалдык түзүлүшкө ээ болгон адам баласы пайда болгондон баштап, алардын жүргүзгөн тиричилик аракети биосферанын эволюциялык өрчүү, өнүгүү процесстерин түп тамырынан бери өзгөрттү. Ошондуктан, биосферанын эволюциясынын бешинчи этабы социалдык болуп эсептелет. Себеби, адам биологиялык түрдөн биосоциалдык түргө айланып, алардын тиричилик аракети, жүргүзгөн илимий-техникалык прогресси эң чоң геологиялык күчкө айланды жана азыркы учурда негизги орунду ээлейт.

Ошентип, биосферанын эволюциялык өрчүүсү узак убакыт аралыгында 2 кыймылдаткыч күч менен жүргөн. **1) Аллогендик (сырткы) күч.** Бул күчтөр геологиялык, климаттык өзгөрүүлөр (мисалы, вулкандык газдар, күндүн нурлары, температура ж.б.).

2) Аутогендик (ички) күч. Аутогендик күчтөргө биосферанын жандуу компоненттеринин (өсүмдүктөр,

жаныбарлар, микроорганизмдер) бири-бири менен болгон тиричилик мамилелери кирет. 3,5 млрд. жыл мурун пайда болгон биринчилик экосистемаларда абиогендик жол менен пайда болгон анаэробдук гетеротрофтук организмдер (органикалык заттар менен тамактануучу) жашашкан. Андан кийин төмөнкү түзүлүштөгү автотрофтуу өсүмдүктөр пайда болуп, атмосфераны калыбына келтиргичтик абалынан кычкылдандыргыч абалга өткөргөн да, организмдердин эволюциялык өрчүүсү дүркүрөп жүргөн. Ушул этаптан баштап, тирүү организмдердин жыйындысы узак геологиялык аралыкта атмосферанын, гидросферанын химиялык составын өзгөртүп, жаңы топурак-чиринди ж.б. биокостук заттарды пайда кылып, азыркы адам баласы ж.б. организмдер ыңгайланган жашоо чөйрөсүн калыптандырган.

Акыркы жылдары биосфераны геохронологиялык, стратиграфиялык изилдөөлөрдүн натыйжасында Жер планетасындагы биосфераны тарыхый-эволюциялык жактан пайда болгонун жана тынымсыз өнүгүп жаткандыгын далилдешүүдө. В.И.Вернадскийдин айтуусу боюнча, тиричилик Жер планетасынын алгачкы тарыхый-геологиялык (архей мезгилинен баштап) өрчүүсүнөн баштап эле функциясын аткарып, эволюциялык өрчүүсүн жүргүзүп келе жатат. Биосферада тиричилик эч убакта токтогон эмес жана келечекте токтобойт.

Палеонтологиялык, геологиялык, химиялык, физикалык, биологиялык ж.б. илимдердеги маалыматтарга таянып, биосферанын эволюциясынын жалпы геохронологиялык мүнөздөмөсүн төмөндөгүдөй түзүүгө болот:

1. Тиричиликтин келип чыгышы - 3,87 млрд. жыл мурун болгон. Ал убакта эркин кычкылтек жок же өтө аз болгон.

2. Аутотрофия (метандын бөлүнүп чыгышы, күкүрттүн кычкылданышы) - 3,5 млрд. жыл мурун болгон.

3. Фотоаутотрофия, эркин кычкылтектин атмосферага бөлүнүп чыга башташы - 2,8 млрд. жыл мурун болгон. Кычкылтек - 1%ды түзгөн.

4. Толеранттык көк жашыл балырлардын пайда болушу (2 млрд. жыл мурун), кычкылтек ~1%ды түзгөн.

5. Биринчилик эукариоттук клеткалар (1,4 млрд. жыл мурун), кычкылтек - 1% ды түзгөн.

6. Көп клеткалуу жаныбарлардын пайда болушу (0,67 млрд. жыл мурун), кычкылтек - 7% га барабар болгон.

7. Сырткы скелети бар көп клеткалуу организмдердин келип чыгышы (0,55 млрд. жыл мурун), кычкылтек - 10%ды түзгөн.

8. Толук кычкылтектик чөйрөнүн калыптанышы (0,4 млрд. жыл мурун).

Биосферадагы заттардын биогеохимиялык айланышы

Жандуу заттардын денесин курган биогендик химиялык элементтер сырткы чөйрөдөн организмге келип, организмден кайра сырткы чөйрөгө чыгып, тынымсыз айланып турат. Бул химиялык элементтердин организм менен чөйрөнүн ортосундагы айлануусу белгилүү деңгээлде туюк болгондуктан, элементтердин биогеохимиялык айлануулары деп аталат. Биосфердагы жүрүп жаткан биогеохимиялык айланууларды 2 типке бөлүүгө болот. **1) Газ сымал заттардын айланышы.** Бул заттардын булагы атмосфера жана гидросфера (океан) чөйрөсү. **2) Чөкмө заттардын айланышы.** Бул заттардын булагы жер кыртышы болуп саналат.

Менделеевдин мезгилдик системасындагы элементтердин ичинен тирүү организмдердин денесин куруу үчүн 30-40 химиялык элемент катышат. Бул керектелүүчү элементтер организмдер үчүн эң көп колдонулуучу (C, O_2, H_2, N_2), аз колдонулуучу жана эң аз санда колдонулуучу элементтер топторуна бөлүнөт. Бирок, организмге керектүү элементтер эң көп колдонулганына же эң аз колдонулушуна карабастан, биогеохимиялык реакциялардын жүрүшү үчүн бардык элементтер керек, б.а. биогеохимиялык айланууларга бардык элементтер катышат (өлчөмүнө карабастан). Жер планетасында геохимиялык жана биогеохимиялык эки типтеги реакция жүрүп турат. Геохимия илими жердин химиялык составын жана Жер планетасындагы ар түрдүү тоо тектеринен ажыраган элементтердин бир жерден экинчи жерге, океанга, дарыяга болгон миграциясын үйрөтөт. Ал эми биогеохигиия («био» - тиричилик, «гео» - жер) илимин В.И.Вернадский негиздеп, кийин америкалык окумуштуу

Хатчинсон (1943, 1944, 1950) колдонуп, биосферанын жандуу (организмдер) жана жансыз (айлана-чөйрө) компоненттеринин ортосундагы химиялык элементтердин алмашып турушун изилдеген. Биосферадагы химиялык элементтерди организмдер бир нече жолу же чексиз пайдаланышат. Бирок айланууну камсыз кылган энергия бир багытты көздөй жылып, бир гана жолу пайдаланылат да, энергия бир түрдөн экинчи түргө өтүп (трансформацияланып), космоско таркап кетет (энтропия).

Биосферадагы ар түрдүү экологиялык системада химиялык элементтердин таралышы ар түрдүү өлчөмдө болот да, алардын биогеохимиялык айланууларынын (газ сымал жана чөкмө сымал заттардын айлануулары) жүрүү процесстери бири-биринен кээбир өзгөчөлүктөрү менен айырмаланып турат.

Газ сымал заттардын биогеохимиялык айлануу процессиндеги кээ бир тең салмактуулуктун бузулушу (заттардын кээ бир бөлүктөрүнүн айлануудан чыгып кетиши) анча билинбейт. Себеби, газ сымал заттардын (O_2, CO_2, N_2) атмосфералык же океандык запасы көп болгондуктан, ар дайым бул аймактардан тирүү организмдер тарабынан алынып, биогеохимиялык айланулар аркылуу толукталып турат.

Ал эми чөкмө заттардын - фосфор, темир ж.б. айланууларынын жүрүшүнүн ар түрдүү факторлорго туруктуулугу начар, б.а. айланууларддын тең салмактуулугунун бузулушу менен (элементтердин айлануу тегерегинен чыгышы, чөкмөгө кошулуп кетиши) элементтердин бир гана бөлүгү жоголот. Ал эми, бул айланууларддан чыккан элементтер чөкмө түрүндө (жерде же океандын түбүндө) айланып резервдик фондго түшкөндөн кийин, алардын кайрадан биохимиялык айланууга кошулуусу өтө оордойт да, узак убакытка чейин чөкмө түрүндө жатат. Бул чөкмөгө айланган элементтердин кайрадан айланууга кошулушу, сөзсүз түрдө биологиялык, геологиялык процесске көз каранды.

Биосферадагы заттардын биогеохимиялык айлануусунун жүрүү темпи жана тең салмактуулугунун бузулушу адам баласы жүргүзгөн илимий-техникалык прогресс күчөгөн сайын кескин өзгөрдү. Хатчинсон (Hutchinson, 1948) өзүнүн

эмгегинде бул проблема боюнча төмөндөгүдөй ойлорду айткан. Адамдын эң уникалдуу жагы 40 химиялык элементти өзүнүн организминде пайдаланганынан тышкары Жер планетасындагы бардык табигый жана жасалма элементтерди жашоо тиричилик аракетине иштетип, пайдаланууга жөндөмдүүлүгү. Ошондуктан, адам баласы биосферадагы химиялык элементтердин айлануударын тездетип, кээде жайлатып, биогеохимиялык айлануулардын табигый тең салмактуулугун бузуп, чоң геологиялык күчкө айланып жатат. Бирок, бул адам баласынын иш аракетинин таасири акырындык менен өзүнө гана зыянын тийгизип жатат. Мисалы, биогеохимиялык айлануудан чыккан фосфордук кен байлыктарды казып, айыл чарба жерлерине алып келип пайдалануу менен аларды тез айланууга киргизип (нормадан ашык) айыл чарба жерлеринин начарлашын пайда кылууда. Ал эми бул ашыкча фосфорлор (кен казган жерлерден, айыл чарбадагы айдоо жерлерден) миграцияланып көлдөргө, дарыяларга, деңиздерге түшүп, суу экосистемаларынын эвтрофикацияланышына алып келип, экологиялык тең салмактуулукту бузуп жатат.

Азоттун айланышы. Азот атмосфера бассейнинин 79%ин түзөт да, биосферадагы биринчилик (өсүмдүктөрдүн), экинчилик (жаныбарлардын) продукциясынын көлөмүн аныктоодо эң негизги орунду ээлейт. Азоттун атмосферадагы биогеохимиялык айланышы өтө татаал айлануулардан болуп эсептелет. Азот атмосферада көп болгону менен организмдердин пайдаланышы үчүн белгилүү химиялык бирикмелерге айланышы керек. Эркин азот инерттүү болгондуктан биологиялык процесстерге катыша албайт. Организмдердин денесин курууга катышуусу үчүн азот NO_2, N0, NH_3 түрүндөгү химиялык бирикмелерге айланышы керек. Бул азоттук байланышты түзүү жаратылыштагы бактериялар, көк-жашыл балырлар аркылуу ишке ашат. Хатчинсондун эсептөөсү боюнча кургактык экосистемаларында орто эсеп менен бир жылда 40-700 мг/м^2 атмосфералык азот химиялык бирикмеге айланат. Ал эми ушул байланышкан бирикмеге айланган азоттун ичинен 90%и биологиялык жол менен жүрөт. Биологиялык эмес жол менен пайда болгон бирикмесиндеги азоттун өлчөмү 35 м/гм^2 түзөт (бир жылда). Азоттун

абиогендик жол менен топтолушу вулкандын атылуусунда, атмосферада чагылган болгон кезде электр зарядынын таасири астында, метеориттер күйгөн кезде жүрөт. Бирок, жогоруда айтылгандай азоттун эң көп топтолушу тамырда, жалбыракта, эркин жашоочу микроорганизмдердин тиричилик аракетинин натыйжасында жүрөт.

Эркин жашоочу бактериялардын ичинен азотту топтоочу бактерияларга аэробдук азот бактериясы (Azotobaster) жана анаэробдук азот бактериясы (Glostridium pasterianum) кирет. Бул бактериялардын бир жылдык бош азотту топтошу 3-6 кг/га түзөт. Эркин азотту топтоодо топуракта жашаган көк жашыл балырлардын (цианобактериялар) Anabaen, Nostocales өкүлдөрү катышат. Чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырларында жашаган бактериялар (Rhizobium) да азотту топтоодо орчундуу орунду ээлейт. Чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырларындагы түймөк бактериялар топтогон азоттун бир жылдык өлчөмү 350 кг/га түзөт, же эркин кездешүүчү азот организмдерде топтолгон азотко караганда 100 эсе жогору. Топуракта тынымсыз эки процесс журүп турат. Нитрифицирлөөчү бактериялардын жардамы менен аммонийдин иону (NH^{+}_{4}) нитритке (NO^{-}_{2}) жана нитратка (NO^{-}_{3}) чейин кычкылданат, ал эми денитрифицирлөөчү бактериялардын жардамы менен нитрат (NOз) менен нитрит (NO^{-}_{2}) газ сымал затка (N_2) же азоттун кычкылына чейин (N_2O) калыбына келип турат. Нитрифицирлөөчү бактериялар (Nitrosamonas уруусунан) аммонийдин ионун нитритке айландырат. Nitrobacter уруусунун өкүлдөрү нитритти нитратка чейин кычкылдандырат. Бул эки процесстин жүрүшүндө көп энергия бөлүнүп чыгат да, эки топтун бактериялары тең бул энергияны органикалык заттарды ассимиляциялоо үчүн пайдаланышат, Ошондуктан, бул микроорганизмдер хемоавтотрофтор деп аталат.

Аммонийдин, нитриттин жана нитраттын бирикмелери өсүмдүктөрдүн организмине келип түшүп, органикалык заттарды синтездөөгө катышышат. Биринчи кезекте амин кислоталар, андан кийин татаал белоктор түзүлөт.

Белоктордун нитратка чейин ажыроосунда бөлүнүп чыккан энергияны азоттун бирикмелерин ажыратуу үчүн организмдер өзү пайдаланат. Ал эми тескерисинче кайра

түзүүчү процессте (синтезде) башка энергиялар (күндүн же органикалык заттардын) пайдаланылат. Акырында өсүмдүктөрдүн денесиндеги азоттун бирикмелери гетеротрофтук консументтердин өсүмдүктөр менен азыктануусу аркылуу азык тизмегине катышат.

Биосферадагы табигый топтолгон азоттун негизги булагын чанактуу өсүмдүктөр түзөт. Ошондуктан, айыл чарбасында бул өсүмдүктөрдү пайдалануу менен айдоо жерлерди табигый азоттук жер семирткичтер менен байытуу ишке ашат.

Суу экосистемаларынын үстүнкү бөлүгүнүн азот менен камсыз болушу алардын түбүнөн көтөрүлүшүнүн эсебинен, атмосферадан аммиак түрүндө түшүшүнүн жана суудагы пелагиалдык организмдердин өлүк денесинен ажыроо мезгилиндеги бошогон азот бирикмелеринин эсебинен жүрөт.

Жер бетиндеги азоттун көлөмү канча? деген суроого жооп берүү кыйын, себеби, ушул убакка чейин бул көрсөткүч, б.а. организмдер топтогон азоттун запасы жана атмосферага кайра бөлүнүп чыгышы боюнча так эсептөөлөр жокко эсе. *Жер бетине жамгыр менен түшкөн азоттун бир жылдык өлчөмү 25* млн. түзөт. Бул азоттун 70% топтолгон түрүндө бир нече миллиондогон жылдар бою биосферада химиялык жол менен айланууда. Ал эми 30% акыркы жылдары абиогендик жол менен (атмосферадагы электрдик заряддардын ж.б. физикалык кубулуштардын натыйжасында) пайда болгон. Атмосферадагы азоттун концентрациясынын көбөйүп турушу вулкандардын атылуусунун эсебинен дагы жүрүп турат.

Океандагы азоттун биогеохимиялык айлануусу ал жердеги жашаган тирүү организмдер аркылуу жүрүп турат. Кээ бир суу организмдери да азотту топтойт. Бирок, булар жөнүндө сандык маалымат жок. Океандарга, деңиздерге жана көлдөргө азоттун запасы дарыялар аркылуу агып келип кошулат. Мисалы, бир жылда дарыя аркылуу океанга түшкөн азот (нитрат ж.б. органикалык кошулма түрүндө) 10 млн.т. түзөт. Океандардагы азоттун биогеохимиялык айлануусу адам баласы жаратылышка көп таасир эте электе тең салмактуулукта жүргөн. Адам баласынын азоттун биосферадагы айлануусуна тийгизген таасирлеринен болуп,

азотту өндүрүүсү эсептелет, б.а. азоттук жер семирткичтерди бир жылдык өндүрүү - 1950-жылдан 1960-жылга чейин 5 эсеге өскөн. Кыскача айтканда, биз азотту өндүрүүдө алардын биосферадагы топтолушуна көңүл бурбаи жатабыз Айрыкча, азоттук жер семирткичтер айдоо аянттарында өтө чоң өлчөмдө колдонулуп, азоттун биосферадагы айлануусунун тең салмактуулугу (б.а. денитрификациялоо процесси артта калып жатат) бузулуп, дарыя, көлдөрдүн «жашылдануу процесси» күчөп, ал жердеги кычкылтек азайып, суу экосистемасынын деградацияланышына алып келип жатат.

Окумуштуу Делвиддин (1972) эсептөөсү боюнча, биосферага жылына бардык биологиялык, биохимиялык (иондошуу, вулкандын атырылышы) өнөр жай булактарынан бардыгы биригип 92 млн.т. азот (нитрат түрүндө) келип турат. Азоттун экосистемаларда адамдардын өндүрүүсү боюнча көп өлчөмдө топтолушу биосфералык деңгээлде өтө коркунучтуу терс көрүнүштөрдү пайда кылат. Себеби эң көп өлчөмдөгү нитраттар толук денитрлене албайт да, биосферадагы нитрлөө менен денитрлөө процессинин тең салмактуулугу бузулуп жатат. Жылына нитраттар 9 млн. тоннага чейин ашыкча топтолуп, көбүнчө гидросферада (айыл чарба аянттарында жер семирткичти өлчөмдөн бир топ жогору пайдалангандыктан, алар суулар, дарыялар менен агып келип, океан, деңиз, көлдөргө ж. б. топтолушат) топтолуп жатат.

Натыйжада, биосферадагы азоттун табигый айлануу нормасы өзгөрүп экосистемаларда экологиялык тең салмактуулук бузулуп жатат. Айрыкча суу экосистемаларында азоттун көп топтолушу менен ал жердеги азоттун айлануу тең салмактуулугу бузулууда.

Төмөндө азоттун биосферадагы салыштырмалуу запастык өлчөмү жөнүндөгү маалыматтар берилген.

Биосферадагы азоттун айланышы:

Биологиялык топтолуу	10^6т/жыл
Кургактыктагы микроорганизмдер	14 т/жыл
Деңиз көк жашыл жана нитрлөөчү бактериялар	10 т/жыл
Азот кездешкен чөкмө тектер	30т/жыл

Абиогендик топтолуу:	
Өнөр жайда	30 т/жыл
Атмосферада	7,6 т/жыл
Вулкандардын атылыш	0,2/жыл
Бардыгы	92 т/жыл
Азотту жоготуу:	
Кургактыктагы денитрлөө	43 т/жыл
Деңиздеги денитрлөө	40 т/жыл
Чөкмө түрүндө	0,2 т/жыл
Бардыгы	83т/жыл

Фосфордун айланышы. Фосфордун биосферадагы айлануу структурасы өтө жөнөкөй. Фосфор экосистемада толук айланып, бир айлампаны (циклди) пайда кыла албайт. Бирок, организмдердин протоплазмасында эң керектүү элемент фосфор жаратылыштагы органикалык заттардан ажырап, фосфаттар формасына айланып, кайрадан өсүмдүктөр аркылуу пайдаланылат да, белгилүү деңгээлде биологиялык жол менен айланып турат.

Фосфордун биосферадагы айлануусун белгилүү кыска убакытта карасак фосфор толук айланбайт. Ал эми узак убакыт аралыгында (миллиондогон жылдар) океандын түбүнө чөкмө болуп чөккөн фосфорлор жаныбарлардын азык тизмеги аркылуу (балыктар менен азыктанган жырткыч, канаттуулар) кургактыкка чыгып, белгилүү деңгээлде эртеби, кечпи, өсүмдүктөр тарабынан пайдаланылат. Кургактыктагы фосфордун запасы тоо тектери (апатиттер, фосфориттер) ж.б. геологиялык чөкмөлөр болуп эсептелет. Фосфордун запасы жер кыртышында 1%дан ашпайт. Ошондуктан, фосфор кургактыктагы өскөн өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын көбөйүүсүндөгү чектөөчү элементтерден (абиотикалык факторлор) болуп эсептелет. Суу экосистемасына фосфаттар кургактыктан аккан суулар аркылуу келип, топтолуп, океандардагы фитопланктон жана жаныбарлардын өсүүсүн камсыз кылат. Андан кийин эриген фосфаттардын көпчүлүк бөлүгү чөкмө түрүндө океан, деңиздердин түбүнө чөгөт.

Белгилүү өлчөмдөгү фосфаттар кургактыкка келет (өсүмдүктөр аркылуу жана жырткыч канаттуулардын балыктар менен азыктануусу аркылуу). Акыркы эсептөөлөр боюнча алганда, биосферадагы жер алдындагы жана жер үстүндөгү агын суулар аркылуу кургактыктан 1 млн. тоннага жакын фосфор океан, деңизге агып түшүп топтолот. Бирок анын ичинен кургактыкка 60000 тонна гана кайрадан келет. Калган 940000 тонна фосфор гидросферада калат. Деңиз, океандардын түбүндөгү чөкмө түрүндөгү фосфаттар орогенездик-тектоникалык кыймылдын натыйжасында гана чөкмөлөр жогору көтөрүлүп, кургактыкка өтмөйүнчө бул фосфор биологиялык айланууга кошула албайт. Ошентип, фосфордун биосферадагы циклдик айлануусу кыска убакыт аралыгында жүрбөйт, б.а. фосфордун чөкмөлөрдөн ажырап, циклдик айлануусу жүрүшү үчүн 10-100 млн. жыл геологиялык убакыт талап кылынат.

Адам баласы фосфордун биосферадагы айлануусун да бузуп жатат. Себеби, жылына 1-2 млн. т. фосфор кен байлык катары казылып алынып, пайдаланылып, андан кийин көпчүлүк бөлүгү суу , менен агып, кайра гидросферага түшүп жатат. Ошондой эле, өнөр жайдан, шаарлардан, айыл чарба тармактарынан эриген фосфорлордун суу экосистемаларында топтолуп жатышы суулардын эвторификация процесстерин (жашылдануусун) күчөтүп жатат.

Көмүртектин айланышы. Көмүртек биосферада тылымсыз, аралашмага кошулуп, кайра ажырап, тез өзгөрүлүп турган элемент. Көмүртектин мындай кыймылы океандагы, деңиздеги фитопланктондордун жана кургактыктагы өсүмдүктөрдүн фотосинтез процессинде, көмүртектин кош кычкылы жана суунун кошулмасынан ар түрдүү органикалык заттардын синтезделиши менен мүнөздөлөт. Көмүртек организдер үчүн эң керектүү биогендик элемент. Жаратылышта көмүртек минералдык карбонат жана биогендик акиташ ж.б. түрүндө кездешет да, литосферадагы эң бай запастуу чөкмөлөрдөн. Көмүртектин биосферадагы айланышы органикалык эмес кош кычкыл (CO_2) түрүндө жүрөт.

Атмосферадагы CO_2ни өсүмдүктөр сиңирип алып, биринчилик продукцияны синтездешет, Окумуштуулар

Уиттекер менен Лайхенесанын (1970) эсептөөлөрү боюнча, Жер шарында бир жылда 164 млрд. т. биринчилик продукция синтезделет. Көмүр кычкыл газы гидросферада, атмосферада, литосферада тынымсыз алмашылып турат. Гидросферада М.Н.Будыконун эсеби боюнча $130000 \cdot 10^2$ кг эриген CO_2 бар, б.а. атмосферага караганда 60 эсе көп. 3-таблицадан атмосферадагы CO_2нин запасын көрүүгө болот.

3-таблица

Атмосферадагы CO_2нин саны (кг) жана аны өсүмдүктөрдүн керектөөсү
(М.Н.Будыко, 1977)

Көрсөткүч	Саны
Атмосферада CO_2 нин болушу	$2300 \cdot 10^{12}$кг.
Өсүмдүктөрдүн бир жыл ичиндеги керектөөсү	$300 \cdot 10^{12}$кг.
CO_2 нин запасы кайра калыбына келбесе, канча жылга жете турган өлчөмү	8 жыл

Адам баласынын тиричилик аракети атмосферадагы CO_2 газынын концентрациясын жылдан-жылга көбөйтүүдө. Бул көбөйүү негизинен күйүүчү кен байлыктарды пайдалануу темпинин өсүп жатышынан болуп жатат. Акыркы эсептөөлөр боюнча алганда 15 жылдан кийин атмосферадагы CO_2нин концентрациясы 320 млн.$^{-1}$ден 375-400 млн.$^{-1}$ ге жетет. Анда эмне болот - деген суроо пайда болот.

Атмосферадагы CO_2нин концентрациясынын өсүшү Жер планетасындагы аба ырайынын жылышына алып келет (парниктик эффект). Ошондуктан, адам баласынын алдында $C0_2$ни бөлүп чыгарбоочу, же аз бөлүп чыгаруучу энергиянын булактарын жана технологиялык ыкмаларды пайдалануу проблемалары турат.

Көмүртектин биосферадагы биологиялык айлануусу фотосинтез жана дем алуу процесси аркылуу жүрөт.

Гетеротрофтук организмдерде фотосинтезге карама-каршы дем алуу процесси жүрөт да, CO_2ни бөлүп чыгарат. Ал эми фотосинтез процессинде O_2көп бөлүнүп чыгат.

Экосистемадагы органикалык продукция азык тизмеги менен гана ажырабастан, өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын бөлүп чыгарган продуктулары, тарптары, аэробдук шартта сапрофиттердин, бактериялардын азыктануусундагы кычкылдануу процесси аркылуу дагы ажырап минерал заттарына айланат. Мындан башка органикалык заттар анаэробдук шартта ферментация жолу менен да ажырайт. Бул процесстердин бардыгы CO_2 газын бөлүп чыгаруу менен жүрөт.

Көмүртектин айлануусу топуракта жай жүрөт. Себеби, топуракта органикалык заттар толук түрдө минерал заттарга айланбайт да, ар кандай органикалык кислоталарга өтүп, топурактын асылдуулугун жогорулатуучу чириндилерди пайда кылат. Бул органикалык комплекстер чөкмө түрүндө топуракта топтолот. Кээде ушул процесстердин натыйжасында кемүртектин айлануусу токтоп, чым көң, көмүр, нефть ж.б. кәмүртек-суутек кен байлыктары пайда болот.

Адам баласы жүргүзгөн илимий-техникалык процесс өнүгө электе (төртүнчүлүк мезгилдин башталышында) биосферадагы көмүртектин айлануусу тең салмактуулукта жүргөн, б.а. бир жылдык биринчилик продукция автотрофтуу, гетеротрофтуу организмдердин дем алуусу аркылуу ажыратылып, $C0_2$ атмосферага белгилүү нормалык балансга бөлүнүп чыккан. CO_2нин эң көбүн кайрадан атмосферадан өсүмдүктөр фотосинтез реакциясы аркылуу сиңирип алып турган. Бир жылда фотосинтез аркылуу 110 млрд. т. CO_2 иштетилет. Бул атмосферадагы CO_2нин ордун кычкылдануу кездеги бөлүнүп чыккан CO_2 толуктап, атмосферадагы CO_2 менен O_2нин нормалдуу тең салмактуулугу сакталып турган.

Бирок, азыркы учурда адамдар жылына$173 \cdot 10^{15}$ ккал отун күйгүзөт. Бул процесс сөзсүз түрдө, биосферага төмөнкүдөй терс таасирин тийгизет.

1. Атмосферага CO_2нин бөлүнүп чыгышы көбөйөт.
2. CO_2, NO_2, углеводород ж.б. уулуу заттардын эсебинен биосферада булгануу жүрөт. Бул заттардын негизги булагы өнөр жай ишканалары, ТЭЦтер болуп саналат. Ошондуктан, атмосферада $C0_2$ көбөйүүдө.

Күкүрттүн айланышы. Күкүрттүн биогеохимиялык айланышынын кээ бир өзгөчөлүктөрү төмөнкүдөй болот.

1. Күкүрттүн запасы топуракта, чөкмөлөрдө өтө жогору. Атмосферадагы көлөмү аз.
2. Күкүрттөрдүн запастык фондуларынын алмашуу процесстеринин жүрүшү (бир жерден экинчи жерге миграциясы) адистешкен микроорганизмдер аркылуу ишке ашат. Мисалы, кычкылдандыргыч реакциясын белгилүү микроорганизмдердин түрлөрү, ал эми калыбына келтиргич реакциясын башка бир түрлөрү ишке ашырышат.
3. Геохимиялык-метереологиялык процесстер (эрозия, жаан-чачын, абсорбция-десорбция ж.б.) менен биологиялык процесстердин (продукция жана деструкция) өз ара аракеттенишинин натыйжасында күкүрттүн алмашуулары жүрүп турат.
4. Күкүрттүн алмашуусунда аба, суу,топурактын өз ара аракеттери дагы белгилүү ролду ойнойт.

Сульфат (SO^{2-}_4) нитратка, фосфатка окшоп эле, күкүрттү организмдер өздөштүрүүгө мүмкүн болгон түрүндө пайдаланылат да, автотрофтор аркылуу калыбына келтирилип, белокторду түзүүгө катышат (себеби, кээ бир амин кислоталардын составына кирет. Бул процесстин натыйжасында (калыбына келтиргич жана кычкылдандыргыч) топурактын жана чөкмөлөрдүн эң терең жерлериндеги темирдин сульфиддик ($FeSO_3$) запасы менен сульфаттык күкүрттүн (SO_4) алмашуусу жүрүп турат. Адистешкен микроорганизмдер төмөнкүдөй биогеохимиялык реакцияларды жүргүзөт: $H_2S^{-}>S^{-}>S^{2-}_4$; бул реакцияны түзсүз жашыл жана күрөң күкүрт бактериялары ишке ашырат: $SO_4^{-}>H_2S^{2-}$(сульфаттын анаэробдук калыбына келиши) Desulfovibrio; $H_2S^{-}>SO^{2}_4{}^{-}$(сульфиддин аэробдук кычкылдануусу) тиобацилдер; органикалык кошулмалардагы S, SO_4 жана H_2S байланыштары аэробдук жана анаэробдук гетеротрофтук микроорганизмдердин катышуусу менен ишке ашат.

Биринчилик продукция, б.а. өсүмдүктөр сульфатты органикалык кошулмага киргизет, ал эми жаныбарлар экскременти аркылуу сульфатты кайрадан айланууга киргизет. Күкүрттүн кош кычкылынын (SO_2) булагы күйүүчү кен байлыктар болуп эсептелет. Бактерия Desulfovibrio

көлдөрдүн терең жеринде же чөкмөлөрдүн кычкылтексиз чөйрөсүндө сульфатты SO^{2}_{4}->H_2S газ абалына чейин калыбына келтирет. Ал эми газ абалындагы H_2S ти кыртыштын же суунун үстүнө чыккандан кийин, фотосинтез жүргүзө алчу бактериялар пайдаланышат.

Ошентип, күкүрт фосфор сыяктуу эле белокторду синтездөөдө эң керектүү элементтерден болуп эсептелет. Күкүрт фосфорго караганда өсүмдүктөр үчүн бир кыйла жетиштүү болот. Бирок, күкүрттүн айлануусу өсүмдүктөргө көз каранды. Илимде ушул убакка чейин күкүрттүн гидросферадагы айлануу тең салмактуулугунун сакталуу механизми белгисиз.

Күкүрт суудан атмосферага чыгып, андан кийин кургактыкка келип тирүү организмдердин катышуусу менен биосферада ар дайым айланып турат. Азыркы учурда атмосферадагы күкүрттүн техногендик жол менен көбөйүп жатышы биосферадагы айлануу тең салмактуулугун бузуп жатат. ЮНЕСКОнун эксперттеринин берген маалыматтары боюнча 1980-жылдары атмосферанын күкүрт менен булгануусу күчөп, дүйнө боюнча 251 млн. т. түзгөн. Атмосферадагы күкүрттүн кош кычкылынын көбөйүп кетиши адам ж.б. организмдер үчүн зыяндуу болуп эсептелет. Себеби, бул күкүрттүн бирикмелери дем алуу органдарынын рак ооруларын күчөтөт. Американын 80%ке жакын көлү тиричиликсиз, булганган көлгө айланган. Мындай көрүнүштөр цивилизациялык жактан өнүккөн (Канада, Швеция, Норвегия, Англия, Япония ж.б.) өлкөлөрдө да көп жолугат. Күкүрттүн атмосферада көбөйүүсүнүн натыйжасында кислоталык жамгырлар жаап жатат. Кислоталык жамгырдан, акыркы маалымат боюнча алганда 31 млн. га.аянттагы токойлор куураган. Натыйжада, биосферанын биологиялык көп түрдүүлүгүнүн азайышын күчөтүп жатат.

Суунун айланышы. Биосферада суунун айлануусу чоң жана кичине айлануу жолу менен жүрөт. Суунун кичине айлануусу океан менен деңиздердин үстүндө жүрөт, б.а. океан менен деңиздердин үстүнөн суулар атмосферага бууланып чыгып, кайра жамгыр, кар ж.б. формасында океан, деңиздерге түшөт. Ал эми бул океандан бууланып суунун жарым бөлүгү булут түрүндө кургактыктын үстүнө

жылат да, жамгыр, кар ж.б. түрүндө жерге келип түшүп, жер алдындагы суугa кошулат. Жер алдындагы суудан пайда болгон булактар биригип, дарыя-көлдөрдү пайда кылат. Дарыя, көлдөрдөн чыккан суулар агып, кайрадан океан-деңиздерге кошулат. Ошондой эле, жер алдындагы суунун жарымы жер алды менен түздөн-түз эле океан экосистемаларына биригет.

Суунун айлануу өлчөмү океандар менен кургактыктарда жүрүшү боюнча кескин айырмаланат. Океандарда, деңиздерде суунун айланып кайра келүү көлөмү бууланып чыгып кеткен суулардан өтө аз. Экосистеманын негизги функциясын аткарып турушунда чоң мааниге ээ болгон (заттардын биологиялык айлануусу менен энергиянын багытталышы) жана адамдарга, биологиялык продукция өндүрүлүп жаткан агроэкосистемалар үчүн пайдаланылган суулар океандан, деңиздерден келет. Бул мисалдан дагы бир жолу адам баласы бири-бири менен тыгыз байланышкан биосфералык системада жашап жаткандыгын көрүүгө болот.

Эгерде, суунун айлануусун анализдеп көрсөк, анда суунун атмосферага көтөрүлүшү үчүн өтө чоң энергия талап кылынат. Бул энергиянын булагы күн радиациясы болуп эсептелинет. Ал эми көтөрүлгөн суунун төмөн түшүшү жана агышы энергия берүү менен жүрөт да, бул энергиялар экосистемадагы гидроэлектр станциялардын иштешин камсыз кылат.

Жер алдындагы суулар менен жер үстүндөгү суулар (көл, дарыя, булактар) бири-бири менен тыгыз байланышта. Белгилүү аймактарда жер үстүндөгү суулардын булагы болуп жер алдындагы суулар, ал эми кээ бир аймактарда тескерисинче, жер алдындагы суулардын запасынын толукталып турушу жер үстүндөгү суулардын эсебинен жүрөт. Суунун океандардан жогору карай көтөрүлүшү күндүн энергиясын талап кылат, б.а. күндүн энергиясынын 23% суунун бууланышына жумшалат (4-таблица).

Ал эми суунун төмөн түшүшү энергияны берүү жолу менен жүрөт. Мисалы, бул энергиялар экосистемалардын (зат айлануу) функциялык ишинде, ошондой эле адам баласы гидроэлектр станциясында пайдаланышат.

Бирок, суунун айлануусуна жумшалган энергия экономикалык багытта эске алынбайт, б.а. адам баласы бул

энергияларды бекер пайдаланып жатат. Ошондуктан, бул күндүн бекер энергиясы камсыз кылып жаткан жумуштун аткарылышын бузсак, анда биосферанын тең салмактуулугунун бузулушуна алып келет.

4-таблица

Күн энергиясынын биосферада чыгымдалышы
(биосферага түшкөн бир жылдык көрсөткөч %)

№	Жумуштун аткарылган түрү	%
1	Чагылганга кеткен бөлүгү	30
2	Жылуулукка айланган бөлүгү	46
3	Суунун бууланышына жумшалганы	23
4	Шамал, толкун, агым үчүн жумшалганы	0,2
5	Фотосинтез жумшалганы	0,8

Ошентип, биосферадагы суунун айлануусунда океан менен кургактык бири-бири менен кескин айырмаланышат. Суунун бууланышы өтө көп жүрөт да, ал эми кайра жамгыр, кар ж.б. формасында түшүүсү өтө аз болот, б.а. океан сууну алганга караганда буулануу аркылуу көп бөлүп чыгарат. Ал эми кургактыкта, тескерисинче, сууну буулантканга караганда жамгыр, кар түрүндө алышы өтө жогору. Ошондуктан, экосистеманын же агроэкосистеманын функциясында (биологиялык продукция өндүрүүсү) океандан, деңизден бууланып келген суулардын энергиясы эң негизги шарттардан болуп эсептелет.

Биосферадагы экинчилик деңгээлдеги химиялык элементтердин айланышы

Экинчилик деңгээлдеги элементтер (организм үчүн керексиз болгон элементтер) организм менен чөйрөнүн ортосунда ар дайым алмашылып турат. Бул элементтердин кээ бирлери чөкмөлөрдү түзүүдө катышат, кээ бир элементтери атмосферага бөлүнүп чыгып турат. Экинчилик деңгээлдеги элементтер биогендик элементтерге кирбесе дагы, организмдер үчүн өтө керектүү элементтер жана химиялык касиеттери окшош болгондуктан, бул

элементтердин да организмдин ткандарында, клеткаларында, топтолуусу жүрөт. Бирок, бул экинчилик деңгээлдеги элементтердин (радиоактивдүү, оор металлдар ж.б.) топтолушу организмдер үчүн өтө зыяндуу болот. Ошондуктан, азыркы учурда экинчилик деңгээлдеги химиялык элементтердин биосферадагы айлануусун, организмде, чөйрөдө топтолуусун изилдөө өтө актуалдуу болуп эсептелет. Себеби, радиоактивдүү элементтер, оор металлдар адам баласына жана бардык тирүү организмдерде уулуу болуп, мутацияларды жана ар түрдүү ооруларды пайда кылып, жаратылыштын эволюциялык өрчүү деңгээлинде өзгөргүчтүк кубулуштарды пайда кылышат. Экинчилик элементтер табигый экосистемаларда мурдатан эле белгилүү өлчөмдө болуп келген (бул элементтер тоо-кен бирикмелеринде, чөкмөлөрдө болушат) жана бул элементтердин өлчөмүнө организмдер ыңгайланган. Бирок, биосферада адам баласынын тоо-кен байлыктарын иштетүүсү, айыл чарбасын химиялаштыруунун, химиялык өнөр жайларды көбөйтүүнүн ж.б. иш-аракеттеринин натыйжасында экинчилик деңгээлдеги химиялык элементтердин концентрациясы өсүп жатат, б.а. бул экинчилик элементтердин концентрациясынын сандык, сапаттык көрсөткүчтөрүнүн өсүшү, көп топтолушу биосферадагы жаңы кубулуштардан (же жаңы элементтерден) болуп эсептелет. Ошондуктан, адам баласы бардык элементтердин биосферадагы айлануу өлчөмүн билиши керек. Эгерде, эң эле аз өлчөмдөгү радиоактивдүү ж. б. элементтер экосистемада пайда болсо, анда ал жерде жашап жаткан тирүү организмдерге тийгизген таасири өтө чоң болот. Мисалы, мындай элементтерге стронций, цезий, сымап, коргошун жана башка оор радиоактивдүү элементтер кирет. Радиоактивдүү элементтер (стронций, цезий, плутоний ж.б.) ядролук куралдарды жардырып сыноодо, кен байлыкты иштетүү өндүрүшүндө, атомдук электр станциясын иштетүүдө, уран кенинин ажыроосунун натыйжасында пайда болот. Мисалы, урандын ажыроосунда стронций-90, цезий-137 ж.б. радиоактивдүү изотоп элементтери пайда болот. Стронций биосфера үчүн жаңы элемент болуп эсептелет да, жарым ажыроо убактысы 30 жылга жакын убакытты алат. Себеби, бул элементти адам

баласы уранды иштетүүнүн натыйжасында биосферада пайда кылып отурат. Стронций менен кальцийдин химиялык касиети окшош болгондуктан, тирүү организмдер стронцийди кальций катары кабыл ала беришет. Бирок, стронцийдин организмден бөлүнүп чыгышы кыйын. Ошондуктан, бул элемент организмде топтолуу кубулушуна ээ. Бул изотоптук элементтердин эң аз өлчөмү атмосферадан жерге түшүп (ядролук куралды жардыруудан, ядролук реакторлордун учуп чыгышынан ж.б. жолдор менен бөлүнүп чыгат) кальций менен бирге топурактан, суудан азык тизмеги аркылуу өсүмдүктөргө, жаныбарларга өтүп, андан кийин адамдын организмине өтөт да, сөөктөрдө топтолот. Ал эми цезий-137 радиоактивдүү элемент урандын ажыроосунун натыйжасында пайда болот. Цезий химиялык касиети жагынан калий элементине окшош. Ошондуктан, цезий-137 азык тизмеги аркылуу кальций элементи менен бирдикте же анын ордунда азык тизмеги аркылуу жылып организмдерге барып топтолушат. Ошентип, стронций, цезий ж.б. радиоактивдүү элементтери (изотоптор) адам баласынын уран кен байлыгын иштетүүнүн натыйжасында пайда болуп биосфера үчүн жаңы элементтерден болуп саналат. Азыркы учурда атомдук электр станциясын колдонууда Жер планетасында радиоактивдүү элементтер өтө көптөгөн көлөмдө топтолуп жатат. Бул радиоактивдүү элементтердин калдыктарын кайсы жерде сактоо, мүмкүн болушунча тирүү организмдерге терс таасирин тийгизбөө проблемалары адам баласынын алдындагы глобалдык-экологиялык проблемалардан болуп эсептелет. Ошондуктан, адам баласы үчүн өтө арзан электр энергиясын берүүчү атомдук электр станцияларын куруу, өнүктүрүү , токтотулуп жатат.

Ушундай эле, тирүү организмдерге терс таасир этүүчү элементтер - оор металлдарды алсак болот. Буларга цинк, коргошун, кадмий, сымап, жез ж.б. элементтер кирет. Бул элементтер жаратылышта чөкмө түрүндө кездешет. Радиоактивдүү элементтерден айырмаланып, оор металлдар жаратылыш комплекстеринин составында болуп, биосферада белгилүү тең салмактуулукта геологиялык жол менен айланып турган. Бирок, адам баласынын бул оор металлдарды кен байлык катары иштетүүсүнүн

натыйжасында алар биосферада көп топтолуп жатат. Биосферада адам баласы пайда болгонго чейин жана адам баласынын сымапты өндүрө баштаган убактысындагы сымап элементинин айлануусун салыштырып көрөбүз.

Сымап атмосферада табигый жол менен айланып турган. Ал эми өнөр жайда өндүрүү менен сымаптын эки айлануу жолу пайда болуп жатат, б.а. сымапты кен байлык катары өндүрүү жана атмосферага бууландыруу. Натыйжада атмосферада сымаптын концентрациясы жогорулап, топурак, суу, өсүмдүк жана жаныбарлардын арасында айланып жатат. Сымаптын экосистемадагы айлануусунда дагы микроорганизмдер негизги ролду ойнойт. Микроорганизмдердин катышуусу менен сымап эрибеген түрүнөн эриген түрүнө өтөт да, өтө кыймылдуу уулуу метил сымапка айланат.

Ошондой эле биосферада азот, кычкылтек, көмүр кычкыл газы суу жана башка элементтерге караганда жер менен тыгыз байланышкан чөкмө түрүндөгү элементтер кездешет. Бул элементтердин биосферадагы айлануусу чөкмө текке айлануу менен токтоп, кайрадан вулкандардын атылуусу, орогенездик, эрозия процесстеринин натыйжасында жана кээ бир учурларда биологиялык жол менен айлануу жолуна түшөт. Бирок, бул элементтердин айлануусу узак геологиялык убакытта жүрөт.

Ал эми жердин түбүндөгү заттардын жылышынын сандык өлчөмү жөнүндөгү маалыматты алуу азыркы учурда мүмкүн эмес.

Катуу заттар атмосферага чаң түрүндө чыгып, кайра жерге жамгыр, кар менен же кургак түрүндө түшөт. Бул заттардын атмосферага чыгуусун экиге бөлүп карайбыз.

1. Жаратылыштагы вулкандын куюн, токой, өрт аркылуу атмосферага чаң бөлүкчөлөрү түрүндө табигый жол менен бөлүнүп чыгышы.

2. Адам баласынын тиричилик аракетинин натыйжасында заттардын атмосферага чаң катары бөлүнүп чыгышы. Бул эки кубулуштун, башкача айтканда, заттардын атмосферага чыгышын бөлүп кароо өтө орчундуу маселе. Себеби, заттардын жаратылыштык табигый жол менен атмосферага чаң түрүндө көтөрүлүп, кайрадан жерге түшүшү менен

биосферада бул заттардын белгилүү концентрациясы калыптанган.

Ал эми, бул концентрациядагы заттарга ал жерде жашаган организмдер эволюциялык жактан ыңгайланышып, калыптанышып, жашашып келген. Ал эми, адамдын биосферага кошумча заттарды бөлүп чыгаруусу (тиричилик аракетинин натыйжасында) өтө эле аз. Бирок, бул заттар мисалы, радиоактивдүү элементтер жогоруда каралгандай, биосфера үчүн жаңы заттардан болуп эсептелип, мутагендик, канцерогендик касиетке ээ болушу менен биологиялык, эволюциялык жактан мааниси өтө чоң. Ошондой эле элементтердин, оор металлдардын чаңчаларынын атмосферадагы концентрациясынын өсүшү менен күндүн нуру тосулуп, жердин үстүндөгү абанын муздашын пайда кылып, климаттын кескин, өзгөрүшүнө алып келиши мүмкүн.

Биосферанын тирүү организмдери жердин үстүнкү кыртыш бөлүгүндөгү химиялык элементтерди оңой пайдаланат. Ал эми мантиядагы өтө көп өлчөмдөгү химиялык элементтер Жердин үстүндө өтө аз санда кездешет. Мисалы, фосфор элементинин Жердин үстүндө аз кездешиши өсүмдүктөрдүн көбөйүүсүн чектөөчү элементтерден болуп эсептелет.

Биосферадагы көпчүлүк элементтердин айлануусу төмөн карай багытталып жүрүп, жердин алдында чөкмөгө айланат. Бул чөкмөгө айланган элементтердин кайрадан жердин кыртышына чыгышы, биологиялык айланууга катышуусу ж.б. ар түрдүү жолдор менен жүрөт. Мисалы, Азия өлкөлөрүндө жерди өтө көп иштетүүнүн натыйжасында топурактар биогендик элементтерди көп жоготуп жатат. Ал эми бул жердин алдындагы чөкмөгө айланган элементтердин кайра жердин кыртышына чыгышы, кээ бир учурларда геологиялык узак убакыт бирдигинде жердин бетине көтөрүлүшү, орогенездик процесстер аркылуу жүрүп турат.

Бирок адам баласы Жер чөкмөлөрүнөн биогендик элементтерди кен байлык катары казып (мисалы, фосфор), жердин үстүнө чыгарып, табигый тең салмактуулукту бузуп жатат. Биосферанын табигый закону боюнча химиялык элементтер белгилүү аймакта, белгилүү көлөмдө айланып

турушу керек. Токойдун ичинен дарактарды кесип алып кетүү менен бир канча элементтер ордуна келбей ал жерден жоготулат да, акырында химиялык элементтер азая баштайт. Ошондуктан, адам баласы биосферанын экологиялык тең салмактуулугун бузбоо, биологиялык продуктуулугун төмөндөтпөө, биотанын көп түрдүүлүгүн камсыз кылуу, иштетилген же жоготулган химиялык элементтерди кайра ордуна келтирүү жолун ойлош керек. Бирок экосистемадагы биогендик-химиялык элементтердин жогорку концентрациясынын (ашыкчасы) көпчүлүк бөлүгү биологиялык айланууга катыша албайт. Себеби, организм химиялык элементтерди өзүнө керектүү жана белгилүү өлчөмдө гана кабыл алат. Ошондуктан, экосистемадагы химиялык элементтердин көп топтолушу ал жердеги организмдер үчүн кээде өтө терс таасирин тийгизет.

Биосферадагы биологиялык айлануу жолуна заттардын кайрадан келиши, айлануу коэффиценти

Экосистеманын эң негизги функциясы - бул тирүү организмдер аркылуу заттардын биологиялык жол менен айланып турушун камсыз кылуу болуп эсептелет. Себеби, заттардын экосистемадагы айланып турушу тирүү организмдердин эволюциялык өөрчүүсүндө негизги ролду ойнойт. Биогеохимиялык көз караш менен караганда суунун, химиялык элементтердин сырткы чөйрөдөн организмдерге өтүшү (азыктануу, дем алуу ж.б. жолдор менен) кайра организмдердин бөлүп чыгаруусу же өлүшү аркылуу сырткы чөйрөгө келиши - экосистемадагы тиричиликтин жүрүшүндө жана адам баласы жашаган коом үчүн дагы зарыл шарттардан болуп эсептелет. Эгерде, сырткы чөйрөдөгү биогендик химиялык элементтер бардык тирүү организмдердин (өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин) денесин куруп, бардык элементтер жандуу заттардын денесинде органикалык заттар түрүндө тура берсе, анда экосистеманын негизги функциясы бузулуп, деградацияланып, продукттуулугу төмөндөй баштайт, б.а. экосистемадагы элементтерди өсүмдүктөр, жаныбарлар, микроорганизмдер сиңирип алып, эч өлбөй, чирибей, өсүп, жашап тура берсе, анда кийинки муундардын көбөйүп,

өсүшүнө химиялык элементтер жетишпей калат да, тиричиликтин нормалдуу жүрүшү бузулат же токтойт. Жаратылыштык көз караш менен караганда өлүмдүн мааниси (заттардын жерге келиши, чириши, ажырашы) өтө жогору. Себеби, биосферадагы химиялык элементтер белгилүү гана сандык өлчөмдө болуп, ал заттар белгилүү гана сандагы организмдердин денесин түзүүгө жетет. Ошондуктан, тирүү организмдердин өлүшү же бөлүп чыгарышы менен заттардын кайрадан айлана-чөйрөгө келип турушу кийинки муундардын өсүшү, көбөйүшү үчүн эң зарыл шарттардан болуп эсептелет .

Экосистемадагы заттардын ажырашынын төрт жолу бар:

1. Микроорганизмдердин органикалык заттарды детриттик комплекстерге ажыратып турушу.
2. Жаныбарлардын экскременттерин бөлүп чыгарышы аркылуу заттардын ажырашы.
3. Өсүмдүктөрдүн симбиоздук катнаштары аркылуу заттарды бири-бирине өткөрүп туруу жолу менен ажырашы.
4. Физикалык процесстер же күндүн нурунун түздөн-түз таасири аркылуу заттардын ажыроосу, мисалы, азотту өнөр жайлар аркылуу топтоо.

Жогоруда экосистемадагы заттардын айлануусундагы жана энергияны багыттоодогу тирүү организмдердин ордун карап өтөбүз. Жогорку түшүнүктөрдүн базасында экосистемадагы заттардын биологиялык регенерациясын (биологиялык продукциянын кайрадан пайда болуп турушу) камсыз кылууда биологиялык зат айлануудан чыккан жана айланып жаткан заттарды (химиялык-биогендик элементтер) *кайрадан айланууга кошуу* негизги орунду ээлейт. Бул процесстин нормалдуу жүрүшү менен экосистемалардын биологиялык продукттуулугу жогору болуп, ал жерде жашаган организмдердин жашоосу үчүн (адам баласы кошо) нормалдуу шарттар түзүлүп, биосфера системасынын туруктуулугу камсыз болот.

Нымдуулугу жогору экосистемаларда азыктык элементтердин ажырашын бактерия менен козу карындар камсыз кылат (1-жол). Ал эми майда өсүмдүктөр көп болгон (чөп же фитопланктон) жерде жаныбарлардын азыктануусу аркылуу иштетилип, кайрадан экскременттер аркылуу топуракка кайрылып түшөт (2-жол). Окумуштуу Иоханнес

(Johannes, 1964) деңиздеги азот менен фосфор жаныбарлардын экскременттери аркылуу калыбына келет деп айткан. Айрыкча, көп убакка чейин эске алынбай келген майда микроорганизмдер - микрозоопланктондордун жашоо учурунда фосфорду, азотту, CO_2ни, органикалык жана органикалык эмес кошулмаларды эриген түрүндө (фитопланктондордун пайдалана ала турган түрү) иштеп чыгаруу көлөмү, ал жердеги редуценттер ажыраткан заттардын көлөмүнөн бир кыйла жогору.

Ал эми микрозоопланктондор минерал заттарына айландырылган (азыктануунун натыйжасында) органикалык эмес бирикмелерди, ж.б. элементтерди продуценттер түздөн-түз пайдалана алышат. Бул типтеги заттардын айлануусу олиготрофтуу (элементтердии запасы аз экосистема) экосистемаларда жүрөт.

Заттардын айлануусунун 4-жолу күндүн энергиясынын таасири астында суу атмосферага көтөрүлүп, кайра жамгыр түрүндө түшүп, жерде агышы менен (суунун айлануусу аркылуу) абиотикалык бөлүктөн эрозия ж.б. процесстердин натыйжасында бошогон химиялык элементтердин биотикалык циклге кошулгандыгы көрсөтүлөт.

Бирок, акыркы учурда заттардын циклдик айлануу тең салмактуулугун бузуу адам баласы тарабынан интенсивдүү жүрүп жатат. Мисалы, аз энергия жумшоо менен жер семирткичтерди өндүрүү, кен байлыктарды казуу ж.б. техногендик кызматтарды жүргүзүү менен заттардын айлануусун тездетип же жайлатып жатабыз.

Ошондой эле өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын денесиндеги химиялык элементтердин ажыроосу автолиз процесси аркылуу да жүрөт, б.а. микроорганизмдердин катышуусуз эле кээ бир элементтер ажырап, бошонуп кайрадан өсүмдүктөр пайдалана ала турган түргө айланышат. Мисалы, суудагы же нымдуу жердеги өлгөн өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын денеси микроорганизмдер ажырата электе эле 25%тен 75%ке чейинки элементтери ажырап калат. Ошентип, автолиз заттардын кайрадан ордуна келип айланышы үчүн метаболиздик энергия талап кылынбаган процесстерден болуп эсептелет.

Биосферадагы заттардын кайрадан айлануу жолуна түшүп, ордуна келишине жаныбарлардын (консумент

катары) ролу (адамдар кошо) дагы абдан чоң. Себеби, жаныбарлар (фитофаг, жырткычтар) өсүмдүктөр жана жаныбарлар менен азыктанып, аларды механикалык жана метаболиздик жол менен бөлүкчөлөргө бөлүп, химиялык элементтердин айлануусун тездетет. Экосистемадагы заттардын тынымсыз айлануусу үчүн сөзсүз түрдө энергия талап кылынат. Бул энергиянын булагы, күн же органикалык заттар болуп эсептелет.

Биосферадагы биогеохимиялык айланууга абанын булганышынын таасири

Абанын булганышы азоттун, күкүрттүн биогеохимиялык айлануулрына терс таасир этет. Ошондой эле азоттун кычкылдары (NO жана NO_2) жана күкүрт кычкылы (SO_2) нитрат, сульфаттардан айырмаланып, организмдер үчүн уулуу заттардан болуп эсептелет. Бул уулуу бирикмелер азоттун, күкүрттүн биогеохимиялык айлануу мезгилиндеги аралык заттардын продукцияларынан болот да, организмдер жашаган аймактарда өтө аз концентрацияда болот. Бирок, адам баласынын күйүүчү кен байлыктарды иштетүүдө бул заттардын кычкылдарынын түрлөрү абдан көбөйүп, экосистеманын жандуу комплекстерине өтө терс таасирин тийгизип жатат. Айрыкча, мындай булгануулар өнөр жайлуу шаар жерлеринде көп. Бул заттар биринчиден өсүмдүктөргө, жаныбарларга, андан кийин адамга өтүп, терс таасирлерин тийгизет.

Күкүрт кычкылынын булагы көмүрдү күйгүзүү, ал эми азот (NO_2) кычкылы - автомобилден жана завод, фабрикалардан чыккан газ болуп эсептелет. Азот кычкылынын мындай техногендик келип чыккан түрү, биологиялык топтолуу түрүнө караганда уулуу келет.

Абадагы SO_2 өсүмдүктөрдүн фотосинтез реакциясына терс таасир этет. Ошондой эле, атмосферадагы суулардын буулары менен аракеттенип, күкүрт кислотасына айланып (H_2SO_4), жамгыр, кар түрүндө жерге түшөт. Азыр «кислота жааны» Жер шарындагы эң чоң глобалдык экологиялык проблема. Азот кычкылдары организмдер үчүн өтө зыяндуу. Бул бирикмелер жогорку түзүлүштөгү жаныбарлардын, адамдардын дем алуу органдарынын илдеттерин пайда

кылат. Ошондой эле азот кычкылдары башка бир заттар менен реакцияга кирип «синэнергетикалык эффектини» түзүп, мындан да зыяндуу бирикмелерди пайда кылат. Мисалы, күндүн ультракызгылт көк нурларынын таасири астында автомобилдерден чыккан газдагы углеводороддор реакцияга кирип, өтө уулуу фотохимиялык бирикмелер синтезделет.

Жалпылап айтканда, биосферадагы химиялык элементтердин (организмдерге керектүү жана керектүү эмес элементтери кошо) ашыкча өлчөмү тирүү организмдерге терс таасир этет. Бул заттардын организмдерге терс таасир этиши, биоценоздук, популяциялык деңгээлде ар түрдүү сандык, сапаттык өзгөрүүлөргө дуушар болот да, экосистемадагы биогеохимиялык реакциянын жүрүү тең салмактуулугунун бузулушуна алып келет. Ал эми ушул биогеохимиялык процесстердин бузулушу, биосферадагы химиялык элементтердин айлануусуна жана биологиялык продукциянын регенерацияланып жаңыдан пайда болуп, кайра калыбына келип турушуна түздөн-түз таасир этет.

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЯТТАР

1. *Баландин Р.К., Бондарев Л.Г.* Природа и цивилизация. -М.: Мысль. – 1988. С. 393.
2. *Будыко М.И.* Глобальная экология. –М., 1977. С. 328.
3. *Будыко М.И.* Эволюция биосферы. –Л., 1984. С. 488.
4. *Вернадский В.И.* К вопросу о химическом составе почв. //Почвоведение. 1913, № 2-3. С. 1-21.
5. *Вернадский В.И.* Записка об изучении живого вещества с геохимией земной коры. 1922. С. 48.
6. *Вернадский В.И.* Ход жизни в биосфере//Природа. 1925. №10-12. С.26-38.
7. *Вернадский В.И.* Биосфера. –Л., 1926. С. 148.
8. *Вернадский В.И.* Эволюция видов и живое вещество // Природа. 1928, № 3. С. 227-250.
9. *Вернадский В.И.* Биосфера. –М., 1967. С. 374.
10. *Вернадский В.И.* Живое вещество. –М., 1978. С. 358.
11. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. –М ., 1989. С. 261.
12. *Дажсо Р.* Основы экологии. –М., 1975.
13. История биологии. С начала XX века до наших дней /Под реакцией Л.Н.Бляхера. –М., 1975. С. 659.
14. *Камшилов М.М.* Биотический круговорот. –М., 1970. С. 160.
15. *Камшилов М.М.* Эволюция биосферы. –М., 1974. С. 256.
16. *Камшилов М.М.* Факторы эволюции биосферы // Вопросы философии. 1979, № 3. С. 128-137.
17. *Колчинский Э.Н.* Эволюция биосферы. –Л., 1990. С. 236.
18. *Лукашев К.Н.* Тревоги и надежды изменяющейся биосферы. – Минск. 1987. С. 110.
19. *Марфенина О.Е.* Микробиологические аспекты охраны почв. –М., 1991. С. 117.
20. *Негробов О.П.* Ведение в историю экологии. Воронеж, 1990. С19.
21. *Одум Ю.* Основы экологии. –М., 1975. С. 470.
22. *Одум Ю.* Экология. –М., 1986. Т. I. С. 328. т. II. С. 376.
23. *Сукачев В.Н.* В соотношении понятий «Географический ландшафт и биогеоценоз» // Вопр. географии. 1949, № 16. С. 763.

24. *Федоров.В.Д., Гильманов Т.Г.* Экология. –М., 1980. С. 463.
25. *Чернова М.Н., Былова М.М.* Экология. –М., 1983, С. 272.
26. Экологическая антология. Москва – Бостон. 1992. С. 255.
27. *Allaby M.*Concise dictionary of ecology. Oxford, New-York, 1996, 415p.
28. *Berkner L.V., Marshall L.C.* The history of growth of oxygen in the earth's atmosphere // In: The Origin and Evolution of Atmospheres and Oceans. D. J. Brancozio and A.G.W.Cameron. eds. New-York, John Wiley and Sons. 1964, pp. 102-126.
29. *Brown L. R.* The global economic prospect: New sources of economic stress. Worldwatch Paper, 1978, No. 20, Washington. D. C. Worldwatch Institute, 56 p.
30. *Brown P. A.* Global warming, Blandford, 1996, 234 p.
31. *Clarke F. W.* The data of geochemistry. U. S. // Geol. Surv. Bull, 1924. № 228.
32. *Cloud P.E. Jr (ed).* Cosmos, Earth and Man: A short History of the Universes. New Havem. 1978. Yale University Press.
33. *Hutchinson G. E. A.* Treatise on Limnology // Vol. II, Introduction to Lake Biology and the limnoplankton. New-York willey and Sons, 1967, 115p.
34. *Lotca A. J.* Elements of Physical Biology, Baltimore, Williams and Wilkins, 1925, 460 p.
35. *Patten B. C., Odum E. P.* The cybernetic nature of ecosystems. //1981. Am. Nat. 118. Pp. 886-895.
36. *Thompson G. R., Jonathan T.* Earth Science and the Environment, 1993, 622 p.

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИБЛИОТЕКА
ИНВ.№ 80=007.

ОТПЕЧАТАНО В ПЦ "МАКСИМУМ", Г.ОШ, ПР. А.МАСАЛИЕВА,65 ТЕЛ.: (03222) 23560