

1 дәріс. Экологиялық биотехнологияның пәні және міндеттері, оның қазіргі қоғамдағы маңызы. Экожүйе құрылымы және ондағы зат айналу жүйелері

Экожүйе терминін 1935 жылы ағылшын ғалымы А.Д.Тенсли енгізген. А.Д. Тенсли экожүйе құрамына организмдер де, абиотикалық орта да кіретін жер бетіндегі тірі табиғаттың негізгі функциялық бірлігі деп есептеп, оның әр бөлігінің екіншісіне әсер ететініне назар аударды.

Қазіргі заманғы түсінік бойынша, экожүйе – ашық тұрақсыз термодинамикалық жүйелер, олар сыртқы ортамен үнемі энергия және зат алмасып тұрады, термодинамиканың заңына сай ішіндегі энтропияны азайтып, сыртындағыны ұлғайтады. Олар ұзақ эволюция барысында пайда болып, үнемі даму үстінде.

Жердің барлық экожүйелері планетаның бетін алып жатқан бір үлкен экожүйенің құрамдас бөлігі болып табылады. Бұл әлемдік экожүйені биосфера деп атайды. «Биосфера» терминін алғаш австриялық геолог Э. Зюсс енгізді (1875 ж.). В.И. Вернадскийдің айтуы бойынша, биосфера – жалпы планеталық қабықша, тіршілігі бар және оның әсеріне ұшырап отырған Жер бөлігі. Биосфера құрлықтың, теңіздің және мұхиттың барлық ауданын алып жатыр, және тірі организмдер қызметімен жасалынған жыныстары бар Жер бөлігі кіреді. Биосфераның негізгі функциясы – Күн энергиясын фотосинтездейтін организмдердің пайдалануын және бүкіл тіршілік процестерінің динамикасын қамтамасыз ететін энергия мен заттардың биологиялық айналысы. Тірі организмдер мен олардың тіршілік ететін ортасы ғаламдық, аймақтық және жергілікті деңгейде динамикалық жүйелер түзе отырып, бірімен-бірі өзара тығыз байланыста және өзара әрекеттес болады.

Экожүйелер өзара байланысты және өзара тәуелді, яғни бір экожүйеде болатын үрдістер екінші жүйедегі үрдістерге ықпалын тигізеді.

1942 жылы орыс ғалымы В.Н. Сукачев биогеоценоз ұғымын енгізді. Биогеоценоз – бұл көптеген экожүйелерді біріктіретін жоғарғы дәрежелі биокосты экожүйе. Оның ішінде кішігірім зат айналым болып жатады, нәтижесінде химиялық элементтердің атомдары тірі емес табиғаттан тірі табиғатқа немесе керісінше өтеді. Биогеоценоздағы осындай зат айналымы- тіршіліктің негізгі шарты болып табылады. Зат айналымның негізгі тобына кіретін продуценттер: құрлықта-өсімдіктер, мұхитта-фитопланктондар.

Биогеоценоз екі компоненттен тұрады. Біріншісі-бір бірімен байланысты өсімдіктер, жануарлар мен микроорганизмдер тобы биоценозды құрайды, бұлар екінші компонентте биотопта тіршілік етеді.

Биотоптың табиғатына қарай келесі жүйелерге бөледі:

Биогенді экожүйе – биотоп – тірі организм. Мысалы, микроорганизмдердің жануарлар денесінде, насекомдардың ағаш діңінде дамуы;

Органогенді жүйе-биотоп-өлі органикалық субстрат, мысалы құмырсқалардың құрғақ томарда, құлаған ағаш бұтағында саңырауқұлақтардың дамуы;

Биокосты экожүйе-биотоп-өлі табиғат. Оларға жаңбыр құрттардың топырақта дамуын жатқызуға болады.

Биоценоз (био. және гр. *koins* – жалпы) – тіршілік жағдайлары азды-көпті біркелкі орта өңірін мекендейтін жануарлардың, өсімдіктер мен микроорганизмдердің жиынтығы. Құрлықтың немесе судың белгілі бір бөлігін мекендейтін, сондай-ақ, өзара және тіршілік ортасының табиғат жағдайына бейімделген жануарлар, өсімдіктер, саңырауқұлақтар, микроорганизмдер жиынтығы, тірі ағзалар бірлестігі.

Биоценоздар экожүйені анықтайтын трофикалық структуралы құрылым. Бұнда әртүрлі трофикалық теңдіктер тағамдық байланыстарды, паралельді тағамдық байланыстарды, күрделі тағамдық қосылыс түзілетін байланыстарды қоршаған ортаға бөледі.

2 дәріс. Микроценоз, экожүйенің бір бөлігі, оның зат айналымдағы ролі

Микробценоз (микроорганизмдер қауымдастығы) – белгілі бір биотопта мекендейтін әртүрлі микроорганизмдердің жиынтығы. Қоршаған орта биотопында және сау адам мен жануарлар денесінде микробценозы әдетте көптеген түрлерден тұрады. Микробценозының сандық және сапалық құрамы мекендеген ортаға, көршілес биотоптың миграционды ағынына, микроорганизмдердің өзгергіштігіне және де түршілік қарым-қатынастарға байланысты. Бұрыннан қалыптасқан биотоптарда микробценозының сандық және сапалық құрамы қалыпты және аутостабилизацияға қабілетті. Жаңа пайда болған биотоптарда, мысалы мекен ету жағдайлары өзгерген ескі биотоптарда, антимикробтық факторлардың ұзақ әсер етуінен микробценозы мүшелерінің бәсекелестік ара қатынасы күшейеді. Нәтижесінде микробценозы өзінің арнайы, стационарлық және аутостабилизацияға қабілеттілігі жойылады.

Біркелкі тұрақты микробценоздарына өсімдік тамырының бетіндегі ценоздар, жануарлар мен насекомдардың аскорыту жолындағы ценоздары, сүт қышқыл өнімдерінің ценоздары жатады.

Барлық табиғи биогеоценоздар, жүйелер теориясымен қарағанда, ашық жүйелерге жатады, яғни олар көршілес экожүйелермен зат және энергия алмастырады. Термодинамиканың бірінші және екінші бастамаларына сай барлық тірі организмдер және қалыпты қызмет атқаратын экожүйелер өзінің компоненттерінің жоғары тәртіптілігіне ие. Олар энергияның қалыпты деңгейін ұстап тұрады, осы арқылы энтропияға төтеп береді, яғни жылу ретінде ыдырайды. Осындай заңдылық микроорганизмдерге де тән. Экожүйеге тиетін әртүрлі әсер ретсіздікті туғызады. Нәтижесінде бүтін жүйенің жағымсыз сыртқы факторларға төзімділігі төмендейді, микроценоздың энтропия қауіптілігі төнеді, бұл кейін барлық экожүйенің тіршілігінің жоюына алып келеді.

Әр экожүйе биосфераның тек ұсақ бөлшегі ғана. Табиғаттағы барлық тірі организмдер соның ішінде микроорганизмдер бір бірімен байланысты. Микроценоздағы микробтар популяциясының қатынасы трофикалық (тағамдық) байланыс типімен және топикалық (кеңістік) байланыс типімен анықталады. Екі түрдің бірдей тағамдық қызығушылығы болса, бір тар экологиялық қуыста бірдей тіршілік ете алмайтыны анық. Түр ішілік қарым –қатынастар әртүрлі және динамикалық, оларға симбиоз, нейтрализмді, бәсекелестікті жатқызуға болады.

3 дәріс. Ластанған экожүйелердің жалпы сипаттамалары (Техногенді экожүйелер). Экожүйедегі ластаушы заттар, олардың жіктелуі.

Қалдықтар шығаратын негізгі көздерге өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, үй-жай шаруашылығы жатады. Өнеркәсіп қалдықтарының мөлшері бір адамға шаққанда тұрмыс қалдықтарынан 20 еседен артық келеді.

Шыққан көздеріне байланысты өндірістегі қалдықтар екі топқа – өндіріс қалдықтары және тұтыну қалдықтары деп бөлінеді.

Өндіріс қалдықтарына бұйым алу үрдісінде шыққан және жартылай немесе түгелімен өзінің бастапқы тұтыну сапасын жоғалтқан шикізаттың, материалдардың, шала бұйымдардың қалдықтары жатады. Оларды өңдегеннен кейін шаруашылықта немесе шикізат ретінде басқа өндірісте немесе отынға пайдалануға болады.

Тұтыну қалдықтарына пайдалануда болғаны үшін тозып, өздерінің тұтыну қасиеттерін жойған бұйымдар мен материалдар жатады. Олар өндіріс жағдайында белгілі тәртіппен шығынға шығарылады, ал тұрмыста тасталынады.

Өндіріс және тұтыну қалдықтары пайдаға асырылатын және пайдаға асырылмайтын болып бөлінеді.

Пайдаға асырылатындарға – өңдейтін технология болғанына байланысты өнеркәсіптің өзінде немесе шаруашылықтың басқа салаларында шикізат, шығарылатын өнімге қосымша зат отын, жем, тыңайтқыш ретінде пайдаланылатын қалдықтар жатады.

Пайдаға асырылмайтындарға – экономикалық тұрғыдан қолдануға тиімсіз қалдықтар жатады.

Олардың өздері өзара жанатын және жанбайтын топтарға бөлінеді.

Жанбайтын пайдаға асырылмайтын қатты өндірістік қалдықтарға қоқыстар, кектер, руданы байытқанда шыққан қалдықтар және т.б. жатады. Бұларды өндейтін технология әзірше болмағандықтан зиянсыздандыру үшін көмеді.

Жанатын пайдаға асырылатын қалдықтарға ағаш қалдықтары, макулатура, тоқыма материалдарының қалдығы, құрамында резинасы бар қалдықтар, істен шыққан жарамсыз майларды, еріткіштерді жатқызуға болады. Бұл қалдықтарды зиянсыз түрге айналдыру үшін камералық цехта жағады да, бөлініп шыққан жылуды өндірістік айналымдарда пайдаланады немесе жанбайтын қалдықтарды зиянсыздандыруға қолданады. Ал жағу процесінің нәтижесінде шыққан қалдықтар көмуге жіберіледі.

Қалдықтардың қоршаған ортаға әсері олардың сапалық және сандық құрамына тәуелді. Қалдықтардың химиялық құрамы әркелкі, себебі олар әртүрлі физикалық-химиялық қасиеттері бар күрделі поликомпонентті заттектердің қоспасынан тұрады. Құрамында пестицидтер, радиоактивті қалдықтар, сынап және оның қосылыстары, мышьяк және оның қосылыстары т.с.с. қосылыстары бар қалдықтар қауіпті қалдықтар қатарына жатады. 7-суретте қалдықтардың қауіптілігін жоғарылататын негізгі қасиеттері атап көрсетілген.

Радиоактивті қалдықтар әртүрлі сәуле (α , β , γ) шығаратын көздерге жатады. Радиоактивті қалдықтар активтіліктеріне және агрегаттық күйіне қарай топтастырылады.

Құрамында адам денсаулығына өте зиянды әсер ететін, сондай-ақ қоршаған ортаға қауіп туғызатын улы қасиеті бар заттардан тұратын қалдықтарды *улы қалдықтар* деп атайды. Ал қолданғанда немесе қатысу арқылы организмнің өмір тіршілігін бұзатын заттектердің қасиетін *улылық* немесе *ұйттылық* дейді.

4 дәріс. Су экологиялық жүйелері, оларды биологиялық тазалау жолдары

Су тоғандарының микрофлорасы судың трофикалық типімен тығыз байланыста болады. Трофия деңгейінің микробиологиялық индикациясының ерекшелігі жыл бойында тұрақты, себебі мезгіл бойынша бактериялардың құрамы балдырлар мен омыртқасыз жануарлар мен салыстырғанда аз өзгереді. Су мен су түбінде микроорганизмдер белгілі бір заңдылықтарға бағынатындықтан өздерінің тіршілік етуіне қолайлы арнайы экологиялық қуыстарда орналасады. Сутоғандарын трофиялық деңгейіне байланысты жүйелеуді Тинеманн және Науман гипоплимнион қабатындағы оттегі динамикасына, температуралық стратификация кезеңіне, индикаторлы организмнің бар жоқтығына, фитопланктонның даму қарқындылығына байланысты негіздеп ұсынды.

Классификация, типология және систематика терминдері, белгілі бір ретке келтіру түсінігін береді. Систематика – әртүрлі организмдердің филогенетикалық, туыстық белгілері бойынша бір жүйеге келтірсе, классификация – зерттеу және орналасуына байланысты жасанды жүйелеу болып саналады. Әртүрлі авторлар сутоғандарын әртүрлі: көлемі, теңіз деңгейінде орналасуы, шаруашылықта пайдалануы т.б. көрсеткіштері бойынша жүйелейді. Энергетикалық энергия алу мүмкінділігі бойынша, ауыл шаруашылығында қолданатын су көлемі бойынша, балықшылар балық аулау, альгологтар – балдырлардың дамуы бойынша, географтар – географиялық орналасуы бойынша т.б. жүйелеу жүргізеді. Барлық классификациялау жасанды тек белгілері негізінде әр маман өз мамандығы бойынша жүйелейді. Көлдерді классификациялауда судың температурасы бойынша Форель жылы, суық, аралас көлдер деп бөлді. Хатчинсон судың араласуына байланысты көлдерді: *голомиктикалық* жыл бойында толық араласады, оның өзі *моммиктикалық* және *диммиктикалық* (1 немесе 2 рет жылына араласады) және *меромиктикалық* араласпайды не тек жоғарғы қабаты ғана араласады деп екі типке бөлді. Голомиктикалық стратификация кезеңінде *эпи-*, *мета-*, *гипоплимнион* қабатына, ал меромиктикалық *миксо-*, *хемо-*, *монимоллимнион* қабаттарына бөлінеді.

Биологтар көбінесе Тинеманн және Науманның судағы оттегі мөлшерінің таралуы мен құрамына байланысты көлдерді азональды жүйесі бойынша бөлген классификациясын қолданады. Бастапқыда олар көлдерді екі типке – *олиготрофты*, *евтрофты* деп, кейін *дистрофты* деп үшінші типке бөлді. *Олиготрофты* ортада оттегі болады, жыл бойында су қабатында өзгеріс аз болады. *Евтрофты* ортада – мезгіл бойынша оттегі мөлшері қатты өзгереді. Оттегі мөлшері судың түбі терең гипоплимнионда тіптен жоқ болса, эпиплимнионда тіптен көп болуы мүмкін. *Дистрофты* типте оттегі мөлшері барлық су қабатында болады және су қабаты гуминді қосылыстармен боялған болады.

Организмдер құрамы және биологиялық үрдістің қарқындылығы судың маңызды көрсеткіш болып табылады. Организмдердің дамуы қоршаған орта жағдайымен анықталады. Су тоғанының морфометриясы, су мөлдірлігі, биогенді элементтер құрамы, оттегі, температура, рН және т.б. Сондықтан бактерия саны бойынша және фотосинтез, деструкция, көмірқышқыл газының гетеротрофты ассимиляциясы бойынша су тоғанының типін анықтауға болады.

Су тоғанының трофиялық деңгейі организмнің тіршілік ортасының экологиялық жағдайын бағалауда толық мағлұмат береді. Олиготрофты су тоғандарының ерекшелігі түбі терең, су түбіндегі шөгінділер галька, құм, органикалық заттарға кедей балшық қалдықтарынан тұрады. Солтүстік аймақтарда орналасқан көлдердің шөгінділерінде Fe-Mn конкреция түзілуі жүреді. Судың тотығуы төмен және өлшемі аз органикалық элементтер бөлшектерден тұрады. Су мөлдірлігі Секки дискісі бойынша 4-20м, биогенді элементтер ағымы аз, жалпы азот мөлшері 0,005 – 0,08 мг N/л тең, P-0,005-0,02 мг/л, карбонат – 2-7 мг С/л, оттегі мөлшері барлық қабаттарда кездеседі, органикалық заттар өнімі 4 тен 40 г дейін тербеледі, бактерия саны 0,05 ден 0,5 млн кл/мл дейін, CO₂ гетеротрофты ассимиляциялануы жазда 0,01-0,1 мкг/л, рН 6,9-7,2, метанның түзілуі немесе тотығуы мүлдем жүрмейді. Олиготрофты тип шөлді және таулы аймақтарда кездеседі.

5 дәріс. Ластанған орталарды аэробты процестерді пайдаланып тазалау технологиясы. Аэробты микроорганизмдер негізінде жасалған ластанған орталарды тазалау қондырғылары олардың түрлері

Ағын суларды биологиялық тазалау жалпы микроорганизмдермен негізделеді. Қоршаған ортаны қорғау барысында ағын суларды тазалау әдістерінің ішінде биологиялық тазалау әдісі қазіргі таңда алдыңғы орында келе жатыр.

Ағын суларды биологиялық тазалау көп тоннажды технология болып табылады және өндірістік, қалалық ағын суларды тазалауға көп қолданылады.

Ағын суларды тазалау сол ағын сулардағы еріген органикалық, бейорганикалық заттарды белгілі бір мөлшерге дейін жою мақсатында жүргізіледі. Тазартылған ағын су құрамының ластану деңгейі төмен болған сайын, оның сапасының да жоғары болатынын білуге болады. Судың мөлшері мен сапасының нормативтері тексерілетін ағын сулардың мөлшері мен табиғи су қоймалардағы судың мөлшері арасындағы арақатынастары және су қойма категориялары мен ластану құрамына байланысты анықталады. Дақылдық-тұрмыстық немесе ауыз су мақсатында өзен суларын қолдану барысында судың қасиеттері мен құрамы нормативті талаптарға сәйкес келуі керек. Тазартылған судың ластану дәрежесі табиғи су қоймалар деңгейлеріне байланысты анықталады. Тұрмыстық ауыз-су мақсатында қолданылатын су қоймалар болады және дақылдық ауылшаруашылық мақсатта пайдаланылатын су қоймалар түрлері болады. Ауылшаруашылық соның ішінде балық шаруашылығында қолданылатын судың сапасына әлдеқайда көп нормативті міндеттер немесе талаптар қойылады. Суды қолданушы объектілер – өндіріс орындары, тау кеңдері, гидроэнергетика, транспорт, балық шаруашылығы, демалу жүйесі т.б. болып табылады.

Балық шаруашылық суқоймаларының 3 дәрежесі болады:

Жоғарғы категория – су жануарлары мен өсімдіктерінің ерекше түрлері мен ерекше балық түрлеріне арналған.

Бірінші категория – бағалы балық түрлерін және оттегіге аса сезімтал балық түрлерін сақтау үшін арналған.

Екінші категория – балық шаруашылығының басқа да мақсаттарында пайдалануға арналған.

Ағын сулар балық шаруашылығында балық түрлерінің жойылып кетпеуіне кері әсерін тигізбеу керек. Егер де ағын сулар табиғи су қоймаларға емес, қалалық канализацияға құйылатын болса, онда заңға сәйкес белгілі нормативтер бекітілуі тиіс.

6 дәріс. Ластанған орталарды тазалауға арналған биофилтрлер олардың түрлері

Жасанды жағдайларда жүретін биологиялық тазалау үшін қажет жабдықтар:

1. Пенопласты немесе пластмассалы саптама биофилтрлер
2. Биодискті филтрлер
3. Биофилтраторлар
4. Биобарабанды биореакторлар
5. Толық тотығу әдісімен жұмыс істейтін аэрациялық қондырғылар

1. Пенопласты немесе пластмассалы саптамалы биофилтрлер.

Кәдімгі биофилтрлерде филтрлейтін масса ретінде гравий, керамзит, ұсақталған тастарды қолданады. Ал пеностеклоны қолдану технологиялық, конструктивті, эксплуатациялық жағынан басқа материалдарға қарағанда жақсы. Пеношыны-жылу изоляциялық құрылыс материалы. Ол механикалық беріктігі, су, бу, газды өткізбеушілігі, отқа төзімділігі, қышқылдар мен ыдырау өнімдерінің әсеріне төзімділігімен ерекшеленеді. Пластмассалы саптамалар биофилтрлердің лайландырмайды, бұл ауаның оңай кіруіне себеп болады. Биофилтрлердің кемшілігі-бұл биопленкалары құрғауы, температураның тұрақсыздығы, саптамалардың лайлануы болып табылады.

2. Биодискті филтрлер тәулігіне 1000 куб.м. дейін ластанған суды шығындайды. Биодискті филтрлерге саптама ретінде тығыздығы аз синтетикалық материалдардан жасалған перфорацияланған дисктерді пайдаланады. Бұл дисктер-қондырғының негізгі компоненті, үнемі айналып тұрады, ал перфорацияның үстіңгі жағы биопленкамен жабылады.

3. Биофилтраторлар. Биофилтраторларды қолдану өте қолайлы және экономикалық жағынан тиімді қондырғы. Ластанған суды аз мөлшерде (тәулігіне 2-600 куб.м.) шығындайтын түрі. Биофилтратор аэрациялық (сорбциялық) және түссіздендіру бөлімдерінен тұрады. Сорбциялық бөлімде пенопластан немесе ұқсас материалдан жасалған перфорирленген айналмалы дисктер орнатылған. Дисктер айналу жиілігі 10-15 айн/мин мотор-редуктормен айналады.

4. Биобарабанды биореакторлар.

Тазарту қондырғыларының биореакторы ретінде өткізгіш қабілеті тәулігіне 50-700 куб.м. ластанған суды тазартуға 5-6 бағаналы жартылай енгізілген айналмалы биобарабандар ұсынылған. Оларда көптеген түпқоймалар болады. Әр түпқоймада талшықты саптамаға жабысатын биопленкалы барабан кіргізілген. Барабанның айналуы кезінде микроорганизм биомассасының табиғи аэрациясы жүреді.

5. Толық тотығу әдісімен жұмыс істейтін аэрациялық қондырғылар. Аэробты жағдайда аэробты микроорганизмдер көмегімен тұнбадағы органикалық заттардың тотығуы жүреді.

7 дәріс. Аэробты микроорганизмдер негізінде жасалған ластанған орталарды тазалау қондырғылары олардың түрлері.

Аэротенктерде оттегі бар болғанда спонтанды микрофлора ағындардың органикалық заттарын утилизациялайды да белсенді лай биомассасы жинақталады. СВ-ның құрамы 50% кемиді.

Қалдықтарды биологиялық қайта өңдеу биохимия, генетика, химия, микробиология, есептеу техникасы сияқты пәндер негізінде жүргізілуі.

Ағын суларды тазартудың 4 негізгі жолдары:

1. Біріншілік қайта өңдеу барысында ағын суларды механикалық заттардан (торшалар, тұндырғыштар, сүзгіштер) тазарту.

2. Екіншілік сатыда аэробты микроорганизмдердің қатысуымен еріген органикалық заттардың ыдырауы жүреді. Микробты клеткалардан түзілген лай не жойылып кетеді, немесе реакторға қайта құйылып кетеді. Белсенді лайды қолдану технологиясында белсенді лайдың бір бөлігі аэрациялық тенкке қайта оралады.

3. Үшінші сатыда химиялық тұндыру және фосфор мен азоттың бөлінуі басталады.

4. Белсенді лайды қайта өңдеу үшін 1 және 2-ші сатыларда анаэробтық ыдырау процесі жүреді. Сонымен қатар, тұнбаның көлемі мен патогендердің саны азаяды және иістері жоғалып бағалы органикалық жанармай – метан түзіледі.

8 дәріс. Ластанған қалдықтарды тазалаудағы анаэробты процестерді пайдаланып тазалау процестері

Анаэробты тазалау жүйесі жоғары концентрациялы ағындар-ды, жауын-шашынды, сонымен қатар тазалау құрылғыларындағы белсенді лай ашытуда қолданылады. Күнделікті құрылғыларды қолдану үрдістері көбіне анаэробты тоғандарда, септиктерде, метантенктерде, контактылы биореакторларда жүзеге асырылады.

Бір тұндырғышты немесе тұндырғыш жүйесі бар анаэробты мүйістерде ағын су бірнеше аптадан екі айға дейін жетеді, одан түзілген газ атмосфераға оңай бөлініп шығады.

Септитенктер – жабық типті көлденең тұндырғыштар, оның түбінде түзілген қатты заттардың тұнбасы анаэробты микроорганизмдермен ыдырап шіру процесі жүреді.

Септитенктерге қарағанда метантенктерде араластыру, қыздыру, негізгі параметрлер (температура, шикізат құрамы, аппараттың жүктелу интенсивтілігі т.б.) басқарылып отырады. Та-залау үрдісі де септитенкке қарағанда қарқынды жүреді. Бөлінген биогазды жинап, қажетке жаратады.

Контактылы аппараттарда тазалау үрдісі биореакторға ора-латын илді бөлуге арналған екіншілік тұндырғышта араластыру арқылы реакторда жүреді. Жұмыс істеу принципі бойынша бұл жүйелер анаэробты жағдайда тазалайтын екіншілік тұндырғышты аэротенктердің аналогы болып келеді.

Соңғы он жылда анаэробты тазалау әдістерінің жаңа түрлері жасалып, өндірісте кең қолданысқа ие болды.

9 дәріс. Ластанған суларды фототрофты микроорганизмдерді пайдаланып тазалау процестері (альготенк).

Табиғаттағы микроорганизмдер биоценозының құрамы экожүйелер тіршілігі мен эволюциясы үшін маңызды болып табылады. Солардың бірі фототрофты микроорганизмдер, олар биосфераның барлық бөлігінде дерлік таралған. Фототрофты микроорганизмдер жер беті, тұщы немесе теңіз су организмдерінің құрамында дами отырып, олардың өнімділік деңгейін арттырады.

Фототрофты микроорганизмдер жарық энергиясын пайдалана отырып, көмір қышқылы мен басқа да қарапайым қосылыстардан әртүрлі органикалық қосылыстарды түзеді, яғни біздің жаһанда жүретін биологиялық процестерде ерекше орын алатын фотосинтезді іске асыра алады.

Фототрофты микроорганизмдер екі үлкен топқа бөлінеді.

- Фототрофты эукариоттар
- Фототрофты прокариоттар

Фототрофты эукариоттарға микроскопиялық жасыл, қызыл диатомды және эвгленалы микробалдырлар жатады (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Porphyridium*, *Cyanidium* және басқалар).

Фототрофты прокариоттарға жататындар фотосинтез сипатына, пигмент құрамы мен басқа да қасиеттері бойынша келесі топтарға бөлінеді: қоңыр – қошқыл және жасыл бактериялар, цианобактериялар, галобактериялар, гелиобактериялар және прохлорофиттер (*Chlorobiaceae*, *Spirulina*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Cyanobacterium*, *Oscillatoria*, *Heliobacterium* және т.б.).

Балдырлардың өндірістік қалдық суларды және қала канализациясының ластанған суларын тазалаудағы рөлі өте маңызды. Биологиялық көлшіктерде ластанған суларды тазалау кіші көлемді қалаларда тиімді және арзан тәсілдердің бірі болып табылады (19-сурет). Ластанған тұрғын тұрмыстық қалдық суларды микробалдырлар көмегімен альголизация жүргізу нәтижесінде тазалап, жиналған маңызды биомассаны ауылшарушылығына пайдалану қазіргі кездегі қалдықсыз технологияның негізі болып отыр.

Суды тазалауда *бактерия-балдыр* кешенін қолданады. Біріншілері ластанған сулардың органикалық қосылыстарын ыдыратады, ал екіншілері молекулалық оттегінің мөлшерін көбейтеді және ішек бактерияларының санын азайтады. Қазіргі кезде балдырларды тазалау құрылғыларында көп мөлшерде өсіру кеңінен қолдануда, бұл өте тиімді, себебі аэрацияға энергия қажет емес. *Chlorella* көмегімен бүгінгі күні 500 млн тонна ластанған су тазаланып, қайта қолданысқа түсіп жатыр. Мысал ретінде, алтын өндіретін зауыттардан күніне 60 мың м³ қоюланған күйіндегі ағын сулар шығарылады. Ондағы цианид концентрациясы 100 мг/л. Бұл жағдайда *Chlorella pyrenoidosa* YA-1-1 жасыл балдырын қолданғанда 3 күннен кейін судың құрамындағы цианид мөлшері 10 есе азайған. Балдырлардың цианидтерден залалсыздандыру қасиеті құрамындағы *b-цианоаланинсинтаза* ферментіне байланысты. Биологиялық тазалауда жасыл және диатомды балдырлар ғана қолданылып жатыр, бірақ келешекте эвгленалыларды да қолдану көзделіп отыр. Балдырлар және қошқыл бактериялар көмегімен мал шаруашылығының ластанған суларының дезодорациясын жүргізеді.

10 дәріс. Биоремедиация және топырақты қалпына келтіру.

Биоремедиация (bioremediation) [грек. *bio(s)* –тіршілік, *logos* – түсінік, ілім; ағыл. *remedy* – қалпына келтіру] – ауа, су және топырақтағы бөгде заттар мен зиянды агенттерді тірі организмдердің (микробтар, өсімдіктер, жәндіктер және т.б.) көмегімен жою немесе алғашқы қалпына келтіру үрдісі.

Адамның табиғатты қорғау іс-әрекетінің міндеті – зиянды өндірістердің табиғатқа, суқоймалары мен орман, дала, алқаптарға, өнеркәсіптік аймақтарға техногенді әсерін төмендету болып отыр. Бұл мәселелерді шешу мақсатында жаңа ғылыми мәлеметтерге негізделген, ортадағы ластағыштарды анықтауға, өңдеу мен жоюға бағытталған және экологиялық қауіпті өндіріс орындарының қоршаған ортаға әсерін жеңілдету мен жоюға арналған жаңа технологияларды өңдеуді талап етеді. Осындай табиғатты қорғау технологияларының үлкен жетістіктермен дамып келе жатқан, жаңа бір түрі биоремедиация болып табылады. Биоремедиация топырақ пен суқоймаларын биологиялық тазартуға яғни топырақ, судағы ластағыштарды жоюға бағытталған. Топырақ және су тоғандарының ремедиациясы үшін әр түрлі механикалық, химиялық, биологиялық тәсілдерді қолдануға болады. Биологиялық тәсілдің негізінде бұзылған экожүйелерді қалпына келтіруде биоремедиация технологиялары жасалуда, оларды жүргізу нәтижесінде топырақта және суда өсімдік және микроб клеткаларының метаболиттік қабілеттіліктерінің арқасында ластаушы заттардың концентрациялары айтарлықтай азаяды, олар күрделі органикалық қосылыстарды (пестицидтер, мұнай және мұнай өнімдерін және т.б.) деструкциялайды, ауыр металдарды және радионуклидтерді сорбциялайды.

Қазіргі кезде практикада қоршаған орталардағы ластағыштарды жоюға бағытталған, бұзылған экожүйелерді қайта қалпына келтірудің жаңа технологиялары – биоремедиация кеңінен қолданылып келеді. Бұл технология бір жағынан, табиғи микроорганизмдердің деградациялау қабілетін қарқындалтуға, екіншіден, қоршаған орта объектілеріне микроорганизмдердің белсенді штамдарының негізіндегі биодеструкторлар мен биосорбенттерді т.с.с. енгізумен байланысты жүретін, топырақ пен су қоймаларының өздігінен тазалану мен өздігінен қалыпқа келу сияқты табиғи процестерді қолдануға негізделеді.

Биоремедиация процесінде өсімдіктер де қолданылады. Өсімдіктердің биоремедиация процесінде қолданылуын фиторемедиация деп атайды.

Биоремедиацияның потенциалды мүмкіндігі өте жоғары және әртүрлі бағыттарда қарқынды дамуда. Солардың ішінде топырақ пен суқоймаларын мұнай мен мұнай өнімдерінен, ауыр металдар мен радионуклидтерден және т.б. ластанулардан тазартулар кеңінен қолданылады.

11 дәріс. Органикалық қалдықтарды микробиологиялық жолмен өңдеу.

Табиғатта көмірсутекті ассимиляциялау тек микроорганизмдерге ғана тән емес, сонымен қатар жануарлар мен өсімдіктерде де қолданылады. Бірақ микроорганизмдердің белсенді зат алмасуына байланысты микробтардың көмірсутектерді энергия көз ретінде қолдануы қызуғышылық туғызуда. Олар микробтық қауымдастықтың мүшесі болып табылатын көптеген таксономиялық топтарға жатады. Су немесе топырақ мұнаймен ластанғанда бұл организмдердің өсуі мен дамуына қолайлы жағдай туып, микробтың көпшілігі активті болады. Мұнай кен орындарында микроорганизмдер үш түрлі субстрат аралығында таралады. Олар мұнай, ластанған су және мұнаймен сіңірілгентаулы табиғаты бар қатты фаза.

Кейбір зерттеулер көрсеткендей жанармай станциясы аймағында мұнай өнімдерімен ластанған топырақтың мұнай тотықтырғыш микроорганизмдер санын анықтағанда бақылау ретінде алынған орман топырағындағы мұнай тотықтырғыш *Rhodococcus* клеткалар саны $0,6 \times 10^2$ кл/г топырақ, ал тәжірибиелік топырақта оның саны 7×10^5 кл/г топырақ болды.

Мұнай компоненттерінің микроорганизмдермен қолданылуы әртүрлі дәрежеде жүруі мүмкін. Мысалы, бактериялар n-парафиндерді, әлсіз циклді және полициклді ароматты көмірсутектерді жақсы ыдырататыны белгілі.

Барлық топырақтың және судың құрамында сұйық парафинді ыдырататын микроорганизмдер болады. Бұл көміртек көзі ретінде n-алкандарды пайдаланатын клеткалардың өсу процесінде ортадағы көмірсутектердің еруін жоғарлататын метаболиттердің бөлуіне негізделген. Ұшқыш көмірсутектерді пайдалануға қабілетті микроорганизмдер аз кездеседі. Метанды тотықтыратын бактериялар пропанды пайдалана алмайды және керсінше, пропанды тотықтыратындар метанды ыдырата алмайды.

Ароматты көмірсутектерді пайдаланатын микроорганизмдердің таралуы жөнінде көптеген авторлар зерттеулер жүргізген. Таусон, нафталин тотықтыратын бактерияларды зерттеуде нафталиннің кристалдарын ыдыратып, пайдаланатын бактериялардың үш түрін бөліп алған (*Bac. naphthalinicus liquefaciens*, *Bac. naphthalinicus nonliquefaciens*, *Bac. naphthalinicus*), сонымен қатар оның зерттеулерінде фенантрен және басқа да айналымды қосылыстар тотықтырушы бактериялар туралы айтылған. Полициклды ароматты көмірсутектер тірі организмдерге улы болып келеді. Оны тотықтыратын биодеструктор ретінде ең кең таралған – *Pseudomonas putida*-ны айтуға болады.

12 дәріс. Биоэнергетика. Әртүрлі биоотындар және оларды өндіру.

Биоэнергетика – биологиялық объектілер және олармен түзілетін үрдістерді қолдану негізінде энергия өндіру (биогаз алу, биомасса өндіру, биодизель, сутегі биосинтезі және т.б.), ол сарқылмайтын қуат көзіне жатады. *Биоэнергетика* – биомассаны тиісті өңдеуден өткізу арқылы отын ретінде қолдану. Биомассаны энергетикада қолдану негізі фотосинтез

құбылысы. Себебі, күн сәулесі әсерінен барлық фотосинтездеуші организмдер көмірсулардың әлемдік айналымына қосылады. Органикалық қалдықтар биомассасының қуатын қолданатын биоэнергетиканың болашағы зор. Органикалық массаның жалпы мөлшері әлемдік көмір, мұнай және газдың шамасынан бірнеше есе асып түседі. Биомассаның анаэробты ашуы барысында 60-70% метаннан тұратын биогаз (жылу шығару қабілеті 1 м³ 5000 ккал) алуға болады және газ шығымы үздіксіз, қалған қалдық – шлам жақсы тыңайтқыш. Биоэнергетика экологиялық және экономикалық келешегі мол сала. Нәтижесінде қалдықтарды шикізат ретінде қолданып, қоршаған ортаның ластануы азаяды және табиғи ресурстар сақталады. Бұл бағытта биоэнергетиканың болашағы зор.

Биосфера энергетикасы дегеніміз жылу, космос және биосфера арасы кеңістігіндегі энергетикалық баланс, экожүйедегі энергетикалық үрдіс, тірі заттардағы антиэнтропиялық (энергия ағынының реттілігіне бағытталған) үрдіс, жеке тірі организмдер энергетикасы (биоэнергетика).

Энергия ағыны моделінің негізгі компоненттерін толықтай қарастыру қажеттілігі туындайды. Қоректік тізбектер немесе тұтас экожүйенің биоэнергетикасы. Ол биогаз құрылғыларында метанды ашу жолымен түзіледі. Биогаз шетелдерде үйлерді жылыту, тағам дайындау үшін кеңінен қолданылады.

Қауымдастықтағы кооперативтік трофикалық қатынас сапалы деңгейде субстрат ретінде функционалды блокқа түседі. Көмірсу айналымда ыдыратушылық қасиетті белсенді жүзеге асыратын органотрофтар тобының кооперативті қатынасынан байқауға болады. Микроорганизмдердің жүзеге асыратын химиялық реакциялары организмнің тіршілігі үшін қажетті энергиямен қамтамасыз етуі керек.

13 дәріс. Биомониторинг – қоршаған ортаны алдын ала бақылау тәсілі.

«Мониторинг» түсінігі объектілер, құбылыстар және үрдістер қатысында әртүрлі іс-әрекеттерден тұрады: бақылау мен бағалау, қадағалау және болжау, адам үшін кері салдарды алдын алу бойынша ұсыныстар жасау, олардың әр қайсысы белгілі бір әдістерді қолдануды қажет етеді. Қоршаған ортаның белгілі бір объектісіне мониторинг жүргізу үшін осы объектіні бақылау мен қадағалауды ғылыми негіздеу қажет. Осыған байланысты қоршаған орта мониторингі келесі бағыттардан тұрады: ғылыми-әдістемелік, әдістемелік-қолданбалы, қолданбалы және ақпараттық-техникалық.

Жалпы мониторингтің бастапқы сатысы болып «биоэкологиялық» немесе «санитарлық-гигиеналық» мониторинг табылады, оның басты міндеті болып қоршаған ортаның адам денсаулығы мен халыққа әсер ету жағынан оны бақылау, себебі бұл көрсеткіш қоршаған ортаның сапасын көрсетеді.

Мониторингтің биоэкологиялық блогы – бұл биоценоздардың жиынтығы, олар үшін келесі параметрлер зерттеледі: биотаның және биогеоценоздың күйі мен динамикасы, регионалды және жергілікті деңгейлерде биологиялық әртүрлілік, адамның биотаға, биогеноценозға және биоәртүрлілікке әсері, ластаушы заттардың биотада жиналу сипаты мен биотаның ластаушы заттарға реакциясы және т.б..

Экологиялық мониторинг бойынша табиғи ортаны қадағалаудың кез келген жүйесі келесі операциялардан тұрады: экожүйенің тек биоталық емес, сондай-ақ абиоталық құрастырушыларын біріншілік бақылаудан алынған деректерді жинау және сақтау, алынған деректерді талдау, экожүйенің жұмыс істеуі перспективасы мен практикалық пайдалану туралы шешімдер қабылдау. Бұл кезде биологиялық көрсеткіштер жиынтығы өзгермелі болуы мүмкін.

Сонымен, теңіз ортасы жағдайының экологиялық мониторингін жүргізу үшін биологиялық көрсеткіштер жүйесі жасалды, бұл көрсеткіштерге организмдік және популяциялық деңгейлерге сәйкес мәліметтер, сондай-ақ биотестілеу мен генетикалық бақылау кірді. Шетел зерттеушілерінің жұмыстарында мына көзқарас басым биологиялық мониторинг міндеттері организмдер – биоиндикаторлар көмегімен қоршаған орта сапасын бағалаудың әртүрлі әдістері мен тәсілдерін жасау және енгізу болып табылады. Табиғи

процестердің, жағдайлардың немесе тіршілік ету ортасының антропогендік өзгерісінің көрсеткіші болып осы организмдердің болуы, саны мен даму ерекшеліктері табылады. Мұндай міндеттерді шешу мүмкін, себебі көптеген организмдер тіршілік ету ортасының әртүрлі факторларына (топырақ, су, атмосфераның химиялық құрамына, климаттық және ауарайлық жағдайларға, басқа организмдердің болуына және т.б.) сезімтал және таңдамалы, және осы факторлар өзгерісінің белгілі бір, жиі кіші шекарасында тіршілік ете алады.

Осыған байланысты, экологиялық мониторингтің бірінші сатысында табиғи объектке оның экологиялық нашарлауының дәрежесін «норма-патология» шкаласы бойынша өлшеу арқылы баға беріледі. Бұл кезде онда тіршілік ететін организмдер немесе белгілі бір зертханалық тест-объектілер көрсеткіші қолданылады, олардың сыртқы әсерлерге жауап қайтару сипаты табиғи құрамдастыққа экстраполяцияланады.

Шетел зерттеушілері қоршаған орта сапасын және оның адам үшін қауіпсіздігін бағалау үшін әртүрлі биологиялық әдістер мен тәсілдерді құрастыру мен енгізу биологиялық мониторингтің басты мақсаты деп санайды. Оны шешу үшін қоршаған орта факторларының токсикалық және генетикалық (мутагендік және рекомбиногендік) активтілігін зерттеу қажет. Бұл әртүрлі организмдер, микроорганизмдерден жоғарғы эукариоттарға дейін, ластаушы заттардың кең спектрі мен олардың әсер ету механизмін анықтау үшін әртүрлі тестілеу жүйелерінің құруын қажет етеді. Қалалардың урбанизациясы, өндірістің әртүрлі салаларының кеңеюі, капиталды құрылыс, транспорттың жеке және мемлекеттік паркінің ұлғаюы қоршаған ортаның барлық объектілерінің ластануына әкеліп соқты, әсіресе табиғи және ағын сулардың органикалық және минералды заттармен ластануы. Мұндай жағдайлар халық денсаулығы мен өміріне қауіп төндіргендіктен, табиғи және жасанды суқоймаларды токсиканттарға индикациялаудың экспресс- тәсілдерін жасау және белгілі ластаушыларды биотестілеу әдістерін құру қажет болып отыр.

14 дәріс. Ауылшаруашылығына арналған экологиялық маңызды биопрепараттар.

Ауыл шаруашылығының интенсификациясы, өндірістердегі техникалық прогресс, көліктер қоршаған ортада диспропорцияның түзілуіне, экожүйенің тепе-теңдігінің деформациясына, адамның барлық іс-әрекетінде экологиялық жағдайлардың бұзылуына әкелді. Өнеркәсіп орындары атмосфераны газ тәрізді және қатты қалдықтармен, су тұндырғыштар құрамында улы заттары көп ағын сулармен ластауда, мұның әсерінен фауна мен флоралар зардап шегуде. Бұл заттар өсімдіктер мен жануарлар арқылы адам тамағына түседі. Ауыл шаруашылық өндірісінің химизациясы да топырақ, су тұндырғыштарды, ауаны, азықты-түліктерді ластайды. Жер шарының кейбір аймақтары мен қалаларында экологиялық жағдайлар өте нашарлаған.

Өткен ғасырдың екінші жартысы қарқынды дамыған техникамен, халық шаруашылығының индустриализациямен, күнделікті өсіп жатқан халықты азықпен қамтуда азық-түлік өндірістерінің интенсификациясымен сипатталады. 2000 жылы Жер шарының халқы 7 млрд құрады. Қала халқының саны өседі деген болжам бар. Мұндай демографиялық жағдай экологияға кері әсерін тигізеді.

Жердегі халық санының өсуі ресурстардың өсуін талап етеді. «Жер революциясы» (1956-1970ж.) кезеңінде ауыл шаруашылық өсімдіктердің мол өнімді сорттарының селекциясы нәтижесінде әлемде орта есеппен жылдық азық-түліктің саны 2,2% өскен.

Ауыл шаруашылық өндірісінде тамақтану ресурсын жоғарылату барысында экологиялық жағдай нашарлай бастайды. Біріншіден, топырақ қабаты, яғни гумус қабаты азайып, оның минералды заттармен, химикаттармен толып қалуы, су қоймалардың және азық-түліктердің ластануы пайда болады. Соңғы кездері топырақтағы органикалық заттардың жетіспеуінен гумус қабатының азаятындығы байқалды. Кейбір фермерлік өндірістер органикалық тыңайтқыш ретінде малдардың қиларын қолданады. Орташа

көрсеткіштер бойынша 1 тонна қи 40-50 кг қарашірік қабатын береді. Жыл сайын 1 га жерге 10 - 20 т қи кетеді. Топырақта гумус қабатының жетіспеушілігінен минералды тыңайтқыштарды қолдану тиімділігі төмендей бастайды. 1948 жылы Чехословакияда 1 кг минералдық тыңайтқыштар 100 кг бидайды өсіріп алуға мүмкіндік берді. 20 жылдан соң сол мөлшердегі минералдық тыңайтқыштардан 26 кг бидай алынған. 1 т қиды қолдану эффективтілігі төменде көрсетілген: бидай, жоңышқа, қант қызылшасы сияқты өсімдіктерінде 27,17 24, 36, 101, 153, 182 кг алынды. Мұндай минералды тыңайтқыштарды өндіру көп энергияны қажет етеді. Минералды тыңайтқыштардың төмендеуі әсіресе батыс елдерінде 1940 және 1985 жылдары қатты байқалды. Топырақ құрамындағы органикалық заттардың мөлшері аз болғанда минералды тыңайтқыштарды қолдану барысында аймақтағы экологиялық жағдай нашарлайды.

Соңғы кездері ауыл шаруашылық өнімдері, су қоймалары және топырақтардың улы химикаттармен ластануы туралы көп әдебиеттерде кездеседі. Ауыл шаруашылық өндірісі дамыған елдерде нитрат мөлшері көкөністерде 900 мг/кг дейін, жеміс жидектерде 1000 мг/кг ұлғайған. Негізінен нитраттар аз токсинді, бірақ организмде олар нитритке айналып, нитрозамин деген улы заттарды түзуі мүмкін. Нитриттер наубайханадағы ашытқылардың өсуін тежейді. Айта кететін жағдай, денитрификация процесі кезінде минералды азоттың көп болуы азоттың оксиді N_2O -ң пайда болуына алып келеді, яғни бұл қоршаған планетаның озонды қабатына теріс әсерін тигізеді.

Ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштарды көп мөлшерде қолдану ғаламдық проблеманы тудырады.

Қазіргі кезде ауыл шаруашылығының химиялануынан су қоймалары мен өзендерге көп мөлшерде пестицидтер, гербицидтер, дефолианттар, антибиотиктер, азоттық және фосфорлық қоспалар түседі. Сонымен қатар, энергетика және көліктер қоршаған ортаны мұнай өнімдерімен ластайды.

Сондықтан бүгінгі күні әлем ауылшаруашылығы биологиялық тыңайтқыштармен, биогербицидтер, биопестицидтерге пайдалануға аса көңіл бөлуде.