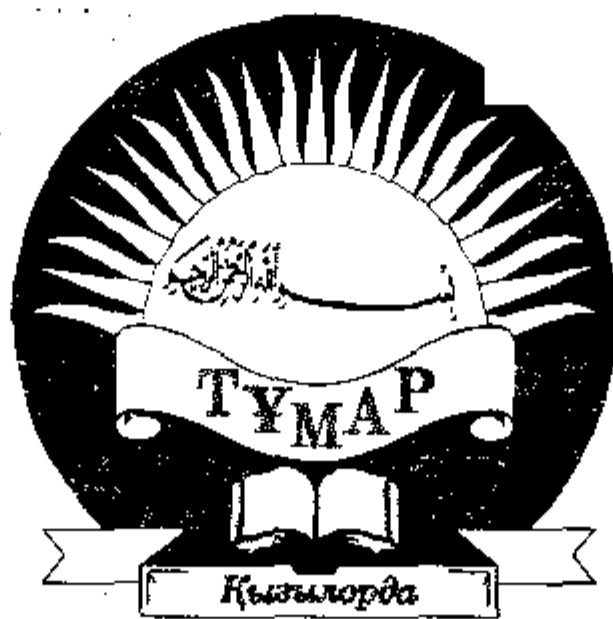


**А.К.КҮНБАЗАРОВ, П.А.ТАҢЖАРЫҚОВ,  
Б.Ж.БҰРХАНОВ, Т.Ж.ЖҰМАҒҰЛОВ**

**ҚЫЗЫЛОРДА ӨНІРІНДЕГІ  
ТЕХНОГЕНДІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ  
ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ**

**Күнбазаров А.К., Таңжарықов П.А.,  
Бұрханов Б.Ж., Жұмағұлов Т.Ж.**

**ҚЫЗЫЛОРДА ӨНІРІНДЕГІ  
ТЕХНОГЕНДІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ  
ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ**



2009



## Кіріспе

Қазақстанда жылына мыңдаған тонна өндірістік және ауылшаруашылығының қалдықтары пайда болады. Бұл қалдықтар топырақты, су көздерін ластап, әртүрлі аурулардың тарауына ықпал жасап, қоршаған ортаға қауіп төндіруде.

Сондықтан осы қалдықтарды пайдаға жарату халық шаруашылығының аса маңызды проблемаларының бірі болып табылады. Бұл проблеманы шешу экологияны ғана жақсартып қоймайды, ол көптеген өндірістік және ауылшаруашылық мәселелерінің дамуына үлесін қосады. Сол себепті шынайы экологиялық таза және экономикалық тиімді технологияны пайдалану, экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

XX ғасырдың соңғы жылдарында өте тез дамып келе жатқан ғылыми бағыттардың бірі — ол биотехнология. Әртүрлі ластаушы әсерлерден табиғи ортаны қорғауға пайдаланатын биотехнология - экологиялық биотехнология деп аталады. Экологиялық биотехнология әдістері - физикалық және химиялық әдістерді пайдалануға болмайтын немесе қоршаған ортаны одан әрі ластануға әкеліп соғатын жағдайларда және экономикалық тиімсіз кездерде пайдаланылады.

Жер, су және ауаның ластануымен күресудің табиғи әдістерінің маңыздысы биологиялық әдіс болып табылады. Бұл әдістің негізі тірі табиғаттың әдістемелері екені белгілі. Бұл әдіс бойынша табиғатты ластайтын улы заттарды қайта кәдеге жарататын спецификалық механизмдер пайдаланылады. Бірақ та бұл мүмкіндіктер шексіз емес. Егерде зиянды заттар көп мөлшерде болса, оларды толық залалсыздандыру мүмкін емес, сондықтан биологиялық әдістер антропогендік қысымнан экологиялық жүйені толық қорғай алмайды.

Соңғы онжылдықта адамзат, ғылыми және өндірістік потенциалды пайдалана отырып, өмір сүру облыстарында тірі табиғат әдістемелерін енгізіп отыр. Міне сондықтан ғылыми-техникалық прогресстің негізгі бағыттарының бірі — биотехнология пайда болды.

Бұл әдіс бойынша қазіргі заманның биологиялық, техникалық және басқа да ғылымдарды кеңінен қолданып, өсімдік пен жануарлар клеткаларының, микроорганизмдердің мүмкіндігін пайдалана отырып, адам өмірінің деңгейін көтеріп, экологиялық, энергетикалық, медициналық

# І ТАРАУ. ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БИОТЕХНОЛОГИЯ

## 1.1. Экономиканы экологияландыру

Әлемдік экономиканың дамуының статистикалық сараптамасының негізінде, қазіргі заманда өндірістің өркендеуі әрбір 15 жылда 2 есеге артатынын байқауға болады. Қазіргі кездегі ғылыми-техникалық революцияның дамуына байланысты антропогендік әсерлердің көбеюі экологиялық жағдайдың нашарлап кетуіне себеп болып отыр.

Сол себепті адамзат таяп келе жатқан экологиялық кризиске қарсы тұратын тіршілік дамуының жаңа моделін құруға тиісті болып отыр [6]. Осы мәселеге сәйкес 1992 жылы 178 мемлекет басшылары БҰҰ қоршаған ортаны қорғау және оның дамуы конференциясында (Рио-де Жанейро) жер биосфера-сының тұрақты дамуын және тұрақталуын қамтамасыз ету үшін дүние жүзінің барлық елдерінің саясатын белгілейтін келісім құжаттарына қол қойды [6].

Тұрақты дамуға ауысу - өте күрделі, ұзақ уақытты талап ететін көп факторлы процесс. Бұл үшін қоғам мен қоршаған орта биосфера дамуының заңдылықтары негізінде өз ара қосыла бірге дамуы қажет.

Тұрақты даму – бұл қоғамның қоршаған ортаға әсері, яғни биосфера шаруашылық деңгейінде дамиды. Сондықтан адам өмірі дамуының табиғи негіздері ешқандай бұзылмайды [6]. Әртүрлі бұзылған экологиялық жүйелердің негізінде қалыптасқан қазіргі жағдай, дүние жүзінің технологиялық және әлеуметтік дамыған жаңа сатысына өтуді талап етеді. Мұндай даму сатысына өтуді экономиканы экологияландыру деп атайды. Экономиканы экологияландыру деп, адамның қоршаған ортаға жүйелі түрде қарауын, адам өмірінде табиғаттың қаншалықты әсері барын түсіне білуде. Экологияның тұрақты дамуы үшін қажетті негізгі шарттардың бірі экономиканы экологияландыру болып табылады [1]. Экономиканы экологияландырудың негізгі компоненттері болып табылатындар:

экологиялық шарттарды басқа да экономикалық категориялармен қатар қарастыру;

- табиғатты пайдалану экономикасын - табиғатты тиімді пайдалану принциптеріне бағындыру;

- қоршаған ортаны қорғаудың шығынды түрінен, табиғатты қорғау функцияларын өндіріс экономикасына енгізу түріне өту;

- пайдалану құрылымының экономия-экологиялық жағдайлары стандарттарын өзгерту.

Жалпы жағдайда экономиканы экологияландыру деп, қоғамның әлеуметтік-экономикалық дамуының экологияландыруын қарастыруға болады [1].

Дүниежүзілік тәжірибе экологиялық жүйенің тұрақтылығының шектеулі екендігін көрсетуде. Дүние жүзінің әлеуметтік-экономикалық және экологиялық жағдайының дамуы үшін, дамып келе жатқан аудандарда антропогендік әсерлерді бағыттап, бағдарлап отыру қажет.

Антропогендік әсерлерді бағыттап және шектеп отыру табиғатты қорғау шараларының сенімділігін арттырады және табиғатты пайдалану мүмкіндігін жоғарылатады. Табиғи ресурстарды ары қарай пайдалану кезінде, олардың қоғамға қажеттілігімен қатар, олардың көлемін де ескеру қажет.

Ластандыруды экономикалық көзқараспен қарағанда, ол қоғамның басқа мүшесіне оның келісімінсіз зиян келтіруді білдіреді, сол себепті адамзатқа зиян келтірудің барлық жағдайларын қарастыру қажет. Сондықтан ластаушы-кәсіпорындар қоршаған ортаға келтірген зиянын толық өтемесе, тауып жатқан пайдасына карамай, бұл мекемелер жабылуы тиіс. Бұл жердегі үлкен мәселе- келтірілген зиянның барлық түрлерін анықтау және оның құнын бағалау.

Антропогендік қысым жасаудың масштабын шектеу және оны бағдарлау мен бақылау өте қиын мәселе болып табылады. Әсіресе, жиі орналасқан аудандарда бұл мәселе кең орын алуда. Экономикалық дамыған елдердің тәжірибелеріне жасалған сараптама, бұл проблеманың бүгінгі күнде өз шешімін жалпы түрде әлі таппағанын байқатады [2]. Дүниежүзілік экономикалық тәжірибенің көрсетуінше, техникалық прогрестің арқасында пайда болған жаңа технологиялар өнім өндірудегі қажетті материалдар мен заттардың мөлшерін азайтады. Қазіргі кезеңде дүние жүзінде жаңа экологиялық энерготасымалдағыштарға өту жүріп жатыр. Міне сондай энергия алу технологияларының бірі ХХ-ғасырдың аяғында жақсы дамыған биотехнология болып табылады. Сонымен қатар, антропогендік істердің әсерімен қоршаған ортаға келтірілген экологиялық зиян-

дар, қайта калпына келмейтін жағдай алуда. Міне осындай жақындап келе жатқан апаттын бетін алу үшін, технологияларды жаңарту, қалдыксыз өндірістер жасау, пайдалы өнімдер мен материалдар алу үшін қалдықтарды кәдеге жарату (утилизация) қажет. Бұл аталған профилактикалық шараларға өндірістік және кен орындарын игеру кәсіпорындарындағы апаттар, теңіздердегі жүк қайықтары мен танкерлердің қирауы, жарылыстар мен биосферадағы экологиялық апаттардың негізінде болатын табиғи ортаға зиянды және улы заттардың таралуы жатпайды [7,8].

Биосфераның антропогендік ластануының ұлғаюы себепті, оны тазалау процесін жүргізу жоғарғы қарқында болуы қажет, себебі апат кезінде экологиялық жүйенің әртүрлі элементтері арасындағы табиғи байланыс үзіледі де, биосфераның негізгі элементтері микробтық биоценоздердің үзіліссіз жұмыс жүргізуіне кері әсерін тигізеді. Заттардың жоғалған бөлімін, немесе әлдебір бөлігін калпына келтіру үшін ол бөліктерді тұтастай сырттан енгізу қажет [7].

XX ғасырдың соңғы жылдарында өте тез дамып келе жатқан бағыт — ол биотехнология. Әртүрлі ластаушы әсерлерден табиғи ортаны қорғауға пайдаланатын биотехнология - экологиялық биотехнология деп аталады. Экологиялық биотехнология - әртүрлі өндірістік және ауыл шаруашылық қалдықтарын қайта кәдеге жарату үшін микроорганизмдер арқылы пайдалану процесін жүргізеді, тау-кен орындарының әсерімен бұзылған жерлерді рекультивациялайды, әртүрлі зиянды-улы қосылыстары бар аумақтар мен өндірістік ағын суларды тазалайды, ауыл және тұрмыстық шаруашылықтарды өндейді.

Экологиялық биотехнология әдістері - физикалық және химиялық әдістерді пайдалануға болмайтын немесе қоршаған ортаны одан әрі ластануға әкеліп соғатын жағдайларда және экономикалық тиімсіз кездерде пайдаланылады. Мысалға, адсорбциялық әдістер терең тазаламайды, ал химиялық әдістер улы қосылыстардың көбеюіне әкеліп соғады.

Жер, су және ауаның ластануымен күресудің табиғи әдістерінің маңыздысы биологиялық әдіс болып табылады. Бұл әдістің негізі болып тірі табиғаттың әдістемелері жатады. Бұл әдіс бойынша табиғатты ластайтын улы заттарды утилизациялайтын спецификалық механизмдер пайдалана-

нылады. Бірақ та бұл мүмкіндіктер шексіз емес. Егерде зиянды заттар көп мөлшерде болса, оларды толық залалсыздандыру мүмкін емес, сондықтан биологиялық әдістер антропогендік қысымнан экологиялық жүйені толық қорғай алмайды.

Соңғы онжылдықта адамзат, ғылыми және өндірістік потенциалды пайдалана отырып, өмір сүру облыстарында тірі табиғат әдістемелерін енгізіп отыр. Міне сондықтан ғылыми-техникалық прогрестің негізгі бағыттарының бірі — биотехнология пайда болды.

Бұл әдіс бойынша қазіргі заманғы биологиялық, техникалық және басқа да ғылымдарды кеңінен қолданып, өсімдік пен жануарлар клеткаларының, микроорганизмдердің мүмкіндігін пайдалана отырып, адам өмірінің деңгейін көтеріп, экологиялық, энергетикалық, медициналық және тамақтану проблемаларын шешуге болады. Қазіргі кезеңде аса дамыған бағыттардың бірі - өндірістік микробиология. Бұл бағыттың ғылыми және практикалық жетістіктері экологиялық проблемаларды шешуге пайдаланылуда. Бұл бағыттың жетістіктерін төмендегі көрсеткіштерден байқауға болады.

Біріншіден, микроорганизмдер клеткада көптеген мәліметтерді қабылдай отырып, адамға қажетті заттарды өсімдіктерге қарағанда 100 есе, жануарларға қарағанда 1000 есе тез синтездейді. Мұндай заттарға: белок, аминқышқылдары, витаминдер, ферменттер, органикалық заттар жатады. Экологиялық жағынан қарастырғанда, бұл кезде табиғатқа зиянды әсер ететін заттар, минералдық тыңайтқыштар және пестицидтер көбейіп кетпейді.

Екіншіден, биотехнологиялық процесстер арнаулы кәсіпорындарда, температура мен қысымды көтермей жүргізіледі, яғни экологиялық қауіпсіз технологиялар пайдаланылады.

Үшіншіден, технологиялық кәсіпорындар кез келген географиялық нүктелерде жұмыс жасай алады, соның ішінде ауыр климаттық жағдайларда жүргізуге және қолданылмай тасталған жерлерді де пайдалануға болады.

Төртіншіден, биотехнологиялық өндірісті жүргізу үшін қажетті шикізаттың көлемі өте көп (ауылшаруашылық және басқа өндіріс салаларының қалдықтары) кездеседі.

Дүние жүзінің көптеген елдерінде өсімдік пен орман-



тоғай өңдеу өндірісінің қалдықтарын қайта кәдеге жарату негізіндегі биотехнология - экологиялық таза энергетика проблемаларын шешуде. Мұнан таза энерготасымалдағыштар, метан мен техникалық этил спирті биоэтанол алынады.

Дүние жүзінің өркениетті елдерінде адамзат пен табиғаттың бірге даму проблемаларын шешу үшін биотехнологиялық ұлттық бағдарламалар жасалған. Бұл бағдарламаларды мемлекет және жеке кәсіпкерлер қаржыландырады. Биотехнология қазіргі заманда жылына 65 миллиард доллардан аса өнім өндіруде. Дүниежүзілік биотехнологиялық өнімдерінің жылдық өсуі 7,5% болады деп жобалануда.

60-шы жылдардың басында КСРО-да физико-химиялық биология мен генетиканың дамуына көптеген шаралар жасалынды да, биотехнологиялық өндірістің дамуына отандық шикізаттар негіз болды.

Биотехнологиялық өндірістер отандық шикізаттар мен қондырғылардың негізінде жасалуда. Осы күнге дейін олардың жұмыстары сырттан келетін импортқа тәуелді емес.

Экологиялық биотехнология әдістемелері мен процестерін пайдалану, келесі экологиялық проблемаларды шешуге мүмкіндік туғызады. Ауылшаруашылығында: өндіріс ғимараттары құрылысы мен шахталарды салу кезінде және поллютанттардың көбейіп кетуі әсерінен бұзылған жерлерді рекультивациялау, мал және құс шаруашылығы қалдықтарын өңдеп, экологиялық қауіпсіз технологиялар жасау.

Өндірісте: қалдықсыз технологиялық циклдардың қауіпсіз экологиялық технологияларын жасау, улы қосылыстар мен радионуклидтерден, ауыр металл иондарымен ластанған ағын суларды, өзендер мен бұлақтарды тазалау.

Антропогендік әсерлердің өсуіне байланысты табиғи ортаға ксенобиотиктердің шашылуы көбейеді. Ал ол экологиялық жүйенің жалпылай ластануына әкеліп соқтырады. Әртүрлі экологиялық жүйелердің микробтық ассоциацияларының көптеген поллютанттарды ыдырату және қайта пайдалану қабілеті бар екендігі әлдеқашан анықталған. Міне, сондықтан экологиялық биотехнология қоршаған ортаның ластануын жою үшін микроорганизмдердің әр түрлерін пайдаланады.

Ыдырамайтын ксенобиотиктердің көбеюін тоқтату үшін, экологиялық жүйе микрофлорасының мүмкіндігін зерттеу жұмыстарын тездетті. Антропогендік жағдайдағы ыдырамайтын заттардың структурасы, егер олардың табиғи жағдайдағы заттардың құрылымына сәйкес келсе, экологиялық жүйе микробтарының қайта кәдеге жаратылатыны анықталды.

Кез келген экологиялық жүйенің өзінің микрофлорасы болады. Кейбір микробтар әсерінен зат молекуласы — лас-тандырғышты өзгертсе, ал ол өзі басқа микробтардың әсерінен ыдырайды. Мұндай «кометаболизм» Дафни мен Хси (Калифорния университеті) зерттеулерінде көрсетілді. Ол екі *Pseudomonas* (*P.aeruginosa* және *P.Stutzeri*) штаммдарының әсерімен күшті улы инсектицид паротионды ыдырату кезінде дәлелденген болатын.

Улы молекулалардың химиялық өзгерісінің нәтижесі көп жағдайда толық айрылмай, детоксификация күйінде болады: фосфорлау, метилдену, ацетилдену және т.б. Детоксификация реакцияларын тездететін ферменттер, плазмид құрамында болатын гендер арқылы жүргізіледі.

Келлогу, Чаттерджи мен Чакрабартимен [4] күшті және жалпы пайдаланылатын гербицидтің түрі 2,4,5-Ті (2,4,5—үш хлорфеноксты сірке қышқылы) толық метаболизация жасайтын микробтық өнім алынды.

Зерттеушілер тазалау станцияларында бірнеше микроорганизмдерді бөліп алып, оларды органикалық қосылыстарды (толуол, ксилол), хлоршығарғыштар (и-хлоркатехоле) және салицилаттарды ыдырату ферменттерін жүргізетін гендері арқылы бірнеше плазмидтері бар басқа бактериялармен араластырып жіберген [4].

Ксенобиотиктердің синтетикалық әлсіреуі, улы заттардың пайда болуын тоқтатады, себебі көп жағдайларда бөлініп ыдырау және басқа азықтармен ыдырау реакциясы, алдыңғы затқа қарағанда улылау зат пайда болуына әкеліп соғуы мүмкін. Ксенобиотиктерді белгілі дәрежедегі дағдарысқа жеткізетін штаммдарда жобалағанда, осындай гетерогенді дағдарыс биокатализаторларының күрделілігін есепке алу керек. Поллютанттардың ыдырауы және утилизациялануы экологиялық жүйенің микробтық ассоциациясының эволюциялық қасиетіне байланысты болатындықтан, экологиялық биотехнология әдістемелері көп жағдайда

қолданылады. Егер зат экологиялық жүйеге қайта түсетін болса, оның ыдырау және утилизациялау периоды қысқарады. Себебі, заттардың ыдырауына жоғары қабілетті микрофлоралардың құрамының ұлғаю жағына микробтық ассоциациялар бейімді болады.

Қоршаған ортаға жаңа заттардың қабылдануы, таңдау механизмі арқылы жүргізіледі, яғни табиғи генетикалық құрастырулар болады. Қоршаған ортада жаңа қосылыстардың пайда болуы, генетикалық мәліметтерді тасымалдау жолымен микроорганизмдерді қайта құрастырады. Қорытындысында, бастапқыда микроорганизмдер осы субстратты пайдалануға қабілетсіз болса, сонынан қажетті катоболистік функциялар және субстратты қайта кәдеге жарату қабілеті арта бастайды [8].

Қазіргі кезеңде қоршаған ортаны тазалауға арналған микроорганизмдер штаммдарын жасауға арналған рекомбинантты ДНК құрастырудың әдістемелері кең орын ала қойған жоқ. Бұл мәселені шешуде табиғи генетикалық ауысу механизмдеріне негізделген микроорганизмдерді құрастыру кеңінен пайдаланылады. Кейбір жағдайларда ыдырау және ластандыратын заттарды қайта кәдеге жарату үшін пайдаланылатын микроорганизмдерді жасау және жетілдіру кезінде екі әдістемені қосып жасауға болады.

Көптеген тұтынушылар өз денсаулығын ойлап, химикаттарды пайдаланбаған тамақ өнімдерін сатып алуға тырысады, және де өзінің осы қоршаған ортаның жағдайына жауапты екенін сезінеді.

Сондықтан оған көмектесу үшін, өмірлік циклда (өндіріс – пайдалану – қайта кәдеге жарату) табиғат пен адамзатқа зиян келтірмес үшін залалдары аз мөлшерде болатын машиналарды, құралдарды және материалдарды пайдаланамыз [3]. Мұндай табиғи, экологиялық таза өнімдерге жоғары тұтынушылық сұраныс биотехнологиялық синтездің химиялық синтезге қарағанда артықшылығын көрсетеді. Биотехнология адам өмірінің көптеген салаларына қажетті әртүрлі өнімдерді шығарады. Микроорганизмдер өндіретін қосылыстардың ішінен төмендегілерді атап өтуге болады: алкалоидтар, аминқышқылдар, антибиотиктер, антиметаболиттер, антиоксиданттар, белоктар, витаминдер, гербицидтер, ферменттер ингибиторлары, инсектицидтер, ионофорлар, коферменттер, липидтер, нуклеиндік

кышқылдар, нуклеозидтер және нуклеотидтер, кышқылдатқыштар, органикалық кышқылдар, пигменттер, беттік — актив заттар, полисахаридтер, ісіктерге қарсы агенттер [5], еріткіштер, өсімдіктер гормонын өсіргіштер, қанттар, стериндер және өзгертілген стероидтар, фармакологиялық заттар, ферменттер, эмульгаторлар [4].

Сонымен, биотехнология адамға қажетті өнімдердің орасан көп мөлшерін шығара алады. Ал шикізат ретінде ауылшаруашылық және тамақ өндірісі кәсіпорындарының қалдықтары (тұқым қалдықтары, спирт қалдықтары, сүт қалдықтары, қант заводының қалдықтары) пайдаланылады. Мұнымен қатар, алынған биопрепараттардың және технологияның экологиялық тазалығы сақталады. Химиялық өндіріске қарағанда биосинтез процесі кезінде қысым мен температура көтерілмейді, қоршаған ортаға зиянды заттар таратылмайды. Алынған өнімнің өзіндік құны 2-3 есе азаяды, мұнымен қатар осы өндірістен қоршаған ортаны ластау проблемасы жойылады. Биопрепараттардың өзіндік құнының төмендеуінен, қосымша пайда тауып, экологиялық проблемаларды шешуге бағыттауға болады.

Биологиялық агенттердің көп түрлілігі және олардың биохимиялық процесстерді жүргізуі бір процесстің қосымша өнімдер мен қалдықтарын басқа биотехнологиялық процесстерде қолданып, екінші бір биологиялық агенттер арқылы биосинтезде пайдалануға болады.

Экологиялық көзқараспен қарағанда химиялық синтездің биосинтезден айырмашылығы, бұл синтез кезінде шикізат ретінде қалпына қайта келмейтін ресурстар (мұнай, мұнай өнімдері, әр түрлі минералдар), және де улы химиялық заттар пайдаланылады. Тағы бір кемшілігі, қайта кәдеге жарамайтын қалдықтардың өте көптігі. Есепке алатын тағы бір нәрсе химиялық синтездің ақырғы нәтижесі, яғни алынатын өнім үшін, қажетті өнімнің мөлшері және де алынатын өнім процесінің бағасы қарастырылады. Сонымен қатар экологияны жақсарту үшін қалдықтар мен химиялық синтездің қосымша өнімдерін толық жою мәні мен құнын бағалау қажет.

Қазіргі кезеңде табиғатта миллионнан астам микроорганизмдердің түрі белгілі. Бірақ та, биотехнология өнімдерді биосинтездеу үшін микроорганизмдердің бірнеше

жүз түрін ғана пайдаланады. Биотехнологияда пайдаланылатын микроорганизмдер төрт топқа жатады: бактериялар, антиномицеттер, ашытқылар және құрымдар [4].

Төменде маңызды микроорганизмдердің экологиялық биотехнологияда пайдаланылуы туралы қысқаша мағлұматтар берілген. Биотехнологияда пайдаланылатын ашытқы штаммдарының негізгі қасиетіне — олардың пайдалану ортасына тез бейімделуі және бәсекелестіктен жеңіп шығуы жатады.

*Saccharomyces cerevisiae lipolytica* ашытқылары көмірсутектердің жағдайын нашарлатады да, белоктық масса алуға пайдаланылады. *Candida utilis* сульфаты ағын суларда өседі (қағаз өндірісінің қалдықтары). Көптеген органикалық қосылыстарды, оның ішінде кейбір улыларын да (мысалға фенол) тотықтыратын *Trichosporon cutaneum* ағындарды аэробтық қайта өңдеу жүйесінде маңызды роль атқарады [4]. Кейбір ферменттер ірімшік өндірісінде пайдаланылады (мысалға, камамбера және рокфора). Микробтық ферменттерді енгізу, кәсіпорындардағы экологиялық жағдайды едәуір жақсартты. *Leuconostoc* түріндегі гетероферментті сүтқышқылды бактериялар көмірсутектерді сүт қышқылына, этанолға және көмір қышқыл газына айналдырады, сондықтан өсімдік қалдықтарын кең түрде қайта кәдеге жаратып, оларды жоғары сапалы шөпке айналдырады.

*S. glutamicum* лизиннің аминқышқылдарының таптырмайтын көзі болып саналады. Оны бірқалыпты тамақтану үшін экологиялық таза қоспа ретінде пайдаланады. Мұны химиялық синтезбен алу өте қиынға соғады. Белоктарды құрайтын 20 аминқышқылдарының 8-і адам организмінде синтезделмейді, сол себепті осы аминқышқылдары организмге тамақпен бірге келуі керек.

Аминқышқылдарының биосинтез процесі арқылы бірлескен биологиялық изомерлер (L-аминқышқылдары) алынады, ал химиялық синтез кезінде D-пішінді улы қоспалар алынады. Атап өтетін жәйттің бірі, аминқышқылдарының микробиологиялық синтезі үшін пайдаланылатын шикізаттың бірі қант өндірісінің қалдықтары (меласса) болып саналады. Патока-меласса биотехнологиялық әдіспен лимон қышқылын өндіруде кеңінен пайдаланылады.

Аминқышқылдарын, оның ішінде лизинді өндірістік өндіру адам тағамдары үшін ғана емес, малдық комби-кормға қосымша ретінде пайдаланады. Аминқышқылдарына сұраныстың жоғарылығының себебі, олардың кейбір түрлері асқазан және бауыр ауруларын емдеуге қолданылады [4].

Ресейде рибофлавин ( $B_2$  витамині) және  $B_{12}$  витамині жемді өңдеу үшін микробиологиялық әдіспен алынады. Медициналық  $B_{12}$  витамині адамның қан түзілетін органдарын емдеуге пайдаланылады. Экологиялық таза энерготасымалдағыштарды, биосинтез арқылы өндіру, экологиялық жағынан қарағанда өте жоғары көрсеткіш деп айтуға болады. Микроорганизмдердің әр түрлі штаммдары арқылы спирттік ашыту негізінде бастапқы өнімнің (крахмал немесе өсімдік шырындары) ашыған қанты этанолға немесе басқа да қосымша тағамдарға айналады.

Бұл жағдайда этанолды таза экологиялық өндірістік шикізат ретінде немесе іштей жану двигательдері үшін таза экологиялық жанар май ретінде пайдалануға болады [4].

Осындай спирттік ашытудан глицерин алуға, ацетонобутанолдық ашытудан n-бутанол алуға болады. Спирт өндірісінің экономикалық бәскелестігін көтеру үшін, Японияда спирт пен температураға тұрақты ашытқылардың штаммдары зерттелуде.

90-шы жылдардың аяғында мұнай бағасының өсуі спирт биосинтезінің өркендеуіне қосымша әсер етті. Жанар май ретінде пайдалану спирт биосинтезінің артықшылығының техникалық жағынан ғана емес, экономикалық жағынан да пайдалы болатынын көрсетеді: оған шикізат дайындау ауданының үлкендігі, артық және кемшілігі бар тұқымдарды пайдалану, қалыпты жағдайдағы мұнайдан алынған жағар майларды спиртпен алмастыратын техникалық жүйелерді дайындау жатады. Ферменттер мен оларды синтездейтін микроорганизмдер биокатализаторлар есебінде, ал олардың белсенділігі қоршаған ортаның факторларына және алғашқы құрамына байланысты болады.

Сондықтан қазіргі заманғы биотехнология - химиялық және мұнай химиялық және химико-фармацевтикалық өндірістерді дамытуға бағытталған. Көп мөлшерде ферменттердің төрт түрі шығарылады: протеаза, глюкоамилаза, б-амилаза және глюкозоизомераза. Крахмалды

гидролиздеу, сыра қайнату, сок, нан, сүт, шарап және жуу заттарын дайындау үшін микроорганизмдермен өндірілетін көптеген ферменттер қажет. Осы жұмыстардан соң ескі әдіспен жасалатын өндірістің экологиялық тазалығы жақсарады [4].

Микроорганизмдер – ферменттердің өте ыңғайлы көзі болып табылады, себебі өсу шартына әсер ету арқылы немесе генетикалық манипуляциялар арқылы клеткадағы ферменттердің шоғырлануы өте көп өседі. Микробтық синтездің тағы да бір артықшылығы, олардың өсу жылдамдығы, арзан ортада өсу қабілеттілігі, және бір реакцияны әртүрлі штаммдармен катализдейтін әртүрлі ферменттердің болуында. Сондықтан пайдаланатын шикізаттың ерекшелігіне және ферменттердің физико-химиялық қасиеттеріне сәйкес ферментациялау процесінің шарттарын әртүрлі қылып жасауға болады [4]. Микробтық ферменттерді соңғы кездерде өсімдік және мал ферменттері ауыстыруда. Мысалға *Bacillus* және *Aspergillus* амилаздарын - сыра қайнату, нан пісіру, құрғақ печенье өндірісі және тоқыма өндірістерінде пайда болатын сәйкес ферменттермен алмастырған; *Aspergillus* протеазаларын - етті жұмсарту кезіндегі мал және өсімдік протеазаларымен; *Aspergillus* және *Bacillus licheniformis* протеазаларын жуу өнімдерін шығару және терілерді жұмсарту процесі кезіндегі панкреатикалық протеаздармен алмастырған [4]. Бұл аталған ферменттер процестердің экологиялық жағдайын арттырып, қоршаған ортаның ластануын азайтты. Жоғарыда айтылған мәліметтер арқылы төмендегідей қорытындыларға келуге болады.

1. Микроорганизмдер адамзатқа қажетті көптеген заттармен қамтамасыз етуге қабілетті. Бұл әдіс қоршаған ортаға зиянды әсер ететін қазіргі кезде пайдаланып жүрген химиялық синтез әдісінен өзгеше болады.

2. Биотехнологияда биологиялық процестерді пайдалану, ол экологияға зиянды әсер ететін (жылу эффектісі, апат кезіндегі үлкен аудандардың ластануы) температура мен қысымды көтеру арқылы жасалатын технологиядан бас тартуға мүмкіншілік туғызады.

3. Экологиялық тұрғыдан зиянды, дәстүрлі химиялық катализаторлардан бас тартуға мүмкіншілік туады.

## 1.2. Экологиялық мәселелерді шешу негізіндегі экономикалық кіріс көзі

Соңғы 20-30 жылдықта елдің экономикалық дамуына байланысты адамзат жаппай ластанудан қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне аса назар аударуда. Осыған орай бұл елдерде табиғатты қорғау қызметіне кететін шығын әрдайым өсуде, сонымен қатар табиғатты пайдаланудың экономикалық және құқықтық механизмдері жетілдірілуде.

Көптеген жылдар бойы елдің дамуы, табиғатты қорғауға кететін инвестиция көлемін әрдайым өсіріп келеді. Кәсіпорындары дамыған елдерде қоршаған ортаның ластануымен күреске кететін шығындары ұлттық өнімнің 3%-ын құрайды. АҚШ-та экология облысындағы шығын қазіргі кезде 100 млрд. доллардан жоғары, оның ішінде жеке секторлар 63 % қаржыландырса, мемлекет – 21 %, тұтынушылар – 16 % құрайды. Батыс Европа елдері қоршаған ортаны қорғауға кететін шығындарды 2000 жылдары 40 млн. маркаға дейін көтерді, оның негізгі үштен бір бөлігінен астамы су сақтағыштарды тазалауға жұмсалды. Табиғи ортаны ластанудан тазалауға Батыс Европаның үлкен елдері де, және аз дамыған елдері де аса көңіл бөлуде [7].

1997 жылы табиғатты қорғауға және табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға күрделі салым, қоршаған ортаны қорғау және негізгі табиғатты қорғау қорын күрделі жөндеуге кететін күрделі салым қаржыландырудың барлық көздірінің 52,8 трлн. руб. құрады, немесе Ресейдің жалпы ішкі өнім құнының шамамен 2%-ға тең. Дамыған елдерде осындай шығындар ішкі жалпы өнімнің 1,5 – 4% құрайды, яғни қоршаған ортаның сапасының жеткілікті дәрежеде болуын анықтайды. Бірақ Европаның дамыған елдері, АҚШ, Канада және Жапония негізгі шығынын қоршаған ортаның сапасын жеткілікті жоғары деңгейде ұстап тұруға жұмсайды [13].

Жоғарыда көрсетілген мәліметтер бойынша мұндай шығындар қазіргі уақытта едәуір үлкен. Осы себепті өзекті мәселе, табиғатты қорғау инвестициясының тиімді шамасы туралы сұрақ болды. Осы сұрақтың өзектілігі, қоршаған ортаны қорғауға салынатын күрделі инвестицияның экономикалық даму қарқындылығын төмендетумен пайда болады, яғни табиғатты қорғауға қажетті инвестиция қаржы-



сының кәсіпшілік қайтарымы жоқ және халықтың өмір сүруінің материалдық деңгейін жоғарылатуға тікелей әсері болмайды.

Бірақта, табиғатты қорғауға қажетті шығынның тиімді көлемін анықтау өте қиын. Оның шамасына әртүрлі факторлар әсер етеді. Табиғатты қорғау шараларына бөлінетін инвестиция шамасының көлемі жалпы ұлттық өнімнің 2%-нан төмен болса қоршаған ортаның жағдайын төмендетеді, жалпы ұлттық өнімнің 6% оның жағдайын тұрақтандырады, жалпы ұлттық өнімнің 8-10% мамандар пікірі бойынша табиғи ортаның сапасын қалпына келтіруі мүмкін. Еуропалық қоғам мамандарының пікірі, апаттан оқшаулау үшін қоршаған ортаны қорғау инвестициясы тек кәсіпшілік аумағында жалпы ұлттық өнімнің 3-5% құрау қажет. Сонда бірінші жағынан, кәсіпорынның табиғатты қорғау шығыны оның қызметінің экономикалық тиімділігіне кері әсерін тигізеді, екінші жағынан табиғатты қорғау қызметіне бөлінетін қоғамдық шығындар әрдайым өсуде.

Табиғатты қорғау қызметіне инвестиция жоғарылауы экономиканың барлық деңгейіне әсер етеді. Экологиялық проблемаларды шешуге жұмсалатын шығынның жоғарылауы экономиканың шынайы секторларына күрделі салымдардың төмендеуін тудырады, ал бұл өнім көлемінің төмендеуіне және жұмыс орындарының қысқаруына әкеліп соқтырады. Нәтижесінде жұмыссыздық және бюджетке барлық деңгейдегі түсімдер қысқарады. Кәсіпорынның құлдырауы өндірілетін тауар көлемін төмендетіп, яғни баға жоғарылауына әкеліп соқтырады, нәтижесінде нарық тұрақсыздығын тудырады.

Экологиялық мәселелерді шешу үшін, бар қаржыны тиімді пайдалануға үлкен мән берілуде. Себебі қазіргі кезеңдегі табиғат қорғау нормаларын бұзудағы жазалау шығындары айып пұлды өсіргенмен экологиялық шығындарды қайтара алмайды. Елімізде табиғи ортаның бұзылуы өте үлкен масштабта сипатталады. Мұндай жағдайда, егер экологиялық шығынды есептеу әдісін негіздеу іске асса, онда шаруашылық қызметтің практикасында оны енгізсе бағалық және қаржылық көрсеткіштер жүйесінің талпынысын тудыруы мүмкін.

АҚШ-та атмосфералық ауаны қорғау бағытында жылдық шығындар соңғы 10 жылдықта орташа есеппен

шамамен 35-40 млрд. долл. деңгейінде бағаланды. Ал мұндай шығындар Ресейде 1997 жылы 2 млрд. долл. төмен сумманы құрады, яғни АҚШ-қа қарағанда шамамен 20 есе төмен. Табиғатты қорғау қызметінің басқада бағыттары бойыншада осындай сәйкестік байқалады.

Экологиялық проблемаларды шешуде тек қана шығын келтіретін технологияларды пайдалана отырып, жақын болашақта қазіргі экологиялық және экономикалық жағдайларды жоғарылатуға көшу мүмкін емес.

Мұндай жағдайда табиғатты қорғау қызметінің негізгі тапсырмаларының бірі экологиялық таза технологияларды игеру мен енгізуді қарқындату және аймақтардың ерекшеліктерін ескере отырып экономиканы экологияға бағындыруға жәйлап өту. Экономиканы экологияға бағындыруда және экономиканың дамуында қосымша үлкен шығындармен жекелеген кәсіпорындарда қосымша қиындықтарды тудырмау қажет.

Дамыған елдерде пайдаланылатын экологиялық нормативтер көптеген жылдар бойы өңделіп және нақтыланып, әр елдерде әлеуметтік-экономикалық шарттарға бейімделген. Сондықтан табиғатты қорғау қызметінде дамыған елдердің экономикасының тәжірибелерін біздің елге қолдану мүмкін емес.

Қазіргі тәртіптің негізінде Ресейде табиғаттың ластану төлемі үшін базалық нормативтер ұсынылған. Ластануға төлемнің негізгі функциясы ынталандыру болып табылады. Бірақ қазіргі экономикалық жағдайларда ол толық таралуы мүмкін емес, сондықтан осы кезеңде қоршаған ортаның қайта жаңаруы үшін қаржыны жоғарылату функциясына негізделеді. Ластануға төлейтін төлемдерді есептеу барысында табиғатты қорғау шараларын қаржыландыруға мүмкіндік беретін төлемдердің нормативтері қабылданды. Табиғатты қорғау шараларына жұмсалатын негізгі есептік шығындардың 1990-1991 жылдар аралығында шынайы болғанын атап өтуге болады [14].

Қазіргі кезде атмосфералық ауаны ластайтын көп таралған 214 заттар және су кешендеріне тасталатын 198 ингредиенттер бойынша масса бірлігіне (руб./т) базалық нормативті төлемдер бар. Базалық нормативті төлемдер екі деңгейдегі ластайтын заттар үшін бекітілген: шекті мүмкін нормативтер және уақытша келісілген нормативтер.

Көрсетілген деңгейлер арасындағы қатынас 1:5 құрайды. Ластайтын зиянды заттар түрлері бойынша төлемнің базалық нормативтері кең ауқымда ауытқиды [14].

Іс жүзінде нормативті құқықтық актымен кешендік норма бекітілген. Онда табиғатты пайдаланушы кәсіпорын шығынды немесе пайдасыз болған жағдайда қоршаған ортаны ластауға төлем төленетін ақы барлық бар құралдары есебінен жүргізіледі, яғни іс жүзіндегі заңға сәйкес өндіріп алынуы немесе кәсіпорындар жауып тасталынуы мүмкін. Қазіргі уақытта зиянды әсерлердің мүмкін нормаларынан артық болғанда, табыстың пайыздық шамасында төлемнің шектік мөлшері түрінде шектеу жүргізілді. Егер рентабельдік 25%-дан аспаса, онда табыстың ең жоғарғы мәні 20%-ды құрайды, рентабель 50%-ға дейін болса - 50%, рентабель 50%-дан жоғары болса - 70%. Мұндай норманы енгізу табиғатты пайдаланушыларға жеңілдік тудырады, уақытша сипаттамада болады және соңында экономикалық тоқырауды сөзсіз өзгертуге жатады [14].

Мұндай жағдайда шынайы экологиялық таза және экономикалық тиімді технологияны дайындау және енгізу сұрағының орнына табиғатты пайдаланудың экономикалық тиімді механизмін игеруге көңіл бөлу қажет. Кәсіпорындар мен салаларда мұндай технологияларды пайдалану қоршаған ортаны ластауды төмендетуге мүмкіндік береді.

Экологиялық таза және экономикалық тиімді технологияларды пайдалану олардың экономикалық жағдайын күрделендірмей-ақ шынайы экономикалық жағдайларда экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Сонымен, қазіргі таңдағы экологиялық жағдайлар жақын арада жақсаруы мүмкін емес. Осыған байланысты қазір табиғатты қорғау шаралары үшін экономикалық қорлар шектелген және шектеле береді. Қазіргі кезеңдегі әлеуметтік-экономикалық ерекшеліктерін талдау көрсеткендей табиғатты қорғау қызметінің алдыңғы қатарлы шетелдік тәжірбиелерін келесі жағдайда тікелей қолдану мүмкін емес.

Сол себепті қолдануға экономикалық тиімді және қалдықсыз технологиялардың бірі биотехнология болып табылады.

### 1.3. Экологиялық мәселелерді шешуде биотехнологияны пайдалану ерекшеліктері

Биотехнологияда қолданылатын биологиялық процесстердің ерекшеліктері экологиялық мәселелерді шешу үшін жаңа болашағы бар мүмкіншілікті ашты. Экологиялық биотехнологияның мұндай мүмкіншіліктері экономикалық тұрғыдан карағанда жаңа тұжырымдаманы қозғауға мүмкіндік береді. Экологиялық мәселелерді шешудегі тұжырымдаманың қарастырылатын варианты жалпы қабылдаған әдістемені жоққа шығарады. Сондықтан үш принцип негізінде жинақталған тұжырымдама ұсынылады:

1. Өнеркәсіп және ауыл шаруашылығының қалдықтарын (катты, сұйық, газтәрізді), сонымен қатар үй шаруашылық қалдықтарын толық кәдеге жарату және оларды өткізу арқылы табыс табумен экологиялық таза өнімді тауар формасына айналдыру қажет. Бірінші принципті қарастыра отырып бұрынғы технологиялар қалдықтардың кейбір түрлерін кәдеге жаратуға мүмкіндік беретіндігін ескеруге болады, мысалы, металл қалдықтары, ағаш өңдеуші кәсіпорындар қалдықтары және т.б. Дамыған елдерде ыдыстарды және қораптарды жинау қайта игеру жүйелері жақсы жолға қойылған. Сонымен бірге үй шаруашылық қалдықтарын жинаудың, реттеудің және кәдеге жаратудың, қалдықтардан тауарлы өнім алудың бірнеше технологиялары белгілі. Бірақ табиғат процесінде және әдістерінде жинақталған кәдеге жаратудың белгілі бұрынғы технологиялары бүгінгі күні аса шектелген мүмкіндіктерге ғана ие, және олардың таралу потенциялы болашақта үлкен емес. Сондықтан бұрынғы технологиялар қалдық көлемімен шектеледі. Бұрынғы әдістер үшін едәуір қиын мәселе улы қалдықтарды кәдеге жарату болып табылады. Бұрынғы технологиялардың мүмкіндіктерінің нәтижелері қалдықтарды қоймада сақтау болып табылады. Улы қалдықтарды жер астына сақтау (захоронение) арқылы жүзеге асырылады, сондықтан жер асты суларының ластануын әрдайым бақылау қажет.

Қарастырылған биологиялық процесстердің маңыздылығы және биотехнология ерекшелігі әр түрлі қалдықтарды айыру және кәдеге жарату үшін биотехнология потенциялының жоғарылығын анықтады. Микро-

организмдердің көп түрлілігі және олардың процесстерді жүзеге асыруы зат-поллютанттардың едәуір кең спекторларын кәдеге жаратуға және қалдықсыз көптеген технологиялардың тұйықталған циклдарын қосуға мүмкіндік береді. Микроорганизмдердің көптеген түрлері және олармен биохимиялық процесстерді жүзеге асыру бүгіннің өзінде қоршаған ортаны ластайтын қалдықтарды кең көлемде кәдеге жарату және осы қалдықтардан тауарлы өнімді дайындау үшін сәйкесті биологиялық технологияларды таңдауға мүмкіндік береді.

Бірінші принципке сәйкес экономикалық тиімділік (күтімді пайда  $P_1$ ) 3 негізгі бөлімнен тұрады:

- біріншіден,  $P_{12}$  — биотехнология әдісімен «m» түрлі қалдықтарды кәдеге жарату шығыны және тауарлық өнімнің «n» түрін биотехнологиялық әдістермен дайындау шығынының қосындысын  $(\sum_{i=1}^m U_i + \sum_{j=1}^n C_j)$  алынатын тауарлы өнімнің «n» түрін өткізу кірісінен  $(\sum_{j=1}^n D_j)$  алып тастағанға тең

$$P_{11} = \sum_{j=1}^n D_j - (\sum_{i=1}^m U_i + \sum_{j=1}^n C_j);$$

- екіншіден,  $P_{12}$  - бұрынғы технологиямен салыстырғанда биотехнология әдісімен «m» түрлі қалдықтарды кәдеге жарату арқылы табылатын пайда табысты қамтамасыз етеді,

$$P_{12} = \sum_{i=1}^m S_i - \sum_{i=1}^m U_i$$

$P_{12}$  - әрқашанда бола бермейді,

яғни 
$$\sum_{i=1}^m S_i - \sum_{i=1}^m U_i < 0$$

Кезкелген жағдайда қалдықтардан тауарлы өнімді дайындауда  $P_{11}$ ,  $P_{12}$ -ге қарағанда жоғары, яғни тауарлы өнімді өткізу едәуір табыс әкеледі.

- үшіншіден, қалдықтарды кәдеге жарату үшін биотехнология әдістерін қолдану бұрынғы технологиямен салыстырғанда қоршаған ортаның шығындарын жояды, яғни қаражатты үнемдейді және үшінші құрамды күтімді табысты пайда болады,

$$P_{13} = \sum_{i=1}^m I_i$$

Толығымен күтімді табыс тұжырымдаманың бірінші принципі бойынша ( $P_1$ ) жоғарыда көрсетілген үш құраманың қосындысы ретінде анықталады.

$$P_1 = P_{11} + P_{12} + P_{13}.$$

2. Бұрынғы технологияға қарағанда сапалы және арзан өнімді алуды қамтамасыздандыратын және экологияға кері әсерін тигізбейтін экономиканың түрлі салаларында мүлдем жаңа технологияны игеру және енгізу.

Күтілген экономикалық тиімділік (күтімдегі табыс пайда) тұжырымдаманың екінші принципі бойынша екі құраушыдан тұрады:

$P_{12}$ - экономиканың түрлі салаларында бұрынғы технологияны биотехнологияға ауыстыруда шығынды үнемдеу арқылы алынатын табыс (пайда)

$$P_{21} = \sum_{i=1}^m S_i - \sum_{i=1}^m U_i$$

$P_{22}$ - бұрынғы технологияны пайдалануда қоршаған ортаны ластанудан оқшаулау шығындарын үнемдеу нәтижесінде алынатын табыс

$$P_{22} = \sum_{i=1}^m I_i$$

Толығымен күтілген табыс пайда тұжырымдамасының екінші принципі бойынша келесі түрде болады:

$$P_2 = P_{21} + P_{22}.$$

3. Ластануды биотехнология әдісімен оқшаулау. Тұжырымдаманың үшінші принципі бойынша күтілген табыс ( $P_3$ ) екі құраушыдан тұрады:

$P_{31}$ - бұрынғы технологиямен салыстырғанда биотехнология әдісімен ластануды оқшаулаудағы шығынды үнемдеу нәтижесінде алынған табыс (пайда)

$$P_{31} = \sum_{i=1}^m S_i - \sum_{i=1}^m U_i$$

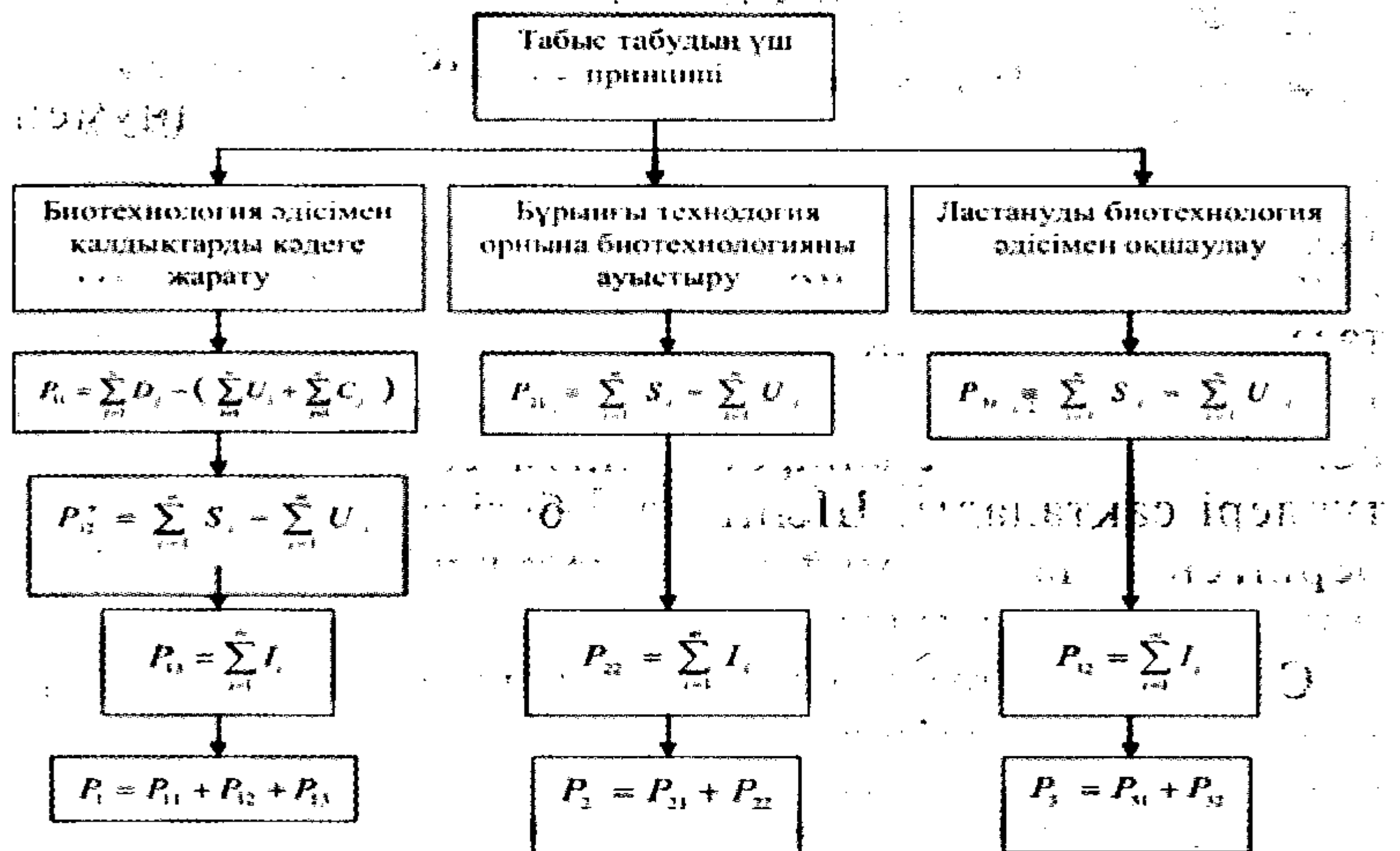
$P_{32}$ - бұрынғы технологияны қолдану арқылы қоршаған ортаны ластанудан оқшаулаудағы шығынды үнемдеу нәтижесіндегі алынған табыс (пайда)

$$P_{32} = \sum_{i=1}^m I_i$$

Толығымен  $P_3 = P_{31} + P_{32}$

Сарапшылар қоршаған ортаны ластанудан оқшаулаудың биотехнологиялық әдістерінің ерекшеліктерін олардың төмен құндылығымен қортындылайды. Мысалы, 1 т қалдықты микроорганизмдер көмегімен кәдеге жарату 50-80 дол. қажет етеді, ал оларды жерге көмуде құны 200 долл. дейін өседі, өртеу – 250-650 долл. дейін.

Табыс табудың тұжырымдамасы 1.1- суреті түрінде көрсетілген.



2.1-сурет. Химиялық әдіспен органикалық тыңайтқыштарды алудың технологиялық кескіні

Мұндағы:

$P_{11}, P_{12}, P_{13}$  - тұжырымдаманың бірінші принципіннің үш бағыты бойынша күтілген табыс;

$P_{21}, P_{22}$  - тұжырымдаманың екінші принципіннің екі бағыты бойынша күтілген табыс;

$P_{31}, P_{32}$  - тұжырымдаманың үшінші принципіннің екі бағыты бойынша күтілген табыс;

$P_1, P_2, P_3$  - тұжырымдаманың бірінші, екінші және үшінші принциптеріне сәйкес күтілген табыс;

$j$  - тауарлы өнімнің түрінің индексі,  $j = 1 \div n$ ;

$i$  - кәдеге жарайтын қалдық түрлерінің индексі,  $i = 1 \div m$ ;

$U_i$  – биотехнология әдісімен қалдықтардың  $i$  түрін кәдеге жарату шығынының құндық бағасы;

$C_j$  – қалдықтардан тауарлы өнімнің  $j$  түрін дайындау шығынының құндық бағасы;

$D_j$  – тауарлы өнімнің  $j$  түрін өткізуден түскен кірістің құндық бағасы;

$S_j$  – бұрынғы технологиямен қалдықтардың  $j$  түрін кәдеге жарату шығынының құндық бағасы;

$I_i$  – бұрынғы технологиямен қалдықтардың  $i$ -түрін кәдеге жаратудағы қоршаған ортаның мүмкін шығындарын жою шығынының құндық бағасы;

Табыстың құралу схемасы 1.1-суретте көрсетілген.

Экологиялық биотехнология әдісін қолданумен жасалатын табиғатты қорғау шараларының экономикалық тиімділіктерін дәл есептеу қиын. Бұдан басқа да халық шаруашылығында биологиялық тазалау көмегімен тазаланған топырақ пен сулар, адам және жануар ағзасына тигізетін зиянды әсерлерін жояды. Жануарлар мен өсімдіктердің және микроорганизмдердің биологиялық түрлері сақталады. Шынында, бүгінгі күннің өзінде берілген салада дамуды есепке алмағанда тиімділік миллиард долларды құрауы мүмкін.

Сонда тұжырымдаманың үш принципі бойынша технологияны жүргізу таза және жанама түрде табыс әкелуі керек. Арзан әдіспен экологиялық мәселелерді шешу және мүмкін шығындарды жою қажет.

Экологиялық мәселелерді шешуде табыс табудың өнеркәсіптегі және ауыл шаруашылығындағы нақты схемасы 1.2, 1.3- суреттерде көрсетілген.

Бүгінгі күнге дейін қолданып келген экологияны ластайтын технологиялармен биотехнологиялық әдістерді салыстырғанда байқалғаны, міндетті табыс табумен өнеркәсіптің түрлі салаларындағы мәселелерді шешуде бұл әдіс ерекше қызығушылық тудырып тұр. Мысалы, химия және мұнай химиясында биотехнологиялық әдістер толық таза өнімдерді шығаруды жоғарылатуға мүмкіндік береді, сонымен қоса бұрынғы технологиямен салыстырғанда өзіндік құнын 2-3 есе төмендетеді. Экологиялық таза қайта жасалған технология мен өндірісті және табыс табуды қамтамасыздандырады.