ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Биология және биотехнология факультеті

Дәріс №5

Ластанған қалдықтарды тазалаудағы анаэробты процесстерді пайдаланып тазалау процестері

Дәріскер: Какимова Ардак Болатовна

Қазіргі таңда өндірістік, ауыл шаруашылық және тұрмыстық қалдықтардың мөлшері үнемі артуда. Бұл қалдықтардың құрамында көп мөлшерде органикалық заттар, ауыр металдар мен улы қосылыстар кездеседі.

Мұндай ластанған қалдықтарды тікелей табиғи ортаға тастау экологиялық тепе-теңдікті бұзады және су, топырақ, ауа сапасына кері әсер етеді. Сондықтан қоршаған ортаны қорғауда биотехнологиялық әдістердің, соның ішінде *анаэробты тазалау* технологияларының маңызы зор.

Анаэробты тазалау процесінің мәні

Анаэробты тазалау – оттегі жоқ жағдайда жүретін биохимиялық процесс.

Бұл процестің негізгі мақсаты – органикалық қалдықтарды энергияға және қарапайым бейорганикалық қосылыстарға айналдыру.

Анаэробты микроорганизмдер органикалық заттарды ыдыратып, метан, көмірқышқыл газы, сутек, аммиак және күкіртсутек сияқты өнімдер түзеді.

Анаэробты процестер табиғатта өздігінен де жүреді (мысалы, батпақтарда, мал көңінде, тұнбаларда), бірақ тазалау жүйелерінде бұл процесс арнайы реакторларда (метантенктерде) бақыланатын жағдайда өтеді.

Процесс төрт негізгі кезеңнен тұрады:

Гидролиз

• күрделі органикалық заттар (ақуыздар, майлар, көмірсулар) ұсақ молекулаларға ыдырайды.

Қышқылдану (ацидогенез)

• алынған өнімдерден ұшқыш май қышқылдары, сутек және көмірқышқыл газы түзіледі.

Ацетогенез –

• аралық өнімдер сірке қышқылына айналады.

Метаногенез

• сірке қышқылы мен сутектен **метан (CH_4)** және **көмірқышқыл газы (CO_2)** түзіледі

Осы процестердің нәтижесінде **биогаз** (энергия көзі ретінде қолдануға болатын) және **тыңайтқыш ретінде пайдалануға жарамды қалдық шлам** түзіледі.

Анаэробты тазалау нәтижелері

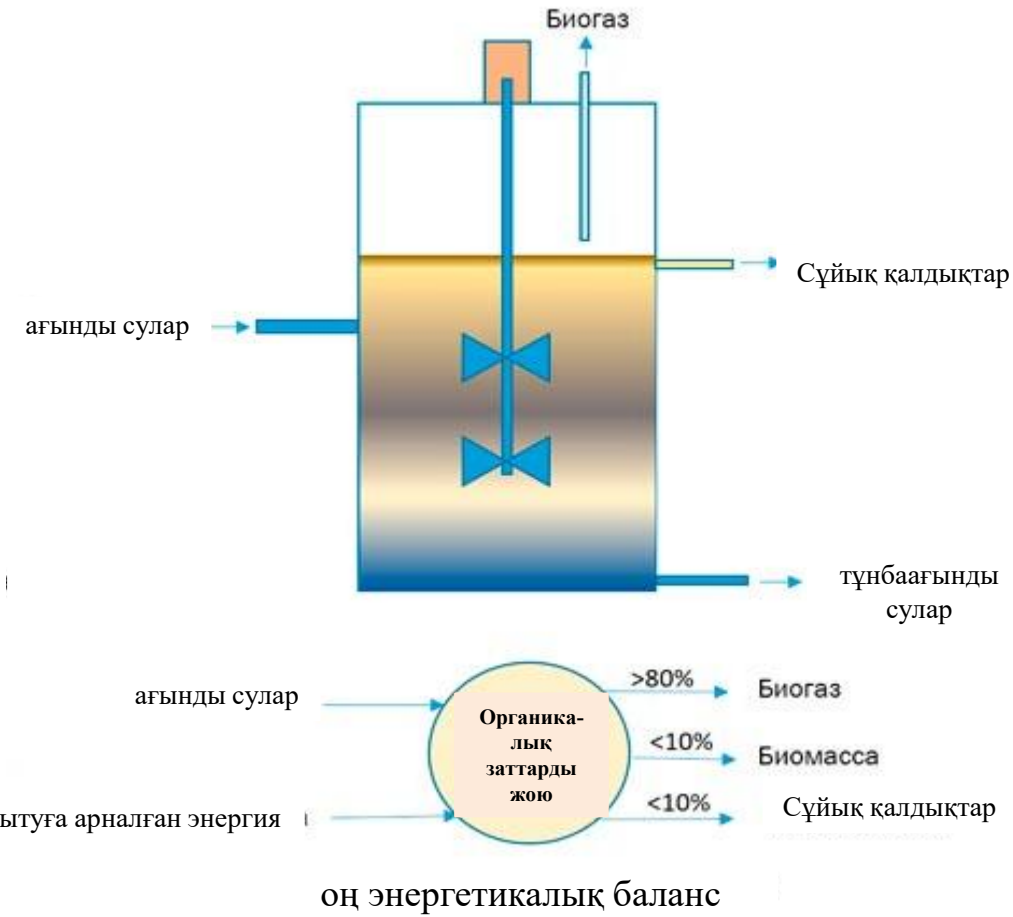
- Биогаз (60–70% метан) түзіледі – бұл электр энергиясын өндіруге, жылытуға және жанармай ретінде пайдалануға болады.

-Тыңайтқыш ретінде қолдануға болатын органикалық шлам түзіледі.

-Қалдық су мен иістің азаюы байқалады.

-Парниктік газдардың бөлінуі азаяды, себебі метан қайта пайдаланылады.

Анаэробты әдіс



оң энергетикалық баланс

Анаэробты тазалау технологияларының түрлері

Толық аралас реакторлар (CSTR)	• барлық қалдықтар мен микроорганизмдер бірдей араласып отырады.
Тұндырғыш реакторлар (UASB, EGSB)	• Тұндырғыш реакторлар (UASB, EGSB) – бактериялар түбінде тұрып, жоғарыдан төменге қарай қалдық өтеді.
Биофильтрлі реакторлар	• микроорганизмдер арнайы тасымалдаушы бетке бекіп, сол жерде органикалық заттарды ыдыратады.

Анаэробты процестің экологиялық және экономикалық маңызы

- Энергия үнемдейді, себебі аэрация (оттегі беру) қажет емес;
- Қайта өңделген өнімдер ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолданылады;
- Биогаздың арқасында энергетикалық тәуелсіздік артады;
- Қалдықтардың көлемі 70–90% дейін азаяды;
- Қоршаған ортаға зиянды заттардың түсуі төмендейді.

Метантенкте келесі процестер жүреді:

Метантенк — анаэробты ашыту процесін жүргізуге арналған герметикалық реактор. Онда органикалық заттар (көң, ағын сулар, тағам өнеркәсібі қалдықтары) оттегісіз жағдайда микроорганизмдер әсерінен биогазға және минералды қалдықтарға дейін ыдырайды. Негізгі өнімдері – метан (CH_4), көмірқышқыл газы (CO_2) және биологиялық тыңайтқыштар.

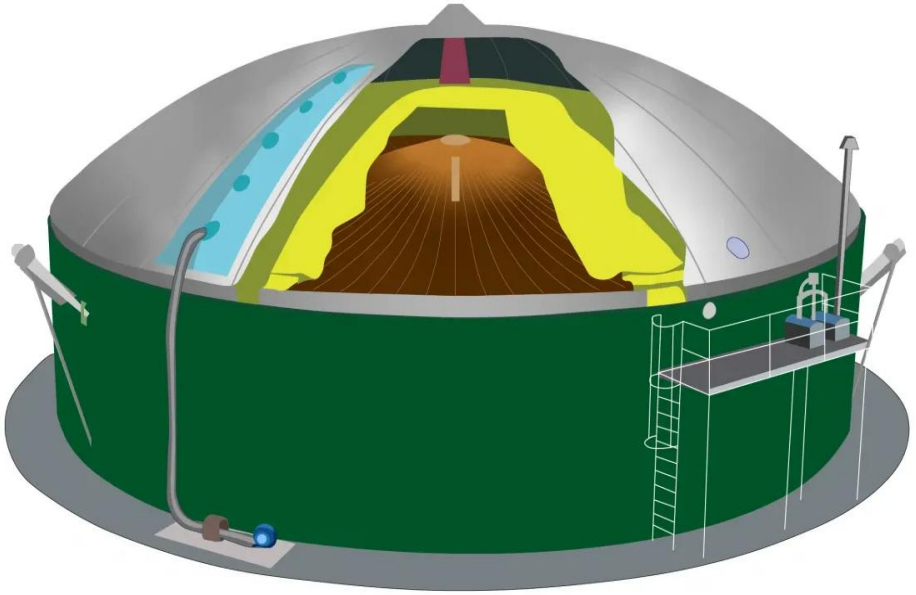


Кейбір заманауи метантенктерде екі сатылы жүйе қолданылады:
бірінші саты – қышқыл түзілуі,
екінші саты – метан түзілуі.
Бұл тәсіл процестің тиімділігін арттырады.

Метантенктің түрлері

- Бір сатылы — барлық процестер бір резервуарда өтеді.
- Көп сатылы — әр кезең бөлек камерада жүреді.
- Үздіксіз немесе партиялық режимдерде жұмыс істейді.

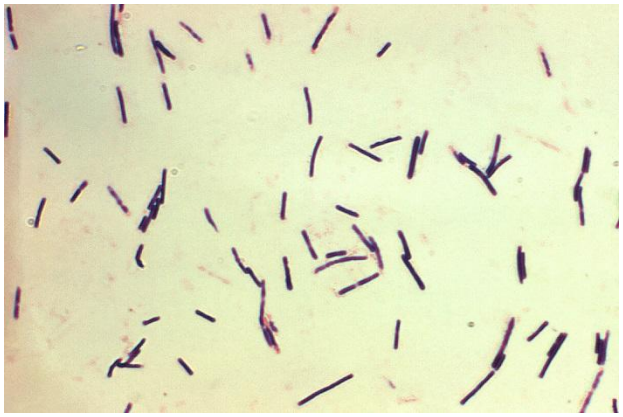




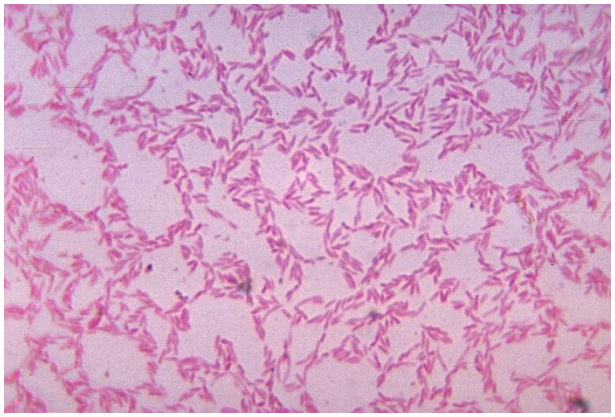
Микроорганизмдердің рөлі

Метантенктегі процестерге түрлі топтағы микроорганизмдер қатысады:

Гидролитикалық бактериялар (*Clostridium, Bacteroides*)

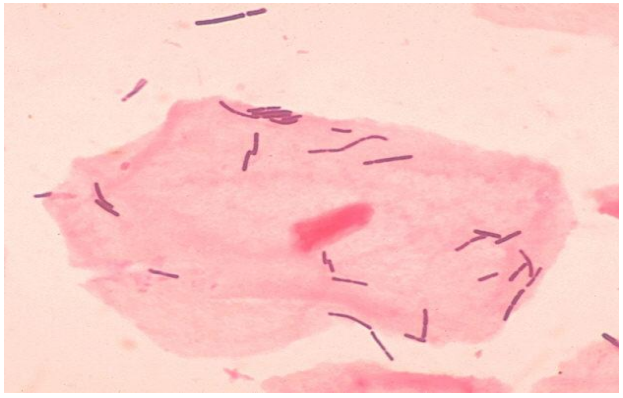


Clostridium

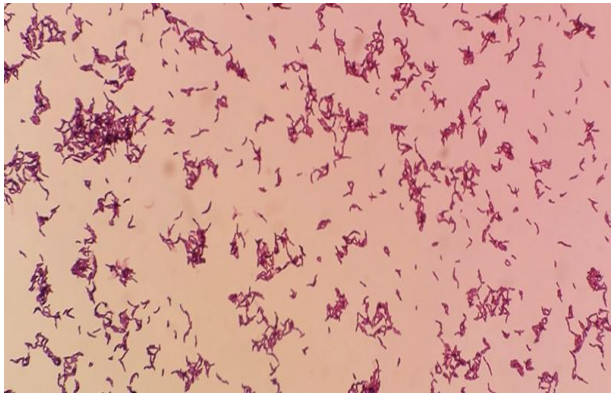


Bacteroides

Қышқыл түзуші бактериялар (*Lactobacillus, Propionibacterium*)



Lactobacillus

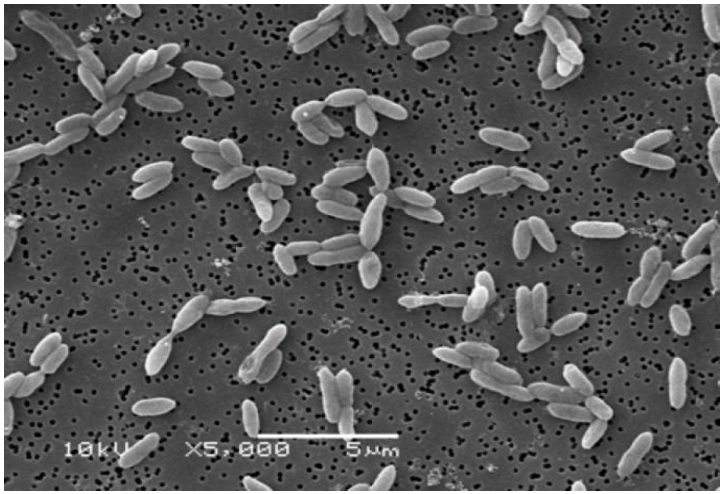


Propionibacterium

Ацетогендік бактериялар (*Syntrophomonas, Syntrophobacter*);

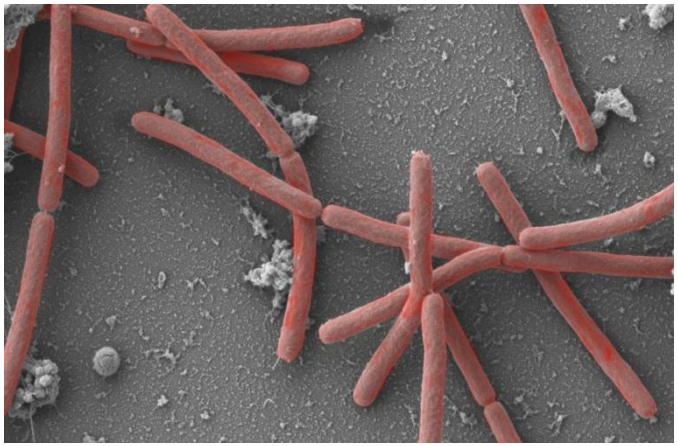


Syntrophomonas

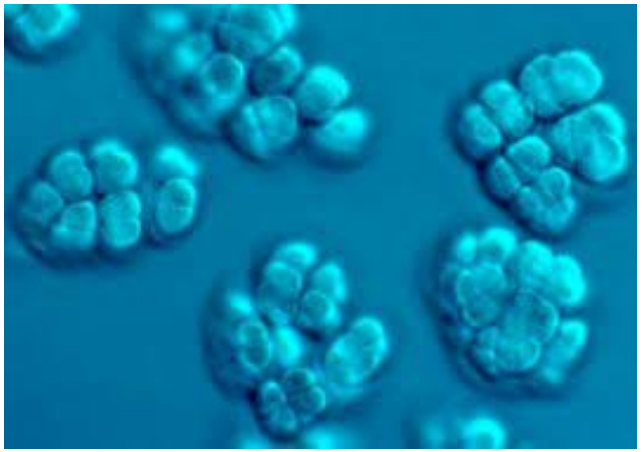


Syntrophobacter

Метан түзуші археялар *(Methanobacterium, Methanosarcina).*



Methanobacterium



Methanosarcina

Олар синтрофтық байланыста өмір сүреді, яғни бірінің өнімі екіншісінің қорегі болып табылады.

Процесс тиімділігіне әсер ететін факторлар:

- Ылғалдылық: 90–95%;
- pH деңгейі: 6.8–7.5
- Температура: 35–38° C (мезофильдік) немесе 50–55° C (термофильдік);
- Органикалық жүктеме: 1–5 кг ҚТ/м³·тәулік
- Араластыру: біркелкі болуы қажет

Биогаздың құрамы

Биогаз – анаэробты ашыту нәтижесінде түзілетін жанғыш газ қоспасы.
Құрамы:

- Метан (CH_4): 55–70%;
- Көмірқышқыл газы (CO_2): 30–45%;
- Сутек сульфиді (H_2S): 0.1–0.5%;
- Басқа газдар: аз мөлшерде.

Энергетикалық құндылығы: 1 $м^3$ биогаз ≈ 20–23 МДж.

Метантенкті жетілдіру бағыттары

Қазіргі таңда метантенктердің тиімділігін арттыру үшін:
- Температура мен pH автоматты реттеледі;
- Газ қысымы бақыланады;
- Қалдықтар алдын ала өңделеді;
- Ко-ферментация әдістері (әртүрлі қалдықтарды бірге ашыту) қолданылады.

Экологиялық және экономикалық әсері

Метантенк қолдану:
- Атмосфераға бөлінетін иіс пен газды азайтады;
- Қалдықтарды биологиялық тыңайтқышқа айналдырады;
- Жаңартылатын энергия көзі ретінде биогаз өндіреді;
- Қалдықсыз технологияны қамтамасыз етеді.

Ластанған суларды метан түзуші бактериялар көмегімен тазалау

Анаэробты процестерді пайдаланып тазалау тәсілдері жоғарғы концентрециядағы органикалық заттар мен қалдықтарды ашыту процестері арқылы тазалауға негізделген.

Органиклық заттарды биологиялық ыдырату Баркльдің схемасын пайдалану бойынша процесс екі сатыдан тұрады.

- Қышқылды саты, 50 дей түрлі микроорганизмдер қатысады.
- Метандық саты, метан түзгіш бактериялар қатысады. Бұл сатыларда әрбір анық белгілері бар микроорганизмдер топтары қатысады. Атап айтсақ, қышқылдық сатыда органотропты микроорганизмдер көбегімен осы саты атқырылады. Нәтижесінде, органикалық қышқылдар түзіледі. Мысалға, май қышқылы, органикалық қышқылдар, сонымен қатар, көмірқышқыл газы, аммоний иондар, күкіртті сутектер түзіледі. Негізінен төменгі микрорганизмдердің топтары қатысады, *Basillus cereus, Bac.Megaterium, B. subtilus, Ps. Aeroginosa, Sarcina.* Екінші сатыда қатал анаэробты микроорганизмдер негізгі метан түзуші бактериялар қатысады. Метан түзуші бактериялар марфологиялы әртүрлі болып келеді.

Метантенк биоценоздық тіршілік нәтижесінде қалдықтар мен ластанған суларды органикалық заттардың концентрациясын төмендетумен қатар, биогаз түзіледі. Метанотенктерде агрегатты анаэробтармен қатар, факультативті анаэробтар кездеседі. Жалпы бактериялар саны 1-15 мг\л болады. Метантенктің соңғы сатысына қатысатындар литотпофтар болып есептеледі. Метанотенк кезінде микроорганизм көмегімен ыдыратылған органикалық заттар нәтижесінде биогаз түзіледі. Алатын биогаз мөлшері алғашқы тазалауға алынған қалдық заттардың құрамына молекуласына байланысты болады. Метан алуға температураның режимі негізгі роль атқарады.

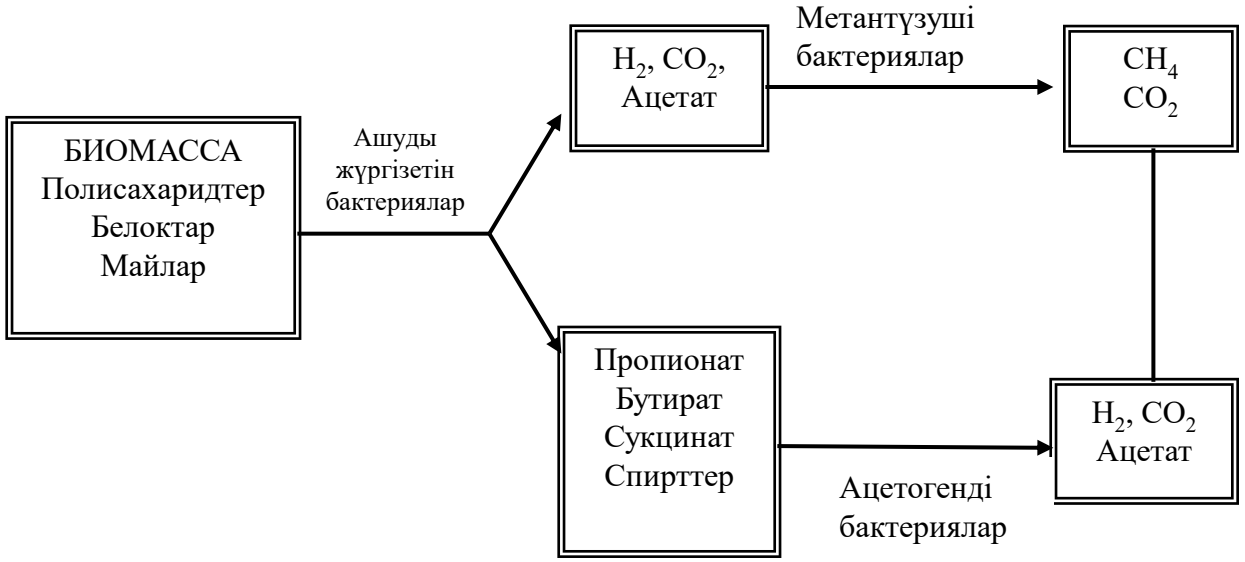
Метантүзуші бактериялардың систематикалық жағдайы

Морфологиялық жағынан бұл бактерияларды таяқшатәрізділер *(Methanobacterium),* коккатәрізділер, *(Methanococcus),* сарцинатәрізділер *(Methanosarcina)* және спириллатәрізділер *(Methanospitillum)* деп бөлінеді.

Кейбір метантүзуші бактериялар:

а. – анықталмаған

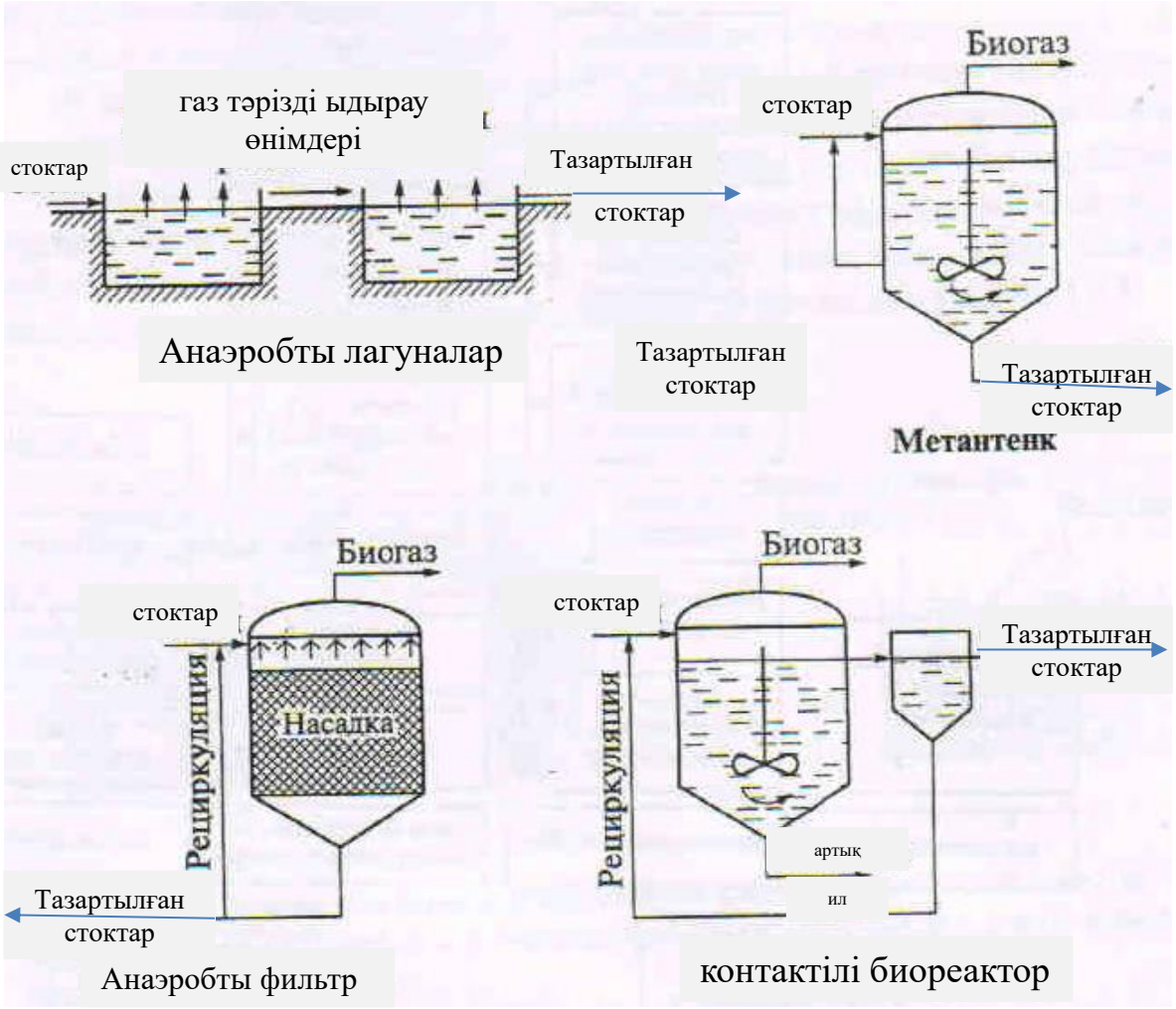
Атауы	Субстраттар (сутек донорлары)	Автотроф-ты өсу
Methanobacterium thermoautotrophicum	**H_2**	+
Methanobrevibacter {Methanobacterium} arboriphilicum	**H_2**	+
Methanobrevibacter {Methanobacterium} ruminantium	**H_2 немесе формиат**	-
Methanobacterium formicicum	**H_2 немесе формиат**	+
Methanomicrobium {Methanobacterium} mobile	**H_2 немесе формиат**	-
Methanococcus vannielii	**H_2 немесе формиат**	а.
Methanococcus {Methanosarcina} mazei	**H_2, метанол, ацетат**	+
Methanosarcina barkeri	**H_2, метанол, ацетат, моно-, ди- және три- метиламин**	а.
Methanspirillum hungatii	**H_2 немесе формиат**	-
Methanothrix soehngenii	**Ацетат**	а.



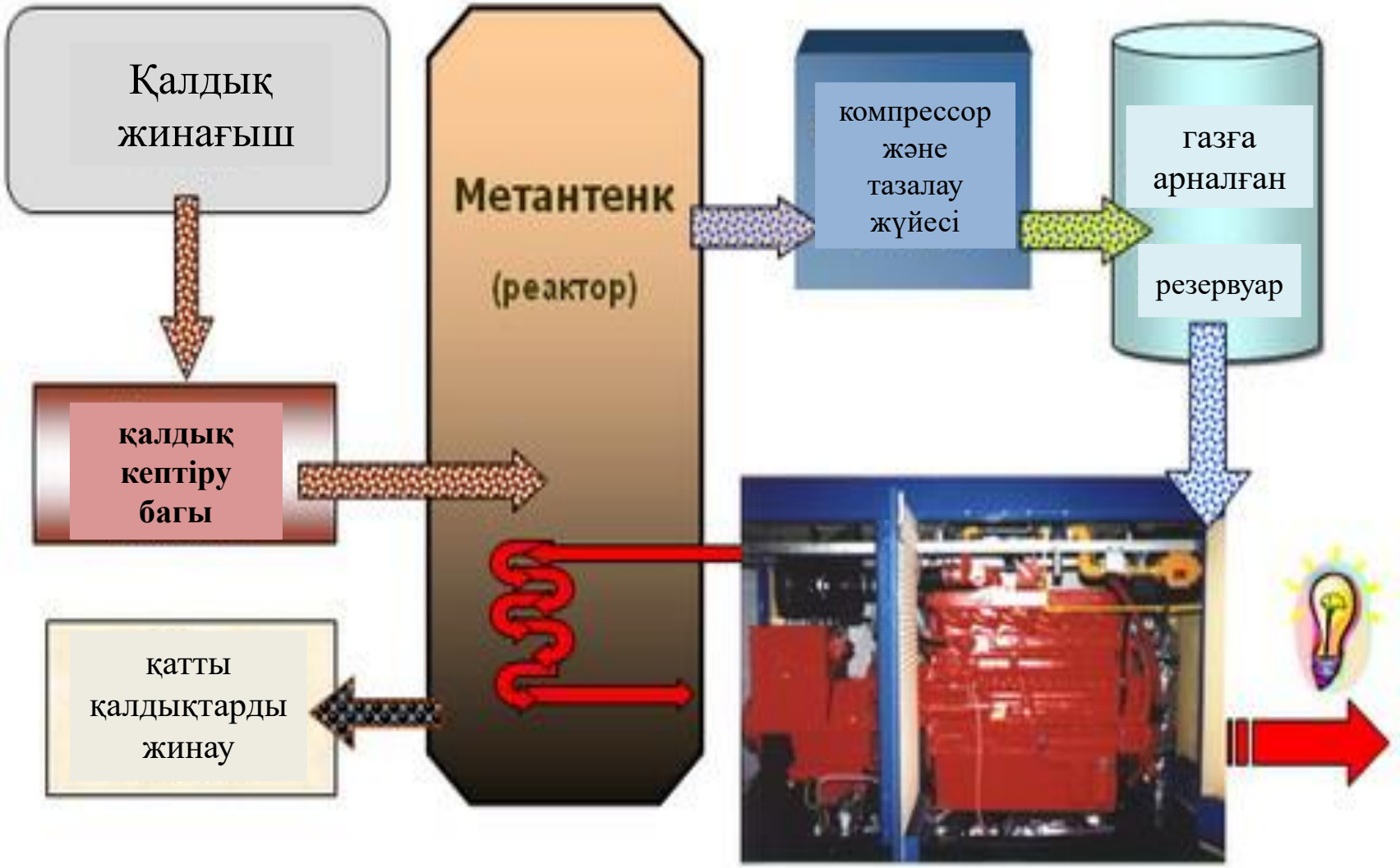
Метантүзуші бактериялар анаэробты қоректік тізбектің ең соңында тұрады.

Оның ең басында полисахаридтер (целлюлоза, крахмал), белоктар мен майлар болады. Бұл тізбекке сондай-ақ төмендегілер қатысады:

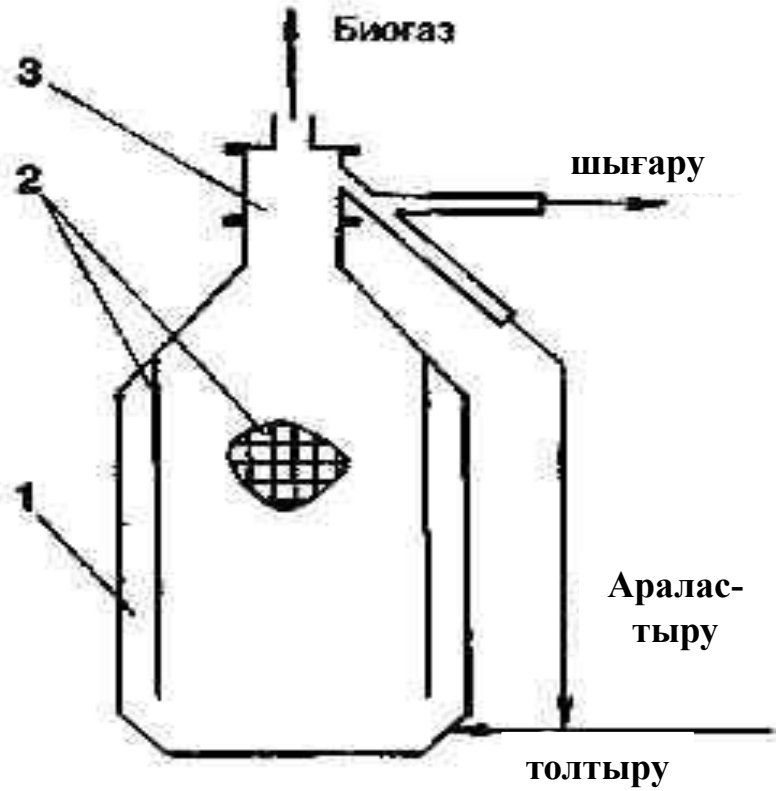
- целлюлозаны сукцинат, пропионат, бутират, лактат, ацетат, спирт пен CO_2 және H_2 дейін ыдырататын бактериялар;
- бұл біріншілік өнімдерді ацетат, формиат, CO_2 және H_2 дейін ашытатын ацетогенді бактериялар (бұл заттар өз кезегінде метантүзуші бактериялардың субстраты қызметін атқарады).



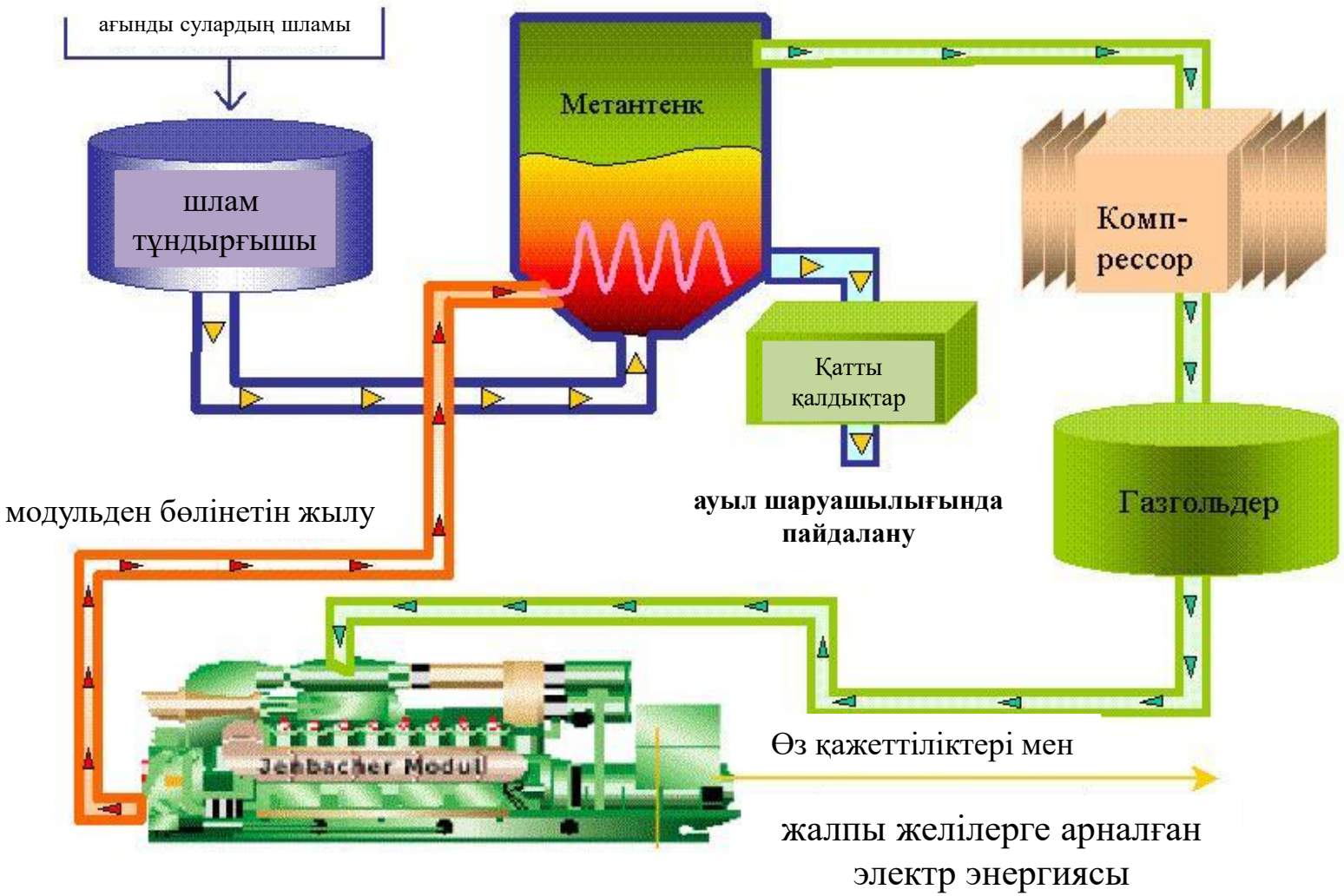
Дәстүрлі құрылған анаэробты реакторлардың жұмыс істеу принципі


Қалдық жинағыш
Метантенк
(реактор)
компрессор және тазалау жүйесі
газға арналған
резервуар
қалдық кептіру бағы
қатты қалдықтарды жинау





Метантенк схемасы: 1-реактор, 2-экониши, 3 - тройник


ағынды сулардың шламы
шлам тұндырғышы
Метантенк
Комп-рессор
Қатты қалдықтар
ауыл шаруашылығында пайдалану
Газгольдер
модульден бөлінетін жылу
Jenbacher Modul
Өз қажеттіліктері мен
жалпы желілерге арналған электр энергиясы

Қазақстандағы қолдану мысалдары

Қазақстанда метантенктер мал шаруашылығы кешендерінде, қалалық сарқынды сулар станцияларында және биотехнологиялық зертханаларда қолданылады. Мысалы, кейбір ірі шаруашылықтар көңді анаэробты ашыту арқылы жылына мыңдаған $м^3$ биогаз өндіреді және алынған қалдық тыңайтқыш ретінде егістікке пайдаланылады.

Қорытындылай келе, метантенк – органикалық қалдықтарды өңдеудің тиімді, экологиялық таза және энергия үнемдеуші технологиясы. Ол биогаз және тыңайтқыш өндіру арқылы табиғатты қорғауға және экономикалық тұрақтылыққа үлес қосады.

Қорытынды

Анаэробты процестерді пайдалану – экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, экономикалық жағынан тиімді технология.

Бұл әдіс қалдықтардың залалсыздануын, энергия өндіруді және тыңайтқыш алуды бір мезгілде қамтамасыз етеді.

Метантенк – осы процестің жүрегіндей, яғни ластанған қалдықтарды өңдеп, оларды пайдалы өнімге айналдыратын негізгі құрылғы.

Болашақта анаэробты тазалау технологияларын ауыл шаруашылығында, коммуналдық салада және өндірісте кеңінен енгізу – тұрақты даму мен жасыл энергетикаға көшу жолындағы маңызды қадам болып табылады.