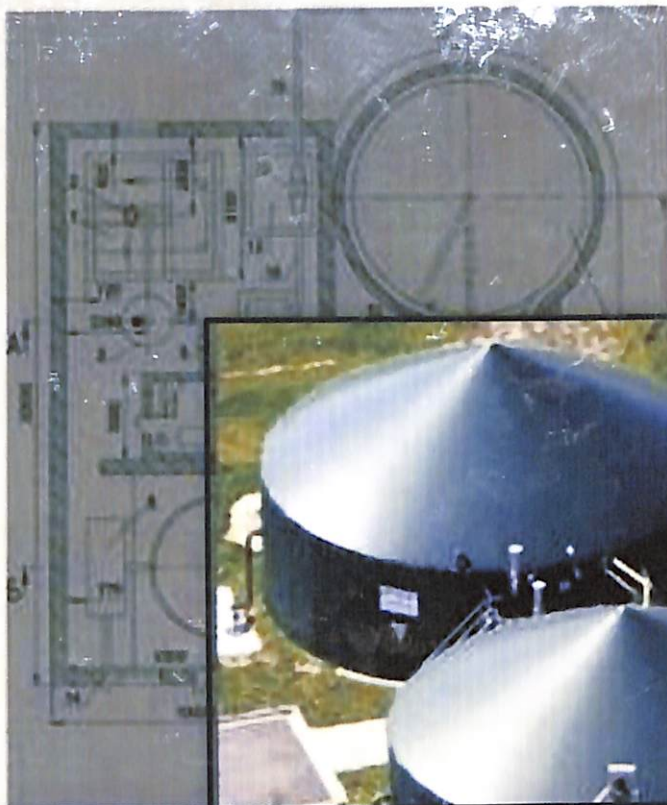


620, 93  
11-92



**MURODOV MUZAFFAR XABIBULLAYEVICH**

# **BIOGAZ TEXNOLOGIYALARI VA QURILMALARI**



620, 95

11-92

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

MURODOV MUZAFFAR XABIBULLAYEVICH

# BIOGAZ TEXNOLOGIYALARI VA QURILMALARI

Oliy o'quv yurtlarining 60711000 – Muqobil energiya manbalari ta'lim  
yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan



NAMANGAN - 2022

UO'K: 620.95

KBK: .. 31.65 (O'zb)

*M-92*

Biogaz texnologiyalari va quyirmalari. M.X. Murodov

Ushbu o'quv qo'llanma texnika o'quv yurtlarining 60711000 – Muqobil energiya manbalari ta'lim yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan. Unda mutaxassislik fanlaridan hisoblangan “Biomassa energiyasi va ular asosidagi energetik qurilmalar” fani bo'yicha bilimlar mujassamlashgan.

Mazkur o'quv qo'llanma talabalarning biomassa chiqindilarni utilitatsiya qilish, biomassa energiyasini ikkilamchi energiyaga aylantirish bo'yicha bilimlarini o'rganish va mustahkamlashga asos bo'ladi.

\*\*\*\*\*

Учебное пособие предназначено для студентов технических вузов по специальности 60711000 – Альтернативные источники энергии. Он объединяет знания в области «Энергия биомассы и энергетические устройства на их основе», которая считается специальностью.

Учебное пособие предназначено для расширения знаний учащихся об утилизации отходов биомассы и преобразовании энергии биомассы во вторичную энергию.

\*\*\*\*\*

The manual is intended for students of technical universities in the specialty 60711000 - Alternative energy sources. It combines knowledge in the field of "Biomass energy and energy devices based on them", which is considered a specialty.

The manual is designed to expand students' knowledge about the disposal of biomass waste and the conversion of biomass energy into secondary energy.

Taqrizchilar:

t.f.d. Yuldoshev I.A. – Toshkent davlat texnika universiteti Muqobil energiya manbalari kafedrasini mudiri

f-m.f.d. Dadamirzayev M.G. – Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv ishlari bo'yicha prorektori

Ushbu o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta Maxsus ta'lim Vazirligining 17 mart 2022 yildagi 106-buyrug'iga asosan 106-513 raqam bilan ro'xatga olini va chop etishga ruxsat etildi.

Kirish so'zi

So'nggi yillarda biogaz ishlab chiqarish jarayonlariga qiziqish sezilarli darajada oshdi – bu nafaqat rejalashtirilayotgan va qurilayotgan biogaz qurilmalari sonining ko'payishida, balki ushbu sektorning rivojlanishini diqqat bilan kuzatib borayotgan fermerlar, kommunal korxonalar, siyosatchilar va xususiy xo'jaliklari sonining ko'payishi manfaatlarida namoyon ko'padi.

Energetika sanoatida endi zamonaviy biogaz qurilmalarini qurish tufayli ishlab chiqarishni markazlashtirmaslikka nisbatan unchalik ehtiyotkorlik talab etilmayapti. Oziq-ovqat sanoati, gastronomiya, yirik restoranlar, umumiy ovqatlanish korxonalari va oziq-ovqat chiqindilarini qayta ishlash korxonalari uchun biogaz ishlab chiqarish texnologiyasi qishloq xo'jaligida foydalanish uchun biogaz qurilmalarida organik chiqindilar va oziq-ovqat qoldiqlarini arzon utilitatsiya qilish imkoniyatini beradi. Ushbu texnologiya, shuningdek, uning atrof-muhitga ta'sirini shaxsan ko'rgan odamlar orasida ko'proq qo'llab-quvvatlanmoqda.

Fermerlar uchun biogaz texnologiyalari ko'plab sabablarga ko'ra tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda, bu haqda keyinchalik ushbu kitob sahifalarida batafsilroq muhokama qilinadi.

Sizga faqat ikkita asosiy sababni eslatib o'tmoqchimiz: korxonada biogazdan foydalanish nafaqat pulni tejashga, balki ko'p hollarda “qishloq xo'jaligi elektr energetikasi” dan qo'shimcha daromad olishga ham imkon beradi.

Shu bilan birga, biogaz texnologiyasining “nojo'ya mahsulotlari” yanada muhim ahamiyat kasb etmoqda; birinchi navbatda, bu suyuq va qattiq go'ngdan yoqimsiz hidlar chiqindilarining kamayishini, ozuqa moddalarining yo'qolishini oldini olishni, shu bilan mineral o'g'itlarni tejashni, biogaz qurilmasidan keyingi go'ngni dalalarda ishlatishda o'simliklarga agressiv ta'sirini kamaytirishni, gomogen xususiyatlarni yaxshilashni va go'ngni oson aralashib ketish, taqsimlanish imkoniyati nazarda tutiladi.

Shunday qilib, ushbu qadimiy va shu bilan birga havosiz biologik tozalash texnologiyasiga oid ma'lumotlarga talab ortib bormoqda. Tematik

konferentsiyalar, seminarlar, o`quv safarlar, shuningdek, ushbu mavzu bo`yicha adabiyotlar va tegishli mutaxassislariga talab katta.

Ushbu holat quyidagi omillar tufayli yuzaga keladi:

- **PQ-3012-sonli O`zbekiston Respublikasi Prezidentning qarori.** "2017-2021-yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari dasturi to`g`risida". 26.05.2017 yil; **PQ-3238-sonli O`zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori.** "Zamonaviy energiya samarador va energiya tejaydigan texnologiyalarni yanada joriy etish chora-tadbirlari to`g`risida". 23.08.2017 yil; **PQ-3379-sonli O`zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori.** "Energiya resurslaridan oqilona foydalanishni ta`minlash chora-tadbirlari to`g`risida". 08.11.2017 y. kabi sohaga oid me`yoriy-huquqiy hujjatlar biogazdan ham elektr energiyasini olishga qiziqish uyg`otdi va bu muqobil energiya manbalaridan foydalanishning ayni vaqtidagi afzalliklaridan biri hisoblanadi;
- Soliq kodeksining 275- va 290-moddalariga qo`shimchalar kiritilishini nazarda tutuvchi uy-joylarda amaldagi energiya resurslari tarmoqlaridan to`liq uzilgan holda muqobil energiya manbalaridan foydalanadigan jismoniy shaxslarni 3 yilgacha mol-mulk solig`i va yer solig`idan ozod qilish ko`rinishidagi imtiyozni kiritish taklif etildi va ma`qullandi;
- 2025 yilga kelib O`zbekiston energetika balansida qayta tiklanuvchi energiya (QTE) manbalari ulushi 20 foizga yetkazish rejalashtirildi va mas`ul tashkilotlarga tegishli vazifalar yuklandi;
- **PQ-3012-sonli O`zbekiston Respublikasi Prezidentning qarorining 3-ilovasiga** asosan qayta tiklanadigan va muqobil energiya resurslaridan foydalanish bo`yicha mutaxassis injenerlar tayyorlashni yo`lga qo`yish bo`yich choralar ko`rish belgilandi. Natijada esa respublikamiz Oliy ta`lim muassasalarida muqobil energiya manbalari bo`yicha bakalavr va magistr akademik darajasidagi oliy ma`lumotli mutaxassislar tayyorlash yo`lga qo`yildi;

- Bir necha o`nlab kW dan yuzlab kWgacha ko`pgan dvigatellar biogaz yoqilg`isida ishlashlari mumkin. Taqqoslab aytadigan ko`psak, o`tin, somon va boshqa turdagi quruq biomassadan foydalanib bug` turbinali qurilmalarda bir necha megavatt (1000 kW dan ortiq) elektr energiyasi ishlab chiqarish muhim ma`no kasb etadi;
- Bugungi kunda biogaz qurilmalarini avvalgisiga qaraganda arzonroq va ishonchliroq va rentabelliroq qilib qurish mumkin. Bu borada plyonka qoplamali akkumulyatsion va shuningdek, kombinatsiyalashgan biogaz qurilmalarini alohida ta`kidlab o`tish zarur. Qurilmalarning tarkibiy qismlari (mikserlar, isitish tizimlari, nasoslar, shnekklar) ham sezilarli rivojlanishga ega;
- Biogaz qurilmalarini ekspluatatsiya qilish bo`yicha muhim o`zgarishlar va mos ravishda qurilmalarni rejalashtirishda va qurishda ishtirok etadigan ko`plab mutaxassislarining mavjudligi;
- So`ngi yillarda kofermentasiya qilish, ya`ni noqishloq xo`jalik organik moddalarga suyuq yoki qattiq go`ng qo`shib qayta ishlash tobora ko`proq amalga oshirilmoqda. Ushbu texnologiya fermerlar uchun ham, oziq-ovqat sanoati va milliy iqtisodiyot uchun ham foydalidir. Bu texnologiyadan foydalanishga yangi turtki beradi va qurilmalarning rentabelligini oshiradi.
- Biogaz qurilmalarida go`ngni amalda anaerob qayta ishlash mumkin va suyuq hamda qattiq go`ngni qayta ishlash va saqlash jarayonida metan, ammiak isrof ko`pishi, chiqindi gazlarga aylanishining oldini oladi. Hozirda biogaz qurilmalari bilan ishlaydigan fermerlar bir vaqtning o`zida atrof-muhitni faol himoya qilmoqdalar va qishloq xo`jaligining imidjini yaxshilashmoqda.
- Bugungi kunda tabiiy ozuqa moddalarining aylanishi bo`yicha amaliy ishlar bir necha yil avvaligiga qaraganda muhim ahamiyatga ega. Bu ayniqsa azot (N<sub>2</sub>) uchun juda muhimdir. Biogaz qurilmalari ishlov berish jarayonida suyuq va qattiq go`ngdan azot yo`qotilishini deyarli oldini oladi.

Yaqin vaqtlargacha amaliyotchilarga, ushbu sohaning ko`pajak mutaxassislariga dunyo biogaz texnologiyasida erishilgan so`nggi texnik yutuqlarni hisobga olgan holda ilmiy kashfiyotlar va amaliy tajribalarni taqdim

etadigan yagona umumlashtiruvchi o'zbek tilidagi adabiyot yo'q edi.

Ushbu kitob bu kamchilikni tuzatish uchun bir qadam ko'padi deb hisoblaymiz.

Muallif nashriyotga, shuningdek ushbu kitobni nashr etishda ishtirok etganlarning barchasiga minnatdorchilik bildiradi.

Muallif: Murodov Muzaffar Xabibullayevich

### 1.1. Biogaz kecha va bugun

Biogaz bakteriyalar tomonidan organik moddalarning parchalanishi natijasida yuzaga keladi. Turli xil bakteriyalar guruhleri organik substratlarni (asosan suv, oqsil, yog', uglevodlar tashkil topgan) va mineral moddalarni birlamchi asosiy tarkibiy qismlarga – karbonat angidrid, minerallar va suvga ajratadi.

Moddalar almashinuvi jarayoni mahsuloti sifatida biogaz deb ataluvchi gaz aralashmasi hosil ko'padi. Yonuvchan metan ( $CH_4$ ) biogazning asosiy energetik komponenti hisoblanadi va uning ulushi 5 dan 85% gacha (mavjud biogaz qurilmalarida substrat tarkibiga qarab o'rtacha 55%-75%) ko'padi. Bunday tabiiy parchalanish jarayoni faqat anaerob sharoitda, ya'ni faqat kislorodsiz muhitda sodir ko'padi. Ushbu parchalanish jarayoni chirish deb ham ataladi – uni, ko'llarda, botqoqlarda va boshqalarda kuzatish mumkin. Agar bunday muhitda kislorod mavjud ko'psa, organik moddalarni boshqa bakteriyalar parchalaydi. Bu holda esa jarayon *kompostlash* deb ataladi.

*Kompostlash – bu mikroorganizmlar ta'siri ostida organik moddalarning parchalanishiga asoslangan maishiy, qishloq xo'jaligi va ba'zi sanoat chiqindilarini zararsizlantirish orqali tuproq sifatini yaxshilovchi o'g'itlarni tayyorlash usuli.*

Anaerob jarayon natijasida ajralib chiqadigan energiya kompostlash jarayonidagi kabi issiqlik energiyasi sifatida yo'qotilmaydi balki metan hosil qiluvchi bakterilarning faoliyati tufayli metan molekulariga aylanadi.

Parchalanish jarayonlari uzoq vaqtdan beri ma'lum ko'pib kelgan, ular bizning atmosferamiz butunlay boshqa tarkibga ega ko'pgan taqdirda ham sodir ko'pgan. Metan bakteriyalari Yer sayyorasidagi eng qadimgi organizmlarga ham tegishlidir. Parchalanish jarayonlari juda keng tarqalgan: dengizlar, daryolar va ko'llarning etaklarida (“adashtiruvchi nurlar”); botqoqlarda, kislorod kirmaydigan tuproq qatlamlarida, chiqindilarda, go'ng uyumlarida, guruch etishtirish joylarida

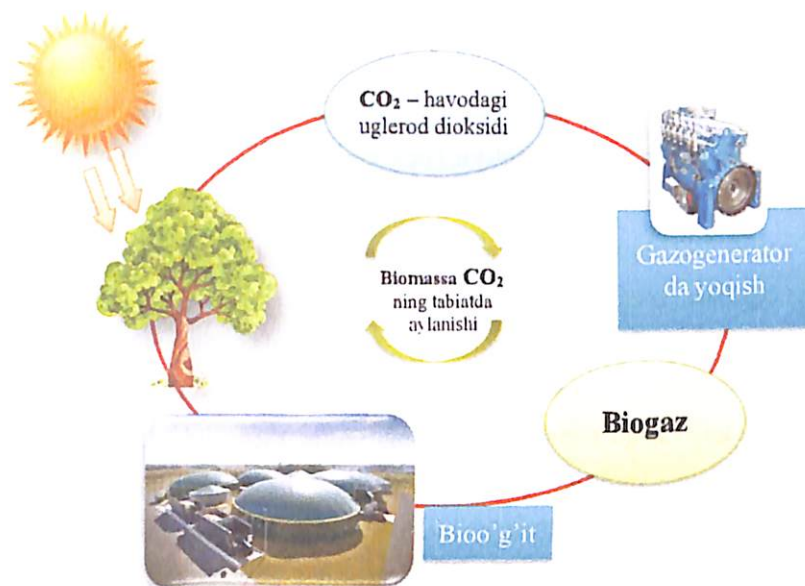
va kavshl qaytaruvchi jonivorlarning go'ngida (ular kuniga 200 litrgacha metan ishlab chiqarishi mumkin). Suvda metan hosil ko'pishi gaz pufakchalarining ko'tarilishi bilan sezish mumkin. Qayerda hosil ko'pganiga qarab, biz botqoq gazi, cherish natijasidagi gaz, oqava suvlar gazlari, ma'dan gazlari, chiqindi poligoni gazlari yoki qishloq xo'jaligidagi biogaz deb atashimiz mumkin.

Umuman olganda, biogazni har qanday organik moddalardan kislorod muhitda olish mumkin. Bakteriyalarning parchalanishi qiyin ko'pgan, masalan, o'rmonli o'simliklar ko'pishi mumkin ko'pgan materialni qayta ishlash uchun etarli vaqt ko'pishi kerak. Bakteriyalarda materialni qayta ishlash va asosiy qiyin kechuvchi jarayon – parchalash uchun yetarli vaqt ko'pishi kerak. Ushbu jarayon oqava suvlarni tozalashda zararli moddalarning organik birikmalarini parchalash uchun maqsadli ravishda qo'llaniladi. Biroq, ba'zi bir substratlariga bunday jarayon uchun maqbul hisoblanadi. Tarkibida muayyan miqdorda suv saqlaydigan bo'tqasimon suyuqliklar – umuman olganda substratlar bijg'itish jarayoni uchun juda mos keladi, chunki ular anaerob sharoitlarga osonlikcha bardosh bera oladi. Yog'och materiali yirik ko'paklari esa kompostlash yoki boshqa usul bilan yaxshi parchalanadi.

Biogaz aralashmasidagi sof metan gazi  $10 \text{ kW} \cdot \text{m}^3$  energetik qiymatiga ega va tabiiy gaz bilan bir xil sanaladi. Agar gaz aralashmasi, masalan, 35 foizlik samaradorlikka ega ko'pgan generator yordamida elektr tokiga aylantirilsa, yalpi  $10 \text{ kW}$  quvvatli gazdan  $3.5 \text{ kW}$  elektr tokini ishlab chiqarish va to'g'ridan to'g'ri elektr ta'minoti tarmog'iga uzatish mumkin.

Biogazdan olingan energiya qayta tiklanadigan energiya turiga kiradi, chunki u organik qayta tiklanadigan substratdan vujudga keladi. Qazib olinuvchi energiya manbalari tugab borayotgani va biogaz qurilmalarida biogaz ishlab chiqarishga ko'proq ahamiyat beradigan muqobil manbalarga ehtiyoj borligi ayni haqiqatdir. Bundan tashqari, biogazdan energiya manbai sifatida foydalanish tabiiy gaz, suyultirilgan gaz, neft va ko'mirning yonishi bilan taqqoslaganda  $\text{CO}_2$  ga nisbatan neytraldir, chunki biogaz yonishida chiqarilgan  $\text{CO}_2$  tabiiy uglerod aylanishining chegarasida ko'padi va vegetatsiya davrida o'simliklar tomonidan

iste'mol qilinadi. Shunday qilib, qattiq yoqilg'idan foydalanishga nisbatan atmosferada  $\text{CO}_2$  konsentratsiyasi ortib ketmaydi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Uglerod dioksidining ( $\text{CO}_2$ ) aylanishi.

Biroq metanning ham kamchiliklari bor: u havoga aralashganda quyosh nuri, ozon va radikal deb ataluvchi (tez reaksiyaga kirishuvchi HO- molekulari) ta'siri ostida juda sekin oksidlanib uglerod dioksidi va suv hosil ko'pishi qiyinlashadi. Uglerod dioksidiga aylangan metan 50% holatda parnik effektini keltirib chiqaradi va eng keng tarqalgan havoni ifloslantiruvchi, parnik effekti hosil ko'pishini keltirib chiqaruvchi gaz (20%) sanaladi. Bundan tashqari, oksidlanish jarayonida u ozon gazini iste'mol qiladi va shu bois stratosferadagi ozon teshigining kattalashishiga sabab ko'padi. Shu bois favqulodda holatlarda gazni kam miqdorda va xavfsiz uglerod dioksidi chiqarish darajasida yoqiladigan gazli mash'ala ham katta ahamiyatga ega.

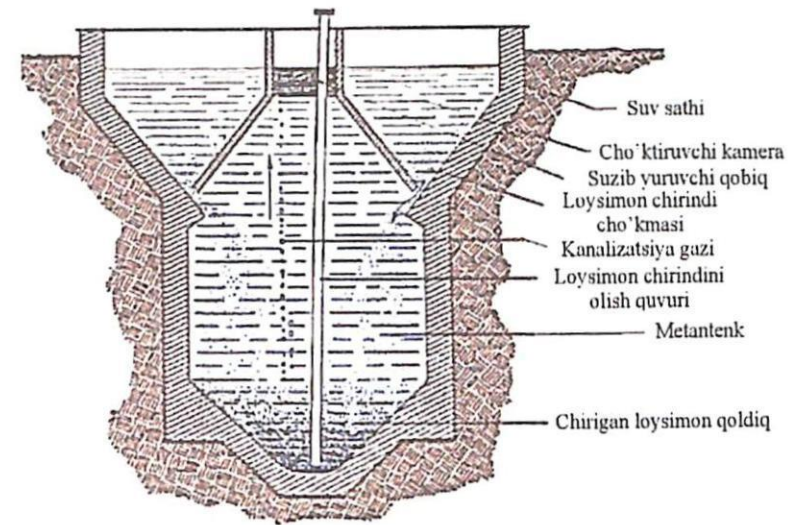
Sanoatlashtirish davridan oldin metan ishlab chiqarish va uning

parchalanishi muvozanatda edi. Bugungi kunda ushbu muvozanat buzilgan: ko'mir, neft va tabiiy gaz qazib olishda atmosferaga ko'p miqdorda yonmagan metan chiqariladi.

### Biogaz texnologiyasining tarixiy ildizlari.

Biogazni birinchi tizimli o'rganish italiyalik tabiatshunos olim Allesandro Volta tomonidan boshlandi, shuningdek u elektr tokini tadqiq qilish bilan ham shug'ullangan va uning sharafiga elektr kuchlanishining o'lchov birligi "Volt" deb nomlangan. 1770 yilda Volta Italiyaning shimolidagi ko'llar cho'kindilarida botqoq gazini ushlab muvaffaq bo'ldi, shundan so'ng u ushbu gazni yoqish bo'yicha tajribalar o'tkazishni boshladi. Ingliz fizigi Faraday ham botqoq gazi bilan tajribalar o'tkazdi va uni uglevodorod sifatida aniqladi. Faqatgina 1821 yilda tadqiqotchi Avogadro metan ( $CH_4$ ) ning kimyoviy formulasini yaratishga muvaffaq bo'ldi. Taniqli frantsuz bakteriologi Paster 1884 yilda qattiq go'ngdan ajratib olgan biogaz yordamida sinovlar o'tkazdi. U dastlab ko'cha yoritgichlari uchun gaz ishlab chiqarishda Parij otxonalari go'ngidan foydalanishni taklif qildi. XIX asrning oxirida anaerob parchalanishni kashf etilishi biogaz texnologiyasi rivojlanishiga juda kuchli turtki bo'ldi, sundan so'ngina oqava suvlarni shu tarzda tozalash imkoniyati yaratildi. 1897 yilda Bombay (Hindiston)dagi kasalxonada yoritish uchun foydalanishga mo'ljallangan birinchi qurilma tayyorlandi va 1907 yilda undan generatorda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun foydalanish boshlandi.

Germaniyada Rur hududidagi kanalizatsiya tozalash inshootining muhandisi Imhoff 1906 yildan boshlab "Emsher qudug'i" deb nomlangan anaerobik, ikki bosqichli oqava suvlarni tozalash tizimlarini qurishga kirishdi (1.2-rasm). (Dastlab, Emsher nomi – Emsher shaxtalaridagi meliorativ ishlar natijasida hosil bo'lgan daryoning nomi edi, ammo keyinchalik sanoat jadal rivojlanishi bilan u mintaqaning katta qismiga xizmat qiladigan kanalizatsiya yo'liga aylandi).



1.2-rasm. "Emsher qudug'i" ning ishlash prinsipi.

Bugungi kunga kelib har bir tozalash inshootida anaerob bosqichlar mavjud ko'pib (1.3-rasm), ishlab chiqarilgan kanalizatsiya gazlari fermentatorlarni isitish yoki issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.



1.3-rasm. Kommunal biogaz qurilmasi (tozalash inshootidagi anaerob bosqich)

Ikkinchi Jahon urushigacha ko'pgan davrlarda kanalizatsiya gazlaridan foydalanish tez tarqalib bordi. Suzib yuruvchi qo'ng'iroq shaklidagi gazgolderlar yaratildi. shu bilan birga biogaz jarayonini tezlashtirish uchun kuchli aralastirgichlar va isitish tizimlarini ham ishlab chiqildi. Korxonalar uchun

tozalangan gaz savdosi bo'yicha talab ortib bordi. Ushbu davrda gazni suvdan, uglerod dioksididan va vodorod sulfididan tozalash, uni temir ballonlarga solib, transport vositalariga yoqilg'i sifatida ishlatish bo'yicha tajribalar keng tarqaldi. Ikkinchi Jahon urushi oldidan va urush paytida Germaniyada "gaz yoqilg'isiga" talabning oshishi sababli oqava suvlarga qattiq organik chiqindilarni qo'shib kanalizatsiya gazini ishlab chiqarishni ko'paytirishga harakat qilishdi. Ya'ni ular bugungi kunda kofermentasiya deb nomlangan usuldan foydalanishgan.

Imhoff tashabbusi bilan Halle shahrida qizilmiya ildizi, kanyan, lignin, o'simliklar va don chiqindilari bilan tajribalar o'tkazildi. Ligninning har bir kilogrammi 19 litr, kaniga 158 l/kg, qizilmiya ildizi ham 365 l/kg gaz ishlab chiqarishi aniqlandi fermentasiya (bijg'ish) davri esa 45 kunni tashkil qildi. Kofermentasiya bilan juda batafsil tajribalar doktor Frants Popel tomonidan ham Amelsfoort (Gollandiya)da amalga oshirildi. O'sha paytlardayoq uy xo'jaligidagi organik qoldiqlar tajriba uchun qo'llana boshlangan edi. Shuningdek, Biogaz ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishiga Shnell o'zining "Biogaz, biz uzoq vaqtdan beri qo'ldan boy bergan imkoniyat" nomli asarida juda yaxshi tarixiy sharh berib o'tgan edi.

### **Qishloq xo'jaligida biogaz sanoatining kelib chiqishi**

Rivojlangan mamlakatlarda yirik shoxli xayvonlar (nafaqat ular) yirik fermalarda va komplekslarda to'planib, boqiladi. Bu esa boshqa mahsulotlar qatori ularni chiqindilaridan (axlatlaridan) atrof-muhitni ifloslantirmasdan foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Hayvon axlatlaridan va oqova suvlaridan oqilona foydalanishni yo'llaridan biri ularni anaerob sharoitda bijg'itishdir. Bu jarayonda axlatni zararsizlantirilib, bir vaqtni o'zida uni eng muhim organik o'g'itlik sifatini saqlab qolgan holda, undan biogaz olish mumkin.

Metanli bijg'itish yoki biometanogenez – biomassani energiyaga aylantirish jarayoni qadim-qadimlardan ma'lum bo'lgan jarayondir. U 1776 yilda Volba tomonidan ochilgan bo'lib, dastlab u botqoqlardagi gazda metan borligini aniqlagan. Mana shu jarayonda hosil bo'ladigan biogaz 65 % metan, 30%

karbonat angidrid, 1% oltingugurt kislotasi ( $H_2S$ ) va unchalik ko'p bo'lmagan miqdorda azot, kislorod, vodorod va uglerod ikki oksidi saqlaydi.

Botqoq gazi, ba'zida klar-gaz ham deb yuritiladi, ko'k-havo rang berib alanganadi, hid chiqarmaydi. Uni tutun chiqarmasdan alanganishi insonlarga o'tin, hayvonlar tezaklari va boshqa yoqilg'ilarga nisbatan kamroq tashvish tug'diradi. 28 m<sup>3</sup> biogaz energiyasi, 16,8 m<sup>3</sup> tabiiy gaz, 20,8 l neft yoki 18,4 l dizel yonilg'isiga tengdir.

Organik chiqindilarni anaerob bijg'itishga asoslangan tozalash inshootlarini birinchisi 1895 yilda Angliyani Ekzezer shahrida qurib ishga tushirilgan edi. Bu inshootni sanitariya vazifasidan tashqari ko'chalarni yoritish uchun elektr energiyasi tayyorlash sarf bo'ladigan biogaz ishlab chiqarish bo'lgan.

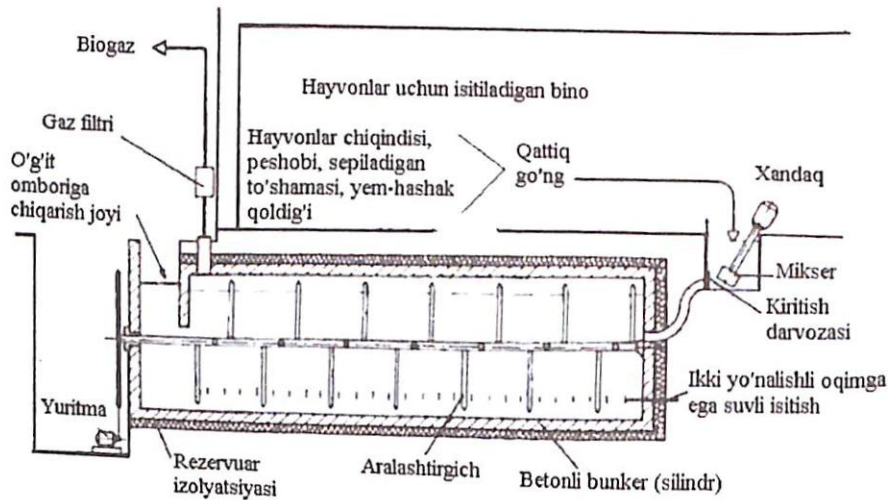
Chiqindilarga anaerob ishlov berish uzoq vaqt suv tozalash stansiyalarini cho'kmalarini va chorvachilikni chiqindilarini mo'tadillash maqsadida ishlatib kelingan. Ammo, 1970 yillardagi energiya tangligi tufayli qishloq xo'jalik hayvonlari chiqindilaridan biogaz ishlab chiqarish g'oyasiga astoydillik bilan qaraladigan bo'ldi. Go'ngni anaerob bijg'itish orqali biogazga aylantirish jarayoni mustahkam yopiladigan maxsus idishlar – biogaz uskunalarida olib boriladi. Ma'lumki, hayvonlar o'simliklar asosida yaratilgan ozuqa energiyasini yomon hazm qiladi va ularning yannidan ko'prog'i organizmga so'rilmadan axlat, go'ng holatida chiqib ketadi. Eng avvalo hayvonlardan chiqqan bu chiqindidan organik o'g'it sifatida foydalaniladi. Buni o'rniga ushbu chiqindidan tiklanadigan energiya manbai sifatida foydalansa bo'ladi. Bundan tashqari, go'ngni bijg'itish uni dezodaratsiya qilinadi (zararsizlantiriladi), gelmentlarini hamda yovvoyi o'simliklar urug'larini yo'qotadi, o'g'itsimon moddalarni yengil so'riladigan shaklga (mineral shaklga) o'tkazadi. O'simliklar uchun ozuqaviy moddalar miqdori: azot, fosfor, kaliy butunlay yo'qolmaydi.

Urushdan keyingi davrda qishloq xo'jaligi biogaz xom ashyosini potensial etkazib beruvchisi sifatida qarala boshlandi. 1947 yilda Imxof bir sigirning go'ngidan shaharda yashovchi bir kishi uchun tog'ri keladiga kanalizatsiya chiqindisiga qaraganda yuz baravar ko'proq gaz ishlab chiqarilishi mumkinligini



ta'kidladi.

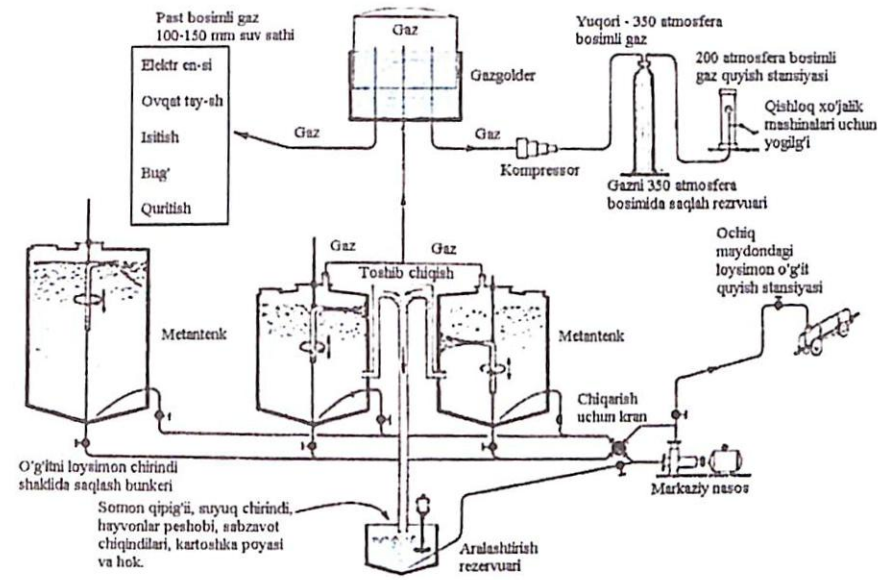
1947 yilda Darmshtadt Texnik universiteti kichik qishloq xo'jalik korxonalarini uchun "Darmshtadt tizimi" deb ataladigan gorizontal fermentatorli biogaz qurilmasini tayyorladi. Ushbu prinsipga ko'ra, Roysch ham Xohenshteynda (Württemberg federal shtati) 1959 yilda 6000 nemis markasi sarflab o'zining mash'hur biogaz qurilmasini tayyorlab ishga tushirdi (1.4-rasm). Qurilmaning boshqa taniqli turlari Berlin va Myunxenda (qoramol go'ngi asosida ishlovchi) ishlab chiqilgan.



1.4-rasm. Roysch biogaz qurilmasi: kesim ko'rinishi, Bernlox shahri (Maurer chizgan rasmlarga ko'ra [29]).

Dastlabki vaqtdan boshlab qishloq xo'jaligi texnikalari kuratoriysi biogaz ishlab chiqarishning yangi texnologiyasi ustida ish olib bordi va gumus va metanni biologik ishlab chiqarish bo'yicha ishchi guruhini tuzdi.

1950 yilda Allerhopda Selle yaqinida (Quyi Saksoniya federal shtati) Schmidt-Eggerglus tizimi ostida birinchi yirik qishloq xo'jaligi biogaz qurilmasi ishga tushirildi. Shmidt-Eggerglus kompaniyasi ketma-ket rezervuarlar prinsipi bo'yicha 20 ga yaqin biogaz qurilmasi qurib ishga tushirdi (1.5-rasm).



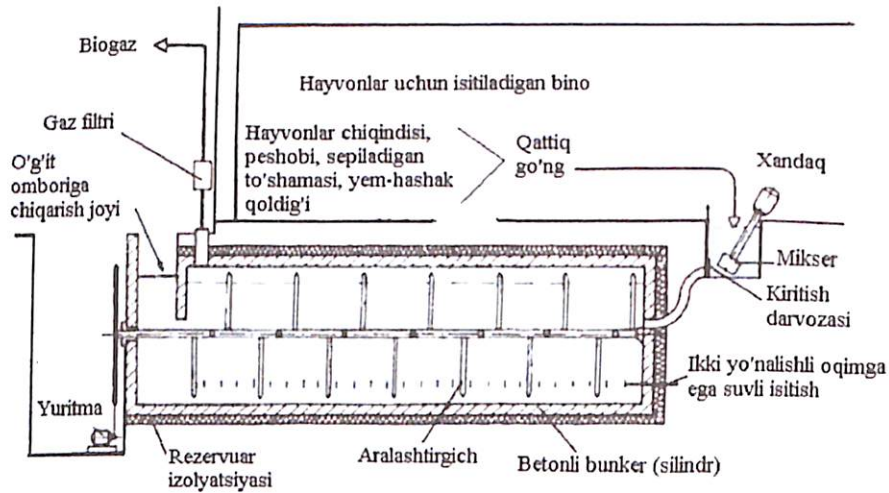
1.5-rasm. Biogumus va gaz ishlab-chiqarish qurilmasi sxemasi. Shmidt-Eggerglus tizimi.

Doktor Valter Eggerglus, Ferdinand Shmidtning kuyovi, o'sha davrning taniqli biogaz mutaxassillaridan biri edi. U o'ta bijg'itilgan substratning ta'sirini yana bir bor ta'kidlash uchun "bigugaz" nomini o'ylab topdi. U paytlarda substrat sifatida faqat qattiq go'ngdan foydalanilgan ko'pib uni rezervuarda suv va organik chirindi bilan aralashtirilgan. suyuq go'ngni uzatish uchun qurilma yo'q edi. 1950-yillarda ishlab Germaniyada ishlab chiqarilgan biogaz qurilmalarining umumiy soni taxminan 50 tacha ko'pib, ularning aksariyati past samara bilan ishlaganligi bois ekspluatatsiyadan to'xtatilgan.

1955 yilda "neft vasvasasi" boshlandi. O'sha paytda, dizel narxi 0,20 nemis markasi/litr (0,10 yevro/litr) edi. 1972 yilgacha narxlar pasaydi va 0,08-0,10 nemis markasi/litr (0,04-0,05 yevro/litr) gacha tushdi. Shu bilan birga, mineral o'g'itlarning ommaviy iste'moli oshdi. Ikkita qurilmadan tashqari barcha biogaz qurilmalari to'xtatildi, bular Benediktlar monastiri hududida mustaqil ravishda

ta'kidladi.

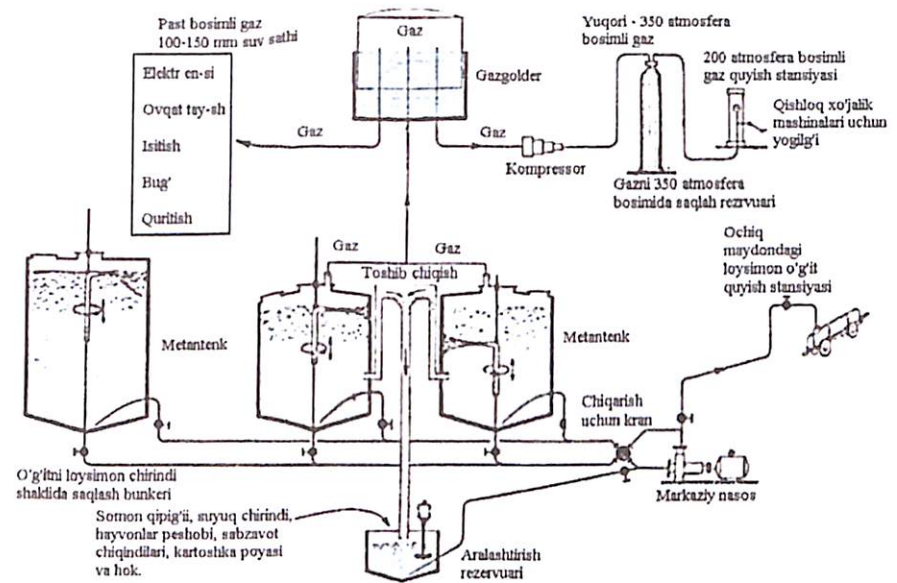
1947 yilda Darmshtadt Texnik universiteti kichik qishloq xo'jalik korxonalarini uchun "Darmshtadt tizimi" deb ataladigan gorizontall fermentatorli biogaz qurilmasini tayyorladi. Ushbu prinsipga ko'ra, Roysh ham Xohenshteynda (Württemberg federal shtati) 1959 yilda 6000 nemis markasi sarflab o'zining mash'hur biogaz qurilmasini tayyorlab ishga tushirdi (1.4-rasm). Qurilmaning boshqa taniqli turlari Berlin va Myunxenda (qoramol go'ngi asosida ishlovchi) ishlab chiqilgan.



1.4-rasm. Roysh biogaz qurilmasi: kesim ko'rinishi, Bernlox shahri (Maurer chizgan rasmlarga ko'ra [29]).

Dastlabki vaqtdan boshlab qishloq xo'jaligi texnikalari kuratoriysi biogaz ishlab chiqarishning yangi texnologiyasi ustida ish olib bordi va gumus va metanni biologik ishlab chiqarish bo'yicha ishchi guruhini tuzdi.

1950 yilda Allerhopda Selle yaqinida (Quyi Saksoniya federal shtati) Schmidt-Eggerglus tizimi ostida birinchi yirik qishloq xo'jaligi biogaz qurilmasi ishga tushirildi. Schmidt-Eggerglyus kompaniyasi ketma-ket rezervuarlar prinsipi bo'yicha 20 ga yaqin biogaz qurilmasi qurib ishga tushirdi (1.5-rasm).

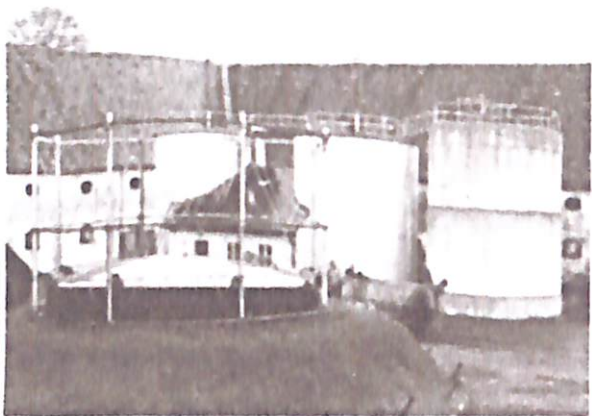


1.5-rasm. Biogumus va gaz ishlab-chiqarish qurilmasi sxemasi. Shmidt-Eggerglus tizimi.

Doktor Valter Eggerglus, Ferdinand Shmidtning kuyovi, o'sha davrning taniqli biogaz mutaxassilaridan biri edi. U o'ta bijg'itilgan substratning ta'sirini yana bir bor ta'kidlash uchun "bigugaz" nomini o'ylab topdi. U paytlarda substrat sifatida faqat qattiq go'ngdan foydalanilgan ko'pib uni rezervuarda suv va organik chirindi bilan aralastirilgan, suyuq go'ngni uzatish uchun qurilma yo'q edi. 1950-yillarda ishlab Germaniyada ishlab chiqarilgan biogaz qurilmalarining umumiy soni taxminan 50 tacha ko'pib, ularning aksariyati past samara bilan ishlaganligi bois ekspluatatsiyadan to'xtatilgan.

1955 yilda "neft vasvasasi" boshlandi. O'sha paytda, dizel narxi 0,20 nemis markasi/litr (0,10 yevro/litr) edi. 1972 yilgacha narxlar pasaydi va 0,08-0,10 nemis markasi/litr (0,04-0,05 yevro/litr) gacha tushdi. Shu bilan birga, mineral o'g'itlarning ommaviy iste'moli oshdi. Ikkita qurilmadan tashqari barcha biogaz qurilmalari to'xtatildi, bular Benediktlar monastiri hududida mustaqil ravishda

qurilgan Roysh/Xoenshteyn va Shmidt-Eggerglus biogaz qurilmalari edi. 1955 yilda qurilgan (1.6-rasm).



1.6-rasm. Benediktlar monastiri biogaz qurilmasi.

### **Benediktlar monastirining biogaz qurilmasi**

Qurilma ikkita fermentasiya minorasi, bitta saqlash minorasi, gaz hisoblagichi va dvigatel xonasidan iborat bo'lib, yiliga 86,400 m<sup>3</sup> gaz ishlab chiqarish uchun 112 bosh qoramolga mo'ljallangan. Qurilish vaqtida uning narxi 72,500 yevroni tashkil etdi va uning texnik xizmatlari uchun 12,500 yevro sarflandi.

Biogazni monastir oshxonasida ovqat tayyorlash uchun ishlatilgan, ortiqcha qismi MAN dizel dvigatelidan foydalanilgan holda elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. 1977-79 yillarda issiqlik almashinuvi texnologiyasidan foydalanish tufayli somon shaklida xom ashyolar asosida va kichikroq hajmdagi bijg'itish rezervuarida boshiga 2,9 m<sup>3</sup> YShQ/kun (yirik shoxli qoramoldan kuniga) gaz ishlab chiqarishga erishildi.

### **Neft inqirozining oqibatlari**

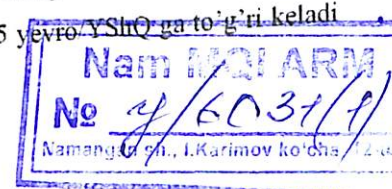
Biogaz texnologiyalarini rivojlanishidagi ikkinchi yuksalish 1972/73 yillardagi neft inqirozidan keyin boshlandi. 1974 yil mart oyida qishloq xo'jaligi texnikalari kuratoriysi muqobil energiya manbalarini izlashning global tendensiyasi ta'siri ostida atrof-muhitni muhofaza qilish jihatlarini qamrab olgan

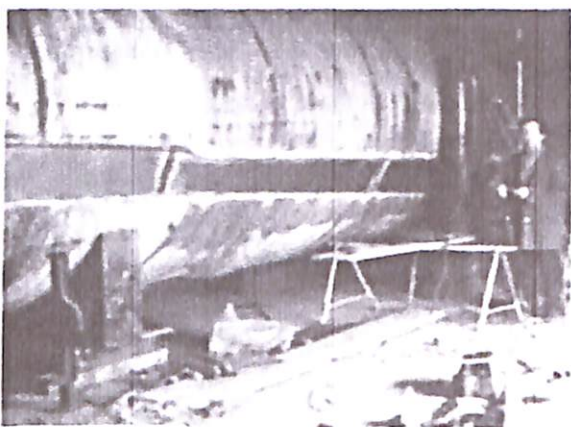
“Bugungi kunda biogaz qay darajada muhim?” professional diskussiyasini tashkillashtirdi va ko'pgina fermerlar, ixtirochilar, kompaniyalar va ilmiy-tadqiqot institutlari biogaz texnologiyalarini jadal rivojlantirishga kirishdilar.

Doktor Eggerglus ham ushbu jarayonda o'z kuchini sarf qildi. Shuningdek, biogaz sohasida yana bir faol pionerlardan biri 1953 yilda Unterzontxaymda biogaz qurilmasini qurgan dehqon va deputat Frits Veber edi. 1962 yilda u Georgenau shahrida qisman anaerobik sharoitda ishlaydigan takomillashtirilgan qurilmasini qurdi va unda somon qobig'ining suzib chiqishi, zarurat ko'pganda ushlab qolish mumkin bo'lgan sharoitni ongli ravishda hosil qildi.

1980 yilda Bavariyada 15 ta ishlab turgan biogaz qurilmasi mavjud ko'pgan (taqqoslash uchun: bugungi kunda 1000 dan ortiq), Baden-Vürtembergda esa 10 ta. V. Finger 1985 yilda nashr etgan “Yevropadagi biogaz qurilmalari” asarida Germaniyada 75 ob'ekt haqida eslatib o'tilgan, lekin ularning ba'zilari oxirigacha qurib bitkazilmagan. O'sha paytda biogaz texnologiyasining tarqalishi bo'yicha janubning shimoliy Germaniyadan ustunligi katta bo'lgan. Qurilmalarning aksariyati, taxminan 80%i Bavariya va Baden-Vürtembergda joylashgan, qolganlari boshqa federal shtatlar orasida tarqalgan edi. Mamlakat janubida bunday keng tarqalishining sababi birinchi navbatda yirik korxonalarda chorvachilikni rivojlantirish va biogaz bo'yicha mutaxassislarning faol maslahatlari bilan bog'liq edi. Foydali islanmalar bilan bir qatorda bugungi kunda ham ma'lum bo'lgan negativ holatlar mavjud edi: iliq suvda suzib yurgan barabanli reaktor, chorva molxonasi ostidagi biogaz qurilmalari va yetti siklli ixcham uskuna... – bular noto'g'ri rivojlanish yo'llari edi. Mavjud mashina va uskunalarni biogaz ishlab chiqarish texnologiyasi talablariga moslashtirish ushbu davrda hal qiluvchi omillardan hisoblandi: go'ng uchun maxsus rezervuarlardan foydalanish, elektr dvigatelli aralastirgichlardan foydalanish.

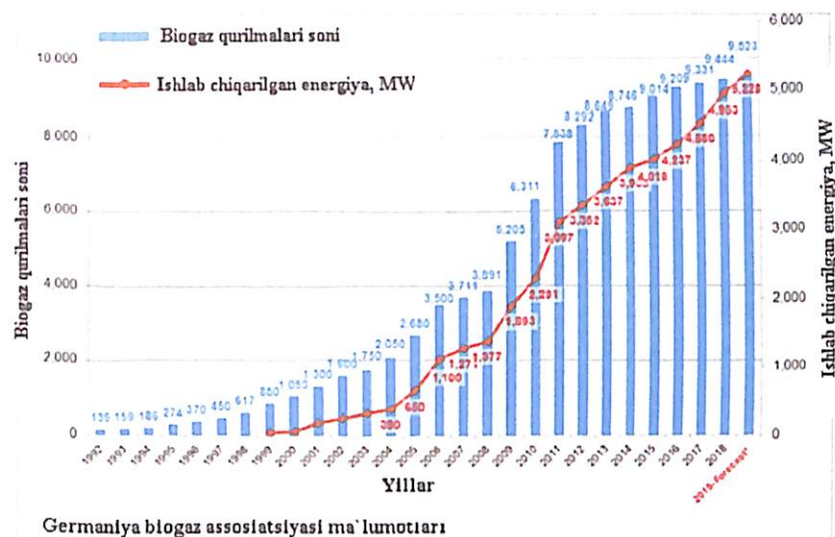
Qurilmalarning ko'p qismi 1980-1985 yillarda qurilgan. Rudelshofendagi Yoxann Saydmayer oldin ishlatilgan va yaroqli komponentlardan foydalangan holda eng yaxshi va arzon qurilmani qurdi va u 165 yevro YShQ ga to'g'ri keladi (1.7-rasm).





1.7-rasm. Biogaz qurilmalari harakati pioneri Yoxann Saydmayer sistemadan tayyorlangan gorizontal hijogaz qurilmasi qurilishi jarayonida.

### Germaniyada biogaz qurilmalari soni va ular tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmining o'sishi



1.8-rasm. 1992 yildan 2018 yilgacha Germaniyada qishloq xo'jaligiga biogaz qurilmalari sonining o'sishi.

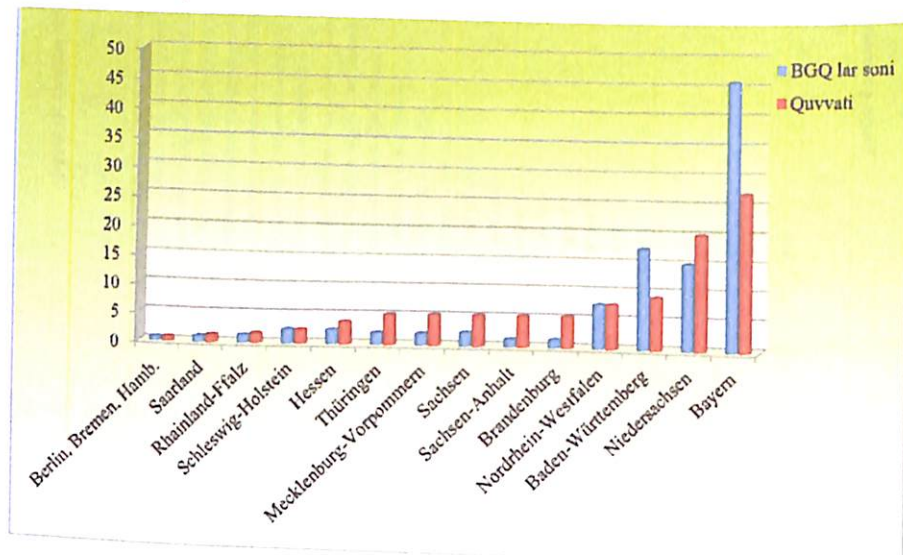
1990 yildagi "Ishlab chiqarilgan elektr energiyasini tarmoqqa uzatish" va 2000 yildagi "Qayta tiklanadigan energiya manbalari" to'g'risidagi qonunlar.

Biogaz qishloq xo'jaligi qurilmalarini rivojlanishining uchinchi to'liqini 1990 yilda biogaz yordamida olingan elektr energiyasini tarmoqqa etkazib berish uchun to'lovlarni qonuniy tartibga solish natijasida boshlandi. Bundan maqsad esa iqtisodiyotda qayta tiklanadigan manbalardan foydalanishni qo'llab-quvvatlash edi. Biogazdan elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun yuqori va kafolatlangan rag'batlantirishlarni ko'zda tutadigan 2000 yillarda yangi qonunlar qabul qilinishi tufayli biogaz qurilmalarini rivojlantirishning ushbu to'liqini bugungi kungacha dunyo bo'yicha davom etmoqda.

Issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda yangi, arzon va kompakt agregatlarni

joriy qilinishi, mukammal darajadagi gazgolderlar va havo haydash orqali oltingugurtdan tozalanishi sababli va hokazolar intensiv kofermentasiya rivojlanish uchun qo'shimcha turtki bo'ldi. Bundan tashqari Germaniyaning birlashishi ham ushbu hududlarda sohaga impuls berdi.

Sobiq GDR hududida umumiy sig'imi 9000 m<sup>3</sup> gacha 9 ta yirik biogaz qurilmalari mavjud edi.



1.9-rasm. Qurilmalar miqdori % (barcha qurilmalarga nisbatan)  
O'rnatilgan quvvati % (umumiy quvvatga nisbatan).

### 2004 yildagi Yevropa Ittifoqining Energiya to'g'risidagi yangilangan qonuni orqali qayta tiklanadigan xom ashyolardan energiyani targ'ib qilish va rag'batlantirish

2004 yilda Yevropa Ittifoqi biogazdan foydalanishni butun tarixda misli ko'rilmagan rivojlanishiga turtki beradigan yangilangan qonun qabul qildi. Imtiyozlar bilan bir qatorda, u biogaz qurilmalari egalariiga, ayniqsa, biogaz qurilmasiga yetishtirilgan energiya ekinlarini qayta ishlash uchun, ishlab chiqarilgan elektr energiyasining har kW uchun 6 sentdan qo'shimcha rag'batlantirishni taqdim etdi. Ushbu bonus birinchi marta nafaqat chorvachilik

fermalarida biogaz ishlab chiqarishni, balki faqat qayta tiklanadigan xom-ashyolardan foydalangan holda biogaz ishlab chiqarishni amalga oshiradigan mayda fermalarni yaratishga imkon berdi.

### Biogaz bugun.

1993 yilga qadar Germaniyada biogaz qurilmalari soni 250 dan oshdi, ulardan taxminan 130 tasi Bavariyada va 80 tasi Baden-Vyurtembergda joylashgan. Faqat 1990 yildan boshlab elektr energiyasini jamoat tarmoqlariga sotish imkoniyatini kafolatlaydigan qonunning paydo ko'pishi, bunday energiya uchun atigi 10 sent/kW miqdorida to'lov amalga oshirilgan ko'psa, 2000 yilga kelib ushbu qurilmalar soni deyarli to'rt baravar oshib 1000 ta ga yetdi.

Elektr tarmog'iga etkazib beriladigan elektr energiyasi tariflarining oshishi va elektr energiyasini sotib olish kafolati (2000 yil) to'rt yil davomida qurilmalar sonining 250% ga oshishiga olib keldi. Yevropa Ittifoqining qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish to'g'risidagi qonuni qabul qilingandan so'ng, 2004 yilda to'liq oldinga siljish ro'y berdi, shundan so'ng atigi bir yil ichida zavodlar soni 4000 ga oshdi (1.8-rasm).

Shunday qilib, Germaniya qishloq xo'jaligida foydalaniladigan biogaz qurilmalari soni bo'yicha ushbu sohada Yevropa yetakchisiga aylandi.

### Biogaz yoqilg'isi.

*Biogaz – organik chiqindilarni chiritish, bijg'itish orqali hosil qilinadigan metan yoki vodorod aralashmali gazdir.*

Biogaz hosil qilish biomassani parchalash orqali bakteriyalar ta'sirida amalga oshiriladi.

Biogazning ishlab chiqarilishida agrosanoat komplekslari asosan organik chiqindilar, seluloza kabi turili xom-ashyolarga boydir. Organik chiqindilarni biogazga aylantirish murakkab bio-kimyoviy jarayon natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayon biomassani fermentasiya qilish deb ataladi. Bunda faqatgina bakteriyalar orqali amalga oshiriladi va fermentator deb nomlangan maxsus qurilma yordamida amalga oshiriladi.

*Biovodorod – biomassadan termokimyoviy usulda olingan yoki biokimyoviy*

*usulda olingan vodorod*. Biovodorod – 3-avlod bioyoqilg'isi hisoblanadi. Ko'p hollarda biogaz hayvon chiqindilaridan olinadi. Biogaz metan va is gazi aralashmasi bo'lib, bunda bijg'itish jarayoni maxsus reaktor yordamida amalga oshiriladi. Biogaz yoqilganda olinadigan energiya dastlabki materialning 60 % dan 90 % gacha yetadi.

Biogaz har xil masshtabli qurilmalarda ishlab chiqariladi.

1. Kichik qurilmalarda qishloq xo'jaligi chiqindilar va maishiy chiqindilar qayta ishlanadi.

2. Katta kombinasiyalangan qurilmalarda qishloq xo'jaligi mahsuloti, chorvachilik, fermer xo'jaligi mahsulotlardan qayta ishlanadi. Bunday qurilmali fabrika Yevropada 50 ta bo'lsa, shuni 18 tasi Daniyada joylashgan.

AQSH ning Energetika Departamenti „Aquatic Species Programm“ dasturi bo'yicha 1978 yildan 1996 yilgacha yog' miqdori ko'p bo'lgan suv o'simliklari tadqiqotini olib bordi. Tadqiqotchilar Kaliforniya, Havayi oroli, Meksikaning ochiq irmoqlarida suv o'simliklar o'stirish uchun qulay degan qarorga keldilar. 6 yil mobaynida suv o'simliklari 1000 m<sup>2</sup> maydonda o'stirishdi.

Biogaz AQSH avtomobil yoqilg'isini 5 % ini tashkil qiladi. Foydalanilgan 200 ming gektar – bu AQSH ning suv o'simliklari o'stirish mumkin bo'lgan yerlarning 0.1% idir.

3. Biogaz – tabiiy gazni o'rniga ishlatiladigan gazdir. Biogazdan yoritish, isitish, ovqat tayyorlash, elektrogeneratorni harakatga keltirishda foydalaniladi.

4. Yaqindagina o'simliklarni qayta ishlash natijasida vodorod olish mumkinligi qayd etildi. Ekologik nuqtai nazardan bu ideal yoqilg'i bo'lib yuqori issiqlik hosil qilish quvvatiga ega, ya'ni solishtirma yonish issiqligi 120÷140 MJ/kg (yoki 120 MJ/m<sup>3</sup>) teng. Vodorod zararli kirishmalar hosil qilmasdan yonadi.

#### **Biomassa**

*Biomassa* – kelib chiqishi barcha o'simliklar, yog'ochsimonlar va chorva mollari kabilar bilan bog'liq bo'lgan organik moddalar majmuasidir. Eng istiqbolli energiya manbalaridan biri biomassadir.

Biomassadan qattiq, suyuq, gaz yoqilg'isi kabilar olinadi.

Biomassadan suyuq yoqilg'ini ishlab chiqarish Yevropa ittifoqi mamlakatlarida o'sib bormoqda. Bunga sabab davlatlardagi iqtisodiy siyosat tufaylidir.

Biomassa manbalari 3 guruhga bo'linadi:

- a) Yer ustida energetik maqsadda maxsus o'stiriladigan o'simliklardan olinadigan biomassa;
- b) Har hil organik qoldiqlar va chiqindilardan olinadigan biomassa;
- c) Bu suv o'simliklari, dengiz o'simliklari, gigant laminariyalar kabildan olinadigan biomassa.

Biomassa namlikka bog'liq holda *termokimyoviy* va *biologik* usullar bilan qayta ishlanadi:

- *Past namlikli biomassa*. Qishloq xo'jaligi va shahardan chiqayotgan qattiq chiqindilarni termokimyoviy usulda qayta ishlanadi. Bunda to'g'ridan-to'g'ri yoqish, proliz yani termik parchalash, achitish, va gidrolizlardan foydalaniladi. Natijada suv bug'i, elektroenergiya, yoqilg'i gaz, vodorod, suyuq yoqilg'i, yog'och ko'mir glyukozalar olinadi. Bu biomassani termokimyoviy qayta ishlash hisoblanadi;
- *Yuqori namlikli biomassa*. Bu biomassa turg'un suv, mayshiy chiqindilar, organik chiqindilar, gidroliz mahsulotlari biologik usulda qayta ishlanadi. Bunda anaerob chiritish (bijg'itish) va fermentasiya usullari qo'llaniladi. Biomassadan quyudagi maqsadlar uchun foydalaniladi:
  - Energetik maqsadlar uchun: birlamchi biomassa asosan an'anaviy qazib olinadigan yoqilg'ini o'rnini bosadigan yoqilg'i sifatida foydalaniladi;
  - Energiya sifatida foydalanish: bu o'rmon materiallari chiqindilaridan foydalanishdan, yog'ochsimonlarni qayta ishlov berishdan hosil bo'lgan uyumlardan foydalangan holda;
  - Asosiy yoqilg'i sifatida: isitish ta'minoti uchun dohqozonlarda yoqilg'i sifatida foydalaniladi.

## Organik chiqindilar biokonversiyasi

Ekologik muammolarni keskinlashuvi, qayta tiklanmaydigan energoresurslar zahirasini tobora kamayib borishi, ularni tan narxi oshishi, organik chiqindilarni qayta ishlash, ularni issiqlik va boshqa turdagi energiyaga aylantirish muammosini tezroq hal qilishni biotexnologiyaning eng dolzarb masalalari qatoriga ko'tarib qo'ydi.

Ma'lumki, hayvonlar o'simliklar asosida yaratilgan ozuqa energiyasini yomon hazm qiladi va ularning yarmidan ko'prog'i organizmga so'rilmasdan chiqindi, go'ng holatida chiqib ketadi. Eng avvalo hayvonlardan chiqqan bu chiqindidan organik o'g'it sifatida foydalaniladi. Ushbu chiqindidan qayta tiklanadigan energiya manbai sifatida foydalanish ham mumkin. Rivojlangan mamlakatlarda yirik shoxli qoramollar yirik fermalarda va komplekslarda to'planib boqiladi. Bu esa boshqa mahsulotlar qatori ularning atrof-muhitni ifloslantirmasdan foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Hayvonlar go'ngidan va oqava suvlaridan oqilona foydalanishni yo'llaridan biri ularni anaerob sharoitda bijg'itishdir. Bu jarayonda go'ngni zararsizlantirilib, bir vaqtini o'zida uni eng muhim organik o'g'itlik sifatini saqlab qolgan holda, undan biogaz olish mumkin. Metanli bijg'itish yoki biometanogenez – biomassani energiyaga aylantirish jarayoni qadim-qadimlardan ma'lum bo'lgan jarayondir. U 1776 yilda Volta tomonidan ochilgan bo'lib, dastlab u botqoqlardagi gazda metan borligini aniqlagan. Mana shu jarayonda hosil bo'ladigan biogaz o'rtacha 55-75 % metan, karbonat angidrid, 1 % oltingugurt kislotasi ( $H_2S$ ) va unchalik ko'p bo'lmagan miqdorda azot, kislorod, vodorod va uglerod ikki oksidi saqlaydi.

Botqoq gazi (biogaz), ko'k-havo rang berib alanganadi, hid chiqarmaydi. Uni tutun chiqarmasdan alanganishi insoniyatga o'tin, hayvonlar go'ngi va boshqa yoqilg'ilarga nisbatan kamroq muammo tug'diradi. 28 m<sup>3</sup> biogaz energiyasi – 16,8 m<sup>3</sup> tabiiy gaz, 20,8 l neft yoki 18,4 l dizel yonilg'isiga teng.

### 1.2. Biogaz qurilmasini qurish kimga foyda keltiradi?

Biogaz qurilmalarini quradigan fermerlar, odatda, shunday maqsadni

ko'zlaydilar: energiya ishlab chiqarish. Bundan tashqari, 1.1-jadvalda keltirilgan boshqa ijobiy omillar ham qurilmaning afzalliklarini belgilaydi. Har bir korxonaga uchun sanab o'tilgan afzalliklar o'z ahamiyatiga egadir, shuning uchun bunday jadvallarni tuzishda ustuvorlik bo'yicha ko'plab fikr yuritish mumkin. Substratning yetarli darajada parchalanishi bilan hosil ko'padigan yoqimsiz hidni kamaytirish aholi zich joylashgan hududlarda joylashgan fermerlar uchun muhimdir. Ba'zida biogaz qurilmasining qurilishi fermer xo'jaliklari sonining ko'payishi (chorva mollari sonining ko'payishi) ga sabab ko'padi. Ba'zida yoqimsiz hidlarning o'zi biogaz qurilmalarining qurilishiga qarshi munosabatlarni vujudga keltiradi.

Atrof-muhit nuqtai nazaridan eko-korxonalar uchun azotni fermentasiya orqali qayta ishlab uni saqlash uchun yaroqli moddaga aylantirish katta qiziqish uyg'otadi. Kelajakda ish joylarini yaratish fermer xo'jaligining egasi uchun biogaz qurilmasini qurish uchun argument ko'pishi mumkin. Ferma uchun oqava suvlarni kanalizatsiya quvurlariga ulash o'rniga biogaz qurilmasiga to'kish muhim bo'lishi mumkin. Ushu qo'llanmada biogaz ishlab chiqarishning atrof-muhitga ta'siri ham batafsil yoritilgan. Asosan, biogaz qurilmasining qurishda quyidagi jihatlarni hisobga olish kerak:

- ⚡ Biogaz qurilmasi yordamida inqiroz sharoitida korxonani tiklab yuborish imkoniyati kam. Ammo biogaz qurilmalari samarali ishlayotgan korxonalarining ish unumdoligini saqlashga yordam beradi;
- ⚡ Biogaz qurilmasiga uchun investitsiya kiritish uzoq muddatga mablag' qo'yilishini talab etadi. Shuning uchun, qurilma uning istiqbolini mukammal hisob-kitob qilgan holda o'rnatilishi kerak!
- ⚡ Biogaz qurilmalari sonining ko'payishi sababli, ba'zi hududlarda substrat yetishtirish uchun joylar yetishmovchiligi yuzaga keladi, bu esa o'z navbatida yerni ijaraga olish narxini oshiradi. Bu esa qurilma egalari uchun bevosita ijaraga yoki xom-ashyoni sotib olish bilan bog'liq katta riskni anglatadi. Shuning uchun, uzoq muddatli xom-ashyo resurslari bazasiga ega ko'pish borasida mukammal hisob-kitoblarni amalga oshirish juda muhimdir;

- ↓ O'simliklarning rentabelligi, ishlab chiqarilgan energiya uchun katta daromadga qaramay, oson yo'qotish kuzatiladi. Elektr energiyasini sotib olish kafolatlangan ko'psada, xom-ashyo va ijara narxlari narxidan tashqari, issiqlik energiyasidan foydalanish ham hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun issiqlik energiyasidan foydalanish yuqori samara beruvchi, puxta va mukammal konsepsiya ishlab chiqishga arziydi;
- ↓ Metan bakteriyalariga alohida e'tibor qaratish zarurdir. Bu shuni anglatadiki, biogaz qurilmasining muvaffaqiyatli ishlashi maxsus bilimlarni talab qiladi. Shuning uchun ham kadrlarni tayyorlash va ularning malakasini oshirish, unlarda tegishli ko'nikmalarni hosil qilishga e'tibor qaratish lozim;
- ↓ Nazorat va profilaktik ishlarisiz ekspluatatsiya mumkin emas. Tayyor bo'lmaganlar, ya'ni qurilma turiga va o'lchamlariga ko'ra kuniga kamida 1 soat vaqt sarflay olmaydiganlar – yaxshisi bu ishni kirishmaganlari ma'qul;
- ↓ Qurilmada ishlab chiqqan va shudgorga olib kelingan go'ng tarqatilgandan keyin ammiak yo'qotilishi xavfi mavjud. Shuning uchun, shlang orqali yerga oziqlanadigan maxsus jihozlardan foydalanish maqsadga muvofiq (1.10-rasm).



1.10.-rasm. Shlang texnologiyasi go'ngni yerga sirtiga yaqin joylash bilan birga azotni yo'qotilishining oldini oladi.

Ushbu sharoitlarni hisobga olgan holda, katta biogaz qurilmalaridan

foydalanish quyidagi sharoitlarda e'tiborli va o'rinni bo'lishi mumkin:

- Yevropa Ittifoqi hududida biogaz qurilmalari yordamida olingan elektr energiyasi uchun to'lovlar va narxlari qonun tomonidan tartibga solinadi. Bu esa hozirgi paytda pasayib bormoqdaki, uning foydali jihatlari quyidagicha: ishlab chiqarilgan elektr energiyasining narxi sotiladigan narxdan yuqori bo'lsa; kelajakda energiya iste'molining maksimum ("cho'qqi") larini yengib o'tish yoki tekislash shart ko'pmay qoladi, faqat buni biogaz qurilmalaridan foydalanib yo'lga qo'yish mumkin;
- Kamida 100 bosh qoramol va uning go'ngi bo'lishi kerak;
- Mustaqil ravishda bajarilgan qurilish ishlarining aksariyati isroflarni kamaytirishga yordam beradi, rentabellikni sezilarli darajada yaxshilaydi va kelajakda muammolarni bartaraf etish uchun foydali bo'lgan zarur bilimlarni beradi;
- Faqatgina qayta tiklanadigan manbalarda ishlaydigan energiya manbalari foydalaniladigan yer ijara narxi bilan bog'liq risklarni qoplash uchun energetik o'simliklar o'sadigan katta maydonlarga ega bo'lishi kerak. Asosan sotib olingan xom ashyo yoki ijaraga olingan yerlarda ishlaydigan qurilmalar uchun uzoq muddatli ijara va energiya etkazib berish shartnomalarini tuzish orqali ushbu risklarni kamaytirishi mumkin;
- Agar tegishli turdagi chiqindilarini arzon va uzoq vaqt davomida olish imkoni bo'lsa, xo'jalikdagi o'rnatilgan qurilmaning rentabelligiga va o'g'it sotib olish harajatlarini tejashga ta'sir qilishi mumkin. Qurilmaning rentabelligi kosubstratlarni olishga bog'liq bo'lmisligi kerak yoki hech bo'lmaganda uzoq muddatli shartnomalar bilan kafolatlanishi kerak.
- Suyuq organik chiqindilarni utilizatsiya qilish bilan bog'liq muammolarga duch kelgan jamoalar va firmalar ularni biogaz texnologiyasidan foydalangan holda hal qilishlari mumkin.
- Agar go'ng uchun rezervuarlarni o'rnatish zarurati tug'lsa, ulardan biogaz ishlab chiqarishda muvaffaqiyatli foydalanish mumkin.
- Noxush hidli chiqindi saqlash va tashish bilan bog'liq muammolarga duch



keladigan fermerlar biogaz qurilmasidan katta foyda olishlari mumkin.

- Suv saqlash inshootlari hududidagi qishloq xo'jalik yerlarini tuproqdagi namlikka kiradigan nitratlardan himoya qilishi mumkin.
- Ekologik qishloq xo'jaligi, chiqindsiz xo'jaliklar, qishloq xo'jaligining resurslaridan uzoq muddatli foydalanuvchi, atrof-muhitni muhofaza qilish sohasidagi xo'jaliklar buning uchun eng yaxshi vositaga ega bo'ladilar.

Biogaz texnologiyalaridan foydalanishning maqsadlari:

- Yuqori kaloriyali energiya ishlab chiqarish
- Yuqori sifatli o'g'itlar ishlab chiqarish
- Yoqimsiz hidlarning intensivligini pasayishi
- Agressiv yemirilishlar ta'sirini kamaytirish
- Havoning ammiak va metan bilan ifloslanishini kamaytirish
- Oziqlantiruvchi moddalar isrofining oldini olish
- Tuproqdagi nitrat miqdorini kamaytirish
- O'simliklar salomatligini yaxshilash
- Begona o't urug'larining urug'lanish qobiliyatini pasaytirish
- Organik chiqindilarni qayta ishlash
- Kanalizatsiya tarmog'iga ulanish harajatlarini tejash

### I bob bo'yicha savollar

1. Qachondan boshlab Germaniyada elektr energiyasini mahalliy (lokal) tarmoqlariga sotish imkoniyatini kafolatlaydigan qonun paydo ko'pdi?
2. Biomassadan qanday maqsadlar uchun foydalaniladi?
3. Past namlikli biomassa jarayonida qishloq xo'jaligi va shahardan chiqayotgan qattiq chiqindilarni qanday usulda qayta ishlanadi?
4. Biomassa manbalari necha guruhga bo'linadi?
5. Biomassani fermentatsiya qilish jarayoni qanday jarayon?

## II BOB. BIOGAZ HOSIL KO'PISH JARAYONI

### 2.1. Biogazning shakllanishi

#### Jarayon bosqichlari

Biogaz bu bakteriyalarning modda almashinuvi mahsulotidir, ular tomonidan organik substrat parchalanishi natijasida hosil bo'ladi. Parchalanish jarayonini 4 bosqichga bo'lish mumkin (2.1-rasm), ularning har birida ko'p turli bakteriyalar guruhlari qatnashadi:

1. Birinchi bosqichda aerob bakteriyalar ferment (enzim) lar yordamida yuqori molekulyar birikmali organik moddalarni (oqsil, uglevodlar, yog'lar, sellyuloza) shakar, aminokislotalar, yog' kislotalari va suv kabi quyi molekulyar birikmalarga qayta tashkil qiladi. Hidrolitik bakteriyalar tomonidan ajralib chiqqan fermentlar bakteriyalarning ekzofermentlar deb ataluvchi tashqi devoriga yopishadi va shu bilan birga substratning organik tarkibiy qismlarini suvda eriydigan kichik molekullarga parchalaydi. Polimerlar (multimolekulyar) bir o'lchovli (alohida) molekullarga aylanadi. Hidroliz deb ataladigan bu jarayon sekin kechadi va hujayradan tashqari ko'pgan ferment (sellyuloza, amilazalar, proteazlar va lipaza kabi) larga bog'liq. Jarayonga pH darajasi (4.5-6) va rezervuarda ko'pish vaqti ta'sir qiladi.
2. Keyin esa parchalanish bilan kislota hosil qiluvchi bakteriyalar shug'ullanadi. Alohida molekullar bakteriyalar hujayralariga kirib, u erda parchalanishni davom ettiradilar. Ushbu jarayonda anaerob bakteriyalar ham qisman ishtirok etadi. Ular kislorod qoldiqlaridan oziqlanadi va shu bilan metan bakteriyalari uchun zarur bo'lgan anaerob sharoitlarni hosil qiladi. PH darajasi 6-7,5 bo'lganida, asosan turg'un bo'lmagan yog' kislotalari (= karbon kislotalar – uksus (sirka kislotasi), chumoli, yog', propion kislotalari), quyi molekulyar spirt – etanol va gazlar – karbonat anhidrid, uglerod, vodorod sulfidi va ammiak ishlab chiqariladi (2.2-rasm). Ushbu

bosqich oksidlanish fazasi deb ataladi (pH darajasi pasayadi).

3. Shundan so'ng, kislota hosil qiluvchi bakteriyalar metan hosil bo'lishining dastlabki mahsulotlarini, ya'ni sirka kislotasi, karbonat anhidrid va uglerodlarni hosil qiladi. Bunday uglerod miqdorini kamaytiruvchi bakteriyalar haroratga juda sezgir hisoblanadi.
4. So'nggi bosqichda metan, karbonat anhidrid va suv (metan bakteriyalarining uksus va chumoli kislotalari, uglerod va vodorod bilan hayotiy faoliyati mahsuloti sifatida) hosil bo'ladi. Ushbu bosqichda jami metanning 90% i ishlab chiqariladi va 70% i sirka kislotasidan hosil bo'ladi. Shunday qilib, sirka kislotasining shakllanishi (ya'ni, parchalanishning 3-bosqichi) metanning hosil bo'lish tezligini belgilaydigan omil hisoblanadi. Metan bakteriyalari faqat anaerob muhitda o'ta faoldir. Optimal pH darajasi 7 ga teng ko'pib, bunda haroratning o'zgarishi amplitudasi 6,6-8 oralig'ida bo'lishi mumkin.



• Shakar, aminokislota va yog' kislotalari

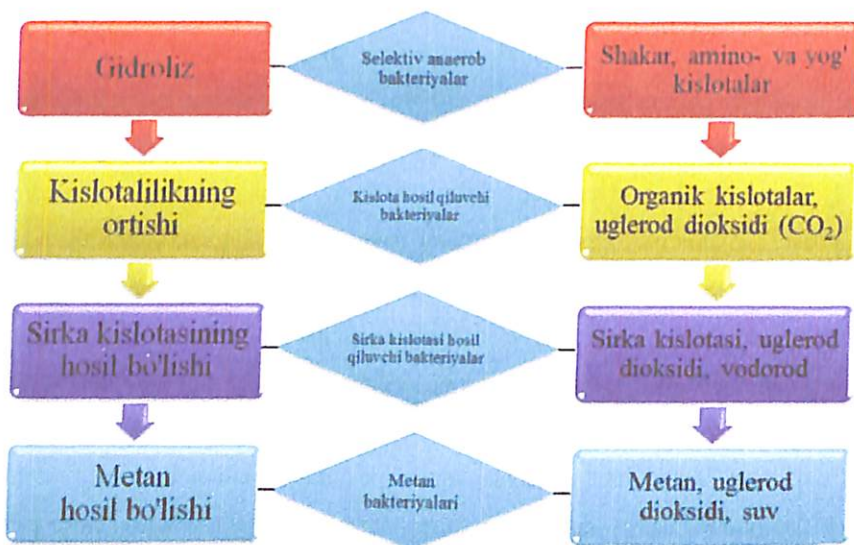
- Cx-C6 karbon/yog' kislotalari
- C5 valerian kislota  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$
- C4 yog' kislotasi  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$
- C3 propion kislota  $CH_3 - CH_2 - COOH$

- C2 sirka kislotasi  $CH_3 - COOH$
- C1 chumoli kislotasi  $HCOOH$

- Metan  $CH_4$ , uglerod dioksid  $CO_2$ , suv,  $H_2S$ ,  $N_2$

2.2-rasm. Anaerob parchalanishda moddalar almashinuvi mahsulotlari (organik kislotalar).

Fermentasiya jarayonining 4 ta fazasi



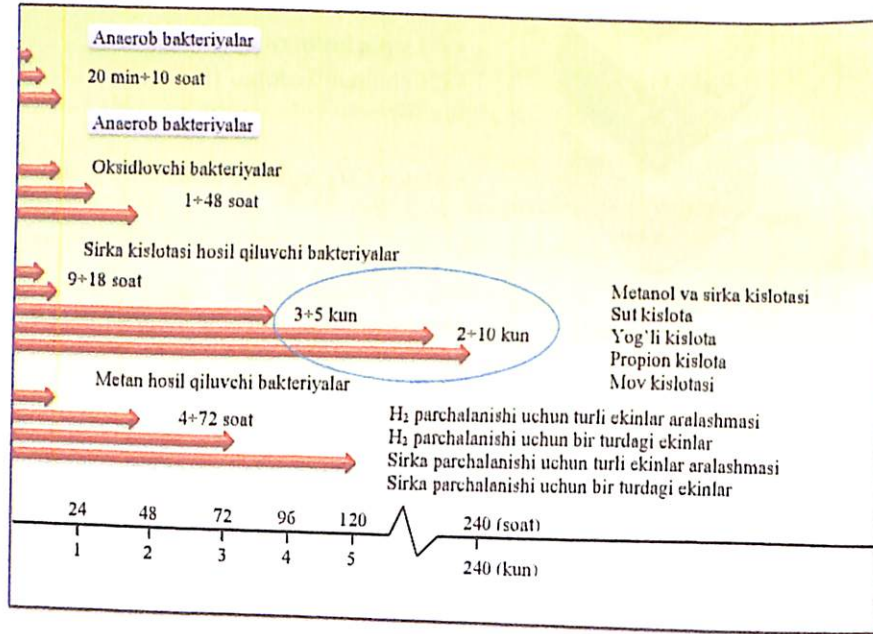
2.1-rasm. Fermentasiya jarayonining 4 ta fazasi

Organik moddalarni alohida tarkibiy qismlarga ajralishi (parchalanishi) va metanga aylanishi faqat nam muhitda sodir bo'lishi mumkin, chunki bakteriyalar faqat erigan shakldagi moddalarni qayta ishlashi mumkin. Shunday qilib, qattiq substratlarni fermentasiya qilish (bijg'itish) uchun (ba'zan quruq fermentasiya deb noto'g'ri ataladi) suvga ehtiyoj mavjud.

Bugungi kunda fanga hajmi 1/1000 mm bo'lgan, turli muhitlarda yashashga qodir ko'pgan 10 ga yaqin *methanococcus* va *methanobacterium* turlari ma'lum.

Ko'pinish jarayonida har bir bakteriya guruhini bijg'ish (moddalar almashinuvi) mahsulotlari keyingi bakteriyalar guruhi uchun ozuqa moddasi sifatida ishlaydi (2.2-rasm). Organik moddalarning fazaviy parchalanishi bir xil tezlikda sodir bo'lmaydi. Turli xil bakteriyalar guruhlari turli tezlikda ishlaydi (2.3-rasmga qarang). Aerob bakteriyalari etarlicha oziqlanganda ular 20 daqiqa+10 soat (generatsiya vaqti) da massasini ikki baravar ortirsada, anaerob bakteriyalarda bu ancha sekin kechadi. Sirka kislotasining paydo bo'lishi fazasi sekinroq amalga

oshadi. Bakteriyalarga ozuqa moddalarini parchalash va o'z massasini ikki baravar ko'paytirish uchun bir necha kun kerak bo'ladi. Shuningdek, metan bakteriyalari orasida sust bakteriya turlari mavjud ko'pib, birinchi navbatda, sof va faol bakteriyalar buning uchun 3-5 kunni talab qiladi. Qolganlarning barchasi bir necha soatdan uch kungacha sirka kislotasini metanga parchalaydi.



2.3-rasm. Bakteriyalar avlodlarining yashash davri

Bir necha soatdan 2 kungacha bo'lgan davrda organik moddalarning dastlabki qayta o'zgartirilishiga sabab ko'puvchi kislotasi hosil qiluvchi bakteriyalar eng tezkor ishlaydi. Ideal holatda, parchalanishda fazalararo moddalar konsentratsiyasida, ya'ni ozuqa moddalarini olish va ularning bo'linishi o'rtasida dinamik muvozanat o'rnatiladi. Eng ko'p uchraydigan xatolik bakteriyalarni tez parchalanadigan substrat bilan haddan tashqari to'yintirishdir, bu esa kislotasi hosil qiluvchi bakteriyalar tufayli kislotalarning to'planishiga olib keladi. Shu munosabat bilan, pH darajasi keskin pasayishi mumkin, bu holda boshqa

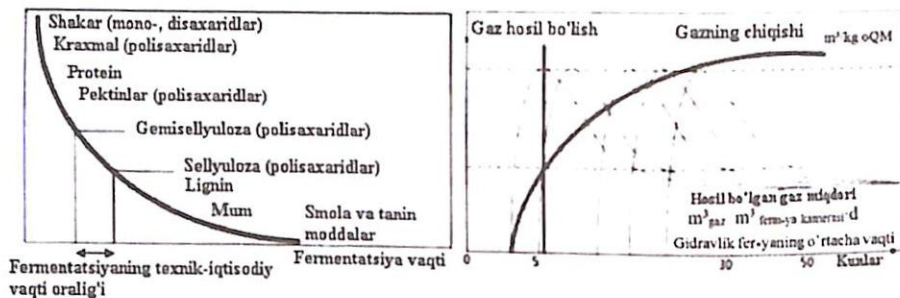
bakteriyalar nobud ko'padi. Bundan tashqari, ishlab chiqarilgan moddaning ortiqcha konsentratsiyasi ularni rivojlantiradigan bakteriyalar guruhining ko'payishiga to'sqinlik qiladi.

Dinamik muvozanat, shuningdek, substratning oson parchalanishi bilan ham belgilanadi (2.4-rasmga qarang). Masalan, shakar va kraxmal, ularning oddiy strukturasi ko'ra juda tez parchalanadi va fermentatorda qisqa vaqt oralig'ida ko'pishi yetarlidir. Substratning strukturasi qanchalik murakkab bo'lsa, parchalanish shuncha uzoq davom etadi. Sellyuloza va gemisellyuloza keng va murakkab tuzilishga ega va asta-sekin parchalanadi. Lignin, o'simlikning yoshi bilan bogliq ravishda ortib boruvchi daraxt tarkibidagi moddasi – bakteriyalar tomonidan juda yomon parchalanadi, chunki u hattoki, kislotalarga ham qarshilik ko'rsatish xususiyatiga ega.

Substratning parchalanish tezligi fermentasiya uchun texnik zarur vaqtga bevosita ta'sir qiladi. Shunday qilib, biogaz qurilmasini rejalashtirayotganda, fermentasiya uchun qaysi substrat yoki qanday substratlar ishlatilishini aniq belgilash maqsadga muvofiqdir. Shu bilan birga, fermentatorda organik moddalarning ko'pish vaqtini nafaqat fermentasiya uchun texnik vaqt belgilaydi, balki iqtisodiy ko'rsatkichlar ham bu o'rinda juda muhimdir. Agar biz yog'ochga boy ko'pgan materialni qayta ishlamoqchi bo'lsak, metan olish uchun fermentatorning hajmi juda katta ko'pishini ta'minlash kerak. Bu esa iqtisodiy nuqtai nazardan mantiqqa to'g'ri kelmaydi. Fermentasiya vaqti anaerob bijg'ish, parchalanish dinamikasi va ma'lum bir substratning parchalanish tezligi bilan belgilanadi.

Agar fermentator substrat bilan qayta yoki yangi to'ldirilgan bo'lsa, unda parchalanish jarayonining alohida fazalaridan o'tib, biogaz asta-sekin hosil bo'ladi. Kunlik ishlab chiqarilgan biogaz miqdori maksimal darajaga yetgunga qadar oshib boradi. Oson parchalanuvchi substrat kulminatsiya darajasiga yetgan vaqtda qayta ishlanadi va bakteriyalar uchun faqat parchalash qiyin bo'lgan moddalar qoladi. Shunday qilib, mavjud bo'lgan barcha material parchalanmaguncha yoki substratni boshqa parchalab ko'pmaydigan darajaga yetmaguncha kunlik ishlab chiqarilgan

gaz miqdori kamayadi. Ushbu biogaz hosil bo'lish jarayoni *davriy usul* sifatida yuritiladi.



Bugungi kunda bosqichma-bosqich ishlov berish jarayonidan foydalanish qabul qilingan bo'lib, unda substrat kun davomida reaktorga porsiyalab muntazam berib boriladi va bu o'z navbatida o'zgarmas miqdorda davomiy biogaz ishlab chiqarishga olib keladi (2.5-rasmga qarang).

1 kg organik substratdan gaz ishlab chiqarish asta-sekin fermentasiya (bijg'ish) vaqtining ortishi bilan asta-sekin o'sib boradi, dastlab tezroq keyin esa jarayon davomiylik vaqtining ortishiga teskari ravishda kamayib boradi. Oqibatda jarayon shunday kritik chegaraga duch keladiki, ishlab chiqariladigan gaz miqdori kamayib ketadi va natijada substratning fermentatorda uzoq vaqt qolishi iqtisodiy nuqtai nazardan maqsadga muvofiq ko'pmaydi. Ya'ni, amalda hech qachon organik moddalarning to'liq parchalanishi amalga oshmaydi.

#### Bir va ko'p bosqichli jarayon

Biogaz qurilmalarining aksariyat qismida parchalanish jarayonlari parallel ravishda sodir bo'ladi, ya'ni ular na hajm, na vaqt bo'yicha ajratilmaydi. Bunday texnologiyalar *bir bosqichli* deb nomlanadi (2.6-rasm).

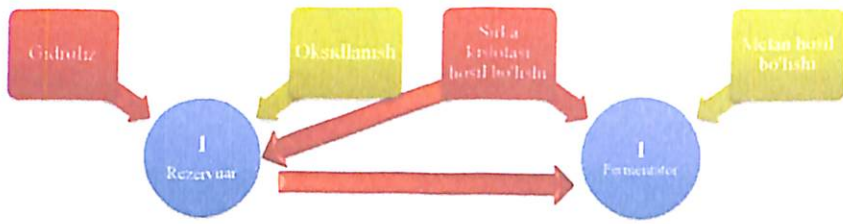
Tez parchalanishi tufayli oksidlanishga moyil bo'lgan substratlarga gidroliz va oksidlanish uchun ham alohida rezervuarni nazarda tutish tavsiya etiladi. Ya'ni rezervuarda parchalangan mahsulotlar muayyan o'lchovli miqdorda fermentatorga

uzatib boriladi (*ikki bosqichli* texnologiya). Eng asosiy missiya bakteriyalarning samarali ishlashi uchun maqbul yashash sharoitlarini (asosan pH darajasi) yaratish va saqlab turishdir. Shu orqali biogaz ishlab chiqarishni ko'paytirishga erishish mumkin. Masalan, vinochilik chiqindilari fermentasiyasi uchun fazalarning bunday ajratilgan holda amalga oshirish maqbuldir. Bundan tashqari, bunday alohida rezervuar ajratilishi tufayli ishlatilmagan gazlardan biofiltr orqali faqat metan miqdori yuqori bo'lgan gazlarni ajratib olish mumkin.

Fazalarni ajratish bakteriyalar faollik sharoitlariga eng mos va afzalliklariga ega bo'lsa-da, bunday ikki bosqichli texnologiyalar keng qo'llanilmaydi. Ikkinchi rezervuar, aralashtirish tizimlari, isitish tizimlari va nasoslar uchun qo'shimcha yo'qotishlar faqat ayrim turdagi substratlar uchun o'zini oqlashi mumkin. Boshqa tomondan, amalda, bir-biriga o'zaro bog'langan ikkita rezervuarlarni uchratish mumkin. Bunday hollarda, birinchi rezervuar qisqa muddatli bijg'itish va tez parchalanadigan substratlardan foydalanish uchun mo'ljallangan isitish, aralashtirish qurilmalari bilan jihozlangan haqiqiy fermentator vazifasini bajaradi. Amalda isitgichsiz fermentator hisoblanuvchi va birinчисiga ulangan ikkinchi rezervuarda gaz juda tez parchalanmaydigan substratlardan hosil bo'ladi va mos ravishda unda fermentasiya jarayoni uzoqroq davom etadi.



*Bir bosqichli jarayon*



*Ko'p bosqichli jarayon*

2.6-rasm. Bir va ko'p bosqichli jarayonlar.

## 2.2. Bakteriyalarning yashash muhiti

Ushbu ko'p bosqichli anaerob jarayonlarda bakteriyalar yaxshi ishlashi va faol bo'lishi uchun ularga quyida tavsiflangan ma'lum yashash sharoitlarini yaratish kerak.

### Nam muhit

Metan bakteriyalari substratlar suvda yetarli darajada eriganida yashashi va ko'payishi mumkin (kamida 50% suvni o'z ichiga oladi). Aerob bakteriyalar, ba'zi biyog'ituvchi va zamburug'lardan farqli o'laroq, ular qattiq fazada mavjud bo'lolmaydi.

Shu sababli, qattiq texnologiya deb ataladigan texnologiyalar uchun materialni namlash kerak, garchi dastlab substrat nam bo'lganmi yoki namlash yoki aralash tirish natijasida hosil bo'lganmi, muhim emas.

### Havo kirishining oldini olish

Bir qator mikroorganizmlar organik substratlarni parchalanishining anaerob jarayonlarida ishtirok etadi. Ishtirok etadigan bakteriyalarning taxminan 50 foizi aerobik va kislorod talab qiladi. Faqatgina metan bakteriyalarigina anaerobikdir. Agar substratda kislorod bo'lsa, masalan, yangi go'ngda, birinchi navbatda aerob bakteriyalar undan foydalanadi. Bu biogazni shakllantirish jarayonining birinchi bosqichida sodir bo'ladi. Shu sababli, oltingugurtdan tozalash uchun maqsadli ravishda havo kiritish paytida yoki nazorat teshiklarini ochganda oz miqdordagi kislorod zararli emas. Oksidlash-tiklash potensial ahamiyatga egadir. Bu potensial

ionlarning elektronni qabul qilishga tayyorlik darajasini bildiradi. Anaerob bakteriyalarning ko'payishi uchun bu potensial juda past darajada bo'lishi kerak (-0.1 V). Kislorod yuqori oksidlash-tiklash potensialiga ega bo'lganligi sababli (+1.78) bu dastlab anaerob bakteriyalar uchun zararli bo'ladi. Ammo, kam oksidlash potensialga ega bo'lgan moddalar yetarli bo'lsa, anaerob jarayon kislorod mavjud bo'lganda ham sodir bo'lishi mumkin.

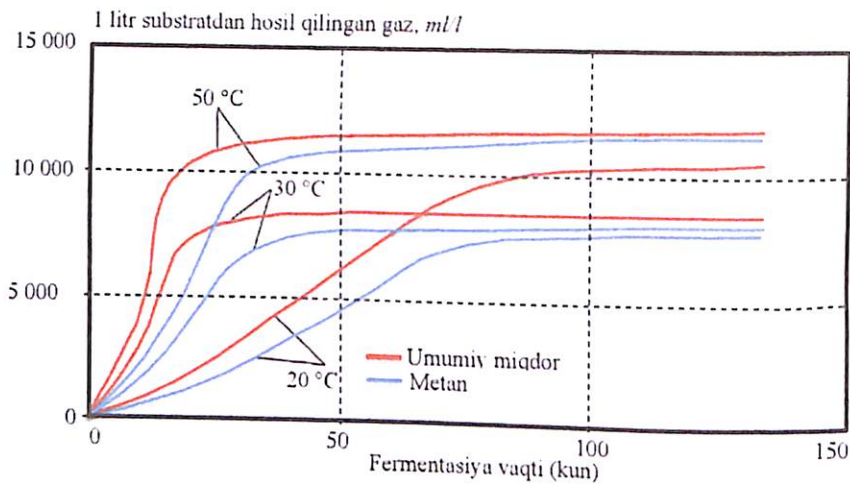
### Yorug'lik kirishining oldini olish

Yorug'lik bakteriyalar uchun halokatli bo'lmasa ham, bu jarayonni sekinlashtiradi. Jarayonga yorug'likning ta'sirini yo'qotish uchun yorug'lik o'tkazmaydigan qoplama yoki qopqoqdan foydalanish mumkin.

### O'zgarmas harorat

Metan bakteriyalari o'z faolligini 0-70 °C harorat oralig'ida namoyon qiladi. Agar harorat ortsa ular nobud bo'la boshlaydilar, faqat 90°C gacha haroratda yashashi mumkin bo'lgan bir nechta ba'zi shtammlardan tashqari. Minus haroratlarda ular tirik qoladilar, ammo o'z faoliyatini to'xtatadilar. Adabiyotlarda 3-4° C li ko'rsatkich haroratning eng past chegarasi sifatida ko'rsatilgan.

Fermentasiya jarayonining *tezligi* haroratga o'ta bog'liqdir. Harorat qanchalik yuqori bo'lishi, parchalanishning tez sodir bo'lib, gaz ishlab chiqarish hajmi shunchalik yuqori bo'lishi bilan prinsipial ahamiyatga egadir. Shu tarzda parchalanish vaqti qisqaradi (2.7-rasm).



2.7-rasm. Ishlab chiqariladigan mahsulotga fermentasiya harorati va vaqtining ta'siri.

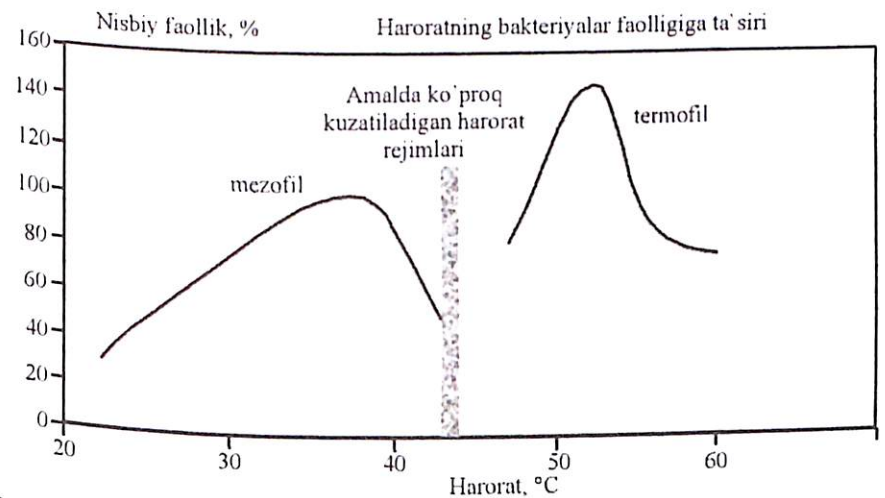
Haroratning oshishi bilan biogaz tarkibidagi metan miqdori kamayadi. Buning sababi shundaki, yuqori haroratlarda substratda erigan karbonat anhidrid gazsimon fazaga o'tib (biogaz tarkibiga kirib), nisbatan metan miqdori kamayadi. Ishlab chiqarilishi mumkin bo'lgan gaz miqdori fermentasiya vaqtiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Bakteriyalarning tegishli shtammlari o'zini yaxshi his etadigan uchta tipik harorat rejimlari mavjud:

- 20-25°C dan past haroratlarda psixofil shtammlar;
- 25-45°C haroratda mezofil shtammlari;
- 45 °C dan yuqori haroratlarda termofil shtammlar.

Ko'pgina qurilmalar mezofil rejimida ishlaydi. Qurilma generatoridagi bunday ortiqcha issiqlik hosil qilib ishlatilishi davomida yuqori haroratli fermentatorlar tendensiyasi kuzatilmoqda. Germaniyada amalda ko'pgina biogaz qurilmalari 38-42 °C haroratda ishlaydi (2.8-rasm). Uzoq fermentasiya vaqti va kam miqdorda gaz ishlab chiqarilishi tufayli psixofil ish rejimi endilikda bu kabi muhim rol o'ynamay qolmoqda. Bu esa termofil rejimda ishlaydigan qurilmalarga talabni oshirmoqda va birinchi navbatda katta o'lchamli qurilmalar

avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari bilan jihozlanmoqda.

Fermentator haroratining bakteriyalar faolligiga ta'siri 2.8-rasmda ko'rsatilgan. Harorat qancha yuqori bo'lsa, bakteriyalar uning o'zgarishiga sezgir bo'ladi, ayniqsa ularning yashash vaqti qisqa muddatli bo'lsa. Buni egri chiziqning nisbatan tor maksimumidan va termofil rejimda uning keskin pasayishidan yaqqol ko'rish mumkin. Mezofil rejimida kunlik haroratning 2-4 °C ga o'zgarishlari bakteriyalarga deyarli ta'sir ko'rsatmasa ham, termofil rejimda bunday chetlanishlar 1 °C dan oshmasligi kerak. Zichligi kichik substratni (ko'p miqdordagi kislorodga ega, g'ovak) yoki juda sovuq materialni joylashtirish, shuningdek, aralastirgichni bir necha soat davomida (ayniqsa qishda) to'xtatish haroratning bunday o'zgarishlariga olib kelishi mumkin.



2.8-rasm. Bakteriyalar faolligiga haroratning ta'siri. Haroratga bog'liq ravishda glyukoza bakteriyalari bilan oksidlanishdagi o'rtacha kislotalilik darajasida ko'rsatilgan.

Qizig'i shundaki, qayta tiklanadigan xom ashyo bilan ishlaydigan bunday qurilmalarda xom ashyoni yoqishdan ko'ra yuqori harorat to'planishi kuzatiladi. Bundan tashqari, anaerob jarayon, kompostlash (chiritish) dan farqli o'laroq,

ekzotermik emas; ko'proq energiya metanda to'planadi. O'simliklar kabi oson ishlov beriladigan substratning katta miqdori mos ravishda issiqlik chiqishi bilan qaytarib bo'lmaydigan oksidlanish reaksiyalariga olib keladi. Shunday qilib, makkajo'xori fermentatsiyasi paytida harorat 37 °C dan 42 °C gacha ko'tariladi. Albatta bunday effekt qurilmaning issiqlik sarfini kamaytiradi va bu jarayon har bir qurilmaning o'ziga xos xususiyatlarini hisobiga har biri uchun alohida kechadi.

Yuqori haroratlarda ishlash maxsus avtomatlashgan tizimlarini o'rnatishni va biogaz qurilmasini aniq nazorat qilishni talab qiladi. Hozirgi kunda, qishloq xo'jalik korxonalarining faoliyatiga biogaz qurilmalarining to'liq integratsiyalashuvi haqida gap ketganda, mezofil rejim kamroq muammo tug'diradi. Bugungi kunda tendensiya shundan iboratki, fermentatorning yuqori harorat rejimlarida ishlashi qurilma ekspluatatsiyasining alohida faoliyat turiga aylandi va tegishli malakaga ega bo'lgan personallarni talab qiladi.

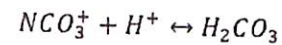
Uzoq vaqt davomida (1 oy yoki undan ko'proq) bakteriyalar yangi temperatura rejimiga o'rganadilar, shunda har bir ishlab chiqaruvchi o'zi uchun eng maqbul variantni tanlashi mumkin bo'ladi.

### pH darajasi

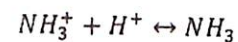
pH miqdori 4,5-6,3 bo'lgan kislotali muhitda gidrolizlovchi va kislota hosil qiluvchi bakteriyalar o'zining eng optimal faolligiga erishgan bir paytda, sirka kislotasi va metan hosil qiluvchi bakteriyalar faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy pH 6.8-8 darajasida yashay oladi. Quyidagilar barcha bakteriyalar uchun amal qiladi: agar pH darajasi eng optimal darajadan oshsa, ularning hayotiy faolligi pasayadi va bu biogaz hosil bo'lishini sekinlashtiradi. Bir bosqichli texnologiyalarda metan hosil bo'lishi uchun pH darajasini stabil saqlab turish kerak (optimum 7). pH darajasiga yuklangan substrat miqdori va uning turiga ko'ra ta'sir qilish mumkin. Tez oksidlanadigan substratlar pHning keskin pasayishiga olib keladi; shuning uchun ular faqat cheklangan miqdorda va asta-sekin qo'shilishi kerak.

Substratlar pH darajasini amortizatsiyalash qobiliyatiga ko'ra o'zaro farq qiladi. Agar H<sup>+</sup> konsentratsiyasi ortsa, unda substratlar uni muayyan cheklangan

miqdorga tenglashtirishi va erkin ionlarni o'zlari bilan bog'lashlari mumkin. Shu sababli, umumiy holda pH darajasi barqaror bo'lib qoladi. Faqat bog'lovchi va tenglashtiruvchi qobiliyati tugaganidan keyin pH darajasi ko'tarila boshlaydi. Har qanday holatda ham, H<sup>+</sup> tarkibining bunday sekin o'lchanadigan o'zgarishi bakteriyalar rivojlanishining sustlashuviga va shu bilan birga gaz shakllanishining buzilishiga olib keladi. pH o'lchovlari shu tarzda amaldagi haqiqiy vaziyatdan orqada qolmoqda. Bu jarayonni boshqarishning arzon usuli bo'lsa-da, pH darajasini o'lchash asosida jarayonni o'z vaqtida nazorat qilish mumkin emas. Bunda bufer xususiyatlarini<sup>1</sup> o'lchash yanada samaralidir (2.5-bo'limiga qarang). Bufer effekti uchun karbonat va ammoniy buferlari birinchi navbatda muhimdir:



*Gidrokarbonat ioni + vodorod ioni ↔ ko'mir kislotasi*



*Ammoniy ioni + vodorod ioni ↔ ammoniy*

Agar karbonatli buffer bir necha kislotali muhitda faollashtirilgan bo'lsa, u holda pH darajasi yuqori bo'lgan ammoniy buferi ishlatiladi. Go'ngda buferli moddalar ko'p miqdorda bo'ladi. Shuning uchun, go'ng pH tarkibining katta tebranishlarni yumshatishi va ortiqcha kislotani yaxshi ushlab turishi mumkin.

Qayta tiklanadigan xom ashyoda bunday muhim bufer potentsiali mavjud emas. Umuman olganda, ularda yuqori pH darajasi bo'lgani uchun ammoniy bufer muhim rol o'ynaydi. Turg'un fermentatsiya jarayonlarida pH darajasi mustaqil ravishda bosqariladi.

### Oziq moddalar bilan ta'minlash

Bakteriyalar hujayralarni shakllantirish uchun ozuqa moddalari, vitaminlar, eriydigan azotli birikmalar, minerallar va mikroelementlarni talab qiladi. Ushbu moddalar suyuq va qattiq go'ngda yetarli miqdorda mavjud bo'ladi. Ularning

<sup>1</sup> Bu eritmaning pH o'zgarishiga qarshi turish qobiliyatidir. Aralashmalarining bu xususiyati buferli xususiyat deb ataladi va bunday aralashmalarining eritmalari bufer deb ataladi.

yeterli miqdori pichan, makkajo'xori (yangi yoki konservalangan), oziq-ovqat qoldiqlari, oshxona chiqindilari, hayvonlarning ichaklari, bardalar<sup>2</sup> va sut mahsulotlarida mavjud – bu barcha mahsulotlar boshqa substratlar qo'shilmadan toza shaklda achitilishi mumkin. Substratlarni aralashtirishning oriyentir qiymati sifatida quyidagi ozuqaviy nisbatlarni namuna sifatida olish mumkin:

$$C:N:P = 75:5:1 \text{ yoki } 125:5:1$$

$$C:N = 10:1 \text{ yoki } 30:1$$

$$N:P = 5:1$$

$N:P$  – nisbat uglevodlarning azotga nisbatan umumiy nisbatini ko'rsatadi. Fosforning bir foizi azotning 5 foizi va uglerodning 75-125 foiziga mos keladi. Uglerodning azotga optimal nisbati 30:1 va 10:1 ga teng. Agar bu nisbat 8:1 darajasiga qadar tushib ketsa, substratda yuqori ammoniy miqdori tufayli yoki ammiak sabab bakteriyalar rivojlanishi sekinlashadi ("Moddaning rivojlanishiga xalaqitlar" ga qarang). Har bir substrat yoki substratlar aralashmasi uchun moddalarning nisbatini hisoblash mumkin (2.1-jadvalga qarang).

Substratlar aralashmasini dastlabki baholashda shunday hisob-kitobni amalga oshirish mantiqan to'g'ri bo'ladi, uning yordami bilan azotning yuqori konsentratsiyasi tufayli rivojlanish jarayonining kechikishini o'z vaqtida aniqlash mumkin bo'lsin.

Optimal bakterial faollik uchun oz miqdordagi og'ir metallar va mikroelementlarga ham ehtiyoj mavjud. Shu bilan birga, og'ir metallar rivojlanishni to'xtatuvchi yoki hatto toksik ta'sirga ega bo'lishi mumkin.

Ularning harakatlanish chegarasining qanchalik aniq emasligi bizga 2.2-jadvalda ko'rinadi.

Nikel, kobalt, molibden, volfram va temir enzimlar hosil bo'lishi uchun bakteriyalar alohida zaruriydir. Bakteriyalarning hayotini optimal qo'llab-quvvatlash uchun ozuqa moddalari aralashmasiga minimal talablar 2.3-jadvalda keltirilgan. Bundan kelib chiqadiki, biogaz hosil bo'lish jarayoni past yoki yuqori konsentratsiyali ozuqa moddalarining keng doirasi bilan sodir bo'lishi mumkin. Bu

fakt ma'lum vaqt o'tgach amaliyotda tasdiqlangan, ya'ni bakteriyalar, hatto noqulay yashash sharoitlariga moslasishi mumkin.

<i>Substratlar aralashmalarida ozuqa moddalarining nisbatini hisoblash</i>				
Oziq moddalar miqdori [g/kg QM]	C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Yirik qoramol go'ngi (QCh)	40	3,2	1,6	Nisbat: S:N:P = 25/2/1
Makkajo'xori silosi (MS)	96	3,9	0,7	Nisbat: S:N:P = 137/5,6/1
S:N:P aralashmasini hisoblash				
Qoramol chirindisining 1 foizi va makkajo'xori silosi 0,7 foizi misolida				
Aralashmadagi foydali moddalarining miqdori = $\frac{(KS * KS \text{ foizi}) + (QCh * QCh \text{ foizi})}{KS \text{ foizi} + QCh \text{ foizi}}$				
Namunaga asosan $C = ((96 * 0,7) + (40 * 1)) / (1 + 0,7) = (67,2 + 40) / 1,7 = 63$ . Xuddi shunday tartibda N va P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tarkibi ham hisoblanadi				
Aralashma namunasi uchun hisoblash natijasi:				
Ozuqa moddalari tarkibi	C	N <sub>um</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Substrat aralashmalari [g/kg]:	63,33	3,49	1,22	
			Nisbat C:N:P = 52/3/1	
Ozuqa moddalari nisbati C:N = 1 7/1			Nisbat N:P = 3/1	
Oziq moddalar aralashmasi maqbul va ruxsat etilgan chegaralarda bo'ladi.				
C:N nisbat asosan pastki uchdan bir qismda bo'ladi, shuning uchun qo'shimcha azotli substrat yetkazib berishda ammoniakning ko'pligi sababli rivojlanish kechikishiga e'tibor berish kerak.				

2.1-jadval: Substratdagi yoki substratlar aralashmasidagi ozuqa moddalarining nisbatini hisoblash.

<sup>2</sup> Vinochilik va pivo tayyorlash yoki etil spirti ishlab chiqarishdagi quyuq holdagi chiqindi.



<i>Biogaz jarayoniga og'ir metallarning cheklovchi va toksik ta'siri</i>				
	Cheklovchi ta'siri mg/l	Toksik ta'siri mg/l	Kerakli konsentratsiya mg/l	Ruxsat etilgan konsentratsiya mg/l
Mis (Cu)	40-250	170-300		
Kadmiy (Cd)	150-600	20-600		0,12
Rux (Zn)	150-600	250-600		32
Nikel (Ni)	10-300	30-1000	0,006-0,5	4
Qo'rg'oslin (Pb)	300-340	340	0,02-200	12
Xrom III (Cr)	120-300	260-500	0,005-50	8
Xrom VI (Cr)	100-110	200-420		
Kobalt (Ko)			0,003-0,06	
Molibden (Mb)			0,005-0,05	
Selen (Se)			0,008	
Marganes (Mn)			0,005-50	
Simob (Hg)				0,08
Temir (Fe 2+)			1-10	

2.2-jadval. Og'ir metallarning biogazning zarur konsentratsiyasiga cheklovchi va toksik ta'siri.

Ko'pgina mikroelementlar oltingugurt bilan birga barqaror sulfidlarni hosil qiladi va shuning uchun ularning yetishmovchiligi yuzaga kelishi mumkin. Temiming yetishmasligi o'simliklardagi kabi substrat rangining yorqinroq bo'lishi bilan bilib olish mumkin. Mikroelementlar yetishmasligining qimmatli tahlilini boshqa barcha omillar (ammiak, oltingugurt tufayli kechikishlar, ortiqcha kislotalilik, substratning yetishmasligi, texnika kabi) allaqachon sinovdan o'tgan

va jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatadigan omillar sifatida istisno qilinganda amalga oshirish kerak.

#### Metanogenez uchun minimal fizik-kimyoviy talablar

Atrof-muhit omillari	
pH darajasi	6,5-8,0
Tuzning mavjudligi (o'tkazuvchanligi)	2,5-25 mS/sm
Harorat	8-55°C
<b>Elementlar</b>	<b>Konstratsiya</b>
Kislorod	< 1 ppm <sup>1)</sup>
Vodorod	6 Pa
Umumiy uglerod	0,2-50 g / l KKI <sup>2)</sup>
Natriy	45-200 ppm
Kaliy	75-250 ppm
Magniy	10-40 ppm
Oltinugurt	50-100 ppm
Temir	10-200 ppm
Nikel	0,5-30 ppm
Kobalt	0,5-20 ppm
Molibden, volfram, selen	0,1-0,35 ppm
Rux	0-3 ppm
<b>Kimyoviy birikmalar</b>	
Fosfat	50-150 ppm
<b>Miqdoriy nisbat</b>	2000:15:5:3
<b>C:N:P:S</b>	(butun jarayon)

1) Parts Per Million (ppm). 1 milligram/kilogram (mg/kg) = 1 ppm; 1 milligram/liter (mg/l) = 1 ppm; 1 microgram/gram (µg/g) = 1 ppm; 0.0001 % = 1 ppm.

2) Kislorodning kimyoviy iste'moli (KKI) – namunadagi organik birikmalarning oksidlanishiga sarflangan kislorod (yoki boshqa oksidlovchi modda) miqdorini ko'rsatadigan suvdagi organik moddalar tarkibining ko'rsatkichi.

2.3-jadval: Biogaz hosil bo'lishiga minimal fizik-kimyoviy talablar.

<i>Biogaz jarayoniga og'ir metallarning cheklovchi va toksik ta'siri</i>				
	Cheklovchi ta'siri mg/l	Toksik ta'siri mg/l	Kerakli konsentratsiya mg/l	Ruxsat etilgan konsentratsiya mg/l
Mis (Cu)	40-250	170-300		
Kadmiy (Cd)	150-600	20-600		0,12
Rux (Zn)	150-600	250-600		32
Nikel (Ni)	10-300	30-1000	0,006-0,5	4
Qo'rg'oshin (Pb)	300-340	340	0,02-200	12
Xrom III (Cr)	120-300	260-500	0,005-50	8
Xrom VI (Cr)	100-110	200-420		
Kobalt (Ko)			0,003-0,06	
Molibden (Mb)			0,005-0,05	
Selen (Se)			0,008	
Marganes (Mn)			0,005-50	
Simob (Hg)				0,08
Temir (Fe 2+)			1-10	

2.2-jadval. Og'ir metallarning biogazning zarur konsentratsiyasiga cheklovchi va toksik ta'siri.

Ko'pgina mikroelementlar oltingugurt bilan birga barqaror sulfidlarni hosil qiladi va shuning uchun ularning yetishmovchiligi yuzaga kelishi mumkin. Temirning yetishmasligi o'simliklardagi kabi substrat rangining yorqinroq bo'lishi bilan bilib olish mumkin. Mikroelementlar yetishmasligining qimmatli tahlilini boshqa barcha omillar (ammiak, oltingugurt tufayli kechikishlar, ortiqcha kislotalilik, substratning yetishmasligi, texnika kabi) allaqachon sinovdan o'tgan

va jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatadigan omillar sifatida istisno qilinganda amalga oshirish kerak.

#### Metanogenez uchun minimal fizik-kimyoviy talablar

Atrof-muhit omillari	
pH darajasi	6,5-8,0
Tuzning mavjudligi (o'tkazuvchanligi)	2,5-25 mS/sm
Harorat	8-55°C
<b>Elementlar</b>	<b>Konsentratsiya</b>
Kislorod	< 1 ppm <sup>1)</sup>
Vodorod	6 Pa
Umumiy uglerod	0,2-50 g / l KKI <sup>2)</sup>
Natriy	45-200 ppm
Kaliy	75-250 ppm
Magniy	10-40 ppm
Oltingugurt	50-100 ppm
Temir	10-200 ppm
Nikel	0,5-30 ppm
Kobalt	0,5-20 ppm
Molibden, volfram, selen	0,1-0,35 ppm
Rux	0-3 ppm
<b>Kimyoviy birikmalar</b>	
Fosfat	50-150 ppm
<b>Miqdoriy nisbat</b>	2000:15:5:3
C:N:P:S	(butun jarayon)

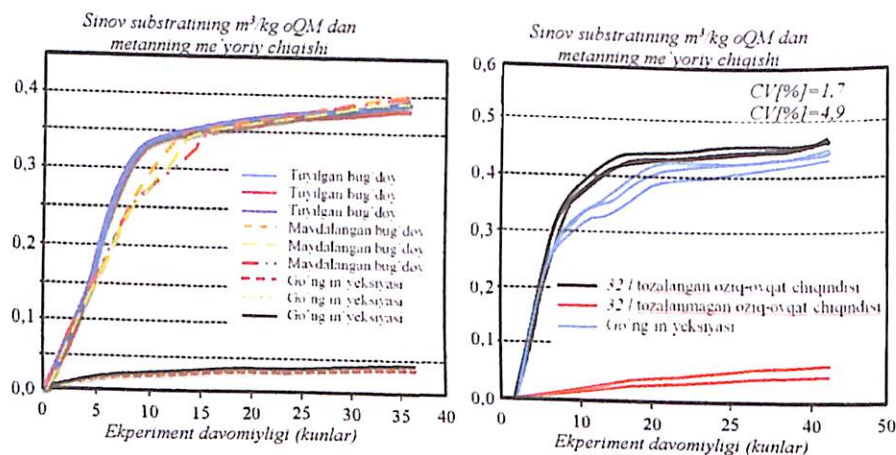
1) Parts Per Million (ppm). 1 milligram/kilogram (mg/kg) = 1 ppm; 1 milligram/liter (mg/l) = 1 ppm; 1 microgram/gram (µg/g) = 1 ppm; 0.0001 % = 1 ppm.

2) Kislorodning kimyoviy iste'moli (KKI) – namunadagi organik birikmalarning oksidlanishiga sarflangan kislorod (yoki boshqa oksidlovchi modda) miqdorini ko'rsatadigan suvdagi organik moddalar tarkibining ko'rsatkichi.

2.3-jadval: Biogaz hosil bo'lishiga minimal fizik-kimyoviy talablar.

## Xom ashyoning sirtining yuzasi

Substrat qanchalik oz bo'lsa, shuncha yaxshi bo'lishi muhim ahamiyatga egadir. Bakteriyalarning o'zaro ta'sirlashuvi uchun yuza qanchalik katta bo'lsa va substrat qanchalik tolali bo'lsa, bakteriyalar substratni parchalanishi oson va tezroq bo'ladi. Bundan tashqari, suzib yuruvchi qobiq yoki cho'kindi hosil bo'lmasa substratni aralashtirish va isitish osonroq kechadi. Maydalangan xom ashyo fermentasiya davrining davomiyligi bilan ham hosil qilinajak gaz miqdoriga ta'sir qiladi. Demak, fermentasiya davri qisqa bo'lishi, material shunchalik yaxshi maydalangan bo'lishi kerak (2.9-rasm).



2.9-rasm. Substratni maydalashning gaz hosil bo'lishi va fermentasiya vaqtiga ta'siri (Xelffrix, Oksner, 2003).

Fermentasiya vaqti yetarlicha uzoq davom etsa ishlab chiqarilgan gaz miqdori yana ko'payadi. Amaliyotda maydalab yanchilgan don mahsulotlaridan foydalanib 15 kun ichida natijaga erishilgani kuzatilgan.

## Substratni bir maromda uzatish

Bakteriyalarni haddan tashqari to'ydirib yubormaslik uchun qisqa vaqt oralig'ida substratni fermentatorga bir tekisda berish ma'quldir. Material qanchalik oson parchalansa, substratni shunchalik tez uzatish kerak. Shu tarzda haroratning keskin pasayishining oldini olish mumkin. Ilgari qabul qilinganidek, fermentatorni

kuniga bir yoki ikki marta to'ldirish bugungi kunda juda kam uchraydi, faqat yuqori bufer effektiga ega (masalan, hayvonlarning ekskrementi)<sup>3</sup> substratlarda yoki juda oz miqdordagi substrat to'ldirilgan fermentatorlarda bunday bo'lishi mumkin. Bugungi kunda ko'p uchraydigan, fermentatoriga katta miqdorda substrat yuklanadigan qurilmalarda yuqori quvvatga erishish uchun bir soatlik interval bilan uzatish favqulodda muhimdir. Bunday interval uchun mo'ljallangan avtomatlashtirilgan uzatish tizimlari bioenergetika bozorida mavjud (4-bo'limga qarang: Protsessual texnika).

## Substrat uzatish

Metan bakteriyalari ta'sirida tezda parchalanish jarayoni faqat hosil bo'lgan biogazni substratdan tezda chiqarib yuborish sharti bilan amalga oshishi mumkin. Agar gaz fermentatordan chiqarilmasa, unda ko'p bar o'lchovdagi, yuqori bosim hosil bo'lishi va bu hatto zarar keltirishi mumkin.

Yuqori oquvchan xususiyatli substratlarda kichik havo pufakchalari sirtga mustaqil ravishda ko'tariladi. Bugungi kunda 18% va undan yuqori tarkibli quruq moddalar<sup>4</sup> bilan ishlash tendensiyasi gaz chiqarib yuborilishni kechiktirishi natijasida substrat xamirturush xamiriga o'xshab shisha boshlaydi hamda fermentatorning qopqog'ini ko'tarishi mumkin (2.10-rasm). Shunday qilib, substratni aralashtirish nafaqat qobiq va cho'kindi paydo bo'lishining oldini olish, balki ishlab chiqarilgan gazni chiqarib yuborish uchun ham muhimdir. Substrat qanchalik quyuv bo'lsa, uni shuncha tez-tez aralashtirish lozim bo'ladi (4-bo'limga qarang. Aralashtirish texnikasi).

## Cheklovchilar

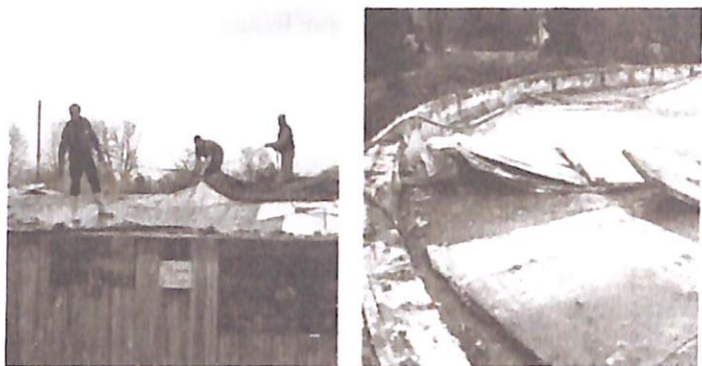
Bir qator moddalar, moddalar almashinuvi va mikroorganizmlarning ko'payishini sekinlashtirishi yoki butunlay to'xtatishi mumkin:

- Ba'zi moddalar hujayra membranasini yoki bakteriyalar tuzilishini shikastlaydi (kir yuvish kukuni va boshqalar).

<sup>3</sup> Ekskrement (lot. Excrementum – chiqindi, chiqarib yuborish) – tashqi muhitga tashlanishi kerak bo'lgan tananing chiqindilari. Hayvonlar siydigi, najasi, oshqozoni mahsuloti, chiqargan nafasi kabilar.

<sup>4</sup> Quruq modda (quruq moddalar miqdori) yoki quruq moddalarning og'irligi – aralashmadagi qattiq moddalarning foizini anglatadi. Ushbu nisbat qanchalik baland bo'lsa, substrat shuncha quruq bo'ladi. QM tarkibini o'lchash uchun birlik [%].

- Boshqa moddalar hujayra moddalar almashinuvi fermentlarini yo'q qiladi (og'ir metallar va boshqalar).



2.10-rasm. Aralash tirgichning shikastlanishi, substratning ko'piklanishiga olib keldi va yog'och konstruktsiya va plyonkasini yirtib tashladi (Karlshoff 2004).

#### Substrat tarkibidagi QM qanday aniqlanadi?

Substrat tarkibidagi QMni hisoblash uchun ma'lum bir kalit ma'lumotlar talab qilinadi:

- ✓ toza suyuqlikning zichligi (aksariyat hollarda biz suv miqdori nazarda tutiladi);
- ✓ sof qattiq modda zichligi (quruq qoldiq);
- ✓ sinov substratining zichligi

Tegishli komponentlarning zichligi [kg / m<sup>3</sup>] bilan o'lchanadi.

Suyuq substratdagi quruq moddani hisoblash formulasi.

$$QM \text{ miqdori } [\%] = \left( \frac{\frac{\rho_{\text{suyuqlik}}}{\rho_{\text{substrat}}} - 1}{\frac{\rho_{\text{suyuqlik}}}{\rho_{\text{qattiq modda}}} - 1} \right) * 100\%$$

Moddalarning zararli ta'siri konsentratsiyaga juda bog'liq. Bu shuni anglatadiki, asosiy omil ma'lum bir moddaning to'liq mavjud emasligi emas, balki uning boshqa modda guruhlariga nisbatan konsentratsiyasidir.

- Kislород

Kislород yetarlicha boyitilmagan maydalangan substrati bilan kirib, metan bakteriyalariga zarar etkazishi mumkin.

- Antibiotiklar, kimyoterapevtik va dezinfektsiyalash vositalari

Antibiotiklar, kimyoterapevtik va dezinfektsiyalash vositalari fermentatsiya jarayoniga to'sqinlik qilishi va ayniqsa, ularning yuqori konsentratsiyasi

jarayonning to'liq to'xtashiga olib kelishi mumkin. Bu, agar barcha chorva mollari bir vaqtning o'zida dezinfektsiyalansa, yuz berishi mumkin. Bunday holda, ombordan to'g'ridan-to'g'ri saqlash sig'imiga olib boruvchi o'tish yo'li muammoni hal qilishga yordam beradi. Ayrim hayvonlarga qo'llaniladigan dorilar odatda bunday salbiy oqibatlariga olib kelmaydi. Amaldagi vositalar o'rtasida katta farq bor. 2.4-jadval shuni ko'rsatadiki, yuqori konsentratsiyalarda ham zararli bo'lmagan moddalar mavjud, boshqalari esa past konsentratsiyalarda ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

#### Antibiotiklarning hayvonlar ozuqasida metan hosil bo'lishiga ta'siri

Guruh	Sotuvdagi mahsulot nomi	Biologik faol modda	C <sub>max</sub> mg/l	Konsent-ratsiya mg/l	Metan 100%=Nominal	
Antibiotiklar		Bacitracin	29	100 10 3	68% 68% 80%	
	Flavophospho lipol	Flavomycin	11	50	104%	
	Avatec	Lasalocid	6	100 10 3	25% 102% 105%	
	Rumensin	Monensin	8	5 2 0,5	35% 35% 38%	
	Spiramix	Spiramycin	29	50 10 2,5	44% 46% 46%	
	Tylan	Tysolin	23	100 10 3	65% 67% 80%	
	Stafac	Virginiamycin	29	50 10 3	46% 73% 81%	
	SHEVETK dorivor kimyoviy	Animedica S-2 (Arsen + Fur.)	Arsanil kislotasi	144	100 10 3	54% 88% 90%
		Animedica S-	Furazolidon	144	200	41%

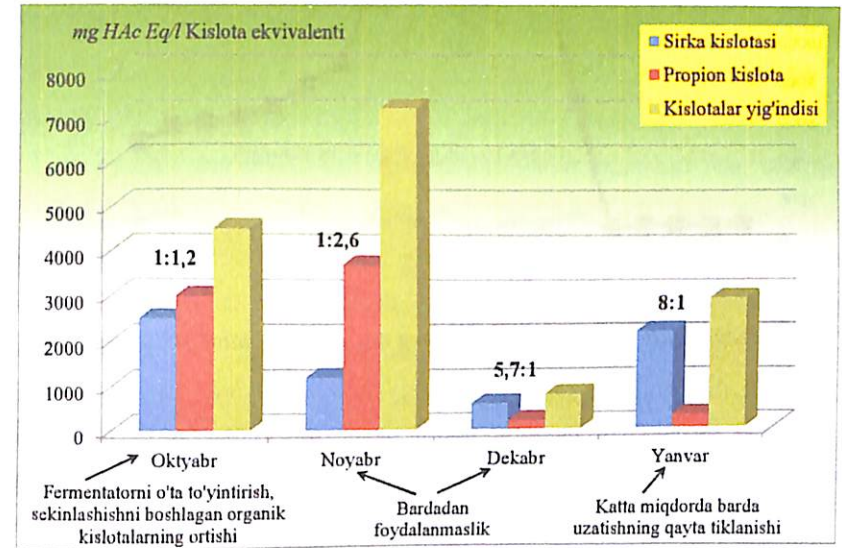
	3 (Arsen + Fur. + Sulf.)			50 3	93% 97%
		Sulfadimezin	144	100 20 3	101% 99% 102%
	Bayo-N-ox	Olaquinox	58	100 10 1	4% 32% 35%
Dezinfektsiyalash vositalari	Decaseptol 11% 10%	Xloroform CS <sub>2</sub> fenollar	0,12*	0,3* 0,03*	11% 10%
	Indicin 3	Aldegidlar Alkogol	0,03*	0,16* 0,016*	14% 83%
	Master Mix Environ	Fenollar	0,02*	0,1* 0,01*	94% 92%
	Orbivet	Aldegidlar Alkogol	0,03*	0,5* 0,1* 0,01*	27% 60% 87%
	Thegodor 73	Aldegidlar To'rtlik ammoniyli birikmalar	0,03*	0,5* 0,1* 0,01*	37% 63% 87%
*) ml / l; C <sub>max</sub> = fermentatorda nazariy jihatdan mumkin bo'lgan maksimal konsentratsiya					

2.4-jadval: Antibiotiklarning hayvonlar ozuqasiga, sintetik kimyoviy moddalar va statsionar dezinfektsiyalash vositalarining uzoq muddat foydalanishida metan hosil bo'lishiga ta'siri.

• Organik kislotalar, karbon kislotalar, yog' kislotalari

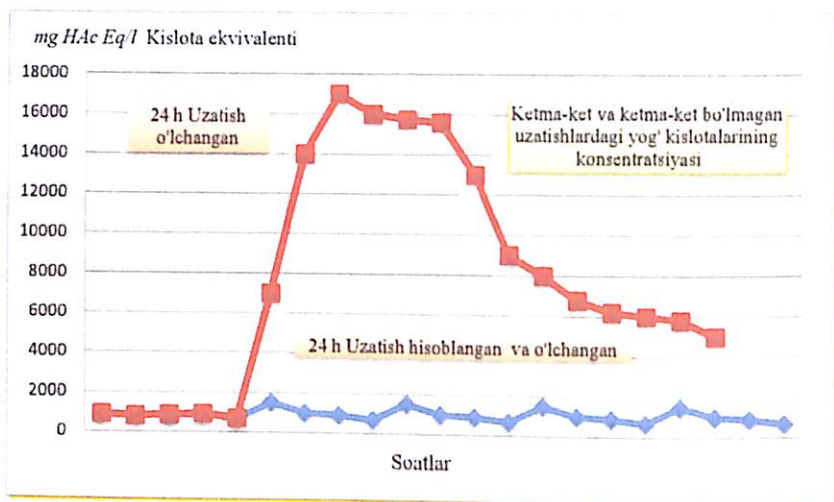
Organik kislotalarning anaerob parchalanishi jarayonida hosil bo'lgan organik kislotalarning to'planishi ham teskari va jarayonni to'xtatuvchi ta'sir ko'rsatadi (2.2-rasm). Uchuvchi yog' kislotalari deb ham ataladigan organik kislotalarning nisbati bizga jarayonning holati to'g'risida ma'lumot beradi. Biogaz hosil bo'lishining barqaror jarayonida organik kislotalar (sirka kislota ekvivalenti deb ham ataladi) miqdori 2000 mg/l dan past bo'ladi. Yangi yoki juda oson

parchalanadigan substratlarni juda tez uzatilishi tufayli tezkor oksidlanish va 16000 mg/l gacha kislotalar to'planishi mumkin. Bundan tashqari, sirka kislotasining propion kislotasiga nisbati salbiy o'zgaradi (2.11-rasm).



2.11-rasm. Barda uzatish (kiritish) tufayli organik kislotalarning o'zgarishi.

Agar darajasi 3000 mg/l dan oshsa va propion kislota uchun 300 mg/l bo'lsa, Velingerning so'zlariga ko'ra, jarayon buzilishi yuzaga keladi. Kislotalarning to'planishi natijasida ularning ko'p miqdordagi konsentratsiyasi tufayli bakteriyalarning to'xtalishidan boshlab, pH darajasi kamayishi, bakteriyalar rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi va parchalanish jarayonining to'liq to'xtashiga sabab bo'ladigan qator reaksiyalarga olib keladi. Bunga faqat substrat yetkazib berishni to'liq qisqartirish bilan kurashish mumkin. Bundan tashqari, avval qabul qilinganidek, kuniga bir marta bir marta substrat uzatish organik kislotalarning kuchli to'planishiga olib keladi, ammo ular kun davomida parchalanadi (2.12-rasm).



2.12-rasm. Substratni uzatish chastotasining organik kislotalar yig'indisiga ta'siri.

Kavsh qaytaruvchi mollarni boqish amaliyotidan ma'lumki, hazm qilish uchun sirka kislotasining propion kislotasiga nisbati 3:1 bo'lishi kerak. Qoida bo'yicha, quruq massa ratsionidagi xom tolalarning tarkibi 18-20% ga tushganda bunga erishiladi. Agar bu nisbatga erishish ta'minlanmasa, kavsh qaytaruvchi hayvonlarda sisentrik atsidoz<sup>5</sup> boshlanadi va biogaz qurilmalarida bakteriyalar rivojlanishining kechikishi va o'ta oksidlanishga olib keladi.

Ammo shunga qaramay, bakteriyalar kislotalar konsentratsiyasiga moslashishi mumkin, chunki bakteriyalar juda yaxshi moslashish qobiliyatiga ega. Amalda, yuqori konsentratsiyali kislota bilan ishlaydigan va gaz ishlab chiqarish qobiliyati yuqori bo'lgan ko'plab qurilmalar ma'lumki va bunday holatlarda asta-sekin yangi muhitga moslashish juda muhim.

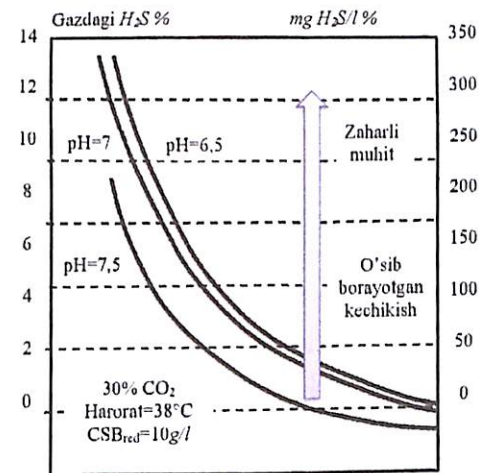
### Vodorod sulfidi

Tarkibida oltingugurt bo'lgan substratlar (asosan oqsillar) parchalanishida deyarli barcha tirik mavjudotlar uchun o'ta zaharli bo'lgan vodorod sulfidi ( $H_2S$ )

hosil bo'ladi.  $10^4$  dan kichik konsentratsiyadayoq uni aynigan tuxumning yoqimsiz hidi orqali aniqlanishi mumkin, agar konsentratsiya yuqoridagi qiymatdan oshsa, hid yo'qoladi, ammo gaz juda zaharliligi qoladi (2.5-jadval). Bunday toksik ta'sir 2005 yil noyabr oyida biogaz qurilmasining qabul qilish binosiga vodorod sulfidi buluti kirib to'planganida ko'p odamlarning hayotiga zomin bo'ldi yoki zaharladi. Gaz kelib chiqishi qurilma tufayli emas, balki go'ng tashiydigan yuk mashinasi sababli edi.

pH darajasi qancha past bo'lsa, substratda va biogazda  $H_2S$  foizi shunchalik yuqori va toksik potentsiali ham shunchalik yuqori bo'ladi. Agar gazdagi  $H_2S$  miqdori 2000 ppm yoki 50 mg  $H_2S$  eritmasi miqdoridan oshsa, bakteriyalar rivojlanishining kechikishi kutiladi. Substratda ajraladigan uglerod birikmalarining miqdori qancha yuqori bo'lsa (suyultirish effekti) risk shuncha kamroq bo'ladi.

Oltinugurtli substratlarda vodoroddan vodorod sulfid hosil qilish uchun foydalanadigan bakteriya shtammlari paydo bo'lishi mumkin. Ular metan bakteriyalari bilan vodorod uchun raqobatlashadi. Shunday qilib, metan hosil bo'lishi kamayadi va hosil bo'lgan vodorod sulfidi metan bakteriyalarining rivojlanishiga to'sqinlik qiladi (2.13-rasm).



2.13-rasm. pH ning vodorod sulfidi konsentratsiyasiga va bakteriyalar rivojlanishining kechikishiga ta'siri.

<sup>5</sup> Kavsh qaytaradigan hayvonlardagi kasallik. Kasallik katta qorin tarkibidagi pH ning kislotali tomonga siljishi bilan tavsiflanadi. Tsikratik atsidoz kavsh qaytaruvchi hayvonlar ko'p miqdorda eriydigan uglevodlarga ega ozuqani iste'mol qilganda rivojlanadi. Bular makkajo'xori, sul, arpa, bug'doy, qand lavlagi, kartoshka, olma, yashil o't va boshqalar. Kasallik hosil yig'im-terimdan keyin dalalarda o'tlayotganida va oqsil ozuqasi etishmovchiligi sharoitida ommaviy xarakterga ega.

Vodorod sulfidining konsentratsiyasi pH darajasiga qarab gazsimon yoki suyuq holda bo'ladi.

Shunga qaramay, oltinugurt substratning muhim ozuqaviy elementi hisoblanadi, chunki u bakterial biomassani shakllantirish uchun zarurdir.

Vodorod sulfidining ta'siri	
Havodagi konsentratsiyasi ppm (part per million – har milliontaga to'g'ri keluvchi ulush) da 1ppm=0.0001%	Ta'siri
0,03-0,15	Sezgi organlarida buzilishlar, aynigan tuxum hidi
15-75	Ko'zlar va nafas yo'llarining achishishi, ko'ngil aynish, qusish, bosh og'rig'i, muvozanatni yo'qotish
Δ150-330 0,015-0,03%	Sezuvchi nerv tolalarining falajlanishi
> 375 Δ 0,038%	Zaharlanishdan o'lim (bir necha soatdan keyin)
> 750 0,075%	Xushdan yo'qotish va 30-40 minut davomida nafas olish to'xtatishi oqibatida o'lim sodir bo'lishi
1000 dan boshlab Δ 0,1%	Bir necha daqiqa davomida nafas olish to'xtatishi oqibatida tezda o'lim sodir bo'lishi

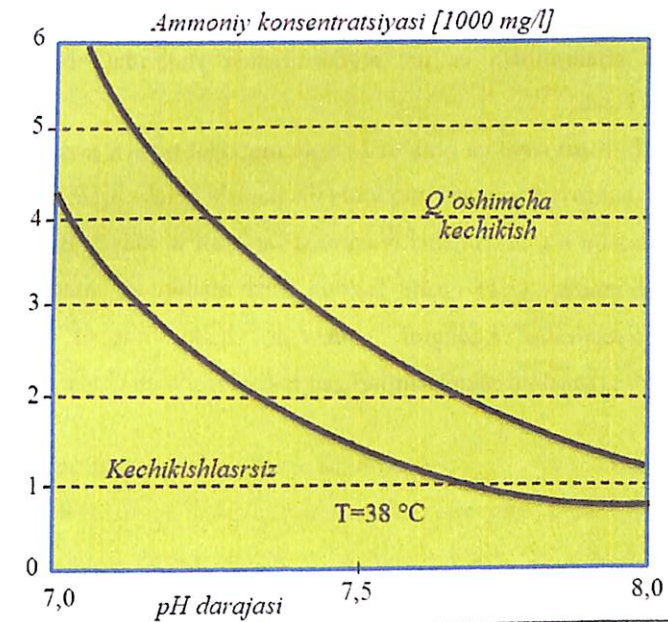
2.5-jadval. Vodorod sulfidining ta'siri

### Ammiak

Azot o'z ichiga olgan substratlar (oqsilga boy substratlar, masalan beda yoki qush axlati) anaerob parchalanishi natijasida ammonium ( $\text{NH}_4$ ) hosil bo'ladi.

Umumiy azot tarkibining taxminan 50-60% fermentlangan substratda ammiakli azot shaklida saqlanadi.

Bu, o'z navbatida, eritma (dissosiyatsiya) ammiak bilan ( $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4$ ) nisbatida bo'ladi, bu asab va hujayralar uchun kuchli zahar hisoblanadi. Uning o'tkir hidini boshqa hech nima bilan aralashtirib bo'lmaydi. Bunday holda, toksik ammoniy foydasiga bo'ladigan o'zgarishlar pH darajasi va substratning haroratiga bog'liq. Agar pH darajasi va harorat yuqori bo'lsa, muvozanat ammoniy tomon o'zgaradi. Agar pH=7 bo'lsa, unda ammonium-ammiakning nisbati 99:1 ga teng. pH=9 oshishi bilan nisbat 70:30 ga o'zgaradi. Laboratoriya sharoitida Krois (1986)  $\text{NH}_4$  ning 3 g/l konsentratsiyasidan boshlab, dastlabki kechikish qayd etilishini isbotladi. Shuningdek, u harorat oshishi bilan ta'sir kuchayishini aniqladi (2.14-rasm). Ko'pincha kechikish sezilarli darajadagi ko'piklanish orqali sodir bo'ladi.



2.14-rasm. Harorat va pH darajasiga bo'g'liq ravishda ammiak ta'siri ostida bakteriyalar rivojlanishining kechikishi.

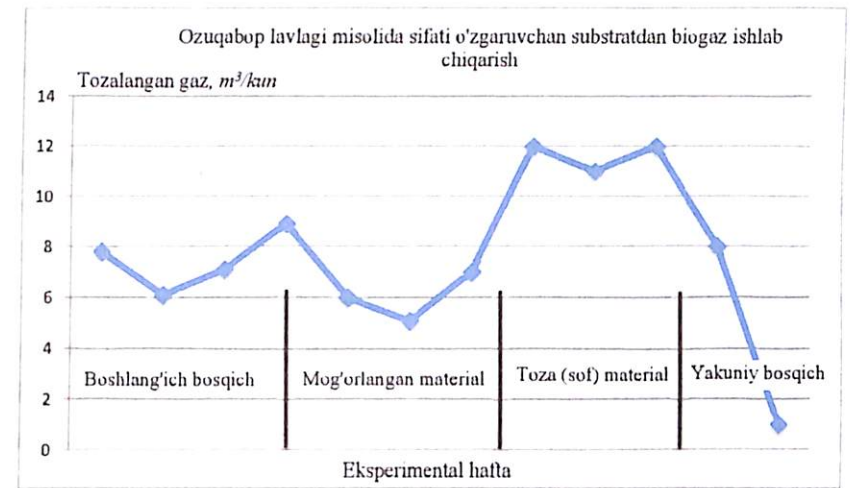
Biroq, yuqoridagi ko'rsatkichlar absolyut emas. Oldinroq ta'kidlab

o'tilganidek, bakteriyalar ma'lum konsentratsiyaga o'rganib qolishadi, shuning uchun substratda 5 g ammonium-N va ammiak-N 1,15 g gacha bo'lgan, hech qanday kechikishlarsiz optimal ishlaydigan qurilmalar mavjud (Wolfring qurilmalari). Bundan tashqari, tolali material shaklidagi uglevodlarni qo'shilishi natijasida C/N nisbati to'ldiriladi va shu bilan kechikishlarning oldini olinadi. Shuningdek, yetkazib beriladigan substratning kunlik miqdorini kamaytirish suyultirish ta'siriga ega va shu bilan yuklanmani kamaytiradi. Fermentatorda haroratning pasayishi ham toksik xususiyatni kamayishiga olib keladi. O'ta bijg'itilgan materialni takroriy etkazib berish holatida ammiak bilan zaharlanish xavfi ortadi. Bunday fermentlangan material C/N orasidagi kichik nisbat bilan tavsiflanadi va ta'sirni kuchaytiradi.

Ammiak deyarli barcha hollarda eritilgan suyuq holatda bo'ladi, bu filtrdan o'tgandan so'ng materialdan qayta foydalanish imkonini beradi. Fermentatorning o'lchamlarini rejalashtirish va uni joylashtirishda yuqoridagi barcha faktlarni hisobga olish kerak.

#### **Past sifatli substrat va mog'or bosgan material tufayli teskari ta'sir**

Biogaz bakteriyalari etarli miqdorda oziqlanishi kerak. Agar etkazib berilgan substrat sifatsiz bo'lsa, unda bakteriyalarning faoliyati to'xtaydi. Buni misol bilan yaxshi ko'rish mumkin (2.15-rasm). Taxmin qilish mumkinki, nafaqat substratning sifati bakteriyalarning faolligini cheklaydi, balki mog'or zamburug'lari bakteriyalar rivojlanishini sekinlashtiradigan toksinlarni ham chiqaradi.



2.15-rasm. Mog'orlangan material tufayli kechikishlar

#### **Ikkilamchi tarkibiy qismlarning susaytiruvchi ta'siri**

Ikkilamchi tarkibiy qismlar biotsenozni ham cheklashi mumkin:

1. Oltingugurt aralashmalari (issiqxonalarda karam, piyoz va piyoz etishtirishda).
2. Efir moylari (sitrus qobig'i, sarimsoq).
3. Shovul (oksalik) kislota (masalan, har xil turdagi bedalar).
4. Sianidlar, taninlar va boshqalar moddalar.

Bu, asosan, faqat yuqorida sanalgan substratlar qurilmaga kiritilganda sodir bo'ladi. Lekin asta-sekin boshqa substratga aylanish orqali moslashish ham sabab bo'lishi mumkin.

#### **Og'ir metallarning cheklovchi ta'siri**

Og'ir metallarning toksik xususiyatlari ularning suvda eruvchanligiga bog'liq, bu esa o'z navbatida pH darajasiga bog'liq. Og'ir metallar hujayrali modda almashinuvi fermentlariga ta'sir qiladi va bakteriyalarning hayotiy faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu bilan birga, cheklovchi va toksik ta'sir o'rtasida aniq chegara yo'q (2.2-jadval). Bu esa yana bakteriyalarning yuqori moslashuvchanligi bilan bog'liq. Og'ir metall ionlari H<sub>2</sub>S bilan eriydigan metall sulfidlarni hosil qilganda ish qobiliyatini yo'qotadi va qattiq cho'kma hosil qiladi.



Tarkibida og'ir metallarning yuqori konsentratsiyasi bo'lgan substratlar uchun (Ko-fermentasiyaga qarang) 2.2-jadval bilan moddalar konsentratsiyasini tahlil qilish va taqqoslash foydali bo'ladi.

### **Jarayonni rag'batlantiruvchi substratlar (oson parchalanadigan substratlar, fermentlar)**

Amaliyot natijalaridan ma'lum bo'lmoqdaki, donli ekinlar, yangi xantal va qand lavlagi qoldiqlari kabi oson parchalanadigan substratlarni maqsadga muvofiq va cheklangan miqdorda qo'llanilsa qalin suzuvchi qobiqlar hosil bo'lmaydigan (0,5 m gacha) tez parchalanish effektini kuzatishimiz mumkin. Ushbu effektini yengil parchalanadigan substratlarning qo'shilishi bakteriyalar massasining tiklanishiga va ko'payishiga olib kelishi, bu esa keyinchalik og'irroq materialni yaxshiroq va tezroq parchalay olishi bilan tushuntiriladi. Bunday qo'shimchalarni tayyorlashda ularni oziqlantirishni haddan tashqari oshirib yubormaslik kerak, aksincha u peroksidatsiyaga, ya'ni mutlaqo teskari ta'sirga olib keladi. 4 tonna makkajo'xori silosi, 4,8 tonna makkajo'xori va 3 tonna boshqa o'tlar silosidan iborat ratsionda 0,5 tonna don ekin chiqindisini qo'shish maqsadga muvofiqdir.

Hozirgi kungacha ham, bugun ham biogaz qurilmalari uchun qo'shimchalar sotilmoqda, bu esa ishlab chiqaruvchilarning fikriga ko'ra, jarayonni barqarorlashtiradi, fermentasiya vaqtini tezlashtiradi va parchalanish darajasini oshiradi, shuningdek gaz ishlab chiqarishni sezilarli darajada oshiradi. Hech shubha yo'qki, bunday substratlar anaerob parchalanishini va bakteriyalarning ishlashini qo'llab-quvvatlaydigan texnologiyalardir. Masalan, fermentlar (masalan, sellyuloza) yoki termal ultratovushli ishlov berish (70 °C gacha qizdirish) qattiq parchalanadigan tuzilmalarni ochib, bakteriyalarga kirishini osonlashtiradi. Silikatlar yoki loyqasimon minerallarining qo'shilishi bakteriyalar joylashish yuzasini va shu bilan birga parchalanish darajasini oshiradi. Shuningdek, mikroelementlarning qo'shilishi (ular yetishmaganda) bakteriyalar faolligining oshishiga olib keladi. Parchalanish yoki gaz ishlab chiqarish darajasining o'sishi turli ishlab chiqaruvchilar tomonidan 10 dan 25% gacha ortishi aytib o'tilgan.

Afsuski, hozirgi kunga qadar taqqoslashning ilmiy natijalari yo'q va qaysi

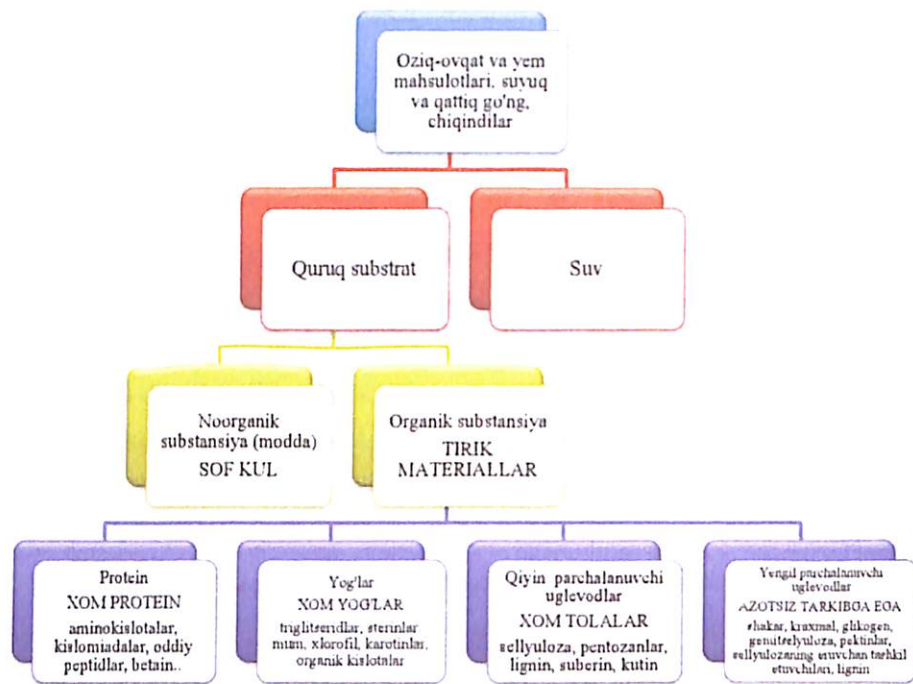
substratlar buni amalga oshirishi mumkin, u qanday natija beradi va ular qanday aniq harakat qiladi.

2003/2004 yil qish mavsumida Sharqiy Bavariya biogaz uyushmasi (Uolter Danner) sellyulozadan foydalangan va sinovdan o'tkazgan. Gaz ishlab chiqarishda sezilarli o'sish kuzatilmagan bo'lsa-da, substrat yaxshiroq parchalanib, aralashtirish va nasos bilan bog'liq harajatlarni kamaytirgan. Amaliyot uchun gaz samaradorligini oshiradigan vositalardan foydalanish qanchalik foydali ekanligini hisoblash tavsiya etiladi. Agar vosita gaz yoki elektr energiyasini ishlab chiqarishni ko'paytirishning foydasiga qaraganda qimmatliroq bo'lib chiqsa, unda bunday vositalardan foydalanish samarali emas. Aks holda, mahsulotni kamida ikki davr mobaynida fermentasiya uchun tekshirish va muvaffaqiyatli natijalardan so'ng sotib olish mumkin. Bunday holda siz vosita samarasini aniq o'lchash uchun odatdagi ratsionga va uni uzatish usuliga amal qilishga e'tibor berishingiz kerak.

### **2.3. Substratlar va ularning parchalanish jarayoniga ta'siri**

#### **Substrat tarkibi va jarayonning barqarorligi**

Har bir substrat, ozuqa, oziq-ovqat, biologik yoki organik chiqindilar 2.16-rasmda keltirilgan moddalar guruhlaridan iborat. Substratni baholashda faqat quruq massadan, bunday holda faqat uning organik qismidan metan ishlab chiqarilishi mumkinligini hisobga olish kerak. Shuning uchun substratlar aralashmasining tarkibiy qismlarini tanlashda umumiy massaga nisbatan organik quruq massaning tarkibi birinchi mezonidir. Shu sababli, 1 tonna dondan olinadigan gazning miqdori shu butun o'simlikning silosidan yoki bardalardan foydalangandan ko'ra bir necha baravar ko'p bo'lgani ajablanarli emas, chunki ularda gaz hosil bo'lmaydigan suv miqdori ancha yuqoridir (2.6-jadvalga qarang).



2.16-rasm. Kirchgessnerga ko'ra, substratlarni oqsillar, yog'lar va uglevodlar guruhlariga bo'linishi.

Noorganik komponent – analitik materiallarda *xom kul* deb ham ataladigan, yig'ib olingan ekin hosili va go'ngga yoki organik chiqindilarga tushadigan qum, tuproq, mayda toshlar, ishlov berish dastgohlaridan metall qirindilar va shunga o'xshash moddalardan iborat. Bunday komponentlar biogaz ishlab chiqarish jarayonida nomaqbuldir, chunki ulardan biogaz olish mumkin emas va shu bilan birga ular texnik muammolarga olib keladi (cho'kma hosil qilish kabi). Masalan, lavlagi bunday fraksiyani juda ko'p miqdorda o'z ichiga oladi.

Turli substratlardagi suv miqdori (% hisobida)	
Barda	90-94
Quruq yem, don	12-15

Yashil yem, ildizlar	75-85
Sanoat yemi	10-15
Silos	80
Quruq yashil massa (hashak)	5-12
Senaj	60-70

2.6-jadval. Turli substratlardagi suv miqdori.

Organik moddalar oqsil, yog'lar, shuningdek oson va qattiq parchalanadigan uglevodlardan iborat.

*Yog'lar* – bu, unga bittadan uchtagacha bir xil yoki turli xil yog' kislotalari (karbon kislotalar) birlashtirilgan uch belgili glitserin alkogolining turli ko'rinishlari. Ularni mono-, di- yoki triglitseridlar deb ataladi. Yog'lar har xil triglitseridlarning doimiy aralashmasidir hamda yog' kislotalari va glitserinlarga ajraladi. Yog' miqdori o'ta ko'pligi organik kislotalarning to'planishiga olib keladi, shuning uchun pH pasayadi, sirka kislotasi va metan hosil bo'lishi sekinlashadi.

*Proteinlar (oqsillar)* – aminokislotalardan tashkil topgan murakkab molekullar. Uglevodlar va yog'lar kabi ular uglerod *C*, vodorod *H*, *O* kislordan iborat, bundan tashqari ular tarkibida azot, oltingugurt va fosfor mavjud. Proteinlar peptidlarga, so'ngra aminokislotalarga va oxiri organik kislotalarga parchalanadi. Protein va yog'ning parchalanishida ratsionning tarkibi uglevodlarning parchalanishi bilan taqqoslanganda unchalik ahamiyat kasb etmaydi.

Uglevodlar guruhi juda *oson parchalanadigan* va murakkab tuzilishga ega, *qiyin parchalanadigan aralashgan* uglevodlarga bo'linadi.

- Monosaxaridlar: shakar, glyukoza, fruktoza
- Oligosaxaridlar (10 tagacha monosaxaridlar): saxaroza (xom shakar), laktoza (sut shakar), maltoza (soloda<sup>6</sup> shakari)
- Polisaxaridlar (yuqori molekulyar massali): kraxmal, glikogen, sellyuloza, soloda inulini<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Pivo tayyorlashda foydalaniladigan donli o'simliklarning undirilgan va maydalangan hosil bo'lgan modda

<sup>7</sup> Inulin.  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – polisaxaridlar guruhidagi organik modda, D-fruktoza polimeri.

• Geteropolisaxaridlar (murakkab tuzilishga ega bo'lgan aralash uglevodlar): gemisellyuloza, pektinlar, lignin - bu aslida uglevod emas, balki analitiklar tomonidan uglevodlar guruhiga kiritilgan. Bular o'simliklarning yog'och moddasi va bakteriyalar, kislotalarning parchalovchi ta'siriga chidamli. Odatda lignin hazm bo'lmaydi deb qabul qilingan.

Uglevodlar bakteriyalar tomonidan oddiy shakarga bo'linadi va kam yog'li kislotalargacha (sirka, yog', propionik) parchalanadi. Hosil bo'lgan kislota miqdori va har bir alohida kislotaning foizi miqdori uglevod tarkibiga bog'liq. Kavsh qaytaruvchi juft tuyoqlilar hazm qilish jarayonida (ularning oshqozoni juda qisqa fermentasiya davriga ega bo'lgan biogaz qurilmasidan boshqa narsa emas, 2.7-jadval), kraxmal va shakarga boy substratlar propion va yog' kislotasi miqdorining oshishiga olib kelishini bilamiz. Shuningdek, sellyuloza kabi tolaga boy substrat, yog' kislotalari tarkibini sirka kislotasining ustunligi yo'nalishi bo'yicha o'zgartiradi. Bundan tashqari, uglevodlar tarkibi pH ning darajasi va tirik mikroorganizmlar sonini aniqlaydi. Agar oziq-ovqatda juda ko'p kraxmal va shakar bo'lsa, kislotali muhit ta'sirida pH darajasi pasayadi, bakteriyalar soni tez ko'payadi. Bu uglevodlarning yanada tezroq parchalanishiga va fermentatorning o'ta oksidlanishiga olib keladi.

pH darajasi pasayadi. Propion kislotasini hosil qiladigan bakteriyalar soni ortadi, sirka kislotasini hosil qiladiganlar esa, aksincha kamayadi. Shunday qilib, metan uchun boshlang'ich material sifatida sirka kislotasining shakllanishi sekinlashadi. Bunday hollar kavsh qaytaruvchi hayvonlar iste'mol qiladigan oziq-ovqati tufayli kelib chiqadi (oshqozon asidozi<sup>8</sup>), ammo bunda biogaz qurilmasi zarar ko'rmaydi.

Bug'doy, makkajo'xori yoki qand lavlagi kabi shakar yoki uglevodlarga boy bo'lgan substratlardan foydalanilganda ushbu materiallarning yetkazib berilishini diqqat bilan kuzatib borish kerak. Bu, ehtimol, amalda don yoki qand lavlagidan faol foydalanish keng tarqalmaganligining sabablaridan bo'lishi mumkin. Bunday

jarayondan an'anaviy bir bosqichli qurilmalarda foydalanish juda qimmatga tushadi.

<b>Uglevod birikmalarining bakteriyalarga, pH, parchalanish tezligi va yog' kislotalari birikmalariga ta'siri</b>			
<b>Ratsiondagi nisbiy tarkib</b>			
	Sellyuloza tarkibli	Kraxmal tarkibli	Qand tarkibli
Mikroorganizmlar tarkibi	Nisbatan past	Nisbatan yuqori	Nisbatan past
pH darajasi	Yuqori (6,5)	Quyi (5,7)	Juda quyi (5,1)
Parchalansh	Sekin	Tez	Juda tez
<b>Yog' kislotasi namunalari</b>			
Sirka kislotasi	Yuqori	Quyi	Quyi
Propion kislotasi	Quyi	O'rtacha yuqori	Yuqori
Yog' kislotasi	Quyi	O'rtacha yuqori	Yuqori

2.7-jadval. Uglevodli birikmalarning kavsh qaytaruvchi hayvonlarning oshqozonidagi bakteriyalarga, pH, parchalanish tezligi va yog' kislotalarining shakllanishiga ta'siri (1987 yildagi Kirchgessner materiallari asosan tuzilgan).

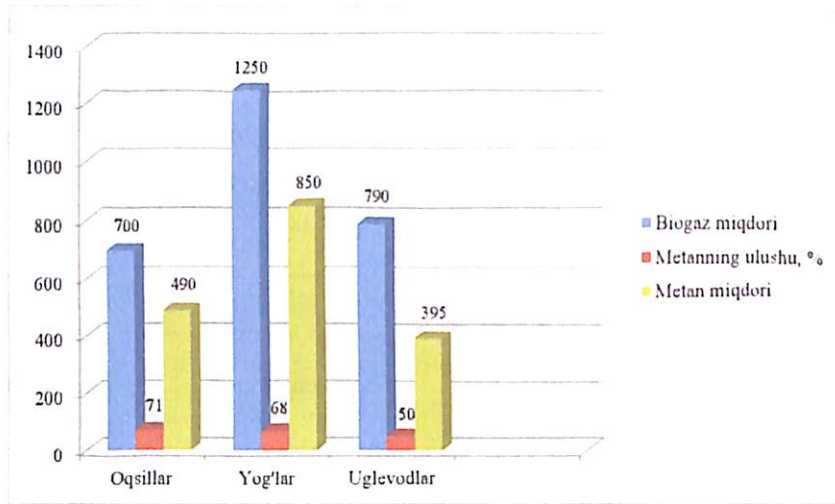
#### **Substratning biogaz miqdoriga va biogazning shakllanishiga ta'siri**

Har bir guruhdagi moddalar: oqsillar, yog'lar va uglevodlardagi mos ravishda hosil bo'ladigan biogaz, undagi metanning foizi va olingan metanning miqdori aniqlanadi (2.17-rasm).

*Vkg, oQMdan biogazning chiqishi;*  
% - metanning ulushi.

*Substratning biogaz*  
*miqdori va sifatiga ta'siri*

<sup>8</sup> Acidoz (lot. Acidus - nordon) - organizmning kislota-ishqor muvozanatining kislotalikning ortishi (pH pasayishi) tomon siljishi.

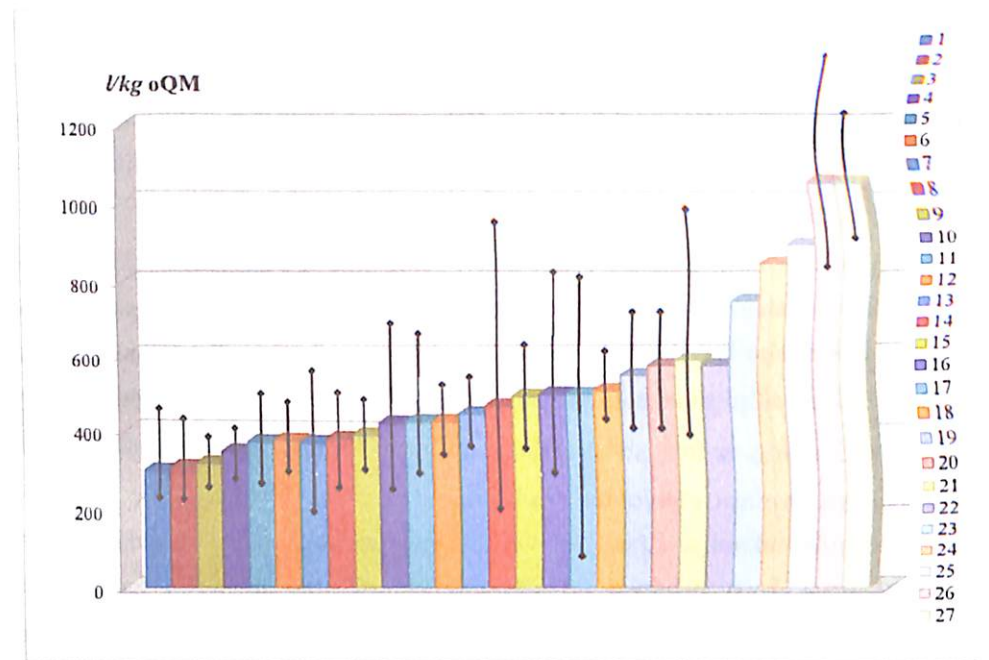


2.17-rasm. Moddalar guruhlarining biogaz miqdori va sifatiga ta'siri [78].

Biogazdagi metanning maksimal miqdori oqsillardan olinadi – 71%; shuningdek, yog'lar – 68% yuqori sifatli metan hosil qiladi. Eng yomoni natija uglevodorodlarda – atigi 50% metan. Garchi uglevodlar odatda oqsillarga qaraganda 90 litr ko'proq biogaz ishlab chiqarsada, uglevodlar metan ulushi kamligi sababli 1 kg organik quruq moddaga atigi 400 litr metan bilan cheklanadi. Yog'lar 1 kilogramm quruq organik modda hisobiga 850 litrgacha metan hosil qiladi – bu yog'larda metanning eng yuqori mahsuldorligi. Proteinlar esa har kilogramm organik quruq moddaga 490 litr metan ishlab chiqaradi. Agar faqatgina hosil bo'lgan metan miqdoriga tayanadigan bo'lsak, tarkibida yog'lar va oqsillar ko'p bo'lgan substratlar aralashmalarini afzal bilish mumkin bo'ladi.

Shunday qilib, gaz chiqarishning yagona ko'rsatkichi yo'qligi aniq ko'rinib turibdi. Substrat aralashmasining tarkibi o'zgarganda, gaz hosil bo'lishi va uning sifati ham o'zgaradi. Ushbu o'zaro bog'liqlik bir xil substrat uchun gaz hosil bo'lishi bo'yicha ma'lumotlardagi katta tebranishlarda aks etadi (2.18-rasm).

#### Har xil turdagi substratlardan gazning chiqishi va ularning dispersiyasi



1. YShQ (yirik shoxli qoramol) qattiq go'ngi	6. Shinni (qand lavlagi qayta ishlanishi qoldig'i)	12. Bug'doy somoni	21. Pivo tayyorlash qoldig'i
2. YShQ (yirik shoxli qoramol) suyuqholatdagi go'ngi	7. Kartoshka qoldig'i	13. Lavlagi poyasi	22. Ot go'ngi (yangi)
3. Somon	8. Parranda go'ngi	14. Biochiqindi	23. Lavlagi pulpasi (ezilgan lavlagi)
4. Arpa somoni	9. Suyuq cho'chqa go'ngi	15. Sabzavot qoldiqlari	24. Qand lavlagi silosi
5. Cho'chqa oshqozonidagi massa	10. Barglar	16. Beda	25. Makkajo'xori poyasi (quruq)
	11. Kavsh qaytaruvchi hayvonlar oshqozonidagi massa	17. O'rigan maysa	26. Yog' tutgichlardagi yog'
		18. Makkajo'xori silosi	27. Flotatsiya <sup>9</sup> yo'g'lari
		19. O'l-o'lanlar silosi	
		20. O'l-o'lanlar	

2.18-rasm. Har xil turdagi substratlardan gaz chiqishi.

#### 2.4. Jarayonni tavsiflovchi parametrlar

##### Fermentasiya kamerasiga substratni yuklash

Fermentasiya kamerasiga substrat yuklash – foydalanuvchi tomonidan har kuni fermentorga yetkazib beriladigan organik quruq moddani anglatadi. Odatda, bu kuniga fermentator m<sup>3</sup> hajmi uchun to'g'ri keladigan organik modda

<sup>9</sup> Flotatsiya (fr. *flotatsiya*, *flotter* – *suzish*) – bu foydali qazilmalarni qayta ishlash usullaridan biri bo'lib, u sirtlarning solishtirma energiyasidagi farq tufayli minerallarning interfazda qolishi qobiliyatidagi farqga asoslanadi. Flotatsiya paytida gaz pufakchalari yoki yog' tomchilari suv bilan namlangan zarrachalarga yopishadi va ularni yuzaga ko'taradi.

kilogrammlarda belgilanadi. Bijg'itish kamerasining mumkin bo'lgan yuklash o'lchami, avvalambor tanlangan fermentasiya harorati va bijg'ish vaqtiga bog'liq bo'ladi. Harorat qancha past bo'lsa va fermentasiya vaqti qanchalik uzoq bo'lsa, fermentatorni yuklash darajasi shunchalik ko'p bo'ladi va shunchalik ko'proq organik moddalarni kiritish mumkin.

Qurilma turiga qarab bijg'itish kamerasining substrat yuklanmasini maksimal darajaga ko'tarish mumkin. Fermentasiya kamerasi yuklanmasi qanchalik ko'p bo'lsa, parchalovchi bakteriyalarning chegaraviy ko'rsatkichlariga yetishish ehtimolligi shunchalik ortadi va shu bilan jarayonni yetarlicha to'yintirish mumkin. Shuning uchun, substrat bilan to'liq to'ldirilgan va ekspluatatsiyadagi qurilmalarga, ayniqsa, ehtiyot bo'lish kerak.

Amalda, kuniga 2-3 kg organik quruq modda/m<sup>3</sup> yuklanadigan fermentatorlar ko'p uchraydi. Bunda gaz chiqishining pasayishi bakteriyalar rivojlanishining kechikishi tufayli boshlanganmi yoki yo'qligini nazorat qilish turish kerak bo'ladi. Agar bijg'ish kamerasining yuklanishi 4-5 kg organik quruq moddadan iborat bo'lsa, unda bakteriyalarning mahsuldorligi pasayadi va bu biogaz hosil bo'lishining pasayishiga olib keladi. Bunda tizim haddan tashqari yuklangan deb hisoblanadi. Jarayon bilan bog'liq muammolar bo'lmasligi uchun 1 kg organik quruq modda/m<sup>3</sup> miqdorida yuklama bilan ta'minlansa maqsadga muvofiq keladi.

Fermentatorning substrat yuklanmasi qurilma yuklanishining nazorat parametridir. Biogaz qurilmasi parametrlarini rejalashtirish va ishlab chiqishda buni albatta hisobga olish zarur!

Yotqizilgan va gorizontal shaklda tayyorlangan oqimli fermentatorlarda yuklanma ko'proq bo'ladi; adabiyotlarda bu bo'yicha miqdor kuniga 10 yoki undan ko'p kg organik quruq modda/m<sup>3</sup> bo'lishi haqida ma'lumotlar ham bor. Ammo bu miqdor bilan ehtiyot bo'lish va alohida e'tibor ko'rsatish kerak bo'ladi. Agar bunday konstruksiyaga diqqat bilan qarasangiz, fermentatordan keyin yana bir fermentator, aniqrog'i qo'shimcha parchalagich – fermentasiya kamerasini kattalashtirish va shu bilan fermentator yukini kamaytiruvchi qurilma

o'rnatilganligini ko'ramiz.

Texnologik qo'llanilishiga ko'ra qo'shimcha parchalagich fermentatorga mos keladi va unda texnik xizmat, tozalash ishlari olib borilsa, fermentator sifatida vaqtincha foydalanish mumkin. Parchalagich hajmiga qarab substratning ta'sirini 50-80 kunga cho'zish orqali biogaz hosil qilishni ko'paytirish uchun kerak bo'ladi. Shuningdek, gorizontal qurilmalarda o'ta bijg'itilgan materialning qaysi qismi substratning yangi qismi bilan aralashtirilgan bo'lsa, substratni suyultirishni ham e'tiborga olish kerak. Yangi va bijg'itilgan material aralashtirilganligi sababli u suyultiriladi va umumiy massada organik quruq moddalar miqdori kamayadi. Ko'pincha, fermentasiya kamerasini yuklanmasi sifatida faqat kiritilgan materialning tarkibi ko'rsatiladi.

Fermentatorning shakli qanday bo'lishidan qat'iy nazar, unga kuniga kamida 4 kg organik quruq modda/m<sup>3</sup> ga yuklanishi tavsiya etiladi.

Fermentasiya kamerasining yuklanmasi  $Br$  – substratning kunlik yuklanadigan miqdori – undagi organik modda miqdorining fermentator umumiy hajmiga nisbatining foizlardagi ifodasi orqali hisoblanadi (2.8-jadvalga qarang).

$Br = \text{fermentatorning har } m^3 \text{ hajmiga yetkazib beriladigan kunlik organik quruq modda (oQM), kg}$

#### Fermentatorning yuklanmasini hisoblash

Fermentatorga har kuni 6 m<sup>3</sup> makkajo'xori silosi, 8 m<sup>3</sup> qoramol chiqindisi, 6 m<sup>3</sup> o'tlar silosi va 0,5 tonna donli shrotni qabul qiladi.

Fermentator va qo'shimcha parchalovchi sig'imlar har birining hajmi 800 m<sup>3</sup>, ya'ni umumiy holda 1600 m<sup>3</sup> fermentatordan samarali foydalanish mumkin.

Dastlab, substratni hajmiy birlikdan og'irlik birligiga aylantirish, so'ngra yangi massadan quruq massaga o'tkazish, so'ng uni organik quruq massaga o'tkazish kerak:

- Bir tonna qoramol chiqindisining 25% i quruq modda qolgan qismi suvdur.

- 4,8 tonna ushbu chiqindining 25 foizi 1,2 tonna quruq massa, uning esa 80 foizi quruq organik massa, qolgan qismi kul, minerallar, tosh bo'laklari va boshqalar.

- 1,2 tonnaning 80% 960 kg ni tashkil qiladi.

Aslida olingan 4800 kg chiqindidan atigi 960 kg qismidan biogaz olish mumkin, chunki faqat uning tarkibida organik moddalar mavjud. Qolgan hammasi suv va noorganik moddalar, chiqindining mineral tarkibiy qismlaridir.

Shu tarzda, boshqa substratlar uchun ham hisob-kitoblarni amalga oshirish mumkin.

	Kiritilgan substrat $m^3/d$	Maxsus zichlik $kg/m^3$	Kiritilgan yangi massa $kg/d$	Quruq modda ulushi %	Kiritilgan quruq modda $kg/d$	Organik quruq modda ulushi %	Kiritilgan organik quruq modda $kg/d$	Fermentator yuklanmasi $organ.QM/m^3/d$
Go'ng	8	600	4800	25	1200	80	960	0.60
Makkajo' xori silosi	6	650	3900	30	1170	94	1100	0.69
O'tlar silosi	6	500	3000	40	1200	89	1068	0.67
Donli shrot	0,7	700	500	87	440	98	426	0.27
<b>Umumiy natija (summa)</b>								<b>3554</b>
<b>2,2</b>								

Qurilma fermentatoriga jami 2,2  $kg$  organik  $QM/m^3/d$  yuklash mumkin. Shunday qilib, fermentator o'rtacha yuklanmaga ega bo'ladi va agar zarur bo'lsa uni ko'paytirish mumkin.

2.8-jadval. Fermentatorning yuklanmasini hisoblashga misol.

Agar fermentatorning ma'lum hajmida, kunlik ta'minlanadigan substrat miqdori oshsa, fermentasiya vaqti kamayadi. Natijada, bakteriyalarga materialni chiritish (parchalash) uchun kamroq vaqt qoladi va eng yomoni u yerdan "hazm qilinmagan" moddalar chiqadi. Fermentasiya kamerasining yuklamasi va fermentasiya vaqti bir-biriga mos bo'lishi kerak.

## Fermentasiya vaqti

Gidravlik fermentasiya vaqti – bu substratning nazariy jihatdan fermentatorda bo'lish vaqti. To'liq aralashirilgan fermentatorlar uchun bu ko'rsatkich o'rtachalashtirib hisoblanadi. Substratning harakatlanishi bitta tiqin (tromb) ning harakati sifatida ro'y beradigan fermentator uchun, nazariy fermentasiya vaqti haqiqiy vaqtga ko'proq mos keladi. Chunki kiritilgan substratning ko'p qismi butun fermentator orqali xuddi bitta tiqin itarilib harakatlanganidek kabi qaraladi. Shuning uchun, aynan shu substratlar to'liq aralashirilgan tizimlarda gorizontol oqimli tizimlariga qaraganda fermentasiya uchun uzoqroq vaqt talab qiladi.

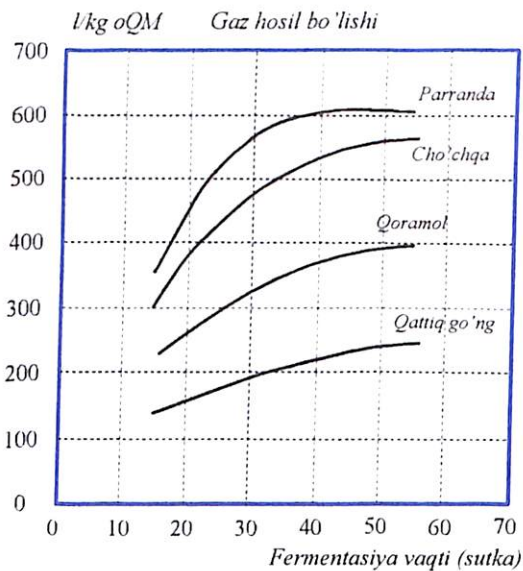
Fermentatorda substratning fermentasiya vaqti substratning parchalanishiga qarab hisoblanadi. Oson va tez parchalanuvchi substratlar qiyin parchalanuvchilarga nisbatan qisqaroq vaqt talab etiladi (2.4-rasm).

Fermentatorda minimal parchalanish vaqti o'lchov birligi sifatida mos ravishda bakteriya turining generatsiya vaqti hisoblanadi. Fermentasiya vaqti qanchalik qisqa bo'lsa, shunchalik bakterial massasini ham barobar oshirolmaydi, bunda esa o'z navbatida fermentatordagi bakteriyalar sof massasini yo'qotadi va gaz hosil bo'lishi kamayadi. Masalan, ba'zi bakteriyalar guruhi massasini ikki baravar oshirish uchun 10 kungacha vaqt talab etiladi (2.3-rasmga qarang), ya'ni bu vaqt fermentasiya uchun zarur bo'lgan vaqtning quyi chegarasidir.

Fermentasiya vaqtining yuqori chegarasi texnik va iqtisodiy nuqtai nazardan belgilanadi. Shunday lahzalar paydo bo'ladiki, ishlab chiqariladigan gaz miqdori shunchalik kamayadi va fermentatorning hajmini oshirish ishlab chiqarilgan gazga qaraganda qimmatroqqa tushadi. Fermentatorda substratning bijg'ish vaqti fermentasiya harorati bilan birga parchalanish darajasiga, gaz chiqishiga va gaz hosil qilishga katta ta'sir ko'rsatadi. Qisqa fermentasiya vaqti kuchli portlash effektiga olib kelishi ham mumkin (fermentasiya kamerasining har bir  $m^3$  ga nisbatan), chunki bunda tez "taslim" bo'ladigan substratlar avval parchalanadi. Agar yetkazib berilayotgan organik substratning to'liq miqdoriga nazar tashlaydigan bo'lsak, u holda qisqa fermentasiya vaqti kam gaz hosil bo'lishi (har

kg organik QM ga nisbatan) va kuchsiz, sezilariz parchalanish darajasi bilan bogʻliq boʻladi. Uzoq fermentasiya vaqti bilan, aksincha, gaz hosil boʻlishi va parchalanish kuchayadi hamda fermentatorning har  $m^3$  ga nisbatan portlash taʼsiri kamayadi. Fermentasiya vaqtining gaz hosil boʻlishiga taʼsiri, organik quruq moddalar miqdoriga nisbatan 2.19-rasmda koʻrsatilgan. Bundan aniq koʻrinib turibdiki, turli xil hayvonlardan tegishli substratlar oʻrtasida katta farq mavjud. Termofil rejimda parranda goʻngi fermentasiyaning 30 kundan keyin sezilarli darajada “gaz hosil qiluvchi xususiyatlarini yoʻqotdi” deb hisoblanadi. Shuningdek, qoramol va choʻchqalarning suyuq goʻngi 40 kun, qattiq goʻng 50 kunni talab qiladi. Bundan tashqari, egri chiziqlarning oʻzgarishi shuni koʻrsatadiki, gazning katta qismi fermentasiyaning dastlabki bosqichida, oxirgi bosqichda esa oz miqdorda hosil boʻladi. Amalda, gaz ishlab chiqarishning ozgina ulushiga ega boʻlgan eng soʻnggi bosqichlardan voz kechiladi.

Shu kabi bogʻlanishlar energetik oʻsimliklar va boshqa organik chiqindilarning fermentasiyasiga ham tegishlidir.



2.19-rasm. Termofil rejimda substratning turiga bogʻliq ravishda gaz hosil boʻlishining oʻziga xosligi va fermentasiya davomiyligi (parranda goʻngi, choʻchqa va qoramol goʻngi, shuningdek qattiq goʻngi ham).

Fermentasiya vaqti fermentasiya kamerasi hajmining yetkazib berilgan substratning kunlik miqdoriga nisbati orqali hisoblanadi.

1985 yildan beri oʻrtacha fermentasiya vaqti 35 kundan 51 kungacha oshdi. Ushbu maʼlumotlar biogaz qurilmalarida fermentasiya davomiyligini oʻlchash boʻyicha federal dastur joriy etilgandan soʻng olingan, ammo 2004 yilda bu koʻrsatkichlar bundan ham yuqori edi. Ushbu tadqiqotlarga koʻra, qurilmalarning 55% oʻrtacha 60 kundan 120 kungacha boʻlgan fermentasiya davri bilan ishlaydi.

Albatta, iqtisodiy nuqtai nazardan, fermentasiya vaqtini va u bilan bogʻliq fermentatorning hajmini iloji boricha aniq hisoblash tavsiya etiladi, chunki bu qurilish xarajatlari bilan bevosita bogʻliqdir. Shunga qaramay, fermentasiya vaqti shunday tanlanishi kerakki:

- fermentatorning yuklanishi kuniga 4 kg organik QM/ $m^3$  oshmasin;
- substrat tarkibi va miqdoridagi oʻzgarishlar maʼlum chegaralarda qolsinki, bunda qurilmada keying ozgarishlarni amalga oshirish imkoniyati saqlanib qolsin.

Shuning uchun, fermentatorning hajmini hisoblashda, rezervuar hajmiga qoʻshimcha 20 foiz oʻlchamni hisobga olish kerak.

Tez parchalanadigan va oʻta oksidlanishga moyil boʻlgan substratlar, shuningdek azot miqdori yuqori boʻlgan va bakteriyalar rivojlanishida ammiakning halaqitiga olib keladigan substratlar uchun fermentasiya davrining uzoqroq davom etishini hisobga olish kerak.

Suyuq goʻng koʻrinishidagi substrat uchun taxminan quyidagicha fermentasiya davri amal qiladi:

- Jarayon harorati 20-25 °C, fermentasiya 60-80 kun
- Jarayon harorati 30-35 °C, fermentasiya 30-50 kun
- Jarayon harorati 45-55 °C, fermentasiya 15 - 25 kun.

Energetik oʻsimliklar uchun fermentatordagi bijgʻish vaqti kamida 42 kun boʻlishi kerak. Qishloq xoʻjaligini qayta ishlash chiqindilaridan hosil boʻlgan substratlar odatda qisqa, yaʼni 20 dan 35 kungacha fermentasiya davriga ega.

Gazni tahlil qilish laboratoriyalarida, gaz hosil bo'lish tezligi bo'yicha tadqiqotlar substrat turiga qarab asosan 4-6 haftada yakunlanadi, chunki bu muddatdan so'ng hosil bo'ladigan gaz miqdori kamayib ketadi. Laboratoriyada har doim amaliyotga nisbatan yaxshiroq sharoit yaratish ehtimoli bo'lganligidan kelib chiqib agar ushbu davrga yana 2 hafta qo'shsak, qishloq xo'jaligidagi amaliyotlar uchun 50 kunlik minimal muddat ham qoniqarli hisoblanadi.

### **Parchalanish darajasi**

*Parchalanish darajasi* ma'lum fermentasiya vaqti oralig'ida parchalangan organik quruq moddalarning ulushini ko'rsatadi. Agar substratda lignin yo'q bo'lsa minerallanish holatigacha to'liq parchalanish nazariy jihatdan mumkin bo'ladi. Amalda, to'liq parchalanish juda uzoq vaqt fermentasiya davrini talab qiladi, chunki parchalanish tezligi har doim ham bir xil bo'lmaydi, aksincha, dastlabki bosqichdan o'tgandan so'ng u sezilarli darajada pasayadi va shunga mos ravishda gaz hosil bo'ladi (2.4 va 2.5-rasmlar). Bu shuni anglatadiki, hosil qilingan gazning oxirgi ulushlari (rezervuar hajmiga bog'liq) yuqori harajatlarga to'g'ri keladi. Parchalanishning yuqori darajasi substratning tarkibiga bog'liq bo'lib, u gaz ishlab chiqarish intensivligini aks ettiradi va amalda bu darajaga erishish samaralidir. Amaliyotda parchalanish 30-70% darajasida kuzatiladi. Fermentasiyaning o'rtacha davrida organik moddalarning o'rtacha parchalanishi 60% gacha bo'ladi. Faqat qayta tiklanadigan xom ashyo bilan ishlaydigan qurilmalarda organik quruq moddalarning parchalanish darajasi 80% ga yetadi.

Agar substrat biroz parchalanadigan bo'lsa, unda qurilmaning atrof-muhitga ijobiy ta'siri, ayniqsa yoqimsiz hidlarning pasayishi va korroziv ta'sir deyarli kuzatilmasligi bilan seziladi.

### **2.5. Jarayonni nazorat qilish va boshqarish**

Biogaz qurilmasi yaxshi ishlashini qanday aniqlash mumkin? Biogaz ishlab chiqarish yopiq tizimda amalga oshirilganligi sababli, fermentasiya jarayonlarining to'g'ri kechayotganligini aniqlash tashqi faktorlarga bog'liq ekanligi kelib chiqadi.

Ishlab chiqarilgan gaz generatordan foydalangan holda elektr energiyasiga aylantiriladigan biogaz qurilmalari uchun liniyada ishlab chiqarilgan oqim miqdori indikator bo'lishi mumkin. Bunday qurilmalar ma'lum bir quvvatni generatsiyalovchi mashinalar uchun ishlab chiqiladi. Agar doimiy o'zgarmas miqdorda elektr toki ishlab chiqarilsa, qurilma yaxshi ishlayotgan hisoblanadi. Shu ma'noda, optimallashtirish bo'yicha muayyan choralar ko'rilishi mumkin, masalan, iste'mol qilinadigan energiyani hisobga olgan holda alohida agregatlarning ishlashini o'zaro muvofiqlashtirish, sarf qilinadigan materiallarni kamayishiga mos ravishda profilaktik ta'mir ishlarini optimallashtirish, substratni boshqarish – yetkazib berish ketma-ketligidan boshlab turlarni tanlash, materiallarni saqlash va guruhlarini o'zaro muvofiqlashtirishgacha.

Ammo qurilmani optimallashtirish bosqichini boshlashdan oldin barqaror ish jarayoniga erishish zarur. Kundalik chetlanishsiz yuqori darajadagi uzluksizlikka ega gaz ishlab chiqarish jarayoni barqarorlikning birinchi belgisidir. Eng oddiy holatda esa, gazgolder hajmidagi gazning o'zgarmas ko'rsatkichlari orqali barqaror va bir maromdagi jarayonni aniqlash mumkin.

Yana bir nazorat qilish usuli – ishlab chiqarilgan biogaz miqdorini hisob-kitoblarga ko'ra substrat ishlab chiqarishi kerak bo'lgan gaz miqdori bilan taqqoslash. Agar biz ushbu hosil qilingan gazni qurilmaga kunlik yetkazib beriladigan organik substrat (*oQM/sutka*) miqdori bilan taqqoslasak, u holda biz muayyan qurilma uchun biogaz ishlab chiqarishning miqdor ko'rsatkishiga ega bo'lamiz.

Fermentatorning  $m^3$  hajmida hosil qilinadigan  $m^3$  o'lchov birligida ifodalangan oziga xos biogaz miqdori muayyan qurilma uchun boshqaruv parametrlari sifatida xizmat qilishi mumkin.

Agar ushbu ishlash parametrlari barqaror bo'lsa, unda bizga gazning sifati haqida ma'lumot bermasa ham, jarayon barqaror kechayotgan bo'ladi. Agar ishlab chiqarilgan elektr energiyasi va qayta ishlangan gaz miqdori o'rtasida mutanosiblik aniqlasak, unda gazning sifatini baholay olamiz. Agar tok miqdori iste'mol



qilinayotgan gaz miqdoridan kam bo'lsa, bu biogazning past sifati bilan bog'liq bo'ladi (albatta, generatordagi texnik yo'qotishlarni hisobga olmaganda).

Agar kunlik ishlab chiqarilgan gaz miqdori juda past bo'lsa, buning sababini substratdan yoki ishlatilgan texnikadan ko'rish mumkin.

Substrat tomondan gazning kamayishiga yoki juda kam miqdorda ishlab chiqarilishiga ta'sir etuvchi faqat to'rtta omil mavjud:

1. Substratning noturg'un tarkibi (tarkibning o'ta oksidlanishi – juda oson parchlanadigan substratning o'ta ko'p miqdordaligi yoki agar aralashmada azot ko'p bo'lsa, azot tufayli kechikish natijasida);
2. Fermentatorni haddan tashqari ko'p yuklash (o'ta to'yintirish);
3. Juda oz miqdordagi substratni yuklash (yetarlicha to'yintirmaslik);
4. Ozuqa moddalarining yetishmasligi yoki zararli moddalarning mavjudligi.

To'liq ishonch hosil bo'lganidan keyingina (1÷3 omillarning ta'sirini istisno qilgan holda), mikroelementlar yoki zararli moddalar kabi bunday o'ziga xos omillarning mavjudligi bo'yicha izlanishlar olib birish mumkin.

Texnik nuqtai nazardan olganda, *yetkazib berish (uzatish) tizimlari, aralashtirgich va harorat* ko'pincha gaz ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi omillar bo'lib qoladi. Jarayonni nazorat qilish va tartibga solish uchun ba'zi parametrlarni o'lchash va ularni qayd etib borish kerak. Ayniqsa, quyidagi parametrlar shunga tegishlidir:

- fermentatordagi substratning harorati;
- ishlab chiqarilgan gaz va elektr energiyasi miqdori;
- kunlik yetkazib beriladigan substratlarning turi va miqdori;
- olingugurt va ammiak miqdorini har kuni o'lchash muayyan substratlar uchun yoki substrat aralashmasi tarkibi o'zgartirganda zarur;
- fermentatorga yuklanmasi va fermentasiya vaqtini muntazam ravishda kuzatib borish;
- yog' kislotalari yoki bufer zahiralarning shakllanishini, yoki gazdagi  $H^+$  ionlarining konsentratsiyasini muntazam ravishda o'lchash, ayniqsa substrat aralashmasi tarkibi o'zgartirganda.

Ushbu parametrlarni hisobga olganda, gaz va elektr energiyasini ishlab chiqarish (yoki taqqoslash), fermentator yuklanmasi, fermentasiya vaqti, harorat, gaz sifati, olingugurt va azot konsentratsiyasi bilan bog'liq jarayonning barcha muhim xususiyatlarini nazorat qilish yoki hisoblash mumkin. Shu bilan birga, nafaqat ma'lumotlar, balki bu jarayon qaysi yo'nalishda rivojlanayotganligini ko'rsatadigan tendensiyalar ham yordam beradi. Ushbu parametrlarni qayd etish va hisoblash uchun korxonani boshqarishni osonlashtiradigan maxsus ishlab chiqilgan kompyuter dasturlari mavjud.

Oldinroq aytib o'tilgan jarayonning barqaror kechishini ta'minlovchi chora tadbirlar bayoni quyida keltirilgan:

- fermentator ichidagi substratning harorati imkon qadar aniq kuzatilishi va termostat yordamida boshqarilishi kerak;
- substratni bir xilda yetkazib berish;
- ko'p miqdordagi sovuq substrat porsiyalarini uzatishdan saqlash;
- asta-sekin va qadamma-qadam substrat tarkibini o'zgartirish (bu hayvonlarning ratsionidagi o'zgarishlarga ham tegishli);
- jarayonning rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi moddalarni yuqori konsentratsiyada yetkazib berilishidan saqlanish;
- tez-tez va yetarlicha uzoq vaqt aralashtirish (agar aralashtirish paytida va undan keyin juda ko'p gaz hosil bo'lsa, bu aralashtirishning yetarli emasligini anglatadi).

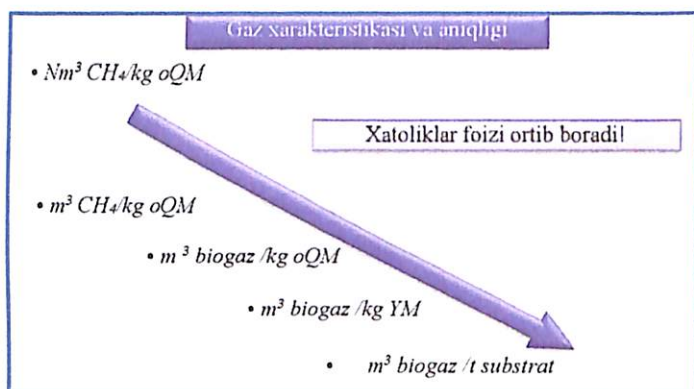
## 2.6. Biogazning tarkibi va sifati

Metan faqat biogazdan olingan energiya bo'lganligi sababli, gazning sifati, gaz chiqishi va gaz miqdorini tavsiflashda barcha ko'rsatkichlarni metanga tegishli holda qayd etish tavsiya etiladi. Gazlarning hajmi harorat va bosimga bog'liq. Yuqori harorat gaz hajmining kengayishiga va hajm bilan birga kalorifik qiymatining ( $k\text{kal}/\text{nm}^3$ ) kamayishi yoki ortishiga olib keladi.

Bundan tashqari, namlikning oshishi bilan gazning kalorifik qiymati ham pasayadi. Gaz chiqishini o'zaro taqqoslashda ular normal sharoitlar bilan bog'liq

bo'lishi kerak (harorat  $0^{\circ}C$ , atmosfera bosimi  $1.01325\text{ bar}$ , gazning nisbiy namligi  $0\%$ ). Umuman olganda, gaz ishlab chiqarish bo'yicha ma'lumotlar har bir  $kg$  organik quruq moddaga (oQM) nisbatan litr ( $l$ ) yoki  $m^3$  larda ifodalanadi, bu  $1\text{ m}^3$  yangi substratda qanchadir  $m^3$  biogaz mavjud degan kabi ma'lumotlardan ancha aniq va maqsadga muvofiq (2.20-rasm).

Agar boshqa parametrlar ko'rsatilmagan bo'lsa, unda gaz bunday parametrlari bo'yicha ushbu kitobda ko'rsatilgan hisob-kitoblar ma'lumotlari shunday o'lchovda keltirilgan. Ilgari, bu munosabatlarga har doim ham e'tibor berilmagan, bu esa gaz ishlab chiqarishda bunday eski ma'lumotlarning yaroqsizligiga olib keldi, chunki ular harorat, atmosfera bosimi, metan tarkibi, quruq moddalar tarkibi va quruq moddalarning tarkibi to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olmas edi.



2.20-rasm. Gazning information muhim xarakteristikalari

Laboratoriya sharoitida ham, bir xil substratlarni tadqiq qilishda ishlab chiqarilgan gaz bo'yicha turli xil natijalar olinadi. Buning sababi esa laboratoriyada bunday o'lchashlarni o'tkazilishida metodlarning turlicha ekanligidir.

Ba'zilar yangi substrat uchun, boshqalari quruq, ba'zilar siloslangan va boshqalari siloslanmagan substrat bilan,  $0,5$  litrdan  $10$  litrgacha bo'lgan idishlar

uchun o'lchashlar o'tkazdilar va hk. O'rnatilgan sharoitlariga qarab, natijalar bir-biridan farq qilar edi. Bugungi kunda esa ushbu qo'llanilgan o'lchash metodlarini standartlarga, normalarga moslashtirish masalasi dolzarbdir.

Gaz chiqishini o'lchash, hisoblashning turli usullari va imkoniyatlari haqida ko'pgina ilmiy adabiyotlarda batafsil tavsiflangan.

Gaz chiqish kattaliklarini hisoblash kabi xarakterli parametrlarni aniqlashda o'lchash usullarida katta farq mavjudligi sababli, rejalashtirish bosqichida raqamli qiymatlarning to'g'riligini tekshirish va o'rnatilgan sharoitlariga mos keladigan, asosida real ko'rsatkichlar bo'lishiga qat'iy ishonch hosil qilish kerak.

*Biogazning sifati*, avvalambor, metanning miqdori yoki yonuvchi metan ( $CH_4$ ) ning "foydasiz" karbonat anhidridga ( $CO_2$ ) nisbati bilan belgilanadi. Uglarod dioksidi biogazni suyultiradi va uni saqlash jarayonida yo'qotishlarga olib keladi, shuning uchun metanning yuqori miqdori va uglarod oksidining eng past miqdoriga erishish muhimdir.

Odatda biogaz tarkibidagi metan miqdori  $50-75\%$  ni tashkil etadi. O'lchash qoidalariga ko'ra  $CO_2$  tarkibi "Brigon" asbobi yordamida o'lchanadi va kam miqdordagi boshqa gazlarni ( $2-8\%$ ) chiqarib tashlaganidan keyin  $CH_4$  tarkibi hisoblanadi.

Biogaz tarkibidagi metan miqdori birinchi navbatda quyidagi mezonlar bilan belgilanadi:

- *Jarayonni o'tkazish*: bir bosqichli biogaz qurilmalarida anaerob parchalanish jarayoni bir fermentatorda, bir bosqichda amalga oshadi va shunday qilib, barcha gazlar gaz aralashmasi sifatida ajraladi. Ikki bosqichli qurilmalarda esa 1-bosqichda hosil bo'lgan gaz atrof-muhitga chiqarib yuboriladigan katta miqdordagi karbonat anhidrid va boshqa energetik jihatidan past baholanadigan gazlardan iborat. 2-bosqichda hosil qilingan gaz tarkibidagi metan miqdori  $80$  foizdan yuqori.
- *Substrat ozuqaviy moddalari tarkibi*. Ishlab chiqarilgan biogazning miqdori va sifati kiritilgan moddalar miqdori va ularning tarkibiga bog'liq. Oqsillar va yog'larda metan miqdori yuqori bo'ladi. Makkajo'xori kabi uglevodlarga

boy substratlar uchun tarkibdan o'rtacha 53% metan chiqishini kutish mumkin (2.17-rasm).

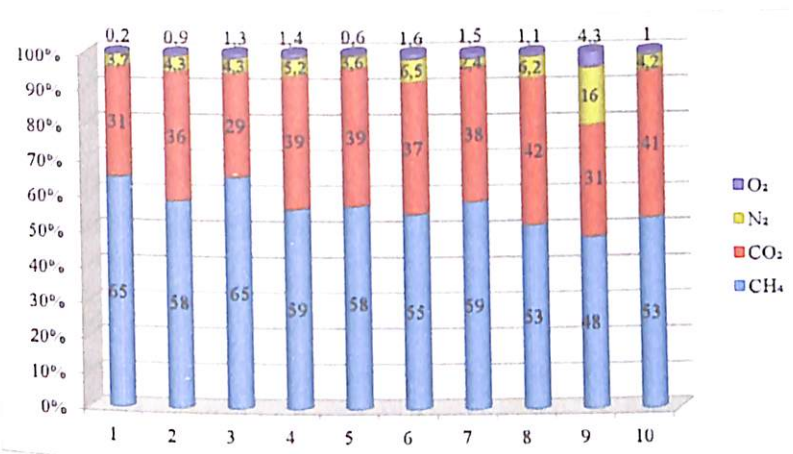
- *Substratning harorati:* Amaliyotga ko'ra, yuqori haroratli fermentatorda metan hosil bo'lishi past haroratlarga qaraganda ancha past. Bu gazsimon uglevodorod oksidining hosil bo'lishi va eruvchanligi orasidagi farqlar natijasida yuzaga keladi. Qancha ko'p miqdorda  $CO_2$  gazsimon shaklga o'tsa, biogazdagi  $CH_4$  foizi shuncha kam bo'ladi.

Metan va karbonat angidrididan so'ng, vodorod sulfidi ( $H_2S$ ) gazning ajralmas qismi hisoblanadi. Vodorod sulfidi juda agressivdir va korroziyani keltirib chiqaradi, bu birinchi navbatda klapanlar, gaz hisoblagichlari, gorelkalar va dvigatellar bilan bog'liq muammolarga olib keladi. Shuning uchun biogazni oltingugurtdan tozalash kerak (5-bo'lim). Oltingugurtdan tozalangan biogaz deyarli hidsiz bo'ladi.

Bundan tashqari, biogaz tarkibida ammiak, elementar azot, vodorod kabi gazlar umumiy miqdorda 6-8% gacha mavjud (2.21-rasm). Dragger trubkasi yordamida vodorod sulfidi va ammiakni osonlikcha o'lchash mumkin. Bunday trubkalarda ko'p marta foydalanish mumkin.

Biogaz qurilmasidan endigina chiqqan gaz suv bug'iga to'yingan bo'ladi. Bug'da esa biogaz yonish kamerasi va dvigatellarda yoqilganda muammolarga olib kelishi mumkin bo'lgan, hali kam o'rganilgan erigan moddalarning izlari bo'lishi mumkin. Masalan, Rippersxauzendagi biogaz qurilmasida g'ayrioddiy tarzda hosil bo'lgan momiq donalar qozonning yonish kamerasida qalin qatlam hosil qildi. Ushbu "oq cho'kma" murakkab kimyoviy reaksiyalar (silan<sup>10</sup>larning shakllanishi) natijasida silikon tarkibli kosmetik malham (maz) larning fermentasiyalanishi natijasida hosil bo'lgan kremniy oksidi ekanligini aniqlash uchun ko'p vaqt kerak bo'ldi. Ushbu ko'p vaqt "oq cho'kma" murakkab kimyoviy reaksiyalar natijasida silikonni o'z ichiga olgan kosmetik malhamlarning kofermentasiyasi natijasida hosil bo'lgan kremniy oksidi ekanligini aniqlash uchun kerak bo'ldi.

### Biogazdagi metan, $CO_2$ , $O_2$ , va $N_2$ ulushi



1+5 rejim: chirindi + 6.5 + 62.5% ajratib olingan yog'lar; 6+7 rejim: chirindi + 2 + 65% qishloq xo'jaligi qoldiqlari; 8+10 rejim: chirindi

### 2.21: Biogazning tarkibi (10 ta qurilmada o'tkazilgan tadqiqotlar bo'yicha)

Biogazni kondensatsion quritish gazni boyitishdagi muhim bosqichdir (5-bo'lim). Kondensatsiyalangan suv yordamida, dvigatellarga, ayniqsa, unung rangli metallardan tayyorlangan podshipniklariga katta zarar keltiruvchi, katta miqdordagi ammiakni biogaz tarkibidan ajratib olinadi.

### II bob bo'yicha savollar

1. Biogaz hosil bo'lishidagi parchalanish jarayoni necha bosqichga bo'lib o'rganiladi?
2. Haroratning oshishi bilan biogaz tarkibidagi metan tarkibi qanday tartibda bo'ladi?
3. Metan bakteriyalari o'z faolligini qanday harorat oralig'ida namoyon qiladi?
4. Bakteriyalarning tegishli shtammlari o'zini yahshi his qiladigan nechta tipik harorat rejimlari bor?
5. Germaniyaning ko'pgina amaldagi biogaz qurilmalari ishchi harorati qanday?
6. Biogaz sifatini qanday aniqlanadi?
7. Biogaz tarkibida qancha metan bo'ladi?

<sup>10</sup> Silan ( $SiH_4$ ) – kremniyning vodorod bilan binar birikmasi; rangsiz, zaharli gaz.

### III BOB. SUBSTRAT

#### 3.1. Substratlarni yaroqliligi bo'yicha tanlash.

Substratning fermentasiyaga yaroqliligini faqat birgina biogazning chiqishi bilan baholab bo'lmaydi. Aksincha, bunda bir qator qo'shimcha omillarni hisobga olish kerak.

Agar, masalan, biologik chiqindilardan foydalanilsa, qurilmani qurish va uni ishlatish chiqindilar bilan ishlash qoidalariga muvofiq bo'lishi kerak. Bu maxsus shartlarga rioya qilish kerakligini anglatadi, masalan, yetkazib berish va tashishda substratning toza yoki toza bo'lmagan qismlariga e'tibor berish lozim. Bunday maxsus qoidalar nafaqat hujjatlarni tayyorlashga, balki qurilma harajatlari va rentabelligiga ham ta'sir qiladi. Shuning uchun ham barchasi o'z vaqtida puxta o'ylab rejalashtirilishi kerak.

Shunga o'xshash qoidalar yog' ajratib olish yoki oziq-ovqat chiqindilari kabi substratlarga nisbatan qo'llaniladi. Metanning katta miqdorda chiqishiga qaramay, ular davlat ruxsatnomalari va texnik yo'qotishlar bilan bog'liq bo'lgan juda yuqori talablarga amal qilishga to'g'ri keladi, chunki ularning barchasi nojo'ya mahsulotlarga bo'lgan talablar klassifikatsiyasiga (Yevropa Ittifoqi № 1774/2002) kiradi (bu haqda ko'proq ma'lumot olish uchun 3.9-bo'limga qarang).

Barda kabi suv miqdori yuqori bo'lgan substratlar fermentatorlari samarasiz tarzda egallaydi, shuningdek, saqlash joylarini talab qiladi va kiritilgan material miqdori bilan solishtirganda oz miqdorda gaz chiqaradi.

Yuqori energitik zichlikli, ya'ni quruq moddalar (masalan, don qoldiqlari) ga ega bo'lgan substratlar saqlash va fermentatorda joy egallash jihatidan eng samarali hisoblanadi, ammo ular bu jarayonda tezda biologik buzilishlarni keltirib chiqaradi va shuning uchun ulardan katta miqdorda foydalanib bo'lmaydi.

Tez parchalanadigan substratlar – qand lavlagi, oziq-ovqat chiqindilari va boshqalar fermentatorning tez o'ta oksidlanishiga olib keladi, shuning uchun ularni sof holda fermentasiya qilish to'g'ri kelmaydi, balki ularni boshqa substratlar bilan aralashtirib foydalanish maqsadga muvofiq.

Shu kabi substratlarni saqlash, konservalash, yetkazib berish harajatlarini hisobga olish kerak. Masalan, yuqori sifatini saqlab qolmoqchi bo'linsa lavlagi kislotali holatda uzoq vaqt saqlanishi mumkin. Bunday talablar, o'z navbatida, texnik vositalarga katta investitsiyalarni ham talab qiladi. Texnik nuqtai nazardan, makkajo'xori silosini saqlash juda oddiy, lekin u katta maydonni talab qiladi.

Shuningdek, substratlarning tozaligi ham nazorat qilish muhim hisoblanadi. Chunki ozuqabop va qand lavlagilar o'zi bilan fermentatorga tuproq, tosh kabilarni olib kiradi, shuning uchun ular hosil qilishi mumkin bo'lgan cho'kmalarni oldindan tozalashni ta'minlash kerak.

Qishloq xo'jaligi va tegishli qayta ishlash korxonalarida paydo bo'lgan substratlarda zararli moddalar bo'lishi mumkin. Bunday materiallardan foydalanganda, jarayonning ishonchligini ta'minlash uchun tegishli (muntazam) tadqiqotlarni o'tkazish kerak bo'ladi.

Qayta tiklanadigan xom ashyo uchun, gaz ishlab chiqarishdan tashqari, iqtisodiy jihatdan o'zini oqlagan yetishtirish jarayonlari ham muhim rol o'ynaydi; bunga ekin maydonlarining unumdorligi, hosildorlik va ozuqaviy tarkib, hosildorlik darajasi, yetishtirish harajatlari (hosil va uni tashish), shuningdek ekin maydonining ijara narxi kabi omillar kiradi.

Substratlarning doimiy mavjudligi mukammal rejalashtirishlarni talab qiladi. Agar kosubstratlar foydalanilsa, ularni yetkazib berish kafolati iloji boricha uzoq muddatli shartnomalar bo'lishi kerak. Ijaraga olingan yerlarga juda bog'liq bo'lgan qurilmalar asosan o'z dala xomashyosi asosida ishlaydigan qurilmalarga qaraganda ko'proq riskga ega. Shu sababli, iloji boricha uzoq muddatli ijara shartnomalarini tuzish kerak.

Birinchi navbatda Yevropa Ittifoqining Qayta tiklanadigan energiya manbalari to'g'risidagi qonuni bo'yicha bonusli tizimi substratlarni tanlashga ta'sir qiladi. Biogaz qurilmalari uchun maxsus ishlab chiqarilmagan barcha substratlar qayta tiklanadigan energiya manbalari uchun bonusning 6 *sent/kW/soat* miqdorini yo'qotadilar. Agar biz qishloq xo'jaligidagi biogaz qurilmalarida foydalanishga ruxsat berilgan substratlarni baholasak, ular iqtisodiy, huquqiy va biologik jihatdan

foydali hamda sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan o'g'itlar va qayta tiklanadigan energiya manbalari sifatida afzallikka egadir.

Xulosa qilib aytganda, substratni tanlashda quyidagi jihatlarni hisobga olish kerak:

- Substratning ruxsatnomalar, qurilish va foydalanish uchun qonuniy talablarni olishga bo'ladigan ta'siri;
- Texnologiya va foydalanish harajatlari ta'siri;
- Saqlash va konservalash;
- Hududning unumdorligi, ishlab chiqarish va saqlash harajatlari;
- Fermentasiya kamerasining yuklanishi va samaradorligi;
- Jarayonga ta'sir etuvchi biologik omillar;
- Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi uchun to'lov;
- Substratning mavjudligi.

### 3.2. Substratlarning turi va tarkibi

Asosan barcha organik moddalarni, hech bo'lmaganda qisman ham aerob, ham anaerob tarzda parchalash mumkin. Asosiy qoida: yog'och va somon kabi qattiq, murakkab materiallar parchalanishi ko'proq aerob sharoitlarga, ya'ni kompostlashga<sup>11</sup> mos keladi. Shu bilan bir paytda, oquvchan, suyuq materiallar – go'ng, oziq-ovqat chiqindilari, yog'lar va boshqalar ko'proq anaerob sharoitda, ya'ni fermentasiya paytida yaxshiroq parchalanadi. 3.1-rasmda ham aerob va ham anaerob parchalanish uchun mos bo'lgan tipik chiqindi materiallar ko'rsatilgan. Bunday holda, birinchi navbatda quruq moddalar tarkibi hal qiluvchi rol o'ynaydi, ya'ni qaysi usulda (fermentasiya yoki kompostlash?) qayta ishlash afzalligini solishtirishda birlamchi ahamiyatga ega.

Umuman olganda, *nam metod* uchun quruq moddalar miqdori 5-15% tashkil qilishi yaxshiroqdir. Agar quruq substratning tarkibi 5% dan kam bo'lsa, unda ham jarayonlar ham sodir bo'ladi, ammo juda ko'p miqdorda suvni "foydasiz" qo'shish

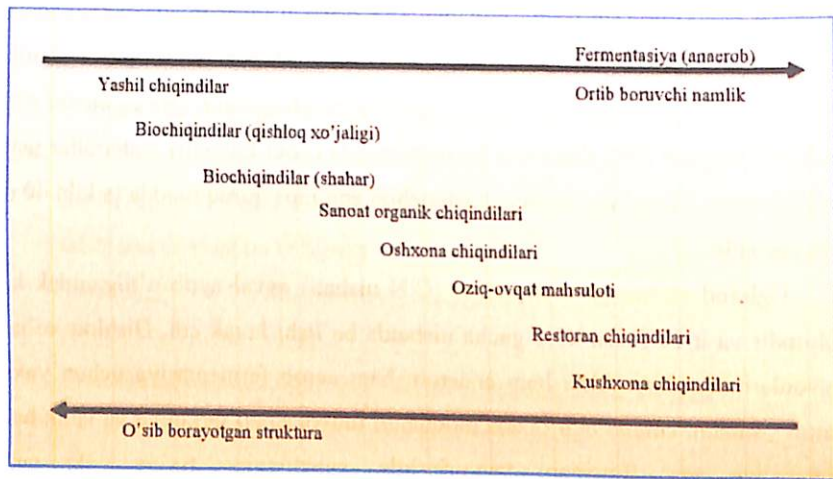
<sup>11</sup> Kompost (lat. *Compositus* - "aralashma") – bu o'simlik yoki hayvonlardan kelib chiqadigan organik chiqindilarni parchalanishi natijasida olingan organik o'g'it. Kompost mikroorganizmlar, redusentlar va detritofaglar ta'siri ostida turli xil organik materiallarning biologik buzilish jarayoni natijasida olinadi. Kompost hosil qilish jarayoni *kompostlash* deb ataladi.

zaruriyati paydo bo'ladi va bu rentabellikka sezilarli ta'sir qiladi. Quruq substrat tarkibining 15% lik qiymati bu substratni nasos yordamida so'rish, aralastirilish yoki o'rmini almashtirish mumkin bo'lgan yuqori chegaradir. *Quruq metod* quruq moddalar miqdori 25% dan ortiq bo'lgan mayda (yoki kukunli) materiallar uchun mo'ljallangan. Materialni kompostlash uchun eng mos quruq modda tarkibi 40 dan 60% gachadir.

Uglerod va azotga munosabati (C:N nisbati) avval aytib o'tilganidek kabi muhimdir va u 10:1 dan 40:1 gacha nisbatda bo'lishi kerak edi. Qishloq xo'jalik hayvonlarining chiqindilari ham anaerob, ham aerob fermentasiya uchun yaxshi sharoit yaratadi, chunki ular ozuqa moddalari muvozanatli tarkibiga va katta bufer potensialiga ega. Ratsionni tayyorlashda, substratning turiga yoki uning aralashmasidan qat'iy nazar fermentatorning yuklanmasi minimum 4 kg oQM/m<sup>3</sup> dan (agar 3 kg oQM/m<sup>3</sup> dan bo'lsa yana ham yaxshi bo'lardi) kam bo'lishi juda muhim.

So'nggi yillarda qishloq xo'jaligida biogaz ishlab chiqarishda ishlatiladigan substratlar turlarida katta o'zgarishlar ro'y berdi. Endi amalda kamdan-kam hollarda faqat suyuq yoki qattiq go'ngdan foydalanilmoqda. Germaniyaning sharqiy qismidagi bir nechta yirik korxonalar faqat suyuq chirindi bilan ishlaydigan biogaz qurilmalariga xizmat ko'rsatadilar (13-bo'limga qarang). Ko'pgina qurilmalarda biogaz hosil qilish uchun butun o'simliklarning silosidan, don qoldiqlaridan va pichanning silosidan foydalanadilar, ba'zida ular umuman chirindilarsiz ishlaydi.

Ko'p miqdordagi gaz chiqishi va yuqori parchalanish darajasidan tashqari, energetik o'simliklar Yevropa Ittifoqining qayta tiklanadigan energiya manbalari to'g'risidagi qonunchiligi ko'magida alohida ahamiyatga ega bo'ldi.



3.1-rasm. Organik chiqindilarni aerob va anaerob qayta ishlash (Wiemer & Partner 1994).

Ilgari, kofermentasiya uchun ruxsat olish, qonunchilik, texnologiya va ekspluatatsiya nuqtai nazaridan juda ko'p xarajatlar va savollarga olib kelgan har qanday narsa bugungi kunda hech qanday muammo tug'dirmaydi. Kommunal va qishloq xo'jaligi organik chiqindilarining kofermentasiya harajatlari qiymati sezilarli darajada kamayib bormoqda. Lekin, xavfsizlik, texnologiya, hujjatlar va ruxsat olish uchun yuqori talablar, shuningdek, kosubstratlar uchun raqobat ular uchun ishlab chiqilgan substratlar va qurilmalarga qiziqishning pasayishiga olib kelishi mumkin. Qurilayotgan yoki mavjud hozirgi kofermentasiya qurilmalari yuqori darajada ixtisoslashgan, texnik jihatdan yaxshi jihozlangan va eng so'nggi talablarga javob beradi.

Yirik shoxli qoramol (YShQ) birligi uchun hisoblashlar	
Hayvon turi	YShQ/dona
<b>Yirik shoxli qoramol</b>	
1 yoshgacha bo'lgan buzoqlar va yosh chorva mollari (shu jumladan semiz buzoqlar, yosh hayvonlar)	0,30

1 yoshdan 2 yoshgacha yosh mollar	0,70
Yosh sigirlar (2 yoshdan katta), bo'rdoqi buqalari, sigirlar (shu jumladan buzoqchali bilan)	1,00
Nasl uchun yetishtirilgan buqalar, ishlaydigan ho'kizlar	1,20
<b>Cho'chqalar</b>	
12 kg gacha bo'lgan cho'chqalar	0,01
12-20 kg bo'lgan cho'chqalar	0,02
20-45 kg bo'lgan cho'chqalar	0,06
45-60 kg yoki 90 kg bo'lgan semiz cho'chqalar	0,16
<b>Qo'ylar</b>	
1 yoshgacha bo'lgan qo'ylar	0,05
1 yoshdan katta qo'ylar	0,10
<b>Otlar</b>	
3 yoshgacha bo'lgan otlar	0,70
3 yoshdan katta otlar	1,10
Broyler tovuqlari va yosh tovuqlar (1-yosh guruhi, maksimal vazni 1200 g)	420
<b>Parrandalar</b>	
Broyler tovuqlari va yosh tovuqlar (2- va undan katta yosh guruhlari, maksimal og'irligi 800 g)	625
Tuxumlaydigan tovuqlar (maksimal vazni 1600 g)	310
Tuxumlaydigan tovuqlar (maksimal vazni 1500 g)	330
Izoh: yirik shoxli qoramol birligi 500 kg tirik vazniga to'g'ri keladi	

3.1-jadval: Chorva va yirik shoxli qoramol birligi uchun hisoblashlar (KTBL<sup>12</sup> cho'ntak qishloq xo'jaligi ma'lumotnomasiga ko'ra).

<sup>12</sup> KTBL - nemischa, "Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft" - qishloq xo'jaligidagi texnologiyalar va qurilish bo'yicha Vasiylik kengashi

Bir tomondan, biogaz qurilmasi uchun oqava suvlardan foydalanish ko'plab fermerlar uchun qiziqarli, chunki bu qimmat narxlarda kanalizatsiyaga ulanishini tejashga yordam beradi; boshqa tomondan, oqava suvning quruq modda tarkibi odatda 2% dan past bo'ladi, shuning uchun yetarli miqdordagi quruq moddalar miqdori bo'lgan boshqa substratlarni qidirish kerak. Bunday hollarda, shuningdek, agressiv yuvish va tozalash kimyoviy vositalarini ishlatishdan voz kechish kerak. Bundan tashqari, biogaz qurilmasining o'lchami o'rtacha bo'lishi kerak.

Turli hayvonlar uchun 10% quruq moddali peshob-najas aralashmasining chiqishi								
Hayvon turi	Har bir hayvon uchun aralashma, m <sup>3</sup>				Har bir YShQ uchun aralashma, m <sup>3</sup>			
	Hayvon	Kunda	Oyda	Yilda	1 YShQ	Kunda	Oyda	Yilda
Sog'in sigir	1,2	0,055	1,65	19,8	0,83	0,046	1,38	16,5
Bo'rdoqi buqa	0,7	0,023	0,69	8,3	1,43	0,033	0,99	11,8
Yosh qoramol	0,6	0,025	0,75	9,0	1,67	0,042	1,25	15,0
Buzoqlar	0,2	0,008	0,24	2,9	5,00	0,040	1,20	14,4
Bo'rdoqi buzoqlar	0,2	0,004	0,12	1,4	5,00	0,020	0,60	7,2
Bo'rdoqi cho'chqa	0,12	0,0045	0,14	1,6	8,33	0,038	1,13	13,5
Nasl uchun yetishtirilgan cho'chqalar	0,34	0,0045	0,14	1,6	2,94	0,013	0,40	4,8
Cho'chqa bolalari	0,04	0,002	0,06	0,7	25,0	0,050	1,50	18,0
Tuxumlaydigan tovuq	0,0033	0,00020	0,0059	0,071	300	0,0590	1,77	21,2

3.2-jadval. Turli hayvonlar uchun 10% quruq moddali peshob-najas aralashmasining chiqishi.

Substrat tarkibidagi va biogaz chiqishidagi tebranishlar				
Hayvon turi	Qoramol go'ngi		Cho'chqa go'ngi	Parranda go'ngi
	Suyuq	Qattiq	Suyuq	
Substrat	Suyuq	Qattiq	Suyuq	
QM %	7-17	25-40	2,5-13	20-34
oQM % QM	44-86		52-84	70-80
oQM/YShQ/sutka	3,0-5,4		2,5-4,0	5,5-10
pH darajasi	6,2-8		6,5-7,6	7-8
Xom tola % QM	12-24		17	12
Xom yog' <sup>13</sup> % QM	2-5,0		9	2
Xom protein <sup>14</sup> % QM	10-18		24	26
Azotsiz ekstraktlar % QM (uglevodlar)	20-43		32	27
Azotning umumiy miqdori g/l	3,3-9,9		3,9-8,0	17
Gaz chiqishi /kg oQM (ma'lumotlar normal sharoitlar bilan bog'liq emas)	176-520		220-637	327-722
Gaz ishlab chiqarish m <sup>3</sup> /YShQ/sutka	0,56-1,5	1,5-2,9	0,60-1,25	3,5-4,0
Gaz ishlab chiqarish, o'rtacha	Ø 1,11	Ø 2,0	Ø 0,88	Ø 3,75

<sup>13</sup> Xom yog' - yog' kislotalari triglitseridlari va ozuqa mahsulotlaridagi yog'simon moddalar aralashmasi. Yog'simon moddalarga erkin yog' kislotalari, alkogol, aldegidlar, provitaminlar, pigmentlar, efir moylari va boshqalar kiradi (Ozuqa ratsioniga mos ravishda substratda ham mavjud).

<sup>14</sup> Xom protein - tarkibida azot bo'lgan ozuqa moddalari. Bu kimyoviy tahlil va hayvonlarning ozuqalari sohasida ishlatiladigan atama bo'lib, ozuqa tarkibidagi bo'lgan oqsilni anglatadi (Ozuqa ratsioniga mos ravishda substratda ham mavjud).

3.3-jadval: Mezofil harorat sharoitida suyuq va qattiq aralashmalarning har xil turlari uchun biogazning tarkibi va chiqishi, beriladigan suv miqdoriga qarab fermentasiya vaqti 30-35 kun.

Quyidagi hisoblash asos sifatida olinishi kerak: o'n bosh YShQ uchun (14 m<sup>3</sup> 8% li QMdan) chiqindi suvlardan foydalanish mumkin. Oqava suvlardan himoyalaniş bo'yicha qonunchilik nuqtai nazaridan, eng yaxshi gigiyenik effektga ega qurilma turini tanlash kerak bo'ladi (11-bo'lim).

Qoidaga ko'ra, biogaz qurilmasi uchun oqava suvdan foydalanishga kanal yetqizish ancha qimmatga tushganda yoki kanalga umuman ulanish imkoniyati bo'lmaganda ruxsat beriladi.

#### Substratlarning delaminatsiyaga moyilligi

Juda ko'p turli xil substratlar tashkil topgan aralashma, substrat turiga qarab turli delaminatsiya (qatlamlarga ajralish) xarakteristikalariga ega bo'ladi. Bu, o'z navbatida, suzuvchi qobiqning shakllanishiga ta'sir qiladi va mikser (aralashtirgich) ni tanlashda e'tiborga olinishi kerak (texnika va uning quvvati) ("Og'ir moddalarni olib tashlash" bo'limiga ham qarang).

Doimo shunday qoida amal qiladi: substrat yoki aralashma qanchalik quyuq bo'lsa, qatlamlanishga kamroq moyil bo'ladi. Kichik o'lchamdagi tashkil etuvchi zarralar va yuqori QM tarkibiga ega bo'lgan gomogen aralashma, masalan, o'simlik kosubstratlari bilan aralashirilgan qoramol go'ngi, delaminatsiyaga kamroq moyil hisoblanadi. Tovuq va cho'chqaning suyuq go'ngi, kartoshka soki va oqava suvlar o'simlik kosubstratlari bilan birgalikda, masalan, yanchilmagan yangi somon, o'rilgan o't va boshqalar, delaminatsiyaga yuqori darajada moyillikka ega.

Dehqon xo'jaliklarida organik o'g'itlardan olingan gazning chiqishi bo'yicha ma'lumotlar								
Substrat	QM [%]	Undan oQM [%]	Biogaz [lN/kg oQM]	Metanning ulushi [%]	Metan [lN/kg oQM]	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/t qattiq	K <sub>2</sub> O

							chirindi	
Qoramol suyuq go'ngi (yem qoldiqlari mavjud)	8	80	370	55%	204	3,5	1,7	6,3
Qoramol suyuq go'ngi (yem qoldiqlarisiz)	8	80	280	55%	154	3,3	1,6	5,9
Cho'chqa go'ngi	6	80	400	60%	240	3,6	2,5	2,4
Qoramol qattiq go'ngi	25	80	450	55%	248	4,0	3,2	8,8
Parranda go'ngi (quruq, toza)	45	75	500	65%	325	18,4	14,3	13,5
Ot go'ngi (toza)	28	75	300	55%	164			

3.4-jadval. Dehqon xo'jaliklarida organik o'g'itlar (mahalliy o'g'itlar) dan olingan gazning chiqishi bo'yicha ma'lumotlar (KTBL ishchi guruhining 2005 yildagi gaz hosil qilish ma'lumotlari).

#### Dehqon/fermer xo'jaliklarida olingan organik o'g'itlar (mahalliy o'g'itlar)

Suyuq go'ng hayvonlarning najasi va peshob aralashmasidan iborat bo'lib, ular teshikli yoki panjarali polda biroz ushlanib qoladi. Xizmat ko'rsatish, foydalanish qulayligi nuqtai nazaridan, bunday yopiq tizim (qo'ra) da boqish so'nggi 40 yil ichida, asosan sog'in sigirlarni, yemlanadigan qoramol, cho'chqa va tovuqlarni saqlashning keng tarqalgan turidir (3.1.1-rasm).



*Qattiq go'ng*: naslli sigirlar, buzoqlar, cho'chqalar, otlar, qo'ylar va echkilarni maxsus qo'ralarda saqlashda yoki ekologik me'yorlarda ishlaydigan korxonalarda panjarali pol tuzilmalaridan foydalanilmaydi va shuning uchun, asosan kompostlangan yoki darhol olib tashlanadigan go'ng hosil bo'ladi.



3.1.1-rasm. *Qoramollarni yopiq tizim (maxsus qo'ra)da saqlash*

Betonli pol yuzasidagi *suyuq va qattiq go'ng* (najas, peshob va suvni o'z ichiga olgan loysimon aralashma) biogaz qurilmalari uchun juda mos keladi. Bunday substratni suv miqdori yuqori bo'lganligi sababli boshqa qo'shimchalarsiz kompostlab bo'lmaydi. Ular faqat ba'zi hollarda ko'p miqdordagi somon va boshqa tolali materiallar aralashmasida *kompostlanadi* (1.1-bolimga qarang).

Panjarali pol ostidagi substrat – bu somon bilan aralashgan qoramol go'ngi va peshobi aralashmasidan iborat bo'lib, yuqori tomonidan somon qoshiladigan qiya yuzada hosil bo'ladi. Hayvonlarning harakatlanishi tufayli yuqori qismdan somonli to'shama aralashgan, qalinligi 30-70 sm bo'lgan go'ng qatlami yuzaning pastki qismiga quyiladi. Najas va peshob aralashmasi frontal yuklagich yoki shiber<sup>15</sup> yordamida qo'radan chiqariladi. Kuniga 2-6 kg/bosh qoramol somonli to'shama miqdoriga qarab, bunday aralashma-substratning mustahkamligi (quyuqlik darajasi) quyuqdan qattiqgacha o'zgaradi. Von Xuber, Ballgeymer va Xaydnlarning aniqlashiga ko'ra sog'in sigirlarda QM miqdori 14,5-24,7% ni tashkil qiladi. Bunday go'ngni, agar tarkibida to'shama-chiqindi juda ko'p bo'lsa, muammosiz kompostlash mumkin. Kam miqdordagi to'shama-chiqindi bilan go'ngni yaxshi aralashtirgichlar yordamida aralashtirib biogaz qurilmalarida qayta ishlash mumkin (4-bo'lim).

Agar aralashma-chiqindi miqdori juda ko'p bo'lsa, suyultirish choralarini ko'rish kerak: rezervuarda oldindan saqlanadigan suv, go'ng suyuqligi yoki boshqa chirindi suyuqlik bilan suyultirib kesuvchi mikser bilan aralashtiriladi. Maxsus

qo'raga sepishdan oldin somonni 10 sm o'lchamda maydalash kerak. Buni maxsus maydalash uskunalari yordamida yig'im-terim paytidayoq amalga oshirish mumkin. Ferma hovlisida somon tegirmoni va aralashma hosil qilish mashinasi bilan statsionar ravishda maydalash ham mumkin, ammo bunda doimiy ravishda ko'p chang hosil qilishi mumkin.

Qattiq go'ng hayvonlarni maxsus qo'rali molxonalarda saqlashda odatda kuniga bitta bosh qoramolga 2-12 kg somon to'shamasi yordamida "shakllanadi" (3.2-jadvalga qarang). Faqat hayvonlarning peshobi maxsus zovurlar orqali chiqariladigan va kam miqdordagi somonli to'shama sepilgan molxona qo'ralaridan xaskash yordamida olish mumkin bo'lgan qattiq go'ng olinishi mumkin. Qattiq go'ngni kompost qilish oson. 1-bo'limda aytib o'tilganidek, 1950 yillarda qishloq xo'jaligidagi biogaz sanoatining boshlang'ich davrida faqat qattiq go'ng ishlatilgan. Suyultirilgan qattiq go'ng bilan ishlaydigan qurilmalar bugungi kunda deyarli mavjud emas. Ushbu go'ng turi uchun oldingi bobda aytib o'tilgan somonni maydalash choralari ayniqsa muhimdir. Agar somon maydalanmagan bo'lsa, lekin tolali qatlamlar hosil qilsa yaxshi bo'ladi, chunki metan bakteriyalari rivojlanish uchun maksimal sirt maydoniga muhtoj.

Suyuq va qattiq go'ng tarkibi birinchi navbatda hayvonlarning turiga, ularni saqlash maqsadiga, saqlanadigan qo'ra turiga va mahsuldorligiga, shuningdek oziqlantirishga, bug'lanish orqali ammiak va suv yo'qotilishiga, aralashmali to'shamalardan foydalanishga, yem qoldiqlariga, yog'ingarchilik va tozalash uchun ishlatiladigan suvga bog'liq.

Biogaz qurilmasini qurishni rejalashtirgan har bir fermer iloji boricha substratni representativ<sup>16</sup> tahlil qilishi va birinchi navbatda undagi quruq moddalarning tarkibini bilib olishi kerak.

Shuningdek, yil fasliga bog'liq mavsumiy bo'lgan, substratning tarkibi va miqdoridagi o'zgarishlarga, e'tibor berish kerak. Bunday o'zgarishlar, birinchi navbatda, yirik shoxli chorva mollarni saqlashda, ya'ni yozda hayvonlarni o't bilan boqishda yoki yaylovlarda o'tlayotganida seziladi. Shunga ko'ra, 3.3-jadval

<sup>15</sup> Shiber – nemischa "Schieber", maxsus chiqarish yuborish zaslonka (darvoza) si.

<sup>16</sup> Representativ – biror narsa haqida o'ziga xos, tipik, ob'ektiv tasavvur.

bizga bir xil materiallardan foydalanganda go'ng turlari orasidagi farqni va aynan bir xil materiallardan foydalanilgandagi qisman katta tafovutlarni ko'rsatadi.

### **Quruq modda va organik quruq modda.**

Qoramol va cho'chqaning suyuq go'ngi, parranda go'ngi kabi substratlarlarning, shuningdek ularning individual parametrlarida katta tafovutlar mavjud (3.3-jadval).

Ammo ba'zi bir umumiy jihatlarni ko'rish mumkin: cho'chqa go'ngi past, qoramol go'ngi o'rtacha, parranda go'ngi tarkibi esa yuqori darajada quruq moddalar ulushiga ega. Tovuq go'ngida biogaz hosil qilish uchun muhim bo'lgan organik quruq moddalar (oQM) miqdori qoramol va cho'chqa go'ngiga qaraganda yuqori. OQM ning miqdori kamligiga sabab ozuqa tarkibiga loy va qumning kirib qolishi, shuningdek beton yuzadan chang tushishi natijasidir. Ushbu moddalar fermentator va rezervurda cho'kma hosil qilishga moyil bo'ladi.

### **pH darajasi**

Cho'chqa go'ngining pH darajasi (kislotalilik darajasi) qoramolnikiga nisbatan bir oz pastroq, tovuq go'ngida pH eng yuqori bo'ladi (uning tarkibida bo'ror). Fermentasiya va gaz hosil bo'lishiga pH ning ta'siri 2-bobda muhokama qilingan.

### **Xom tolalar tarkibi**

Oziqlanish ratsioniga bog'liq ravishda, xom tolalar (klechatkalar) tarkibiga ko'ra, aksariyati qoramol go'ngida uchraydi. Ular faqat uzoq muddatli fermentasiyadan keyin yaxshi parchalanishi mumkin. Bunda oqsil va NFE (NFE = azotsiz ekstraktlar = kraxmal va shakar kabi uglevodlar) larning farqi kamroq ahamiyatga ega bo'ladi. Ushbu ikkala turdagi moddalar mikroorganizmlar tomonidan oson parchalanadilar. 2-bobda aytib o'tilganidek, xom protein biogaz tarkibidagi vodorod sulfidi uchun javobgardir. Xom proteinning yuqori miqdori ko'pincha oqsilga boy bo'lgan ozuqalar bilan bog'liq. Garchi azot gaz hosil qilish uchun kerak bo'lmasa-da, metan bakteriyalari o'z hujayra substansiya (oqsil) larini hosil qilish uchun kerak bo'ladi. Anaerob ishlov berish tufayli azot fraktsiyasining o'zgarishi keyingi bo'limlarda muhokama qilinadi.

### **Xom yog'**

Cho'chqa go'ngi tarkibi xom yog' miqdori bo'yicha eng yuqori ko'rsatkichga ega. Yog', yuqori energetik parametrlarga egaligi va oson parchalanishi qobiliyati tufayli (2-bo'lim), gaz hosil bo'lish darajasi yuqori bo'lgani sababli tovuq va qoramol go'ngiga qaraganda cho'chqa go'ngi biogaz ishlab chiqarish uchun yaxshiroq mos keladi deb taxmin qilish mumkin. Afsuski, tarkibda QM miqdori ko'rsatkichining pastligi va suv miqdorining yuqoriligi tufayli ushbu afzallik kamayadi.

### **Gazning chiqishi**

Turli xil xom ashyolardan olingan gazning taxminiy ma'lumotlari 3.4-jadvalda keltirilgan. Qoramol go'ngi gaz hosil bo'lish bo'yicha past ko'rsatkichga ega. Qoramol kabi kavsh qaytaruvchi hayvonlar oshqozonning o'ziga xos florasi, uning tarkibidagi metan va boshqa bakteriyalari sababli, shuningdek, ichakning uzun trakti va tez hazm bo'ladigan moddalarning kuchli maydalanishi tufayli ko'p miqdorda klechatka talab qilinadi. Qoramol go'ngining bu kamchiligi ko'p miqdordagi quruq substansiya bilan kompensatsiyalanadi.

Cho'chqalarda ham odam organizmi kabi bir kamerali oshqozon va qisqa uzunlikdagi ichaklar mavjud bo'lib, shu sababli ozuqani yomon hazm qilishi bilan o'ziga xoslikka ega. Go'ng tarkibida yaxshi parchalanmagan ozuqa mavjudligi sababli, gazning chiqishi qoramollarga qaraganda ancha yuqori. Tovuqlar, barcha qushlar singari, qisqa o'lchamli ovqat hazm qilish apparatlariga ega, bu ular vaznining oz bo'lishiga olib keladi. Ovqat to'liq hazm qilinmaydi va go'ngida ko'p miqdorda parchalanadigan moddalar mavjud. Shu sababli, tovuq go'ngi boshqa turdagi substratlarga nisbatan eng ko'p gaz chiqish ko'rsatkichiga ega. Birinchidan, u quruq moddaga juda boy hisoblanadi va uni odatda suv bilan suyultirish kerak bo'ladi. N (azotning) yuqori miqdori biologik jarayon bilan bog'liq muammolarga olib kelishi mumkin.

Yirik qoramol, cho'chqa va tovuqlar go'ngi aralashmasi ayrim hayvonlardan olingan substratlar yetishmovchiligining oldini olishga yordam beradi. Ba'zi biogaz qurilmalari bu borada muvaffaqiyatli ishlamoqda. Qishloq xo'jaligidagi

ixtisoslashuv sababli ko'plab biogaz qurilmalariga bitta turdagi hayvonlarning go'ngidan foydalaniladi; bular asosan qoramollar (sog'in sigirlar, bo'rdoqi buqalar, yosh qoramollar)dir. Yevropa davlatlarida bir necha cho'chqa go'ngida ishlaydigan va kam sondagi tovuq go'ngi asosida ishlaydigan biogaz qurilmalari.

Bir turdagi hayvonlarning ekskrementidan foydalanib, ularning turli xil tarkibi bo'yicha ma'lumotga ega bo'lishingiz mumkin:

- Sog'in sigirining go'ngi yosh qoramol yoki bo'rdoqilarga nisbatan suyuqroq.
- Yemlashdagi intensivlikning miqdoriga qarab yosh qoramolning go'ngi bo'rdoqi buqalarning go'ngiga nisbatan 10% kamroq gaz hosil qiladi, sog'in sigirlarning go'ngidan ham oddiy buqalar go'ngiga qaraganda ancha kam gaz chiqadi.
- Nasl beruvchi cho'chqalar bo'rdoqi cho'chqalarga qaraganda ozuqani yaxshiroq o'zlashtiradi, shuning uchun ularning go'ngi bo'rdoqi go'ngidan 10% kamroq gaz beradi.

Hayvon turidan qat'iy nazar, substratda begona moddalar muammolarga olib kelishi mumkin.

Qoramol go'ngida ozuqaga qarab o't, pichan va silos yoki hatto somon chiqindisi kabi ozuqa parchalari mavjud. Ushbu moddalar substrat tarkibiga qo'shilib ketadi va agar ular noto'g'ri aralashtirilsa, shunchalik qalin va o'ralgan suzuvchi qobiq hosil qiladiki, ularni ajratish qiyin bo'ladi. Bundan tashqari, o't bilan oziqlantirish paytida go'ng ichiga to'g'ridan-to'g'ri yoki hayvonlarning oshqozoni orqali tushadigan tuproq, qum yoki hatto toshlar, xuddi shu tarzda qishloq xo'jalik mashinalari vintlari yoki rux bo'laklari shaklidagi metall parchalari kirib borishi mumkinligini ham hisobga olish kerak.

Ayniqsa, hazm bo'lmagan makkajo'xori poyasi yoki doni kabilar mavjud bo'lsa, cho'chqa go'ngi cho'kma hosil qilishga kuchli moyil bo'ladi. Agar aralashtirish to'g'ri bajarilmasa, vaqt o'tishi bilan bir necha detsimetrlik qatlamlar paydo bo'lishi mumkin, ularni esa maxsus xaskash bilan olib tashlanishi mumkin.

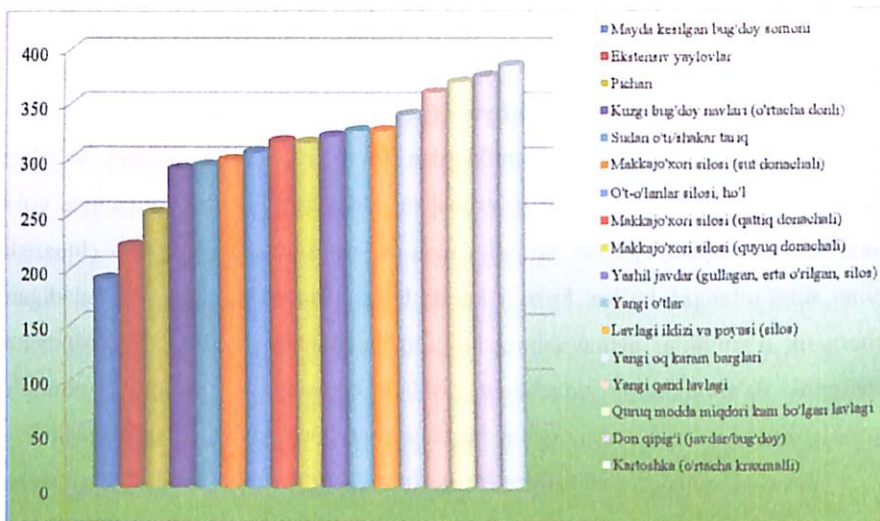
Qafaslarda saqlanadigan tovuqlardan go'ngida ham suzuvchi qobiqni hosil qiladigan patlar mavjud, shu bilan birga oziqlantirishning o'ziga xos xususiyatlari

tufayli tovuq go'ngida ko'p miqdordagi bo'r va qum borligi sababli cho'kindi hosil bo'lishini ham hisobga olish kerak.

### **Qayta tiklanadigan xom ashyo – energetik o'simliklar**

Biogaz qurilmalarida o'simliklardan foydalanish bilan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi mutlaqo yangi yo'nalish oldi: agar ilgari Germaniya yoki umuman Yevropada qishloq xo'jaligi oziq-ovqat va oziq-ovqat ishlab chiqarish bilan shug'ullangan bo'lsa, hozirgi kunda biogaz qurilmalarida foydalaniladigan energetik o'simliklar uchun tobora ko'proq maydonlar ajratilmoqda. Ko'pincha energetik o'simliklarini yetishtirish ishlab chiqarishning alohida tarmog'i hisoblanadi va ba'zi fermerlar uchun bu asosiy daromad manbai sifatida sanaladi.

Amalda, dalada yetishtirilgan bir necha turdagi o'simlik ekinlarigina biogaz qurilmalarida foydalanish uchun yaroqli bo'lgan energetik o'simliklar sifatida tan olinishi mumkin. Aslida, gap asosan biogaz qurilmalarida qayta ishlangandan so'ng yuqori narxga ega bo'lgan ekinlar haqida bormoqda. Asosan energetik o'simliklar sifatida foydalaniladigan ekinlar 3.2-rasmda keltirilgan. Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun faqatgina qayta tiklanadigan xom ashyo va go'ngdan foydalanadigan qurilmalar ishlab chiqarilgan elektr energiyasi uchun moliyaviy rag'batlantiriladi. Yevropa ittifoqida qayta tiklanadigan energiya to'g'risidagi qonun bilan belgilangan qayta tiklanadigan xom ashyo haqidagi tushunchalarga aniqlik kiritish "Biogaz sanoati sohasi uyushmasi"ning (Fachverband Biogaz eV, [www.biogas.org](http://www.biogas.org)) bosh sahifasida, ushbu bonus beradigan ekinlarning ro'yxati keltirilgan.



3.2: Fermentasiya va gaz chiqishi bo'yicha eng samarali o'simliklar

### Gaz chiqishi

Gaz hosil qilish nuqtai nazaridan energiya zichligi yuqori bo'lgan substratlar: don chiqindilari, lavlagi va kartoshka eng yaxshi natijalarni beradi (3.2-rasm). Ularning yordami bilan erishilgan metan hosil bo'lish ko'rsatkichi 350-380 l/kg organik quruq substratga yetadi. Bundan tashqari, metan hosilasi 270 dan 330 l/kg gacha bo'lgan organik quruq substratdan iborat yangi o'tlar, lavlagi ildizi va poyasi, o't-o'lanlar silosi, makkajo'xori va g'alla o'simliklaridan iborat katta guruh ham mavjud. Eng past ko'rsatkichdagi gaz hosil qilish xususiyati somonga tegishli bo'lib, bu qiymat 200 l/kg organik quruq substratga teng.

Shunday qilib, uni qoramol go'ngiga solishtirish mumkin.

Umuman olganda, energetik osimliklar gaz hosil qilishi bo'yicha unchalik katta bo'lmagan farqqa ega, shuning uchun o'rtacha hisobda energetik osimliklardan olinadigan gaz nazariy jihatdan har bir kg organik quruq substrat uchun  $\pm 30\%$  chetlanish bilan 300 l metanga teng deyish mumkin.

Har xil turdagi energetik o'simliklarda protein va azot miqdori		
Miqdor:	Xom protein	Azot (N) <sup>11</sup>
	g/kg	g/kg
Arpa		
Suli	110	17,6
Javdar	98	15,7
Bug'doy	119	19
Makkajo'xori	95	15,2
Kartoshka	20	3,2
Makkajo'xori so'tasi yaproqlari bilan	76	12,2
Yangi yashil em-xashak	33	5,3
Makkajo'xori silosi	24	3,8
Boshhoqli ekinlar silosi	60	9,6
Beda va o't-o'lanlarni o'z ichiga olgan boshhoqli ekinlar silosi	65	10,4
Beda va o't-o'lanlar aralashmasi	70	11,2
Javdar	98	15,7

3.5-jadval. Turli xil energetik o'simliklarda xom protein va azot miqdori.

Amalda, energetik o'simliklarning har gektari uchun gazning chiqishini hisoblash natijalari katta farqni ko'rsatmoqda. Agar gektariga metan hosil bo'lishning spetsifik birligiga ko'paytirilsa, muayyan bir ekin turi maydoni uchun ma'lum qiymatdagi metan chiqish ko'rsatkichiga ega bo'linadi (3.3-rasm). Quruq moddadan metanning eng yuqori hosildorlik lavlagi va makkajo'xoring silosli navlari bo'lib, ularda metan chiqishi 6000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ga dan oshishi mumkin. *Miscanthus* (xitoy qamishi) ko'p yillik ekin sifatida, garchi u gektariga 200 sentnergacha biomassa hosilini bersada, ammo metan hosil bo'lishining past

darajasi o'simlik maydonining energetik samaradorligini maysalar darajasiga va butun o'simlik silosining o'rtacha unumdorligini gektariga 4000 m<sup>3</sup> metan qiymatigacha tushiradi.

Don va ildiz mevalar, garchi ularda yuqori darajadagi maxsus gaz hosil bo'lsada, maydonlarning unumdorligi bo'yicha ko'rib chiqsak u 3000 m<sup>3</sup>/ga bo'ladi, bu esa butun o'simlik silosidan pastroq.

Oraliq ekinlar maydoni eng kam unumdorlikka ega – 2000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ga dan kam. Bu esa vegetatsiya davrinin qisqarganligi bilan bog'liq.

### Donli ekinlar silosi

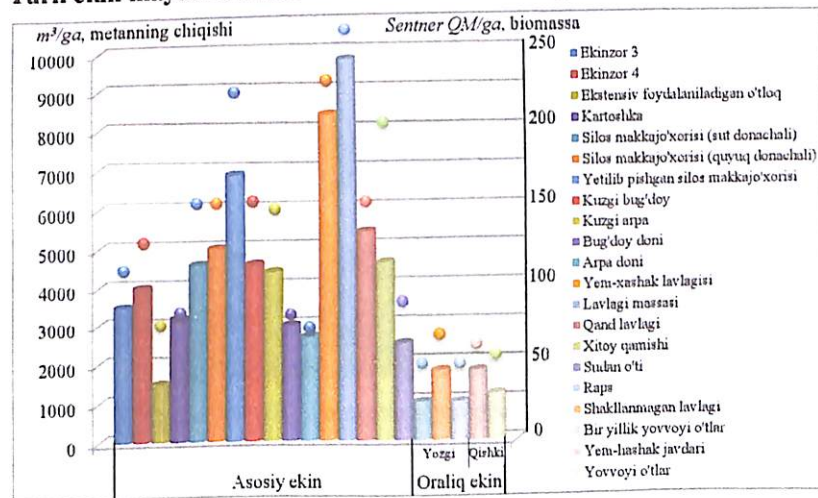
Donli ekinlardan olingan silos tobora ommalashib bormoqda, chunki ular energetik o'simliklarga almashlab ekishga juda mos keladi, ular loy tuproqlarda o'stirilishi mumkin va past bahor haroratlarda yaxshi va barqaror hosil beradi. Javdar ko'pincha oddiy kuzpishar o'simlik bo'lsada barcha turdagi ekinlarga mos keladi. Tanlov ma'lum hududga qarab amalga oshirilishi kerak. O'rim-yig'im uchun maqbul vaqt – bu don quyilganda va boshqoq qotganda – sharbat chiqmaydi va donni qobiqdan siqib chiqarish mumkin. Shunda quruq moddalar miqdori 35-40% ni tashkil qiladi. Bu butun o'simlikni maksimal darajada "hazm" qilish va maksimal energiya zichligi mavjud bo'lgan vaqt. Boshqoqli ekinlarni makkajo'xori singari silos qilish unchalik samarali emas, shuning uchun ular silos bunkerida tez parchalanishi va oksidlanishi uchun, shuningdek yuqori zichlikka erishish uchun uzunligini iloji boricha 4 mm ga yaqin qilib maydalash kerak. Hosildorlik gektariga 80 dan 140 sentnergacha. Boshqoqli silos tarkibida o't-o'lanlardagi kabi ko'p miqdordagi xom protein va azot (N) mavjud. Ularning substratlar aralashmasidagi yuqori ulushi yoki fermentasiya kamerasining haddan tashqari yuklanishi ammiak tufayli kechikishga olib kelishi mumkin (3.5-jadval).

### Silos makkajo'xori

Silos makkajo'xori hozirgi kunga qadar biogaz qurilmalarida foydalanish uchun eng muhim ekin hisoblanadi. Tarkibida quruq moddalar ko'pligi uchun makkajo'xori C4 sinfiga oid<sup>17</sup> o'simlik deb ham ataladi. Ushbu ekinni qayta ishlash uchun zarur bo'lgan uskunalar odatda har doim korxonalarda mavjud yoki yaxshi arzon. Makkajo'xori oson siloslanadi va asl holicha ishlatilsa ham biogaz qurilmalarining ishlashida nosozliklarni keltirib chiqarmaydi. Bugungi kunda biogaz qurilmalarida foydalanish uchun maxsus makkajo'xori navlari mavjud va ushbu navlar odatda yuqori biomassa hosilini beradi. Odatda, makkajo'xori o'rim-yig'im paytida 28-35% quruq moddaga ega bo'lishi va doni sut donachali va qattiq donacha orasida bo'lishi kerak. Makkajo'xori yetishtirish uchun qulay maydonlarda kechki navlar ekin maydonlaridan 8000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ga dan ortiq miqdorda hosil berishi mumkin.

Silos makkajo'xori ekinlarining hosildorligi gektariga 120 dan 270 sentnergacha, gazning chiqishi har kg organik quruq moddasiga 300 dan 380 litrgacha.

Turli ekin maydonlaridan metan va biomassaning chiqish ko'rsatkichlari



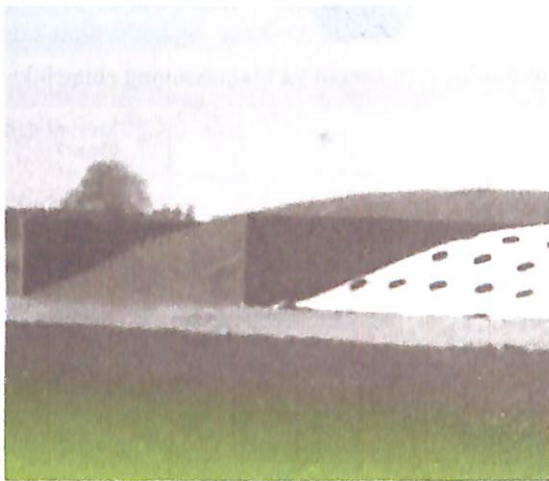
<sup>17</sup> Barcha o'simliklar atmosferadagi karbonat angidridni o'zlashtiradi va uni fotosintez orqali shakar va kraxmalga aylantiradi, ammo ular buni turli yo'llar bilan amalga oshiradilar. O'simliklarni fotosintetik jarayoni bo'yicha tasniflash uchun botaniklar quyidagi belgilaridan foydalanadilar: C3, C4, CAM.

3.3-rasm. Energetik o'simliklar o'rtasidagi farqni har bir maydon uchun metanning hosil bo'lishidan ko'rish mumkin ("Qishloq xo'jaligiga oid taxminiy ma'lumotlar"ga asosan tuzilgan. DLG nashri va KTBL normativlari).

### Silosni javdar bilan qoplash

Biogaz qurilmalarining kattalashib borishi tufayli silos maydoniga ehtiyoj ham oshmoqda va shu bilan uning qoplamasi narxi ham oshmoqda (3.4-rasm). Qoplama uchun yangi yechim bu – silos plyonkasi o'rni bilan javdar yotqizish. Silos qoplamasining ushbu tabiiy versiyasi bir qator afzalliklarga ega:

- mablag' va ish vaqti sarfi plyonka bilan qoplashdan kamroq.
- qoplama biologik ta'sir ostida parchalanadi.
- sirtini shunchaki yangi silos qatlami bilan qoplash mumkin, bu esa serharajat qoplamani ochish va yopish jarayonlarini bartaraf etadi.
- Silosni maydalash maydoni kichik bo'ladi.



3.4-rasm. Silosni javdar bilan qoplash ba'zi afzalliklarga ega

Trisdorfdagi EBA markazi tomonidan 2005 yilda javdar silosida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bunda metanning chiqishi o'zgarmaydi, ammo silos sharining yuqori qismida organik quruq moddalarning sezilarli darajada kamayishi kuzatiladi (30 sm chuqurlikda 15% gacha quruq moddalar yoki qoplama sharidagi 12% quruq modda). Agar makkajo'xori silosi tarkibida 28-35% quruq modda bilan siloslanishini hisobga olsak, unda bu shardagi quruq moddalarning deyarli yarmi aerob parchalanishi natijasida yo'qoladi.

Bunday yo'qotishlar taxminan o'rtacha plyonka qoplamali silosning natijalariga to'g'ri keladi. Bunday holda, aniq energiya pasayishi 20% gacha bo'ladi. Shunga ko'ra, javdar bilan qoplash paytida silos yuzasi kichik bo'lishi kerak. Bundan tashqari, ushbu turdagi qoplamani qo'llashda ko'p hollarda kemiruvchi zararkunandalar (kalamushlar, sichqonlar) ga ham e'tiborli bo'lish kerak.

### Makkajo'xori boshog'i qoldig'i, Corn-Cob-Mix (makkajo'xori-so'tasi-aralashma) va makkajo'xori donalari

Makkajo'xori boshog'i qoldiqlari (Corn-Cob-Mix (CCM)) va toza makkajo'xori donlari silos makkajo'xori bilan solishtirganda maydon birligidagi hosildorlikda sezilarli darajada orqada qoladi, ammo energiya zichligi va gazning chiqishi bo'yicha ancha yuqori. Shuningdek, ular fermentatorning ishchi hajmini makkajo'xori silosiga nisbatan ko'proq egallaydi. Asta-sekin uzatishni ta'minlash uchun ularni saqlash va konservalash kerak. Biologik jarayonlar nuqtai nazaridan ular tez oksidlanadi va ortiqcha yuklama keltirib chiqaradi.

### O'tloqlar, o'tloq silosi, arpa va o't aralashmasi

O'tloqlar hosildorligi joylashuv o'rni va foydalanish intensivligiga bog'liq bo'lib, farqlar juda katta, ya'ni gektariga 40 dan 120 gacha quruq massani oralig'da. O'tloqlar hosildorligi bo'yicha boshqa energetik o'simliklardan ortda va ular bilan solishtiradigan bo'lsak o'tloqlardan yiliga kamida uch marta hosil olish kerak.

Metanning hosil bo'lishiga yuqorida aytilganidek, osimliklarning joylashuv

hududiga va foydalanish intensivligi ta'sir qiladi. 2004 yilda Kaiser tomonidan olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, o'tloqlardan intensiv foydalanish (5 marta o'rish) ekstensiv foydalaniladigan hududlarga nisbatan 300 litr/kg organik quruq moddadan ko'proq metan hosil qiladi. O'tloq (maysazor) da o'sadigan o'simlik turlari ham metan hosil bo'lishiga ta'sir qiladi. Ryegrass, Blyugrass va Festuca Eskia uchun hosildorlik birinchi va ikkinchi o'rim orasida 250 va 350 litr/kg oQM oralig'ida o'zgarib turadi; ular odatda o'rtacha 300 l/kg oQM ga teng bo'lgan Leguminoza bilan bir xil darajaga etadi. Faqat Medicago (Beda) 200-250 l/kg oQM metan chiqish ko'rsatkichiga ega bo'lgan holda ancha orqada qoladi. Shunday qilib, o'tloqlarda ham energiya jihatidan eng maqbul bo'lgan o'simliklar aralashmalarini yaratish mumkin deb xulosa qilish mumkin.

O't-olanlar silosi fermentasiya uchun yaxshi substrat hisoblanadi. Faqat yagona narsa – bedaning yuqori kontent tufayli xom oqsil yuqori potentsiali bakteriyalar rivojlanishini kechiktirib yuborishi mumkin deb hisoblanadi. Shuningdek, beda va urug'li o'tlar aralashmasi aralashtirilganda eshilib qoladi. Bunda diqqat bilan maydalash va aralashtirishning tegishli texnikasini tanlashga e'tibor berish kerak bo'ladi (sekin aralashtirish).

#### Sudan o'ti

Sudan o'ti, makkajo'xori kabi, C4 o'simliklar sinfi kiradi va shuning uchun suv va ozuqaviy moddalarni iste'mol qilish nuqtai nazaridan juda samarali (3.5-rasm). Bizning sharoitlarda u dala yem-hashagi sifatida: pichan, silos uchun, shuningdek, yangi holida ham foydalaniladi. Hozirgi vaqtda uni dunyoda donini olgandan so'ng fermentasiya uchun poxol substrat sifatida tobora ko'proq foydalanmoqda. Sudan o'ti ko'p miqdordagi quruq moddalarni yetkazib beradi, tuproqda suv va ozuqaviy moddalar mavjudligiga nisbatan ta'sirchan emas, yaxshi siloslanadi. O'simlik hatto kichik qiymatli sovuqqa ham dosh berolmaydi, qishda esa muzlab qoladi. U maydonning joylashgan o'rniga qarab aprelning oxiridan may oyining o'rtalariga qadar ekiladi (20-22 kg/ga). Tuproqni tayyorlashga talablar yuqori emas, kultivator hamda diskli sepgich yetarli va sudan o'tini bir mavsumda bir necha marta o'rish mumkin. Iyun/iyulda donli ekinlar yig'im-terimidan keyin

ekish yozdagi quruq issiq va ba'zan kuz sovuq'ining erta kelishi sababli yetarlicha ko'p hosil bermasligi mumkin. Ikki martalik o'rim natijasida 120-200 s/ga quruq moddalarni to'plash mumkin. O'zbekiston sharoitida esa ob-havoga qarab uch martagacha o'rib undan ham ko'p 240-400 s/ga quruq modda olish mumkin.

Sudan maysalarini yig'ib olish, dastlabki don quloqlar paydo bo'lganda, quruq moddalar miqdori kamida 20% bo'lganda orib olinadi, aks holda poyasi tezda qotib qoladi. Energetik xususiyatlariga ko'ra sudan o'ti boshqa osimliklar bilan raqobatlasha oladi.

#### Xitoy qamishi (fil o'ti)

Xitoy qamishi (3.6-rasm) kelib chiqishi Sharqiy Osiyo bo'lib, C4 guruhiga mansub, balandligi 4 m gacha yetadigan va gektariga 250 sentnergacha quruq modda beradigan ko'p yillik o'simlik. Miscanthus, boshqa ko'plab energetik o'simliklaridan farqli o'laroq, 15-20 yil o'sadigan ko'p yillik o'simlikdir. U ekin maxsus maydonlarida ildizlatish (qalamcha) usuli bilan ekilgani uchun biroz qimmatga tushadi. Qishlashning birinchi yilida u muzlashga moyil bo'ladi, shuning uchun yuqori hosilga faqat 4-yilda erishiladi. Miscanthus yig'ib olingandan so'ng, qolgan ildizlari yana o'sib chiqadi va ularning o'mida boshqa ekinlarni yetishtirishga xalaqit berishi mumkin. Energiya o'simlik ekinlari orasida aynan yuqoridagi kamchiliklar va metan chiqishi kam bo'lganligi sababli Miscanthus deyarli ishlatilmaydi.



3.5-rasm. Sudan o'ti.



3.6-rasm. Xitoy qamishi (*Miscanthus*)

### Donli ekin qoldiqlari

Donli ekinning har gektaridan olingan doni yoki uning chiqindilaridan hosil bo'lgan energiya uning shu birlikdagi butun boshli tanasining silosi energiyasidan kamroqdir. Agar ekilgan maydon birligi bo'yicha energiya ishlab chiqarish hajmini qayta hisoblasak, ustunlik butun o'simlik silosi tomonda bo'ladi. Agar qishloq xo'jalik qurilmalarida biologik jarayonni boshqarish mumkin bo'lganda edi, toza donli ekinning fermentasiyasi energetik jihatdan ma'noga ega bo'lardi. Don juda tez parchalanadi va tez o'ta oksidlanishga olib keladi. Don tarkibidagi oqsilning yuqori potentsiali tufayli ammiak ta'sirida bakteriyalar rivojlanishining kechikish riski ortadi (5.5-jadval), shuning uchun sof ekinni fermentasiya qilishda jarayonni boshqarish uchun ikki bosqichli tizimdan foydalangan ma'qul.

Amaliyot shuni ko'rsatadiki, substrat aralashmasidagi chiqindilarning ma'lum bir ulushi gaz hosil bo'lishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi: yengil parchalanadigan moddaning ma'lum bir tarkibi bakteriyalarning faolligini oshiradi, bu esa parchalanish tezligi va fermentatorda parchalanish darajasining oshishiga olib keladi.

Agar substrat suzuvchi qobiq hosil qilishga ko'proq moyil bo'lsa, substrat aralashmasi tarkibiga albatta chiqindilarni kiritish kerak. 3.5-jadvalda azot miqdori va unga bog'liq ravishda ammiak hosil bo'lishi bilan rivojlanishning kechikishlari ko'rsatilgan (shuningdek, 2-bo'limga qarang).

### Energetik o'simliklarni almashlab ekish

Biogaz qurilmalari uchun energetik o'simliklarni almashlab ekishni optimallashtirish uchun quyidagi uchta ta'sir etuvchi omilni muvofiqlashtirish kerak:

1. Turli navlardan yuqori hosil olish bilan navlarni tanlash va ularni yetishtirish ketma-ketligi (gektaridan yillik olinadigan *organik quruq moddalar* hisobida).

2. Har bir nav uchun xos bo'lgan yuqori darajada metan chiqishi va ularni aralashtirishda eng yaxshi ozuqaviy birikmani hosil bo'lishini hisobga olgan holda navlarni tanlash.

3. Turli ekinlar orasida metan hosil bo'lishining maksimal potentsialidan kelib chiqib, tarkibiy moddalarni optimallashtirish (masalan, moyli ekinlarni ham integratsiyalash orqali yog' miqdorini ko'paytirish).

Shuningdek, ekinlarni ekishda optimall ketma-ketlikni tanlab olishda ekologik aspekt (jihati) larni unutmaslik kerak. Makkajo'xorini eksklyuziv ravishda yetishtirish ekin maydonlarining hosildorligi nuqtai nazaridan to'g'ri bo'lar, ammo bu kemiruvchi zararkunandalar va kasalliklarning ko'payishiga, chirindilarning ortiqcha parchalanishiga olib keladi. Energetik o'simliklarni yetishtirishda ham yaxshi professional amaliyot qoidalariga o'z-o'zidan amal qilish kerak.

Energetik nuqtai nazardan almashlab ekishni optimallashtirishda C3 va C4 o'simlik guruhlarining kombinatsiyasidan foydalanish yaxshidir (3.7-rasmga qarang). C3 o'simliklar qishda sovuqqa eng chidamli, biomassaga boy, issiqsevar C4 o'simliklari yozda yaxshi omon qoladi. Bu yil davomida gektariga o'rtacha 250-300 sentner hosildorlikdagi quruq massani ikki marta olish imkonini beradi.

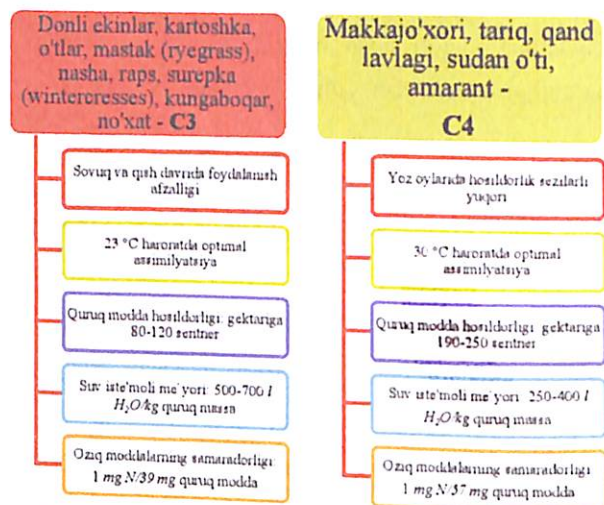
C4 o'simliklar guruhiga makkajo'xordan tashqari tariq, shakarqamish va amarantlar<sup>18</sup> kiradi. Ushbu o'simliklarning katta kamchiligi bu ularning sovuqqa sezgirligi. Bizning geografik kengliklarda o'stirilganda ularning mahsuldorlik potentsialiga unchalik ko'p cheklovlar mavjud emas. Lekin oktyabr o'rtalari va aprel oylaridagi salqin ob-havoda ulardan ko'ra mahalliy C3 o'simliklari

<sup>18</sup> Amarant, yoki rus. «щирца» (Lotin *Amaranthus*) – zich boshliq, mayda gulli bir yillik o'simlik. Issiq va mo'tadil joylarda o'sadi, 100 dan ortiq tur ma'lum.



ustunlikka ega bo'ladilar.

### C3 va C4 o'simliklarning optimal kombinatsiyasi








3.7-rasm. C3 va C4 guruh o'simliklarining xarakteristikalarini.

Makkajo'xori va kungaboqarni birgalikda yetishtirish		
	Kungaboqar+makkajo'xori	Makkajo'xori
Quruq modda mahsuldorligi, sent/ga	150	200
Xom yog', % Quruq moddada	6,3	3,6
Metan mahsuldorligi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg oQM	0,49	0,34
Metan mahsuldorligi m <sup>3</sup> /ga	7350	6713

3.6-jadval. Makkajo'xori+kungaboqarni aralash yetishtirish. "Euralis Saaten" kompaniyasi tomonidan taqdim etilgan kuzatish natijalari, 2004 yil.

Ikki xil ekinlardan foydalanishning bunday tizimida kombinatsiyalashning imkoniyatlari chegaralanmaydi. Doktor Karpenshteyn-Mahan va prof. Doktor Sheffer (Kassel-Vitsenxaufen) bunday ikki turli ekinlarni yetishtirishning ko'plab tizimini yaratdi va eng avvalo, ulardan qishloq xo'jaligida foydalanish bo'yicha biologik asoslangan sinovlar o'tkazdi.

Dastlabki ekinlar (donli ekinlarning qishki navlar, qishki dukkakililar, rapsning qishki navlari) odatda sut donachalari yetilish bosqichida yig'ib olinadi, shuning uchun ikkinchi hosilni (makkajo'xori, kungaboqar, faselya, yozgi donli ekin navlari va boshqalar) iyun o'rtasidan iyul oyining boshigacha yetishtirish mumkin). Birinchi hosilni erta yig'ib olish natijasida, begona o'tlarning ko'payishiga yo'l qo'yilmaydi, bu esa gerbitsidlardan foydalanish zarurat qoldirmaydi. Allaqachon mavjud bo'lgan begona o'tlar esa quruq moddalar hosilini ko'paytirishga yordam beradi. Hosildorlikning bunday kombinatsiyasi quruq moddadan gektariga 250 sentnerdan hosil olishga yordam beradi va hatto noqulay sharoitlarda ham yomg'ir yetarli darajada bo'lsa, makkajo'xoridan ustunlikka ega. Qishki donli ekinlar dastlabki hosil uchun eng yaxshi ekin hisoblanadi. Arpa, javdar va tritikale<sup>19</sup> erta pishganligi sababli bug'doyga nisbatan afzalliklarga ega.

Hosilni yig'ish ketma-ketligi bo'yicha C3/C4 o'simliklar kombinatsiyasiga doir misollar				
Qishki surepka (yog' uchun), 1-o'rim	Qishki surepka (yog' uchun), 2-o'rim	Makkajo'xori	Javdar	Tariq
				
Iyul.....Okt.	Yanvar....Aprel	Iyul.....Okt.	Yanvar....Aprel	Iyul.....Okt.
C3 - o'simlik		C4 - o'simlik	C3 - o'simlik	C4 - o'simlik

3.8-rasm. Energetik o'simliklar hosili ketma-ketligining hisobiga misol

<sup>19</sup> Tritikale - bug'doy, javdar duragayi - ikki xil o'simlik xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan o'simlik; g'alla ekini. Uning kuzgi va bahorgi shakllari mavjud.

Ushbu yo'nalishda qishloq xo'jaligini tadqiq qilish O'zbekistonda hali ham o'zining dastlabki bosqichida. Seleksiya ishlari orqali biomassani shakllantirish potensialining sezilarli darajada o'sishiga erishish mumkin.

Energetik ekinlarini almashlab ekishga doir misollar 3.8-rasmda keltirilgan.

### **Monofermentasiya va energetik o'simliklar**

Qo'shimcha chirindi qo'shmasdan fermentasiya uchun uzoq muddatga bitta o'simlik navini (masalan, makkajo'xori yoki faqat o't-o'lanlar) ishlatish mumkinmi yoki yo'qmi – bu hozirda mutaxassislar orasida munozarali mavzu. Birinchidan, amalda bir xil turlarni – makkajo'xori yoki o't-o'lanlar silosining fermentasiyasi bilan shug'ullanuvchilar monofermentasiya imkoniyatlarini cheklangan deb hisoblashadi. Ularning fikriga ko'ra, ozuqa moddalarining bir yoqlama tarkibi bakteriyalarning yetarlicha to'yinmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, energetik o'simliklarining tez parchalanishi metan hosil qiluvchi bakteriyalar uchun noqulay muhitning sharoitlarini vujudga kelishiga olib keladi va bu hatto jarayonning kollapsiga olib kelishi mumkin. Mutaxassislarning fikriga ko'ra, monofermentasiya faqat fermentasiya kamerasining yuklamasi past bo'lganda yoki ikki bosqichli tizimdan foydalanganda mumkin va uzoq muddatli foydalanish uchun ozuqa moddalari yoki achitqi mikro dozalarini qo'shish har doim talab qilinadi.

Mavjud bo'lgan qurilmalarning aksariyati ko'plab tarkibiy komponentlardan tashkil topgan substratlar aralashmasida ishlaydi, shuningdek monofermentasiyani amalga oshiradigan qurilmalar odatda 2 yildan ortiq bo'lmagan vaqt davomida ishlatiladi va hech bo'lmaganda ishga tushirishda "bir qism achitqi" dan foydalanadilar. Achitqidan foydalanishni rad etib, bakteriyalar monosubstratga o'rganib qolmaguncha, fermentasiya vaqti odatdagidan besh baravar ko'proq vaqt talab etadi. Yaqin vaqtgacha ham amaliyotda ma'lum bo'lgan deyarli barcha tajribalar yaxshi natijalarni bermadi.

### **Aralash o'simliklarni o'stirish, substratlarni aralastirish**

Aralash o'simliklarni yetishtirish ikki yoki undan ko'p turli xil asosiy ekin turlarini birgalikda etishtirishni anglatadi. Ushbu usulning afzalliklari

quyidagilardan iborat:

- begona o'tlarning o'sishini oldini olish;
- barqaror va serhosillik;
- korxonalar mablag'larini tejash;
- talab darajasidagi yoki takomillashtirilgan sifat;
- oziq moddalardan va tabiiy sharoitlardan samarali foydalanish.

Bugungi kunga kelib, aralash o'simliklarni yetishtirish texnikasidan foydalanish tajribasi juda kam. Xo'jalikni ekologik boshqaruv prinsipi asosida ishlaydigan korxonalar bunday aralash maydonlar bilan ishlashda katta tajribaga ega.

Hozirda energetik o'simlik yetishtiruvchilar makkajo'xori va kungaboqarni birgalikda yetishtirish bilan shug'ullanmoqdalar (3.9-rasm). Makkajo'xori tarkibida kam miqdorda yog' (2-3%) bo'lganligi sababli, bir vaqtning o'zida kungaboqarni ham birgalikda yetishtirish orqali yog' miqdorini ko'paytirishga harakat qilmoqdalar va shu bilan biogaz ishlab chiqarishni ko'paytirishmoqda. Biroq, kungaboqarni o'zini siloslash qiyin, shuning uchun uning oson siloslanadigan makkajo'xori bilan kombinatsiyasi juda muvaffaqiyatlidir. Umuman olganda, fermentatorni to'g'ridan-to'g'ri to'ldirish maqsadida bunday energetik jihatdan optimal aralashmalarni hosil qilishga hech narsa to'sqinlik qilmaydi. "Euralis Saaten" kompaniyasi (<https://www.euralis.de/>) makkajo'xori-kungaboqar aralashmasini o'stirish bo'yicha ba'zi tajribalarni umumlashtirdi va quyidagi tajribalarga ega bo'ldi:

- ✓ Aprel oyining oxirida ekish;
- ✓ Lavlagi yoki makkajo'xori uchun pnevmatik ekish dastgohlaridan foydalanish va kungaboqar ekish uchun kichik teshiklarni qazish;
- ✓ Qatorlar orasidagi masofa 75 sm; Ikkala turni ekish uchun 8-9 o'simlik/m<sup>2</sup>;
- ✓ Aralash ekin ekishda, 4 qator makkajo'xori + 4 qator kungaboqar, makkajo'xori asosiy hosil bo'lish uchun 10% ko'proq talab qiladi;
- ✓ Ekiladigan tuproqni o'g'itlash ko'proq makkajo'xori uchun zarurdir;
- ✓ Agar kungaboqarning gul barglari so'na boshlasa, quloqlari va ildizi

sarg'aygan bo'lsa, yetilgan hisoblanadi;

✓ O'simliklarni somoncha shaklida juda mayda qilib kesish kerak.



3.9-rasm. Makkajo'xori va kungaboqarni aralash tirib ekish.

Euralis tomonidan o'tkazilgan bunday yetishtirish tajribalari shuni ko'rsatadiki, makkajo'xori va kungaboqarni aralash ekishda har gektariga to'g'ri keladigan quruq modda miqdori alohida makkajo'xori yetishtirishga nisbatan past bo'lgan, lekin metan chiqish hosildorligi 10% yuqori bo'lgan (3.6-jadval). Bu shuni anglatadiki, quruq moddalar ishlab chiqarishni shu tarzda har doim ham optimallashtirish shart emas.

Bundan tashqari, tarkibidagi moddalarga ko'ra tanlab ratsionni optimallashtirish mumkin. Hozirgi vaqtda butun raps o'simligini siloslash bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda va bundan ratsiondagi yog' tarkibini oshirish maqsadi ham ko'zda tutilgan (LFL, Bavariya).

Qurg'oqchilik yillarida ham barqaror va ishonchli hosil olish uchun makkajo'xori va tariqni birgalikda yetishtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi (3.10-rasm). Makkajo'xori o'sishi uchun qulay yillarda makkajo'xori dominantlik qilgan, suv tanqis bo'lgan yillarda tariq biomassa ishlab chiqarishda asosiy rol o'z zimmasiga olgan. Umuman olganda, qo'shimcha tadqiqotlarni o'tkazish talab etiladi. Buni asosan fermerlar mustaqil ravishda tajriba o'tkazishlari zarur. Chunki kelajakda energetik o'simliklarni yetishtirish uchun hosildorlik va foydali moddalar tarkibni optimallashtirishdan boshqa chora bo'lmaydi.

3.10-rasm. Makkajo'xori va tariqni aralash yetishtirish.



### Qishloq xo'jaligidagi vinochilik bardasining fermentasiyasi

Garchi barda toza chiqindi hisoblanada, biogaz hosil qilishda boshqa qayta tiklanuvchi xom-ashyo turlariga qo'shimcha sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir. Barda alkogolli mahsulotlar ishlab chiqarishdagi chiqindi mahsulotdir. Mahsulot ishlab chiqarilgan manba turiga qarab don, kartoshka yoki meva bardalariga ajratiladi. Barda tarkibidagi quruq modda miqdori 5% dan past. Shuning uchun bunday substratning har  $m^3$  hajmidan kam miqdorda gaz hosil qilinadi va shu bilan birga katta hajmli fermentator talab qiladi. Bir kilogramm organik quruq substratdan metanning chiqishi 250 dan 350 litrgacha bo'ladi.

U oson parchalanishi sababli, anaerob sharoitda o'ta oksidlangan muhit juda tez vujudga keladi. Shuning uchun, toza bardadan foydalanishda metan bakteriyalarini o'ta to'yintirib yubormaslik uchun faqat ikki bosqichli texnologiyalarni qo'llash kerak. Boshqa qishloq xo'jalik substratlari bilan kofermentasiyasida (asosan bir bosqichli usulda), ular ehtiyotkorlik bilan tanlanishi lozim bo'ladi. Lekin shuni ham hisobga olish kerakki, material yuqori suv miqdoriga egaligi tufayli quruq substrat tarkibi yuqori bo'lgan material bilan yaxshi mos keladi.

Agar tahlil qilinadigan bo'lsa, Germaniyada yopiq turdagi kichik ishlab chiqaruvchi spirt zavodlari 30 foiz spirt tayyorlasa va fermentasiya spirtining 70

foizi qishloq xo'jaligida ishlab chiqariladigan zavodlarga tog'ri kelsa, ayni paytdagi vaziyatdan kelib chiqib, qishloq xo'jaligida biogaz ishlab chiqarish potensialning ulkan qismidan foydalanilmay kelinmoqda degan xulosaga kelish mumkin. Lekin mamlakatdagi ayrim zavodlar spirtni yonilg'i sifatida ishlab chiqarish va biogaz hosil qilish kabi ushbu foydali kombinatsiyani allaqachon anglab yetgan. Ishonch bilan aytishimiz mumkinki, yaqin orada butun dunyoda ham ularning izdoshlari soni ko'payadi.

<b>Organik chiqindilar tarkibidagi og'ir metallarning tarkibi (mg/kg QM) va tozalash inshootlari uchun tasniflashning chegara qiymatlari</b>							
<b>Substrat</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>
Qoramol go'ngi	7	230	0,3-0,5	8	38	6	
Cho'chqa go'ngi	7-18	700-200	0,5-1,8	2-14	250-760	11-32,5	
Biochiqindilar		88-105	0,3-0,6	7-25	14-21	5,5-10	
Terini qayta ishlashdagi chiqindilar	5	14	<0,1	1,4	3	1,2	<0,1
Yog'	76	205	<0,1	37	34	15	0,04
Pivo bardasi	0,3-1	76-138	0,1-0,2	0,5-16	5,5-15	0,5-16	
Olmanig sok olingandan keyingi qoldig'i	3,4	6,7	0,3	1,6	7,8		
Uzum bardasi		75	0,5	5	150	2,5	
Presslangan lavlagi pulpasi		86	1,35	16,9	16,6	7,7	0,04
Don qipig'i	18,6	240,7	0,15	5,1	9,3	5,8	0,16
Tozalash filtri quyqasi	900	2500	10	900	800	200	8
Tozalash inshootlari grunti	100	200	1,5	100	60	50	1
Fermentasiyalash qoldiqlarining biochiqindilari	150	400	1,5	100	100	50	1

Tuproq grunti biochiqindilari	100	200 (pH<6 da150)	1,5	100	60	70	1
Qumloq yerlar grunti biochiqindisi	70	150	1	60	40	50	0,5

3.7-jadval. Organik chiqindilar tarkibidagi og'ir metallarning tarkibi va tozalash inshootlaridagi chegaraviy tasniflash qiymatlari

### Organik chiqindilar

#### Substratlarning xususiyatlari

Organik chiqindilar asosan fermentasiya va hayvonlar ekskrementi bilan birgalikda fermentasiyalash uchun juda mos keladi. Ayniqsa, alohida fermentlanadigan substratlardan tashkil topgan substratlar – masalan, sanoatda qayta ishlashdan olingan monosubstratlar deb ataladigan glyukol kabi moddalar bir bir jihatdan barqaror fermentasiya uchun “asosiy substrat” sifatida ishlatish uchun tavsiya etiladi. Monosubstratlar fermentasiyasining muhim sharti bu mikroorganizmlarning murakkab kompleksi faoliyati uchun zarur bo'lgan barcha oziq moddalar va mikroelementlar bilan to'liq ta'minlashdir (2.3-jadvalga qarang).

Cosubstratlar fermentasiyalanayotgan substratining tarkibida, ayniqsa quruq moddalar, ozuqa moddalari va zararli moddalar tarkibida o'zgarishlarga olib keladi. Fermentasiya paytida zararli moddalar odatda muhim rol o'ynamaydi, ammo keyinchalik o'g'itdan foydalanishda muhim ahamiyatga ega.

#### Oziq va zararli moddalarning tarkibi

Qurilmani rejalashtirayotganda u yoki bu organik chiqindilardan foydalanishga qaror qilishdan oldin ozuqa va zararli moddalarning tarkibi allaqachon ko'rsatilishi kerak, shuningdek tahlil ma'lumotlarni albatta o'rganib chiqish kerak. Agar ba'zi istisnolarni hisobga olmaydigan bo'lsak (masalan, spirt bardalari, pivochilik pulpali va boshqalar) unda chiqindilar tarkibidagi zararli va foydali moddalar kelib chiqishiga qarab juda farqlanishi mumkin. Solishtirish uchun 3.7 va 3.8-jadvallaridagi ma'lumotlarni ko'rishimiz mumkin. Umuman

olganda, qoida shundayki, aralashmalar va zararli moddalarning miqdori qancha ko'p bo'lsa, xom ashyo shunchalik intensiv ravishda qayta ishlanadi yoki aksincha. Chiqindilarning vujudga kelish tarixi ulardagi aralashmalar va zararli moddalarning tarkibiga sezilarli ta'sir ko'rsatganligi sababli, barcha qayta ishlash jarayonlarini diqqat bilan kuzatib borish foydali bo'ladi. Agar biz to'g'ridan-to'g'ri aralashmalarni chiqarib tashlasak (qismlarga ajratish, konservatsiya va boshqalar), unda chiqindilar tarkibi va "tozaligi" ularning xususiyatlariga ko'ra juda barqaror bo'ladi.

Organik chiqindilarning baholovchi xususiyatlari (alohida tadqiqotlar)										
Substrat turlari	Substrat nomlari	%	%	N	Fosfat	K <sub>2</sub> O	%	%	%	kW*)
		QM	oQM	umumi y			nom prote in	nom yog'	klechat ka	
		ST	ST	g/l	g/l	g/l	YS	YS	YS	YS
Kommunal chiqindilar	Biochiqindilar	60-75	30-70	0,6-2,7	0,2-0,4	0,4-2				
	Oshxona chiqindilari			0,6 - 2,2	0,3-1,5	0,4-1,8				
	Bog' va o'tloqlar chiqindisi			0,3-2	0,1-2,3	0,4-3,4				
	Park maysazorlari; Yaylovlar o'rimi	21	19	6,7	0,7	4,2	4,2			
		24	18	2,9	0,6	5,3	1,8			
Kushxona chiqindilari	Oshqozondagi massa	17	16	5,8						3,8
	Flotatsion <sup>20</sup> cho'kmalar	12	11	6,0						45

<sup>20</sup> Flotatsiya - suvni organik moddalardan va qattiq suspenziyalardan, alohida aralashmalardan tozalash va kimyoviy, nefni qayta ishlash, oziq-ovqat va boshqa sohalarda cho'kishni tezlashtirish jarayoni.

	Flokkulyatsio n <sup>21</sup> cho'kmalar	5	13	5,9	3,8	0,1				84,5
Agrosanoat qoldiqlari	Ajratib olingan yog'	40	39	3,3	5,1	2,7				386
	Teri qoldiqlari	47	42	6,9						10
	Mezdra (yelim pishirish uchun ishlatiladigan chiqindi teri)	22								80
Oziq-ovqat sanoati chiqindilari	Donli ekinlar qipig'i	86	80	13,0	2,3	9,5				22
	Kartoshkani tozalashdagi chiqindilar	22	18	4,5			2,8	0,1	0,4	
	Kartoshka pyuresi	20	18	4,8			3,0	0,2	1,0	
	Kartoshka pulpasi	16	15	1,4	0,05	1,8	0,9	0,1	4,4	
	Kartoshka bardasi	7	6	3,9			2,4	0,3	0,6	
	Xamirturush suvi	5		1,8			1,1			

\*) kilovatt = tozalangan yog' = S qattiq yog'lar va o'simlik yog'lari; YS = yangi substrat

3.8-jadval. Organik chiqindilarning baholovchi xususiyatlari (alohida tadqiqotlar asosida).

<sup>21</sup> Flokkulyatsiya - odatda eritmada ko'rinmaydigan moddaning katta massa shaklida cho'ktilishi yoki uning fizikaviy yoki kimyoviy holatining o'zgarishi natijasida cho'kindi bo'ladigan reaksiya.

Aksiga olib oziq-ovqat chiqindilari va biologik chiqindilar kelib chiqishiga qarab kuchli mavsumiy tarkibiy o'zgarishlarga uchraydi va ularda ozmi-ko'pmi aralashmalar va zararli moddalar bo'lishi mumkin. Ba'zi sharoitlarda bunday substratning fermentasiyasi foydasiz bo'ladi.

Kofermentasiyadan hosil bo'ladigan ozuqa moddalarini tashish harajatlari ulami ishlatiladigan qishloq xo'jaligi dalalariga yetkazilishida oziq moddalarining yillik ruxsat etilgan maksimal miqdori bilan solishtirish uchun ozuqa moddalarining ishlab chiqarish balansida (korxonadan-xo'jalik balansiga) aks ettirilishi kerak.

Ko'p sonli qoramolga ega bo'lgan korxonalaridagi chiqindilar tarkibida ozuqaviy moddalar mavjudligi tufayli kofermentasiya faqat oziq moddalar kompost shaklida qaytarib olingan taqdirda yoki korxonalar o'rtasida fermentlangan chiqindini qaytarib olish bo'yicha kelishuvga muvofiq amalga oshiriladi. Xuddi shu model bo'yicha zararli moddalarni tashishni ham tashkil etish kerak. Agar chiqindilarni utilizatsiya qilish amaldagi qonunchilikda ruxsat etilgan doirada tashkil etilishi mumkin bo'lsa, unda buning uchun davlat idoralaridan barcha kerakli bo'lgan ruxsatnomalarni olish zarur.

#### Utilizatsiya shartnomasi

Chiqindilarni qayta ishlashda ekspluatatsiya jarayonlari atrof-muhit o'zgarishlariga juda ta'sirchan muhitda amalga oshiriladi, ularni tartibga solish, boshqaruvga oid talablar doimiy ravishda o'sib boradi. Uning utilizatsiyalash bo'yicha huquqiy mezonlarga javob berishi va mos kelishi kafolatlangan bo'lishi kerak. Shuningdek, huquqiy javobgarlikni tartibga solish va majburiyatlarni aniq taqsimlash zarur.

Utilizatsiya shartnomasi xususiy huquqiy shartnomadir (pudrat shartnomasi, 3.9-jadval). Chiqindilar bilan ishlash ko'plab ommaviy qonunlar me'yorlariga bo'ysunganligi sababli, ko'plab masalalar fuqarolik qonunchiligi bilan tartibga solinadi, shuning uchun bu chiqindilarni utilizatsiya qilish shartnomasida ham hisobga olinishi kerak.

Utilizatsiya shartnomasi mazmuni	
Manzillar	Buyutmachi, pudratchi
Shartnoma predmeti	Utilizatsiya va alohida holatlar uchun chiqindilarni tashish; zararli moddalarning ruxsat etilgan maksimal miqdorini aniqlash
Tashish	Substratni tashish va transport turini aniqlash
To'lov va to'lovlarning o'zgarishi	To'lov shaklini aniqlash
Mas'uliyat, javobgarlik	Pudratchining mas'uliyati
Shartnomaning amal qilish muddati va bekor qilinishi	Shartnoma tugashiga olib keladigan shartlar
Shartnoma shartlarining buzilishi	Agar shartnomadagi taraflardan biri o'z majburiyatlarini bajarmagan bo'lsa, unda ba'zi choralar ta'minlanadi
Shartnomani o'zgartirish	Agar asosiy shartlar o'zgarsa, u holda shartnoma tegishli ravishda o'zgartirilishi kerak
Uchinchi shaxs subpudratchi sifatida	Pudratchi uchinchi shaxs tomonidan bajarilgan ishni qabul qilish huquqiga ega
Maxfiylik shartlari	
Ruxsat etilgan huquqlar	Rezervuarlarga kirish ta'minlanishi kerak
Yurisdiksiya	Birinchi instansiya sudi, pudratchining ro'yxatdan o'tgan joyida
Arbitraj sudlari	Shartnoma bilan bog'liq fikrlar xilma xilligi yoki ziddiyatli vaziyatlarda hakamlik (arbitraj) sudlari jalb etiladi
O'zgartirish va tuzatishlar kiritish	Barcha o'zgarishlar yozma ravishda amalga oshiriladi, agar alohida bo'limlar o'z kuchini yo'qotsa, ularni huquqiy ravishda tartibga solish yo'lini topish lozim bo'ladi

3.9-jadval. Utilizatsiya shartnomasining mazmuni

Masalan, chiqindilarni tartibga solish, qayta ishlash bo'yicha qonun hujjatlariga muvofiq chiqindilarni utilizatsiya qilish majburiyatlari (tashkilot yoki chiqindilar egasi/ishlab chiqaruvchisi) zimmasiga yuklangan. Bu shuni anglatadiki, utilizatsiya shartnomasi doirasida vakolatli fermerlar yoki chiqindi egalari texnik qayta ishlash yoki utilizatsiya qilish rejalarini amalga oshirishning asosiy vositasi hisoblanadilar. Shunday qilib, utilizatsiya uchun javobgarlik, majburiyatlar saqlanib qoladi, agar:

- uchinchi shaxs jalb qilingan bo'lsa;
- baxtsiz hodisa yoki uchinchi shaxs nomaqbul utilizatsiya qilgan taqdirda yakuniy javobgarlik;
- chiqindilarni ishlab chiqarish bilan bog'liq moddiy mulk mavjud bo'lsa.

Bunga ko'ra, masalan, chiqindi tashlash natijasida yer osti suvlari yoki qo'shni xo'jaliklar zarar ko'radigan baxtsiz hodisa yuz berganda, davlat huquqni muhofaza qilish idoralari avariya sababchisi sifatida birinchi navbatda fermer (yer egasi) ga murojaat qilishadi. Ammo, agar fermerning mol-mulki avariya oqibatida kelib chiqadigan xarajatlarni bartaraf etish uchun yetarli bo'lmasa, u holda davlat idorasi chiqindilar ishlab chiqaruvchisi bilan bog'lanadi.

Chiqindilarni ishlab chiqaruvchisi uchun javobgarlik faqat utilizatsiya qilish barcha qonun hujjatlariga muvofiq bo'lganidan keyingina tugaydi. Fermer uchun bu quyidagilarni anglatadi: agar fermentasiyalanadigan tarkibida zararli moddalar mavjud bo'lib, chiqindi ishlab chiqaruvchisi tomonidan ogohlantirilmagan bo'lsa u holda oddiy utilizatsiya haqida gap bo'lishi mumkin emas, shuning uchun javobgarlik chiqindi ishlab chiqaruvchisiga yuklanadi. Agar keyinchalik xavfsiz deb aniqlangan ba'zi moddalar zaharli ekanligi aniqlansa, u ma'lum bo'lgan vaqtgacha utilizatsiya qilish qonuniy hisoblanadi. Bunday holda, chiqindilarni ishlab chiqaruvchi kompaniya yetkazilgan zarar uchun javobgarlikka tortilmasligi kerak. Zaharliligi ma'lum bo'lgandan keyingina utilizatsiyaga ruxsat berilmaydi.

Fermer chiqindilarni ishlab chiqaruvchi uchun to'g'ridan-to'g'ri shartnoma bo'yicha sherik bo'lishi kerak edi; subpudratchilarni utilizatsiya jarayoniga quyidagi sabablarga ko'ra jalb qilish maqsadga muvofiq emas:

- subpudratchilar ma'lum sharoitlarda juda katta foyda olishadi. Ish tugagach, riskni birinchi navbatda fermerlar o'z zimmalariga olishadi.

- faqat shu tarzda substrat tarkibini bevosita va to'g'ridan-to'g'ri boshqarish mumkin.

Utilizatsiya qilish korxonasi ishtirokida chiqindini aralashtirish xavfi yo'q (substratning maxfiyligi).

- Oxirgi ilmiy dalillarga ko'ra toksik bo'lishi mumkin bo'lgan substrat tarkibi to'g'risidagi ma'lumotlar to'g'ridan-to'g'ri chiqindilar ishlab chiqaruvchisi bilan tuzilgan shartnomada muhokama qilinishi mumkin.

### **Gazning chiqishi**

Organik chiqindilar guruhida gazning chiqishi bo'yicha miqdorlarning amplitudaviy qiymatlari keskin farqlanadi. Kamdan kam hollarda va faqat ba'zi biochiqindi qurilmalari uchun asl substratlar va jarayonning biologik tomonlarini aniq tahlil qilish amalga oshiriladi. Organik chiqindilardan gazning chiqishi bo'yicha taxminiy ma'lumotlar 3.10-jadvalda keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki, substratlar quruq moddalari miqdori va ularning tarkibi jihatidan bir-biridan juda farq qiladi va natijada bu gaz unumdorligiga ham ta'sir ko'rsatadi.

Spirтли ichimliklar ishlab chiqarish natijasida hosil bo'lgan substratlar tarkibida suv miqdori juda yuqori va natijada gazning chiqish samaradorligiga aks ta'sir qilib fermentatorida yuqori zichlik hosil qiladi. Gazning yuqori darajada hosil bo'ishi asosan yog'ga va shakarga juda boy bo'lgan moddalarda, masalan, yo'q tutgich qurilmalaridagi yog' va kraxmal ishlab chiqarishdagi sharbat suvlari kabilarda kuzatiladi.

Kozubstratlarni tanlashda ularning foydalanish uchun yaroqliligi, ayni mavsumda potentsialining mavjudligi va uzoq muddatli saqlash imkoniyatlarini tekshirish ham alohida ahamiyatga ega. Mavsumiy chiqindilarga, masalan, bardalar kiradi. Bu esa mavsum oxirida katta miqdordagi bo'sh fermentator hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu korxonaning substrat-menejmentiga yuqori talablarni qo'yadi.

Agar asta-sekin foydalanishni ta'minlash uchun substratlarni uzoq vaqt saqlash kerak bo'lsa, uzoq muddatli saqlashga yaroqliligiga e'tibor qaratish lozim.

Ba'zi substratlar qatlamlar hosil qilishga yoki haddan tashqari oksidlanishga moyil bo'ladi. Ushbu omillarning barchasi muayyan holatlarda ko'rib chiqilishi kerak.

### Organik chiqindilardan gazning chiqishi

Substrat	QM dan QM %	QM dan oQM %	Numunay %, QM dan	Fosfat %, QM dan	K <sub>2</sub> O %, QM dan	Biogaz chiqishi l/kg. oQM dan	CH <sub>4</sub> ulushi	
	Biochiqindi	60-75	50-70	0,6-2,7	0,2-0,8	0,4-2	150-600	58-65
<b>Kommunal</b>	Oshxona chiqindilari	9-37	80-98	0,6-5	0,3-1,5	0,4-1,8	200-500	45-61
<b>Chiqindilar</b>	Park maysazorlari o'rimi	12-21	82-92	2-6,7	0,7-2	4,2	550-680	55-62
	Bozordagi chiqindilar	28-45	50-80	0,6-3			450	62
<b>Kushxona chiqindilari</b>	Oshqozondagi massa	11-17	80-90	2-5,8	1,6		200-400	58-62
<b>Agrosanoat chiqindilari</b>	Yog' tutgich chiqindisi	2-70	75-93	0,1-3,3	0,1-0,6		700	60-72
<b>Oziq-ovqat sanoati chiqindilari</b>	Donni tozalashdagi chiqindilar (qipi)	86	80	13,0	2,3	9,5		
<b>Pivo ishlab chiqarish</b>	Pivo i/ch qoldiq granularlari <sup>22</sup>	25	80	5	1,5		580-750	60
<b>Mevalarni qayta ishlash</b>	Olma bardasi	25-45	85-90	1,1	0,3		660-680	65-70
	Uzum bardasi	40-50	80-90	1,5-3	0,8-1,7		640-690	65-70
<b>Kraxmal ishlab</b>	Kartoshka pyuresi	20	18	4,8				

<sup>22</sup> Pivo pelleti yoki bu pivo ishlab chiqarish chiqindisi - arpa yormasini qaynatish va so'rib olishdan keyin qolgan massa. Urug' zarralari va don qobig'ini o'z ichiga oladi.

chiqarish, kartoshkani qayta ishlash	Kartoshka pulpasi	16	90	0,5-1,4	0,05	1,8	650-750	52-65
	Sharbat suvi	3,7	75	4-5	0,8-1	2,5-3	1500-2000	50-60
<b>Spirit ishlab chiqarish</b>	Kartoshka bardasi	6-7	85-95		0,9		400-700	58-65
	Don bardasi	6-8	83-88	5-13	3,6-6		430-700	58-65
	Mevalar bardasi	2-3	95	6-10	0,73		300-650	58-65
<b>Shakar ishlab chiqarish</b>	Presslangan pulpa	22-26	95	1,5	0,3		250-350	70-75
	Melassa <sup>23</sup>	80-90	85-90				360-490	70-75
<b>Drojja (bijg'ituvchi, xamirturush) ishlab chiqarish</b>	Drojjan presslangandan keyingi suv	5		1,8				
	Drojja melassasi chiqindilari	72	60	41,4	1,8	57,5		

3.10-jadval: Organik chiqindilardan gazning chiqishi va tarkibi.

### Organik chiqindilarga texnik talablar

Chiqindilar tarkibida turli aralashmalar va zararli moddalar, shuningdek gigiyena sababli, ularni qayta ishlashdan oldin maxsus tayyorgarlik kerak bo'ladi (3.11-jadvalni taqqoslang).

Ko'pincha, kichik korxonalarda chiqindilarni qayta ishlashdan olinadigan foyda tegishli texnik xizmat ko'rsatish va xodimlarning ishi xarajatlarini qoplaydi.

<sup>23</sup> Ingliz tilidan tarjima qilingan - shinni yoki qora treyak - bu qand lavlagidan shakar olish jarayonidagi mahsulot. Shinni shakar miqdori va o'simlikning yoshiga qarab farq qiladi. Shakarli pekmez, asosan, AQSh, Kanada va boshqa joylarda shirinliklar va lazzat beruvchi ovqatlar uchun ishlatiladi.



Oldindan qayta ishlash texnologiyalari	
Aralashmalarni ajratish	Elak, havoli separator, siklon, magnit separator, press, qo'lda ajratish
Substratlarni boyitish	Mexanik (mikser, kominuter), kimyoviy (kislotalar/ishqorlar qo'shilishi), biologik (enzimlar qo'shilishi), termal (gigiyenalash)
Kombinatsiyalangan usul	Ajratib olingan cho'kma quyqasi va suzib yuruvchi qobiq, mexanik boyitish

3.11-jadval. Organik chiqindilarni oldindan qayta ishlash.

Kofermentasiya paytida korxonada faoliyatini optimallashtirish imkoniyati	
Amalga oshiriladigan ishlar	Kutilayotgan natijalar
3 kunlik saqlash uchun yetarli bo'lgan oldindan saqlash rezervuari yoki uzatuvchi qurilma	Bir maromda uzatish uchun bufer, yordamchi moddalar qo'shish imkoniyati, qo'pol, keraksiz aralashmalarni ajratish; agar kerak bo'lsa gidroliz bosqichlaridan biri - dastlabki saqlashni amalga oshirish; agar kerak bo'lsa - oldindan aerob ishlov berish
2 bosqichli fermentasiya (ketma-ket fermentatorlar)	Har bir bosqichni alohida ajratish, har xil aralashish intensivligi, har xil haroratni qo'llash
Fermentatorda ajratuvchi devor	Oqim ortib ketishini oldini oladi
Fermentasiya harorati 25-28siya	Reaksiya kinetikasining sekinlashishi, bufer xususiyatlarining yaxshilanishi,

	$CO_2$ ning biogazdagi ulushini kamayishi
C/N munosabatini optimallashtirish	N etishmasligidan saqlanish yoki $NH_3$ ta'siridagi jarayon rivojlanishining kechikishini kamaytirish
Substratning o'zgarma tarkibi	Eng yaxshi moslashtirilgan ekinlarni yaratish
Substratni uzatish/yulash intervalini ortishi	Oraliq mahsulotlarni (masalan, organik kislotalarni) yuklashda keskin uzilishlardan saqlanish
Asta-sekin yuklash ( $CO_2$ konsentratsiyasi boshqariladigan kattalik sifatida)	Substratni bakteriyalar bilan "urug'lantirish", buffer potensiallarini yaxshilash
Gaz saqlanadigan/to'planadigan qismni mum yoki smola kabi qoplama bilan qoplash	Qoldiq fermentasiya gazlarini ham tutib olish

3.12-jadval: Kofermentasiya bilan ishlaydigan biogaz qurilmasining muammosiz ishlashi bo'yicha chora-tadbirlar.

### 3.3. Har xil turdagi substratlarning xavflilik potentsiali

Zararli moddalar va aralashmalarning tarkibini hamda tirik organizmlarga zararli ta'sirini hisobga olgan holda substratlarning umumlashtirilgan ma'lumotlari guruhi 3.13-jadvalda keltirilgan.

Sabzavot chiqindilari, bardalar, yashil em-xashak va o'tloq o'rmlari to'liq xavfsiz qayta tiklanuvchi xom ashyo hisoblanadi. Dehqon xo'jaliklarida ishlab chiqarilgan organik o'g'itlar patogen mikroorganizmlarning tarqalishi bo'yicha gigiyenik jihatdan risk mavjud. Gigiyena nuqtai nazaridan katta risk kushxona va yirik restoranlarning chiqindilari bilan bog'liq bo'lib, ular gigiyenik qayta ishlovlardan o'tishi kerak. Biochiqindilar tarkibida ko'p miqdorda aralashmalar mavjud bo'lib, yo'l chetlaridagi maysazorlar esa odatda juda ko'p miqdordagi toksik moddalarni o'ziga biriktirgan.

Oldindan qayta ishlash texnologiyalari	
Aralashmalarni ajratish	Elak, havoli separator, siklon, magnit separator, press, qo'lda ajratish
Substratlarni boyitish	Mexanik (mikser, kominuter), kimyoviy (kislotalar/ishqorlar qo'shilishi), biologik (enzimlar qo'shilishi), termal (gigiyenalash)
Kombinatsiyalangan usul	Ajratib olingan cho'kma quyqasi va suzib yuruvchi qobiq, mexanik boyitish

3.11-jadval. Organik chiqindilarni oldindan qayta ishlash.

Kofermentasiya paytida korxonada faoliyatini optimallashtirish imkoniyati	
Amalga oshiriladigan ishlar	Kutilayotgan natijalar
3 kunlik saqlash uchun yetarli bo'lgan oldindan saqlash rezervuari yoki uzatuvchi qurilma	Bir maromda uzatish uchun bufer, yordamchi moddalar qo'shish imkoniyati, qo'pol, keraksiz aralashmalarni ajratish; agar kerak bo'lsa gidroliz bosqichlaridan biri - dastlabki saqlashni amalga oshirish; agar kerak bo'lsa - oldindan aerob ishlov berish
2 bosqichli fermentasiya (ketma-ket fermentatorlar)	Har bir bosqichni alohida ajratish, har xil aralashish intensivligi, har xil haroratni qo'llash
Fermentatorda ajratuvchi devor	Oqim ortib ketishini oldini oladi
Fermentasiya harorati 25-28siya	Reaksiya kinetikasining sekinlashishi, bufer xususiyatlarining yaxshilanishi,

	$CO_2$ ning biogazdagi ulushini kamayishi
C/N munosabatini optimallashtirish	N etishmasligidan saqlanish yoki $NH_3$ ta'siridagi jarayon rivojlanishining kechikishini kamaytirish
Substratning o'zgarma tarkibi	Eng yaxshi moslashtirilgan ekinlarni yaratish
Substratni uzatish/yulash intervalini ortishi	Oraliq mahsulotlarni (masalan, organik kislotalarni) yuklashda keskin uzilishlardan saqlanish
Asta-sekin yuklash ( $CO_2$ konsentratsiyasi boshqariladigan kattalik sifatida)	Substratni bakteriyalar bilan "urug'lantirish", buffer potensialarini yaxshilash
Gaz saqlanadigan/to'planadigan qismni mum yoki smola kabi qoplama bilan qoplash	Qoldiq fermentasiya gazlarini ham tutib olish

3.12-jadval: Kofermentasiya bilan ishlaydigan biogaz qurilmasining muammosiz ishlashi bo'yicha chora-tadbirlar.

### 3.3. Har xil turdagi substratlarning xavflilik potentsiali

Zararli moddalar va aralashmalarning tarkibini hamda tirik organizmlarga zararli ta'sirini hisobga olgan holda substratlarning umumlashtirilgan ma'lumotlari guruhi 3.13-jadvalda keltirilgan.

Sabzavot chiqindilari, bardalar, yashil em-xashak va o'tloq o'rimlari to'liq xavfsiz qayta tiklanuvchi xom ashyo hisoblanadi. Dehqon xo'jaliklarida ishlab chiqarilgan organik o'g'itlar patogen mikroorganizmlarning tarqalishi bo'yicha gigiyenik jihatdan risk mavjud. Gigiyena nuqtai nazaridan katta risk kuxxona va yirik restoranlarning chiqindilari bilan bog'liq bo'lib, ular gigiyenik qayta ishlovlardan o'tishi kerak. Biochiqindilar tarkibida ko'p miqdorda aralashmalar mavjud bo'lib, yo'l chetlaridagi maysazorlar esa odatda juda ko'p miqdordagi toksik moddalarni o'ziga biriktirgan.

Har xil turdagi substratlarning xavflilik potentsiali					
		Xavf yo'q	Gigiyena nuqtai nazaridan xavfli	Turli aralashmalariga ega	Tarkibida zararli moddalar mavjud
Energetik o'simliklar	Makkajo'xori, donli shrot, o't-o'llanlar silosi ...	+			
Mahalliy o'g'itlar	Suyuq go'ng, qattiq go'ng	+	+		+ (Cu, Zn ga boy bo'lgan substratlarda)
Kommunal chiqindilar	Yo'l chetidan maysazorlarni o'rish orqali bo'lgan yashil biochiqindilar	+		+	+
Qishloq xo'jaligi organik chiqindilari	Meva qoldiqlari, bardalar, sharbati olingan pulpalar	+			
	Eskirgan oziq-ovqatlar mahsulotlari		+	+	
	Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va farmasevtika sanoati. Kushxona chiqindilari (oshqozondagi massa, yog' tutgichlardagi tarkib va boshqalar)	+	+		+ (metal qolqiqlari)
Gastronomiya	Ovqat qoldiqlari, ajratib olingan yog'lar		+	+	+

3.13-jadval. Substratlarning xavflilik potentsialiga qarab taqsimlanishi.

### 3.4. Quruq moddalar tarkibiga ko'ra substrat aralashmalarining tarkibi

Nasoslar bilan haydaladigan yoki tortib olinadigan substrat va substrat aralashmasining xususiyatlari va fermentatordagi gidravlik boshqaruvchanligi (fermentator yuklanmasi) odatda nam fermentasiyaning qo'shimchalar miqdorini

cheklovchi asosiy texnik mezon bo'lib hisoblanadi. Aralashmani yuklash qulay bo'lishi uchun fermentatorda aralashmaning quruq substrat miqdori 18% dan oshmasligi kerak. Fermentatordagi quruq substratning ma'lum qismi parchalanishi lozimligini hisobga oladigan bo'lsak (substratga qarab 30 dan 80% gacha), aralashmaning o'zi shu tarzda suyuq holatga kelib qoladi. Demak, dastlab fermentatorni quruq moddalar miqdori yuqori bo'lgan substratlar bilan to'ldirish mumkin. Aralashmadagi komponentlari tarkibini hisoblash namunasi 3.11-rasmda keltirilgan.

Aralashmaning tarkibiy qismlarini hisoblash uchun misol Olib kelindi:  
 Qoramol go'ngi – 8% QM li  
 Makkajo'xori silosi – 32% QM li  
 Aralashmada QM ning tarkibi 18% dan oshmasligi kerak:  

$$x = \frac{\text{Aralashmadagi quruq modda} - \text{Qoramol go'ngidagi quruq modda}}{\text{Makkajo'xori silosidagi quruq modda} - \text{Aralashmadagi quruq modda}}$$

Quruq modda miqdori 18% dan ortib ketmasligi uchun har m<sup>3</sup> qoramol go'ngiga 0,7 m<sup>3</sup> makkajo'xori silosi qo'shish mumkin

3.11-rasm. Aralashma komponentlarini hisoblash.

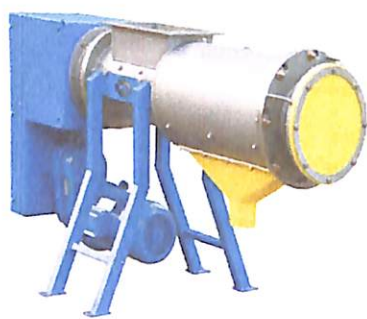
Bu aralashmani nasosda yuklay olishimiz uchun qancha miqdordagi makkajo'xori silosiga va qoramol go'ngini (8% QM li) aralashtirish mumkin degan savolga javob beradi. Oqibatda esa 18% QM tarkibli aralashmani yaratish kerak, chunki qoramol go'ngining parchalanish darajasi 50% dan oshmaydi. Shunday qilib, fermentatorda QM miqdorining o'rtacha ko'rsatkichi 12% ga yetadi deb taxmin qilish mumkin. Parchalanishning yuqori darajasiga ega bo'lgan substratlar uchun undan ham yuqoriroq ko'rsatkichga ega bo'lgan QM tarkibini yuklash mumkin. Albatta, oson aralashtirish qobiliyatini va yetarli namlikni saqlab turish uchun QM substrat tarkibida 25% dan oshmasligi kerak (nam fermentasiya).

Natijada, aralashmadagi nisbatan quruq moddalarni, masalan, biochiqindilar tarkibini cheklash kerak. Buni fermentasiyadan keyin qattiq va suyuq fraksiyalarga ajratish orqali chetlab o'tish mumkin (3.12-rasm). Ajratib olingan mayda

fraksiyani yangi, quruq moddalarga boy substratga qayta aralashtirish mumkin (suvni qayta ishlatish orqali). Shunday qilib, fermentasiyalanadigan substratining kunlik miqdori qayta ishlatilayotgan suv miqdoriga ortadi va bunda fermentator hajmini hisobga olinishi ham lozim. Ushbu texnologiyaning joriy etilishi sababli mavjud qurilmalarda fermentasiya vaqtining qisqarishini hisobga olish kerak, ammo bu jarayonni haroratini oshirish orqali ham amalga oshirish ham mumkin.

### 3.5. Biogaz ishlab chiqarish tizimida ozuqa moddalarining aylanmasi.

Fermentasiya paytida substratning ozuqaviy moddalari deyarli yo'qolmaydi. Aksincha, substrat bilan birga kiritilgan ozuqa moddalari deyarli butunlay, fermentasiyalangan shaklda dalalarga kiradi. Fosfor, kaliy, magniy va mikroelementlar 100% saqlanib qoladi. Saqlash va dalalarga joylashtirish jarayonida faqat azot yo'qotilishi mumkin.



3.12-rasm. Suyuq fraksiyadan qattiq moddalarni ajratib beruvchi qurilma.

3.13-rasmda biogaz ishlab chiqarishda energiya qurilmalarining azotli sikli ko'rsatilgan. Katta miqdorda biomassa beradigan makkajo'xori silosi uchun gektariga 300 kg azot to'g'ri keladi. Ushbu katta massa daladan olingan hosili bilan birgalikda biogaz qurilmasiga o'tkaziladi va u yerda oxirgi omborda to'planadi. Oxirgi omborda u ammiak emissiyasi ko'rinishida taxminan 5% miqdorida yo'qoladi. Shlangli texnologiyadan foydalanishga va tezlikda tuproqqa joylanishiga qaramasdan, haydaladigan yerlarda yo'qotish 20% gacha bo'lishi mumkin, shuning uchun yuqorida keltirilgan misoldagi azot (N) tarkibini 57 kg ga

kamaytiradi. Qolgan 228 kg N ning taxminan 62% tayyor mineral shaklida bo'ladi. Dastlabki 300 kg N dan qolgan 143 kg N moddasi bevosita foydalanish mumkin bo'ladi. Bunga tuproqdagi organik azotli birikmalardan 60 kg N qo'shilishini va bundan yuvilib ketish natijasida 30 kg miqdordagi azot yo'qotishlarini chegirib tashlash ham kerak. Tuproqni somon bilan o'g'itlashda esa 25 kg miqdorda azot kiritilishini ham hisobga olish kerak. Shunday qilib, atigi 173 kg azot (>148 kg) qaytariladi. 127 kg (<152 kg) miqdorida azotga ehtiyoj bor.

### Biogaz ishlab chiqarishda energiya o'simliklardagi azot aylanmasi

	N miqdori, kg/ga
Hosil bilan keltirilgan N miqdori=Substratdagi N tarkibi	300
Saqlashdagi yo'qotishlar 5%	-15
Tuproqqa kiritishdagi yo'qotishlar 20%	-57
Oraliq balans	+228
Fermentasiya tufayli taxminan 62% tayyor minerallar	+143
38% = 85 kg organik bog'langan	
Tuproqdagi N-minerallashuvi	+60
N yuvilib ketishi	-30
Gumusdagi N ni o'g'itlash (somon bilan o'g'itlash)	-25
Fermentlangan substrat bilan birga N-ni qaytarish	+148 yoki +173*
300 kg/ga ga yetkazish uchun azotli o'g'itlarga qo'shimcha ehtiyoj	-152 yoki -127*

\* gumusni somon bilan o'g'itlash hisobga olmaganda; N-denitrifikatsiya havodan azot bilan ishlov berish

3.13-rasm. Biogaz tizimidagi azot aylanishi. (Manba: Pepperskiy / Heigl, 2005)

Amaldagi qonunchilikka muvofiq (3.14-jadval) ekin maydonlari uchun organik o'g'itlar orqali azot berish miqdorining yuqori chegarasi yiliga o'rtacha 170 kg/ga, o'tloqlar uchun yiliga 210 kg/ga. Bundan tashqari, asosiy hosilni yig'ib olgandan so'ng, gektariga 40 kg dan ammoniy azot va 80 kg dan ortiq umumiy azot qo'shib bo'lmaydi. 15-noyabrdan 15-yanvargacha bo'lgan qish oylarida, odatda, suyuq go'ng va suyuq ikkilamchi xom ashyoni kiritishga yo'l qo'yilmaydi.

O'g'itlarni qo'llash bo'yicha ko'rsatmalar		
	Haydaladigan yerlar	Haydalmaydigan yerlar
Azot - N <sub>um</sub>	170 kg/ga*yiliga	210 kg/ga*yiliga

3.14-jadval: O'g'itlarni qo'llash bo'yicha ma'lumotlar

Ushbu yuqori chegaralar ko'plab ekin turlarining ehtiyojlariga to'g'ridan-to'g'ri qo'llah to'g'ri kelmaydi (3.15-jadval) va biogaz texnologiyalari, qurilmalari sohasida juda ko'p munozaralarga sabab bo'lmoqda. Oziq moddalarning yetishmasligi qimmat mineral o'g'itlarni sotib olish bilan qoplanishi kerak bo'ladi. Qayta ishlangan substratlarni dalalarga joylashtirish bo'yicha cheklovlar biogaz ishlab chiqaruvchilar uchun joy etishmasligiga olib kelishi mumkin. Qanday bo'lmasin, qayta ishlangan ozuqaviy moddalar miqdorini rejalashtirishda mavjud qishloq xo'jaligi maydoniga mutanosib bo'lish kerak. Oziq moddalarni tashish xarajatlarini hisoblash uchun 3.3, 3.5 va 3.8-jadvallarda har xil turdagi substratlar uchun ozuqaviy moddalari tarkibi ko'rsatilgan.

Turli xil dala ekinlari uchun azotga bo'lgan talab	
Turi	Talab, kg/ga
Donli bug'doy, DS 80 s/ga	120-200
Bug'doy GPS (kuzgi navlari)	100-160
Yem-xashak lavlagisi+poyasi	100-200
Makkajo'xori silosi	140-220

Yashil javdar / kuzgi javdar	160
Ekstensiv yaylovlar (1 o'rimda 35 ts quruq massa/ga)	100
Intensiv yaylovlar (4 o'rimda 100 ts quruq massa/ga)	290

3.15-jadval: Har xil dala ekinlari uchun azotga bo'lgan talab (taxminiy ma'lumotlar).

Tayyor substratlardan (energetik o'simliklar, qishloq xo'jaligi chiqindilari) foydalanganda, albatta, fermentasiyadan keyingi chiqindilarni iste'molchi ob'yetlarga qaytarish yoki ularni to'g'ri utilitatsiya qilish imkoniyatlariga e'tibor berishingiz kerak. Makkajo'xori, pichan, kuzgi don yoki boshoqli ekinlarning ishlab chiqqan silosini tashib joylash uchun mos keladigan maydon o'lchamlari 3.16-jadvalda keltirilgan. Agar, masalan, makkajo'xori yetishtirish bo'yicha yil muvaffaqiyatli o'tgan bo'lsa va gektaridan 550 sentner ham massa yig'ishga erishilgan bo'lsa, unda fermentasiyadan so'ng, tegishli o'g'itlarga oid davlat qoidalariga muvofiq ozuqa moddalarini joylashtirish uchun 1,4 gektar ekin maydoniga ega bo'lish kerak. Oziq moddalarni qaytarish nuqtai nazaridan bunday o'ta intensiv ishlab chiqarish darajasi tashib chiqarish uchun maydonning yetishmasligiga olib keladi.

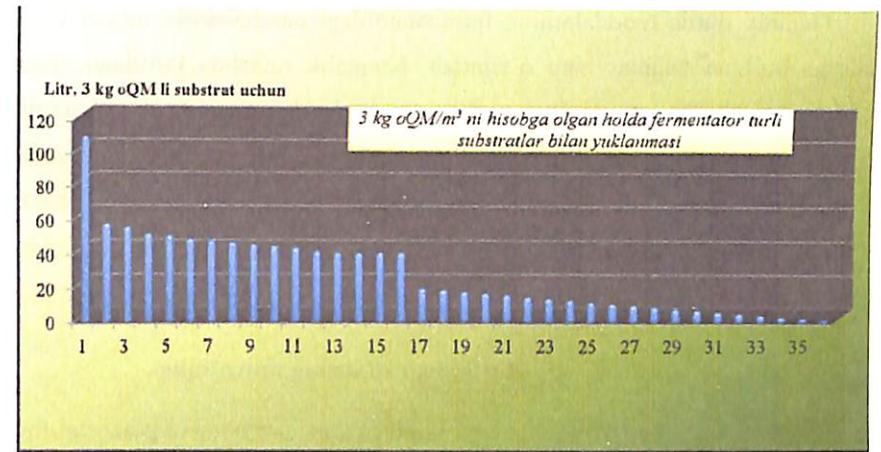
Fermentasiya qoldiqlarini joylashtirish uchun qishloq xo'jaligi yerlariga bo'lgan ehtiyoj						
		Silosli makkajo'xori, 35% quruq modda		Kuzgi bug'doy navlari GPS 40% quruq modda	Ot-o'lanlar silosi 5% quruq modda	Yem-hashak uchun bug'doy 87% quruq modda
Yangi hosil	s/ga	550	450	331	259	81
Fermentasiya qoldiqlari uchun maydon	ga	1,41	1,16	1,14	1,25	0,87

Jadval 3.16: Umumiy azot massasini 170 kg ga gacha cheklagan holda fermentasiya qoldiqlarini joylashtirish uchun qishloq xo'jaligi yerlariga qo'yiladigan talablar (W. Keimer 2005. LFL) [80].

Bu borada Xoexaym universiteti tomonidan "suv va ozuqa moddalari stressi" sharoitida (suv va ozuqa moddalari bilan ta'minlashda katta chetlanishlar yoki yetishmovchiliklar) yuqori biomassa hosilini beradigan, kam qo'llaniladigan makkajo'xori navlarini ko'paytirishga bag'ishlangan qiziqarli ma'lumotlar ham paydo bo'ldi. Ushbu navlar oz miqdordagi ozuqa moddalari va suvni iste'mol qila turib barqaror biomassa hosil bo'lishiga imkon beradi.

### 3.6. Fermentator yuklanmasi va saqlash joyiga bo'lgan talablar

Bir  $m^3$  substratdagi energiyaning konsentratsiyasi har xil bo'lganligi tufayli turli substratlar fermentatorda turlicha hajmlarini talab qiladi. Masalan, bir  $m^3$  xom CCM (Corn Cob Mix – makkajo'xori yormasi) taxminan 515 kg organik quruq moddadan iborat. U bilan taqqoslaganda, fermentatorga joylashtirilgan 1  $m^3$  makkajo'xori silosi tarkibida atigi 216 kg organik quruq moddalar va 5 kg barda mavjud, qolganlarning hammasi fermentatordan o'tishi kerak bo'lgan, lekin umuman gaz hosil qilmaydigan suvdur. Agar jarayonning biologik tomonlarini va uning barqarorligini hisobga olmasak, unda fermentatorga faqat yuqori energiya konsentratsiyasiga ega bo'lgan substratlarni yuklash maqsadga muvofiq bo'ladi. Ammo fermentatorning yuklamasi 3 kg organik quruq modda  $m^3$  dan ortiq bo'lsa, unda jarayon biologiyasi uchun juda muhim shartlar paydo bo'ladi. 3.14-rasm 3 kg organik quruq modda  $m^3$  ni hisobga olgan holda fermentatomi har xil turdagi substratlar bilan yuklanishini ko'rsatadi. Olma bardasi uchun 120 litr li fermentator kerak, makkajo'xori donalari esa atigi 5 litr hajmni egallaydi.



1. Olma bardasi	2. Kartoshka bardasi	3. Kuzgi donli ekinlar silosi	4. O'simlik boshloqlari aralashmasi
5. Zardob	6. Pivo i/ch qoldiq granulalari	7. Makkajo'xori silosi	8. Raps
9. Somon	10. Quyqa	11. Sudan o'ti silosi	12. Melassa
13. Lavlagi poyasi	14. Meva qoldiqlari	15. Somon silosi	16. Donli ekinlar
17. Kartoshka po'stlog'i	18. Biochiqindilar	19. O't-o'lanlar silosi	20. Preslangan raps xashagi
21. Yog'sizlantirilgan sut	22. Kartoshka pyuresi	23. Yashil javdar	24. Donli makkajo'xori
25. YShQ oshqozonidagi massa	26. Lavlagi pyuresi (yem)	27. Yog' tutgich quyqasi	
28. Cho'chqa oshqozonidagi massa	29. Olma siqmasi	30. Ekstraktsiyadan keyin raps-shrot	
31. Sabzavot qoldiqlari	32. Qoramol oshqozonidagi massa	33. Eskirgan non mahsulotlari	
34. O'rilgan yashil o't	35. Beda silosi	36. Unib chiqqan don niholi	

3.14-rasm. Fermentator turli substratlar bilan yuklanmasi.

Organik quruq moddalarning fermentatordagi parchalanishi tufayli saqlash joylariga bo'lgan talablar ham o'zgaradi. Kundalik ravishda kiritilgan organik moddalarning bir qismi parchalanadi va gaz shaklida iste'molga chiqariladi. Organik substrat qanchalik parchalanishiga qarab uning miqdori ham kamayadi va shunga mos ravishda saqlash omborining hajmi o'zgaradi. Ushbu effekt hajmga maksimal 20% gacha ta'sir qilishi mumkin, chunki aralashgan qattiq moddalar suvda qoladi (9.4-jadvalga qarang).

### 3.7. Iqtisodiy nuqtai nazardan substratlarning muvofiqligi

Substratlarni tanlash, shuningdek, kutilayotgan xarajatlar va potensial foyda bilan bog'liq holda baholanishi kerak. Substratlarni fermentasiyalashdan olinadigan daromad asosan ishlab chiqarilgan elektr energiyasini sotishdan olinadi, shuningdek, issiqlik, o'g'itlar narxi va utilzatsiyadan olinadigan daromadlar ko'rinishida qo'shimcha foyda olish mumkin.

Bunda muayyan substratga xos bo'lgan ishlab chiqarish xarajatlari va biogaz qurilmasida qayta ishlash xarajatlari qarshilik qiladi. Biogaz qurilmasidagi qayta ishlash xarajatlari, o'z navbatida, o'zgaruvchan va doimiy xarajatlardan iborat:

➤ o'zgaruvchi xarajatlar – miqdoriga bog'liq xarajatlarga texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari, boshlang'ich suyuqlik kiritish, transport va ish haqi xarajatlari;

➤ doimiy xarajatlar – fermentatorming narxi (hajmga bog'liq), generator (quvvatga qarab), shuningdek, uskuna va substyratni saqlash uchun joy.

Ko'rinib turibdiki, ko'p miqdordagi suvni o'z ichiga olgan va kam energiya zaxirasiga ega bo'lgan substratlar xarajatlarni ko'payishiga olib kelishi aniq, lekin shu bilan birga ular oz miqdorda o'zgaruvchan xarajatlarni keltirib chiqaradi.

Ushbu xarajatlar tarkibi asosida V.Kaymer 2005 yilda energetik o'simliklarni biogaz qurilmalarida qayta ishlash natijasida kelib chiqadigan va foydalanish iqtisodiy jihatdan foydali (6% to'lovlar va ish haqining oshishi) bo'lgan ruxsat etilgan maksimal xarajatlarning yuqori chegaralarini o'rnatdi (3.17-jadval). Binobarin, xarajatlar borasida hisob yuritadigan bo'lsak, qoramol go'ngi

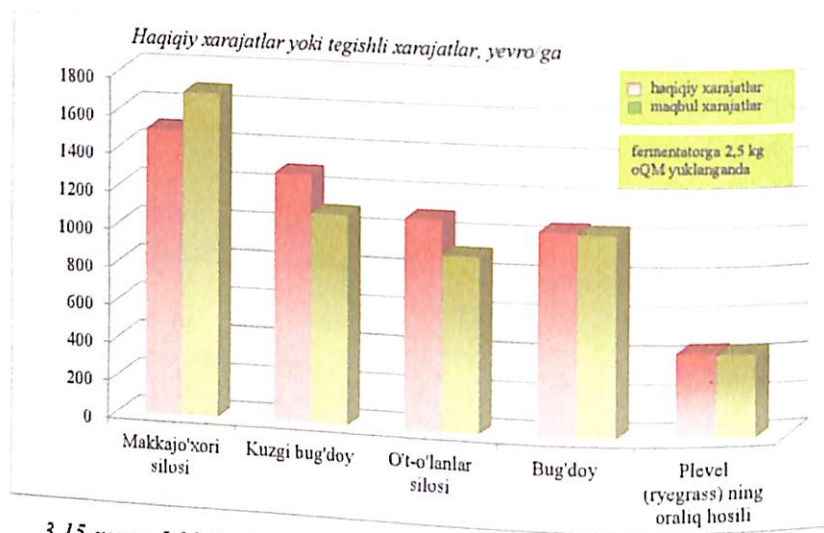
va kartoshka bardasi hech narsaga arzimasi kerak, chunki ular katta miqdorda doimiy xarajatlarni keltirib chiqaradi va kam foyda keltiradi. Quruq moddalari miqdori 35 foizni tashkil yetadigan energiyaga boy siloslarning xom massasi uchun ruxsat etilgan harajatlar 38-43 yevro/t ni tashkil qilishi mumkin. Donli ekinlar eng yuqori ko'rsatkichga ega bo'lib, yuqori rentabellik va nisbatan past doimiy xarajatlarni keltirib chiqaradi. Bunday xarajatlar bir tonna yashil massa uchun 90-190 yevro ni tashkil qilishi mumkin va bu holda qayta ishlash foydali bo'ladi.

60 kunlik bijitishdagi chegaraviy xarajatlar, xom massaga nisbatan yevro/t	
Qoramol go'ngi (8% quruq modda)	0
Parranda go'ngi (50% quruq modda)	40
Kartoshka bardasi (6% quruq modda)	0
Yangi o'rtilgan maysa (6% quruq modda)	14,10
O't-o'lanlar silosi (35% quruq modda)	38,70
Plevel (ryegrass) (35% quruq modda)	42,70
Yetilgan makkajo'xori silosi (35% quruq modda)	38,20
Yashil javdar silosi (25% quruq modda)	24,50
Bug'doyning kuzgi navlari (40% quruq modda)	37,50
O'simliklar boshloqlari chiqindilari aralashmasi (3,5% klechatka, 65% quruq moddalar)	94
Bug'doy doni (87% quruq modda)	140
Raps urug'i (88% quruq modda)	198,80

3.17-jadval. Substratlarini qayta ishlashda ruxsat etilgan maksimal xarajatlar.

Substratlarni ishlab chiqarish xarajatlari nuqtai nazaridan ayon bo'ladiki, energetik o'simliklar uchun yuqori qo'shimcha to'lovlarga qaramay, bu

xarajatlarni qoplash uchun yetarli emasdir (3.15-rasm). Ko'pgina hollarda, energetik o'simliklarni yetishtirishda bu faqat o'z maydonlaridagina qoplaydi, ammo ular yuqori ijara haqi talab etiladigan bo'lsa qoplamaydi.



3.15-rasm. Ishlab chiqarish xarajatlari va turli substratlar uchun iqtisodiy asoslangan xarajalar.

Amalda, agrosanoatdan kelib chiqadigan substratlar uchun quyidagi komponentlarni hisobga olish kerak:

- ✓ Energiyaga boy, quruq moddalarga boy materialni biologik jarayonlar natijasida qayta ishlash qiyin, chunki fermentatorga katta yuklama tushadi va uzoq fermentasiya vaqtini talab qiladi.
- ✓ Fermentatorida egallaydigan hajmi va saqlash talablari nuqtai nazaridan energiyaga boy substratlar eng samarali hisoblanadi va eng yuqori gaz hosiliga ega
- ✓ Kommunal yoki agrosanoat chiqindilarining asosiy foydali tomoni va yutug'i shundaki, uni utilizatsiya qilish uchun katta miqdordagi to'lov ham olish mumkin.

So'nggi 20 yil ichida kofermentlarga bo'lgan yuqori talab utilizatsiyadan tushadigan daromadning pasayishiga olib keldi, bir vaqtning o'zida esa texnika, nazorat va hujjatlar uchun talablar oshdi. Organik chiqindilar bugun qo'shimcha to'lovsiz qabul qilinadi, shuningdek, yig'uvchilar tomonidan mustaqil ravishda tashiladi. Narxlarning pasayishiga qarshi kurashish uchun Rottaler Modell, Soltauer Biogasgruppe yoki Biogasvereinigung Ostbayern kabi tashkilotlarning birlashmalari va tashkiliy konsepsiyalar o'z samarasini berdi.

### 3.8. Kofermentasiya – chiqindilarni qayta ishlash usuli

Kofermentasiya deganda suyuq yoki qattiq substratni boshqa organik moddalar bilan birga fermentasiyalash tushuniladi. Bugungi kunda kofermentasiyalash qurilmalariga energetik o'simliklar, ya'ni biogaz qurilmalari uchun maxsus o'stirilgan o'simliklar va organik chiqindilar yuklanadi. Qishloq xo'jaligi biogaz qurilmalarida kofermentasiya uchun ishlatiladigan organik chiqindilar orasida uchta guruh mavjud:

- ❖ O'simlik chiqindilari;
- ❖ Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va iste'mol qilish natijasida chiqindilar;
- ❖ Kommunal organik chiqindilar.

Bundan tashqari, qishloq xo'jaligi korxonalarida kofermentasiyaning realizatsiyasi quyidagi omillarga bog'liq:

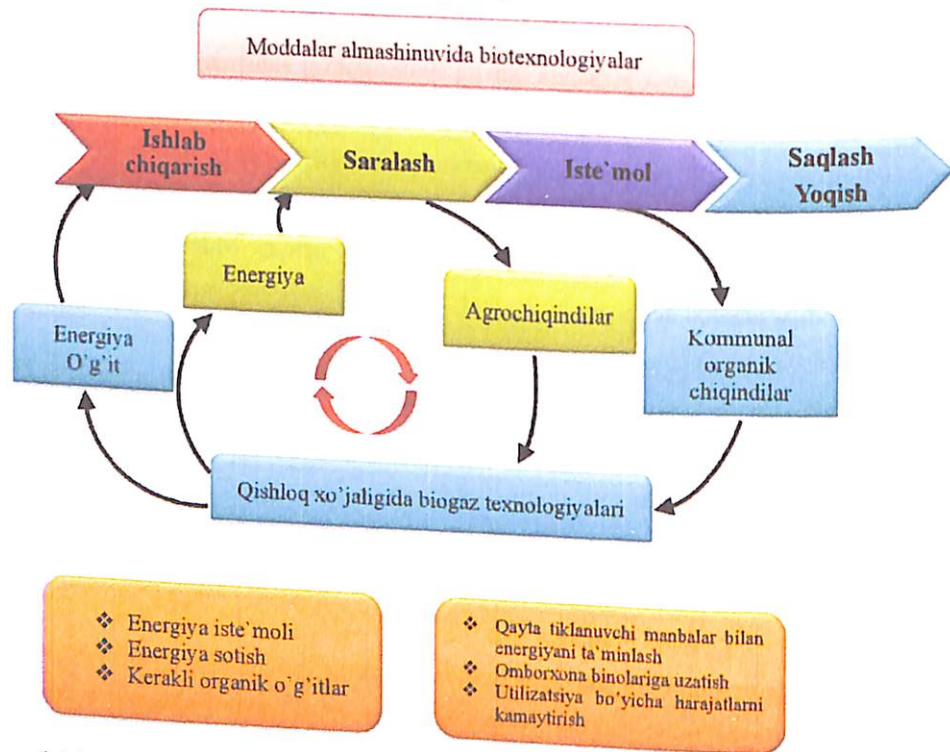
- Chiqindilar bo'yicha taklif (miqdori, sifati);
- Shaxsiy qishloq xo'jaligi maydonlarida foydalanish imkoniyati;
- Amaldagi texnika darajasi;
- Texnika narxlari darajasi.

Organik chiqindilar bilan kofermentasiyalashda energetika va sanoat chiqindilaridan foydalanish (utilizatsiya qilish) sohasining kombinatsiyasi hosil bo'ladi, chunki elektr va issiqlik energiyasi chiqindilardan hosil bo'ladi (3.16-rasm).



Organik chiqindilarni qayta ishlash yoki qayta ishlashning mavjud usullari, odamlar uchun oziq-ovqat va kosmetika uchun asosiy tarkibiy qismlarni ishlab chiqarish ularning imkoniyatlarini cheklaydi. Organik chiqindilarni saqlashga yondashuv juda restriktivdir. Chiqindilarni faqat texnik ko'rsatmalarga binoan, qizigan paytida, maksimal 3% yo'qotish bo'lsa, ya'ni tarkibida 3% dan kam organik moddalar bo'lsa saqlanishi mumkin.

Bundan tashqari, chiqindilar to'g'risidagi Qonunlarga ko'ra, organik chiqindilarni qayta ishlash qoidalari ham amal qiladi.



3.16-rasm. Biogaz texnologiyalaridan foydalanish moddalar almashinuvi va chiqindilarni markazlashtirmagan holatda qayta ishlashga yordam beradi.

Qishloq xo'jaligi biogaz amaliyotida kuchli ifloslangan sanoat chiqindi suvlariga talab yo'q bo'lib, uy xo'jaliklari, agrosanoat va oziq-ovqat sanoati, shuningdek, landshaft dizayni sohasi bo'tqasimon yoki qattiq chiqindilariga esa

talab mavjud. Bunday chiqindilardan – yog'lar, maysazorlar, o'simlik chiqindilari, eski non, barda, atala (pulpa), muzqaymoq, murabbo va go'sht mahsulotlari kabilarning ko'p qismi ozuqa moddalarining yuqori konsentratsiyasi va strukturaviy yetishmovchilik tufayli kompostlashga yaroqsiz. O'z-o'zidan ravshanki, kasallik tarqatishi mumkin bo'lgan yoki toksik moddalar bilan juda ifloslangan material ishlatilmasligi kerak.

Ushbu texnologiya energiya olishga imkon berganligi sababli, u kompostlashdan ko'ra aniq afzalliklarga ega va shu bundan tashqari aerob va anaerob usullar texnik, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan ideal ravishda bir-birini o'zaro to'ldiradi [84, 85].

Qator novator fermerlar o'zlarining biogaz ishlab chiqarish qurilmalarida organik chiqindilarni qayta ishlashadi, masalan, vinochilik chiqindilari (bardalar), sabzavot chiqindilari, yog'li qoldiqlar, sut mahsulotlari chiqindilari va kommunal xo'jalik chiqindilari shular jumlasidandir. Ko'pincha tarkibida yog' mavjud bo'lgan substratlar qabul qilinadi.

Dastlab qishloq xo'jaligi qayta ishlash va oziq-ovqat chiqindilarini qaytarish bo'yicha asosiy ishlab chiqaruvchi sifatida oldindan belgilab qo'yilgan edi, chunki shu tarzda tabiat foydasi uchun ozuqa moddalarining aylanishi ko'proq yopiq siklda bo'ladi. Fermerlar o'zlarining biologik jarayonlar haqidagi bilimlari va tajribalari tufayli biogaz qurilmalarini ekspluatatsiya qiluvchilar sifatida o'zlarini ko'rsatmoqdalar.

### Chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha konsepsiyalar

Qishloq xo'jaligi sharoitida organik chiqindilarni qayta ishlashning ikki xil strategiyasi mavjud (3.17-rasm): qishloq xo'jaligi chiqindilarini markazlashtirilgan va markazlashtirilmagan holda qayta ishlash.

Bio-chiqindilar asosan transport kompaniyalari tomonidan yig'iladi. Chiqindilarni boyitish (tozalash, saralash va boshqalar) korxonalarda markazlashtirilgan yoki markazlashmagan tartibda amalga oshirilishi mumkin.

Markazlashtirilgan tozalashning afzalligi shundaki, katta hajmli ishlov berish jarayoni mexanizatsiyalashgan saralashni iqtisodiy jihatdan samaraliroq

qiladi. Fermerlar tomonidan markazlashtirilmagan saralash jarayoni fermentasiya qilinuvchi xom-ashyolarni to'g'ri boshqarish imkonini beradi; bundan tashqari, bu sarf-harajatlar nuqtai nazaridan ham samaralidir.

Aerob fermentatorda substratga ishlov berish, saralashdan mustaqil ravishda, ko'plab fermerlar ishtirokidagi yirik qurilmada yoki alohida kichik biogaz qurilmalarida markazlashtirilmagan holda amalga oshirilishi mumkin.

Bu yerdagi afzalliklar saralash bilan bir xil: markazlashmagan fermentasiyada risk ko'plab ishtirokchilar o'rtasida taqsimlanadi. Markazlashtirilgan fermentasiya, o'z navbatida, tashkiliy va kommunikativ xarajatlarining ancha pastligi bilan ajralib turadi. Fermentlangan materialdan foydalanish esa ikkala holatda ham odatda turli fermerlar tomonidan markazlashmagan holda amalga oshiriladi.

#### **Rottenthaler modeli**

1994 yilda Dingolfing-Landau va Rottal-Inn mintaqalari uchun ishlab chiqilgan Rottenthaler modeli (EXPO 2000 – Hannoverdagi Butunjahon ko'rgazmasida mukofotlangan) organik biologik chiqindilarning markazlashtirilmagan va hududiy qayta ishlashni birinchi o'ringa qo'ydi. Bunga ko'ra, jamiyatlar biochiqindilarni yig'ish va tashish uchun javobgardilar; biogaz ishlab chiqarish korxonalari esa saralash, qayta ishlash va qo'llash uchun javobgardirlar.

Konsepsiyaning maqsadlari – moddalar almashinuvining yopiq ekologik tizimini yaratish, ozuqaviy moddalarni qishloq xo'jaligiga qaytarish, qishloq xo'jaligini xizmatlar ishlab chiqaruvchisi sifatida qo'llab-quvvatlash va CO<sub>2</sub> ga nisbatan neytral va qayta tiklanadigan xom ashyolardan energiya ishlab chiqarish.

Ushbu konsepsiyaning chiqindilarni majburiy utilizatsiya qilishga mo'ljallangan kommunal xo'jaliklar uchun afzalliklari quyidagicha:

- chiqindilarni tasishda qisqa transport yo'nalishlari;
- chiqindilarni utilizatsiya qilish yoki qayta ishlashning ishonchli va arzonligi;
- chiqindilarni qayta ishlash joylariga ortiqcha qo'shimcha talablar mavjud emas;

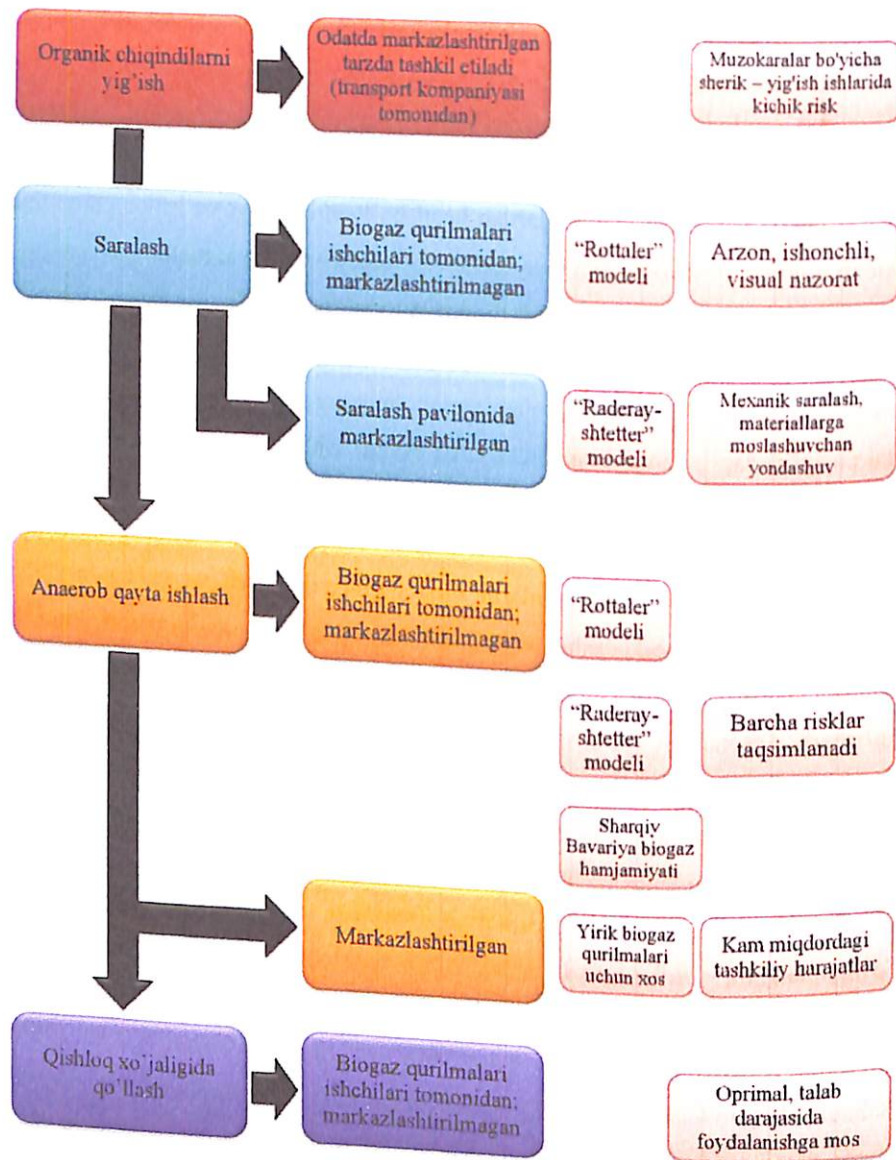
- chiqindilarni bir nechta korxonalar o'rtasida taqsimlanishi sababli risk darajasining pastligi;
- bir qurilma ishlamay qolganda yoki ortiqcha chiqindilar paydo bo'lgandagi yuqori moslashuvchanlik.

Qayta ishlangan chiqindilardan hosil bo'lgan o'g'itlar va ishlab chiqarilgan elektr energiya hududda qoladi va qo'shimcha ish o'rinlari yaratiladi.

#### **“Sharqiy Bavariya GmbH Biogaz Assotsiatsiyasi”**

Kofermentasiya bilan bog'liq qiyinchiliklar va kosubstratlar uchun narxlarning umumiy pasayishi, shuningdek, huquqiy masalalar va ruxsatnomalarni talqin qilishdagi noaniqliklar, 1998 yilda biogaz ishlab chiqaradigan 50 ga yaqin tadbirkorni “Sharqiy Bavariya GmbH biogaz uyushmasi” ga birlashishiga olib keldi. Ushbu uyushmaning maqsadi organik chiqindilarni sotib olish va qayta ishlashni tashkil etish, chiqindilarni bitta oqimga keltirish va yakka tartibdagi tadbirkorlar ishini soddalashtirish edi. Ushbu dastur yordamida ular oyiga 7500 tonnagacha organik chiqindilarni utilizatsiya qilish uchun yetkazib berishni taklif qilishadi. Assotsiatsiyaga kiritilgan ba'zi biogaz qurilmalari xususiy foydalanishda. Fermerlar har kuni kelib tushgan xomashyo va ishlab chiqarilgan mahsulot bo'yicha hisobotlarni markaziy idoraga yuboradilar.

Natijada, monitoring va nazorat qilish mumkin bo'ladi. Yana bir afzallik shundaki, qurilma tarkibiy qismlariga (masalan, aralashtirgichlarga) sarmoya kiritishda katta xaridlar tufayli yanada yaxshi narxlarga erishish mumkin. Yiliga 20 million kW-soat energiya ishlab chiqaradigan elektr energiyasi juda yuqori. Uyushma manfaatdor tomonlar bilan aloqa qiluvchi yuridik shaxs bo'lganligi sababli, chiqindilarni utilizatsiya qilish bilan shug'ullanadigan kompaniyalar uchun ham, texnika ishlab chiqaruvchilar va davlat idoralari uchun ham chiqindilar bozorida yaxshi muzokaralar pozitsiyasini yaratadi.



3.17-rasm. Chiqindilarni qishloq xo'jaligida qayta ishlash konsepsiyalari.

Shunga qaramasdan, assotsiatsiyaning ko'plab a'zolari qayta tiklanadigan xom ashyo bilan ishlaydigan qurilmalardan foydalanishga o'tdilar, bu esa shunday qurilmalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasi uchun yuqori darajadagi to'lov

amaliyoti tufayli amalga oshiriladi. Bugungi kunda rivojlangan davlatlardagi ko'plab jamoalar ushbu namuna bo'yicha ishlamoqdalar.

### Soltauer guruhi va Radereishtetter modeli

Hannover/Celle mintaqasidagi Soltauer guruhi xuddi shu tarzda organik chiqindilarni yig'ish uchun biogaz yoqilgisiga ishlovchi yuk avtomobillaridan foydalanmoqda. Hajmi 20000 m<sup>3</sup> dan ortiq bo'lgan reaktorda yiliga 200 ming tonnadan ortiq organik chiqindilarni qayta ishlashga erishilmoqda.

Yuqorida aytib o'tilgan barcha modellar uchun chiqindilarni saralash va klassifikatsiyalash bilan odatda biogaz qurilmasini ekspluatatsiya qiluvchi fermerlar shug'ullanadilar. Radereishtetter modelida (Bremerferdda ishlatiladigan), aksincha, chiqindilar dastlab markazlashtirilgan holda tayyorlanadi va shundan keyingina biogaz qurilmalarida markazlashtirilmagan holda qayta ishlanadi. Tashkillashtirishni ushbu shaklining afzalligi shundaki, havoli ajratish, barabanli elaklar, magnitli ajratgich va boshqalar kabi xarajat talab qiladigan qo'shimcha tayyorgarlik texnologiyalari qo'llash mumkin. Biogaz qurilmalari bilan ishlaydigan tadbirkorlar o'rtasidagi hamkorlikning bunday namunalarini Germaniyada ko'plab topish mumkin.

### 3.9. Substratni tanlash va huquqiy qoidalar

Huquqiy nuqtai nazardan, mahalliy o'g'itlarni fermentatsiyalash eng muammosiz hisoblanadi. Bundan tashqari, energetik ekinlar bilan birgalikda fermentatsiyalashda ishlab chiqaruvchi ozmi-ko'pmi qishloq xo'jaligining huquqiy va iqtisodiy tekisligida joylashadi.

Organik chiqindilar kofermentlanganida, biogaz qurilmasi ikkilamchi mahsulotlarni qayta ishlash sanoati (ikkilamchi mahsulotlar bozori, chiqindilar to'g'risidagi qonun hujjatlari, biyochiqindilarni boshqarish qoidalari), energetika sanoati (energiya narxi, shartlar, energetika qonunchiligi) va qishloq xo'jaligi ekologiyasi (tuproqni muhofaza qilish va suv havzalari, organik o'g'itlar to'g'risidagi hujjatlar, o'g'itlar, gigiyena qoidalari, epizootiya<sup>24</sup> va o'lgan

<sup>24</sup> Epizootiya - hayvonlarda biror yuqumli kasallikning keng tarqalishi; kasallikning ma'lum vaqt ichida katta hududga (xo'jalik, tuman, viloyat va boshqalar) yoyilib ketishi.

hayvonlarni yo'q qilish qoidalari) orasida joylashadi (qarang: 3.18-jadval). Fermer ekologik xatarlar va iqtisodiy foyda o'rtasidagi muvozanatni topishga majbur bo'lgan qayta ishlovchi sifatida ishlaydi.

Eng muhim huquqiy dahl qiluvchi nuqtalar:

- chiqindilar to'g'risidagi qonun hujjatlari;
- biologik chiqindilar bo'yicha hukumat qarorlari;
- organik o'g'itlar va o'g'itlar to'g'risidagi qoidalar;
- Evropa Ittifoqining gigiyena qoidalari.

Turli klassdagi moddalarni ishlatish uchun qonunlar va qoidalar		
Modda	Qonun	Qoidalar
Mahalliy o'g'itlar	O'g'itlash vositalari to'g'risidagi qonun	O'g'itlar bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligida va undan tashqarida foydalanish uchun); O'g'itlar bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligi uchun); 1774-sonli gigiyena qoidalari.
Biochiqindilar (Biochiqindilar haqidagi qoidalarga asosan )	Chiqindisiz texnologiyalar va chiqindilarni qayta ishlash to'g'risidagi qonun; O'g'itlash vositalari to'g'risidagi qonun.	Biochiqindilar bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligida va undan tashqarida foydalanish uchun); O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalar.
Jonivorlar qoldiqlari	Hayvonlar tanasini utilitatsiya qilish to'g'risidagi qonun; Epizootik nazorat qonuni yoki chiqindisiz texnologiyalar va	Biochiqindilar bo'yicha qoidalar (doimo emas); O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligidan boshqa maqsadlarda foydalanish uchun);

	chiqindilarni qayta ishlash to'g'risidagi qonun (doimo emas); O'g'itlash vositalari to'g'risidagi qonun (doimo).	Evropa Ittifoqining gigiyena qoidalari 1774-son (doimo).
Filtrlash chiqindilari (cho'kma)	Chiqindisiz texnologiyalar va chiqindilarni qayta ishlash to'g'risidagi qonun; O'g'itlash vositalari to'g'risidagi qonun.	Filtrlash chiqindilari bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligi uchun) O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalar (qishloq xo'jaligi va qishloq xo'jaligidan tashqari foydalanish) O'g'itlarni tartibga solish qoidalari (qishloq xo'jaligi uchun)

3.18-jadval. Har xil turdagi substratlar bilan ishlashni tartibga soluvchi qonunlar.

### Chiqindilarni utilitatsiya qilish va chiqindilarsiz ishlab chiqarish to'g'risidagi qonun

Chiqindilar to'g'risidagi amaldagi qonunchilik chiqindi ishlab chiqaruvchi qutulmoqchi bo'lgan mulk yoki uning tartibli utilitatsiyasi jamoatchilik manfaatlarini, xususan, atrof-muhitni himoya qilishga xizmat qilishini anglatadi. Bu shuni anglatadiki, ushbu mulk hali ham qandaydir "qiymat" ga ega bo'ladimi yoki undan keyingi foydalanish uchun yaroqli bo'ladimi, ahamiyati yo'q. Huquqiy nuqtai nazardan, chiqindilarni fermentasiyalash orqali biogaz ishlab chiqarish ularni utilitatsiya qilish hisoblanadi. Aslida, chiqindilarni utilitatsiyalash uchun, uni utilitatsiya qiluvchi ob'ektidan foydalanish majburiydir. Ammo chiqindilarsiz texnologiyalar va chiqindilarni

qayta ishlash to'g'risidagi qonun hujjatlarining §4, 1-bandi, 2-satr boshiga ko'ra, asosan, chiqindilarni utilitatsiya qilish uchun foydalanilmaydigan inshootlarda, agar ular atrof muhitga zararli chiqindilar chiqarmasa va tegishli ruxsatnomaga ega bo'lsa chiqindilarni utilitatsiya qilish va qayta ishlashga yo'l qo'yiladi. Agar biogaz qurilmasi xom ashyoni chiqindisiz texnologiya va chiqindilarni qayta ishlash to'g'risidagi qonunchilikda belgilangan tartibda qayta ishlasa, u chiqindilarni muhofaza qilish to'g'risidagi Federal qonunga muvofiq ruxsatnomaga ega bo'lishi kerak.

Chiqindilarsiz texnologiyalar va chiqindilarni qayta ishlash to'g'risidagi qonun hujjatlari asosan toksik moddalarni o'z ichiga olgan chiqindilarni qayta ishlash sharoitlarini tartibga soladi (3.7-jadval).

#### **Biochiqindilarni boshqarish qoidalari**

Biochiqindilar bo'yicha qoidalar qishloq xo'jaligi, o'rmon va bog'dorchilik yerlarida biochiqindilaridan foydalanishni tartibga soladi.

Ushbu hujjatga ko'ra biochiqindilar: "hayvon yoki o'simliklardan olingan utilitatsiya qilinuvchi chiqindilar (parchalanuvchi mikroorganizmlar)". Bularga, masalan, eskirgan oziq-ovqat mahsulotlari, konserva mahsulotlarini ishlab chiqarishdagi qoldiqlar, chiqindi yog'lar va yog' filtri cho'kmalari, don qipig'i, zardob, meva va sabzavotlar bardasi, oshxona va restoran chiqindilari kabilar kiradi. Bundan tashqari, "qishloq xo'jaligi yerlaridan kelib chiqadigan o'simlik chiqindilari... biochiqindi emas..." degan qat'iy fikrlar ham mavjud. Bunday hollarda fermentasiya qoldiqlari "anaerob sharoitida qayta ishlangan biochiqindilar" deb nomlanadi.

Biologik chiqindilar bo'yicha qoidalar, ayniqsa biologik chiqindilarni qayta ishlash (gigiyenalash, saralash va boshqalar), ulardan foydalanish va nazorat qilish talablarini tartibga soladi (§3 va 1-to'ldirish). Bunga asos sifatida biologik chiqindilarni qayta ishlashdan oldin (masalan, o'g'it sifatida) yuqumlilik va fitoxavfsizligini kafolatlaydigan tarzda ishlov berish kerak (Biologik chiqindilar bo'yicha qoidalarning 2-ilovasi, 11-gigiyena bobi). Qanday turdagi chiqindilarni

qayta ishlash mumkin va qaysilari tavsiya etilishi yoki ta'qiqlanishi biochiqindilar bo'yicha qoidalarining 1-ilovasida keltirilgan.

Qayta ishlash uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan yana bir jihat – bu toksik moddalarning chegaraviy qiymatlari, ularni tuproqqa kiritishining ruxsat etilgan maksimal miqdori (3.7-jadval), tuproqqa kiririshni ta'qiqlash va uni rasman tasdiqlash majburiyati. Agar og'ir metallarga nisbatan cheklovlar oshib ketgan bo'lsa, tuproqqa kiritishda istisnolar qo'llanilishi mumkin, agar boshqalarga bundan zarar yetmasa. Kadmiy uchun istisno qilishning iloji yo'q (§4 Biologik chiqindilar to'g'risidagi qoidalar). Organik toksinlar uchun chegara yo'q.

Quyida holatlarda qoidalar amal qilmaydi:

- o'zlarining qishloq xo'jaligi maydonlarida mustaqil ravishda foydalaniladigan, ishlab chiqargan biochiqindilarini o'zi qayta ishlash, shuningdek shaxsiy uylarda yoki kichik bog' uchastkalarida kompost qilib foydalanuvchilar uchun;
- agar chiqindi suvlarni tozalash inshootlari to'g'risidagi qoidalar amal qilsa;
- agar biochiqindilar boshqa qonun hujjatlariga muvofiq utilitatsiya qilinadigan bo'lsa (q. Epizootikaga qarshi kurash to'g'risidagi qonun va boshqalar).

#### **Evropa Ittifoqining gigiyena qoidalari**

Evropa Ittifoqining gigiyena qoidalari kelib chiqishga ko'ra hayvonlarga tegishli va insonlar tomonidan iste'mol qilinmaydigan barcha substratlar uchun taalluqlidir. Xavflilik darajasiga qarab, substratlar uchta toifaga bo'linadi (11-gigiyena bo'limiga qarang). Uchinchi dunyo mamlakatlari materiallari har doim sterilizatsiya qilinishi kerak. Xususan, ushbu qoidalar quyidagilarni tartibga soladi:

- qo'llaniladigan ishlov berish turi (sterililash, gigiyenalash),
- biogaz qurilmasi binolari va chorvachilik fermalari orasidagi masofa normalari,
- nazorat va hujjatlar bo'yicha majburiyatlar,
- biogaz qurilmasi hududidan tashqariga chiqqan transport vositalari va rezervuarlarni tozalash hamda zararsizlantirish.

### **O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalar**

O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalarda o'g'itlardan foydalanishga ruxsat berish va markirovkalash to'g'risidagi ma'lumotlar mavjud. Organik chiqindilar faqat ikkilamchi xomashyodan o'g'it sifatida foydalanishga ruxsat berilgan taqdirda o'g'it sifatida ishlatilishi va muomalaga chiqarilishi mumkin. O'simliklar shaklida yetishtirish va ularni qayta ishlash yoki boshqa maqsadlarda foydalanishga ruxsat berilgan moddalargina o'g'itlash vositalari ishlab chiqarishga ruxsat olishlari mumkin.

O'g'itlash vositalari bo'yicha qoidalarining 1-ilovasida o'g'itlarning turlari batafsil bayon etilgan:

- o'git turning nomi;
- tarkibiga (ozuqa moddalariga) minimal talablar;
- ozuqa moddalarining turini, shaklini va ularning eruvchanligini aniqlaydigan komponentlar;
- baholash va qo'shimcha talablar;
- tarkibi; tayyorlash usuli va alohida talablar.

Faqat fermentlangan substratlar (sof mahalliy o'g'itlardan tashqari) o'zlarining ikkilamchi xom ashyosini o'g'it sifatida ishlatishga ruxsat olgan taqdirdagina ularni qishloq xo'jaligi o'g'itlari sifatida ishlatish mumkin. O'g'itlarning bunday toifalari chiqindilarga, shuningdek o'g'itlash vositalariga oid qonun talablarga javob berishi kerak. Bundan tashqari, ular sanitariya va epidemiyaga qarshi talablarga va o'g'itlash vositalari uchun fitogigiyena talablariga ham javob berishi kerak.

Qoidaga ko'ra, faqat Federal oziq-ovqat, qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligi vazirligiga maxsus so'rov jo'natish natijalariga asosan tasdiq beriladi. Ushbu qoidalar asosida ruxsatnoma kuchga kirishi bilan u yoki bu turga mos keladigan barcha loyihalar erkin muomalaga yaroqli hisoblanadi va butun mamlakat hududi uchun amal qilishi mumkin bo'ladi, demak kelajakda ular uchun alohida ruxsatnomalar talab qilinmaydi.

### **O'g'itlarni tartibga solish qoidalari**

O'g'itlarni tartibga solish qoidalari kelib chiqishga ko'ra mahalliy hayvonlarga tegishli o'g'itlardan (qattiq va suyuq go'ng) foydalanishni tartibga soladi. Miqdoriy cheklolardan tashqari, asosan 15-noyabrdan 15-yanvargacha tuproqqa mahalliy o'g'itlarni kiritish taqiqlanadi.

O'tloq va ekin maydonlariga qo'llanilishi mumkin bo'lgan asosiy ozuqa moddalarining yillik miqdori 3.14-jadvalda keltirilgan. Suyuq go'ng va parranda axlati, shubhasiz, ishlov berilmagan ekin maydonlariga qo'llanilishi mumkin. Bunday o'g'itlar bilan o'gitlangan maydondan asosiy hosilni yig'ib olgandan so'ng, har gektariga 40 kg dan ortiq  $\text{NH}_4\text{-N}$  yoki umumiy 80 kg N solish mumkin emas. Mahalliy o'g'itlar uchun suyuq go'ngni saqlashdagi yo'qotishlar 10% gacha, qattiq go'ng uchun 25% gacha, qo'llanilishida esa 20% gacha bo'lishi mumkin. Ushbu qoidalarini qo'llashdagi muammo shundaki, qayta tiklanadigan xom ashyoning fermentasiya chiqindilari ularning ta'siri doirasiga to'liq kiradimi yoki yo'qmi, hali aniqlik kiritilmagan. Reglament Federatsiya bo'ylab bir xil emas.

### **III bob bo'yicha savollar**

1. Tez parchalanadigan substratlarga qaysilar kiradi?
2. Germaniyada biogaz olish uchun asosan qanday mahsulotlardan foydalaniladi?
3. Biogaz qurilmasi uchun oqava suvdan foydalanish uchun qachon ruxsat etiladi?
4. Biogaz olish uchun hayvon o'g'itlaridan foydalanishda ularning kavsh qaytarish xususiyatining tavsifi qanday?
5. Gaz hosil qilish nuqtai nazaridan energiyasi yuqori bo'lgan substratlar qaysilar?
6. Biogaz olish uchun eng muhim hisoblangan ekin qaysi?
7. Biogaz qurilmalari uchun energetik o'simliklarni almashlab ekishni optimallashtirish uchun necha guruh muvofiqlashtirilgan?

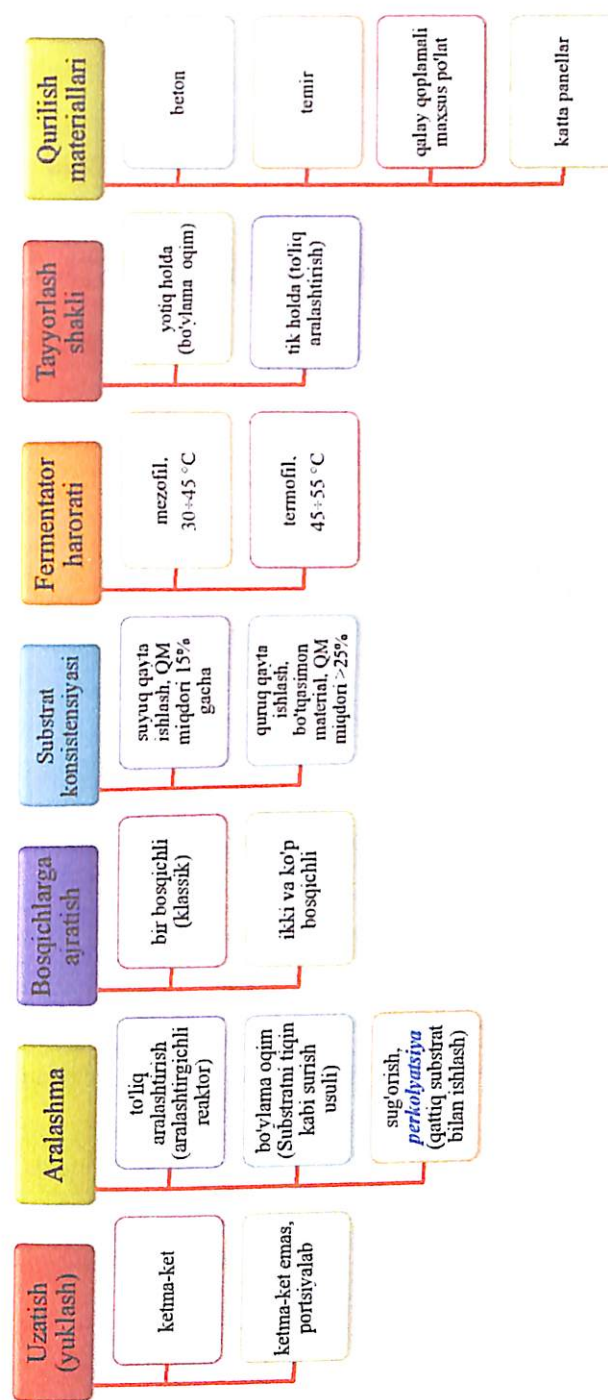
4.1. Jarayonning xarakteristikalari

Biogaz hosil qilishning turli xil usullari, jarayonning texnik xarakteristikalari jihatidan ularni bir nechta variantlarga ajratish mumkin. Turli xil qurilmalarni ishlatish usullarining asosiy farqi substratni yuklash usuli (porsiya yoki oqava usulda), aralashtirish turi (to'liq aralashtirish yoki substratni tiqin kabi surish usuli), ishlash tizimi (bir yoki necha bosqichli), qo'llanilgan substrat konsistensiyasi<sup>25</sup> (qattiq yoki suyuq xom ashyo) orqali namoyon bo'ladi (4.1-rasm).

Davriy (porsiyalab) uzatish usuli

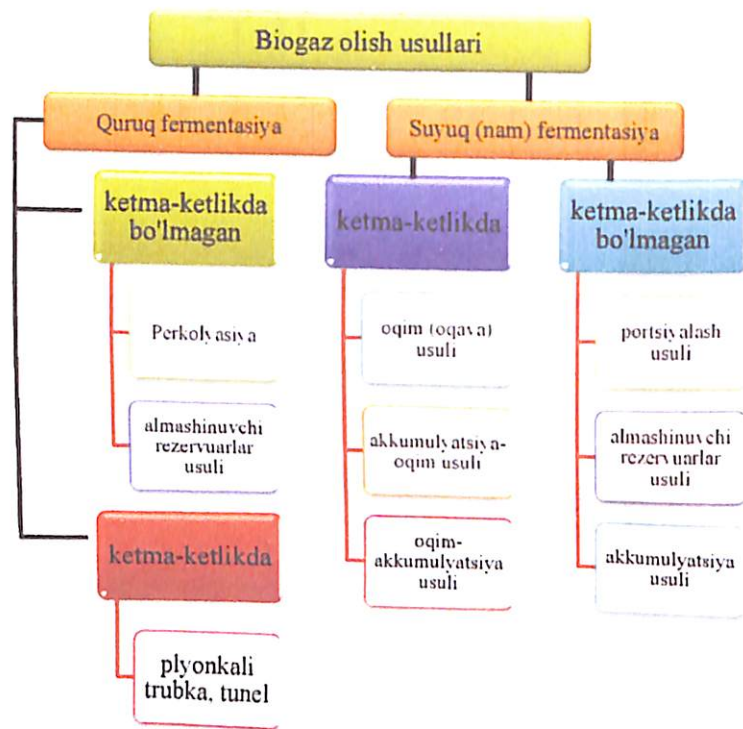
Substratni porsiyalab uzatish (yuklash) usuli fermentasiya kamerasini bir qadamda to'ldirish bilan tavsiflanadi. Belgilangan vaqt oxirigacha porsiya fermentlanadi, jarayon davomida substrat qo'shilmaydi yoki olib tashlanmaydi. Gaz ishlab chiqarish reaktor to'ldirgandan so'ng boshlanadi, maksimal quvvatga yetadi va keyin pasayishni boshlaydi (qarang. 4.2-rasm). Nihoyat, oldindan belgilangan fermentasiya vaqti tugaganidan keyin fermentasiya kamerasi ham bir qadamda bo'shatiladi. Bu holda fermentasiya mahsulotining bir qismi yangi yuklangan bakteriyalarni "emlash" uchun qaytariladi.

<sup>25</sup> Konsistensiya – yuqori yopishqoq suyuqlik va yarim qattiq moddalarning (malhamlar, pastalar, xamir, bitum va boshqalar) zichligi, zichligi darajasi.



4.1-rasm. Biogaz qurilmalarining turli xil konstruksiyalarining farqlari va xususiyatlari

(Perkolyatsiya (lotincha percōlure – oqish, oqim) – suyuqliklarning g'ovak materiallar orqali, elektr o'tkazuvchan va o'tkazmaydigan zarralar aralashmasi orqali oqishi yoki oqmasligi hodisasi va boshqa shunga o'xshash jarayonlardir).



4.2-rasm. Biogaz olish usullarining sxematik sharhi.

Porsiyalab yuklash usuli (4.3a va b-rasmlar) quyidagilar uchun xarakterlidir:

- suyuq substratlardan tashqari, quruq modda miqdori yuqori bo'lgan qattiq substratlarni ham qayta ishlash mumkin;
- fermentatorni profilaktik tekshirish va ta'mirlashni har bir sikldan keyin amalga oshirilishi mumkin;
- "emlash" uchun yetarli massa bo'lishi kerak, ba'zi hollarda katta porsiyalarga ham yetishi mumkin;
- bir nechta ketma-ket rezervuarlardan foydalanilmasa, gaz bir maromda ishlab chiqarilmaydi;
- ishonchli gigiyenik effekt.

#### Oqim (oqava) usuli

Deyarli barcha qishloq xo'jaligi biogaz qurilmalari shu usul asosida ishlaydi. Bunda fermentatorlar doimo to'ldirilgan holda saqlanishi kerak. Yangi substrat uzatilganda fermentatordan unga teng bo'lgan miqdordagi eski substrat siqib chiqariladi. Oqim usuli quyidagicha tavsiflanadi:

- ketma-ket uzatish;
- doimiy parchalanish jarayoni;
- barqaror gaz hosil qilish;
- to'ldirilgan fermentatorni profilaktika qilish va ta'mirlashni to'liq amalga oshira olmaslik.

#### To'liq aralashtirish usuli

Qozonxonadagi kabi substrati to'liq aralashtirilgan qurilmalar ko'pincha qishloq xo'jaligi amaliyotida uchraydi. Yangi kiritilgan material fermentatordagi massa bilan aralashtiriladi, shuning uchun uni alohida qo'shimchalar yordamida parchalashga hojat yo'q va jarayon substrat kiritilganidan so'ng darhol boshlanishi mumkin. Albatta, doimiy oqimli tizimlarda substratning fermentasiya vaqti o'rtacha hisobiy fermentasiya vaqtiga to'g'ri keladi, chunki aralashtirish tufayli yangi materialning ham bir qismi fermentatorni tark etadi. Rejalashtirishda ushbu omilni ham e'tiborga olish kerak bo'ladi. To'liq aralashtirishga ega qurilmalarining fermentasiya kamerasiga substratni kunlik yuklanishida organik quruq substrat miqdori har  $m^3$  hajmga 4 kg gacha bo'lishi mumkin.

#### Substratni tiqin kabi surish usuli

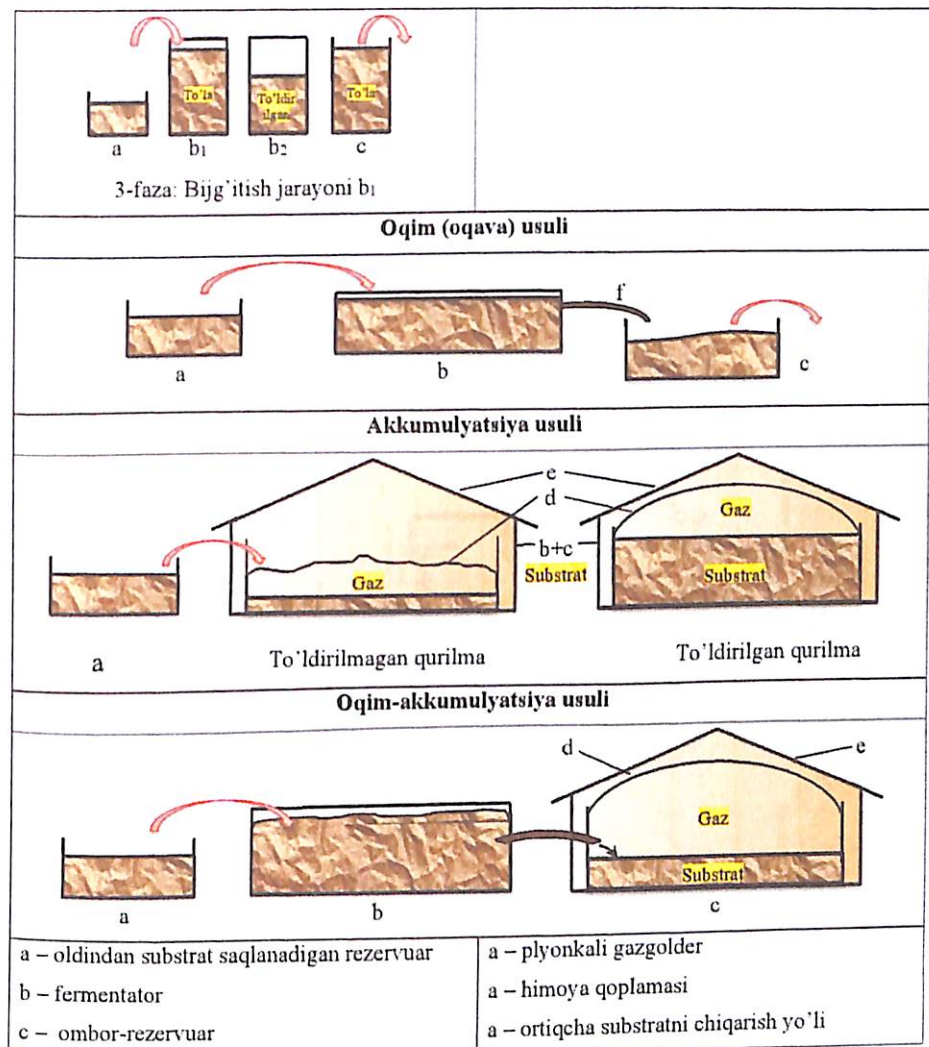
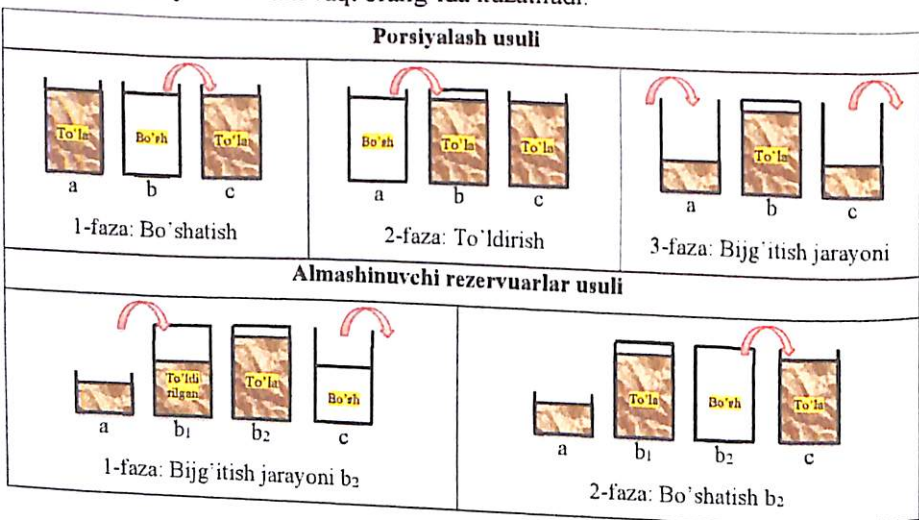
Tugmachani bosish yordamida qurilmada substrat fermentator bo'ylab tiqin kabi uzunlamasiga suriladi. Bunday rezervuarining diametri uning uzunligidan ancha kichik bo'lishi kerak; diametri va uzunligining nisbati kamida 1:4 munosabatda bo'lishi zarur. Bu holda aralashtirgich kurakchalari oqim yo'nalishiga ko'ndalang o'rnatilishi kerak, shuningdek u oqimni qizdirishi mumkin. Aralashtirish asosan ko'ndalang yo'nalishda bo'ladi (q. 1.4-rasm. Roysb biogaz qurilmasi). Yangi substratning fermentlangan substrat bilan aralashtirilishi kurakchalar yordamida tartibga solinadi.



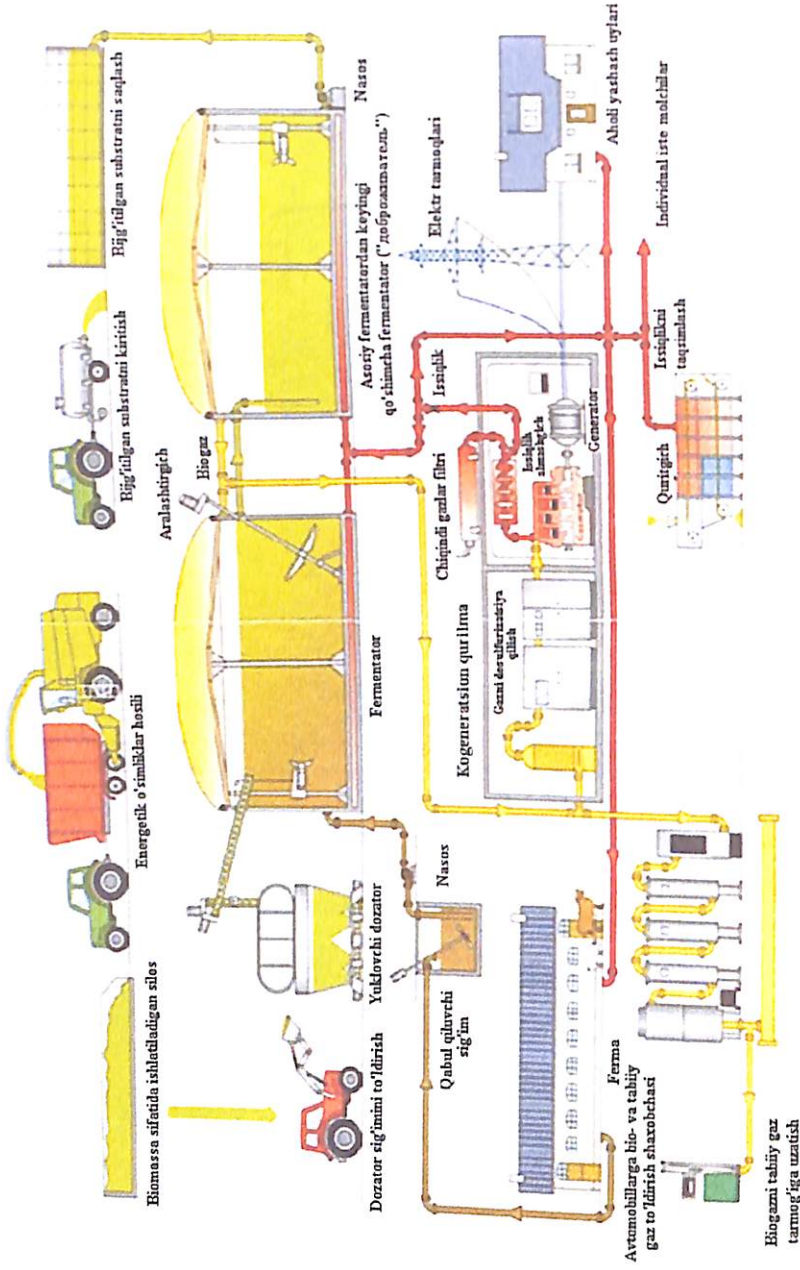
Bunday ish tartibi tufayli ushbu qurilmalarda yuqori gigiyenik effektga erishiladi. Muayyan sharoitlarda jarayonni iloji boricha tezroq ishga tushirish uchun maxsus qo'shimchalar yordamida parchalanishni tezlashtirishga ehtiyojlar tug'iladi. Shuni ham ta'kidlash kerakki, ushbu dizayn ko'p joyni egallashi bilan ajralib turadi. Mikser (aralastirgich) ning konstruksiyasiga qarab, ushbu turdagi qurilmani to'liq aralastirishli qurilmaga qaraganda ancha yuqori darajada substrat yuklanishi mumkin. Fermentator hajmiga kunlik 5-10 kg oQM m<sup>3</sup> yuklanishi amaliyotda ma'lum. Odatda, yuqorida ta'riflab o'tilgan asosiy fermentatordan keyin yana katta fermentasiya qurilmasi ("доброживатель") ham o'rnatiladi va bu esa yana qo'shimcha muddat bijg'itishga imkon beradi.

### Bir yoki ko'p bosqichli usul

Biogaz olishda fermentasiyalash jarayoni bir yoki ko'p bosqichli usullar yordamida amalga oshirilishi mumkin. 2.1-bobda aytib o'tilganidek, bir bosqichli usuldan foydalanganda fermentasiya jarayoni bitta rezervuarda 4 etapda amalga oshiriladi, to'liq aralastirish tizimlari uchun bu etaplar vaqt va hajm bo'yicha parallel ravishda, davriy (porsiyali) ish rejimidagi qurilmalar uchun bu jarayonlar ketma-ket vaqtlarda sodir bo'ladi. Substrati tiqin kabi harakatga keluvchi qurilmalarda siljish ma'lum vaqt oralig'ida kuzatiladi.



4.3a-rasm. Odatdagi gaz ishlab chiqarish usullarining funksional diagrammasi.



4.3b-rasm. Asosiy fermentatordan keyin yana bir fermentatsiya qurilmasi ("дополнительно") bilan jihozlangan biogaz fermasi.

Ko'p bosqichli usulda esa substratni turli xil rezervuarlar yordamida yoki ularni fermentatorlarga ajratish orqali jarayonni turli kameralarda bosqichlarga bo'lishga harakat qilinadi. Shuni hisobga olish kerakki, kislotali muhit yaratish va metan hosil qilish uchun har xil sharoitlar talab qilinadi.

Ko'p bosqichli usullar qo'llaniladi:

- agar substrat gigiyenizatsiyadan o'tishi shart bo'lsa;
- fermentatsiya kamerasining hajmi kichik bo'lsa va biz gidroliz yoki parchalanish darajasini oshirishga intilsak;
- agar substratni texnik jihatdan va fermentatomning juda yuqori yuklamasi tufayli aralashtrish qiyin bo'lsa, agar substratning tiqinsimon harakati rejalashtirilgan bo'lsa.

#### 4.1.1. Qattiq substratlar bilan ishlash usuli

Qattiq moddalarning fermentatsiyasi sodir bo'ladigan usul ko'pincha quruq fermentatsiya deb noto'g'ri ataladi. Ushbu ta'rif noto'g'ri bo'lsa-da, lekin atama yashab qoldi va Evropa Ittifoqining Energiya to'g'risidagi yangi qonunida ham keltirilgan. Fermentatsiyaning har qanday shakli uchun namlikning mavjudligi muqarrar shart ekanligini yana bir bor ta'kidlash kerak, uning ishlash usuli esa faqat qurilma turiga qarab o'zgaradi. Fermentatorga qattiq substratlarni to'g'ridan-to'g'ri kiritishni taklif qiladigan ko'plab biogaz qurilmasi ishlab chiqaruvchilari o'z tizimini "quruq fermentatsiya usuli" deb ataydilar. Biroq, o'z-o'zidan ma'lum boladiki, ushbu tizimlar ham nam (suyuq) fermentatsiya usullaridan hisoblanadi.

Fermentatsiya suyuqligi singdirilgan substrat butun fermentatsiya davomida rezervuarda qoladi va jarayon oxirida fermentatordan qo'shimcha manipulyatsiyalarsiz (masalan, ajratib olish) aynan o'sha holatda olinadi.

#### Qattiq moddalarga ketma-ket ishlov berish usuli

Dastlabki paytlatda qishloq xo'jaligi substratlarini qattiq holda, ya'ni qo'shimcha suyuqliksiz qayta ishlashga oid ko'p urinishlar qilingan. DRANCO (*Dry Anaerobic Composting* – quruq anaerob kompostlash), kompogaz, ATF (nemis tilida qisqartirilgan – anaerob quruq fermentatsiya), shuningdek, bio-

chiqindilarni fermentatsiyalash uchun A-3 (anaerob-aerob-anaerobik) kabi turli xil usullar ishlab chiqilgan.

Keyinchalik tajribalar Shveysariyada 90-yillarda Velinger va Basserga tomonidan ANACOM usuli (inglizcha *Anaerobic-composting of manure* – go'ngni anaerob-kompostlash) yordamida amalga oshirildi (4.4-rasm). Unda qattiq xomashyoni qizdirilgan trubka orqali 10 m<sup>3</sup> hajmli fermentatorni yuqoridan to'ldirishga murojaat qilindi.

Qayta ishlangan qilingan substrat fermentatorning pastki qismidan qirib chiqarish tranporter va chiqarish shneki yordamida olib tashlanadi. Ammo bu usul ham, yaxshi niyatlarga qaramay, faqat eksperimental tarzda ishlab chiqilgan va amaliy foydalanish uchun mos holatda ishlab chiqilmagan.

Fermentatsiyadan keyingi substrat fermentatorning pastki qismidan ostki tig'li surib chiqaruvchi tranportyori va surub chiqaruvchi shnek yordamida chiqarildi. Ammo bu usul ham, yaxshi maqsadlar uchun bolishiga qaramay, faqat eksperimental tarzda ishlab chiqilgan va amaliy foydalanish uchun mos holatda ishlab chiqilmagan.

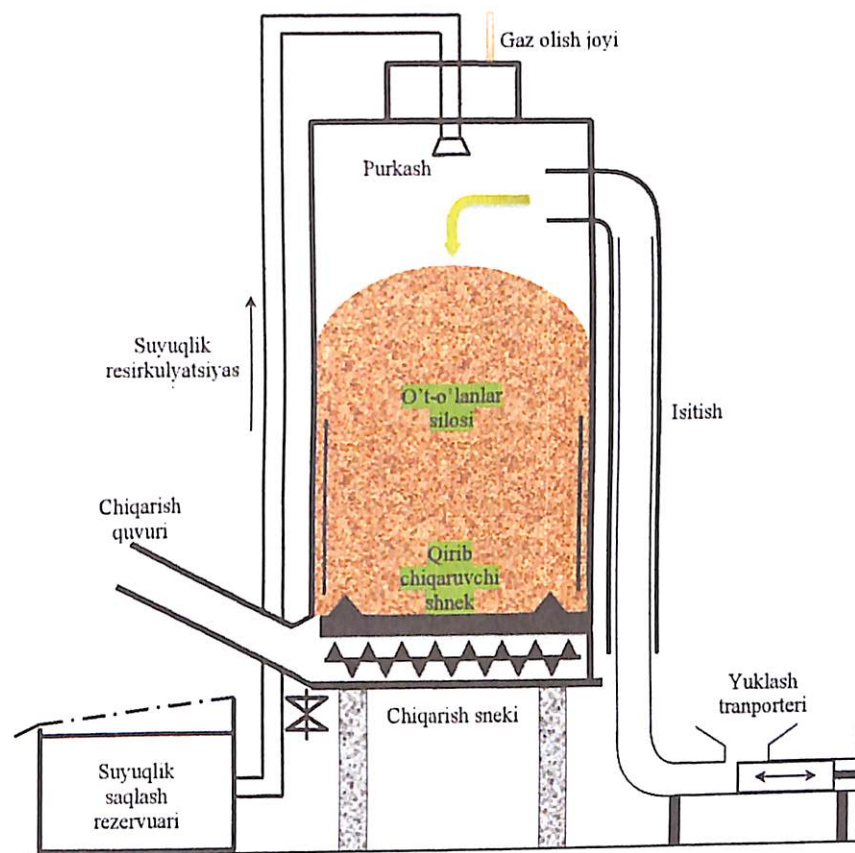
#### **Qattiq moddalarga davriy ishlov berish usuli**

Qattiq moddalarni ketma-ket fermentatsiyalash usullari qishloq xo'jaligida amaliy foydalanilmagani sababli, qattiq moddalarni qayta ishlashning davriy jarayonini qo'llashga ko'p urinishlar qilingan.

#### *Plyonkali quvurlar usuli*

Ushbu usul siloslash texnologiyasidan olingan bo'lib, qattiq modda plyonka quvur ichiga mashina yordamida kiritilib, yopiq, havo o'tkazmaydigan quvur ichkarisida chiritiladi. Bu holda fermentatsiya suyuqligi perkolatsiyalanmaydi, shlang ham isitishni talab qilmaydi. Shuningdek, isitiladigan poddon (taglik) ustiga qattiq modda to'ldirilgan folgali shlang qo'yilishi mumkin. Ushbu usulning afzalligi qurilish va texnika jihozlari uchun juda kam sarmoyaviy xarajatlardir, chunki texnikalardan juda ko'p maqsadlarda foydalanish mumkin. Lekin baribir plyonka narxini hisobga olish kerak lozim. Yana bir muammoli tomoni quvurning atrof-muhit haroratiga kuchli bog'liqligidir. Bunda suv miqdori pastligi va substrat

ichidagi notekis konsentratsiyasiyaga ega bo'lishi muammoga sabab bo'ladi. Umuman olganda, boshqa qurilish/texnik choralar ko'rilmasa, fermentatsiya florasi uchun yaxshi sharoit yaratib bo'lmaydi.



4.4-rasm. Qattiq go'ngni portsyali fermentatsiya qilish uchun biogaz qurilmasining fermentatori.

#### *Konteyner usuli*

90-yillarning oxirlarida prof. Trisdorf/Mittelfrankenlik Xofmann qattiq moddalarni fermentatsiyalash borasida intensiv ishladi. Birinchi tajribalar Gamburg-Bergedorfdagi Xolsten Jamiyatining eksperimental qurilmasiga tegishli

yopiq bokslar ichida harakatlana oladigan konteynerlar yordamida amalga oshirildi. Fermentasiya suyuqligi sirkulyatsiyalovchi yopiq konteynerlarga uzatiladi. Ushbu texnika ishonchli, istiqbolli natijalar berdi va kichik fermer xo'jaliklarida foydalanish rejalashtirildi (maksimal konteyner hajmi 30 m<sup>3</sup>). Ammo yaqin vaqtgacha yillik mahsulot aylanmasidagi bir tonnasi uchun narx natijalari juda yuqori edi.

#### Qutil fermentasiyalash usuli

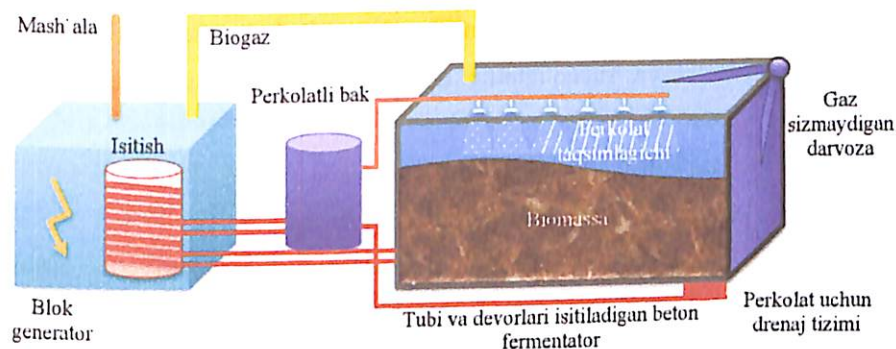
Gollandiyadagi kompost zavodida 14 ta beton qutilarda qattiq moddalarni fermentasiyalash bo'yicha amaliy tajriba 1997 yildan buyon ma'lum bo'lgan. Qurilishiga ko'ra o'xshash bunday qurilmalar Germaniyada ko'plab firmalar tomonidan taklif etiladi. Bu yerda gap ko'rinishi garajga o'xshash quti fermentatorlar haqida bormoqda (shuning uchun uni ko'pincha garaj fermentatorlar deb ham atashadi). Qutilar g'ildirakli yuklagich yordamida gaz o'tkazmaydigan qabul qilgich orqali to'ldiriladi. Fermentasiya paytida pastga tushadigan quyuv massa (atala, perkolat) idishlarga yig'iladi, isitiladi va substrat ustiga sepiladi. Bundan tashqari, polni ham isitiladi. Hohenheim universiteti hamda Vaenshtefan qishloq xo'jaligi texnologiyalari instituti tomonidan amaldagi qurilmalarda o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, bu usul qattiq substratlarni fermentasiyalashda ishlatilishi mumkin. Fermentatorda kuchli zichlanishga moyil bo'lgan substratlar (yetarli strukturaviy materialsiz holatda) mono-fermentasiya uchun mos emas. Bundan tashqari, ushbu usul yetarli miqdordagi bijg'ituvchi modda bo'lgan taqirdagina yaxshi gaz ko'rsatkichini berishi aniqlandi (4.5-rasm).

#### Harakatlamuvchi, ko'chma (silosli) bunker usuli

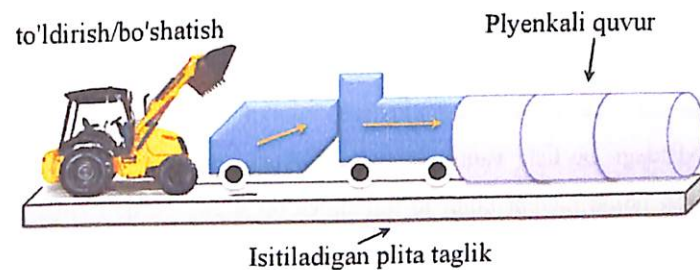
(Chiemgau Biogaz qurilmalari)

Ushbu usul bilan biogaz texnologiyalari va qurilmalari rivojlanishning yangi bosqichiga qadam qo'yildi desa ham bo'ladi. Ushbu chindan ham sodda konstruksiyaga ega va gaz o'tkazmaydigan membranali beton havzalardan iborat. Hovuzlar shunday tayyorlanganki, ularni g'ildirakli yuklagich (mashina) yoki boshqa turdagi yuklagichlar bilan to'ldirilishi/bo'shatilishi mumkin. To'ldirgandan so'ng hovuz cheti perkolat quyiladi va chetlari ustiga chiqadigan substrat ustiga

perkolat bilan oziqlantiriladi. Fermentator pastki qismidan isitish qurilmasi bilan jihozlangan. Gaz membranasi sirtining yuzasi katta bo'lgani tufayli substratdan issiqlik yo'qotilishini izolyatsion plyonka yordamida minimallashtirilishi kerak.



#### Perkolyatsiyasiz quvurli metod



4.5-rasm. Qattiq xom-ashyoda ishlaydigan biogaz qurilmasi (yuqorida), plenkali quvurda biogaz hosil qilsish (pastda).

*Bir vaqtning o'zida nam va quruq usul:* Look Consultants (Gamburg) tomonidan patentlangan ushbu usul qattiq va suyuq moddalarni qo'shib fermentasiyalashni o'z ichiga oladi. Qattiq moddalarning fermentasiyasi qutili fermentatorlarida amalga oshiriladi shuningdek parallel ravishda suyuq substratlar nam ishlov berish uchun mos fermentatorlarga joylashtiriladi. Ikkala tizim o'rtasidagi perkolatsiya suyuqligining almashinuvi jarayon suvining aylanishi tufayli sodir bo'ladi.

#### **4.1.2. Suyuq substratlar bilan ishlash usuli**

##### **Suyuq substratlarda porsiyalab ishlash**

Porsiyali fermentatorlar nam muhitda bijg'itish uchun hozirda hech qanday muhim rol o'ynamaydi. Porsiyali fermentatorini bir yo'la to'ldirish va bo'shatish uchun, fermentasiya kamerasidan tashqari, substratni dastlabki saqlash rezervuari va ishlab chiqqan substratni saqlash uchun omborga ham ega bo'lish kerak. Ularning har birining o'lchamlari teng bo'lishi kerak, lekin bu albatta ushbu texnologiyaning biroz qimmatga tushishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, gaz ishlab chiqarish miqdor jihatidan notekis bo'lib, bir vaqtning o'zida ikkita kichik fermentatorlar bilan ishlab buni tekislash mumkin. Bu esa substratning rezervuar ichida odatdagi bo'lish vaqtining yarmiga teng bo'lgan muddatda bo'lishini ta'minlagan holda navbat bilan to'ldirish va bo'shatish orqali amalga oshiriladi. Bunday ish sxemasiga ega qurilma ancha qimmatga tushadi, chunki ikkita kichik rezervuar bitta katta rezervuarga qaraganda qimmatroqdir. Bundan tashqari, yana bir kamchiligi shundaki, substrat fermentatorga quyilgunga qadar dastlabki saqlanadigan rezervuarda uzoq vaqt saqlanishi tufayli parchalanish jarayonlari allaqachon boshlanadi va buning natijasida azot va metan yo'qotilishi ham kuzatiladi. Shu sabablarga ko'ra bunday qurilmalar keng ko'lamda ishlatilmaydi. Idenga shahridagi WISA kompaniyasi porsiyali prinsipga asoslanib ishlovchi va o'rnatilgan ob'ektlarga ega bo'lgan yagona ishlab chiqaruvchidir. Bundan kelib chiqadiki, qayta tiklanadigan xom ashyolarni porsiyali fermentatorlar bilan ishlash tendensiyasi ham davom etmoqda.

Porsiyali prinsipga asoslangan texnologiyalar substratni yoki substratlar aralashmasini fermentatorlarda bo'lish holati va gazning chiqishi bo'yicha tahlil qilish zarurati bo'lgan hollarda doimo foydalaniladi. Shuning uchun ko'pgina laboratoriya tajribalari porsiyali rejimda amalga oshiriladi. Gaz chiqishi bo'yicha barcha tahlillar to'g'ridan-to'g'ri davriy tajribalar asosida amalga oshiriladi.

##### **Almashinuvchi rezervuarlar usuli**

Almashinuvchi rezervuarlar usuli 1.1-bobda allaqachon aytib o'tilgan edi, chunki u 1954 yildan boshlab birinchi qishloq xo'jaligi biogaz harakati paytida muhim rol o'ynadi. Ushbu usul 2 ta fermentator bilan ishlashga mo'ljallangan: 1-2 kunlik ish davomiyligi uchun substratni o'z ichiga olgan, oldindan saqlanadigan rezervuardan material fermentatorga asta-sekin, teng ravishda quyiladi, ikkinchisida esa u yanada fermentasiyalanadi. Birinchisi to'ldirilishi bilan oq, fermentlangan material rezervuar-omborga quyiladi, so'ngra esa yana dastlabki saqlash joyidan to'ldiriladi. Rezervuar-ombor vaqti-vaqti bilan qisman yoki to'liq bo'shatib turilishi kerak, ishlab chiqqan, foydalanilgan xom-ashyoni tegishli maydonlarga olib borish lozim. Shuning uchun uning hajmi qoldiq xom-ashyo yuklanadigan rezervuardan kattaroq bo'lishi kerak.

Ushbu usul juda yaxshi gaz ishlab chiqarish va yaxshi gigiyenik xususiyatlari bilan ajralib turadi, chunki butun fermentasiya davrida yangi substrat kiritilmaydi. Ushbu usulning kamchiliklari shundaki, xuddi porsiyalash usuli kabi bir fermentator qurishga nisbatan aytganda, qurilish xarajatlari katta va issiqlik yo'qotishlari ko'proqdir.

Bundan tashqari, almashinuvchi rezervuarlar usulidan foydalanishning muammoli jihati shundaki, rezervuardan olib tashlangan substratning o'rmini qayta to'ldirishda, toki u yetarli darajada to'ldirilgunga qadar gazgoldemi shamollatib turish kerak.

##### **Oqim (oqava) usuli**

Dunyo bo'ylab biogaz qurilmalarining aksariyati oqava usulida: yoki sof holda yoki akkumulyatsiyalash usuli bilan kombinatsiyalashgan holda ishlaydi. Bu usulning boshqalardan farqi shundaki, fermentasiya kamerasi har doim to'la

bo'ladi va faqatgina ta'mirlash yoki cho'kindilarni tozalash uchun bo'shatiladi. Suyuq yangi substrat dastlabki saqlash rezervuaridan, qattiq substratlar esa maxsus qurilmalar yordamida fermentasiya kamerasiga kun davomida ko'p marta kiritiladi, shu bilan birga kameraning chiqarish joyida avtomatik ravishda bir xil miqdordagi fermentlangan substrat rezervuar-omborga uzatiladi yoki unga chiqarib tashlanadi.

Oqava usulining afzalligi – gazni bir tekis ishlab chiqarish, fermentatorning stabil yuklamasi va natijada ixcham, yaxlit qurilish ob'ekti tufayli tejamkorlik va kam issiqlik yo'qotishlariga erishiladi. Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan to'ldirish tizimidan foydalanish mumkin, masalan. oldindan saqlash rezervuaridagi suzuvchi kalit yordamida yoki taymerli nasos yordamida.

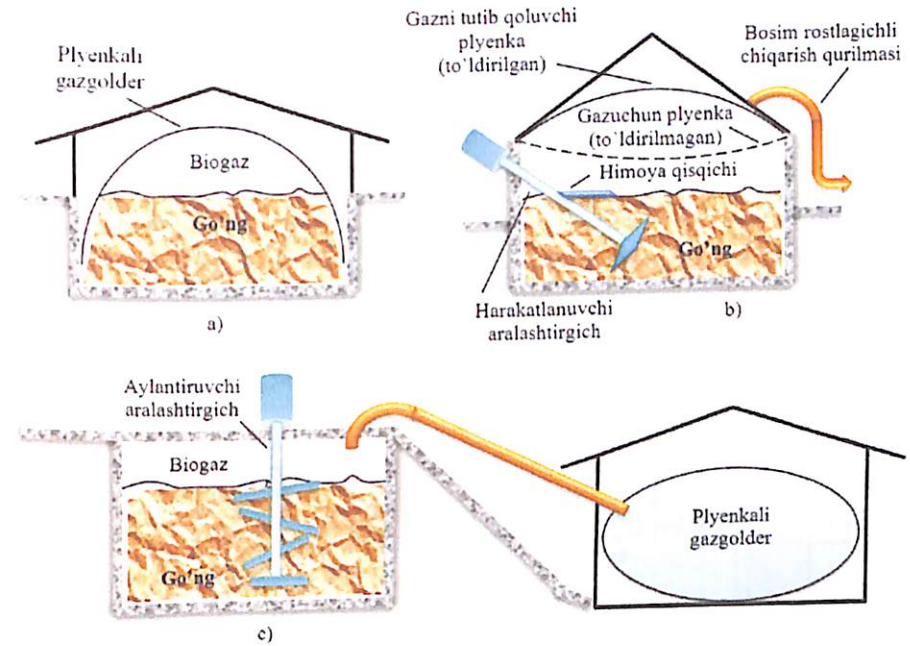
Bu usulni porsiyali va almashinuvchi rezervuarlar usullari bilan taqqoslaganda kamchiliklari shundan iboratki, qo'llnilayotgan aralashtirgichlari va rezervuar turiga ko'ra yangi substrat fermentlangan (bijg'igan) material bilan aralashtirilishidir, bu gigiyeniztsiya samarasini yomonlashtiradi.

#### Saqlash (jamlash) usuli

Ushbu usul bitta rezervuardan ham fermentator ham saqlash ombori sifatida foydalanish (jamlash) bilan tavsiflanadi (4.6-rasm). Ishlatilgan substratni olib tashlashda saqlash ombori deyarli to'liq bo'shatiladi, uning oz qismigina substratning keyingi qismini bijg'itish uchun qoldiriladi. Keyin fermentasiya qilish va saqlash ombori sifatida kombinatsiyalashgan rezervuar asta-sekin to'ldiriladi. Saqlash qurilmasining afzalliklari, birinchi navbatda, investitsiya fondlarini tejashdan iborat: bunda bitta katta va shu sababli nisbatan arzon rezervuar bo'lsa kifoya. Bundan tashqari, saqlash qurilmalari ekspluatatsiyasi oson va yengil boshqariladi.

Ochiq holda go'ngni saqlash uchun mo'ljallangan rezervuarlar osongina biogaz qurilmalariga aylanishi mumkin. Ularning kamchiligi esa, gaz ishlab chiqarishning rezervuarni to'ldirish darajasiga kuchli bog'liqligidir. Qattiq qoplamali saqlash qurilmalari (4.6 c-rasm) gazgolderining shunday katta hajmiga ega bo'lishi kerakki, ishlatilgan substratni olish paytida havo kirib qolsa xavf deyarli yo'q darajada bo'lsin. Plyonka qoplamali saqlash qurilmalarining

ishlashida katta issiqlik yo'qotishlar mavjudligi muammoli holatni yuzaga keltiradi. Amalda bugungi kunda bunday qurilmalar deyarli hech qanday rol o'ynamaydi.



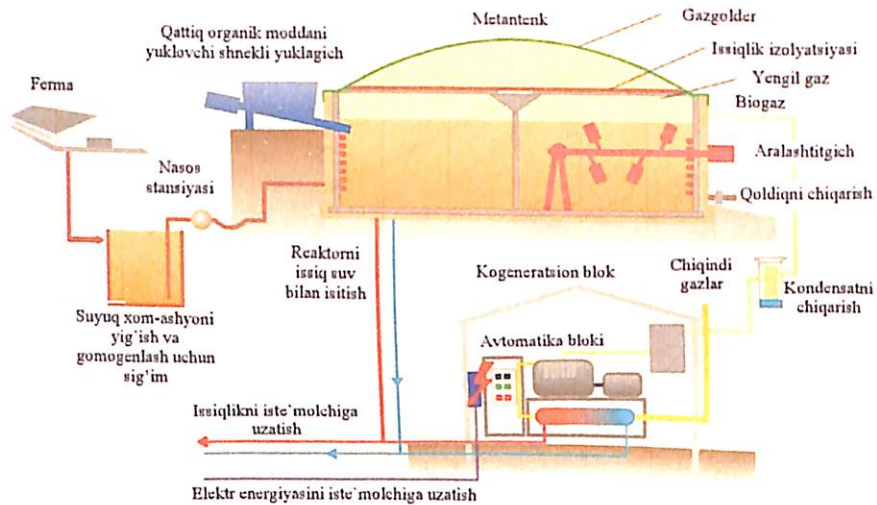
4.6-rasm. Odatdagi saqlash-biogaz qurilmalari

#### Kombinatsiyalashgan oqimli-saqlash usuli

Kombinatsiyalashgan oqimli-saqlash tizimlari (4.7-rasm) ko'pincha Germaniyada qo'llaniladi. Ular azot yo'qotishlarini minimallashtirish va qo'shimcha biogaz olish uchun oqimli fermentatorlarning ombor-rezervuarlari plyonka yoki qattiq qoplama bilan qoplana boshlaganda paydo bo'lgan. Amaliyot shuni ko'rsatdiki, birinchi navbatda to'liq yuklangan fermentatorlarda odatdiy 7 oygacha uzoq vaqt saqlash muddatiga ega, umumiy miqdorda 20-40% gacha gaz hosil qilish mumkin. Odatda, ular yetarli darajada izolyatsiya qilinmaydi va isitilmaydi ham, shuning uchun yana qo'shimcha gaz ishlab chiqarish uchun xarajatlar qiymati juda kam bo'ladi.

Ushbu turdagi yangi qurilmalarda saqlash omborlari, yuqori yuklamani ko'tarishi va qurilmaning potensialini oshirish maqsadida issiqlik izolyatsiyasi hamda isitgich bilan jihozlangan.

Maxsus holatlarda, ayniqsa fermentator kichik bo'lsa yoki ko'p miqdorda o'g'it kerak bo'lsa yoki bir vaqtning o'zida o'g'itni ko'p miqdorda qo'llash zarur bo'lsa, oqimli fermentator ham qisman bo'shatilishi mumkin. Bunday holda, albatta, bo'shatish paytida saqlash qurilmasidan olingan miqdordagi hajm o'rmini bosadigan va ichkaridagi past bosim tufayli havo kirib borishini oldini olish uchun yetarli miqdordagi biogaz mavjudligiga ishonch hosil qilish kerak.



4.7-rasm. Kombinatsiyalashgan oqimli-saqlash usuli qurilmasi

## 4.2. Fermentatorning konstruksiyalari

### Gorizontalkonstruksiya

Fermentator tik (vertikal) yoki yotiq (gorizontal) holda joylashtirilishi mumkin. Gorizontalkonstruksiya quvvatli, ishonchli va energiyani tejaydigan mexanik aralashtirgichlardan foydalanish hamda bu bilan katta afzalliklariga ega bo'lish mumkin. Shunday qilib, aniq oqim yo'nalishi bo'yicha aralashtirmay balki oqimga nisbatan vertikal ravishda yo'naltirilgan aralashtirish mexanizmi asosida samarali natijaga erishiladi.

Substratning tiqin (porshen) kabi surilishi natijasida jarayon uchun biologik nuqtai nazardan qulay sharoitlar yaratiladi. Fermentatorga katta yuklama yuklash ham mumkin bo'ladi. Fermentatorning yuklanish miqdori 7-10 kg organik quruq modda / m<sup>3</sup> ga yetishi mumkinligi haqida ma'lumotlar ham mavjud.

Ularning kamchiliklari – bu rezervuarni joylashtirish uchun maydonga bo'lgan ehtiyojning kattaligi. Yotiq-gorizontalkonstruksiya fermentatorlar hozirda hajmi 1000 m<sup>3</sup> gacha maydon egallashi bilan cheklangan. Hajmiga nisbatan sirtining yuzasi kattaligi (shunga mos ravishda issiqlik yo'qotilishi ham yuqori) va yangi substratni o'ta yuqori biyg'itilgan massa bakteriyalari bilan yetarli darajada "emlanmasligi" ham kamchiliklardan hisoblanadi. Suyuq yoki qattiq hayvon go'ngi uchun bu hech qanday rol o'ynamaydi, chunki bunday substratda dastlab yetarli miqdordagi metan hosil qiluvchi bakteriyalar mavjud bo'ladi. Oz miqdordagi anaerob bakteriyalarni o'z ichiga olgan yoki olmagan cho'chqa go'ngi, energetik o'simliklar yoki organik chiqindilar tiqin kabi surilish paytida yuqori fermentlangan substrat bilan "emlanishi" kerak. Buni dastlabki saqlash idishida yoki avtomatik emlash tizimi yordamida amalga oshirish mumkin. Yotiq fermentatorlar asosan silindrsimon metal idish shaklida tayyorlanadi va yer yuzasiga joylashtiriladi (4.8-rasm). Agar u betondan tayyorlanadigan bo'lsa ko'ndalang kesim kvadrat yoki to'rtburchak shaklga ega bo'lishi mumkin.



4.8-rasm. Biyg'itish rezervuari gorizontalkonstruksiya biogaz qurilmasi

## Vertikal konstruksiya

Vertikal tuzilish shaklidagi fermentatorlar, statika qonuniyatlariga ko'ra, asosan, ko'ndalang kesim yuzasi doira shakliga ega bo'ladi (4.9-rasm). Gorizontaal variant bilan taqqoslaganda quyidagi afzalliklarga ega: ixchamroq, sirt yuzasi va hajmi nisbatan mutanosibroq, shuning uchun bu moddiy xarajatlar va issiqlik yo'qotilishini kamaytiradi. Ularning hajmlari gorizontaal konstruksiyalar kabi cheklanmagan va bugungi kunda 6000 m<sup>3</sup> gacha bo'lgan fermentatorlarni qurish mumkin. Aralashtrish texnologiyasiga talablar yuqori, chunki bu holda substratning gomogenlashuv (bir jinslilik) ga erishish uchun zarur bo'lgan kuchli oqimni hosil qilish kerak bo'ladi. Qurilma balandligi ortishi va shu bilan fermentasiyalanuvchi substratning qatlamlar hosil qilish tendensiyasining oshishi tufayli aralashtrish mexanizmi yetarlicha vertikal aralashtrishni ta'minlashi kerak. Kamchilik shundaki, tiqin kabi surish jarayonini amalga oshirib bo'lmaydi. Fermentatorning mumkin bo'lgan yuklanish darajasi rezervuar hajmiga, mikser turiga va uning quvvatiga, shuningdek substrat turiga bog'liq. Fermentatorga 4 kg gacha organik quruq modda / m<sup>3</sup> yuklanishi mumkin.



4.9-rasm. Bijg'itish rezervuari vertikal joylashgan biogaz qurilmasi konstruksiyasi

### Yer usti yoki yer ostiga joylashtirish

Yer ustiga joylashtirish odatda yer osti suvlarining yuqori darajasiga bog'liq holda tanlanadi. Bundan tashqari, u tuproq bilan bog'liq ishlarni tejaydi va qimmat tashqi izolyatsion materiallardan foydalanishga tog'ri keladi. Kamchiliklari –

qishda issiqlik yo'qotilishi yuqori va rezervuar balandligi 6 m dan yuqori bo'lganda sarmoyaviy xarajatlar ortishi.

Vertikal rezervuarlarni to'liq yoki qisman yer ostiga joylashtirish yer osti suvlari sathiga qarab tanlanadi (4.10-rasm). To'liq yer osti rezervuarlar katta ustunlikka ega, ular landshaftning umumiy ko'rinishini o'zgartirmaydi, joy egallamaydi va shu tariqa biogaz kompleksining markaziga joylashtirish ham mumkin. Bundan tashqari, ular tuproq ostida bo'lganligi sababli, tashqi haroratning keskin o'zgarishidan himoyalangan bo'ladi, bu jarayonni saqlab turish uchun esa kam energiya sarflanadi va bu ayniqsa, sovuq qish mavsumida sezilarli foyda keltiradi. Ushbu variantdan foydalanish uchun har doim gruntning ta'sirini hisobga olish kerak va butun rezervuar konturi qimmat, namlikka chidamli izolyatsion materiallar bilan himoya qilinishi kerak.



4.10-rasm. Fermentator rezervuari qisman yoki to'liq yer ostida joylashgan biogaz qurilmasi konstruksiyasi

### 4.3. Biogaz qurilmalari bo'yicha yakuniy umumlashtirilgan

#### ma'lumotlar

#### Biogaz haqida 12 ta qiziqarli fakt

Elektr va gaz uchun yuqori tariflar iste'molchilar o'zlarini va ishlab chiqarishni issiqlik bilan ta'minlashning yangi, muqobil usullarini izlashga majbur qiladi. Masalan, hovlingizdagi biochiqindidan olinadigan va metanga aylantirilishi mumkin bo'lgan biogazni sotish va daromad olish mumkin. Misol tariqasida, Ukraina qonunlariga ko'ra, siz ishlab chiqargan "yashil energiya" ning ortiqcha miqdorini davlat sotib olishga majbur.



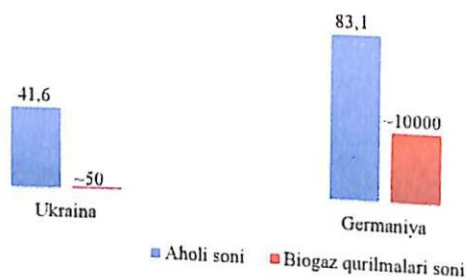
Ukraina misolida ko'radigan bo'lsak, u Yevropaning boshqa rivojlangan davlatlariga qaraganda ko'proq gaz iste'mol qiladi. Aytaylik, sizning qishlog'ingizda tabiiy gaz yo'q va u yaqin kelajakda kutilmaydi ham yoki agar bo'lsa ham, bugungi kunda gaz juda qimmatga tushadi, garchi bu elektr energiyasi bilan isitishga qaraganda arzonroq bo'lsa-da. Ko'mir bilan ta'minlovchi korxonalar bazalari, briket yoki granulalar ishlab chiqarish korxonalari juda uzoqda bo'lsa, ularning mahsulotini uyga olib kelish juda qimmatga tushadi. Shuningdek, o'tinni ham. Shunday qilib, biogazni to'g'ridan-to'g'ri o'z shaxsiy fermangizda chorva go'ngi yoki begona o'tlarni qayta ishlash orqali hosil qilish qulay va "jozibali" hisoblanadi.

*1-fakt: Ukrainada bir necha o'n dona biogaz majmuasi ishlamoqda.*

Latifundist ma'lumotlariga ko'ra, Ukrainada bor-yo'g'i bir necha o'nlab biogaz qurilmasi qurilgan va ishlamoqda, ularning yarmi qishloq xo'jaligi chiqindilarida ishlaydi, qolgan yarmi chiqindixona gazini "tutib oladi" va utilitatsiya qiladi.

Taqqoslash uchun, Germaniyada 10 mingga yaqin shunga o'xshash qurilmalar mavjud (zavodlar bilan adashtirmaslik kerak). Umuman olganda, Yevropada 20,5 ming atrofida biogaz qurilmasi o'rnatilgan va ularning soni doimiy ravishda o'sib bormoqda.

Ukraina va Germaniyadagi biogaz qurilmalari



4.11-rasm. Ukraina va Germaniyadagi biogaz qurilmalari solishtirma diagrammasi

Ukrainada elektr energiyasi ishlab chiqaradigan birinchi yuqori quvvatli biogaz stansiyasi 2003 yilda Dnepropetrovsk viloyatida qurilgan. 180 kW quvvatga ega zavod mahalliy go'shtni qayta ishlash korxonasi chiqindilari asosida ishlaydi.

Keyin "Ukraina sut kompaniyasi" loyihasi amalga oshirildi. Kiyev viloyatining Zgurovskiy tumanida qurilma to'rt ming sigirning go'ngi va makkajo'xori chiqindilarini qayta ishlaydi. Ishlab chiqarilgan energiya sut qayta ishlovchi korxonalar uchun ham, eng yaqin qishloq – Velikiy Krupol uchun ham yetarli edi. Bundan tashqari, Xerson viloyati, Ivano-Frankivsk viloyati, Poltava viloyati va hatto Volnovaxaning oldingi qismida biogaz stansiyalari mavjud.

*2-fakt: Ukraina uzum siqmasidan ham biogaz ishlab chiqaradi*

Ukrainada biogaz, shu jumladan uzum siqmasidan ham ishlab chiqariladi. Bunday xom ashyo makkajo'xori silosu bilan birga Nikolayev viloyatidagi Voznesensk shahridagi konyak zavodida ishlatiladi. Odatda meva, rezavor, sabzavot va uzum siqmasi biogaz ishlab chiqarish uchun iqlimi sharoiti eng qulay bo'lgan mamlakatlarda (Fransiya, Ispaniya, Bolgariya, Ukraina) ishlatiladi.

*3-fakt: Yetkazib berish uchun o'rtacha masofa suyuq xom ashyo uchun 20 km gacha, quruq chiqindilar uchun 50 km gacha.*

Biogazni keng miqyosda ishlab chiqarish uchun, masalan, korxonalar yoki qishloqni isitish uchun qoramol yoki tovuq go'ngi va galdagi qayta ishlashga tayyor o'simlik qoldiqlari bilan ta'minlaydigan agrofermalar bilan hamkorlikni yo'lga qo'yish kerak. Shuni hisobga olish kerakki, yetkazib berish masofasi suyuq xom ashyo uchun o'rtacha 20 km gacha, quruq chiqindilar uchun 50 km gacha bo'lganda o'zini oqlaydi. Bundan tashqari, biogaz qurilmalari juda ko'p xom ashyo talab qiladi va uni bir necha fermerlar yoki agrofermalardan yig'ish zarur bo'ladi. Agar o'zingizda 50 km gacha radiusda xususiy agroferma yoki bir nechta qo'shimcha xom ashyo manbalari (otxona, chorvachilik fermasi, parrandachilik fermasi va boshqalar) bo'lsa, unda xom-ashyodan muammo yo'q. Ammo ellik kilometrdan ortiq radiusdagi xom-ashyo yoqilg'i, amortizatsiya va inson mehnatining amaldagi narxlar bilan o'zini oqlamaydi. Shuningdek, albatta, qancha

kam xom-ashyo sotib olinsa, qurilma harajatlari shuncha tez qoplanadi. Bu yerda yana shuni bilish kerakki, har qanday qishloq xo'jaligi korxonasida utilizatsiya qilinishi kerak bo'lgan chiqindilar mavjud bo'ladi va biogaz qurilmasini qo'llash utilizatsiya harajatlari/issiqlik/elektr energiyasi sarfi va hatto organik o'g'itlarni tejashi mumkin, chunki go'ng va boshqa chiqindilar qayta ishlangandan so'ng hosil bo'lgan bioo'g'it tuproq sifatini, hosildorlikni sezilarli darajada yaxshilaydi.

*4-fakt: Go'ngning sifati uning qanday saqlanishiga bog'liq*

Saqlash sharoitiga ko'ra uchta turi mavjud: *zich, g'ovak va birlashtirilgan (kombinatsiyalashgan)* usullar.

*Zich usul* sovuq deb ham ataladi va sifat jihatidan eng samarali hisoblanadi. Usul quyidagicha: go'ng eni to'rt metrgacha bo'lgan joyda qatlam qilib yig'iladi va umumiy qatlam balandligi ikki metr teng qilib tezda zichlanadi (uzunligi xom ashyo miqdoriga bog'liq). To'plangan qatlamni tuproq yoki somon bilan zudlik bilan qoplash orqali havoning kirishi bloklanadi va natijada parchalanish sekinlashadi. Bunday to'plamlar zichlash sifatiga qarab 3-5 oy ichida chirindiga aylanadi.

*G'ovak usul* deganda cheksiz kislorod yetkazib berishni nazarda tutadi. Bunday holda, uning sifati pasayadi. Fermentasiya tezligi va azotning yo'qotilishi esa havo haroratiga bog'liq. Bundan tashqari, ushbu turdagi saqlashda go'ngni zichlash umuman amalga oshirilmaydi, shuning uchun u notekis parchalanadi.

*Birlashtirilgan (kombinatsiyalashgan) usul (g'ovak-zich)* ham issiq deb ataladi. Birinchidan, u bir metr balandlikda g'ovak qatlam sifatida yotqiziladi va maksimal bir haftaga qoldiriladi. Keyin uni zichlanadi. Bunday tizim tufayli azotning juda tez yo'qotilishi sodir bo'ladi, ya'ni tayyor mahsulot eng qisqa vaqt ichida ishlatilishi mumkin bo'ladi. Ko'pincha, ushbu turdagi usul xom ashyo juda zarur bo'lgan favqulodda holatlarda qo'llaniladi.

*5-fakt: Xom ashyo biogaz miqdoriga ta'sir qiladi*

Qoramol go'ngi butun dunyoda biogaz qurilmalari uchun eng mashhur xom ashyo hisoblanadi. Shuningdek, cho'chqa va qo'y go'ngi, parranda go'ngi, go'sht ishlab chiqarish chiqindilari, o't, somon, zig'ir va kanop, jo'xori, pivo tayyorlash

chiqindilari, sabzavot, lavlagi va uzum siqmalari, muddati o'tgan mahsulotlar ham qayta ishlashga yaroqlidir. Bir tonna xom ashyodan 40 dan 50 kubmetrgacha biogaz olish mumkin. Agar uni somon bilan aralashtirilsa 70 m<sup>3</sup>. Taqqoslash uchun, bir tonna go'sht mahsulotlari chiqindisidan yoki kartoshka poyasidan 250-500 m<sup>3</sup> biogaz olish mumkin. Shuningdek, bir tonna kanopdan – 360 m<sup>3</sup>, va bir xil miqdordagi lavlagi siqmasidan – atigi 40 m<sup>3</sup>.

*6-fakt: Hatto bitta tosh yoki gayka uskunani butunlay o'chirib qo'yishi, quvur liniyasini yopishi yoki to'xtatishi mumkin*

Muammolarni oldini olish va uskunani imkon qadar kamroq ta'mirlash uchun asosiy qoidalarga rioya qilishga harakat qilish lozim. Demak, suyuq va qattiq xomashyo muvozanatini saqlash kerak, reaktordagi quruq moddalar 11% dan kam, organik moddalar esa 1 kubometr uchun 6 kg gacha bo'lishi kerak. Agrofermalarda qoramol va parrandalarni oziqlantirishda antibiotiklardan holi bo'lish, dala maydonlariga ishlov berishda nitratlar va fosfatlardan qochish kerak.

*7-fakt: Go'ng nafaqat biogazga, balki tabiiy o'g'itga ham aylanadi*

Biologik gaz organik moddalarning (asosan chiqindilar) metanli bijg'ishi natijasida hosil bo'ladi va yonuvchan gaz hisoblanadi. Ammo gaz umumiy massaning atigi 10% ni tashkil qiladi. Bijg'ish jarayonidan so'ng umumiy massaning 90% idan "digestate" – tabiiy o'g'it olinadi. Mineral o'g'itlar tuproqda atigi 35-50% ga so'rilsa, biologik o'g'itlar deyarli 100% ga o'zlashtiriladi va tuproqqa nitratlar kabi tushmaydi.

*8-fakt: Biometan qishloq xo'jaligi texnikasi yonilg'isi sifatida ishlatilishi mumkin*

Biogazdan olingan biometan avtomobillar va qishloq xo'jaligi texnikalari ehtiyojlari uchun yoqilg'i quyish shoxobchalarida sotilishi yoki gaz tarmog'i orqali foydalanuvchilarga yetkazilishi mumkin, lekin bu maxsus tozalashni talab qiladi.

*Kogeneratsiya* (atama elektr va issiqlik energiyasini *kombinatsiyalashgan* holda *generatsiyalash* so'zlaridan olingan) – elektr va issiqlik energiyasini birgalikda ishlab chiqarish jarayoni.

*9-fakt: Antibiotiklar metan hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi*

Yakuniy tarkib chorva mollari nima bilan oziqlanganiga yoki o'simliklar rivojlanishida qanday vositalar qo'llanilganiga bog'liq. Cho'chqa go'shtida antibiotiklarni, o'simliklarda esa kimyoviy moddalarni bo'lishi odatiy holdir. Shuningdek, ishlab chiqarishda omborlar binolari to'g'ri dezinfeksiya qilinishini nazorat qilish kerak. Oqibatda, qoramol yoki parrandachlik fermalarida ishlatiladigan yuvish, tozalash vositalaridan foydalanish tufayli chiqindi tarkibiga tushgan antibiotiklar metan hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi.

*10-fakt: Biogaz qurilmasi – o'zini oqlash muddati 3 yildan 7 yilgacha bo'lgan loyiha*

Quruq/suyuq go'ng uchun o'z-o'zini qoplash muddati – o'rtacha 5-7 yil. Shakarni zavodlari qoshidagi qurilmalar esa uch yildan ko'proq vaqt ichida o'zini oqlaydi.

Baker Tilly NUSECO konsalting kompaniyasi tomonidan olib borilgan tadqiqotni e'lon qildi va o'zini oqlash muddatini hisoblab chiqdi.

Demak, sut yetishtirish uchun boqiladigan 4000 bosh yirik shoxli qoramollarni o'z ichiga olgan loyiha 5 million yevroga tushadi va 4 yildan so'ng o'zini oqlaydi. Yiliga 150 000 tonna shakar xom-ashyosi pressdan keyin pulpasini iste'mol qiladigan va 12 million yevrolik shakar zavodi 3 yil ichida o'zini oqlaydi.

*11-fakt: Qurilmani umumiy tarmoqqa ulash jarayoni 6-8 oy davom etadi*

Qurilmani umumiy tarmoqqa ulanish jarayoni 6 oydan 8 oygacha davom etadi, shuning uchun bu jarayonni biogaz qurilmasini qurish bilan parallel ravishda boshlash kerak.

Dastlab, energiya kompaniyasidan ulanish shartnomasini va texnik shartlarni olish kerak, bu ikki haftadan bir oygacha davom etishi mumkin. Keyin loyiha hujjatlari ishlab chiqiladi va energiya kompaniyasi bilan kelishiladi (1 oydan 3 oygacha + ariza berilgan kundan boshlab 15-30 kun). Elektr tarmoqlarini qurish yoki rekonstruksiya qilish yana 2-3 oy davom etadi (muddatlar nisbiy xarakterga ega). Energetika korxonasiga elektr energiyasi yetkazib berish yoki undan foydalanish bo'yicha shartnoma tuzish va ob'ektni elektr tarmoqlariga ulash uchun besh ish kuni kerak bo'ladi. Ulanishni texnik-iqtisodiy asoslash ham vaqt talab

etadi. Bundan tashqari, ob'ektning elektr liniyalariga yaqinligiga bog'liq ravishda infratuzilma xarajatlari ham mavjud.

*12-fakt: Hukumat yashil elektr energiyasini sotib olishga majbur*

Qoidaga ko'ra (masalan, Ukrainada), korxonalarda katta miqdordagi biogaz mavjud va Ukrainaning "Elektr energetikasi to'g'risida" gi qonuniga ko'ra, muqobil yoqilg'idan elektr energiyasi ishlab chiqaradigan korxonalar uni sotishi mumkin va davlat uni "yashil" tariflarga asoslangan holda sotib olishga majbur.

"Yashil tarif" 2030 yilgacha yevro pul birligida belgilanadi va 0,05385 bazaviy stavkani tegishli koeffitsientga ko'paytirish yo'li bilan hisoblanadi. 07.01.2015 dan 2,3 ball, 01.01.2020 dan 2,07 ball 01.01.2025 dan esa 1,84 ball.

Ayni paytda Ukrainada "yashil tarif" 150 ga yaqin korxonalar uchun o'rnatilgan, ulardan 7 tasi biogaz uchun.

Korxonalar uchun "yashil tarif" olish qiyin emas. Bir necha bosqichlardan o'tish kerak, shu jumladan, kompaniyani yaratish yoki mavjudidan foydalanish; elektr stansiyasini qurish uchun hujjatlarni rasmiylashtirish; tarmoqqa ulanish; elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi sifatida litsenziya olish; elektr energetikasi va kommunal xizmatlarni tartibga solish milliy komissiyasida "yashil tarif"ni tasdiqlatish; "Энергорынок" sho'ba korxonasi bilan elektr energiyasini sotish bo'yicha shartnoma imzolash.

Biogaz qurilmalari mamlakat iqtisodiyotini yangi cho'qqilarga ko'tarishi mumkin. Rivojlangan mamlakatlarda ularning soni aql bovar qilmaydigan darajada ko'paymoqda. Qolaversa, mamlakatimizda elektr energiyasi, gaz va yoqilg'i doimiy ravishda qimmatlashib bormoqda. Agar biz gaz bilan bog'liq masalani ko'rib chiqqan va halqilgan bo'lsak, unda elektr energiyasi bilan vaziyat biroz boshqacha. Germaniya va Shvetsiyada aholiga elektr energiyasidan foydalanganlik uchun qo'shimcha haq to'lanadi, "yashil" energiya ishlab chiqarish uchun esa oldidan haq to'lanadi. Metan kelajak yoqilg'isi hisoblanadi! Shunday qilib, biogaz qurilmalari fuqarolarni davlatdan qisman mustaqil qilishi va mavjud xom-ashyo yordamida o'zlarini energetik jihatdan qo'llab-quvvatlashga imkon berishi mumkin.

#### IV bob bo'yicha savollar

1. Porsiyalab yuklash usuli qanday tavsiflanadi?
2. Oqim usuli xarakteristikasi qanday tavsiflanadi?
3. Substratni tiqin kabi surish usulida rezervuarining diametri uning uzunligidan kamida qanday nisbatda bo'lishi kerak?
4. Ko'p bosqichli usullar qanday hollarda qo'llaniladi?
5. Almashinuvchi rezervuarlar usulining kamchiliklari qaysi jabhalarda ko'rinadi?
6. Fermentatorning joylashuv usullarining qaysi biri samarali hisoblanadi?

#### MUNDARIJA

Kirish so'zi .....	2
<b>I BOB. BIOGAZ TEXNOLOGIYALARI ASOSLARI</b> .....	7
1.1. Biogaz kecha va bugun .....	24
1.2. Biogaz qurilmasini qurish kimga foyda keltiradi? .....	28
I bob bo'yicha savollar .....	29
<b>II BOB. BIOGAZ HOSIL KO'PISH JARAYONI</b> .....	29
2.1. Biogazning shakllanishi .....	36
2.2. Bakteriyalarning yashash muhiti .....	59
2.3. Substratlar va ularning parchalanish jarayoniga ta'siri .....	65
2.4. Jarayonni tavsiflovchi parametrlar .....	72
2.5. Jarayonni nazorat qilish va boshqarish .....	75
2.6. Biogazning tarkibi va sifati .....	79
II bob bo'yicha savollar .....	80
<b>III BOB. SUBSTRAT</b> .....	80
3.1. Substratlarni yaroqliligi bo'yicha tanlash .....	82
3.2. Substratlarning turi va tarkibi .....	123
3.3. Har xil turdagi substratlarning xavflilik potentsiali .....	124
3.4. Quruq moddalar tarkibiga ko'ra substrat aralashmalarining tarkibi .....	126
3.5. Biogaz ishlab chiqarish tizimida ozuqa moddalarining aylanmasi .....	130
3.6. Fermentator yuklanmasi va saqlash joyiga bo'lgan talablar .....	132
3.7. Iqtisodiy nuqtai nazardan substratlarning muvofiqligi .....	135
3.8. Kofermentasiya – chiqindilarni qayta ishlash usuli .....	141
3.9. Substratni tanlash va huquqiy qoidalar .....	147
III bob bo'yicha savollar .....	148
<b>IV BOB. JARAYON TEXNOLOGIYASI</b> .....	148
4.1. Jarayonning xarakteristikalari .....	155
4.1.1. Qattiq substratlar bilan ishlash usuli .....	160
4.1.2. Suyuq substratlar bilan ishlash usuli .....	164
4.2. Fermentatorning konstruksiyalari .....	167
4.3. Biogaz qurilmalari bo'yicha yakuniy umumlashtirilgan ma'lumotlar .....	174
IV bob bo'yicha savollar .....	176
Foydalanilgan adabiyotlar .....	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предсловие .....	6
<b>ГЛАВА 1. ОСНОВЫ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	10
1.1. Биогаз вчера и сегодня .....	10
1.2. Кому выгодно строить биогазовую установку .....	28
Вопросы по главе 1 .....	31
<b>II BOV, BIOGAZ NOSIL KO'PISH JARAYONI</b> .....	33
2.1. Образование биогаза .....	33
2.2. Благоприятная среда обитания бактерий .....	40
2.3. Субстраты и их влияние на процесс разложения .....	64
2.4. Характеризующие процесс параметры .....	71
2.5. Контроль и управление процесса .....	78
2.6. Состав и качество биогаза .....	81
Вопросы по главе 2 .....	85
<b>ГЛАВА 3. СУБСТРАТ</b> .....	86
3.1. Выбор субстратов на пригодность .....	86
3.2. Вид и состав субстратов .....	88
3.3. Потенциал опасности разных видов субстратов .....	130
3.4. Состав смесей субстратов согласно содержанию сухого вещества ..	131
3.5. Оборот питательных веществ в системе образования биогаза .....	133
3.6. Загруженность ферментатора и потребности в складском пространстве .....	137
3.7. Пригодность субстратов с экономической точки зрения .....	139
3.8. Коферментация – концепция переработки отходов .....	142
3.9. Выбор субстрата и правовые предписания .....	148
Вопросы по главе 3 .....	154
<b>ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА</b> .....	156
4.1. Характеристики процесса .....	156
4.1.1. Метод работы на твердых субстратах .....	153

4.1.2. Метод работы на жидких субстратах .....	168
4.2. Типы строения ферментаторов .....	173
4.3. Итоговые обобщенные данные по биогазовым установкам .....	176
Вопросы по главе 4 .....	183
<b>Использованные литературы</b> .....	184

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. Издано в 1996 г. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 2011 г. Под научной редакцией И. А. Реддих. <http://www.zorg-biogas.com>.
2. Руководство по биогазу. От получения до использования. Германия: Агентство по возобновляемым ресурсам (FNR), 2010. - 215 с.
3. Мирошниченко И.В., Линднер Й. Ф. «Утилизация отходов животноводства и птицеводства с получением биогаза в условиях Белгородской области России». Научная статья, журнал «Инновации в АПК: проблемы и перспективы». Номер: 2 (10). Год: 2016. Страницы: 95-100. УДК: 620.95:631.248:636(470.325). Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина (Майский). ISSN: 2311-9535. eLIBRARY ID: 29449739.
4. Jeetah P., Reetoo N. "Biogas production potential from cow dung to be used in the Vedic farm". *International Journal of Global Energy Issues. (IJGEI). Vol. 39, No. 3/4, 2016, 241-252.* <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2016.076349>. Available from: [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
5. Коробко, В. И. «Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство». *Монография*. В. И. Коробко, В. А. Бычкова. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 131 с.
6. Тажибаев О., Барков В.И. «Технология процесса и конструктивно-технологические схемы для биогазовой установки с пластмассовым корпусом в анаэробном режиме». *«Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты»*. Журнал 2015, 1-выпуск. Казахский национальный аграрный университет. Доступная ссылка: [https://izdenister.kaznu.kz/files/full/2015\\_1-1.pdf](https://izdenister.kaznu.kz/files/full/2015_1-1.pdf).
7. Баадер, В. «Биогаз: теория и практика». В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерферз; пер. с нем. и предисловие М. И. Серебряного. – М.: Колос, 1982. – 148 с.

8. Веденеев, А. Г. «Биогазовые технологии в Кыргызской Республике». А. Г. Веденеев, Т. А. Веденеева. – Бишкек: Типография «Евро», 2006. – 90 с.
9. Diallo, T. M. O., M. Yu, J. Zhou, X. Zhao, S. Shittu, G. Li, J. Ji, and D. Hardy. 2019. "Energy performance analysis of a novel solar PVT loop heat pipe employing a microchannel heat pipe evaporator and a PCM triple heat exchanger". *Energy* 167, :866-888. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.192>.
10. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. «Биогазовые установки». *Практическое пособие*. Издано в 1996 г. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 2011 г. Под научной редакцией И. А. Реддих. <http://www.zorg-biogas.com>

### Foydalanilgan internet ma'lumotlari

1. <https://lex.uz>. O'zbekiston respublikasi qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi
2. <http://zorg-biogas.com>
3. <https://aggeek.net/ru-blog/12-zanimatelnyh-faktov-o-biogaze>
4. Предварительная подготовка субстрата для биогазовых установок. URL: [https://nomitech.ru/articles-and-blog/predvaritelnaya\\_podgotovka\\_substrata\\_lya\\_biogazovykh\\_ustanovok/](https://nomitech.ru/articles-and-blog/predvaritelnaya_podgotovka_substrata_lya_biogazovykh_ustanovok/)
5. Подготовка небезопасного сырья для получения биогаза. URL: [https://nomitech.ru/articles-and-blog/podgotovka\\_nebezopasnogo\\_sryva\\_dlya\\_polucheniya\\_biogaza/](https://nomitech.ru/articles-and-blog/podgotovka_nebezopasnogo_sryva_dlya_polucheniya_biogaza/)
6. <https://ecodevelop.ua/ru/biogazovy-slovar/>

MURODOV MUZAFFAR XABIBULLAYEVICH

# BIOGAZ TEXNOLOGIYALARI VA QURILMALARI

Oliy o'quv yurtlarining 60711000 – Muqobil energiya manbalari ta'lim yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan

Bichimi 60x84/16. "Times New Roman" garniturada raqamli bosma usulida bosildi. shartli bosma tabog'i 11,25.

Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 48

---

"FAZILAT ORGTEX SERVIS" hususiy korxonasi bosmaxonasida chop etildi. Manzil: Namangan sh. Navoiy ko'chasi 72 uy. Tel: (+998) 91-346-44-43.



**MURODOV MUZAFFAR  
XABIBULLAYEVICH**

texnika fanlari nomzodi. 1999 yili Namangan davlat universitetini tamomlagan. 2007 yilda 05.14.08. – “Qayta tiklanadigan energiya manbalari va ular asosidagi qurilmalar” ixtisosligi bo'yicha nomzodlik dissertatsiyasini muvaffaqiyatli himoya qilgan.

Ayni vaqtda Namangan muhandislik-qurilish instituti Energetika kafedراسi dotsenti lavozimida faoliyat yuritmoqda. Mutaxassisligi bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini davom ettirib 60 dan ortiq ilmiy maqola va tezislar, 4 ta monografiya va o'quv qo'llanmalar muallifi.