

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

*Qo'lyozma huquqida*

**УДК 577.152**

**ALIQULOV BEGALI SAYDULLAYEVICH**

**BIOTEXNOLOGIYA USULLARI YORDAMIDA ORGANIK  
CHIQUINDILARDAN BIOENERGIYA ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI**

**Mutaxassislik: 5A-420104-Biotexnologiya**

**Biologiya fanlari magistri akademik darajasini olish uchun**

**DISSERTATSIYA**

Ish ko`rib chiqildi va  
himoyaga qo'yildi.  
**“Fiziologiya, genetika  
va biokimyo” kafedrasini  
mudiri:**

\_\_\_\_\_ dots. Bozorov B.M.

Bayonnoma № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2012

**Ilmiy rahbar:**

Prof. Ismailov Z.F.

**SAMARQAND-2012**

## **MUNDARIJA:**

Kirish.....	5
<b>1. ADABIYOTLAR TAHLILI.....</b>	<b>9</b>
1.1. Noan`anaviy energiya manbalaridan foydalanish.....	9
1.1.1. Dunyo mamlakatlarida noan`anaviy energiya manbalaridan foydalanish.....	9
1.1.2. O`zbekistonda noan`anaviy energiya manbalaridan foydalanish .....	14
1.2. Organik chiqindilardan bioenergiya ajratib olish texnologiyasi.....	18
1.2.1. Organik chiqindilardan bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasi.....	18
1.2.2. Organik chiqindilardan biogaz ajratib olib texnologiyasi.....	27
1.2.2.1. Organik chiqindilardan biogaz ishlab chiqarish texnologiyasini rivojlanishi va bu boradagi dunyo mamlakatlari tajribalari .....	27
1.2.2.2. Biogaz ishlab chiqarish texnologiyasining mikrobiologik asoslari.....	33
1.2.2.3. Biogaz hosil bo`lishning kimyo-fizikaviy asoslari.....	38
1.2.2.4. Biogaz ishlab chiqarish qurilmalarining texnologik ta`rifi va ularning turlari.....	40
<b>2. TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI.....</b>	<b>45</b>
2.1. Mikrobiologik usullar.....	45
2.2. Organik chiqindilardan bioenergiya olishda ishlatiladigan xomashyo manbalarining umumiy tavsifi.....	45
2.3. Kimyoviy-tahlil usullari.....	46
2.4. Texnik-laboratoriya usullari.....	48
2.5. Statistik sarhisob usullari.....	49
<b>3. TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING TAHLILI.....</b>	<b>50</b>
3.1. Botqoqdan namuna olish va uni sifatiy tekshirish.....	50
3.2. Tanlangan botqoq namunasi asosida xomashyolarni anaerob sharoitda achitish (fermentlash) va gaz ajratib olish. ....	55
3.3. Ajratib olingan gazlarni tahlili.....	62

<b>4. TADQIQOT NATIJALARI BO`YICHA UMUMIY</b>	
<b>MULOHAZALAR.....</b>	<b>68</b>
<b>Xulosalar.....</b>	<b>71</b>
<b>Tavsiyalar.....</b>	<b>72</b>
<b>Adabiyotlar ro`yxati.....</b>	<b>73</b>

## Kirish

Dunyo mamlakatlarida rivojlanish jadallik bilan davom etgan sari insonlar ehtiyojlari ham unga mos ravishda ortib bormoqda. Bu ehtiyojlarni qondirish fanda turli xil samarali usul va texnologiyalar yaratishni taqazo etadi. XX asrning oxiri XXI asrning boshlarida biotexnologiya fanining rivojlanishi ishlab chiqarish sohasini yuksaltirishga, tabiiy resurslardan foydalanishning samaradorligini oshirishga, shu bilan bir qatorda ekologik muammolarni hal qilishga imkoniyatlar yaratmoqda [35].

O`zbekistonda biotexnologiya sohasini rivojlantirish istiqboldagi muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Yurtboshimiz bu borada to`xtalar ekan, “Molekulyar genetika, gen va hujayra injenerligi hamda biotexnologiya sohasidagi tadqiqotlar qishloq xo`jaligida, mikrobiologik sanoatda va atrof-muhit muhofazasida fan-texnika taraqqiyotini ta`minlashning zaruriy asosidir” degan edi [4].

**Tadqiqot mavzusining dolzarbligi** shundan iboratki, hozirgi kunda butun dunyoda aholi sonining jadallik bilan oshib borayotganligi energozahiralarning asosi hisoblanadigan neft va tabiiy gaz manbalari zahirasi toбора kamayib ketishiga sabab bo`lmoqda. Tahliliy tekshirishlar natijasida, dunyo bo`yicha tabiiy gaz zahiralarini yana 40 yilga, neft zahiralarini esa 30 yilga yetishi bashorat qilinmoqda. Mamlakatimizning tabiiy gaz va neft zahiralarini yana 20-25 yil mamlakatimiz aholisi energotalabini qondirish imkoniga ega [72].

Shu sababli butun dunyo mamlakatlarida, jumladan O`zbekistonda ham energiya ishlab chiqarishning noan`anaviy usul va texnologiyalarini ishlab chiqish hamda ularni amaliyotga tadbiiq etish dolzarb masalardan biriga aylandi.

Har yili Yevropa mamlakatlarida 2.9-3.4 mlrd tonna ( jumladan, Germaniyada 300 mln t, Angliyada 260 mln t, Rossiyada 290 mln t), Osiyo mamlakatlarida 3.2 -3.7 mlrd tonna ( jumladan, Yaponiyada 56.5 mln t, Xitoyda 280 mln t, Hindistonda 270 mln t), AQSH da 290 mln tonna, Avstraliyada 385 mln tonna va O`zbekistonda 25-28 mln tonna atrofida ( jumladan, turli xil o`simlik qoldiqlari 15-17 mln tonna, chorvachilik va parrandachilik chiqindilari 10-12 mln

tonna) hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilari hosil bo`ladi. Ayrim Yevropa va Osiyo davlatlari (Germaniya, Buyuk Britaniya, Rossiya va Yaponiya) dan tashqari, deyarli yer yuzining barcha mintaqalarida ular qayta ishlanmaydi [64, 72]. Bu chiqindilaridan oqilona foydalanish yo`llaridan biri – bu ularni anaerob sharoitda bijg`itish va ulardan bioenergiya ajratib olishdir [8].

Organik chiqindilarni qayta ishlash natijasida bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasi hozirgi kunda dunyoning ko`plab davlatlarida qo`llanilmoqda. AQSHda organik chiqindilardan biogaz ishlab chiqishga alohida e`tibor beriladi. Chunki, bu usul energiya tannarxining arzonlashuvini ta`minlab beradi. Germaniya chorvachiligida har yili 200 mln tonna go`ng, shu jumladan 70 mln tonna suyuq holatda go`ng to`planadi. Ushbu chiqindilarning qayta ishlanishi natijasida olinadigan bioenergiya umummilliy energiya talabining 4 % ni qondiradi. Buyuk Britaniyada tabiiy gazga bo`lgan talabning 3.2 % biogaz ishlab chiqarish orqali ta`minlanadi. Yaponiya qishloq xo`jaligida har yili 56.5 mln tonna oqova holidagi hayvonlar organik chiqindilari hosil bo`ladi. Bu chiqindilarni qayta ishlash orqali olinadigan bioenergiya 1 mln tonna neft energiyasi o`rnini bosadi [64].

Xitoy va Hindistonda ham hayvonlar organik chiqindilaridan biogaz ishlab chiqishga alohida e`tibor beriladi. Hozirgi kunda ushbu ikki davlatda 300 mln dan ortiq kichik biogaz ishlab chiqaruvchi qurilmalar ishlab turibdi. Bu qurilmalar faoliyati natijasida har yili 300 mln tonna go`ng qayta ishlanib, bioenergiya ishlab chiqilmoqda. Shuningdek, hozirgi kunda Filippin, Isroil va Gvatemala davlatlarida ushbu texnologiya asosida bioenergiya olish yo`lga qo`yilgan. Bu davlatlarda har bir kilogramm hayvonlar organik chiqindilaridan tarkibida 60 % metan bo`lgan  $0.63 \text{ m}^3$  biogaz olinmoqda [53].

Bioetanol karbonat angidrid va suvning yonishidan hosil bo`ladigan ekologik toza mahsulot bo`lib, u hozirgi kunda dunyodagi ko`pchilik davlatlarda insonlar ehtiyoji uchun zarur bo`lgan xomashyolar (jumladan, donli ekinlar) dan olinmoqda. [www.ethanol.org](http://www.ethanol.org) saytining ma`lumotlariga ko`ra, hozirda har yili

butun dunyo mamlakatlarida tarkibida selluloza saqlovchi va insonlar ehtiyoji uchun umuman sarflanmaydigan 200 mlrd tonna quruq hisobda o`simliklarning chiqindilari hosil bo`ladi. Tarkibida selluloza tutuvchi ushbu organik chiqindilarni biotexnologik usullar yordamida qayta ishlab energiya manbayi hisoblangan etanol ajratib olish imkoniyati mavjud [81].

Bioetanol toza holatda 10-20 % benzina qo`shilgan holatda ishlatiladi. 1983-yilda Braziliyada 75 % avtomobillar 95 % li etanol yordamida ishlaganligi aniqlangan. AQShda har yili avtomobillarning yoqilg`iga bo`lgan ehtiyojining 10 % bioetanol yordamida qoplanadi. Hozirgi kunda ushbu texnologiya G`arbiy Yevropada keng yo`lga qo`yilmoqda [76].

**Ishning maqsadi**, shundan iborat-ki, hayvonlar va o`simliklarning organik chiqindilarini qayta ishlash va ulardan bioenergiya olishning nazariy va amaliy asoslarini o`rganish. Mahalliy sharoitda mavzuga tegishli tajribalarni o`tkazish. Yuqoridagi maqsad asosida oldimizga quyidagi **vazifalarni** qo`ydik:

1. Adabiyotlarni tahlil qilish asosida, hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan biogaz va bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasini nazariy-amaliy asoslarini, bu boradagi dunyo davlatlari tajribasini o`rganish; Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan biogaz va bioetanol ishlab chiqarishni ta`minlab beruvchi jarayonlarning mexanizmlarini o`rganish;
2. Bir necha turdagi hayvonlar va o`simliklar organik qoldiqlaridan xomashyo sifatida foydalanib, ulardan biogaz olish, uni tahliliy tekshirish;
3. Tajribalarda foydalanilgan xomashyo manbalaridan samarali turlarini aniqlash, shu asosda tegishli xulosa va tavsiyalar tayyorlash;

**Ishning ilmiy yangiligi** shundan iboratki, mavzu yuzasidan olib borilgan tajribalar natijasida O`zbekiston, hususan Samarqand viloyati sharoitida hayvonlar va o`simliklarning organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish uchun eng samarador xomashyo manbalari aniqlandi.

**Ishning ilmiy ahamiyati**, ushbu ish yuzasidan olib borilgan tajribalar natijasida aniqlangan ma`lumotlardan ilmiy maqolalar yozishda va amaliy

qo'llanmalar tayyorlashda foydalanish mumkin. **Ishning amaliy ahamiyati** shundan iboratki, ushbu ish yuzasidan olib borilgan tajribalar asosida aniqlangan ma'lumotlar O'zbekiston, xususan, Samarqand viloyati sharoitida hayvonlar va o'simliklarning organik chiqindilarini qayta ishlash va undan energiya manbayi sifatida foydalanish imkoniyatini beruvchi texnologiyani amalda qo'llash imkonini beradi.

**Tadqiqot obyektlari:** Biogaz va bioetanol ishlab chiqarish tizimi texnologik qurilmalari, biogaz va bioetanol ishlab chiqarilishini ta'minlaydigan mikroorganizmlar ( *Methanobacterium* avlodiga kiruvchi bakteriyalar), tajribalar uchun foydalanilgan xomashyo manbalari (chorvachilik ( qoramol, qo'y-echkilar) chiqindilari, parrandachilik chiqindilari, o'simliklar organik chiqindilari ( daraxt bargi, g'oz poyasi, bug'doy poxoli) chiqindilari).

**Tadqiqot usullari:** Mikrobiologik usullar, kimyoviy tahlil usullari, texnik-laboratoriya usullari, statistik usullar.

**Ishning e'lon qilinganligi.** Tadqiqot natijalari asosida olingan ma'lumotlar asosida 2011- va 2012-yillarda o'tkazilgan Samarqand davlat universiteti magistrantlarining an'anaviy ilmiy konferensiyalarida chiqish qilindi va 5 ta ilmiy maqola chop etildi.

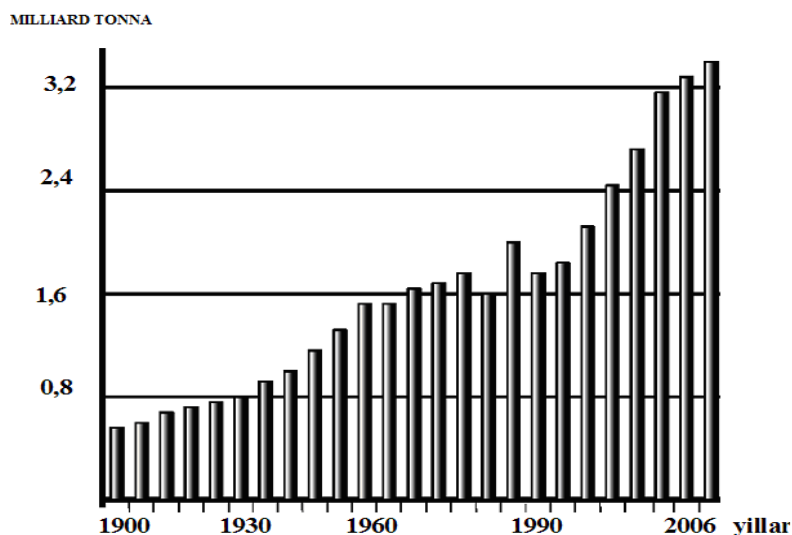
**Ishning hajmi.** Magistrlik dissertatsiyasi 78 raqamlangan betdan iborat bo'lib, uning tarkibida 13 ta jadval, 9 ta chizma va 10 ta rasmlar mavjud.

## 1. ADABIYOTLAR TAHLILI

### 1.1. Noan`naviy energiya manbalaridan foydalanish

#### 1.1.1. Dunyo mamlakatlarida noan`naviy energiya manbalaridan foydalanish

An`naviy energetik texnologiya mahsulotlaridan foydalanish qulay, ammo ekologik jihatdan bir qancha muammolarni jumladan, atrof muhitning issiqlik, kimyoviy va radioaktiv ifloslanishi kabi katastrofik holatlarni vujudga keltirishi mumkin. Shu bilan bir qatorda hozirgi kunda odamlarning energiyaga bo`lgan talabi yildan-yilga ortib bormoqda [6].



#### 1.1-chizma. Odamlarning energiyaga bo`lgan talabining ortib borishi.

(MAGATE, 2007, bunda energiyaga bo`lgan talab neftga ekvivalent miqdorda olingan).

Shu boisdan an`naviy energetik zahiralardan oqilona foydalanish va noan`naviy energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini kengroq tadqiq etish hamda amaliyotga joriy etish dunyo olimlari oldidagi yechilishi lozim bo`lgan dolzarb vazifalardan biriga aylandi. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari deganda insonlar tomonidan energiya hosil qilish maqsadida foydalanadigan tabiiy modda va materiallar zahirasi tushuniladi. Gaz, neft, ko`mir va atom yoqilg`ilari shular jumlasidandir [43].

Birlashgan Millatlar Tashkiloti Bosh Assambleyasining 1978-yildagi 33/148-sonli rezolyutsiyasiga asosan noanʼanaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari sifatida quyidagilar eʼtirof etilgan:

- quyosh energiyasi;
- shamol energiyasi;
- geotermal energiya;
- dengiz va okean toʻlqinlari hamda quyilishlari harakati energiyalari;
- yogʻ och, daraxt qoldiqlaridan hosil boʻladigan energiya;
- koʻmir, torf, yonuvchi slans, kichik va katta hajmdagi suv quyilish oʻzanlari energiyasi [17].

Yer sharidagi barcha energiya zahiralari oxir oqibat quyosh faoliyati mahsulotlari bilan bogʻliqdir. Amalda barcha noanʼanaviy energetikalar quyosh energiyasidan toʻgʻridan-toʻgʻri yoki aylanma yoʻllar orqali foydalanishga asoslanadi. Asosiy noanʼanaviy energetik potentsiallar - quyosh, shamol va daryolar energiyasi, dengiz chayqalishi, toʻlqinlar hamda biomassalar energiyasi bilan karakterlanadi. Koʻplab rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlarda noanʼanaviy energiya manbalaridan foydalanish boʻyicha davlat dasturlari ishlab chiqilgan va amaliyotga joriy etilgan. Samarali qayta tiklanadigan manbalardan biri – biomassa hisoblanadi. Biomassa zahiralari turli xil koʻrinishlarda barcha regionlarda mavjud boʻlib, ularning har biridan qayta ishlash orqali energiya yoki yoqilgʻi olish imkoniyatlari mavjuddir [19].

Sanoati rivojlangan mamlakatlarning umumiy energiyaga boʻlgan talabini biomassa hisobiga bor-yoʻgʻi 6-10 % ni qoplash mumkin. Yer sharida fotosintez natijasida 120 mlrd. tonna quruq organik mahsulotlar vujudga keladi, ularning energetik ekvivalenti 400 mlrd. tonna neftdan koʻproqdir. Biomassa, 2 mlrd. dan ortiqroq insonlar uchun asosiy yoqilgʻi-oʻtin manbasi hamdir. Ayniqsa uchinchi dunyo davlatlari hisoblanadigan mamlakatlarning qishloq hududlarida yashovchi aholi uchun yagona va qulay energiya manbasi hisoblanadi. Rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar uchun esa biomassa noanʼanaviy energiya manbasi

sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Yoqilg'i sifatida biomassa dunyoda yettinchi o'rinni egallasa, biogazdan energiya olish bo'yicha uchinchi o'rinni egallaydi. Biomassadan yadro energetikasidan olinadigan energiyaga nisbatan 4 marotaba ko'proq energiya olish mumkin. Biomassadan foydalanish quyidagi usullarda amalga oshiriladi: to'g'ridan-to'g'ri qizdirish, gazifikasiya, motor yoqilg'isi sifatida etil spirti ishlab chiqarish, maishiy xizmat va qishloq xo'jaligi qoldiqlaridan biogaz ishlab chiqarish. Biomassadan energiya olishda Portugaliya, Fransiya, Germaniya, Daniya, Italiya va Ispaniya davlatlari samarli foydalanishmoqda 1986-yilda biomassa va qoldiqlardan foydalanib, energiya olish bo'yicha loyihalarga YeI 70.6 mln. yevro miqdorida mablag' ajratgan bo'lsa, bu kabi tadqiqotlar uchun AQSh 1992-yilda 12 mln. dol. miqdorida mablag' ajratganligi ham bu boradagi ishlar qanchalik ahamiyatli ekanligini ko'rsatadi. Biomassa zahiralari 2000-yilda Yevropa miqyosida yog'och yoqilg'isi -75 mln, yog'och qoldiqlari - 70 mln , qishloq xo'jalik qoldiqlari - 250 mln, shahar chiqindilari - 75 mln. tonnani tashkil etgan. Shuningdek, energetik plantatsiyalar sifatida o'stiriladigan maydonlar yiliga 250 mln. tonnadan ortiqroq biomassa hosil qiladi [12, 70].

1.1- jadval.

**Yevropa ittifoq davlatlarida energiya ishlab chiqarishda qayta tiklanadigan manbalardan foydalanish (MAGATE, 2006-y).**

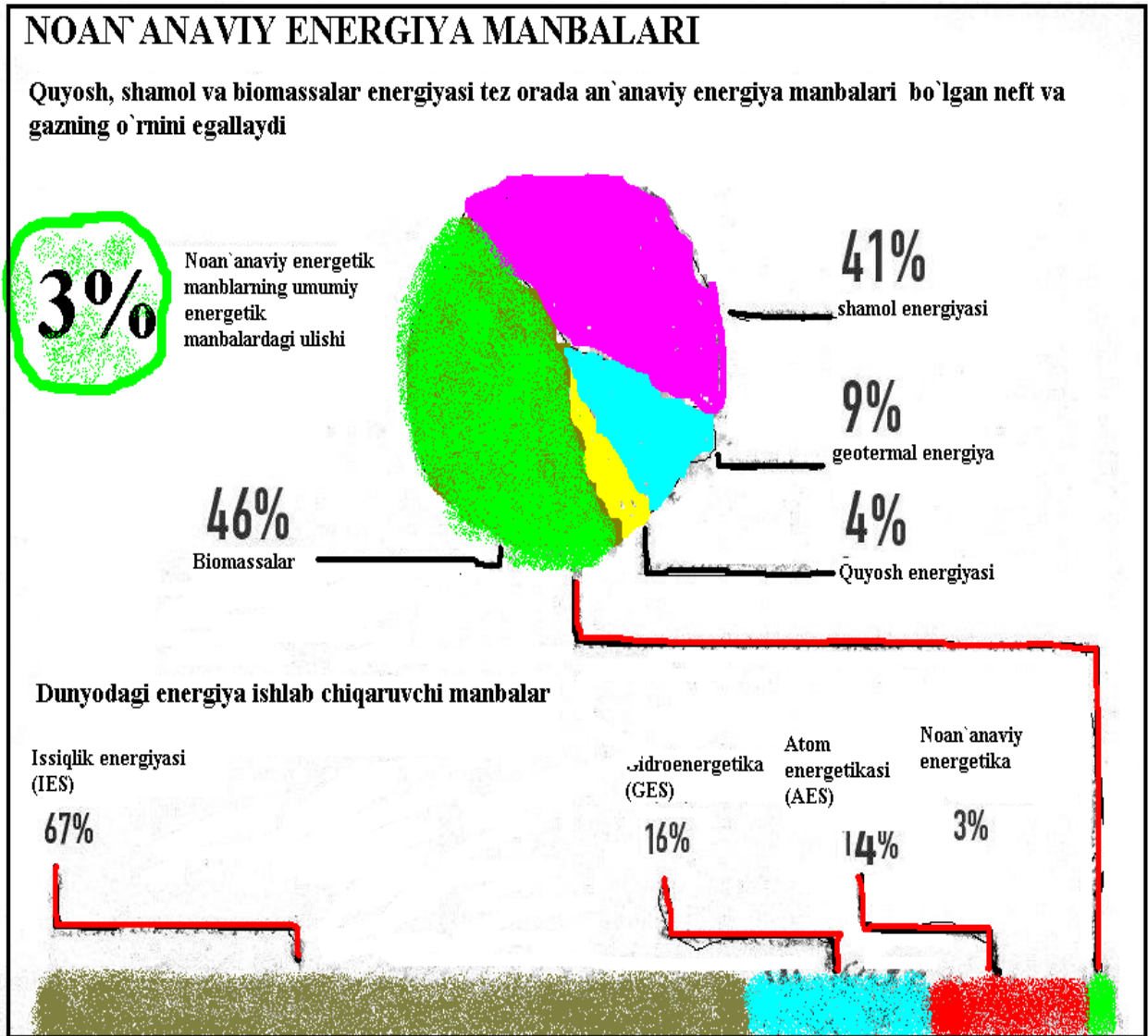
YeI davlatlari	Foydalanilgan noan'anaviy manbalar , Gvt					
	Geoterma	Suv	Shamol	Biomassa	Gelio	boshqa usullar
Belgiya	11,6	336,8	11,6	2830	0	3758
Daniya	11,6	23,2	904,8	13990	34,8	0
Fransiya	1798	68266	0	102451	174	2239
Germaniya	81,2	17272	34,8	38083	69,6	14164
Italiya	25160	42096	0	34486,8	81,2	4582

**Dunyo bo'yicha turli xil manbalardan elektroenergiya ishlab chiqarishning taxminiy bashorati, % hisobida (MAGATE, 2002)**

<b>Elektroenergiya manbasi</b>	<b>2020-y</b>	<b>2050-y</b>
Qazib olinadigan organik yoqilg'ilar yonishidan	30-40	15-20
To'lqin gidrostansiyalaridan	10-15	12-17
Kichik gidroenergetikadan	9-15	12-15
Daryolardagi yirik gidrostansiyalarda	3-7	1-2
Biomassa (daraxt va qishloq xo'jaligi qoldiqlari)	4-8	7-9
Quyosh energiyasi	4-7	7-9
Shamol energiyasi	4-7	7-9
Sintetik yoqilg'i va alkogol	2-5	4-6
Biomassa (maishiy chiqindilar)	2-4	3-4
Quyilish stansiyalari	1-2	2-3
Vodorod energetikasi	2-5	4-6
Mutlaqo yangi manbalar (masalan, metan-gidrat, okeanlarning termal gradiyenti, gidromagnitli dinamomashinalari)	1-5	5-8
Atom energetikasi	3-5	0-1

XIX asrning 50-yillaridan XX-asrning o'rtasigacha atmosferada CO<sub>2</sub> 15 % ga, 1958-yildan 1980-yilgacha esa 17 % gacha oshganligi qayd etilgan. Dunyo bo'yicha energiya olish hajmi ko'mir, neft va gaz hisobiga 98 %, gidro- va atom stansiyalari hisobiga ega bor-yo'g'i 2 % to'g'ri keladi. Elektroenergiya olish esa atom elektro-stansiyalari (AES) hisobiga 8-10 %, gidroelektrostansiyalar (GES) hisobiga 20%, issiqlik elektrostansiyalari (IES) hisobiga esa 70 % to'g'ri keladi. Dunyo bo'yicha gaz zahirasi 40 yilga, ko'mir zahirasi 200-300 yilga, neft zahirasi esa 30 yilga yetishi basharot qilinmoqda. Rivojlanayotgan mamlakatlarning energetikasi 90-95 % biomassalar hisobiga qondirilmoqda (Efiopiya, Sudan,

Bangladesh). Energetika AQSh da 3-4 %, Shvetsiyada 10 % va Finlyandiyada 17 % biomassaning qayta ishlanishiga bog'liqdir [76].



**1.2-chizma. Dunyo mamlakatlarida noan'anaviy energetik manbalardan foydalanish (AQSH energetika tashkiloti, 2011-yil).**

MAGATE ma'lumotlariga ko'ra, 2020-yilga borib elektroenergiyaning 10 foizi shamol energiyasi yordamida ishlab chiqarilishi basharot qilinmoqda. Bunda yiliga 1200 MVt yoki soatiga 3000 TVt elektroenergiya ishlab chiqarish ko'zda tutilgan. 2030-yilga borib Yevropa ittifoqi mamlakatlarining o'zidayoq 100 GVt shamol energiyasi ishlab chiqarish rejalashtirilgan [80].

### **1.1.2. O`zbekistonda noan`anaviy energiya manbalaridan foydalanish.**

Statistik ma'lumotlarga ko'ra mamlakatimizning tabiiy gaz va neft zahiralari yana 20-25 yilgacha mamlakatimizning is'temol talablarini qondira oladi. Ammo, bu vaqt orasida elektroenergiya sarfi 50 mlrd. kVt soat ni tashkil etishi bashorat qilinmoqda. Natijada an'anaviy uglevodorod zahiralarda tanqislik vujudga keladi. Shu boisdan mamlakatimizda zahira manbalardan foydalanish imkoniyatlarini o'rganish va amaliyotga joriy etish bo'yicha amaliy tadbirlar amalga oshirilmoqda [6].

O'zbekistonda noan'anaviy zahira energiya manbalari sifatida quyosh energiyasi, suv zahiralari, shamol energiyasi, biomassalar va geotermal zahiralari nazarda tutiladi. Muvofiq tashkilotlar tomonidan berilgan ma'lumotlarga ko'ra ushbu zahira manbalarining maksimal potentsiali 6750,9 mlrd. tonnani, texnik potentsiali esa 177 mln. tonna neft ekvivalentiga teng deb hisoblanadi. Ayni vaqtda ushbu zahira manbalardan bor-yo'g'i 0,6 mln. tonna neft ekvivalenti nisbatidagi texnik potentsialdan foydalanilmoqda (umumiy potentsialga nisbatan 0,3 % ) [7, 73].

Gidroenergetik zahiralari. O'zbekistonda ikkita yirik daryo tizimi Amudaryo va Sirdaryo qamrab olingan bo'lib asosiy gidroelektrostansiyalar Sirdaryo va uning irmoqlarida joylashgan. Ayni vaqtda O'zbekistonda quvvati 1684 MVt ga teng bo'lgan 30 ta gidroelektrostansiyalar faoliyat olib bormoqda va ulardan yiliga 6,4 mlrd. kVt•soat gacha elektroenergiya olinmoqda. Respublikada mavjud yirik daryolarning gidroenergetik zahiralardan bor-yo'g'i 30 % idan foydalanilmoqda. Vaholanki kichik daryo o'zanlaridan olinadigan texnik potentsial quvvati 1760 MVt deb baholanmoqda va ulardan yiliga 8 mlrd. kVt•soat gacha elektroenergiya ishlab chiqarish mumkinligi isbotlangan. Ayni vaqtda esa bu zahiralardan foydalanish yo'lga qo'yilmagan. Shunday qilib, O'zbekiston respublikasining gidroenergetik potentsial quvvati 7445 MVt ni tashkil etib yiliga 26,7 mlrd. kVt•soat elektroenergiya ishlab chiqarish mumkin. Hozirda esa bor-yo'g'i 23 % zahiradan foydalanilmoqda. Bundan tashqari kichik gidroenergetika deb

nomlanadigan yirik hajmdagi potensialga ega bo'lgan gidroenergetik zahiradan faqatgina 3,2 % dan foydalanilmoqda. Tadqiqotlar natijasida bu kabi kichik gidroelektrostansiyalar yiliga 8 mlrd. kVt\*soat elektroenergiya ishlab chiqarishi mumkinligi isbotlangan. Ayni vaqtda O'zbekiston Respublikasida kichik gidroelektrostansiyalarni (GES) rivojlantirishning davlat dasturi ishlab chiqilgan bo'lib, quyidagi GESlar ishga tushirilgan: Urgut GES – quvvati 1,5 MVt; To'palang GES – quvvati 30,0 MVt. Ushbu dastur asosida quyidagi GES lar qurilishi rejalashtirilgan: “Hisorak” – quvvati 45,0 MVt; Ohangaron GES – quvvati 21,0 MVt; Andijon GES -2 – quvvati 50 MVt; Shohimardon GES – quvvati 2,2 MVt; “Gulba” GES – quvvati 5,0 MVt [77].

Quyosh energiyasi. O'zbekiston Respublikasi hududiga har yili zarur quyosh energiyasidan kamida 4 barovar ko'proq quyosh energiyasi tushadi. Respublikada quyosh energiyasidan foydalanishning eng samarali usullaridan biri suv ta'minotida issiq suv tayyorlash uchun kam potentsialli issiqlik olish hisoblanadi. Bundan tashqari kam potentsialli issiqlik energiyasidan qishloq xo'jaligida issiqxonalarni isitish tizimida, chorvachilik fermer xo'jaliklarida, turli xil meva va sabzavotlarni konservalash va quritishda, maishiy-sanitar va texnologik zaruriyatlar uchun keng ko'lamda foydalanish mumkin. Quyosh energiyasidan Respublikada kengroq foydalanishning ikkinchi usuli uni elektroenergiyaga aylantirish hisoblanadi. Bunda asosan quyosh nurlari energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda fotoelektrik va termodinamik usullardan foydalanish asosida texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Kichik ES larni qurish orqali yirik ES lar bilan raqobatlasha oladigan va ekologik toza hisoblanadigan texnologiyalar asosida tan-narxi arzon elektroenergiya olish mumkin. Respublikada ayni vaqtda quyosh nuri energiyasi asosida suvni qizitib beruvchi moslamalar (kollektorlar) ishlab chiqarish "Foton" OAJ, "Qurilishgelioservis" OAJ va "Enkom" ilmiy-ishlab korxonalarida yo'lga qo'yilgan. Respublikamizda ayni vaqtda o'rnatilgan va ishga tushirilgan kollektorlar maydoni 40 ming. kvadrat metrni tashkil etadi. Quyosh nuri

energiyasidan foydalanib tibbiy muassasalar, Respublika mudofaa vazirligi tasarrufidagi obyektlar, “O’ztransgaz” AK, “O’zbekiston temir yo’llari” DAK, Olmaliq va Navoiy kon mutallurgiya korxonalar va qator korxonalar issiq suv bilan ta’minlanadigan tizimlar asosida faoliyat olib bormoqda. Hozirda mamlakatimizda o’rnatilgan fotoelektrik tizim (FES) ning quvvati 10 kVt dan oshmaydi. Ular Qoraqalpog’iston Respublikasida joylashgan, “O’ztransgaz” AK tasarrufidagi Ayozqal’a turistik kompleksi hamda Kostruba posyolkasida o’rnatilgan [73].

Shamol energiyasi. Mamlakatimizda shamol energiyasining taxminiy potentsiali 2,2 mln. tonna neft ekvivalentiga teng deb hisoblanadi. Uning texnik potentsiali 0,427 mln. tonna neft ekvivalentiga teng. Mamlakatimizda shamol energiyasidan samarali foydalanish mumkin bo’lgan obyektlar sifatida Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo va Toshkent viloyatlari hamda Qoraqalpog’iston Respublikasi hududlari e’tirof etiladi. Shamol energiyasidan foydalanish moslamalaridan biri Qoraqalpog’iston Respublikasining Qozoqdaryo aholi yashash punktidagi parrandachilik fabrikasida o’rnatilgan. Bu kabi tajriba moslamalaridan yana biri Toshkent viloyatining Chorvoq posyolkasida teleradio ko’rsatuvlarni uzatish stansiyasida o’rnatilgan (quvvati taxminan 100~500 kVt). Bu kabi shamol energiyasidan elektroenergiya ishlab chiqaruvchi moslamalarni noqulay hududlarda joylashgan elektroenergiya uzatuvchi simlarni yetkazish qiyin bo’lgan hududlarga joylashtirish juda katta miqdordagi iqtisodiy samara beradi.

Geotermal energiya. O’zbekiston hududi geotermal energiyasiga boy hudud hisoblanadi. Mamlakatimizda petrotermal (qattiq tog’ jinslari (buloqlari) issiqligi) va gidrogeotermal zahiralari tafovut qilinadi. Respublikadagi petrotermal energiyaning umumiy potentsiali 6700 mlrd. tonna neft ekvivalenti bilan baholanadi. O’zbekiston hududida bir biridan farqlanuvchi quyidagi artizan hovuzlari mavjud: Toshkent oldi, Chimkent, Farg’ona, Zarafshon, Qashqadaryo, Dehqonobod, Surxondaryo, Qizilqum, Ustyurt. Ulardagi suvning o’rtacha harorati 30 °C dan 75 °C gacha bo’lishi aniqlangan. Ushbu suvlarning issiqlik hosil

qilishidan foydalanib yiliga 170,0 ming tonna neft ekvivalentiga teng energiya ishlab chiqarish mumkinligi bashorat qilinmoqda [73, 77].

Biomassalar energiyasi. O'zbekistonda juda katta miqdordagi o'simliklar (g'o'zapoya yiliga 5,0 mln.t. miqdorida; shox-shabbalar, daraxt barglari va novdalari, makkajo'xori so'talari va h.k. yiliga 6,0 mln.t. atrofida) va qishloq xo'jalik hayvonlari chiqindilari asosidagi biomassasi mavjudligi e'tirof etiladi. Birgina g'o'zapoyaning o'zidan hosil qilinadigan umumiy energiya miqdori yiliga 2,3 mln. tonna neft ekvivalentiga teng deb baholanadi. Uning texnik potentsiali yiliga 257,2 ming tonna neft ekvivalentiga tengdir. Ushbu biomassalarni qayta ishlab undan biogaz olish imkoniyati O'zbekistonda juda yuqoriligi dunyo hamjamiyati olimlari tomonidan ham e'tirof etilmoqda. Mutaxassislar hisob-kitoblariga ko'ra birgina biomassalardan unumli foydalanilganda O'zbekistonning energetikaga bo'lgan talabini 15-19 % ga qoplash imkoniyati vujudga keladi [6]. Biomassalarni qayta ishlash orqali nafaqat energetika muammolari yechiladi, balki qishloq xo'jaligi ekin maydonlarini yuqori sifatli ekologik toza va tannarxi arzon bo'lgan biologik o'g'itlar bilan ham ta'minlash mumkin [7].

Bu kabi amaliy ishlar biri BMT ning energiya va tabiatni muhofaza qilish fondi tomonidan qo'llab quvvatlangan "O'zbekistonda biogaz texnologiyasini rivojlantirishga ko'maklashish" loyihasi asosida Toshkent viloyati, Zangiota tumani hududidagi "Milk-Agro" naslchilik fermer xo'jaligida amalga oshirilgan. Ushbu loyiha asosida ishga tushirilgan biogaz ishlab chiqarish qurilmasining umumiy hajmi 120 m<sup>3</sup> ni tashkil etadi (2 ta 60 m<sup>3</sup> hajmli bioreaktor). Hosil qilingan biogaz 60 m<sup>3</sup> hajmli gazgolderda saqlanadi. Qurilmaning quvvati natijasida kuniga 300 m<sup>3</sup> biogaz va 10 tonna suyuq bioo'g'it olinmoqda. Hozirda mamalakatimiz hududlarida turli xil quvvatga ega bo'lgan 4 dona biogaz qurilmasi ishlab turibdi.

2008-yilning aprel oyida Qashqadaryo viloyati Shahrisabz tumanidagi, Miraki qishlog'i hududida joylashgan dam olish maskanida hojatxona chiqindisi asosida ishlaydigan biogaz qurilmasini qurish ishlari boshlandi [8, 73].

## 1.2. Organik chiqindilardan bioenergiya ajratib olish texnologiyasi

### 1.2.1. Organik chiqindilardan bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasi

Bioetanol karbonat angidrid va suvning yonishidan hosil bo'ladigan ekologik toza mahsulot bo'lib, u hozirgi kunda dunyodagi ko'pchilik davlatlarda insonlar ehtiyoji uchun zarur bo'lgan xomashyolar (jumladan, donli ekinlar) dan olinmoqda. [www.ethanol.org](http://www.ethanol.org) saytining ma'lumotlariga ko'ra, hozirda har yili butun dunyo mamlakatlarida tarkibida sellyuloza saqlovchi va insonlar ehtiyoji uchun umuman sarflanmaydigan 200 mlrd tonna quruq hisobda o'simliklarning chiqindilari hosil bo'ladi. Tarkibida sellyuloza tutuvchi ushbu organik chiqindilarni biotexnologik usullar yordamida qayta ishlab energiya manbai hisoblangan etanol ajratib olish imkoniyati mavjud. Bu texnologik jarayon mikroorganizmlar ishtirokida boradi [21].

Ma'lumki, bundan minglab yillar ilgari ham odamlar spirtli mahsulotlar hisoblangan - pivo, vino, musallas kabi ichimliklarni tayyorlashni bilishgan, ularning o'ziga xos usullarini yaratishgan. Ammo bu jarayonlarni nazariy jihatdan o'rganish XIX asrning 1-yarmiga kelibgina boshlangan [64]. Quyida o'simliklarning organik chiqindilaridan bioenergiya ajratib olish texnologiyasi bilan bog'liq bo'lgan muhim sanalarni keltiramiz:

1811-yilda K.Kirxgof birinchi bo'lib o'simliklar polisaxaridlari, jumladan, kraxmalning gidrolizlanishi kuzatish bo'yicha amaliy tajribalarni o'tkazgan. U 0.5 % li etanol aralashmasi ishtirokida gidroliz jarayonini olib borib, 24-25 soatda 100 kg kraxmaldan 75 kg kristall holdagi glukoza ajratib olish mumkinligini isbotlab bergan. 1819-yilda fransuz kimyogari Brakonno daraxt qipiqclarini 91.5 % li  $H_2SO_4$  ishtirokida gidrolizlab, sof holdagi glukoza ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqqan va uni nazariy jihatdan isbotlab bergan. 1822-yilda rus olimi P.Fogel o'zining amaliy tajribalarida daraxt qipiqclari va boshqa sellyulozali chiqindilarni 87.5 % li  $H_2SO_4$  ishtirokida gidrolizlab, glukoza ajratib olgan. 1832-yilda nemis kimyogari Dobereyner o'zining ilmiy maqolalarida kraxmal va boshqa polisaxaridlarni  $H_2SO_4$  ishtirokida parchalab, chumoli kislotasini ajratib olishning

nazariy asoslarini keltirib oʻtgan. 1840-yilda Steynxauz daraxt qipiqdari va oʻsimliklar poxolidan furfurolni ajratib olish boʻyicha amaliy tajribalar olib borgan va uning ishlari samarali yakunlangan. 1854-yilda fransuz olimlari Peluz va Arnular tomonidan xona haroratida oʻsimliklar chiqindilaridan spirt ajratib olish usuli yaratilgan. Ular bu usulning texnologik qurilmalarini 1855-yil ishlab chiqishgan va uni amalda qoʻllab koʻrishgan. 1855-yilda Milsen oʻsimlik chiqindilarini 2-5 % li  $H_2SO_4$  ishtirokida gidrolizlab, uning mahsulotlaridan spirt ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqdi va uni amalda isbotlab berdi. 1877-yilda Chirvinskiy oʻsimlik qoldiqlarini 0.5-1.0 % li  $H_2SO_4$  va HCl aralashmasi yordamida gidrolizlash samarali ekanligini amaliy tajribalari asosida isbotlab bergan. 1894-yilda Simonsen 0.5 % li  $H_2SO_4$  ishtirokida, 165-170 °C da va 25 minutda gidrolizlash imkonini beradigan texnologiyani ishlab chiqdi. Uning texnologiyada glukoza chiqish koʻrsatkichi 22-23 % ga,  $H_2SO_4$  sarfi 2-3 % ga, spirt ajratish quvvati 50-60 litr/ tonna chiqindi ga teng boʻlgan. 1899-yilda Germaniyada Klyassen tomonidan ishlab chiqilgan texnologiya asosida birinchi spirt ishlab chiqarish zavodi ishga tushdi. Keyinchalik bu texnologiya Fransiya, Angliya va AQSHda ishga tushirilgan spirt zavodlari uchun asos boʻlib xizmat qildi. 1910-yilda AQSH da Jordjtaun tomonidan bir tonna oʻsimlik organik chiqindilaridan 75-95 litr etanol ishlab chiqarish quvvatiga ega boʻlgan texnologik qurilma yaratilgan. 1919-yilda M.Shmidt oʻsimliklar qoldiqlarini gidrolizlab, mahsulotni dializ usulida ajratib olish usulini ishlab chiqdi. 1922-yilda Mayner va Braunning organik qoldiqlarni qayta ishlab, furfurol ajratib olishga moslashgan qurilmalari asosida AQSH da sanoat miqyosida furfurol ishlab chiqarish boshlangan. 1930-yillarda etanol va furfurol ajratib olishga qaratilgan eksprementlar natijalari sanoat miqyosida qoʻllanila boshlangan. Shu davrgacha oʻrganilgan nazariy bilimlar asosida sanoat miqyosida etil spirti ishlab chiqaruvchi mini zavodlar ishga tushirila boshlangan. Bunday zavodlarning dastlabkilari Braziliya, AQSH, Fransiya va Rossiyada qurilgan edi. 1934-yilda Cherepovski tomonidan 6 ta 1 m<sup>3</sup> hajmga ega gidrolizatorlardan iborat tajriba zavodi ishga

tushirilgan. Bu mini zavod bir tonna quruq qoldiq biomassadan 178 litr etil spirti ishlab chiqarish imkoniyatiga ega boʻlgan. 1935-yilda M.Kirov tomonidan xomashyo sifatida daraxt qipigʻidan foydalanuvchi, 0.5-0.7 % li  $H_2SO_4$  bilan 175-190 °C da gidroliz qilishga asoslangan va gidrolizator hajmi 18 m<sup>3</sup> ga teng boʻlgan texnologiya ishlab chiqildi. Bu texnologiya bir tonna quruq holdagi daraxt qipigʻidan 225-240 litr etanol olish imkoniyatiga ega edi. 1941-yilda prof. V.Shirkov sellyulozaning gidrolizlanishida achitqi mikroorganizmlardan foydalanishga asoslangan texnologiyani taklif qildi. Bu texnologiyaning afzalligi shunda edi-ki, etanol hosil boʻlish jarayoniga ketadigan vaqt 4-6 martagacha qisqaradi. 1950-yillardan boshlab butun dunyoda oʻsimliklarning qoldiq biomassasi asosida etanol ajratib olish va uni texnik yoqilgʻi maqsadida foydalanish jadallik bilan taraqqiy eta boshladi [53, 75].

Bioetanol – etanolning bir koʻrinishi boʻlib, hozirgi kunda u yoqilgʻi maqsadida oʻsimliklarni organik qoldiqlarini qayta ishlash jarayonlari natijasida olinmoqda. MAGATE ning 2005-yilgi maʼlumotlariga koʻra, butun yer yuzida bir yil davomida ishlab chiqarilayotgan bioetanol miqdori 36,3 mlrd. litrga teng. Hozirda bioetanol ishlab chiqarish boʻyicha Braziliya va AQSH butun dunyoda yetakchilik qilmoqda. Bu davlatlarda yoqilgʻiga boʻlgan talabning 44-46 % miqdori bioetanol ishlab chiqarish orqali qoplanadi. Braziliyada shakarqamish va qand lavlagidan bioetanol olish texnologiyasi 1970-yillarda rivojlana boshlangan va mamlakatning benzin import qilish koʻrsatkichlari yildan yilga kamayib borgan. Bu texnologiyadan keng foydalanish natijasida 1970-yil 997 million dollar, 1980-yil 10 milliard dollar, 1985-yil 84 milliard dollar miqdoridagi import uchun sarflanayotgan mablagʻ tejab qolingan. Bu davlatda bioetanol ishlab chiqarish yildan yilga oshib bormoqda. Braziliyada 1975-yilda 23 million litr, 1980-yilda 37 million litr, 1982-yilda 40 million litr, 1985-yilda 107 million litr bioetanol ishlab chiqarilgan boʻlsa, hozirgi kunda bu davlatda 35 milliard litr etanol ajratib olinmoqda. Uning 30 %, yaʼni 10 milliard litri oʻsimliklarning organik chiqindilarini qayta ishlash orqali olinmoqda [53].

AQSH da ham bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasiga qiziqish XX asrning oxirlarida boshlangan edi. 1980-yilda bu davlatda qiymati 297 million dollarga teng bo`lgan 619 ming tonna bioetanol ishlab chiqarilgan. O`sha davrlarda mamlakatning 28 shtatida 800 dan ortiq etanol yoqilg`isi bilan savdo qiladigan shahobchalar mavjud bo`lgan. 1985-yillarda AQSH ning yoqilg`iga bo`lgan talabining 10 % bioetanol ishlab chiqarish orqali qoplangan. Hozirgi kunda AQSH da yiliga 45,6 milliard litr bioetanol ishlab chiqarilmoqda. Taqqoslash uchun aytish mumkinki, bu ko`rsatkich 1980-yilda 1,4 milliard litrga teng bo`lgan [69].

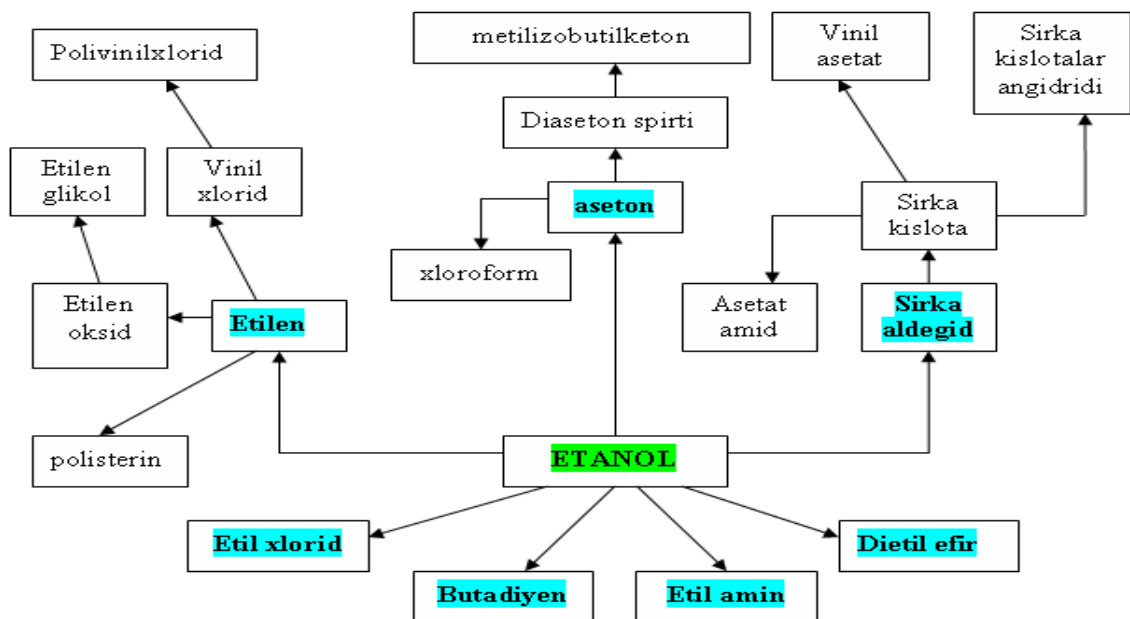
Yevropa mamlakatlari ichida Fransiya bioetanol ishlab chiqarish bo`yicha yetakchi o`rinni egallaydi. Bu mamlakatda etanol asosan yernok (topinambur), shakarqamish va qand lavlagining chiqindilaridan olinmoqda. Xomashyo sifatida yernokdan foydalanishning asosiy sababi, uning hosildorligining 50-60 tonna/gektar ekanligidir. Hozirgi kunda Fransiyada har yili 1,5-2,0 million tonna neftga ekvivalent miqdorda energiya beradigan bioetanol ajratib olinmoqda [32].

Osiyo davlatlaridan Hindistonda bioetanol ajratib oish texnologiyasiga qiziqish juda kuchli edi. Bu mamlakatda 1980-yilda o`simliklarning organik chiqindilaridan 6 million litr bioetanol ajratib olingan. Keyingi yillarda esa bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasini taraqqiy etishi Sharqiy Osiyo davlatlari bilan bog`liq. Yaponiyada 1981-yilda hukumat tomonidan qishloq xo`jalik chiqindilari asosida bioetanol ishlab chiqarish dasturini amalga oshirish uchun 12 milliard ien miqdorda sarmoya ajratilgan. Bu ushbu davlatda texnik maqsadda etil spirtini ishlab chiqarishning jadallik bilan taraqqiy etishiga sabab bo`ldi. Hozirgi kunda Yaponiyada yiliga 100 million litr miqdorida texnik maqsadda ishlatiladigan etanol ishlab chiqarilmoqda va bunda asosiy xomashyo sifatida o`simliklar qoldiq biomassasidan foydalanilmoqda. Filippinda 1981-yilda biomassadan sutkasiga 1000-1200 litr atrofida etanol ishlab chiqarish imoniyatiga ega bo`lgan 10 ta mini zavod tashkil etish to`g`risida dastur ishlab chiqilgan edi. Ushbu davlatda hozirda bunday tipdagi zavodlarning soni 8000 ga yetgan va ularning ko`pchiligi sutkasiga 7500-10000 litr etanol ishlab chiqarish imkoniyatiga ega [64].

Avstraliyada shakarqamishning qoldiq biomassasidan etanol olish texnologiyasi 1990-yillarga kelib rivojlana boshlagan. O`sha paytda bu davlatda ishlab chiqarishning shu yo`nalishini rivojlantirish maqsadida 1,1 million AQSH dollari miqdorida mablag` ajratilgan edi. Hozirgi kunda Avstraliyada har yili hosil bo`ladigan biomassalar qoldig`idan 125 million litr miqdorda texnik maqsadda ishlatiladigan etil spirti ishlab chiqarilmoqda. 2000-yillardan boshlab bir qator Lotin Amerikasi (Kosta-Rika, Venesuela), Afrika (Chad, Mali, Niger, Burkino Faso) va Osiyo (Malayziya, Indoneziya) davlatlarida etanol ishlab chiqarishning Braziliya tajribasi katta qiziqish bilan o`rganilib, keng yo`lga qo`yila boshlandi [50].

Eng so`nggi ma`lumotlarga ko`ra, hozirgi kunda dunyoning 43 mamlakatida qoldiq biomassasidan etanol olish texnologiyasi yo`lga qo`yilgan va u ushbu davlatlar xalq xo`jaligining ajralmas qismiga aylangan [81]. Etanol - ekologik toza yoqilg`idir. Undan keyingi yillarda dvigatellarning harakatga keltiruvchi ichki yonilg`isida ham foydalanilmoqda. Etanolning qo`llanilish yo`llari xilma-xildir [64].

1.3–chizmada ajratib olingan etanolning ishlatilish sohalari keltirilgan.



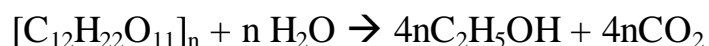
1.3-chizma. Etanolning qo`llanilish sohalari (Шевелухи, 2003).

Etil spirti (etanol) tabiiy sharoitda o`ziga xos xos hususiyatlarga ega bo`lgan mikroorganizmlar ishtirokida murakkab uglevodlardan ishqoriy muhit (pH 4.0-5.0) da hosil bo`ladi. Etil spirt hosil bo`lishining bu mexanizmi butun dunyoda ichimlik spirti olish uchun asos bo`lib xizmat qiladi [53].

Spirt hosil qilish jarayonida ishtirok etadigan va eng ko`p tarqalgan mikroorganizmlar guruhiga –*Saccharomyces cerevisiae* zamburug`i kiradi. Spirt hosil bo`lish muhitida etanolning ulushi 10 % dan oshgandan keyin undagi mikroblil massa kamaya boshlaydi [3]. Natijada etanol hosil bo`lish jarayoni susayadi. Hosil bo`lgan muhitdan etanolni ajratib olishda distillatsiya yoki fraksiyalash usulidan foydalaniladi. Distillatsiyadan keyin olingan aralashma 95 % etil spirti va 5 % suvdan iborat bo`ladi. Toza holdagi etanol sanoatda benzol tipidagi moddalar bilan birgalikda distillatsiya qilish orqali olinadi. Biomassadan etanol ajratib olish jarayonida energiyaning asosiy qismi distillatsiya vaqtida yo`qotiladi. Uglevodlarning achish jarayonida esa bor-yo`g`i 0.5 % energetik potensial yo`qotilishi aniqlangan [14].

Quyida biomassadan bioetanol olishning turli xil tiplari keltirilgan:

1. Etanolni shakarqamishdan olish usuli. Sanoatdan shakarqamish asosan shakar olish uchun ishlatilishi ma`lum. Keyingi vaqtlarda shakar ajratib olingandan keyin qoladigan shakarqamishning organik chiqindilaridan spirt olish mumkinligi aniqlandi va uning texnologik asoslari ishlab chiqildi. Achitqi mikroorganizmlar ishtirokida yuz beradigan bu jarayonda shakarqamish tarkibidagi murakkab uglevodlar gidroglizlanadi va spirt ajralib chiqadi. Bunda sodir bo`ladigan asosiy reaksiya quyidagi ko`rinishga ega:



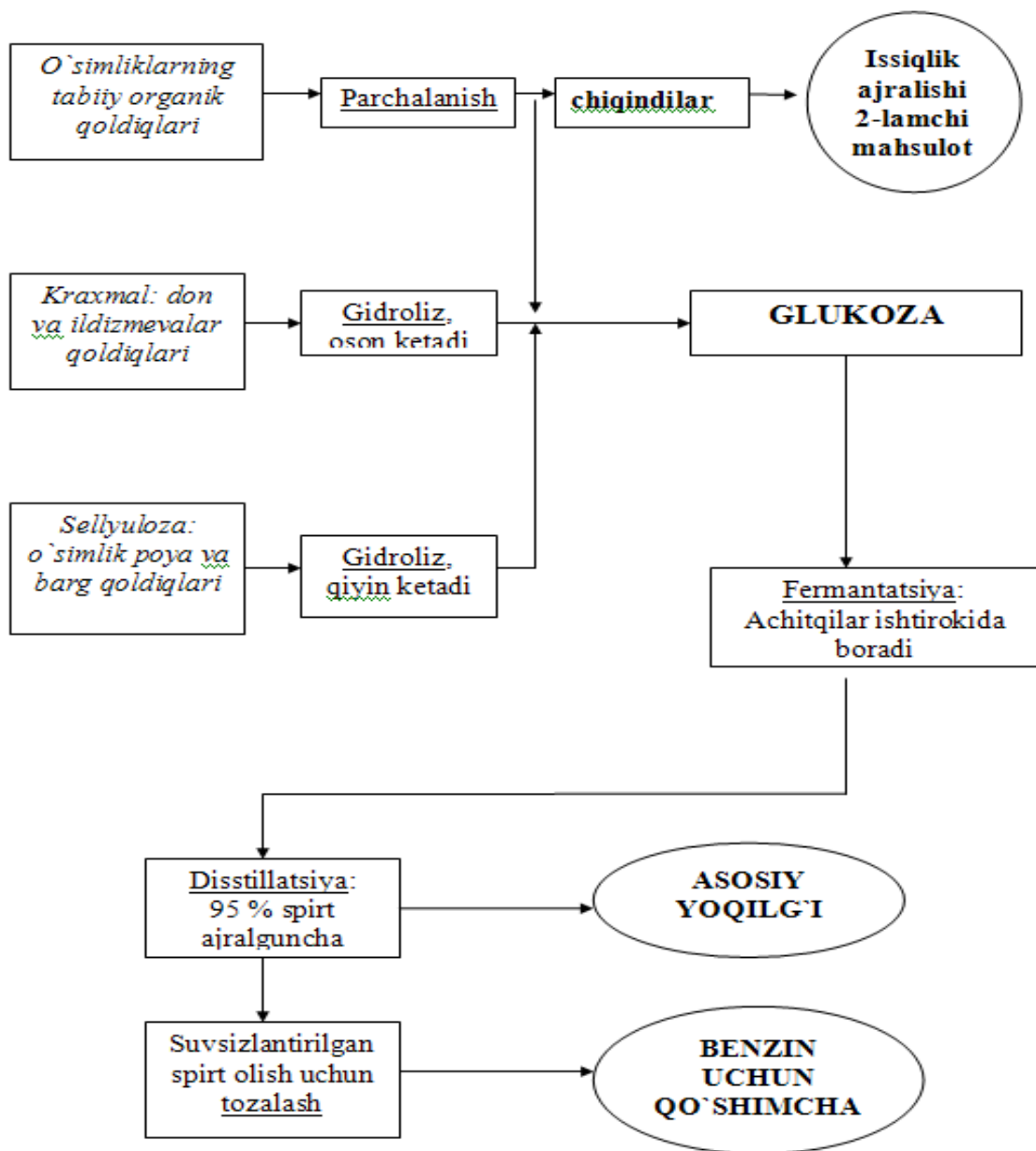
Ushbu reaksiya jarayonida oraliq mahsulot sifatida glukoza hosil bo`ladi. Amaliyotda texnik maqsadda foydalanilayotgan etanolning deyarli 40 % miqdori shu usul orqali ajratib olinmoqda [26].

2. Etanolni qand lavlagidan olish usuli. Bu usul ham etil spirtni shakarqamishdan olish usuliga o`xshash shaklda bo`ladi. Lekin qand lavlagining organik qoldiqlari yetarli miqdorda issiqlik ajrata olmaydi. Natijada texnologik jarayonni borishi uchun qo`shimcha issiqlik manbalari qo`llaniladi. Bu esa etanolning qiymatining qimmatlashuviga sabab bo`ladi. Shu sababli qand lavlagidan texnik maqsaddagi etanol ajratib olish usuli sanoatda kam qo`llaniladi [50].

3. Etanolni o`simlik kraxmalidan olish usuli (masalan, maniokdan). Ma`lumki, kraxmal glukozagacha gidrolizlanadi. Kraxmal o`simliklarni barcha jarayonlarini energetik jihatdan ta`minlaydigan asosiy manba hisoblanadi. Kraxmal yirik molekula bo`lib, u bir chiziq bo`lib joylashgan, uglerod bog`lari orqali birikkan glukoza qoldiqlaridan iborat. Bu molekular bug`doydoshlar oilasiga kiruvchi o`simliklar va ayrim zamburug`larda uchraydigan fermentlar ta`sirida parchalanishi mumkin. Kraxmalda mavjud bo`lgan bog`larni kuchli kislotali muhit ( $\text{pH}=1.5$ ) va  $0.2 \text{ MPa}$  bosimda ishlov berish orqali parchalash mumkin [48].

4. Etanolni o`simliklar sellyulozasidan olish usuli. O`simliklar quruq biomassasi tarkibida  $40 \%$  gacha sellyuloza saqlanadi va u potensial yangilangan energiya manbayi hisoblanadi. Sellyuloza tarkibida glukoza tituvchi polimer birikmadir. Sellyuloza tarkibidagi glukoza molekulari kraxmal tarkibidagi glukoza molekulariga nisbatan qiyin gidrolizga uchraydigan shaklda bo`ladi. O`simliklarda sellyuloza lignin bilan birikkan holatda bo`ladi, lignin sellyulozaning glukozagacha gidrolizlanishini ta`minlab beradi [14]. Sellyuloza gidrolizini ishqorli muhitda ham o`tkazish mumkin, lekin bu jarayon ko`p energiya talab qiladi. Sellyulozaning gidrolizlanishidan achitqidan foydalanish kam energiya talab qiladi. Bu usulning kamchiligi, jarayon uchun ko`p vaqt talab etilishidir. Hozirgi kunda biomassadan, xususan sellyulozadan etanol olishning zamburug`lar ishtirokida boradigan texnologik usuli keng qo`llanilmoqda va unda asosiy xomashyo sifatida daraxtlarning barglari, ildiz va poya qoldiqlari ishlatilmoqda [81].

Sanoatda bir qator o`simliklardan, jumladan boshoqli o`simliklar (xususan, makkajo`xori), kartoshka, maniok, yeryong`oq, qand lavlagi, shakar qamish, topinambur va boshqalar etanol olish uchun samarali manba sifatida foydalanilib kelinmoqda. Shakar qamish va qand lavlagisi asosan uglevodorodlar, ko`proq saxaroza zahirasi hisoblansa, tapinamburda ko`proq inulin, qolganlarida esa kraxmal ko`proq to`planadi [6].



**1.4 - chizma. O`simliklar organik chiqindilaridan bioetanol olish texnologiyasining sxematik ko`rinishi (Шевелухи, 2003).**

Saxaroza va kraxmal oddiy *Saccharomyces cerevisae* achitqisi yordamida achitiladi. Oxirgi vaqtlarda ushbu jarayonlar uchun boshqa turkumdagi mikroorganizmlardan ham foydalanish bir qadar kengaygandır. Masalan: agava sharbatini achitish qobiliyatiga ega boʻlgan *Zygomonas* bakteriyasiga eʼtibor qaratilmoqda.

Polisaxaridli substratlarda etanol tayyorlash jarayonida koʻproq termofil mikroorganizmlar istiqbolli hisoblanadi. Masalan: sellyuloza saqlovchi maxsulotlardan etanol tayyorlashni oʻta yuqori darajada chiqishini taʼminlovchi mikroorganizm - bu *Clostridium thermohydrosulfuricum* bakteriyasidir.

Mahsulot miqdorini oshirish maqsadida, mikroorganizmlarni hosildorligi ular ishlab chiqaradigan fermentlarni faolligi va moʻtadilligini koʻtarish maqsadida yangi-yangi bakteriyalar topish va ularni turli xil manbalarga immobilizasiya qilishni yoʻllari takomillashtirilmoqda. Eʼlon qilingan maʼlumotlarga koʻra uglevodorod saqlovchi substratlar fermentatsiyasidan olinadigan etanol (2000 y) traditsion kimyoviy usulda olinadigan spirtidan arzon.

1.3-jadval

### **Turli xil manbalardan etanol chiqish imkoniyatlari**

(Евилевич, 2009)

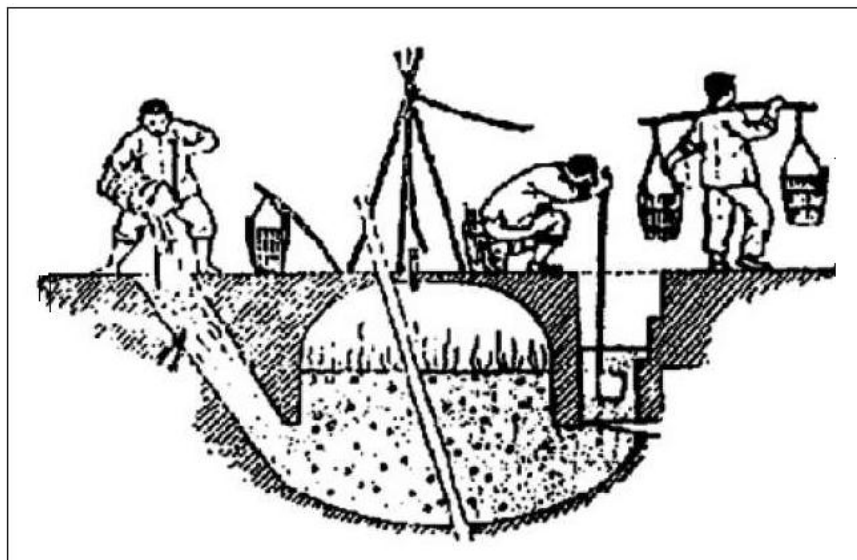
<b>Manbalar</b>	<b>Etanol chiqishi, litr/tonna</b>
Shakarqamish qoldiqlari	70-90
Maniok qoldiqlari	180-200
Joʻxori qoldiqlari	86-95
Batat biomassasi	125-140
Makkajoʻxori biomassasi	370-385
Ildizmevalar qoldiqlari	160-180

Uglevodorod saqlovchi manba sifatida bir qator mikrosvu`tlaridan foydalanish mumkinligi ham isbotlangan (*Bothryacoceus*, *Isochrysis* va boshqalar). Ba`zi bir suv o`tlari hujayralarining quruq biomassasida uglevodorodlar miqdori 15-80 % ni tashkil etadi. Uglevodorodlarni eng ko`p saqlovchi mikroorganizm *B.braunii* bakteriyasidir, shu tufayli ham bu bakteriyani energiya manbai sifatida qo`llash mumkinligi isbotlab berilgan [6, 18].

## 1.2.2. Organik chiqindilardan biogaz ajratib olish texnologiyasi

### 1.2.2.1. Organik chiqindilardan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasini rivojlanishi va bu boradagi dunyo mamlakatlari tajribalari.

Biogaz texnologiyasidan dastlab eramizdan avvalgi XVII asrda Xitoy, Hindiston, Assiriya va Persiya davlatlarida turli xil ko`rinishlarda foydalanishganligi qayd etiladi. Ammo, oradan 3,5 ming yil o`tgachgina, ya`ni XVIII asrdagina biogaz texnologiyasi bo`yicha tizimli ilmiy tadqiqotlar boshlandi.



**1.1-rasm. Biogaz olishning qadimiy Xitoy qurilmasi**

Bu haqidagi dastlabki ma`lumotlar 1764-yilda Bendjamin Franklinning Jozef Pristliga AQSh ning Nyu-jersi shtatida amalga oshirgan tajribalari haqida yozgan xatida uchraydi.

1776-yilda Aleksandr Volt botqoqlikdan alanganuvchi gaz hosil bo'lishini va buning metan gazi ekanligini ilmiy isbotlab berdi. 1804-yilda esa metan gazining formulasini Dalton ochdi va shundan so'nggina biogaz bo'yicha amaliy tadqiqotlar boshlandi [7]. Biogaz hosil bo'lishini o'rganishda Rossiyalik olimlarning hissasi katta bo'ldi, jumladan, Popov 1875-yilda haroratning ajraladigan gaz miqdoriga ta'sirini o'rganib chiqdi. Natijada, biogaz ajralishi  $6^{\circ}\text{C}$  dan boshlanib harorat  $60^{\circ}\text{C}$  gacha oshirilganda, ajraladigan gaz miqdori oshishi ammo gaz tarkibi o'zgarishsiz qolishini aniqladi (metan-65%, karbonat angidrid - 30%, vodorod sulfid -1% va juda kam miqdorda azot, kislorod, vodorod) [34].

V.L.Omelyanskiy esa anaerob bijg'ish jarayonining tabiati va unda ishtirok etuvchi bakteriyalarni mukammal o'rganib chiqdi. 1881-yildan boshlab yevropalik olimlar binolarni qizdirish va ko'chalarni yoritishda biogazdan foydalanish bo'yicha amaliy tajribalarni boshlab yubordilar. 1895-yilda Angliyaning Ekseter shahrida oqova suvni yopiq idishlarda bijg'itish orqali biogaz olinib, ko'cha chiroqlari yoritila boshlandi. Oradan ikki yil o'tib Bombeyda biogaz olinib, kollektorlarda saqlanayotganligi va motor yoqilg'isi sifatida turli xil dvigatellarda foydalanish mumkinligi to'g'risida ma'lumotlar chop etildi.

XX asr boshlarida biogaz miqdorini oshirish maqsadida bijg'ish haroratidan foydalanish imkoniyatlarini o'rganish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borildi. Germaniyalik olimlar Imxoff va Blanklar 1914-1921-yillarda bijg'ish amalga oshadigan idishni qizdirish orqali jarayonni tezlashtirish va biogaz miqdorini oshirish mumkinligini isbotlab berishdi. Yevropada biogaz qurilmasidan keng ko'lamda foydalanish ikkinchi jahon urushi davrida paydo bo'lgan yoqilg'i tanqisligi muammosidan keyingina rivojlandi. Ammo ushbu qurilmalar takomillashmaganligi va bijg'ish uchun mo'tadil sharoitlar tanlanmaganligi sababli yetarli samara bermadi [53].

Biogaz texnologiyasining rivojlanish tarixida eng muhim tadqiqotlardan biri XX asrning 30-yillarida Busvella shahrida amalga oshirilgan tadqiqotlar hisoblandi. Bunda turli xil organik chiqindilar va go'ngda xom-ashyo sifatida

foydalanilgan. Birinchi katta masshtabdagi biogaz ishlab chiqarish zavodi 1911-yil Angliyada Birmingem shahrida qurib ishga tushirildi. Xomashyo sifatida shahardan chiqayotgan oqova suvlardan foydalanilgan. Demak bu texnologiyani amaliyotga joriy etishda birinchilar angliyalik olimlar hisoblanadi. Bunda hosil bo'lgan biogazdan elektroenergiya ishlab chiqarishda foydalanilgan. 1920-yilga kelib ular oqova suvlarni qayta ishlash uchun bir qancha qurilmalarni ishlab chiqishdi [76]. 1938-yilda angliyalik olimlar Neman va Dyusellar qattiq chiqindilarni qayta ishlovchi  $10 \text{ m}^3$  hajmli biogaz qurilmasini yaratdilar va Misrda ishga tushirdilar.



**1.2-rasm. 1940-yillarda yaratilgan biogaz qurilmasining ko`rinishi (Misr).**

Ikkinchi jahon urushi davrida Fransiya va Germaniyada elektroenergiyaga bo'lgan talab katastrofa darajasi yetganligi sababli, biogaz olishda qishloq xo'jalik qoldiqlaridan, jumladan go'ngdan foydalanishga e'tibor qaratishdi. 1940-yilning o'rtalariga kelib Fransiyada 2 mingdan ortiq go'ngni qayta ishlovchi biogaz qurilmasi ishga tushirildi. Xuddi shu kabi uskunalar Vengriya fermer xo'jaliklarida ham ko'plab qurildi.

O'tgan asrning 70-yillariga kelib Osiyo davlatlarida ham biogaz olish texnologiyasi rivojlana boshladi.

Biomassadan energiya manbai sifatida foydalanishga qiziqish eng avvalo, biomassani har yili qaytadan paydo bo'lishi; biogazda yig'ilgan energiyani saqlanishi va uzoq muddat davomida hohlagan holatda ishlatilishi mumkinligi; bu energiyani boshqa turdagi energiyaga o'tkaza olish mumkinligi; ba'zi mintaqalarda esa issiqlikni bu manbai, tabiiy issiqlik manbalaridan arzonroq turishi; biogazni ekologik toza issiqlik manbai bo'lganligi; undan foydalanganda atrof-muhitga oltingugurtli zaharli oksidlari paydo bo'lmasligi; atmosferadagi karbonat angidridi balansi o'zgarmasligi va boshqa qator sabablar bilan uzviy bog'liqdir [64].



**1.3-rasm. 1970-yillarda yaratilgan biogaz qurilmasining ko`rinishi (Fransiya).**

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, biogaz ishlab chiqarishni tannarxi biogaz qurilmasi, muayyan fermada paydo bo'ladigan chiqindilarni qayta ishlash texnologiyasining bir qismi sifatida qabul qilingan, bu jarayonda biogazdan tashqari qimmatbaho, samarador biologik o'g'it hosil bo'lishi va boshqa bir qator ijobiy tomonlarni hisobga olinganda bu biotexnologiyaning istiqbollari namoyon bo'ladi [8].

AQShda go'ngdan biogaz tayyorlashga alohida e'tibor beriladi, chunki, birinchidan energetika nuqtai-nazaridan, ikkinchidan- barcha chorvachilik

fermalarida har yili paydo bo'ladigan chiqindilarni biogazga aylantirilishini iqtisodiy ma'qul bo'lgan qismini yarmiga yaqini yirik chorvachilik komplekslarida, (yirik shoxli hayvonlar, cho'chqalar va parranda boquvchi komplekslarda) to'planishidir [64].

Germaniyani chorvachiligida har yili 200 million tonna shu jumladan, 70 million tonna suyuq holatda go'ng to'planadi. Bu mamlakatda qishloq xo'jaligi uchun ajratilgan maydonlarni chegaralanganligi, atrof-muhit muhofazasi talablarini tobora oshib borishi, mutaxassislar oldiga, chiqindilardan samaraliroq foydalanish yo'llarini izlab topishdek muammoni ko'ndalang qo'ygan. Olim va mutaxassislarni hisob-kitobiga qaraganda, yuqorida ko'rsatilgan miqdordagi go'ng biogaz qurilmalarida qayta ishlanganda energiyaga bo'lgan umummilliy talablarni 4 % ga teng bo'lgan miqdorda energiya olish mumkin bo'lar ekan.



#### **1.4-rasm. Sanoat miqyosidagi biogaz qurilmasi ko'rinishi (Germaniya).**

Buyuk Britaniyada mamlakatni tabiiy gazga bo'lgan talabini 3,2 % biogaz orqali qondirilar ekan. Umumiy yirik shoxli hayvonlar, cho'chqalar va parrandalar go'nggini qayta ishlanganda har yili 2,3 million tonna neftga ekvivalent bo'lgan gaz ishlab chiqarish mumkin ekan.

Yaponiyani qishloq xo'jaligida har yili 56,5 million tonna go'ng oqavalari hosil bo'ladi. Bu miqdordagi go'ngni to'lig'icha qayta ishlanganda, 1,7 mlrd.m<sup>3</sup> gaz yoki 1 million tonna neft o'rnini bosa oladigan energiya to'planar ekan. Bu

mamlakatda chorvachilik mahsulotlari yetishtirishni jadal rivojlantirish dasturi asosida faoliyat olib borilib, bu texnologiyaga alohida e'tibor berilmoqda.

Rossiyada ham biogaz ishlab chiqarish bo'yicha katta potensial mavjud. ar yili chorvachilik fermalarida 665 million tonna go'ng hosil bo'ladi, buni har bir tonnasidan anaerob sharoitda bijg'itish orqali issiqlik chiqarishi 5600-6300 Kkal/m<sup>3</sup>ga teng bo'lgan 15-20 m<sup>3</sup> biogaz ishlab chiqarish mumkin [33, 34].

Hindistonni energetika siyosatini asosiy prinsiplaridan biri- qishloq hududlarida biogaz ishlab chiqarishdir. Bu sohaga oid fundamental va amaliy izlanishlar ko'proq Hindiston texnologiya institutining biokimyoviy muhandislik markazida olib boriladi. Bu mamlakat olimlarining fikricha har yili to'planadigan 300 million tonna qoramol go'ngini biogazga aylantirilganda, 33 million tonna neft energiyasiga teng bo'lgan energiya to'plash mumkin (0,11 t neft energiyasi 1 tonna go'ngdan olinadigan energiyaga teng). Bugungi kunda Hindistonda 1 milliondan ko'proq kichik biogaz ishlab chiqaradigan qurilmalar (daydjestrlar) ishlab turibdi.



**1.5-rasm. Qoramollar organik chiqindilarini qayta ishlashga asoslangan biogaz qurilmasining ko`rinishi (O`zbekiston, Qashqadaryo viloyati, Yakkabog` tumani).**

Bu texnologiya Xitoyda juda ham rivojlangan. Bu mamlakatda 200 million dan ko'proq qurilmalar ishlaydi. Shunisi e'tiborga sazovorki, mamlakatda daydjestrlardan foydalanishni nazorat qilish organlari tashkil etilgan. Alohida yashovchi har bir oilada daydjestrlar o'rnatilgan, ayniqsa ular shahar joylardan uzoq joylarda, chorvachilik va parrandachilik fermalarida, kichik ishlab chiqarish korxonalarida va boshqa joylarda ko'p o'rnatilgan. Biogaz tayyorlash texnologiyasi Fillipinda, Gvatemalaeda, Isroilda keng tarqalgan. Bu davlatlarda doimiy (to'xtovsiz) metanizatsiya jarayoni chorva mollari va parrandalari chiqindilaridan tashqari, organik modda saqlovchi xilma-xil chiqindilarda ham amalga oshirilmoqda [64, 79].

#### **1.2.2.2. Biogaz ishlab chiqarish texnologiyasining mikrobiologik asoslari**

O'simliklar organik chiqindilaridan biogaz olish texnologiyasini asosini metanogenez jarayoni tashkil qiladi. Metanogenez – organik qoldiqlar molekulari kimyoviy bog'laridagi energiyaning mikroorganizmlar ta'sirida ajralib chiqqan metan kimyoviy bog'larida to'planishidir. Hosil bo'lgan gazdagi metanning solishtirma og'irligi 70-80 % ga, karbonat angidrid esa 20-30 % ga teng, shuningdek, u 1 % atrofida vodorod sulfid va kam miqdorda ammiak saqlaydi [13].

Barcha turdagi bijg'ish jarayonlari organik moddalarni har xil toksonomik guruhga mansub bo'lgan mikroorganizmlar tomonidan o'ziga xos bo'lgan o'zgarishlarga uchratish sifatida namoyon bo'ladi. Yuqorida keltirib o'tilganlardan tashqari, tabiatda o'zining miqdori, doirasi, unda qatnashadigan mikroorganizmlarning xilma xilligi bilan boshqalardan tubdan farq qiladigan yana bir jarayon borki, u ham bo'lsa metanli bijg'ish jarayonidir [34].

Metanli bijg'ish – har xil mikroblar to'plamini (assosiatsiyasini) ta'siri natijasidir. Bu jarayonda organik material (lignin bundan mustasno) chuqur o'zgarishga uchraydi va oqibatda metan, karbonat angidridi va boshqa mikroblar mahsulotlari hosil bo'ladi. Sharoitga qarab (termofil, mezofil, psixrofil) – bu juda uzoq davom etadigan jarayondir. Bunda tirik bo'lmagan organik substansiyalar

(o'simlik va hayvon biomassalari) oddiy komponentlargacha parchalanadilar [16, 26].

Metanli bijg'ish natijasida organik birikmalarning parchalanishi sodir bo'lib, ulardan metan va karbonat anhidrid gazi paydo bo'ladi. Oqibatda, organik birikmalarning molekulari kimyoviy bog'larida yig'ilgan energiya, metan molekulasining kimyoviy bog'larida to'planadi. Bu jarayon metanogenez deb atalib, anaerob arxebakteriyalar (metanogenlar) tomonidan amalga oshiriladi. Hosil bo'ladigan gazdagi metanning solishtirma miqdori 70-80 % ni tashkil etadi, undagi karbonat anhidrid esa 20-30% ga teng. Gazlarning aralashmasi, 1% atrofida  $H_2S$  (oltingugurt kislotasi) va juda kam miqdorda ammiak ham saqlaydi. Metanogenezning suvda erimaydigan qismi, ko'plab bakteriyalar assosiativasi hosil qilgan biomassadir. Biomassa organik azotga boy bo'lganligi uchun ham yuqori sifatli o'g'it sifatida ishlatiladi [18].

Metanli bijg'ish boshqa bijg'ish turlariga nisbatan keng tarqalgan tabiiy jarayondir. Bunga sabab jarayonni aerob sharoitda ham o'tishidir. Bu quyidagicha o'tadi: ko'pgina organik birikmalarni yuzalarida yuqqa qobiq hosil bo'ladi, ichida esa metanli bijg'ish jarayoni uchun zarur bo'lgan anaerob sharoit tashkil bo'ladi. Bunday substratlarga barcha xildagi o'simlik materiallari, jumladan qarigan va chiriyotgan ko'p yillik va bir yillik o'simliklar, hayvon biomassalari ham kiradi [13].

Metanli bijg'ish uchun istiqbolli mahsulotlarga ayniqsa, qishloq xo'jalik chiqindilari, xususan, o'simlik, mikrobiologiya sanoati chiqindilari, suv o'tlarining biomassalari va oziq-ovqat hamda yengil sanoat chiqindilari kiradi. Mana shulardan kelib chiqqan holda metanogenezning ahamiyati nafaqat noan'anaviy energiya ishlab chiqarishni, balki sanitariya-ekologiya muammolarini hal qilish bilan ham bog'liqdir. Ammo, metanli bijg'ish jarayonini foydasi shular bilan chegaralanmaydi. Bijg'igan biomassa (metan saqlamagan) yuqori sifatli bioo'g'it ham bo'lib xizmat qiladi. Masalan, go'ngni aerob sharoitda parchalanganda uning tarkibidagi 50 % azot yo'qoladi (issiqlik chiqishi bilan birga), ammo o'sha go'ngni

metanogenez orqali parchalanganda (anaerob sharoitda) uning tarkibidagi barcha azot biomassada to'planib, o'simlik uchun yengil singdiriladigan holatga o'tadi. Bundan tashqari anaerob sharoitda yig'ilgan biomassa tuproqning unumdorligini tiklovchi gumus moddasiga ham boydir. Metanogenez mahsulotlaridan kompleks foydalanish nafaqat samarali, balki yuqori foydali hisoblanadi. Organik moddalarni anaerob sharoitda o'zgartirilganda ularni sterilizatsiyasi va bijg'iydigan massani detoksikatsiyasi amalga oshadi, patogen mikroblar, gelmentlarni tuxumlari yo'qoladi, toksik xususiyatga ega bo'lgan moddalar metanogenez metabolitlariga aylanadi [47].

Metanogenezning quyidagi bosqichlari farqlanadi:

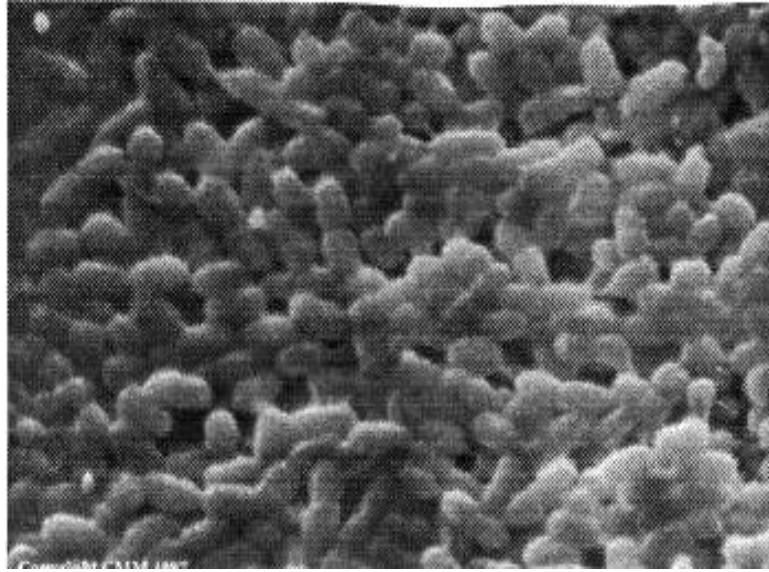
1. Boshlang'ich fazada hujayradan tashqaridagi gidrolitik fermentlarni ta'siri hisobidan, bijg'uvchi massaning deyarli barchasi (lignindan tashqari) qisman parchalanadi. Metanli bijg'ishni bu bosqichida unchalik ko'p bo'lmagan miqdorda kislorod ishtirok etishiga ham ruxsat etiladi.
2. Fermentatsiya fazasida past molekulali shakarlar, asosan monomerlar va boshqa organik birikmalar (polimer substratlarni fermentativ gidrolizidan hosil bo'lgan moddalar), n-butanolga, propanolga, etanolga, aseton va boshqa birikmalarga aylanadilar. Bu bosqichda kislorod jarayonni bo'g'ib qo'yadi, demak uning ishtiroki butunlay mumkin emas.
3. Asetogen fazada shu paytga kelib rivojlangan mikroflora – sirka, chumoli va sut kislotalarini hosil qiladi. Bu jarayon kislorodsiz faza bo'lib, unda faqat obligat (shart bo'lmagan) anaeroblar ta'sir ko'rsatadilar.
4. Metanogen fazada, metan hosil bo'ladi. Metanli bijg'ish texnologiya nuqtai nazaridan ikki fazaga bo'linadi: metanli biosenozning yetilishi va fermentatsiya [23, 34].

Hozirgacha 17 avlodga kiruvchi 50 dan ortiq turdagi metan hosil qiluvchi bakteriyalar aniqlangan bo'lib, ular bir-birlaridan morfologiyasi (dumaloq, spiralsimon, ipsimon ) bilan farq qiladilar [21]. Bu mikroorganizmlarning asosiy turlari 4-jadvalda keltirilgan.

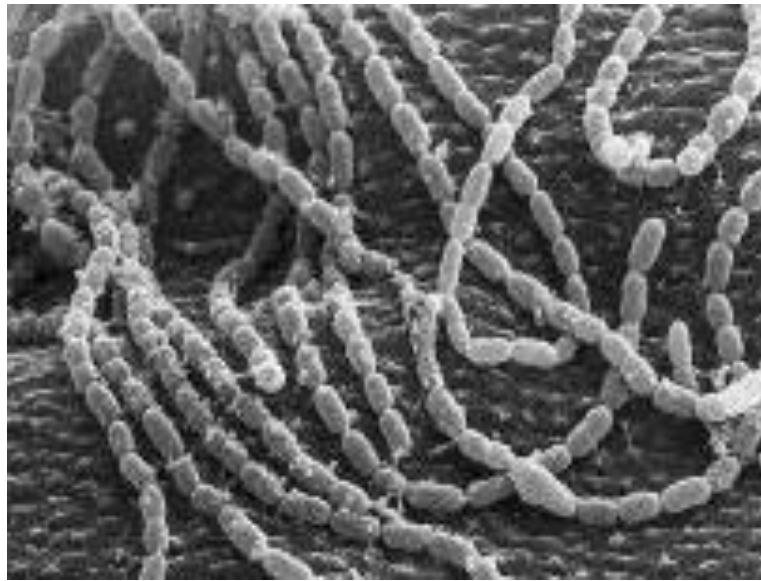
**Metanogenez jarayonida ishtirok etuvchi mikroorganizmlarnig  
tasniflanishi**

(www.wikipedia.ru, 2011-y)

№	Avlodlar	Turlar
1	Methanobacterium	<i>M. bryantii</i> ; <i>M. formicum</i> ;
2	Methanobrevibacter	<i>M. acborimilicus</i> ; <i>M. gottschalkii</i> ; <i>M. ruminantium</i> ; <i>M. smithii</i> ;
3	Methanocalculus	<i>M. chunghsingensis</i> ;
4	Methanococoides	<i>M. burtonii</i> ;
5	Methanococcus	<i>M. aeolicus</i> ; <i>M. deltae</i> ; <i>M. jannaschii</i> ; <i>M. maripaludis</i> ; <i>M. vannielii</i> ;
6	Methanocorpusculum	<i>M. labreanum</i> ;
7	Methanoculleus	<i>M. bourgenis</i> ;
8	Methanofollis	<i>M. liminatans</i> ;
9	Methanogenium	<i>M. cariaci</i> ; <i>M. frigidum</i> ; <i>M. organophilum</i> ; <i>M. wolfei</i> ;
10	Methanomicrobium	<i>M. mobile</i> ;
11	Methanopyrus	<i>M. kandleri</i> ;
12	Methanoregula	<i>M. boonei</i> ;
13	Methanosaeta	<i>M. concilii</i> ; <i>M. thermomila</i> ;
14	Methanosarcina	<i>M. acetivorans</i> ; <i>M. barkeri</i> ; <i>M. mazei</i> ;
15	Methanosmaera	<i>M. staakmanae</i> ;
16	Methanospirillum	<i>M. hungatei</i> ;
17	Methanothermobacter	<i>M. defluvii</i> ; <i>M. thermoautotrophicus</i> ; <i>M. thermoflexus</i> ; <i>M. wolfei</i> ;



A)



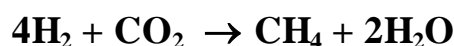
B)

**1.6-rasm. Metanobakteriyalarning ko`rinishi** (www.wikipedia.ru, 2011)  
Bunda: **A)** *Methanobacterium thermoautotrophicum*; **B)** *Methanobrevibacter ruminantium*;

### 1.2.2.3. Biogaz hosil bo`lishning kimyo-fizikaviy asoslari

Metanogenez jarayoni borishi uchun anaerob sharoitdan tashqari jarayon ketishi uchun qorong'ulik, neytral yoki juda ham kam bo'lgan ishqoriy muhit (pH-8,0) bo'lishi shart. Barcha, shu kungacha aniqlangan metanogen bakteriyalar kerakli energiyani vodorodning oksidlanishi hisobidan oladilar.

Vodorod akseptori vazifasini karbonat anhidrid bajaradi:

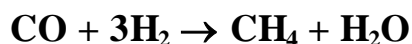


1.5-jadval

#### Metan hosil bo`lish shartlari (Баадер, 1987)

Ko'rsatkichlar	Me'yoriy ko'rsatkichlar	Chegara ko'rsatkichlari
pH	6,8- 7,4	6,4- 7,8
Uchuvchan kislotalar miqdori (CH <sub>3</sub> COOH bo'yicha)	50-500 mg/l	200 mg/l
Umumiy ishqoriylik (CaCO <sub>3</sub> bo'yicha)	500-1500mg/l	1000-3000
Chiqadigan gazni tarkibi	65-70% metan, 30-35% karbonat anhidridi va boshqa gazlar	
Tuzlar		
NH <sub>4</sub> (N bo'yicha )		300 mg/l.
Na		3500-5500 mg/l.
K		2500-4500 mg/l.
Ca		2500-4500 mg/l.
Harorat, °C	33-37.	
Metan ishlab chiqarish	0,3-0,4.m <sup>3</sup> /kg quruq organik modda hisobidan.	

Metanogen bakteriyalarning ba'zilari vodorod akseptori sifatida CO dan foydalanadilar:



Yuqorida ko'rsatilgan reaksiyalarning barchasida energiya chiqariladi. Har xil birikmalardan metan hosil bo'lishi turli xil tezlikda amalga oshadi [13].

Metan hosil bo'lish uchun zarur bo'lgan sharoitlar 5-jadvalda keltirilgan.

Yonishni hajmiy issiqligi, yonish xarorati, yonish chegarasi asosan CH<sub>4</sub> miqdori bilan belgilanadi chunki H<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>S juda ham kam bo'lgan miqdori bu ko'rsatkichga tasir etish darajasida emas.

1.6-jadval

#### Biogazning fizik xususiyatlari (Баадер, 1987)

Ko'rsatkichlar	Komponentlar				60% metan va 40% CO <sub>2</sub> aralashmasi.
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	
Hajm qismi, %	55-70	27-44	1	3	100
Yonish issiqlik hajmi mdj/m <sup>3</sup>	35,5	-	10,8	22,8	21,5
Yonish harorati, °C	650-750	-	585	-	650-750
Zichligi, gr/l:					
me'yoriy	0,72	1,98	0,09	1,54	1,20
chegara	102	408	31	349	3,20

Biogaz yoqilg'i sifatida muvaffaqiyat bilan ishlatilib kelinmoqda. Uni isitish usqurmalarida, suv isitadigan qozon xonalarida, gaz plitalarida, sovutgich usqurmalarida (absorbsion tipdagi), infra qizil nurlatgichlarda avtomobil va traktor harakatlantirgichlarida ishlatish mumkin. Karbyuratorli harakatga keltiruvchilar

osongina gazga o'tkazilishi mumkin, buning uchun karbyuratorli aralashtirgichga almashtirish kifoya [33].

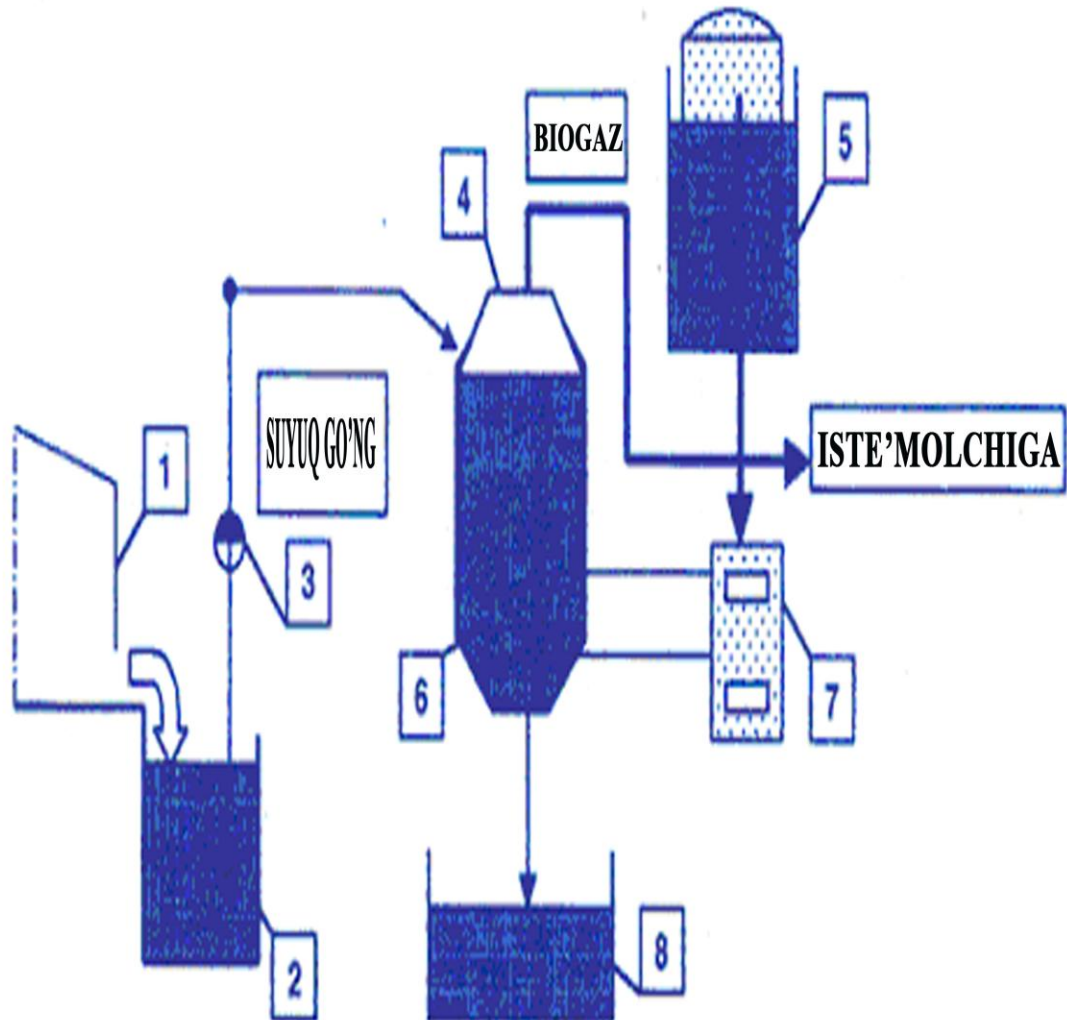
Biogazdan elektr energiyasi olinganda faqatgina uni 30% elektr energiyaga aylanadi xolos, 70 % chiqindi issiqlikdir. Undan suv isitish, hayvonlarni saqlash (molxonalarni isitish), issiqxonalar yoki ularni isitish, quritgich xonalari yoki usqurmalarida havoni isitish, mikroiklimni boshqarish va boshqa maqsadlarda foydalanish mumkin [39].

#### **1.2.2.4. Biogaz ishlab chiqarish qurilmalarining texnologik ta`rifi va ularning turlari**

Organik chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida qayta ishlash orqali biogazga aylantirish jarayoni mustahkam yopiladigan maxsus idishlar – biogaz qurilmalarida olib boriladi.

Organik chiqindilardan biogaz olish jarayoni texnologik jarayoni quyidagicha olib boriladi. Xomashyo manbasidan (chizmada 1) to'planadigan idishga yuboriladi (2), keyin nasos (3) yordamida uni metantenk (metantenk - organik chiqindilarni anaerob bijg'ishi uchun maxsus qurilma) (4) ga yuboriladi. Bijg'ish jarayonida hosil bo'lgan biogaz, gazgolder (5) ga kelib tushadi va undan keyin iste'molchiga tarqatiladi. Organik chiqindilar oqovasini isitish uchun va issiqlikni bir xil ushlab turish uchun metanotenk ichida issiqlik almashtirib turuvchi quvurlar o'rnatilgan, ular orqali qozonxonadan (7) kelgan issiq suv aylanadi. Bijg'ib bo'lgan organik chiqindi qoldig'i qoldiq saqlanadigan (8) chuqurlikka tushiriladi [7, 34].

Metantenkda jarayon uchun zarur bo'lgan barcha sharoit tashkil etiladi (harorat, organik moddalar miqdori, pH va boshqalar.) Metantenk termoizolyatsiya qilingan bo'lib, bijg'ish jarayoni me'yorida ketishi uchun kerak bo'lgan harorat doimiy ravishda ushlab turiladi. Unda shuningdek go'ngni haydab turish uchun mo'ljallangan usqurma o'rnatilgan. Metantenkka go'ng bir me'yorda, bijg'ish jarayoni bir xil ketadigan holatda kiritib turiladi [20].



**1.5-chizma. Biogaz ishlab chiqarish texnologiyasi ni texnologik chizmasi**

(Go'ng sharbatini biogaz qurilmasida qayta ishlash texnologiyasi misolida)

1-molxona; 2-go'ng to'planadigan joy; 3-nasos; 4-metantenk; 5-gazgolder; 6-  
 issiqlik almashtiruvchi; 7-qozon; 8-go'ng saqlanadigan joy; 9-aerotenk.

Biogaz ishlab chiqarish qurilmalarining quyidagi turlari keng tarqalgan:

1. Reaktorga substratni qo`l kuchi yordamida yuklash, qizdirmasdan va aralashtirilmaydigan tipli biogaz uskunasi. Bu tipdagi juda oddiy biogaz uskunasi asosan 1-10 m<sup>3</sup> gacha hajmli bioreaktorlarda kuniga 50-200 kg xom-ashyoni qayta ishlashga mo`ljallangan bo`lib, bijg`itish jarayoni 20<sup>0</sup>C dan 50<sup>0</sup>C gacha haroratda olib boriladi. Ushbu bioreaktorlar janubiy hududlar uchun aralashtirmasdan va substratni qizdirmasdan foydalanishga mo`ljallangan bo`lib, biogaz va bioo`g`it olishga moslashtirilgan: yangi substratni quyish uchun bunker, biogazni yig`ish moslamasi, ishlatib bo`lingan substratni quyib olish moslamalaridan iborat. Qayta ishlangan biomassa bioreaktordan yangi substart quyishdan avval yoki hosil bo`lgan gaz bosimi yordamida chiqaruvchi truba yordamida quyib olinadi. Ushbu quyib olingan biomassa (bioo`g`it) maxsus idishda (vaqtinchalik yig`gich) saqlanadi. Uning hajmi bioreaktor hajmidan kam bo`lmasligi lozim. Ushbu tipdagi oddiy biogaz uskunasidan har qanday fermer xo`jaliklari o`z hududlarida qurib foydalanishlari mumkin.

Ushbu oddiy tipdagi biogaz uskunasini qurish uchun quyidagilarga e`tibor qaratish lozim:

- xo`jalikning kunlik chiqindisi hajmidan kelib chiqib bioreaktor hajmini tanlash;
- biogaz uskunasiga substratni yuklash va quyib olish uchun mos keladigan joyni tanlash;
- bioreaktordan substratni quyib olish uchun qulay bo`lgan holdagi quyish va yuklash trubalarini tanlash va o`rnatish;
- so`ngra yuklash bunkerini va biogaz yig`iladigan moslamani tanlash va montaj qilish;
- bioreaktorning germitikligini tekshirish, bo`yash va teploizolyatsiyasini ta`minlash zarur.

2. Substratni qo`lda quyish va aralashtirishga hamda bioreaktor ichida substratni qizdirishga ixtisoslashtirilgan biogaz uskunasi. Bu tipdagi biogaz uskunasi ham katta miqdordagi moddiy mablag`ni talab qilmaydi. Ushbu uskunalar unchalik

katta bo`lmagan fermer xo`jaliklari uchun mo`ljallangan bo`lib, kuniga 50-200 kg miqdordagi go`ngni qayta ishlashga ixtisoslashtirilgan 1-10m<sup>3</sup> hajmli bioreaktorlardan iborat bo`ladi. Ish unumini oshirish maqsadida uskuna qo`l kuchi yordamida bajariladigan aralashtirgich moslama bilan jihozlangan. Bijg`ishni tezlashtirish va turg`un jarayonlarni yaratish maqsadida bioreaktorlarga qizdirish-isitish tizimlari ham o`rnatilgan. Ushbu tizimdagi bioreaktorlar mezofil va termofil rejimlarda ishlash imkoniyati mavjud. Bunda biogaz uskunasi o`zida hosil bo`lgan biogazda qizdiriladigan suvli qozonlar yordamida qizdiriladi. Ortiqcha gazlar maxsus idishlarda saqlanadi yoki to`g`ridan-to`g`ri maishiy asbob-uskunalariga uzatiladi. Qayta ishlangan substratlar esa vaqtinchalik idish yoki hovuzlarda saqlanadi va dala maydonlariga yuboriladi.

3. Substratni qo`lda quyish, bioreaktor ichida substratni qizdirishga ixtisoslashtirilgan, gazgolder hamda prevmatik aralashtirgich moslama bilan jihozlangan biogaz uskunasi. Ushbu biogaz uskunalarida bioreaktorga substrat qo`lda quyiladi, hosil bo`lgan gazni yig`ish uchun esa maxsus moslama (kompessor) bilan ta`minlangan bo`lib, u o`z navbatida gazni gazgolderga uzatadi. Gazgolderda gaz muvofiq bosim ostida uzoq vaqt saqlanishi mumkin. Gazgolderning ishchi sig`imidan ortiqcha bo`lgan gazlar chiqarib yoki yoqib yuboriladi. Bioreaktorda substratni aralashtirish uchun esa gazgolderda (yoki riverser) to`plangan gazni kompressor yordamida bioreaktorga pnevmatik usulda yuborish orqali amalga oshiriladi. Ushbu tizimdagi bioreaktorlar barcha haroratdagi bijg`ish jarayonlari uchun qo`llanilishi mumkin.

4. Substratni qo`lda tayyorlash, pnevmatik yuklash va aralashtirish, bioreaktor ichida substratni qizdirishga ixtisoslashtirilgan hamda gazgolder bilan jihozlangan biogaz uskunasi. Ushbu biogaz uskunasi kunlik qayta ishlanadigan chiqindisi 0,3-1,5 tonnani tashkil etadigan kichik va o`rta masshtabdagi fermer xo`jaliklari uchun mo`ljallangan bo`lib, bioreaktor hajmi 5-25 m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Ushbu tizimdagi biogaz uskunalarida substratni yuklash va aralashtirish pnevmatik usulda amalga oshirilib, to`lig`icha mexanizatsiyalashtirilgan. Bioreaktordagi substratni qizdirish

esa biogaz yordamida qizdiriladigan, qozonxonadan kelayotgan issiq suvning bioreaktor ichda joylashtirilgan issiqlik almashtiruvchi moslamadaga sirkulyatsiyasi yordamida amalga oshiriladi. Qayta ishlangan substratni quyib olish trubasi yordamida bioo`g`itni vaqtinchalik saqlash joyiga yoki dala maydonlariga tashuvchi transportga to`g`ridan to`g`ri quyish mumkin. Ushbu uskunada ishlash jarayonida substratni tayyorlash bosqichini qo`lda amalga oshirish ko`zda tutiladi. Tayyor substratni yuklash, qayta ishlanganini quyib olish, substratni aralashtirish jarayonlari esa pnevmatik usulda amalga oshiriladi. Gazni alohidalash avtomatik tarzda bajariladi. Biogaz gazgolderda saqlanadi. Ushbu tizimdagi biogaz uskunasi ham har qanday haroratli rejimda ishlay oladi.

5. Substratni mexanik tayyorlash, pnevmatik yuklash va aralashtirish, bioreaktor ichida substratni qizdirishga ixtisoslashtirilgan hamda gazgolder bilan jihozlangan biogaz uskunasi. Ushbu tipdagi biogaz uskunasi o`rta va yirik masshtabdagi fermer xo`jaliklar uchun mo`ljallangan bo`lib, substratni tayyorlash uchun qo`shimcha maxsus idish bilan ta`minlanganligi uchun boshqalaridan farqlanadi. Ushbu idishdan substrat kompressor yordamida yuklash bunkeriga uzatiladi, so`ngra siqilgan gaz yordamida bioreaktorga yuboriladi. Qizdirish uchun boshqa turlarga o`xshagan tarzda o`zidan hosil bo`lgan biogazdan foydalaniladi.

Bu tipdagi qizdirish tizimi ushbu uskunaning barcha harorat rejimlarida ishlay olishini ta`minlaydi. Ushbu tipdagi biogaz uskunasi avtomatik tarzda ishlaydigan gaz yig`ish moslamasi bilan ta`minlangan bo`lib, u gazni gazgolderga uzatadi [35, 41].

## **2. TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI**

### **2.1. Mikrobiologik usullar**

Ma`lumki, organik chiqindilardan biogaz ajralishi tabiiy sharoitlarda botqoqliklarda ro`y berib turadigan metanogenez jarayoni orqali ta`minlanadi. Mikroorganizmlar ishtirokida boradigan bu jarayon va metanogen manbalarni tanlash, ularni mikrobiologik jihatdan tekshirish va samaradorligini aniqlashda bir qator mikrobiologik usullardan foydalaniladi. Metanogen manba mavjud deb taxmin qilingan namunalarni tekshirishda A.A.Kovalev (1998) usulidan foydalanildi. Bu usulga ko`ra o`tkaziladigan tajribalar anaerob sharoit hosil qilingan muhitda, tarkibida organik qoldiq moddalarni germetik jihatdan mahkamlangan turli xil hajmdagi idishlarda metagenez uchun sinalmalar qo`yishga asoslangan. Idishlarda gazlar hosil bo`lishi nazorat sifatida qabul qilinadi va tanlangan metanogen manba bilan takroriy tekshirishlar o`tkazilib, ularning haqiqatdan ham metangenligi tasdiqlanadi [35].

### **2.2. Organik chiqindilardan bioenergiya olishda ishlatiladigan xomashyo manbalarining umumiy tavsifi**

Hozirgi kunda hayvonlar va o`simliklarning organik chiqindilari qayta ishlash va bioenergiya ajratib olish uchun foydalaniladigan xomashyolarning 470 xili aniqlangan [8]. Bu xomashyolar asosan 3 guruhga ajratiladi. Ular:

1. Chorvachilik chiqindilari (qoramol, qo`y-echki, cho`chqa va parranda chiqindilari).
2. O`simliklarning organik chiqindilari (somon, poya va barglar).
3. Biochiqindilar (inson hayoti va faoliyati bilan bog`liq maishiy chiqindilar).

Hozirgi kunda hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilari asosida bioenergiya ajratib olish ikki yo`nalishda jadallik bilan rivojlanmoqda.

Birinchisi, organik chiqindilar asosida biogaz ajratib olish texnologiyasi bo`lib, bu texnologiyada asosan hayvonlarning organik chiqindilari (qoramol,

qo`y-echki, cho`chqa va parranda go`nglari) va biochiqindilar (inson hayoti va faoliyati bilan bog`liq maishiy chiqindilar) foydalanilmoqda va ular yaxshi samara bermoqda. Chunki, hayvonlar oziqlanganda qabul qilgan ozuqa mahsulotlarining barchasini hazm qila olmaydi, unda mavjud organik birikmalarning bir qismi go`ng tarkibida tashqi muhitga chiqadi va metan hosil bo`lishida asos vazifasini bajaradi [64]. Shu bilan bir qatorda, organik chiqindilarni qayta ishlash va biogaz olishda o`simlik organik qoldiqlari ( masalan, g`oza poyasi, bug`doydoshlar oilasiga kiruvchi o`simliklar quruq biomassasi, daraxt barglari) dan ham foydalanish mumkin [53].

Ikkinchisi, organik chiqindilar asosida bioetanol ajratib olish texnologiyasidir. Hozirgi kunda dunyoning ko`plab davlatlarida texnik maqsadda ishlatilayotgan spirtni olishda aynan shu texnologiyadan foydalanilmoqda. Bu usulda asosan xomashyo sifatida o`simlik organik qoldiq moddalari foydalanilmoqda. Chunki o`simliklar quruq og`irligining 40 % miqdori sellyuloza, kraxmal kabi glukoza va etanol olish uchun asos bo`lgan moddalar tashkil etadi [14]. Sanoatda bir qator o`simliklardan, jumladan boshoqli o`simliklar (xususan, makkajo`xori), kartoshka, maniok, yeryong`oq, qand lavlagi, shakar qamish, topinamburlarnig qoldiq biomassasi etanol olish uchun samarali manba sifatida foydalanilib kelinmoqda [6].

Organik chiqindilardan bioenergiya olishda foydalanilayotgan xomashyo manbalarining asosiy hususiyati shundan iborat-ki, ularning deyarli barchasi insonlar ehtiyojlaridan tashqari bo`lgan manbalardir [53].

### 2.3. Kimyoviy-tahlil usullari

Tajribalarda ajratib olingan gazlarni miqdoriy va sifatiiy tahlil qilishda **gaz xromotografiya** usulidan foydalaniladi. Aralashma tarkibidagi moddalar miqdorini aniqlashning har xil usullari mavjud, ammo eng oson usul “Oddiy belgilash usuli” dir. Bu usul xromotogrammadagi yuqori nuqta maydoning tahlil qilinayotgan moddalar miqdoriga proporsionalligiga asoslangan. Agar

moddalarning kimyoviy tarkibi “gaz tashuvchi” sifatida ishlatilayotgan gaz va uning issiqlik o`tkazuvchanligiga yaqin bo`lsa, bu usulni qo`llash mumkin. Bu talablarga vodorod va geliy mos keladi. Bu usulda miqdoriy tahlil quyidagicha o`tkaziladi: Har bir yuqori nuqta maydoni uning balandligini hisoblash orqali topilib, ularning umumiy yig`indisi hisoblanadi. Topilgan qiymat har bir yuqori nuqta komponentlariga bo`linadi: Bunda komponentlar miqdori foiz (%) larda aniqlanadi. Bu quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C_i = S_i * 100 / E_n S_i$$

Bu yerda,  $C_i$  – bitta komponent miqdori;  $S_i$  – bitta yuqori nuqta miqdori;  $E_n S_i$  – yuqori nuqtalar miqdorining umumiy yig`indisi;

“Oddiy belgilash usuli” dedektor sezuvchanligi bo`linadigan komponentlarga nisbatan har xil bo`lsa, to`liq natija bermaydi. Dedektor sezuvchanligining har xilligini kalibrli va to`ldiruvchi koeffitsiyentlar yordamida to`g`rilash mumkin. Kalibrli va to`ldiruvchi koeffitsiyentlar quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K_i = K_i / K_{st}$$

Bu yerda,  $K_i$  (  $mg/sm^2$  ) kalibr koeffitsiyenti – yuqori nuqta maydoni birligiga teng keladigan moddalar miqdori;  $K_i$  to`ldiruvchi koeffitsiyent- xromotogrammadagi moddalarning kalibr koeffitsiyenti;  $K_{st}$  - standart kalibr koeffitsiyenti;

Komponentlar miqdori quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$C_i = S_i K_i * 100 / E_n (S_i K_i) (\%);$$

Bu yerda,  $C_i$  – bitta komponent miqdori;  $S_i K_i$  – bitta yuqori nuqta miqdori va kalibr koeffitsiyenti miqdori;  $E_n (S_i K_i)$  yuqori nuqtalar miqdorining va kalibr koeffitsiyentining umumiy yig`indisi [1].

Kerakli asbob va reaktivlar: Gaz xromotograf, mikrosprits, azotli yoki geliyli ballon, standart moddalar;

Ishni bajarish tartibi: Gazlarni gaz xromotografik usulda tahlil qilish to`rt bosqichda amalga oshadi. Bu bosqichlar: gaz aralashmasini tayyorlash, gazlarni

komponentlarini ajratish, komponentlar miqdorini aniqlash, natijalarni qayd qilish.

Tahlildagi aralashmani kiritish va tarkibini aniqlashda quyidagi qoidalarga amal qilinadi:

1. Mikrosprits 3-4 marta xromotografga quyiladigan suyuqlik bilan yuviladi.
2. Mikrospritsga suyuqlikni tortishdan oldin uning barabani korpusida shkala "0" ga tenglashtiriladi.
3. Tahlildagi aralashma spritsga olinadi va tahlil qilish uchun xromotografik asbobga quyiladi.
4. Yuqorida keltirilgan tartibda ajratib olingan gaz sifat va miqdoriy jihatdan tahlil qilinadi [2].

#### **2.4. Texnik - laboratoriya usullari**

Biotexnologik tadqiqotlarda eng muhim bosqichlardan biri tadqiqot obyektlari va subyektlarini sterillash hisoblanadi. Tadqiqotlarda sterilizatsiya usullari tadqiq qilinayotgan obyektning tashqi va ichki yuzalarida begona mikroorganizmlar rivojlanishining oldini olish maqsadida qo'llaniladi. Sterilizatsiyaning qaysi usullarida foydalanish maqsadga muvofiqligi birinchi navbatda tadqiq qilinayotgan obyektning fizikaviy-kimyoviy xossalari va uning sterilizatsiyaga moyilligiga bog'liq. Ozuqa muhitlarini sterilizatsiyasi avtoklavda 121 °C da 1,5-2,0 soat davomida olib boriladi. Shisha idishlarni sterillash quritish shkaf (sterilizator) da 2 soat davomida 160-170 °C da quruq issiq havo bilan olib boriladi. Asbob va uskunalarni sterillash turli xil usullarda olib boriladi. Mayda metal asboblar: ignalar, pinsetlar, shpatellar va qaychilar ishlatish oldidan alangaga tutish yo`li bilan sterillanadi. Issiqlikka chidamli asboblar va ularning ayrim detallari ( rezinali probkalar, shlanglar) avtoklavda sterillanadi. Ayrim asboblar (metalli uskunalar, mayda oynali detallar, membranali filtrlar) ni distillangan suvda 30-60 minut qaynatish yo`li bilan ham sterillash mumkin [25].

## **2.6. Statistika sarhisob usullari.**

Tajribalar natijalariga statistik ishlov berish dissertatsiya vazifalarini amalga oshirishning yakuniy bosqichi hisoblanadi. O'tkazilgan tajribalar natijasida olingan ma'lumotlarga statistik ishlov berish, ya'ni tajribalar vaqtida olingan rasmlarni joylashtirish, olingan ma'lumotlarni jadval va grafiklar asosida tasvirlash, hosil qilingan jadvallarni tahlil qilish, tegishli xulosa va tavsiyalar tayyorlashda B.A.Dospexov (1985) usulidan foydalanildi [35].

### 3. TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING TAHLILI

#### 3.1. Botqoqdan namuna olish va uni sifatliy tekshirish

Ma'lumki, metan botqoq gazidir va tabiiyki, uning hosil bo'lish manbalaridan biri botqoqliklar hisoblanadi. Turli xil tekshirish va tadqiqotlar natijasida botqoq manbalari tarkibida metan hosil bo'lish jarayoni (metanogenez) ni ta'minlab beradigan metanogenlar mavjudligi aniqlangan.

Hayvonlar va o'simliklar organik chiqindilaridan biogaz ajralishini o'rganishda metanogenlar sifatida foydalaniladigan manbalarning mavjudligi muhim rol o'ynaydi. Buni e'tiborga olgan holda, biz tajribalarimizning dastlabki bosqichida metanogenli manbani aniqlash maqsadida Samarqand viloyati Nurobod tumani Jom qishlog'ining tog'oldi hududlarida joylashgan botqoqliklardan beshtasini tanlab oldik va ularni beshta variant deb hisobladik hamda sifat jihatdan tahlil qildik (tanlangan botqoqliklar 3.1-rasm, tajriba jarayoni 3.2-rasmda keltirilgan).

Tekshirish uchun tanlangan botqoqliklardan 5 kg miqdorda botqoq namunalari olindi. Bu botqoq namunalari tarkibida metanogenez jarayonida ishtirok etuvchi metanogenlar mavjudligini sifatliy tahlil qilish uchun quyidagi vazifalar bajarildi:

1. Bir litr hajmli plastmassa idish (baklashka) lar olinib, ularning har biriga tekshirish uchun tanlangan botqoq namunalardan 100 gr dan solindi.

2. Biogaz hosil qiluvchi organik chiqindilar guruhiga kiruvchi qoramollar go'ngining oqovasi tayyorlandi. Buning uchun 1 kg chiqindi 4 litr suvda eritiladi. Bunda 20 % li qoramol go'ngi oqovasi tayyor bo'ldi.

3. Tayyor bo'lgan qoramol go'ngi oqovasidan 400 ml olinib, oldindan tayyorlangan botqoq namunalari ustiga qo'yiladi.

4. Botqoq namunalari va chiqindi oqovasi yaxshilab aralashtirilib, bu idishda anaerob sharoit hosil qilindi va idish og'zi mahkamlandi. Bu idishlar bir oy mobaynida kuzatildi va idish hajmining o'zgarishi 5 ballik tizimda tahlil qilindi (kuzatish natijalari 3.1-jadval va 3.1-chizmada keltirilgan) . Idishlar hajmining



I manba



II manba



III manba



IV manba



V manba

**3.1-rasm.** Sifatli tahlil qilish uchun tanlangan botqoqliklarning ko`rinishi



A



B



C    I nam    II nam    III nam    IV nam    V nam

**3.2-rasm. Botqoq namunalarini sifatiiy tahlil qilish jarayoni.** Bunda: A – xomashyolarni tajribaga tayyorlash; B – tajriba boshlanishi; C – tajriba natijalari.

**Turli xil botqoq manbalaridan olingan namunalarning sifatliy tahlili**

(xomashyo sifatida qoramol chiqindisi foydalanilgan)

<b>kunlar</b>	<b>I namuna</b>	<b>II namuna</b>	<b>III namuna</b>	<b>IV namuna</b>	<b>V namuna</b>
1-10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	+	-	-
14	-	-	+	-	-
15	-	-	+	-	-
16	-	-	+	-	-
17	-	-	++	-	-
18	-	-	++	-	-
19	-	-	++	-	-
20	-	-	+++	-	-
21	-	-	+++	-	-
22	-	-	+++	-	-
23	+	-	++++	-	-
24	+	-	++++	-	-
25	-	-	++++	-	-
26	-	-	+++++	-	-
27	-	-	+++++	-	-
28	-	-	+++++	-	-
29	-	-	+++++	-	-
30	-	-	+++++	-	-

Bunda: + - idish hajmi o`zgardi (gaz hosil bo`ldi);

+ - idish hajmini taranglashishi 20 % ;

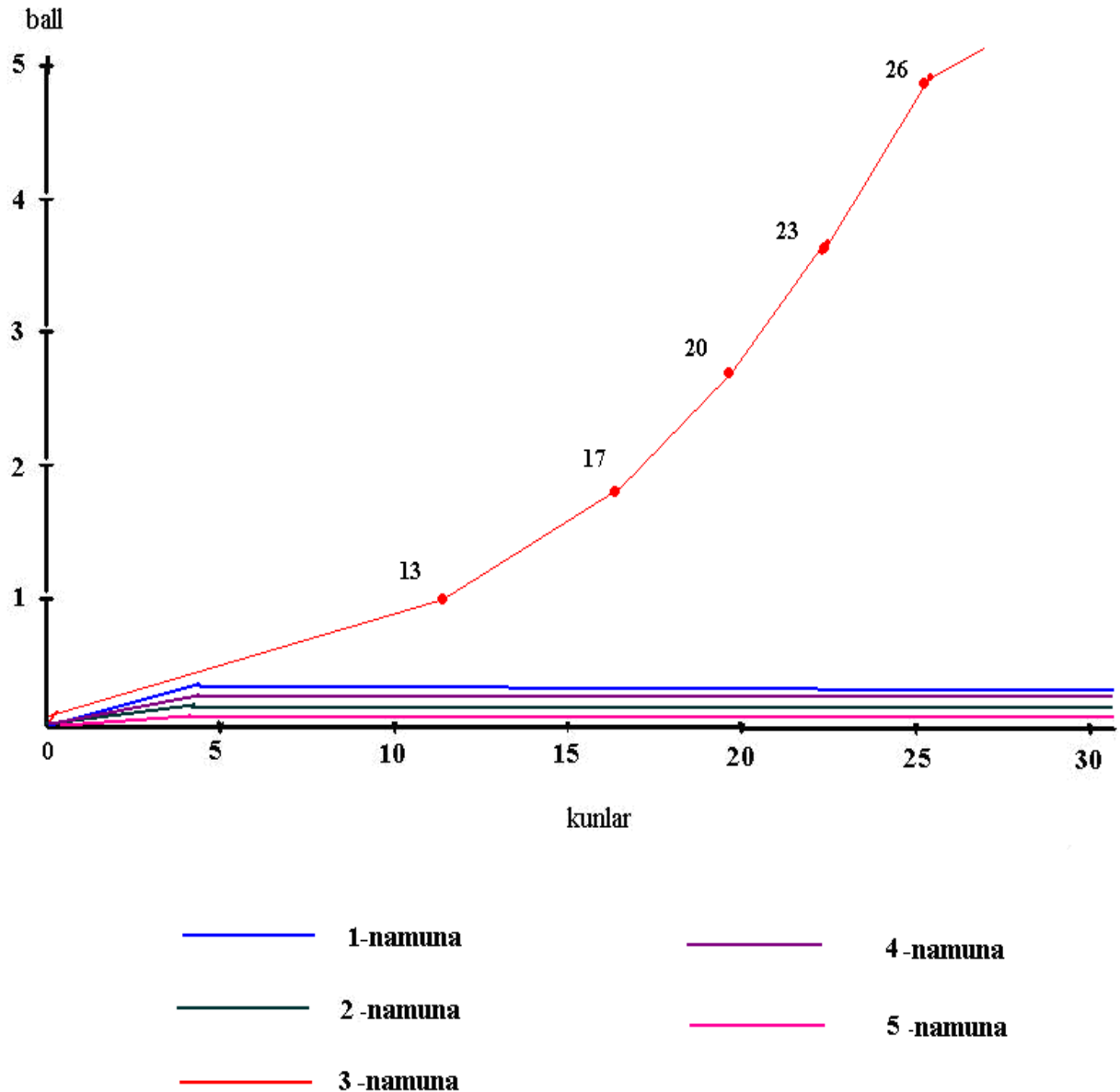
++ - idish hajmini taranglashishi 40 % ;

+++ - idish hajmini taranglashishi 60 % ;

++++ - idish hajmini taranglashishi 80 % ;

+++++ - idish hajmini taranglashishi 100 % ;

- - idish hajmi o`zgarmadi (gaz hosil bo`lmadi);



**3.1-chizma.** Turli xil botqoq namunlarini sifatli tekshirish jarayonida biogaz hosil bo`lish tezligi (kun hisobida)

o`zgarishi, unda gaz hosil bo`lganligini bildirishi nazorat natijasi sifatida qabul qilindi.

Kuzatishlarda tekshirish uchun tanlab olingan botqoqliklar namunalari orasidan faqat bittasi (III variant) da 13-14-kundan boshlab idish hajmining o`zgarishi kuzatildi (botqoqliklarni sifatli tekshirish jarayoni 8-rasm da keltirilgan) va unda metanogen manba mavjud deb taxmin qilinib, sifatli tekshirishimiz faqat III variant bilan 5 ta qaytarilish asosida qaytadan o`tkazildi.

Tajriba obyektlari bir oy mobaynida kuzatildi. O`tkazilgan tajribalarda barcha idishlar hajmining o`zgarishi kuzatildi va tanlangan botqoq namunasida metanogenlar mavjudligini tasdiqlandi. Keyingi bosqich tajribalarida tanlangan botqoq namunasi mikrobiologik manba sifatida foydalanildi.

### **3.2. Tanlangan botqoq namunasi asosida xomashyolarni anaerob sharoitda achitish (fermentlash) va gaz ajratib olish**

Organik chiqindilardan biogaz ajratib olish texnologiyasining asosiy bosqichi xomashyolarni anaerob sharoitda achitish (fermentlash) va biogaz ajratib olish tajribalarini mahalliy sharoitda Nurobod tumani Jom qishlog`ida olib bordik.

Xomashyo sifatida hayvonlardan qoramol (A variant), qo`y-echki (B variant) va parranda (C variant) larning organik qoldiqlaridan, o`simliklardan bug`doy poxoli (A variant), go`za poyasi (B variant) va daraxt barglari (C variant) tanlandi va tajribalar har bir variant uchun beshta ( I,II,III,IV,V) qaytarilish asosida olib borildi.

Oldingi bosqichda tanlangan botqoq namunasi asosida xomashyolarni anaerob sharoitda achitish va gaz ajratib olishda quyidagi vazifalar bajarildi:

1. Har bir variantdagi xomashyo uchun beshtadan 5 litr hajmli plastmassa idish (baklashka) lar olinib, ularning har biriga tanlangan botqoq manbasidan 1 kg dan solindi.

2. Biogaz hosil qiluvchi xomashyo sifatida foydalaniladigan xomashyolarning har birining 20 % li oqovasi tayyorlanadi. Buning uchun 5 kg chiqindi 20 litr suvda eritildi.

3. Tayyor bo`lgan xomashyolar oqovasidan 4 litr olinib, variant bo`yicha taqsimlangan oldindan tayyorlab qo`yilgan botqoq namunasi ustiga qo`yildi.

4. Botqoq namunalari va chiqindi oqovasi yaxshilab aralashtirilib, bu idishda anaerob sharoit hosil qilinadi va idish og`zi mahkamlandi. Bu idishlar bir oy (30 kun) mobaynida kuzatiladi. Idishlar hajmining o`zgarishi, unda gaz hosil bo`lganligini bildirishi nazorat natijasi sifatida qabul qilindi va idish hajmining



A



B



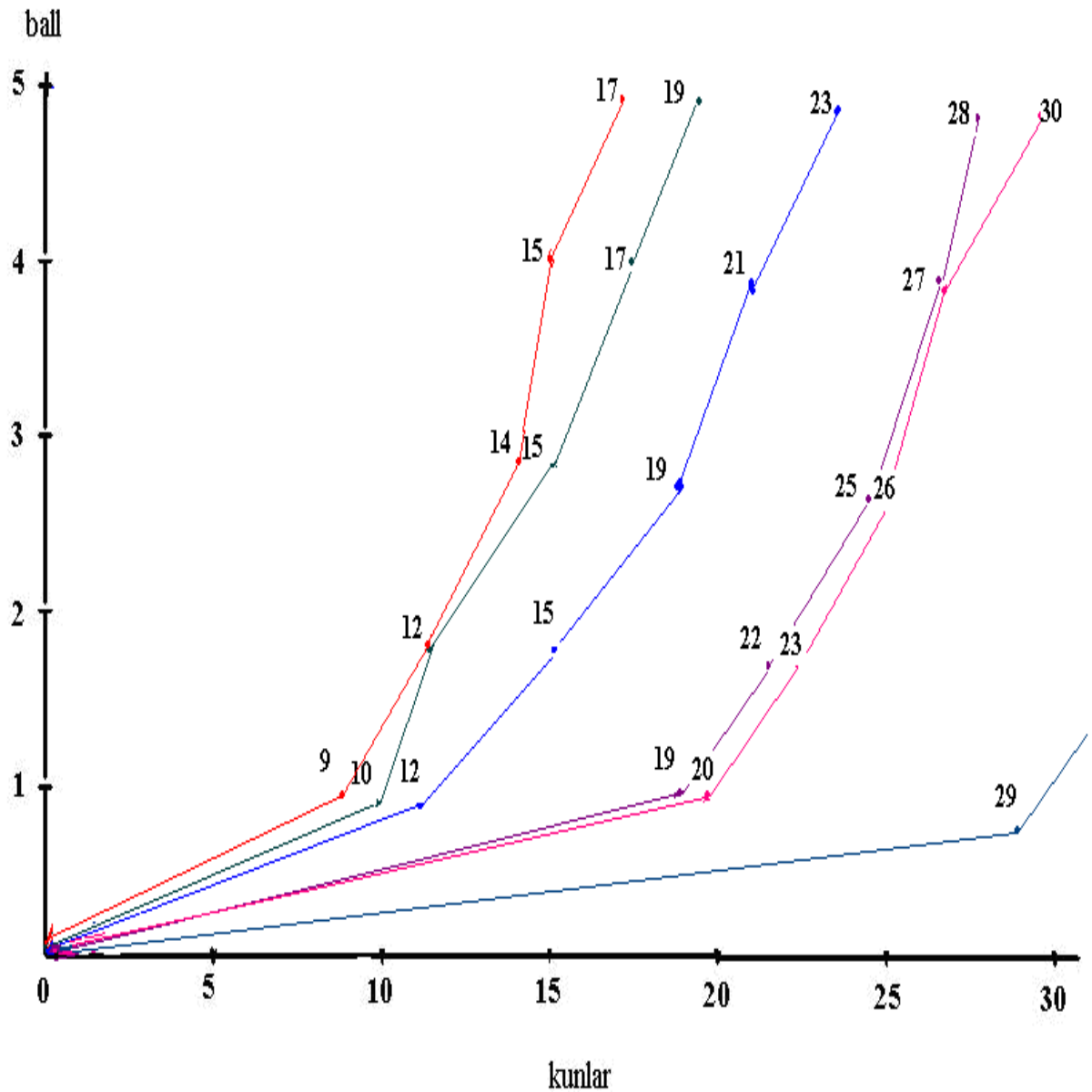
C

### 3.3-rasm. Turli xil xomashyo manbalarini anaerob fermentlash va gaz hosil qilish jarayoni

Bunda: A – xomashyolarni tayyorlash; B – tajriba boshlanishi; C – tajriba natijasi.  
Xomashyo manbalari: 1 – qoramol chiqindisi; 2 – qo`y-echki chiqindisi; 3-parranda chiqindisi







**3.2-chizma.** Turli xil xomashyo manbalaridan biogaz ajralish tezligi, kun

**Turli xil xomashyo manbalaridan biogaz ajralish tezligi**

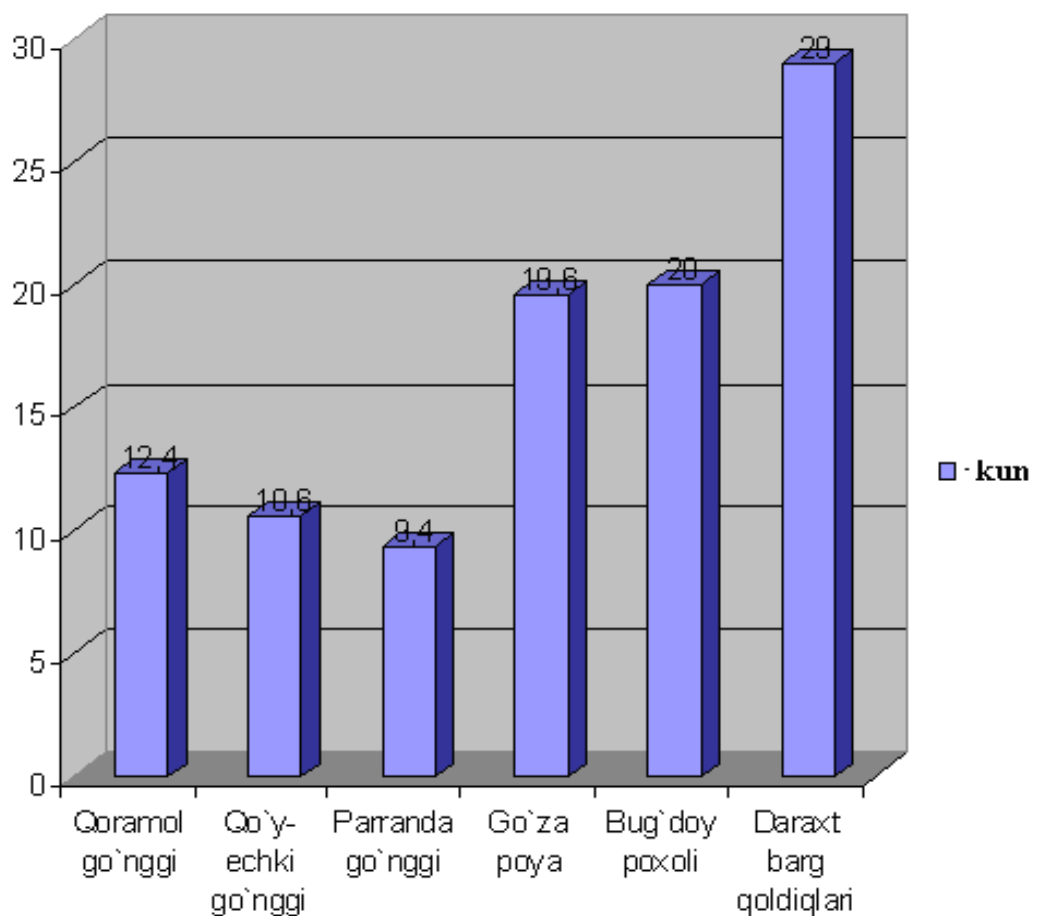
Xomashyo manbasi	Xomashyo turi (Variantlar)	Biogaz ajralish tezligi, kun					O`rtacha
		Qaytarilishlar					
		I	II	III	IV	V	
Hayvonlar organik chiqindilari	Qoramol go`nggi	13	11	12	12	14	12,4 ± 0,5
	Qo`y-echki go`nggi	11	10	12	10	10	10,6 ± 0,5
	Parranda go`nggi	11	9	9	9	10	9,4 ± 0,4
<b>o`rtacha</b>							<b>10,8±0,5</b>
O`simliklar organik chiqindilari	Go`zapoya	18	17	19	24	20	19,6 ± 1,3
	Bug`doy poxoli	21	21	19	22	-*	20,7 ± 0,6
	Daraxt barg qoldiqlari	29	30	-*	-*	28	29 ± 0,6
<b>o`rtacha</b>							<b>23,1±1,0</b>

*-\* -biogaz hosil bo`lmadi.*

o`zgarishi 5 ballik tizimda tahlil qilindi (Tajriba natijalari 3.2-, 3.3- va 3.4-jadvallar va 3.2-3.3-chizmalarda keltirilgan).

Kuzatishlarimizda xomashyo sifatida foydalanilgan organik chiqindilarning gaz hosil qilishi turli muddatlarda amalga oshishini aniqlandi. Hayvonlar organik chiqindilaridan foydalanilgan variantlarda idish hajmining o`zgarishi (gaz hosil bo`lishi) qoramol chiqindilari 12,4 ± 0,5 kunlarda, qo`y-echkilar chiqindilari 10,6 ± 0,5 kunlarda, parrandachilik chiqindilari 9,4 ± 0,4 kunlarda to`liq amalga oshgan bo`lsa, o`simlik organik chiqindilaridan foydalanilgan variantlarda

bug`doy poxolida  $20,7 \pm 0,6$  kunlarda, g`o`za poyasida  $19,6 \pm 1,3$  kunlarda, daraxt bargida  $29 \pm 0,6$  kunlarda to`liqsiz shaklda amalga oshganligini kuzatildi. Shuningdek, xomashyo sifatida foydalanilgan bug`doy poxoli solingan idishlardan bittasida, daraxt bargi solingan idishlarning ikkitasida idish hajmining umuman o`zgarmaganligi (gaz hosil bo`lmaganligi) kuzatildi. Natijalar asosida hayvonlar organik chiqindilaridan biogaz ajralishi o`simliklar organik chiqindilariga qaraganda tezroq sodir bo`ladi, degan xulosaga kelish mumkin.



### 3.3. -chizma. Turli xil xomashyo manbalaridan biogaz ajralish tezligi, kun hisobida

Gaz hosil bo`lgan idishlardagi namunalardan ishimizning keyingi bosqichida variantlar bo`yicha ajralgan gazlarni sifatiy va miqdoriy jihatdan tahlil qilish uchun foydalanildi.

### 3.3. Ajratib olingan gazlarni tahlili

Biz tadqiqotlarimizning oldingi bosqichida turli xil xomashyo manbalari asosidagi organik chiqindilarni anaerob sharoitda fermentlash asosida ajratib olingan gazlarni sifatiy va miqdoriy jihatdan tahlil qilishni gaz xromotografiya usulida olib bordik. Tajribalar Samarqand davlat universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo bo'limi "Analitik kimyo" kafedrasining kimyoviy tahlil qilish laboratoriyalarida olib borildi.

Tekshirishlar asosan biogaz uchun asos modda hisoblangan metan ( $\text{CH}_4$ ) ning mavjudligi va uning miqdorini aniqlashga qaratildi. Shuningdek, tekshirishlar davomida ajratib olingan gaz tarkibidagi karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) ning mavjudligi va uning miqdori ham aniqlandi. Tekshirishlar har bir variant (A, B, C) xomashyo turi uchun uchta qaytarilish (I, II, III) asosida o'tkazildi (Tajriba jarayoni va natijalar 3.4-rasm, 3.5-, 3.6- va 3.7-jadvallar va 3.4-chizmada keltirilgan).

Tekshirishlarimiz natijasida xomashyo sifatida hayvonlar organik chiqindilaridan foydalanilgan variantlarda ajralgan gaz tarkibidagi metanning ulush ko'rsatkichi va miqdori mos holda qoramollar chiqindilarida  $33,0 \pm 1,5 \%$  va  $0,30 \pm 0,02 \text{ m}^3/\text{kg}$ ; qo'y-echki chiqindilarida  $33,0 \pm 1,5 \%$  va  $0,33 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{kg}$  hamda parrandachilik chiqindilarida  $38,6 \pm 1,4 \%$  va  $0,44 \pm 0,07 \text{ m}^3/\text{kg}$  ga teng ekanligi, xomashyo sifatida o'simliklar organik chiqindilaridan foydalanilgan variantlarda ajralgan gaz tarkibidagi metanning ulush ko'rsatkichi va miqdori mos holda go'zapoyada  $58,0 \pm 1,5 \%$  va  $0,50 \pm 0,02 \text{ m}^3/\text{kg}$ ; bug'doy poxolida  $42,6 \pm 1,5 \%$  va  $0,26 \pm 0,03 \text{ m}^3/\text{kg}$  hamda daraxt bargida  $47,0 \pm 1,5 \%$  va  $0,24 \pm 0,03 \text{ m}^3/\text{kg}$  teng ekanligi aniqlandi. Natijalar asosida shuni aytish mumkin-ki, ajralgan biogaz tarkibidagi metanning ulush ko'rsatkichi hayvonlar organik chiqindilarida (o'rtacha  $34,8 \pm 1,5 \%$ ) o'simliklar organik chiqindilariga (o'rtacha  $47,8 \pm 1,5 \%$ ) nisbatan past bo'ladi, ammo ajralgan biogaz tarkibidagi metanning miqdori hayvonlar organik chiqindilarida (o'rtacha  $0,36 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{kg}$ ) o'simliklar organik chiqindilariga (o'rtacha  $0,33 \pm 0,03 \text{ m}^3/\text{kg}$ ) nisbatan yuqori bo'ladi.



A



B

**3.4-rasm.** Ajratib olingan gazlarni sifat va miqdoriy jihatdan tahlil qilish.

A) Gaz xromotografiya asbobining ko`rinishi; B) Ajratib olingan gazlarni sifat va miqdoriy jihatdan tahlil qilish jarayoni;

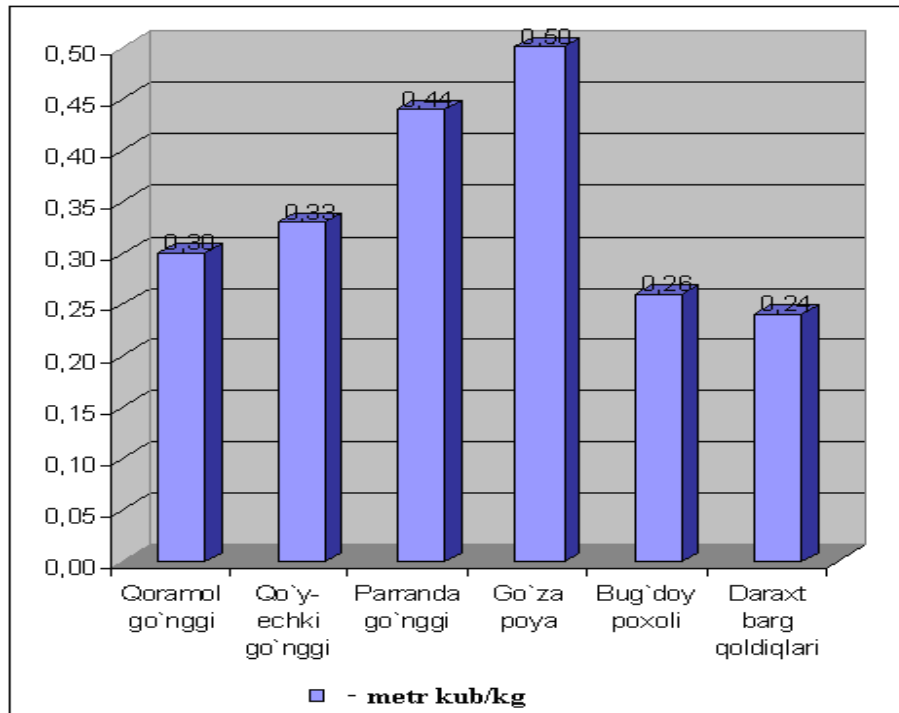
**Hayvonlar xomashyo manbalaridan ajratib olingan gazlarning tarkibi**

Modda turi	Qaytarilish nomeri	O`lchov birligi	Xomashyo turi (Variantlar)			
			Qoramol go`nggi	Qo`y-echki go`nggi	Parranda go`nggi	
Metan (CH <sub>4</sub> )	I	m <sup>3</sup> /kg	0,34	0,32	0,40	
		%	35	34	39	
	II	m <sup>3</sup> /kg	0,32	0,28	0,58	
		%	34	30	41	
	III	m <sup>3</sup> /kg	0,25	0,40	0,35	
		%	30	35	36	
	O`rtacha	m <sup>3</sup> /kg	0,30 ± 0,02	0,33 ± 0,04	0,44 ± 0,07	
		%	33,0 ± 1,5	33,0 ± 1,5	38,6 ± 1,4	
	Karbonat anhidrid (CO <sub>2</sub> )	I	m <sup>3</sup> /kg	0,24	0,21	0,24
			%	29	28	26
		II	m <sup>3</sup> /kg	0,27	0,27	0,21
			%	31	33	23
III		m <sup>3</sup> /kg	0,30	0,24	0,28	
		%	36	30	27	
O`rtacha		m <sup>3</sup> /kg	0,27 ± 0,02	0,24 ± 0,02	0,24 ± 0,02	
		%	32,0 ± 2,1	30,3 ± 1,4	25,3 ± 1,2	
Boshqa gazlar		I	m <sup>3</sup> /kg	0,31	0,27	0,27
			%	36	38	35
		II	m <sup>3</sup> /kg	0,32	0,38	0,29
			%	35	37	36
	III	m <sup>3</sup> /kg	0,39	0,34	0,24	
		%	34	35	37	
	O`rtacha	m <sup>3</sup> /kg	0,34 ± 0,03	0,33 ± 0,3	0,26 ± 0,02	
		%	35,0 ± 0,6	36,6 ± 0,9	36,0 ± 0,6	

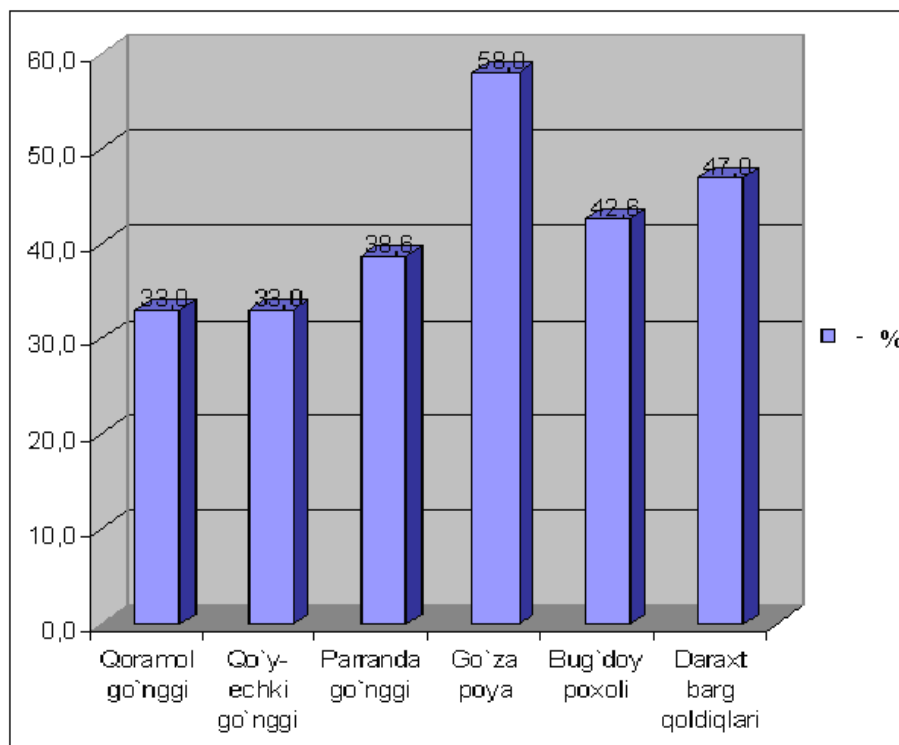
## O`simliklar xomashyo manbalaridan ajratib olingan gazlarning tarkibi

Modda turi	Qaytarilish nomeri	O`lchov birligi	Xomashyo turi (Variantlar)		
			G`oza-poya	Bug`doy poxoli	Daraxt bargi
Metan (CH <sub>4</sub> )	I	m <sup>3</sup> /kg	0,53	0,20	0,29
		%	60	43	50
	II	m <sup>3</sup> /kg	0,45	0,30	0,21
		%	55	40	45
	III	m <sup>3</sup> /kg	0,51	0,27	0,21
		%	59	45	48
	O`rtacha	m <sup>3</sup> /kg	0,50 ± 0,02	0,26 ± 0,03	0,24 ± 0,03
%		58,0 ± 1,5	42,6 ± 1,5	47,0 ± 1,5	
Karbonat anhidrid (CO <sub>2</sub> )	I	m <sup>3</sup> /kg	0,19	0,12	0,14
		%	22	26	23
	II	m <sup>3</sup> /kg	0,24	0,13	0,14
		%	21	26	27
	III	m <sup>3</sup> /kg	0,18	0,16	0,11
		%	27	19	24
	O`rtacha	m <sup>3</sup> /kg	0,20 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01
%		23,3 ± 1,9	23,6 ± 2,3	24,6 ± 1,1	
Boshqa gazlar	I	m <sup>3</sup> /kg	0,40	0,16	0,23
		%	18	31	27
	II	m <sup>3</sup> /kg	0,34	0,21	0,30
		%	24	41	28
	III	m <sup>3</sup> /kg	0,42	0,19	0,29
		%	20	36	28
	O`rtacha	m <sup>3</sup> /kg	0,39 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,27 ± 0,02
%		20,6 ± 1,8	36,0 ± 2,9	27,6 ± 0,3	





A



B

**3.4-chizma.** Turli xil xomashyo manbalaridan ajralgan biogaz tarkibidagi metanning miqdoriy (A) va ulush (B) ko'rsatkichlari

#### IV. TADQIQOT NATIJALARI BO`YICHA UMUMIY MULOHAZALAR

Hozirgi kunda dunyoda biomassadan energiya ishlab chiqarishning asosan ikki yo`nalishi jadallik bilan rivojlanmoqda. Ular organik chiqindilar asosida biogaz ajratib olish va organik chiqindilardan bioetanol ajratib olish texnologiyalaridir. Organik chiqindilardan bioenergiya ishlab chiqarishda foydalaniladigan xomashyo manbalarining 470 xili mavjud bo`lib, ular asosan uch guruhga bo`linadi: hayvonlar organik chiqindilari (qoramollar, cho`chqa va parrandachilik chiqindilari); o`simliklar organik chiqindilari (go`zapoya, bug`doy poxoli, daraxt va o`simliklar qoldiqlari); biochiqindilar (insonlar hayoti va faoliyati bilan bog`liq bo`lgan chiqindilar).

Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarishning biotexnologik usullari mikroorganizmlar ishtirokiga asoslangan bo`lib, biogaz ajralishida *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanothermobacter* kabi 17 avlodga kiruvchi 50 ga yaqin turdagi bakteriyalar ishtirok etadi. Tadqiqotlarimizda metanogen manba sifatida foydalaniladigan botqoq namunasini tanlash bo`yicha tajribalar olib borildi va tarkibida metanogen bakteriyalar mavjud, deb taxmin qilingan botqoq namunasi tanlab olindi hamda biogaz ko`rsatkichlarini aniqlashga qaratilgan tadqiqotlarimizda foydalanildi.

Tadqiqotlarimizda hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilari manbalaridan ajralgan biogazning sifatiiy va miqdoriy ko`rsatkichlari (biogaz ajralish tezligi, ajralgan gaz tarkibidagi metanning ulush ko`rsatkichi va miqdori) ni aniqlandi. Xomashyo sifatida foydalanilgan hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilarning gaz hosil qilishi turli muddatlarda amalga oshadi. Hayvonlar organik chiqindilaridan gaz hosil bo`lishi o`rtacha qoramol chiqindilaridan 12,4±0,5-kunlarda, qo`y-echkilar chiqindilaridan 10,6±0,5-kunlarda, parrandachilik chiqindilaridan 9,4±0,4-kunlarda to`liq amalga oshadi, o`simlik organik chiqindilaridan gaz hosil bo`lishi o`rtacha bug`doy poxolidan 20,7±1,3-kunlarda, g`o`za poyasidan 19,6±1,3-kunlarda, daraxt bargidan 29,0±0,6-kunlarda amalga oshadi. Yuqoridagi natijalar asosida aytish mumkin-ki, hayvonlar organik

chiqindilaridan biogaz ajralishi o`simliklar organik chiqindilaridan biogaz ajralishiga qaraganda jadalroq bo`ladi.

Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan ajratib olingan biogazni kimyoviy usullar yordamida tahlil qilish natijasida, xomashyo sifatida hayvonlar organik chiqindilaridan foydalanilganda ajralgan gaz tarkibidagi metanning ulush ko`rsatkichi va miqdori mos holda o`rtacha qoramollar chiqindilarida  $33,0 \pm 1,5$  % va  $0,30 \pm 0,03$  m<sup>3</sup>/kg, qo`y-echki chiqindilarida  $33,0 \pm 1,5$  % va  $0,33 \pm 0,02$  m<sup>3</sup>/kg hamda parrandachilik chiqindilarida  $38,6 \pm 1,4$  % va  $0,44 \pm 0,07$  m<sup>3</sup>/kg ga teng, xomashyo sifatida o`simliklar organik chiqindilaridan foydalanilgan variantlarda ajralgan gaz tarkibidagi metanning ulush ko`rsatkichi va miqdori mos holda o`rtacha go`zapoyada  $58,0 \pm 1,5$  % va  $0,50 \pm 0,02$  m<sup>3</sup>/kg; bug`doy poxolida  $42,6 \pm 1,5$  % va  $0,26 \pm 0,03$  m<sup>3</sup>/kg hamda daraxt bargida  $42,0 \pm 1,5$  % va  $0,24 \pm 0,03$  m<sup>3</sup>/kg ga teng bo`lishi aniqlandi. Bu natijalar asosida aytish mumkin-ki, xomashyo sifatida hayvonlar organik chiqindilardan foydalanilganda ajraladigan biogaz tarkibidagi metanning massa ulush ko`rsatkichi o`simliklar organik chiqindilardan foydalanilganda ajraladigan biogaz tarkibidagi metanning massa ulush ko`rsatkichidan past bo`ladi, ammo ajraladigan biogaz miqdori yuqoriroq bo`ladi (g`o`za poyasi bundan mustasno).

Tadqiqotlar natijasida aniqlandi-ki, O`zbekistonda odamlar ehtiyojidan tashqari bo`lgan biomassa (hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilari) dan bioenergiya ajratib olish uchun yetarli darajada xomashyo mavjud. Mutaxassislar fikriga ko`ra har yili respublikamizda 33-34 million tonna (jumladan, 5-6 million tonna go`zapoya, 3,5-4 million tonna bug`doy poxoli, 7,5-8 million tonna daraxt va o`simliklar biomassalar hamda 14-16 million tonna hayvonlar organik chiqindilari) biomassa hosil bo`ladi. Bu chiqindilarni biotexnologik usullar yordamida qayta ishlash orqali davlatimiz energotalabining 18-19 % ni qondirish imkoniyati paydo bo`ladi.

O`simliklar va hayvonlar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasidan foydalanish ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga

ega. Bu texnologiyadan foydalanish yoqilg`ining organik turlari (neft, gaz) ning kam sarflanib, uzoq yillar davomida ularning zahira holda saqlanishini ta`minlaydi. Shu bilan birgalikda biogaz va bioetanol ekologik toza yoqilg`i manbai bo`lib, undan keng foydalanish tabiiy manba (neft va gaz)lardan atmosferaga chiqadigan karbonat angidrid va boshqa issiqxona gazlarining atmosferaga chiqishini kamaytiradi. Shuningdek, bu texnologiyadan foydalanish biogazdan tashqari ekologik toza va yuqori samarali o`g`it ishlab chiqarish imkonini beradi, ya`ni biogaz ajratib olingandan keyin hosil bo`lgan chiqindilardan suyuq bioo`g`it sifatida foydalanish mumkin.

## XULOSALAR

1. Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasini asosini metanogenez jarayoni tashkil etadi. Metanogenez – organik qoldiq moddalarning metanogenlar (metanogen bakteriyalar) ishtirokida anaerob sharoitda fermentatsiyalanishi va metan hosil bo`lishini ta`minlab beradigan mikrobiologik-kimyoviy murakkab jarayondir. Bu jarayonda metanogen manba sifatida botqoq namunasidan foydalanish mumkin.
2. Biogaz ajralish tezligi hayvonlar organik chiqindilarida o`rtacha  $10,8 \pm 0,5$  kunga, o`simliklar organik chiqindilarida o`rtacha  $23,1 \pm 1,0$  kunga teng bo`ladi, ya`ni hayvonlar organik chiqindilarida o`simliklar organik chiqindilariga nisbatan jadal bo`ladi.
3. Ajralgan biogaz tarkibidagi metanning ulush ko`rsatkichi hayvonlar organik chiqindilarida o`rtacha  $34,8 \pm 1,5$  % ga, o`simliklar organik chiqindilarida o`rtacha  $47,8 \pm 1,5$  % ga teng bo`ladi, ya`ni o`simliklar organik chiqindilarida hayvonlar organik chiqindilariga nisbatan yuqori bo`ladi.
4. Ajralgan biogaz tarkibidagi metanning miqdori hayvonlar organik chiqindilarida (o`rtacha  $0,36 \pm 0,04$  m<sup>3</sup>/kg) o`simliklar organik chiqindilariga (o`rtacha  $0,33 \pm 0,03$  m<sup>3</sup>/kg) nisbatan yuqori bo`ladi.

## TAVSIYALAR

1. Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasidan foydalanishni ko`p tarmoqli (dehqonchilik va chorvachilikka ixtisoslashgan) fermer xo`jaliklarida qo`llashni tavsiya etamiz. Ularda xomashyo manbalari yetarli darajada bo`lib, issiqxonalarini isitishda va boshqa maqsadlarda tabiiy gaz o`rnida foydalanishi mumkin. Bu iqtisodiy jihatdan katta samaradorlikka ega.
2. Hayvonlar va o`simliklar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasi uchun xomashyo sifatida hayvonlar organik chiqindilari (go`nggi) dan foydalanishni tavsiya etamiz. Chunki hayvonlardan organik chiqindilari biogaz ajralish tezligi va ajralgan gaz miqdori yuqori bo`ladi. Shuningdek, ularni qayta ishlash natijasida hosil bo`lgan suyuq qoldiq massadan qishloq xo`jalik ekinlari uchun bioo`g`it sifatida foydalanilishi mumkin. O`simliklar organik chiqindilaridan qayta ishlamasdan ham foydalanish (go`zapoyadan issiqlik, bug`doy poxolidan chorva mollari uchun ozuqa manbayi sifatida) qulay.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.

1. Abdurahmonov E., “Gaz xromotografiyasi bo`yicha amaliy ishlar”, Samarqand-“SamDU”-1994-y., 14-21-betlar.
2. Beryozkin V.G., Zokirov N.S., Qobulov B.D., “Analizning xromotografik metodlari: Gaz xromotografiyasi”, Samarqand-“SamDU”-1980-y., 79-92-betlar.
3. Gariev B.G., “Mikrobiologiya”, Toshkent-“Mehnat”-1990-y., 182-185-betlar.
4. Karimov I.A., “O`zbekiston XXI asr bo`lag`asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari”, T.“O`zbekiston”-1997-y., 64-65-betlar.
5. Qosimov A.Q., Qo`chqorov Q.Q., Muborakova D.X., “Biokimyodan amaliy mashg`ulotlar”, Toshkent-“O`qituvchi”-1989-y., 13-14-betlar.
6. Rahimov M.U., “Biomassadan energiya olish usullari”. Toshkent-2010-y., 3-18-betlar.
7. Rahimov M.U., “Biogaz olish texnologiyasi”. Toshkent-2010-y., 8-31-betlar.
8. Sulstonov., “Biogaz: texnologiyasi va texnologik qurilmalar”, Toshkent-2008-y., 9-18-betlar.
9. Авраменко И. Ф., “Микробиология”, М.,”Колос”-1979-г., стр 147-149.
10. Аметистов Е.В., Григорьев В.А. и др. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент (Справочник) М., Энергоиздат, 1982, с.5-12.
11. Алексеев В.В., Синюгин О.А., “Технико-экономическая оценка традиционной, атомной и альтернативной энергетики”, Российский химической журнал. Т. 41, № 6-1997-г.
12. Ахмедов Р.Б., “Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии”, М. ”Знание”-1988-г., 12-17 стр., стр 125-137.

13. Баадер В. и друг., “Биогаз – теория и практика”, М. “Высшая школа” - 1982-г., стр 9-25.
14. Байклз Н, Сегал Н., “Целлюлоза и её производные”, М., 1974-г., стр 214-235.
15. Безбородов А.М. “Основы биотехнологии микробный синтез”, Ростов-1989-г. стр 117-119.
16. Бекер М.Е. и друг., “Биотехнология”, М. “Агропромиздат” -1990-г. стр 171-175.
17. Бойлс Д., “Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки”, М. ”Агропромиздат”-1987-г. 13-14 стр., 27-28 стр., стр 99-114.
18. Бударин В.А., “Особенности получения биогаза и биологически активного органического вещества из растительных отходов”, Жалалабад -2005-г., стр 3-25.
19. Варфоломеев С.Д., Панцхава Е.С. Биотехнология преобразования солнечной энергии. Современное состояние проблемы, перспективы. - Вкн. Биотехнология.М., 1984, с. 125-137.
20. Веденеев А.Г. и друг., “Биогазовые технологии в Кыргызской Республике”, Бишкек -2006-г. стр 5-27.
21. Гусев М.В. и друг., “Микробиология”, М. “МГУ” -2004-г. 113-117 стр.
22. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки М., Стройиздат, 1991. с. 12-13.
23. Дубровский В.С., Виестур У.Э., “Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов”, Рига. ”Зинатие”-1990-г. стр 15-33.
24. Евилевич А.З., “Безотходное производство в гидролизной промышленности”, М-1982-г., стр 4-40.
25. Егоров Н.С., “Руководство к практическим занятием по микробиология”, М.,”МГУ”-1983-г., стр 203.
26. Егоров Н.С., “Промышленная микробиология”, М. “Высшая школа” - 1986-г., стр 619-643.

27. Ежов Г.И., “Руководство к практическим занятием по сельскохозяйственной микробиологии”, М.,”Высшая школа”-1974-г., стр 125-128.
28. Заварзин Г.А., “Биогаз и малая энергетика”, М. Природа -1987-г. № 1
29. И. Хиггинс, Дж. Бест, Дж. Джонс., “Биотехнология”, М.,”Мир”-1988-г., стр 66-76.
30. Йожеф С., “Методы почвенной микробиологии”, М.,”Колос”-1983-г., 119-125 стр., стр 266-280.
31. Калашников Н.П., “Альтернативные источники энергии”, М. ”Знание”-1987-г., стр 133-127.
32. Калинин Ю.Я., Дубинин А.Б., “ Нетрадиционные способы получения энергии”, Саратов. ”СПИ”-1983-г., стр 11-16.
33. Ковалёв А.А., “Энергетические аспекты использования биомассы на животноводческих фермах России”, Российский химической журнал. Т. 41, № 6-1997-г.
34. Ковалёв А.А., Докторская диссертация “Технологии и технико-энергетическое обоснование производство биогаза в системах утилизации навоза животноводческих ферм”, М-1998-г.
35. Ковалёв А.А., “Эффективность производство биогаза на животноводческих фермах”, Техника в сельском хозяйстве журнал. № 3, 2001.
36. Ковалёв А.А., Филаретов А.И. Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии. Владимир,2002, с. 173-175.
37. Ковалёв Н.Г., Малинин Б.М., Полозова В.Г. Производство нетрадиционных удобрений методом биоферментации. Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии. Владимир,2002, с.77-78.

38. Ковалёв А.А., Марсагишвили Г.П., Гудиев З.А. Анаэробная переработка твёрдых отходов в биогаз и органические удобрения. НТБ ВИЭСХ, вып. 1 (66), 1990, с.77-85.
39. Ковалёв А.А., Ножевникова А.Н. Технологические линии утилизации отходов животноводства в биогаз и удобрения. М., Знание, 1990, с.49.
40. Ковалёв А.А. Научные основы построения расчёта технологических линий производства биогаза. Научные труды ВИЭСХ. Энергетика и электромеханизация сельского хозяйства. М., 2000, с.7-15.
41. Ковалёв А.А. Биотехнология, гл.7, под ред. Шевелуха В.С., изд. Высшая школа, 2003. с. 18-55.
42. Ковалев Н.Г., Малинин Б.М., Полозова В.Г. Производство нетрадиционных удобрений методом биоферментации. Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии. Владимир, 2002, 77-78 с.
43. Кузнецова Л.М., “Нетрадиционные источники энергии”, М. ”Книга”-1984-г., стр 245-248.
44. Марочек В.И., “Пасынки энергетики ”, М. ”Знание”-1981-г., стр 97-99.
45. Мельник Р.А., Ковалёв А.А. Эффективность работы биогазовой установки при очистке животноводческих стоков. Научные труды ВИЭСХ «Энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве», том 81, с.63-68.
46. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г”., М-Энергия-1980-г., стр 15-47.
47. Некрасов В., “Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы”, 2001-г, рукопись
48. Никитин В.М., “Химия древесины и целлюлозы”, М., 1978-г., стр 33-37.

49. Ножевникова А.Н., Ковалёв А.А., Некрасова В.К., Костюк В.Б., Венецкая С.Л. Метановое сбраживание жидкого навоза в реакторе «Анаэробный биофильтр». Биотехнология, 1992,4, с. 36-41.
50. Огарков В.И. и друг., “Биотехнологические направления использование растительного сырья”, Биотехнология. 1985-г. №3. стр 1-15.
51. Панцхава Е.С. Применение метанового сбраживания в народном хозяйстве ВКН: Теоретические и методические основы изучения анаэробных микроорганизмов: - Пушкино, Академия наук СССР, 1978, с. 158 - 163.
52. Панцхава Е.С. Биомасса: решение проблемы. Энергия, 1987, №1,с. 14-17.
53. Сассон А., “Биотехнология: свершения и надежды”, М. “Мир” – 1987-г. стр 266-287.
54. Селибер Г.Л., “Большой практикум по микробиологии”, М.,”Высшая школа”-1962-г., стр 221-226.
55. Смирнов А., “Биогазовая энергетика: опыт ЕС”, М.-2010-г. стр 18-24.
56. Синицын А.П. и друг., “Биоконверция лигноцеллюлозных материалов”, М.,”МГУ”-1995-г., стр 25-26.
57. Твайделл Ж., Уэйр А., “ Возобновляемые источники энергии”, М. ”Энергоатомиздат”-1990-г. стр 14-17.
58. Теппер З.С., “Практикум по микробиологии”, М.,”Колос”-1972-г., стр 137-139.
59. Теппер Е.З., “Практикум по микробиологии”, М.,”Колос”-1979-г., стр 86-92.
60. Титов В.П. и друг., “Энергосбережение в системах теплоснабжение, вентиляция и кондиционирования воздуха ”, М. ”Стройиздат”-1990-г. стр 21-28.
61. Черемисинов Н.А. и друг., “Практикум по микробиологии”, М.,”Высшая школа”-1967-г., стр 65-72.

62. Чернышев А.А., Ковалёв Д.А. Контактный биогазовый реактор для очистки навозных стоков. Паспорт каталога НТД, с.89-90, 2001.
63. Чернышов А.А., Ковалёв Д.А. Установка для переработки органических отходов, преимущественно животноводства и птицеводства. Патент РФ № 2234829 от 27.08.2004г.
64. Шевелухи В.С., “Сельскохозяйственная биотехнология”, М. “Высшая школа” -2003-г., стр 297-317.
65. Шлегель Г., Ленглера Й., “Современная микробиология”, В 2-х том, М. -2006-г. стр 198-211.
66. Экологическая оценка биоэнергетической установки. НТБпо электрификации сельского хозяйства. Вып.2. М.,1989.
67. Янтовский Е.И., “Потоки энергии и эксергии”, М. ”Наука”-1988-г., стр 118-119.

#### **Internet manbalari:**

68. <http://www.biotechnologii.narod.ru>
69. <http://www.eprussia.ru>
70. <http://www.recyclers.ru>
71. <http://www.greencarcongress.com>
72. <http://www.aenergy.ru>
73. <http://www.spg.uz>
74. <http://www.nauka.ru>
75. <http://www.bioethanol.ru>
76. <http://www.wikipedia.ru>
77. <http://www.google.co.uz>
78. <http://www.agro.sakha.ru>
79. <http://www.biogas.com>
80. <http://www.bio-energy.ru>
81. <http://www.ethanol.org>