CHIQINDILARNI BIOGAZGA AYLANTIRISH ORQALI ISSIQXONA GAZLARI EMISSIYASINI KAMAYTIRISH IMKONIYATLARI

Abdusayitov Jonibek Sadullayevich
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, biotexnologiya ta`lim yo‘nalishi 202-guruh talabasi
e-mail: jonibekabdusayitov@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-6352-5005
Qo‘ziyeva Oftoboy Mamarajabovna
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, dorivor o'simliklarni etishtirish va qayta ishlash ishlab chiqarish ta'lim yo'nalishi 203-guruh talabasi
e-mail: oftoboy18@gmail.com
Narzullayeva Zarnigor Oybekovna
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, biotexnologiya ta`lim yo‘nalishi 302-guruh talabasi
e-mail: zarnigornarzullayeva184@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23121107

Annotatsiya: Ushbu maqolada organik chiqindilarni anaerob biokonversiya qilish orqali biogaz olish texnologiyasi hamda uning issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirishdagi imkoniyatlari yoritilgan. Organik chiqindilarning nazoratsiz parchalanishi natijasida atmosferaga metan va boshqa issiqxona gazlarining ajralishi ekologik muammolarni kuchaytiradi. Anaerob fermentatsiya jarayonida esa organik moddalardan tarkibida asosan metan va karbonat angidrid bo‘lgan biogaz olinib, undan qayta tiklanuvchi energiya manbai sifatida foydalanish mumkin. Maqolada chorvachilik, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat va maishiy organik chiqindilarni biogaz ishlab chiqarishga yo‘naltirishning ekologik va energetik afzalliklari tahlil qilinadi. Shuningdek, biogaz texnologiyasining chiqindilarni samarali boshqarish, qazilma yoqilg‘ilarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish va iqlim o‘zgarishini yumshatishdagi ahamiyati ko‘rib chiqiladi. Ushbu texnologiyaning kompleks qo‘llanilishi chiqindilarni muhim energetik resursga aylantirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: organik chiqindilar, biogaz, anaerob fermentatsiya, biokonversiya, metan, issiqxona gazlari, qayta tiklanuvchi energiya, chiqindilarni qayta ishlash, ekologik barqarorlik.

Аннотация:В статье рассматривается технология получения биогаза путем анаэробной биоконверсии органических отходов и ее возможности в снижении выбросов парниковых газов. Неконтролируемое разложение органических отходов сопровождается выделением метана и других парниковых газов в атмосферу, что способствует усилению экологических проблем и изменению климата. В процессе анаэробной ферментации органические вещества преобразуются

в биогаз, основными компонентами которого являются метан и диоксид углерода. Полученный биогаз может использоваться в качестве возобновляемого источника энергии. В работе рассматриваются экологические и энергетические преимущества переработки отходов животноводства, сельского хозяйства, пищевой промышленности и бытовых органических отходов для производства биогаза. Особое внимание уделяется снижению неконтролируемых выбросов метана, сокращению использования ископаемого топлива и рациональному управлению органическими отходами. Комплексное применение биогазовых технологий способствует превращению органических отходов в энергетический ресурс и повышению экологической устойчивости.

Ключевые слова: органические отходы, биогаз, анаэробная ферментация, биоконверсия, метан, парниковые газы, возобновляемая энергия, переработка отходов, экологическая устойчивость.

Abstract: This article examines biogas production through the anaerobic bioconversion of organic waste and its potential for reducing greenhouse gas emissions. Uncontrolled decomposition of organic waste releases methane and other greenhouse gases into the atmosphere, contributing to environmental pollution and climate change. During anaerobic fermentation, organic matter is converted into biogas, which mainly consists of methane and carbon dioxide and can be used as a renewable energy source. The study considers the environmental and energy benefits of utilizing livestock manure, agricultural residues, food waste, and municipal organic waste for biogas production. Particular attention is given to the potential of biogas technologies to reduce uncontrolled methane emissions, decrease dependence on fossil fuels, and improve organic waste management. The integrated application of anaerobic digestion technologies provides an opportunity to transform organic waste into a valuable energy resource while contributing to environmental sustainability and climate change mitigation.

Keywords: organic waste, biogas, anaerobic fermentation, bioconversion, methane, greenhouse gases, renewable energy, waste management, environmental sustainability.

Kirish: Bugungi kunda organik chiqindilarning ko‘payishi ekologik muammolardan biri bo‘lib, ularni noto‘g‘ri boshqarish natijasida atmosferaga issiqxona gazlari, xususan, metan ajralishi mumkin. Shu sababli chiqindilarni nafaqat yo‘q qilish, balki ulardan foydali mahsulot va energiya olish muhim ahamiyatga ega.

Mazkur mavzuning tanlanishiga asosiy sabab — organik chiqindilar muammosini qayta tiklanuvchi energiya olish bilan birgalikda hal qilish imkoniyatidir. Anaerob fermentatsiya yordamida chorvachilik, qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat chiqindilaridan biogaz olish mumkin. Hosil bo‘lgan biogaz energiya manbai sifatida foydalanilib, chiqindilarning nazoratsiz parchalanishi natijasida yuzaga keladigan emissiyalarni kamaytirishga yordam beradi.

Ushbu maqolaning ahamiyati shundaki, unda organik chiqindilarni biogazga aylantirishning ekologik va energetik imkoniyatlari yoritiladi. Maqolaning asosiy maqsadi — biogaz texnologiyasining chiqindilarni samarali boshqarish, qayta tiklanuvchi energiya olish va issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirishdagi rolini tahlil qilishdir.



Materiallar va usullar: Ushbu tadqiqotda organik chiqindilarni biogazga aylantirish texnologiyasi va uning issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirish imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot obyekti sifatida **chorvachilik go‘ngi, parranda chiqindilari, oziq-ovqat qoldiqlari, meva-sabzavot chiqindilari hamda qishloq xo‘jaligi qoldiqlari** tanlandi. Bunday xomashyolar biogaz ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan asosiy organik substratlar qatoriga kiradi.

Tadqiqotda asosiy material sifatida organik chiqindilar, suv, anaerob fermentatsiya uchun germetik **biodigester (bioreaktor)** va gazni yig‘ish moslamalaridan foydalanish nazarda tutildi. Substratlarni fermentatsiyaga tayyorlashda chiqindilarni maydalash, aralashtirish va kerakli namlik darajasiga keltirish usullaridan foydalaniladi. Anaerob fermentatsiya kislorodsiz, yopiq sharoitda olib boriladi. Biogaz hosil bo‘lishi jarayonida organik moddalar mikroorganizmlar tomonidan bosqichma-bosqich parchalanadi va natijada asosan metan hamda karbonat angidriddan iborat biogaz hosil bo‘ladi.

Jarayonni baholashda **harorat, pH, fermentatsiya davomiyligi, substrat tarkibi va gaz hosildorligi** asosiy ko‘rsatkichlar sifatida olindi. Anaerob fermentatsiyada pH va harorat mikroorganizmlar faoliyatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi; mezofil jarayonlar odatda taxminan 30–40 °C atrofida olib boriladi.

Hosil bo‘lgan biogazning samaradorligi **gaz hajmi va metan ulushi** asosida baholandi. Biogaz tarkibining asosiy qismini metan va karbonat angidrid tashkil etadi, metan miqdori esa ishlatilgan xomashyo va texnologik sharoitga qarab o‘zgaradi.

Issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirish imkoniyatini baholashda organik chiqindilarning nazoratsiz parchalanishi va ularni anaerob biodigesterda boshqariladigan tarzda qayta ishlash holatlari taqqoslandi. Shuningdek, olingan biogazning qayta tiklanuvchi energiya sifatida ishlatilishi va natijada qazilma yoqilg‘ilarga bo‘lgan ehtiyojning kamayishi ham hisobga olindi. IEA ma’lumotlariga ko‘ra, organik chiqindilarni biogazga aylantirish chiqindilarni boshqarish va emissiyalarni kamaytirish bilan birga energiya olish imkonini beradi.

Maqolada “Materiallar” sifatida quyidagilarni ko‘rsatishingiz mumkin:

- chorva mollari go‘ngi;
- parranda chiqindilari;
- oziq-ovqat chiqindilari;
- meva va sabzavot qoldiqlari;
- qishloq xo‘jaligi o‘simlik qoldiqlari;
- suv;
- biodigester yoki anaerob bioreaktor;
- gaz yig‘ish idishi;
- pH o‘lchagich;
- termometr;
- gaz hajmini o‘lchash moslamasi;
- biogaz tarkibini aniqlash uchun gaz analizatori.

Biogaz qanday olinadi? Biogaz organik chiqindilarni kislorodsiz muhitda anaerob mikroorganizmlar yordamida parchalash natijasida olinadi. Jarayon maxsus germetik yopiq qurilma — biogaz reaktori yoki biodigesterda amalga oshiriladi. Hosil bo‘lgan biogazning asosiy qismini metan (CH_4) va karbonat angidrid (CO_2) tashkil qiladi; metan miqdori xomashyo va texnologik sharoitga qarab odatda 45–75% oralig‘ida bo‘ladi.

1. Xomashyoni tanlash: Biogaz olish uchun chorva go‘ngi, parranda chiqindilari, oziq-ovqat qoldiqlari, meva-sabzavot chiqindilari va qishloq xo‘jaligi qoldiqlaridan foydalanish mumkin.

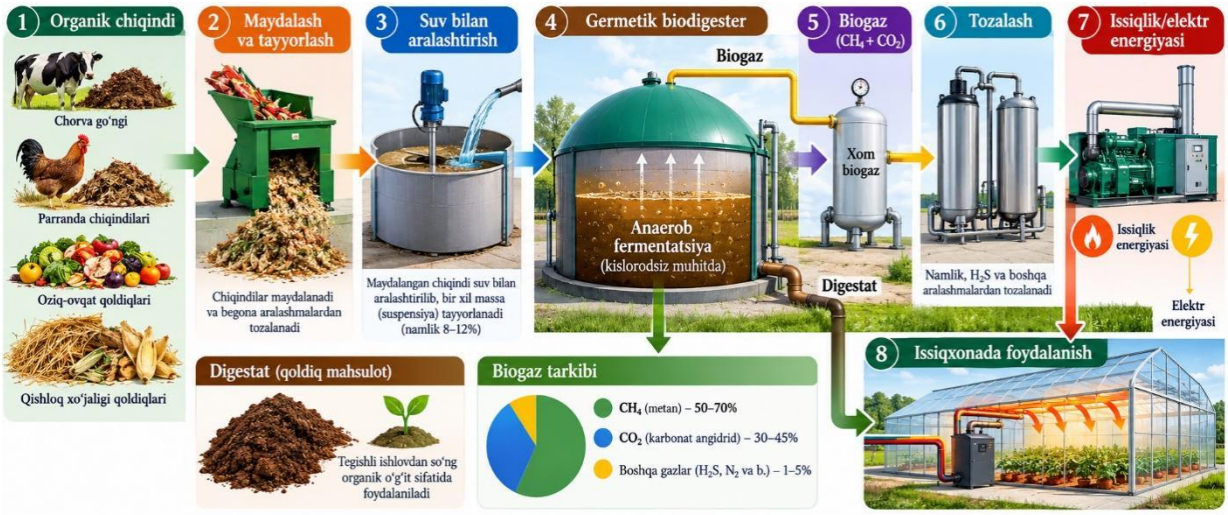
2. Xomashyoni tayyorlash: Chiqindilar begona aralashmalardan tozalanadi, zarur bo‘lsa maydalanadi va suv bilan aralashtiriladi. Bu mikroorganizmlarning organik moddaga ta’sirini yaxshilaydi. Xomashyoning namligi, tarkibi va zarracha o‘lchami biogaz hosildorligiga ta’sir qiladi.

3. Biodigesterga joylashtirish: Tayyorlangan organik massa germetik reaktorga solinadi. Eng muhim shart — kislorodning kirishiga yo‘l qo‘ymaslik. Anaerob mikroorganizmlar shu muhitda organik moddalarni bosqichma-bosqich parchalaydi.

4. Anaerob fermentatsiya: Jarayon davomida murakkab organik moddalar avval oddiyroq birikmalarga, keyinchalik organik kislotalarga va oxirgi bosqichda metanga boy biogazga aylantiriladi. Jarayon samaradorligiga harorat, pH, namlik, uglerod/azot nisbati va fermentatsiya davomiyligi ta’sir qiladi.

5. Biogazni yig‘ish: Hosil bo‘lgan gaz reaktorning yuqori qismida to‘planadi va maxsus gaz yig‘ish tizimiga chiqariladi. Xom biogaz tarkibida namlik va ayrim aralashmalar bo‘lishi mumkin, shuning uchun foydalanishdan oldin uni tozalash talab qilinadi.

6. Biogazdan foydalanish: Olingan biogaz issiqlik olish, elektr energiyasi ishlab chiqarish yoki boshqa energetik ehtiyojlar uchun ishlatilishi mumkin. Sizning maqolangizda ayniqsa issiqxonani isitish yo‘nalishini ko‘rsatish maqsadga muvofiq: biogaz yoqilganda hosil bo‘lgan issiqlik issiqxonadagi haroratni saqlashga sarflanadi.

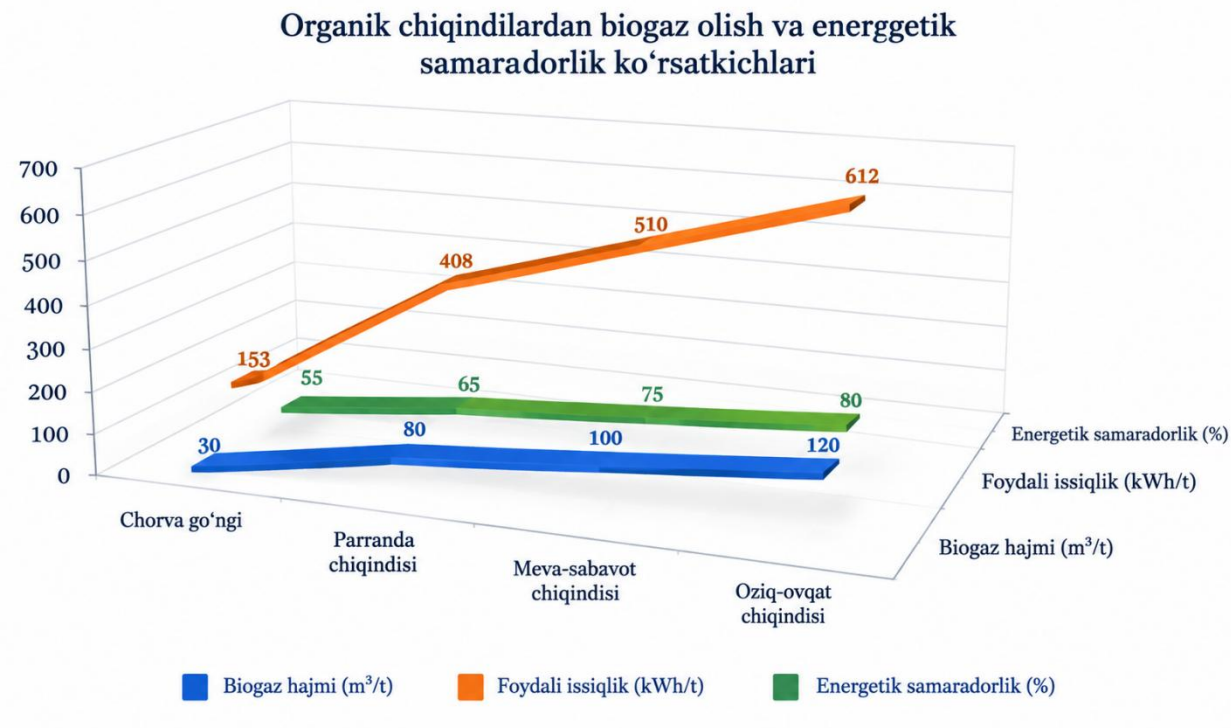


7. Digestatdan foydalanish: Fermentatsiyadan keyin qoladigan massa digestat deb ataladi. U tegishli ishlovdan so‘ng organik o‘g‘it yoki tuproq uchun oziqa manbai sifatida foydalanilishi mumkin.

Organik chiqindilardan biogaz ajralish hajmi: Quyidagi qiymatlar **illustrativ hisobiy ko‘rsatkichlar**, ya’ni sizning tajriba natijangiz sifatida emas, grafikni maqolada tushuntirish uchun berilgan.

Turli organik chiqindilardan biogaz ajralish hajmi

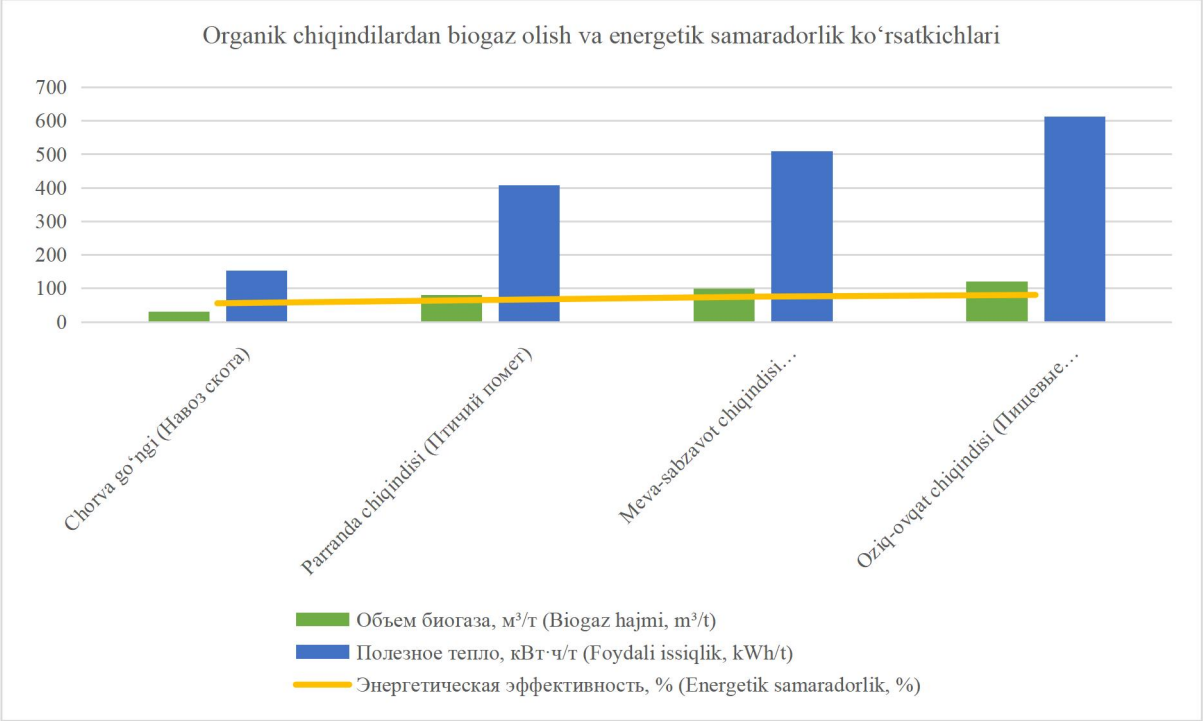
1 tonna xom organik chiqindidan olinishi mumkin bo‘lgan biogaz hajmining illustrativ taqqoslanishi.



Qiymatlar illustrativ hisobiy ko‘rsatkichlar; real hosildorlik substrat tarkibi va anaerob fermentatsiya sharoitiga bog‘liq.

IEA biogaz hosildorligi xomashyo turiga sezilarli darajada bog‘liqligini va oziq-ovqat chiqindilari, go‘ng, qishloq xo‘jaligi qoldiqlari kabi turli substratlar anaerob parchalanishda foydalanilishini ko‘rsatadi.

Biogazning issiqxonadagi foydasi: Biogazning asosiy energetik foydasi — **issiqlik olish**. Quyidagi grafikda biogaz hajmi oshishi bilan issiqxonaga berilishi mumkin bo‘lgan foydali issiqlik energiyasi ham ortishi ko‘rsatilgan. Bu yerda taxminan **1 m³ biogaz ≈ 6 kWh energiya**, issiqlik qurilmasining 85% samaradorligida esa ≈ **5,1 kWh foydali issiqlik** deb olingan.



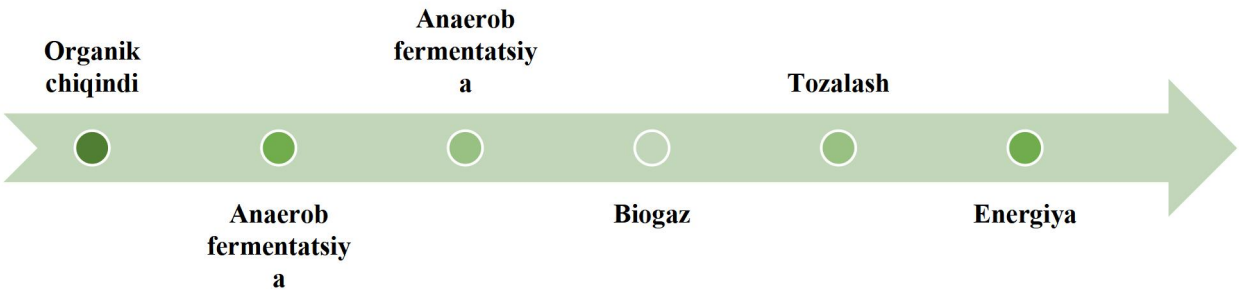
Natijalar: Maqolada organik chiqindilarni anaerob biokonversiya qilish orqali biogaz olish jarayonining ekologik va energetik samaradorligi tahlil qilindi. Anaerob parchalanish jarayonida organik moddalar kislorodsiz muhitda mikroorganizmlar ta’sirida parchalanib, tarkibida asosan metan (CH_4) va karbonat angidrid (CO_2) bo‘lgan biogaz hosil qiladi. IEA ma’lumotlariga ko‘ra, biogaz tarkibidagi metan miqdori xomashyo va texnologik sharoitga qarab odatda **45–75%** oralig‘ida bo‘ladi.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, **chorva go‘ngi, parranda chiqindilari, oziq-ovqat qoldiqlari, meva-sabzavot chiqindilari va qishloq xo‘jaligi qoldiqlari** biogaz ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo manbalari hisoblanadi. Xomashyoning tarkibi, namligi, zarracha kattaligi, pH ko‘rsatkichi, harorat, uglerod/azot nisbati va fermentatsiya davomiyligi biogaz hosildorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Biogaz hosil bo‘lishi

Jarayon natijasida organik chiqindilarning bir qismi energiyaga boy gazsimon mahsulotga aylanadi:

Organik chiqindi → anaerob fermentatsiya → biogaz → tozalash → energiya



Adabiyotlar sharhi: Organik chiqindilarni anaerob fermentatsiya orqali biogazga aylantirish qayta tiklanadigan energiya olishning istiqbolli usullaridan biri hisoblanadi. Anaerob parchalanish jarayonida organik moddalar kislorodsiz muhitda mikroorganizmlar ta’sirida parchalanib, asosan metan va karbonat angidriddan tashkil topgan biogaz hosil qiladi [1].

Tadqiqotlarda biogaz hosildorligiga xomashyo tarkibi, pH, harorat, organik yuklama, fermentatsiya davomiyligi va C/N nisbati kabi omillar sezilarli ta'sir ko‘rsatishi aniqlangan [2,3]. Oziq-ovqat chiqindilari yuqori biologik parchalanish xususiyati sababli biogaz ishlab chiqarish uchun samarali substrat hisoblanadi, biroq ularni oldindan maydalash va boshqa organik chiqindilar bilan kofermentatsiya qilish jarayon samaradorligini oshirishi mumkin [3,4].

Chorva go‘ngi, qishloq xo‘jaligi qoldiqlari va oziq-ovqat chiqindilarini birgalikda qayta ishlashda oziqa moddalari muvozanati yaxshilanib, metan hosil bo‘lishi barqarorlashishi mumkin [5]. Bundan tashqari, mexanik, termik va biologik oldindan ishlov berish usullari organik moddalarning parchalanishini osonlashtirib, biogaz ishlab chiqarish imkoniyatini oshirishi qayd etilgan [4,6].

So‘nggi tadqiqotlarda anaerob fermentatsiyaning gidroliz, atsidogenez, atsetogenez va metanogenez bosqichlaridan iboratligi hamda har bir bosqich mikroorganizmlar faoliyati bilan bog‘liqligi ko‘rsatilgan [7]. Jarayon natijasida biogazdan tashqari organik moddalarga boy digestat hosil bo‘ladi va undan tegishli ishlovdan keyin o‘g‘it sifatida foydalanish mumkin [3,5].

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili organik chiqindilarni anaerob biokonversiya qilish bir vaqtning o‘zida chiqindilarni qayta ishlash, biogaz olish, energiya ishlab chiqarish va ekologik yuklamani kamaytirish imkonini berishini ko‘rsatadi [1,7].

Xulosa: Organik chiqindilarni anaerob biokonversiya qilish orqali biogaz olish chiqindilarni qayta ishlash va qayta tiklanadigan energiya ishlab chiqarishni birlashtiruvchi samarali biotexnologik yo‘nalish hisoblanadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, chorva go‘ngi, parranda chiqindilari, oziq-ovqat hamda meva-sabzavot qoldiqlaridan biogaz olish mumkin. Jarayon samaradorligi xomashyo tarkibi, pH, harorat, namlik, C/N nisbati va fermentatsiya davomiyligiga bog‘liq. Olingan biogaz issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarishda, digestat esa organik o‘g‘it sifatida foydalanilishi mumkin. Shu sababli ushbu texnologiya organik chiqindilarni kamaytirish, energiya resurslarini tejash va issiqxona gazlari emissiyasini pasaytirishda muhim ekologik va energetik imkoniyat yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. IEA. (2020). Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth. International Energy Agency. https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-2020
2. Zhang, C., Su, H., Baeyens, J., & Tan, T. (2014). Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 383–392. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.050
3. Bong, C. P. C., Lim, L. Y., Lee, C. T., Klemeš, J. J., Ho, C. S., & Ho, W. S. (2018). The characterisation and treatment of food waste for improvement of biogas production during anaerobic digestion – A review. Journal of Cleaner Production, 172, 1545–1558. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.199
4. Chiu, S. L. H., & Lo, I. M. C. (2016). Reviewing the anaerobic digestion and co-digestion process of food waste. Bioresource Technology, 200, 977–986. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.11.025
5. Wong, J. W. C., Zhou, Y., & Kurade, M. B. (2017). Pretreatment of food waste for methane and hydrogen recovery: A review. Bioresource Technology, 245, 1197–1204. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.152
6. Ammar, M., Al-Sarkhi, A., & El-Nazer, C. (2025). Anaerobic digestion of organic waste for bioenergy production: Optimization, performance, and sustainability—A review. Renewable Energy Focus, 52, 100612. https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100612

7. Kadam, R., Sharma, Y. C., & Kumar, A. (2023). Recent advances in co-digestion conjugates for anaerobic digestion of food waste. Environmental Science and Pollution Research, 30(12), 32115–32130. https://doi.org/10.1007/s11356-023-25412-x
8. Angelidaki, I., Treu, L., Tsapekos, P., Campanaro, S., & Kougias, P. G. (2018). Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives. Biotechnology Advances, 36(2), 452–466. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.01.011
9. Mulat, D. G., Dibdiakova, J., & Horn, S. J. (2018). Microbial community dynamics during anaerobic digestion of agricultural and food waste. Biolink & Bioenergy, 119, 342–351. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.09.015
10. Ariyanto, E., Budi, S., & Mulyani, S. (2021). Optimization of temperature and pH parameters in anaerobic digester performance for biogas yield enhancement. Energy for Sustainable Development, 64, 88–95. https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.08.003
11. Siddique, M. N. I., & Wahid, Z. A. (2018). Achievements and perspectives in anaerobic co-digestion of animal manure and crop residues. Clean Technologies and Environmental Policy, 20(3), 441–459. https://doi.org/10.1007/s10098-018-1485-6
12. Xu, F., Li, Y., Ge, X., Yang, L., & Li, Y. (2018). Anaerobic digestion of food waste for bioenergy production: Progress and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90, 323–335. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.081
13. Tyagi, V. K., & Lo, S. L. (2013). Application of thermal pretreatment strategies for sludge and organic waste anaerobic digestion. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 12(4), 329–350. https://doi.org/10.1007/s11157-013-9317-7
14. Karki, R., Chuenchart, W., Logroño, W., Saritpongteeraka, K., & Chaiprapat, S. (2021). Anaerobic co-digestion of agricultural wastes and food waste for enhanced biogas production and digestate quality. Journal of Environmental Management, 296, 113174. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113174
15. Rios, A. M., Alvarez, R. A., & Garcia, R. (2024). Thermal integration and bioenergy utilization in agricultural greenhouses using biogas systems. Applied Energy, 355, 122280. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122280