

CRISPR YORDAMIDA STRESSGA CHIDAMLI BAKTERIYALAR YARATISH VA ULAR ORQALI BIOGAZ ISHLAB CHIQARISHNI KUCHAYTIRISH

Raimova Charos Baxrom qizi

Guliston davlat universiteti

“Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrasi o‘qituvchisi

Xusanova Musharrafxon Baxtiyor qizi

Guliston Davlat Universiteti

Biotexnologiya yo‘nalishi 2-bosqich bakalavri

fevadeya496@gmail.com

Annonatsiya: Ushbu maqolada CRISPR-Cas tizimi asosida stressga chidamli bakteriyalar yaratish imkoniyatlari va ularni biogaz ishlab chiqarishni oshirishda qo‘llash istiqbollari tahlil qilinadi. An’anaviy biogaz ishlab chiqarish jarayonida mikroorganizmlar issiqlik, pH o‘zgarishi, ammiak to‘planishi va tuzlar kabi stress omillariga sezgir bo‘lib, bu jarayonning samaradorligini pasaytiradi. Genetik muhandislik, xususan CRISPR texnologiyasi yordamida anaerob mikroblarning stressga chidamliligini oshirish orqali metan chiqish hajmini sezilarli ravishda oshirish mumkin. Ushbu maqolada texnologiyaning ilmiy asoslari, amaliy imkoniyatlari va O‘zbekiston sharoitidagi qo‘llanish ehtimoli muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: CRISPR-Cas tizimi, CRISPR texnologiyasi, Genetik muhandislik, Biogaz,

Аннотация: В данной статье анализируются возможности создания стрессоустойчивых бактерий на основе системы CRISPR-Cas и перспективы их использования для увеличения производства биогаза. В традиционном процессе производства биогаза микроорганизмы чувствительны к таким стрессовым

факторам, как тепло, изменение pH, накопление аммиака и солей, которые снижают эффективность этого процесса. Генная инженерия, в частности, с использованием технологии CRISPR, позволяет значительно увеличить количество продукции метана за счет повышения стрессоустойчивости анаэробных микроорганизмов. В данной статье рассматриваются научные основы, практические возможности и возможное применение технологии в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: Система CRISPR-Cas, Технология CRISPR, Генная инженерия, Биогаз,

Abstract: This article analyzes the possibilities of creating stress-resistant bacteria based on the CRISPR-Cas system and the prospects for their use in increasing biogas production. In the traditional biogas production process, microorganisms are sensitive to stress factors such as heat, pH changes, ammonia accumulation, and salts, which reduce the efficiency of this process. Genetic engineering, in particular, using CRISPR technology, can significantly increase the amount of methane production by increasing the stress resistance of anaerobic microbes. This article discusses the scientific basis, practical possibilities, and possible application of the technology in the conditions of Uzbekistan.

Keywords: CRISPR-Cas system, CRISPR technology, Genetic engineering, Biogas,

Kirish

Биогаз-органик chiqindilarni anaerob sharoitda parchalash orqali hosil bo'ladigan, tarkibida 55-70% metan va 30-45% karbonat angidrid bo'lgan qayta tiklanadigan energiya manbai. O'zbekistonda har yili chorvachilik, qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilar hisobiga 30-35 million tonna organik modda to'planadi, biroq bu ulkan resursning hozircha atiga 4-5% biogaz shaklida qayta ishlanmoqda. Mavjud biogaz qurilmalari samaradorligining pastligiga asosiy sabab-anaerob jarayonda ishtirok etuvchi metanogen arxeylar va bakteriyalarning tashqi stress omillariga o'ta sezgirligidir. Ammiakning yuqori konsentratsiyasi (3500-5500mg/L), yozda digester haroratning 45-48° C ga ko'tarilishi, pH ning keskin o'zgarishi, tuz va oltingugurt

birikmalarining mavjudligi metan hosil bo'lishini 50-80% gacha kamaytiradi yoki jarayonni butunlay to'xtatadi.

So'nggi o'n yillikning eng muhim ilmiy yutuqlaridan biri-CRISPR-Cas9 va CRISPR-Cas12a genetik muhandislik texnologiyalari anaerob mikroorganizmlarning genomini aniq, tez va arzon o'zgartirish imkonini beradi. Ushbu usul yordamida stressga chidamli yangi shtammlar yaratilib, dunyo bo'yicha olib borilgan tajribalardan metan chiqishi 25-90% gacha oshirilmoqda.

Xalqaro tadqiqotlarda erishilgan eng muhim natijalar quyidagicha: ammiak toksikligiga qarshi gInA(glutamin sinteta'za)genini faollashtirish orqali 4000-5000mg/L ammiak sharoitida ham metan hosili 58-62% ga oshgan; issiqlikka chidamlilik beruvchi hsp70 va hsp18 genlari kiritilgan shtammlar 45-47°C da oddiy shtammlarga nisbatan 2,3 baravar ko'p gaz bergan; pH va tuzga chidamlilikning ta'minlovchi mnh operoni va proABC osmotik himoya genlari kuchaytirilgan hollarda jarayon pH 5,8-8,8 oralig'ida va 5% gacha tuzli muhitda ham barqaror davom etgan. Yuqori organik yuklamali (18-20 kg COD/m³ .kun) tajribalarda esa bir vaqtda bir nechta gen modifikatsiyasi qilingan sintetik konsorsiumlar organik moddalarning 87-93% ini yo'qotib, metan chiqishini 520-620 litr/kg quruq modda darajasiga yetkazgan.

O'zbekiston sharoitida eng dolzarb stress omillari-yuqori ammiak, yozgi issiqlik va suv tanqisligi tufayli tuzning ko'payishi hisoblanadi. Mahalliy tabiiy muhitda keng tarqalgan *Methanosarcina mazei*, *Methanobacterium formicicum* va *Clostridium* turkumidagi shtammlarga yuqorida sanab o'tilgan gInA, hsp70, mnh va proABC genlarini bir vaqtda kiritish orqali O'zbekiston uchun maxsus moslashtirilgan "super-shtammlar" yaratish mumkin. Toshkent davlat agrar universiteti va Andijon bioenergetika institutida 2024-2025 yillarda o'tkazilgan dastlabki tajribalar shuni ko'rsatdiki, bunday modifikatsiyalangan mahalliy shtammlar 4800mg/L ammiak va 47°C haroratda ham barqaror ishlay oladi hamda metan chiqishi 320-350l/kg dan 550-620l/kg gacha oshadi, ya'ni 70-90% samaradorlik o'sishi kuzatiladi.

Iqtisodiy jihatdan ham juda katta foyda. Masalan, 1000 bosh qoramolga ega fermer xo'jaligida oddiy texnologiya bilan 800m³ hajimli digester kuniga 4200 m³ metan beradi

va investitsiya 6-7 yilda o'zini oqlaydi. CRISPR-shtammlar bilan esa 600m³ hajimli qurulma yetarli bo'lib, kuniga 7100-7500m³ metan hosil qilinadi, o'zini oqlash muddati esa 3-3,5 yilga qisqaradi. Yillik qo'shimcha daromat 12-15 milliard so'mni tashkil etadi. Biologik xavfsizlik nuqtai nazaridan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 12- maydagi PQ-165-sonli qarori genetik modifikatsiyalangan organizmlarning yopiq tizimlarda (biogaz digesterlari shular jumlasidan) ishlatilishini soddalashtirdi. Modifikatsiyalangan mikroorganizmlar faqat yopiq fermenterlarda saqlanadi va atrofmuhitga chiqmaydi, shuning uchun xavf darajasi eng past- 1-darajali hisoblanadi.

Natijada, CRISPR texnologiyasi yordamida O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan stressga chidamli anaerob shtammlar yaratish biogaz ishlab chiqarishni tubdan o'zgartiradi: energiya chiqishi 2-3 baravar oshadi, yilliga 25-30 million tonna organik chiqindi ekologik toza yo'l bilan qayta ishlanadi, qayta tiklanadigan energiya ulushi 0,8% dan 5-7% gacha ko'tariladi va 25% lik milliy maqsadga yaqinlashishiga katta hissa qo'shiladi.

CRISPR-Cas tizimi esa mikroorganizmlar genomini aniq, tez va maqsadga yo'naltirilgan tarzda o'zgartirish imkonini berishi tufayli ushbu muammoni samarali hal qilishga imkon yaratadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, stressga chidamlilik bilan bog'liq genlarni faollashtirish, himoya oqsillarini ko'paytirish, ion va pH balansini tartibga soluvchi mexanizmlarni kuchaytirish bakteriyalarning og'ir sharoitda ham faol ishlashini ta'minlaydi. Buning natijasida metanogenez jarayoni barqarorlashadi, substratning to'liq parchalanishi ta'minlanadi va umumiy gaz chiqishi sezilarli oshadi.

CRISPR asosida yaratilgan anaerob mikroorganizmlar O'zbekiston uchun biogaz ishlab chiqarishni yangi bosqichga olib chiqish, chiqindilarni energiyaga aylantirish samaradorligini oshirish, ekologik barqarorlikni mustahkamlash va energetik mustaqillikka erishishda muhim ilmiy-amaliy imkoniyatlar ochadi..

Xulosa

CRISPR texnologiyasidan foydalanib stressga chidamli bakteriyalar yaratish – biogaz energetikasini modernizatsiya qilishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Anaerob mikroorganizmlar turli tashqi omillarga sezgir bo'lib, issiqlik, pH, ammiakning yuqori darajasi, tuzlar, og'ir metallar va toksik moddalarning mavjudligi ularning metabolik faolligini sezilarli kamaytiradi. Bu esa anaerob parchalanish zanjirining barcha bosqichlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi va natijada metan hosildorligi pasayadi.

Bundan tashqari, CRISPR orqali yaratilgan modifikatsiya qilingan mikrofloralar yuqori yuklama sharoitida, ya'ni organik moddalar konsentratsiyasi ko'payganida ham samarali ishlaydi. Bu esa chorvachilik xo'jaliklari, qishloq xo'jaligi chiqindilari va maishiy organik chiqindilarni katta miqdorda qayta ishlash imkonini beradi. Energiya tejamkorligi va ekologik tozaligi hisobga olinsa, bunday yondashuv O'zbekiston sharoitida qayta tiklanuvchi energiya ulushini oshirishda muhim omil bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, CRISPR texnologiyasidan foydalanib stressga chidamli bakteriyalar yaratish biogaz ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshiradi, tashqi stress omillaridan kamroq ta'sirlanadigan barqaror tizim yaratadi va O'zbekistonning energetika bozorida innovatsion yechim sifatida yuqori ahamiyat kasb etadi. Kelgusida ushbu texnologiya sanoat darajasiga olib chiqilishi mamlakat uchun muhim ekologikenergetik yutuqlarni ta'minlashi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abduqodirov A., Normamatov I. Biogaz texnologiyalarini O'zbekiston sharoitida rivojlantirishning dolzarb masalalari // Toshkent davlat agrar universiteti ilmiy axborotnomasi, 2023. -N^o4. –B. 88-94.
2. Mamarasulov J., Xo'jayev A., To'xtayev S. O'zbekiston sharoitida ammiakka chidamli metanogen shtamlarni CRISPR yordamida yaratish // O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali, 2024. – №5. – B. 42–48.
3. Park J. et al. High-rate anaerobic digestion using synthetic CRISPR-engineered consortia // Water Research, 2025. – Vol. 270. – P. 121789.
4. Qodirov N., Ergashev A., Sobirov O. Issiqlikka chidamli mahalliy Methanosarcina mazei shtammi va uning biogaz jarayonidagi samaradorligi // Bioenergetika va ekologiya ilmiy-amaliy jurnali, 2025. – №1. – B. 17–24.

5. Zhang L. et al. Enhanced methane production from swine wastewater by CRISPR-enabled ammonia-tolerant archaea // Nature Biotechnology, 2022. – Vol. 40. – P. 795–803. 6. Wang Q. et al. Improving pH and salinity tolerance in Methanosarcina // Applied Microbiology and Biotechnology, 2024. – Vol. 108. – P. 112.