

GENETIK JIHATDAN MODIFIKATSIYALANGAN XAMIRTURUSHLARDA KAMROQ TOKSIK METOBOLITLAR ISHLAB CHIQRISH TIZIMI

Akramboyeva Aziza Akmal qizi

*Ishlab chiqish texnologiyalari fakulteti Biotexnologiya
yoʻnalishi 2 bosqich talabasi*

Raimova Charos Baxrom qizi

Ishlab chiqish texnologiyalari fakulteti

“Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrasi oʻqituvchisi

Annotatsiya. Genetik jihatdan modifikatsiyalangan xamirturushlar toksik metabolitlarni kamaytirish orqali fermentatsiya jarayonining samaradorligini oshiradi. Bu xamirturushlar mahsulot sifatini yaxshilash, ekologik xavflarni kamaytirish va sanoat jarayonlarini barqarorlashtirish imkonini beradi. Genetik modifikatsiya metabolik yoʻllarni optimallashtirish va ferment faolligini barqarorlashtirish orqali xamirturushlarni murakkab ishlab chiqarish sharoitlariga moslashtiradi. Bunday xamirturushlar farmatsevtika, oziq-ovqat, bioyoqilgʻi va kimyo sanoatida sifatli va ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyatini kengaytiradi. Tadqiqotlar genetik muhandislik yondoshuvi yordamida toksik metabolitlarni kamaytirishga qaratilgan samarali strategiyalarni ishlab chiqishga imkon beradi.

Kalit soʻzlar: Genetik modifikatsiya, xamirturush, toksik metabolitlar, fermentatsiya, biotexnologiya, sanoat jarayonlari, asetaldehid, reaktiv kislorod turlari (ROS), fuzel spirtlar asetat, laktat

Abstract: Genetically modified yeasts reduce the production of toxic metabolites, thereby increasing the efficiency of fermentation processes. These yeasts improve product quality, reduce environmental risks, and stabilize industrial processes. Genetic modification optimizes metabolic pathways and stabilizes enzyme activity, enabling yeasts to adapt to complex production conditions. Such yeasts offer opportunities for

producing high-quality and environmentally friendly products in the pharmaceutical, food, biofuel, and chemical industries. Research demonstrates that genetic engineering approaches allow the development of effective strategies to minimize toxic metabolite formation.

Keywords: Genetic modification, yeast, toxic metabolites, fermentation, biotechnology, industrial processes, acetaldehyde, reactive oxygen species (ROS), fusel alcohols acetate, lactate

Genetik jihatdan modifikatsiyalangan xamirturushlar biotexnologiya sohasida eng istiqbolli tadqiqot obyektlaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy gen muhandisligi usullari bu mikroorganizmlarning metabolik yo'llarini qayta qurish orqali ularning faoliyatini aniq boshqarishga imkon yaratadi. Tabiiy xamirturushlarda ayrim fermentatsiya jarayonlari natijasida toksik metabolitlar hosil bo'lishi kuzatiladi. Ushbu toksik birikmalar mahsulot sifatiga salbiy ta'sir etishi, jarayon samaradorligini pasaytirishi va ekologik xavflarni kuchaytirishi mumkin. Shu sababli xamirturushlarning genetik tarkibini o'zgartirish orqali toksik metabolitlar miqdorini kamaytirish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masalaga aylandi. GM xamirturushlar yaratish jarayonida metabolizmning muhim bosqichlari aniqlanib, zararsiz yoki foydali mahsulot hosil bo'lishiga yo'naltiriladi. Bu esa sanoat fermentatsiyasi jarayonlarini yanada barqaror, iqtisodiy jihatdan tejamkor va ekologik xavfsiz qilish imkonini beradi. Xususan, toksik moddalarning kamayishi energetik resurslarning samarali sarflanishiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Yana bir muhim tomoni shundaki, genetik modifikatsiya xamirturushlarning chidamliligini oshiradi va ularni murakkab ishlab chiqarish sharoitlariga moslashtiradi. Toksik metabolitlarni cheklash orqali fermentlar faolligi ham barqarorlashib, jarayon davomida ortiqcha stress omillari kamayadi. Bu yo'nalishning rivojlanishi farmatsevtika, oziq-ovqat, bioyoqilg'i va kimyo sanoatida katta imkoniyatlar yaratmoqda. Shuningdek, bunday xamirturushlar yordamida ekologik toza biotexnologik yechimlar ishlab chiqish tobora ommalashmoqda. Tadqiqotlarning kengayishi natijasida toksik metabolitlarni kamaytirishga qaratilgan

yangi genetik strategiyalar ishlab chiqilmoqda. Shu bois mazkur mavzuning ilmiy ahamiyati ham, amaliy qo'llanilish darajasi ham juda yuqori hisoblanadi[1].

Xamirturushlarning genetik tuzilishi eukariot mikroorganizmlarga xos bo'lib, ularning DNKsi yadro ichida joylashgan xromosomalardan tashkil topadi. Ushbu xromosomalalar hujayra bo'linishi jarayonida aniq va tartibli replikasiya mexanizmlari orqali ko'payadi, bu jarayon kitobdagi mikroorganizmlarda DNK nusxalanishi haqidagi umumiy qonuniyatlarga asoslanadi. Xamirturushlarda ham DNK polimerazalar, ligazalar va helikazalar faoliyat yuritib, genetik axborotning to'g'ri uzatilishini ta'minlaydi. Genlarning ekspressiyasi transkripsiya va translyatsiya bosqichlaridan iborat bo'lib, bu jarayonlar barcha mikroorganizmlarda bo'lgani kabi qat'iy molekulyar tartibda amalga oshadi. Xamirturushlar (ayniqsa *Saccharomyces cerevisiae*) biotexnologiya va fermentatsiya sanoatining asosiy mikroorganizmlaridan biri hisoblanadi. Ular yordamida etanol, organik kislotalar, aminokislotalar, oqsillar, bioaktiv birikmalar hamda farmatsevtik mahsulotlar ishlab chiqariladi. Biroq fermentatsiya jarayonida xamirturushlar tomonidan ko'plab toksik metabolitlar hosil bo'ladi. Bu metabolitlar hujayraga zarar yetkazadi, o'sishni sekinlashtiradi, energiya almashinuvini buzadi va final mahsulot sifatiga salbiy ta'sir qiladi. Toksik metabolitlarda asosiylari quyidagilar:asetaldehid, reaktiv kislorod turlari (ROS). fuzel spirtlar asetat va laktat kabi organik kislotalar, peroksidlar. Ushbu metabolitlarning to'planishi xamirturush uchun stress holatini kuchaytiradi va sanoat jarayonlarida fermentatsiya samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli zamonaviy biotexnologiya doirasida kam toksik metabolitlar ishlab chiqaradigan genetik modifikatsiya qilingan xamirturush shtammlarini yaratish dolzarb hisoblanadi.[2] Xamirturushlar metabolizmini boshqaruvchi ko'plab genlar mavjud bo'lib, ularning faolligi sharoitga qarab o'zgarishi genetik nazoratning muhim xususiyatlaridan biridir. Genetik modifikatsiya aynan shu nazorat mexanizmlarini o'zgartirish yoki ma'lum genlarni qayta ishlash orqali amalga oshiriladi. Mikroorganizmlarga xos bo'lgan tabiiy mutatsiyalar xamirturushlarda ham uchrab, ba'zan foydali xususiyatlarning shakllanishiga sabab bo'ladi. Kitobda keltirilgan mutageniz jarayonlari kabi,

xamirturush genomiga kimyoviy, fizik va biologik omillar yordamida ham o'zgartirish kiritish mumkin. Genetik rekombinatsiya usullari xamirturushlarda yangi funksional gen variantlarini yaratish imkonini beradi. Shu bilan birga, genlarni o'chirib tashlash yoki ularning faolligini pasaytirish orqali metabolik yo'llarni qayta yo'naltirish mumkin bo'ladi. Xamirturushlarda qo'llaniladigan zamonaviy gen muhandisligi usullari, xususan, maqsadli genetik o'zgarishlarni amalga oshirish imkonini kengaytiradi. Mikroorganizmlar genetikasi bo'yicha kitobda berilgan nazariy asoslar xamirturushlar genetik modifikatsiyasiga ham to'liq tatbiq etilishi mumkin. Shuning uchun xamirturushlarda olib boriladigan genetik o'zgartirishlar ilmiy asoslangan va nazorat qilinadigan jarayon hisoblanadi.[3] Xamirturushlarning genetik tuzilmasi sodda bo'lsa-da, ularni modifikatsiya qilish orqali ko'plab biotexnologik vazifalar samarali bajariladi. Ana shunday imkoniyatlar tufayli xamirturushlar zamonaviy biotexnologiyaning eng muhim modellaridan biri sifatida qaraladi.

Genetik jihatdan modifikatsiyalangan xamirturushlarda toksik aldehidlar va boshqa zararli metabolitlar miqdori sezilarli darajada kamayadi. Bu jarayon NAD(P)H-ga bog'liq fermentlar orqali toksik birikmalarni zararsiz spirt yoki boshqa foydali mahsulotlarga aylantirish orqali amalga oshadi. Masalan, ma'lum ferment genlarini haddan tashqari ifodalash furfural va HMF kabi toksinlarning kamayishiga olib keladi.[4] Xamirturushlarda adaptiv evolyutsiya va metabolik muhandislik yondoshuvlari birlashib, yuqori chidamlilik va toksinlarga bardoshlilikni oshiradi. Genlarni tanlab modifikatsiya qilish fermentatsiya jarayonida "lag" bosqichini qisqartiradi va selulyozadan olinadigan toksin sharoitida samarali ishlash imkonini beradi. NAD(P)H kofaktor balansini optimallashtirish orqali metabolik yo'llar oqilona boshqariladi va toksik birikmalar kamayadi. Mutatsiya qilingan fermentlar gen ifodasini tartibga solish jarayonda stress omillarini kamaytiradi va ferment faolligini barqarorlashtiradi. Shuningdek, genetik modifikatsiya xamirturushlarning o'sish tezligini oshiradi va uzoq muddatli toksin ta'siriga chidamliligini ta'minlaydi. Bunday xamirturushlar sanoat fermentatsiyasi jarayonlarini yanada barqaror, iqtisodiy tejamkor va ekologik xavfsiz qiladi. Shu bilan birga, ular farmatsevtika, oziq-ovqat,

bioyoqilg'i va kimyo sanoatida sifatli va ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishga keng imkoniyat yaratadi.

Genetik jihatdan modifikatsiyalangan xamirturushlar zamonaviy biotexnologiyada fermentatsiya jarayonlarini samarali boshqarish imkonini beradi. Ularning genetik tarkibini optimallashtirish orqali toksik metabolitlar miqdori sezilarli darajada kamayadi. Bu esa mahsulot sifatini yaxshilash va ekologik xavflarni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Modifikatsiya qilingan xamirturushlar metabolik yo'llarni tartibga solish orqali ferment faolligini barqarorlashtiradi. Shu orqali ular murakkab ishlab chiqarish sharoitlariga moslashadi va chidamliligi oshadi. Toksik aldehydlar va boshqa zararli birikmalar NAD(P)H-ga bog'liq fermentlar yordamida foydali mahsulotlarga aylantiriladi. Adaptiv evolyutsiya va metabolik muhandislik yondoshuvlari birlashib, xamirturushlarning toksinlarga bardoshlilik oshiriladi. Genlarni tanlab modifikatsiya qilish fermentatsiya jarayonida "lag" bosqichini qisqartiradi va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, xamirturushlarning o'sish tezligi oshadi va uzoq muddatli toksin ta'siriga chidamlilik ta'minlanadi. Natijada, genetik modifikatsiyalangan xamirturushlar farmatsevtika, oziq-ovqat, bioyoqilg'i va kimyo sanoatida sifatli va ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishda strategik ahamiyat kasb etadi.[5]

Xulosa.

Genetik jihatdan modifikatsiyalangan xamirturushlar toksik metabolitlarni kamaytirish orqali fermentatsiya jarayonining samaradorligini oshiradi. Bu xamirturushlar mahsulot sifatini yaxshilash va ekologik xavflarni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Genetik modifikatsiya metabolik yo'llarni optimallashtirish va ferment faolligini barqarorlashtirish imkonini beradi. Shu orqali xamirturushlar murakkab ishlab chiqarish sharoitlariga moslashadi va chidamliligi oshadi. Modifikatsiya qilingan xamirturushlar energetik resurslardan samarali foydalanishni ta'minlaydi. Ularning qo'llanilishi sanoat fermentatsiyasi jarayonlarini iqtisodiy jihatdan tejankor qiladi. Shu bilan birga, farmatsevtika, oziq-ovqat va bioyoqilg'i sanoatida sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyatini kengaytiradi. Toksik

metabolitlarni cheklash ekologik toza biotexnologik yechimlarni rivojlantirishga hissa qo'shadi. Genetik muhandislik xamirturushlarning ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlab chiqarishda asosiy model obyekt sifatida ahamiyatini oshiradi. Natijada, bunday yondoshuv biotexnologiyaning rivojlanishi va sanoat jarayonlarining barqarorligini ta'minlashda muhim strategik yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. "Molekulyar mikrobiologiya" o'quv qo'llanma. — Buxoro davlat universiteti, Biologiya kafedrasini. — 2023. — 126 b.
2. Walker, G. M. (2019) – "Xamirturush fiziologiyasi va biotexnologiyasi" o'quv qo'llanma
3. "Biotexnologiya yutuqlari" jurnali, Nevoigt, E. (2008). Turining metabolik injiniringi bo'yicha ilmiy yutuqlar. "Mikrobiologiya va molekulyar biologiya sharhlari" jurnali, 72(3), 379–412.
4. Liu, H. va boshqalar. (2019). "Genetik o'zgartirilgan xamirturushlarda toksik metabolitlarni kamaytirish orqali fermentatsiya samaradorligini oshirish."
5. Hahn-Hägerdal, B. – Yeasts in Biotechnology. 2020. "Xamirturushlar biotexnologiyasi" kitobi
6. Olimovich, U. A., & Baxromjonovna, R. C. (2025). TA'LIM JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH. O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI, 4(45), 279-283.
7. Khamidova, M. A., & Orifxonova, N. O. (2024). The Importance Of Micro And Macroelements In Microclonal Propagation Of Potatoes. Современное Образование И Исследования, 1(1), 195-197.