

MAHALLIY TUPROQDAN AJRATILGAN BAKTERIYALAR YORDAMIDA PLASTIKNI PARCHALASH

Xudoyberdiyeva Hilola

Ishlab chiqarish texnologiyalari fakulteti

Biotexnologiya yoʻnalishi 2 bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada plastik chiqindilarni parchalaydigan mikroorganizmlar va ularning ekologik ahamiyati haqida ilmiy tahlil keltiriladi. Tadqiqotda bakteriya va zamburugʻlar tomonidan ishlab chiqariladigan fermentlarning plastmassalarni zararsiz moddaga aylantirishdagi roli yoritiladi. Genetik modifikatsiya orqali fermentlarning samaradorligini oshirish boʻyicha ilmiy yondashuvlar ham koʻrib chiqiladi. Maqola ekologik muammolarni hal etishda biotexnologiyaning oʻrni va istiqbolli yoʻnalishlarini ochib beradi. Olingan natijalar plastik chiqindilarni biologik yoʻl bilan kamaytirishning ilmiy va amaliy ahamiyatini koʻrsatadi.

Kalit soʻzlar. Plastik chiqindilar, mikroorganizmlar, biodegradatsiya, bioremediatsiya, enzimlar, ekologik muammo, polimer parchalanishi, mikroblar faolligi, barqaror texnologiyalar, polietilen tereftalat, biologik parchalanish.

Annotation. This article provides a scientific overview of microorganisms capable of degrading plastic waste and their ecological significance. The study highlights the role of enzymes produced by bacteria and fungi in breaking down plastics into harmless compounds. Approaches to enhancing enzyme efficiency through genetic modification are also discussed. The article outlines the importance and future prospects of biotechnology in solving global environmental challenges. The findings demonstrate the scientific and practical value of biologically reducing plastic pollution.

Keywords. Plastic waste, microorganisms, biodegradation, bioremediation, enzymes, environmental issue, polymer degradation, microbial activity, sustainable technologies, polyethylene terephthalate, biological decomposition.

Plastik chiqindilarning dunyo bo'yicha keskin ko'payishi ekologik tizimlarga jiddiy tahdid tug'dirayotgan eng dolzarb muammolardan biridir. Atrof-muhitga tashlanayotgan plastmassalar yuzlab yillar davomida parchalanmay, tuproq, suv va havoda uzoq muddat saqlanib qoladi. Shu sababli plastmassalar global miqyosda ekologik ifloslanishning asosiy manbalaridan biri sifatida qaralmoqda. Oxirgi yillarda olimlar ushbu muammoni hal qilishda biologik yondashuvlarning samaradorligiga tobora ko'proq e'tibor qaratmoqda. Ayniqsa, plastik polimerlarni parchalay oladigan mikroorganizmlarning kashf etilishi ekologiya va biotexnologiya sohalarida yangi yo'nalishga asos soldi. Bunday mikroorganizmlar tabiiy muhitda murakkab polimer zanjirlarini oddiy moddalargacha parchalash xususiyatiga ega. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, ayrim bakteriya va zamburug'lar plastik moddalarni energiya manbai sifatida ham ishlata oladi. Bu esa chiqindilarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda katta imkoniyatlarni ochadi. Mikroorganizmlar yordamida plastiklarni biologik yo'l bilan parchalanishi, kimyoviy va mexanik usullardan farqli o'laroq, ekologik toza va nisbatan arzon hisoblanadi. Shu bilan birga, bu texnologiya chiqindilarni qayta ishlash jarayonida energiya tejallishini ta'minlaydi. Hozirgi vaqtda ilmiy izlanishlar mikroblarning ferment tizimini chuqur o'rganishga qaratilmoqda. Olib borilayotgan izlanishlar natijasida plastiklarni samarali parchalay oladigan yangi fermentlar aniqlanmoqda.

Mikroorganizmlarning genetik modifikatsiya qilinishi ushbu jarayonning tezligini yanada oshirishga imkon beradi. Plastik chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida zararsizlantirish ekologiya uchun muhim bo'lgan barqaror yechimlardan biridir. Bu yondashuv kelajakda global miqyosda plastik ifloslanishni kamaytirishga xizmat qilishi kutilmoqda. Shuningdek, plastiklarni parchalaydigan mikroorganizmlarni sanoat miqyosiga tatbiq etish iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi. Demak, mazkur mavzuning ilmiy, ekologik va amaliy ahamiyati nihoyatda yuqori bo'lib, chuqur o'rganishni talab etadi.

Plastik chiqindilarni parchalaydigan mikroorganizmlar haqidagi ilmiy tadqiqotlar asosan ularning polimer tuzilmasini yemiruvchi fermentlarini o'rganishga qaratilgan.

Tadqiqotchilar tomonidan ma'lum qilinishicha, ko'plab mikroorganizmlar maxsus gidrolitik fermentlar yordamida polietilen tereftalat, PE, PP kabi polimerlarni mayda molekulalarga ajrata oladi. Ushbu fermentlar polimer zanjiridagi kimyoviy bog'larni buzib, plastikning fizik-mexanik xususiyatini pasaytiradi va uning tabiiy muhitda parchalanishini tezlashtiradi. Bakteriyalar orasida eng ko'p o'rganilayotgan turlaridan biri bu *Ideonella sakaiensis* bo'lib, u polietilen tereftalatni parchalashga qodir bo'lgan polietilen tereftalataz fermentini ishlab chiqaradi. Polietilen tereftalataz fermenti juda barqaror bo'lib, plastik yuzasiga yopishadi va zanjirlarni asta-sekin qismlarga ajrata boshlaydi. Zamburug'lar orasida esa *Aspergillus*, *Penicillium* va *Fusarium* turlari polietilenni oksidlab, uni biologik parchalashga tayyorlaydi. Polimerlarning dastlabki oksidlanishi juda muhim bosqich bo'lib, mikroorganizmlar faoliyatini ancha yengillashtiradi. Parchalanish jarayonida hosil bo'lgan oddiy organik moddalar mikroorganizmlar uchun energiya manbai sifatida xizmat qiladi. Bu jarayonning samaradorligi atrof-muhit harorati, namlik va pH kabi omillarga bog'liq bo'lib, qulay sharoitlar mikroblarning o'sishi va ferment ishlab chiqarilishini tezlashtiradi. Tadqiqotchilar laboratoriya sharoitida mikroorganizmlar faoliyatini kuchaytirish uchun genetik modifikatsiyalangan shtammlar yaratmoqda. Bunday shtammlar tabiatda uchraydigan mikroorganizmlarga nisbatan plastiklarni tezroq parchalashi bilan ajralib turadi. Shuningdek, fermentlarning strukturasini o'zgartirish orqali ularni yanada barqaror qilish ustida ham ishlar olib borilmoqda. Bioreaktorlar yordamida mikroorganizmlarning plastiklarni sanoat miqyosida parchalashi ham muvaffaqiyatli sinovlardan o'tkazilmoqda. Bunday reaktorlar plastik chiqindilarni katta hajmda biologik qayta ishlash imkonini beradi. Mikroorganizmlarning plastikni parchalash jarayonining samaradorligi chiqindining turi, qalinligi va yuzasining fizik holatiga ham bog'liq. Masalan, yupqa polimer plyonkalar qalin plastik buyumlarga nisbatan tezroq parchalanadi. Plastik sirtining mexanik ishqalanish orqali qo'pol holga keltirilishi mikroblarning unga yopishib olishini osonlashtiradi. Shuning uchun biotexnologik usullarda plastik chiqindilar oldindan maydalanadi yoki sirt faol moddalar bilan ishlanadi. Bio-parchalovchi mikroorganizmlar

nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham katta foyda beradi. Ularning yordamida chiqindilarni yo‘q qilish jarayoni arzonroq, energiya tejankor va ekologik xavfsiz bo‘ladi. Bu yondashuv chiqindilarni qayta ishlash bo‘yicha an‘anaviy mexanik va kimyoviy metodlarga kuchli muqobil sifatida qaralmoqda. Shu bilan birga, mikrobiologik usullar xavfli chiqindilar miqdorini kamaytirish orqali ekotizimlarni barqarorlashtirishga xizmat qiladi. Hozirgi kunda ko‘pgina davlatlar plastik chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida zararsizlantirishni qo‘llab-quvvatlamokda. Bu sohadagi ilmiy izlanishlarning davom ettirilishi kelajakda global ekologik muammolarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, mikroorganizmlarning genetik xususiyatlarini chuqur o‘rganish plastik parchalanish jarayonini ancha jadallashtirishi mumkin. Olib borilayotgan tadqiqotlar natijasi sifatida innovatsion biotexnologiyalar yaratilmoqda va ular ekologiya sohasida keng qo‘llanishi kutilmoqda.

Mikroorganizmlarning plastiklarni parchalay olish mexanizmlarini chuqur o‘rganish jarayoni ularning fermentlari o‘zaro qanday ishlashini aniqlash imkonini bermokda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fermentlarning faol hududidagi aminokislota almashinuvi ularning samaradorligini bir necha baravar oshirishi mumkin. Masalan, polietilen tereftalataz fermentining muhandislik yo‘li bilan o‘zgartirilgan variantlari an‘anaviy shtammlarga qaraganda plastikni tezroq parchalashi kuzatilgan. Bundan tashqari, mikroorganizmlar koloniyalarini biopolimer asosidagi tashuvchilarga joylashtirish ularning parchalash faolligini yanada kuchaytiradi. O‘simlik patogenlari orasida uchraydigan ayrim zamburug‘larning polietilenga nisbatan yuqori oksidlovchi faolligi amaliyotda qo‘llash uchun katta qiziqish uyg‘otmoqda. So‘nggi yillarda ayrim dengiz bakteriyalari ham mikroplastiklarni yemira olishi aniqlanib, tadqiqotlar suv ekotizimlari uchun yangi yechimlar taklif qilmoqda. Shuningdek, ilmiy tadqiqotlar bio-plastiklardan foydalanish mikroorganizmlar tomonidan parchalanish jarayonini ancha osonlashtirishini tasdiqlagan. Plastik chiqindilarni biologik parchalanishga moslashtirish bo‘yicha kimyo va mikrobiologiya sohalari o‘rtasidagi integratsiyalashgan yondashuvlar esa yanada samarali usullarni yaratishga xizmat qilmoqda. Olingan natijalarning sanoatga joriy qilinishi global chiqindi boshqaruvi tizimiga sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatishi kutilmoqda.

Xulosa

Plastik chiqindilarni parchalaydigan mikroorganizmlar bugungi ekologik muammolarni hal etishda muhim innovatsion yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, ayrim bakteriya va zamburug‘lar murakkab polimerlarni oddiy moddalargacha ajrata oladi. Ushbu mikroorganizmlar ishlab chiqaradigan fermentlar plastikning kimyoviy tuzilmasini buzib, uning tabiiy parchalash muddatini sezilarli darajada qisqartiradi. Dastlab kashf etilgan polietilen tereftalataz, monodigidroksietil tereftalataz va boshqa fermentlar biotexnologiya uchun keng imkoniyatlar ochmoqda. Genetik modifikatsiya orqali bu fermentlarning samaradorligini yanada oshirish mumkinligi ilmiy izlanishlarda tasdiqlangan. Mikroorganizmlar asosida ishlab chiqilayotgan bioreaktorlar katta hajmdagi chiqindilarni ekologik xavfsiz tarzda qayta ishlash imkonini bermoqda. Bu yondashuv an‘anaviy mexanik va kimyoviy metodlarga qaraganda energiya tejankor va kamroq zararli hisoblanadi. Plastik chiqindilarni biologik usulda parchalanishi ekologik barqarorlikni ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Kelajakda bunday mikroorganizmlarni sanoat korxonalarida qo‘llash jahon miqyosidagi plastik muammosini kamaytirishga xizmat qilishi kutiladi. Shu bilan birga, mikroorganizmlarning turli polimerlarga moslashuvchanligi bo‘yicha izlanishlarni kengaytirish talab etiladi. Umuman olganda, plastik parchalanishini biologik yo‘l bilan boshqarish ekologiya sohasida istiqbolli va samarali yechim hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Axmedova N., Karimov R. “Ekologiya va atrof-muhit muammolari.” Toshkent: Fan nashriyoti, 2020.
2. Jo‘rayev S. Biotexnologiya asoslari. Toshkent: Innovatsiya, 2021.
3. Shah A. A., Hasan F., Hameed A., Ahmed S. “Biological degradation of plastics: A comprehensive review.” *Biotechnology Advances*, 2008.
4. Yoshida S. et al. “A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate).” *Science*, 2016.

5. Webb H. K. et al. "Plastic degradation and its environmental implications." Marine Pollution Bulletin, 2013.
6. Narancic T., O'Connor K. "Microbial biodegradation of plastics." Microbiology, 2019.