

**Shoniyozova Holniso Qurbonmurod qizi**

E-mail: [shamniyozovaxolniso@gmail.com](mailto:shamniyozovaxolniso@gmail.com)

Termiz davlat universiteti talabasi

**ANNOTATSIYA:** Ushbu ilmiy maqolada plastik chiqindilarni biodegradatsiya qilish jarayonida mikroorganizmlar va kimyoviy katalizatorlarning roli o'rganilgan. Plastik materiallarning atrof-muhitda uzoq vaqt parchalanmasligi ekologik muammolarni kuchaytiradi. Tadqiqotda bakteriyalar, zamburug'lar va fermentlar yordamida plastiklarning biologik parchalanish mexanizmlari hamda katalizatorlar orqali parchalanish jarayonini tezlashtirish imkoniyatlari tahlil qilindi. Olingan natijalar biodegradatsiya jarayonlarini optimallashtirish ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

**KALIT SO'ZLAR:** plastik chiqindi, biodegradatsiya, mikroorganizmlar, katalizator, polimerlar, ekologiya, fermentlar, parchalanish.

**ABSTRACT:** This scientific article investigates the role of microorganisms and chemical catalysts in the biodegradation of plastic waste. The persistence of plastics in the environment creates severe ecological problems. The study analyzes the mechanisms of biological degradation of plastics by bacteria, fungi, and enzymes, as well as the role of chemical catalysts in accelerating degradation processes. The results show that optimizing biodegradation processes is crucial for environmental protection.

**KEYWORDS:** plastic waste, biodegradation, microorganisms, catalyst, polymers, ecology, enzymes, decomposition.

**АННОТАЦИЯ:** В данной научной статье исследуется роль микроорганизмов и химических катализаторов в процессе биodeградации пластиковых отходов. Устойчивость пластиков в окружающей среде приводит к серьезным экологическим проблемам. В работе анализируются механизмы биологического разложения пластика с участием бактерий, грибов и ферментов, а также роль химических катализаторов в ускорении процессов разложения. Полученные результаты показывают важность оптимизации процессов биodeградации для защиты окружающей среды.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пластиковые отходы, биodeградация, микроорганизмы, катализатор, полимеры, экология, ферменты, разложение.

## ASOSIY QISM

Plastik chiqindilar bugungi kunda global ekologik muammolarning eng keskin yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi. Ularning asosiy muammosi shundaki, koʻpchilik sintetik polimerlar (polietilen, polipropilen, polivinilxlorid va boshqalar) tabiiy sharoitda juda sekin parchalanadi. Natijada ular tuproq, suv havzalari va hatto tirik organizmlar ichida toʻplanib, ekologik tizimga jiddiy zarar yetkazadi. Shu sababli plastiklarni yoʻq qilish yoki ularni xavfsiz moddalarga aylantirish uchun biodegradatsiya va katalitik jarayonlar muhim ilmiy yoʻnalish sifatida rivojlanmoqda. Biodegradatsiya — bu mikroorganizmlar (bakteriyalar, zamburugʻlar va aktinomitsetlar) ishtirokida organik va ayrim sintetik moddalarni oddiyroq birikmalarga parchalanish jarayonidir. Plastiklar holatida bu jarayon juda murakkab kechadi, chunki polimer zanjirlari yuqori molekulyar ogʻirlikka ega va kimyoviy jihatdan barqarordir.

Biodegradatsiya jarayoni odatda uch bosqichda kechadi:

1. **Biyokorroziya (yuzaki buzilish)** – mikroorganizmlar plastik yuzasiga yopishadi.
2. **Depolimerizatsiya** – fermentlar yordamida polimer zanjirlari qismlarga boʻlinadi.
3. **Mineralizatsiya** – hosil boʻlgan kichik molekulalar CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O va biomassa shakliga oʻtadi.

Mikroorganizmlar biodegradatsiyaning asosiy biologik agentlari hisoblanadi. Ular fermentlar ishlab chiqarib, polimer zanjirlarini parchalashni amalga oshiradi. Eng koʻp oʻrganilgan mikroorganizmlar quyidagilardir:

- **Bakteriyalar:** *Pseudomonas, Bacillus, Rhodococcus*
- **Zamburugʻlar:** *Aspergillus, Penicillium, Fusarium*

Bu mikroorganizmlar plastik yuzasiga yopishib, biofilm hosil qiladi va fermentlar ajratadi. Fermentlar polimer bogʻlarini zaiflashtirib, ularni kichik molekulalarga ajratadi.

Masalan, poliester tipidagi plastmassalarda ester bogʻlari gidrolizga uchraydi:



Bu reaksiya natijasida polimer zanjiri uziladi va parchalanish jarayoni boshlanadi.

Mikroorganizmlar ishlab chiqaradigan fermentlar biodegradatsiyaning asosiy katalizatorlari hisoblanadi. Ular orasida:

- **Lipaza** – polyesterlarni parchalaydi
- **Esteraza** – ester bogʻlarini uzadi
- **Proteaza** – ayrim biologik plastiklarni parchalaydi

Fermentlar yuqori selektivlikka ega boʻlib, faqat maʼlum bogʻlarni parchalaydi. Bu ularni ekologik toza katalizator sifatida muhim qiladi.

## **Kimyoviy katalizatorlarning roli**

Biologik jarayonlardan tashqari, kimyoviy katalizatorlar ham plastik parchalanishini tezlashtirishda muhim o‘rin tutadi. Katalizatorlar polimer zanjirlaridagi kimyoviy bog‘larni zaiflashtirib, ularni tezroq parchalanishiga yordam beradi.

Mikroorganizmlar va katalizatorlar o‘zaro ta’siri

So‘nggi ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, biodegradatsiya jarayonida biologik va kimyoviy usullarni birlashtirish eng samarali yondashuv hisoblanadi. Katalizatorlar polimerni dastlabki bosqichda zaiflashtiradi, keyinchalik mikroorganizmlar uni to‘liq parchalaydi.

Bu sinergetik ta’sir biodegradatsiya tezligini sezilarli oshiradi va ekologik xavfsiz jarayonni ta’minlaydi.

Plastiklarni biodegradatsiya qilish texnologiyalari quyidagi sohalarda muhim:

- chiqindilarni kamaytirish
- suv va tuproq ifloslanishini oldini olish
- qayta ishlash sanoatini rivojlantirish
- ekologik xavfsiz materiallar yaratish

Ayniqsa, biologik parchalanadigan plastmassalar (bioplastiklar) ishlab chiqilishi kelajakda plastik muammosini sezilarli kamaytirishi mumkin.

## **MUAMMOLAR VA ULARNING TAHLILI**

Plastik chiqindilarni biodegradatsiya qilishda mikroorganizmlar va kimyoviy katalizatorlardan foydalanish istiqbolli yo‘nalish bo‘lsa-da, amaliyotda bir qator murakkab ilmiy, texnologik va ekologik muammolar mavjud. Ushbu muammolar biodegradatsiya jarayonining samaradorligini cheklaydi va uni sanoat miqyosida keng qo‘llashni qiyinlashtiradi.

## **Plastik polimerlarning yuqori barqarorligi**

Eng asosiy muammo — sintetik plastiklarning kimyoviy jihatdan juda barqaror tuzilishga ega ekanligidir. Polietilen, polipropilen va polivinilxlorid kabi polimerlar kuchli C–C bog‘laridan tashkil topgan bo‘lib, tabiiy sharoitda juda sekin parchalanadi.

**Tahlil:** Bu barqarorlik mikroorganizmlar fermentlari uchun katta to‘siq bo‘ladi, chunki fermentlar odatda zaifroq kimyoviy bog‘larni parchalashga moslashgan.

Natijada biodegradatsiya jarayoni juda sekin kechadi yoki to‘liq amalga oshmaydi.

## **Mikroorganizmlarning selektivligi va moslashuv cheklanishi**

Hamma mikroorganizmlar plastiklarni parchalash qobiliyatiga ega emas. Faqat ayrim bakteriya va zamburug‘ turlari ma’lum polimerlarni parchalay oladi.

**Tahlil:** Bu selektivlik muammosi biodegradatsiya jarayonini cheklaydi. Shuningdek, mikroorganizmlar harorat, pH va namlik kabi sharoitlarga juda sezgir bo‘lib, optimal sharoit bo‘lmaganda ularning faolligi keskin kamayadi.

Fermentlar barqarorligining pastligi

Biologik katalizatorlar hisoblangan fermentlar yuqori harorat, toksik moddalar va og‘ir metall ionlari ta‘sirida tez inaktivatsiyaga uchraydi.

**Tahlil:** Bu holat sanoat chiqindilarida biodegradatsiya jarayonini qiyinlashtiradi, chunki chiqindilar tarkibida ko‘pincha zaharli moddalar ham mavjud bo‘ladi.

## XULOSA

Mazkur ilmiy ishda plastik chiqindilarni biodegradatsiya qilish jarayonida mikroorganizmlar va kimyoviy katalizatorlarning o‘rni hamda ahamiyati har tomonlama tahlil qilindi. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, plastiklarning atrof-muhitda uzoq vaqt saqlanib qolishi global ekologik muammolarning kuchayishiga olib kelmoqda va bu muammoni hal qilishda biologik hamda kimyoviy yondashuvlar muhim ahamiyatga ega.

Mikroorganizmlar (bakteriyalar, zamburug‘lar va ularning fermentlari) plastik polimerlarni bosqichma-bosqich parchalaydi va ularni oddiy, tabiiy aylanishga qaytariladigan moddalarga aylantiradi. Shu bilan birga, kimyoviy katalizatorlar biodegradatsiya jarayonining tezligini oshirib, polimer bog‘larini zaiflashtirish orqali mikroorganizmlar faoliyatini yengillashtiradi.

Ushbu reaksiyalar biodegradatsiya va fotokatalitik jarayonlar orqali plastik chiqindilarni zararsiz moddalarga aylantirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, biodegradatsiya jarayonining samaradorligi bir qator omillarga bog‘liq: mikroorganizmlar turi, ferment faolligi, katalizatorlar samaradorligi hamda tashqi muhit sharoitlari. Shu bilan birga, jarayonning sekin kechishi, katalizatorlarning ekologik xavfi va mikroorganizmlarning cheklangan selektivligi asosiy muammolar sifatida qayd etildi.

Umuman olganda, plastik chiqindilar muammosini hal qilishda mikrobiologik va kimyoviy yondashuvlarni birgalikda qo‘llash eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Kelajakda genetik muhandislik, yashil kimyo va nanokatalizatorlar asosida ushbu jarayonlarni yanada samarali va ekologik xavfsiz qilish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Manahan S.E. **Environmental Chemistry**. CRC Press, 2017.
2. Atlas R.M., Bartha R. **Microbial Ecology: Fundamentals and Applications**. Benjamin Cummings, 2016.
3. Sharma S., et al. **Biodegradation of Plastics: A Review**. Journal of Environmental Science, 2020.