



**Plastik chiqindilarni biologik yo'l bilan parchalash va mavjud muammolarni
hal etish**

*Muxammadiyeva Marjona Xusniddin qizi Samarqand
Davlat Pedagogika Instituti Tabiiy fanlar fakulteti
talabasi.*

*Izzatullayeva Mohinur Mashrab qizi Samarqand Davlat
Pedagogika Instituti Tabiiy fanlar fakulteti talabasi.*

*Doston Gulboyev Samarqand Davlat Pedagogika Instituti
Tabiiy fanlar fakulteti Biologiya kafedrası assistenti.*

marjonamuxammadiyeva005@gmail.com

Annotatsiya: Plastmassalarning biologik jarayonlar orqali parchalanishi ekologik salomatlik uchun katta ahamiyatga ega, shuning uchun mikroorganizmlar tomonidan plastik parchalanishini maqsadga muvofiqligi ko'pchilikning e'tiborini tortdi. Ushbu tadqiqot parchalanish mexanizmi va PET gidrolaza va PCL-kutinaza kabi turli bakterial fermentlarning PET va PCL kabi polimerlarning parchalanishidagi afzalliklari va roli bo'yicha ma'ulumotlar keltirilgan.

Annotation:

Annotatsiya: Plastmassalarning biologik jarayonlar orqali parchalanishi ekologik salomatlik uchun katta ahamiyatga ega, shuning uchun mikroorganizmlar tomonidan plastik parchalanishini maqsadga muvofiqligi ko'pchilikning e'tiborini tortdi. Ushbu tadqiqot parchalanish mexanizmi va PET gidrolaza va PCL-kutinaza kabi turli bakterial fermentlarning PET va PCL kabi polimerlarning parchalanishidagi afzalliklari va roli bo'yicha ma'ulumotlar keltirilgan..

Аннотация:

Биодеградация пластмасс с помощью биологических процессов имеет большое значение для экологического здоровья; поэтому возможность разложения пластика микроорганизмами привлекла значительное внимание. В данном исследовании



представлены сведения о механизмах разложения, а также о преимуществах и роли различных бактериальных ферментов, таких как PET-гидролаза и PCL-кутиназа, в разложении полимеров, таких как PET и PCL.

Kalit so'zlar: Plastmassa, parchalanish, mikroorganizm, fermentlar.

Kirish

Dunyoda insonlar har yili 359 million tonnadan ortiq chiqindi ishlab chiqaradi. Bu chiqindilarning ko'pi biologik ravishda parchalanmaydigan materiallardan iborat. Ular yer yuzasidagi ekotizimlarni ifloslantirib, tuproq, suv va havoning sifatini buzadi. Keling, qaysi chiqindi qancha muddatda chirishini bilib olaylik:

Oziq-ovqat – 4-6 hafta; Qog'oz – 1 oydan 2 yilgacha; Sigaret qoldig'i – 10-20 yil; Plastik paket – 10-20 yil; Plastik stakan – 50 yil; Batareya – 100 yil; Alyumin banka – 80-200 yil; Plastik baklajka – 450 yil; Bir martalik taglik – 550 yil; Shisha – taxminan 1 million yil.

Bu raqamlar chiqindilarni boshqarish naqadar muhimligini va har birimizning atrof-muhitga mas'uliyatimizni anglash zarurligini anglatadi. Plastik materiallar uzoq vaqt davomida mikroplastiklar shaklida atrof-muhitga tarqalib, oziq-ovqat zanjiriga kirib boradi. Bu esa inson salomatligi uchun ham jiddiy xavf tug'diradi. Plastmassalar butun dunyo bo'ylab katta e'tiborni tortgan ko'plab ekologik muammolarni keltirib chiqardi. Plastik mahsulotlar foydali va ular hayotimizga qulaylik keltiradi. Biroq ular doimiy ifloslantiruvchi sifatida tabiiy muhitda yuzlab yillar yoki undan ko'proq vaqt davomida qolishi mumkin.

1950 yilda dunyo bo'ylab plastmassa ishlab chiqarish (toladan tashqari) 1,3 million tonnani tashkil etdi va 2018 yilga kelib u 359 million tonnaga (toladan tashqari) qo'rqinchli darajaga yetdi, bu esa atrof-muhitning keng ifloslanishiga olib keldi. [2]. Hisob-kitoblarga ko'ra, plastmassa chiqindilarning atigi 10 foizi qayta ishlanadi, 14 foizi yondiriladi, qolgan qismi esa poligonlarga tashlanadi va oxir-oqibat tabiiy muhitga kiradi. [3]. Plastmassalar havo va suv oqimlari orqali tashiladi, shuning uchun ular nafaqat tabiiy muhitga ta'sir qiladi,



balki chuqur dengiz cho'kindilari va qutb mintaqalarida ham salbiy ekologik ta'sirlarni keltirib chiqaradi[4]. Aslida, plastmassa va mikroplastmassalar (MP, o'lchami 5 mm dan kichik zarrachalar) butun dunyo bo'ylab chuchuk suvda, atmosferada va tuproq muhitida keng tarqalgan. Yuqori molekulyar og'irlikdagi polimerlar sinfi odatda plastmassalar deb ataladi. "Oq ifloslanish" ning shakllanishi butun dunyo bo'ylab atrof-muhitning jiddiy ifloslanishiga va ekologik zararga olib keldi. Polietilen (PE), polipropilen (PP), polietilen tereftalat (PET), polistirol (PS) va polivinilxlorid (PVX) eng ko'p qo'llaniladigan plastmassalar bo'lib, PE va PP global ishlab chiqarishning yarmidan ko'pini tashkil qiladi.[5].

Plastik chiqindilar atrof-muhitga chiqarilganda barqaror bo'ladi. Yuqori polimerlar plastmassaning atrof-muhitda parchalanishi uchun ancha uzoq vaqt talab qilishi mumkin va hatto plastmassaning to'liq degradatsiyasi ham asrlar davom etishi mumkin. Plastmassalar ko'plab birikmalardan, jumladan, kimyoviy moddalarning keng spektridan iborat. Bularga monomerlar, oligomerlar, polimerlar va qo'shimchalar kabi asosiy moddalar kiradi va qo'shimchalar asosan plastifikatorlar, antioksidantlar, issiqlik stabilizatorlari va pigmentlarga bo'linadi. [6]. Atrofdagi kimyoviy ifloslantiruvchi moddalardan tashqari, plastmassa zaharli moddalar sifatida markaziy o'rinda turadi. Qo'shimchalar va adsorbsiyalangan kimyoviy moddalar bo'lgan bunday plastmassalarning mikrobial degradatsiyasi ham alohida e'tibor talab qiladi. [7].

MPlar oziq-ovqat zanjirida to'planishi mumkin bo'lgan katta miqdordagi aralash kimyoviy komponentlarga ega qo'shimchalarni o'z ichiga oladi [8]. Atrof muhitga chiqarilganda, plastmassalar va MPlar degradatsiya, biodegradatsiya, elektrokimyo va fotodegradatsiya kabi parchalanishlar yuz beradi. [9]. Mikroblarning biodegradatsiyasi plastik ifloslanish bilan samarali kurashishning asosiy usullaridan biri sifatida qabul qilingan. [10]. Bu mikroorganizmlarning uglerod manbalarini organik moddalar shaklida metabolizatsiya qilish jarayoni bo'lib, u nafaqat toksik bo'lmagan qo'shimcha mahsulotlarni ishlab chiqarishi, balki mikroorganizmlarni energiya bilan ta'minlashi yoki ularni boshqa foydali mahsulotlarga aylantirishi mumkin. [11]. Biodegradatsiyada plastiklarda



qo'shimchalarning zararini samarali ravishda kamaytirishi va yaxshi ekologik muhitga erishishi mumkin.

Biologik parchalanishda plastmassalarning muammolari va maqsadga muvofiqligi.

Plastmassalar tarkibi murakkab bo'lib, ular **polimer asos, to'ldiruvchilar, yumshatkichlar, stabilizatorlar, bo'yoqlar** va **antipirenlardan** iborat. Har bir modda plastmassaning fizik, kimyoviy va ekologik xususiyatlarini belgilaydi. Shu sababli, ularni biologik parchalanishga chidamliligi ham aynan shu qo'shimchalarga bog'liq.

Asosiy polimer moddalar:

Plastmassaning asosiy qismini **organik polimerlar** tashkil etadi — ya'ni monomerlarning zanjir shaklida qo'shilishidan hosil bo'lgan yirik molekulalar. Misollar:

Polietilen (PE) – etilen (C_2H_4) monomeridan olinadi.

Polipropilen (PP) – propilen (C_3H_6) monomeridan.

Polivinilxlorid (PVC) – vinilxlorid ($CH_2=CHCl$) dan.

Polietilentereftalat (PET) – etilenglikol va tereftal kislota kondensatsiyasi natijasida.

Polistirol (PS) – stiren (C_8H_8) monomeridan.

To'ldiruvchilar (Fillerlar):

Plastmassaga mexanik mustahkamlik, qattqlik yoki og'irlik berish uchun qo'shiladi.

Misollar: Bo'r ($CaCO_3$), Talk ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), Silika (SiO_2), Shisha tolalar (fiberglass)

Plastifikatorlar (Yumshatkichlar):

Plastmassaning egiluvchanligini oshiradi, uni mo'rtlikdan saqlaydi.

Misollar: Ftalatlar (masalan, dioktilftalat – DOP), Adipatlar, Sebakatlar



Stabilizatorlar: Plastmassaning issiqlikka, yorug'likka va oksidlanishga chidamliligini oshiradi.

Misollar:

Antioksidantlar (masalan, butilgidroksitoluol – BHT),

UV-stabilizatorlar (benzotriazol, benzofenon hosilalari).

Bo'yoq va pigmentlar:

Rang beruvchi moddalar:

Titan dioksid (TiO_2) – oq rang uchun.

Temir oksidlari – qizil, sariq, jigarrang ranglar uchun.

Organik pigmentlar – ko'k, yashil va boshqa ranglar uchun.

Yong'inga qarshi qo'shimchalar (antipirenlar):

Plastmassani yonuvchanlikdan saqlaydi.

Misollar:

Galoidli birikmalar (masalan, bromli yoki xlorli birikmalar).

Fosforli birikmalar (ammoniy fosfatlar).

Tarkibiy qismlari murakkab bo'lganligi sababli degradatsiyada muammolar kelib chiqadi. Moslashuvchanligi kamroq va uzun zanjirli rekalsitran polimerlar kichik monomerlarga samarali ravishda parchalanadi, ular polimer yon zanjiri yoki polimer zanjiridagi kimyoviy guruhlar bilan o'ziga xos sezgir bog'lanishlarni keltirib chiqarish va ularning sinishini kuchaytirish uchun uzoq vaqt davomida ko'proq fermentativ faollikni talab qiladi. Biologik parchalanish jarayonida an'anaviy neft asosidagi plastmassalar muammosi ultrabinafsha nurlanishi, harorat va jismoniy stress kabi abiotik omillar ta'sirida uzoq vaqt davomida parchalanib ketganda mikroorganizmlar tomonidan to'liq parchalanmaslik va assimilyatsiya qilinmasligini o'z ichiga oladi.

Plastmassa uzun zanjirli molekula yoki makromolekula bo'lib, bitta funksional guruhga, yuqori molekulyar og'irlikka (MW) va kristallikka ega bo'lganligi sababli, ishlab chiqarish ko'rsatkichlari natijasida mikroblarning uni parchalash qobiliyati sezilarli darajada kamaydi. Masalan, prooksidantlarsiz plastmassalarda funksional guruhlar fermentga sezgir ester aloqalari mavjud emas, ular ko'pincha fermentativ hujumlarga duchor



bo'lmaydi. Aksincha, biologik parchalanadigan plastmassalar tegishli funk'sional guruhlarga yoki fermentga sezgir ester aloqalariga ega bo'lishi mumkin. Yuqori polimerlarni boshqa plastmassalarga, masalan, yangi paydo bo'ladigan biologik parchalanadigan plastmassalarga qaraganda, ularning qisqa zanjirlari, past molekulyarligi tufayli parchalanishi qiyinroq. Plastmassa degradatsiyasining muammosi va qiyinligi noyob kimyoviy tarkibga ega an'anaviy plastmassalarga bog'liq.

Mikroorganizmlar plastmassani samarali ravishda parchalash qiyin va mikroorganizmlar uchun plastik degradatsiyani izlash va moslashtirish uchun ko'proq imkoniyatlar mavjud. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda issiq ekologik tadqiqot mavzusi bo'lishining sabablaridan biri shundaki, plastmassani kichik zarrachalarga aylantirish bu qiyin ishda toksiklikni chiqarishi mumkin. Birinchidan, ftalatlar (PAES) plastik mahsulotlarga plastiklik, moslashuvchanlik va chidamlilik kabi noyob xususiyatlarni kiritish uchun plastifikator sifatida keng qo'llaniladi. Odamlar PAES ga asosan oziq-ovqat orqali ta'sir qiladi va ular endokrin buzilish, metabolik kasalliklar va reproduktiv toksiklik kabi jiddiy muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Bundan tashqari, sintetik polimerlar va qo'shimcha plastifikatorlarning katta qismini tashkil etuvchi, Bisfenol A (BPA) bo'lgan ma'lum endokrin buzuvchi birikma mavjud. U butun dunyo bo'ylab ko'p miqdorda ishlab chiqariladi, asosan turli polimer materiallar ishlab chiqarishda, shuningdek polikarbonat sintezida qo'llaniladi.

PLASTIKNI BARCHALAYDIGAN BAKTERIYA TURLARI.

Ideonella sakaiensis

Bu bakteri 2016-yilda Yaponiyada PET (Polyethylene terephthalate) plastik idishlar yig'ilgan hududdan ajratilgan. U PET ni karbon va energiya manbai sifatida ishlata oladi — ya'ni plastik (PET)ni kimyoviy parchalanishga uchratib, so'ngra o'z o'sishi uchun foydalaniladi. Mexanizm jihatdan: birinchi bosqichda PET ga “PETase” deb atalgan ferment ta'sir qiladi, so'ngra “MHETase” fermenti orqali parchalanish davom etadi. Ammo: amalda parchalanish tezligi hali juda past va barcha sharoitlarda samarali emas. Masalan, yuqori kristallilik PET bo'lsa — degradatsiya sekinroq bo'ladi.



Generik bakteriya turlari: Pseudomonas, Bacillus, Arthrobacter kabilar.

Misol uchun mangrov tuprog'idan olingan Pseudomonas turi bir oy ichida polietilen ("polythene") materialida ~20.5 % og'irlik kamayishi ko'rsatgan.

XULOSA

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak plastik chiqindilarni parchalaydigan mikroorganizmlarni o'rganish ekologik muhitni toza saqlash va chiqindilarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlarni rivojlantirish orqali atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish va barqaror rivojlanishga erishish mumkin. Kelajakda gen muhandisligi va mikrobiologik tadqiqotlarni rivojlantirish orqali plastikni parchalaydigan mikroorganizmlarning samaradorligini oshirish, ularni sanoat darajasida qo'llash va ekologik muvozanatni tiklash mumkin. Ushbu yo'nalishda davom etadigan izlanishlar atrof-muhitni himoya qilish va barqaror rivojlanish yo'lidagi muhim qadam bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- 1.Yoshida S. et al. (2016). A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). Science.
- 2.Urbaneck A.K. et al. (2018). Degradation of plastics. Applied Microbiology and Biotechnology.
- 3.Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7), e1700782.
4. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596–1605.
5. Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2588–2597.
6. Gewert, B., Plassmann, M. M., & MacLeod, M. (2015). Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment. Environmental Science: Processes & Impacts, 17, 1513–1521.



7.Lucas, N., Bienaime, C., Belloy, C., et al. (2008). Polymer biodegradation: Mechanisms and estimation techniques. Chemosphere, 73(4), 429–442.

8.Chiqindilarni boshqarish va mavjud muammolar yechimi borasida amalga oshirilayotgan ishlar. S.Tursunov. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi

