

LDPE, HDPE, PET VA PVP PLASTIKLARINI TABIIY MUHITLARDA PARCHALANISHI

¹Boboqulov M.Sh., ¹Nazirov M.M., ¹Safarov H.Sh., ¹Aliev Z.Z., ¹Xalilov I.M., ²Xalilova F.M.

¹O‘zRFA Mikrobiologiya instituti, Toshkent, O‘zbekiston

²Buxoro Davlat Universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13846858>

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda LDPE, HDPE, PET va PVP plastmassalarining turli xil tabiiy muhitlarda biologik parchalanishi o‘rganildi. Bu qishloq xo‘jaligi chiqindilari va tuproq namunalari kabi turli substratlarda parchalanish tezligi sezilarli darajadagi farqlarni ko‘rsatdi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, PVP somon solingan muhitida eng yuqori parchalanish tezligiga ega ekanligi va HDPE esa tuproqda sezilarli darajada parchalanishi yuqoriligi aniqlandi. Tadqiqot mikroorganizmlarning biologik parchalash jarayoniga ta’siri muhimligini ta’kidlaydi va plastik chiqindilar biodegradatsiyasini yaxshilashning potentsial yo‘llarini taklif qiladi.

Kalit so‘zlar: quyi zichlikdagi polietilen (LDPE), yuqori zichlikdagi polietilen (HDPE), polietilentereftalat (PET), Polivinilpirrolidon (PVP), UV-spektrofotometr, biodegradatsiya, somonli ozuqasi, meva, tuproq va suv.

Abstract. This study is devoted to the study of biodegradation of LDPE, HDPE, PET and PVP plastics in various natural conditions. It has been found that degradation rates vary on different substrates, such as agricultural waste and in soil samples. The results show that PVP exhibits the highest rate of degradation in the straw environment, while HDPE degrades significantly in the soil. The study highlights the importance of the influence of microbes in the biodegradation process and suggests potential ways to improve plastic waste management.

Keywords: low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE), polyethylene terephthalate (PET), polyvinylpyrrolidone (PVP), UV spectrophotometer, biodegradation, straw, fruits, soil and water.

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению биodeградации пластиков ЛДПЕ, ХДПЕ, ПЕТ и ПВП в различных природных условиях. Установлено, что на разных субстратах, такие как сельскохозяйственные отходы и в образцах почвы, скорости деградации происходит различно. Результаты показывают, что ПВП демонстрирует наивысшую скорость деградации в среде соломы, в то время как ХДПЕ значительно деградирует в почве. Исследование подчеркивает важность влияния микробов в процессе биodeградации и предлагает потенциальные пути улучшения управления пластиковыми отходами.

Ключевые слова: полиэтилен низкой плотности (ЛДПЕ), полиэтилен высокой плотности (ХДПЕ), полиэтилентерефталат (ПЕТ), поливинилпирролидон (ПВП), УФ-спектрофотометр, биodeградация, солома, фрукты, почва и вода.

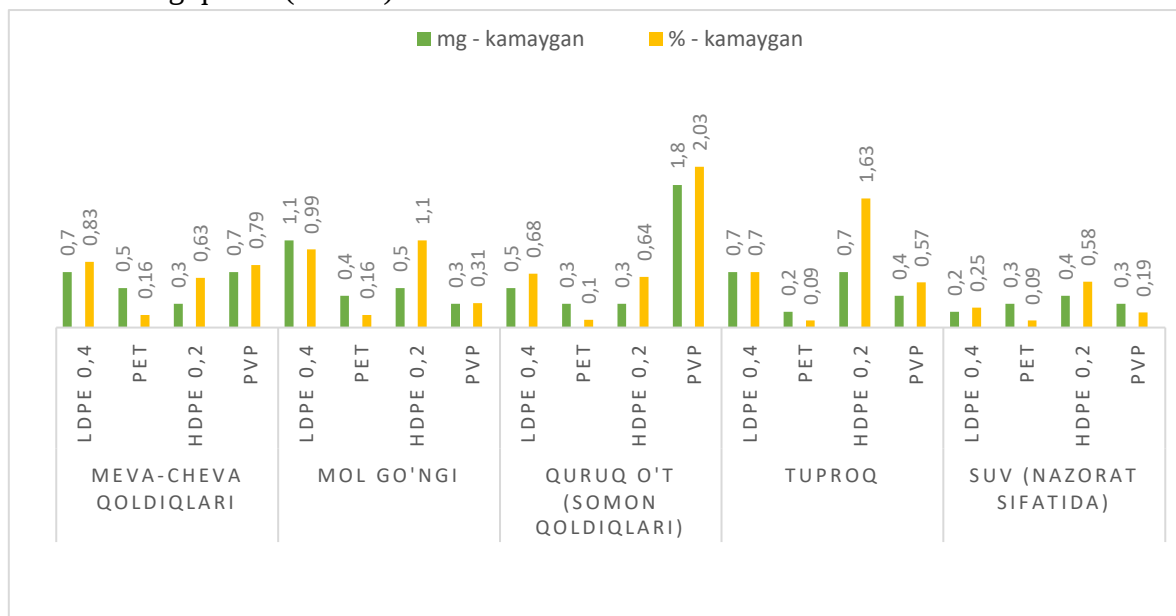
Dunyo bo‘yicha taxminan, plastik chiqindilarning 58% to‘g‘ridan-to‘g‘ri atrof-muhitga chiqariladi, 24% i yoqiladi va dunyo bo‘ylab plastik chiqindilarning atigi 18% i qayta ishlanmoqda (Chamas A va boshq., 2020). Neftdan va sun‘iy ravishda olinadigan plastik materiallar kimyoviy tuzilishida monomerlar zanjirli bo‘lib joylashishi va gidrolizlanadigan qutbli funksional molekulalarning mavjud emasligi moddalarning turg‘unligini saqlab turadi (Thiounn T. va Smith,

R.C., 2020). Tabiatda biologik degradatsiya darajasi juda past va unumdor emas. Maxsus sirt degradatsiyasi darajasi (SSDR) turli plastmassalarning yarim parchalanish davrini baholash uchun ishlatilgan (Matuchova M. va Nyvlt J., 1976). Misol uchun, dengiz muhitida yil davomida degradatsiya darajasi (SSDR) HDPE da deyarli 0 dan $\sim 11 \mu\text{m}$ gacha bo'lishi aniqlandi. Dengiz muhitida HDPE idishlarining taxminiy yarim parchalanish muddati (SSDR o'rtacha qiymatidan foydalangan holda) baholandi (Chamas A. va boshq., 2020).

Og'irlikni yo'qotishni o'lchash plastmassaning biodegradatsiyasini tez-tez ishlatiladigan va standartlashtirilgan baholash usulidir. Biroq, namunalarni to'g'ri tozalash juda muhim, chunki eruvchan va uchuvchi aralashmalarning chiqishi vazn yo'qotishiga olib kelishi mumkin, buni mikroblarning biodegradatsiyasi deyish noto'g'ri (Van der Zee M., 2005). Molekulyar og'irlik taqsimotining kengayishi va o'rtacha molekulyar og'irlikning (M_w) pasayishi degradatsiya paytida plastik zanjirda paydo bo'ladigan parchalanish holatini dastlab baholash uchun ishlatilishi mumkin.

Yuqoridagilarni hisobga olgan xolda tadqiqotimiz maqsadi turli xil oziqa muhitlarida hamda har xil turdagi plastik polimer moddalarni biodegradatsiya qiluvchi mikroorganizmlar ta'sirini o'rganishdan iboratdir.

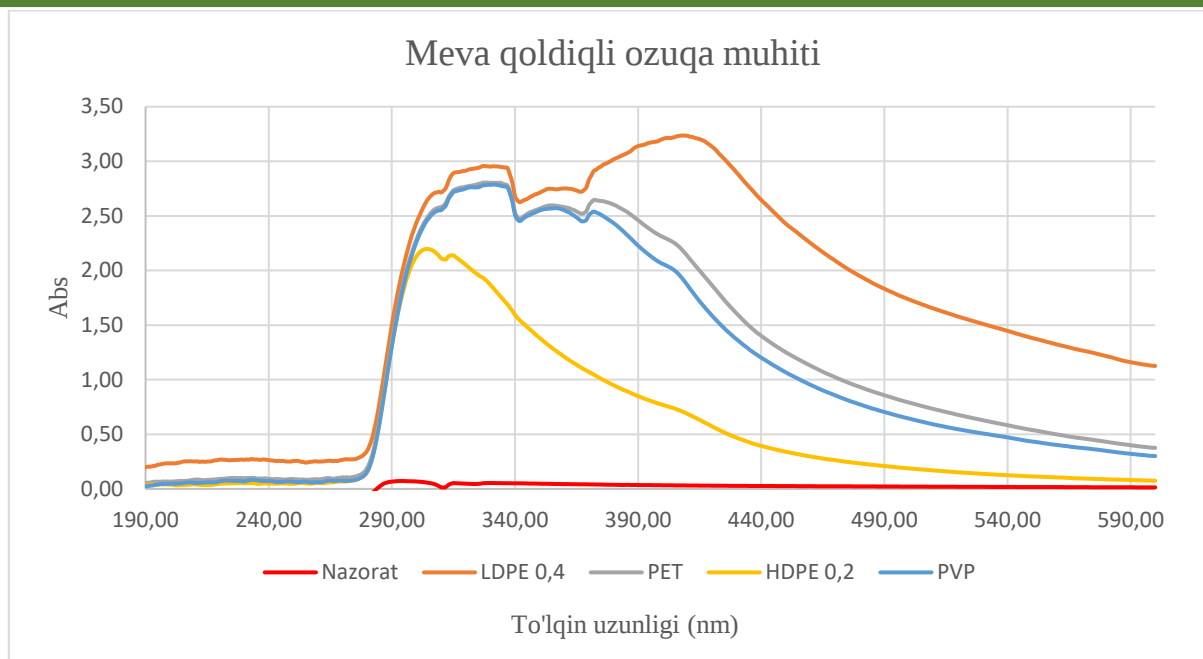
Tadqiqot ishimizda turli substrat sifati chiqindi mahsulotlari hamda tuproq namunalari ishlatilgan muhitlardagi mikrobiomning LDPE, HDPE, PET va PVP plastik turlarini degradatsiya qilishi bo'yicha 1 oy davomida 40°C haroratda inkubatsiya qilinib, birlamchi vazni kamayishi asosida skrining qilindi (1-rasm).



1-rasm. Turli xil muhitlarda LDPE, HDPE, PET, PVP larning dastlabki va tajribadan keyingi vazn og'irligi (mg) va % da ifodalanishi.

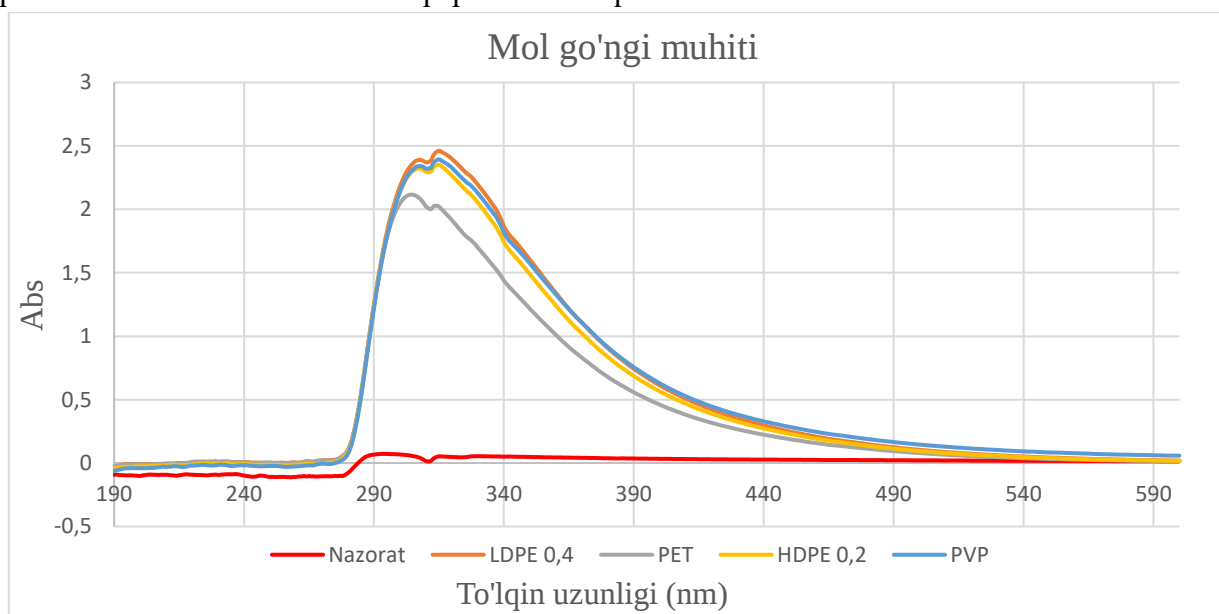
1-rasmdan ko'rinib turibdiki, quruq somon ishlatilgan muhitda PVP vaznini kamayishi eng yuqori bo'lib, 2,03% ni tashkil qildi. Shuni aytish muhimki, turli muhitlarda plastiklarning turlari har xil vazn kamayishini ko'rsatdi. Meva qoldiqlarida LDPE turining vazni eng ko'p (0,83% ga) kamaygan bo'lsa, tuproqda muhitida esa HDPE ni vazni 1,1% ga kamayishini ko'rsatdi.

Meva-cheva qoldiqlari muhitida LDPE, HDPE, PET va PVP bo'laklarini bir oy davomida saqlashdan so'ng, muhitdan olingan supernatant UV-spektrofotometr ko'rsatkichlari o'lchandi (2-rasm).



2-rasm. Meva-cheva qoldiqlari muhitidan olingan supernatantning UB spektri.

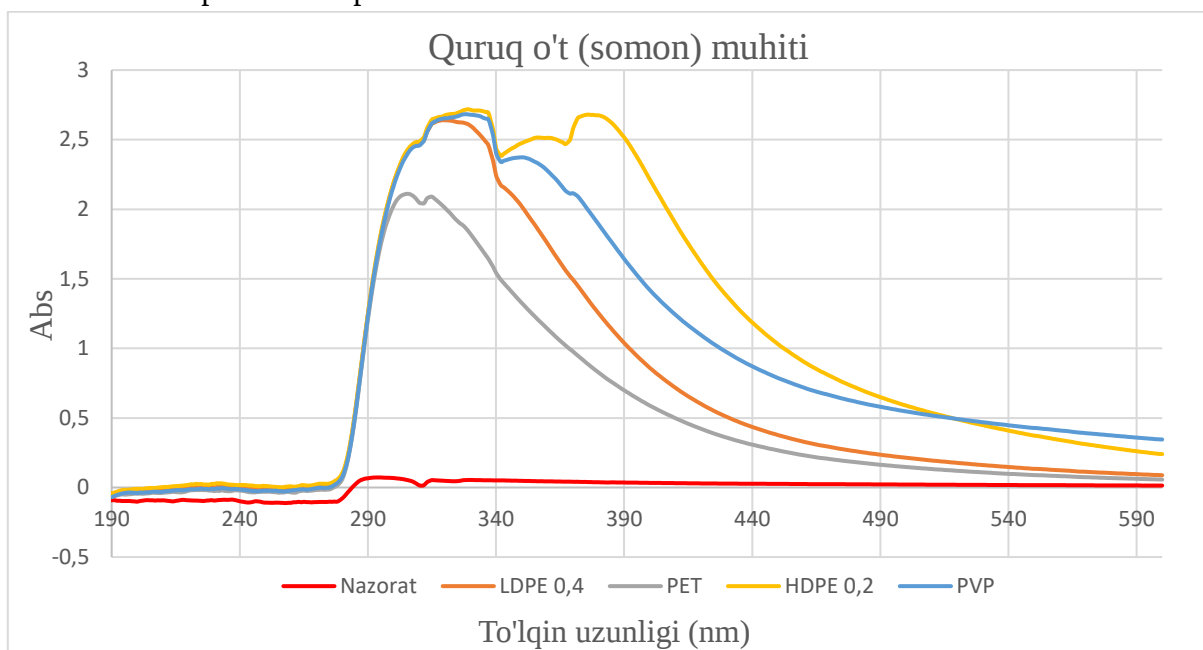
Bunda UB-spektrlari 270 nm dan 340 nm gacha yutilishi oshib borganligini ko'rishimiz mumkin. Aynan LPDE 0,4 323 nm to'lqin uzunligida 2.93% degradatsiya bo'lgan bo'lsa, 412 nm da esa 3.22% parchalanganligi aniqlandi. PVP va PET deyarli bir xil bo'lib, 334 nm to'lqin uzunligida 2.78% natijani ko'rsadi. HDPE 0,2 plastik turi 298 nm to'lqin uzunligida 2.13 % parchalanishni ko'rsatdi va boshqa piklar hosil qilmadi.



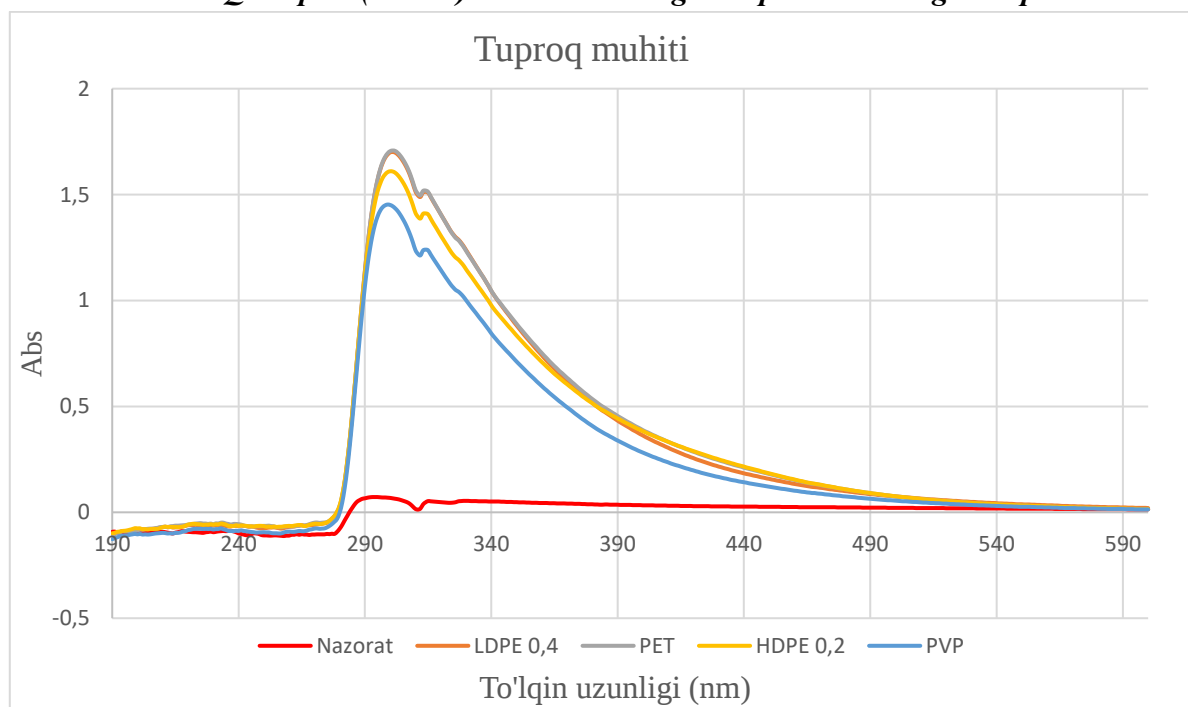
3-rasm. Mol go'ngi muhitidan olingan supernatantning UB spektri.

Mol go'ngi muhitining supernatantini UB spektrlari 3-rasmda ko'rsatilganidek, 275 nm dan 320 nm to'lqin uzunliklarida yutilish ko'rsatkichi oshib bordi va 320 nm dan 400 nm gacha pastlab bordi. Bunda, 320 nm to'lqin uzunlikdagi piklar LPDE, HDPE va PVP muhitlarida deyarli bir xil bo'lsa, PET muhiti 298 nm da 2.017% organik birikmalar hosil qilib, parchalanish yuqori bo'lganligi kuzatildi. 4-rasmda quruq o't (somon) muhiti supernatantining spektrofotometr natijalari keltirilgan bo'lib, ushbu muhitda UB spektrlari HDPE 0,2 da ikkita 334 va 376 nm to'lqin

uzunlik nuqtalarida yuqori piklarni hosil qildi, qolgan LDPE, PET, PVP larda 306-340 nm to‘lqin uzunliklarda bitta pik hosil bo‘lib, keyinchalik 340 nm dan yuqori bo‘lganda boshqa organik moddalar hosil qilmaganligi qayd etildi. Ushbu muhitda 331 nm to‘lqin uzunligida namunaga nisbatan 2.68 % plastiklarni parchadanishi kuzatildi.



4-rasm. Quruq o‘t (somon) muhitidan olingan supernatantning UB spektri



5-rasm. Tuproq muhitidan olingan supernatantning UB spektri

Tuproq muhiti supernatantining spektrofotometr natijasi 5-rasmda keltirilgan bo‘lib, ushbu muhitda 280 nm to‘lqin uzunlikda UB spektrlar ortib borib, 300 nm to‘lqin uzunligida spektr yutilishini oshganligi namunaga nisbatan ko‘p miqdorda organik moddalar hosil qilganligi va plastiklarni parchalanishidan dalolat beradi. Eng yuqori yutilish PET saqlangan muhitda kuzatilib,

302 nm uzunlikda namunaga nisbatan 1.706% organik birikmalar hosil qilib, degradatsiyaga uchraganligi kuzatildi.

Shunday qilib, go'ngda (0,99%) LDPE inkubatsiya qilingan namunalarda PE parchalanishi yuqori ekanligi va eng kam parchalanish tuproqda (0,7%) inkubatsiya qilingan namunalarda bo'lganligi kuzatildi. Bu esa FTIR analizi bilan tekshirilgan ma'lumotlari mos kelishi aniqlandi. PET ni eng ko'p parchalashi meva qoldiqlari (0,16%) va go'ngda (0,16%) namoyon bo'lganligi, tuproq (0,1%) va quruq somon (0,09%) qoldiqlarida PET parchalanishi pastroq darajada ekanligi qayd etildi. HDPE parchalanishi esa tuproq (1,63%) va go'ng (1,1%) bilan inkubatsiya qilingan namunalarda yuqori parchalanish kuzatildi. Quruq o't (somon) (0,64%) va meva qoldiqlarida (0,63%) inkubatsiya qilingan HDPE namunalar bioparchalanishi kamayganligi aniqlandi. Olingan natijalar orasida PVP ni bioparchalanishi eng yuqori ekanligi kuzatildi. PVP quruq o't (somon) qoldiqlarida 2,03% (namunaga nisbatan organik moddalar hosil qilganligi) ko'rsatkich bilan yuqori parchalanish qayd etgan bo'lsa, PVP ni kam parchalanishi go'ngli muxitda 0,31% bo'lganligi kuzatildi. PVP plastik bo'laklari tabiiy muhit mikrobiomlari ta'sirida yuqori biodegradatsiyalanishga moyilligi aniqlandi.

REFERENCES

1. Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J.H., Abu-Omar, M., Scott, S.L., Suh, S., 2020. Degradation rates of plastics in the environment. ACS Sustain. Chem. Eng. 8 (9), 3494–3511. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>.
2. Thiounn, T., Smith, R.C., 2020. Advances and approaches for chemical recycling of plastic waste. J. Polym. Sci. 58 (10), 1347–1364. <https://doi.org/10.1002/pol.20190261>.
3. Matuchova, M., Nyvlt, J., 1976. Determination of linear growth rates of crystals. (I). Calculation of linear growth rates of individual crystal faces from overall rates. Krist. Tech. 11 (2), 149–161. <https://doi.org/10.1002/crat.19760110206>.
4. Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J.H., Abu-Omar, M., Scott, S.L., Suh, S., 2020. Degradation rates of plastics in the environment. ACS Sustain. Chem. Eng. 8 (9), 3494–3511. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>.
5. Taniguchi, I., Yoshida, S., Hiraga, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., Oda, K., 2019. Biodegradation of PET: Current status and application aspects. ACS Catal. 9 (5), 4089–4105. <https://doi.org/10.1021/acscatal.8b05171>.
6. Van der Zee, M., 2005. Biodegradability of Polymers - Mechanisms and Evaluation Methods. Rapra Technology Ltd., pp. 1–31.