

Maksymilian Kuna
Wydział Fizyki

Love-hate relacje z plastikami

Uczęszczam również na kurs OGUN prowadzony przez dr Ishikawę na Wydziale Biologii, który porusza szeroki wachlarz fascynujących zagadnień, w tym te związane z genetyką. Jednym z przykładów używanych do wyjaśnienia mechanizmu ewolucji poprzez nabywanie korzystnych mutacji była historia bakterii *Ideonella sakaiensis* 201-F6, która w 2016 roku rozwinęła zdolność do rozkładu PET. Posiada ona gen kodujący enzym PETazę, który w krótkim czasie (na przestrzeni dni, a nie lat, jak w naturalnym procesie) hydrolizuje ten polimer do MHET – kwasu mono(2-hydroksyetylo)tereftalowego, który z kolei może być ponownie użyty do produkcji PET.

Ta kwestia jest dla mnie szczególnie interesująca, ponieważ łączy problem zanieczyszczenia środowiska plastikiem z rozwijającą się branżą druku 3D. Obecnie możemy drukować z wielu różnych materiałów polimerowych, takich jak PET czy PLA, ale tylko niektóre z nich możemy efektywnie i bezpiecznie poddać recyklingowi. PLA, mimo że jest promowane jako tani i biodegradowalny materiał, wymaga ogromnej ilości czasu do całkowitej utylizacji, a proces ten nie jest jeszcze odpowiednio opracowany. Z kolei recykling ABS wiąże się z użyciem toksycznych chemikaliów i jest stosunkowo kosztowny, a nylon klasy przemysłowej jest trudny do przetwarzania ze względu na konieczność stosowania wysokich temperatur i środowiska pozbawionego wilgoci.

Na całym świecie produkuje się ponad 400 milionów ton plastiku rocznie, z czego tylko niewielka część podlega recyklingowi. Większość z niego trafia na wysypiska śmieci lub do oceanów, gdzie może przetrwać setki lat. Ostatnie lata przyniosły jednak przełomowe odkrycia w dziedzinie biologii i sztucznej inteligencji, które stwarzają nowe możliwości dla ekologicznego recyklingu plastiku. Jednym z najbardziej obiecujących narzędzi w tej dziedzinie jest AlphaFold – system, który umożliwia identyfikację i optymalizację enzymów zdolnych do biodegradacji plastiku. Współpraca Uniwersytetu w Portsmouth i zespołu DeepMind pozwala na przełomowe badania nad enzymami recyklingującymi plastik, a AlphaFold odgrywa kluczową rolę w przewidywaniu trójwymiarowych struktur białek. Dzięki niemu, Centrum Innowacji Enzymów (CEI) jest w stanie na przestrzeni kilku dni uzyskiwać struktury białek enzymatycznych z ponad 100 mikroorganizmów, co wcześniej zajmowało miesiące, a nawet lata.

Projekt ten realizowany jest w ramach konsorcjum BOTTLE, które ma na celu opracowanie enzymów zdolnych do rozkładu plastiku na dużą skalę. Dzięki wykorzystaniu AlphaFold zespół CEI może szybciej testować i modyfikować enzymy pod kątem ich stabilności, szybkości reakcji oraz opłacalności produkcji, co pozwala na przyspieszenie procesu badawczego i poszerzenie bazy danych enzymów.

Sztuczna inteligencja w tym kontekście ma również potencjał do zmiany podejścia do recyklingu filamentów do druku 3D. Wyobraźmy sobie, że moglibyśmy stworzyć enzymy zdolne do selektywnego rozkładu PLA, ABS czy PETG w umiarkowanych warunkach. Pozwoliłoby to na tworzenie zintegrowanych systemów recyklingu na małą skalę, np. w warsztatach czy domach użytkowników drukarek 3D. Obecnie tworzymy

technologie, które mieszczą się na biurkach, jak np. biurkowe CNC czy małe frezarki, co stwarza możliwość zmniejszenia kosztów transportu i przetwarzania odpadów, promując tym samym zrównoważony rozwój w druku 3D.

Ponadto, takie technologie mogą prowadzić do powstania rozwiązań międzysektorowych. Na przykład enzymatyczny recykling filamentów 3D może być zintegrowany z produkcją biodegradowalnych materiałów, które będą miały właściwości podobne do tradycyjnych polimerów. W efekcie moglibyśmy drukować części z materiałów, które po użyciu ulegają całkowitemu recyklingowi lub kompostowaniu, eliminując konieczność stosowania toksycznych metod przetwarzania. Druk 3D, który obecnie głównie służy do prototypowania, zyskałby jeszcze bardziej na wartości, gdyby umożliwił szybkie i bezpieczne pozbycie się półproduktów.

Na poziomie globalnym, inwestowanie w rozwój takich technologii może przynieść korzyści zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne. Ograniczenie ilości plastikowych odpadów oraz stworzenie lokalnych ekosystemów recyklingu mogłoby zmniejszyć zanieczyszczenie, jednocześnie tworząc nowe miejsca pracy w sektorze technologii zielonych. Współpraca między naukowcami zajmującymi się biotechnologią, specjalistami od druku 3D oraz inżynierami zajmującymi się sztuczną inteligencją będzie kluczowa w realizacji tej wizji.

Choć taki obraz w pełni zamkniętego obiegu bio-materiałów, wykorzystywanych zarówno hobbystycznie, jak i profesjonalnie, może wydawać się wizjonerski, to właśnie w takich technologiach drzemie ogromny potencjał.