

MŰANYAGFAJTÁK, KOMPOZITOK, BIOMŰANYAGOK

Biológiailag lebomló polimerek jelenlegi és jövőbeli helyzete

A bioalapú polimerek a hagyományos polimerek alternatívái, bár jelenleg még a műanyagpiac csak kis részét – kevesebb mint 1%-át – birtokolják. A MarketsandMarkets piackutató előrejelzése szerint a biodegradálható műanyagok piaci értéke 2023-ra 6,12 milliárd dollárra nőhet.

Tárgyszavak: biopolimerek; antimikrobiális hatás; élelmiszersomagolás; politejsav; cellulóz; polimer elektrolit.

A biológiailag lebomló vagy biodegradálható polimerek iránti igény nő a nem megújuló anyagok használatával kapcsolatos környezeti aggályok miatt. Ez utóbbiak szennyezhetik a földeket és a vizeket, valamint egészségügyi problémákat is okozhatnak embereknek és állatoknak. E problémák megoldására került előtérbe a biológiailag lebomló polimerek fejlesztése. Alkalmazási területeik közé tartozik a csomagolóipar, a mezőgazdaság és az egészségügy, vizsgálják hatékonyságukat, biztonságukat és fenntarthatóságukat, integrálódnak a társadalomba, segítik az egészséges, fenntartható életmódot. A MarketsandMarkets piackutató előrejelzése szerint a biodegradálható műanyagok piaci értéke 2023-ra 6,12 milliárd dollárra nőhet.

A fejlesztések során figyelembe veszik az anyagok biológiai lebomlási viselkedését és antimikrobiális, vagyis mikrobaölő aktivitását. Számos anyagot állítanak elő különböző eljárásokkal. A politejsavat (PLA), mint biológiailag lebomló poliésztert tejsavból állítják elő megújuló növényi források, például kukorica és cukorrépa erjesztésével. A polikaprolakton (PCL), egy másik gyakran használt anyag, szintén egy biológiailag lebomló poliészter, amely jó feldolgozhatósággal, alacsony olvadásponttal és viszkozitással rendelkezik, és amelyet az ϵ -kaprolakton polimerizációjával szintetizálnak. A PCL-t általában más polimerekkel keverik a szilárdság és a tapadás növelése érdekében. További biodegradálható polimerek a poli(hidroxi-alkanoát) (PHA) és a poli(hidroxi-butirát) (PHB). Ezeket az anyagokat általában az élelmiszersomagolásban használják.

Biológiailag lebomló polimerek állíthatók elő egyes komponensek, például keményítő és poliolefin keverésével csomagolásokhoz, sík és fűjt fólia gyártásához. A poliolefin hozzájárulnak a mechanikai tulajdonságainak javításához, miközben nagy mennyiségű keményítőt – akár 60 % (m/m)-ot – használnak fel, hogy az anyag biológiailag lebomlóvá váljon.

Másik fontos anyag a cellulóz, amely fákban és növényekben található, természetes bioalapú polimer. Tulajdonságai közé tartozik a keménység, a megfelelő szakítószilárdság és nyúlás. A cellulóz keverhető más polimerekkel, hogy biológiailag lebomló anyag jöjjön létre. A Nature Works LLC az eddigieknél jobb termikus és mechanikai tulajdonságú politejsavat fejlesztett ki. Foglalkoznak még olyan új poliamidokkal, poliészterekkel és PHA polimerekkel, amelyek tulajdonságaikban egyértelműen elkülönülnek a már létező biobázisú polimerektől.

Az antimikrobiális technológia integrálása biológiailag lebontható polimerekbe

A hagyományos polimerek kőolajszármazékokból készülnek, ami miatt ellenállók a lebomlással szemben. A biodegradálható bioanyagok alapanyag és szintézis fejlesztései hatással voltak ezen polimerek speciális biogyógyászati felhasználására. Példaként említhetők az ideiglenes protézisek, a 3D-s porózus tartószerkezetek a szövettechnikában és a hatóanyag-leadó rendszerek.

A biológiailag lebomló polimerek az antimikrobiális technológiában is alkalmazhatók. A mikrobaölő élelmiszercsomagolásokat, amelyek meghosszabbítják a termék eltarthatóságát, bioaktív anyagok hozzáadásával állítják elő a felület bevonásával, vagy másik módszerrel mikrobaölő polimerekből gyártanak fóliát. A bioaktív szerek együtt is használhatók például PLA-val, PHB-vel és keményítővel.

A bioalapú polimerek a hagyományos polimerek alternatívái, bár jelenleg még a műanyagpiac csak kis részét – kevesebb mint 1%-át – birtokolják. Előállításuk baktérium fermentációs eljárással történik, amelynek során mezőgazdasági növényekből, zsírsavakból, lignocellulóz biomasszából és szerves hulladékból szintetizálják a monomereket. A természetes biobázisú polimerek eredendően megtalálhatók a különböző fehérjékben és nukleinsavakban, például a kollagénben.

A biológiailag lebomló polimerek hátrányai közé tartozik a rossz mechanikai, elektromos és termikus tulajdonság, valamint a szűk feldolgozási ablak. Az egyik megoldás ezek javítására a környezetbarát nanotöltőanyagokkal való kombináció. A kompozitok alkalmazását és jellemzőit a töltőanyag felülete és oldalaránya befolyásolja. Alkalmazhatók mesterséges kötésekhöz, hatóanyag-leadó rendszerekhez, biofilmekhez és élelmiszercsomagolásokhoz. A biobázisú hibrid nanokompozitok párhuzamosan használhatók biobázisú polimerekkel általános teljesítményük és tartósságuk javítására.

A műanyagiparban leginkább várható áttörés a polimerek biodegradálhatóságának ki szélesítése, a szilárdságuk és tartósságukat megőrzése mellett, annak érdekében, hogy versenytársai legyenek a hagyományos műanyagoknak. A folyamatban lévő fejlesztések közül kiemelhető a politejsavból és polikaprolaktonból keményítő nanorészecskék hozzáadásával előállítható biológiailag lebomló műanyag. A keményítő egy sokoldalú anyag, amely potenciálisan felhasználható a polimer technológiában szintetikus- és biopolimerek előállításához fermentációs eljárással. Különböző anyagokkal összekeverve és gélesítve a keményítő olyan tulajdonságokat ad az anyagnak, mint például a tapadás és gélképző-képesség javítása, amelyek jótékony hatásúak számos alkalmazásban, valamint előnyösek a biodegradáció szempontjából is.

A súlycsökkentéstől az aktív élelmiszercsomagolásig

A fém alkatrészek kiváltása az autóiparban szintén aktuális téma a biológiailag lebomló műanyagokkal kapcsolatban, mert csökkenteni lehet a súlyt, ami csökkenti az üzemanyag-fogyasztást is. Más ágazatok, például a textilipar és a fogyasztási cikkek előállítói is használnak biodegradálható műanyagokat, amelyek gyártása folyamatosan bővül, 2023-ra – az előrejelzések szerint – elérheti a 2,6 millió tonnát, ennek 65%-át pedig csomagolóipar fogja felhasználni. 2023-ra szintén várható a poli(etilén-furanoát) piacra kerülése, amely az újdonság lehet az italos palackok biobázisú műanyagokból való előállításában.

Biológiailag lebomló fóliákat és bevonatokat is fejlesztenek az aktív élelmiszerfeldolgozáshoz. Az illóolaj vegyületek felhasználása fóliákhoz és bevonatokhoz felkelti az érdeklődést más természetes adalékanyagok iránt. Vizsgálták például a cellulóz-acetát hatékonyságát biológiailag lebomló műanyagokban, ideértve az anyag szilárdságát, ellenállását, formálhatóságát, gyártási sokoldalúságát és elektromos vezetőképességét. Tesztelték, hogy a cellulóz-acetát hogyan segítené a biológiai lebomlást a lencsékben és a pamutszövetekben. Az eredmények azt mutatták, hogy a cellulóz-acetát idővel (két hét alatt különböző hőmérsékleteken) elveszti súlyának 32–41%-át, ami arra enged következtetni, hogy a cellulóz-acetát a lencsékben és a pamutszövetekben biológiailag lebomló termofil mikroorganizmusok által. A cellulóz-acetátot fényképezési filmek, szűrőmembránok és szálak készítésére is felhasználják.

A kutatások tárgyát képezi a szintetikus polimer-kerámia kompozitok biogyógyászati alkalmazása, kifejezetten a csontokkal kapcsolatos betegségek és rendellenességek kezelésére. A kerámia biokompatibilitása és csontokhoz hasonló szerkezete miatt alkalmas ilyen típusú felhasználásra. A szintetikus polimereket azért választják, mert a természetes polimereknél, például a kollagénnél, olyan problémák jelentkezhetnek, mint az instabilitás és a biológiai lebomthatóság. Különböző additív előállítási módszerek, mint a sztereolitográfia, a szelektív lézerszinterelés (SLS) és bionyomatás, használhatók olyan kompozitok előállítására, amelyek implantátumként működhetnek, vagy a csontokkal kapcsolatos betegségeknél használhatók fel. A konkrét módszer azonban a kompozit anyag specifikációjától függ.

A biodegradálhatóság javítja a polimer elektrolit teljesítményét

A legújabb vizsgálatok kimutatták, hogy biológiailag lebomló polimerek felhasználása polimer elektrolitok előállításához jobb teljesítményt eredményezett a biológiailag nem lebomtható társaikhoz képest. A szilárd elektrolitok ezen továbbfejlesztett képességei közé tartozik az ionos vezetőképesség és a stabilitás. A vékony polimer filmet polimer oldat és sóoldat keverékéből állítják elő oldószerben, adalékanyagokkal keverik, és az oldószeret lepárolják. Az elektrolitok ionvezetőképességét és mechanikai tulajdonságait számos tényező befolyásolja, többek között az alkalmazott polimerek típusa és az ionos sók változatossága.

Az új, biológiailag lebomló polimerekből készült szűrőmembrán miközben szűri az ivóvizet, fontos ásványi anyagokat is hozzáad. A szűrőmembránok két rétegből készülnek: egy biodegradálható, porózus polimer rétegből a szűrésre, és egy szál kompozit rétegből, amely a sókat és az ásványi anyagokat szolgáltatja. A szálakat növényekből – például banánból és spenótból – állítják elő, amelyeket az ásványi anyag- és sótartalmuk alapján választanak ki a táplálkozási igényekhez igazodva.

A biológiailag lebomló nanokompozitok különböző ipari alkalmazásait és előállítási lehetőségeit is kutatják, a módszerek a töltőanyagként használt nanoanyagoktól függenek. A biológiailag lebomtható nanocellulóz kompozitokat oldószeres öntéssel vagy ömledék feldolgozással állítják elő az alkalmazott polimer típusától függően. Az oldószeres öntéshez vízzeloldható polimereket, polimer emulziókat és vízben oldhatatlan polimereket használnak. Az ömledék feldolgozásánál lágyítókat adalékolnak a könnyebb megömlesztéshez. A biológiailag lebomtható nanoanyag-kompozitok szintézisének polimer oldat/ömledék beágyazást és in situ polimerizációt alkalmaznak. Szén nanocsöveket is vizsgálnak nanotöltőanyagként, mert a molekulaszervezet és a diszperzió mértékének módosításával befolyásolják a biológiailag

lebontható kompozitok tulajdonságait. Ha a szén nanocsövek egyenletesen oszlanak el, a kompozitok erősebbé és tartósabbá válnak.

Dr. Lehoczki László

Raj Shah, Rui Chen, Hillary Wong: Present and Future Trends in Biodegradable Polymers = Plastics Today, 2020. október

https://www.plasticstoday.com/biopolymers/present-and-future-trends-biodegradable-polymers?ADTRK=InformaMarkets&elq_mid=14769&elq_cid=1053816