

Megújuló anyagok a csomagolóiparban

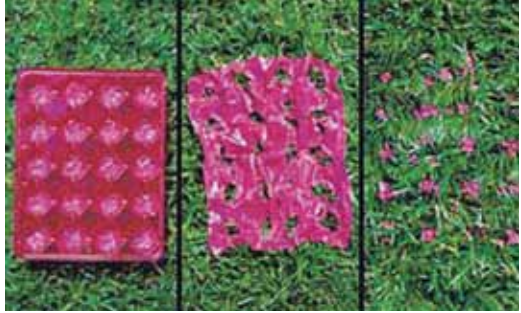
Dr. Koltai László

adjunktus, Óbudai Egyetem RKK MKI

Számos csomagolás készül megújuló nyersanyagból, így a papír alapú csomagolószerek és a hagyományos, természetes alapú műanyagok mellett példaként említhetjük az újabb típusú, biológiailag lebomló műanyagokat. Élelmiszer-csomagolásoknál használt tálcákat, a mozgáscsillapítás egyes elemeit, burkolófoliákat vagy hőformázott üreges testeket előállíthatunk olyan műanyagokból is, amelyek alapanyaga az élő természetből származik, és lebomlásuk is jelentős mértékben az élő természettől függ. Korábban a biológiailag lebomló polimerek alkalmazása három jelentős területre koncentráldott, ezek: az egészségügy, a mezőgazdasági és fogyasztói árucsomagolás voltak. Gazdasági és ökológiai tényezők miatt napjainkra az elektronikai ipar és a gépjárműipar is egyre nagyobb arányban használ biológiailag lebomtható műanyagot, bár vezető területként még mindig a csomagolóipart említhetjük. Ennek oka, hogy a megújuló nyersanyagok, biopolimerek, biológiai úton lebomló műanyagok részarányának növelése alternatív eljárás lehet a környezetszennyezési gondok csökkentésére és a szilárd hulladék mennyiségének korlátozására. Az újrahasznosítás keretében a csomagolási hulladékok komposztálhatóak vagy biogázokká alakíthatóak, így az anyagok bioszférikus körforgásával létrejön egy ökológiai is hatékony újratermelési folyamat.

Ökológiai elvárások

A 20. század második felére a fogyasztói és ipari csomagolások környezetvédelmi szempontból fontos tényezővé váltak. A hulladékká vált, mesterséges úton előállított anyagok az európai átlagot tekintve a települési szilárd hulladékok 9-10%-át teszik ki. Mivel tömegükhöz képest nagy a térfogatuk, a hulladékok jelentős részét ezek adják. Világviszonylatban megállapítható, hogy a naponta keletkező, szilárd háztartási hulladékok közel 20%-a műanyag.



Ennek kapcsán fontos megjegyezni azt is, hogy a világon évente körülbelül 245 millió tonna műanyagot állítanak elő, és ez az anyagmennyiség előbb-utóbb hulladékká válik. 2002-ben még csak 200 millió tonna mesterséges úton előállított anyagot gyártottak, míg 2006-ra ez az érték 20%-kal növekedett, 245 millió tonnára.

A probléma csökkentése érdekében számos jogszabály született. A meghatározott elvek között jelent meg az anyagában történő hasznosítás, melynek értelmében a csomagolást úgy kell előállítani, hogy a felhasznált anyagok típusától függően azok bizonyos százalékának visszaforgatását lehetővé tegyék. Követelmény az energia-visszanyerés formájában hasznosítható csomagolás alkalmazása is. Az energia-visszanyerés céljából feldolgozott csomagolási hulladéknak minimális fűtőértékkel kell rendelkeznie ahhoz, hogy lehetővé tegye az energia-visszanyerés optimalizálását. A komposztálás formájában hasznosítható csomagolás azt jelenti, hogy a komposztálás céljából feldolgozott csomagolási hulladéknak olyan lebomtható jelleggel kell rendelkeznie, hogy az ne akadályozza az elkülönített begyűjtést és a komposztálási eljárást. Ezzel szemben a biológiai úton lebomtható csomagolásnak pedig olyan összetétellel kell rendelkeznie, hogy képes legyen fizikai, kémiai, termikus vagy biológiai bomlásra úgy, hogy a levegő jelenlété-

ben végül szén-dioxiddá, biomasszává, vízzé vagy – levegő kizárása mellett elsősorban – metáná alakuljon át.

Az ismertett elvek és megoldási módok csak akkor valósíthatók meg hatékonyan, ha a csomagolóeszközök alapanyagai megújuló nyersanyagból állnak.

A megújuló nyersanyagok előnyei

A megújuló nyersanyagok hasznosítását a csomagolóiparban számos további tényező indokolja. Ezek közül elsősorban az egyre csökkenő fosszilis anyagtartalmú kímélését kell említenünk. Bár a hagyományos műanyag alapú csomagolószerek előállítására a teljes olaj- és földgázfelhasználásnak csak töredékét érinti, a helyettesítés lehetőségeit ez esetben is vizsgálni kell. Ismeretes, hogy a fosszilis nyersanyagok 95%-át közvetlenül fűtésre, szállításra vagy energia előállítására használják. A fennmaradó 5%-nak mintegy harmadából állítanak elő műanyagokat, és ennek kb. 35%-ából készül csomagolóeszköz. Vagyis az összes fosszilis energiának csak mintegy 0,6%-a alakul át csomagolóanyagká.

A légkörbe jutó szén-dioxid mennyiségének csökkentését célzó nemzetközi előírások érdekében az ipari termékek és gyártástechnológiák széles körű megváltoztatása szükséges. A megújuló nyersanyagok alkalmazása kedvezően befolyásolja az ún. üvegházhatást is, azon túlmenően, hogy a petrokémiai eredetű műanyag gyártásánál a kőolaj egy része ily módon megtakarítható. A megújuló nyersanyagok közül főleg a növényi eredetűek az atmoszférából szén-dioxidot kötnek meg. Így lebomlásuk



vagy elégetésük során a szén-dioxid-koncentrációt nem növelik, legfeljebb a felvett mennyiséget juttatják vissza a természetes körforgásba. A trágyázás, az aratás és a feldolgozás azonban szén-dioxid keletkezésével jár.

A természetes alapú csomagolószerek részarányának növelése a mezőgazdaság szerkezeti gondjain is segíthet. Az egyes termények túlermeléséből és a termőföldek kényszerű pihentetéséből eredő nehézségek a megújuló nyersanyagok közvetlen ipari felhasználásával áthidalhatóak.

Becslések szerint, ha különböző korszerű eljárásokkal (például társítással) az alkalmazástechnikai jellemzők tovább javíthatók, akár 400–600 ezer tonna/év felhasználás is elérhető a megújuló alapanyagú műanyagok területén.

A biológiailag lebomló műanyagok tulajdonságai, feldolgozhatóságuk

A megújuló nyersanyagforrások közül a poliszacharidok (pl. keményítő, cellulóz, pektin), a fehérjék (pl. zselatin, prolamin, glutén), a lipidek (zsírok, viaszok) és egyes poliészterek (mikrobiális eredetű polihidroxibutirát/valerát) tűnnek a legalkalmasabbnak csomagolóanyagok előállítására.

A biológiailag lebomló műanyagok tulajdonságai nagyon változatosak, elsősorban az alapanyag kémiai összetevői, a monomer tulajdonságai, a molekulatömeg és az amorf és kristályos fázisállapotok aránya határozza meg. A poliszacharid- és fehérjetartalmú filmek, fóliák általános mechanikai és optikai tulajdonságai megfelelőek, de igen érzékenyek a nedvességre.





re, és rossz a vízgőzáteresztő képességük. Ezzel szemben a lipid- vagy poliészter-tartalmú anyagok vízgőzzáró képessége jó, nedvességre nem érzékenyek, ellenben viszonylag törékenyek, opálosak. A lipidfilmek az avasodási folyamatok következtében azonban instabilak.

A megújuló nyersanyagok versenyképességének fontos feltétele a hagyományos módszerekkel, vagyis a fröccsöntéssel és extrudálással, a jelenleg használatos gépeken való feldolgozhatóság, nyomtathatóság, a hatékony termékvédelem és ezzel szoros összefüggésben a csomagolási előírások betartása. Az ilyen anyagok feldolgozhatósága azonban jelentős mértékben eltér egymástól, és a kőolajtól is. Az ipar gyakran a hagyományos műanyagokkal kombinálva alkalmazza őket. Általános tapasztalat, hogy minél nagyobb a megújuló nyersanyag részaránya a termékben, annál jobb a biodegradációs tulajdonsága, viszont a funkcionális tulajdonságok annál gyengébbek, és ezek a feldolgozhatóságot nagymértékben befolyásolják.

Keményítő és keményítő-szintetikus polimer keverék

A keményítő a legáltalánosabban használt biopolimer, főként a szintetikus és biopolimer keverékek esetén alkalmazzák, mivel olcsó, nagy mennyiségben fordul elő a növényekben és viszonylag könnyű a kezelése.

Bár a keményítő-szintetikus polimerkeverékek viszonylag olcsók, a lebomlásukkal kapcsolatos megfigyelések ellentmondásosak. A ke-

ményítőrész teljes lebomlása általában 40–60 napot vesz igénybe, a teljes fólia lebomlása néhány évet (3–5 év), amely elenyésző a szintetikus polimerekre számított 200 éves lebomlási időhöz képest.

A mikrobás eredetű poliészterek (polihidroxibutirát/valerát, PHBV) teljesen lebomlóak és újrafeldolgozhatóak, de használatukat magas árak korlátozza, így főleg a kozmetikumok, gyógyászati termékek csomagolására alkalmazzák őket.

Az ún. termoplasztikok rendszerint keményítőtől állnak. Olcsók, de a mechanikai tulajdonságaik nem a legjobbak, mivel törékenyek és rövid az élettartamuk. Minőségük adalékanyagokkal (lágýítók, pro-oxidánsok) javítható, de ezek az élelmiszerrel kontaktusba kerülve gondot okozhatnak, mivel a lágýító beoldódhat a termékbe. Felhasználásuk így szintén korlátozott.

Mind a keményítő-polietilén blend, mind a tisztán keményítőtől készülő anyag a hagyományos módszerekkel fóliává vagy fröccsöntött terméké dolgozható fel. A tisztán keményítőtől készülő fóliák nem vízállóak, gyorsan lebomlanak. Különösen a kukoricakeményítő használata tűnik ökológiai szempontból észszerűnek. A burgonyakeményítő ipari méretű kinyerése és feldolgozása jelentős vízterhelésel jár.





A tiszta keményítőanyagoknak az élelmi-szercsomagolásban van jelentőségük, alátét-tálca és pohár formájában, gyakran kartonnal társítva. A fő gondot a vízzel szembeni érzékenység és az anyag viszonylag csekély szilárdsága okozza, amely miatt nagyobb falvastagságra van szükség.

A csomagolóanyag, ha nincs szintetikus polimerrel társítva, megfelelő körülmények között néhány hét alatt lebomlik. A kompozztálás ez esetben a legcélszerűbb hasznosítás.

Cellulóz alapú anyagok

Cellulózból a papíripari termékeken kívül viszkózófia vagy cellulózacetát is gyártható. A cellulózt biológiai lágyítókkal módosítják, ezáltal a szintetikus műanyagokhoz hasonló molekulaszervezet alakul ki. A termékek a szokásos technológiákkal, különösen extrudálással és fröccsöntéssel dolgozhatók fel. Nagy átlátszóságuk miatt alkalmasak csomagolásra.

Hulladékaik kezelésének gazdaságos módja a komposztálás. Az azonos anyagú, teljesen tiszta hulladék azonban ismételt felhasználható. A cellulóz, viszonylag magas ára és az előállítási folyamat környezeti terhelése miatt, a keményítővel való összehasonlításnál hátrányban van.

Tejsav és egyéb szénhidrátok

Biotechnológiai átalakítással, vagyis a szénhidrátok bakteriális fermentálásával összetett cukor alapú anyagokból vagy egyéb mezőgazdasági melléktermékekből is előállítható hőre lágyuló biopolimer. Ezek a tökéletes lebomlás mellett újrahasznosíthatók és a hagyományos

technológiákkal (például fröccsöntéssel, fúvás-sal) jól feldolgozhatók. A mechanikai és a fizikai tulajdonságaik hasonlítanak a poliolefinekéhez.

Növényi olaj alapú anyagok

A növényi olaj alapú anyagoknál a kiinduló anyagot a zsirokból és olajokból előállítható zsírsavak adják. Az előfeltételt a vegyileg tiszta zsírsavak olcsó előállítása jelenti. A növényi eredetű olajok és zsirok felépítése hasonló a petrokémiai anyagokéhoz, így elvben hasonló módon alkalmazhatók. A csomagolóiparban a hagyományos műanyagokkal hasonló tulajdonságú termékeknek van jelentősége. A petrokémiai anyagok a zsírsavakkal lineáris makromolekulákat képeznek. Igen jó mechanikai tulajdonságaikra és kedvező feldolgozási lehetőségeikre tekintettel fejlesztették ki a poliamid-poliuretán-zsírsav műanyagokat. Komoly előnyük, hogy igen sokoldalúan dolgozhatók fel. E megújuló nyersanyag részaránya jelentős, biológiai lebomló képességük azonban nem egyértelmű. A növényolaj alapú anyagok fejlesztési szakaszban vannak, csomagolási célra nemigen kerülnek felhasználásra.

Állati eredetű anyagok

A zselatint elsősorban háziállatok (szarvasmarha, ló) csontjából és kötőszövetéből kivont kollagénből, hidrolízis útján állítják elő. A kiindulási anyag a kollagénben található kötések lebontásával keletkezik. A zselatin, mely egy húsiipari melléktermék, meleg vízben jól oldódik, biológiailag lebomló tulajdonságai miatt szintén említést érdemel. Módosított szerkezettel fóliaként és fröccsönthető anyagként jól hasznosítható.

Felhasznált irodalom

- Tiefbrunner A.: Csomagolás és környezetvédelem, Papír-Press, 2002
http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/cikk/0827/403621/20080701_muanyag_hu_1_1.htm
 Chandra, R.; Rustgi, R.: Prog Polym Sci, 1998. 23, 1273-4.
<http://www.muanyagipariszemle.hu/2006/02/biopolimerek-eljott-az-idejuk-14.pdf>, 2009. 10.