

## Legyőzik a gombák a műanyagokat?

Ha nem lennének gombák, környezetünket több méter magas növényi és állati hulladékból álló szemét borítaná. A gombák föld alatti része, a micélium mindent behálózó finom cső alakú fonalai azonban válogatás nélkül minden szerves anyagot degradálnak és táplálékként hasznosítanak. Ezért újabban a szemétkerakók és a műanyag hulladék eltüntetésére próbálják őket alkalmazni, de a micélium gyors növekedése révén előállítható szövetekkel akár a műanyag csomagoló és más eszközöket is helyettesíthetik.

*Tárgyszavak: környezetvédelem; műanyag hulladék, hulladékkezelés; műanyagok helyettesítése; gomba; micélium; újdonság.*

A gombák – a fagombák (shitake gombák és néhány más fajta) kivételével – többnyire penészszagúak, de számos nélkülözhetetlen tulajdonságuk van. *Megfelelő körülmények között elképesztő sebességgel növekednek.* Föld alatti részük cső alakú sejtjei láncot képeznek, amelyek a külvilág ingereit (táplálékforrás, fény, nedvesség jelenléte) érzékelik és közvetítik a belső sejtekhez és aktivizálják azokat. Föld feletti részeik a szaporodást szolgálják. A finom fehér micéliumszálak azonosítják a táplálékforrást (pl. a fahulladékot), majd degradálják azt, a bomlásterméket pedig tápanyagként továbbítják a növekedéshez. Ezek a fehér szálak nagy sebességgel képesek behálózni a környezetüket, a szálak behatolnak vagy áthatolnak a szerves anyagon, körülvesszik azt, és végül olyan szálszerkezetű szöveteket alkotnak, amely megfelelő szilárdságot és más mechanikai tulajdonságokat mutat, és amely korlátozott térben – pl. egy szerszámüregben – felveszi az üreg alakját.

*A gombák egy része a műanyagokkal is megbirkózik.* A kutatók fantáziáját már régen foglalkoztatja az a gondolat, hogy a sok szerves anyagot, köztük sok műanyagot tartalmazó hulladéklerakókat gombák bevetésével lehetne felszámolni.

## Műanyagevő gombák az Amazon menti őserdőkben

A Yale Egyetem (New Haven, CT, USA) egy professzorokból és hallgatókból álló csoportja az Amazon menti esőerdőkben tanulmányozta a növényeket és a mikroorganizmusokat. Számos szerves anyagot lebontani képes szervezetet azonosítottak, közülük különösen a *Pestalotiopsis microspora* két izolátuma érdemel figyelmet, mert ezek a gombák anaerob körülmények között (oxigénmentes vagy -szegény környezetben, azaz a föld alatt) képesek a poliuretánt lebontani és kizárólagos szénforrásként növekedésükhöz felhasználni. A lerakókban elhelyezett mű-

anyag hulladékban jelentős mennyiségben található poliuretán, és azt remélik, hogy a felfedezett gombafajta közreműködésével egyszerűbbé válik annak megsemmisítése.

A felfedezés az USA-ban nagy érdeklődést váltott ki, mert az EPA (az USA környezetvédelmi ügynöksége) szerint 2010-ben az összes műanyag hulladék mindössze 8%-át hasznosították az országban, túlnyomó többségét szemétkukákban helyezték el, és nem kevés fejtörést és gondot okoz ezek megszüntetése és remediálása. A felfedezők kifejezték csodálatukat a természet bámulatos önfenntartó képességéről és a még alig ismert gombák teljesítményéről, amelyet a korábban ugyancsak váratlanul felfedezett penicillin is igazol. Őva intenek azonban attól, hogy a műanyag-egző gombák felfedezése miatt csökkentsék a műanyag hulladék újrahasznosítására irányuló erőfeszítéseket. Egyúttal arra is felhívják a figyelmet, hogy a természet védelmének nagyon fontos része a biodiverzitás megőrzése, nehogy idő előtt irtsuk ki azokat a fajokat, amelyek a jövőben hasznunkat szolgálhatják.

## **Micéliumszövedék műanyag helyett?**

Egy alkalmas gomba zárt szerszámban is képes rövid idő alatt növekedni, és eközben fogselyemhez hasonló finom fehér szálakkal tölti ki a rendelkezésére álló teret. A szálak növekedés közben összekuszálódnak, összegabalyodnak, a száltömeg pedig felveszi a szerszám alakját. A micéliumnak ezt a tulajdonságát használja ki az Ecovative Design cég (Green Island, N.Y. USA), amely *műanyagokat helyettesíthető csomagolóeszközöket, szigetelőlapokat és más használati tárgyakat állít elő gombák segítségével*. Ezek környezetbarát voltahoz nem férhet kétség: természetes forrásból származnak, nem szennyezik a levegőt üvegházhatású gázokkal és természetes körülmények között lebomlanak. A cég munkáját és fejlesztését az Union College (Schenectady, N.Y. USA) kutatói támogatják, akik 28 éve foglalkoznak a genetikai utak és a gombák fiziológiájának egymásra hatásával, és vizsgálják, hogy milyen faktorok befolyásolják a micélium fejlődését.

Az Ecovative cég sokféle gombával dolgozik. Alapanyaguk takarmányként vagy tüzelőanyagként nem alkalmazható mezőgazdasági hulladék: a szálaktól elválasztott gyapotmag; rizs-, hajdina- és zabhéj; kender vagy más növényi hulladék. Ezt sterilizálják, tápanyaggal keverik, majd lehűtik. Ezután micéliumcsírákkal oltják be. Rövid időn belül a tápanyag egy 25x25x25 mm-es kockájában (1 inch<sup>3</sup>-ben) több milliónyi micéliumszálacska mutatható ki. Ha ez a jelenség zárt szerszámban megy végbe, megvárják, amíg a rendszer eléri a kívánt textúrát, merevséget és más tulajdonságokat, majd kivesszük a szerszám alakját felvett száltömeget, hőkezelik és kiszárítják, amivel leállítják a további növekedést. A gyártási folyamat kevesebb mint öt napig tart, a gyártás és a termék használata nem okoz allergiát, és semmiféle mérgező hatása nincs. Az így kapott szálszerkezet kevésbé tűzveszélyes, mint a polisztirolhab, de vízállósága hasonlóan jó, UV-állósága pedig jobb, és nem bocsát ki illékony gőzöket. Földbe ásva megfelelő mikroorganizmusok jelenlétekor 180 nap alatt tökéletesen lebomlik. Az olcsó alapanyag mellett előnye, hogy növekedéséhez nincs szükség napfényre vagy fű-

tölt üvegházra, szobahőmérsékleten egy szimpla tálcában is végbemegy a folyamat. Az Ecovative cég abban reménykedik, hogy a piacon számos műanyagterméket tudnak majd helyettesíteni a micéliumszálakból felépített formadarabokkal.

A Union College kutatói és hallgatói újabb alkalmas gombafajokat próbálnak felfedezni, a meglévőket pedig a még gyorsabb növekedés érdekében manipulálják. Egyik célkitűzésük a csögyártás micéliumból. Vizsgálják azt is, hogyan lehetne növelni a micéliumszerkezet mechanikai tulajdonságait, illetve hogyan lehetne azt erősítőszálakkal társítani.

Az Ecovative cég első piacon kapható termékei csomagolóeszközök voltak, amelyeket *Mushroom Packaging* márkanévvel forgalmaz, és amelyek hamar népszerűvé váltak. Az 1/A ábrán ezek közül egy palackok csomagolására és törésbiztos szállítására szolgáló doboz látható. Az 1/B. ábrán látható formadarabok gyertyatartóként használhatók.



1. ábra Termékek micéliumból

- A – palackcsomagolás
- B – gyertyatartók
- C – szigetelőlapok

A 2013. november 20–22. között Philadelphiában rendezett Greenbuild (Zöld ház) konferencián a cég az építőipar számára kifejlesztett termékeit mutatta be.

A *Mushroom Insulation* termékcsoport részeként bemutatott *Myco Foam* a szokásos műanyag szigetelőanyagok versenyképes árú, természetéből eredően tűzálló helyettesítője lehet (1/C. ábra). Ennek „helyben növekedő” (grow-in-place) változatát a cég úgy szállítja, hogy a falra felrakva a micéliumszerkezet egy darabig tovább fejlődik, a micéliumszálak behatolnak a fal hézagaiba, és eltávolíthatatlanul összenőnek vele. Ez nemcsak leválásukat akadályozza meg, hanem tökéletessé teszi a szigetelést,

nem képződhetnek hőveszteséget okozó hőhidak. Mivel a micéliumszálak között nincsen gáz, amely elillan, a szigetelőlapok állás közben nem zsugorodnak, mint némely műanyaghab. A népszerű tudományos újság, a Popular Science 2013-ban az „Újdonságok között a legjobb” (Best of what’s new) díjat az Ecovative cégnek ítélte meg a *Myco Foam*-ért.

A Greenbuild konferencián ismertetett másik termék a *Myco Board* volt, amelyvel a farost- vagy faforgácslemezek helyettesíthetők. Ezek előnye, hogy nem tartalmaznak formaldehidet, de más illékony anyag sem szabadul fel belőlük. A jelenlegi lemezek szilárdságának és tömegének aránya hasonló a szokásos faalapú lemezekéhez. Ezek gyártásakor is el lehet érni, hogy a micélium összenőjön a fedőlapokkal, és ne legyen szükség mérgező ragasztóra. A lapokat megfelelő szerszámban a megrendelő kívánságai szerinti méretben és formában lehet elkészíteni, ezért megtakarítható az utómegmunkálás és nem képződik hulladék.

A New York-i Buckminster Fuller Intézet (amelynek célkitűzése a tervezők, építészek, tudósok, művészek új generációinak támogatása a fenntartható fejlődést megvalósító kreatív munkájukban) évente meghirdetett „Kihívás” (Challenge) nevű pályázatán bárki bemutathatja olyan innovatív ötletét, amellyel hozzájárulhat az emberiség nyomasztó gondjainak megoldásához. 2013-ban úgy döntöttek, hogy a mezőgazdasági hulladék és a micélium összekapcsolásával az Ecovative cég egy teljesen új, versenyképes árú anyagot fedezett fel, amely biztonságos és hozzájárul az emberek és egész bolygónk fenntartható fejlődéséhez. A döntőig eljutott 19 cég közül az Ecovative maradt talpon. A cégnek ítelték a „Szociálisan felelős tervezés” legmagasabb fokozatát, amelyhez a kitüntetés mellett 100 000 USD is jár.

Ez lehetővé teszi a technológia és a termékválaszték további fejlesztését. Terveik szerint megcélozzák a bútorgyártást, a cipőgyártást, az elektromos hajtású gépkocsik gyártását, de szőrfdeszkára is gondolnak. A cég azt szeretné, hogy vállalatuk legyen az első olyan termelőüzem, amely az ipari korban pozitív hatást fejt ki a Föld ökorendszerére.

Összeállította: Pál Károlyné

Can fungi replace plastics? = Union College, Phys&org. Chemistry/Material Science, 2013. márc. 12. <http://phys.org/news/2013-03-fungi-plastics.html> (letöltve: 2014. 02. 26.)

Hutchings, E.: Plastic-eating fungi found in the Amazon may solve worlds waste problem = <http://www.psfk.com/2012/03/plastic-eating-fungi.html> (letöltve: 2014. 04. 22.)

Stiftl, C.: Newly discovered plastic-eating fungi reminds us of nature’s mysterious abilities and wisdom 2013. 05. 10. = <http://www.pachamama.org/blog/newly-discovered-plastic-eating-fungi-reminds-us-of-natures-mysterious-abilities-and-wisdom>. (letöltve: 2014. 04. 22.)

Ecovative to present latest building developments at greenbuild 2013. 11. 20. = <http://www.ecovatedesign.com/news> (letöltve: 2014. 04. 22.)

Hickman, M.: Fungi-based plastic alternative wins Buckminster Fuller Challenge = <http://www.mnn.com/green-tech/research-innovations/blogs/fungi-based-plastic-alternative-wins-buckminster-fuller> (letöltve: 2014. 04. 22.)