

Elemi dizájn – Mikroorganizmusok és a slow design metódus kapcsolata

Kis-Baraksó Alexandra*)
tervezőművész

Manera Stúdió

manerabudapest@gmail.com

Kulcsszavak/Keywords: Bakteriális cellulóz, Fenntartható divat, Kombucha, Növeszthető bioanyag
Bacterial cellulose Sustainable fashion, Kombucha culture, Growable biomaterials,

A textiliparban az utóbbi egy-két évtizedben világszinten számos kritikus, a fenntarthatóságot fókuszba helyező innovációs hang jelent és jelenik meg máig is, ami annak is köszönhető, hogy ez az egyik legkörnyezetkárosítóbb iparág, amely az embert szolgálja. Jelen cikk egy sorozat első része, amely egy olyan fejlődő irányzatot mutat be a hazai olvasó számára, ahol a tervezők mikroorganizmusokkal együttműködve hoznak létre úgynevezett „növeszthető bioanyagokat”. Ez a terület nem korlátozódik a textil alapanyag kérdéskörére, ugyanakkor számos utat kínál, amely ebben a szcénában jelent potenciális lehetőségeket.

Elsőként, kutatási területem fő médiuma lévén, a bakteriális cellulózt, azaz a kombucha baktériumkultúrából növesztett bioanyagot mutatom be. A témában az elmúlt évtizedben számos nemzetközi tanulmány született és kutatás folyik, amelyeket ez a beszámoló sorozat csak részben érint, azokból egy, a tervezői és gyártói körben dolgozó olvasó számára is érthető és releváns halmazt igyekszik feltárni.



1. ábra

Kombucha kultúra – fekete teán, zöldteán és kávéban növesztett bakteriális cellulóz



2. ábra

A kombucha baktériumkultúra a hétköznapiakban – valószínűsíthetően mandzsúriai eredetű – vitalizáló italként ismert. A következőkben taglalt bioanyag értelmezhető ennek az élelmiszernek a melléktermékeként is. A növesztett bakteriális cellulóz (a nemzetközi terminológia a SCOBY rövidítést használja, amely a „symbiotic culture of bacteria and yeast” kifejezésből származik) egy olyan biofilm membrán (1., 2. ábra), amely tejsavbaktériumok (*Lactobacillus*, *Lactococcus*), ecetsavbaktériumok (a legújabb kutatások szerint a *Komagataeibacter xylinus* domináns, de számos másik faj azonosítható különböző kultúrákban) és ozmofil élesztőbaktériumok (többek között *Zygosaccharomyces*, *Candida*, *Brettanomyces*, *Pichia*, *Torulaspora*, *Saccharomyces*) egy speciális

fermentációs folyamatának reprodukcióját és védelmét szolgálja.[1][2][3] A kultúra összetétele földrajzi eredettől, illetve a fermentáció szakaszától is függ. Az említett mikrobiális közösség két nem elkülönülő részből áll, a folyadékából és a biofilmből, melyek változó arányban tartalmaznak mikroorganizmus törzseket, a kultúra mindkettő által képes szaporodni.[4]

A fermentáció tápközegére nincs egyezményes arány, ugyanis élő organizmusként számos körülmény befolyásolhatja az említett biofilm réteg karakterisztikáját. Azonban néhány általános alapvetés leszögezhető a növesztési körülményekről. A folyadék tápközeg hagyományosan fekete vagy zöldtea (a teacserjéből származó tea: *Camellia sinensis*), amelyet minimum 5 percig főznek, benne szacharózt oldanak fel (5–10%-os arányban). Az oldat 20 °C-ra hűtése után oltják be egy korábbi fermentációból származó ún. indítókulturával (10–20%-os arányban). Tápközegnek alkalmas többek között a kávé, különböző gyümölcsök leve/forrázata (3. ábra), gyógy növények forrázata, a kókuszvíz, vagy a folyadékban old-



3. ábra. Málnán, kurkumán és áfonyán növesztett bakteriális cellulóz

ható szójakivonat.[2][3][5]

A speciális fermentáció folyamata

Az élesztőbaktériumok által termelt enzimek a szacharózt glükózzá és fruktózzá bontják, majd ezeket a monomereket etanollá és szén-dioxiddá alakítják. Az etanolt a bakteriális enzimek oxidálják, szerves savakká (pl. tejsav, ecetsav) alakítják, ami pH csökkenést eredményez, ennek melléktermékeként képződik az a cellulóz, ami a SCOBY biofilm réteg alapja.[1]

A bakteriális cellulóz tervezésben releváns tulajdonságai

Ez a bakteriális nanocellulóz extra kristályosságú (80–89%), emiatt nagyfokú stabilitással rendelkezik, szakítószilárdsága nagy, rugalmassági modulusza 15–18 GPa.[6] Vízfelvétele jelentős, emiatt pigmentált tápközegben anyagában színezhető (3. ábra). A hidrofíliumot lehetővé teszi és a levegőben található szennyeződésekkel szemben védekező mechanizmusként szolgál a kultúra számára. Ultrafinom molekularendszerének

*) A cikk írója a Magyar Művészeti Akadémia Művészeti Ösztöndíjprogramjának ösztöndíjasa.

köszönhetően gyakorlatilag bármilyen formára növesztethető számos *szubsztráton* (egy organizmus növekedésének tápanyaga)[6]

Az anyag biokompatibilitása miatt az orvosbiológiában kiemelt érdeklődés kíséri és nagyszámú kutatás alapját képezi, ilyenek például a mesterséges erek vagy kötőszövetek, csontgraftok, szövetvázak, porc- és csontjavító implantátumok tervezése.[6][7] Ezenkívül az élelmiszer- és kozmetikum-csomagolástechnológiában is elkezdtek alkalmazni, valamint a kortárs anyag- és forma-tervezésben, az azzal kölcsönhatásban működő alapanyaggyártásban is előremutató alternatívaként jegyzik és kutatják.

Az alapanyag létrehozására nem csak a speciális laboratóriumi körülmény alkalmas, egyik legnagyobb lehetősége, hogy alacsonyabb felszereltségű műhelyekben is növesztethető. Előállítását organikus és nem függ a helytől, bárhol adaptálható.

Van azonban néhány egyszerű szabály, amit be kell tartani a folyamat során, ilyen például az, hogy az ideális hőmérséklet 20 és 30 °C közötti legyen [8], a növesztő edény üveg vagy műanyag alapanyagú legyen, illetve olyan fedéssel legyen ellátva, ami a kórokozókat nem, de a levegőt átengedi. A növesztés időtartama a kívánt laptermék alapterületétől és vastagságától függ.[9] Egy



4. ábra. Bakteriális cellulóz bioanyag előállítási folyamata

300×400 mm területű darab 18–24 nap alatt nő meg 8–10 mm vastagságúra, amelyből egy 0,8–1 mm-es laptermék készül kiszáritás után (4. ábra) A dehidratálásra több gyakorlat létezik, az egyik bevált mód a kereten történő szárítás, így kerülhető el a legegyszerűbben a szélességben és hosszúságban bekövetkező zsugorodás. Az anyag a megfelelő flexibilitás érdekében növényi glicerines utókezelést igényel.

A cikksorozat következő részeiben a bakteriális cellulóz hazai és nemzetközi dizájn területen való alkalmazását, saját kísérleteimen keresztül az anyag megmunkálhatóságát és funkcionális lehetőségeit mutatom be. Kitérek továbbá a növesztethető bioanyagok azon egyéb szegmenseire, amelyek a biodizájn mozgalom jelentősebb példái ma a világban.

Felhasznált szakirodalom

- [1] A. May, S. Narayanan, J. Alcock, A. Varsani, C. Maley és A. Aktipis, „Kombucha: a novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem,” *PeerJ*, 2019.
- [2] J. Ferreira de Miranda, L. Fernandes Ruiz, C. Borges Silva, T. Matsue Uekane, K. Alencar Silva, A. Gonçalves Martins Gonzalez, F. Freitas Fernandes és A. Ribeiro Lima, „Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties,” *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, 2022.
- [3] S. B. J. B. J. S. P. T. Silvia Alejandra Villarreal-Soto, „Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review,”
- [4] S. Chakravorty, S. Bhattacharya, A. Chatzinotas, W. Chakraborty, D. Bhattacharya és R. Gachhui, „Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics,” *Elsevier, International Journal of Food Microbiology*, 2016.
- [5] Y. A. Tapias, M. V. Di Monte, M. A. Peltzer és A. G. Salvay, „Bacterial cellulose films production by Kombucha symbiotic community cultured on different herbal infusions,” *Elsevier, Food Chemistry*, 2022.
- [6] S. Gorgieva és J. Trček, „Bacterial Cellulose: Production, Modification and Perspectives in Biomedical Applications,” *US National Library of Medicine - National Institutes of Health*, 2019.
- [7] D. Klemm, D. Schumann, U. Udhardt és S. Marsch, „Bacterial synthesized cellulose — artificial blood vessels for microsurgery,” *Progress in Polymer Science*, 2001.
- [8] F. De Filippis, A. D. Troise, P. Vitaglione és D. Ercolini, „Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation,” *Elsevier, Food Microbiology*, 2018.
- [9] W. Poncelet, „Manual for growing bacterial leather,” *BioFab Forum*, 01 05 2018. [Online]. Available: <https://biofabforum.org/t/manual-for-growing-bacterial-leather-kombucha/210>. [Hozzáférés dátuma: 10 05 2021].