

Uspekhi Himii, Phys. Z. Sowjetunion) is publikált az 1930-as években, főleg szovjetunióbeli útja után. A szovjet kémikusokkal és a fizikusokkal, különösen Frumkinnal és Szemjonovval – akik akkor még szintén utazhattak külföldre – ápolott jó kapcsolat mellett érdeklődött az ottani események iránt, sőt az első nem kémiai munkája is a Szovjetunió gazdaságáról jelent meg 1935-ben Manchesterben. Mivel e munkájában nem túl barátságosan írt a szovjet gazdaságpolitikáról, komoly gondot okozott orosz barátainak. Mind Frumkin, mind Szemjonov levélben kérte őt, hogy ne folytassa a szovjet gazdaságpolitika bírálatát.

Végezetül álljon itt két Nobel-díjas tudós visszaemlékezése, amelyek mindennél jobban kifejezik azt, hogy Polányi Mihály milyen hatást gyakorolt a vele dolgozó fiatalokra.

A fizikai Nobel-díjat elnyert Wigner Jenő Stockholmban így köszöntö meg a Polányi Mihálytól kapott útravalót: „Nem tudok mindenkit megemlíteni, akiknek le vagyok kötelezve, de meg kívánom említeni az inspirációt, melyet Polányi Mihálytól kaptam. Ő tanított meg arra, több más dolog mellett, hogy a természettudomány ott kezdődik, amikor előttünk áll a jelenségek valamilyen halmaza, melyben bizonyos összefüggések és szabályszerűségek ismerhetők fel, és hogy a tudomány abban áll, hogy ezeket a szabályszerűségeket asszimiláljuk és fogalmakat alkotunk, melyek lehetővé teszik, hogy ezeket a szabályszerűségeket természetes módon kifejezzük. Arra is megtanított, hogy nem annyira a természettudomány foglmainak (amilyen pl. az energia), inkább ezeknek a tudományos módszereknek az alkalmazása kívánatos a tudás más területein” [1, 17].

Melvin Calvin (1911–1997) amerikai vegyész, aki 1961-ben kémiai Nobel-díjat kapott a fotoszintézis kémiai hátterének megértéséért, 1935 és 1937 között dolgozott Polányival, közös cikkeik is jelentek meg hidrogén-ftalocianinokkal való aktiválásáról. Itt kezdett el foglalkozni fotokémiai reakciókkal. „Egész további kutatói pályafutásom szemszögéből ez az 1935 őszen kezdődött posztdoktori időszak volt a legszerencsésebb momentum. Kétségtelen, hogy annak a tapasztalatnak, amit Polányinál átéltem, jelentős szerepe volt abban, hogy kinyissa a szememet az interdiszciplináris megközelítés előnyére a tudományban. Olyan típusú

elméje volt, hogy minden érdekelte, még az is, aminek nem volt köze az aktuális munkához” [18].

Túlzás nélkül kijelenthetjük, hogy Polányi Mihály Nobel-díjat érdemelt volna, amint arra történt is kezdeményezés. Ebben közrejátszhatott az, hogy az 1960-as években, mire munkáját igazán, történelmi távlatban értékelni tudták, már két évtizede nem foglalkozott kémiával. Szép elégtétel viszont fia, John Charles Polányi 1986-os kémiai Nobel-díja ugyanazon a tudományterületen, aminek elméleti és kísérleti alapjait Polányi Mihály fektette le. ●●●

IRODALOM

- [1] E. P. Wigner, R. A. Hodgkin, Michael Polányi. Biographical Memoirs of Fellows of Royal Society (1977), 423–448, [magyarul Polányiana (2002 /1–2) 11, 19–62].
- [2] Czeizel E., Tudósok, gének, tanulságok. A magyar természettudós génuszok családfaelmzése, Galenus Kiadó, Budapest, 2006, 153–186.
- [3] Szapor J., A világhírű Polányiak. Egy elfelejtett család regényes története. Aura Kiadó, 2017.
- [4] Inzelt Gy., Vegykonyhájában szintén megteszi. A kémiáról és más dolgokról. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006. 291–312.
- [5] Hargittai I., Móza Sz., Beck M., Bérces T., Keszei E., Inzelt G., Bényei A., Schiller R., Füstöss L., J. C. Polányi, G. A. Olah, G. A., Somorjai, Polányi Mihály a kémikus. Polányiana (2003) 12 (1–2) 3–129.
- [6] M. J. Nye, Working Tools for Theoretical Chemistry: Polanyi, Eyring, and Debates Over the “Semiempirical Method”. J. Computational Chemistry (2007) 28, 98–108.
- [7] B. Friedrich, Michael Polanyi (1891–1976) The Life of the Mind. Bunsen-Magazin (2016) 18, 160–167.
- [8] G. Palló, Michael Polanyi’s Early Years in Science. Bulletin History of Chemistry (1998) 39–43.
- [9] J. Jagur-Grodzinski, Stanislaw Penczek, Michael Szwarc 19 June 1909 – 4 August 2000. Biogr. Memoirs Fellows Royal Soc. (2006) 52, 365–377.
- [10] E. Henning, M. Kazemi, Dahlem – Domain of Science. A walking tour of the Berlin institutes of the Kaiser Wilhelm / Max Planck Society in the “German Oxford”, 4. bővített kiadás, Berlin, 2009.
- [11] H. Eyring, M. Polanyi, Über einfache Gasreaktionen. Z. phys. Chem. (1931) B12, 279–311.
- [12] H. Eyring, M. Polanyi, Zur Berechnung der Aktivierungswarme. Naturwissenschaften (1931) 914–915.
- [13] G. A., Somorjai, Polányi Mihály a kémikus. Polányiana (2003) 12 (1–2) 127–129.
- [14] M. G. Evans, M. Polanyi, Some applications of the Transition State Method to the calculation of reaction velocities, especially in solution. Trans. Faraday Soc. (1935) 31, 875–894.
- [15] H. Eyring, The Activated Complex in chemical reactions. J. Chem. Phys. (1935) 3, 107–115.
- [16] J. Horiuti, M. Polanyi, Grundlinien einer Theorie der Protonübertragung. Acta Physicochimica U.R.S.S. (1935) 2, 505–532.
- [17] E. P. Wigner, Beszéd a stockholmi városházán (1963.), Wigner J., Szimmetriák és reflexiók. Válogatott tanulmányok. Gondolat, Budapest, 1972. 319–320.
- [18] M. Calvin, Memories of Michael Polanyi in Manchester. (1991–1992) 18, 240–242.

Kutasi Csaba

Szervezett textilhulladék-gyűjtés

Egy európai lakos évente átlagosan évi kb. 26 kg textíliát vásárol és egyúttal 11 kg-ot juttat a szemétkbe, mert megszabadul tőlük. A kidobott használt textil- és ruházati hulladék jelentős része a hulladéklerakóban végzi, így 87%-nyit elégetnek. A nem külön gyűjtött ruhák és lakástextíliák, valamint lábbelik tovább terhelik a környezetet.

Az unió felmérése szerint a használt ruhák/textíliák kevesebb mint felét gyűjtik elkülönülten újrahasználatra vagy újrahasznosításra, és csak mintegy 1%-át hasznosítják újra ruházati és egyéb textiltermékként. Az alacsony arány összefügg azzal is, hogy az újrahasznosításra alkalmas technológiák főként a közel-múltban kezdtek elterjedni.

A textilhulladékok gyűjtése

Három éven belül négy és fél ezer modern textilgyűjtő konténert telepít a MOHU (MOL Hulladékgazdálkodási Zrt.) Magyarország több területére, így jelentősen bővül a lakosság számára elérhető textilhulladék-gyűjtők száma. Az új fejlesztésű hazai gyártású, feltörésbiztos konténerekben kb. 250 kg textil-, ruházati és lábbelitermék/hulladék helyezhető el. A bedobott cikkeket válogatják, majd az állapotuktól függően újrahasznosítják vagy újrafelhasználják, illetve hőtermelésre használják.

Az EU 2025-től várható kritériumának megfelelően és a környezeti terhelés mérséklése érdekében alapvető, hogy a nagy mennyiségű textil- és ruházati hulladékot optimálisan kezeljük.



Ennek érdekében a MOHU az egész ország területén – a jelenlegi 1500 db mellé – három év alatt a már említett 4500 textilgyűjtő konténert telepíti, majd 2027-ig a 6000-re nő a textilgyűjtők száma. Ennek figyelembevételével minden kétezer főt meghaladó településen lesz konténer, a telepíthetőségi feltételek teljesülése esetén. A gyűjtőalkalmatosságok telepítésére az önkormányzatok, kiskereskedelmi egységek online pályázhatnak. Eredményes elbírálás és szerződéskötés után sor kerül az ingyenes telepítésre. A megtelt konténerek rendszeres ürítését alvállalkozók hajtják végre.



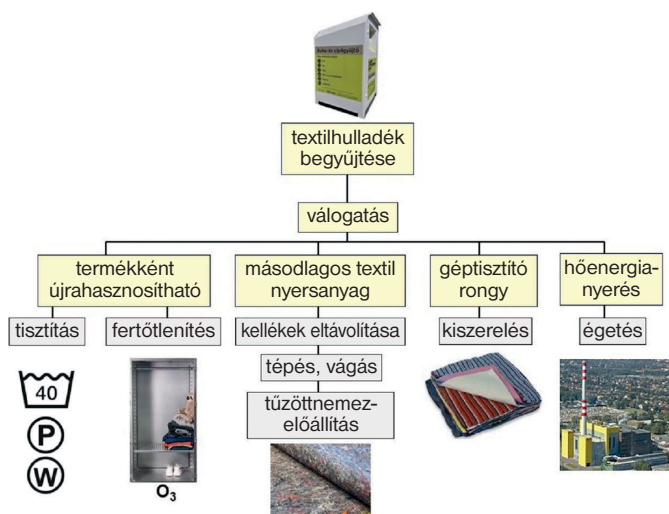
Textilgyűjtő konténerek

A térképes konténerkereső is elérhető: <https://mohu.hu/hu/1000-darab-textilgyujto-kontenert-telepitett-a-mohu>.

Válogatási szempontok

A textilhulladék – beleértve minden lábbeliterméket is – szervezett begyűjtésével a kidobott ruházati, lakástextil- és cipőtermékek közvetlenül a válogatóba kerülnek (1. ábra). A szelektálás alapvetően a textiliák állapotától függ. A jó minőségű ruházati és egyéb textiltermékek a megfelelő kezelés (mosás, nedves tisztítás, vegytisztítás, esetleg ózonkabinos fertőtlenítés és szagtalanítás) után a rendeltetésüknek megfelelően viselésre, használatra alkalmassá válnak (életciklusuk kitolódva meghosszabbodik). Az

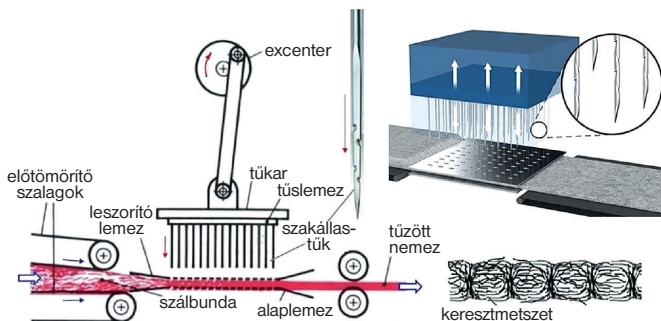
1. ábra. A lakossági textilhulladék gyűjtés utáni válogatása



ezt követően fennmaradó hulladék sorsát hasznosíthatósága dönti el. Lehet belőlük egyéb célú *textilgyártási alapanyag* [pl. másodlagos nyersanyagként felaprózás (tépés, vágás) után].

A gyapjú annyira értékes nyersanyag, hogy a tiszta gyapjú szövethulladékok, rongyok feltépésével jó minőségű nyersanyag nyerhető. A tépéses szálnerő művelet előtt a gyapjúhulladékokat tisztítják, esetleg fertőtlenítik, majd igény szerint színre válogatják (a varratokat, szegélyeket különválasztják). Az ilyen alapanyagot *tépett* vagy *ógyapjú* névvel jelölik, főként kártolt termékek előállítására használják.

Az arra alkalmas textilhulladékot *géptisztító rongyként* hasznosítják. A nem újrahasználatos textilhulladék-maradványok sem vesznek el: nagy fajhőjük alapján az égetéssel nyert hőmennyiség hatékonyan felhasználható (2. ábra).



2. ábra. Tűzőtnemez előállítása másodlagos nyersanyagból

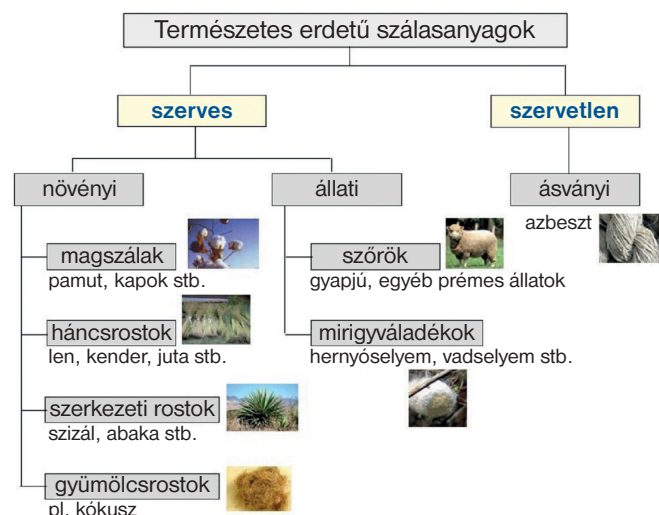
A bőr lábbelik (felsőrész és talp) esetében, talán az újrahasznosítást kutatva, „rostműbőr”-alapanyagként is kipróbálják.

Az egyéb válogatási szempontok korlátjai

Felmerül, hogy miért nem lehet a textilhulladékok másodlagos nyersanyagként történő hasznosítását fokozni, akár a szálasanyagfajta szerinti elkülönítés megvalósításával.

A textilpar különböző szálasanyagai

A textilipari szálasanyagok eredet szerinti csoportosítása alapján természetes és mesterséges nyersanyagok ismertek (3. ábra).



3. ábra. A természetből közvetlenül nyerhető szálasanyagok

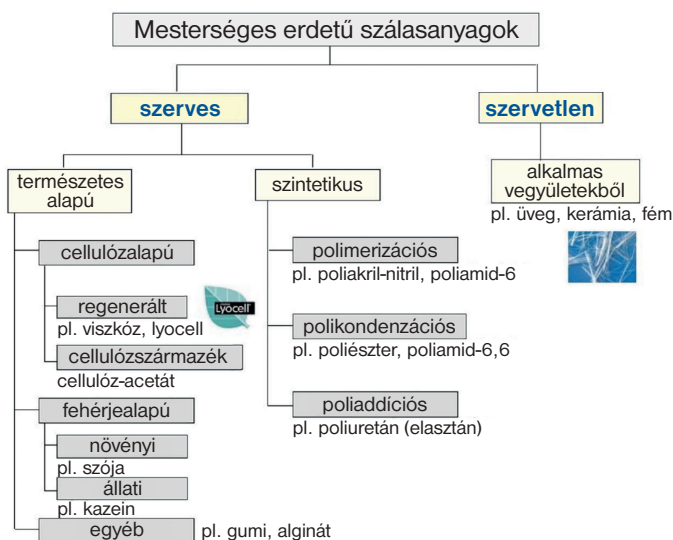
A döntően *szerves* vegyületű természetes szálasanyagok közül a növényi eredetűek mind *cellulózalapúak*. Fajtaik attól függően változnak, hogy a növény melyik részéből nyerhetők ki. Így a



magszálak nevük szerint a természetben fordulnak elő, az ún. repítőszálak gondoskodnak a vadon élő növények termőterületének kiterjesztéséről (a szél messzire eljuttatja a magokat). A *háncsrostok* az alkalmas növény szárának háncsrétegéből származnak, mint sejtkegtek. A *szerkezeti rostokat* más néven levélostoknak is nevezik, mert a nagy méretű levelek, valamint részben egyes növények szárában fordulnak elő. Az egyetlen *gyümölcsrost* a kókuszpálma diójáról leválasztott rost.

Az állati eredetű szálanyagokat főleg a tenyésztett juhokról lenyírt gyapjú alkotja, amely *keratin fehérjéből* épül fel. Egyéb prémes állatok [nyúl, alpaka, láma, teve, kecske (kasmír, moher) stb.] szőre is szolgáltat szálanyagot. A mirigyváladékok *fibroin fehérjéből* képződnek, például a tenyésztett rovar hernyója által termelt gubószál, a hernyóselyem és különböző vadselymek (pl. tussah-, kagylóselyem) szálanyagai.

Az egyetlen fonható, szerves *ásványi* szálanyag a kalcium-magnézium-szilikát-tartalmú azbeszt, amelynek főként műszaki alkalmazása van/volt (4. ábra).



4. ábra. A mesterséges szálanyagok fajtái

A mesterséges szálak döntő részét *polimerek* alkotják. Az ide-sorolható természetes alapú szálanyagok esetében a nagymolekulájú anyagok a természetben fordulnak elő, de nem szál formájában. Például a viszkóz, a lyocell *regenerált cellulózból* épül fel, északi fenyőfélék, eukaliptusz- vagy bükkfa törzséből nyert apríték jelenti az alapanyagot. A cellulózt átmeneti kémiai átalakítással (pl. szén-diszulfidos xantogenálás) teszik aránylag egyszerűen oldhatóvá, és a sűrűn folyó – „viszkózus” – szálképzőanyagot átpréselik a szálképzőfejen, amely kénsavas kicsapófűdőben helyezkedik el. Így alakul ki a viszkózszál. A *lyocell* olyan regenerált cellulózszál, amely környezetkímélő eljárással, visszanyerhető amin-oxid oldószer alkalmazásával készül.

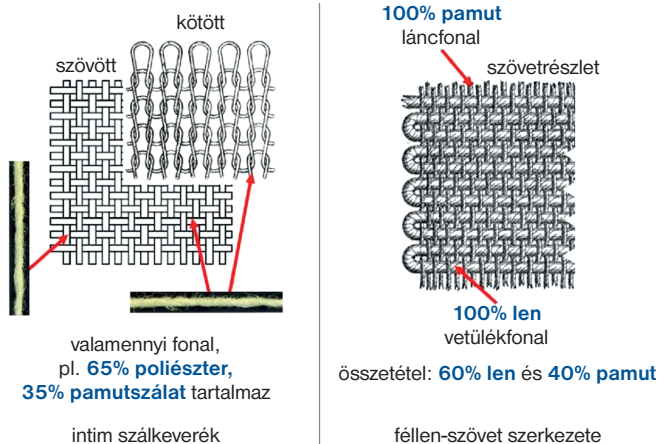
Kazeinből, szójából előállítanak *regeneráltfehérje*-szálát, továbbá egyéb eredetű (pl. gumi, alginát stb.) természetes alapú mesterséges szálanyagokat is.

A *szintetikus szálak* olyan polimerek, amelyek esetében a nagymolekulájú anyagot kőolajból vagy fölgázból állítják elő polimerizációval, polikondenzációval vagy poliaddícióval. Ha a kiinduló anyag termoplasztikus, akkor olvasztással, ömledékből képzik, ha hőre nem lágyul, akkor oldószerrel érik el a műanyag folyékony halmazállapotát. Így képezhető szál a polimer szálképzőfejen történő átpréselésével.

A gyűjtött textilhulladékok között a felsorolt természetes és mesterséges eredetű szálanyagok szinte mindegyike előfordulhat önállóan, vagy szálkeverékek formájában.

Szálkeverékek

A különböző szálanyagok keverék formájában számos textil- és ruházati termékben jelen vannak. A keverékek célja a kedvezőbb ruházatfiziológiai tulajdonságok, könnyű kezelhetőség elérése, de akár gazdaságossági szempontok is közrejátszhatnak az alkalmazásukban (5. ábra).



5. ábra. Szálkeverékek

Elterjedtek az ún. *intim szálkeverékek*, amelyekben a kelmét felépítő fonalak mindegyike az adott eltérő tulajdonságú szálanyagokat tartalmazza az előírt arányban. Például 65% poliészter és 35% pamut; 50% poliészter és 50% pamut; 67% poliészter és 33% viszkóz; 55% gyapjú és 45% viszkóz; 55% akril és 45% gyapjú; 48% poliészter, 35% poliamid és 17% elasztán; 40% lyocell, 28% modál, 17% pamut, 12% elasztomultiészter és 3% elasztán szerepel a bevarrt szalagcímken.

Ritkábban előfordulhat, hogy a szövet lánCFonalai például kizárólag pamutból, vetülékei lenfonalakból állnak, ezeket *fellen*-kelmeknek nevezik (40% pamut és 60% len).

A textilhulladékok között jellemző a szálkeverékű anyagok megjelenése.

Színes termékek

Mind a ruházati, mind a lakástextil cikkek és egyéb textiliák esetében meghatározó a színes jelleg. Lehetnek *egyszínűek*, helyi színezéssel *mintázottak* (színnyomás, digitális mintázás), vagy *különböző színű* fonalakból szövött vagy kötött textiliák. Amennyiben ezekből szála bontott másodlagos nyersanyagot képeznek, úgy az előállított textilfeletek külső képe kevésbé alakítható, kívánt színhatás és homogén megjelenés nem vagy többletműveletekkel korlátozott hatás érhető el.

Összefoglalva: a gyűjtött textilhulladékok további sorsát a válogatás során említett lehetőségek határozzák meg, így a meglevő termék szerinti hasznosítás, másodlagos nyersanyagnyerés, géptisztítóröngy-rendeltetés, végső esetben hulladékégetéssel hőenergia-termelés.

IRODALOM

<https://mohu.hu/felesleges-elt-ruhazati-cikk-es-haztartasi-textilia>
<https://greenindex.hu/textilgyujto-kontener-mohu/>
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=enter+innovatext>
 Rusznák István (szerk.): Textilkémia II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.