

5. ábra. Levitált folyadékcsepp fluorimetriás átvilágítását lehetővé tevő berendezés

meztelen folyadék cseppkémia elnevezést javasoljuk, értve ez alatt olyan folyadékokkal, oldatokkal végzett kémiai műveleteket, folyamatokat, amelyekben a levitálás folytán a folyadékcseppek „ruhátlanok”, azaz öltözet-, illetve edénymentesen elérhető, illetve reagáltathatók.

Végül a teljesség igénye nélkül felsorolunk néhány más alkalmazást is, amelyek a folyadékcseppek akusztikus levitálása lehetővé tesz. Ilyenek például: folyadékok koncentrációja, [9] folyadék-folyadék extrakció [10] és gáz-folyadék extrakció [11]. Ugyancsak nagy előnye az akusztikusan levitált folyadékcseppeknek, hogy bennük lebegtetés közben különböző műszeres analitikai detektálási méréseket is el lehet végezni. Ilyenek például: a fotometria, [12] fluorimetria (5. ábra), [13] foszforimetria, [14] Raman-spektroszkópia [15] és röntgendiffrakció [16].

### Utószó

Az akusztikus levitációs szakirodalom jelentős méretűre nőtt az utóbbi években, ezért a témának csak a bemutatására vállalkozhattunk. A fentiekből az is kiderült, hogy új kémiai szakterület van kialakulóban, ami elsősorban a folyadékkémia fejlődését, működési mechanizmusának jobb megismerését szolgálja. Ennek alátámasztására idézünk a *Reactions without walls* című hivatkozásból: „Az ionos folyadékok cseppjeinek levitálása talán varázslatos illúzió hangzik, de a kutatók valós előnyöket találtak ezeknek az oldószereknek az edénymentes kémiai felhasználásában.” [17]

### IRODALOM

- [1] K. Bücks, H. Müller, Z. Phys. (1933) 84, 75.  
 [2] L. V. King, Proc. Roy. Soc. A: Math. Phys. Eng. Sci. (1934) 147, 212.

- [3] W. Xie, C. Cao, Y. Lu, W. Wei, Phys.Rev.Lett. (2002) 89, 1043.  
 [4] W. Xie, W. Wei, Appl. Phys. Lett. (2001) 79, 881.  
 [5] W. Xie, W. Wei, J. Appl. Phys. (2003) 93, 3016.  
 [6] W. Xie, W. Wei, Appl. Phys. Lett. (2007) 90, 2041.  
 [7] C. J. Benmore, J. K. R. Weber, Phys. Rev. X (2011) 1.011004.  
 [8] J. K. R. Weber, C. J. Benmore et al., Biochem. Biophys. Acta (2007) 3686.  
 [9] N. Nilsson, S. E. Johansson, et al., 36th Annual Eastern Analytical Symposium & Exposition, Somerset N.Y., USA, 1997.  
 [10] B. Neuhart, E. Welter, Fresenius J. Anal. Chem. (1997) 357, 345.  
 [11] P. Jacob, A. Stockhaus et al., Fresenius J. Anal. Chem. (2001) 371, 726.  
 [12] S. Santesson, E. S. Cedergren-Zeppeauer et al., Anal.Chem. (2003) 75, 1733.  
 [13] S. Santesson, E. S. Cedergren-Zeppeauer et al., Anal.Chem. (2000) 72, 3412.  
 [14] A. Omrane, S. Santesson et al., Lab. Chip. (2004) 4, 287.  
 [15] C. Esen, D.Weigel et al., Spectrosc. Radiat. Transfer (2004) 89, 79.  
 [16] Y. Cerenius, A. Oskarsson, J. Appl. Crystallogr. (2003) 36, 163.  
 [17] Austrian Academy of Sciences. Reactions without walls, 2006. november 16.

## Robert W. Gore és a Gore-Tex®

Robert W. Gore amerikai mérnök és tudós, feltaláló és üzletember 2020-ban hunyt el. Többek között a poli(tetrafluoretilén) gyantákat tanulmányozta, alkalmazásukat kutatta. Ennek során feltalálta az általa és részben róla elnevezett lélegző membránt, a Gore-Tex®-et. Külön érdekesség, hogy a lélegző membránnak és anyagának felfedezése is külön-külön – más célú kísérletek során – a véletlennek köszönhető.

Robert W. Gore édesapja a delaware-i Wilmingtonban, a DuPont K+F létesítményében dolgozott. Gore a Delaware-i Egyetemen vegyészmérnöki diplomát szerzett 1959-ben, 1963-ban pedig PhD-fokozatot ért el. Kutatóként csatlakozott a család új, W. L. Gore & Associates cégéhez, amelynek 1967-ben műszaki és kutatási vezetője lett.

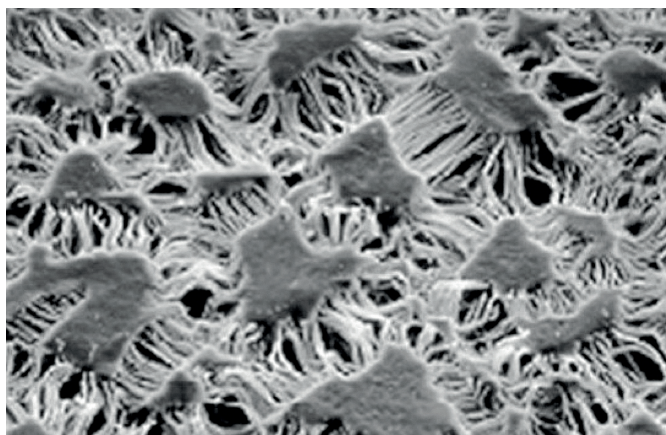
A W. L. Gore & Associates a poli(tetrafluoretilén) (PTFE) alkalmazásait fejlesztette. Széles körű tevékenységüket jelzi, hogy számítástechnikai kábelekkel, orvosi berendezésekkel, az úrruhák külső rétegeinek kialakításával egyaránt foglalkoztak. Gore 1969-ben az extrudált PTFE csőmenetes szalaggá való nyújtását kutatta, eközben felfedezte a polimer porózus, nagy szilárdságú



ROBERT W. GORE (1937-2020) FORRÁS: WIKIPEDIA.ORG

formáját. A fűtött PTFE-rudak speciális megfeszítése során a szilárd polimerből – kb. 800%-os nyúlásnál – 70% levegőt tartalmazó mikroporózus szerkezet képződött.

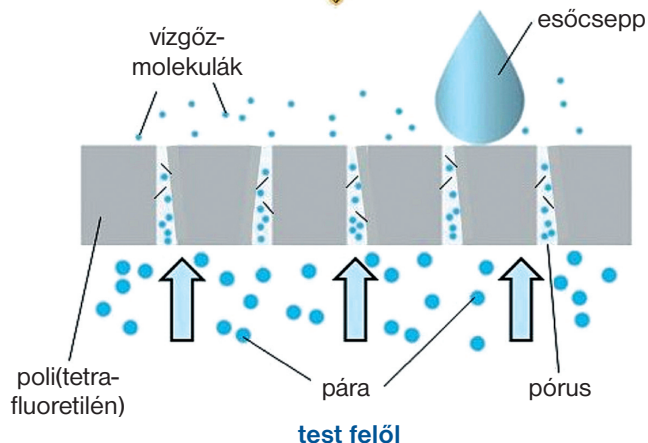
Gore tovább tanulmányozta a különböző PTFE-gyantákat, az anyag egydimenziós nyújtásának technikájával foglalkozott, hosszú szálak képzésével és kétdimenziósan kialakított membránlapok előállításán munkálkodott. A kétirányú nyújtás nagyobb erős-



Gore-Tex® membrán elektronmikroszkópos képe

ségű és porozitású, a levegőáramot átengedő lapokat eredményezett. Ezután laminált anyagokkal kísérletezett, a nyújtott membránt szilárdságot fokozó anyagokkal kombinálta. Így a cég vízálló és lélegző laminátumot tudott előállítani: az 1972-ben szabadalmaztatott – expandált poli(tetrafluoretilén) – termék a Gore-Tex® márkanevvel vált ismerté.

A vízgőzt belülről átengedő ruhadarabok és sportlábbelik készítésére alkalmas Gore-Tex® membránról egy 1972. tavaszi piaci jelentés számolt be. A termék első kereskedelmi értékesítésére 1976-ban került sor, amikor az Early Winters Ltd. megkezdte a Gore-Tex® sátrak gyártását és forgalmazását, amit az így készített esővédő ruházatok követtek. 1989-ben Gore engedélyt adott azoknak a gyártóknak a Gore-Tex® megnevezés és védjegy használatára, amelyek a forgalmazás előtti, előírt módszerű szigorú tesztelésen (a Gore cég mesterséges esőterében végzett, továbbá gépi mosási és kopásállósági vizsgálatokkal) megfelelő paraméterekkel rendelkező terméket produkáltak.



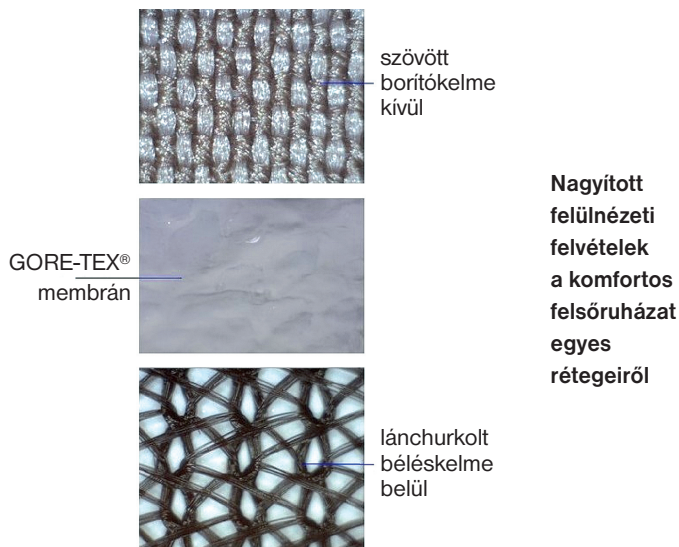
Gore-Tex® membrán szerkezete

A lélegző membránt az öltözködés területén a kültéri ruházatokban és sportcipőkben alkalmazzák. A pórusok elég nagyok ahhoz, hogy a test hője és a pára távozni tudjon, ugyanakkor elég kicsik ahhoz, hogy a kívülről érkező vízcseppek ne tudjanak behatolni. Ennek megfelelően az esőből vagy hóból származó nedvesség nem jut át, de az izzadmány elpárologva távozik.

A membrán cm<sup>2</sup>-enként mintegy kilencmilliárd mikroszkopikus pórust tartalmaz. A különleges hártya szelepszzerűen záródó parányi csatornáinak vastagsága húszszerese kisebb egy átlagos esőcseppnél, ugyanakkor mintegy hétszázszor nagyobb egy vízgőzmolekulánál.

A W. L. Gore & Associates cég sikeres termékei közül jelentős az égési sérüléseknél alkalmazott kötszer- és sebtapaszcsalád. A Millipore Corporation mikrofiltrációs termékeihez is ők biztosították a funkcionális réteget. A Baxter International számára pedig hemodialízis-membránt fejlesztettek ki. A Gore-Tex® a test belsőjében inert (nem bomló, a környezettel reakcióba nem lépő) orvosi alkalmazások során is használatos. A membrán porozitása lehetővé teszi az élő szervezet szövetének növekedését, integrálva a bevitt anyagot a keringési rendszerbe.

Kutasi Csaba



Nagyított felülnézeti felvételek a komfortos felsőruházat egyes rétegeiről