

# A szilikon polihisztora

Beszélgetés Nagy József professzorral

*Nagy József a Műegyetem gyémántdiplomás professzor emeritusza. Kossuth-díjas, Eötvös Loránd-díjas, az MTA doktora, az Európai Tudományos és Művészeti Akadémia tagja. Ma is mindennap bejár a Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszékre.*

– A pályájáról szeretném kérdezni, Professzor úr.

– Az bizony jó hosszú, mert már 90 éves vagyok. Pécssett születtem, 1926. október 10-én. Megéltem a második világháborút meg a három hónapos orosz fogságot, a háború végén. Hála Istennek, különféle iskolákba jártam – nem azért, mert hülye voltam –, és sokkal többet tanultam, mintha csak egyet ismertem volna. Az első iskolámat eleminek hívták, utána jött a polgári, aztán kereskedelmit végeztem, de mindenáron vegyész akartam lenni. A reálgimnáziumi különbözetit is letettem, hogy bekerüljek az egyetemre.

– Miért érdekelte ennyire a kémia?

– Mindjárt mondom. A kereskedelmiben, a gimnáziummal elmentében, gyakorlati kémiát tanítottak, mert az volt a cél, hogy a kereskedő ismerje azt az árut, amit elad; tudja, mit, hogyan állítanak elő. A többség undorodott a kémiától, de nekem nagyon tekintélyem volt, mert megszereztem Gróh Gyula könyvét, és végigvettem a fizikai, kémiai kísérleteit. Olyan komoly szertárat rendeztek be a kereskedelmiben, hogy az egyetem is megirigyelhette volna, és én egyedül pancsolhattam egy óriási laborban. Ezek után határoztam el, hogy vegyész leszek, bár a kereskedelmit is megkedveltem, mert a könyvelés, az nagyon tetszett nekem. Anyám kétségbe esett, hiszen Pécssett mehettem volna ügyvédnek, jogásznak vagy orvosnak.

Amikor hazajöttem a hadifogságból, jelentkeztem vegyész-mérnöknek, de '46–47 táján sok gimnazista végzett, és nem vettek fel a reálgimnáziumi különbözetimmal. Erre elmentem kohómérnök-hallgatónak. A kényszerű kitérőim, szerencsére, mindig jól végződtek. Igazi mérnökiskolába kerültem, a régi selmecebányai „hagyatékba”.

– Ez Budapesten volt?

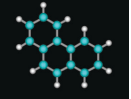
– Nem, Sopronban. Az általános és szervetlen kémiát Prosz János tanította. A vizgán feltűnt neki a tudásom, és jelest akart adni. Azt mondtam, kitűnőt szeretnék. „Miről akar beszélni?” – kérdezte. Mivel elektrokémikus volt, az elektrokémiát választottam. Pécssett minden egyetemi tankönyvhöz hozzájutottam. Ott-hon is elektrolyizáltam bőszen, igaz, néha kivágtam a padlásbiztosítékot. Az elméletet is megtanultam, és elkezdtem mondani a Tafel-egyenletet. A végén megkérdezte, minek mentem én kohásznak. Mielőtt beírta volna a kitűnőt, kíváncsiságból még tudni akarta, hogy a szerves kémiát is ismerem-e. A teobromin képletét kérdezte, azt is azonnal fölvestem. Erre följánlotta, hogy a második félévben bejárhatok hozzá.

Nagyon jó tanáraink voltak Sopronban, de én a Műegyetemre



akartam járni. Megint beadtam a kérvényt, és most már fölvetek, de csak az első évre. Kiderült, hogy az általános és szervetlen kémiát Prosz János tanítja, mert ő lett a Szervetlen Kémia Tanszék vezetője. Az első óra után beslattyogtam a tanári szobájába – és rögtön fölvettem munkatársnak! Szerencsére, áthozta magával Lipovetz Iván kohómérnök barátomat, aki már „aszi” volt, és együtt vizsgáltuk az alumínium elektródpotenciálját vízmentes közegben.

Az elektrokémiát azonban hamar otthagytam, mert második éves koromban olvastam Csűrös Zoltán szilikonokról szóló cikkét, ami nagyon megtetszett. Éppen akkor jött meg egy kohómérnök barátunk Brüsszelből: hozott magával egy fiolányi magkötő anyagot, ami még Nyugaton is kuriózumnak számított a precíziós öntészetben. Gyorsan megnéztem ezt a folyadékot, és kiderült, hogy a kovasav etilezett poliésztere. Az irodalom, de inkább a saját fejem után kidolgoztuk ennek az anyagnak a szintézisét. Akkoriban főleg a klasszikus Grignard-módszert használták, de az mérgező és robbanásveszélyes volt éteres közegben. Eszembe jutott, hogy a tetraetoxi-szilán olyan, mint az éter. Nem lehetne-e ezzel is Grignard-reakciót csinálni? Kiderült, hogy lehet! Ennek az eljárásnak az az óriási előnye, hogy kiküszöböli az oldószer, nem szilícium-tetrakloridból indul ki, és ezért nem is keletkeznek klór-szilánok. Ezek – közeli forráspontjuk miatt – csak három, sorba kötött, kb. 120 tányérszámú kolonnával választhatók szét, és a levegő nedvességének hatására azonnal elbomlanak. Ezzel szemben a tetraetoxi-szilánból keletkező etoxi-szilán monomerek – a jóval nagyobb forráspont-különbségük miatt – könnyebben szétválaszthatók. Grignard-reakcióval bármilyen szerves csoporttal rendelkező szilán monomer előállítható, és a termékeket egyszerűen szét lehet desztillálni. Ráadásul az etoxi-szilánok a levegő nedvességével szemben sokkal ellenállóbbak, mint a klór-szilánok.



Másodéves hallgatóként nem tudtam, hogy már elindult egy KGST-program, amelyben minden szocialista ország részt vett. Szilikont kellett előállítani, ami fontos hadászati anyag volt, és a Szovjetunió lemaradt ebben a versenyben az Egyesült Államok mögött. Mindenki pancsolt: az amerikai módszert próbálták reprodukálni, én meg „csak úgy” megcsináltam a szilikont. Az 1949–50-es években jó százmillió forintot költöttek a magyar kutatásokra (ez most több milliárdot jelentene), de szinte semmire sem jutottak. Mi egy kiló szilikonolajjal rukkoltunk elő. A többiek komoly Lampart-készülékben dolgoztak, nekünk csak egy 10 literes reaktorunk volt. Persze, abban a pillanatban „átállították a vágányt” – én meg szereztem egy csomó ellenséget. Harmad-negyedéves koromban üzemésítettem az eljárást: a vegyipari gépészetet, az igazi mérnöki szakmát a Nitrokémia gyárban tanultam meg, ahol kiváló mérnökök dolgoztak.

1953-ban, fél évvel az egyetem elvégzése után megkaptam a Kossuth-díjat. Hármunkat tüntettek ki: Proszk János az ezüst-, Lipovetz Iván barátom és én a bronzfokozatot nyertük el. Tízezer forint – rengeteg pénz – járt mellé. Proszk János abban az évben kifejezetten reakciónak számított, a vallásos Lipovetz Iván nemkülönben, és én sem voltam párttag. De ezt a munkát annyira fontosnak tartották, hogy eltekintettek az ideológiától.

Ekkor már bekerültem a „KGST-forgalomba”, és megvalósult a Nitrokémiában egy 100–200 tonna kapacitású üzem, de ezt később leállították. Szerencsére, a Finomvegyeszer Szövetkezet látott fantáziát az eljárásomban, csakhogy sokkal szerényebb körü-

mények között dolgozhattunk, mint a Nitrokémiában. A Wacker Chemie GmbH-től kaptunk intermediereket, és elkezdtünk gyártani bizonyos szilikonokat, főleg kondenzációs és kétkomponensű gumikat. Ennek révén megismertem a nyugati technikát, sőt, dolgoztam is a Wackernek. A rendszerváltás után a Finomvegyeszer Szövetkezet szétesett, a Szilior Kft. vette át a szilikontermelést.

A gyártás bevezetése után megmaradtam a szilikonkémia mellett, és széles repertoárt alakítottam ki ezen a területen. 1956 után tanszékezető lettem, 28 évig irányítottam a Szervetlen Kémia Tanszéket. 2000 körül mentem nyugdíjba, de azóta is dolgozom. Sajnos, nem publikálhattam sokat, mert a mérnöki megoldás rendszerint hétepcéses titok, de műszaki kutatásaim mellett munkatársaimmal szerves szilíciumvegyületek szerkezetével is intenzíven foglalkoztunk; körülbelül kétszáz cikket jelentettünk meg ezekből a kutatásokból.

– Milyen volt a tanszéke, Professor úr?

– Körülbelül ötven főből állt, de egyáltalán nem akartam, hogy mindenki szilikonnal foglalkozzon. Proszk Jánostól megörököltük az elektrokémiát. Természetesen nem romboltuk szét ezt a komoly hagyatékot, és kialakítottunk egy nivós korróziós központot. Kiváló oktatógárdát gyűjtöttem magam köré, elméleti és gyakorlati szakembereket, úgyhogy nagyon sok korróziós szakmérnököt bocsátottunk útjára.

Rendkívül széles palettán játszottunk, analitikai, termokémiai részleget is fenntartottunk. Bár elsősorban mérnök vagyok, és

## Válogatás a Műegyetem Szervetlen Kémia Tanszékén kifejlesztett orvosi termékekből

### Plasztikai sebészet

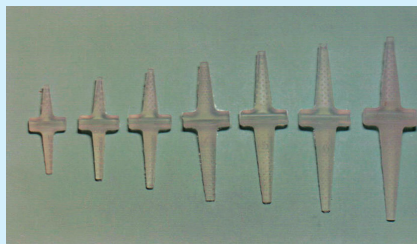
Bőrexpanderek: bőr nyújtására szolgáló, különböző alakú és méretű szilikongumi ballonok, amelyekkel a sérült vagy égett bőrfelület pótolható a közeli, megnyújtott egészséges bőrfelületekkel; fülprotézis; állprotézis; orbita-ék: a szem alatti csontdudor pótlására; ornyereg-implantátum; Cranio homlok- és fejplasztikai implantátumok



Hörgő-protézis

### Ortopéd sebészet

Ujjizület; trapézium implantátum (hüvelykujj); félhold alakú kéztőcsont implantátum; kéztő-sajkacsont-implantátum; nagylábujj-implantátum; hajlékony, csuklós lábujjimplantátum; könyökizület-pótlás; csuklót összekötő implantátum; ínhüvely-csatornát képző szilikonbot; koponyába fúrt lyukak befedésére szolgáló idom; teljes könyökizület (titánerősítéssel készült kísérleti termék, amely az összes könyökmozgást biztosítja; az ORFI-val kifejlesztve)



### Ujjizületek

gégecső; T cső gégemetszés esetére; permeábilis fóliák

### Szemészet

Intraokuláris lencsék

### Fül-orr-gégészet

Orrsövény-korrektív szilikonlap; drenázsok a váladékok dobhártyán keresztüli eltávolítására;

### Tüdő- és mellkas-sebészet

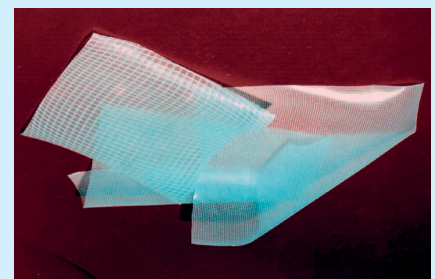
Hörgőprotézisek

### Urológiai implantátumok

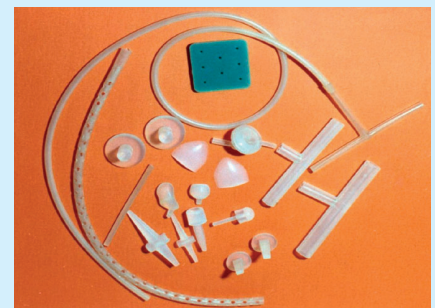
Péniszimplantátumok; hereimplantátum; inkontinencia esetén használatos eszköz



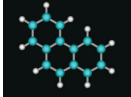
Teljes könyökizület



Hasi műtétekhez használatos fólia



Implantátumok



sokféle preparatív munkát irányítottam, tisztán láttam, hogy elméleti csoportot is kell alapítanom. Akkor indultak el a kvantumkémiai kutatások, és én vezettem be a kvantumkémia-oktatást a karon. Igyekeztem modern műszerekhez hozzájutni. Ma is használom az összes új és régi berendezést: nem maradok el a kortól, de azt vallom, hogy a kémia elsősorban preparatív tudomány, ez vezet el a gyakorlathoz, a többi csak segédeszköz.

– *Milyen anyag a szilikon?*

– Szervetlen polimer: lényegében olyan, mint a szilikátok, de az a különbség, hogy szerves csoportokat tartalmaz, így egy rideg, törékeny, kerámia- vagy üvegszerű anyaggal szemben olajakat, gyantákat, elasztomereket, gumikat lehet belőle gyártani. A természetes és a szerves alapú szintetikus gumi sem a hideget, sem a magasabb hőt nem bírja, a szilikongumi viszont alig változik  $-60$  és  $200$  °C fok között. Ezért kezdték el használni a bombázógépekben. Ha a hagyományos gumiszigetelésű kábel meggyullad, rövidzárlat keletkezik. A szilikongumival szigetelt vezetékek jóval magasabb hőmérsékleten gyulladnak meg, akkor le is égnek, de kerámiaréteg képződik, és nem alakul ki rövidzárlat. A kedvező égési tulajdonságok mellett sok más előnye is van a szilikonnak, például jobban komprimálható, mint a szénhidrogén olajok, ezért lökésgátló olajnak, sőt, szigetelőolajnak is használták a tankokban.

A háború után rájöttek, hogy a szilikon a polgári életben is hasznos, és ma minden iparág alkalmazza, legfőképpen az építőipar és a vegyipar – például azért, mert hidrofób, tehát leperog róla a víz, állja a hideget és a meleget, fiziológiailag inert, rendkívül jó szigetelő.

Az épületeken a homlokzatokat kezelik szilikkal: nagyon kevés anyagra van szükség, ezért a falak áteresztik a levegőt és a gőzt, de a víz leperog róluk. Szilikkal kezelték, többek között, a felújított Várház téri vásárcsarnokot és a világ sok nevezetes műemlékét, például a Húsvét-szigeteken található szobrokat, az amerikai Capitoliumot, a riói Jézus Krisztus-szobrot. A milliméter vastagságú szilikonos bevonat könnyen eltávolítható: ha jobbat találnak ki, le lehet cserélni. Régen előfordult, hogy epoxigyantával impregnáltak egy azték szobrot, de a nedvesség felgyűlt a bevonat mögött, és végül az egész felület lehámlott. A szilikonos védelem jó megoldás; a szilikonból még homlokzatfestéket, hézag tömítő kitéket is gyártanak. A múzeumokban is használják a szilikont állagmegőrzésre, de tovább megyek: a szétvert Pietà törésfelületeiről szilikkal vették le a törésmintát, és ennek segítségével pótolták az elpusztult részeket.

Nagyon szép a szilikon villamos ipari használata. A Villamosipari Kutató Intézet még a Kádár-korszakban kidolgozta a szilikon tányérszigetelőket, amelyek korábban porcelánból készül-

**A szilikkal készült művészfesték olyan időtálló, mint az üveg**



tek. A porcelánszigetelők felülete könnyen szennyeződik, ezért a tányérok között átívelhet az áram, egyébként is a porcelán könnyen repedezik, törik. A szilikonos eljárást a Furukawa nevű japán vállalat vette meg, amely Budapesten is épített üzemet.

Szintén rengeteg szilikon-szigetelőt használ például a műszeripar, az autóipar, a híradástechnika, ahol kisebb feszültségek fordulnak elő. A ragasztószalagot, a tapétát azért tudjuk könnyen lehúzni, mert a hordozó szilikonozva van.

Engem elsősorban az orvosi alkalmazás izgat, ezen a területen értem el a legtöbb eredményt. Mivel a szilikon fiziológiailag inert, nagyon alkalmas lágy implantátumok készítésére. Az „átkos”-ban nem tudtuk importálni a drága ujjizületeket, a kéz kisebb csontjait, a könyökizületeket, a különböző szondákat, amelyek például a koponyaúri folyadék levezetésére vagy a hasúrben felgyülemelő ascites (folyadék)ok szállítására szolgálnak. A kórházakat mi láttuk el ezekkel az implantátumokkal, lényegében non-profit alapon. Körülbelül kétezer kezét operáltuk meg a termékeinkkel. Még a Nyugatot is túlszárnyaltuk ezekkel a sok szellemi tőkével, de kevés anyagot igénylő kis darabokkal. A rendszerváltással az a korszak is lezárult.

Lehúzhattam volna a redőnyt, de ekkoriban tért vissza egy magyar család Németországból, amely már korábban is kísérletezett az intraokuláris lencsék gyártásával. Ezeket szürkehályog esetén használják: eltávolítják a biológiai lencsét, és beültetnek helyette egy műanyagot. Zsámbékon megalapították a Medicon-tur Kft.-t, létesítettek egy kis üzemet, és társultak egy Tóth Péter nevű gépészmérnökkel, aki látszerészettel foglalkozott, ő pedig keresett egy partnert, aki ért a kémiához. A szilikon ezekben a polimer lencsékben is szerepet kap, így jutott el hozzám. Azt mondtam, egye fene, ezt a szakmát is megtanulom. Nem álltam messze a polimerkémiától, hiszen a szilikon is polimer. Szakértője lettem a vállalatnak, amely annyira fejlődött, hogy a kicsi mellé egy jóval nagyobb üzemet is felépített. Ez körülbelül 165 emberrel működik, főleg fiatal gépészekkel, vegyészekkel, közgazdászokkal, mert ma egy vállalat nem maradhat talpon a kereskedők nélkül. A mi mostani, Széchenyi-terv keretein belül kötött szerződésünk négy évre szól, a következő két évben is intraokuláris lencséket fejlesztünk.

Sajnos, meghaltak a barátaim, de az ellenségeim is, békében élek. Olyan vagyok, mint egy hosszú útról visszatért úrutazó: egészen más világ vesz körül, mint amikor elindultam: már a harmadik nemzedékkel dolgozom együtt. Szinte az egész családom vegyész: a feleségem is, csak ő már nyugdíjban van. A fiam, Nagy József, dékánhelyettes a karunkon. A legidősebb kislányunokám doktorandusz. Van még két kislányunokám, az egyik szülésznő lesz, a másik bölcsész.

Nekem a kémia a hobbim, és ha az ember komoly eredményeket akar elérni, nem lehet egyoldalú. Nagy baj, hogy a rendszerváltás után elméleti irányt vettek a kémiai kutatások, mert nincs pénz, és a számolás olcsóbb. Pedig éppen most kellene a gyakorlati ember az új ipar megteremtéséhez. Sajnos, eluralkodott az a nézet, hogy a műszaki tudomány nem tudomány, mert csak alkalmazza a tudományt. A nagy nyavalyát! Ahhoz, hogy letegyek az asztalra egy anyagot vagy egy eljárást, előbb alaptudományos kísérleteket kell folytatnom. A Grignard-reakciót is ki kellett találni, és csak aztán kezdték el alkalmazni. Én nem tudom megállni, hogy elmenjek valami mellett, amiben gyakorlati hasznot látok.

– *Isten éltesse, Professzor úr!*

**Silberer Vera**