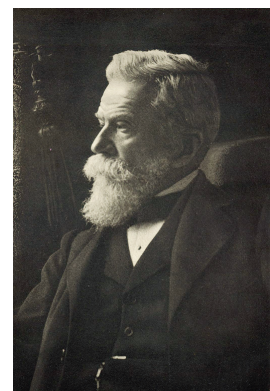




Kutasi Csaba

# 180 éve született Ernest Gaston Solvay, az ipari szódagyártás kifejlesztője



ERNEST GASTON SOLVAY

**E**rnest Gaston Solvay belga kémikus, iparos és politikus 1838. április 16-án a Brüsszel melletti Rebecq városában született. Már fiatal korában foglalkoztatták a természettudományok (fizika, kémia, természetrajz), azonban egészségi állapota miatt nem folytathatott egyetemi tanulmányokat. 21 éves korától apja vegyi üzemében dolgozott. 1861-ben Alfred bátyjával együtt itt dolgozták ki a Solvay-féle szódagyártási eljárást, amely a Le Blanc-eljárásnál jóval hatékonyabb volt. Az is előnyt jelentett, hogy a kénsavra (angolsav) nem volt szükség, amit Angliából lehetett beszerezni (a kontinentális zárlat idején erre nem volt mód).

A nátrium-karbonát a szénsav nátriumsója, mesterséges előállítással szódaként, ammóniákszódaként, mosószódaként egyaránt ismert. A természetben a nátriumtartalmú kőzetek mállásakor folyamatosan képződik, így a szikso (népiesen kuksó) elnevezés is elterjedt. A sós tavakban koncentrált nátrium-karbonát-oldat fordul elő (pl. Egyiptomban, Kaliforniában, ugyanakkor a magyar Alföld fehér tóiban is). A 18. század végére az egyre növekvő szódaszükségletet a természetes szóda-előfordulások nem fedték. Annakidején Franciaország volt a legnagyobb szódafelhasználó, így a nagyipari gyártással kapcsolatos kutatásokat a francia Akadémia pályázattal támogatta. Le Blanc (Leblanc) az általa kidolgozott eljárással elnyerte a kitűzött díjat.

## Előzmény: a Le Blanc-féle szódagyártás

A Le Blanc (francia kémikus) módszere alapján a szódagyártás során konyhasóból kénsavval nátrium-szulfátot állítottak elő, amit szénnel nátrium-szulfiddá redukáltak. Ezt mézskővel reagáltatva szódát nyertek.

A Le Blanc-féle szódagyártás számít az első modern vegyipari eljárásnak. Társult előnyeként a kénsavgyártás és a piritpörkölés fellendítése említhető. Hátrányos volt a magas hőmérsékleti igény (1000 °C) és a kedvezőtlen melléktermékek (HCl, CaS) képződése. Ezek hasznosításának kidolgozása (a HCl-ből klór, a CaS-ből kén előállítása) azonban szintén hozzájárult a vegyipar fejlődéséhez.

## Solvay, az ipari méretű szódagyártás megteremtője

A mai szódagyártásnak megfelelő eljárás kísérleti meghatározása – több forrás szerint – Augustin-Jean Fresnel francia fizikus (aki egyébként optikai kutatásairól volt híres) nevéhez fűződik. Fresnel 1811-ben szabadalmaztatta az ún. ammóniás eljárást. Vi-

szont ennek ipari méretű kifejlesztése Solvay érdeme, ezért ma is Solvay-féle szódagyártás néven ismert az előállítás. Ő a városi gázgyártás melléktermékében keletkező ammónia hasznosításával foglalkozott, eközben jutott el a szóda-előállító alapreakcióhoz (az ammóniás-alkalikus nátrium-klorid-oldatba kerülő szén-savval szóda nyerhető).

A gazdaságosabb Solvay-eljárás során nátrium-karbonátot kalcium-karbonátból és nátrium-kloridból, ammónia segítségével állítják elő (ezért ammóniákszóda-gyártásként is ismert). A vegyi folyamatnál a sós víz (oldott nátrium-klorid) és mézskő képezi a kiinduló anyagokat, amelyek Belgiumban nagy mennyiségben rendelkezésre állnak. E. G. Solvay (1. ábra) szabadalma benyújtása után 1863. december 24-én megalapította a Solvay & Cie vállalkozást Couillet (ma Charleroi város része) városában; igaz, több mint 10 évig tartott az eljárás tökéletesítése (ez idő alatt a vállalat többször is majdnem csődbe ment). Solvay kitartásával és a család, illetve a barátok támogatásával elérte, hogy a technológia

1. ábra. Ernest Gaston Solvay (1838–1992) szobra Brüsszelben





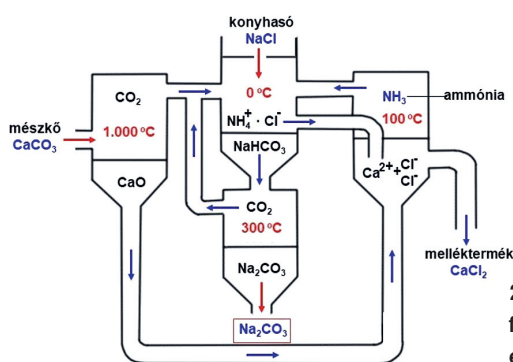
ipari méretekben megbízható szódagyártást tegyen lehetővé. Több ilyen üzem kezdte meg a gyártást – Angliában, az Egyesült Államokban, Németországban és Ausztriában indultak be vállalkozások, a nátrium-karbonát, valamint a kalcium-klorid előállítására.

A róla elnevezett eljárás szabadalmaztatásából E. G. Solvay jelentős vagyona tett szert, amelyet főleg szociálpolitikai célok megvalósítására használt. Dolgozóinak társadalombiztosítási rendszert hozott létre, az 1800-as évek végén bevezette a 8 órás munkanapot, 1878-tól nyugdíjat fizetett, 1913-tól fizetett szabadságot biztosított. Kémiai kísérleti állomást is létesített Brüsszelben, valamint elektromos energiával működő klórmész-gyártó üzemet állított fel. Nevéhez fűződik a kereskedelmi pályára – akadémiai jelleggel – felkészítő brüsszeli *École de commerce* és a brüsszeli egyetem egyik fakultásának, az *École des sciences politiques et sociales* intézmények alapítása. A párizsi, vegyész-mérnököket képző *Institut de chimie appliquée* intézetnek egyik alapító tagja volt. 1911-ben rendkívül színvonalas fizikai konferenciát szervezett, amelyen többek között Max Planck, Ernest Rutherford, Marie Curie, Raymond Poincaré és Albert Einstein is részt vett. A politikai életbe is bekapcsolódott, kétszer beválasztották a belga szenátusba, sőt élete vége felé államminiszternek nevezték ki.

Ernest Gaston Solvay 83 éves korában, Brüsszel Ixelles városrészében halt meg, az ottani temetőben nyugszik.

## A Solvay-féle szódagyártás lényege

A konyhasóból és ammónium-hidrogén-karbonátból kiinduló szódagyártás ugyan 1811-től ismert volt, de 1863-ig nem sikerült ipari méretű eljárásához eljutni. Az időközben ismertté vált abszorpciós, deszorpciós és recirkulációs problémák újként merültek fel. Új berendezések kifejlesztésére volt szükség, amelyekhez olyan szerkezeti anyag kellett, amely károsodás nélkül ellenáll a lúgos közegnek és aránylag könnyen lehetővé teszi a speciális szerkezetek (pl. a gáz-folyadék érintkeztetést biztosító, buboréksapkás és harangtányérok) kialakítását. Megoldást az ipari forradalom jellegzetes szerkezeti anyaga, az öntöttvas jelentett (2. ábra).



2. ábra. A Solvay-féle szódagyártás elve

Solvay szódagyártó technológiájának lényegét a következő folyamatok alkotják:

Ammóniával telített konyhasóoldatba szén-dioxidot vezetnek, ennek eredményeként nátrium-hidrogén-karbonát-kristályok válnak ki.

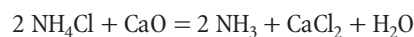


Fontos a kb. 30 °C-os hőmérséklet betartása, mert magasabb hőmérsékleten ellentétes irányú reakcióban bomlik a nátrium-

hidrogén-karbonát és az ammónium-klorid (ammónia, szén-dioxid és víz képződik).

A kristályokat leszűrve, majd kalcinálással (hevítéssel) kalcinált szóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) keletkezik. A folyamat során felszabaduló szén-dioxidot visszavezetik a nátrium-klorid-oldatba, azonban a reakció lefolytatásához szükséges szén-dioxid-igényt mészégetéssel biztosítják.

A nátrium-hidrokarbonát-kristályok leszűrése után visszamaradó oldatban ammónium-klorid, ammónium-hidrogén-karbonát, ammónium-karbonát és nátrium-klorid fordul elő. Ennek melegítése során a karbonátok bomlanak, a keletkező ammóniát és szén-dioxidot visszavezetik a konyhasóoldatba. Az ammónium-kloridból kalcium-oxiddal nyerik ki az ammóniát:



Az eljárás részfolyamatai: sólékészítés (telített – 305–310 g/l – konyhasóoldat) és tisztítás (ammónia és szén-dioxid bevezetésével), a kalcium-, magnézium- és nehézfém-szennyezésekből képződött iszap eltávolítása; ammonizálás; karbonizálás; a nátrium-hidrogén-karbonát kinyerése szűréssel; a nátrium-hidrogén-karbonát kalcinálása; az anyalúg ammóniartalmának visszanyerése.

A sólé úgy állítható elő a legolcsóbban, ha a sótelepek közelében létesített üzemekben a konyhasót nem termelik ki bányászattal, hanem a föld alatt oldják fel vízzel, majd az oldatot szivattyúzzák a felszínre.

A konyhasóoldatban az ammónia elnyeletése exoterm folyamat, a hőfejlődés miatt az ammonizálást több lépcsőben, ellenáramban végzik, és az elnyeletőtornyok között az oldatot hűtik. Először a karbonizálóból érkező gázok ammóniartalmát mosásuk ki, a többi toronyban a desztillálóból érkező tömény ammóniával telítik a sóoldatot.

Az ammóniával telített konyhasóoldat (80 g/l ammónia- és 260 g/l nátrium-klorid-tartalmú) a karbonizálóra kerül, ahol szén-dioxid elnyeletése történik, kialakul a nátrium-hidrogén-karbonát. Az oldat és a gáz intenzív érintkezését úgy kell biztosítani, hogy a keletkező kristályok ne halmozódjanak fel a berendezésben, és az anyalúg a hőfelszabadulás ellenére ne melegedjen fel. A karbonizálótornyokban keletkező kristályos nátrium-hidrogén-karbonát az anyalúggal együtt zagyként távozik. A folyadékszár nélküli egész torony (20 m magas, 1,8 m átmérőjű) folyadékkal töltött, a keletkezett kristályok egyik tányérról könnyen átjutnak az alattuk lévő másikra, a buboréksapkák pedig a felfelé áramló gázok és a lefelé haladó folyadék érintkeztetését teszik lehetővé. A túlmelegedés elkerülése érdekében mind a lúgot, mind a gázt két helyen adagolják be, továbbá a torony alján csököteges hűtőt alkalmaznak. Alul a kalcinálóból, illetve a mészégetőből származó szén-dioxid nagy részét vezetik be, a középrészen pedig a mészégetőből érkező további szén-dioxidot.

A karbonizálóból távozó gázból előbb kimossák az ammóniát (ammonizálás), majd a szabadba kivezetik a döntően nitrogént tartalmazó gázt. A karbonizálóból távozó folyadékból vákuumdobszűrő vagy szűrőcentrifuga segítségével kinyerik a nátrium-hidrogén-karbonát-kristályokat.

A kalcinálás – a nátrium-hidrogén-karbonát bontása – két lépésben történik, ennek során egy közvetett tüzelésű forgó dobkemencében 170–180 °C-on eltávozik a szén-dioxid (ezt visszavezetik a karbonizálótornyba) és a víz, majd lángkemencében a nátrium-karbonátot zsugorodásig hőkezelik égetéssel, végül őrlik.

Az anyalúgból az ammóniát két lépésben regenerálják. Egyrészt forralással bontják a karbonátokat, így ammónia és szén-



dioxid szabadul fel. Másrészt mésztej adagolásával kinyerik az ammónium-kloridból az ammóniát. Az ammónia és szén-dioxid felszabadulásához a hőmennyiséget a torony alján betáplált túlhevített vízgőz fedezi. Az ammóniamentes anyalúg 75–85 g/l koncentrációjú kalcium-kloridot tartalmaz, ezt a mellékterméket hasznosítják.

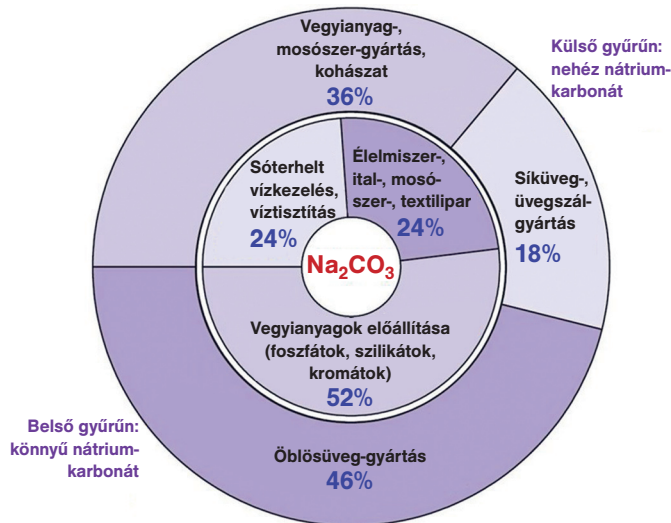
## A nátrium-karbonát és felhasználása

A szóda jellemző minőségében szilárd, fehér-szürkésfehér, higroszkópos, kristályos por, amely vízben jól oldódik, oldata lúgos kémhatású (de nem maró). A vízmentes szóda olvadáspontja 851 °C, vízben való oldhatósága 35 °C-on maximumot ér el, nagyobb hőmérsékleten csökken.

Kétféle ipari szódát állítanak elő. Ezeknek egyaránt 98–99% a nátrium-karbonát-tartalma (kb. 0,5%-ban nátrium-kloridot, 0,2%-ban nátrium-szulfátot és 0,2%-nyi oldhatatlan anyagot tartalmaznak), csak térfogattömegükben (g/l) különböznek egymástól. A könnyű forma (550 g/l térfogattömegű) közvetlen a gyártás végén létrejövő vegyület, amely 0,5%-nál kevesebb nátrium-klorid-tartalmú. A megnövelt kristálysűrűségű és sűrűségű nehéz nátrium-karbonát (1,000 g/l térfogattömegű) a könnyű nátrium-karbonát a monohidráttal ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), történő hidratálással, majd ezt követő dehidratálásával alakul ki. A nehéz nátrium-karbonátot főleg szilárd, a könnyű változatot oldott állapotban hasznosítják.

Jelenleg Kína a világ legnagyobb nátrium-karbonát-előállítója. A világon évente termelt 52 millió tonnából Kína 25, Amerika 12, Európa 11 és Oroszország 0,71 millió tonnát állít elő.

A nátrium-karbonát fontosabb felhasználási területei a **3. ábrán** követhetők.



3. ábra. A nátrium-karbonát felhasználása

A textilipar számos folyamatnál alkalmazza szódát, így többek között a zsiros gyapjú, majd a gyapjuszövetek mosásánál; a nyers pamutfonalak és kelmék lúgos főzése során, a szükséges nátrium-hidroxid bizonyos hányadának helyettesítésére; a nátrium-hipokloritos fehéritésnél az alkálikus pH csökkenésének megakadályozására; egyes színezési (pl. a reaktív színezékek reakcióképességétől függő alkálikus közegéhez), nyomási eljárásoknál (beleértve a maró technológiát is) a lúgos kémhatás biztosítására; savas kémhatású kezelőfürdők után semlegesítésre; a mészszódás vízlágyításnál a változó keménységet okozó kalcium- és

magnézium-hidrogén-karbonátokat mésztejjel [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ], az állandó keménységet okozó kalcium- és magnézium-kloridokat és -szulfátokat szódával csapják ki leszűrhető kalcium-karbonátként ( $\text{CaCO}_3$ ).

## Magyar vonatkozások

Az első szódagyár Marosújváron (a Maros bal partján, Tordától 24 km-re délre, Nagyenyedtől 21 km-re északkeletre fekszik) 1894-ben létesült, 1896-ban kezdett termelni Solvay Üzemek Rt. néven. Egy német [Verein für Chemische und Metallurgische Produktion (Karlsbad)] és egy belga társaság [Societe Solvay & Co. (Brüsszel)] alapította.

A marosújvári helyszín azért volt előnyös, mert a szódagyártáshoz szükséges anyagok a környéken rendelkezésre álltak (kimeríthetetlen sókészlet, mészkő a Tordai-hasadéknál és a bő hozamú Maros vize). Eleinte két részleg működött, kalcinált mosószódát, illetve kristályosított szódát állítottak elő, a harmadik, maroszódagyártó üzemrész 1909-ben indult be. A Solvay-féle szóda- és ammóniagyár évi ezer-kétezer vagon szódát termelt, ez majdnem teljesen fedezte az akkori Magyarországot szükségletét. 1912-ben a Maros árville előntötte a bányák lejárata, de megoldották a további sónyeresést, elsőként bevezették a só vezetékes módszerű kinyerését.

## A mosószóda múltja és jelene

Az emberiség a meleg vizet csak igen kis mennyiségű zsiradékok eltávolítására tudta használni. Már az ókori Egyiptomban is alkalmazták a mosószódát a különböző textíliák tisztításához, amit a nátriumtartalmú kőzetek bomlásakor keletkező nátrium-karbonát összegyűjtéséből nyertek. A lúgos anyagok – így pl. a vízben nátrium-hidroxidra hidrolizáló szóda – zsíros szennyeződések szappanosítással eltávolító előnyös hatása hamar ismertté vált. Az ókori népek nemcsak általános tisztítószerként használták a szódát, hanem különböző ételek tartósságát is ezzel őrizték meg.

Száraz időszakban a szikes tavak medre hazánkban is kiszárad, és kivirágzik a sziksó (**4. ábra**). Ennek összegyűjtését sepréssel végezték – általában napfelkelte előtt –, ami késő ősziig tartott. A kis halmokba rendezett sziksót hagyták néhány napig megszeállni. Ezután a „kuksógyárakban” hígították, szűrték és kásaszerűvé főzték, legvégül kihevítették. Így jött létre a kuksó, amelyet nemcsak mosásra, hanem szappanfőzésre és üvegyártásra is használtak.

A mosószóda – a nátrium-karbonát dekahidráta ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) – víztartalma kb. 63 tömeg% – reneszánszát éli a háztartásokban. Környezetkímélő hatása következtében is előtérbe kerül

4. ábra. Sziksó a Hortobágyon





egy szennyeződésre gyakorolt tisztító hatása mellett. A mosószóda reklámozott kiváló vízlágyító szerepe nem egyértelmű, miután a változó keménységet okozó vízben oldott sókra hatástalan, csak az állandó keménységet okozó oldott kalcium-, magnéziumsókat csapja ki (az így képződött csapadék szürke bevonatként rátapad a textíliákra, ha elmarad a szerves savas kezelés).

A háztartási mosóporokban számos összetevő mellett – 15–30 tömeg%-ban – a szóda is jelen van. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha kiskanálnyi mosószeret veszünk markunkba, majd ökölbesorított kézzel hideg vízbe nyúlunk (a kezünk melegszik, a szóda hidrolízisekor bekövetkező hőfejlődést érzékeljük).

\*\*\*

## KÖNYVISMERTETÉS

### „Politikailag még sokat kell vele foglalkozni”

(Szalai Barnabás Tamás: *A Fasori Gimnáziumtól a Műegyetemig. Liptay György életútja. Lexica Kiadó, 2017*)



Liptay György professzor emeritusz 85. születésnapjára a Lexica Kiadó gondozásában könyv jelent meg az életéről. Remek ötlet az igen gazdag és – mondhatjuk – kalandos életút összefoglalása, amelyben hősünk leginkább egyes szám első személyben számol be élményeiről. Liptay professzor mellett, hogy kiváló oktató és kutató volt, jelenleg is széles körű tiszteletnek és elfogadottságnak örvend, és ma is részt vesz a kémiai közéletben, sőt sokszor számítanak a tanácsaira. Ha két jellemvonását kellene kiemelnem, akkor az a bölcsesség

és a humor lenne. Bár nehéz időköt élt meg, karrierje alakulását is gátolták, soha nem veszítette el lelkesedését és szakmailag is sokra vitte. Ma is aktív és szeretett tagja kémiai szakmai közösségeknek.

Egyetemi hallgatói éveiről sok emléket őriz. Kiváló tanuló volt, de nem minden érdekelte. Erről a következőket mondja: „Általában jól teljesítettem, de persze voltak kivételek. 1951-ben például majdnem minden tárgyból jelest kaptam, de politikai gazdaságtanból éppen csak átmentem elégséggel. Ezt még az Aulában is kifüggesztették a szegényfalra, az egyetemről pedig majdnem kizártak.”

Önmagáért beszél, hogy az 50-es években, a Zemplén–Beke-érában, hogyan zajlott a szerves kémia oktatása és a számonkérés. „Zemplén professzor nagy ritkán belátogatott a tanszékre. Egyszer úgy volt, hogy meglátogat egy vizsgát. Köztudott volt, hogy a 20. század közepén (!) nem hitt a modern elméletekben, csak a preparatív munkát tartotta fontosnak. Vizsgánk előtt a tanuló kör vezetője figyelmeztetett, hogy ha Zemplén professzor bemegy a vizsgára, még véletlenül se beszéljünk elektronokról vagy nukleofil támadásról, Beke tanár úr nem fogja rossz néven venni, ha az általa is előadott modern dolgokat nem említjük.”

Későbbi feleségével, Gabival is az egyetemen ismerkedett meg:

A szóda kifejezés kapcsán felmerül a szódavíz elnevezés eredete is. A nyomás alatt lévő – kizárólag szifonfejes palackban tárolt – szénsavas italt másként szikvízként, a köznyelvben szódaként emlegetik. A szikvíz szó onnan ered, hogy a készítéséhez felhasznált szénsavat tévesen a sziksóval (nátrium-karbonát, szóda) azonosították. Közismert, hogy 2013-ban a „szikvíz” bekerült a Magyar Értéktárba.



#### IRODALOM

- [1] Preisch Miklós (szerk.): Vegyipari termékek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- [2] Rusznák István (szerk.): Textilkémia II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988
- [3] Bercsényi L. György, Dr. Péter Ferenc: Textilipari vegyszerek kémiája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.

„1955-ben az egyik évfolyambulira a tanársegédek is meghívták. Megismertem ott egy kedves másodéves vegyészhallgatót. Pirosposztag arcú, rövid hajú lány volt, akivel ezt követően gyakran találkoztunk. Ekkor még hozzánk járt a laborba, így meggyőztünk abban, hogy az egyetemen nem találkozunk, mert az illem és a szabályzat ezt követelte.”

Felemelő élményt jelentett számára az 1956. október 23-i forradalom, amikor este a tanszéken is volt dolga, és Gabival is találkozója lett volna. „Különleges élmény volt a többezres, hőmpolygó tömeggel szembe, ellenáramban visszajutni a tanszékre. Bezártam a tanszékem, és a diákszálló elé siettem, ahol randevüm lett volna egy lánnyal, aki később a feleségem lett.”

Politikai beállítottságáról, illetve annak megítéléséről a következőképpen vall: „Politikailag nem voltam a legtámogatottabb ember, a káderlapom arról mesélt az érdeklődőknek, hogy politikailag inaktív vagyok, a véleményemet nem mondom el, de elengedhetetlen megnyilvánulást nem tapasztaltak nálam.” A káderlapján az szerepelt, hogy „szakmai fejlődése biztató, de politikailag még sokat kell vele foglalkozni”.

Liptay professzor huncutságát jól példázza a következő történet. „Szakszervezeti pályafutásom csúcса az volt, amikor még a tizedik évben is munkatervet kellett leadnom a bizottságnak. Már tényleg semmit sem tudtam kitalálni, ezért gondoltam egyet, és átadtálva leadtam a tíz évvel korábbit. Sokat elárul a rendszer működéséről, hogy külön dicséretet kaptam, miszerint az új munkatervem egészen kiválóra sikeredett.”

Liptay tanár úr legfontosabb kutatási területe a termikus analízis módszereinek különféle alkalmazásaihoz kötődik, ami ipari jelentőséggel is bír. „Először azzal foglalkoztunk, hogy a szárítás és izzítás során milyen folyamatok mennek végbe. Később ebből alakultak ki az ipari alkalmazási lehetőségek.”

Egy erdélyi konferencia vendéglátójának hálás volt Liptay professzor, és úgy érezte, valahogy viszonznia kell a meghívást. „Meg is kérdeztem az erdélyi professzort, hogy mivel hálálhatom meg, hogy elfuvarozott minket. Felejthetetlen válasza kitűnően fémjelzi az akkor uralkodó állapotokat: Kérhetek tőled valamit? Légy szíves, küldj nekem öt csomag óvszert.”

A fentebb kiragadott mozaikok is jól példázzák, hogy a Liptay György életéről szóló könyv egyrészt igen jó karképet ad az 50-es, 60-as, 70-es évekről, másrészt mindezt – az esetenként drámai történések ellenére – könnyed, sőt humoros formában teszi. A könyv mindenki számára kellemes olvasmány lehet, aki érdeklődik a rendszerváltást megelőző négy évtized valósága iránt, egy tehetséges egyetemi oktató életén keresztül bemutatva.

**Keglevich György**