

Életem és munkásságom

ANGYAL István*

School of Chemistry, University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia



Angyal István

1914-ban születtem Budapesten; a háború akkor már kitört. Az apám, Dr. Engel Károly egyetemi magántanár, belgyógyász volt, s ez időben egy katona kórházban dolgozott. Az én nevem is, persze, akkor még Engel volt, de amikor a nemzeti szocialisták Németországban hatalomra kerültek, nem akartam német nevet viselni, és 1932-ben magyarosítottam.

Édesapámtól jó nevelést kaptam. Német nevelőnőm volt. Apám kirándulásokra vitt a hegyekbe, bevezetett az irodalomba és a muzsikába. Jól játszott zongorán és rendszeresen részt vett kamarazenélésben; én lapoztam a kottát.

A piaristákhoz jártam iskolába, főleg azért, mert nagyon közel laktunk az iskolához: alig 100 méterre. Nyolc éven át minden reggel félnyolckor kellett az iskola kápolnájában lennem. Jól tanítottak és én jól tanultam. Az érettségim minden tárgyból a legjobb jegyet kaptam, csak görögből voltam gyenge.

A szaktárgyaktól eltekintve, a nevelés igen színvonalas volt a piaristáknál. Cserkész lettem és gyakran vettem részt kirándulásokon, táborozásokon, megtanultam úszni, evezni, főzni, és – ami számomra különösen fontos volt – síelni. Akkoriban még nagyon kevesen síeltek Pesten. A sí-klub karácsonykor a Semmeringre vitt minket. Azóta három kontinensen síeltem és csak tavaly hagytam abba.

Beiratkoztam a Pázmány Péter Tudományegyetemre, a természettudományi fakultásra. Az első évben főleg

matematikát tanultam, de aztán rájöttem, hogy ez a tárgy nem nagyon érdekelt. A következő években kémiai tárgyakat vettem fel és a szerves kémiára specializálódtam. A vegyészoklevelet *summa cum laude* minősítéssel kaptam meg, 1932-ben. De akkor nehézségbe ütköztem: Az akkori szabályok szerint a doktoráló hallgatót csak egy professzor vezethette; de a szerves kémia professzora (Széki) éppen akkor nyugalomba vonult és az utódját még nem nevezték ki. Ezért átmentem a Műegyetemre, ahol Zemplén Géza elvállalta a vezetésemet 1935-ben.

Zemplén Géza, a kiváló cukorkémikus, aki évekig dolgozott Emil Fischer mellett, a doktoranduszok számra nem volt jó vezető. Csak ritkán láttam, a vezetést munkatársára Csűrös Zoltánra bízta. Ha valami tanácsra volt szükségem, Csűrös megbeszélte Zemplénnel és azután megmondta nekem, hogy mit csináljak. A levoglükózán néhány származékának a szerkezetét kellett meghatároznom. A doktorátust 1937-ben, *summa cum laude* eredménnyel kaptam meg. Ekkor elhatároztam, hogy nem fogok többé szénhidrátokkal foglalkozni, mert a cukrok szerkezetét és tulajdonságait Fischer már meghatározta.

A gyógyszerkémia területén akartam dolgozni és hamarosan kaptam is állást a Chinoinnál. A Chinoin volt az ország egyik vezető gyógyszergyára és néhány kitűnő vegyész dolgozott ott akkor: Földi Zoltán, Gerecs Árpád és Fodor Gábor. A cég vezetője, Wolf Emil, több időt töltött a laboratóriumban, mint az irodában. Sok kémiát tanultam ott; főleg a stilbesztről és a szulfatiazol szintézisén dolgoztam.

A politikai helyzet egyre rosszabb lett. Nem akartam a németek oldalán küzdeni, ha kitör a háború. Egy unokabátyám akkor már kivándorolt Ausztráliába és jó üzletet létesített Sydneyben. Ő szerzett nekem bevándorlási engedélyt, de ezt akkor még nem használtam fel. Amikor a háború kitört, behívtak, ám szerencsés voltam: Magyarország még semleges maradt és egy hónap múlva hazaküldtek a seregből. Akkor utaztam Ausztráliába. Ismét szerencsém volt, mert az olasz hajó, amelyen utaztam, volt az utolsó, ami még Sydneybe érkezett. Olaszország azután belépett a háborúba.

Ausztralia – Állást találni nehéz volt ott a háború alatt. Kémiai előadásokra jártam, meglátogattam az egyetem kémiai intézetét és részt vettem a kémiai intézet ülésin. Ott találkoztam egy magyar vegyészrel, Ungár Andrással, aki gyógyszereket importált és azután egy garázsban felállított egy laboratóriumot, ahol gyógyszereket kezdett gyártani. A háború alatt nem volt mindig elég gyógyszer. En segítettem ott a laboratóriumban. Megismerkedtem más vegyészekkel is és jártam a strandra. Pályáztam állásokra, sikertelenül. De végül kaptam egy jó állást Melbourneben, a Nicholas Pty. Ltd.-nél. 1940 végén Melbournebe költöztem. Dr. Ungár cége aztán nélkülem is sikeresen kifejlődött Sydneyben.

*E-mail cím: s.angyal@unsw.edu.au

Nagy szerencse volt, hogy Melbournebe mentem, mert ott találkoztam Helgával, akit egy év múlva feleségül vettem. Ő a családjával érkezett oda Bécsből, két hónappal előttem. Most is boldogan élünk együtt.

Nicholas fő jövedelme az aszpirin árusításából származott, de más gyógyszerekkel is kereskedett. A cég ki akart terjeszkedni a vitaminokra, s az A-vitamint már árusították. Én tanulmányoztam a többit illető a lehetőségeket. Akkor jegyeztem fel magamnak, hogy az inozittal kapcsolatban érdekes kémiai problémák merülhetnek fel. Akkor még azt hitték, hogy az inozit a B-vitamin csoport tagja. De ahogy a háború kiterjedt, több orvosságra volt szükség. Gyártottunk prokaint, marfanilt, szulfaguanidint, és végül mindnyájan, még a vegyészek is, sok időt töltöttünk a gyógyszerek tablettázásával és csomagolásával a hadsereg számára. Egy alkalommal egy amint akartunk nagy mennyiségben előállítani, de a reakció egy aldehidet eredményezett. Egy új reakciót figyeltünk meg. Később kiderült, hogy ezt a reakciót már felfedezte egy francia vegyész, Sommelet, de ő nem tanulmányozta és nem is közölte.

A kutatásra nem volt sok alkalom a Nicholasnál, s ezért vissza szerettem volna költözni Sydneybe, amit jobban szerettem, mint Melbourne-t. Amikor a háború befejeződött, más állásra kezdtem pályázni. És szerencsés voltam: 1945-ben tanári állást kaptam a sydney-i egyetemen.

Sydney – A University of Sydney a város legrégebbi és legnagyobb egyeteme. Fő feladatomban az elsőéves hallgatók oktatása volt, de a Szerves Kémiai Intézetben – egy másik épületben – kutatást is vezettem. Először az új aldehid szintézisének vizsgálatával foglalkoztunk: tisztáztuk a mechanizmusát, alkalmazási lehetőségeit, és elneveztük Sommelet reakciónak. De később ismét a cukrok felé fordultam.

A sydney-i Műegyetem 1953-ban meghirdetett egy adjunktusi állást a Kémiai Intézetében. Megpályáztam és kineveztek. A Műegyetemet akkoriban bővítették teljes egyetemmé, University of New South Wales néven. A Kémiai Intézet már sok éve működött és sok jó vegyész dolgozott ott. Néhány év után elkészült egy új kémiai épület. 1960-ban szerves kémiai tanszéket létesítettek, amelynek vezetésére professzori állást hirdettek. Pályáztam és professzor lettem. 1970-ben kineveztek a tudományos fakultás dékánjának. 1979-ben, amikor 65 éves lettem, nyugalomba kellett vonulnom, de az egyetemen maradtam és folytattam a kutatásaimat. Még most is van egy irodám a Kémiai Intézetben.

Kutatás – 1945-ben már megértettem, hogy a cukorkémiaiában még sok probléma vár megoldásra. Akkoriban új kutatási módszerek terjedtek el: a Röntgen-kristallográfiás szerkezet-meghatározás, az NMR felhasználása a különböző izomerek arányának meghatározására, a konformáció-analízisre, és a konformációs viszonyok magyarázatára.

Elkezdtek az inozitok kutatását. Kémiailag az inozitok nagyon hasonlítanak a cukrokra, de nincs oxigén a gyűrűben és az ezért nem nyílik könnyen. A legtöbb ciklitol szimmetrikus és minden inozitolnak csak egy szerkezete van. (A glukóz oldatban hat különböző szerkezetű molekula

keveréke!) Ezért könnyebb tanulmányozni a ciklitolokat, mint a cukrokat. Kilenc inozit izomer lehetséges, de csak hét volt ismeretes. A nyolcadikat könnyen sikerült elkészítenünk, de az utolsót csak véletlenül találtuk meg. Jó szintézisét csak később sikerült megoldanunk. Az inozit nagyon érdekes vegyület, mert a gyűrű egy oldalán három axiális oxigén atom van. Az inozitok kémiájáról akkoriban nem volt sok ismeret; mi részletesen tanulmányoztuk a kémiai és fizikai tulajdonságaikat, metil- és benzil-étereiket, anhidrid-, foszfát-, trícium-származékaikat, tozil-észtereiket, az acetil-vándorlást, az NMR spektrumokat, deuteralásukat, a biológiai oxidálásukat, és papír-kromatográfiás viselkedésüket. A legutolsó közlemény ezekről a vegyületekről 1995-ben jelent meg. Összesen 60 közleményem van a ciklitolokról.

E kutatások kapcsán egyre többet foglalkoztunk cukrokkal. Tanulmányoztuk az egyensúlyokat a különböző szerkezetek közt vizes oldatban és dimetilszulfoxidban; az egyensúlyt cukrok és anhidridjeik közt; tanulmányoztuk az NMR spektrumokat. A ¹³C-spektrumok értelmezése nehéz volt, de az inozitok spektrumait megoldottuk, és akkor már a cukrokét is megértettük. A konformáció-analízis – az NMR-nek köszönhetően –épp akkortájt terjedt el és mi is alkalmaztuk előbb a ciklitokra, később a cukrokra. Ez a módszer nagyon hasznosnak bizonyult a cukorkémiaiában. A cukrok és cukoranhidridek közötti egyensúlyokkal kapcsolatos eredményeket a konformáció-analízis megmagyarázta. Oxidáltuk a cukrokat krómtrioxiddal ecetsavban. Deutérium atomokat vezettünk be előre megválasztott helyzetekbe.

Részletesen vizsgáltuk az inozitok és a cukrok kombinációját anionokkal és kationokkal. Úgy találtuk, hogy a lantanida kationokkal képződő komplexek különösen hasznosak a cukrok tisztításra és elválasztására. Az egyik utolsó közleményem (2005) leírja az L-ribóz egyszerű előállítását ezzel a módszerrel.

Több mint 200 közleményem jelent meg tudományos folyóiratokban, közülük 50 már a nyugalomba vonulásom után. Egy közleményem sem utasították vissza. Kilenc fejezetet írtam könyvekben, közülük a legfontosabb az 5-ös számú az alábbi publikációs listában. Öt összefoglaló közleményt publikáltam az *Advances in Carbohydrate Chemistry* sorozatban. Kb.150 cukor- és ciklit-mintát küldtem vegyész kollegáimnak, akik kértek ezeket az anyagokat tőlem.

Sabbatical útjaim – Azt terveztük, hogy minden hetedik évet egyetemi szabadságon töltünk, de az első alkalmat követően úgy találtuk, hogy hat hónap szabadság minden három év tanítás után sokkal praktikusabb. Az első alkalommal, 1952-ben, Cambridgebe mentünk. Todd meghívott és, azt hiszem, hogy az ő segítségével kaptam egy jó ösztöndíjat, a Nuffield Dominion Travelling Fellowship-et. Nem dolgoztam sugárkémiai témán Cambridgeben, de sok kitűnő kémikussal ismerkedtem meg, közöttük volt Khorana, Lythgoe, Kenner és Alan Johnson, akivel együtt dolgoztam.

Az év végén, Amerikán keresztül tértem haza és ezt tanulmányútra használtam fel.

Todd segítségével utazási ösztöndíjat kaptam a Carnegie Corporation-tól, akik anyagilag is segítettek, de jól meg

is dolgoztattak. Két hónap alatt 22 intézményt látogattam meg, 80 vegyésszel ismerkedtem meg és három előadást tartottam. Mire hazatértem, ismertem a legtöbb vegyészt, aki az én területemen dolgozott Európában és Amerikában.

1957-ben Berkeleybe mentünk a Californiai Egyetemre, ahol Emil Fischer fia, Hermann volt a biokémia professzora. 1962-ben hat hetet töltöttünk Gif-sur-Yvette-ben és utána a Barton-intezetében, Londonban. Ez alkalommal vettem részt az első International Symposium on Carbohydrate Chemistry konferencián. Ettől kezdve 2004-ig, két évente, résztvevője voltam ezeknek a rendezvényeknek és én voltam Ausztrália szervezőbizottsági képviselője. Én rendeztem a konferenciák sorában a sikeres 1980. évi szimpóziumot Sydneyben.

1968-ban Grenobleba mentünk a Természettudományi Intézetbe (CERMAV). Itt nemcsak dolgoztam, hanem egy előadás sorozatot is tartottam franciául (a hallgatók segítségével). Sokat sieltünk! Grenoble-t annyira megszerettük, hogy 1976-ban és 1981-ben, nyugalomba vonulásom után kétszer is visszamentünk. Amikor Grenoble-ban voltunk, részt vettünk a Burgenstock-i konferencián. Ezt a nagyon színvonalas kémiai rendezvényt minden év áprilisában tartják ezen a szép svájci üdülőhelyen. Ez szokásommá vált: az évek folyamán kilencszer voltam résztvevője a Burgenstock-i konferenciának. 1976-ban, Grenoble után, két hónapot töltöttünk Oxfordban, Ewart Jones meghívására, s onnan látogattunk több európai egyetemre.

1970-ben Amerikába utaztam: meghívást kaptam, hogy tartsak előadást New Yorkban egy szimpóziumon a ciklitolokról és foszfinozidokról. Két másik ausztrál vegyész is meg volt hívva, de nem tudtak részt venni és én tartottam meg mind a három előadást.

1972-ben és 1981-ben Magyarországon voltunk: Budapestet, Pécsét és Debrecenét látogattuk meg.

Kitüntetések – H. G. Smith Memorial érem és előadás, Royal Austr. Chem. Inst., 1958 – Austr. Academy of Science tagja, 1962 – A Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, 1990. – D. Sc., Univ. of NSW, 1964 – A legnagyobb összegű állami tudományos kutatási ösztöndíj (\$61,000), 1968 – Officer of the British Empire, Ausztrál kormány, 1977 – Archibald S. Olle díj, Ausztrál Kémiai Intézet, 1968 – Vendégprofesszor, Univ. of California, 1957 és Oxford Univ., 1968 – Haworth Memorial érem és előadás, Chem. Soc. London, 1980 – Hudson Memorial érem és előadás, Amer. Chem. Soc., 1987 – Centenary érem, Ausztrál kormány, 2003.

Fontosabb Közlemények

1. Angyal, S.J.; Macdonald, C. G. *iso*Propylidene derivatives of inositols and quercitols, *J. Chem. Soc.* **1952**, 686-695.
2. Angyal, S. J.; Gilham, P. Anhydroinositols and the "epoxide migration," *J. Chem. Soc.* **1957**, 3691-3699.
3. Angyal, S.J. The composition and conformation of sugars in solution, *Angew. Chem. Intern. Ed.* **1957**, 8, 157-166.
4. Angyal, S.J.; Gorin, P.A.; Pitman, M.E. Stereospecific epimerization of cyclitols: conformational free energies,

- J. Chem. Soc.*, **1965**, 1807-1815.
5. Eliel, E.L.; Allinger, N.L.; Angyal, S.J.; Morrison, G.A. *Conformational Analysis*, Wiley, **1966**, 351-432 [Published also in Russian and in Japanese].
 6. Angyal, S.J. Conformational free energies. The conformation and : ratios of aldopyranoses in aqueous solution, *Aust. J. Chem.* **1968**, 21, 2737-2748.
 7. Angyal, S.J.; Russel, A.F. Methyl esters of inositol phosphates. The structure of phytic acid, *Aust. J. Chem.* **1969**, 22, 383.
 8. Angyal, S.J.; Hickman, R.J. A practical synthesis of *cis*-inositol, **1971**, *Carbohydr. Res.* 20, 97-104.
 9. Angyal, S.J.; James, K. A new synthesis of 1-deoxyhexuloses, *Aust. J. Chem.* **1972**, 1967-1977.
 10. Angyal, S.J.; James, K.; Angyal, S.J.; Greeves, D.; Mills, J.A. Conformations of alditols in aqueous solution, *Aust. J. Chem.* **1974**, 27, 1447-1456.
 11. Angyal, S.J.; Bodkin, C.L.; Parrish, F.W. Syntheses of methyl glycosides in the presence of metal ions, *Aust. J. Chem.* **1975**, 28, 1541-1549.
 12. Angyal, S.J.; Greeves, D. Lanthanide-induced shifts in the p.m.r. spectra of cyclitols, *Aust. J. Chem.* **1976**, 29, 1223-1230.
 13. Angyal, S.J.; Bethell, G.S.; Beveridge, R.J. The separation of sugars and polyols on cation-exchange resins in the calcium form, *Carbohydr. Res.* **1979**, 73, 9-18.
 14. Angyal, S.J.; Odier, L. The ¹³C-n.m.r. spectra of inositols and cyclohexanepentols: the validity of rules correlating chemical shifts with configuration, *Carbohydr. Res.* **1982**, 100, 43-54.
 15. Angyal, S.J.; Mills, J.A. Separation of sugars and alditols by means of their lanthanide complexes, *Aust. J. Chem.* **1985**, 38, 1279-1285.
 16. Angyal, S.J.; Craig, D.C. Complex formation between polyols and rare metal cations. *Carbohydr. Res.* **1993**, 241, 1-8.
 17. Anderson, J.E.; Angyal, S.J.; Craig, D.C. Eclipsed exocyclic carb on-oxygen bonds in the hexamethyl ether of *scyllo*-inositol. X-Ray crystallographic and NMR studies, *Carbohydr. Res.* **1995**, 272, 141-148.
 18. Angyal, S.J. Chromatography on cation columns: a much-neglected method of separation, *Aust. J. Chem.* **2002**, 55, 79-81.
 19. Angyal, S.J. L-Ribose: an easily prepared rare sugar, *Aust. J. Chem.* **2005**, 58, 58-59.
 20. Angyal, S.J., Anderson, J. E., Craig, D.C. Inositols: the effect of bulky substituents on conformation, *Aust. J. Chem.* **2007**, 60, 572-577.

Biography and career of Professor Stephen John Angyal

Stephen J. Angyal was born in 1914 in Budapest and was educated there. He obtained his B. Sc. Degree in Science at the University of Science, and his Ph. D. at the Technological University in 1935. Then he worked in the pharmaceutical industry (Chinoin) but when the war broke out in 1940, he migrated to Australia. There again he worked in the pharmaceutical industry (Nicholas) in Melbourne, mainly on essential drugs required by the army.

After the war, he became lecturer at the University of Sydney in 1946; then in 1953 he was appointed Associate Professor at the University of New South Wales in Sydney. There he became Professor of Organic Chemistry in 1960 and Dean of Science in 1970. He retired in 1979 but remained at the University as Emeritus Professor and continued his research. He still has an office there. He spent sabbatical leaves at Univ. of Cambridge, the Univ. of California in Berkeley, Univ. of Oxford, Eidgenössische Hochschule, Zurich, Univ. de Grenoble, the Imperial College of Science and Technology, Inst. for Chemistry and Natural Products, Gif-sur-Yvette, and Univ. of British Columbia, in Vancouver.

He first worked on a new reaction to make aldehydes (Sommelet reaction) but soon switched to carbohydrates. There was still little known about the chemistry of cyclitols: he prepared the still unknown 8th and 9th isomers, studied their interconversion, their equilibria, their derivatives, their NMR spectra, their conformations and their conversion to sugars.

The experience gained from the study of cyclitols was then applied to carbohydrates. New methods (X-ray crystallography, NMR spectra) were applied to determine their equilibria, their conformations, their separations, the preparations of rare sugars,

and their complexes with cations - particularly heavy ones - and their chromatography. Conformational analysis was very useful for explaining these results and was widely used for predicting their properties and their reactions.

Professor Angyal published more than 200 research papers, 5 reviews, 9 chapters in books. He received the D.Sc. degree from the University of NSW, and prizes from the Australian, the British and the American chemical societies; and made Officer of the British Empire by the Australian government.