



Kemijati u Koreji

Ove je godine naše mlade kemičare njihova ljubav prema toj znanosti odvela u daleku Koreju, na 38. međunarodnu olimpijadu iz kemije. Kako im je tamo bilo, što su radili i kako su se proveli, reći će nam njihovi mentori.

prof. dr. sc. Branka ZORC i
prof. dr. sc. Tomislav CVITAŠ, Zagreb

Ovogodišnja Kemijska olimpijada (*38th International Chemistry Olympiad*, IChO 2006) odvela nas je u daleku Južnu Koreju, zemlju jutarnjeg mira, rižinih polja, planina, gingkoa, ginsenga, trešanja, jojobe,

kompliciranog pisma hangeul, grnčarstva, bubnjeva, tae kwon doa, monsuna, elektroničke, čelične i automobilske industrije te neobičnih festivala (festival laterni, vatrometa, zvjezdanog sjaja, izlazaka sunca, plesa, ginsenga, kolača, gljiva, čaja, žutih dinja, crvene paprike, bicikla, snježnih rakova, meda, borbe bikova, toplica, sipa te nacionalnih jela kim-chi i bulgogi).

Olimpijada je održana u Gyeongsanu od 2. do 11. srpnja 2006. Gyeongsan je grad u provinciji Gyeongsangbuk oko 300 km jugoistočno od Seoula. U dalekoj prošlosti tu je bila prijestolnica kraljevine Apdokguk (1. st. pr. Krista – 1. st.) koja je kasnije obuhvaćena dinastijom Sila (do 10. st.). Iako ima

samo 240.000 stanovnika, Gyeongsan je danas edukacijsko središte Koreje. Tu živi 130.000 učenika i studenata koji pohađaju 66 škola, 13 sveučilišta i koledža. Usto se u tom i za naša mjerila malom gradu nalazi oko 190 istraživačkih instituta te 1600 malih i srednjih tvrtki.

Natjecanje je održano na Sveučilištu Yeungnam gdje su bili smješteni i naši natjecatelji **Ivica Cvrtila** (Srednja škola D. Stražimira, Sv. Ivan Zelina), **Filip Topić** (Gimnazija, Varaždin), **Zdravka Kucijan** i **Matea Vlatković** (V. Gimnazija, Zagreb). Mentori i autori ovoga članka, Branka Zorc (Farmaceutsko-biokemijski fakultet u Zagrebu) i Tomislav Cvitaš (zagrebački Prirodoslovno-matematički fakultet) su bili smješteni u Gyeongju Bomun, turističkom središtu sto kilometara istočno od grada. Važne turističke atrakcije regije su tisućljetni budistički hramovi Bulguksa i Seokgurana u spilji planine Tohamsan s Budhom isklesanim iz bijelog granita i kraljevskih i plemićkih grobova dinastije Sila.

Važno je sudjelovati – ali i pobijediti

Devet olimpijskih dana bili su puni događaja i uzbuđenja, počevši od svečanog otvorenja do završne svečanosti s proglašenjem rezultata i gala večerom. Bilo je tu mnogo posla i za učenike i za mentore. Učenici su u petosatnom testu trebali pokazati sve što su naučili. Bilo je tu pitanja iz svih grana kemije, opće, anorganske, organske, fizikalne i analitičke. Usto su u kratkom vremenu trebali što bolje izvesti eksperimentalne zadatke iz kvalitativne i kvantitativne analitičke kemije. Trebalo je puno znanja, spretnosti i preciznosti da se izmjere apsorbancije na spektrofotometru, nacrtaju baždarna krivulja, izračuna koncentracija uzoraka, precizno titrira i odredi kojem uzorku pripada koja strukturalna formula. Mentori su pak trebali prevesti testove na materinji jezik učenika, zatim ih bodovati i usporediti rezultate s rezultatima službenog znanstvenog odbora. Njihovo je zaduženje bilo i inspekcija laboratorija te prisustvovanje



Slika 1. Ponosni učenici i njihovi mentori: Tomislav Cvitaš, Ivica Cvrtila, Matea Vlatković, Zdravka Kucijan, Branka Zorc i Filip Topić. Ivica je osvojio srebro, a Matea, Zdravka i Filip broncu.



Slika 2. Glina je kiseli alumosilikat koji se pečenjem pretvara u neke druge soli silicijevih kiselina. Tako bi kemičar rekao ono što bi manje vješt u kemiji rekao: grnčarstvo je tradicionalni korejski obrt.

svakodnevnim sastancima na kojima se najviše raspravljalo o testovima i organizacijskim pitanjima.

Na Olimpijadi se ipak nije samo radilo. Izmjenjivala su se iskustva, sklapala prijateljstva, upoznavala zemlja domaćina, natjecalo u sportskim disciplinama i, koliko su svakodnevne monsunske kiše dozvoljavale, vozilo biciklima. Svi su se okušali u grnčarstvu i umjetničkom izražavanju pa su doma ponijeli svoje amaterske prvijence.

Iako je na Olimpijadi važno sudjelovati, a ne pobijediti, s ponosom objavljujemo da su svi naši učenici zaslužili i dobili medalje. Ivica Cvrtila, koji je već lani sudjelovao na Olimpijadi u Tajvanu i osvojio brončanu medalju, ovaj je put osvojio srebrnu medalju, dok su Filip, Zdravka i Matea osvojili brončane medalje. Tako se nastavila sedmogodišnja tradicija po kojoj se hrvatska ekipa ne vraća s kemijskih olimpijada bez medalja.

Odabir, priprema i odlazak hrvatske ekipe na Međunarodnu kemijsku olimpijadu organizirani su unutar Državnog



Slika 3. Osim za kemiju našlo se vremena i za turizam: detalj iz budističkog hrama Bulguksa.

povjerenstva za provedbu natjecanja i susreta iz kemije, imenovanog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, koje djeluje pri Hrvatskom kemijskom društvu. U pripremi učenika sudjelovali su nastavnici Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta, Kemijskog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i Instituta »Ruđer Bošković« te studenti Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Oni su i sami, ne tako davno, bili olimpijci pa su svoje znanje, olimpijsko iskustvo i entuzijazam rado prenosili na svoje sljedbenike.

Nadamo se da će takav entuzijazam potrajati i da će hrvatski učenici sudjelovati i na budućim kemijskim olimpijadama s podjednakim uspjehom. Sljedeće olimpijade će nam biti znatno bliže: 2007. u Moskvi, 2008. u Budimpešti, a 2009. u Velikoj Britaniji.

Svim nastavnicima i brojnim sponzorima koji su financijski potpomogli ovu akciju ovim putem srdačno zahvaljujemo.

Zemlje sudionice Kemijske olimpijade (IChO 2006)

Argentina	Danska	Island	Latvija	Poljska	Švicarska
Armenija	Egipat	Italija	Litva	Portugal	Tadžikistan
Australija	Estonija	Izrael	Mađarska	Rumunjska	Tajland
Austrija	Finska	Japan	Malezija	Rusija	Tajvan
Azerbajdžan	Francuska	Kanada	Meksiko	SAD	Turkmenistan
Belgija	Grčka	Kazahstan	Mongolija	Saudijska Arabija	Turska
Bjelorusija	Hrvatska	Kina	Nizozemska	Singapur	Ukrajina
Brazil	Indija	Kirgistan	Norveška	Slovačka	Urugvaj
Bugarska	Indonezija	Koreja	Novi Zeland	Slovenija	Vel. Britanija
Cipar	Iran	Kuba	Njemačka	Španjolska	Venecuela
Češka	Irska	Kuvajt	Pakistan	Švedska	Vijetnam
Moldavija (promatrač)					

S kromatografijom na olimpijadu

Kako su se spremali naši učenici za Međunarodnu kemijsku olimpijadu što se ove godine između 2. i 11. srpnja održala u Južnoj Koreji, u Gyeongsanu? Tko su bili ti zaljubljenici u kemiju? I kako su izveli jedan lijep pokus pod budnim okom svojih budućih kolega u kemijskom laboratoriju, saznat ćete iz članka Tomislava Portade, kemičara koji radi u Institutu »Ruđer Bošković«.

dr. sc. Tomislav PORTADA, Zagreb

Tog sam ponedjeljka navečer vrijeme provodio u kemijskom kabinetu zagrebačke Pete gimnazije na redovitom tjednom sastanku Sekcije za kemijsku izobrazbu Hrvatskoga kemijskog društva. Osim redovitih sudionika sastanaka s nama su te večeri bili i Ivica Cvrtila, Filip Topić i Matea Vlatković, troje od

četvero naših učenika koji su predstavljali Hrvatsku na Međunarodnoj kemijskoj olimpijadi u Južnoj Koreji. Do polaska na put preostalo im je još svega desetak dana. Opširno su se raspravljali o svemu za što smo pretpostavljali da bi se od njih moglo tražiti na Olimpijadi. U jednom trenutku zapričali smo se o preparativnoj kolonskoj kromatografiji. Odjednom mi sinu ideja kako bi bilo dobro da učenici dođu do mene na Institut »Ruđer Bošković« pa da kolonsku kromatografiju vide uživo! U dogovoru s profesoricom Brankom Zorc, koja zajedno s profesorom Tomislavom Cvitašem zadnjih godina vodi pripreme naših učenika za sudjelovanje na međunarodnim kemijskim olimpijadama, i naravno, u dogovoru sa svojim kolegama s posla, organizirao sam posjet učenika Institutu.

Društvo se, prema dogovoru, skupilo u srijedu 21. lipnja ove godine u 9 sati ujutro kod glavnog ulaza u Institut »Ruđer Bošković«. Osim četvero olimpijaca, troje ranije



Slika 1. Učenici u posjetu Laboratoriju za supramolekularnu i nukleozidnu kemiju Instituta »Ruđer Bošković«. S lijeva: Ivica, Siniša, Matea, Filip i Nikola.



Slika 2. Sakupljač frakcija (*fraction collector*) dobro dođe kemičarima da ne moraju sami podmetati epruvete pod pipac.

spomenutih, i četvrte Zdravke Kucijan, došla su još dvojica učenika, Nikola Cindro i Siniša Habazin, naši stari znanci sa sastanaka Sekcije za kemijsku izobrazbu. Krenuli smo zajedno prema IV. krilu Instituta i došli u jednu od prostorija Laboratorija za supramolekularnu i nukleozidnu kemiju Zavoda za organsku kemiju i biokemiju Instituta »Ruđer Bošković« gdje nas je dočekala viša znanstvena suradnica dr. Vesna Čaplar. Ona nam je pružila priliku da iz jedne od njezinih sirovih reakcijskih smjesa izoliramo čisti reakcijski produkt i pri tom naučimo nešto novo (sl. 1.).

Što je kromatografija?

O čemu se zapravo radi? Kada organski kemičar izvodi kemijsku reakciju, kao produkt reakcije najčešće ne dobiva čisti spoj nego više ili manje složenu smjesu produkata iz koje onda treba različitim metodama i postupcima izolirati (izdvojiti) željeni kemijski spoj u čistom stanju. U našem slučaju bila je riječ o smjesi dvaju spojeva – produkta i nusprodukta reakcije. Kao metodu odjeljivanja odabrali smo preparativnu kolonsku kromatografiju.

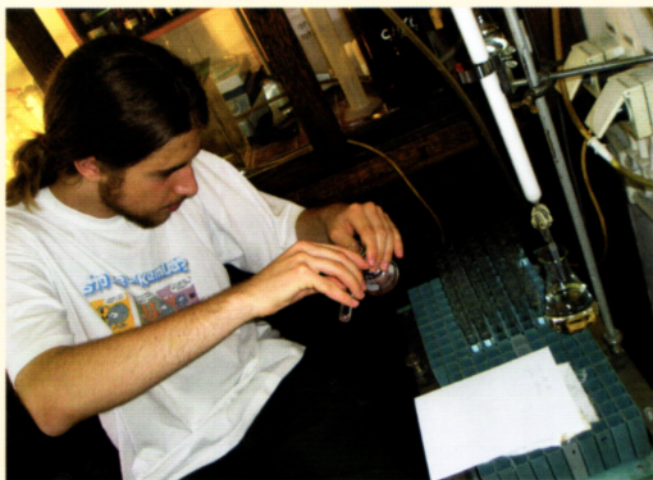
Kromatografija je općenito skup laboratorijskih tehnika za odjeljivanje smjesa tvari. Svim je kromatografskim metodama zajedničko da se otopina smjese tvari (tzv. pokretna ili mobilna faza) propušta kroz nepokretnu ili stacionarnu fazu. Budući da se različiti kemijski spojevi

različito dobro adsorbiraju na površini nepokretne faze, tijekom prolaska pojedini sastojci više ili manje zaostaju jedni za drugima pa tako dolazi do njihova razdvajanja.

Kromatografiju je 1901. godine izumio ruski botaničar Mihail Semjonovič Cvet (1872.–1919.) tijekom svog istraživanja biljnih pigmenta. Cvet je biljne pigmente uspio odijeliti na pojedine sastojke tako što ih je nanosio na komadiće krede (kalcijeva karbonata) koje bi uranjao u razna otapala. Otapalo bi, putujući stupcem krede, odjeljivalo boje. To je pokus koji i sami možemo ponoviti u školi ili kod kuće. Riječ kromatografija potječe od grčke riječi *chroma* što znači boja. Zanimljivo je da na ruskom jeziku riječ »cvet« (izumiteljevo prezime) također znači boja!

Miješaj, miješaj – dok ne razdvojiš

No, vratimo se našoj reakcijskoj smjesi iz koje je trebalo izolirati čisti spoj. U stakleni stupac ulili smo suspenziju silikagela (hidratiziranog silicijeva dioksida, SiO_2) u diklormetanu (relativno nepolarom, lako hlapljivom organskom otapalu kemijske formule CH_2Cl_2). Kada smo stakleni stupac napunili do vrha, pričekali smo neko vrijeme da se silikagel slegne, a onda smo na vrh stupca pažljivo nanijeli smjesu spojeva koje želimo razdvojiti. Zatim smo na stupac polako dolijevali smjesu diklormetana i metanola (metanol, CH_3OH , je najjednostavniji alkohol) u vo-



Slika 3. Filip prelijeva sadržaj epruveta u tikvicu – da bi to sve skupa upario.

lumnom omjeru 50:1, a tekućinu što je tekla iz staklene cijevi sakupljali smo u epruvete sakupljačem frakcija (engl. *fraction collector*). Taj uređaj automatski, svakih nekoliko sekundi, na izlazu iz kolone primakne novu epruvetu na nosaču – postupak jako nalikuje utovaru u kompoziciju željezničkih vagona (sl. 2.). Svako malo u kolonu smo dolijevali nove količine otapala kojem smo povećavali polarnost miješanjem dvije organske tekućine. Tako smo početnu smjesu diklormetana i metanola u omjeru 50:1 zamijenili smjesama u volumnim omjerima 30:1, pa 20:1, zatim 15:1, 10:1 i tako dalje. Miješanjem smo otapala postigli da se s kolone najprije »ispere« ona komponenta

smjese koja se slabije adsorbira na silikagel, dok je druga komponenta zaostajala u koloni. Prema tome, u prvih nekoliko epruveta iscurilo je čisto otapalo, u sljedećih nekoliko nalazila se otopina onog sastojka koji se slabije adsorbira na silikagel, zatim slijedi opet nekoliko epruveta s čistim otapalom pa zatim epruvete s otopinom spoja koji se bolje adsorbira na silikagel.

Sada je trebalo vidjeti što se u kojoj epruveti nalazi. To smo učinili, nećete vjerovati, tankoslojnom kromatografijom, također jednom od kromatografskih tehnika! Sadržaje svih epruveta za koje smo tankoslojnom kromatografijom utvrdili da se u njima nalazi otopljen prvi spoj ulili smo u staklenu tikvicu, spojili na vakuumski uparivač (uređaj za otparavanje otapala) i dobili čisti spoj (sl. 3.). Isto tako smo sadržaje svih epruveta u kojima se nalazio otopljen drugi spoj ulili u drugu tikvicu i uparavanjem njezina sadržaja izolirali čisti drugi spoj. Tako smo konačno iz polazne smjese dvaju kemijskih spojeva kolonskom kromatografijom izolirali dva čista spoja.

Bilo mi je drago, nakon povratka učenika iz Južne Koreje, čuti da im je praktično znanje o preparativnoj kolonskoj kromatografiji stečeno toga dana koristilo u izvođenju vježbi koje su se od njih tražile na Međunarodnoj kemijskoj olimpijadi (sl. 4.).



Slika 4. Užitek je napraviti lijep pokus: sudionici Međunarodne kemijske olimpijade u šetnji parkom Instituta »Ruđer Bošković«. S lijeva: Zdravka, Matea, Ivica, Filip i Siniša.