

Zväz slovenských vedecko-technických spoločností

Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie

Bratislava



**NUKLEÁRNA ANALYTICKÁ CHÉMIA
A RADIČNÁ CHÉMIA
NA SLOVENSKU
V ROKOCH 1957 – 2009**

Juraj Tölgyessy



Bratislava, 2011

Prof. Ing. Juraj Tölgyessy, PhD., DrSc., člen Európskej Akadémie vied a Umení,



autor publikácie

PREDSLOV

Do rúk sa nám dostáva publikácia nestora slovenskej jadrovej chémie, profesora Juraja Tolgyessyho, ktorý pri nej stál a podieľal sa na jej výsledkoch od samého začiatku až po súčasný stav. Jadrová chémia asistovala pri celom rade základných rozhodnutí o výstavbe jadrového priemyslu v našej republike. Podporovala strategické rozhodovania, akceptovateľný rádiohygienický rámec a pacifikovala obavy verejnosti zo zavádzania rádionuklidových metód vo vede a výskume, priemyselnom použití rádionuklidov, jadrového žiarenia a výstavbe jadrových reaktorov. Najmä v počiatkoch budovania prototypového atómového reaktora A1 v Jaslovských Bohuniciach pomáhala pri súdobom málo rozvinutom stave prístrojovej techniky ustáliť základné hladiny rádionuklidov v zložkách prostredia, poľnohospodárskych plodinách a živočíšnych produktoch. K tomuto obdobiu sa viaže rad kontraktov ktorými výskumné ústavy a vysokoškolské pracoviská pomáhali vybudovať metodický arzenál hygienickej služby a vytvorenie zložiek vonkajšej a vnútornej dozimetrie v priemyslových zariadeniach. Nové rádiochemické postupy vyvíjané v laboratóriách nachádzali uplatnenie v poľných podmienkach a mnohé vyvinuté rádiochemicko – rádiometrické postupy umožňovali posúvať horizonty vedeckého poznania dopredu. Predložená publikácia dokumentuje významné výsledky dvoch generácií slovenských jadrových chemikov na domácom i medzinárodnom poli.

Ing. Miloš Revús,
za Slovenskú spoločnosť
priemyslovej chémie

Ing. Vasil Koprda, DrSc.
profesor jadrovej
a environmentálnej chémie

Úvod

Objav rádioaktivity vytvoril predpoklady pre vznik jadrových (nukleárných) vied a jadrovej (nukleárnej) techniky, ktoré sú spojené s javmi alebo s dejmi viazanými na atómové jadro. Vývoj týchto vedných oblastí bol v období niekoľkých desaťročí druhej polovice minulého storočia veľmi rýchly a prudký. Súčasný rozvoj jadrovej energetiky sa opiera o uvoľňovanie vnútrojadrovej energie pri štiepnej jadrovej reakcii, ktorá sa uskutočňuje v tepelných a rýchlych jadrových reaktoroch. Inú potenciálnu možnosť získavania vnútrojadrovej energie predstavujú syntézne jadrové reakcie (termonukleárne reakcie) s predpokladom ich perspektívnej realizácie v prvej polovici 21. storočia.

V oblasti jadrovej techniky sa významne uplatňujú vedné disciplíny, ktoré majú úzky vzťah k chémii. Sú to jadrová chémia, rádiochémia a radiačná chémia. Tieto disciplíny sa intenzívne študovali a vyučovali na Katedre rádiochémie a radiačnej chémie Chemickotechnologickej fakulty SVŠT v Bratislave od druhej polovice 20. storočia do 1987, kedy Katedra bola zrušená administratívnym zásahom vedenia fakulty.

V tejto publikácii sa budem zaoberať aplikovanou jadrovou chémiou – konkrétne nukleárnou analytickou chémiou a radiačnou chémiou, kde som pracoval a pracujem vyše 50 rokov.

Pamätám sa – bolo to v r. 1954, keď so svojim demonštrátorom - vedeckou pomocnou silou Milanom Zadubanom (neskorším riaditeľom Ústavu rádioekológie a využitia jadrovej techniky v Košiciach - zo smolinca, ktorý doniesol zo Spišskej Novej Vsi – rozdrobovaním, rozmelnením, rozpúšťaním, zrážaním, extrakciou sme pripravili prvé rádioaktívne preparáty (podobnými postupmi ako to robili Curieovci), ktoré sme potom použili pri našich prvých výskumoch a v pedagogickom procese na Chemickotechnologickej fakulte SVŠT na Katedre analytickej chémie, kde som založil Oddelenie rádiochémie. Pretože vedúci Katedry Prof. Prístavka, nemal záujem o túto „nebezpečnú prácu“, Oddelenie prevzal r. 1957 Prof. Kellö na Katedru fyzikálnej chémie. A vedením Oddelenia poveril Profesora Štefana Vargu. Od r. 1961 sa vytvorila samostatná Katedra rádiochémie a radiačnej chémie, kde sme zo začiatku pracovali traja pedagogickí pracovníci: Varga (vedúci), Tölgyessy a Kriváň a jeden technik p. Jurkovič. A takto sa začala éra jadrových vied na Slovensku. Pri zahájení sme mali k dispozícii jeden nukleárny počítač čsl. výroby, ktorý vďaka Ing. Kristinovi sme zakúpili na Katedre analytickej chémie. Na Katedre sa rozvinula postupne intenzívna výskumná a pedagogická činnosť a prichádzali aj zo zahraničia doktorandi a štážisti na dlhodobé pobyty, z ktorých mnohí zastávajú resp. zastávali

na svojich materských pracoviskách významné funkcie napr. Prof. E .H. Klehr v USA, Prof. M. M. Naoum v Egypte, Prof. Myint U v Myanmare, Dr M. P. Chacharkar v Indii, Ing. Kyros Savvides na Cypre atď. Na Chemickotechnologickej fakulte bola Katedra rádiochémie a radiačnej chémie v r. 1976 administratívnym zásahom zrušená a od r. 1995, po vytvorení Oddelenia rádioekológie pri Katedre chémie a technológie životného prostredia , znova pokračovala výučba a výskum až po úplný zánik Oddelenia r. 2009, kedy na fakulte bola úplne zrušená akákoľvek výučba a výskum v oblasti jadrových vied.

Chcel by som vyjadriť poďakovanie mojim priateľom - Doc. RNDr. Pavlovi Dillingerovi, PhD, Doc. Ing. Margite Harangozó, DrSc., RNDr. Márii Földesovej, Doc. RNDr. Jurajovi Lesnému, PhD., Prof. Ing. Milanovi Piatrikovi PhD., Prof. Ing. Vasilovi Koprđovi DrSc. bývalým členom Katedry rádiochémie a radiačnej chémie ako aj Doc. RNDr. Jozefovi Kurucovi, PhD. z Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave za ich cenné pripomienky a doplnenia, ktorými prispeli k odbornej a spoločenskej úrovni a objektívnosti tejto práce. Tiež by som chcel poďakovať môjmu dlhoročnému priateľovi a kolegovi z vysokoškolského štúdia Ing. Milošovi Revúsovi, ktorý inicioval napísanie tejto práce.

Prof. Ing. Juraj Tölgyessy, PhD., DrSc.

Jadrová chémia, rádiochémia, radiačná chémia a nukleárna analytická chémia

V oblasti jadrovej techniky sa významne uplatňujú vedné disciplíny, ktoré majú úzky vzťah k chémii. Sú to jadrová chémia, rádiochémia a radiačná chémia.

S pojmom jadrová (*nukleárna*) chémia sa stretávame prvýkrát až tesne pred druhou svetovou vojnou. Vzniku jadrovej chémie predchádzal vývoj náuky o atómovom jadre, často nazývaného nukleonika.

Nájsť stručnú, priliehavú a vyčerpávajúcu definíciu jadrovej chémie (podobne aj rádiochémie) je ťažké, pretože ide o odbor komplexného charakteru, ktorý sa ešte stále rozvíja. Aj názory odborníkov na predmet jadrovej chémie sú nejednotné.

Jadrovou chémiou nazývame vednú oblasť, ktorá sa zaoberá chemickými javmi spojenými s jadrovými premenami a reakciami, možnosťami chemického využitia jadrových reakcií, aplikáciou stálych a rádioaktívnych nuklidov a nukleárných metód v chémii. Rozvoj jadrovej chémie je podmienený výrobou rádioaktívnych nuklidov najmä aktiváciou v jadrových reaktoroch.

Rádiochémia ako vedný odbor vznikla po objavení rádioaktivity, keď sa čoskoro pochopilo, že rádioaktívne javy majú okrem fyzikálnej podstaty aj chemický charakter. Označujeme tak oblasť chémie, ktorá skúma chemické a fyzikálnochemické vlastnosti rádionuklidov, rádioaktívnych prvkov a označených zlúčenín, vypracúva metódy ich získavania, izolovania a koncentrovania a skúma chemické dôsledky jadrových premien. Aplikovaná rádiochémia sa zaoberá možnosťami a metódami použitia rádioaktívnych nuklidov v chemických procesoch.

Medzi jadrovou chémiou a rádiochémiou existuje určitá, i keď nepresná hranica. Do jadrovej chémie začleňujeme javy a poznatky chemického charakteru, na ktorých sa priamo zúčastňuje (alebo ich pôvodcom je) jadro atómu, a do rádiochémie súbor javov a poznatkov, pri ktorých sa uplatňuje v podstate len jadrové žiarenie a sám jadrový proces už prestáva byť predmetom záujmu. Všetky poznatky z rádiochémie môžeme začleniť do jadrovej chémie, lebo nie sú mysliteľné bez spojitosti s jadrovými procesmi, či už spontánnymi alebo vynútenými. Opačný postup nie je možný, ako ukazuje príklad chémie stabilných izotopov (izotopové javy).

Jadrová chémia je vlastne časťou fyzikálnej chémie a ako odbor je nadradený rádiochémii, ktorá sa javí ako chemická podoba náuky o rádioaktivite.

Prvú ucelenú učebnicu jadrovej chémie na Slovensku sme napísali s profesorom Vargom r. 1976², ktorá sa stala základnou príručkou pre študentov, doktorandov a výskumných pracovníkov v celej československej republike. Posledná učebnica jadrovej chémie vyšla r. 2001 v Banskej Bystrici³ pre poslucháčov Fakulty prírodných vied UMB, kde som pôsobil po odchode do dôchodku, ale učebnicu používajú aj poslucháči iných vysokých škôl, medzi nimi aj našej bratislavskej fakulty. Prehľad jadrovej chémie a jadrovej chemickej technológie som spracoval v publikácii „Otázky a odpovede z jadrovej chémie a technológie“³⁰, ktorá vyšla v dvoch vydaniach vo vydavateľstve Alfa.

Radiačná chémia skúma chemické zmeny látok, ktoré nastávajú v dôsledku priamej i nepriamej ionizácie a excitácie ich atómov a molekúl vysokoenergetickým žiarením. Tieto zmeny, tzv. radiačnochemické reakcie, vyvolávajú všetky druhy vysokoenergetického žiarenia (žiarenie α , β , γ , röntgenové žiarenie, urýchlené ióny i neutrónové a kozmické žiarenie), ak je ich energia vyššia ako 20 až 30 eV.

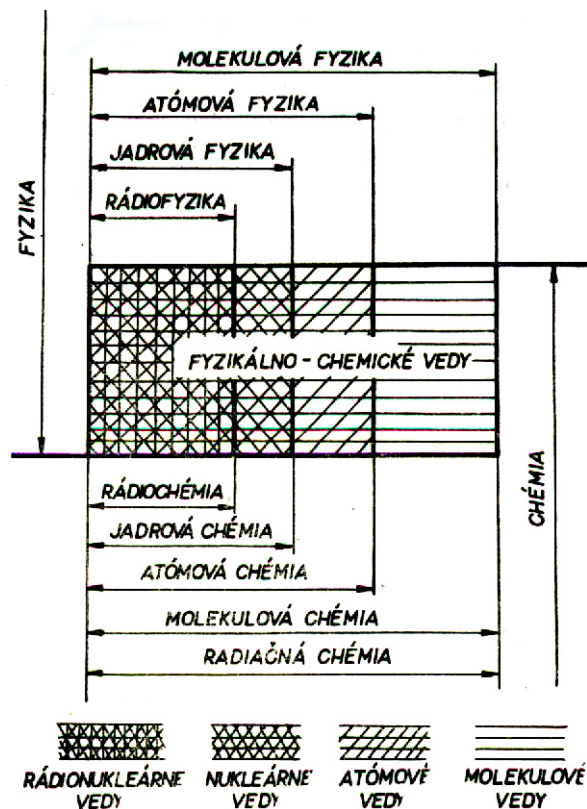
Radiačná chémia teda neskúma reakcie vyvolané v látkach svetlom, ktorého maximálna energia je 12 eV a ktoré sú predmetom skúmania fotochémie. Radiačná chémia a fotochémia sú síce príbuzné vedné odbory, no jednako sa odlišujú istými špecifickými črtami. Prvú vysokoškolskú učebnicu radiačnej chémie a radiačnej technológie v ČSSR sme napísali a publikovali v r. 1982¹.

Poznatky o chemických účinkoch žiarenia boli do štyridsiatych rokov minulého storočia pomerne skromné. Praktický význam radiačných efektov sa zvýšil až v čase prevádzky jadrových reaktorov, rozvoja jadrovej techniky, veľkovýroby rádionuklidov a rozsiahlej činnosti urýchľovačov. Radiačné efekty sa uplatňujú v rôznych oblastiach vedy a techniky.

Radiačnochemické reakcie sú technologicky dôležité vtedy, keď umožňujú jednoduchšie získať také produkty, pri ktorých doterajšia technológia ráta s náročnými podmienkami (teploty, tlaky, katalyzátory). Radiačná chémia sa dnes už uplatňuje v poloprevádzkových a prevádzkových podmienkach výroby.

Medzi rádiochémiou a radiačnou chémiou je relatívne voľná väzba, ktorá spočíva v tom, že zdrojmi žiarenia v radiačnej chémii sú dnes prevažne rádioaktívne nuklidy.

Na obr.1 je znázornená schéma klasifikácie jadrových vied.



obr.1

Schéma klasifikácie jadrových vied a postavenie rádiochemie, jadrovej chémie a radiačnej chémie

Nukleárna analytická chémia je súčasťou aplikovanej jadrovej chémie, resp. tou časťou analytickej chémie, ktorá pri kvalitatívnej a kvantitatívnej analýze látok využíva jadrové charakteristiky príslušných nuklidov. Najčastejšie ide o použitie rádioaktívnych nuklidov, resp. o využitie jadrového žiarenia. Rozdiel je len v metodike a technike výsledného merania.

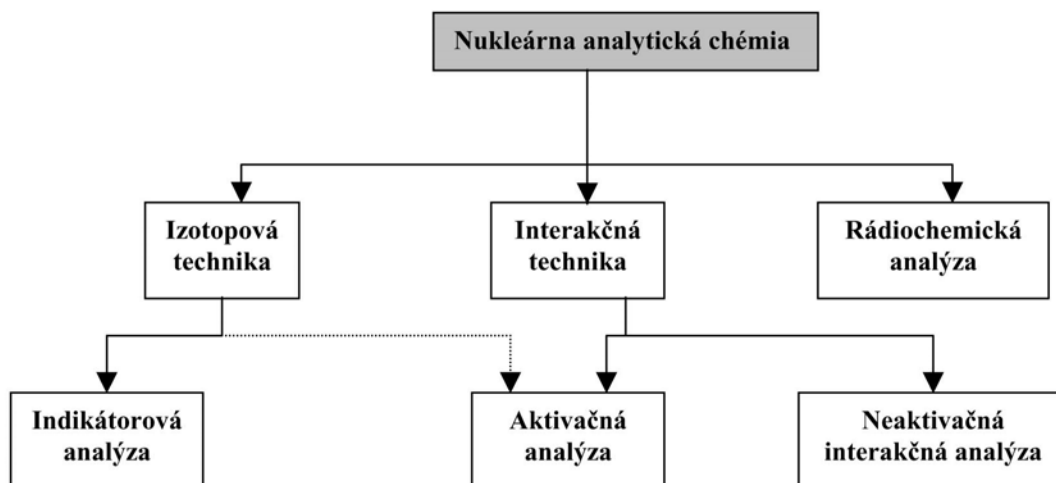
Spoločným znakom všetkých nukleárných analytických metód je stanovenie látok detekciou a meraním jadrového žiarenia. Ide pritom alebo o interné žiarenie, ktoré vysielaajú tieto látky samy, prípadne ich rádioaktívny izotop (prítomný, pridaný alebo vzniknutý aktiváciou), alebo o zmeny externého žiarenia po jeho dopade (odraze, absorpcii, rozptyle a pod.) na skúmanú látku.

Nukleárne analytické metódy majú praktický význam predovšetkým v kvantitatívnej analýze. Najväčšia skupina metód vychádza z priamej úmernosti medzi hmotnostným množstvom rádioaktívnej látky (a tým aj stanovovanej stabilnej rádioaktívne indikovanej látky) a intenzitou meraného žiarenia. Zväčša ide o relatívne porovnávacie meranie, zriedkavo o absolútne meranie. Menej časté sú kvalitatívne analýzy, pri ktorých neznámy žiarič

identifikujeme rozličnými metódami, najmä určením doby polpremeny, druhu a energie emitovaného žiarenia a pod.

Nukleárne analytické metódy sa vyznačujú neobyčajnou citlivosťou, veľkou selektivitou dôkazu a stanovenia, rýchlosťou a jednoduchosťou a v mnohých prípadoch aj možnosťou pracovať bez rušivého zásahu do vzorky (nedeštruktívna analýza).

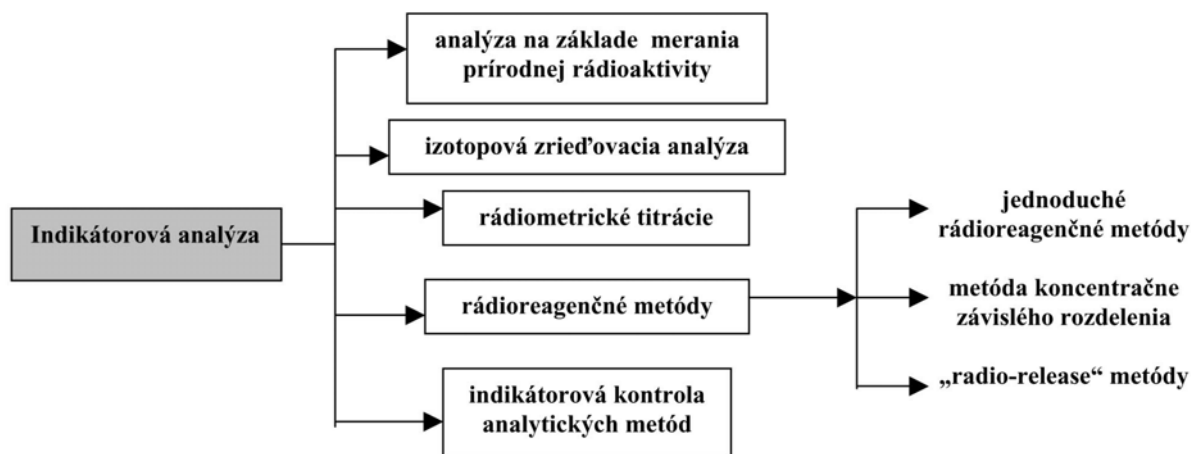
Analytické postupy, ktoré sa zakladajú na jadrových premenách atómov zúčastnených látok alebo s týmito premenami súvisia, možno rozdeliť do dvoch základných oblastí. Prvou oblasťou je *izotopová technika*, do ktorej priamo patrí *indikátorová analýza* a nepriamo aktivačná analýza. Druhou oblasťou je *interakčná technika*, ktorá pozostáva z *aktivačnej analýzy* a *neaktivačnej interakčnej analýzy*. Relatívne samostatné postavenie má *rádiochemická analýza*, ktorej úlohou je stanovovať rádioaktívne zložky v analyzovanom prostredí (obr.2).



obr. 2

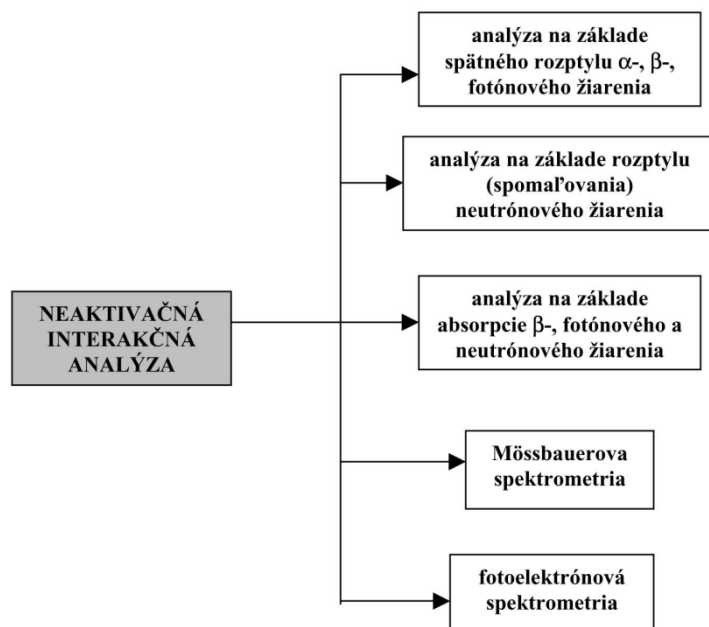
Členenie nukleárnej analytickej chémie

Najväčšiu oblasť nukleárnych analytických metód tvoria *indikátorové metódy*, pri ktorých sa do analyzovaného materiálu pridáva rádioaktívne označený prvok (zlúčenina) najčastejšie v známom množstve so známou aktivitou. V porovnaní s *aktivačnými metódami*, pri ktorých rádionuklid vytvárame v analyzovanej vzorke priamo jadrovou reakciou, majú indikátorové metódy výhodu v experimentálnej jednoduchosti. Do tejto skupiny patria analytické metódy zakladajúce sa na meraní prírodnej rádioaktivity, rádiometrické titrácie, izotopová zried'ovacia analýza, rádioreagenčné metódy, rádiokromatografické metódy atď. (obr. 3).



obr. 3
Schematické rozčlenenie metód indikátorovej analýzy

Ďalšiu skupinu tvoria analytické metódy využívajúce interakčné procesy jadrového a röntgenového žiarenia s látkou, ktorých výsledkom je absorpcia a rozptyl žiarenia (neaktivačné interakčné metódy) (obr.4). Najčastejšie sa využíva rádioaktívne žiarenie emitované rádionuklidmi alebo neutrónové žiarenie. Všetky tieto metódy umožňujú robiť analýzu bez porušenia skúmanej látky.



obr. 4
Členenie metód neaktivačnej interakčnej analýzy

Tieto metódy našli veľké uplatnenie pri analýze polovodičových materiálov, minerálov, plastov, silikátových, reaktorových a biologických materiálov, meteoritov, archeologických nálezov atď. Uplatňujú sa pri riešení najrozličnejších problémov modernej chémie, fyziky, geológie, stavebníctva, energetiky, medicíny, kriminalistiky a iných vedných disciplín.

Slovenská a česká jadrová chémia, nukleárna analytická chémia a rádioekológia sa v bývalej Československej republike vyvíjali v úzkej spolupráci, ktorá pretrváva až dodnes. Preto je ťažké hovoriť o osobitnom vývoji týchto disciplín na Slovensku. Počiatky rádiochémie, ktorá sa stáva súčasťou až neskoršie definovanej jadrovej chémie, spadajú do prelomu 19. a 20. storočia a súvisia s objavom rádioaktívnych prvkov polónia, rádia a ďalších rádioaktívnych prvkov. Česko sa spomína v rádiochémii už od začiatku, pretože z Jáchymova pochádzal smolinec, v ktorom manželia Curieovi objavili polónium a rádium a rádioaktívne zvyšky po výrobe uránu, z ktorých bolo prvýkrát izolované vážiteľné množstvo rádia. Z týchto zvyškov sa v Jáchymove od roku 1906 separovali čisté rádiove soli, čo možno považovať za počiatky praktického využitia rádiochémie u nás.

Odborníci v Československu a neskôr i v Slovenskej a Českej republike významnou mierou prispeli k rozvoju nukleárnej analytickej chémie, k vypracovaniu principiálne nových analytických metód a konkrétnych stanovení, k budovaniu základov rádioekológie a k organizačným prácam v týchto oblastiach. Na tomto mieste by som chcel vyzdvihnúť veľký význam pedagogickej, výskumnej i organizátorskej práce nestorov českej jadrovej chémie profesorov V. Majera a R. Jirkovského a slovenskej jadrovej chémie Prof. M. Dillingera. Z „mladšej“ českej generácie profesorov Beneša, Starého a Ružičku a slovenskej profesorov Macáška, Vargu, Majera, Šaršúnovej a Tölgyessyho.

Jednotlivé oblasti nukleárnej analytickej chémie, prípadne celá oblasť nukleárnych analytických metód a rádioekológie boli knižne spracované našimi odborníkmi. Významné úspechy výskumníkov v oblasti nukleárnych analytických metód boli odmenené vysokými štátnymi a medzinárodnými vyznamenaniami (J.Starý, A.Zeman, J.Ružička – Štátna cena K.G., 1965; Š.Varga, J.Tölgyessy – Štátna cena SSR, 1971, Hevesyho medaila - J. Tölgyessy 1975, členstvo v Európskej akadémii vied a umení, 1995 - J. Tölgyessy) a rezortnými cenami. Významným krokom pre rozvoj slovenskej, československej a svetovej nukleárnej analytickej chémie a rádioekológie bolo založenie medzinárodných časopisov „Journal of Radioanalytical Chemistry“ a „Radiochemical and Radioanalytical Letters“ v r. 1967, ktoré

v súčasnosti vychádzajú v jednom časopise pod názvom „*Journal of Nuclear and Radioanalytical Chemistry*“. Spoluzakladateľom (spolu s Prof. T. Braunom) a vedeckým redaktorom časopisu je Prof. J. Tölgyessy.

Nukleárne analytické metódy sme komplexne spracovali v 5. zväzkovej anglickej monografii vydanej v University Park Press, Baltimore (USA) ⁶⁻¹⁰, v dvojzväzkovej monografii vydanej v anglickom jazyku vo vydavateľstve Ellis Horwood, Chichester (Veľká Británia) ^{11,12}, v slovenskej vysokoškolskej učebnici vydanej vo vydavateľstve Alfa ⁴, v slovenskej a maďarskej monografii⁵ a v učebnici v ruskom jazyku ¹⁹. Okrem toho pre širokú verejnosť sme spracovali túto problematiku v populárnovedeckej forme v knihe „Detektívy atómového veku“ ²², ktorá vyšla v rôznych rozšírených verziách, okrem slovenského jazyka v maďarčine, poľštine, češtine a ruštine. Veľkým vydavateľským dielom bolo aj napísanie a vydanie objemnej príručky „Handbook of Radioanalytical Chemistry“ v anglickom jazyku pod autorstvom Prof. Tölgyessyho a Dr. E. Bujdosóa ^{13,14} vo vydavateľstve CRC Press v USA.

Nukleárna analytická chémia na Slovensku

V ďalšom uvediem niektoré výskumné príspevky slovenských odborníkov v tejto oblasti.

Indikátorové metódy

Najväčšiu skupinu nukleárných analytických metód tvoria indikátorové metódy, pri ktorých sa k analyzovanému materiálu pridáva rádioaktívne označený prvok (alebo jeho zlúčenina) v známom množstve a aktivite (obr. 3.)

Rádioaktivita prírodných rádioaktívnych látok sa začala využívať pri ich stanovení na Slovensku po r. 1960. V porovnaní s inými chemickými metódami má **analýza na základe merania prírodnej rádioaktivity** v niektorých prípadoch výhodu iba v tom, že je rýchlejšia a jednoduchšia (stanovenie uránu a tória), v iných prípadoch ich však predčí neporovnateľne vyššou citlivosťou (emanometrické stanovenie rádia). V tejto oblasti sa robil výskum na Katedre rádiochemie a radiačnej chémie CHTF SVŠT, ďalej na Výskumnom ústave vodného hospodárstva v Bratislave, na Ústave rádioekológie a využitia jadrovej techniky v Košiciach (M. Zaduban). Vypracovali sa metódy na analýzu draselných solí merním prírodnej rádioaktivity draslíka – farmaceutické prípravky, priemyslové hnojivá (J. Majer, M. Šaršúnová, J. Tölgyessy, P. Dillinger, M. Zaduban, Š. Varga, P. Lukáč).^{5, 7, 11,}

Izotopová zried'ovacia analýza sa zakladá na tom, že špecifická aktivita (aktivita určitého objemu, hmotnostného množstva a pod.) rádioaktívnej vzorky sa znižuje, keď sa do nej pridajú chemicky totožné neaktívne izotopy, lebo tým sa zmenší podiel rádioaktívnych atómov v zmesi. V oblasti izotopovej zried'ovacej analýzy (IZA) bolo významným výsledkom vypracovanie nového variantu IZA **vytesňovacej substechiometrickej analýzy** (A. Adámek, I. Obrusník) a **sub-superekvivalentovej IZA** (J. Klas, J. Lesný, J. Tölgyessy, Z. Koreňová, O. Rohoň). Druhá uvedená technika – sub-superekvivalentová IZA, ktorej autormi sú pracovníci našej fakulty sa používala a používa aj v zahraničí - v ČR, Indii, Rusku, USA a Japonsku. Výsledky našich výskumov sme uverejnili v monografii „Isotope dilution analysis“, ktorá vyšla v anglickom jazyku vo vydavateľstve Pergamon Press a v ruskom jazyku vo vydavateľstve Atomizdat. Okrem toho najmä sub-superekvivalentová IZA sa prezentovali v monografii v ruskom jazyku²⁴. Osobitne monograficky bola spracovaná aj sub-superekvivalentová izotopová zried'ovacia analýza²⁹, z ktorej monografie sa značná časť bola citovaná v knihe Rudolfa Slobodu: Rubato (Slovenský spisovateľ, Bratislava, 1990).

Pri použití rádioaktívnych nuklidov ako indikátorov v odmernej analýze (**radiometrické titrácie**) sa sleduje priebeh reakcie na základe zmeny aktivity reakčného prostredia počas titrácie. Metóda sa používa, keď sa reakčný produkt nachádza v inej fáze než východiskové zložky (napr. zrážacie reakcie). Oblasť radiometrických titrácií bola komplexne rozpracovaná najmä výskumnou skupinou Prof. Tölgyessyho (V. Jesenák, Š. Varga, P. Dillinger, J. Konečný, J. Klas, M. Harangozó, J. Tölgyessy, E. H. Klehr - Oklahoma) na Chemickotechnologickej fakulte a pracovníkmi ďalších ústavov (M. Šaršúnová – Krajské kontrolné laboratórium pri Krajskej správe lekární, J. Majer, P. Schiller M. Harangozó, J. Jombík – Farmaceutická fakulta UK) v Bratislave a bola aj monograficky spracovaná vo viacerých monografiách v slovenskom, anglickom a nemeckom jazyku^{15, 16}. V týchto monografiách sú prezentované aj všetky výsledky našich výskumných prác. Rozpracovala sa teória zrážacích radiometrických titrácií, odvodili sa matematické vzťahy pre zjednodušené určenie bodu ekvivalencie, rozpracovali sa základy radiocoulometrických titrácií, ionexových radiometrických titrácií i chromatografie a elektroforézy na oddelenie produktov titrácie od východiskových zložiek, skonštruovali sa titračné zariadenia na automatickú kontinuálnu titráciu, vypracovali sa titračné metódy na stanovenie širokej palety rôznych anorganických i organických látok, jednotlivo i vedľa seba, v modelových roztokoch i farmaceutických prípravkoch. Na indikáciu bodu ekvivalencie sa využili aj interakčné procesy jadrového žiarenia (rozptyl

a absorpcia beta žiarenia, absorpcia neutrónového žiarenia) ako aj rádioaktívne kryptonáty.

V rokoch 1970-1990 sa u nás sľubne rozvíjali **metódy analýzy rádioaktívnymi činidlami**, najmä **radio-release metódy za použitia rádioaktívnych kryptonátov**. Termín „rádioaktívny kryptonát“ sa používa na označenie tuhých látok všetkých typov, do ktorých sa včleňuje rádioaktívny nuklid ^{85}Kr . Analytické použitia rádioaktívnych kryptonátov sa zakladajú na poznatku, že chemický alebo fyzikálny proces, ktorý porušuje povrch alebo kryštalickú mriežku rádioaktívneho kryptonátu, zapričiňuje uvoľnenie úmerného množstva plynného rádioaktívneho kryptónu. Zmenšenie množstva ^{85}Kr viazaného v kryptonáte sa pritom môže sledovať meraním rádioaktivity uvoľneného ^{85}Kr , alebo meraním zvyškovej rádioaktivity kryptonátu. Aktivita uvoľneného ^{85}Kr sa môže principiálne merať statickou alebo dynamickou metódou. Vypracovali sa metódy na prípravu rádioaktívnych kryptonátov iónovým ostreľovaním (V. Jesenák, P. Lukáč – CHTF SVŠT, Bratislava), difúznou a sublimačnou technikou a odvodili sa príslušné teoretické závislosti pre včleňovanie a uvoľňovanie rádioaktívneho kryptónu do a z tuhých nosičov (V. Jesenák, J. Valtýni, J. Tölgyessy, Š. Varga, J. Lesný, P. Dillinger – CHTF SVŠT, Bratislava) Z vypracovaných praktických aplikácií môžeme uviesť principiálne nové titračné postupy, v ktorých tieto látky vystupujú ako indikátory bodu ekvivalencie, ďalej stanovenie pH použitím rádioaktívneho kryptonátu tália; stanovenie kyseliny chlorovodíkovej, chrómanu, vanadičnanu použitím rádioaktívneho kryptonátu striebra; železa, kyseliny askorbovej použitím rádioaktívneho kryptonátu kadmiového amalgámu; fluorovodíka, oxidu uhoľnatého, ozónu, ortuťových pár, vlhkosti v ovzduší použitím rôznych rádioaktívnych kryptonátov atď. (J. Tölgyessy, Š. Varga, V. Jesenák, P. Dillinger, J. Pružinec, M. Harangozó, J. Lesný – CHTF SVŠT, Bratislava, M. M. Naoum - Cairo). Tieto objavné práce najmä pracovníkov našej fakulty sa stretli s mimoriadnym záujmom v jadrovo-chemických kruhoch na celom svete. Celá problematika rádioaktívnych kryptonátov bola komplexne spracovaná s Doc. Balekom a Prof. Tölgyessym^{26, 27} v dvoch monografiách vydaných v anglickom jazyku vo vydavateľstve Elsevier, Amsterdam a v ruskom jazyku vo vydavateľstve Mír. Monografie prezentujú aj výsledky našej experimentálnej činnosti.

Počas dvoch expertíznych pobytov prof. Tölgyessyho v Myanmare a jedného študijného pobytu prof. Mynt U-a na Slovensku, v rokoch 1990 - 2000 sa vypracovali základy a experimentálna technika **radiometrickej prietokovej injekčnej analýzy**¹²⁵. Ide o originálnu a priekopnícku analytickú metódu, ktorá pracuje na princípoch prietokovej injekčnej analýzy (flow injection analysis) a jej spojení s radiometrickou detekčnou technikou.

Metóda umožňuje eliminovať klasické odmeriávania objemov, analyzovať kvapalné vzorky s minimálnou predúpravou, znížiť finančné a materiálové náklady na analýzu ale najmä bezpečne analyzovať kvapalné rádioaktívne roztoky (odpadové vody). Prof. Myint U a Prof. Tölgyessy so spolupracovníkmi v Yangone a v Bratislave vypracovali teoretické a experimentálne základy metódy spolu s pracovnými obmenami použitím analyzátoru ASIA (ISMATEC) a uskutočnili analýzu modelových a reálnych rádioaktívnych odpadových vôd. Vykonané štúdiá sú opísané v prehľadnom referáte¹²⁵.

Metódy rádiochromatografie, rádioelektroforézy a izotachoforézy sa používali a používajú ako rutinné metódy na početných pracoviskách (niektoré pracoviská Slovenskej Technickej Univerzity a Univerzity Komenského, KKL pri KSL, Bratislava, Štátny zdravotný ústav Banská Bystrica, Ústav rádioekológie a využitia jadrovej techniky, Košice, Výskumný ústav hygieny práce a chorôb z povolania, Bratislava, farmaceutické pracoviská atď.). Vypracovali postupy, predovšetkým z oblasti organickej chémie a biochémie, ktoré sa používajú aj na preparatívne účely. Problematika bola komplexne spracovaná v našich monografiách^{5,7}.

Aktivačná analýza

Aktivačná analýza sa zakladá na aktivácii vzorky skúmanej látky, čo značí utvorenie rádioaktívnych nuklidov zo stabilných nuklidov stanovovaných prvkov, ktoré možno ďalej sledovať meraním ich rádioaktívneho žiarenia. Vzniknutá rádioaktivita je priamo úmerná množstvu stanovovaného prvku. Pri aktivácii sa vzorky ožiaria neutrónmi (neutrónová aktivačná analýza), prúdom nabitých častíc (napr. protónov, alfa častíc, deuterónov) alebo gama žiarením. Kvalita (druh) vzniknutých rádionuklidov sa určí na základe doby polpremeny, druhu a energie vysielaného žiarenia. Analýzu môžeme vykonať deštruktívnym alebo nedeštruktívnym spôsobom. Pri deštruktívnom spôsobe skúmanú vzorku rozpustíme a po pridaní nosičov stanovovaných zložiek ich oddelíme vhodnými rádiochemickými separačnými metódami, potom meriame ich aktivitu. Niekedy možno použiť nedeštruktívny spôsob analýzy, keď po aktivácii priamo meriame aktivitu skúmanej vzorky. Veľkým prínosom pre nedeštruktívnu aktivačnú analýzu je použitie scintilačnej alebo polovodičovej meracej techniky, ktoré umožňujú stanoviť súčasne jedným meraním niekoľko prvkov.

Aktivačnou analýzou sa na Slovensku zaoberal rad pracovísk výskumných ústavov a vysokých škôl, i keď nebol k dispozícii intenzívny neutrónový zdroj (jadrový reaktor). Aktivácia neutrónmi sa uskutočňovala v ÚJV Řež pri Prahe. Dnes už túto možnosť nemáme a práce v oblasti

aktivačnej analýzy sa nerealizujú, i keď v minulosti táto oblasť nukleárnej analytickej chémie bola perspektívna a dosiahli sa niektoré pozoruhodné výsledky .

Neutrónový generátor NG-2, vyvinutý vo Fyzikálnom ústave SA (F. Bederka, FÚ SAV, Bratislava), poskytoval v kontinuálnom režime neutrónový tok 10^{10} - 10^{11} n.s⁻¹, prúd deuterónov na terčiku 1 – 2 mA, dovoľoval pracovať i v impulznom režime a jeho celková hmotnosť nepresahovala 200 kg. Generátor mal regulovateľný a stabilizovaný tok neutrónov. Používal sa vo FÚ SAV a vo Výskumnom ústave zväračskom v Bratislave (Ľ. Oláh). Na ďalších pracoviskách (napr. Ústav rádioekológie a využitia jadrovej techniky, Košice) mali k dispozícii neutrónový generátor vyrobený v Ústrednom fyzikálnom ústave (KFKI) v Budapešti a generátory firmy Philips.

Aktivačná analýza sa začala u nás rozvíjať predovšetkým v oblastiach metodického výskumu od r. 1960 na niektorých výskumných a vysokoškolských pracoviskách (napr. Katedra rádiochémie a radiačnej chémie CHTF SVŠT Bratislava – J.Tölgyessy, P. Dillinger). Na FÚ SAV (A. Adámek, V. Kliment, F. Severa, F. Bederka, J. Šácha, P. Obložinský, I. Ribanský) sa zameriavali na použitie aktivačnej analýzy v chemickom priemysle - polostopové prímеси v rope a ropných produktoch a v prísadách do olejov a plastov, riešenie teoretických i praktických problémov kontinuálnej a prietokovej aktivačnej analýzy (V. Kliment, J. Tölgyessy). Na Výskumnom ústave zväračskom v Bratislave (Ľ. Oláh) sa v spolupráci s Katedrou rádiochémie a radiačnej chémie (J. Tölgyessy) zaoberali rádioekologickými aplikáciami najmä stanovením aerosolov v pracovnom prostredí zvärača aktivačnou analýzou.

Problematikou aktivačnej analýzy sme sa obširne zaoberali v našich knihách v slovenskom a anglickom jazyku ^{5, 8, 12, 14}

Nejadrové interakčné metódy

Nejadrové interakčné analytické metódy sú založené na využití jadrového žiarenia bez prítomnosti rádionuklidu v analyzovanej látke. Využívajú interakčné deje jadrového a röntgenového žiarenia s látkou, vedúce k jeho absorpcii a rozptylu. Do tejto skupiny zaraďujeme aj analytické metódy založené na využití ionizujúcich efektov rádioaktívneho žiarenia, Mössbauerovu a fotoelektrónovú spektrometriu (obr.4).

Najväčšia výhoda týchto metód spočíva v bezdotykovosti merania, ktorá dovoľuje analyzovať i hotové výrobky bez ich porušenia a v rýchlosti merania. Analyzátory na týchto princípoch možno zapojiť priamo do výroby a kontinuálne merať chemické zloženie skúmaného materiálu. Meracie

zariadenie môže dokonca tvoriť jednu z častí systému automatického riadenia výrobného procesu. Ďalej uvedieme len tie metódy, ktoré sa rozvíjali na Slovensku.

Beta rozptylová a absorpná analýza sa intenzívne rozvíjali na Slovensku v r. 1960 – 1970.

Beta rozptylová analýza sa zakladá na tom, že intenzita spätne rozptýleného beta žiarenia je funkciou protónového čísla rozptyľujúcej látky. So zvyšovaním protónového čísla rozptyľujúcej látky sa zväčšuje intenzita spätne rozptýleného žiarenia. Ak sa analyzovaný systém skladá z viacerých prvkov, je intenzita spätne rozptýleného beta žiarenia funkciou stredného protónového čísla rozptyľujúcej látky. So zmenami chemického zloženia sa súčasne mení aj stredné protónové číslo, a tým sa mení aj intenzita rozptýleného beta žiarenia. Beta rozptylová metóda nie je univerzálna, ale možno ju použiť na analýzu väčšiny dvojzložkových (binárnych) zmesí, kde je rozdiel protónových čísel oboch prvkov dostatočne veľký. Len v niektorých priaznivých prípadoch ju možno použiť aj na vzorky, pri ktorých nie je táto základná požiadavka splnená. Patria sem systémy, pri ktorých protónové (stredné protónové) číslo stanovovanej zložky je oveľa väčšie než protónové číslo všetkých ostatných zložiek vzorky, takže ich možno približne pokladať za druhú zložku. Najdôležitejšie a najrozšírenejšie je použitie beta rozptylovej analýzy na analýzu dvojzložkových zliatín, používa sa však aj na analýzu rúd, roztokov a suspenzií, na stanovenie popolnatosti uhlia atď. Beta rozptylovou metódou sa kontrolujú potravinárske výrobky, plasty, kožiarske suroviny, farmaceutické prípravky a iné. Pri analýze sa používa metóda analytickej kalibračnej krivky, ktorá sa zostrojuje pomocou vzoriek so známym obsahom stanovovaného prvku (zložky). Táto metóda sa intenzívne rozvíjala Chemickotechnologickej fakulte (J. Tölgyessy, Š. Varga, V. Kriváň, J. Klas, P. Dillinger, A. Blažej, M. Uher), na Farmaceutickej fakulte UK (P. Schiller, J. Majer, J. Jombík, P. Hudec, M. Harangozó) a v KKL pri KSL (M. Šaršúnová) v Bratislave. Príspevok týchto pracovísk do svetového rozvoja uvedených metód bol významný, teoretické základy metód sa doplnili originálnymi príspevkami. Skonštruovali sa rôzne typy analyzátorov na analýzu tuhých a kvapalných vzoriek za statických a dynamických podmienok, z ktorých napr. radiometrický analyzátor podľa návrhu P. Schillera a P. Hudeca sa vyrábal komerčne v n. p. Tesla Přemyšlení. Spätňý rozptyl beta žiarenia sa využil na kontinuálne meranie obsahu chrómu v chromitých vyčiňovacích roztokoch, na analýzu farmaceutických preparátov, na určenie popolnatosti uhlia, kovnatosti rúd, na analýzu rôznych zliatín atď. Zaujímavé sú aplikácie, pri ktorých sa spätňý rozptyl beta žiarenia

používa na vyhodnotenie papierových chromatogramov a na indikáciu bodu ekvivalencie.^{4, 5, 9,}

Beta absorpčná analýza využíva fakt, že určité množstvo vodíka obsahuje dvakrát toľko elektrónov ako rovnaké hmotnostné množstvo ostatných prvkov. Atóm vodíka má hmotnosť 1 a jeden elektrón, atóm uhlíka má 12 jednotiek hmotnosti a 6 elektrónov, atóm dusíka má hmotnosť 14 a 7 elektrónov, atóm kyslíka s hmotnosťou 16 má 8 elektrónov. Z toho vyplýva, že vodík absorbuje beta častice oveľa viac ako rovnaká hmotnosť iných prvkov. Ak látka obsahuje popri vodíku len jeden iný prvok, môžeme podľa absorpcie beta žiarenia vo vzorke so známou hustotou určiť s dostatočnou presnosťou obsah vodíka. Stanovenie vodíka je dokonalou elementárnou analýzou. Metóda je veľmi výhodná pri kvapalných uhľovodíkoch; je veľmi dôležitá pri výrobe kvapalných palív, mastív a pod. Absorpcia beta žiarenia sa na Katedre rádiochémie a radiačnej chémie CHTF SVŠT sa využila na analýzu uhľovodíkov, na stanovenie vodíka, na stanovenie uránu a tória vo vodných roztokoch, na analýzu farmaceutických prípravkov a na indikáciu bodu ekvivalencie.^{4, 5, 9}

Absorpcia a spätný rozptyl gama žiarenia sa u nás používali iba v ojedinelých prípadoch. E. Havránek a P. Schiller (Farmaceutická fakulta UK, Bratislava) použili spätný rozptyl gama žiarenia pri analýze farmaceutických prípravkov a J. Tölgyessy a P. Dillinger (CHTF SVŠT, Bratislava) pri gama absorpčnej analýze modelových roztokov.

Neutrónová absorpčná analýza sa zakladá na úkaze, že atómové jadrá niektorých prvkov mimoriadne intenzívne pohlcujú pomalé neutróny (majú veľký absorpčný účinný prierez). Ak skúmaný material zložený z prvkov s malým absorpčným účinným prierezom obsahuje veľmi malé množstvo prvku s veľkým absorpčným účinným prierezom, prejaví sa to s podstatným znížením intenzity prúdu neutrónov po prechode cez analyzovanú látku. Na základe zníženia intenzity neutrónového žiarenia, ktoré meriame neutrónovými detektormi, zistíme potom množstvo skúmaného prvku v analyzovanej látke. Analytickým využitím *absorpcie neutrónového žiarenia* sa zaoberali v bývalej ČSSR iba na našej Katedre so spolupracovníkmi z iných pracovísk (J. Tölgyessy, P. Dillinger, Š. Varga – CHTF SVŠT, C. Kubík – Omnia Bratislava, B. Žitňanský – Zváračský výskumný ústav Bratislava, M. Šaršúnová – KKL pri KSL Bratislava). Vypracovali sa metódy na stanovenie bóru v niklových povlakoch, vo farmaceutických prípravkoch, v silikátových materiáloch, hutníckych materiáloch a i. Veľmi zaujímavá a principiálne nová aplikácia je použitie absorpcie neutrónového žiarenia na indikáciu bodu ekvivalencie pri titračných stanoveniach (J. Tölgyessy, P. Dillinger- CHTF SVŠT Bratislava). Táto metóda sa môže použiť aj na

stanovenie prvkov s veľmi nízkou hodnotou neutrónového absorpčného účinného prierezu.^{4, 5, 9}

Rádionuklidová röntgenfluorescenčná analýza sa zakladá na poznatku, že ak dopadne nízkoenergetické elektromagnetické žiarenie (gama žiarenie, brzdné žiarenie) na skúmanú látku, vyráža z atómu absorbujúcej látky elektrón zvyčajne z elektrónovej hladiny umiestnenej najbližšie k jadrú. Prázdne miesto na tejto hladine zaplní elektrón z niektorej vyššej hladiny. Preskok elektrónu zo vzdialenejšej hladiny na niektorú z vnútorných hladín je spätý s vyslaním charakteristického žiarenia (röntgenového fluorescenčného žiarenia) alebo nízkoenergetických elektrónov. Vplyvom interakcie žiarenia, vysielaného rádionuklidom, s analyzovanou vzorkou stanovovaná zložka vysiela fluorescenčné röntgenové žiarenie. Energia žiarenia je charakteristická pre stanovovaný prvok a intenzita emitovaného žiarenia je úmerná množstvu stanovovanej zložky v analyzovanej vzorke. Pri rádionuklidovej röntgenfluorescenčnej analýze sa excituje v analyzovanej vzorke okrem fluorescenčného žiarenia stanovovanej zložky (prvku) aj fluorescenčné žiarenie nestanovovaných zložiek vzorky. Detekcia röntgenového fluorescenčného žiarenia vyžaduje detektory citlivé na nízkoenergetickú oblasť. Detektory sa volia tak, aby ich detekčná účinnosť bola maximálna pre energiu príslušných čiar röntgenového fluorescenčného žiarenia stanovovaného prvku v analyzovanej vzorke a súčasne čo najnižšia na detekciu tých druhov žiarenia, ktoré pôsobia rušivo pri analýze: fluorescenčné žiarenie nestanovovaných zložiek matrice analyzovanej vzorky a všetkých druhov rozptýleného žiarenia.

Rádionuklidová röntgenfluorescenčná analýza sa intenzívne aplikovala a dodnes sa používa na niektorých pracoviskách (Farmaceutická fakulta UK Bratislava – E. Havránek, A. Bumbálová, P. Schiller; Výskumný ústav zväračský Bratislava – Ľ. Oláh; FU SAV Bratislava – V Kliment; CHTF STU - J. Tölgyessy, M. Harangozó). Röntgenfluorescenčná technika sa použila na analýzu roztokov, tuhých látok, malých množstiev stanovovaných látok na nosiči, historicky cenných predmetov, biologických materiálov, materiálov na zváranie, na rádioekologické štúdiá a na indikáciu bodu ekvivalencie pri zrážacích titráciách. Pracovníci Chemickotechnologickej fakulty STU a Farmaceutickej fakulty UK prispeli do celosvetovej klenotnice odborných publikácií aj monografickým spracovaním rádionuklidovej röntgenfluorescenčnej analýzy so zameraním na životné prostredie, ktoré vyšlo v anglickom²⁰ a slovenskom²¹ jazyku.

Po mojom prechode na Katedru chémie a technológie životného prostredia som začal aplikovať nukleárne analytické metódy na riešenie problémov životného prostredia. Napisali sme a publikovali najmä so

spolupracovníkmi z Moskvy (Jakovlev Ju.V., Bilimovič G.N.) a z USA (E. H. Klehr) monografie o aplikácii nukleárných analytických metód na stanovenie toxických nečistôt v zložkách životného prostredia^{18, 19, 23, 25 - 31}

Radiačná chémia na Slovensku

Poznatky o chemických účinkoch vysokoenergetického žiarenia boli do štyridsiatych rokov minulého storočia pomerne skromné a týkali sa prevažne vodných roztokov. Ťažisko výskumu radiačných efektov bolo spočiatku v biologických účinkoch, čo bolo motivované ochranou pracovníkov pred žiarením. Praktický význam radiačných efektov sa zvýšil až v čase prevádzky jadrových reaktorov, rozvoja jadrovej techniky, veľkovýroby rádionuklidov a rozsiahlej činnosti urýchľovačov. Uvedené zariadenia totiž významne prispeli k príprave a výrobe rádioaktívnych nuklidov. Radiačnochemický výskum, ale najmä technologické využitie radioačnochemických procesov vyžadujú relatívne výkonné zdroje žiarenia. Radiačné efekty sa uplatňujú v rôznych oblastiach vedy a techniky. Radiačnochemické reakcie sú technologicky dôležité vtedy, keď umožňujú jednoduchšie získať také produkty, pri ktorých doterajšia technológia ráta s náročnými podmienkami (teploty, tlaky, katalyzátory). Radiačná chémia v zahraničí (najmä USA, Japonsko, Nemecko, Francúzsko) sa dnes už uplatňuje v poloprevádzkových a prevádzkových podmienkach výroby.

Radiačná chémia a fotochémia sú na základe obsahu blízke oblasti chémie a ich odlišnosť sa zakladá na rôznej hodnote absorbovanej energie, ktorá chemickú reakciu iniciuje. V prípade radiačnej chémie ide o procesy spôsobované absorpciou 10^6 až 10^8 -násobne väčšej energie ako v prípade fotochémie. Absorpciou energie vysokoenergetického žiarenia vznikajú v ožiarenej sústave rozličné medziprodukty – excitované útvary, ióny, nadväzne voľné radikály – ktoré však nie sú rozptýlené v celom objeme ožiarenej látky, ale sústreďujú sa pozdĺž dráhy častice v ožiarenej látke. Vysokoenergetické žiarenie spôsobuje v závislosti od hodnoty energie – nezávisle od fotónového alebo korpuskulárneho charakteru žiarenia – veľký počet interakčných dejov. Pri úplnom spomalení častice vzniká 10^5 až 10^6 excitovaných atómov, molekúl, iónov alebo voľných radikálov.

Zdroje žiarenia používané v radiačnej chémii a technológii môžu byť rádionuklidové alebo technické. Tieto zdroje môžu vysielat' elektromagnetické, elektrónové, iónové alebo neutrónové žiarenie, ktoré sa využíva na vyvolanie radiačnochemických reakcií.

Začiatky radiačnochemických výskumov môžeme datovať od 60. rokov minulého storočia na Katedre rádiochemie a radiačnej chémie, kde vznikla aj prvá učebnica radiačnej chémie autorov Š. Vargu a J. Tölgyessyho ¹ po rozšírení a prepracovaní základnej učebnice jadrovej chémie ².

Praktický rozvoj radiačnochemických experimentov začal až začiatkom 70-tych rokov minulého storočia, kedy boli nainštalované dve komorové rádionuklidové zariadenia ruskej výroby RCH-gama-30 na bývalej Katedre rádiochemie a radiačnej chémie CHTF SVŠT a na Štátnom drevárskom výskumnom ústave v Bratislave. Tieto zdroje mali náplň ⁶⁰Co, počiatočnú aktivitu okolo 0,37 PBq, homogénne pole žiarenia a objem ožarovacej komory 2 dm³. Tieto malé ožarovacie zariadenia boli svojou kapacitou a dávkovým príkonom vhodné iba na experimenty v oblasti základného výskumu. Podobné zameranie malo i rádionuklidové ožarovacie zariadenie, ktoré si pred rokmi svojpomocne vyrobili na Výskumnom ústave potravín. V súčasnosti je z týchto zdrojov funkčné už len zariadenie inštalované na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave a jeho dávkový príkon je okolo 0,3 kGy/h. Experimenty sú zamerané hlavne na testovanie radiačnej stability materiálov a radiačnú sterilizáciu. Nádejou pre tento vedný odbor je budovanie Cyklotrónového centra SR, kde sa urýchľovače (cyklotrón a betatrón) budú používať aj na radiačnochemické experimenty najmä v prevádzkovom meradle.

Radiačnochemické experimenty boli započaté absolventami a ašpirantami vysokých škôl, ktorí študovali v Sovietskom zväze (Drienovský, Dillinger, Macášek, Mikulaj, Kopunec) a pedagogickými pracovníkmi práca na Chemickotechnologickej fakulte (Varga, . Tölgyessy) a na Fakulte prírodných vied UK (Drienovský) v Bratislave. Okolo týchto odborníkov sa vytvorila skupina poslucháčov, ktorí sa potom intenzívne venovali aj radiačnochemickému výskumu. Z tohto obdobia pochádza práca P. Dillingera a kol. o radiolýze diizopropyléteru ^{3,4}.

V ďalšej časti našej publikácie stručne uvediem výsledky výskumu slovenských odborníkov podľa tematického zamerania.

Radiačná kompozičná modifikácia anorganických a organických tuhých látok, najmä odpadov

Problém tuhých odpadov je celosvetovým problémom a na jeho riešenie, v rámci starostlivosti o životné prostredie, pracuje veľa výskumných ústavov. Stále sa zvyšujúci dôraz na čistotu životného prostredia vyžaduje nielen prehodnotenie konvenčných technológií úpravy, zneškodnenia

a zhodnocovania odpadov, ale aj vývoj efektívnejších prostriedkov v prípadoch, v ktorých sa konvenčné metódy neosvedčili. Študujú sa možnosti zneškodnenia toxických a životnebezpečných odpadov. Na Chemickotechnologickej fakulte SVŠT (teraz Fakulta Chemickej a Potravinárskej technológie STU) sa od 60. rokov intenzívne zaoberali touto problematikou pracovníci Varga Š., Piatrik M., Földesová M., Dillinger P., Tölgyessy J.

Polymérovo-kompozitné sústavy predstavujú významnú skupinu látok tak z hľadiska prípravy, ako aj súboru vlastností. Vysokoenergetické žiarenie vyvoláva v sústave dvoch, prípadne viacerých zložiek, z ktorých jedna je organický monomér (metylmetakrylát, styrén), radiačno-chemické reakcie a celá sústava spolymerizuje. Vzniká materiál kompozitného typu³⁴⁻³⁸. Vhodnou kombináciou kompozitných zložiek, ich pomeru, výberom prísad a vhodnej radiačnej dávky žiarenia možno pripraviť materiály s vlastnosťami, ktoré možno vopred ohraničiť.

Príprava materiálov kompozitného typu, kde jednou zložkou je anorganický odpadový materiál, napr. červený kal, lúženec (Niklová huta), betón, piesok, kovové piliny a pod. vychádza z využitia radiačnej homopolymerizácie, resp. kopolymerizácie použitého monoméru. Radiačná dávka potrebná na polymerizáciu monoméru je taká nízka, že v anorganických materiáloch nevyvoláva žiadne efekty a v niektorých prípadoch môže byť ovplyvnená iba retardačno-inhibičným vplyvom prímiesí (síra, kyslík, antioxidanty).^{39, 40}

Pri príprave kompozitných materiálov s organickou zložkou sa okrem radiačnej homopolymerizácie a kopolymerizácie môžu uplatňovať aj prenosové reakcie, vyznačujúce sa prenosom kinetického reťazca pomocou molekuly monoméru, polyméru alebo ďalších zložiek (sieťovanie). Radiačné procesy sú kladne ovplyvňované rôznymi aditívami (napr. sadze), negatívny vplyv má napr. prítomnosť kyslíka.

V sedemdesiatych rokoch minulého storočia sa riešil v rámci ČSFR rozsiahly projekt zhodnocovania odpadových materiálov z výroby, ako sú napr. drevené piliny, gumové piliny z protektorovania pneumatík, kostná drť, srst', betónová drvina a pod. radiačnou polymerizáciou s monomérmi, napr. metylmetakrylát, styrén, vinylacetát, akrylonitril a pod. Skúmali a navrhli sa najvhodnejšie podmienky radiačnej polymerizácie týchto materiálov, vypracovala sa metodika výroby malo a veľkoplošných vzoriek, testovali sa ich chemické, fyzikálne a mechanické vlastnosti. Na niekoľkoročnom projekte sa podieľali pracovníci CHTF SVŠT (Varga, Piatrik, Földesová, Košík, Reiser, Lužáková), Štátneho drevárskeho ústavu (Jokel) a pracovníci z viacerých ústavov dnes už Českej republiky. Niektoré experimenty vyústili

do poloprevádzky, ale výroba sa nerealizovala pre nedostatok financií na zakúpenie veľkoplošného ožarovacieho zariadenia a rastúci tlak časti verejnosti proti využívaniu vysokoenergetického žiarenia. Bola to škoda, lebo v iných krajinách sa bežne vyrábali týmto spôsobom napr. drevoplastické látky, ktoré sa používali a doteraz používajú v namáhaných podmienkach, napr. ako podlahoviny na letiskách, rúčky na nože, náradie, betónplastické látky na podmorské stavby a pod. Radiačnou polymerizáciou možno úspešne solidifikovať i nízko a stredne aktívne tuhé rádioaktívne odpady a použiť ich pri podzemných a podvodných stavbách bez rizika dekontaminácie vzhľadom na ich vysokú fyzikálnu a chemickú stabilitu. Experimentálne výsledky sú väčšinou publikované v slovenských a československých výskumných správach tohto obdobia.

Organoplasty môžu nájsť široké použitie v elektrotechnike, pretože majú výborné izolačné vlastnosti, neprijímajú vlhkosť a sú stále aj v agresívnych prostrediach.

Vodné roztoky niektorých organických látok a bakteriofágov

Na Katedre rádiochemie a radiačnej chémie CHTF SVŠT a na Výskumnom ústave vodného hospodárstva (Tölgyessy P., Vančo D., Kollár M., Piatrik M.) študovali vplyv gama žiarenia na vodné roztoky týchto toxických a biologicky ťažko rozložiteľných toxických látok: trimorfamid, 2-merkaptobenzotiazol, N-oxydietylén-2-benzotiazolsulfamid, morfolín, bentazon a chlortoluén. Prítomnosť uvedených látok v odpadových vodách spôsobuje ťažkosti pri tradičných spôsoboch ich čistenia. Ukázalo sa, že použitie vysokoenergetického žiarenia vo všeobecnosti nie je vhodnou cestou na zlepšenie biodegradability vodných roztokov týchto ťažko rozložiteľných látok. Študoval sa tiež vplyv rozpusteného kyslíka na inaktiváciu bakteriofágov vo vode vysokoenergetickým žiarením ako aj vplyv gama-žiarenia na hodnotu BSK₅. Skúmaním mechanizmu pôsobenia žiarenia pri inaktivácii bakteriofágov vo vode sa zistilo, že za prítomnosti rozpusteného kyslíka dôležitú úlohu pri inaktivácii fágov majú HO radikály, avšak ich rekombinácia s prítomnými OH radikálmi zoslabuje účinok zvyšovania koncentrácie rozpusteného kyslíka ⁴¹⁻⁴⁷.

Pracovníci Katedry jadrovej chémie PriF UK v Bratislave Čech, Mátel, Macášek a i. sa intenzívne venovali štúdiu rádiolýzy chelátových sústav, hlavne komplexov kobaltu, ktoré sa používali ako extrakčné činidlá pre cézium pri prepracovávaní vyhoreného jadrového paliva ⁴⁸⁻⁵⁵.

Radiačnou oxidáciou fenolu v petrochemických odpadových vodách a rádiolýzou fenolových derivátov v nitrobenzénových systémoch sa zaoberali Čech, Čechová, Kopunec, Macášek, Mátel, Mikulaj, Rajec a Švec ⁵⁶⁻⁶³.

Radiačná stabilita extrakčných činidiel potrebných na odstraňovanie rádionuklidov z produktov jadrového štiepenia na báze benzyldibutylamínu a benzyldimetylamóniumnitrátu a neskôr zlúčenín na báze crownovej štruktúry zaujímala pracovníkov – Čech, Kuruc, Macášek a Mátel⁶⁴⁻⁷¹.

Riešenie fyzikálne-chemických problémov makromolekulových a iných látok použitím rádioaktívnych kryptonátov

Séria prác bola publikovaná v oblasti štúdia radiačnej stability polymérov na základe sledovania dekrytonácie pripravených rádioaktívnych kryptonátov polymérnych látok v závislosti od dávky gama žiarenia. Sledovanie možností kryptónácie a štúdium dekrytonácie sa ukázalo ako vhodný prostriedok na štúdium celého radu efektov prebiehajúcich v ožiarenom polyméri a tým dávalo možnosť pre získanie informácií o štruktúre a fyzikálnych vlastnostiach týchto látok - polymetylmetakrylát, polystyrén, polyetylén, polyvinylchlorid, polyvinylalkohol a i. Experimentami sa zaoberali Tölgyessy, Harangozó, Čík, Lesný, Piatrik, Varga, Dillinger, Košík, Dillingerová, Uher, Lukáč⁷²⁻⁷⁵. Ukázala sa tiež možnosť použitia rádioaktívnych kryptonátov niektorých plastov pre dozimetrické účely (predovšetkým pre vyššie dávky)⁷⁶. Touto technikou sa študovala aj radiačná stabilita niektorých izotiokyanátov⁷⁷ a heptakain hydrochloridu⁷⁸⁻⁸¹. Študovali sa i možnosti radiačnej kopolymerizácie polypropylénu s maleinanhydridom, akrylonitrilom a glykolmetakrylátom⁸²⁻⁸⁵. Študovali sa aj zmeny štruktúry polyacetylénu a dopovaného polyacetylénu ožiareného rôznymi dávkami vysokoenergetického žiarenia metódami EPR a dekrytrónačnou termickou analýzou⁸⁶⁻⁸⁹. Radiačná chémia prispela i k štúdiu fyzikálnych a chemických vlastností nekraštalických a metastabilných kovových materiálov, hlavne kovového skla $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ ⁹⁰⁻⁹³.

Radiačnochemická degradácia znečistenín životného prostredia

Pozornosť sa venovala aj problémom zníženia znečistenia zložiek životného prostredia. Študovala sa najmä degradácia polychlórovaných bifenylov radu Delor v tuhých destilačných reziduách (Földesová M., Varga Š., Piatrik M., Tölgyessy J.)⁹⁴⁻⁹⁹. Metóda radiačného rozkladu sa použila na odstraňovanie organického znečistenia v odpadových vodách zo živočíšnej výroby (Tölgyessy J., Földesová M., Drtil M.)¹⁰⁰.

Využitím vysokoenergetického žiarenia na čistenie odpadových vôd sa zaoberali aj Čech, Kopunec, Kuruc, Macášek, Rajec a Švec¹⁰¹⁻¹⁰⁴.

Radiačná stabilita materiálov

Vysokoenergetické žiarenie vyvoláva v ožarovanom materiáli žiaduce alebo naopak, negatívne zmeny. Štúdiom radiačnej stability anorganických i organických materiálov sa dlhé roky zaoberali a zaoberajú pracovníci Földesová, Lukáč a Dillinger¹⁹⁵⁻¹⁰⁹. Testovali sa tesniace, náterové a konštrukčné materiály určené pre jadrové zariadenia v ČSFR a neskoršie SR. Významný úspech sa dosiahol pri vývoji radiačne stabilnej tesniacej pásky na tesnenie spojov v kontrolovanej zóne jadrovej elektrárne. Testovala sa radiačná stabilita tkanín a plstí na báze sklenených vlákien a minerálno-vláknité materiály na báze čadiča. Stanovovala sa radiačná stabilita rôznych typov betónov, elektronických súčiastok, káblov, armatúr, epoxidových farieb, polyesterových a epoxidových živíc a náterov pre potreby jadrových zariadení. Určovala sa radiačná stabilita bitumenu používaného na uskladňovanie rádioaktívnych odpadov a protipožiarneho systému. Súčasťou skúšok radiačnej stability bolo i štúdium dezaktivácie zamorených materiálov dekontaminačnými roztokmi a mechanickými postupmi. Väčšina výsledkov je uvedená vo výskumných správach uložených u zadávateľov.

Ionizujúce žiarenie sa použilo na sterilizáciu lyofilizovanej hlivy ustricovej, ktorá je súčasťou liečiv na znižovanie cholesterolu v organizme (Földesová M.). Pre lekárske účely sa použilo žiarenie na radiačnú sterilizáciu novovyvinutých implantačných materiálov pre vnútorné humánne použitie, ktoré sa nedajú sterilizovať inými metódami (Lukáč P., Földesová M.).

Vysokoenergetické žiarenie sa použilo aj na sterilizáciu drevokazného hmyzu pri ochrane našich lesov (Lukáč P., Földesová M.). EPR spektroskopiou, metódami ESR, HPLC, GC-FTIR-MS a kapilárnou izotachoforézou študoval rádiolýzu a radiačný výťažok mnohých zlúčenín a sústav J. Kuruc a kol.¹¹⁰⁻¹²³.

Výučba disciplín a výchova vedeckých pracovníkov

Výučba v oblasti nukleárnej analytickej chémie a radiačnej chémie, alebo celkove jadrovej chémie v období r. 1960-1976 sa realizovala na Katedre rádiochémie a radiačnej chémie CHTF SVŠT a od r. 1965 na Katedre jadrovej chémie PF UK. Na Chemickotechnologickej fakulte bola Katedra rádiochémie a radiačnej chémie v r. 1976 administratívnym zásahom zrušená a od r. 1995, po vytvorení Oddelenia rádioekológie pri Katedre chémie a technológie životného prostredia, znova pokračovala, avšak iba pre malý počet poslucháčov v rámci špecializácie *chémia a technológia životného prostredia*. Na Prírodovedeckej fakulte prebieha naďalej výchova odborníkov - špecialistov v oblasti jadrovej chémie. O jadrovej chémii a rádioekológii

získavajú poslucháči informácie aj na Katedre chémie FPV UMB v Banskej Bystrici.

Vedecká výchova v jadrovej chémii sa začala už v sedemdesiatych rokoch minulého storočia na SVŠT v Bratislave, kedy boli školení prví ašpiranti zo SR a zo zahraničia. Komisie pre obhajobu doktorandských prác (PhD) a doktorských prác (DrSc.) existovali do r. 2009 so sídlom pre doktorandské dizertačné práce na Fakulte prírodných vied UK a pre doktorské dizertačné práce so sídlom na FChPT STU v Bratislave. Dnes existuje iba Komisia pre doktorandské štúdium na Prírodovedeckej fakulte UK.

Samostatná komisia pre odbor rádioekológia u nás nikdy neexistovala a tento odbor nebol akreditovaný ani pre postgraduálne štúdium. Doktorandské práce s rádioekologickou problematikou sa obhajovali pred komisiou pre jadrovú chémiu

Veľmi cenným prínosom pre oblasť nukleárnej analytickej chémie je 1739 stranová monografia *Handbook of Radioanalytical Chemistry*, ktorá vyšla v anglickom jazyku vo vydavateľstve CRC Press, Baltimore, r. 1991, kde jedným z dvoch autorov bol Prof. J. Tölgyessy.

Veľmi úzka bola spolupráca slovenských odborníkov s niektorými zahraničnými pracoviskami, napr. v Texase, v Bulharsku, v Indii, v Myanmare, v Egypte a i.

*

Pri retrospektívnom pohľade na naše výsledky v oblasti aplikovanej jadrovej chémie a čiastočne aj rádioekológie môžeme konštatovať, že pracovníci našej fakulty čestným podielom prispeli do týchto oblastí aplikovanej jadrovej chémie.

Perspektívy pre budúcnosť však nie sú ružové. Na vysokých školách sa redukuje výučba disciplín z jadrových vied, prístrojové vybavenie pracovísk je zastaralé (pracuje sa s prístrojmi viac ako 30 rokov starými, na nové nie sú peniaze!), podobne sú veľké problémy aj s kádrami, pretože ich priemerný vek je viac ako 60. rokov. Na našej fakulte disciplíny ako rádiochémia a radiačná chémia úplne vytratili z učebných plánov. Predpokladáme, že situácia sa nezlepší ani v budúcnosti, pretože školské a štátne orgány nepodporujú rozvoj týchto vedných disciplín a nové kádre sú vychovávané iba v enormne malom počte (na Katedre jadrovej chémie PriF UK, v Bratislave).

Myslíme si, že v súčasnosti, v období fungovania jadrovej energetiky, výstavby Cyklotrónového centra SR a využívania rádioanalytických metód a rádionuklidov v národnom hospodárstve, je to smutné konštatovanie. Nielen my, ale hlavne kompetentní by mali svojím záujmom a podielom prispieť

k zvýšeniu povedomia ľudí v tejto oblasti a vychovávaní väčšieho počtu odborníkov aspoň na európskej úrovni.

LITERATÚRA

1. VARGA, Š., TÖLGYESSY, J.: Základy radiačnej chémie a radiačnej technológie, Alfa, Bratislava (1982) 332 str.
2. VARGA, Š., TÖLGYESSY, J.: Rádiochémia a radiačná chémia (Základy a aplikácie), Alfa, Bratislava, (1976) 520 str..
3. TÖLGYESSY, J., DILLINGER, P., HARANGOZÓ, M.: Jadrová chémia, FPV UMB, Banská Bystrica, 2001. 315 str.
4. TÖLGYESSY, J., VARGA, Š.: Nukleárna analytická chémia, Alfa, Bratislava, (1971) 301 str.
5. TÖLGYESSY, J.: Jadrové žiarenie v chemickej analýze, SNTL, Praha, SVTL, Bratislava, 1962, 384 str.; rozšírené maďarské vydanie „Magsugárzás a kémiai analízisben“, Műszaki, Budapest, 1965. 432 str.
6. TÖLGYESSY, J., VARGA, Š., KRIVÁŇ, V.: Nuclear Analytical Chemistry I. Introduction to Nuclear Analytical Chemistry. University Park Press, Baltimore, 1971. 271 str.
7. TÖLGYESSY, J., VARGA, Š. (za spoluúčasti M. Kyrša, J. Krtila a V. Kriváňa): Nuclear Analytical Chemistry II. Radioactive Indicators in Chemical Analysis, University Park Press, Baltimore, 1972. 436 str.
8. TÖLGYESSY, J., VARGA Š.: Nuclear Analytical Chemistry III. Radiochemical and Activation Analysis, University Park Press, Baltimore, 1974. 299 str.
9. TÖLGYESSY, J., VARGA, Š. (za spoluúčasti J.CIRÁKA): Nuclear Analytical Chemistry IV. Analysis Based on the Interaction of Nuclear Radiation with Matter. University Park Press, Baltimore, 1975. 300 str.
10. TÖLGYESSY, J., VARGA Š., DILLINGER, P., KYRŠ, M. (za spoluúčasti J. KRTILA, J. RAISA a L. KOKTU): Nuclear Analytical Chemistry V. Tables, Nomograms and Schemes, University Park Press, Baltimore, 1976. 493 str.
11. TÖLGYESSY, J., KYRŠ, M.: Radioanalytical Chemistry I., Ellis Horwood, Chichester, 1989. 354 str.
12. TÖLGYESSY, J., KYRŠ, M.: Radioanalytical Chemistry 2., Ellis Horwood, Chichester, 1989. 498 str.

13. TÖLGYESSY, J., BUJDOSÓ, E.: Handbook of Radioanalytical Chemistry Vol. I., CRC Press, 1991. 667 str.
14. TÖLGYESSY, J., BUJDOSÓ, E.: Handbook of Radioanalytical Chemistry Vol. II., CRC Press, 1991. 1073 str.
15. BRAUN, T., TÖLGYESSY, J.: Radiometric Titrations, Pergamon Press; Oxford, 1967; S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1968. 150 str.
16. TÖLGYESSY, J.: Rádiometrické titrácie, VSAV, Bratislava, 1966. 297 str.
17. TÖLGYESSY, J., BRAUN, T., KYRŠ, M.: Isotope Dilution Analysis, Pergamon Press, Oxford, 1971, 194 str.; Atomizdat, Moskva, 1975. 215 str.
18. TÖLGYESSY, J., KLEHR E.H.: Nuclear Environmental Chemical Analysis, Ellis Horwood. Chichester, 1987. 185 str.
19. TÖLGYESSY, J.: Radioanalitičeskaja chimija, Energoatomizdat, Moskva, 1987. 183 str.
20. TÖLGYESSY, J., HAVRÁNEK, E., DEJMKOVÁ, E.: Röntgenfluorescenčná analýza zložiek životného prostredia, Alfa, Bratislava, 1983. 203 str.
21. TÖLGYESSY, J., HAVRÁNEK, E., DEJMKOVÁ, E.: Radionuclide X-ray Fluorescence Analysis with Environmental Applications, Elsevier, Amsterdam, 1990. 254 str.
22. TÖLGYESSY, J.: „Detektívi“ atómového veku, Obzor, Bratislava, 1973, 198 str. ; Atomizdat, Moskva, 1977, 228 str.; Horizont, Praha, 1975; Panstvomve Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1977, 299 str.; Gondolat, 1977. 238 str.
23. TÖLGYESSY, J., JAKOVLEV, JU. V., BILIMOVICH, G.N.: Diagnostika okružajúcej srody radioanalitičeskimi metodami, Energoatomizdat, Moskva, 1985. 193 str.
24. KYRŠ, M., TÖLGYESSY, J., BILIMOVICH, G.N.: Novye metody radioanalitičeskoy chimii, Energoatomizdat, Moskva, 1982. 321 str.
25. TÖLGYESSY, J., KLEHR, E.H.: Jadernye metody chimičeskovo analiza okružajúčšej srody, Chimija, Moskva, 1991. 187 str.
26. BALEK, V., TÖLGYESSY, J.: Emanation Thermal Analysis and other Radiometric Emanation Methods, Elsevier, Amsterdam, 1984. 303 str.
27. BALEK, V., TÖLGYESSY, J.: Emanacionno-termičeskij analiz, Mir, Moskva, 1986. 345 str.
28. GARTEN, REINER P.H., TÖLGYESSY, J.: Radionuclides in analytical chemistry, Ulman's Encyclopedia of Industrial Chemistry on CD-ROM, 2001, 6th Edition, Wiley-VCH. 60 str.

29. KLAS, J., TÖLGYESSY, J., LESNÝ, J.: Sub-super-ekvivalentová izotopová zriedovacia analýza, Veda, Bratislava, 1985. 154 str.
30. TÖLGYESSY, J.: Otázky a odpovede z jadrovej chémie a technológie, Alfa, Bratislava, 1987, 370 str.
31. ŠÁRO, Š., TÖLGYESSY, J.: Rádioaktivita prostredia, Alfa, Bratislava, 1985, 303 str.
32. DILLINGER, P.: Zborník II. Celoštátnej konferencie o radiačnej chémii, Praha, 1 (1961) 47.
33. SARAIEVA, V. V., BACH, N. A., DAKIN, V. I., DILLINGER, P.: Kinetika i Kataliz, 3 (1962) 865.
34. VARGA, Š., KOŠÍK, M.: Drevo, 21 (1966) 305.
35. VARGA, Š., KOŠÍK, M.: Jaderná energie, 13 (1967) 62.
36. VARGA, Š., KOŠÍK, M., JOKEL, J., KATUŠČÁK, S.: Drevársky výskum, 3 (1967) 143.
37. VARGA, Š., KOŠÍK, M., KATUŠČÁK, S.: Jaderná energie, 13 (1967) 220.
38. FÖLDESOVÁ, M., VARGA, Š., PIATRIK, M., TÖLGYESSY, J.: Zborník prác Chemickotechnologickej fakulty SVŠT (1977-1978) 121.
39. PIATRIK, M., TÖLGYESSY, J., FÖLDESOVÁ, M., VARGA, Š.: Zborník prác Chemickotechnologickej fakulty SVŠT (1977-1978) 127.
40. TÖLGYESSY, J., PIATRIK, M., FÖLDESOVÁ, M., HARANGOZÓ, M.: Acta Univ. Matthaei Belii, Ser. Chem. No. 7 (2003)
41. TÖLGYESSY, P., VANČO, D., KOLLÁR, M., PIATRIK, M.: Vodní hospodářství B, 37 (1987) 150.
42. TÖLGYESSY, P., KOLLÁR, M., VANČO, D., PIATRIK, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem. Lett., 107 (1986) 291.
43. TÖLGYESSY, P., KOLLÁR, M., VANČO, D., PIATRIK, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Lett., 107 (1986) 315.
44. TÖLGYESSY, P., BÜCHLEROVÁ, E., BRITKO, J.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Lett., 126 (1988) 139.
45. TÖLGYESSY, P., J. Radioanal. Nucl. Chem., Lett., 128 (1988) 321.
46. TÖLGYESSY, P.: J. Radioanal. Chem., Articles, 140 (1990) 323.
47. TÖLGYESSY, P., PIATRIK, M.: Radioisotopy, 29 (5-6) (1988) 462.
48. ČECH, R.: Chem. Listy, 68 (1974) 1.
49. ČECH, R.: Chem. Zvesti, 28 (1974) 47.
50. ČECH, R., BURČÍK, I.: Acta F. R. N. Univ. Comen. – Chimia 21 (1975) 1.

51. MÁTEL, Ľ., ČECH, R.: *Radiochem. Radioanal. Lett.* 27 (1977) 67.
52. MÁTEL, Ľ., ČECH, R., MACÁŠEK, F.: *Sborník dokladov IV. simpoziuma SEV*, 28.3.-1.4.1977, Karlovy Vary, ČSSR, tom II, str. 162-168. ČSKAE, Praha 1977.
53. MÁTEL, Ľ., ČECH, R., MACÁŠEK, F., HEŘMÁNEK, S., PLEŠEK, J.: *Radiochem. Radioanal. Lett.*, 29 (1977) 317.
54. MÁTEL, Ľ., ČECH, R., MACÁŠEK, F., HEŘMÁNEK, S., PLEŠEK, J.: *Radiochem. Radioanal. Lett.*, 35 (1978) 241.
55. MACÁŠEK, F., MÁTEL, Ľ., KYRŠ, M.: *Radiochem. Radioanal. Lett.*, 35 (1978) 247.
56. MIKULAJ, V., KIRÁLYOVÁ, Z., MÁTEL, Ľ.: *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae*, 5 (1979) 57.
57. MACÁŠEK, F., ČECH, R., KAMENISTÁ, H., KOPUNEC, R., MÁTEL, Ľ., ŠVEC, A.: *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae.*, 7 (1981) 57.
58. MACÁŠEK, F., KAMENISTÁ, H., KOPUNEC, R., MIKULAJ, V., RAJEC, P.: *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae*, 7 (1981) 73.
59. ŠVEC, A., MACÁŠEK, F., RAJEC, P., MIKULAJ, V.: *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae*, 9 (1984) 177.
60. MIKULAJ, V., KOPUNEC, R., ČECH, R., RAJEC, P., MÁTEL, Ľ.: *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae*, 9 (1984) 183
61. ČECHOVÁ, S., MACÁŠEK, F., ČECH, R.: *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters*, 104 (1986) 305.
62. ČECHOVÁ, S., MACÁŠEK, F., ČECH, R.: *Int. J. Radiat. Appl. Instrum. Part C., Radiat. Phys. Chem.*, 30 (1987) 119.
63. ČECHOVÁ, S., MACÁŠEK, F., ČECH, R.: *International Solvent Extraction Conference, ISEC, '88. Conference Papers, Vol. IV*, p.165-167. Moscow 1988.
64. JEDINÁKOVÁ, V., ČECH, R.: *J. Radioanal. Chem.*, 62 (1981) 7.
65. JEDINÁKOVÁ, V., TEPLÝ, J., NOVÁK, J., ČECH, R., CIBULKOVÁ, J.: *Nukleonika*, 26 (1981) 803.
66. JEDINÁKOVÁ, V., TEPLÝ, J., NOVÁK, J., ČECH, R.: *Sb. VŠCHT v Prahe, Anorg. chemie a technologie*, B28 (1983) 121.
67. MACÁŠEK, F., ČECH, R.: *Radiat. Phys. Chem.*, 23 (1984) 473.
68. MACÁŠEK, F.: *Radiat. Phys. Chem.*, 23 (1984) 481.
69. ČECH, R., CHRENČÍKOVÁ, H., ŠIRÁŇOVÁ, V., KURUC, J., MACÁŠEK, F.: *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters*, 86 (1984) 337.

70. ČECH, R., RAČAY, P., MACÁŠEK, F.: Int. J. Radiat. Appl. Instrum. Part C, Radiat. Phys. Chem., 33 (1989) 109.
71. KURUC, J.: *Rádiolýza v jadrovochemických extrakčných sústavách*. Piešťany: Turista, 1996. 360 str., ISBN 80-85670-12-7.
72. TÖLGYESSY, J., ČÍK, G., LESNÝ, J., PIATRIK, M., VARGA, Š.: Jaderná energia, 19, č. 6, (1973) 201.
73. TÖLGYESSY, J., ČÍK, G., LESNÝ, J., PIATRIK, M., VARGA, Š.: Jaderná energia, 19, č. 7, (1973) 227.
74. HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J., KOŠÍK, M., DILLINGER, P., DILLINGEROVÁ T.: Termanal 76 (1976) 15.
75. UHER, M., HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J., DILLINGER, P.: Isotopenpraxis, 12 (1976) 291.
76. HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J., DILLINGER, P., DILLINGEROVÁ T., KOŠÍK, M.: Radiochem. Radioanal. Letters, 28 (1977) 315.
77. ČIŽMÁRIK J., HARANGOZÓ M., TÖLGYESSY, J., UHER, M.: Radiochem. Radioanal., Letters, 54 (1982) 95.
78. HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J., DILLINGER, P., DILLINGEROVÁ T., KOŠÍK, M.: TERMANAL'76, Vysoké Tatry – Smokovce, 5. 10. – 8. 10. 1976., 86.
79. DILLINGER, P., HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J.: Brdička days on Radiation Chemistry, Mariánské Lázně, 14. 11. – 18. 11. 1977, 54.
80. DILLINGER, P., TÖLGYESSY, J., HARANGOZÓ, M.: Brdička days on Radiation Chemistry, Jičín, 8. 12. – 12. 12. 1980, 76.
81. HARANGOZÓ, M., TÖLGYESSY, J., ČIŽMÁRIK, J., DILLINGER, P.: Brdička days on Radiation Chemistry, Srní u Sušice, 15. 5. – 18. 5. 1983, 26.
82. LODESOVÁ, D., PIKLER, A., FÖLDESOVÁ, M., TÖLGYESSY, J.: Radiochem. Radioanal. Letters, 32 (5-6) (1978) 327.
83. CITOVIČKÝ, P., FÜZY, Š., CHRÁSTOVÁ, V., FÖLDESOVÁ, M.: Zborník X. Konferencija naukowa „Modifikacija polimerov“, Trzebieszowice, PLR, 1991.
84. CITOVIČKÝ, P., FÜZY, Š., FÖLDESOVÁ, M., VARGA, Š.: Zborník 33th IUPAC Conference, Budapest, 1991.
85. CITOVIČKÝ, P., CHRÁSTOVÁ, V., FÜZY, Š., FÖLDESOVÁ, M.: Eur. Polym. J., 32 (2) (1996) 153.
86. FÖLDESOVÁ, M., LUKÁČ, P.: Zborník konferencie TEMANAL 1988, Tatranská Lomnica.
87. HOLÁ, O., FÖLDESOVÁ, M.: J. Radioanal. Nucl., Chem. Letter, 146 (2) (1990) 103.

88. HOLÁ., O., STAŠKO, A., FÖLDESOVÁ, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 165 (2) (1992).
89. HOLÁ., O., STAŠKO, A., FÖLDESOVÁ, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 176 (1) (1993) 65.
90. VARGA, Š., FÖLDESOVÁ, M., LUKÁČ, P.: Výskumná správa ŠPZV I-1-3/07, Bratislava, 1985.
91. LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M., DUHAJ, P.: Proceedings of 8. Int. Conference, ICTA 85, Vol.2, 1985, 661.
92. LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M., DUHAJ, P.: Termochimica Acta, 93 (1985) 661.
93. LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M., DUHAJ, P.: 1. čl., konferencia „Materiály pripravené rýchlym chladením“, Smolenice 1986.
94. VARGA, Š. a kol.: Štúdium možností použitia radiačnej techniky pri likvidácii odpadov z výroby difenylov, chlórdifenylov a alkylchlórdifenylov, I. výskumná správa, CHTF SVŠT, Bratislava, 1977.
95. VARGA, Š. a kol.: Štúdium možnosti použitia radiačnej techniky pri likvidácii odpadov z výroby difenylov, chlórdifenylov a alkylchlórdifenylov, II. výskumná správa, CHTF SVŠT, 1977.
96. FÖLDESOVÁ, M., PIATRIK, M., VARGA, Š., TÖLGYESSY, J., ČERVENKA, Z.: Radiochem. Radioanal. Letters, 40 (1979) 73.
97. PIATRIK, M., FÖLDESOVÁ, M., VARGA, Š., TÖLGYESSY, J., SUCHÁNEK, P.: Radiochem. Radioanal. Letters, 40 (4) (1979) 257.
98. VARGA, Š. a kol.: Využitie nukleárnej techniky v procese stanovenia a zneškodňovania chemických znečistenín životného prostredia, Výskumná správa CHTF SVŠT, Bratislava, 1980.
99. VARGA, Š. a kol.: Vývoj systémov na základe metód jadrovej techniky pre sledovanie chemického znečistenia, Výskumná správa CHTF SVŠT, Bratislava, 1982.
100. DRTIL, M., FÖLDESOVÁ, M., TÖLGYESSY, J.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 155 (1991) 225.
101. RAJEC, P., KOPUNEC, R., ČECH, R., UHNÁK, J.: Acta F. R. N. Univ. Comen.- Formatio et Protectio Naturae, 5 (1979) 69.
102. KURUC., J., SAHOO, M. K., LOČAJ, J., HUTTA, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 183 (1994) 99.
103. ČECH, R.: Acta F. R. N. Univ. Comen. – Formatio et Protectio Naturae, 1 (1976) 97.

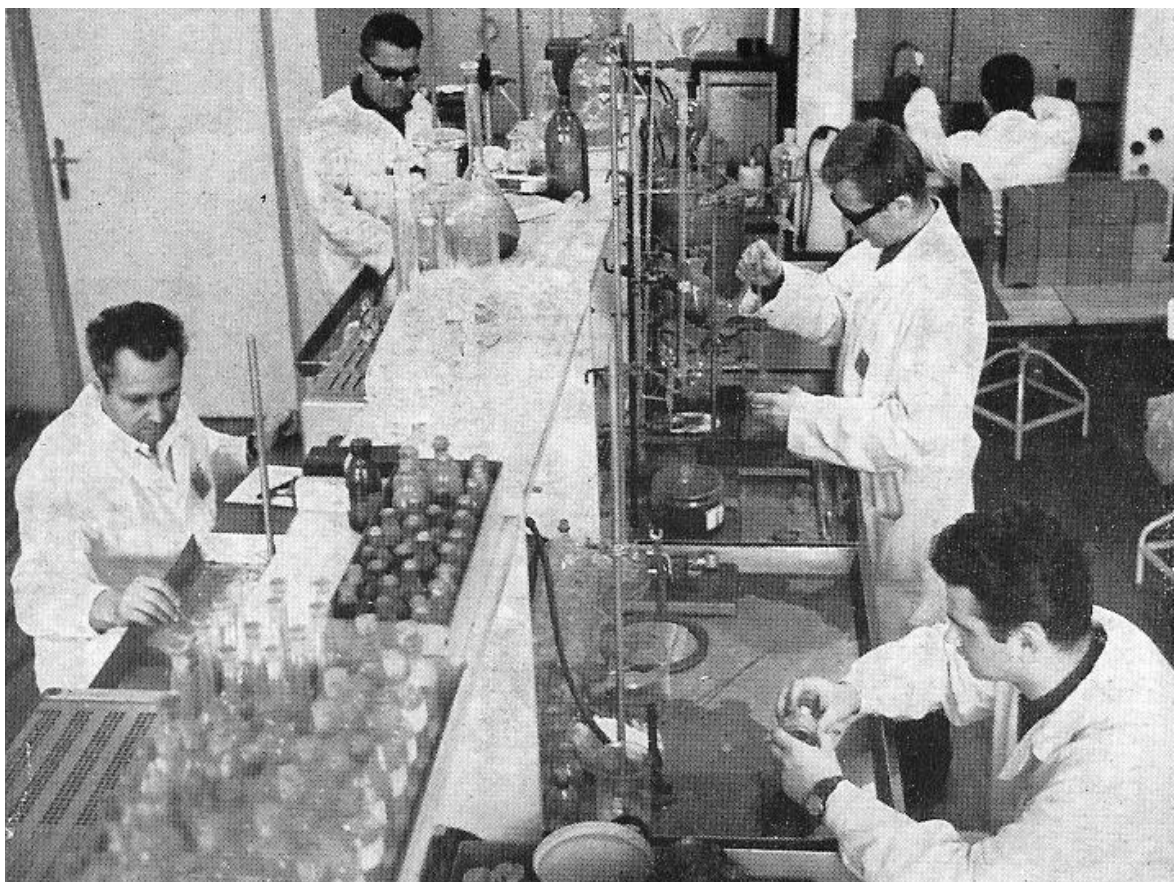
104. MACÁŠEK, F., ŠVEC, A.: Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et Protectio Naturae, 5 (1979) 79.
105. LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M., DILLINGER, P., KUSÁK, F.: Jad. energie 33 (1987) 89.
106. KUSÁK, F., LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M.: AO 249422, 1988.
107. DILLINGER, P., FÖLDESOVÁ, M., LUKÁČ, P., DILLINGEROVÁ, T.: Zborník 22. Celostátní konference Brdičkovy dny radiační chemie, 1989, s. 3.
108. FÖLDESOVÁ, M., DILLINGER, P., LUKÁČ, P.: Zborník 22. Celostátní konference Brdičkovy dny radiační chemie, 1989, s. 10.
109. LUKÁČ, P., FÖLDESOVÁ, M., DILLINGER: Zborník 22. Celostátní konference Brdičkovy dny radiační chemie, 1989, s. 24.
110. PETRU, A., RAJEC, P., ČECH, R., KURUC, J.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 129 (1989) 229.
111. KURUC, J.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 154 (1991) 61.
112. SAHOO, M. K., KURUC, J., ŠVEC, A., ČECH, R., HUTTA, M.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 163 /1/ (1992) 107.
113. KURUC, J., HLATKÁ, A.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 166 /3/ (1992) 239.
114. KURUC, J., HLATKÁ, A.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 166 /3/ (1992) 251.
115. KURUC, J., SAHOO, M.K., KUBINEC, R.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 173 (2), (1993) 395.
116. KURUC, J., SAHOO, M.K., KUBINEC, R.: Chromatographia, 35 (1993) 579.
117. KURUC, J., SAHOO, M.K., KURÁŇ, P.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 174(1), (1993) 103.
118. KURUC, J., SAHOO, M.K., KURÁŇ, P.: Chromatographia, 35 (1993) 574.
119. KURUC, J., SAHOO, M.K., KURÁŇ, P., KUBINEC, R.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters, 175(5) (1993) 359.
120. KURUC, J., PETRŮ, A., ČECH, R., RAJEC, P.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 208(1), (1996) 351.
121. KURUC, J., ZUBAREV, V. E., BUGAENKO, L.T.: Chem. Listy, 91 (1997) 775.
122. KURUC, J., Kardošová, E., Rodina, L. L.: Chem. Listy, 91 (1997) 777.
123. KURUC, J., Kardošová, E., NIKOLAEV, V.A.: Chem. Listy, 91 (1997) 778.

124. SCHILLER, P., TÖLGYESSY, J., HAVRÁNEK, E., MAJER, J.: Nukleárna farmácia, Alfa, Bratislava, 1980, 287 str.
125. MYINT U., TÖLGYESSY, J.: J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 191 (1995) 413
126. TÖLGYESSY, J., TUMA, M.: Atomistika v modeloch, pokusoch a prístrojoch, SPN, Bratislava, 1961, 252 str.
127. VEBERSIK, V., TÖLGYESSY, J.: Rádioizotópy prirodne a umelé, Osveta, Martín, 1958, 217 str.
128. TÖLGYESSY, J., KENDA, M.: Žiarenie -hrozba i nádej, Obzor, Bratislava, 1976, 374 str.
129. TÖLGYESSY, J., KENDA, M.: Éltető és pusztító sugárzások, Gondolat, Budapest, 1960, 367 str.
130. TÖLGYESSY, J., KENDA, M.: Radiacija - ugroza i nadežda, Izd. Mir, Moskva, 1979, 415 str.
131. TÖLGYESSY, J., KENDA, M.: Alfa, beta, gama promienie nadziei, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984, 396 str.
132. TÖLGYESSY, J., LESNÝ, J.: Svet hl'adá energiu, Obzor, Bratislava, 1979, 405 str.
133. TÖLGYESSY, J., LESNÝ, J.: Mir iščet energiu, Izd. Mir, Moskva, 1981, 438 str.

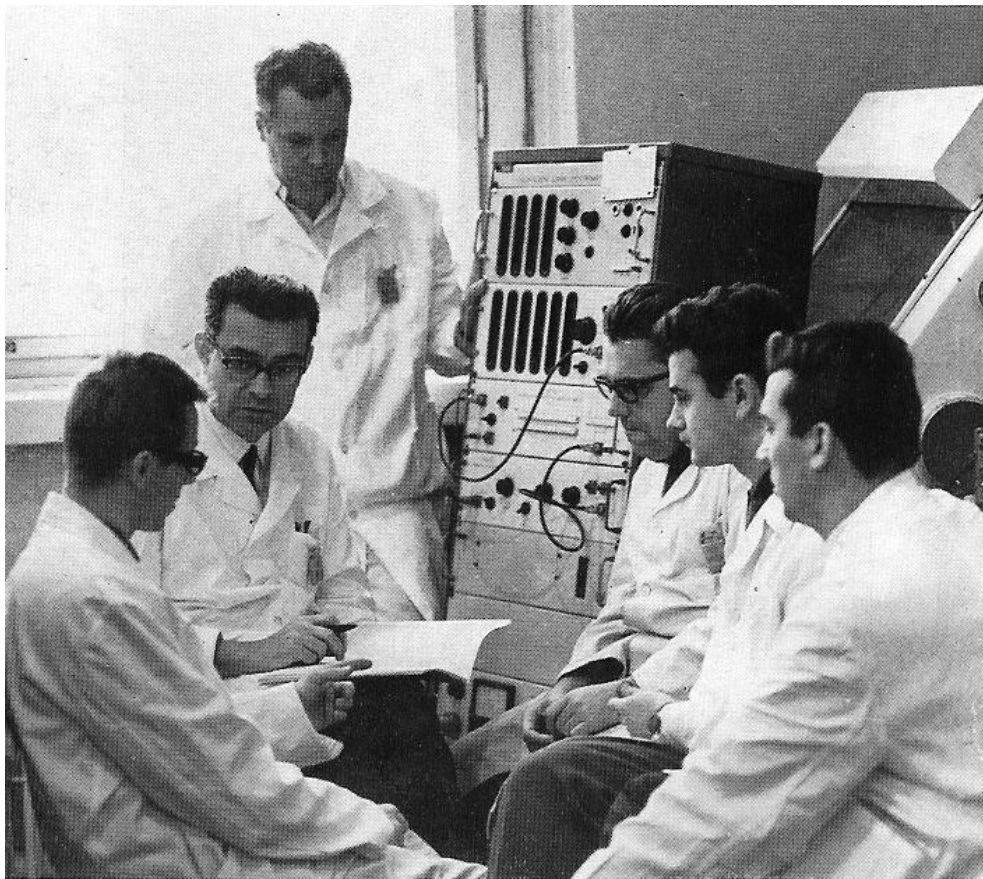
Obrazová príloha



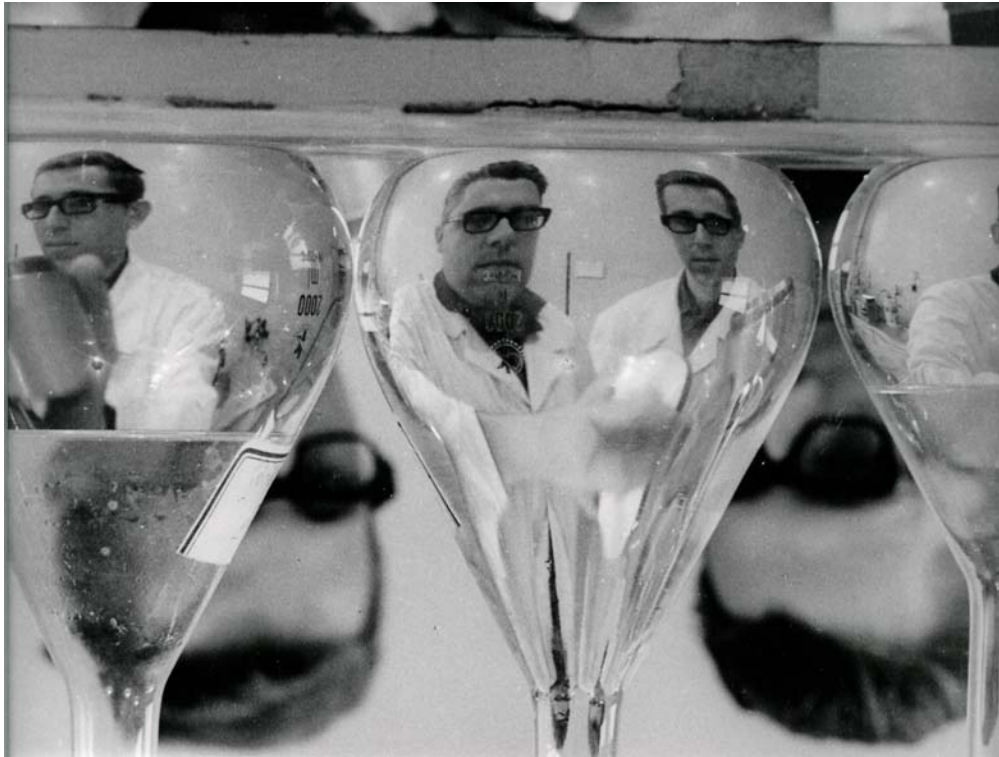
Profesor Varga a Profesor Tölgyessy v čase založenia Katedry rádiochémie a radiačnej chémie



Výskumná práca na Katedre rádiochémie a radiačnej chémie



Diskusia k nameraným experimentálnym hodnotám na gama spektrometri

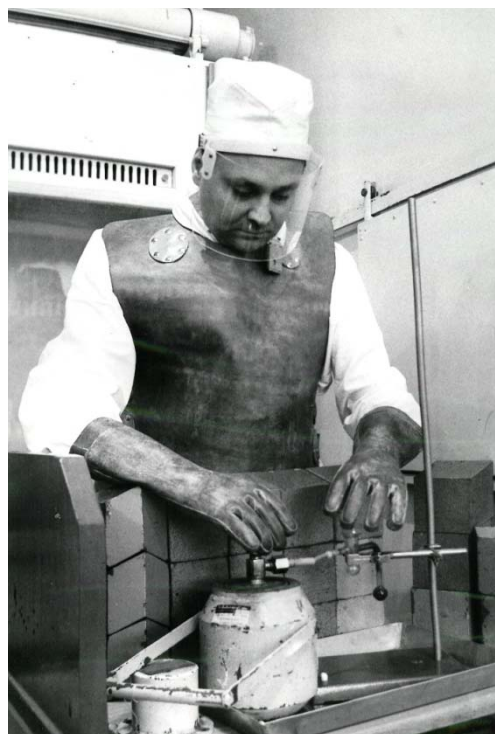


Umelecká fotografia o výskumnej práci na Katedre rádiochemie a radiačnej chémie

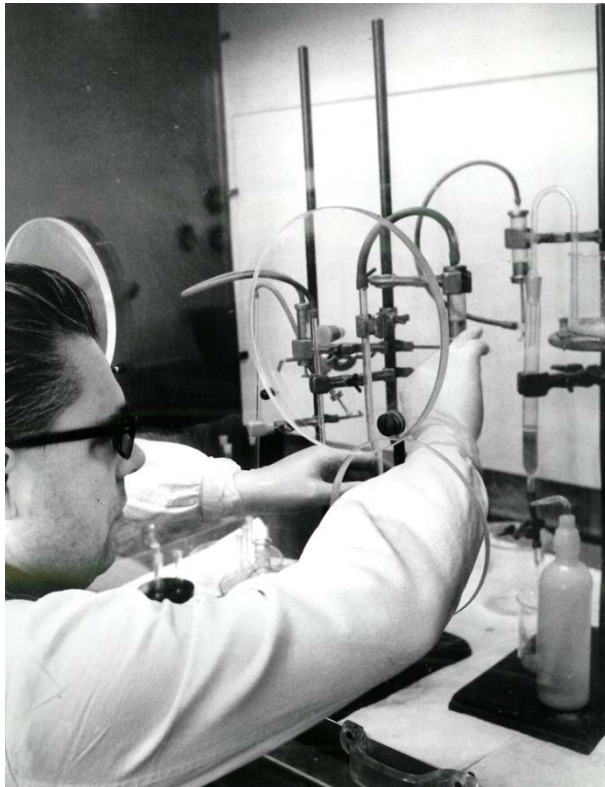
Momentky práce s vysokoaktivními látkami



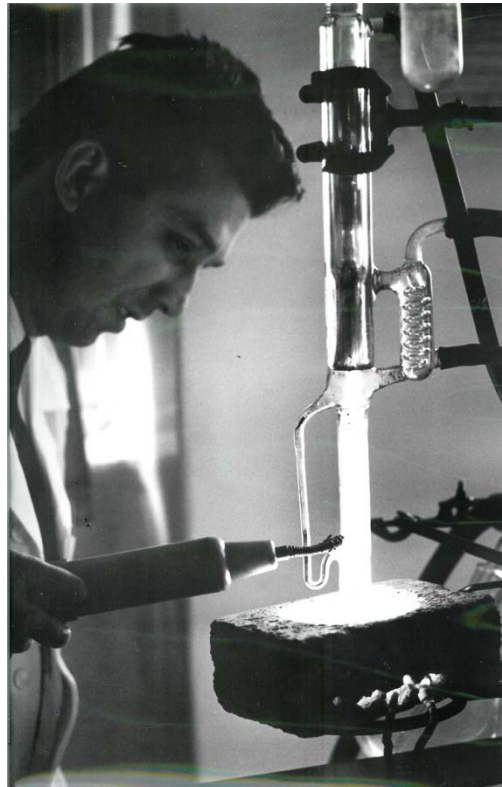
Doc. Dillinger



p. Ščasný



Prof. Tölgyessy



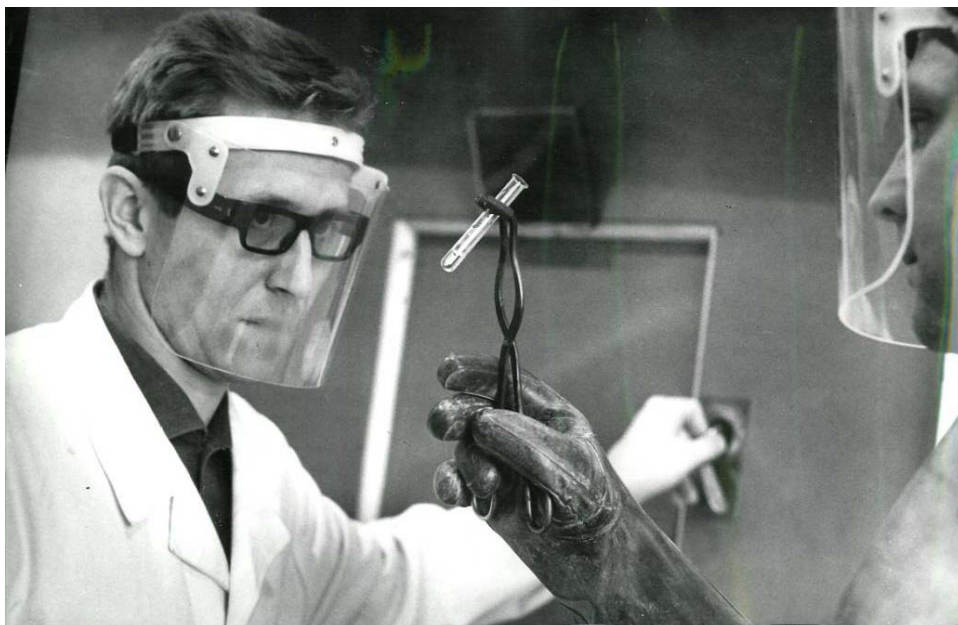
p. Jurkovič



Ožarovacie zariadenie na radiačnochemické experimenty



Ožarovanie roztokov gama žiarením



Doc. Dillinger pri práci s nízkoenergetickými beta preparátmi



Akademik I. P. Alimarin (učiteľ Prof. Tölgyessyho a významný predstaviteľ svetovej nukleárnej analytickej chémie), Dr. Ju. V. Jakovlev a G. N. Bilimovičová, spoluautori kníh prof. Tölgyesyho.



Prof. Tölgyessy a doc. Dillinger



Pred ožarovacím zariadením v chatke na Trnávke v mladých rokoch (Földesová, Pružinec. Maxianová, Lukáč)



Pred chatou na narodeninových oslavách prof. Vargu (Lukáč, Dillinger, Magdi, Lesný, Adamko)



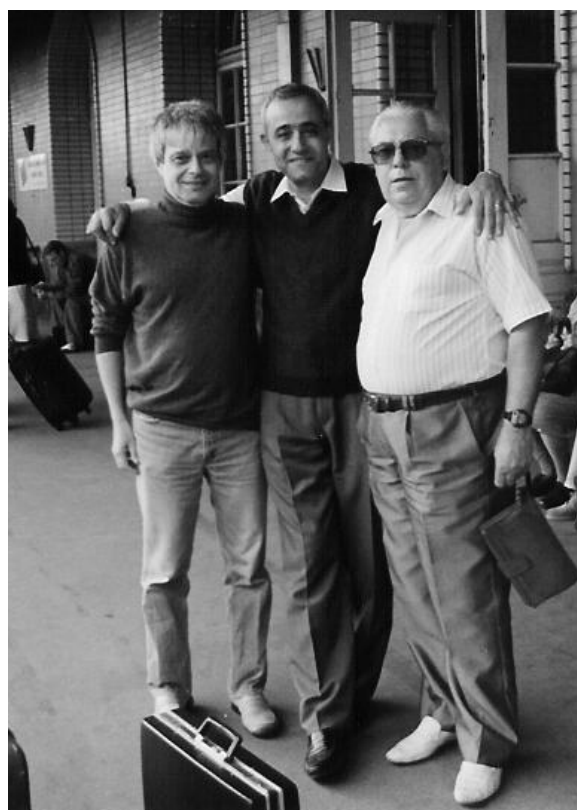
Diskusia o výskume v prírode (Lukáč, Harangozó, Tölgyessy, Piatrik)



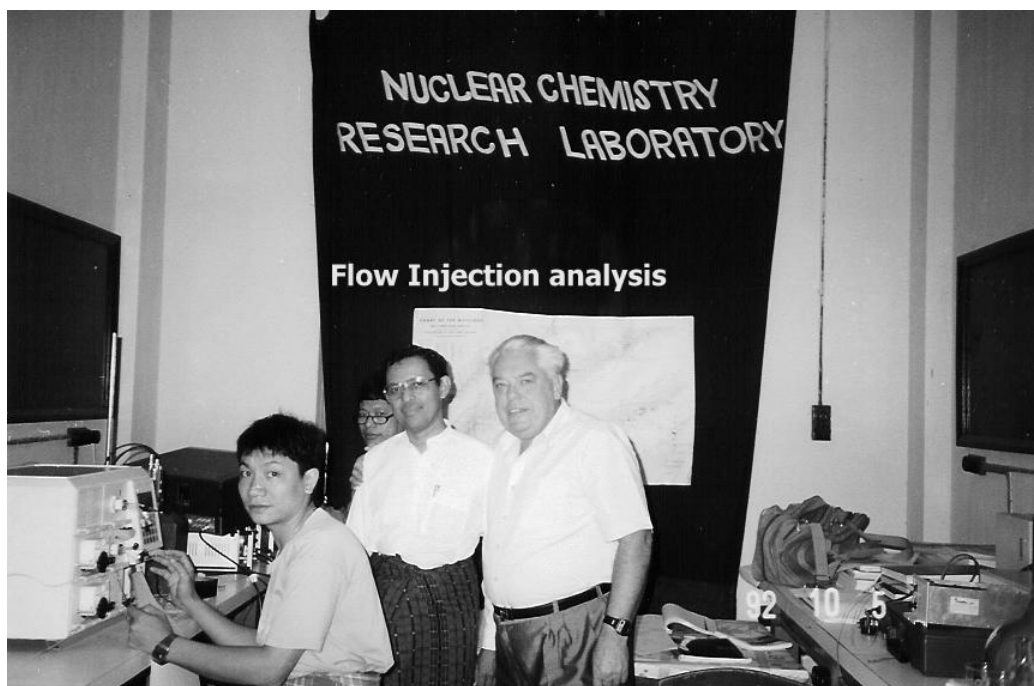
Rádiochemická konferencia , Mariánske Lázně, 1997
(Tölgyessy, Harangozó, Dillinger)



Ukončenie výskumného projektu METAGREC vo Viedni



Prof. Tölgyessy, Prof. Magdi a Doc. Lesný na bratislavskej stanici



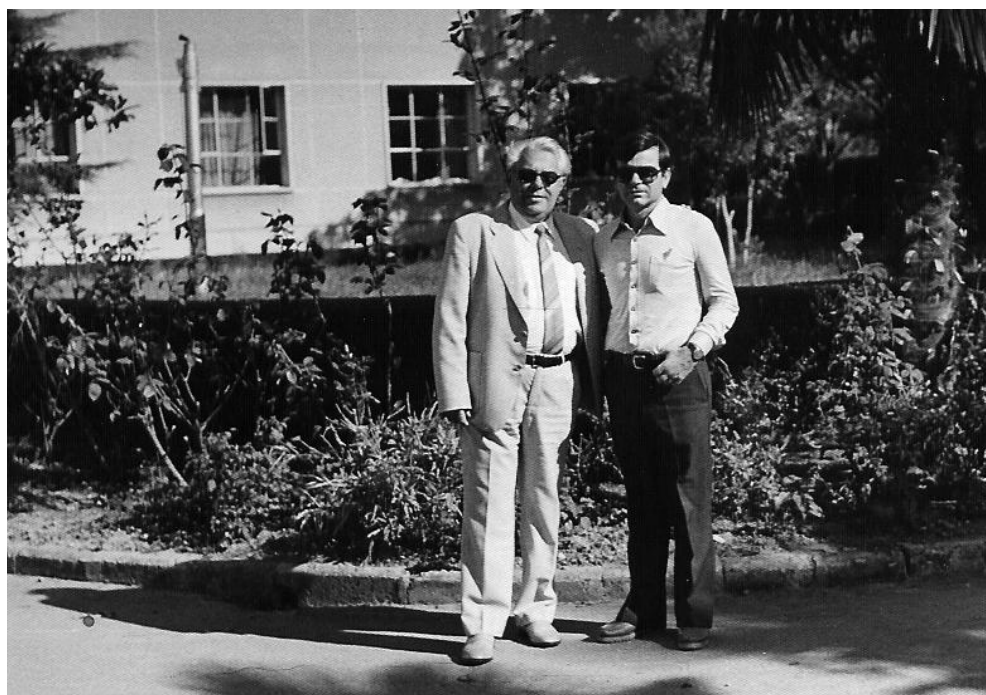
Zavenie rádiometrickej prietokovej injekčnej analýzy v Yangone – prof. Tölgyessy s prof. Myintuom



Prof. J. Tölgyessy s prof. E.H. Klehrom, spoluautorom monografie „Nuclear environmental chemical analysis“.



Na chemickom zjazde IUPAC-u v Baku



S riaditeľom Ústavu jadrového výskumu v Tirane (Albánsko)
Dr. Baftjarom Novruzim



S vedeckým ašpirantom z Cyperskej republiky s Dr. Kyrosom Savvidesom



Na vedeckej konferencii a prednáškovom pobyte v Homsu (Sýrska republika)
s prof. A. J. Ghatom



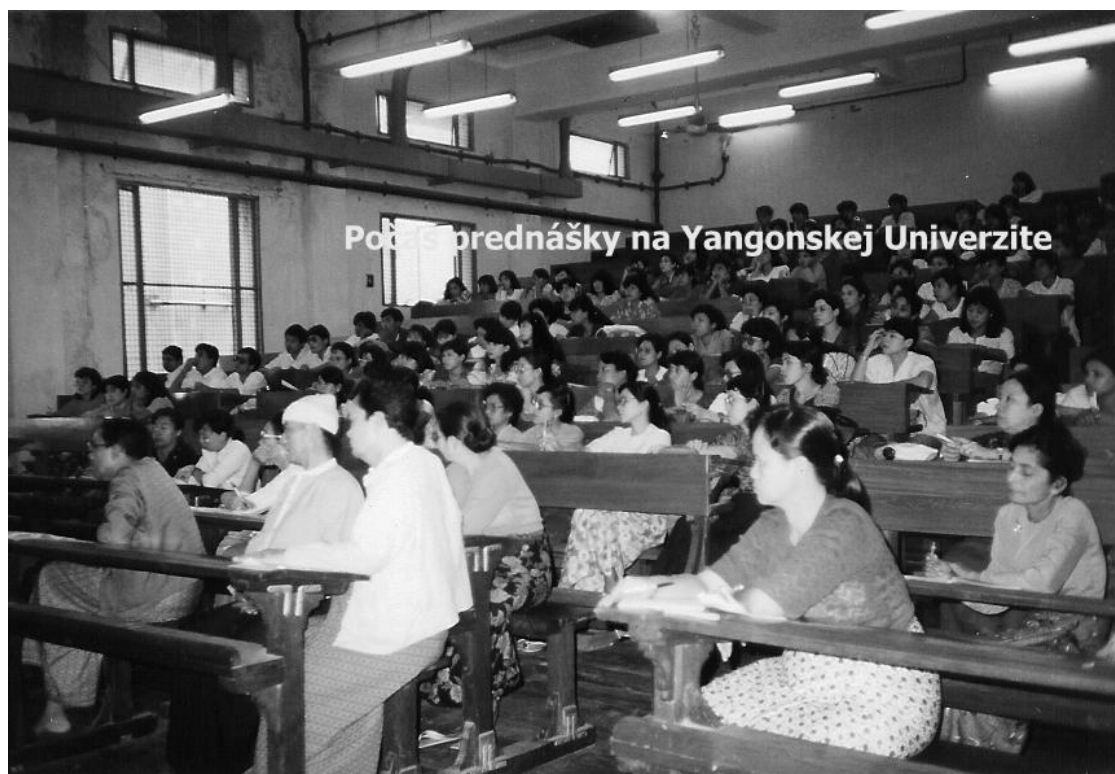
Na Farmaceutickej fakulte UK s Prof. Šaršúnovou a Prof. Koprdom



Pri odovzdávaní Hevesyho medaili na Kongrese o aktivačnej analýze v Kodani s Prof. Heydronom a Dr. Bujdosóm,



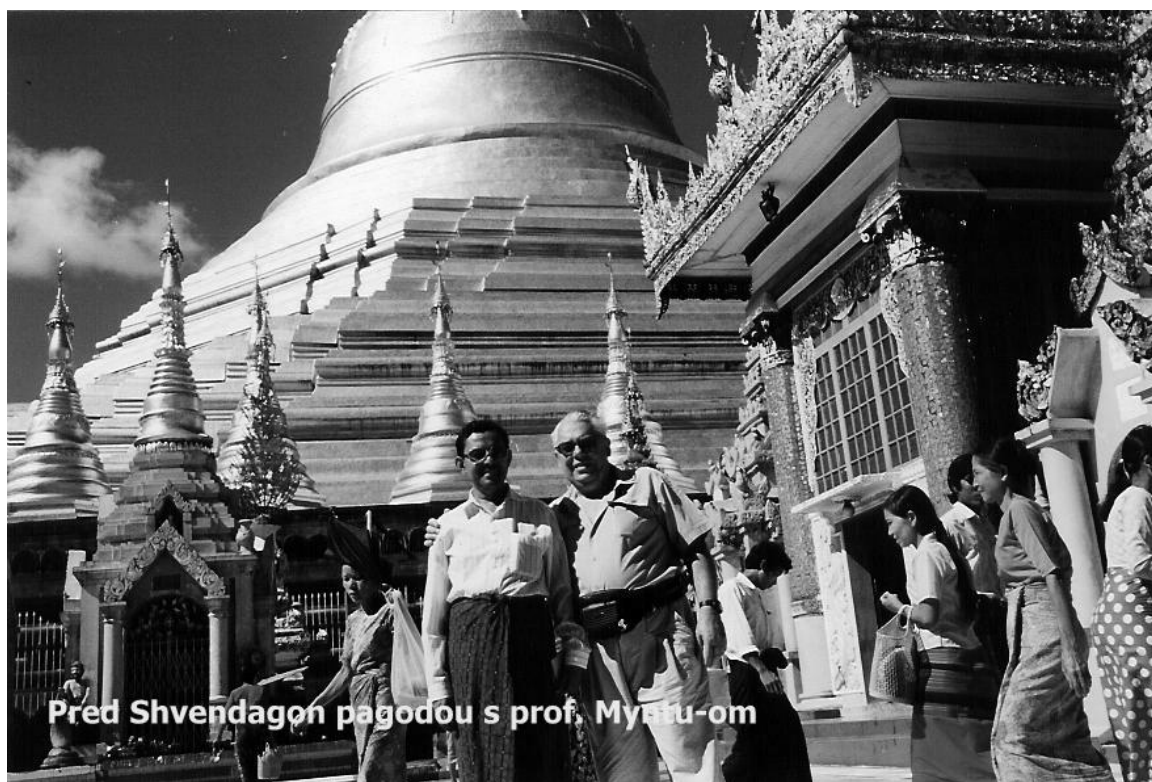
Prednáškový pobyt v Thajsku



J.Tölgyessy ako expert Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu
v Yangone (Myanmar)



S Prof. Schillerom a doc. Kolesárom pri riešení problémov v nukleárnej farmácii



Pred Shvendagon pagodou s prof. Mya-tu-om

Expertízny pobyt – Yangon (Mjanmar)



Prof. Tölgyessy odovzdáva funkciu vedúceho Katedry prof. Koprđovi



V kolektive vedenia Yangonskej Univerzity



Expertízny pobyt na Yangonskej univerzite – počas prednášky



Doc. Harangozó, Prof. Tölgyessy a Prof. Myint U v laboratóriu nukleárnej analytickej chémie na Univerzite v Yangone



Úzka spolupráca bola s kolektívom Katedry analytickej chémie Farmaceutickej fakulty UK



Prednáškový pobyt v Egypte. Prof. Magdi a prof. Tölgyessy pod pyramidami



Na expertiznom pobyte v Tirane (Albánsko – v kolektíve pracovníkov
Ústavu jadrového výskumu



S doc. Dillingerom a Dr. Bilimovičovou z Moskvy
(spoluautorkou početných publikácií a kníh)

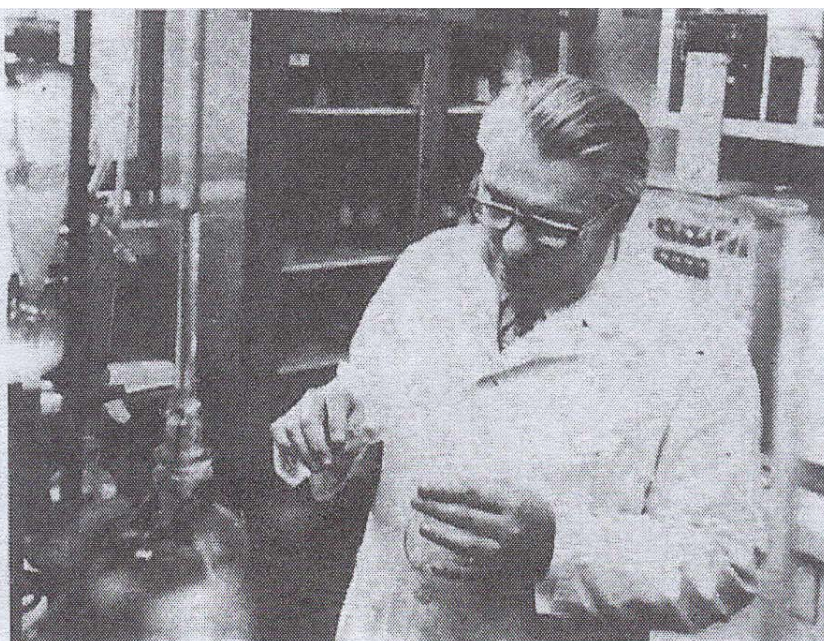


Prof. Braun (spoluautor mnohých publikácií a kníh) s manželkou



ŠTÁTNE CENY SLOVENSKEJ socialistickej republiky odovzdali na Bratislavskom hrade do rúk, ktoré v roku 1971 vykonali kus záslužnej roboty pre národ, socialistickú spoločnosť. Na návrh vlády udelilo Predsedníctvo Slovenskej národnej rady štátnu cenu SSR zaslúžilému umelcovi prof. Deziderovi Kardošovi, hudobnému skladateľovi, za skladbu Koncert pre klavír a orchester; akademickému maliarke Eve Ricottiovej za reštaurovanie národnej kultúrnej pamiatky oltár Sv. Juraja v Spišskej Sobotě od majstra Pavla z Levoče; prof. dr. Mikulášovi Bakošovi, DrSc., za zásluhy o vybudovanie slovenskej literárnej vedy; doc. Ing. Štefanovi Vargovi, CSc., a doc. Ing. Jurajovi Tölgyessymu, DrSc., spoločne za vednú činnosť a utvorenie vedeckej školy v odbore jadrovej chémie na Slovensku; prof. RNDr. Karolovi Stráňaiovi, DrSc., za rozvoj teórie telesnej výchovy a športu na Slovensku.

Hevessyho medaila v Bratislave



16. októbra 1975 odovzdali na Medzinárodnom svetovom kongrese o nukleárnej a atómovej aktivačnej analýze v Gatlinburgu (USA), prof. inž. Jurajovi Tölgyessymu, DrSc., Hevessyho medailu s diplomom. Prof. Tölgyessy je pracovníkom Katedry rádiochemie a radiačnej chémie Chemickotechnologickej fakulty SVŠT v Bratislave. Medailu G. Hevessyho, nositeľa Nobelovej ceny, zakladateľa nukleárnej chemickej analýzy udeľujú od roku 1968 a doteraz ju udelili šiestim vedcom — z USA, Veľkej Británie, ZSSR, Francúzska, Belgicka a MLR. Medzinárodná komisia pre udelenie Hevessyho medaily pre rok 1975 vybrala prof. Tölgyessyho nielen za významné výsledky vo výchove a výskume v oblasti izotopovej zriaďovacej analýzy, ale aj ako autora mnohých vedeckých a vedecko-populárnych kníh a článkov.

šr

Významní stážisti a výskumní pracovníci (spoluautori publikácií, kníh), ktorí sa zúčastnili výskumu na Katedre rádiochémie a radiačnej chémie:



Prof. Tibor Braun – spolupracovník vo výskume spoluautor mnohých kníh, spoluzakladateľ a šéfredaktor *Journal of Nuclear and Radioanalytical analysis*



Prof. E. H. Klehr
(Univ. of Oklahoma, USA)
spoluautor knihy *Nuclear environmental chemical Chemistry*



M.P. Chacharkar, riaditeľ laboratória obrany (DLJ) Jodhpur (India)



Prof- Mynt U
Univ. of Yangon ,
Myanmar

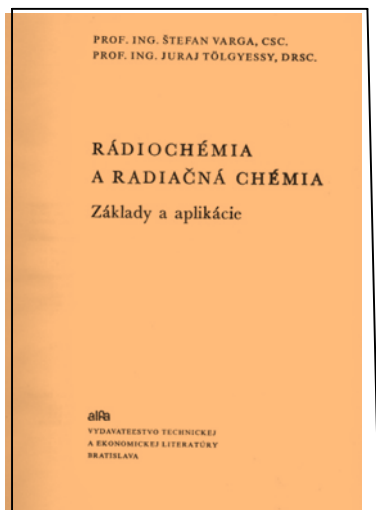


Prof. M.M. Naoum
Univ. of Cairo, Egypt

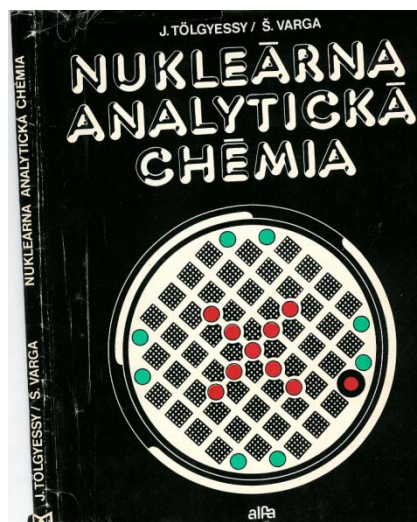
**Knižné publikácie, učebnice, monografie,
knihy a diplomy**

Učebnice, monografie a vedecko-populárne knihy

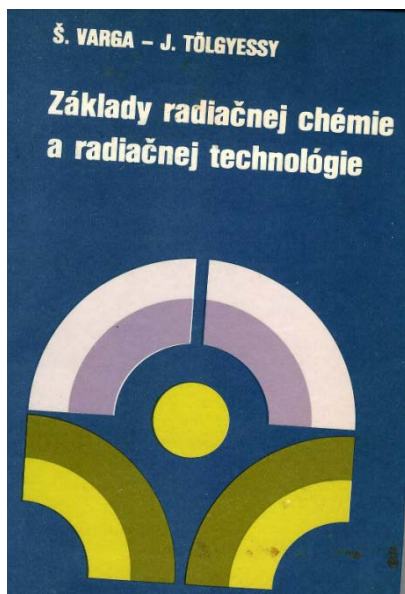
Vysokoškolské učebnice jadrovej chémie a nukleárnej analytickej chémie



Prvá učebnica jadrovej chémie na Slovensku²



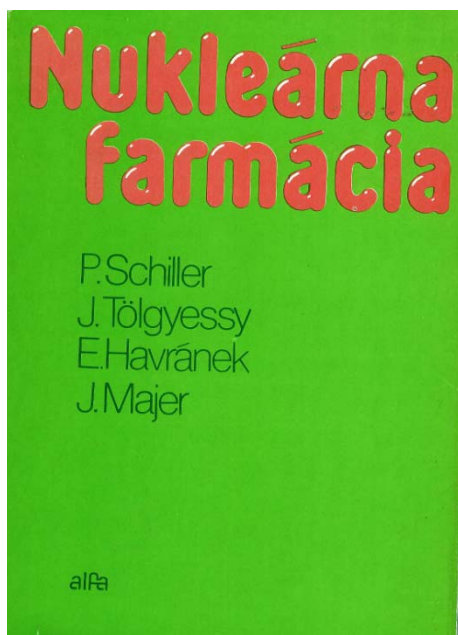
Prvá nukleárnej analytickej chémie na Slovensku⁴



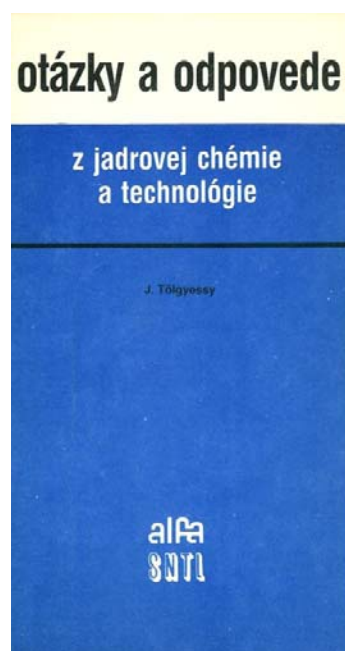
Prvá učebnica radiačnej chémie¹



Posledná učebnica jadrovej chémie³



Prvá nukleárna farmácia
na Slovensku¹²⁴

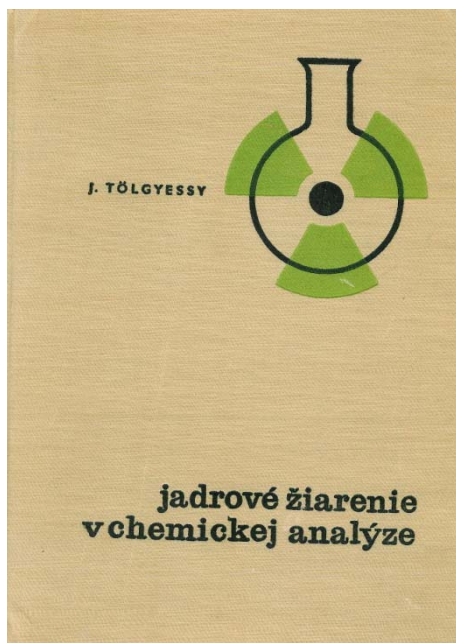


Jadrová chémia a technológia
v podobe otázok a odpovedí³⁰

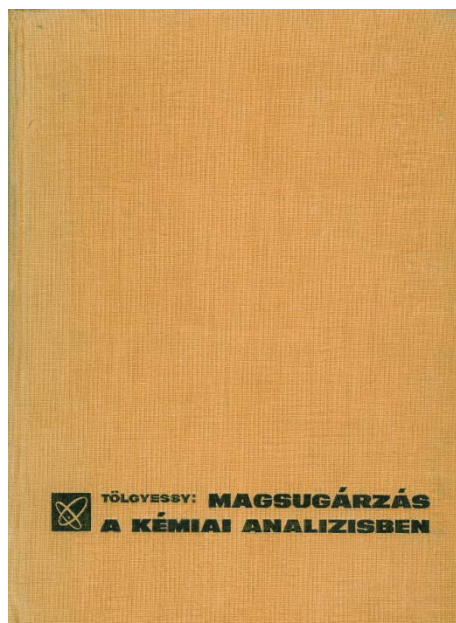


Učebnica nukleárnej analytickej chémie
v ruskom jazyku vydanej v Moskve

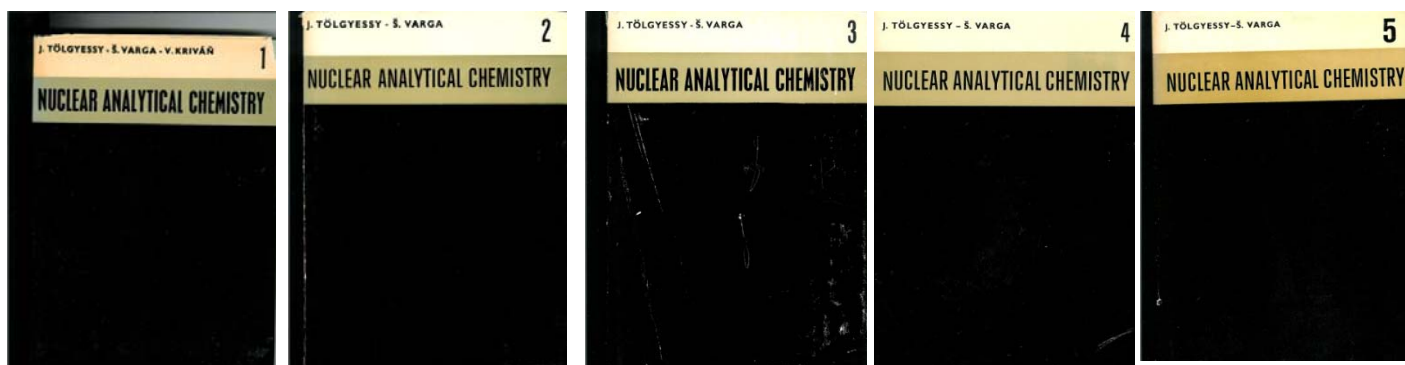
Základné monografie zahrňujúce celú oblasť nukleárnej analytickej chémie



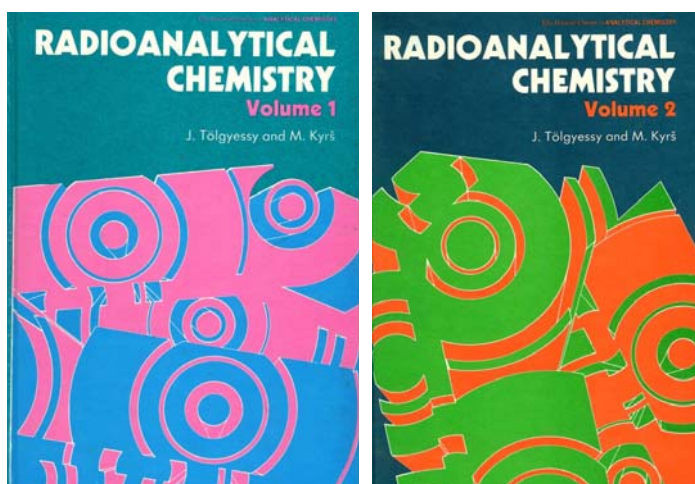
Prvá monografia vydaná v slovenčine⁵



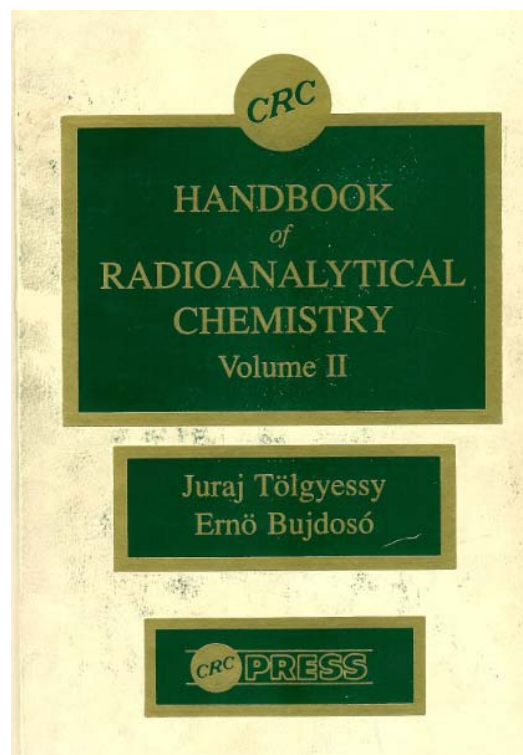
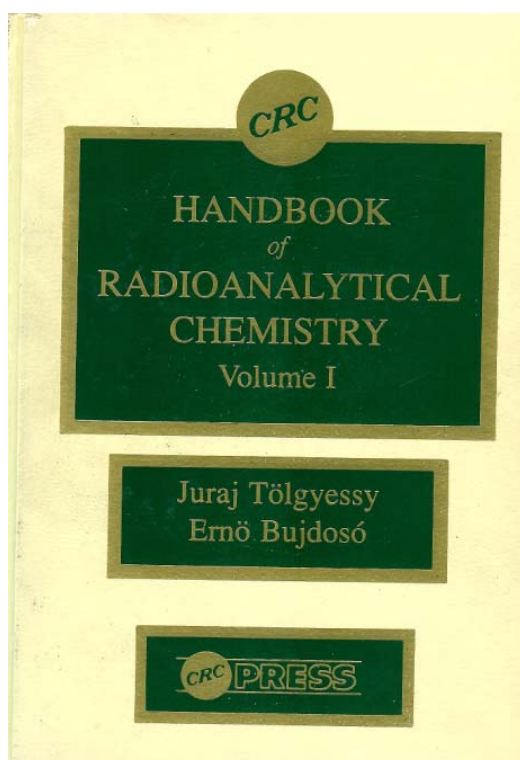
Rozšírené maďarské vydanie



5. zväzková komplexná monografia vydaná v anglickom jazyku v USA⁶⁻¹⁰



Monografia vydaná v anglickom jazyku v dvoch zväzkoch vo Veľkej Británii^{11, 12}



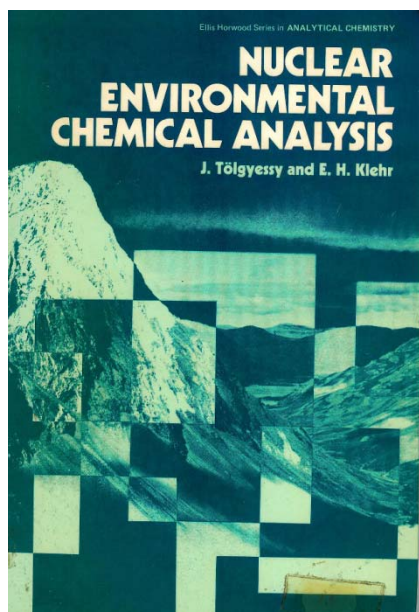
Monograficky spracovaná laboratórna príručka vydaná v anglickom jazyku v USA^{13, 14}

Populárno-vedecké spracovanie nukleárnej analytickej chémie



V slovenskom jazyku²², v ruskom jazyku²², v českom jazyku²², v maďarskom jazyku²², v poľskom jazyku²²

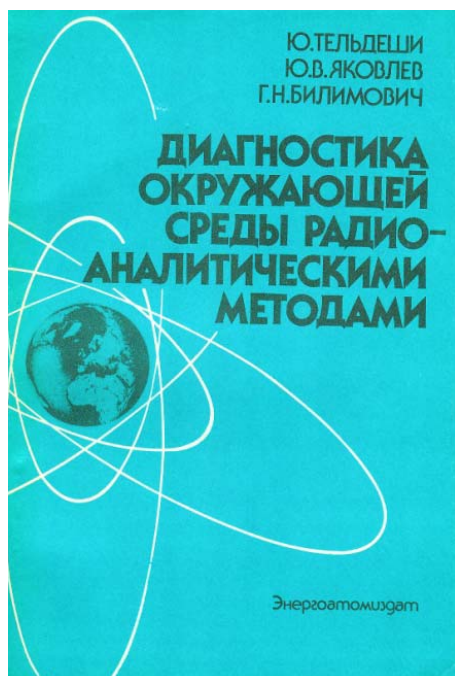
Použitie nukleárných analytických metód v monitoringu životného prostredia



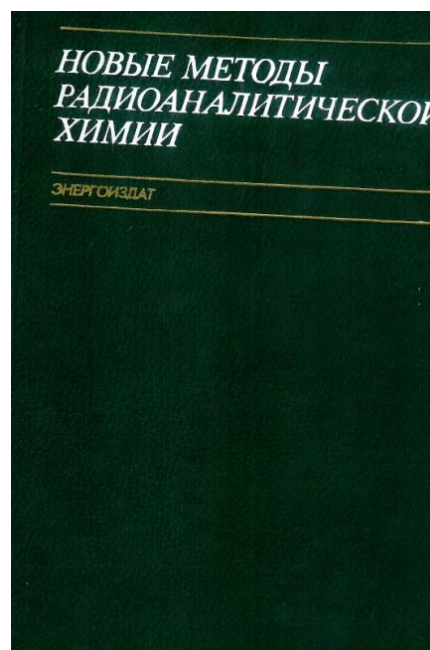
Nukleárna environmentálna chemická analýza vydaná v anglickom jazyku vo Veľkej Británii¹⁸



Ruský preklad knihy¹⁹

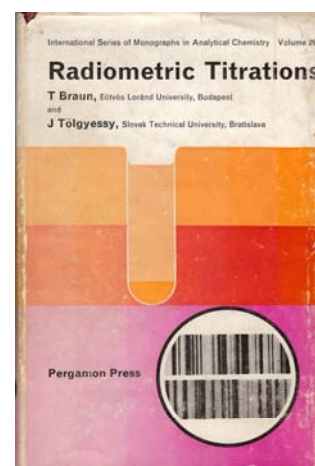
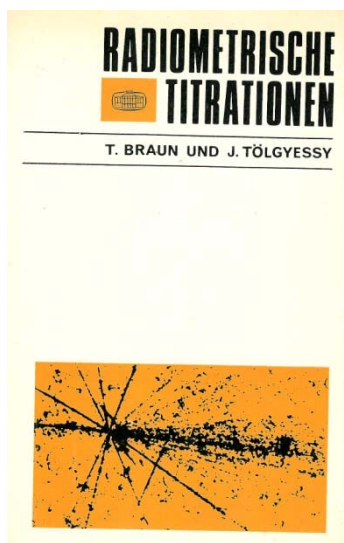
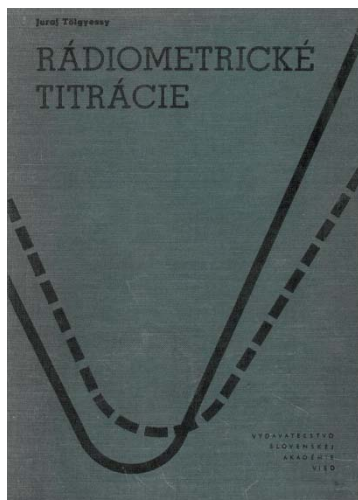


Monografia napísaná spolu s ruskými kolegami

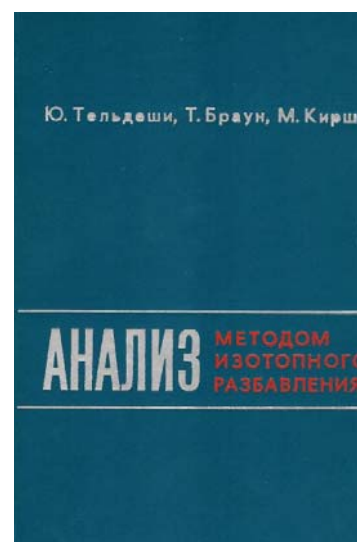
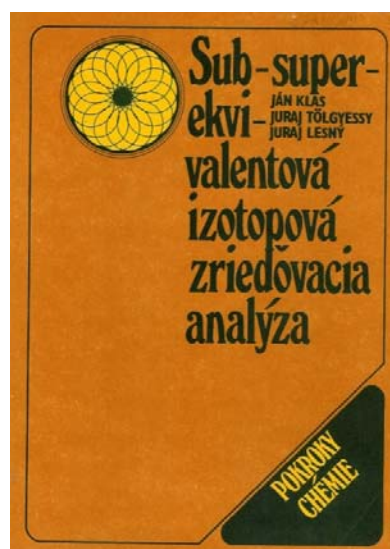
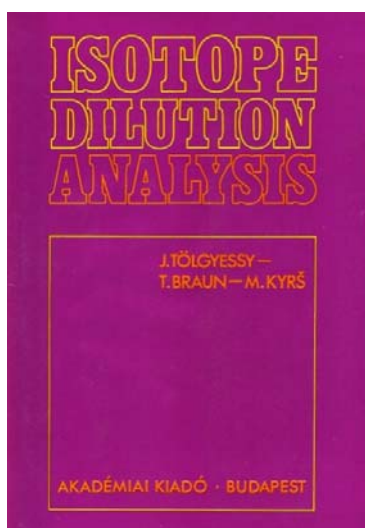


Ruská monografia²⁴

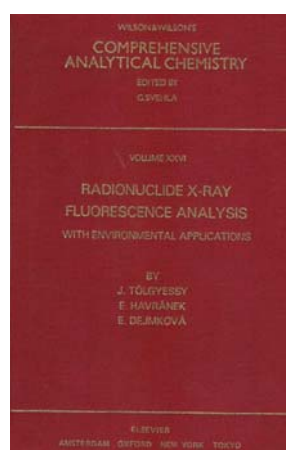
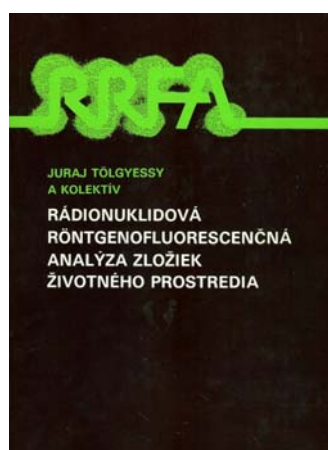
Monografie z rôznych oblastí nukleárnej analytickej chémie
 Rádionetrické titrácie^{15, 16}



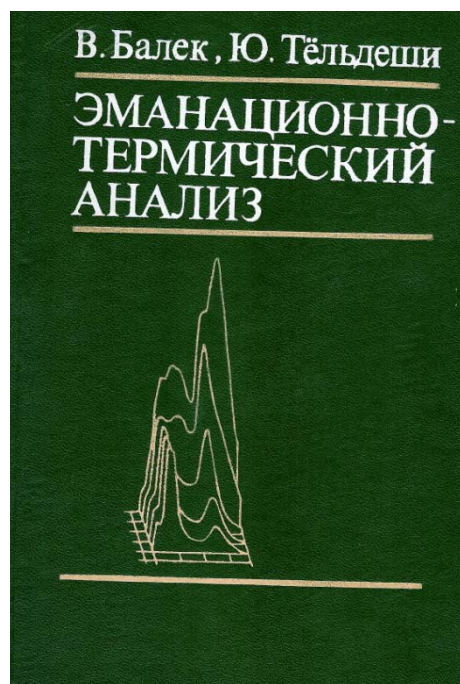
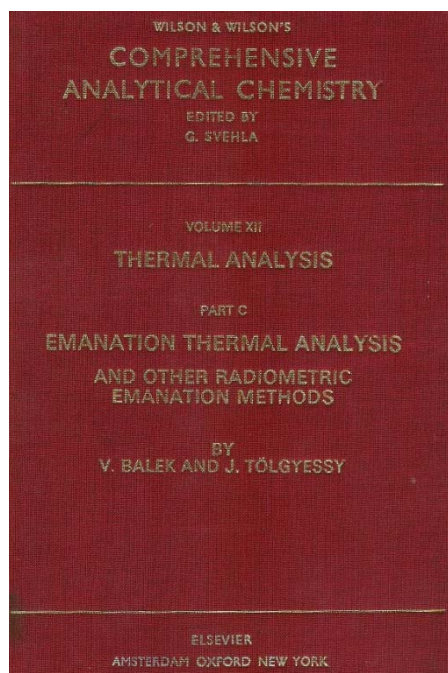
Izotopová zried'ovacia analýza^{17, 29}



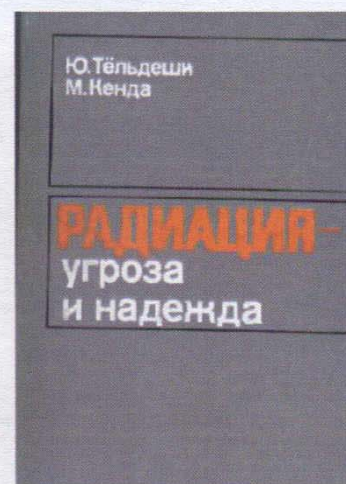
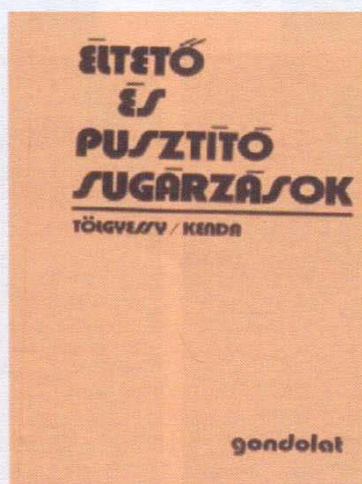
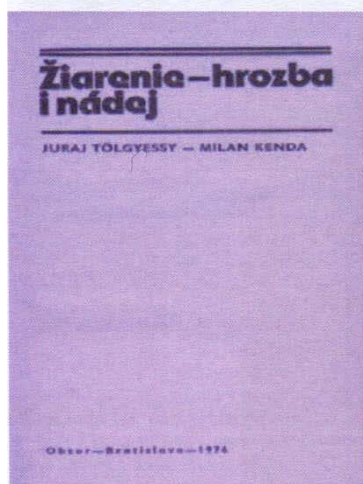
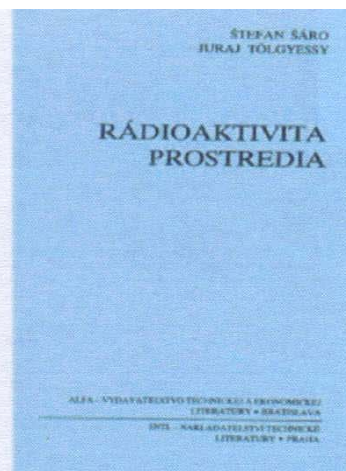
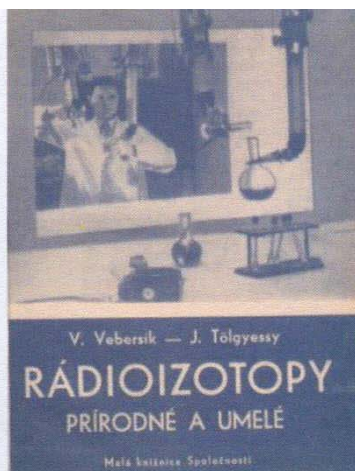
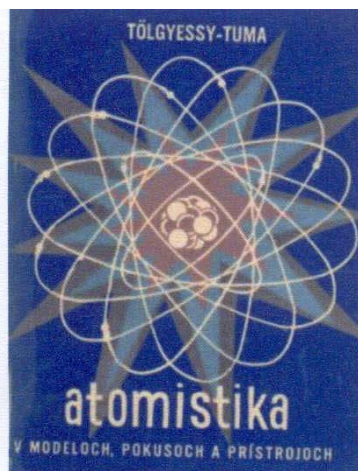
Rádionuklidová röntgenfluorescenčná analýza^{20, 21}

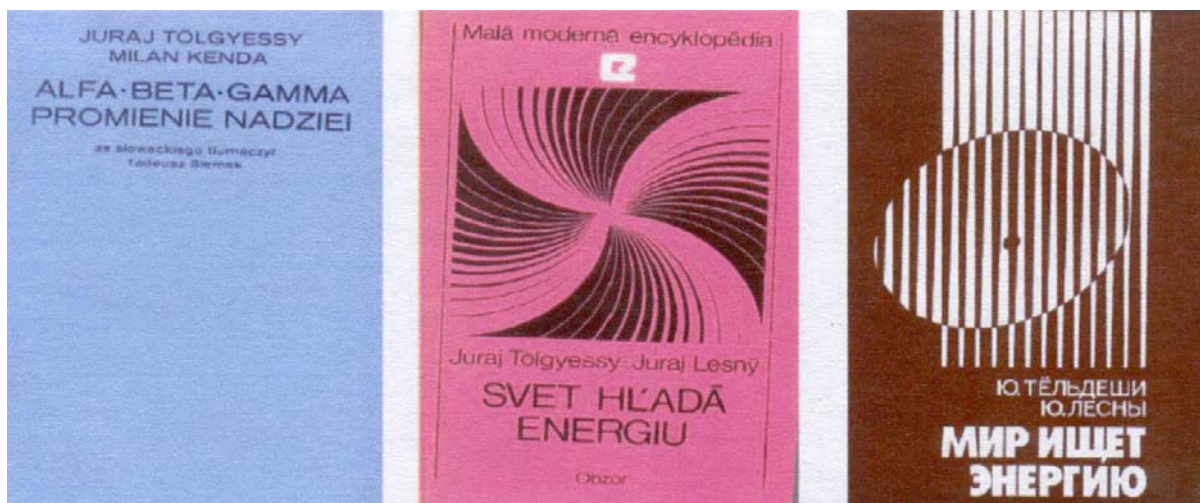


Emanačná termická analýza (použitie rádioaktívnych kryptonátov)^{26, 27}

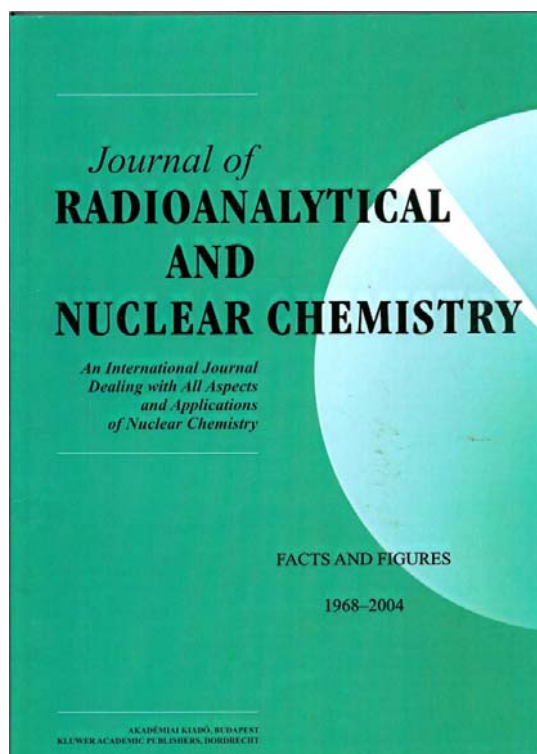


Odborné knihy z problematiky nukleárných vedných disciplín^{31, 126-133.}





Spoluzakladateľom a vedeckým redaktorom Journalu of Radioanalytical and Nuclear Chemistry bol 40 rokov autor publikácie J. Tölgyessy.



**Journal of
Radioanalytical and Nuclear
Chemistry**

AN INTERNATIONAL JOURNAL
DEALING WITH ALL ASPECTS AND APPLICATIONS
OF NUCLEAR CHEMISTRY

EDITOR-IN-CHIEF AND FOUNDER

T. Braun

Institute of Inorganic and Analytical Chemistry,
Eötvös Loránd University, P.O. Box 123,
H-1443 Budapest-70, Hungary

Street address:

MTAK, Arany János u. 1,
H-1053 Budapest, Hungary

EDITOR

E. Bujdosó

Hungarian Atomic Energy Authority,
P.O. Box 676,
H-1539 Budapest-114, Hungary

EDITOR AND FOUNDER

J. Tölgyessy

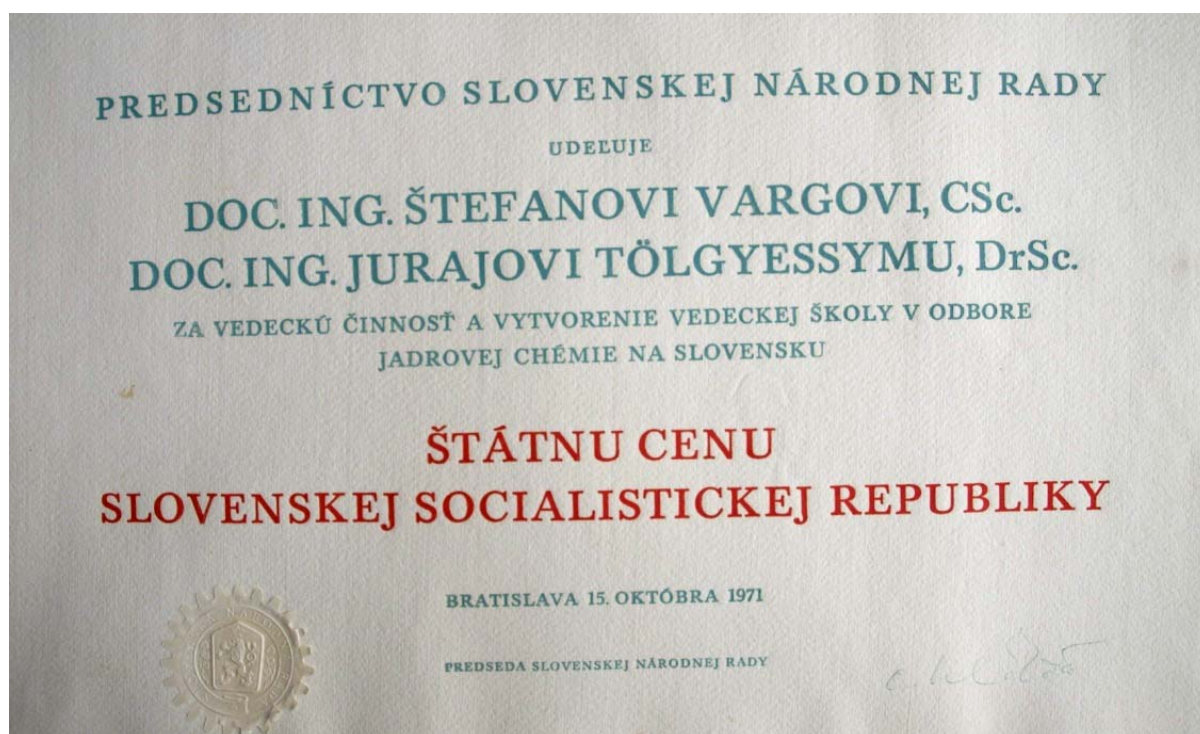
Department of Environmental Science,
Faculty of Chemical Technology,
Slovak Technical University, Radlinského 9,
812 37 Bratislava, Slovak Republic

CO-ORDINATING EDITOR

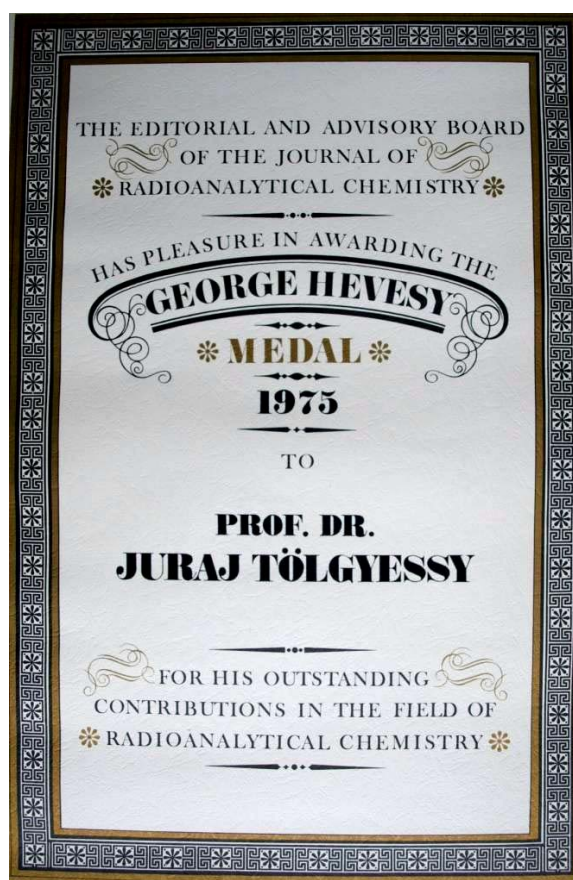
A. P. Schubert
(Budapest, Hungary)

EDITOR
(Reviews Section)

S. Landsberger
(Austin, TX, USA)

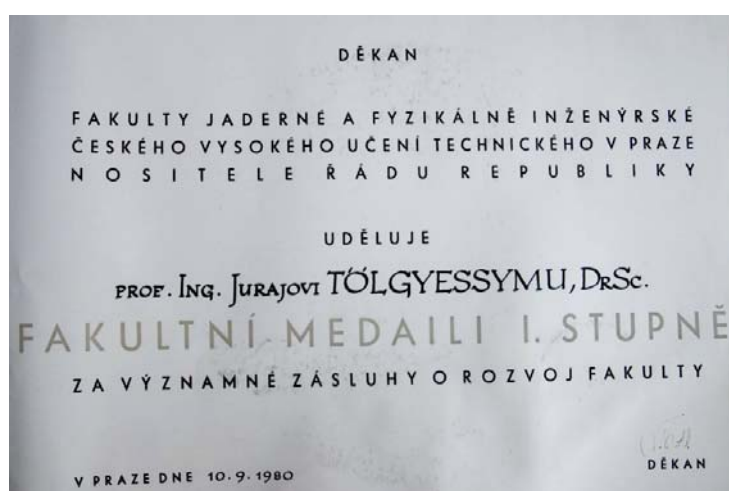


Uznanie doma

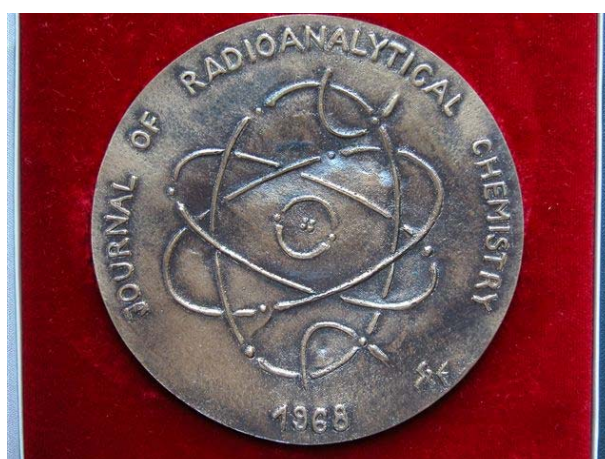
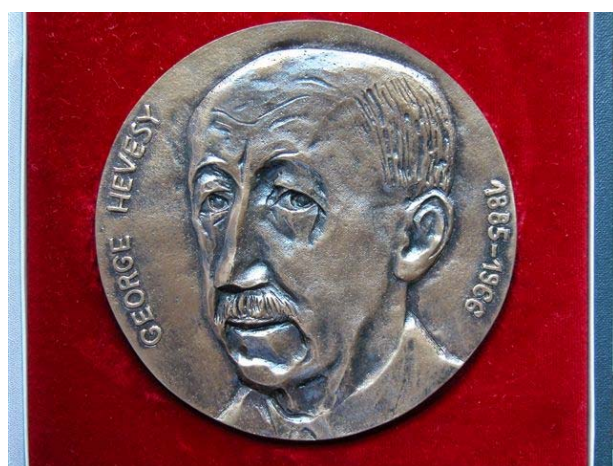


Uznanie v zahraničí

Diplomy za výskumy v oblasti jadrových vied



Ohodnotenie patentov a vynálezov



Hevesyho medaila

Životopis Prof. Ing.Dr. Juraja Tölgyessyho, PhD., DrSc.

Prof.Ing.Dr.Juraj Tölgyessy, PhD., DrSc., člen Európskej akadémie vied a umení (nar. 27. januára 1931) - vysokoškolský vedecký a pedagogický pracovník, odborník v oblasti jadrovej chémie a technológie a v chémii a technológii životného prostredia, expert Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu (Viedeň), spoluzakladateľ a redaktor medzinárodného vedeckého časopisu *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (Elsevier, Amsterdam)*. V rokoch 1952-1997 pracoval na Chemickotechnologickej fakulte STU v rôznych funkciách (asistent, odb. asistent, docent, professor, vedúci Katedry, prodekan). Založil a viedol Katedru Chémie a technológie životného prostredia a vybudoval študijný odbor rovnakého názvu. Po dosiahnutí dôchodcovského veku v rokoch 1997 - 2007 pracoval na Katedre chémie PF Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, kde založil študijný odbor Environmentálna ekológia a časopis *Acta Universitatis Matthaei Belii ser. Chem.* Vedeckovýskumná činnosť J. Tölgyessyho sa týka najmä aplikovanej rádiochémie, radiačnej chémie, analytickej chémie a fyzikálnej chemie, najmä so zameraním na riešenie problémov monitoringu a ochrany životného prostredia a farmácie ako aj na riešenie problémov pedagogickej práce v týchto oblastiach. Je autorom 96 monografií a knižných publikácií (z toho 42 v zahraničí -54 slov., 21 angl., 11 rusky, 3 nemecky, 3 maďarsky, 2 poľsky, 2 česky)., 58 vysokoškolských učebných textov, 330 currentovaných vedeckých prác, 60 iných recenzovaných prác, 22 patentov. Jeho práce sú citované v SCI 580 krát. Bol členom vedeckých rád CHTF SVŠT v Bratislave, UMB v Banskej Bystrici, predsedom a členom odborových komisií pre udelenie vedeckej hodnosti PhD. a DrSc., vedúcim rôznych výskumných projektov. Kandidátsku dizertačnú prácu obhájil na VŠCHT v Prahe a doktorskú (DrSc.) na Lomonosovovej Univerzite v Moskve. Vykonával rôzne funkcie vo vedeckých radách vysokých škôl doma i v zahraničí, v odborných komisiách Ministersva školstva a Ministerstva životného prostredia, v redakčných radách (*Príroda a spoločnosť*, *Természet és Társadalom*, *Svet vedy*, *Zlepšovateľ* a *vynálezca*, *Technické noviny*, *Pyramída*, *Jaderná energie*, *Chemické zvesti. atď.*). Od r. 1951 je členom *Spoločnosti pre šírenie politických a vedeckých poznatkov*, kde bol po celé obdobie členom predsedníctva Ústredného výboru, určité obdobie podpredsedom, ďalej predsedom Komisie pre zahraničné styky predsedom redakčnej rady *Príroda a Spoločnosť* a *Pyramída*, a po premenovaní organizácie na *Akadémiu vzdelávania* bol predsedom celoštátnej organizácie. V rámci organizácie dostal celý rad vyznamenaní nakoniec *Pamätnú medailu*

Juraja Fándlyho. Pracoval v Chemickej spoločnosti, kde určitý čas vykonával funkciu predsedu redakčnej rady Zvesti a člena redakčnej rady Chemických zvesti. V r. 1975-1985 pracoval na Ministerstve školstva SR ako zástupca odboru vedy pre vysoké školy. V r. 1972 prof. Tölgyessy bol zvolený za člena Európskej Akadémie vied a umení v Salzburgu. Od r. 1968 prof. Tölgyessy bol expertom Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu vo Viedni. V rámci svojej expertiznej činnosti sa zúčastnil niekoľko viacmesačných prednáškovo-výskumných pobytov v rôznych krajinách, napr. v Mexiku, Albánsku, Myanmarsku, Kube, Mongolsku, Thajsku, na Cypre, USA, ZSSR, vypracoval mnohé expertízne materiály a aktívne sa zúčastnil mnohých medzinárodných konferencií organizovaných IAEA (USA, Thajsko, NSR, Rakúsko, Cyprus, Francúzsko, ZSSR, USA a i.). V r. 1997 - 2002 pôsobil na Katedre chémie Pannon University Mosonmagyaróvár (Maďarsko) ako profesor a prednášateľ predmetu *Nukleárna technika v poľnohospodárstve a vo výžive*. R. 2003 Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici udelila J. Tölgyessymu čestný titul profesor emeritus. Od r. 2010 je zahraničným členom poradného zboru Ústavu izotopov Maďarskej akadémie vied v Budapešti. R. 2010 bol vymenovaný za četného občana mesta Dunajská Streda.

Vedecká aktivita Prof. Tölgyessyho bola ohodnotená týmito cenami

Štátna cena SR za vedeckú činnosť a utvorenie vedeckej školy v odbore jadrovej chémie na Slovensku, čestný titul zaslúžily vynálezca s právom nosiť Zlatý odznak za AO v odbore ochrany životného prostredia, strieborná plaketa D. Štúra za zásluhy v prírodných vedách, Medaila G. Hevesyho s diplomom (USA) za významné výsledky v oblasti nukleárnej analytickej chémie, zlatá medaila Univerzity Mateja Bela. Je nositeľom ceny SAV za vedeckopopularizačnú činnosť, ceny Maďarskej akadémie vied za dielo "Radiometrische Titrationsen", ceny ministra školstva SR a ceny Vydavateľstva Alfa za dielo "Chemické aspekty životného prostredia", ceny Vydavateľstva Alfa a prémie Slovenského literárneho fondu za dielo "Rádiochémia a radiačná chémia", prémie Slovenského literárneho fondu za diela "Svet hľadá energiu", "Nukleárna farmácia", "Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vôd", a ceny Vydavateľstva Obzor za dielo "Za tajomstvami ekobiofyziky", ocenenie ZSVTS „*Propagátor vedy a techniky*“ za *mnohoročnú aktivitu pri šírení nových poznatkov propagovaní výsledkov vedy a techniky*, čestný člen Slovenskej farmaceutickej spoločnosti za dlhoročnú vynikajúcu pedagogickú, vedecko-výskumnú a organizátorskú prácu v prospech farmácie, čestný občan mesta Dunajská Streda.

Copyright © 2011 Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie

Vydané s finančným príspevím občianskeho združenia
FPV UMB a OZ Príroda, Banská Bystrica

Redakčná úprava: Jana Babjaková

Jazyková korekcia textu: Ing. Vasil Koprda, DrSc

Náklad:

Vytlačené: FOART, s.r.o., Bratislava, SR, január 2011

ISBN 978 -80 -88973 -66 -9