# Metakrilsav alapú amfifil polimer kotérhálók és gélek előállítása, szerkezeti analízise és duzzadási tulajdonságaik

Doktori értekezés tézisei

Kali Gergely Áron

ELTE TTK Kémia Doktori Iskola
Analitikai, kolloid- és környezetkémiai, elektrokémiai program

Programvezető
Prof. Záray Gyula

Témavezető
Prof. Iván Béla

2009

**I. Előzmények és célkitűzések**

Az amfifil kotérhálók (AKTH) és gélek előállítására, szerkezetük és tulajdonságaik felderítésére és felhasználásukra irányuló vizsgálatok napjainkban a polimerekkel kapcsolatos kutatások egyik kiemelkedő ágát képviselik. Az AKTH-k kovalens kötéssel összekapcsolt hidrofil és hidrofób makromolekulákból álló két vagy több komponensű polimer térhálók. Számos kedvező tulajdonságuk különleges figyelmet biztosít ezeknek az új típusú anyagoknak. Igen jó mechanikai tulajdonságaiknak, biokompatibilitásuknak, nanofázisszeparált szerkezetüknek és amfifil karakterüknek köszönhetően az eddigi kutatások alapján felhasználhatóságuk lényegesen sokrétűbb a szintén térhálós, széleskörűen alkalmazott homopolimer hidrogélekénél. A szakirodalomban található ismeretek szerint továbbá a polielektrolit hidrogélek esetén többértékű sók, (pl. Ca-, Mg-sók) oldataiban gélkollapszus játszódik le, így biológiai rendszerekben csak korlátozottan alkalmazhatók.

Az AKTH-k egyik különleges csoportját képezik az elágazási pontok közötti szűk molekulatömeg-eloszlású láncokkal és meghatározott összetétellel rendelkező modell AKTH-k. Ezen kotérhálók csak élő polimerizációs módszerekkel állíthatók elő, és ismert szerkezetükből adódóan, könnyen vizsgálható az összetétel és a szerkezet hatása az egyes tulajdonságokra. Kutatásaim egyik célja különböző amfifil modell kotérhálók szintézise és vizsgálata volt. A hidrofil szegmens minden esetben polimetakrilsav volt, mely egy üveges, anionos polielektrolit. Három különböző hidrofób polimer szegmenst alkalmaztam. Az első esetben poli(metil-metakrilát) (PMMA), egy üveges, kereskedelmi forgalomban kapható polimer, a másodikban a poli(2-butil-1-oktil-metakrilát) (PBOMA) egy gumirugalmas polimer volt a hidrofób összetevő. A 2-butil-1-oktil-metakrilát monomert tudomásom szerint korábban még nem állították elő, és így nem is alkalmazták polimerizációs reakciókban kotérháló szintézis során. A harmadik esetben egy hidrofób makromonomert, a poliizobutilén-metakrilátot (PIBMA) alkalmaztam hidrofób szegmensként, mely egy gumirugalmas polimer. A modell kotérhálók szintézise során élő polimerizációs módszerként a csoport transzfer polimerizációt (GTP) alkalmaztam. Az előállított polimereket széleskörűen vizsgáltam, a reakció lejátszódására, mechanikai és duzzadási tulajdonságaikra és fázisszeparált szerkezetükre fordítva különös figyelmet.

Biológiai alkalmazhatóságuk miatt biológiailag releváns sók oldatában is vizsgáltam a modell AKTH-k duzzadási tulajdonságait.

Munkám másik célja volt a kutatócsoportunkban már korábban vizsgált polimetakrilsav-*l*-poliizobutilén (PMAA-*l*-PIB) amfifil kotérháló előállítása makromonomer módszerrel és különböző sóoldatokban való duzzadási viselkedésének vizsgálata.

Ismert probléma még, hogy a kétféle kotérháló előállítási eljárás során nem alkalmazható ugyanaz a védőcsoport. A GTP-ben alkalmazott tetrahidropiranil-metakrilát termikusan bomlik, így szabadgyökös polimerizációs körülmények között fázisszeparáció lépne fel egy hidrofób (makro)monomerrel való kopolimerizáció során. A makromonomer módszer esetében alkalmazott trimetilszilil-metakrilát viszont pont a védőcsoportja miatt alkalmatlan a szintén trimetilszilil csoport átvitelével játszódó GTP esetében. Ezen oknál fogva egy új, védett monomer szintézisét és alkalmazását is célul tűztem ki, mely több polimerizációs rendszerben is alkalmazható lehet.

## II. Alkalmazott kísérleti módszerek

A poliizobutilén alapú makromonomereket kváziélő karbokationos polimerizációval és azt követő végcsoportmódosítási lépésekkel, a modell kotérhálókat pedig szekvenciális monomer és térhálósítószer adagolással csoport transzfer polimerizációval (Group Transfer Polymerization, GTP) állítottam elő. A kotérhálók előállítása makromonomer módszert alkalmazva szabadgyökös kopolimerizációval történt.

A lineáris polimerek átlag molekulatömegét és polidiszperzitását gélpermeációs kromatográfiával (GPC), funkcionalitását és összetételét pedig $^1$H-NMR spektroszkópiával határoztam meg. A térhálóképződést és a védőcsoport eltávolítást FT-IR spektroszkópiával, a térhálók összetételét elemanalízissel bizonyítottam. A térhálók termikus tulajdonságait termikus gravimetriás (TG) és differenciális pásztázó kalorimetriás (Differential Scanning Calorimetry, DSC) mérésekkel vizsgáltam. A mechanikai tulajdonságok vizsgálatára dinamikus mechanikai analízist (DMA) alkalmaztam. Az AKTH-k fáziszeparált szerkezetét fázismódban végzett atomerő mikroszkópos (Atomic Force Microscopy, AFM) és kisszögű neutronszórási (Small Angle



Neutron Scattering, SANS) mérésekkel tanulmányoztam. A duzzadási vizsgálatok során a duzzadási fokot (R%) gravimetrikusan határoztam meg, és a felvett oldószer és a száraz minta tömegének hányadosából számoltam.

## III. Eredmények és következtetések

1. Szekvenciális monomer és térhálósítószer adagolással, csoport transzfer polimerizáció (GTP) alkalmazásával három kotérhálósorozatot állítottam elő hidrofil metakrilsav (MAA) és három különböző hidrofób monomer, metil-metakrilát (MMA), 2-butil-1-oktil-metakrilát (BOMA) és poliizobutilén-metakrilát (PIBMA) felhasználásával. Mivel MAA-t GTP-vel nem lehet polimerizálni, a polimetakrilsav (PMAA) szegmensekhez védőcsoporttal rendelkező monomer, tetrahidropiranil-metakrilát polimerizációjával, majd azt követő savas hidrolízissel történő védőcsoport eltávolítással jutottam. Minden sorozat esetében GPC és $^1$H-NMR vizsgálatokkal bizonyítottam, hogy a térhálópontok között szűk molekulatömeg-eloszlással rendelkező polimer láncokból álló, ismert összetételű kotérhálók jöttek létre. FT-IR spektroszkópiával nyert adatok igazolták, hogy a térhálóképződés teljesen lejátszódott, és a szintézis után a védőcsoport eltávolítás is sikeres volt.

2. Az MMA, BOMA és PIBMA alapú, polimetakrilsav hidrofil szegmenseket tartalmazó modell kotérhálók esetében meghatároztam a duzzadási foknak a PMAA ionizációs fokától való függését vízben és szerves oldószerben is. Ezen vizsgálatok során a kotérhálók a PMAA szegmensek ionizációs fokának növekedésével vízben egyre jobban, THF-ben egyre kevésbé duzzadtak. A duzzadásra jelentős hatással volt a kotérhálók összetétele és a szerkezete is, azaz a kotérhálók MAA tartalmának növekedésével a teljesen ionizált polisav szegmenseket tartalmazó AKTH-k vízben egyre inkább duzzadtak. A két térhálópont közötti láncok szerkezetének is hatása van a duzzadásra. A statisztikus kopolimer modell kotérhálók jobban duzzadnak, mint a triblokk-kopolimer alapú modell kotérhálók. A duzzadási vizsgálatok eredményeiből számított pK értékek az AKTH-k MAA tartalmának növekedésével csökkennek, de minden esetben meghaladják a homopolimer térhálók esetén kapott pK értékeket. Ez azt mutatja, hogy a hidrofób

környezet a kotérhálókban jelentősen befolyásolja a PMAA ionizálhatóságát, és egyúttal a kotérhálók lehetőséget biztosítanak a pK bizonyos határok közötti szabályozására is.

3. A száraz BOMA és MMA alapú kotérhálókról fázis módban készített AFM felvételek azt mutatják, hogy a modell kotérhálók nanofázis szeparált szerkezettel rendelkeznek. A $D_2O$-ban duzzasztott AKTH-k SANS vizsgálatainak eredményei megerősítették az AFM eredményeket. A blokk-kopolimer alapú modell kotérhálók esetében a SANS vizsgálatok alapján fázisszeparációra utaló szórási maximumok mutatkoznak. Ezek az eredmények összetételtől függő fázisméretet (szórási centrumok közötti távolságot) mutatnak. Az alacsonyabb rendezettségű térhálók, mint a statisztikus kopolimer alapú és a véletlenszerűen térhálósított térhálók esetében azonban nincs, vagy csak gyenge szórási maximum figyelhető meg, ami a különböző fázisok elegyedését, azaz fázisszeparáció hiányát bizonyítja.

4. NaCl, $CaCl_2$ és ezen két só keverékének vizes oldatában megvizsgáltam a BOMA és MMA alapú, PMAA blokkokat tartalmazó amfifil kotérhálók duzzadási viselkedését. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy ezek a modell kotérhálók – szemben a homopolimer polielektrolit gélekkel - még igen nagy sókoncentrációknál (10 mM $CaCl_2$) sem szenvednek gélkollapszust, hanem folyamatos, a homopolimer hidrogéleknél lényegesen kisebb mértékű duzzadási fok csökkenésen mennek keresztül. Elmondható tehát, hogy ez a tulajdonságuk alkalmassá teheti ezen anyagokat a nagyobb sókoncentrációt igénylő alkalmazások esetén való felhasználásra.

5. Makromonomer módszerrel széles összetétel tartományban állítottam elő AKTH sorozatot hidrofób poliizobutilén-dimetakrilát makromonomer, és hidrofil MAA komonomer felhasználásával. Mivel a PIB-nek és az MAA-nak nincsen közös oldószere, és a THPMA védett monomer termikus instabilitása miatt szabad gyökös kopolimerizációs körülmények között nem alkalmazható, ezért ebben az esetben egy védett MAA, trimetilszilil-metakrilát polimerizációjával és azt követő savas hidrolízisével kaptam a polimetakrilsav láncokat. A védőcsoport eltávolítása után végzett elemanalízis vizsgálatok eredményei igazolták a reprodukálható polimetakrilsav-*l*-poliizobutilén (PMAA-*l*-PIB) kotérháló szintézist.



6. Megkíséreltem egy, az irodalomban nemrég gyökös homopolimerizációban alkalmazott védett MAA-t, az etoxietil-metakrilátot is kotérháló előállítására felhasználni. Ezen a védett monomer és poliizobutilén-dimetakrilát makromonomer szabadgyökös kopolimerizációjával sikerrel hajtottam végre kotérhálószintézist. Az etoxietil védőcsoport eltávolítására termikus és savas kezelést is alkalmaztam. Az FTIR spektroszkópiás vizsgálatok azt mutatták, hogy a savas hidrolízis jobban alkalmazható a termikus bontásnál, mivel hőkezelés hatására a PMAA szegmenseken anhidridképződés is lejátszódik. Az előállított kotérhálósorozat termikus vizsgálata során a bomlási hőmérsékletekből meghatároztam a védőcsoport, illetve a kotérháló termikus stabilitását. A kapott kotérhálók DSC görbéi mutatták a PIB fázis üvegesedési hőmérsékletét, mely bizonyítékkal szolgál a fázisszeparált szerkezetre. A duzzadási tulajdonságok bizonyítják ezen kotérhálók amfifil jellegét is, mivel a kotérhálók mind vízben, mind pedig hexánban duzzadnak. Megállapítható tehát, hogy az etoxietil-metakrilát is alkalmas prekurzor kotérhálók gyökös polimerizációval történő előállítására.

7. A PMAA-*l*-PIB kotérháló sorozat duzzadását $Ca^{2+}$, $Cu^{2+}$ és $La^{3+}$ sók oldataiban tanulmányoztam. Az eredmények azt mutatták, hogy $Ca^{2+}$ esetében a duzzadási fok csökkenése folyamatos és kisebb mértékű, mint homopolimer hidrogélek esetében. $Cu^{2+}$ és $La^{3+}$ sók esetében már kis sókoncentrációknál a duzzadási fok jelentősen lecsökken, majd egy adott alacsony duzzadási fok értéknél stabilizálódik. A PMAA-*l*-PIB AKTH-k, ellentétben a homopolimer hidrogélekkel, nem omlanak össze többértékű sók viszonylag nagy koncentrációjú oldatában sem. Ezek alapján az eredmények alapján elmondható tehát, hogy ezek az új anyagok alkalmasak lehetnek biológiai rendszerekben való alkalmazásra, vagy fém-ion megkötésére.

## V. Publikációk és előadások

### V. 1. Publikációk


1. G. Kali, B. Iván: Swelling Response of Amphiphilic Conetworks to Salt Concentration *Proceedings, International Symposium on Polymer Conetworks,Gels and Membranes*, Ed. B. Iván, Budapest, 2005. szeptember 11-13., pp 66-68.
2. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Synthesis and Characterization of Anionic Amphiphilic Model Conetworks Based on Methacrylic Acid and

Methyl Methacrylate: Effects of Composition and Architecture *Macromolecules*, **2007**, *40*, 2192-2200.

3. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Synthesis and Characterization of Anionic Amphiphilic Model Conetworks of 2-Butyl-1-Octyl-Methacrylate and Methacrylic Acid: Effects of Polymer Composition and Architecture *Langmuir*, **2007**, *23*, 10746-10755.
4. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Structural Characterization Of Glassy And Rubbery Anionic Amphiphilic Model Conetworks *Nanoparticles Synthesis, Stabilization, Passivation and Functionalization* (eds: R. Naganjan and T. A. Hatton), *ACS Symposium Series* **2008**, *996*, 286-302.
5. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C S. Patrickios: Anionic Amphiphilic Model Conetworks by the Combination of Quasi-living Carbocationic and Group Transfer Polymerizations *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, Megjelenés alatt.

## A doktori munkához szorosan nem kapcsolódó publikációk

6. B. Iván, G. Erdődi, G. Kali, Gy. Holló-Szabó, Z. Zsebi, M. Szesztay: New functional hyperbranched and star polymers *Polym. Mater. Sci. Eng.*, **2004**; *91*, 197-198.
7. G. Kali, M. Szesztay, A. Bodor, B. Iván: A New Synthetic Method for the Preparation of Star Shaped Polyisobutylene with Hyperbranched Polystyrene Core *Macromol. Chem. Phys.*, **2007**, *208*, 1388-1393.
8. B. Iván, G. Erdődi, A. Hellner, P. W. Groh, G. Kali, Gy. Kasza, I. Szanka, M. Szesztay, A. Soltész: New Ways for the Synthesis of Hyperbranched Polymers *Macromol. Rapid. Comm.*, **2008**, *29*, F16-18.
9. B. Iván, G. Erdődi, G. Kali, Gy. Kasza, I. Szanka, M. Szesztay, A. Soltész: New Routers Towards Novel Branched Polymer Structures: Star Polymers and ultifunctional Hyperbranched Polymers, *Polym. Prepr.*, **2008**, *49*, 66-67

## V. 2. Előadások és poszterek

1. G. Kali, B. Iván: Polimetakrilsav-*l*-polizobutilén amfifil polielektrolit kotérhálók szintézise, analízise és duzzadási viselkedésük MTA Természetes Polimerek és Műanyag Munkabizottsági Ülés, Budapest, 2005. április 26. (előadás)
2. G. Kali, B. Iván: Swelling response of amphiphilic conetworks to salt concentration Polymer Gels and Networks Conference, Prague, 7-14 July, 2005. (poszter)
3. G. Kali, B. Iván: Swelling esponse of amphiphilic conetworks to salt concentration International Symposium on Polymer Conetworks, Gels and Membranes, Budapest, 2005. szeptember 11-13. (poszter)
4. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios: Group transfer polymerization synthesis of amphiphilic model conetworks based on methacrylic acid 231. American Chemical Society Meeting, Atlanta, GA USA, 26 – 30 March, 2006. (poszter)
5. G. Kali, T. K. Georgiou, C. S. Patrickios, B. Iván: Swelling behavior of anionic amphiphilic model conetworks in the presence of monovalent and divalent cations 1st European Chemistry Congress, 27-31 August, 2006. (előadás + poszter)
6. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Structural characterization of glassy and rubbery anionic amphiphilic model conetworks 233. American Chemical Society Meeting, Chicago, USA, 25-29 March, 2007. (előadás)
7. G. Kali, B. Iván: Metakrilsav alapú amfifil polimer kotérhálók X. Doktori Iskola, Mátraháza, 2007. május 7-9. (előadás)
8. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Metakrilsav-tartalmú amfifil polimer kotérhálók MTA Kémiai Kutatóközpont, Kutatóközponti Tudományos Napok, Budapest, 2007. május 22-24. (előadás)
9. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios: Synthesis of anionic amphiphilic polymer model conetworks by the Combination of quasi-living carbocationic and group transfer polymerizations European Polymer Congress, Portorož, Szlovénia, 2-6 July, 2007. (poszter)
10. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Mechanical and structural differences between amphiphilic conetworks containing various hydrophobic segments 11th Dresden Polymer Discussion, Drezda, 16-19, september 2007. (poszter)
11. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Nanophase separated amphiphilic conetworks based on methacrylic acid 9th Conference on Colloid Chemistry, Siófok, 2007, október 3-6. (poszter)
12. G. Kali, C. S. Patrickios, T. K. Georgiou, B. Iván: Biológiailag releváns sók és pH hatásának vizsgálata metakrilsav alapú amfifil kotérhálók duzzadására VIII. Téli Iskola, Balatonfured, 2008. február 6-8. (előadás)
13. B. Iván, G. Erdődi, A. Domján, Cs. Fodor, M. Haraszti, G. Kali, P. Mezey, J. Scherble, R. Thomann, R. Mülhaupt: Amphiphilic conetworks: new nanostructured polymers for smart materials, nanohybrids and biomaterials 9th Austrian Polymer Meeting, Graz, 26-28 March, 2008 (előadás)
14. B. Iván, G. Erdődi, A. Domján, Cs. Fodor, M. Haraszti, G. Kali, P. Mezey, J. Scherble, R. Thomann, R. Mülhaupt: Nanophasic amphiphilic polymer conetworks: a new material platform for nanostructured surfaces and films 1st Funcitonal Nanocoatings Conference, Budapest, 30 March - 2 April, 2008. (előadás)
15. G. Kali, T. K. Georgou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. C. Tiller: Nanophase separated amphiphilic model polymer conetworks 1st Funcitonal Nanocoatings Conference, Budapest, 30 March - 2 April, 2008 (poszter)
16. G. Kali, B. Iván, T. K. Georgiou, C. S. Patrickios, Y. Thomann, J. C. Tiller: Metakrilsav alapú amfifil polimer kotérhálók: szintézis stratégiák, szerkezetet-tulajdonság összefüggések és kolbszusmentes sóhatás vizes közegű duzzadásra Magyar Tudományos Akadémia, Anyagtudományi Nap, Budapest, 2008. május 9. (előadás)
17. G. Kali, T. K. Georgiou, B. Iván, C. S. Patrickios, E. Loizou, Y. Thomann, J. Tiller: Synthesis, swelling behavior and morphology investigations of poly(methacrylic acid)-based amphiphilic conetworks with various hydrophobic segments Polymer Networks Group conference, Lamaca, Cyprus, 22-26 June, 2008 (előadás)
18. G. Kali, B. Iván: Swelling behavior of amphiphilic conetworks in physiologically relevant salts solutions Polymer Networks Group conference, Lamaca, Cyprus, 22-26 June, 2008 (poszter)

## A doktori munkához szorosan nem kapcsolódó előadások

19. B. Iván, G. Erdődi, G. Kali, Gy. Holló-Szabó, Z. Zsebi, M. Szesztay: New functional hyperbranched and star polymers 228. American Chemical Society Meeting, Philadelphia, USA, 22-26 August, 2004. (előadás)
20. G. Kali, M. Szesztay, A. Bodor, B. Iván: Csillag és hiperelágazásos polizobutilén előállítása láncvégi sztirol monomeregységek Friedel-Crafts reakciója útján Vegyészkonferencia 2005, Hajdúszoboszló, 2005. június 28-30. (poszter)
21. T. Podlaviczki; M. Szesztay, T. Erdey Grúz, T. Fónagy; I. Szanka; B. Iván, G. Kali: Polystyrene star polymers by quasi-living atom transfer radical polymerization; 1st European Chemistry Congress, 27-31 August, 2006. (poszter)
22. Gy. Fodor, G. Kali, B. Iván: Poly(N-vinylimidazole)-*l*-poly(propylene oxide) amphiphilic conetworks, 1st European Chemistry Congress, 27-31 August, 2006. (poszter)
23. Gy. Fodor, G. Kali, K. Z. Pertényi, B. Iván: N-vinil-imidazol alapú amfifil kotérhálók szintézise, analízise és réz(II)-ion megkötő képességének vizsgálata

MTA Kémiai Kutatóközpont, Kutatóközponti Tudományos Napok, Budapest, 2007. május 22-24. (előadás)

24. A. Domján, K. Hódi, J. Varga, P. Mezei, Cs. Fodor, G. Kali, B. Iván: Makromolekulák és összetett polimerrendszerek vizsgálata szilárd fázisú NMR-módszerekkel
MTA Kémiai Kutatóközpont, Kutatóközponti Tudományos Napok, Budapest, 2007. május 22-24. (előadás)
25. Cs. Fodor, G. Kali, K. Perényi, B. Iván: Synthesis, characterization and metal ion binding of N-vinylimidazole based amphiphilic conetworks
European Polymer Congress, Portoroz, Szlovénia, 2-6, july 2007. (poszter)
26. G. Kali, M. Szesztay, A. Bodor, B. Iván: Synthesis Of New Branched Polyisobutylene Structures By Quasiliving Carbocationic Polymerization, IUPAC International Symposium on Ionic Polymerization, Kloster Banz, 9-11 September, 2007. (poszter)
27. Cs. Fodor, G. Kali, K. Z. Perényi, B. Iván: Synthesis, Characterization And Copper(II) Ion Coordination Studies Of Amphiphilic Conetworks Based On N-Vinylimidazole, 11th Dresden Polymer Discussion, Drezda, 16-19 September, 2007. (poszter)
28. B. Iván, G. Erdődi, P. W. Groh, G. Kali, Gy. Kasza, A. Soltész, I. Szanka, M. Szesztay: New methods for new multifunctional hyperbranched polymers,
3rd International Symposium on "Reactive Polymers in Inhomogeneous Systems, in Melts, and at Interfaces", Dresden, 23-25, september 2007. (poszter)
29. Cs. Fodor, G. Kali, K. Z. Perényi, B. Iván: Metal Ion Binding by Water Swollen Poly(N-vinylimidazole-*l*-poly(tetrahydrofuran), a Novel Amphiphilic Conetwork
9th Conference on Colloid Chemistry, Siófok, 2007, október 3-6. (poszter)
30. G. Erdődi, Cs. Fodor, P. W. Groh, M. Haraszti, B. Iván, G. Kali, P. Mezey, V. Pálfi, A. Soltész, L. S. Szabó, I. Szanka, Gy. Szarka, K. Verebélyi: Új nanoszerkezetű polimer rendszerek, mint új nanohibrid anyagok platformja
A Magyar Tudomány Ünnepe 2007., Budapest, 2007. november 12. (poszter)
31. G. Erdődi, Cs. Fodor, P. W. Groh, M. Haraszti, A. Hellbur, B. Iván, G. Kali, P. Mezey, V. Pálfi, A. Soltész, L. S. Szabó, I. Szanka, Gy. Szarka, K. Verebélyi: Nanoszerkezetű polimereken alapuló új nanohibrid anyagok
ELTE Innovációs Nap, Budapest, 2008. február 05. (poszter)
32. Cs. Fodor, G. Kali, A. Domján, K. Z. Perényi, B. Iván:
N-vinil-imidiazol alapú amfifil kotérhálók szintézise és alkalmazhatósága nehézfémionok megkötésében
VIII. Téli Iskola, Balatonfüred, 2008. február 6-8. (előadás)
33. A. Soltész, Gy. Kasza, I. Szanka, P. W. Groh, M. Szesztay, G. Kali, B. Iván: Multifunkciós hiperelágazásos polimerek mint fogtömő és módosító alapanyagok
VIII. Téli Iskola, Balatonfüred, 2008. február 6-8. (előadás)
34. B. Iván, G. Erdődi, A. Hellner, P. W. Groh, G., Gy. Kasza, A. Soltész, I. Szanka, M. Szesztay: New ways for the synthesis of hyperbranched polymers, Makromolekulares Kolloquium, Freiburg (Németország), 28 february – 1 march 2008. (előadás)
35. Cs. Fodor, G. Kali, K. Z. Perényi, A. Domján, B. Iván, R. Thomann, R. Mülhaupt:
Heavy metal ion chelating by water swollen n-vinylimidazole based nanophasic amphiphilic conetwork films
1st Functional Nanocoatings Conference, Budapest, 30 march- 2 april, 2008 (poszter)
36. G. Kali, Gy. Kasza, A. Soltész, I. Szanka, M. Szesztay, B. Iván: Hiperelágazásos polimerek szintézise láncvégi és láncmenti reakciókkal - új potenciális energiatakarékos adalékokról új fogtömőanyagokig
MKE Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló, 2008. június 19-21. (poszter)
37. Cs. Fodor, G. Kali, K. Z. Perényi, A. Domján, R. Mülhaupt, R. Thomann, B. Iván:
Preparation, characterization of polymer conetworks as metal ion chelating agents
Polymer Networks Group conference, Larnaca, Cyprus, 22-26 June, 2008 (poszter)
38. Gy. Kasza, G. Kali, M. Szesztay, B. Iván: The effect of reaction conditions on the formation of hyperbranched polystyrene by quasiliving carbocationic polymerization, Kolozsvár, 13-15, november 2008. (poszter)