

# Számítógépes szabályozáson alapuló gyógyszeripari és polimertechnológiai fejlesztések

Ph.D. értekezés tézisei

*Készítette:*  
**Csontos István**  
*okl. vegyészmérnök*

*Témavezető:*  
Dr. Marosi György  
*egyetemi docens*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Szerves Kémiai Technológia Tanszék  
2004

# 1. Bevezetés, célkitűzések

Az automatizált reaktorok alkalmazása az iparban már mindennaposnak számít, mert a gyártási műveletek biztonságát és a termékek konzisztens minőségét automatizált rendszerekkel lehet leghatékonyabban garantálni. A szakirodalom áttekintése alapján kitűnik, hogy a magas szinten automatizált szakaszos és félfolytonos reaktorok lehetőségei nincsenek kellőképpen kihasználva, mert a fejlesztést még új technológiák kidolgozása esetében is főként a hagyományos laboratóriumi módszerekkel és eszközökkel végzik. A gazdaságosabb termelés akadályai a laboratóriumi, számítógéppel szabályozott modellberendezések és az ezekhez kapcsolódó szaktudás hiánya. E berendezések alkalmazása döntő szerepet játszhat a környezetkímélő technológiák kidolgozásában, amely a fokozódó környezeti terhelés miatt napjainkban egyre inkább a vegyipar központi kérdésévé válik. Különösen fontosak az olyan eljárások, amelyekkel a toxikus, vagy nem regenerálható vegyi anyagok, oldószerek használata kiküszöbölhető, illetve a reakció során fejlődő ártalmas anyagok emissziójának csökkentése érhető el.

A felületmódosító eljárásokat szintén környezetbarát, anyagtakarékos eljárásnak tekintik, mert a felület módosításakor vagy felületi bevonat létrehozásakor igen kis hozzáadott anyagmennyiséggel merőben új tulajdonságok hozhatók létre. A felület- és határfelületmódosítást, illetve az ahhoz szükséges anyagok előállítását szintén szabályozott körülmények között kell megvalósítani.

A disszertáció célja az volt, hogy olyan kísérleti berendezést fejlesszünk ki, amely egyesíti a reakciókaloriméterek és az ipari folyamatirányított rendszerek kedvező jellemzőit, és a folyamatirányítás által nyújtott előnyök kihasználásával alkalmassá tesszük a szerves kémiai technológiák korszerű gyakorlati oktatására, gyógyszeripari intermedierek és műanyagipari adalékanyagok, ill. határfelületmódosító komponensek szintéziseinek kidolgozására, valamint folyamatirányítással megvalósuló ipari léptékű gyártási eljárások laboratóriumi modellezésére és fejlesztésére. Szintén fontos cél volt az előállított adalékok alkalmazása polimer rendszerek módosítására, ezen belül is főként a fázishatárretegek jellemzőinek javítására.

A gyógyszeripari intermedierek és műanyagipari adalékok reaktorkaloriméterben végrehajtott szintézise során a következőkre törekedtünk:

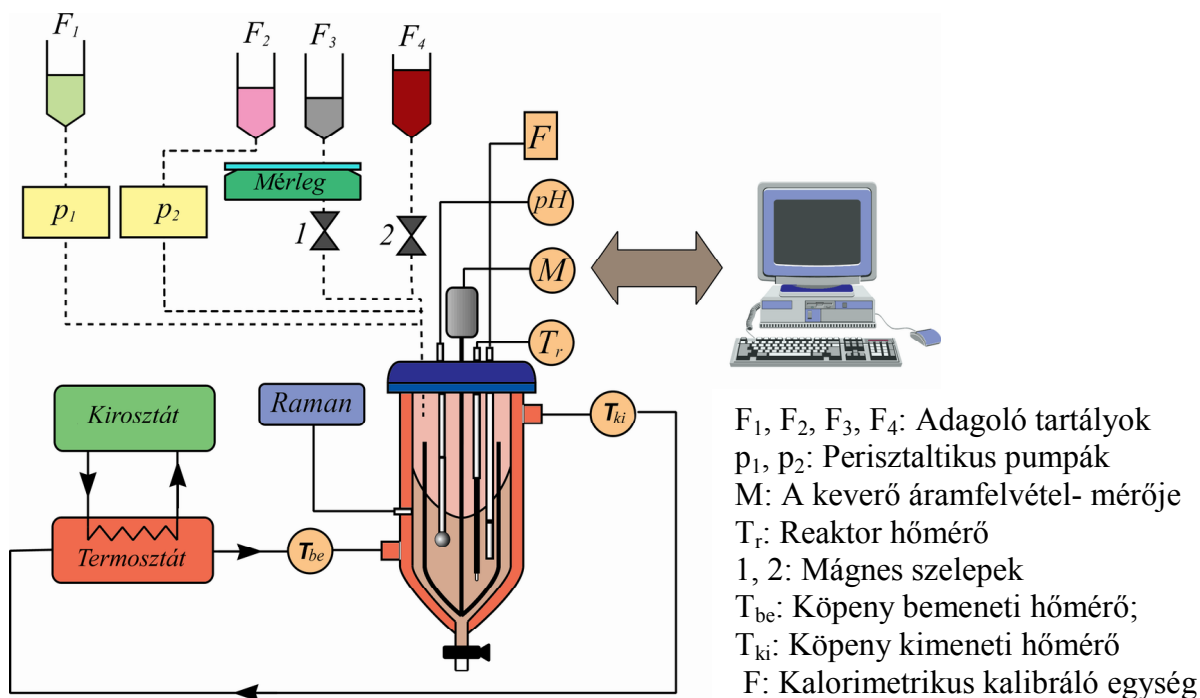
- a toxikus és nem regenerálható oldószerek kiváltásával, oldószermentes eljárások kidolgozásával, a megsemmisítendő melléktermékek, a regenerálásra szoruló reaktánsok, ill. a reagens bomlásából származó toxikus gázok emissziójának csökkentésével **környezetvédelmi előnyöket** kívántunk elérni,

- a **technológiák gazdaságosságát** javító megoldásokat, pl. méretnövelésre alkalmas technológiák kialakításával, az optimális reakciókörülmények meghatározásával, hőtani és kinetikai jellemzők megállapításával igyekeztünk megvalósítani,
- a reagens felhalmozódását befolyásoló paraméterek és az exoterm részfolyamatok entalpiaváltozásainak meghatározásával, valamint az üzemi készülékekre vonatkozó hőtani szimulációs számításokkal a **reakciók biztonságos megvalósítását** kívántuk elősegíteni.

A gyógyszeripari intermedierek előállítására kidolgozott technológiai fejlesztések során számos esetben ipari méretű reaktorban végzett kísérletekre is szükség volt. A műanyagipari adalékok előállítása konkrét polimertechnológiai célokhoz kapcsolódott. A töltő-, erősítő- és égésgátló anyagokat a szintetizált termékekkel felületkezelve a mechanikai tulajdonságok és a transzportfolyamatok hatékony befolyásolását kívántuk elérni.

## 2. Kísérleti módszerek

Az általunk kifejlesztett rugalmas laboratóriumi rendszert a szakirodalomban ismertetett berendezésektől megkülönböztetve reaktorkaloriméternek nevezzük. Ez megfelel a reakciókaloriméterekkel szemben támasztott igényeknek, de nem rendelkezik azok megkötöttségeivel. Így többek között jól adaptálható különböző méretű reaktorokhoz, szakaszos, félfolytonos és folytonos működtetésre is alkalmas. Az adatkiértékelés és a szabályozási stratégiák terén teljes szabadsággal rendelkezik. A felhasználói felülete részletes, és a felhasználó saját maga konfigurálhatja. Támogatja a laboratóriumi technológiák ipari szintre történő átvitelét. A rendszer igen pontos hőmérsékletszabályozással rendelkezik: izoterm módban az ingadozás kisebb, mint  $\pm 0,1$  °C. Az új adalékok és adalékkomponensek pontos és reprodukálható szintézisének megvalósítására és szerves kémiai reakciók (alkilezés, klórmetilezés, diazotálás, polimerizáció stb.) vizsgálatára kifejlesztett számítógéppel folyamatirányított laboratóriumi reaktorkaloriméter felépítése a következő ábrán látható:



*A reaktorkaloriméter rendszer vázlatja*

### 3. Új tudományos eredmények

- Kidolgoztunk egy kutatási és oktatási feladatok elvégzésére egyaránt alkalmas laboratóriumi folyamatirányított berendezést, a **reaktorkalorimétert**. Ez az automatizált, számítógéppel irányított rendszer szakaszos és félfolytonos kémiai technológiák fejlesztésére nyújt lehetőséget.

  - A **reaktorkaloriméterrel** elvégzett számos kísérlet elvégzése után megállapítottuk, hogy a folyamatirányítási szakirodalomban javasolt műveleti szintű szabályozási elvet célszerű továbbfejleszteni. A folyamatirányító program általánosabbá tételéhez ezért a műveleti szintű szabályozás fölé **alapfolyamat szintű programrész** kialakítása valósítottuk meg. Ezen a szinten kidolgozhatók és elmenthetők az egyes vegyipari alapfolyamatokra jellemző általános műveleti egységek. Ez a szint tartalmazza az alapfolyamatra jellemző főbb paramétereket. Egy vizsgált kémiai technológia kialakításakor már csupán ezeket a paramétereket kell megadni, nagymértékben egyszerűsítve a folyamatirányítási receptúra előállítását. (Ilyen módon szükségtelenné válik, pl. a készülékspecifikus paraméterek ismételt megadása.) Alapfolyamat szintű receptúramodulokat aromás alkilezés, klórmetilézés, diazotálás reakciótypusok végrehajtására dolgoztunk ki.

- A **reaktorkaloriméter** egyesíti a laboratóriumi reakciókaloriméterek és az ipari folyamatirányított reaktorok kedvező jellemzőit, és ily módon a technológiában előírt gyakorlati körülmények között is meghatározhatók a folyamat fontosabb hőtani jellemzői, nyomon követhető az előrehaladása, és **a kidolgozott technológiák folyamatirányítási algoritmusai egyszerűen átvihetők az üzemi méretre.**
  - Kialakítottunk egy oktatási koncepciót, amely szerint olyan szerves kémikusokat kell képezni, akik képesek a folyamatirányítás előnyeit beépíteni a fejlesztendő technológiába már a laboratóriumi optimalizálás során. Mindezek alapján **elsőként vezettük be a szerves kémiai technológiák oktatásába a szakaszos-félfolytonos reakciók számítógépes folyamatirányításának gyakorlatát.**
2. A gyártási technológia hatékonyságát javító, biztonságát fokozó és a **zöldkémia** szempontjait nagymértékben figyelembe vevő technológiai fejlesztéseket végeztünk gyógyszeripari intermedierek előállítására:
- Környezetszennyező és egészségre **ártalmas oldószerek kiváltását** valósítottuk meg, és az új oldószerben meghatároztuk a reakció végrehajtásának optimális körülményeit.
    - A 7-izopropoxi-izoflavon szintézise során a reakciót dimetil-formamid helyett több, ipari körülmények között is jól alkalmazható, regenerálható oldószerben is elvégeztük. Gazdaságossági kérdés annak eldöntése, hogy az új oldószerek előnyei és az alkalmazásukkal elért kisebb termelés figyelembevételével a kidolgozott technológiák közül melyiket célszerű megvalósítani.
    - A 3,4-dietoxi-benzilklorid szintézise során a benzol oldószert a sokkal kevésbé ártalmas ciklohexánra cseréltük. Az új oldószerben a reakció gyorsabban valósítható meg, és a számítógépes folyamatirányítás lehetővé teszi a melléktermékek képződésének minimalizálását. A kidolgozott eljárás találmányi leírását átadtuk az ipari partnernek.
  - A **gyártástechnológia hatékonyságát** eredményesen növeltük a következő reakciókban:
    - A 7-izopropoxi-izoflavon előállítása során megfelelő hőmérséklet- és adagolásprogram kialakításával lehetővé tettük, hogy a reakció magasabb hőmérsékleten, nagyobb reakciósebességgel menjen végbe, az alkilezőszer áthabzása és vesztesége csökkenjen. Mindezt jó

minőségű, jól szűrhető, reprodukálható termék előállításával és 10-15 % alkilezőszer megtakarításával értük el.

- Az 1,2-dietoxibenzol klórmetilézésére során ciklohexán oldószerben is sikerült elérni a korábbi, benzolban végzett gyártás hozamát. Meghatároztuk azokat a körülményeket, amelyek befolyásolják a reagálatlan 1,2-dietoxibenzol és a melléktermékek képződésének arányát.

3. A **műanyagipari segédanyagok** szintézisének területén elért eredmények a következők:

- A veszélyes peroxid típusú polimerizációs **iniciátorgyártás biztonságának növelése** érdekében meghatároztuk a hagyományos laboratóriumi módszerekkel kidolgozott szintézisek hőtani jellemzőit. Meghatároztuk a termikus megfűtés veszélye és a keverési viszonyok közötti összefüggést, és azokat a körülményeket, amelyek biztosításával ez a veszély elkerülhető.
- Új típusú **reaktív tenzid** adalékok előállítása során **a reakciók újszerű nyomon követését valósítottuk meg Raman módszerrel**. A Diels-Alder addíció lejátszódása a spektrum változása alapján az üvegszálas optikával ellátott készülékkel közvetlenül a reaktorban figyelhető meg. A reakció előrehaladását a kettőskötésekre jellemző rezgések intenzitásának csökkenése, illetve a sávok eltolódása bizonyítja. A legszembeűnőbb változásnak a telítetlen zsírsav  $1658\text{ cm}^{-1}$ -es sávjának intenzitáscsökkenése bizonyult.
- Új, foszfátid és bóroxó-sziloxán típusú **égésgátló adalékok** szintézise során a szabályozást a reakcióhő, ill. a keverő nyomatékfelvétele alapján sikerült megoldani.
- **Új eljárást dolgoztunk ki nanokompozit előállítására**, amelynek során emulziós polimerizációval előállított polimerdiszperziót reagáltattunk agyagásvánnal. Az eljárás előnye, hogy környezetkímélő módon, vizes közegben, szerves oldószer alkalmazása nélkül valósítható meg. A nanokompozit kialakulását nagyszögű röntgen diffrakciós vizsgálattal igazoltuk. A termék jellemzőit DSC és TG vizsgálatokkal határoztuk meg, a kialakuló nanokompozit szerkezetét AFM és SEM módszerekkel vizsgáltuk meg.

- Új, a korábbinál **hatékonyabb, környezetkímélő technológiát alakítottunk ki** 1-fenilazo-2-naftol típusú **pigment szintézisére** a diazotálás folyamatát jól leíró szimuláció felhasználásával. A szabályozási üzemmódok, a hőmérséklet- és adagolásprogramok megfelelő állapotban történő váltásával elértük, hogy a reakcióidő 11%-kal, a nitrogén-oxidok reaktortérben mérhető koncentrációja pedig 89%-kal csökkenjen az ennél egyszerűbb, de szintén automatikus adagolásos technológiához képest. A manuális eljáráshoz viszonyítva a nitrogén-oxidok emissziója több mint 97,8%-kal csökkent. Az új technológia alkalmazásával az azokapcsolással kapott pigment színének **reprodukálhatósága** is jelentősen javult.
4. A reaktorkaloriméterben előállított műanyagipari **adalékanyagok felhasználása** során a következő eredményeket értük el:
- Megfigyeltük a **reaktív tenzidek** (a diszpergáló szer és kapcsolókomponens tulajdonságait egyesítő határfelületi adalék) adhéziót fokozó és a homogenitást javító hatását. Kémiai kötés létrejöttét a reaktív tenzid és a polimer mátrix között XPS módszerrel igazoltuk.
  - Vizsgáltuk a reaktív tenzidek polimer kompozitok mechanikai tulajdonságaira gyakorolt hatásait.
    - Megállapítottuk, hogy 1% reaktív tenzid bevitele CaCO<sub>3</sub>-tal töltött és üvegszállal erősített polipropilén esetében a szakítószilárdságot és a rugalmassági modulust az eredeti érték 120-127%-ára, a szakadási nyúlás pedig (a nagy töltőanyag koncentráció ellenére is) 258-392%-ára növelte meg.
    - A töltőanyag részecskék felületén többrétegű reaktív tenzid - elasztomer határfelületi szerkezetet alakítottunk ki. Ezen a módon 25%-kal sikerült növelni az orientált polipropilén szálak szakítószilárdságát, még nagyobb orientáció esetében is.
    - A felhabosodó égésgátló adalékokból a megfelelő hatékonyság eléréséhez viszonylag nagy mennyiséget kell alkalmazni, ez azonban a mechanikai tulajdonságokat hátrányosan befolyásolja. A szinergikus reaktív tenzidekkel történő felületkezelés az égésgátlás hatékonyságának fokozásán túlmenően a szakadási nyúlást 50%-kal növelte meg.
  - Vizsgáltuk stabilizáló (pl. égésgátló) és felületkezelő adalékok együttes hatását polimer rendszerek **transzportfolyamatainak és stabilitásának**

**szabályozására**, mivel ezeknek a kompozitok előállítására, feldolgozhatóságára és felhasználhatóságára jelentős hatása van.

- Megállapítottuk, hogy az ammónium-polifoszfát/pentaeritrit/melamin felhabosodó égésgátló adalékrendszer hidrolitikus stabilitása reaktív tenziddel végzett felületmódosítással számottevően javítható. A vízérzékenységet az égésgátolt polimer minták extrakciójával, a vizes oldat vezetőképessége alapján határoztuk meg. A módosítást követően kioldódás gyakorlatilag nem következik be, azaz sikerült megakadályozni, hogy az égésgátló komponensek az alkalmazás során kivándoroljanak a polimer felületére.
- Kimutattuk, hogy az elasztomer formájú, bórtartalmú szilícium származék — a *poli-bóroxo-sziloxán* — alkalmazása az égésgátolt rendszer jellemzőinek javulását eredményezi. Megfigyeltük, hogy 1,5% poli-bóroxo-sziloxánt tartalmazó polipropilén alapú felhabosodó égésgátolt rendszerben kényszerégetés során, a felületen, folytonos, összefüggő kéreg alakul ki, ez utóbbi réteg a minta és a környezet közötti anyag- és hőtranszportot hatékonyan korlátozza, azaz az égést jelentősen késlelteti. Az égésgátló hatást TG vizsgálatokkal bizonyítottuk.

#### 4. Közlemények az értekezés témaköréből

- I. **Csontos I.**, Marosi Gy., Ravadits I., Construction and use of computer controlled laboratory batch reactor, *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng*, **42** (2), 115-123 (1998)
- II. Marosi Gy., **Csontos I.**, Bertalan Gy., Advanced multicomponent polymer systems..., *Polymer News*, **25**, 353-358 (2000)
- III. Csontos I., Marosi Gy., Faigl F., Ravadits I., Kőmíves J., Development of organic chemical technologies using computer controlled model-reactor, *Computers and Chemical Engineering*, **23** (supplement), S995-S998, (1999)
- IV. **Csontos I.**, Marosi Gy., Ravadits I., Anna P., Faigl F., Process control in the education of organic chemical technology, *Universitas Scientiarum*, **6** (1), 31-36 (2001)
- V. Marosi Gy., Vaczulín Z., Papp I., Sallay P., **Csontos I.**, A szerves kémiai technológia laboratóriumi oktatása X. - Diazotálás és kapcsolás számítógépes folyamatirányítása, *Magyar Kémikusok Lapja*, **51** (5), 218-219 (1996)



- VI. Marosi Gy., Anna P., **Csontos I.**, Márton A., Bertalan Gy., New reactive additives for interface modification in multicomponent polyolefin systems, *Macromol. Symp.*, **176**, 189-198 (2001)
- VII. Anna P., Marosi Gy., **Csontos I.**, Bourbigot S., Le Bras M., Delobel R., Influence of modified rheology on the efficiency of intumescent flame retardant systems, *Polymer Degradation and Stability*, **74**, 423-426 (2001)
- VIII. Marosi Gy., Márton A., Szép A. Csontos I., Keszei S., Zimonyi E., Tóth A., Almeras X., Le Bras X., Fire retardancy effect of migration in polypropylene nanocomposites induced by modified interlayer, *Polymer Degradation and Stability*, **82**, 379-385 (2003)
- IX. Marosi Gy., **Csontos I.**, Felület- és határfelületmódosítás a szálak és társított rendszerek területén, "Válogatott fejezetek a műszaki felülettudományból", szerk.: Bertóti I., Marosi Gy., Tóth A., Műegyetemi Kiadó, Budapest, 193-217 o., 1998
- X. Bertalan Gy., Marosi Gy., Anna P., Ravadits I., **Csontos I.**, Tóth A., Role of interface modification in filled and flame retarded polymer systems, *Solid State Ionics*, **141-142**, 211-215 (2001)
- XI. Marosi Gy., Anna P., **Csontos I.**, Márton A., Marosfői B., Bertalan Gy., Megtervezett fázisszerkezetű polimer rendszerek alkalmazása a kompozitoktól az égésgátlásig, *MTA Akadémiai Közlemények*, (elfogadva)
- XII. Marosi Gy., Bertalan Gy., Anna P., Tohl A., Maatoug M. A., Ravadits I., **Csontos I.**, Flame retarded, reinforced polypropylene technical fibres, *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng*, **42** (2), 125-130 (1998)
- XIII. Balogh I., Marosi Gy., Bertalan Gy., Anna P., Tohl A., Maatoug A. M., **Csontos I.**, Szentirmai K., Poliolefinék égésgátlása I. - Általános áttekintés, *Műanyag és Gumi*, **34**, 209-217 (1997)
- XIV. Balogh I., Marosi Gy., **Csontos I.**, Anna P., Tohl A., Maatoug A. M., Szentirmai K., Poliolefinék égésgátlása II. - A felhabosodó égésgátlók hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése, *Műanyag és Gumi*, **34**, 237-243 (1997)
- XV. Maatoug M. A., Anna P., Bertalan Gy., Ravadits I., Marosi Gy., **Csontos I.**, Márton A., Tóth A., Role of pigments in the stability of polyethylene systems, *Macromolecular Materials and Engineering*, **282**, 30-36 (2000)
- XVI. Marosi Gy., **Csontos I.**, Ravadits I., Anna P., Bertalan Gy., Stefán K., Tóth A., Role of Silicones in Flame-Retarded Polymer Systems In: „Recent Advances in Flame Retardancy of Polymeric Materials”, vol. X,

(M. Lewin, ed.), pp. 88-95, Business Communications Co. Inc., Norwalk, 1999

XVII. Marosi Gy., **Csontos I.**, Ravadits I., Tohl A., Anna P., Sommer F., Botreau M., Tran M. D., Thermal and surface analytical study of flame retarded polyolefins - I. Interaction of additives and structure formation, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **56**, 1071-1080 (1999)

## Előadások

- 1 Marosi Gy., Bertalan Gy., Anna P., **Csontos I.**, Tohl A., Maatoug A. M.: *Új termoanalitikai módszerek polimer rendszerek kutatásában: reakciókaloriméterek, dinamikus módszerek, „cone-calorimeter”*  
MKE Vegyészkonferencia, Eger, 1996 Jul. 2-4
- 2 **Csontos I.**, Marosi Gy., Faigl F.: *Számítógéppel folyamatirányított laboratóriumi reaktor fejlesztése és alkalmazása*  
Poszteres előadás, BME Ipari nyílt napok, Bp. 1997 jan. 14-15
- 3 Ágai B., Faigl F., **Csontos I.**: *Poláris fémorganikus reakciók kutatása és technológiai fejlesztése*  
Poszteres előadás, BME Ipari nyílt napok, Bp. 1997 jan. 14-15
- 4 Marosi Gy., **Csontos I.**, Ravadits I., Tohl A.: *Egyetemesi együttműködés főbb irányai és eredményei a műszaki felülettudomány területén*  
MTA Műszaki Anyagtudományi Munkabizottsági ülés, Bp., 1997. április 7.
- 5 Marosi Gy., Ravadits I., **Csontos I.**: *Műszaki felülettudomány posztgraduális képzésének fejlesztése...*  
Miskolci Akadémiai Bizottság Anyagtudományi Munkabizottsága, “Research and Education in Surface Engineering” c.szeminárium, Miskolc, 1997. április 7.
- 6 Keglevich Gy., Ludányi K., Újszászy K., Marosi Gy., **Csontos I.**, Novák Cs., Tóke L.: *Foszforheterociklusok fragmentációs reakcióinak vizsgálata*  
MKE Vegyészkonferencia, Siófok, 1997 szept. 1-3
- 7 **Csontos I.**, Marosi Gy.: *Azoszinezék környezetkímélő előállítására számítógépes folyamatirányítással*  
XXVI. Kolorisztikai Szimpózium, Tata, 1997 szept. 10-12.
- 8 **Csontos I.**, Marosi Gy., Faigl. F.: *Számítógéppel folyamatirányított technológiák laboratóriumi fejlesztése*  
Ipari nyílt nap, BME, Bp. 1998 jan. 26.
- 9 **Csontos I.**, Marosi Gy., Faigl. F.: *Ipari szerves kémiai technológiák gyakorlati oktatása számítógépes folyamatirányítással*  
Ipari nyílt nap, BME, Bp. 1998 jan. 26.

- 10 Marosi G., Ravadits I., Anna P., Bertalan G., **Csontos I.**, Maatough M.A., Tóth A.: *Thermal and Surface Analytical Study of Flame Retarded polyolefins*  
European Symposium on Thermal Analysis Balatonfüred 1998
- 11 Bertalan Gy., Anna P., **Csontos I.**, Marosi Gy.: *Polimer kompozítok-az anyagtudomány perspektívikus szerkezeti anyagai*  
MTA Szál- és Rosttechn. Biz. Előadás 1999 október
- 12 **I. Csontos**, Gy. Marosi, A. Tóth, M. D. Tran: *Application of Multimedia Program In Education of Surface Engineering*  
Poszteres előadás, 1<sup>st</sup> European Conference in Chemical Education (ECCE),  
BME, Budapest, 1998 Aug. 25-29.
- 13 Gy. Marosi, **I. Csontos**, I. Ravadits, A. Czulek, F. Faigl: *Process Control in the Education of Organic Chemical Technology*  
Poszteres előadás, 1<sup>st</sup> European Conference in Chemical Education (ECCE), BME, Budapest, 1998 Aug. 25-29.
- 14 Ravadits I., **Csontos I.**: *Szilikon adalékok hatása égésgátolt poliolefin rendszerekben*  
Ipari nyílt nap, BME, Bp. 1999. március 3.
- 15 Ravadits I., **Csontos I.**, Marosi Gy., Anna P.: *Égésgátolt poliolefin rendszerek*  
Mechanoplast '99, Gyula 1999. március 10-12.
- 16 Bertalan Gy., Anna P., Marosi Gy., **Csontos I.**, Ravadits I.: *Polimerek műszaki célú módosítása kompaundálással és mag-héj szerkezet kialakításával*  
Mechanoplast '99, Gyula 1999. március 10-12.
- 17 **I. Csontos**, Gy. Marosi, F. Faigl, I. Ravadits, J. Kőmíves: *Development of Organic Chemical Technologies Using Computer Controlled Model-Reactor*  
Poszteres előadás, European Symposium on Computer Aided Process Engineering-9 (ESCAPE-9) May 31 -June 2, 1999, Budapest, Hungary
- 18 P. Anna, Gy. Marosi, **I. Csontos**, S. aBourbigot, aM. Le Bras, aR. Delobel: *Influence of Modified Rheology on the Efficiency of Intumescent Flame Retardant Systems*  
Modest 2000, Palermo, Olaszország, 2000, Szeptember 3-7
- 19 Gy. Marosi, P. Anna, I. Ravadits, **I. Csontos**, A. Tóth: *Role of Interfaces in Modification, Degradation and Stability of Multicomponent Polymer Systems*  
Modest 2000, Palermo, Olaszország, 2000, Szeptember 3-7
- 20 **I. Csontos**, P. Anna, Gy. Marosi, Gy. Bertalan: *Synthesis and In-Line Application of Reactive Interface Modifiers in Polyolefine Compounds*  
Modest 2000, Palermo, Olaszország, 2000, Szeptember 3-7