

ETO: 32+008+81+82

LÉTÜNK

TÁRSADALOM•TUDOMÁNY•KULTÚRA
SOCIETY•SCIENCE•CULTURE

XLI. évfolyam, 2011. 1. szám
Year XLI, issue 2011/1

FORUM KÖNYVKIADÓ, ÚJVIDÉK
FORUM PUBLISHING COMPANY, NOVI SAD

KIADJA A FORUM KÖNYVKIADÓ INTÉZET
Published by the Forum Publishing Company

Angol tartalommutató és rezümék:

Rakić-Ódri Kornélia
McConnell-Duff Márta

Szerb tartalommutató:

Andrić Edit

A *Milan Konjović három budapesti kiállítása* című tanulmány (szerző: Lang Irma) színes mellékletét alkotó Konjović-képek, illetve az írásban szereplő dokumentumok a zombori Milan Konjović Galéria tulajdonát képezik. A képtár engedélyével közöljük őket. A *Temetés* című festmény egy belgrádi magángyűjtemény része. A tulajdonos ez esetben is hozzájárult a megjelenítéshez.

Az *Egy újabb Csáth-megközelítés* című könyvrecenzióhoz kapcsolt színes képek a méltatott könyvből („Csak nézni kell ezeket a rajzokat...”. Csáth Géza földesi naplórészleteinek és rajzfüzetének atlasza. Szerk. Ágoston Pribilla Valéria – Hózsá Éva – Ninkov K. Olga) származnak, a szabadkai Városi Könyvtár tulajdonát képezik.

A Ninkov K. Olga által írt könyvkritika (*Vajdasági festett üvegablakok*) melléklete a bemutatott könyv anyagát alkotja. Az utóbbi mellékletek kiválasztásában, és a folyóiratba történő beszerkesztésükben Ninkov K. Olga működött közre.

ETO-besorolás:

Csáky S. Piroška

A folyóiratban megjelent tanulmányokat a szerkesztőbizottság tagjai, illetve felkért szakemberek lektorálták.

All the contributions in the quarterly journal *Létünk* are refereed by members of the Publishing Board and/or by external professionals from the relevant field.


LÉTÜNK

TARTALOM

	■ ■ <i>Elmélet – történet – kísérlet</i>	
Mészáros Szécsényi Katalin	Létünk és a hőmérséklet – A termikus analízis alapelvei és gyakorlati alkalmazása	9
	■ ■ <i>Emlékezet: Negyvenéves a Létiünk</i>	
Várady Tibor	A <i>Létiünk</i> ről – Dilemmák megmaradásáról és megmaradásunkról negyven év távlatából	27
Árokszállási Borza Gyöngyi	Visszaemlékezés a <i>Létiünk</i> 1976–1990 közötti időszakára	32
Bence Erika	Lét- és szövegformák 2011-ben	43
	■ ■ <i>Emlékezet: Folyóirat-kultúra – Kiadói mozgásterek</i>	
Márfai Molnár László	Folyóirat-kultúra	49
Balázs Imre József	Magyar dada? (Megjegyzések az <i>IS</i> folyóiratról [1924–1925]).	55
Bányai Éva	Domokos Géza mozgásterei (Közelítések a Kriterion Könyvkiadó háttérműködéseéhez) . . .	64
	■ ■ <i>Perspektíva</i>	
Maria Dobrenov-Major	Is Globalisation Changing Students' Learning? . . .	75
	■ ■ <i>Örökség</i>	
Lang Irma	Milan Konjović három budapesti kiállítása	99
	■ ■ <i>Műhely</i>	
Draginja Ramadanski	Fordítás az egyéniség és a másság között (Pásztor Kicsi Mária fordítása).	110
Berényi Emőke	„A pesszimizmus: bátorság.” A <i>Sorstalanság</i> értelmezései Szirák Péter és Vári György monográfiáiban (II.)	116
Bata Mária	Mitikus fantázia Balázs Attila szövegvilágában (II.)	124
	■ ■ <i>Szemle</i>	
Kocsis Árpád	Kockázati társadalom és felelősség (<i>Kockázati társadalom és felelősség</i>)	137
Kormos Ferenc	12 majom – A tudósok mint a futurizmus apostolai? (<i>12 tudós a 21. századról</i>)	151
Bécsi Zsófia	Amikor már csak a kérdés marad (<i>A nevelés mint érték</i>)	156

Szlancsik Enikő	Titokzatos témák – Elméleti-történeti megközelítések (Hajdu Péter: <i>Irodalom, történet, titok, idegenség</i>) 161
Berényi Emőke	Az univerzumnak értelme van? (Miklós Ágnes Kata: <i>Bűnös szövegek</i>) 166
Gruber Enikő	Egy újabb Csáth-megközelítés („ <i>Csak nézni kell ezeket a rajzokat...</i> ”) 170
Ninkov K. Olga	Vajdasági festett üvegablakok (Korhecz Papp Zsuzsanna: <i>Vitrázsok a Vajdaságban – Vitraži u Vojvodini – Glasgemälde in der Vojvodina</i>). 174
Silling István	Milan Konjović festőművész életműve (Irma Lang: <i>Milan Konjović [1898–1993]</i>) 177
Roginer Oszkár	A nő ereje (Miško Šuvaković: <i>Moć žene: Katalin Ladik – The Power of a Woman: Katalin Ladik</i>) 181
Rajslil Ilona	Vajdasági tájak, emberek (Silling István: <i>Vajdasági magyar nyelvjárási olvasókönyv</i>) 185
Törteli Telek Márta	Értékeink nyomában (<i>Szenvedély és szolgálat</i>) 191
Petrik Emese	A nemes érzelmek belső holdudvara (Balázs Lajos: <i>Amikor az ember nincs es ezen a világon</i>) 201
	*
Czékus Géza	Korszerű módszertani kihívások (A szabadkai Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar nemzetközi tudományos konferenciájáról) 208
Dudás Attila	Délvidéki magyar tudományos kutatások 2010-ben 213
Novák Anikó	A Dunáról (Összefoglaló a 9. Vajdasági Magyar Tudományos Diákköri Konferenciáról) 217

SADRŽAJ

	■ ■ <i>Teorija – istorija – eksperiment</i>	
Katalin Mesaroš Sečenji	Naše bitisanje i temperatura – Osnovni principi i praktična primena termičke analize	9
	■ ■ <i>Sećanje: Četrdeset godina časopisa „Létünk“</i>	
Tibor Varadi	O časopisu „Létünk“ – O dilemama koje su ostale i o dilemi našeg opstanka iz perspektive četrdeset godina	27
Đendi Aroksalaši Borza	Sećanja vezana za „Létünk“ u periodu između 1976–1990. godine	32
Erika Bence	Forme bitisanja i tekstova u 2011.	43
	■ ■ <i>Sećanje: Časopisna kultura – Izdavački manevarski prostori</i>	
Laslo Marfai Molnar	Časopisna kultura	49
Jožef Balaž Imre	Mađarski dada(izam)? (Komentari o časopisu „IS“ [1924–1925]).	55
Eva Banjai	Manevarski prostori Geze Domokoša (Približavanja graničnim delatnostima Izdavačkog preduzeća „Kriterion“)	64
	■ ■ <i>Perspektiva</i>	
Marija Dobrenov-Major	Is Globalisation Changing Students' Learning?	75
	■ ■ <i>Nasleđe</i>	
Irma Lang	Tri izložbe Milana Konjovića u Budimpešti	99
	■ ■ <i>Radionica</i>	
Draginja Ramadanski	Prevođenje između sopstva i drugosti (prevela Marija Pastor Kiči)	110
Emeke Berenji	„A pesszimizmus: bátorság.”/Pesimizam je hrabrost – Tumačenje <i>Bezsudbinstva</i> u monografiji Petera Siraka i Đerđa Varija (II)	116
Marija Bata	Mitske fantazije u tekstualnom svetu Atile Balaža (II)	124
	■ ■ <i>Prikazi</i>	
Arpad Kočiš	Rizično društvo i odgovornost („ <i>Kockázati társadalom és felelősség</i> “)	137
Ferenc Kormoš	12 majmuna – Naučnici kao apostoli futurizma? („ <i>12 tudós a 21. századról</i> ”/ 12 naučnika o 21. veku)	151

Žofija Beči	Kada ostane samo pitanje („ <i>A nevelés mint érték</i> ”/Vaspitanje kao vrednost) 156
Enike Slančik	Tajanstvene teme – Teoretsko-istorijski pristupi (Peter Hajdu: „ <i>Irodalom, történet, titok, idegenség</i> ”/Književnost, istorija, tajna, tuđina) 161
Emeke Berenji	Univerzum ima smisao? (Kata Agneš Mikloš: „ <i>Bűnös szövegek</i> ”/Grešni tekstovi). 166
Enike Gruber	Jedno novo tumačenje Čata („ <i>Csak nézni kell ezeket a rajzokat...</i> ”/„Samo treba posmatrati ove crteže”) 170
Olga Ninkov K.	Vitraži u Vojvodini (Žužana Korhec Pap: <i>Vitrázok a Vajdaságban – Vitraži u Vojvodini – Glasgemälde in der Vojvodina</i>) 174
Ištvan Šiling	Životno delo slikara Milana Konjovića (Irma Lang: <i>Milan Konjović [1898–1993]</i>) 177
Oskar Roginer	Moć žene (Miško Šuvaković: <i>Moć žene: Katalin Ladik – The Power of a Woman: Katalin Ladik</i>) 181
Ilona Rajšli	Vojvođanski predeli, ljudi (Ištvan Šiling: „ <i>Vajdasági magyar nyelvjárás olvasókönyv</i> ”/Vojvođanski mađarski dijalektološki bukvar) 185
Marta Terteli Telek	Tragom naših vrednosti („ <i>Szenvedély és szolgálat</i> ”/Strast i dužnost) 191
Emeše Petrik	U vrtlogu plemenitih osećanja (Lajoš Balaž: „ <i>Amikor az ember nincs es ezen a világon</i> ”/Kada se čovek i ne nalazi na ovom svetu) 201
	*
Geza Cekuš	Moderni metodi, izazovi (O međunarodnom naučnom skupu Učiteljskog fakulteta sa mađarskim nastavnim jezikom u Subotici) 208
Atila Dudaš	Mađarska naučna istraživanja u Vojvodini u 2010. godini 213
Aniko Novak	O Dunavu (Rezime 9. naučnog skupa vojvođanskih mađarskih učenika i studenata) 217

CONTENTS

	■ ■ <i>Theory – History – Experiment</i>	
Mészáros Szécsényi, Katalin	Our Being and Temperature – Basic Principles and Practical Application of Thermal Analysis	9
	■ ■ <i>In Remembrance:</i> <i>The 40th Anniversary of Létünk</i>	
Várady, Tibor	On <i>Létünk</i> – Existence of Dilemmas and the Dilemmas of Our Existence 40 Years Back	27
Árokszállási Borza, Gyöngyi	Recollection of <i>Létünk</i> in the Period between 1976 and 1990	32
Bence, Erika	Forms of Being and Texts in 2011	43
	■ ■ <i>In Remembrance:</i> <i>Periodical-culture – Fields of Publishing</i>	
Márfai Molnár, László	Periodical-culture	49
Balázs Imre, József	Hungarian Dadaism? (Notes On <i>IS</i> Periodical [1924–1925]).	55
Bányai, Éva	Géza Domokos’s Fields of Creative Work (An Outline of the Activities of Kriterion Publishing Company)	64
	■ ■ <i>Perspectives</i>	
Maria Dobrenov-Major	Is Globalisation Changing Students’ Learning?. . .	75
	■ ■ <i>Heritage</i>	
Lang, Irma	Milan Konjović’s Three Exhibitions in Budapest	99
	■ ■ <i>Workshop</i>	
Draginja Ramadanski	Translation between Self and Otherness (translated into Hungarian by Mária Pásztor Kicsi)	110
Berényi, Emőke	„Pessimism is Courage.” An Interpretation of <i>Fateless</i> in the Monograph by Péter Szirák and György Vári (II)	116
Bata, Mária	Mythical Fantasy in Attila Balázs’s Textual World (II)	124
	■ ■ <i>Review</i>	
Kocsis, Árpád	A Society of Risk, and Responsibility (<i>Kockázati társadalom és felelősség/A Society of Risk, and Responsibility</i>)	137

Kormos, Ferenc	12 Monkeys – Scientists as the Apostles of Futurism (<i>12 tudós a 21. századról/12 Scientists on the 21st Century</i>)	151
Bécsi, Zsófia	When Only the Question Remains (<i>A nevelés mint érték/Upbringing as a Value</i>) . . .	156
Szlancsik, Enikő	Mysterious Topics – Theoretical and Historical Approaches (Péter Hajdu: <i>Irodalom, történet, titok, idegenség/Literature, History, Mystery, Strangeness</i>)	161
Berényi, Emőke	Is There Sense in the Universe? (Kata Miklós Ágnes: <i>Bűnös szövegek/Guilty Texts</i>)	166
Gruber, Enikő	Another Approach to Csáth („ <i>Csak nézni kell ezeket a rajzokat...</i> ”/“ <i>You only have to look at these drawings...</i> ”)	170
Olga Ninkov K.	Stained Glass in Vojvodina (Korhecz Papp Zsuzsanna: <i>Vitrázások a Vajdaságban – Vitraži u Vojvodini – Glasgemälde in der Vojvodina/ Stained Glass in Vojvodina</i>)	174
Silling, István	The Masterwork of Painter Milan Konjović (Irma Lang: <i>Milan Konjović [1898–1993]</i>)	177
Roginer, Oszkár	The Power of a Woman (Miško Šuvaković: <i>Moć žene: Katalin Ladik – The Power of a Woman: Katalin Ladik</i>)	181
Rajšli, Ilona	Landscapes and People of Vojvodina (Silling István: <i>Vajdasági magyar nyelvjárási olvasókönyv/Textbook of Hungarian Dialect in Vojvodina</i>)	185
Törteli Telek, Márta	Pursuing Our Values (<i>Szenvedély és szolgálat/Passion and Duty</i>)	191
Petrik, Emese	In the Inner Halo of Noble Feelings (Balázs Lajos: <i>Amikor az ember nincs es ezen a világon/ When One is not Even Present in this World</i>) . . .	201
	*	
Czékus, Géza	Modern Techniques and Challenges (On the International Scientific Conference of the Hungarian Teacher Training Faculty in Subotica)	208
Dudás, Attila	Hungarian Scientific Research in Vojvodina in 2010	213
Novák, Anikó	The Danube (Summary of the 9 th Hungarian Scientific Students Conference of Vojvodina) . . .	217

Mészáros Szécsényi Katalin

∴ Újvidéki Egyetem, Természettudományi Kar, Kémiai Intézet
∴ mszk@uns.ac.rs

LÉTÜNK ÉS A HŐMÉRSÉKLET – A TERMIKUS ANALÍZIS ALAPELVEI ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

*Our Being and Temperature – Basic Principles and Practical
Application of Thermal Analysis*

E munka célja csupán az volt, hogy néhány gyakorlati példán keresztül szemléltessem e széles körökben nem túl ismert vizsgálati módszer gyakorlati és elméleti jelentőségét. Ugyanakkor igyekeztem felhívni a figyelmet arra, hogy kizárólag termoanalitikai mérések-ből származó adatok alapján a lejátszódó folyamatok azonosítása, a bomlási mechanizmus magyarázata csak bizonyos fenntartásokkal fogadható el. Minél több módszert használunk egy-egy minta jellemzésére, annál pontosabb információkhoz juthatunk. A témakörből további ismeretekre igényt tartó olvasók számára számos szakkönyv, tudományos szakfolyóirat áll rendelkezésre.

Másrészt e munka talán gondolatokat ébreszt az olvasóban a kémia szerepéről az emberiség fejlődéstörténetében. Ugyanis az ősember életfeltételeinek jobbá tételétől, az arany előállításán keresztül (ami ugyan a fizika eszközeivel, de korunkban már lehetséges) bolygónk további sorsa is hihetetlenül nagymértékben függ az élet minden területén jelen lévő fizikai és kémiai folyamatok (és a velük járó entalpiaváltozások) megfelelő alkalmazásától. Talán ez is közrejátszott abban, hogy az ENSZ Közgyűlés 63. ülészakán 2008. december 30-án, Etiópia előterjesztésére 2011-et a Kémia Nemzetközi Événé (International Year of Chemistry) nyilvánította. E cikk, az előző megjegyzéssel együtt, a Létünk létezésének 40. éves jubileumát is emlékeztetesebbé teheti.

Kulcsszavak: termikus analízis, termogravimetria, differenciális pásztázó kalorimetria (szerves fémkomplexek, polimerek)

Létünk egyik alapfeltétele kölcsönhatásunk a hőenergiával. A hő energia-csere. Természetes folyamatban az energia áramlása a magasabb hőmérsékletű rendszertől az alacsonyabb hőmérsékletű rendszer felé irányul. Az energiamegmaradás törvényének értelmében az energia nem vész el, csak átalakul. Még-hozzá úgy, hogy egyik része munkára fel nem használható formában marad meg, és ahogyan ezt a termodinamika második főtétele kimondja, a rendszer „rendszer telenségének”, entrópiájának a növelésére szolgál.

Bármely rendszer állandó hőmérsékleten munkára fordítható energiáját Helmholtz definiálta 1882-ben. Értékét a belső energia, valamint az adott hőmérséklet és a megfelelő entrópiaérték szorzatának különbsége szabja meg. Ezt a különbséget nevezzük szabadenergiának:

$$F = U - TS, \quad (1)$$

A szabadenergia változását (amit tk. mérni tudunk) a következő egyenlet írja le:

$$dF = -SdT - pdV. \quad (2)$$

A fenti egyenletekben F a szabadenergia, U a belső energia: a részecskék kinetikai (mozgási) és potenciális energiájának összege (a rendszer által tárolt energia), T a rendszer termodinamikai (abszolút) hőmérséklete, míg S^1 az adott hőmérséklethez tartozó entrópia; a p a nyomást, a V pedig a térfogatot jelöli. A d az adott mennyiség végtelenül kicsiny változására utal. A (2) egyenlet szerint, ha a térfogat is állandó, a szabadenergiának szélsőértéke (minimális értéke) van.

Állandó nyomáson lejátszódó kémiai folyamatok „értékesíthető” energiáját, a szabadentalpiát a Gibbs-féle összefüggés adja meg:

$$G = H - TS = F - pV \quad (3)$$

illetve a szabadentalpia (G) változását a rendszer entalpiaváltozásának² (dH) és az entrópiaváltozásnak (dS) adott hőmérséklettel (T) való szorzatának különbsége szabja meg.

$$dG = dH - TdS. \quad (4)$$

Amennyiben $dH = TdS$ azt mondjuk, hogy a rendszer egyensúlyban van.

Az entrópiához hasonlóan a szabadentalpia abszolút értékét sem ismerjük. Viszont a változása könnyen mérhető. Minden olyan folyamat, amely szabadentalpia-csökkenéssel jár, spontán lejátszódik, és ezzel a rendszer energiatartalma csökken, stabilisabbá válik (érvényesül az energiaminimumra törekvés elve). A szabadenergia növekedésével járó folyamatok csak külső beavatkozás, energia-közlés hatására mennek végbe.

¹ Az entrópia abszolút értéke nem ismert. Meghatározni csak entrópia-különbségeket tudunk.

² Entalpia, H : a rendszer belső energiájának és a külső nyomás ellenében végezendő potenciális energiájának összege.

A fentiekben megadott, látszólag egyszerű egyenletek általános, minden körülmények között érvényes természeti törvényeket írnak le, és a bennük szereplő hőmérséklet létünket egyértelműen meghatározza. Azt is jelentheti, hogy a hőmérséklettől függően élünk-e, vagy halunk-e. Túl alacsony hőmérsékleteken, többek között az anyagcsere túlzott lelassulása miatt szervezetünk megszűnhet működni.

Nemcsak a hőmérséklet értékének, hanem a hőmérséklet-változás sebességének is nagyon nagy jelentősége van. Például nem megfelelő hűtési sebesség mellett a sejteinkben jelen levő víz úgy fagy meg, hogy a keletkezett jégkristályok a sejtfalakat visszafordíthatatlanul (irreverzibilisen) károsítják, így már biztosan meghalunk. Rendkívül lassú hűtés mellett a szervezet hibernálódik, a sejtek tevékenysége szinte mozdulatlanul lassul, és elvileg ugyanilyen lassú felmelegítéskor a rendkívül bonyolult élettani folyamatok ismét beindul(hat)nak. Az ilyen változásokat reverzibilis, visszafordítható változásoknak nevezzük. Sok gazdag ember hibernált teste vár jobb napokra, hogy ha betegségük kigyógyításához szükséges ismeretek gyakorlati alkalmazásra kerülnek, újra életre kelthessék őket. Erre még mindig teljes nyugalommal várnak, ki tudja meddig, és majd csak akkor derül ki, hogy tényleg megfordítható-e az említett folyamat.

A fertőző betegségek rendszerint magas lázzal járnak. Nem ok nélkül: a kórokozók hőérzékenyek, életfunkcióik módosulnak, vagy elpusztulnak magasabb hőmérsékleten. A szervezet így védekezik a „betolakodók” hatása ellen. Csak-hogy a túl magas láz ($t > 40\text{ °C}$) a szervezet saját sejteinek működését is megzavarja: megváltozik a reakciók minősége, sebessége, sőt a fehérjék rendkívül bonyolult szerkezete is módosul, ami végzetes működésbeli változásokhoz vezethet. Ezért kell csökkenteni a beteg lázát, ha az 38 (tapasztalatom szerint 39) °C fölé emelkedik. Ellenkező esetben a testben lejátszódó változások visszafordíthatatlanná válnak, és bekövetkezik a halál.

Természetesen nemcsak a szervezet működése, hanem szinte minden folyamat, minden anyag szerkezete, összetétele függ az adott hőmérséklettől. Alig van olyan együttható, az univerzális állandók (pl. fénysebesség, a Planck-féle állandó, az elemi elektromos töltés stb.) kivételével, amelyek értéke ne függjön a hőmérséklettől. A kérdés csak az, hogy a változások milyen hőmérsékleti tartományban észlelhetők. Az átlagember életét főként a bolygónkon uralkodó hőmérsékleti tartomány befolyásolja, érinti közvetlenül. Ki ne emlékezne a gyermekkori utazások felejthetetlen élményére, a vonatkerekek kattogására? A vasúti síneket meghatározott hosszúságú és profilú vasrudak összeillesztésével építették (vidékünkön még ma is ez a helyzet). Nem azért, mert nem tudtak volna jóval hosszabb sínelemeket is gyártani, hanem, mert a fémek, mint az anyagok igen nagy többsége, a hőmérséklet növekedésének hatására tágulnak, illetve hidegben összehúzódnak. A hőmérséklet hatására bekövetkező hosszúságváltozás következményeként jelentkező deformáció akadályozható meg az illeszke-

dő vasúti sínelemek közötti megfelelő méretű rések alkalmazásával. A kerekek réseken történő átgördülésének következménye a jellegzetes vonatkattogás.

A termikus analízis az anyagok fizikai (pl. a vasúti sínek hosszának változása), illetve kémiai sajátságainak (karamellakészítés) változását követi a hőmérséklet függvényében. A hőmérséklet-változás hatására bekövetkező jelenségek vizsgálatára szolgáló módszerek egy csoportját és azok elfogadott jelöléseit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A fontosabb termoanalitikai módszerek összefoglalása

Vizsgált tulajdonság	Módszer
Tömegváltozás (Δm) Tömegváltozási sebesség ($\Delta m/\Delta t$)	Termogravimetria (TG) Derivatív termogravimetria (DTG)
Hőmérséklet-különbség (ΔT) Entalpiaváltozás (ΔH)	Differenciális termoanalízis (DTA) Differenciális pásztázó kalorimetria (DSC)
Felszabaduló gázok elemzése	Fejlődő gáz kimutatása (EGD) Fejlődő gáz analízise (EGA)
Méretváltozás, hőtágulás	Termodilatometria (TD)
Mechanikai tulajdonságok	Termomechanikai analízis (TMA) Dinamikus termomechanikai analízis (DMA)
Külső megjelenés, elektromos, mágneses, optikai stb. tulajdonságok	Termomikroszkópia, termoelektrometria, termomagnetometria, termooptometria stb.

A termoanalitikai mérések végzésének célja rendszerint

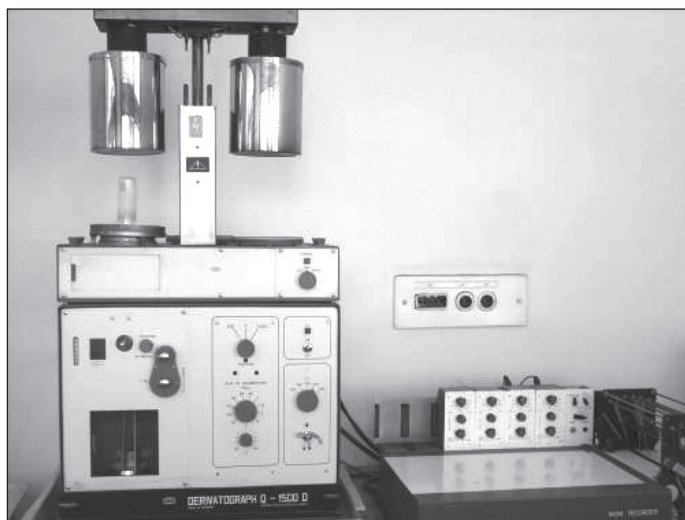
- a) a minta összetételének megállapítása,
- b) a minta bizonyos fizikai, illetve fizikai-kémiai állandóinak meghatározása,
- c) a mintában lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok követése az idő/hőmérséklet függvényében.
- d) A termoanalitikai mérések során nyert adatok igen fontos, a gyakorlati alkalmazhatóságot meghatározó, illetve gyártási folyamatok optimalizálásához nélkülözhetetlen ismereteket szolgáltatnak.

A hő hatására lejátszódó folyamatok alkalmazása a mindennapi életben természetesen nem a termoanalitikai berendezések kifejlesztésével és az adatelemzéssel kezdődött. Visszavezethető az emberiség történetének egyik legősibb és legjelentősebb felfedezéséig: a tűzgyújtásig. Sőt, még előbbre, a természetes tüzek nyújtotta előnyök megfigyeléséig, felhasználásáig. Mióta készítenek cse-

répedényeket, meg sem lehet mondani. Szinte nincs is olyan történelmi korszak, amelynek feltárási helyein ne kerültek volna elő cserépdarabok, amiket égetéssel állítottak elő volt őseink. Időszámításunk előtt már mintegy 8000 évvel az ember egyes fémek előállításának titkát is ismerte, ami a megfelelő nyersanyagok hőkezelésével történt. Még egyes régészeti korok elnevezése is a hő hatására bekövetkező változások alkalmazásával előállított használati eszközökre vezethetők vissza. Az ilyen szempontból rendszerezett korok sorjában: a rézkor (i. e. ~ 5. évezred), a bronzkor (i. e. ~ 4. évezred) és a vaskor (i. e. ~ 12. évszázad), bár e tárgyak megjelenése a különböző területeken lényeges időbeli eltérést mutat. Az első üvegtárgyak az i. e. ~ 3400 előtti korszakból származnak. A végtelenül kitartó alkimisták arany-előállítási kísérletei sem mellőzték a hő szerepét hétpecsét alatt őrzött titkos folyamataik kidolgozása során. Viszont a hőtan tudományos fejlődése csak a XIX. század vége felé jutott el arra a szintre, hogy a kísérleteket ellenőrzött körülmények között végezve, a hőenergia szerepét kvantitatív mérésekkel is alátámasztva, módszeresen tanulmányozzák. Mintegy 100 évnek kellett még elteltie az első kereskedelmi termoanalitikai berendezések kifejlesztéséig. A kereskedelmi készülékek megjelenésével kezdődhetett csak el a termoanalitikai módszerek kidolgozása és elterjedése mind a tudományos kutatásban, mind az iparban. A Nemzetközi Termoanalitikai Szövetség 1965-ben alakult meg (International Confederation of Thermal Analysis, ICTA, illetve a kalorimetriával kiegészítve ICTAC 1992-től), és tulajdonképpen ettől az időponttól kezdődött el a termoanalitikai módszerek alkalmazása rendkívül különböző és változatos szakterületeket felölelve.

Az ICTA megalakulásában és a termoanalitikai berendezések, valamint az alkalmazások kifejlesztésében rendkívül jelentős szerep jutott a magyar kutatóknak. Ugyanis az egyik, egészen a 80-as évek közepéig legelterjedtebb kereskedelemben kapható termoanalitikai berendezés, az Erdey–Paulik–Paulik-féle Derivatograph-ot (derivatográf) magyar szabadalom alapján a magyar MOM gyártotta. A Paulik Jenő és Paulik Ferenc testvérpár nevéhez a Derivatograph (1. ábra) mellett számtalan technikai és alkalmazási fejlesztés is kapcsolódik, de nem maradhat ki Gál Sándor, Liptay György, Pokol György és Simon Judit neve sem a felsorolásból. Ezeket a kutatókat nemcsak azért emelem ki, mert velük személyesen is kapcsolatban állok, hanem azért, mert tudományos munkásságuk a lehető legszorosabban kapcsolódik a magyar termoanalitika világhírnevéhez, sok más, méltatlanul meg nem említett társukkal együtt. Az 1. ábrán bemutatott, mintegy negyvenéves készülékből sokat manapság is alkalmaznak nemcsak az iparban, hanem a tudományos kutatásban is, annak ellenére, hogy az elmúlt két évtized során számtalan új, komputerrel vezérelt készülék került piacra, de működési elvük lényegében változatlan maradt. Természetesen teljesen új fejlesztések is folyamatban vannak. Így pl. az izoterm mikrokalorimetriás

titrálás (Isothermal Titration Calorimetry, ITC) alkalmas az oldatban jelentkező molekulák közötti kölcsönhatások termodinamikai paramétereinek meghatározására. Ezzel a módszerrel közvetlenül követhetők a biomolekuláris folyamatok, és egyetlen méréssel meghatározhatók a kötési együtthatók, amelyeknek felbecsülhetetlen értékük van a szervezetben lejátszódó rendkívül bonyolult élettani folyamatok tanulmányozásában. Ezek közvetlen és együttes meghatározására egyetlen más, ismert módszer sem alkalmas.

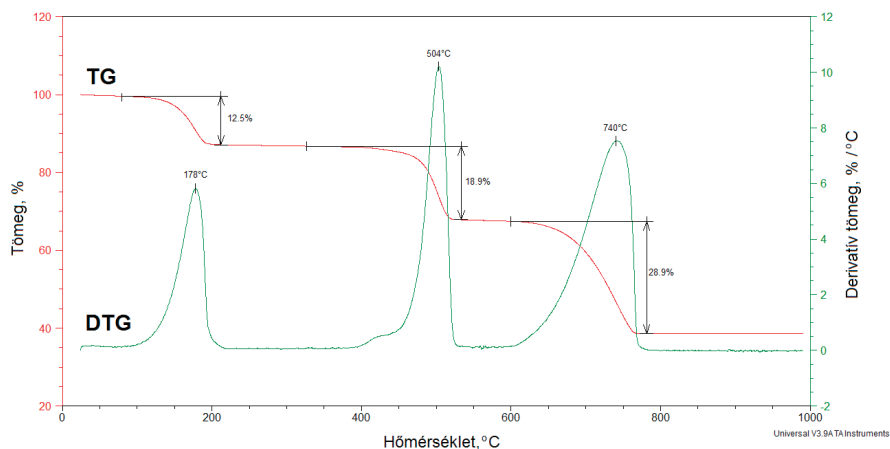


1. ábra. Az Erdey–Paulik–Paulik Q1500 S típusú Derivatograph

A termogravimetriás mérések lebonyolításához ún. termomérlegre van szükség. A termomérleg valójában egy ellenőrizhető feltételek mellett fűthető kemencében működő analitikai, illetve az újabb készülékekben mikromérleg. Az újabb készülékek alkalmasak sok lépésből álló, bonyolult hőmérsékleti programok alkalmazására, extrém fűtési/hűtési sebességek (0,001 – 50 000 °C/s) mellett.

- A termogravimetriás (TG) mérések adatai felhasználhatók például
- a minta összetételének meghatározására (pl. a gumiiipar, ásványtan),
 - a termikus stabilitás megállapítására (gyógyszeripar),
 - az oxidációval szembeni érzékenység meghatározására (korrózió, avasodás),
 - a bomlási reakciók sztöchiometriájának tanulmányozására,
 - a nedvesség, illetve más adszorpciós és deszorpciós folyamatok követésére,
 - a minta illékonyságának meghatározására,
 - a különböző atmoszférák hatásának vizsgálatára,
 - a reakciók kinetikai vizsgálatára.

Az alábbi, 2. ábra egy jellegzetes termogravimetriás mérési görbét, a kalcium-oxalát monohidrát termogravimetriás (TG-) és derivatív termogravimetriás (DTG-) görbéit mutatja be.



2. ábra. A kalcium-oxalát monohidrát termogravimetriás (TG és DTG) görbéi

Az egyes termogravimetriás lépcsőkhöz tartozó folyamatok a tömegcsökkenésből számítva a következők:

1. $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (elméleti: 12,33%; mért: 12,5%)
2. $\text{CaC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}$ (elméleti: 19,17%; mért: 18,9%)
3. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ (elméleti: 30,12%; mért: 28,9%)

Az egyes termoanalitikai módszerekkel kapott adatok értékelése sokszor igen bizonytalan. Ugyanis csak ritka, szerencsés esetben rendelhető egy-egy lépcső, illetve DTG-csúcs egy adott folyamathoz.

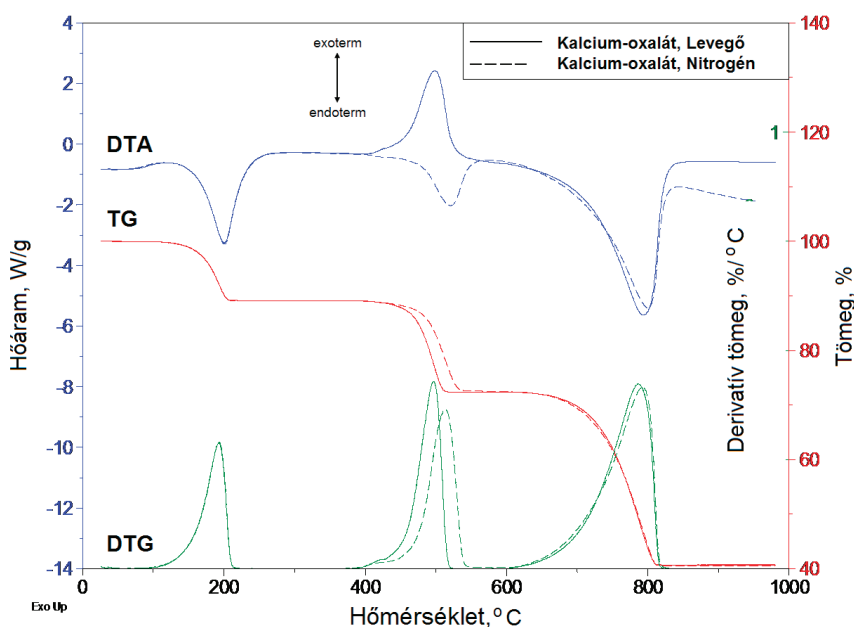
A derivatográf kiterjedt alkalmazását többek között az tette lehetővé, hogy a tömeg és az entalpia változásának egyidejű (szimultán) mérését biztosította. Az eredeti készülék az entalpiaváltozást a minta és egy referencia anyag közötti hőmérséklet-különbség mérésével tette lehetővé (DTA). Az újabb készülékek a hőmérséklet-különbség alapján, megfelelő kalibráció mellett a folyamathoz tartozó entalpiaváltozás értékét is mérik. Ezzel a módszerrel a termogravimetriás görbék alapján megállapított folyamatok egymáshoz rendelése jóval nagyobb valószínűséggel végezhető el. A kalcium-oxalát monohidrát 2. ábrán bemutatott bomlási görbéihez tartozó entalpiaváltozások a 3. ábrán láthatók. A különböző (levegő és nitrogén) vivőgázokban meghatározott DTA-görbék a lejátszódó fo-

lyamatokat egyértelműen rendelik egymáshoz. Az ábrán a felfelé mutató csúcsok exoterm, a lefelé mutatók endoterm folyamathoz³ tartoznak.

A DTA-görbe azt mutatja, hogy 500 °C környékén levegőben exoterm, míg nitrogénben endoterm folyamat járul. E különbség és a megfelelő tömegcsökkenés alapján egyértelműen megállapítható, hogy a második lépcsőben szén(II)-oxid (szén-monoxid) keletkezik, ami levegőben stabilis szén(IV)-oxiddá (széndioxiddá) oxidálódik.

Termogravimetriás mérésekkel kizárólag kémiai folyamatok és tömegváltással járó fizikai (pl. párolgás, adszorpció/deszorpció...) változások követhetők. Differenciális pásztázó kalorimetriás (DSC-) mérésekkel minden entalpiaváltozással járó folyamat észlelhető, azaz a kémiai reakciók mellett a tömegváltással nem járó fizikai folyamatok (olvadás, kristályosodás, különböző fázisátmenetek stb.) is detektálhatók, illetve a hozzájuk tartozó entalpiaváltozás mérhető. A 4. ábra az ammónium-nitrát, NH_4NO_3 , differenciális pásztázó kalorimetriás hevítési és hűtési görbéjét mutatja be. Mivel a lefelé mutató csúcsok endoterm folyamathoz tartoznak, látszik, hogy az ábrázolt hőmérsékleti tartományban fűtés hatására négy endoterm folyamat megy végbe. A hűtési görbék egyidejű ábrázolása abban segít, hogy megállapítsuk, a fűtés során lejátszódó folyamatok közül melyek a reverzibilis (visszafordítható) folyamatok. Természetesen az ellenkező irányú folyamatban endoterm csúcshoz exoterm csúcs tartozik. A 4. ábrán a 90 °C hőmérsékletű endoterm folyamatnak nem látjuk az exoterm párját. A másik három folyamat exoterm megfelelője mellett az ábrán kis intenzitású (körrel jelölt) exoterm reakciók is észlelhetők. Ilyen esetben az egyes csúcsok adott folyamathoz való rendelése egyetlen mérési technikával szinte megoldhatatlan feladat. A minta olvadását szabad szemmel is megfigyelhetjük, így megállapítható, hogy kb. 170 °C-on a minta olvad. Viszont a másik három, fűtés hatására jelentkező endoterm csúcs csak további mérési módszerek adatai vagy irodalmi adatok alapján azonosítható, amelyek esetünkben a kristályos NH_4NO_3 kristályszerkezetének változásához tartoznak. A hűtési folyamat görbéjén észlelhető kis csúcsok értelmezése azonban még így is akadályba ütközik.

³ Exotermnek a hőfelszabadulással járó folyamatokat nevezik, míg a hőfelvétel melletti reakciók endoterm reakciók.



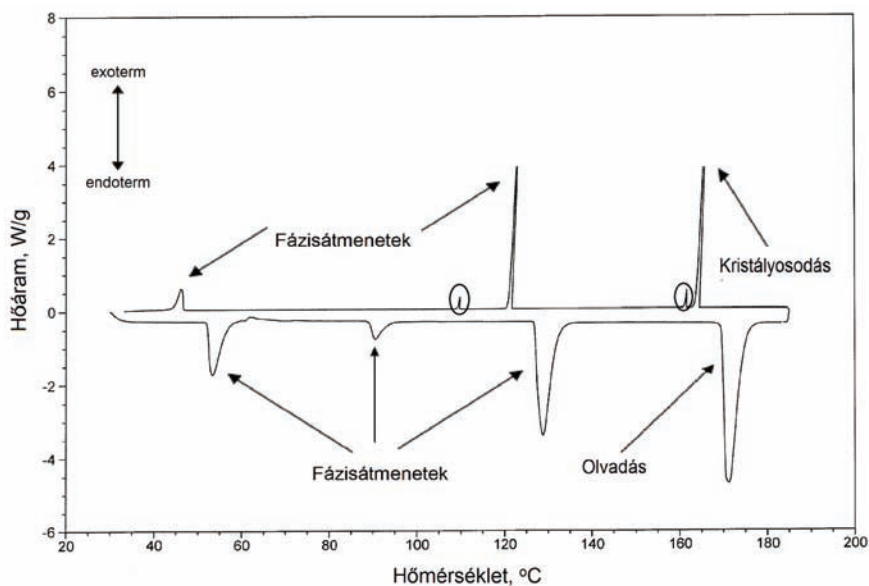
3. ábra. A kalcium-oxalát monohidrát TG, DTG és DTA görbéi levegőben és nitrogénben

Amennyiben az ammónium-nitrát termikus viselkedését szimultán TG – DSC-méréssel tanulmányozzuk, magyarázható a minta hűlése során jelentkező kis exoterm csúcsok jelenléte is. Az NH_4NO_3 szimultán mérésre alkalmas készülékkel felvett DSC-görbék ugyan némileg eltérnek a 4. ábrán bemutatotthoz viszonyítva a műszer kisebb érzékenysége és az alapvonal csúszása miatt, de maga a bomlási minta azonos. A kis exoterm csúcsok megjelenéséhez a magyarázatot az 5. ábrán bemutatott TG-görbe adja meg: az olvadás hőmérsékletén a minta bomlása is megkezdődik, amit a mintegy 18%-os tömegcsökkenés jelez. A kis intenzitású exoterm csúcsok megjelenése a bomlástermékek jelenlétével és a hatásukra végbemenő további szerkezeti változásokkal magyarázható.

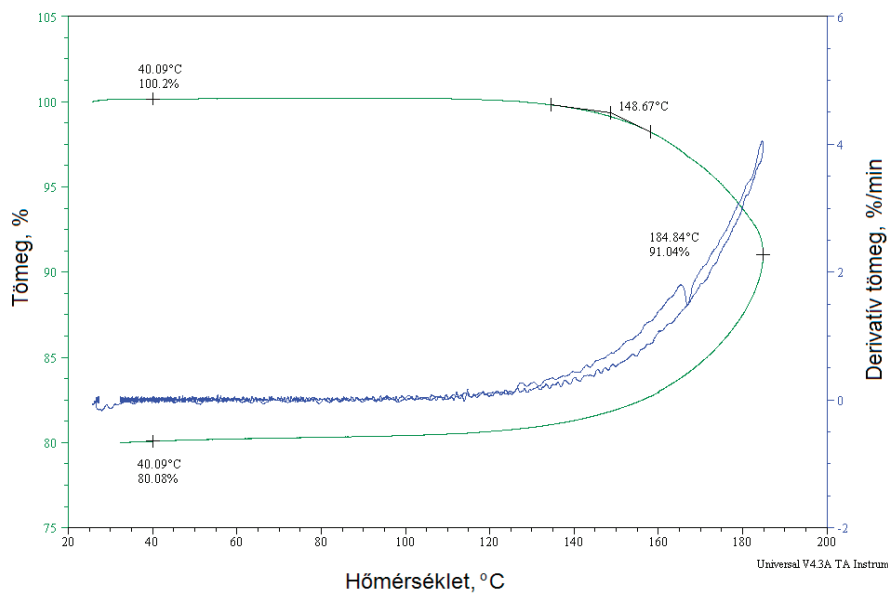
Az ammónium-nitrátot széleskörűen használják nitrogéntartalmú műtrágyaként. A hivatalos adatok szerint (IFA)⁴ 2008-ban világszerte 168,7 Mt műtrágyát használtak fel, amelyből mintegy 100 Mt a nitrogéntartalmú, főként ammónium-nitrátot tartalmazó termékekre esik. Emellett az ammónium-nitrátot

⁴ International Fertilizer Industry Association, IFA: World Agriculture and Fertilizer Demand, Global Fertilizer Supply and Trade, 2008–2009, *Summary Report*, Patrick Heffer and Michel Prud'homme.

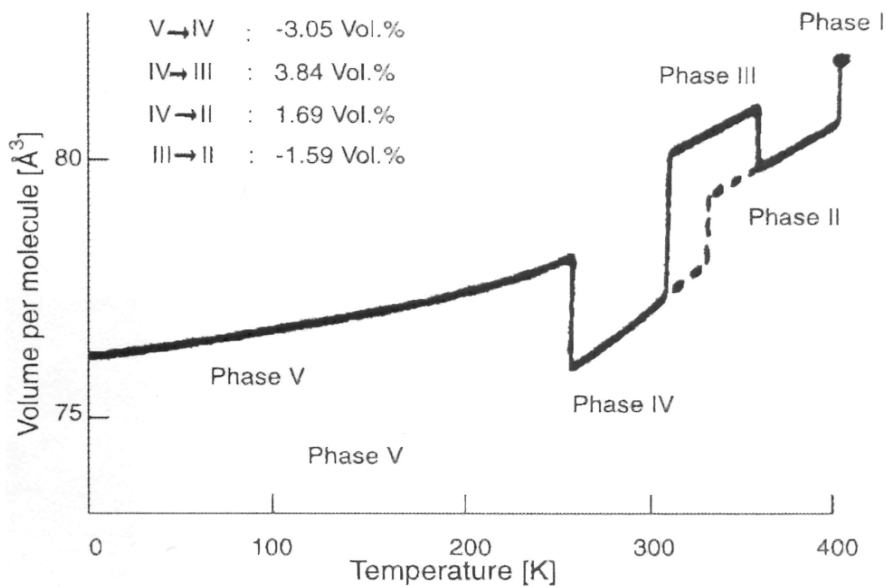
robbanószerek készítésére is széleskörűen használják. Robbanószerek esetén hangsúlyozottan jelentkezik az anyagok hőérzékenységének és az ehhez társuló változásoknak részletekbe menő ismerete. Az ammónium-nitrát DSC-görbéjén látható fázisátmenetek, az olvadás kivételével, az átlagos hőmérsékleti tartományban jelentkeznek. Ez nem okozna gondot, amennyiben a fázisátmenet nem járna térfogatváltozással, amelyeket a 6. ábrán láthatunk. Az első csúcshoz (49,8 °C, 4. ábra) a IV→III fázisátmenet tartozik, ami jelentős (3,84%) térfogatnövekedéssel jár. A robbanóanyagok kezelése, használata, tárolása (még műtrágyák esetében is) csak az előírt rendszabályok betartásával biztonságos. Az ammónium-nitrát tárolásánál figyelembe kell venni a közönséges hőmérsékleten bekövetkező térfogatnövekedést is, hiszen nem megfelelő módon tárolva a robbanás önmagától is bekövetkezhet. Mivel az ammónium-nitrát előállítása relatíve olcsó és viszonylag egyszerű folyamat, stabilizálásának megoldása mind a mai napig tudományos kutatások témája.



4. ábra. Az ammónium-nitrát DSC hevítési és hűlési görbéi



5. ábra. Az NH_4NO_3 szimultán TG – DSC-mérésre alkalmas készülékkel felvett TG/DTG-görbéi



6. ábra. Az NH_4NO_3 térfogatváltozásai a hőmérséklet függvényében⁵

⁵ A. O. Remya Sudhakar, Suresh Mathew, Thermochimica Acta 451 (2006) 5–9.

A hőbomlás során végbemenő folyamatok értelmezéséhez nagymértékben hozzájárulnak a kapcsolt mérésekkel kapott adatok. A kapcsolt mérési technika azt jelenti, hogy a termoanalitikai készülékből távozó bomlástermékeket további mérőberendezésbe vezetjük, amelynek segítségével ezek azonosíthatók, sőt mennyiségileg is meghatározhatók. A fejlődő gázok detektálására alkalmas módszer pl. az FTIR spektrometriás gázcella, a tömegspektrometria (MS), vagy a pirolízis gázkromatográfia (Py – GC – MS).

A keletkező bomlástermékek azonosításának igen nagy szerepe van az új, rendszerint a polimerek csoportjához tartozó anyagok vizsgálatában. Ugyanis nagyon fontos ismerni, hogy az új anyag megsemmisítésekor vagy pl. tűz esetén milyen termékek kerülnek a légtérbe. Jó példa erre a düsseldorfi repülőtéren 1996 áprilisában bekövetkezett tűz. Hegesztés során a felújítás alatt álló terminál építéskor felhasznált PVC és polisztirén műanyagok tüzet fogtak. A tüzeset követőként, főként füstmérgezésben 17-en meghaltak és több mint 60 ember megsérült. Viszont a halottak végleges száma sohasem lesz ismert. Ugyanis e műanyagok (főként a PVC) égése során felszabaduló rendkívül mérgező, ismertén rákkeltő bomlástermékeket nagyon sok ember belélegezte. A belélegzett mennyiségtől függően, sokszor csak évek múltán alakul ki a betegség. Ezt azonban már senki nem köti a baleset színhelyéhez, így csak valószínűsíthető, hogy kialakulásában szerepet játszhatott a mérgező bomlástermékek belélegzése is. Éppen ezért az új anyagok kereskedelmi forgalomba kerülése előtt az általuk okozható környezeti károkat is fel kell becsülni. Ez viszont csak a megsemmisítésük keletkező bomlástermékek ismeretében történhet.

Igen nagy jelentősége van a termoanalitikai módszereknek a gyógyszeriparban is, ahol leggyakrabban minőség-ellenőrzésre használják. Ezenfelül rendkívül fontos követelmény, hogy se a gyógyszer hatóanyaga, se a különböző adalékanyagok hő hatására ne szenvedjenek változást extrém szállítási/tárolási hőmérsékletek mellett sem. Még a legkisebb szerkezeti vagy összetételbeli változás is megváltoztathatja a gyógyszer fiziológiai hatását, így többé már nem biztonságos a felhasználása. Éppen ezért a biológiai aktivitású vegyületek esetében, amelyek potenciális alapanyagai lehetnek új gyógyszereknek vagy egyéb biológiai folyamatokat befolyásoló szereknek (pl. gyomirtóknak), elengedhetetlen feltétel a termikus tulajdonságok ismerete.

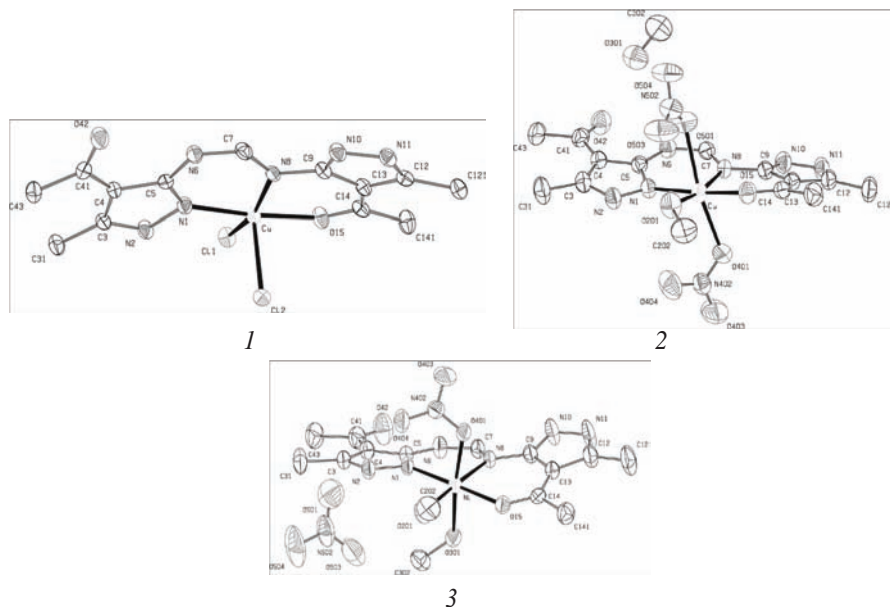
Laboratóriumunkban évtizedek óta tudományos kutatásokat folytatunk potenciális biológiai aktivitású új pirazolszármazékok és koordinációs vegyületeik előállítására. A pirazolmolekula két nitrogénatomot tartalmazó heterociklusos, aromás vegyület. Szerkezete és tulajdonságai minden tekintetben nagy hasonlóságot mutatnak a természetben is előforduló esszenciális aminosav, a hisztidin molekulájában jelen lévő imidazolmolekuláéval. Mivel a különböző pirazolszármazékok előállítása lényegesen egyszerűbb az imidazol-

származékokénál, így széleskörűen alkalmazzák modell-vegyületként pl. különböző enzimreakciók modellezésére.⁶ A pirazolvegyületek biológiai aktivitása, éppen az imidazol-származékokéhoz hasonló tulajdonságaik folytán, általában jelentős. Koordinációs (komplex) vegyületek fém-sók és kémiai kötés létesítésére alkalmas szabad elektrópárral rendelkező molekulák, ionok reakciójával keletkeznek, azaz fémiont tartalmazó új vegyületek képződnek. Komplexképződés hatására a biológiai aktivitás módosul, ami bővítheti az eredeti vegyület felhasználhatósági területeit. Másrészt az új vegyület alkalmassá válhat mikroelemeknek a szervezetbe történő bevitelére, ha a komplexben kötött fémion a nyomelemek csoportjába tartozik. A nyomelemek komplex vegyület alakjában történő bevitele a szervezetbe még egy előnnyel jár: felszabadulása rendszerint lassú kémiai folyamattal történik, így mennyisége a szervezetben szabályozható.

Ahhoz, hogy tervezett összetételű és szerkezetű vegyületeket állíthassunk elő, ismerni kell a reakcióelegyben részt vevő komponensek, az elegy hőmérséklete és egyéb reakciókörülmények hatását a reakció lefolyására. Éppen ezért az új vegyületek előállításánál a paramétereket egyesével, ellenőrzött körülmények között változtatjuk, hogy a keletkezett vegyületek szerkezetéből következtethessünk, mely tényező(k) határozza(k) meg a keletkező vegyület összetételét és szerkezetét. Az egyik újabb kutatásunk során három új, biológiailag aktív komplex vegyületet állítottunk elő⁷ ún. templát-szintézissel. Ez a módszer azt jelenti, hogy a reakció csak a megfelelő fém-só jelenlétében játszódik le. A 4-acetil-3-amino-5-metilpirazol (aamp), trietilortoformát, $\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ és a megfelelő fém-sók – CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ – jelenlétében N,N'-bisz(4-acetil-5-metilpirazol-3-il)formamidin (ampf) ligandum-tartalmú komplexek keletkeznek. Összetételük a $[\text{Cu}(\text{ampf})\text{Cl}_2]$, 1, $[\text{Cu}(\text{ampf})(\text{MeOH})(\text{NO}_3)_2]\text{MeOH}$, 2, $[\text{Ni}(\text{ampf})(\text{MeOH})_2(\text{NO}_3)]\text{NO}_3$, 3, koordinációs képletekkel írható le, ahol a MeOH metanol molekulát jelöl. A vegyületek röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálattal meghatározott szerkezetét a 7. ábra mutatja.

⁶ (a) W. G. Haanstra, Ph. D. Thesis, Leiden University, 2300 RA Leiden, The Netherlands, 1991; (b) W. G. Haanstra, W. A. J. W. van der Donk, W. L. Dreissen, J. Reedijk, J. S. Wood, M. G. B. Drew, J. Chem. Soc. Dalton (1990) 3123 és a közleményben lévő hivatkozások.

⁷ B. Holló, V. M. Leovac, P. Bombicz, A. Kovács, Lj. S. Jovanović, G. A. Bogdanović, V. Kojić, V. Divjaković, M. D. Joksović, K. Mészáros Szécsényi, Aust. J. Chem., 63 (2010) 1557–1564.



7. ábra. A komplexek molekuláris szerkezete

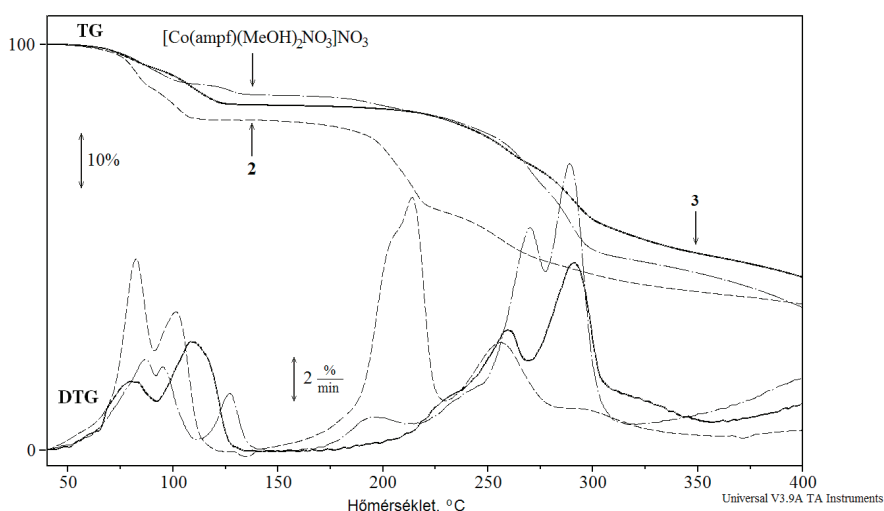
A vegyületek *in vitro* citotoxicitásának jellemzésére a K562 (human myelogenous leukaemia), a HT29 (colon adenocarcinoma), a HeLa (cervix carcinoma) és a kontrollként használt egészséges MRC-5 (normal foetal lung fibroblasts) sejtvonalakat használtuk. A mért adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adatai azt mutatják, hogy az aamp ligandum-prekursor citotoxicitása a HT29 sejtvonal rákos sejtjei ellen összehasonlítható a Doxorubicinéval, de annak a kontrollként választott MRC-5 sejtekkel szemben mutatott mérgező hatása nélkül.

2. táblázat. Az aamp ligandum prekursor és az 1, 2 és 3 komplex citotoxicitásának adatai

Vegyület	IC ₅₀ , M ^A			
	K562	HeLa	HT29	MRC-5
aamp	47.3	>100	0.6	>100
1	>100	20.2	89.0	>100
2	50.7	88.3	14.3	>100
3	>100	>100	10.13	>100
Dox	0.4	1.2	0.5	0.3

A IC_{50} jelölés azt a koncentrációt mutatja, amely a sejtnövekedést 50%-kal csökkenti a nem kezelt kontroll sejtvonalhoz viszonyítva.

A 2 és a 3 vegyület termikus görbéit, a 3 vegyülettel izostrukturális kobalt(II) komplexével együtt, a 8. ábra mutatja. Az ábra alapján megállapítható, hogy a metanol (MeOH) elpárolgása után a kristályos metanolt nem tartalmazó komplexek mintegy 200 °C-ig stabilak. A klorid-komplex, 1, 250 °C hőmérsékletig sem fizikai, sem kémiai változást nem szenved. A termikus vizsgálatok adataiból megállapítható, hogy a vegyületek gyakorlati alkalmazhatóságát a hő hatására bekövetkező változások gyakorlatilag nem befolyásolják.

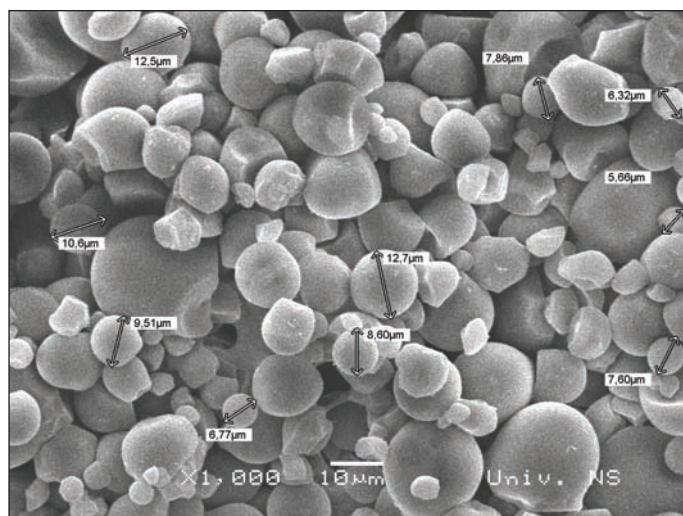


8. ábra. A 2, a 3 és a $[Co(ampf)(MeOH)_2(NO_3)]NO_3$ komplexek TG- és DTG-görbéi

A termikus analízisnek igen jelentős szerepe van az új polimerek alkalmazhatóságának megállapításában. Ugyanis a tervezett felhasználási területek hőmérsékleti tartományában nem szenvedhetnek olyan változást, amely tulajdonságaikat befolyásolná. A polimerek egy jelentős és intenzíven fejlődő csoportját a biológiailag lebontható polimerek képezik. Az ilyen típusú polimereket rendszerint természetes alapanyagok felhasználásával állítják elő. Minőségük különböző komponensek hozzáadásával széles határok között változtatható.

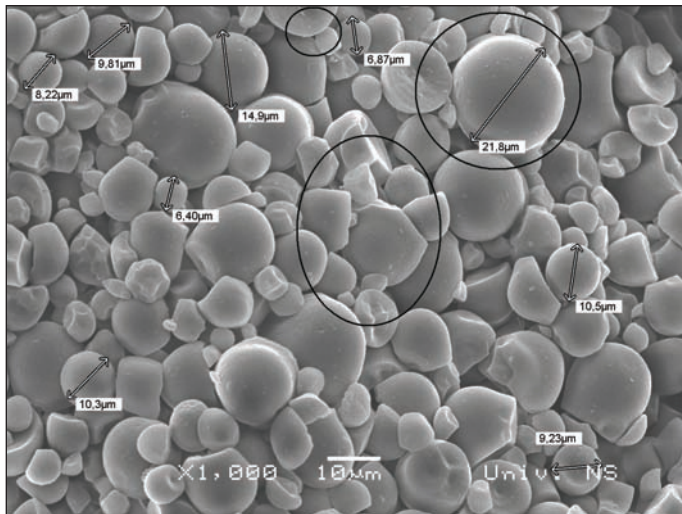
Polisztirénnel ojtott (grafted) Cassava-keményítő kopolimer-porból (PS-g-keményítő kopolimer) a szokásos eljárásokkal (extrúziós technológiával, fólia fúvással, fröccsentéssel) adott tulajdonságú termékek készíthetők. A megfelelő technológiai eljáráshoz ismerni kell az alapanyag tulajdonságait. Munkánkban 0–34% polisztirént tartalmazó PS-g-keményítő kopolimer-porok termikus tu-

lajdonságait vizsgáltuk.⁸ A magas keményítőtartalom és a por nagy fajlagos felülete miatt a minták mintegy 9%-a, különböző módon kötött (adszorpció és szerkezeti) vizet tartalmaztak. A víztartalomnak nagy szerepe lehet az alapanyag további kezelésében. A minták zárt tégelyben felvett DSC-görbéi a 150–200 °C hőmérsékleti tartományban egy éles endoterm csúcsot jeleznek. A csúcs jelenlétére a kutatók ez ideig nem találtak megbízható magyarázatot. Fűthető tárgyasztallal ellátott mikroszkóppal megállapítottuk, hogy a maradék, főként szerkezeti víz hatására a kopolimerekben a keményítő zselatinizálódik. Munkánkban különböző hőmérsékleten előkezelt minták felületét pásztázó elektronmikroszkóppal (Scanning Electron Microscope, SEM) is vizsgáltunk. A 9. a ábra az előkezeletlen Cassava-keményítő részecskéit mutatja, a 9. b ábra 160 °C-on előkezelt keményítőrészecskéket ábrázol, míg a 9. c ábrán a 250 °C hőmérsékleten kezelt keményítőrészecskék felületét láthatjuk. A kapott felvételek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a keményítőtartalmú kopolimerekben mások által is észlelt endoterm csúcs a keményítő zselatinizációjától ered. A 160 °C hőmérsékleten előkezelt mintákban a szerkezeti víz eljut a részecskék felületére (a képen látható „pattanások” mutatják, lásd a körrel jelzett ábrarészt), míg a 250 °C-ra hevített keményítőrészecskék felületéről a „pattanások” eltűnnek, de a zselatinizáció maradandó nyomot hagy a mintán (a körrel jelölt tartomány).

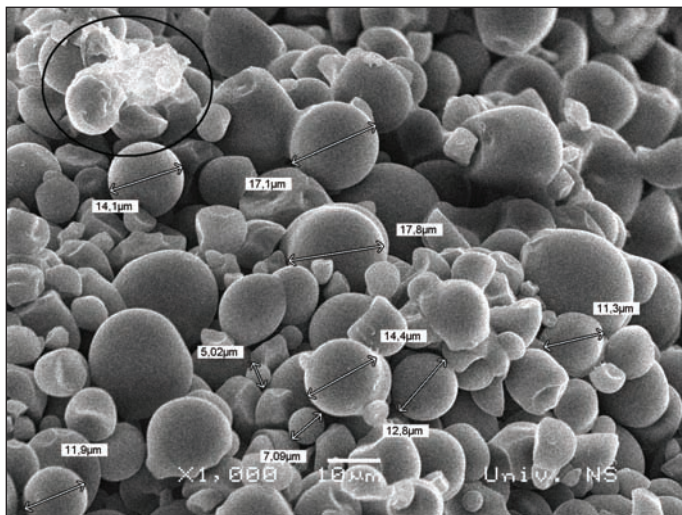


a)

⁸ K. Kaewtatip, V. Tanrattanakul, K. Mészáros Szécsényi, J. Pavličević, J. Budinski-Simendić, J. Therm. Anal. Cal., **102** (2010) 1035–1041.



b)



c)

9. ábra. A Cassava-keményítő SEM felvételei: a) előkezelés nélküli keményítő, b) 160 °C-on előkezelt keményítő, c) 250 °C-on kezelt keményítő

ÖSSZEFOGLALÁS

Leszögezhetjük, hogy a termikus analízis klasszikus módszerei (TG/DTG, DTA/DSC) széleskörűen alkalmazhatók mind elméleti, mind gyakorlati feladatok megoldásában. A termikus mérések eredményeiből információt kaphatunk a minta összetételéről, a komponensek molekulán belüli kötési módjairól, az egyes kötések kötési energiájáról. Kapcsolt mérési módszerekkel kisebb-nagyobb valószínűséggel meghatározható a bomlási mechanizmus. A görbék adatai alapján kiszámíthatók a bomlás kinetikai paraméterei.

A kapott eredmények alkalmazhatók különböző termékek

- termikus stabilitásának megállapítására,
- a bomlás kinetikai paramétereinek kiszámítására, ami lehetővé teszi az ipari folyamatok ellenőrzését, megjósolható a termék szavatossági ideje stb.,
- az anyagok termikus lenyomatának meghatározására (minőség-ellenőrzés),
- keverékek összetételének meghatározására,
- korróziós folyamatok különböző atmoszférában történő tanulmányozására,
- ipari folyamatok szimulációjára...

és még sok más, gyakorlatban nélkülözhetetlen adat meghatározására.

Our Being and Temperature – Basic Principles and Practical Application of Thermal Analysis

The only purpose of this paper is to present, through several practical examples, the application and theoretical importance of this method of analysis which is not so well-known for nonprofessionals. In addition, the aim is to show that the identification of processes based on data derived solely from thermal analyses, and the explanation of the mechanism of decomposition should be accepted with certain reservations. Namely, the more methods are applied for the characterization of a sample the more reliable information could be obtained. Further reading on the subject is available in professional literature and scientific periodicals.

Furthermore, this paper should turn the readers' attention to the role of chemistry in the evolution of mankind. Namely, from the improvement of life conditions of prehistoric man, through gold making (though by use of physical tools, but nevertheless possible in our age), the future of our planet to an incredible extent depends on the appropriate application of physical and chemical processes (and the accompanying enthalpy changes) present in all aspects of life. This may be one of the reasons why the UN General Assembly, in its 63rd session and on submission by Ethiopia, declared the year 2011 the International Year of Chemistry. In addition, this paper, alongside with the above note, has been written in honour of the 40th anniversary of *Létiünk*.

Keywords: thermal analysis, thermogravimetry, differential scanning calorimetry (metallorganic complexes, polymers)