

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

138. ÉVF.

2007. I. KÜLÖNSZÁM ÁRA: 987 Ft

Napjaink kémiája

B 5 bor	C 6 szén	N 7 nitrogén	O 8 oxigén	F 9 fluor	Ne 10 neon
Al 13 aluminium	Si 14 szilícium	P 15 foszfor	S 16 kén	Cl 17 klór	Ar 18 argon
Ga 31 gallium	Ge 32 germánium	As 33 arzen	Se 34 szelén	Br 35 bróm	Kr 36 krypton
In 49 indium	Sn 50 ön	Sb 51 antimon	Te 52 tellúr	I 53 jód	Xe 54 xenon
Tl 81 tallium	Pb 82 olom	Bi 83 bizmut	Po 84 polónium	At 85 asztácium	Rn 86 radon
Uut 113 ununtrium	Uuq 114 ununquadium	Uup 115 ununpentium	Uuh 116 ununhexium	Uus 117 ununseptium	Uuo 118 ununoctium



■ I. EURÓPAI KÉMIAI KONGRESSZUS

■ A NUKLEÁRIS TUDOMÁNY ÉS A KÉMIA

■ A TERMIKUS ANALÍZIS MAGYARORSZÁGON

■ KÉMIKUS SPORTOLÓK ÉS SPORTVEZETŐK

■ KÉMIAI ÉRDEKESSEGEK A BOR VILÁGÁBAN

■ BESZÉLGETÉS ÖT NOBEL-DÍJAS KÉMIKUSPROFESSZORRAL

■ MEZŐGAZDASÁG KÉMIA NÉLKÜL?

■ HIDROGÉN? ENERGETIKA?

■ BOLOGNÁTÓL BOLOGNÁIG

■ KÉMIA A SZÁMÍTÓGÉPBN

■ A KÉMIA HUMORA

Kémiai kalandozás a képtárakban

Megszoktuk, hogy izgalommal járjuk a világ nagy múzeumait, képtárait, böngészünk művészeti albumokat. Megszoktuk, hogy a festményekben az esztétikumot, a kompozíciót, a színharmóniát, esetleg a diszharmóniát, az ecsetkezelést keressük. Nagy élvezettel fedezzük fel a történelmi, vallási vonatkozásokat, és az idegenvezetők is ezekre hívják fel a figyelmünket. Megszoktuk, sőt természetesnek tartjuk, hogy mindennek semmi köze tanult mesterségünkhöz, a természettudomány valamelyik ágához.

Egy képtárban azonban nemcsak a művészettörténeti ismertető füzetek kalauzálásával lehet végigmenni, hanem a kémikus-fizikus szemével is. Több művészről ismert, hogy szinte a tudós alaposágával tanulmányozta a jelenségek legapróbb részleteit is (Leonardo da Vinci, Degas), másokat viszont csak a látvány ragadta meg, és az alkotó nem is volt tudatában, hogy műve akaratlanul érdekes természettudományos jelenséget is ábrázol. Így talán nem meglepő, hogy sok festményről felfedezhető a természettudományos tartalom.

Az ősi tudományok, mint például az orvoslás, gyakran adtak témát képzőművészeknek már csak azért is, mert középpontjában az ember áll. A természettudományok között a kémia viszonylag fiatal terület, ezért a régi korok mesterei kémiai jelenséget tudatosan nem is igen festhettek. Egy-egy kémiai kapcsolódású mozzanatot azonban – esetleg csak a háttérben, vagy valamilyen jelentéktelen részletben – felkeltheti az érdeklődésünket.

Az alkimistákat ábrázoló festmények ilyen szempontból szinte közhelynek számítanak. Ezeken sok izgalmas kémiai információ található, amelyek a tudománytörténész számára megbecsülhetetlen értékűek, ám az alkímiával összefonódott misztikum miatt laikus számára gyakran nehezen értelmezhetők. Az alkímiával kapcsolatos modern művekben viszont talán már csak ezt az átvitt értelmet kereshetjük (1. kép). Képtárakban bolyongva természetesen találhatunk portrékat tudósokról, kémikusokról, különösen érdekes, ha munka közben is láthatjuk őket. Sokszor idézett műalkotás David festménye a Lavoisier házaspárról, amely a Metropolitan Múzeumban látható New Yorkban. A kép történelmi vonatkozása miatt is ér-

dekes, de a kémikus elgondolkodhat: vajon milyen gáz lehet az asztal előtt heverő lombikban? Egy másik festményen igazi a kémiai reakciót láthatunk: a berlini-kék-reakciót a kiindulási anyagok és a termék színének hű ábrázolásával (2. kép, 1. borítólapunk 3. oldalán).

Ha kíváncsi szemmel járjuk a múzeumokat, meglepődve tapasztalhatjuk, hogy számos más témát is kapcsolatba hozhatunk a kémiával. Gondoljunk csak végig: ilyenek a különböző tüzek, robbanások, lángok, a gyertyafénytől át a tűzijátékokig. Egy másik látványos téma a színekkel kapcsolatos: a szírvány, a természet színálmajatai, az őszi színek és maguk a festékanyagok. Az élelmiszer-kémia, a biokémia területéhez kapcsolódnak a konyhai csendéletek, a lakomák ábrázolása, a különböző hatóanyagokat tartalmazó gyógynövények, élvezeti szerek, mint például a tea, a kávé, a dohány, az italozás képzőművészeti megjelenése. A híres mérgezési esetek elsősorban a történelmi kapcsolódások miatt kerültek vászonra, de ki tagadja, hogy e képek igazi kémiai tanulmányok is. Az emberrel való kapcsolat miatt fontos festészeti téma a fémek bányászata, megmunkálása, használata. A fém megmunkálásnak – a fontossága miatt – sok kultúrában külön istene volt, így érthető, hogy ez gyakran fordul elő az archaikus témákkal foglalkozó festők vásznain. Az esztétikai élvezeten túl e művekben izgalmas kihívást jelent a kémiai tartalom felfedezése is. Próbálják csak egyszer megbecsülni a vörös izzás színe alapján, hogy hány fokos lehet az izzó vasdarab Velasquez festményén, amely Vulkánusz kovácsműhelyét ábrázolja. Ehhez persze el kell látogatnunk a madridi Pradóbá.

A festők, szakmájukból adódóan, jó megfigyelők, így nem csoda, hogy olykor



1. kép. Záborszky Gábor: Bevezetés az alkímiába

a jelenségek meglehetősen pontos ábrázolását adják, még ha tudományos szempontból legtöbbször öntudatlanul is. Markó Károly *A puszta* című képén (Magyar Nemzeti Múzeum) egy kettős szírványt láthatunk a színek hűsége és sorrendileg is pontos ábrázolásával. Természetesen előfordul, hogy valamilyen szempontból hibás a kép. Lehet, hogy a festő nem is értett a természettudományhoz, a technikához, ezért az ábrázolása téves, naiv vagy nem eléggé szakszerű. Bortnyik Sándor *Lámpagyújtóján* (nézzék meg a Magyar Nemzeti Galériában) bizony a művész rosszul figyelte meg a városi gázlámpákat. Nem kellett hozzájuk gyújtóláng, mert állandóan égett a lámpa őr lángja. M. C. Escher viszont éppen a lehetetlenségek szándékos ábrázolásának volt a nagy mestere. A *Vízésés* című grafikáján merengve rá kell jöjünk, hogy itt nem is az energiamegmaradás törvénye, hanem a termodinamika második főtétele sérül.

A témák előbbi felsorolása természetesen közel sem teljes, szinte korlátlanul bővíthető. Ha az ilyen ábrázolásokat keressük és elemezzük azokat, akkor másféle élvezettel járhatunk körül a valóságos

vagy virtuális képtárakban, böngészhetünk a művészeti albumokban. A festményeket új szempontok alapján is vizsgálva sétálhatunk a képtárakban, a képeket egy kicsit más módon, nyitottabb, kíváncsi, interdiszciplináris szemmel nézegethetjük. A képzőművészet ilyen jellegű megközelítésével találkozhatunk az orvostudomány [1, 2], a fizika, a tudománytörténet területén [3, 4], de tudomásunk szerint a kémiával kapcsolatban nem, annak ellenére, hogy néhány közlemény tárgyal egy-egy izgalmas, érdekes kapcsolatot a képzőművészeti alkotások és a kémia között [5]. Más területről viszont tudjuk, hogy a műalkotásokat vizsgálhatjuk a természettudomány szemszögéből is, miként Madách Tragédiája is elemezhető így, felismerve egyebek között a hőhalál-elméletet vagy az alumínium ipari jelentőségének megsejtését.

A kémikus látogatása a képtárakban

Induljunk hát el virtuális múzeumi sétánkra a világ nagy képtáraiban. Nézzünk meg közelebbről néhány példát, hogyan, és milyen kémiai jelenségeket fedezhetünk fel a festményeken. A kérdések, gondolatok csak elsőre tűnhetnek szokatlannak, netán mesterkéltnek, hamar rájöhethetünk, hogy milyen sok kémia van egy képen, és nem csak a festék formájában. Gyűjteményünk ennél sokkal bőségebb, és remélem az olvasó is kedvet kap a maga természettudományi képtárának gyűjtögetéséhez.

Séta a Magyar Nemzeti Galériában

A Galéria gyűjteményében gyakorta megcsodáljuk Szinyei Merse *Léghajóját* (3. kép, l. borítólapunk 3. oldalán). A festmény vidám színei és az integető léghajós az, ami először szemünkbe tűnik, ám ha kicsit jobban belegondolunk, azonnal felvetődik a kérdés, miért is emelkedett magasba ez a léggömb? Az ilyen repülő szerkezetek azért tudnak felemelkedni, mert a ballon levegőnél könnyebb gázzal van töltve. A legkézenfekvőbb megoldás a meleg levegő lenne, azaz a hőléggömb. Ám ha a képet jobban szemügyre vesszük, egyértelműen látható, hogy ez nem az. Marad hát a hidrogén és a hélium. A hélium nemesgáz, igen kevésbé reakcióképes, nem gyúlékony anyag, ideális a léggömbök töltésére. A hidrogén ezzel szemben gyúlékony, sőt levegővel veszélyes durranógáz-elegyet alkot. A képen látható léggömbben azonban nem lehet hélium, mert ennek jelenlétét a Földön csak 1895-ben fedezte fel Ramsay, és a kép egy évtizeddel korábban, 1882-ben készült. A vidá-

man integető léghajós talán nem is sejtí a fölötté libegő óriási veszélyforrást, a hatalmas mennyiségű hidrogént, amely bizony sok légi balesetet is okozott.

A Magyar Nemzeti Galériában van Munkácsy *Köpülő nő* című képe is. A sötét háttérből csak úgy világít a megtört arcú parasztnő és a szomorú szemű leánya. A képet mindenki jól ismeri, valószínűleg mégis keveseknek jut az eszébe, hogy itt egy élelmiszerkémiai folyamatot látunk. Az élénk fehér szín utal a fontos kémiai anyagra, a tejre, és a kolloidkémiai folyamatra, a köpülésre. A tejben lévő anyagok egy része zsír, és az apró zsírcseppecskéket lipoidokból és fehérjékből álló burok veszi körül. Ez őrzi meg őket tartósan egyenletesen eloszlva (diszpergálva) a vizes közegben. A vajkészítés során ezt a burkot roncsoljuk szét mechanikai hatással, a képen látható, lefelé vastagodó rúd mozgásával. A zsíros anyag eközben egyetlen masszává, a vajjá egyesül. Bizony nehéz munka volt ez hajdanán, talán sejtí is már a képen látható kislány, hogy mi vár rá, ha felnőtt.

És még egy kép a Galériából, Rippl-Rónai *Apám és Piacsek bácsi vörösbor mellett* (4. kép, l. borítólapunk 3. oldalán). Ez is kicsit szomorkás hangulatú kép, de a vidám színek és a zárt kompozíció mégis valami emberi köny-nedséget sugall. Talán érezzük a könnyű rozé bor közelségét is. A kémikus természetesen az alkoholos erjedés folyamatára is gondolhat, a mikrobiológiára, a járatosabbak tudni vélik, hogy a vörösborban található egyik vegyület, a „bikaverin” a híres magyar borról kapta nevét. Játsszunk azonban egy kicsit magával a látottakkal. Vajon ittak-e az öregek? Az ital hatása látszik-e az arckifejezésükön? Töltsük vissza gondolatban a két pohár tartalmát az üvegbe – lám, éppen tele lesz. A két öregem tehát bizonyára nem az alkohol hatása mutatkozik, hanem talán az elmúláson merengve szomorkodnak.

Mérgek, drogok

Szókratészt Kr. e. 399-ben mérge általi halálra, a „bürökpohár” kiürítésére ítélte a bíróság, mint mondják az ifjúság megtéréséért. A mérgepohár az ókorban kedvelt kivégzési forma, a filozófus halála pedig festők gyakori témája volt. E művek egyike a kiváló klasszicista mes-



5. kép. Jacques Louis David: Sokrates halála

ter, David alkotása (5. kép), amely számunkra az alkaloidokról, az alkaloidok által okozott mérgezés tüneteiről szól. A bürök magjából már 15–20 gramm halálos adagot jelent a felnőtt ember számára. A benne található koniin nevű alkaloid a lábtól indulva a törzs, a karok, az arc felé haladva fokozatos bénulást okoz, amely eléri a tüdőt, és ez okozza végül a halált, miközben az áldozat végig tudatánál van. Szókratész szellemileg teljesen ép, az utolsó pillanatig magyaráz tanítványainak, pontosan leírva a mérgezés lefolyását. A képen jól megfigyelhetők a tünetek: a filozófus lába már furcsán, tehetetlenül fekszik, az egyik kísérőjének keze a combján, talán azért, hogy ellenőrizze, érzí-e még a mester, vagy azért, hogy segítsen feltenni azt is a másik mellé. Érdek, hogy a bürök fözetét nagyon kis mennyiségben kesztyűvel fájdalmas és rákos fekélyek ellen is alkalmazták. A terápia és a mérgezést okozó koncentrációk között a különbség azonban veszedelmesen kicsi, ezért 1934 óta már nem használják gyógyszerként.

Az impresszionizmus korának szinte minden nagy festőjét megihlette a híres ital, az abszint. Manet *Az abszintívó* című képén még csak az italt láthatjuk, a hatását csak a felborult üveg mutatja, az úrfi talán nines is a drog hatása alatt. Picasso abszintívójának arca a szömbibe réved, a csontosra aszott keze a zöldes színű kolloidokra mutat. Mucha képén az ital már meg sem jelenik, csak a szűrkeségbe enyészett delíriumot érzékeljük. A kémikusnak talán az igazi impresszionista kép Degas *Abszintívója* (6. kép) mond a legtöbbet, a furesán maguk elé bámuló alakok előtt szinte világít a zöldesen opalizáló drog. Az abszint fehér ürmel izesített, nagy alkoholtartalmú ital. A fehér ürmel illóolaj-tartalmú növény, gyógyhatását már több ezer éve ismerik. Az alkoholos italt először francia katonák készítették belőle az 1840-es években, majd a XIX. század művészvilágának legnépszerűbb



6. kép. Degas: Abszintivó

italává vált. Sokaknak adott ihletet, de már az 1800-as években megállapították, hogy az abszint súlyosan károsítja az idegrendszert, a hallucinációkon kívül általános tompultságot, szellemi leépülést okoz. Az abszintnak legalább 50%-os alkoholtartalmúnak kell lennie ahhoz, hogy az illóolajok oldódjanak benne. Ha hígítják, az olaj kolloid formájában kiválik, és a Tyndall-jelenség miatt opálszerű csillogást ad az italnak, a jellegzetes zöld színt a klorofill okozza. Az ürömlajban található egyik anyag az abszintin, az egyik legkeserűbb vegyület, a másik hatóanyag a tujon, igen erős idegmérge, amely kisebb mennyiségben hallucinációkat eredményez, nagyobb mennyiségben pedig görcsöket, izomrángást okoz. Mindezek miatt az abszintot végül is 1915-től betiltották, ám manapság kezd megint divatba jönni. A ma forgalmazott abszintok már nem tartalmazhatnának fehérüröm-kivonatot, de bizony kapható nem kevesebb, mint 35 mg/l tujon-koncentrációjú változat is.

Környezetszennyezés a festményeken

Sokak kedves stílusa az impresszionizmus, és mindnyájan küzdünk a környezetszennyezés ellen, de hogy a két terület szorosabb kapcsolatban van, az nem nyilvánvaló. Már Munkácsy *Poros út* című képén is az aeroszolon szóródó napfény gyönyörködte a nézőt (7. kép, I. borítólaponk 3. oldalán) de felvetődhet az a különös gondolat, hogy az impresszionizmust a környezetszennyezés inspirálta. A XIX század második felében látványosan megkezdődött a táj megváltozása, az ipar hatása egyre érzékelhetőbbé vált. A tájak

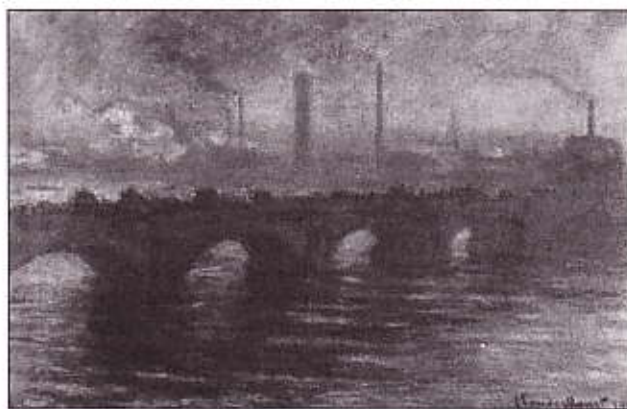
elcsúfítása, az ipar hatása a szemlélőnek olykor gyönyörködte is lehet. Talán ezt a kettősséget fedezték fel az impresszionisták. Cézanne *Gyárak Mount Cengle mellett* című képe még szinte érintetlen, tiszta tájat mutat, a gyárképmény lüstje még nem mérgezi meg a környezetet, de Monet híres képe a *Felkelő nap impressziója* (8. kép, I. borítólaponk 3. oldalán), üde világos színei ellenére már egyértelműen a gyárak füstjének hatását tükrözi. A kikötőben jól látszik az ipari környezet, és a Nap sárgászörös fénye is a köd és a füst fényszóródásának következménye.

Monet, az impresszionisták vezéregyénisége több évet töltött Londonban. Célja tudatosan bizonyára nem az volt, hogy London mérgezett levegőjét, a londoni szmogot megörökítse, de mégis ez inspirálta festményei jó részét. A híres sorozatában a londoni parlamentről (9. kép, I. borítólaponk 3. oldalán) még csak sejthetjük, hogy nem csak a ködöt (fog), hanem a füstöt (smoke) is látjuk, de London túlsó, ipari részéről készült képe, a *Waterloo Bridge* (10. kép), szépsége éppen a környezet elcsúfításának megörökítésében van. A képtárlátogató azon is elgondolkodhat, hogy mit gyártottak a háttérben lévő gyárakban, mi köze ennek a Skandináviában észlelt savas esőhöz, és hogy az impresszionisták óta megoldódott-e a környezetszennyezés kérdése? Ez utóbbihoz elegendő Londonba látogatnunk – esetleg éppen az impresszionisták valamelyik kiállítására.

Kémiaoktatás a képtárakban?

A játék tényleg izgalmas, a példák tovább sorolhatók: a pointillizmus és a számítógép-képernyő pixeleket megadott felbontásának hasonlatossága, a szappanbuborék Millet és Chadrin képein, a fényszóródás effektusa az alkonyi színjátékban és így tovább. De tekintsünk egy másik területet! Akár rendhagyó kémiaórárt is tarthatunk egy képtárban, megszólítván a kémia iránt kevésbé fogékony, mondjuk így, humán beállítottságú diákokat is. Egy-egy híres festő neve hallatán mindenki felkapja a fejét, már csak a dolog szokatlansága kapcsán is: „hogy jön ez a kémiához?” [6]. Sajnos szinte már közhely, hogy a diákok a kémiát elvont, ért-

hetetlen tárgynak tartják, amelynek alig van köze a mindennapokhoz, az életben való boldoguláshoz. Ezzel szemben az alapműveltséghez mindenképpen hozzátartozik a kémia, sőt egyre nagyobb jelentősége van életünkben a kémia vívmányainak, az új anyagoknak, a reakcióknak, a módszereknek. Hogy a negatív megítélés megváltozzon, érdekesebbé, szívesebbé kell tenni a kémiaoktatást is, megfelelő motivációt kell adni a humán beállítottságúaknak is. A tankönyvekben ugyan illusztrációként néha látunk egy-egy festményt is, egy-egy tudós arcképét vagy a már említett – és tudománytörténetileg mindenképpen félrevezető – alkímista jeleneteket. Ezek azonban további kémiai asszociációra nemigen ingerelnek.



10. kép Claude Monet: London, Waterloo Bridge

Példaként vegyük ismét elő Színelei Merse léghajós képét. Akár számolási feladatot is adhatunk diákjainknak a látottak alapján. Természetesen bárki mást is elszórakoztathatnak a találós kérdések: Mekkora a légnymás a ballon magasságában? Mekkora a ballon térfogata? Hány utast szállíthatna ez a léggömb? stb. A kép egyes elemei, például a jegenyefa elképzelt 15 méteres magassága, mint mérték, kellő információt adhatnak a kiinduláshoz, a léggömb sugarának megbecsléséhez. A megoldást a kedves olvasóra bizzuk.

A szerző köszöni mindazok segítségét, akik hozzájárultak a virtuális képtár anyagához, de különösen volt kedves hallgatója, Pásztor Balázst, aki szakdolgozatával megindította a „kémikus képtárlátogatásait”.

IRODALOM

- [1] Vida Mária: Művészet és orvostudomány a történelmi Magyarországon, Magyar Képek Kiadó, Budapest, 1984
- [2] Ray Porter: The Cambridge illustrated history of medicine, Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York, 2001
- [3] Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, Gondolat Kiadó, Budapest, 1981
- [4] Otto Kratz: 7000 Jahre Chemie, Nikol Verlagsgesellschaft mbH, Hamburg, 1990
- [5] István Hargittai: J. Chem. Educ. 1983, 60, 94
- [6] Pásztor Balázs, Riedel Miklós: A kémia tanítása 2005, XIII, 1. sz. 16