

Gyilkos zöld ruhák, függönyök és tapéták az 1800-as években

245 éve fedezte fel Carl Wilhelm Scheele a réz-arzenit zöld pigmentet

Kutasi Csaba

A többféle allotróp módosulatban előforduló arzént és vegyületeit igen régóta ismeri és felhasználja az emberiség. Az ókorig visszanyúl mind gyógyító, mind mérgezésre való alkalmassága. Gyógyszerként többek között a Salvarsan nevű, szerves arzéntartalmú szer került a köztudatba. Az arzénvegyülettel történt tömeges mérgezésekről sokak eszébe jut a tiszazugi arzénos asszonyok 1911–1929 közötti életkioltási bűncselekmény sorozata. Talán kevesek előtt ismert, egy bizonyos arzén-zöld pigment is álnok módon gyilkolta az így színezett textiliák gyanútlan viselőit, felhasználóit.

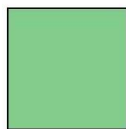
A kanárisárga ruhák divatját megelőzően a smaragdzöld színű hódított, azonban abban az időben ennek a színnek az előállítása nagyon nehéz volt. Megoldásnak látszott a svéd kémikus *Carl Wilhelm Scheele* felfedezése, aki 1776-ban arzénből zöld színezőanyagot hozott létre. Ez tkp. egy színes pigment (festék) volt, nem számított kimondott textilszínezéknek (nem volt kromogén vegyület), így a textilyanyon való tökéletes rögzítésével nem lehetett számolni. Annak ellenére, hogy már ismertté vált a lakosság körében is, hogy az arzén lenyelve mérgező hatású, az új zöld nem látszott veszélyesnek, miután csak kevesek tudták, hogy porát belelegezve vagy az így színezett ruházatot bőrön viselve is előidézhethet mérgezést, sőt halált is. Ezért egyre jobban használták az arzénal készült zöld festéket többek között ruhák, függönyök és tapéták ill. egyéb színezésére. A mérgezéseket, haláleseteket általában nem kötötték a zöld textiliákhoz, inkább betegségekre vagy más mérgező anyag előfordulására gyanakodtak.

Ezek a divatcikkek rendkívül drágák voltak, így csak a leggazdagabb réteg engedhette meg magának, és kizárólag igen különleges alkalmak során viselték. Emiatt náluk jóval később, elhúzódva jelentkeztek a mérgezés tünetei (fáradtság, később a máj károsodása és a csontok degenerációja, az immunrendszer gyengülése, az idegkárosodás, a bénulás vagy daganatos betegség). Emiatt az úrihölgyek halála hosszabb elváltozási folyamat végén következett be, így senki nem gyanakodott a ruhákra. Sajnálatosan a ruhák készítőinél (szabás, varrás, díszítés) gyors lefolyású halálhoz vezetett az így bekövetkezett arzénmérgezés (1. ábra).

Egy ilyen zöld ruhát hordó, majd elhunyt fiatal lány boncolása során arzént találtak a gyomorban, a májban és a tüdőben. Ennek kapcsán a halál körülményeit feltárva, a *gyilkos divatról* készült írárok felhívták a lakosság figyelmét az arzén ilyen veszélyeire is. Az egyik angol egészségügyi folyóirat hang-



Scheele-zöld



Schweinfurt-zöld



Arzéntartalmú pigmentekkel színezett ruhákra példák

1. ábra

súlyozta, hogy „az arzént viselő nő szoknyájában annyi mérget hordoz, hogy megölhetné a csodálói felét, akikkel a bálteremben találkozhat”. A médiumok ismeretterjesztésének hatására egyre többen elfordultak az arzénzöld tartalmú termékektől, nemcsak ruháiktól szabadultak meg az emberek, hanem függönyeiktől és mérgező tapétaiktól is. Skandinávia, Franciaország és Németország ezek után betiltotta az ilyen tartalmú festék használatát, azonban Nagy-Britanniában csak évekkel később tűnt el. Ezzel ért véget a 19. század mérgező zöld divatja, ami értelmetlenül okozta ezrek halálát.

A réz-arzenitet, réz-aceto-arzenitet egyébként közkedvelten használták élelmiszer-színezékként, de gyertyákat is színesítettek vele. Az arzénos gyertya égetése is veszélyt okozott. Sőt ezzel a vegyülettel is színezték az abszintot, így nem a fehér ürmökből kioldódó vegyületek tették mérgezővé az italt.

Az arzén felfedezése, tulajdonságai, vegyületei

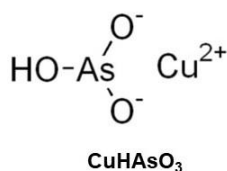
Az arzén a periódusos rendszer V. főcsoportja 4. periódusának egyik régen felfedezett eleme (2. ábra). Az arzén-szulfid és rokonvegyületei az i. e. V. század óta jól ismertek az orvosok, a hivatásos méregkeverők

| relatív atomtömeg vegyjétszám | | | | | | | | | | | | | | | | az elektronok eloszlása az energiaszinteken | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|--|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 1 | H | 1,01 | He | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | 2 | Li | 6,94 | Be | 9,01 | B | 10,81 | C | 12,01 | N | 14,01 | O | 16,00 | F | 18,99 | Ne | 20,18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 3 | Na | 22,99 | Mg | 24,31 | Al | 26,98 | Si | 28,09 | P | 30,97 | S | 32,07 | Cl | 35,45 | Ar | 39,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 4 | K | 39,10 | Ca | 40,08 | Sc | 44,96 | Ti | 47,88 | V | 50,94 | Cr | 52,00 | Mn | 54,94 | Fe | 55,85 | Co | 58,93 | Ni | 58,71 | Cu | 63,55 | Zn | 65,38 | Ga | 69,72 | Ge | 72,64 | As | 74,92 | Se | 78,96 | Br | 79,90 | Kr | 83,80 |
| O | 5 | Rb | 85,47 | Sr | 87,62 | Y | 88,91 | Zr | 91,22 | Nb | 92,91 | Mo | 95,94 | Tc | 98,91 | Ru | 101,07 | Rh | 102,91 | Pd | 106,42 | Ag | 107,87 | Cd | 112,41 | In | 114,82 | Sn | 118,71 | Sb | 121,76 | Te | 127,60 | I | 126,91 | Xe | 131,29 |
| P | 6 | Cs | 132,91 | Ba | 137,33 | Hf | 178,49 | Ta | 180,95 | W | 183,84 | Re | 186,21 | Os | 190,23 | Ir | 192,22 | Pt | 195,08 | Au | 196,97 | Hg | 200,59 | Tl | 204,38 | Pb | 207,2 | Bi | 208,98 | Po | 209 | At | 210 | Rn | 222 | | |
| Q | 7 | Fr | 87 | Ra | 88-103 | Rf | 186 | Ha | 181 | Unh | 184 | Uns | 187 | Uno | 188 | Uue | 189 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LANTANOIDÁK | | | | | | | | | | | | | | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | |
| AKTINOIDÁK | | | | | | | | | | | | | | | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | | | | |



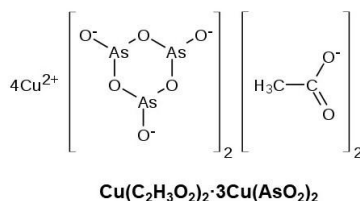
Az arzén a periódusos rendszerben és megjelenése

2. ábra



A Scheele-zöld

3. ábra



A Schweinfurt-zöld

4. ábra

előre még nem tudták igazolni, miután a vizsgálat során alkalmazott röntgensugár-nyalábban a kristályok elbomlának. Az arzenolamprit ásvány az arzén másik polimorf módosulata valószínűen az ortorombos foszforral azonos szerkezetű. Amfoter jellege, valamint a fémek és nemfémek közötti természete következtében az arzént a félfémekhez, nem a valódi fémekhez sorolták be.

Az arzénsav különböző rézsói jellegzetes zöld színű anyagok. A CuHAsO₃ kémiai képlettel jellemezhető vegyületet először 1776-ban Carl Wilhelm Scheele állította elő réz-szulfátból, arzénből és nátrium-karbonátból, ill. kálium-karbonátból. 1778-ban tették közzé a felfedezést, az előállítási folyamat titokban maradt. Így születtek a különböző változatok pl. CuHAsO₃ vagy Cu₃(AsO₃)₂ · 3H₂O összetételben. Ezek egyben történő szabadalmaztatása 1812-ben Angliában, Parker nevéhez fűződik. Felfedezőjéről – Scheele-ről – a sárgászöld anyagot Scheele-zöldnek (3. ábra), valamint ásványzöldnek, svéd zöldnek, Cuprum arsenicosumnak is nevezték. A sárgászöld szilárd anyag vízben és etilalkoholban nem oldható, ugyanakkor híg savakban és vizes ammóniaoldatban oldódik.

1814-ben a németországi Schweinfurtban Russ és Sattler megpróbálta javítani Scheele zöldjét, azonban az új vegyianyag jóval mérgezőbb pigment lett. Ennek ellenére az élénkzöld szín azonnal a textilfestők, ruhakészítők, tapétatervezők és képzőművészek körében egyre jobban terjedt. A párisizöld (réz-acetát-triarzenit, vagy réz-aceto-arzenit) szervesetlen vegyület, zöld pigmentként Schweinfurt-zöld, smaragdizöld vagy bécsi zöld néven szintén ismert (4. ábra). A nagyon mérgező zöld kristályos anyag, hatásos rágcsáló- és rovarirtó szer lett, pl. a Colorado-bogár elleni védekezést is biztosítva, de pigmentként színezésre is használták toxikus hatása ellenére. Ezenkívül alkalmazták az üveggyártásnál, a bőr cserzésénél és

Carl Wilhelm Scheele munkássága



Carl Wilhelm Scheele
(1742-1786)

német származású, svéd kémikus

5. ábra

A svéd kémikus a kémia több területén maradandót alkotott, számos elem és vegyület felfedezése és kimutatása fűződik nevéhez, nemcsak a rosszul végződő, róla elnevezett réz-arzenit összetételű zöld pigmentről lehet rá emlékezni (5. ábra).

1748-ban magániskolában kezdte tanulmányait. 1757-ben Göteborgban patikában kezdte gyógyszerész tanulmányait. A gyógyszerész tulajdonosa felismerte az ifjú tudásvágyát és bevonta a laboratóriumi munkába. 1765-ben kapott a segédlevelet, Malmöbe kerülve „A foltos sashoz” elnevezésű patikában helyezkedett el, ahol Kjellström tulajdonos szintén támogatta kutató munkáját. Kísérletei tapasztalatait leírta, azonban a kor akadémiai nagyságai ezeket elutasították. Ugyanakkor Anders Jahan Retzius, a malmöi Lund Egyetem professzora ösztönözte őt a szisztematikus munkavégzésre és megállapításai pontosan dokumentálására.

1768-ban Scheele áttelepült Stockholmba, azonban „A hollóhoz” címzett patikában nem volt mód kutatásai folytatására, így két év múlva Uppsalába ment. Itt Christian Ludwig Lök gyógyszerésznél (patika „Az Uppland címeréhez”) a legjobb feltételekkel tudta folytatni kutató tevékenységét. Annyi szabadidőt kapott a laboratóriumi munkához, amennyire csak szüksége volt. Megpróbált kapcsolatba kerülni a helyi egyetem tudósával, egy véletlen találkozás folytán ismerkedett meg Tobern Olof Bergmann professzorral, aki Lök gyógyszerészárából szerezte be a vegyszereket. Előfordult, hogy az egyik salétrom tétel szokatlanul viselkedett, az egyetemen ennek okát nem tudták megfejtetni, ellenben Scheele rájött a megoldásra, ami nemcsak a professzorral való együttműködését eredményezte, hanem munkájának elismertsége más tudósok körében is elterjedt (első tanulmányai az Uppsalai Királyi

Akadémia kiadványában is megjelentek). 1772–73-ban felfedezte a levegőben az oxigént és a nitrogént, ezt csak 1777-ben publikálta egyetlen könyvében, „Értekezés a levegőről és a tűzről” (Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer). A felfedezés úgy kapcsolódott Joseph Priestley nevéhez, hogy ő Scheele-hez hasonlóan ugyanarra az eredményre jutott 1774-ben, amit azonnal nyilvánosságra hozott. Scheele-t 1774-ben a Tudományos Akadémia tagságára jelölték, felvétele a következő évben megvalósult.

körében. Az elem előállítását Albertus Magnusnak tulajdonítják, aki auripigmentet (As₂S₃) szappannal hevített, végül 1650 körül egy Schröder nevű gyógyszerésznek sikerült elemi állapotban előállítania. Az arzén a latin *arsenicum* szóból, ill. a görög *arszenikon* szóból származik. Ez utóbbi az *-on* végződés hozzáadásával a perzsa *zamikh* (zar: arany) sárga auripigment kifejezésből ered.

A kristályos arzén nagyon illékony, gőznyomása 615 °C-on éri el az 101 kPa nyomást, jóval a 816 °C-os olvadáspontja alatt. Gáz halmazállapotban az arzén négyatomos As₄ molekulák formájában fordul elő. Az elem szublimálásakor sárga színű, köbös módosulat alakul ki, azonban a szerkezetét egy-

1775-től *Pohl* tulajdonosnál a vezető gyógyszerész első segédjeként dolgozhatott Köping városkában. A hamarosan elhunyt tulajdonos patikáját Scheele vette át. Az ennek jogosságát vitató másik segéd eredménytelen jogi lépései után átvállalta a patika adósságait, ill. az özvegy és annak fia eltartását is. 1777-ben Stockholmban mutatkozott be a Királyi Tudományos Akadémián, a király jelenlétében egy egyéves ösztöndíjhoz jutott. 1782-ben új gyógyszertára lett egy központi helyen a fővárosban, ahol megfelelő felszereltségű laboratóriuma is működött.

Többek között felismerte a faszén gázmegkötő képességét (adszorpció), zárt edényben forralt ecettel egy – a pasztörizáláshoz hasonló – konzerválási eljárást talált fel. Először kísérletezett az ezüst-kloriddal – felfedezve annak fényérzékenységét – és felismerte, hogy az ammóniától megfeketedett ezüst-klorid nem oldódik (így jött rá egy fényképet fixáló eljárásra). A kémia több területével foglalkozott, így felfedezései széles skálán fordulnak elő. A savak közül a borkósav – $C_4H_6O_6$ – (1769), az acetaldehid – C_2H_4O – (1774), a benzoésav – $C_7H_6O_2$ – (1775), a *hűgysav* – $C_5H_4N_4O_3$ – (*T. O. Bergmannal* közösen) és az oxálsav – $C_2H_2O_4$ – (1776), a tejsav – $C_3H_6O_3$ – és a nyálkasav – $C_6H_{10}O_8$ – (1780), a citromsav – $C_6H_8O_7$ – (1784), az almasav – $C_4H_6O_5$ – (1785) és a galluszsav – $C_7H_6O_5$ – (1786) elsőként történő kimutatása fűződik nevéhez. Több új gyártási eljárást tárt fel különböző vegyületek, ill. elemek előállítására, pl. hidrogén-fluorid – HF – és foszforsav – H_3PO_4 – (1771), klór és báriumoxid – BaO – (1774), oxigén/nitrogén a levegőben (1777), hidrogén-arzenid – AsH_3 – és arzénsav – H_3AsO_4 – (oldatban), ill. $H_3AsO_4 \cdot 1/2 H_2O$ (stabil változatban) (1775), Scheele-zöld – $CuHAsO_3$ – (1776), hidrogén-szulfid – H_2S – (1777), molibdén-trioxid – MoO_3 – (1778), hidrogén-cianid – HCN – (más néven kéksav) (1782), glicerín – $C_3H_8O_3$ – (1783). Felismerte, hogy a barnakő – MnO_2 – mangánt (1774), a tungstenit (később nevéről scheelit) – $CaWO_4$ – volframot (1781) tartalmaz, ill. az alkoholos erjedés során képződő kozmaolaj (hosszabb szénláncú alkoholok keveréke) (1785) felfedezése is az ő nevéhez fűződik.

1785 őszén megbetegedett és életének 44. esztendejében elhunyt.

Hogyan okoz mérgezést az arzén?

Az elemi arzénnek nincs mérgező hatása, azonban főleg a három vegyértékű arzén vegyületek méregtani szempontból veszélyesek az élő szervezetekre. Azok az öt vegyértékű arzénből felépülő vegyületek – pl. arzén-pentoxid, arzénsav – szintén mérgezőek, amelyek a szervezetbe kerülve három vegyértékű arzénre alakulnak. Az arzén sejtekre

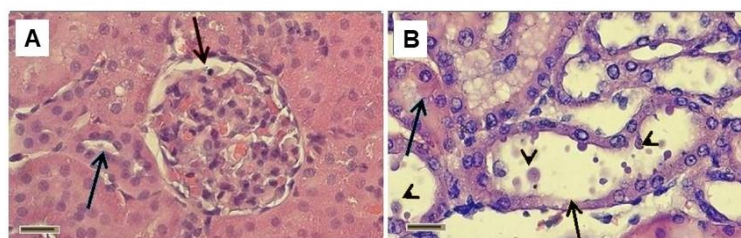
mérgező (citotoxikus) hatása szaporodást/burjánzást elősegítő építőelemekben, sejtközi állományokban a legfokozottabb, így pl. a vérképző rendszer, az embrionális szövetek, a ráksejtkultúrák veszélyeztetettek. A mérgező hatás leegyszerűsítve azon is alapul, hogy az arzén az élő sejtekben képes beépülni a foszfor helyére, ezzel gátolva több enzim működését, akadályozva létfontosságú biokémiai reakciók lefolyását. Az enzimbénítással ható arzénvegyületek egyik legagresszívabb gyilkos változata a harci anyagok csoportjába tartozó klór-vinil-diklór-arzin, amely bőrön át is könnyen felszívódó arzéntartalmú, hólyaghúzó hatású (hólyagos bőrgyulladást okozva, valamely belső szerv vérbőségét radikálisan csökkenti) vegyület (6. ábra). Az arzén rákkeltő hatása is bizonyított.

A szöveteket károsító arzén a fehérjéket nem csapja ki, nincs maró, ill. helyi irritáló hatása. A toxicitás a mérgezést okozó arzénvegyületek oldékonyságától jelentősen függ. Kapillárisméregként ismertek, miután a kapillárisok bénulását okozva a hajszálcsövescskék maximálisan kitágulnak, faluk a fehérjék számára áteresztő lesz. Így vérnyomáscsökkenés következik be, amit tovább fokoz az arteriolák (az artériák kicsi ágai, amelyek kapillárisokhoz vezetnek) bénulása. Emiatt pl. a gyomor-bél, vesekapillárisok súlyos elváltozása következik be (7. ábra). A kitáguló erek áteresztik a fehérjéket, a hajszálérgomolyagok megduzzadnak, funkciójuk nagyon leromlik.



Arzénmérgezés okozta bőrelváltozásokra példák

6. ábra



egészséges vesetést és gyűjtőcsatorna szöveti képe (↑)

az arzén kórszöveti hatásai, tágult gyűjtőcsatornák (↑), citoplazmatikus hólyagok (v)

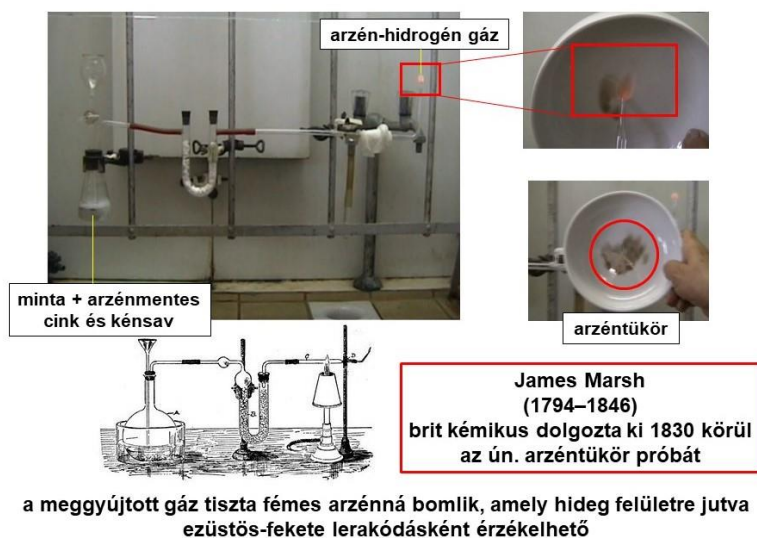
Vese szöveti képek

7. ábra

A vérnyomáscsökkenés, ill. a kiszáradás veseelégtelenséghez vezet. Akut arzénmérgezést okoz a porinhaláció ill. a belélegzett gáz, mert a vörösvérsejtekben felhalmozódó anyag a sejtszinten felszabaduló hidrogén-peroxidtól védő kataláz enzim aktiválását gátolja. A felszaporodó peroxidok hemolízist – a vörösvértest membránjának sérülését –, a vörösvértest pusztulását okozzák. A vérnyomás hirtelen leesése eszméletvesztéshez vezet, az agyi keringés zavara kómát idéz elő. A halál a sokk és súlyos agyi oxigénéhiány következménye.

Hírhedt arzénmérgezések

Ez – mint sok minden – az ókorig nyúlik vissza, állítólag amikor *Kleopátra* úgy döntött, hogy véget vet az életének, törekedett olyan halált választani, ami után szép holttestet hagyhat hátra. Szolgáin számos mérget kipróbált, többek között az arzént is, majd a kígyóharapást választotta.



Arzénkimutatás Marsh-tesztel

8. ábra



Korszerű arzén kimutatási/meghatározási módszerek

9. ábra

gezte férjeiket 30–60 napig, akik idült arzénmérgezéses tünetek között meghaltak. Egy felnőtt másvilágra küldéséhez átlag napi 2-4 mg arzént kellett adagolni, azaz mindennap egy-két légyfogó kivonatának beadására volt szükség. (Csecsemők esetében – az abortuszt is végző „nagyrevi angyalcsinálók” mellett – kis mennyiség is elegendő volt.) Egy légyfogópapírban mindössze 1–2 mg arzénnek megfelelő mennyiségű nátrium-arzenit volt, ami önmagában alacsony kockázatot jelentett (a heveny halálos adag kb. 1–2 %-át tette ki). 100 db légyfogópapír kiáztatásával nyert egyetlen adag hatására gyorsan elhunyt a kiszemelt áldozat, 10–20-szal is rövidebb idő alatt „el lehet intézni” a célszemélyt. A gyilkos asszonyok ügyeltek arra, hogy feltűnést kerülve ne egyetlen nő vásároljon nagy tételben légyirtót, így tucatnyi asszony vette meg napközben. Majd este a kútnál összejöttek és kőteny alatt összeadták a mérget, amit a soron következő „férjlikvidáló” asszonyság hazavitt. Két bábaasszony pénzért is árusította az ún. „légyvíz” elnevezésű gyilkos oldatot, amivel nem kellett bibelődni. 1911–1929 között akár többszáz ilyen gyilkosság is előfordult (egyes források szerint csak Nagyrév és Tiszakürt temetőiben az exhumálások során 162 arzénrel meggyilkolt ember tetemét tárták fel). A „tiszazugi méregkeverő asszonyok”, azt hitték, hogy nem hagynak maguk után nyomot. Ugyanakkor a valóság az, hogy az arzénrel megmérgezett áldozatból, annak teteméből – éppen az arzénvegyületek erős toxicitása miatt, a test a szokásos lebomlás helyett mintegy mumifikálódik – egyértelműen kimutatható a gyilkos kémiai elem. A bűnesetek lezárása után az arzéntartalmú légyfogó papirokat, ill. nagyobb koncentrációjú növényvédőszereket, majd a konzerváló fapácokat is betiltották. Az ún. Marsh-tesztel (arzéntükrő próba) az 1830-as évek óta az arzénmérgezés igazolása rutinfeladat (8., 9. ábra).



Az arzén gyógyító hatására példa

10. ábra

Az arzén gyógyíthat is

Kr.e.-i 5. században Hippokratész kezelte fekélybetegeket re-algár (As_4S_4) és auripigment (As_2S_3) tartalmú kenőcsökkel. Több ókori civilizáció is használta az arzént orvossággént, a kínaiak sikeresen alkalmazták az ún. fehér arzént (arzén-trioxid) a malária ellenszereként, és a perzsáknál is említik a láz fehér arzénal való gyógyítását.

Nagy áttörést hozott a *Paul Erlich* által 1909-ben kifejlesztett *Salvarsan* nevű, szerves arzéntartalmú antibiotikum. A baktériumok elpusztító hatása eredményes lett, így sikeresen alkalmazta a szert a szifilisz kórokozói, ill. a spirochaeta-baktériumok ellen.

Csontbetegségek (csontlággyulladás) és ideges görcsök (ún. vitustánc), ill. idegzsába ellen szintén sikerrel alkalmaztak az arzénhatóanyagú készítményeket, pl. az ún. *Fowler-oldat* (arzénessavas-kálium oldat) formájában.

Az 1970-es években a kínai Harbin Egyetemen arzén-trioxid – nyomokban előforduló higannyal együtt – hatását tovább kutatták, eredményes a leukémiát kezelő szert előállítva (10. ábra).

Az arzént radiokészítményként is alkalmazzák, izotópjának bomlási módjától függően a diagnosztikai és terápiás célokra egyaránt.

Befejezésül

Visszatérve a „*Gyilkos zöld ruhák, függönyök és tapéták*” címre, már több évtized óta nem kell tartani ilyen álnok módon fellépő mérgezésektől. Sokat fejlődött a szintetikus színezékgyártás, a műszeres analitikai vizsgálatok elterjedésével pedig ppm (mg vegyianyag/1 kg száraztömegű textilanyag) nagyságrendű vegyianyagok jelenléte is pontosan kimutatható.

A mesterséges textilszínezék-gyártás ipari méretekben közismerten 1857 óta számítható, ennek előzménye egy angol diák véletlen felfedezése 1856-ban (*Perkin* által – egy kinin szintetizálási kísérlet során nem tervezetten – előállított lila vegyület, a *mauvein* kiváló színezéknek bizonyult). 1868-ban köszénkátrányból szintetizáltak mesterséges alizarint. Jelentős állomás volt az indigó szintetizálása (1882-ben *A. von Bayer*), majd 1897-ben a módosított indigó nagyüzemi előállításának beindulása. Ezután többek között 1883-ban a direkt ill. kénes, 1901-ben a csáva, 1912-ben a szálón fejlesztett-azo, 1923-ban pedig a diszperziós, 1956-ban a reaktív színezékek jelentek meg (utóbbiak között több évtizede használatban vannak a hetero-bifunkciós változatok is, amelyek még jobb kötődést biztosítanak a cellulózzálakon).

Külön említést érdemel, hogy 1950-ben *Vickerstaff* munkája rögzítette először a textilszínezés fizikai-kémiájának kutatási eredményeit, ezután nagyszámú munka készült és készül napjainkban is egyre több tudományos eredményt és gyakorlati alkalmazást publikálva.

A hazánkban is hatályos a *REACH* (Registration, Evaluation, Authorisation és Chemicals) rendelet, amely a vegyianyagok rendszerezésével regisztrációjával, értékelésével és biztonságos felhasználásával foglalkozik. A rendelet hatálybalépésével a teljes felhasználói láncra kiterjed a felelősség kérdése, így a gyártókon és forgalmazókon kívül a tovább-feldolgozók is információadási kötelezettséggel tartoznak. Természetesen a textiliparban felhasználható színezékek is kémiai szerkezetük (Color Index azonosítással) szerint megtalálhatók ebben a nemzetközi rendszerben, továbbá lényeges információkat tartalmaznak az egyes színezőanyagok biztonsági adatlapjai. A színezékgyártók nemcsak a színes textiliákat használók egészségére ügyelnek, hanem a színezékekkel tevékenykedők biztonságára és a környezetkímélésre is kiemelt figyelmet fordítanak.

Az ártalmas vegyi segédanyagok ill. színezékek korlátozása, ill. esetleges tilalma az OEKO-TEX® 100 standard szerint minősített és ennek megfelelő megkülönböztető minőségijellel ellátott textiltermékek rendkívül megbízhatók, miután több esetben a törvényi/rendeleti előírásoknál szigorúbb követelményeket elégitenek ki (11., 12. ábra).



Az OEKO-TEX®-100 alapján tanúsított textiltermékek megkülönböztető minőségjelei

11. ábra



Az OEKO-TEX®-100 szerinti, színezékekkel kapcsolatos követelmények

12. ábra

Felhasznált irodalom

- Pénzes András: Halálos mérge, vagy a hosszú élet titka?!, Magyar Kémikusok Lapja 2009. november
- Galambos Éva: A szerves pigmentek polarizációs mikroszkópos vizsgálatának szerepe, Magyar Képzőművészeti Egyetem, Doktori Iskola, DLA értekezés, 2007.
- <https://www.theparisreview.org/blog/2018/05/02/scheeles-green-the-color-of-fake-foliage-and-death/>
- <https://janeaustralsworld.com/tag/schweinfurt-green/>
- <https://femina.hu/szepseg/smaragd-zold-ruha/>
- Wikipédia szócikkek