



Kutasi Csaba

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

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

A többféle allotróp módosulatban előforduló arzént és vegyületeit igen régóta ismeri és felhasználja az emberiség. Az ókorig viszonyulnak mind gyógyításra, mind mérgezésre való alkalmassága. Gyógyszerként többek között a Salvarsan nevű, szerves arzéntartalmú szer került a köztudatba. Az arzénvegyülettel előidézett tömeges mérgezésekről sokaknak eszébe jut a tiszazugi arzén-asszonyok 1911–1929 közötti bűncselekmény-sorozata. Talán kevesek előtt ismert, hogy egy bizonyos arzénzöld pigment is álnok módon gyilkolta az így színezett textíliák gyanútlan viselőit, felhasználóit. A cikk azoknak az írásoknak a sorába tartozik, amelyek kémia- és kultúrtörténeti hátterük révén segíthetik a tanítást.

A kanárisárga ruhák divatját megelőzően a smaragdzöld színű hódított, azonban abban az időben ennek a színnek az előállítására nagyon nehéz volt. Megoldásnak látszott a svéd kémikus Carl Wilhelm Scheele felfedezése, aki 1776-ban arzénből zöld színezőanyagot hozott létre. Ez tulajdonképpen egy színes pigment volt, nem számított kimondott textilszínezéknek (nem volt kromogén vegyület), így a textilanyagon való tökéletes rögzítésével nem lehetett számolni. Bár 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 *belélegezve* vagy az így színezett ruházatot *bőrön viselve* is előidézhet mérgezést, sőt halált is. Ezért egyre jobban használták az arzénal készült zöld festéket többek között ruhák, függönyök és tapéták színezésére. A mérgezéseket, haláleseteket általában nem kötötték a zöld textíliákhoz, 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**).

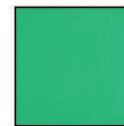
Egy ilyen zöld ruhát hordó, majd elhunyt fiatal lány boncolása során *arzént* találtak a gyomorban, a májban és a tüdőben. Ennek kapcsán a halál körülményeit feltárva, a *gyilkos divatról készült* írások felhívták a lakosság figyelmét az arzén ilyen veszélyeire is. Az egyik angol egészségügyi folyóirat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



Scheele-zöld



Schweinfurt-zöld



1. ábra. Arzéntartalmú pigmentekkel színezett ruhák

hogy „az arzént viselő nő szoknyájában annyi mérget hordoz, hogy megölhetné a csodálóit felé, 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-acetoarzenitet* 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 ürömből kioldódó vegyületek tették mérgezővé az italt.

Az arzén felfedezése, tulajdonságai, vegyületei

Az arzén a periódusos rendszer V. főcsoportja 4. periódusának egyik régen felfedezett eleme. Az arzén-szulfid és rokonvegyületei az i. e. 5. század óta jól ismertek az orvosok, a hivatásos mérgekverők körében. Az elem előállítását *Albertus Magnusnak* tulajdonítják, aki auripigmentet (As_2S_3) 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 *zarnikh* (zar: arany) sárga auripigment kifejezésből ered (**2. ábra**).



démián, a király jelenlétében, és 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 *fényérzékenységet* –, 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 *borkősav*, $C_4H_6O_6$ (1769), az *acetaldehid*, C_2H_4O (1774), a *benzoesav*, $C_7H_6O_2$ (1775), a *húgysav*, $C_5H_4N_4O_3$ (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 *bárium-oxid*, BaO (1774), *oxigén/nitrogén* a levegőben (1777), *hidrogén-arzenid*, AsH_3 és *arzensav*, 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), *glicerin* $C_3H_8O_3$ (1783). Felismerte, hogy a *barnakő*, MnO_2 , *mangánt* (1774), a *tungstenit* (később nevről scheelit), $CaWO_4$, *volfrámot* (1781) tartalmaz. Az alkoholos erjedés során képződő *kozmaolaj* (hosszabb szénláncú alkoholok keveréke) (1785) felfedezése is nevéhez fűződik.

1785 őszen megbetegedett, életének 44. esztendejében elhunyt.

Hogyan okoz mérgezést az arzén?

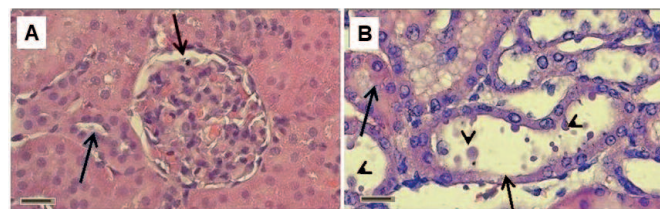
Az elemi arzénnek nincs mérgező hatása, azonban főleg a *három vegyértékű arzénvegyületek* mérgezőtani szempontból veszélyesek az élőszervezetekre. Azok az öt vegyértékű arzénből felépülő vegyületek (pl. arzén-pentoxid, arzénsav) szintén mérgezőek, amelyekből a szervezetbe kerülve három vegyértékű arzén képződik. Az arzén sejtekre mérgező (citotoxikus) hatása szaporodást/burjánzást elősegítő építőelemekben, sejtközi állományokban a legfokozottabb, így például 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 *harcis anyagok* csoportjába tartozó klór-vinil-diklór-arzin, amely bőrön át is könnyen felszívódó arzéntartalmú, hólyaghúzó hatású vegyület (hólyagos bőrgyulladást okozva, valamely belső szerv vérbőségét radikálisan csökkenti). Az arzén rákkeltő hatása is bizonyított (6. ábra).

6. ábra. Arzénmérgezés okozta bőrelváltozások



A szöveteket károsító arzén a fehérjéket nem csapja ki, nincs maró, ill. helyi irritáló hatása. A toxicitás a mérgezést okozó arzénvegyületek oldékonyságától jelentősen függ. *Kapillárismérgeként* ismertek, miután a hajszálerek bénulását okozva a hajszálcsövecskék maximálisan kitágulnak, faluk a fehérjék számára átteresztő lesz. Így vérnyomáscsökkenés következik be, amit tovább fokoz az arteriolák (az artériák kicsi ágai, amelyek kapillárisokhoz vezetnek) bénulása. Emiatt például a gyomor-bél, vesekapillárisok súlyos elváltozása következik be. A kitáguló erek átteresztik a fehérjéket, a hajszálérgomolyagok megduzzadnak, funkciójuk nagyon leromlik. A vérnyomáscsökkenés, illetve a kiszáradás veseelégtelenséghez vezet. Akut arzénmérgezést okoz a *porinhaliáció* és 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 sérülése), vesejétpusztulást okoznak. A vérnyomás hirtelen esése *eszméletvesztéshez* vezet, az agyi keringés zavara *kómát* idéz elő. A halál a *sokk* és súlyos agyi *oxigénéltelenség* következménye (7. ábra).

7. ábra. Veséről készült szövettani képek



egészséges vesetest és gyűjtőcsatorna szövettani képe (↑)

az arzén kórszövettani hatásai, tágult gyűjtőcsatornák (↑), citoplazmatikus hólyagok (>)

Hírhedt arzénmérgezések

A mérgezések története – 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.

A 15. században a *Borgia család* az arzén felhasználásával készítette a *cantarella* nevű mérget. Sertésbelet permeteztek be arzénvegyülettel, és a megszáritott, porrá őrölt anyag került az áldozat ételébe. Az íztelen gyilkolószert tünetei megegyeztek a kolearáéval és az ételmérgezésével, így fel sem merült a mérgezéses halál.

A 17. századi Franciaországban – XIV. Lajos uralkodása alatt – több francia arisztokratát is megvádoltak *arzénnel* (poudre de succession, azaz öröklési por) végrehajtott mérgezéssel, amivel riválisokat és gazdag rokonokat segítettek át a túlvilágba.

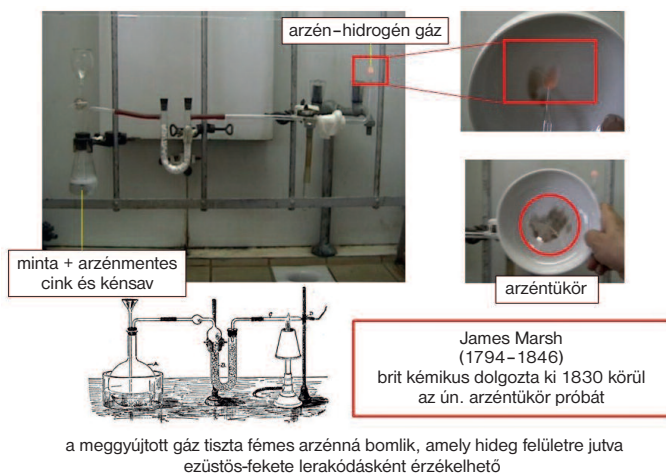
A leghíresebb áldozatnak *Napóleont* tartották, akinek Szent Ilona-szigeti kényszermenedékhelyét Scheele-zölddel színezte tapéta borította. Az volt a feltételezés, hogy a színes pigmentből – a trópusi nedvesség hatására – a megtelepedő gombák súlyosan mérgező arzén-hidrogén-gázt szabadítottak fel, amely lassan megölte a szoba lakóját. A 20. században neutronaktivációs analitikai mérések nem bizonyították az arzénmérgezést, csak antimontartalmú gyógyszer szedését mutatták ki. 2007-ben egy nemzetközi tudóscsoport tett pontot a kételyekre, miután Napoleon alkoholban tartósított gyomrát vizsgálva egyértelműen kimutatták, hogy az egykori császár halálát *gyomorrák* okozta.

A magyar kriminalisztika történetének egyik megdöbbentő bűnesete volt az arzéntartalmú fukszinnal átítatott légyapátr-



mérgezéses, ún. *tiszazugi* (Nagyrév, Tiszakürt, Ókécse, Tiszaföldvár, Kunszentmárton, Mesterszállás és Ócsöd) gyilkosság-sorozat. A *nátrium-arsenittel* (NaAsO_2) átitatott légyfogó papír vizet kivonatát használták fel: a „*légyfogó leves*” borbá, ételbe elkeverve mérgezte férjeiket 30–60 napig, akik idült arzénmérgezéses tünetek között haltak meg. 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 „nagyrévi angyalcsinálók” mellett – kis mennyiség is elegendő volt). Egy légyfogópapírban mindössze 1–2 mg arzénnek megfelelő mennyiségű nátrium-arsenit 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 kötény alatt összeadták a mérget, amit a soron következő férjlikvidáló asszonyság hazavitt. Két bábaasszony pénzért is árusította a „*légyvíz*” elnevezésű gyilkos oldatot, amivel nem kellett bíbelődni. 1911–1929 között akár több száz ilyen gyilkosság fordult elő (egyes források szerint csak Nagyrév és Tiszakürt temetőiben az exhumálások során 162 arzénrel meggyilkolt ember temét tárták fel). A „*tiszazugi mérgekeverő asszonyok*” azt hitték, hogy nem hagynak maguk után nyomot.

Pedig az arzénrel megmérgezett áldozatból, annak teteméből – amely éppen az arzénvegyületek erős toxicitása miatt a szokásos lebomlás helyett mintegy mumifikálódik – egyértelműen kimutatható a gyilkos kémiai elem. A bűnesetek lezárása után az *arzéntartalmú* légyfogó papírokat, a nagyobb koncentrációjú növényvédő szereket, majd a konzerváló fapácokat is *betiltották*. Az

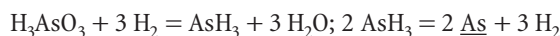


8. ábra. Arzénkimutatás Marsh-tesztel

9. ábra. Korszerű arzénkimutatási/meghatározási módszerek



ún. Marsh-tesztel (arzéntükör-próba) az 1830-as évek óta az arzénmérgezés igazolása rutinfeladat (8–9. ábra):



Az arzén gyógyíthat is

Az i. e. 5. században Hippokratész kezelte fekélybetegeket *realgár*- (As_4S_4) és *auripigment*- (As_2S_3) tartalmú kenőcsökkel. Több ókori civilizáció is használta az arzént orvosságként, a kínaiak sikeresen alkalmazták a *fehér arzént* (arzén-trioxid) a malária ellen szereként, és a perzsáknál is említik a láz fehér arzénrel való gyógyítását.

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

Csontbetegségek (csontlágyulás) és ideges görcsök (ún. vitustánc), ill. idegzsába ellen szintén sikerrel alkalmazták az arzén hatóanyagú készítményeket, pl. az ún. *Fowler-oldat* (arzénessavas-kálium oldat) formájában.

Az 1970-es években a kínai Harbin Egyetemen az arzén-trioxid és nyomokban előforduló higany együttes hatását tovább kutatták, és eredményes *leukémiát* kezelő szert állítottak elő.



10. ábra. Az arzén gyógyító hatására utaló gyógyszerek

Az arzént radiokészítményként is alkalmazzák, izotópjának bomlási módjától függően a diagnosztikai és terápiás célokra egyaránt (10. ábra).

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 vegyi anyag/1 kg száraztömegű textilanyag) nagyságrendű vegyi anyagok jelenléte is pontosan kimutatható.

A mesterséges textilszínezékgyártás ipari méretekben közismerten 1857-től számítható. (Ennek előzménye egy angol diák véletlen felfedezése 1856-ban: Perkin – egy kininszintetizálási kísérlet során, nem tervezetten – lila vegyületet állított elő, és a *mauvein* kiváló színezéknek bizonyult.) **1868-ban köszönként-rányból 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. *kénés*, 1901-ben a *csáva*, 1912-ben a *szálonfejlesztett-azo*, 1923-ban 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 cellulózszállakon).



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

A hazánkban is hatályos a *REACH* (Registration, Evaluation, Authorisation és Chemicals) rendelet, amely a vegyi anyagok 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 továbbfeldolgozók is információadási kötelezettséggel tartoznak. Természetesen a textiliparban felhasználható *színezékek* is szerint megtalálhatók ebben a nemzetközi rendszerben, továbbá lényeges információkat tartalmaznak az egyes színezőanyagok *biztonsági adatlapjai*. A színezékgyártók nemcsak a színes textíliákat használók *egészségére* ügyelnek, hanem a színezékekkel tevékenykedők *biztonságára* és a *környezetkímélésre* is kiemelt figyelmet fordítanak.

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



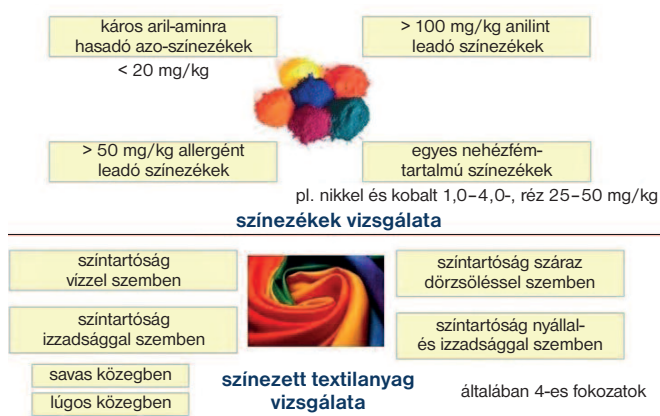
IRODALOM

- [1] Pénez András: Halálos mérég, vagy a hosszú élet titka?!, Magyar Kémikusok Lapja (2009) november.
- [2] Galambos Éva: A szerves pigmentek polarizációs mikroszkópos vizsgálatának szerepe, Magyar Képzőművészeti Egyetem, Doktori Iskola, DLA-értekezés, 2007.
- [3] <https://www.theparisreview.org/blog/2018/05/02/scheeles-green-the-color-of-fake-foilage-and-death/>
- [4] <https://janeaustralsworld.com/tag/schweinfurt-green/>
- [5] <https://femina.hu/szepseg/smaragd-zold-ruha/>



11. ábra. Az OEKO-TEX® 100 standard szerint minősített termékek új megkülönböztető minőségjele

12. ábra. Az OEKO-TEX® 100 szerinti, színezékekkel kapcsolatos követelmények

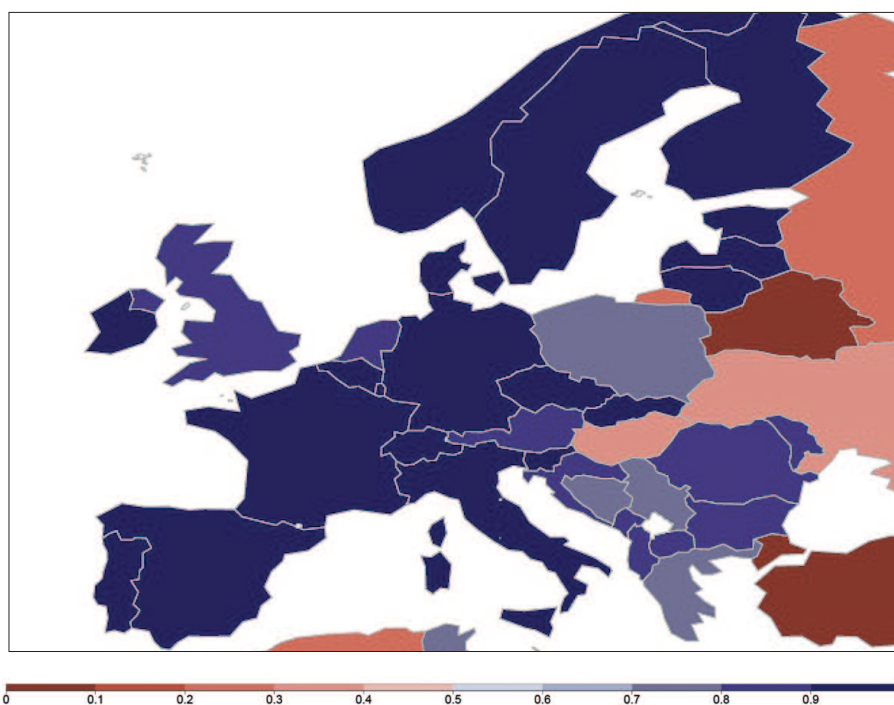


Akadémiai szabadság

A közelmúltban két olyan nemzetközi jelentést hoztak nyilvánosságra, amelyek az akadémiai és az egyetemi autonómiát, a kutatás és publikálás szabadságát mérték össze Európában, illetve a világon – írja a G7 gazdasági portál. – Ezek alapján elmondható: az elmúlt tíz évben a magyar akadémiai szabadság jelentősen csökkent, és globális szinten rendkívüli alacsony szinten van. A vagyonkezelő alapítványok által fenntartott egyetemek modellje a kutatók szerint példátlan Európában.

(<https://g7.hu/kozelet/20230331/romokban-a-magyar-akademiai-szabadsag-es-egyetemi-autonomia/>)

A jelentések – The evolution of university autonomy in Hungary, Academic Freedom Index. Update 2023 – szintén elérhető a hálón.



Az akadémiai szabadság állapota, 2022 (0–1-es skálán; 0: alacsony)
(<https://academic-freedom-index.net/>)