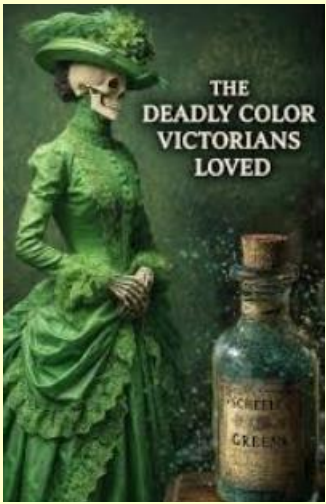




Az arzén előfordulása ruhákban és egyéb textíliákban, egészségi kockázatok

MÉRGEZŐ TECHNIKÁK kerekasztal-beszélgetés
MNM KK Iparművészeti Múzeum

2026. április 16.

összeállította:
Kutasi Csaba

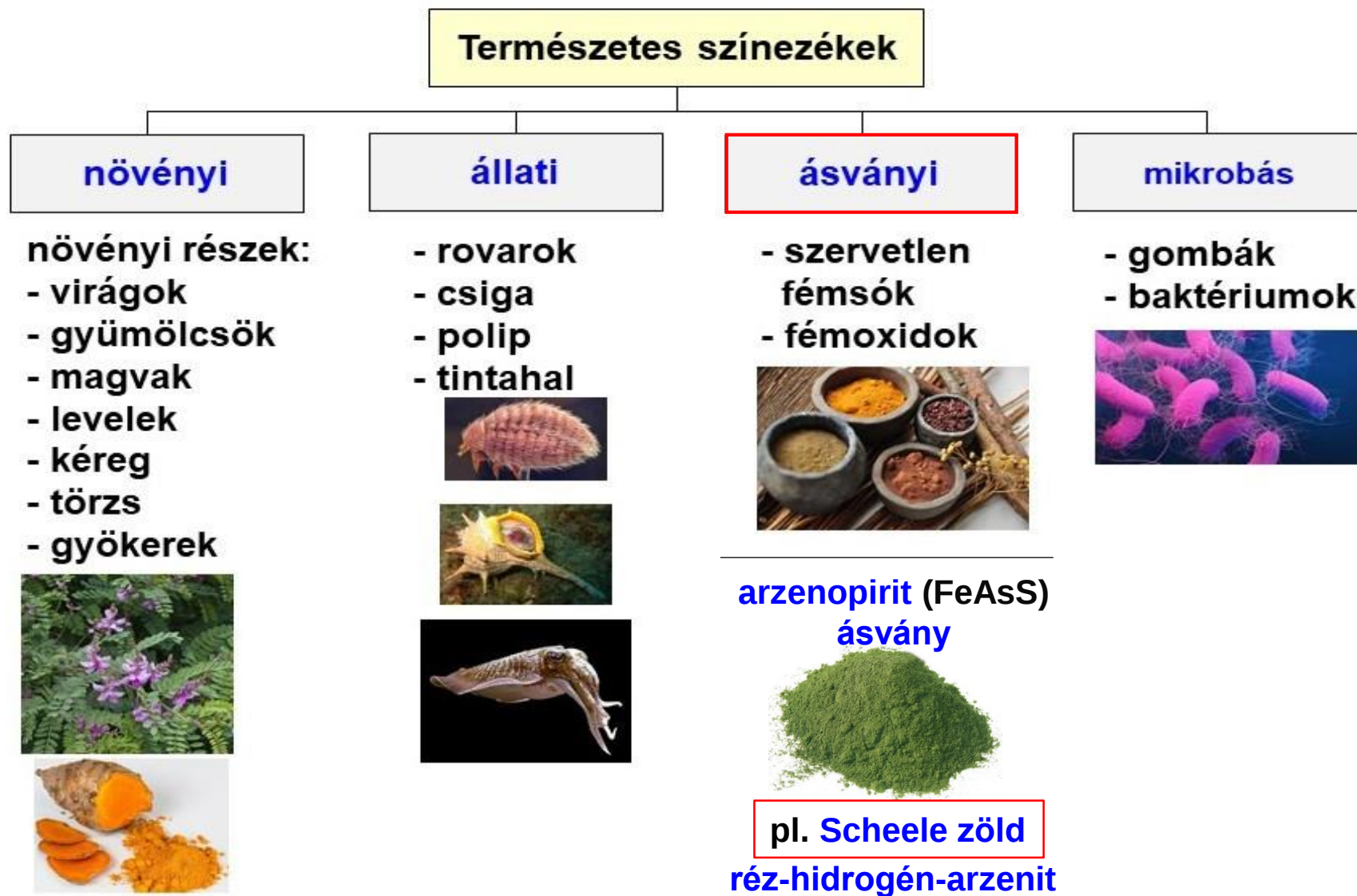
A veszélyes smaragdzöld



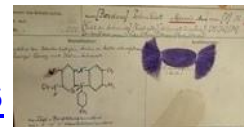
- a **kanárisárga** ruhák divatját **megelőzően** a korabeli textíliákban a **smaragdzöld színű** hódított, azonban abban az időben ennek a **színnek az előállítása nagyon nehéz** volt
- megoldásnak látszott a **svéd kémikus Carl Wilhelm Scheele felfedezése**, aki **1776-ban arzénből zöld színezőanyagot** hozott létre
- ez tkp. egy **színes pigment** (festék) volt, **nem számított textilszínezéknek** (nem volt kromogén vegyület), így a textilanyagon 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 belélegezve** vagy az így **színezett ruházatot bőrön viselve** is előidézhethet **mérgezést**, sőt **halált** is
- az **arzénnal** készült zöld festéket többek között **ruhák, függönyök** és **tapéták** színezésére használták, azonban a **mérgezéseket, haláleseteket** általában **nem kötötték a zöld textíliákhoz**
- ezek a **divatcikk**ek rendkívül **drágák** voltak, a leggazdagabbak 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)
- sajnálatosan a **ruhák, egyéb textíliák készítőinél** (szabás, varrás, díszítés) **gyors lefolyású halálhoz** vezetett az így bekövetkezett **arzénmérgezés**



Természetes színezékek eredet szerint



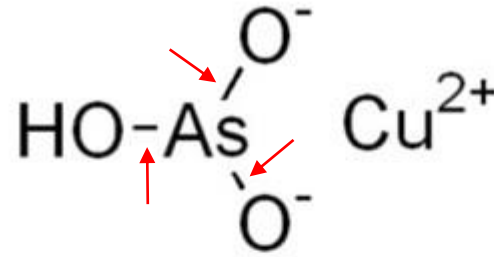
- közzismert, hogy egy **angol diák** - **Perkin** - véletlen **felfedezése 1856-ban** vezetett a **mesterséges színezékgyártás** megteremtéséhez, miután egy **hibás kinin** szintetizálási **kísérlet** során **előállított**, ill. izolált egy **lilás vegyületet**; a **mauvein** (mályva) **kiváló színezéknek** bizonyult



A Scheele zöld és szerkezete



C. W. Scheele
(1742-1786)



CuHAsO_3
réz-hidrogén-arzenit vagy réz(II)-arzenit

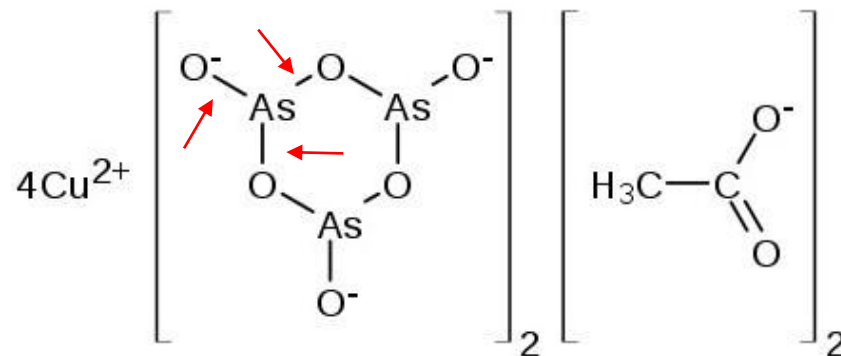


- az arzénsav (H_3AsO_4) különböző rézsói jellegzetes **zöld** színű anyagok
- a CuHAsO_3 kémiai képlettel jellemezhető vegyületet először 1776-ban Carl Wilhelm Scheele állította elő réz-szulfátból, arzénból és nátrium-karbonátból, ill. kálium-karbonátból
- 1778-ban tették közzé a felfedezést, az előállítási folyamat titokban maradt

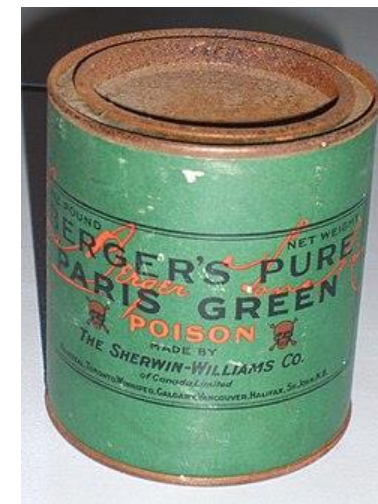
A Schweinfurt-zöld és szerkezete



W. Sattler
(1784-1859)



$\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$
réz-acetát-triarzenit, vagy réz-aceto-arzenit

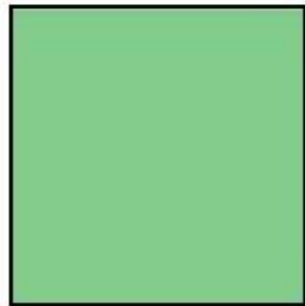


- 1814-ben a németországi Schweinfurtban Sattler és Russ megpróbálta javítani Scheele zöldjét, azonban az új vegyianyag jóval mérgezőbb pigment lett
- az élénkzöld szín azonnal a textilfestők, ruhakészítők, tapétatervezők és képzőművészek körében egyre jobban terjedt
- párisizöld szervesetlen vegyület, zöld pigmentként Schweinfurt-zöld, smaragdzöld vagy bécsi zöld néven szintén ismert

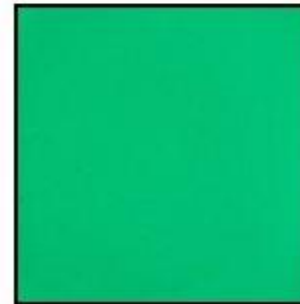
Az arzéntartalmú pigmentekkel színezett ruhákra példák



Scheele-zöld

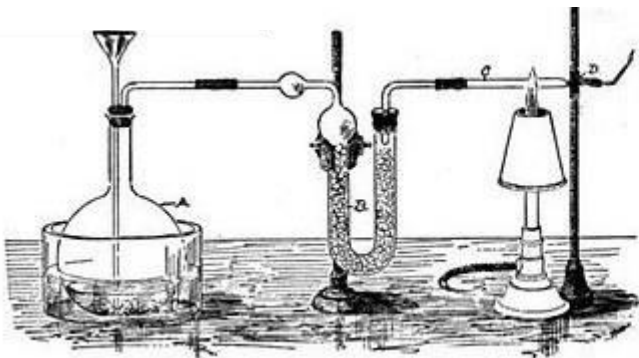


Schweinfurt-zöld



Az arzén főbb jellemzői

- az arzén a periódusos rendszer V. főcsoportja 4. periódusának egyik régen felfedezett, 33. eleme
- az arzén-szulfid és rokonvegyületei az i. e. V. 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
- elektronegativitása és ionizációs energiái a foszforéhoz közelítenek („félfém”), a legtöbb nemfémes elemmel könnyen alakít ki erős kovalens kötést
- az arzén a legmérgezőbb félfém, nemcsak az emberre, hanem minden magasabb rendű élőlényre nézve is mérgező
- mivel az arzén kémiai elem (nem bomlik tovább), a mérgezett hajában, körmében az arzénnyomok a boncolás után is kimutathatók, exhumálásnál mindvégig



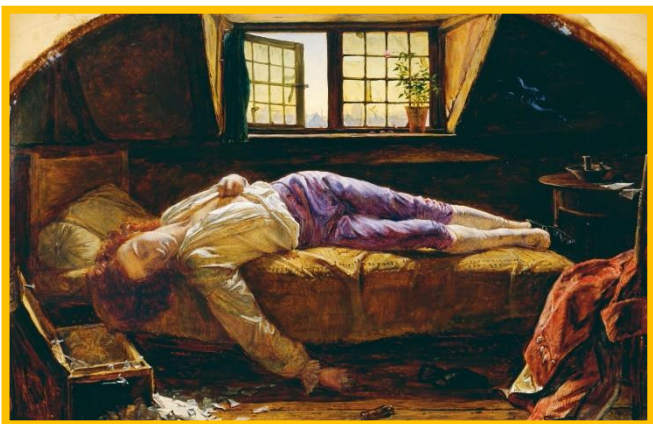
James Marsh
(1794-1846)
brit kémikus dolgozta ki 1830 körül
az ún. **arzéntükör próbát**



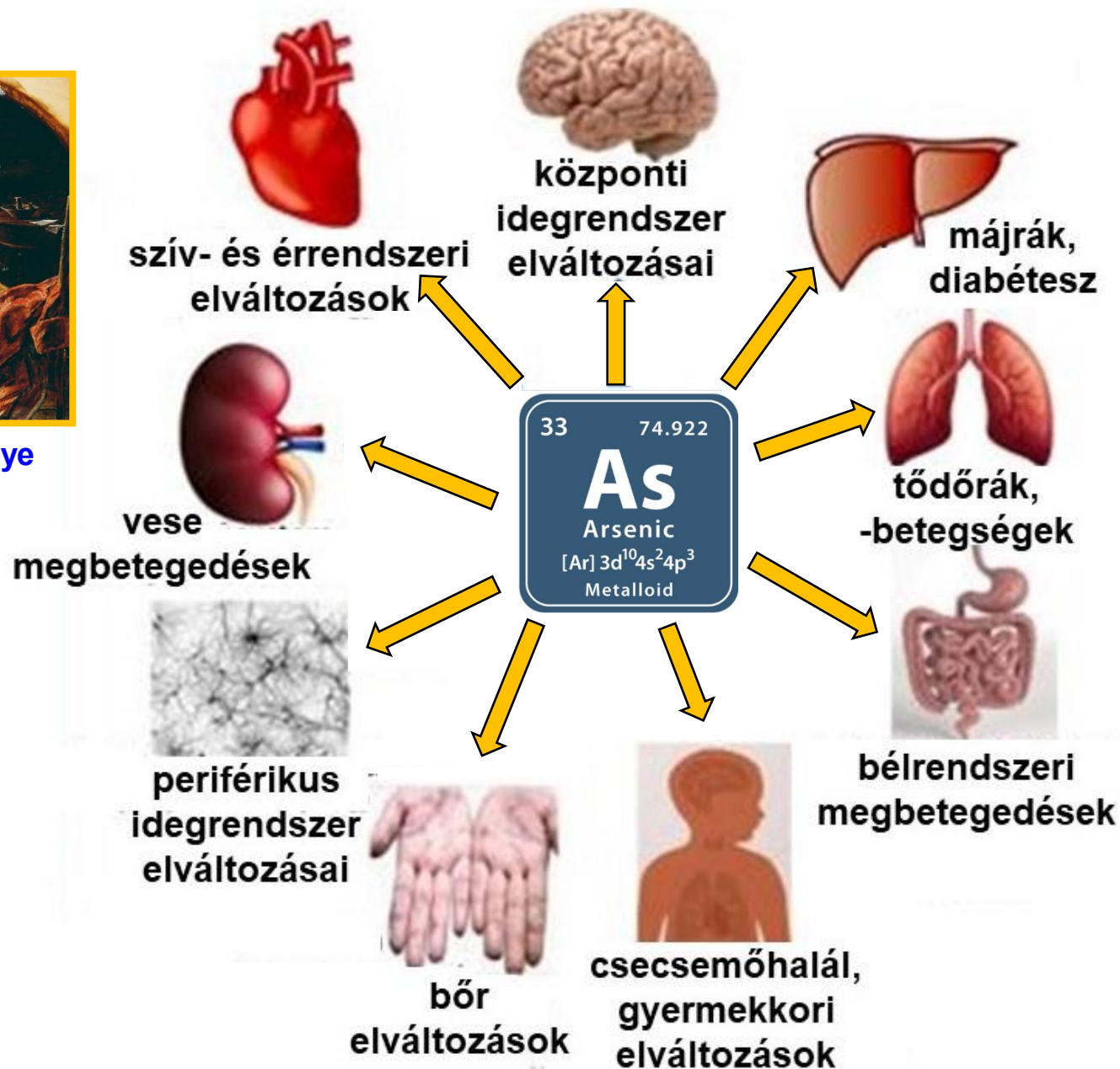
arzéntükör

minta + arzénmentes cink és kénsav → arzén-hidrogén gáz → a gáz meggyullad és hideg felületen ezüstös-fekete lerakódást képez → arzén

Az arzénmérgezés hatása az emberi szervezetre



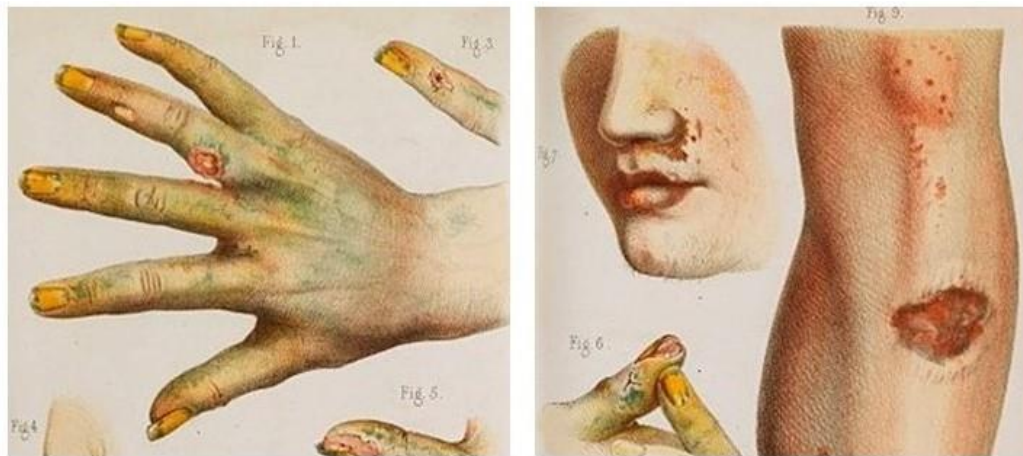
Henry Wallis 1856-os festménye
Thomas Chatterton költő
arzénmérgezés okozta
öngyilkossága



korabeli karikatúra

Hogyan okoz mérgezést az arzén? (1)

- az elemi arzénnek nincs mérgező hatása, azonban főleg a három vegyértékű arzén vegyületek  méregtani szempontból veszélyesek az élőszervezetekre (Trisenox As_2O_3 daganatellenes gyógyszer)
- azok az öt vegyértékű arzénból felépülő vegyületek - pl. arzén-pentoxid, arzénsav - mérgezőek, amelyek a szervezetbe kerülve három vegyértékű arzéné 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 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 legagresszívebb 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
- az arzén rákkeltő hatása is bizonyított



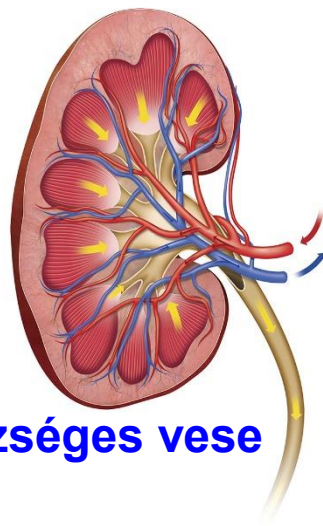
azénmérgezés okozta bőrelváltozások

Hogyan okoz mérgezést az arzén? (2)

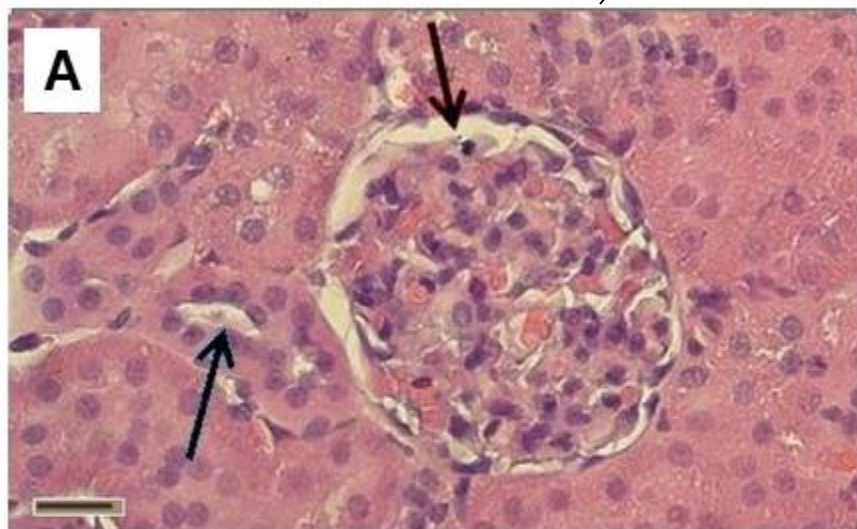
- a szöveteket károsító arzén a fehérjéket nem csapja ki, **nincs maró, ill. helyi irritáló hatása**
- a toxicitás a mérgezést okozó arzénvegyületek oldékonyságától jelentősen függ
- kapillárismérgeként ismertek, miután a kapillárisok bénulását okozva a **hajszálcsövecskék maximálisan kitágulnak**, faluk 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
- **kitáguló erek áteresztik** a fehérjéket, a hajszálérgomolyagok megduzzadnak, **funkciójuk nagyon leromlik**, 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 katalázenzim** (antioxidáns) **aktiválást gátolja**
- a felszaporodó peroxidok hemolízist - a vörösvértest membránjának sérülését -, a **vérsejtek pusztulását** okozzák
- a **vérnyomás hirtelen leesése eszméletvesztéshez** vezet, az **agyi keringés zavara kómát** idéz elő
- a **halál** a sokk és a **súlyos agyi oxigénéltelenség** következménye



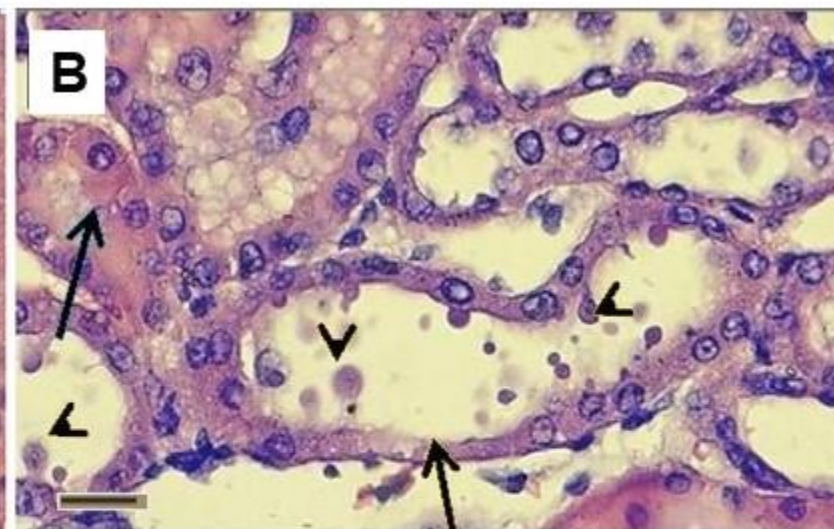
Az arzénmérgezés okozta szövettani elváltozásra példa



az egészséges vese



egészséges vesetest és gyűjtőcsatorna
szövettani képe (↑)

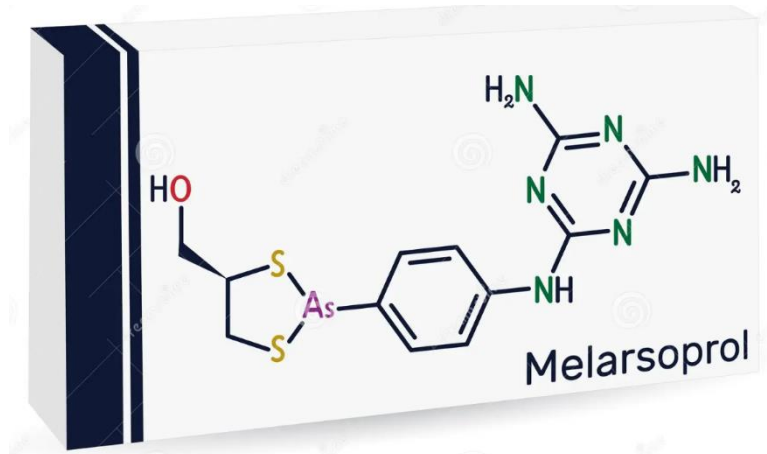


az arzén kórszövettani hatásai,
tágult gyűjtőcsatornák (↑),
citoplazmatikus hólyagok (>)

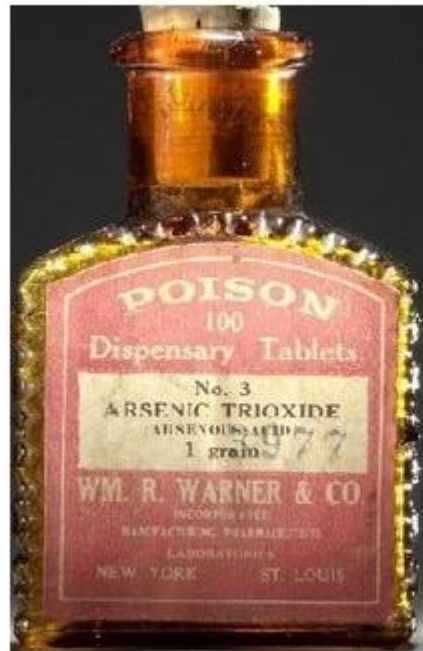
Az arzén gyógyító hatására példa



szifilisz



afrikai álomkor



daganatos megbetegedés

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
 - a 15. században a Borgia-család (ejtsd:bordzsa) az arzén felhasználásával készítette a cantarella nevű mérget; sértés belet permeteztek be arzénvegyülettel, a megszárított és porrá őrölt anyag került az áldozat ételébe; az íztelen gyilkolószert tünetei megegyeztek a koleráéval és az ételmérgezésével, így fel sem merült a mérgezéses halál
 - a leghíresebb áldozatként Napóleont tartották, akinek Szent Ilona-szigeti kényszermenedékhelyét Scheele-zölddel színezett 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 megölhette a szoba lakóját; 2007-ben egy nemzetközi tudóscsoport tett pontot a kételyekre, miután Napóleon alkoholban tartósított gyomrát vizsgálva egyértelműen kimutatták, hogy az egykori császár halálát gyomorrák okozta
 - hazai vonatkozás: a „tiszazugi méregkeverők” (-asszonyok) 1911-1929-ig 300 embert mérgeztek meg
-
- a réz-arzenitet, réz-aceto-arzenitet egyébként közkedvelten használták élelmiszer-színezékként, de gyertyákat is színezték vele
 - az arzénes gyertya égetése is veszélyt okozott, sőt ezzel a vegyülettel is színezték az abszintot, így nem a fehér ürömből kioldódó vegyületek tették mérgezővé az italt



A textíliák okozta arzénmérgezés miatti társadalmi reakciók

- a smaragdzöld (arzén alapú) ruhák okozta haláleseteket elsősorban az 1860-as évek elején ismerték fel, a divatiparban dolgozók elhalálozási sorozatát követően
- 1861. november 20-án a 19 éves Matilda Scheurer, egy londoni művirágkészítő meghalt, miután zöld porral - réz-arzenittel - dolgozott; haláláról széles körben beszámoltak, hátborzongató részletekkel arról, hogy zöld habot hányt, és szemei zöldre váltak...
- egyes orvosok már az 1850-es évek közepén elismerték a „lassú mérgezést”, az orvosi folyóiratok és újságok az 1860-as évek elején kezdték kongatni a vészharangot
- médiafelháborodás 1862-ben: Scheurer halálát követően a brit média - köztük a Punch magazin - szatirikus karikatúrákat közölt, például „Az arzénkeringő” vagy „A halál tánca”, rámutatva ezeknek a divatos zöld ruháknak a veszélyeire
- annak ellenére, hogy az 1860-as években egyre nagyobb lett a tudatosság, ez a zöld színezék még egy évtizedig népszerű divat maradt és az arzénmérgezésről szóló jelentések az 1870-es években is folytatódtak
- az 1880-as és 1890-es évekre még nem vonták ki őket a forgalomból, az ilyen mérgekre vonatkozó szabályozás az 1900-as évek elején terjedt el



- 1. Az egyes technikák és anyagok veszélyességének detektálását követően hogyan változott a technika- és az anyaghasználat?**
- 2. Az Európai Unió szabályozás mely anyagokat tiltja, a színes és egyéb textíliák összefüggésében?**
- 3. Egészségvédelmi szempontból mi lenne a megfelelő védőfelszerelés egyes technikák alkalmazásánál, illetve a restaurálásnál?**

Azénvegyületek a textíliákban

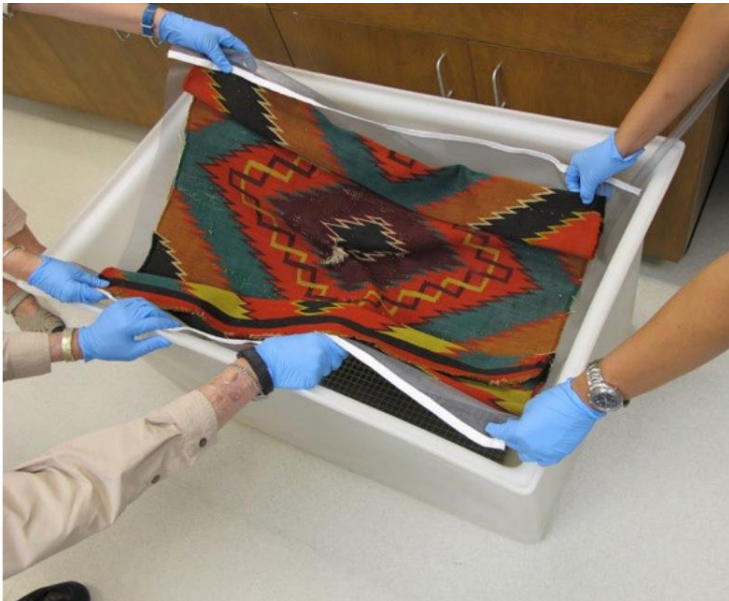
- a gyapjúból készült textíliák arzénvegyületekkel (például arzén-pentoxiddal) történő kezelése a 19. században és a 20. században volt jellemző, főként a moly okozta károsodások megelőzésre
- a fehérjealapú szálakból (gyapjú, egyéb állati szőrök, hernyóselyem) készült és egyéb textíliák ill. múzeumi tárgyak molyok és más kártevők elleni védelmére alkalmazták az arzén-tartalmú szereket
- az egyes arzénvegyületeket pl. a textilanyagok mikrobiális lebomlás elleni védelmére is használták
- az arzén-oldatokat szőnyegek és bútorok kezelésére is javasolták, a molymentesség érdekében
- a rovarokra gyakorolt magas toxicitása és viszonylagos olcsósága miatt az arzén népszerű, ugyanakkor veszélyes rovarirtó szer volt - (Tiszazug → légyfogó-papírok kiáztatása...)
- az arzén textíliákon való használata széles körű egészségügyi problémákhoz vezetett, beleértve a kezelt ruházat viseléséből eredő bőrkiütéseket és a szennyezett levegő okozta mérgezést, különösen a kezelt anyagok kefélekör; idővel a súlyos egészségügyi és környezeti kockázatok miatt világszerte betiltották a lakossági felhasználását
- az alkalmas arzénvegyületeket nemcsak ruházati textilszínezékként használták, tapéták, művirágok - sőt egyes források szerint gyermekjátékok - színezésére is
- számos régebbi múzeumi gyűjtemény, különösen a textíliák és a néprajzi tárgyak még mindig szennyezettek arzénvegyületekkel, amelyeket raktározásuk során használtak
- a restaurátorok továbbra is kihívásokkal szembesülnek az arzénnal kezelt múzeumi tárgyakkal kapcsolatba kerülve, amelyekről ismert, hogy veszélyesek a személyzetre és a kutatókra nézve
- az arzén szervesetlen vegyületei nem bomlanak le, és évtizedekig a környezetben (pl. talajban vagy régi anyagokon) maradnak



Textilgyűjtemény arzén alapú növényvédőszer szennyezettségének kezelése

<https://resources.culturalheritage.org/wp-content/uploads/sites/8/2015/03/osg021-08.pdf>

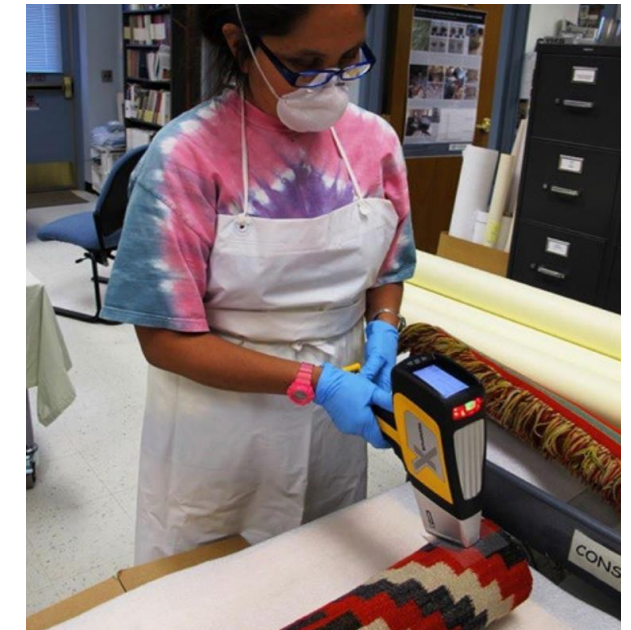
- a kutatást az **Arizonai Állami Múzeum Konzervációs Laboratóriumának** egy **csapata** végezte
- **ioncserélt vízben** - idő, hőmérséklet, pH-beállítással, **keverés** közben - **mosták**, a **mosóvizet** is tesztelték **arzén** jelenlétére
- **hordozható röntgenfluoreszcens műszerrel** (pXRF) **vizsgálták** az **azéntartalmat**, a **legmagasabb érték 29 105 ppm = 29,1 g/kg** volt; a **textíliákat** As mellett **Zn, Hg és Pb** jelenlétére **vizsgálták**
- az előzetes **kísérletek** azt mutatták, hogy amikor az **arzén magas koncentrációban** van jelen, az **arzén kb. 95%-a eltávolítható** a **gyapjából** az **első 10 perc**ben, a **100 ppm** (mg/kg) **arzéntartalmú** textíliáknál **minimális** volt az arzén **eltávolítása** mosással



mosás előkészítése



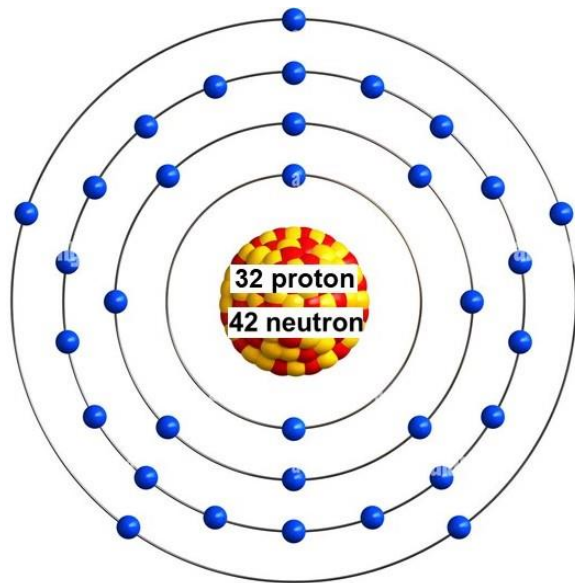
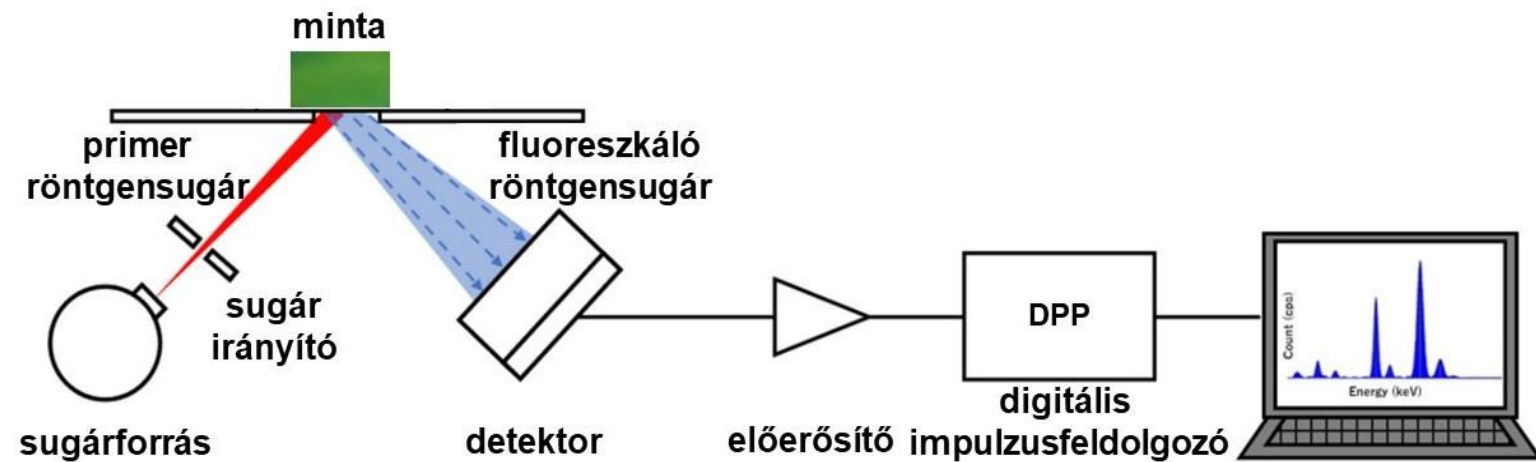
mosás



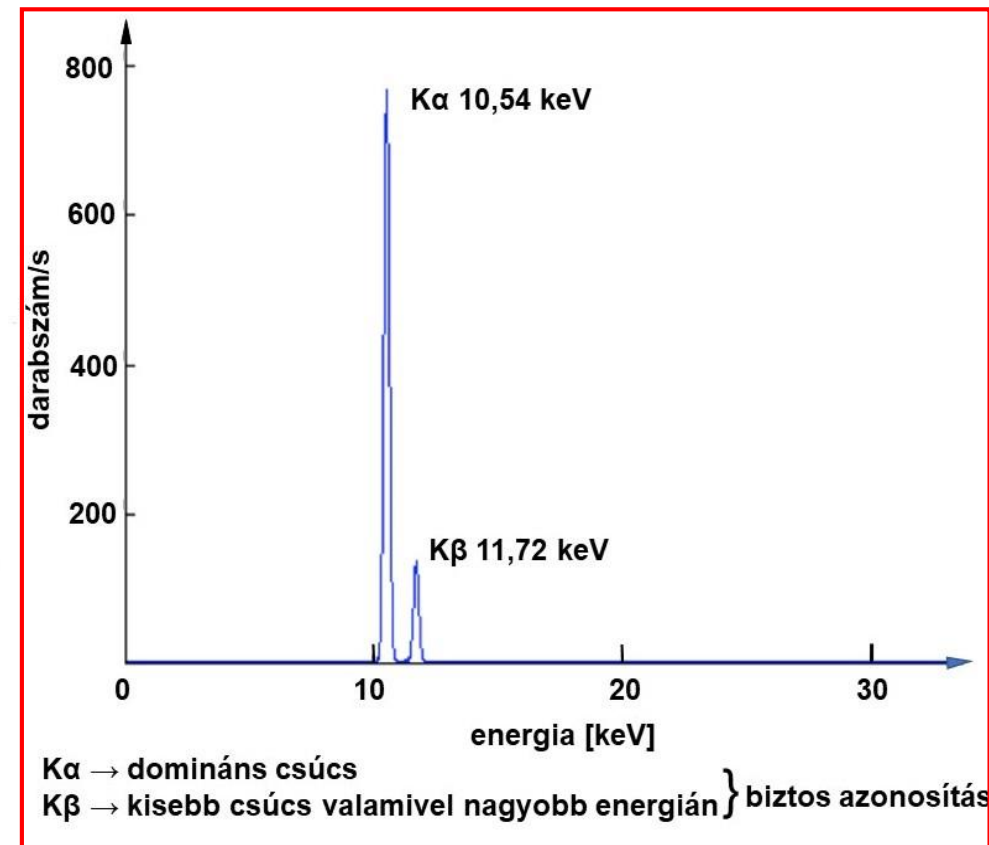
mérés pXRF műszerrel

az eszköz röntgensugárzással gerjeszti a minta atomjait, ami jellemző fluoreszcens sugárzást bocsát ki

A röntgenfluoreszcens spektrometria lényege



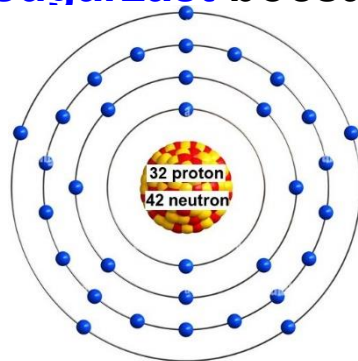
az arzén atomszerkezete



arzén mérőgörbe

A textíliában az arzén szennyezettség gyors kimutatása

- a **röntgenfluoreszcens (XRF) spektrometria** egy olyan gyors és roncsolásmentes műszeres analitikai módszer, amelyet különböző összetevők, pl. az arzén meghatározására is használnak különféle mintákban, beleértve a kezelt anyagokat
- problémát okozhat a spektrális interferencia (pl. ólommal) és az érzékenységi határok, ennek kiküszöbölésére fejlett algoritmikus korrekcióval vagy előkoncentrációs módszerekkel védekeznek
- a meghatározás során másodlagos (fluoreszcens) röntgensugarak kibocsátására kerül sor a besugárzott anyagból, amelyet nagy energiájú röntgen vagy gamma sugarakkal (nagy energiájú, ionizáló elektromágneses sugárzás) gerjesztettek
- a nagy energiájú röntgensugarak hatásának kitett atomok jellegzetes - fluoreszcens - röntgensugarakat bocsátanak ki; ezzel a kibocsátott másodlagos röntgensugarak energia- és intenzitás mérésével megállapítható, hogy milyen elemek és mekkora mennyiségben vannak a mintában
- az ionizáció egy vagy több elektron kilökődését jelenti az atomból, ha az atomot az ionizációs energiájánál nagyobb energiájú sugárzás éri; egy elektron eltávolítása instabillá teszi az atom elektronszerkezetét, és a magasabb pályákon lévő elektronok mintegy beleesnek az alsó pályára
- ennek során energia szabadul fel foton formájában, amelynek energiája megegyezik a két érintett pálya energiakülönbségével, így az anyag olyan sugárzást bocsát ki, amelynek energiája a jelenlévő atomokra jellemző



Hordozható röntgenfluoreszcens műszer

- a **hordozható XRF** spektrométerek esetében a vizsgálandó anyagot általában **nagy energiájú elektronokkal bombázzák**, amelyeket vagy **ütközőlézerrel**, vagy **piroelektromos kristályokkal** állítanak elő
- a **piroelektromosság** során bizonyos kristályok határfelületein a **hőmérséklet megváltozásakor ellentétes előjelű**, ún. **polarizációs töltések** jelennek meg; így hőmérséklet-változás a **töltésszétválasztás** révén **elektromos feszültséget** hoz létre
- a hordozható XRF analizátor pl. **szilícium-sodródási detektorral** működik, a **bejövő foton energiáját** a detektor anyagában keletkező **ionizáció mennyiségével** méri
- az **ionizáció változó töltést** hoz létre, amelyet a **detektor elektronikája** minden **bejövő fotonra** vonatkozóan **mér**
- a gyűrűelektródák sorozata által létrehozott **transzverzális** mező a **töltéshordozók sodródását** okozza



Különböző maszkok összefoglalása

orvosi eszköz

pl. sebészmaszk

MSZ EN 14683:2019+AC:2019

anyag- és kivitelezési
vizsgálat

Országos Gyógyszerészeti
és

Élelmezés-egészségügyi
Intézet (OGYÉI) **nyilvántartás**



egyéni légzésvédő eszköz

pl. légzésvédő álarc

MSZ EN 149:2001+A1:2009

FFP 1-, 2-, 3
megfelelőségi
nyilatkozat

tanúsítás notifikált (kijelölt)
szakintézet
szakvéleményével



- **FFP1** nem mérgező porok **max. 80 %-os** szűrés
- **FFP2** a levegőben levő **részecskék 80-94%-át** szűri, **0,6 µm-es** méretig
- **FFP3** a levegőben a **0,3 µm** méretű részecskék, **kórokozók 99,95%-ának** szűrése

egyéb maszk

előírás nélküli

többször használatos
textil-ruházati termék
(nem orvosi eszköz,
nem egyéni légzésvédő)

kezelési útmutatóval
(mosás, fertőtlenítés,
szárítás, vasalás)



A vonatkozó Európai Unió szabályozás

- **1907/2006/EK - REACH** az Európai Unió **átfogó vegyi anyag-rendelete** az **emberi egészség** és a **környezet** védelmére, a vegyi anyagok **regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása** tárgyában (**REACH** Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
- a **REACH XVII. melléklete** a textíliákban található **CMR-anyagokra** vonatkozó **korlátozásokról** (CMR rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyag)
- **arzén:** a textilanyagokból **kivonható arzén** mennyisége **nem haladhatja meg az 1 mg/kg** (1 ppm) értéket
- **peszticidek:** a rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót **károsító növényvédő szerek maradványa korlátozott** a ruházatban, alapvetően a **bőrrel érintkező** textiltermékekben; a rendelet ezen anyagok **koncentrációját 0,1 tömegszázalék alatti** vagy meghatározott **alacsonyabb szintekre** korlátozza
- **egyes azoszínékek:** a **reduktív hatás** (pl. izzadság hatására) következtében lehasadó **káros aromás aminok** koncentrációja **nem haladhatja meg a 0,1 tömegszázalékot**



további vegyi anyagok textíliákban

Akut arzénmérgezés esetén fontos ellátás

- az akut arzénmérgezés azonnali, intenzív orvosi ellátást igényel, amelynek középpontjában a légutak védelme, a hemodinamikai stabilizálás és a toxin gyors eltávolítása áll
- legfontosabb kezelések közé tartozik az agresszív intravénás folyadékpótlás, a keláttérápia [méregtelenítés pl. dimerkapto-borostyánkősavval (DMSA)] a gyomor-bélrendszeri dekontamináció, és potenciálisan a hemodialízis (vértisztítás)



- kezdeti sürgősségi ellátás:
 - stabilizáció: a légutak, a légzés és a keringés azonnali felmérése
 - folyadékpótlás: nagy mennyiségű intravénás folyadék (krisztalloid) adása elengedhetetlen a súlyos gyomor-bélrendszeri folyadékvesztés okozta hipovolémiás (keringő vér- vagy plazmatérfogat kóros csökkenése az érpályán) sokk kezeléséhez
 - dekontamináció: a gyomormosás ajánlott a bevétele követő 1-2 órán belül, teljes bélöblítés alkalmazható, míg az aktív szén általában hatástalannak tekinthető arzén esetén
 - külső tisztítás: a szennyezett ruházat eltávolítása, a bőr alapos lemosása vízzel

A vegyi anyagok előfordulása jelenünk textil- és textilruházati termékeiben

A textíliákban előforduló, emberi egészségre káros vegyi anyagokra jelenlegi példák



„BIZALOM A TEXTÍLIÁBAN – Ártalmas kísérőanyagra vizsgált”

- 1992-ben megalakult Nemzetközi OEKO-TEX Szervezet, létrehozta az OEKO-TEX® STANDARD 100 szabványnak megfelelő textiltermékek megkülönböztető minőségjelét, önkéntes tanúsítási rendszer keretében
- jelenleg kb. több mint százezer ilyen érvényes tanúsítvány van a világon, hazánkban is több gyártó terméke rendelkezik vele; számos nálunk forgalmazott külföldi eredetű termék is rendelkezik ezzel a tanúsítással

Az OEKO-TEX®-100 szerinti megkülönböztető minőségjelek

önkéntes rendszer, amelyhez ha adott cég csatlakozott, annak kötelező a szigorú **határértékek betartása** ill. a **tiltott vegyi anyagok kizárása**



kezdeti megkülönböztető minőségjelek



2022. őszig használatos megkülönböztető minőségjelek



nyilván-
tartási
szám

tanúsító
intézet



jelenlegi
megkülönböztető
minőségjel

Néhány vonatkozó határértékek az OEKO-TEX® STANDARD 100 termékosztályai szerint

I. termékosztály	II. termékosztály	III. termékosztály	IV. termékosztály
csecsemő és kisgyermek (3 éves korig), ruházat, textiljáték	alsó ruházatok, egyéb bőrrel érintkező textíliák	felső ruházatok, egyéb a bőrrel kismértékben érintkező textíliák	dekorációs, lakástextíliák
			

határérték
(megengedett)

<u>peszticid</u> összesen	0,5	1,0	1,0	1,0 [mg/kg]
<u>arzén</u> mint nehézfém, extrahálható kivonat	0,2	1,0	1,0	1,0 [mg/kg]
<u>rákkeltő arilamin</u> tartalmú azoszínezék (nem arzén vegyület)	20	20	20	20 [mg/kg]

1 mg/kg → pl. „1 t homokban 1 g szennyezőanyag”

Az izzadsággal szembeni szintartóság vizsgálata és részbeni alkalmazása az arzén kimutatásnál

- a színes textilanyagok izzadsággal szembeni szintartóság vizsgálatához az **Európában** használatos **ISO szabvány** szerint **kétféle oldatot** készítenek, az egyik **savas**, a másik **lúgos** kémhatású (tekintettel az ekrin- és apokrin verejtékmirigyek váladékára) *ekrin* verejtékmirigy test szerte, *apokrin* pl. hónaljban (vizes só tartalmú ill. fehérje)
- a **savas** (ecetsavval pH=5,5-re beállítva) **mesterséges verejték** desztillált vízben feloldott **1-hisztidin-monohidroklorid-monohidrátot** ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$), **nátrium-kloridot** (NaCl) és **nátrium-dihidrogén-foszfáthidrátot** ($Na_2HPO_4 \cdot H_2O$) tartalmaz

OEKO-TEX® arzénkivonási és vizsgálati folyamat

- az **extrakciós folyamat** az izzadsággal szembeni szintartósági vizsgálatnál alkalmazott **mesterséges savas izzadságoldatot** használják
- a **mintát** ebben az oldatban **36 °C-on 24 órán át rázzák**, hogy megmérjék az **arzén** „**biológiailag hozzáférhető**” részét
- az extrakció után az **arzén mennyiségét atomabszorpciós spektrometriával** (AAS) vagy **induktív csatolású plazma tömegspektrometriával** (ICP-MS) határozzák meg [mg/kg]

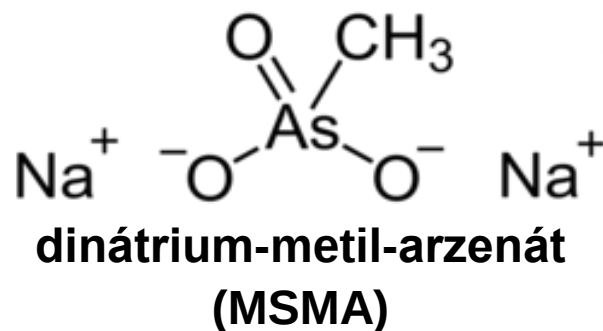
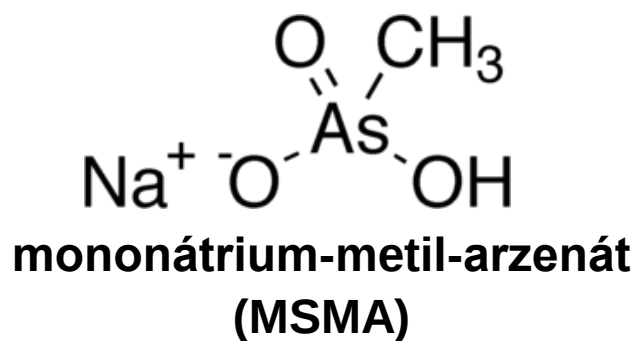
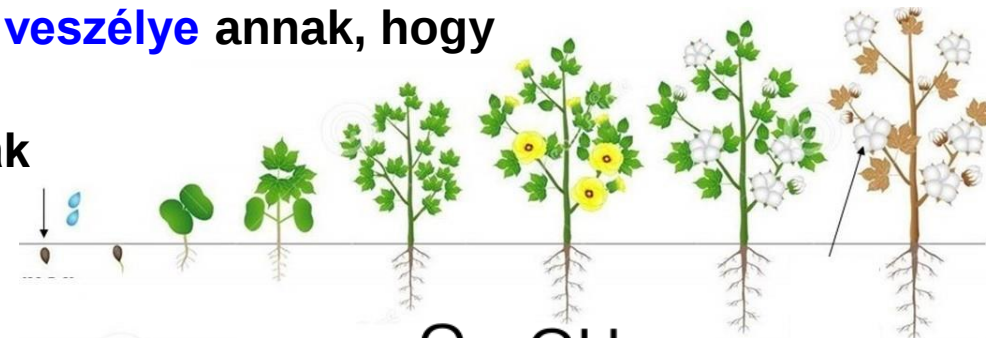


Miért lehet manapság maximum 0,2 - 1,0 mg/kg extrahálható arzén a textiltermékekben?

- a **textilipar nem** használ **arzén-tartalmú színezéket, segédanyagokat** (pl. a **poliészter szál** gyártásánál alkalmaznak **arzén tartalmú katalizátort**)
- **környezeti bioakkumuláció**, a természetes **növényi eredetű szálak** felszívhatják az **arzént** a **talajból** és a **talajvízből**; az **állati eredetű szálakba** a **növényi táplálékkal** kerülhet be
- **ipari szennyvíz** szennyezheti a környező **ökoszisztémát** (nem környezettudatos helyeken)
- **nyomokban** néha **szennyeződéseként** előfordulhatnak egyes kikészítő segédanyagokban

Arzén tartalmú növényvédőszerek (peszticidek) a gyapottermesztésnél

- a szerves arzénvegyületeket különösen a mononátrium-metil-arzonátot (MSMA), a dinátrium-metil-arzonátot (DSMA) és a kakodilsavat széles körben alkalmazzák a hagyományos gyapottermesztésben, elsősorban szelektív posztemergens (kelés utáni) gyomirtó szerként
- bár kevésbé mérgezőek, mint a szervetlen arzén, ezeket a vegyületeket gyakran nagy mennyiségben használják, ami a környezetben tartósan megmarad, és fennáll a veszélye annak, hogy a talajban mérgezőbb szervetlen arzénformákká alakulnak
- a kakodilsavat és nátriumsóját lombtalanító szerként használják

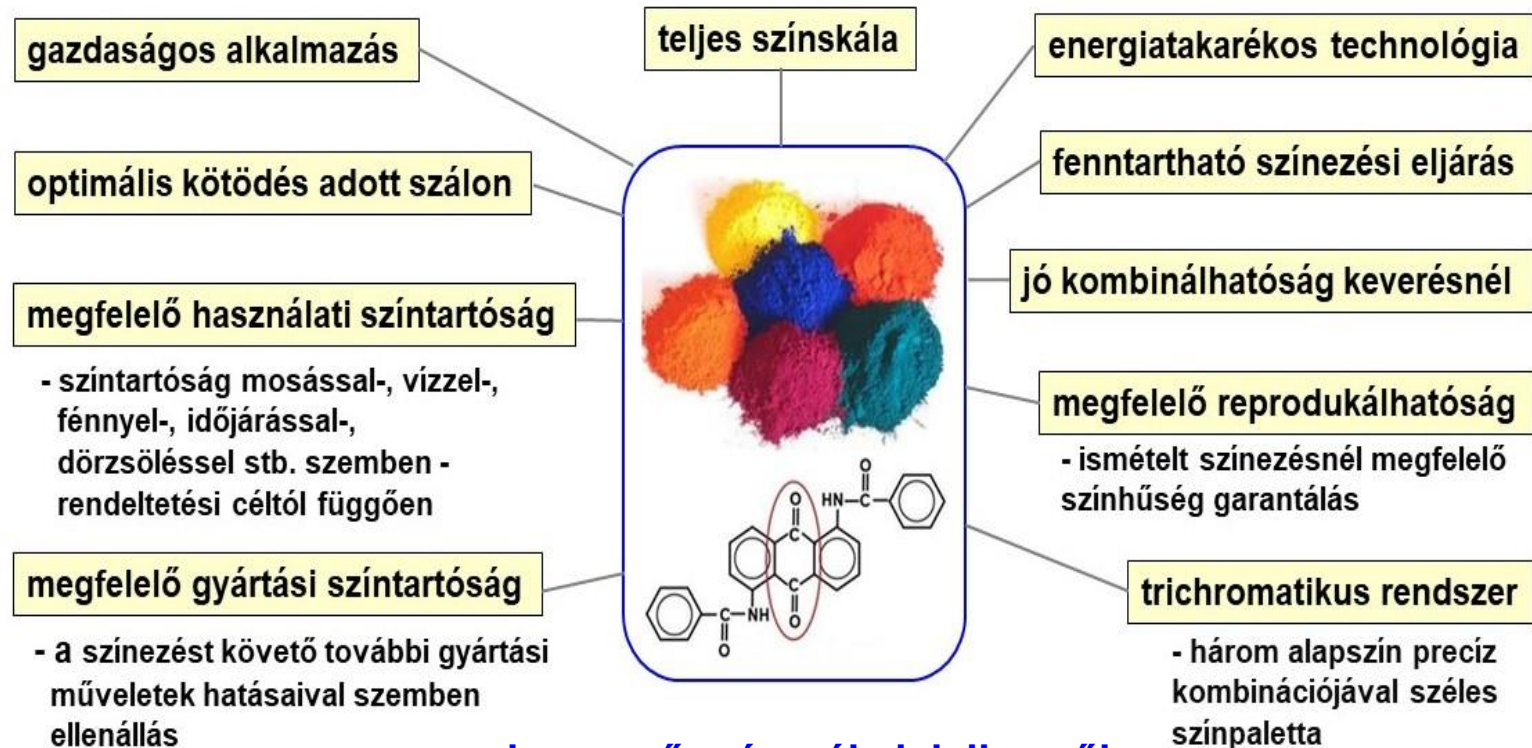


- bio (gyapot) pamut: a termesztés során kizárólag természetes, biológiailag lebomló növényvédőszereket (pl. fokhagyma-, citromsav- vagy chilipaprika-alapú rovarölő szereket) használnak, a gyomokat pedig kézzel távolítják el
- GMO tesztelésre is sor kerül



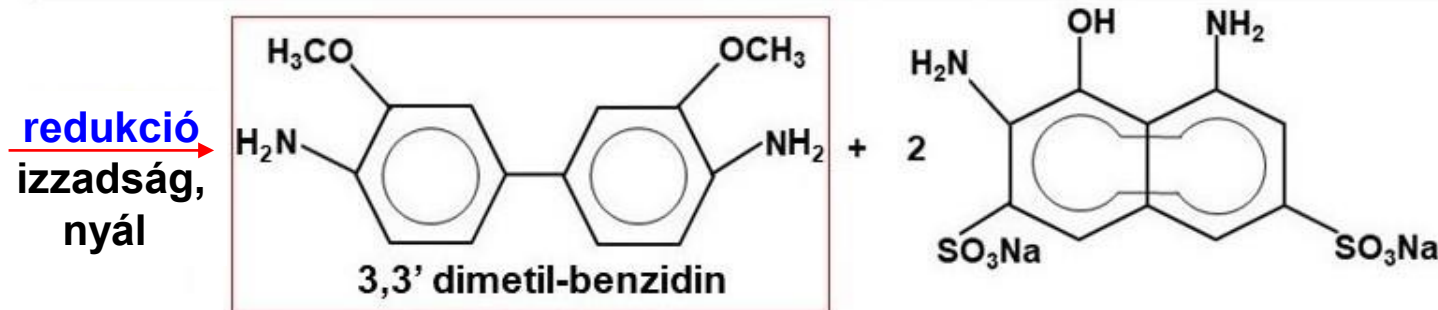
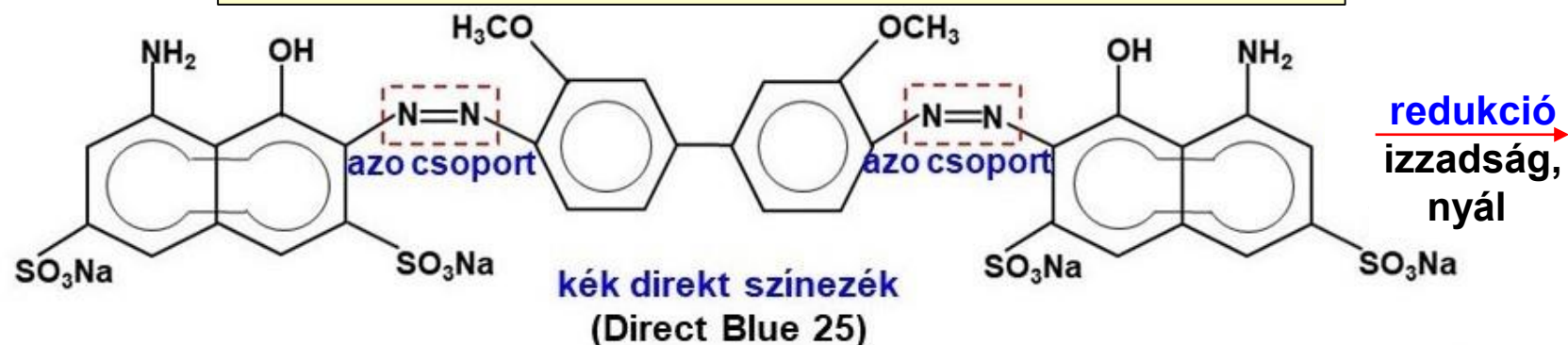
A mesterséges színezékek alkalmazása

- 1950-ben Vickerstaff rögzítette először a textilszínezés fizikai-kémiájának kutatási eredményeit
- a szintetikus színezékek elterjedését kiváló használati színtartóságuk (pl. mosással-, klórozott uszodavízzel-, egyes kémiai fehérítőszerekkel-, dörzsöléssel-, fénnel stb. szemben), teljes színskálájuk
- a szín és szerkezet közötti összefüggést már a korábban kutatták és felfedezték a színezékek vegyületekre jellemző telítetlenséget; Otto Nicolaus Witt (1853-1915) tapasztalatok alapján telítetlen kromofor csoportokra vezette vissza a vegyület színességét, ill. megállapította, hogy ún. auxokróm részek is kellenek színezékké váláshoz



a szintetikus színezékek között arzén-tartalmú egyáltalán nem fordul elő

Rákkeltő aril-aminra bomló színezékek, példa



rákkeltő azoszínezék vegyületek (24 féle)

4-aminodifenil benzidin klór-o-toluidin 2-naftil-amin o-aminoazotoluol 2-amino-4-nitrotoluol p-klór-anilin 2,4-diamino-anizol	4,4'-diamino-difenil-metán 3,3'-diklór-benzidin 3,3'-dimetoxibenzidin 3,3'-dimetil-benzidin 3,3'-dimetil-4,4'diamino-difenil-metán p-krezidin 4,4'-metilén-bisz(2-klór-anilin) 4,4'-oxidianilin	4,4'-tiodianilin o-toluidin 2,4-toluilén-diamin 2,4,5-trimetil-anilin o-anizidin p-amino-azobenzol 2,4-xilidin 2,6-xilidin
--	--	---

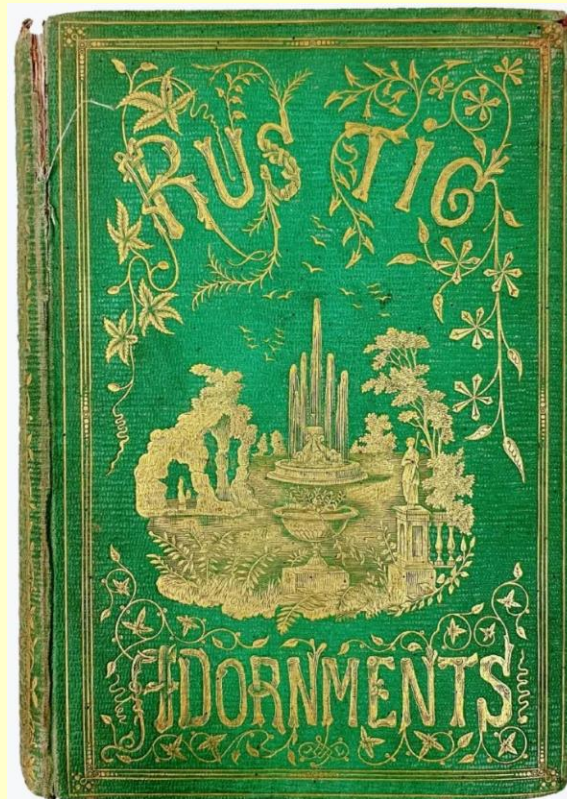
A forgalmazott textiltermékek biztonságossági és megfelelőségi követelményei

- 1907/2006/EK - REACH az Európai Unió átfogó vegyi anyag-rendelete az emberi egészség és a környezet védelmére, a vegyi anyagok regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása tárgyában (REACH Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
- a REACH XVII. melléklete a textíliákban található CMR-anyagokra vonatkozó korlátozásokról (CMR rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyag)
- a textiltermékekben előforduló vegyi anyagokért a gyártó és a forgalmazó jogi felelősséggel tartozik, amelyet elsősorban az uniós és a hazai jogszabályok határoznak meg
- REACH, a fogyasztóvédelemről szóló 1997. évi CLV. törvény (Fgytv.), valamint a termékek piacfelügyeletéről szóló 2012. évi LXXXVIII. törvény határozza meg; szabályozás célja, hogy csak olyan termékek kerülhessenek forgalomba, amelyek rendeltetésszerű használat mellett nem veszélyeztetik a fogyasztók életét, egészségét vagy testi épségét



Köszönöm szíves figyelmüket!

kutasicsa@gmail.com



„Rusztikus díszek ízléses otthonokhoz” (London, 1857)
smaragdzöld könyvvászonban (Winterthur Múzeum)