



Kutasi Csaba

A textilkémiá fejlődése, főbb részterületei korunkban

Első rész

2025-ben több kerek évforduló emlékeztetett a textilkémiá jelentősebb felfedezéseire. 185 éves volt a törökvörösolaj, 135 éve állították elő az első műgyantát, 130 éves lett az első jelentősebb mesterséges szál (cellulóz-nitrát) és az indigó szintézise, 80 évvel ezelőtt képezték az első szintetikus szálát, a nyilont. A jelentősebb jubileumok mellett illendő felidézni a hazai textilvegyészet korai kiemelkedő személyiségeit, a textilkémiá fontosabb eredményeit – a teljesség igénye nélkül.

A budapesti Műegyetemen 1938-ban létrehozott és támogatott Textilkémiá Tanszék Dr. Buday-Goldberger Leó cégvezető nevéhez fűződik. Az óbudai Goldberger-gyár vegyi laboratóriumának vezetését a cégvezető 1941-től Csűrös Zoltán egyetemi tanárra bízta, aki kutatólaboratóriumra fejlesztette. Az első magyar nyelvű és egyetemi színvonalú *Textilkémiá* könyvet szintén Csűrös Zoltán (az általa megszervezett Textilkémiá Tanszék vezetője) készítette 1941-ben, ami a Mérnöki Továbbképző Intézet kiadásában jelent meg. Véber Zoltán okleveles vegyész (az óbudai Pamutkikészítőgyár főmérnöke, a Műegyetem és a Mérnöki Továbbképző Intézet tanára) *Festés és nyomás a textiliparban* c. munkája hasonlóan kiemelkedő mű volt. Rusznák István professzor (a Műegyetem Szerves Kémiai Technológia Tanszék vezetője) nevéhez többek között az újabb *Textilkémiá*-kiadványok és kutatások fűződnek.



Dr. Csűrös Zoltán
(1901–1979)



Véber Zoltán
(1903–1983)



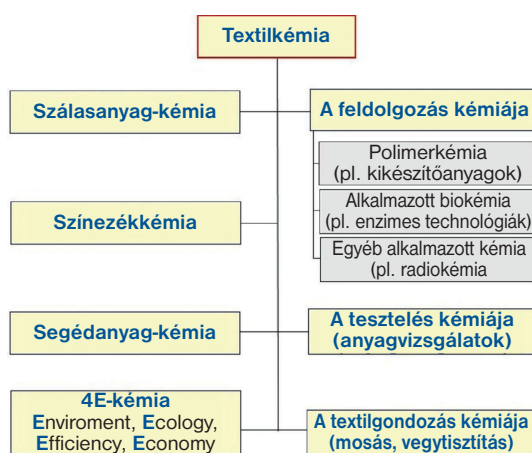
Dr. Rusznák István
(1920–2019)

A hazai textilkémiá kiemelkedő egyéniségei

A textilkémiá részterületei

A textilkémiá egyrészt a *szálasanyagok* (beleértve a számos mesterséges és manapság harmadik és negyedik generációs textilipari alapanyagot) szerkezeti és vegyi jellegzetességein kívül a *szintetikus színezékek* egyre bővülő körével, a textilkészítési *segédanyagokkal* és hatásmechanizmusukkal, a korszerű *4E-kémiai* technológiákkal foglalkozik. Másrészt a textilanyagok (fonalak, kelmék, darabárúk) *feldolgozási műveleteivel* kapcsolatos terüle-

tek kémiai vonatkozásai (polimerek, enzimes eljárások, radiokémiai kezelések), illetve az *anyagvizsgálatok* vegyi meghatározásai, a *textilgondozás* (foltkezelés, mosás, vegytisztítás) folyamatai, segédanyagai tartoznak ide.



A textilkémiá főbb részterületei jelenleg

Szálasanyag-kémia

A természetes szálasanyagokat tekintve, a *cellulóz- és fehérjékémia* területén számos kutatás folyt és folyik, így a természetes szálasanyagok szerkezetéről és vegyi tulajdonságairól egyre több ismeret áll a szakemberek rendelkezésére.

A mesterséges eljárásokkal történő szálelőállítás régóta sokakat foglalkoztatott, a megvalósításra azonban az 1880-as évekig kellett várni. Először a természetben található *cellulóz* szolgáltatja a nagymolekulájú alapanyagot, ebből, illetve ennek származékából készültek az első szálak. A 20. század harmadánál jelent meg az első *szintetikus szálasanyag*.

Az 1880-as években *J. Swan* fakéreg-cellulózból tudott mesterséges szálát képezni, szenesített változatát először izzólámpákhoz használta. 1885-ben a mesterséges szálból előállított textíliát bemutatta a londoni Nemzetközi Találmányi Kiállításon.

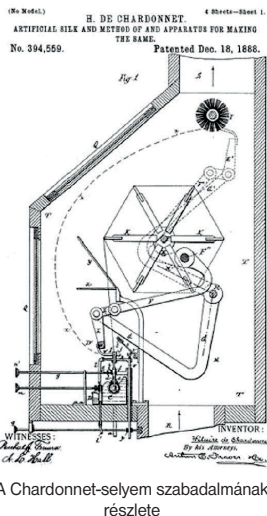
1885-ben *H. Chardonnet* (francia mérnök, gyáros) állított elő elsőként mesterséges selymet cellulóz-nitrátból, ezt a 1889-ben a párizsi kiállításon láthatták az érdeklődők. A felfedezett anyag fokozott gyúlékonysága miatt azonban nem terjedt el.

1868-ban *C. T. Liebermann* és *C. Gräbe* előállította a szintetikus alizarint, a jellegzetes vörös színezőanyagot.

1894-ben *C. Frederick* (angol kémikus), *J. Bevan* és *C. Beadle* munkatársaival felfedezte a regenerált cellulózból képzett viszkózt. 1920-ban a cellulóz-acetát (ecetsavas cellulóz-észter) jelent



Hilaire de Chardonnet
(1839–1924),
a műselyem feltalálója



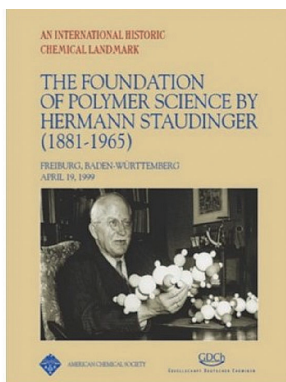
A cellulóz-nitrátból készített mesterséges szál

meg, mint mesterséges cellulózalapú szál, amit *P. Schützenberger* fedezett fel korábban.

A makromolekulás anyagok kémiájának megalapítója *H. Staudinger*, Nobel-díjas német kémikus. 1924-től komoly kutatómunkát folytatott, sikeres tevékenységével a polimerek felhasználási területei növekedtek, így került előtérbe a *szintetikus szálak* előállítása.

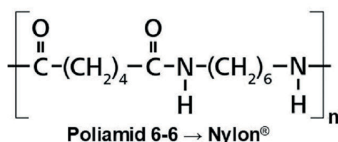


Hermann Staudinger
(1881–1965)



A polimertudomány alapítása

1935 a *nylon* – az első szintetikus szál – megjelenésének éve, *H. Carothers* (amerikai kutató, DuPont) kutatómunkája eredményeként. A slágernek számító anyag a nylonharisnya után, a háborús években, ejtőernyők és katonai kötelek fő alapanyaga lett.



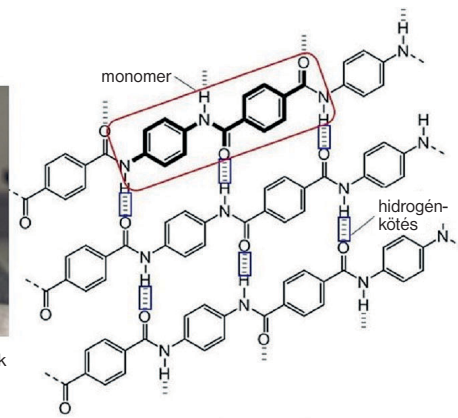
Wallace Hume Carothers
(1896–1937)



Az első szintetikus szál



Stephanie Louise Kwolek
(1923–2014),
az első para-aramidszál
(Fiber B) felfedezője (1966)



A Kevlar® felfedezése és szerkezete

Az 1960-as évek közepén a *szénszálygártás* új időszak kezdetét jelentette. Ezek nagy szilárdságú és modulusú, döntően szénatomokból felépülő, kétdimenziós, ún. rétegstruktúrájú anyagok. A szénszálak kiinduló anyaga számos szerves vegyület (pl. viszkóz, ill. poliakrilonitril, kőszénkátrány, kőolajmaradék stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás. A hőkezelés karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen karbonizált (oxidált), ill. grafitizált (szén) szálakat lehet előállítani.

1979-ben felfedezték a *szupererős polietilén* szálát (Dyneema, Spectra).

1983-ban megjelent a *polifenilén-szulfid* szál (PPS – Sulfar).

1985-ben felfedezték a *lyocellszál*at, amely oldószeres eljárással készül, és a viszkóznál kedvezőbb tulajdonságú regenerált-cellulóz-szál (1992-től gyártják).

P. Schlack 1938-ban a poliamid 6-ot, a Perlont fedezte fel, ezt 1943 óta gyártják.

1938-tól állítják elő ipari méretekben az *üvegszál*at, igaz, az első felfedezés a 19. század végére tehető.

1939-ben felfedezték a *polivinil-alkohol-szál*at (Vinalon). A nagyipari gyártás 1942 óta folyik.

1925 óta ismerték a *poliakrilonitril*t, azonban az alkalmas oldószerének hiánya miatt csak 1942-ben terjedt el, *H. Rein* fedezte fel a *dimetil-formamid* oldó hatását. A textilipari célokra jól alkalmazható változatot, a *modakrilt* 1949-ben kezdték gyártani.

A *poliészter* 1928-ban fedezték fel, 1941-ben *R. Whinfield* és *T. Dickson* (brit kémikusok) szabadalmaztatták a jó minőségű szálát biztosító poliészter (Terilén).

Ezután sorra következtek az újabb szintetikus szálak:

1938-ban *R. J. Plunkett* felfedezte a politetrafluor-etilén szálát.

1939-ben indult útjára a *polivinil-klorid* szál (PVC – Vinyon), azonban az első szabadalom 1913-ban született. 1941-ben a *polivinilidén-klorid* (PVDC – Saran) szálát kezdték előállítani.

W. E. Hanford és *D. Holmes* (DuPont) 1940-ben fejlesztették ki a gumirugalmasságú *poliuretán elasztomerszál*at (Spandex).

Ezután a *poliolefin*ek sora (először a polietilén, aztán a poli-propilén stb.) következett.

1960-ban a viszkóznál kedvezőbb tulajdonságú *modálszálak* terjedtek el.

1960–1966 között megjelentek az *aromás poliamidok*, a nagy teljesítményű harmadik generációs szálak (Nomex, Kevlar, Twaron). A „high performance” szálak többek között hőstabil tulajdonságúak (így azbeszthelyettesítőként alkalmazhatók), másrészt kompozitszerkezetek fontos szerkezeterősítő elemeivé váltak.



2002-ben vált ismertté a *polilaktid* szál (PLA).

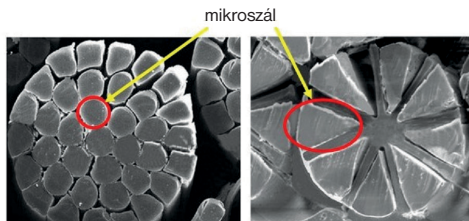
A további felfedezésekből csak néhány:

Polibenzimidazol (PBI), *polibenzoxazol* (PBO – Zylon), *poliamidimid* (PAI – Kermel), *aromás poliészter* (LCP – liquid-crystal polymers) stb. A NASA vezetésével kifejlesztett polibenzimidazol szálanyagok nemcsak nagy hő- és lángállósággal (pl. tűzblokkoló repülőgép-üléshuzatok stb.) rendelkeznek, hanem kedvező nedveségfelvételükkel ruházat-fiziológiailag is ideális *védőruházzati* alapanyagokat biztosítanak. A poliamidimid szálak magas hőstabilitással rendelkeznek (főként az esetleg nagy hőterhelésnek kitett üléshezúzatoknál, ipari hőszigetelőknél, védőruházzatoknál jelentősé-). Az új szintetikus szálak sorát még lehetne folytatni.

Az 1970-es évek táján terjedtek el a rendkívül finom *mikroszálak*, és ma már a *nanoszálak* előfordulása is jellemző.



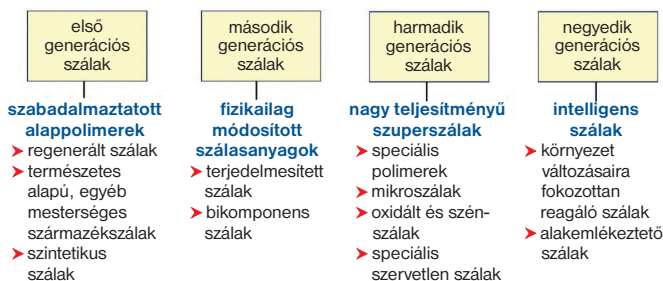
Miyoshi Okamoto



Bikomponensű mikroszál gyártása
10 000 m szál tömege az 1 g-ot sem éri el

A mikroszál feltalálója és egyik előállítási módja

A mesterséges szálanyagoknak négy generációja ismert.



A mesterséges szálanyagok generációi

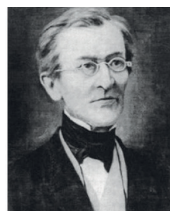
Színezékkémia

A színezéshez hosszú ideig a természet egyes anyagai szolgáltatták a színezőanyagokat.

A mesterséges színezékek iránti igény szintén többször felmerült az idők folyamán, de az első szintetikus színezék nem tudatos kutatómunka eredményeként jelent meg.

Előzményként kiemelendő, hogy 1771-ben *Woulfe pikrinsavval* színezett selymet.

Anilint először 1826-ban *Unverdorben* állított elő. Az indigót mésszel hevítve kapott vegyületet krisztallinnak nevezte el, mivel



Otto Paul Unverdorben
(1806–1873)
1826-ban sikerült előállítania aminobenzolt

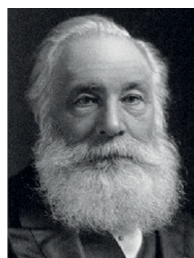


Carl Julius Fritzsche
(1808–1871)
adta az aminobenzolnak az anilint nevet

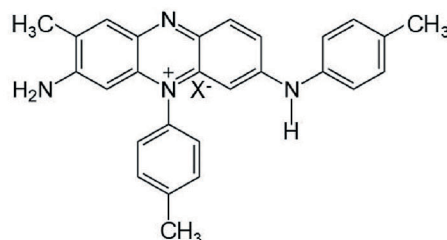
Anilintörténet

sói szépen kristályosodnak. Az anilint nevet (az indigót jelentő portugál *anil* szóból) *Fritzsche* adta.

Egy angol diák – *Perkin* – véletlen felfedezése 1856-ban vezetett a mesterséges színezékgyártás megteremtéséhez, miután egy hibás kininszintetizálási kísérlet során (az anilint kénsavval és kálium-bikromáttal kezelte) előállított, illetve izolált egy lilás vegyületet. A *mauvein* (mályva) kiváló színezéknek bizonyult. Ezzel főleg a fehérjealapú szálakat lehetett színezni, de *Perkin* kidolgozott egy előpácolást (tannin és nátrium-sztannát), így a cellulózsálak színezésére is alkalmassá vált.



William Henry Perkin
(1838–1907)



mauvein



A Perkin által felfedezett első mesterséges színezék

Runge 1834-ben aurint (rozolsav) állított elő fenol oxidációjával, a nagyüzemi gyártásra 1861-ben került sor. Ezt főleg *indikátorként* használják (a savasan sárga, lúgos közegben mélyvörösre vált).

Verguin 1859-ben *magenta* színt tudott előállítani anilinnal (IV)kloriddal.

Griess 1858-ban dolgozta ki a *diazotálás* műveletét, majd 1864-ben az *azokapcsolást*.

Lightfoot 1863-ban oxidálta a szálra felvitt anilint *anilinfeketvé*, ezzel megalapozta a szálra fejlesztett színezékek kémiaját.

1865-ben kezdett színezékgyártással foglalkozni a német *BASF* (Badische Anilin- und Sodafabrik, magyarul: Badeni Anilin- és Szódagyár).

1868-ban *Liebermann* és *Grebe* szintetizált alizarint (dibróm-antrakinonból).

1871-ben több *ftaleinszínezék*et állítottak elő. A trifenil-metán típusú színezékek egyik csoportját alkotják a ftaleinek.

1870-ben *Kekulé* diazotált anilint kapcsolt fenollal, így jött létre az első *hidroxizoszínezék*.

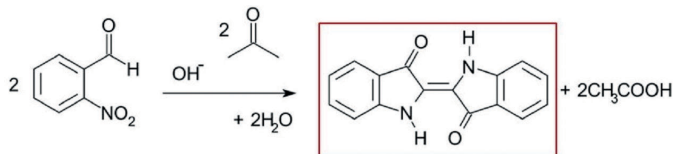
1873-ban *Croissant* és *Brettonniere* kifejlesztette az első *kénes színezéket*.

Több *azoszínezék* felfedezése következett, többek között *Caro* 1875-ben, *Roussin* 1876-ban, *Nietzky* 1879-ben volt eredményes.

Szintén *Caro* nevéhez fűződik a *tiazinszerkezetű metilénkék* 1876. évi kifejlesztése. A *malachitöldet* (triaril-színezék) *O. Fischer* szintetizálta 1877-ben (indikátorként is használatos).

1882-ben *Baeyer* és *Drewson* kidolgozta az indigó szintézisét.

Ugyanebben az évben *Read* és *Holliday* kifejlesztette a *paravörös-eljárást* (diazotált para-nitroanilin β -naftollal kapcsolva). Szintén ebben az időben *Walter* kidolgozta az első (sztilbén-származékú) *direkt színezéket*, amely pácolás nélkül felhúzott a pamutra.



Adolf von Baeyer
(1835–1917)



Viggo Beutner Drewsen
(1858–1930)

A mesterséges indigó előállítása

1884-ben *Boettiger* előállította a *benzidinszármazékú* direkt színezéket, a *kongóvröst*. Ebben az évben *Ziegler* *pirazon* típusú direkt színezéket fejlesztett ki.

Green felfedezte a diazoniumsót, és 1887-ben az első *szálon* fejlesztett *azoszínézéket* állította elő. A *benzotiazol*-szerkezetű *primulinbázist* a *szálon* diazotálta, majd *β-naftollal* kapcsolta.

1888-ban fedezték fel az *antrakinoid intermedierek* olyan előállítási módját, amely az *antrakinonszínezékek* sorozatának szintézisét tette lehetővé.

1889-ben a fehérjealapú szálak színezésére alkalmas első *krómkomplex-színezéket* állították elő, amely *azoszerkezetű* volt. Az 1893–1897 közötti időszakban számos *savas színezéket* sikerült kifejleszteni az *alizarin szulfonálásával*.

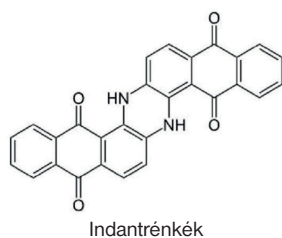
Az 1893–1899 közötti években a kénés színezékek előállítása során bevezették a nátrium-poliszulfidos kénezést, így sikerült a jellegzetes és hosszú ideig használatos *fekete kénés színezékeket* (*Immedialschwarz FF*, ill. *Schwefelschwarz T*) gyártani. Az első kék kénés színezéket 1900-ban *Weinberg* és *Herz*, az első zöldet 1904-ben *Boeninger* állította elő.

1900–1902-ben megjelentek a *J-sav-* (aminonaftol-szulfonsav) származékú direkt színezékek.

1901-ben *Bohn* jóvoltából sikerült a kiváló *kék csávaszínezéket* (*Indanthrenblau*) előállítani, majd az *antrakinon* típusú csávaszínezékek egész sorozata terjedt el.



Rene Bohn
(1862–1922)



kiváló mosás-,
fény-
és időjárás-
állóság

A csávaszínezék felfedezése

1906-ban *Friedländer* a *tioindigót* szintetizálta.

1908-ban *Haas* előállította az első *kénezett csávaszínezéket* (*Hydronblau R*). 1911-ben megjelent a *karbazolalapú* csávaszínezék.

1912-ben kezdte el gyártani a *Griesheim-Elektron* cég a *Naftol-AS-t* (3-hidroxi-*N*-fenilnaftalin-2-karboxamid), amelyet 1892-ben *Schöpf* fejlesztett ki.

1913-ban a *BASF* szabadalmaztatott több *pigmentelőállítási* technológiát.

1912-ben *Bohn* előállította az *Ergan-színezékeket* (*azoszalicil-sav* krómkomplex-származéka).

1915-ben Bázelen előállították a *Neolan* (*savas fémkomplex*) színezékeket.

1917-ben *Gibbs* felfedezésével lehetővé vált a *ftálsavanhidrid* előállítása.

1921-ben *Laska* és *Zitscher* előállította a *Naftol AS-G-t*. Szintén ebben az évben *Bader* és *Sunder* kifejlesztette az első *indigoszol* (vízoldható leukocsáva kénsavas észter) színezéket.

1922-ben *König* felfedezte a *cianinszármazékú*, pamut színezésére és nyomására alkalmas színezéket (*Astraphloxin FF*). Ugyanabban az évben *Green* és *Saunders* szintetizálta az első *diszperziós* színezéket (cellulózacetát színezésére).

1924-ben forgalmazta a *CIBA* cég a *cianursavkloriddal* kombinált *azoszínézék-sorozat* első tagját (*Chlorantinlichtgrün BLL*).

1930-ban kezdte el az *I.G. (Interessen Gemeinschaft Farben Industrie AG)* gyártani a *Rapidogén* színezékeket.

1934-ben forgalmazták az első *ftalocianin-színezéket*. A kémiai kutatásokat *Linstead* végezte, és az alkalmazást is kidolgozta.



Paul Friedländer
(1857–1923)
a tioindigó előállítója



Johann Peter Griess
(1829–1888)
a diazoniumsót felfedezője



C. Theodor Liebermann
(1842–1914)
a szintetikus alizarin előállítója



R. Patrick Linstead
(1902–1966)
a ftalocianin-színezék felfedezője

Kiemelkedő színezékkémikusok

Az 1930-as évektől került sor a színezési folyamatok mélyrehatóbb vizsgálatára. 1950-ben *Vickerstaff* munkája rögzítette először a textilszínezés fizikai kémiájának kutatási eredményeit.

1956-ban *Rattee* és *Stephens* (*I.C.I.*) munkájának eredményeként jelentek meg a *reaktív* (a szálanyag aktív csoportjain kémiai reakcióban, erős kémiai kötással rögzítődő) színezékek.

Ma már például a *heterobifunkciós* reaktív színezékek használatra jellemző.

A *szín* és a *szerkezet* közötti összefüggést már az 1800-as évek közepén kutatták, először a telítetlen *kromofór* csoportokra vezették vissza a vegyület színességét, illetve az ún. *auxokrom* részek (amelyek a vízoldható színezéksavak, ill. bázisok keletkezésében fontosak) alapján válhatott színezékké. Később a *spektroszkópiai* elemzések kiderítették, hogy a *kromofór* csoport nélküli szerves anyagok is képesek fényelnyelésre.

