

# A Chardonnet műselyemtől a nanostruktúrákig

## A textilkémia néhány főbb állomása

Kutasi Csaba

**2015-ben több kerek évforduló fog emlékeztetni a textilkémia jelentősebb felfedezéseire. 185 éves lesz a törökvörösolaj, 135 éves az első mügyanta, 130 éves az első jelentősebb mesterséges szál (a cellulóz-nitrát) és az indigó szintézise, 80 éve állították elő az első szintetikus szálát, a Nylont. Bizonyára rendezvények is szerveződnek a fontosabb évfordulókhoz kapcsolódva. A jelentősebb jubileumok mellett érdemes felidézni a textilkémia fontosabb eredményeit, persze a teljesség igénye nélkül.**

A textilkémiai általánosságban a szálanyagok szerkezetével és kémiai tulajdonságaival, továbbá ezek feldolgozásának kémiai technológiai műveleteivel (fehérítés, színezés, színnyomás, végkikészítés) és folyamataival foglalkozik régóta. A korabeli hazai textilkémiai vonatkozásokat tekintve, az 1736-ban a Nyitra megyei Sasváron alapított manufaktúra említése fontos, amelyben fonást, szövést és kikészítést (főleg textílynyomást) végeztek. 1766-ban a Pozsony megyei Cseklészen kartonnyomó-gyár létesült. Érdekesség, hogy Kempelen Farkas egy kis nyomóüzemet létesített, amely 1767–1770 között Pozsonyban működött. A Nógrád megyei Gács községben korábban alapított gyapjúfonó- és szövőgyárban 1770 után beindították a gyapjuszövet nyomó üzemszét. Az 1790-es években Lőcsén fehérítő vállalkozás létesült. A 18. század végén létrehozott kékfestő manufaktúrákból kiemelkedett az 1783-ban Pápán alapított Kluge-féle, és az 1784-ben létesített Goldberger kisüzem. Közben len- és selyemkikészítő manufaktúrák is alakultak, így a 18. század végén még lépést tudtunk tartani az európai textilipari és technikai fejlődéssel. Hazánk az ipari forradalomból – az osztrák elnyomó gazdaságpolitika következtében – kimaradt, így a honi textilipar is háttérbe szorult, exporttevékenységünk megszűnt. Szerény körülmények között, az 1920-as, 30-as évektől a magyar textilipar ismét kezdett fejlődni.

A budapesti Műegyetemen 1938-ban létrehozott és támogatott Textilkémiai Tanszék dr. Buday-Goldberger Leó cégvezető nevéhez fűződik. Az óbudai Goldberger gyár vegyi laboratóriumának vezetését a cégvezető 1941-től dr. Csűrös Zoltán (1901–1979) egyetemi tanárra bízta, aki kutatólaboratóriummá fejlesztette. Az első magyar nyelvű és egyetemi színvonalú Textilkémia

könyvet szintén dr. Csűrös Zoltán 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. Dr. Rusznák István (1920–) professzor emeritus nevéhez többek között az újabb Textilkémia kiadványok fűződnek (1. ábra).

A textilkémiai jelenleg már a szálanyagok (beleértve a számos mesterséges és manapság harmadik és negyedik generációs textilipari alapanyagokat) szerkezeti és vegyi jellegzetességein kívül a szintetikus színezékek egyre bővülő körével, a textilkikészítési (a fehérítéssel és az ahhoz kapcsolódó műveletekkel, a színezéssel, a színnyomással, a végkikészítéssel kapcsolatos) segédanyagokkal és hatásmechanizmusukkal, a korszerű technológiákkal, a vonatkozó nanotechnológiai és plazmakezelési folyamatokkal, valamint az egészség- és környezetvédelem kérdéseivel egyaránt foglalkozik.

### Szálanyag-kémia

A természetes szálanyagok nagy részét évezredek óta hasznosítja az emberiség. A vadjuhok megszelídítése után időszámításunk kezdete előtt 6-7 ezer évvel korábban a juh már háziállat volt. A selyemhernyó tenyésztésre az i. e. 27. században Kínában került sor. A kender az egyik legrégebbi kultúrnövény, Kínában már 5 ezer éve szöveteket és köteleket készítettek belőle. A közel 5 ezer éves múltira visszatekintő gyapjotnővény Indiából terjedt el. A lent az i. e. 3. évezredben Egyiptomban már termesztették. A cellulóz- és fehérjekémia területén számos kutatás folyt és folyik, így a természetes szálanyagok szerkezetéről és vegyi tulajdonságairól egyre több ismertető áll a szakemberek rendelkezésére.

A mesterséges eljárásokkal történő szálelőállítás régóta sokakat foglalkoztatott, azonban az 1880-as évekig kellett erre várni. Először a természetben található cellulóz szolgáltatta a nagymolekulájú alapanya-



Dr. Buday-Goldberger Leó  
(1878-1945)



Dr. Csűrös Zoltán  
(1901-1979)



Dr. Rusznák István  
(1920-)

Akik a textilkémia oktatásáért sokat tettek

1. ábra



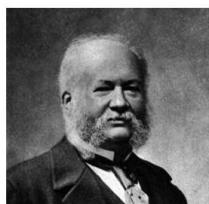
Joseph Wilson Swan  
angol fizikus és kémikus  
(1828-1914)



az 1880-as években **fakéreg-cellulózból** tudott **mesterséges szál**at képezni, először izzólámpákhoz használta a szénestített változatot

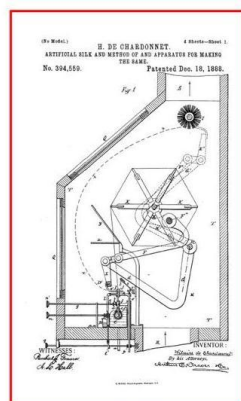
Az első - kevésbé ismert - mesterséges szál

2. ábra



**Hilaire de Chardonnet**  
francia mérnök, gyáros  
(1839-1924)

mesterséges selyem  
cellulóz-nitrátról, ami  
fokozott gyúlékonysága  
miatt nem terjedt el



a szabadalom

### Az első szabadalmazott mesterséges szál

3. ábra

got, ebből, ill. ennek származékából készültek az első szálak. A 20. század első harmadában jelent meg az első szintetikus szálanyag. Vázlatosan a fontosabb szálanyagkémiailag vonatkozások:

- Az 1880-as években J. Swan fakéreg-cellulózból tudott mesterséges szálát képezni, szénestett változatát először izzólámpákhoz használta. 1885-ben az így előállított textiliát bemutatta a londoni Nemzetközi Találmányi Kiállításon (2. ábra).

- 1885-ben H. Chardonnet francia mérnök, gyáros állított elő elsőként mesterséges selymet cellulóz-nitrátról, ezt a 1889-ben a párizsi kiállításon láthatták az érdeklődők. A felfedezett anyag fokozott gyúlékonysága miatt azonban nem tudott elterjedni (3. ábra).

- 1894-ben C. Frederick angol kémikus munkatársaival, J. Bevanal és C. Beadle-lel közösen felfedezte a regenerált-cellulózból képzett viszkózt. 1920-ban a cellulóz-acetát (ecetsavas-cellulóz-észter) jelent meg, mint mesterséges cellulóz alapú szál (4. ábra).

- 1935 a nylon – azt első szintetikus szál – megjelenésének éve, H. Carothers amerikai kutató, a DuPont munkatársa munkája eredményeként. A slágernek számító nylonharisnya után, a háborús években ejtőernyők és katonai kötelek fő alapanyaga lett (5. ábra).

- P. Schlack 1938-ban a poliamid 6-ot, a Perlont fedezte fel, ezt 1943 óta gyártják (azóta más márkaneveken néven is).

- 1938-tól gyártják ipari méretekben az üvegszál, igaz az első felfedezés a 19. század végére tehető.

- 1939-ben találták fel a polivinil-alkohol szálát (Vinalon). A nagyipari gyártás 1942 óta folyik.

- 1925 óta ismerték poliakril-nitrilt, azonban alkalmas oldószerének hiánya miatt csak 1942-ben terjedt el az akril típusú (85 %-nál több akril-nitrilt tartalmazó) koopolimerizációs szál. A textilipari célokra alkalmasabb (könnyebben színezhető és nagyobb nedvességhelyettesítő) változatot, a modakril<sup>1</sup> 1949-ben kezdték gyártani.

- A poliészter 1928-ban fedezték fel, 1941-ben R. Whinfield és T. Dickson brit kémikusok szabadal-



A mesterséges szálak gyártásának általános elvei

4. ábra

maztatták a jó minőségű szálát biztosító poliészter, Terylene néven.

Ezután sorra következtek az újabb szintetikus szálak:

- 1939-ben kezdett megjelenni a polivinil-klorid szál (PVC – Vinyon), azonban az első szabadalom 1913-ban született. 1941-ben a polivinilidén-klorid (PVDC – Saran) szál jelent meg.

- 1940-ben fejlesztették ki a gumirugalmasságú poliuretán-elasztomer szálát (Spandex).

- Ezután a poliolefinok sora (először a polietilén, majd pl. 1959-ben a polipropilén stb.) következett.

- 1960-ban a viszkóznál kedvezőbb tulajdonságú modál-szálak<sup>2</sup> jelentek meg, majd elkezdtek gyártani többek között a politetra-fluor-etilén (Teflon) mesterséges szálanyagot.

- 1961-ben megjelentek az aromás-poliamidok, mint nagy teljesítményű harmadik generációs szálak (Nomex, Kevlar, Twaron). A „high performance” szálak többek között hő-stabil tulajdonságúak (így azbeszt-helyettesítőként alkalmazhatók), másrészt kompozitszerkezetek fontos szerkezet-erősítő elemeivé váltak.

- Az 1960-as évek közepén a szénszálgártás 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. poliakril-nitril szál, kőszénkátrány, kőolaj-maradék stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás.



Wallace Hume Carothers  
amerikai kémikus  
(1896-1937)  
a Nylon felfedezője



a használt harisnyából is  
legyen ejtőernyő  
alapanyaga



### Az első szintetikus szál, a Nylon

5. ábra

<sup>1</sup> A modakril olyan módosított poliakril-nitril szál, amelyben az akril-nitril részaránya 85 %-nál kevesebb, de 50 %-nál több. A módosítással olyan keverék polimert („multipolimer”) alakítanak ki pl. koopolimerizációval, amelynek szerkezete kevésbé tömör, így színezhetősége megoldható.

<sup>2</sup> Módosított (modifikált) regenerált-cellulóz szálak tartoznak ide, amelyek nagyobb száraz és nedves szilárdságúak. A nagy nedves modulusú (HWM) szálak nagy terhelés hatására kisebb mértékben nyúlnak. A polinóz (polymere non synthetic – nem szintetikus polimer) szálak nagyobb polimerizáció fokúak.





Néhány állati eredetű természetes színezőanyag

6. ábra

A hőkezeléses karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen karbonizált (oxidált) ill. grafitizált (szén-) szálakat lehet előállítani.

- 1979-ben felfedezték a szupererős polietilén szálakat (Dynema, Spectra).
- 1983-ban megjelent a polifenilén-szulfid szál (PPS – Sulfar).
- 1985-ben találták fel a lyocell<sup>3</sup> szálakat, amely oldószeres eljárással készült, kedvező tulajdonságú regenerált cellulóz szál (1992-től gyártják).
- 2002-ben vált ismertté a polilaktid<sup>4</sup> szál (PLA).

A további felfedezésekből csak néhány:

- Polibenz-imidazol (PBI), polibenz-oxazol (PBO - Zylon), poliamid-imid (PAI - Kermel), aromás poliészter (LCP - liquid-crystal polymers) stb. A NASA vezetésével kifejlesztett polibenz-imidazol szálanyagok nemcsak nagy hő- és lángállósággal (pl. tűzblokkoló repülőgép ülészetek stb.) rendelkeznek, hanem kedvező nedvességfelvételükkel ruházatfiziológiailag is ideális védőruházati alapanyagokat biztosítanak. A poliamid-imid szálak magas hőstabilitással rendelkeznek (főként az esetleg nagy hőterhelésnek kitett ülészeteknél, ipari hőszigetelőknél, védőruházatoknál jelentősek). Az új szintetikus szálak bemutatására szolgáló sort még igencsak lehetne folytatni.
- Az 1970-es évek táján terjedtek el a rendkívül finom mikroszálak, ma már a nanoszálak előfordulása is gyakori.

## Színezékkémia

A színezéshez hosszú ideig a természet egyes anyagai szolgáltatták a színezőanyagokat. Az állati eredetűek közül a bíborcsiga kopolytűüregének váladékából származó bíbor, a kosenil-tetűből nyert kármínvörös, a kermesz-tetűből származó skarlatvörös, ill. karmazsin sokáig meghatározó szerepet töltött be.

<sup>3</sup> A lyocell olyan regenerált-cellulóz alapú mesterséges szál, amelynek előállítása során a nagymolekulájú anyagot környezetkímélő módon egyetlen oldószeres művelettel teszik oldhatóvá (*lyo*=folyadék, *cell*=cellulóz). Egyúttal a viszkóznál kedvezőbb tulajdonságú szálanyag érhető így el.

<sup>4</sup> A polilaktid (más elnevezéssel kukorica-szál) kiinduló alapanyaga a kukorica (vagy egyéb gabona-) keményítő. Ezt cukorrá bontják, majd a fermentációval képzett tejsav szolgáltatja a monomert. Az ezt követően kialakított polilaktid polimer nemcsak textilipari szempontból kiváló szálanyagot biztosít, hanem a textiltermék életciklusa végén biológiailag lebonthatóvá válik, továbbá korlátlanul újrahasznosítható.

A bíbor a legdrágább textilszínezék volt, egy gramm színezékhez 1000 csigára volt szükség, azaz ennyi kopolytűüreg váladékot kellett összegyűjteni. Ezért már az ókorban a hatalom jelképének számított a bíborszínű textília. Először a föníciaiak használták (tyrosi bíbor). Az ókori Rómában csak a császár hordott bíborszínű ruhát, a szenátorok csak bíbor színű szalagot. A római katolikus egyházban máig fennmaradt az ősi színhierarchia (a magyarban pl. *bíboros*).

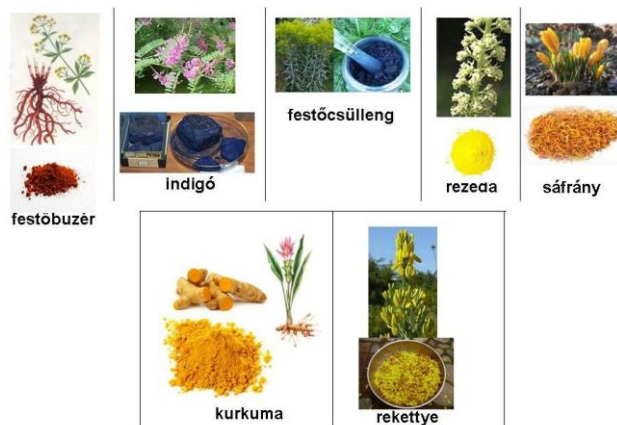
A kármínvöröst a kosenil (cochineal) tetűből nyerték, amely egy dél-amerikai kaktuszfajtán élőködik. A vörös színezőanyagot a nőstény és petéi hordozzák. Az összegyűjtött tetűket leforrázzák, szárítják, vegyileg kezelik. Évszázadokig a spanyol gyarmatosítók kereskedtek ezzel, ezért spanyol-vörösként is ismert.

A skarlatvöröset a kermesztetűből (bíbortetű) állították elő. A „saquirat” szó eredetileg nem szint, hanem drága ruhát jelentetett (uralkodók ruházata). Később a brit hadsereg tiszti kabátjait ilyen színezékkel színezték hosszú ideig. A karmazsin szintén a kermesztetűből származik, amely a karmazsintölgyön élőködik (6. ábra).

A növényi eredetű színezőanyagok közül a festőbuzér gyökeréből készült a jellegzetes vörös szín (alizarin). Az indigócserje szárított leveleiből nyerték a természetes indigó alapvegyületét az indikánt. A festőcsülleng az indigónál gyengébb kéket tett lehetővé. Jellegzetes sárgát biztosított a sáfránynövény bibéből nyert színezőanyag, hasonlóan sárga színezéket nyertek a rezedából, rekettyéből és kurkumából növény megfelelő részéből.

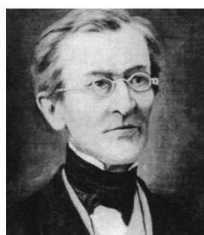
A buzérvöröset a festőbuzér cserje gyökeréből nyerték. Az alizarint az antrakinon vázon levő különleges helyzetű (-orto) hidroxid-csoportok teszik képessé arra, hogy a pácolással a textilanyagra felvitt egyes fémekkel különböző színes vegyületeket alkossanak (vassal sötétibolya, a krómmal sötétkék stb.). A bíbornál és skarlatnál kevésbé drága, melegebb árnyalatú és tartósabb színt ad. Indiából származik a bonyolult színezékkészítési módszer, azonban főleg a törökök terjesztették el (török-vörös). A hollandok fejlesztették tovább, a krapp nevű mélyvörös viszont mesterséges alizarin.

Az indigó Indiából származik, szárított levelei tartalmazzák a klasszikus kék színezőanyagot, az indikánt. A festőcsülleng szintén indigótartalmú növény, de gyengébb kék színhatást biztosít (a Karibi térségben természetesen növényből alakult ki a karibi-kék). A rezedából gyökeréből nyerték a jellegzetes sárga színezé-



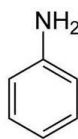
Néhány növényi eredetű természetes színezőanyag

7. ábra



Otto Paul Unverdorben  
(1806-1873)

1826-ban sikerült  
előállítani az  
amino-benzolt



Carl Julius Fritzsche  
(1808-1871)

adta az  
amino-benzolnak  
az anilin nevet

### Az anilin előállítása és elnevezése

8. ábra

ket. A sáfrány a virág bibéjéből tudtak a sárga színező-  
anyaghoz jutni. A rekettye virága és magja biztosítja a  
jellegzetes sárga színezéket. A kurkuma egy fűszernö-  
vény, sárga gyömbérnek is nevezik. Együttal régi textil-  
színezék, színe hasonlít a sáfrányéhoz, de kevésbé szín-  
tartó és sokkal olcsóbb. A perzsabogyó (avignoni bogyó,  
varjútövis) terméséből sárga és zöld színezék nyerhető  
(7. ábra).

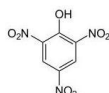
A mesterséges színezékek iránti igény szintén  
többször felmerült az idők folyamán, azonban nem tu-  
datos kutatómunka eredményeként jelent meg az első  
szintetikus színezék.

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

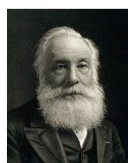
• Anilint először 1826-ban Unverdorben állított  
elő. Az indigót mésszel hevítve kapott vegyületet  
krisztallinnak nevezte el, mivel sói szépen kristályo-  
sodnak. Az anilin nevet (az indigót jelentő portugál anil  
szóból) Fritzsche adta (8. ábra).

• Egy angol diák, Perkin véletlen felfedezése  
1856-ban vezetett a mesterséges színezékgártás meg-  
teremtéséhez, miután egy hibás kinin szintetizálási ki-  
sérlet során (az anilint kénsavval és kálium-  
bikromáttal kezelte) előállított, ill. izolált egy lilás ve-  
gyületet. A mauvein (mályva) kiváló színezéknek bizo-  
nyult. Ezzel főleg a fehérjealapú szálakat lehetett szí-  
nezni, de Perkin kidolgozott egy előpácolást (tannin és  
nátrium-sztannát), így a cellulózsálak színezésére is  
alkalmassá vált (9. ábra).

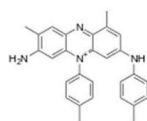
• Runge 1834-ben aurint (rozolsav) állított elő  
fenol oxidációjával, a nagyüzemi gyártásra 1861-ben  
került sor. Ezt főleg indikátorként használják (a sava-



1771-ben Woulfe pikrinsavval színezett selymet



William Perkin  
(1838-1907)



W. Perkin - egy kinin szintetizálási kísérlet során - előállított,  
ill. izolált egy lilás vegyületet → a mauvein kiváló színezéknek bizonyult

### Az első mesterséges színezékek

9. ábra



Friedrich Engelhorn

1821-1902  
alapító



1865-ben kezdett színezékgártással foglalkozni a BASF

10. ábra

san sárga lúgos közegben mélyvörösre vált).

• Verguin 1859-ben magenta színt tudott előállí-  
tani anilinból sztanni (ón<sup>IV</sup>)-kloriddal.

• Griess 1858-ban dolgozta ki a diazotálás<sup>5</sup> mű-  
veletét, majd 1864-ben az azokapcsolást.

• Lightfoot 1863-ban oxidálta a szátra felvitt ani-  
lint anilin-feketévé, ezzel megalapozta a szálon-  
fejlesztett színezékek kémiáját.

• 1865-ben kezdett színezékgártással foglalkoz-  
ni a német BASF (Badische Anilin- und Soda Fabrik)  
(10. ábra).

• 1868-ban Liebermann és Grebe szintetizált ali-  
zarint<sup>6</sup> (dibróm-antrakinonból).

• 1870-ben Kekulé diazotált anilint kapcsolt fe-  
nollal, így jött létre az első hidroxí-azoszínezék.

• 1871-ben több ftalein színezéket állítottak elő.  
A trifenil-metán típusú színezékek egy csoportja a  
ftaleinek.

• 1873-ban Croissant és Bretonniere kifejlesztet-  
te az első kénes-színezéket.

• Több azoszínezék<sup>7</sup> felfedezése következett, töb-  
bek között Caro 1875-ben, Roussin 1876-ban, Nietzky  
1879-ben volt eredményes.

• Szintén Caro nevéhez fűződik a tiazin szerkeze-  
tű metilénké<sup>8</sup> 1876. évi kifejlesztése. A malachitzöldet  
(triaril színezék) O. Fischer szintetizálta 1877-ben (in-  
dikátorként is használatos).

• 1880-ban Baeyer (Drewsonnal) kidolgozta az  
indigó szintézisét (o-nitro-benzaldehid és acetón reak-  
ciójával). Ugyanebben az évben Read és Holliday kifej-  
lesztette a paravörös eljárást (diazotált para-nitro-  
anilin és β-naftollal kapcsolva). Szintén ebben az idő-  
ben Walter kidolgozta az első (sztilbén származékú) di-  
rekt színezéket (pácolás nélkül felhúzott a pamutra)  
(11. ábra).

• 1884-ben Boettiger előállította a benzidin  
származékú direkt színezéket, a kongóvöröset. Ebben az  
évben Ziegler pirazonon típusú direkt színezéket fejleszt-  
ett ki.

<sup>5</sup> A színezékek előállításánál fontos aromás primer aminok jel-  
legzetes reakciója. A salétromossav hatására, savas közegben  
keletkező diazóniumsók fenollokkal, enollokkal, aromás  
aminokkal azovegyületekké kapcsolhatók.

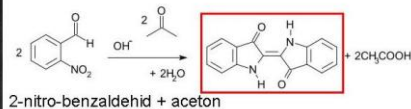
<sup>6</sup> Élénkítő színű színezőanyag. A természetben a festőbuzér  
gyökerében fordul elő, kémiaiilag 1-2-dihidroxí-antrakinon.

<sup>7</sup> Az azoszínezékek a legnagyobb és legváltozatosabb színezék-  
csoportot alkotják. Olyan aromás vegyületek, amelyek  
kromofor csoportja egy vagy több azo (-N=N-) csoport.





Adolf von Baeyer  
1835-1917



### A mesterséges indigó előállítás megalapozása

11. ábra

• Green 1887-ben az első szálonfejlesztett azo-színezéket<sup>8</sup> állította elő. A benzotiazol szerkezetű primulin bázist a szálon diazotálta, majd  $\beta$ -naftollal kapcsolta.

• 1888-ban fedezték fel az antrakinoid intermedierek olyan előállítási módját, amely az antrakinon színezékek sorozatának szintézisét tette lehetővé.

• 1889-ben a fehérje alapú szálak színezésére alkalmas első krómkomplex színezéket állították elő, amely azo-szerkezetű volt. Az 1893-1897 közötti időszakban számos savas színezéket sikerült kifejleszteni az alizarin szulfonálásával.

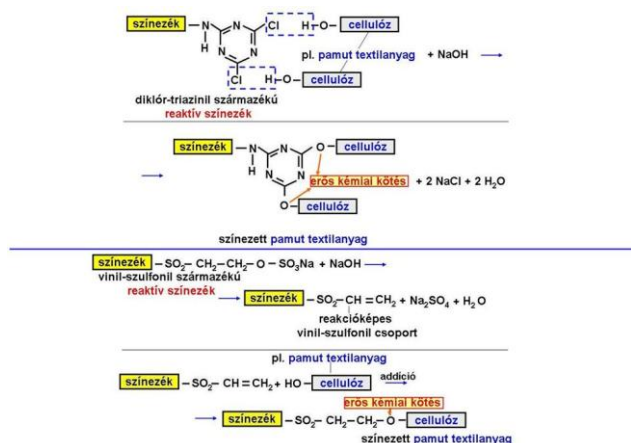
• Az 1893-1899 közötti években a kénes színezékek előállítása során bevezették a nátrium-poliszulfidos kénezést, így sikerült a jellegzetes és hosszú ideig használatos fekete kénes-színezékeket (Immedialschwarz FF, ill. Schwefelschwarz T) gyártani. Az első kék kénes-színezéket 1900-ban Weinberg és Herz,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

• 1900-1902-ben megjelentek a J-sav (amino-naftol-szulfonsav) származékú direkt színezékek.

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

• 1906-ban Friedländer a tioindigót szintetizálta.

• 1908-ban Haas előállította az első kénezett



Példa a régebbi reaktív színezékek felépítésére és kötődésükre

12. ábra

<sup>8</sup> A kívánt színezetet biztosító színezék két kiinduló vegyületből (naftol – mint kapcsoló – és diazokomponens) alakul ki a szálon végbemenő azokapcsolás során. Így a szál belsejében finom eloszlásban képződik a vízzoldhatatlan azopigment.

csávaszínezéket (Hydronblau R). 1911-ben megjelent a karbazol-alapú csávaszínezék.

• 1912-ben kezdte el gyártani a Griesheim-Elektron cég a Napftol-AS-t (2-hidroxi, 3-naftotesav-anilid), amelyet 1892-ben Schöppf fejlesztett ki.

• 1913-ban a BASF szabadalmaztatott több pigment előállítási technológiát.

• 1912-ben Bohn előállította az Erganszínezékeket (azosalicilsav krókomplex származék).

• 1915-ben Bazelben előállították a Neolan (savas fémkomplex) színezékeket.

• 1917-ben Gibbs felfedezésével lehetővé vált a ftálsavahidrid előállítása.

• 1921-ben Laska és Zitscher előállította a Naftol-AS-G-t. Szintén ebben az évben Bader és Sunder kifejlesztette az első indigoszol (vízzoldható leukocsa kénssavas észter) színezéket.

• 1922-ben König felfedezte a cianin származékú, pamut színezésére és nyomására alkalmas színezéket (Astraphloxin FF). Ugyanebben az évben Green és Saunders szintetizálta az első diszperziós színezéket (cellulózacetát színezésére).

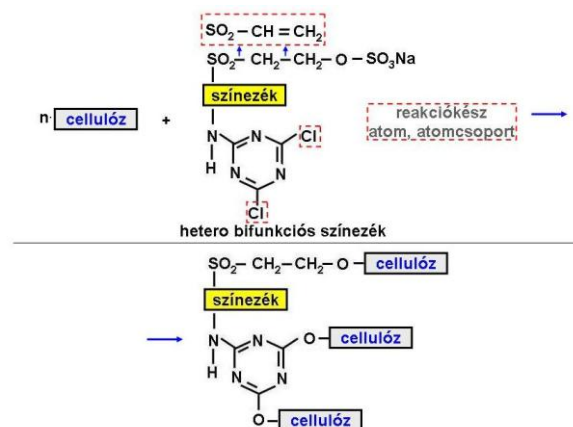
• 1924-ben forgalmazta a CIBA cég a cianursavkloriddal kombinált azoszínezék-sorozat első tagját (Chlorantlichtgrün BLL).

• 1930-ban kezdte el az IG Farben (Interessen Gemeinschaft Farben Industrie AG) gyártani a Rapidogén<sup>9</sup> színezékeket.

• 1934-ben forgalmazták az első ftalcianin<sup>10</sup> színezéket. A kémiai kutatásokat Linstead végezte, az alkalmazást Dandridge dolgozta ki.

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

• 1956-ban Rattee és Stephens munkájának eredményeként jelentek meg a reaktív (a szálanyag



Példa a hetero-bifunkciós reaktív színezékre és kötődésre

13. ábra

<sup>9</sup> A Rapidogén színezékeket korábban a nyomáson használták, mint a naftolok és diazóniumvegyületek készletetett kapcsolási keverékeit. Ezek korlátlan ideig tárolhatók, a kapcsolódáshoz a levegő széndioxidjánál erősebb sav kell.

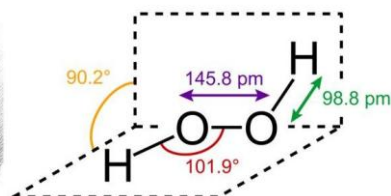
<sup>10</sup> A ftalcianin színezékeket ftálsav-dinitrilből állítják elő, pl. réz (Cu<sup>II</sup>) sóval, a keletkező ftalcianin-fémkomplex kiváló fényállóságú, élénk kék/türkiz alapvázat biztosít több színezékcsoporthoz.



Louis Jacques Thenard  
1777 - 1857

#### A hidrogén-peroxid felfedezése

14. ábra



aktív csoportjain kémiai reakcióban, erős kémiai kötéssel rögzítődő) színezékek (12. ábra). Ma már pl. a hetero-bifunkciós reaktív<sup>11</sup> színezékek használata jellemző (13. ábra).

A szín és a szerkezet közötti összefüggést már az 1800-as évek közepén kutatták. Először a telítetlen kromofor csoportokra vezették vissza a vegyület színeségét, ill. az ún. auxokróm részek (amelyek a vízdíszítő színezéksavak, ill. bázisok keletkezésében fontosak) alapján válhatott színezékké. Később a spektroszkópiai elemzések kiderítették, hogy kromofor-csoport nélküli szerves anyagok is képesek fényelnyelésre, igaz a színes jelleg csak az emberi szem érzékenységi határán belül követhető. A modernebb elméletek szerint a színes vegyületek a fényt azért abszorbeálják, mert az elnyelt fényenergia hatására a külső elektronhéj gerjesztett  $\pi$  elektronjai nagyobb energiaszintű pályára kerülnek. Leegyszerűsítve, a látható fény adott hullámhosszúságú színes összetevői részleges elnyelésével a visszavert spektrumszínt észleljük. A kiemelt részecskék (az ún.  $\pi$ -elektronok) könnyű gerjeszthetőségén (azaz a legkisebb aktivált állapot aránylag energiaszegény legyen) kívül fontos a frekvenciált atomok koplanáris (egy síkú) elhelyezkedése is.

### Segédanyagok

• A középkorban mosószereként ásványi szódát, főzött szappant használtak, a bóraxot fényesebb textilfelületek elérésére alkalmazták.

• Scheele már 1774-ben klóros vizet alkalmazott színezék-roncsolásra, fehérítési célokat szolgált a Tennant által előállított klórmész, majd 1886-tól terjedt el a klór lúgos oldata, a hipoklórossav nátriumsója (az ún. Hypo).

• A klórmentes-fehérítő, a hidrogén-peroxid később került előtérbe. Thenard nevéhez fűződik a peroxid-molekula első szerkezeti leírása 1818-ban (14. ábra).

• Az 1830-ban megjelent törökvörösolaj (szulfatált ricinusolaj) volt az első, nem szappanalapú mosó segédanyag.

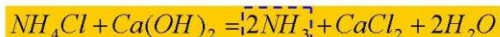
• A mosószerek előállításánál forradalmi változást hozott a mesterséges szóda gyártás beindítása 1863-ban, amely Ernest Solvay nevéhez fűződik (eljárását 1861-ben szabadalmaztatta) (15. ábra).

<sup>11</sup> Korábban a reakcióképes csoportok egyikének (pl. triazinil-származék), vagy másikának (pl. vinil-szulfonil jellegű) kizárólagos előfordulása volt jellemző. A legújabb fejlesztésű reaktív színezékekben egyszerre többféle aktív rész lehet a molekulában, így jöttek létre pl. a hetero-bifunkciós típusok. Ezeknél a monoklór-triazinil, ill. vinil-szulfonil együttesen vesz részt a szál aktiv-csoportjaival történő kötődésben.



Ernest Solvay  
1838-1922

- kevésbé környezetszennyező és gazdaságosabb szódagyártási módszert szabadalmaztatott 1861-ben
- ammóniagázt és szén-dioxidot vezettek tömény konyhasó-oldatba, csapadékként nátrium-hidrogénkarbonát vált le, amiből izzítással szódát nyertek



a széndioxidon kívül az ammónia is visszanyerhető

#### A mesterséges szódagyártás bevált nagyipari módszere

15. ábra

• 1913-ban Reychler belga vegyész feltalálta és előállította az első szintetikus mosószert, majd a felületaktív anyagok<sup>12</sup> sora következett

• 1880 körül Baeyer felfedezte, hogy a fenol és formaldehid reakciójából mesterséges-gyanta képződik.

• Az első fenoplaszt – mint gyantaszerű műanyag – megalkotása 1906-ban Baekeland nevéhez fűződik (névéből származik a *bakelit* szó).

• A karbamid-formaldehid gyantákkal történő, cellulózalapú szövetekre kiterjesztett gyűrődésmentesítést 1926-ban szabadalmazták. Később ez jelentette a vegyi méretállandósítás és a könnyű kezelhetőséget biztosító kikészítések során kémiai hátterét.

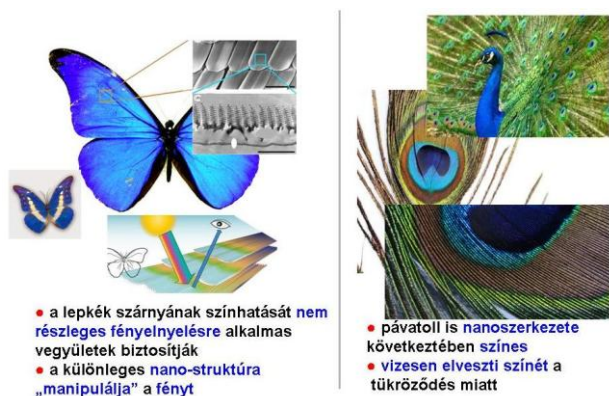
• Jóval később megjelentek a formaldehid-szegény ill. formaldehid-mentes műgyanták. Ezek egészségvédelmi szempontból fontosak, mert a felszabaduló nagyobb mennyiségű formaldehid allergiás reakciót, egyéb betegséget okoz.

• Az optikai fehérítők elődjeként alkalmazták a kékítőket a fehérség fokozására, azonban ezek csak a szemünknek kedvezőbb kékes színtónust biztosítottak a fehér textiliáknak (így nem tekinthetők klasszikus optikai fehérítőknek). Az első megbízhatóan alkalmazható optikai fehérítőszer az 1940 körül szabadalmaztatott diamino-sztilbén diszulfonsav volt.

• A színezési segédanyagoknál sorra kifejlesztették a kiegyenlítő (egalizáló) szereket, felhúzást javító, hidrotrop tulajdonságú, szintartósság javító utánkezelő segédanyagokat. A szintetikus szálak elterjedésével megjelentek a színezést megkönnyítő vivőszerek, a *carrierek*.

• Az enzimek (biokatalizátorok) textilipari alkalmazása egyre szélesebb körű lett, a nyers pamutszövetek maghéjtalanításától kezdve, a „peroxid-ölésen” át

<sup>12</sup> A felületaktív anyagok jellegzetessége, hogy molekuláik egy hidrofíl (vizet kedvelő) és egy vízutasztó ún. hidrofób (vizet nem kedvelő, a szilárd fázishoz orientálódó) részből épülnek fel. Így a határfelületen irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag felé, hidrofíl részével a folyadék fázis felé irányul. Emiatt a kapcsolatos segédanyagot többféle elnevezéssel illetik. A tenzid kifejezést 1960-ban Götte javasolta a latin *tensio* (=feszültség) kifejezésből levezetve, ami a határfelületi feszültség csökkentésére utal. A felületaktív anyag detergens néven is ismert, a latin eredetű kifejezés leegyszerűsítve a mesterséges előállítású tisztítószer elnevezésnek felel meg.



Színezék nélküli nanostruktúrák lesz a jövő?

16. ábra

(pl. a fehérités után visszamaradó hidrogén-peroxid aktív maradványainak eltávolítása) a farmerkoptatásig.

### Nanotechnológiai alkalmazások

Korunk egyik meghatározó területe a nanotechnológia, amely a műszaki funkcionális rendszerekkel molekuláris, ill. atomi szinten foglalkozik. Lényege az, hogy legalább egy dimenzió méretét az 1–100 nanométer jellemezze, így a kvantummechanikai hatások érvényesülnek. A textil- és textilruházati szakágazat a nanoszálak közvetlen és ilyen alapanyagú nemszőtt kelmék előállításán kívül is több helyen hasznosítja a nanoméretű beavatkozásokat. A szálgyártások során számos nanorészecske kerül előterébe adalékként, több nanojellegű kikészítő eljárással tudják a textilfelületeiket célirányosan módosítani. Különösen az egészségügy

és a gyógyászat területén jelentősek az ilyen textiliák, ill. termékek. Továbbá az UV-védelem területén, az öntisztuló termékek előállítása során, valamint az elektromos energia fejlesztése és tárolása kapcsán használhatók a nanoeredmények. A plazmakezeléssel kombinált különleges felületmódosító hatások (implantátumokkal elért víz- és szennytasztás, égéskésleltetés stb.) szintén nanokörülmenyek között érhetők el. A nanoMOF alkalmazások pl. a védőruházatok területén jelentenek nagy előrelépést. („nanoMOF” = a MOF az önálló vegyületcsoportot alkotó fémoxid-váz, fém-organikus anyagok – Metal-Organic Framework – rövidített gyűjtőneve. Ezek a kristályos felépítésű szervetlen-szerves vázszerkezetek két összehangolt egységből épülnek fel.)

Egyes nanostruktúrákkal színezék nélkül biztosíthatók színes felületek. Többek között a lepkék szárnyának színhatását nem részleges fényelnyelésre alkalmas vegyületek biztosítják a különleges nanostruktúra „manipulálja” a fényt (16. ábra).

### Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Rusznák István (szerk.): Textilkémia I.-II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [2] Marosi József – dr. Tanczos Ildikó: Kémiai technológia I., szakközépiskolai jegyzet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [3] A színezékkémia története.  
<https://docs.google.com/document/preview?hgd=1&id=1mUiNRO5or8ZEWlhSWmzrqWZQaGxLERt7-14BUeUZJZO>
- [4] Synthetic\_fiber.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic\\_fiber](http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_fiber)
- [5] Kutasi Csaba: Háztartási mosás, víztelenítés, szárítás. Magyar Textiltechnika, LXV. évf. 2012/5-6