

Megbízhatósági vizsgálatok a reaktív színezék megkötődési hányad meghatározásában

Nagy Henrietta Judit, Kuvik Annamária, Drégelyi Kiss Ágota, Kemény Sándor, Rusznák István, Víg András, Sallay Péter

Az itt következő cikk Nagy Henrietta Judit: Új színezési folyamatok, komplexképzők és szerepük egyes színezékek fotoiniciált átalakulásában című, 2008-ban benyújtott PhD értekezése alapján készült.

1. Bevezetés

A cellulóz alapú textíliák több mint 60%-át színezik reaktív színezékekkel. A forgalmazott érték évente meghaladja az egymillió dollárt. A fejlődést jól mutatja az a tény, hogy jelenleg 1150 különböző reaktív színezékszerkezetet ismernek (Colour Index Number) és ez a csoport évi 23 új taggal bővül [Burkinshaw 2004].

A reaktív színezési technológiák környezetvédelmi és gazdaságossági szempontból hátrányos jellemzője, hogy a színezékek cellulózzal való reakciójával párhuzamosan (a reaktív csoport típusától függően) a vízmolekulákkal is bekövetkezik reakció; vagyis a reaktív színezékek megkötődési hatásosságát rontja a megkötődést biztosító a reaktív csoport(ok) hidrolízise [Hunter 1999].

Ahhoz, hogy a cellulózon kovalensen kötött hányadot biztonsággal meghatározhassuk, ismernünk kell az irodalomban erre a célra javasolt módszereket és azok hibáit.

Shukla és munkatársai a szálon kötött színezék meghatározására az ún. kénsavas eljárást alkalmazzák, amelynek során a reaktív színezékkel színezett mintát tömény kénsavban feloldják, és a színezőfürdő kiindulási színezékkoncentrációjának ismeretében a kovalensen kötött színezékhányadot a kénsavas oldat abszorbancia értékéből határozzák meg [Shukla 1998]. Ezt az eljárást a későbbiekben **direkt (közvetlen) módszernek** nevezzük.

Egy másik módszer esetén a színezőfürdő kezdeti

abszorbanciáját a színezés befejezésekor visszamaradt és az öblítések során keletkezett oldatok egyesítése után mért abszorbanciával vetették össze, amiből a kovalensen kötött színezékhányad egyszerűen meghatározható [Lewis 2000], [Sumitomo 2000]. Ezt a módszert a későbbiekben **indirekt (közvetett) I. módszernek** nevezzük.

Más szerzők a színezék oldat abszorbanciájából és a színezett minta, öblítés előtt és után mért K/S értékéből határozzák meg a kovalensen kötött színezék hányadot [Cai 1999], [Washimi 1998], [Zhei 1998]. A módszert **indirekt (közvetett) II. módszerként** említjük.

A munka célja tehát heterobifunkciós reaktív színezékekkel színezett pamutszöveten, a megkötött színezék mennyiségének mérésére alkalmas három kiválasztott analitikai módszer pontosságának meghatározása volt.

A kísérleti pontosság összehasonlítására legmegfelelőbb módszernek a minták középértékeinek összehasonlítására kifejlesztett, a teljes variancia felbontásával dolgozó ANOVA (**Analysis of variance**) eljárás látszott megfelelőnek.

2. Anyagok

2.1. Szubsztrátum

109 g/m² fehérített, mercerezett pamutszövet.

2.2. Színezékek

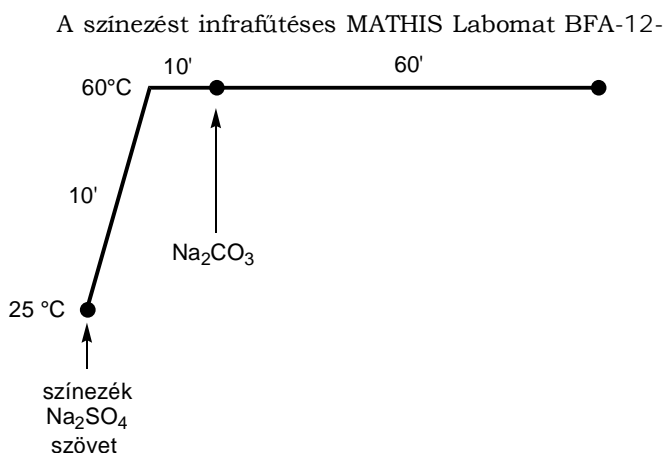
Színezési kísérleteinket a SUMITOMO Chemical Ltd. heterobifunkciós reaktív azoszínezékeivel (1. táblázat) végeztük (reaktív csoportok: monoklór-triazin és vinil-szulfon).

1. táblázat: Az alkalmazott heterobifunkciós reaktív azoszínezékek

A színezék sorszáma	A színezék megnevezése	Color Index (C.I.) elnevezés / C.I. konstitúciós szám	Szerkezet	Színezékcsoport		Molekulatömeg [g/mol]	Λ_{\max} vizes oldatban (pH=5,41) [nm]
				Szerkezet szerint	Felhasználás szerint		
1	B' színezék	*		monoazo	heterobifunkciós (MCT-VS**) reaktív	940	502
2	C' színezék	C.I. Reactive Red 241 / 18220		monoazo	heterobifunkciós (MCT-VS**) reaktív	1133	542

3. Eszközök és módszerek

3.1. Színezés



1. ábra. Színező program a megkötődött színezékhányad vizsgálatahoz

es laboratóriumi színezőberendezésben végeztük az 1. ábrán bemutatott színezőprogram szerint.

A színezett kelme tömege: 5 g.

Nominális színezékkoncentráció (kifestés): 0,6 %, valamint 3 %. (Nominális színezékkoncentráció (kifestés): a szövet tömegére megadott színezékkoncentráció [g színezék/100 g szövet].)

Fűrdőarány: 1:50

Mosási eljárás:

1. 20°C-os desztillált víz (5 min),
2. 50°C -os desztillált víz + 3 ml/l 48 %-os ecetsav (5 min),
3. 90°C -os desztillált víz (5 min),
4. 95°C -os desztillált víz (5 min),
5. 50°C -os desztillált víz (5 min),
6. 20°C -os desztillált víz (5 min),
7. 20°C -os desztillált víz (5 min).

Minden mosási lépésben 250 cm³ folyadékot használtunk [Sumitomo 2000].

3.2. A megkötődött színezékhányad meghatározási módszerei

3.2.1. Direkt módszer

A direkt módszer esetén először hét pontos kalibrációs görbét készítettünk, különböző, ismert koncentrációjú (5·10⁻⁶ g/dm³-től 5·10⁻⁵ g/dm³-ig), 0,1 g szövetet és 10 cm³ kénsavat tartalmazó 25 cm³-es térfogatú színezékoldatok abszorbancia mérésével HP UV-VIS diódasoros spektrofotométeren.

A megszínezett, szétfoszlatott 0,1 g-os szövetmintát jégén hűtött 10 cm³ cc. H₂SO₄-ban feloldottuk, és óvatosan egy 25 cm³-es 10 cm³ vizet tartalmazó lombikba öntöttük, amit azután jellegileg töltöttük desztillált vízzel. Ezt követően az elkészített kénsavas oldatot fotometráltuk (A_{Sz}).

Egyidejűleg mértük az abszorbanciáját 0,1 g fehér szövet 10 cm³-es kénsavas oldatának, amelyet vizes színezékoldattal szintén 25 cm³-re hígítottuk (A_V). A két abszorbancia különbsége (A_{Sz}-A_V) adja a kovalensen

kötött színezékmennyiség abszorbanciáját (A_f). A kalibrációs görbe alapján meghatároztuk az A_f abszorbanciához tartozó színezékmennyiséget (c_d).

A leolvasott színezékmennyiség azonban a bemért kereskedelmi színezék teljes színezéktartalmának megkötődése esetén adná az A_f abszorbanciát.

Ezért a megkötött színezékmennyiség (C_f), a színezéshez ténylegesen bemért kiindulási színezékkoncentráció ismeretében (c₀) a következő összefüggéssel számítható (eq. 1.):

$$C_f[\%] = \frac{C_{Td}}{c_0} * 100 \quad \text{eq. 1}$$

ahol

C_f [%]: a megkötött színezékhányad a kiindulási színezőfürdő (100%) %-ában kifejezve,

C_{Td}: az 5 g szöveten megkötődött színezékmennyiség [g/dm³],

c₀: a színezéshez bemért kiindulási színezékkoncentráció [g/dm³].

(Mivel a kénsavas oldásokhoz használt minta tömege 0,1 g, és a színezett minta tömege pedig 5 g volt, ezért a 0,1 g mintán megkötődött színezékmennyiség (c_d) 50-szeresét (C_{Td}.) vettük.)

3.2.2. Indirekt I. módszer

Az indirekt I. módszer esetén a színezés után maradt kimerült színezőfürdőt és a mosófolyadékokat egyesítettük, térfogatát desztillált vízzel 2000 cm³-re egészítettük ki.

A kiinduló színezőfürdőből nyolcszoros hígítású oldatot készítettünk.

A λ_{max}-on HP UV-VIS spektrofotométeren mértük

• a kiindulási színezékfürdő abszorbanciáját (A₀) és

• a színezés után kapott öblítő fürdők és a maradék színezékfürdő egyesített oldatának abszorbanciáját (A_{uf}).

Mivel színezéskor az alkalmazott színezékkoncentrációban az abszorbancia és a koncentráció összefüggése általában nem lineáris, mindkét oldatot - az abszorbancia mérés előtt - megfelelő arányban hígítani kell. A színezékmegkötés arányának számításakor a hígításokat (x₁ = a kiindulási fürdő hígítása, x₂ = az öblítő fürdőkkel egyesített fürdő hígítása) figyelembe kell venni (eq. 2.).

$$C_f[\%] = 100 * \left(1 - \frac{A_{uf} x_2}{A_0 x_1} \right) \quad \text{eq. 2}$$

ahol:

C_f [%]: a megkötött színezékhányad a kiindulási színezőfürdő (100%) %-ában kifejezve,

A_{uf}: az öblítő fürdőkkel egyesített maradék színezőfürdő abszorbanciája,

A₀: a kiindulási színezőfürdő abszorbanciája,

x₁: a kiindulási színezőfürdő hígítása,

x₂: az öblítő fürdőkkel egyesített fürdő hígítása.

3.2.3. Indirekt II. módszer

Az indirekt II., vagyis a reflexiós spektrumon alapuló módszer esetén mértük a minták színezése előtti és utáni színezőfürdők abszorbanciáját HP UV-VIS spektrofotométeren, majd mosás előtt és után a színezett száraz minták (mosás: desztillált vízben, szárítás:

száritószekrényben 105 °C-on) reflexiós spektrumát (reflektanciáját) DATACOLOR Microflash 200 reflexiós spektrofotométerrel. (Alkalmazott szoftverek: Datamach 3.0 és Datamaster 2.3.1.)

A reflektancia értékekből K/S értékeket számítottunk a Kubelka-Munk egyenlettel, és meghatároztuk a szöveten megkötött színezék mennyiségét a következő összefüggéssel:

$$C_f [\%] = \left[\left(1 - \frac{A_{ufy} y}{A_0 x_1} \right) * \frac{(K/S)_2}{(K/S)_1} \right] * 100 \quad eq.3$$

ahol:

C_f [%]: a megkötött színezékhányad a kiindulási színezőfürdő (100%) %-ában kifejezve,

x_1 : a kiindulási színezőfürdő hígítása,

y : a maradék színezőfürdő hígítása,

A_{ufy} : a maradék színezőfürdő abszorbananciája,

A_0 : a kiinduló színezőfürdő abszorbananciája,

$(K/S)_2$: a kimosott minta K/S értéke,

$(K/S)_1$: a kimosatlan minta K/S értéke.

3.3. Box-plot diagram szerkesztése az ANOVA vizsgálatok alapján

A megkötött színezékhányad vizsgálati módszereinek statisztikai értékeléséhez ANOVA vizsgálatokat végeztünk a STATISTICA 7.0 programcsomag segítségével [Montgomery 1991].

Az úgynevezett box-plott ábrázolás mutatja meg az esetleges aszimmetriákat az eloszlásban. A vízszintes tengelyen a nominális színezékkoncentrációt, míg a függőleges tengelyen a megkötött színezékhányadot tüntettük fel.

A „doboz” közepén levő pont a medián (median), a doboz lapjai a kvartilisek, a dobozból kinyúló vonalak (kerítés) az adatok terjedelmét mutatják (non-outlier range). A dobozon belül található az adatok 25–75%-a. A kerítésen kívül lévő pontok az úgynevezett kieső pontok (outliers), amelyek kívül esnek a vizsgálati tartományon. Az ún. extrém pontok (extremes) valószínűtlen mérési eredmények, amelyek súlyos mérési hibából, vagy elírásból származhatnak.

4. Az eredmények és értékelésük

4.1. A megkötött színezékmenyiség meghatározására szolgáló módszerek varianciaanalízises modelljei

A varianciaanalízis segítségével megbecsültük a kísérleti eredményeket befolyásoló tényezők hatását és a mérés véletlen hibáját, miután megállapítottuk, hogy a varianciaanalízis alkalmazhatóságának feltételei teljesültek. Ezek a feltételek a következők:

- a reziduumok (mért értékek és a modell egyenletek alapján számított értékek különbsége) véletlenszerűen ingadoznak zérus körül,
- a reziduumok normális eloszlásúak, azaz az ún. Gauss-hálón egyenest adnak,
- a minták homogének.

A direkt, valamint az indirekt I. módszer alkalmazásakor az elképzelt modellben három -a kísérleti eredményeket befolyásoló- faktort vizsgáltuk:

- α = a mérőesorozat száma (különböző napok) [véletlen faktor],
- B = a színezék koncentrációjának esetleges ha-

tása [rögzített faktor],

- γ = az ismételt színezés hatása.

A kísérleti eredmények értékelésekor a következő elméleti modellel dolgoztunk (eq. 4.):

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + B_j + \alpha B_{ij} + \gamma_{k(ij)} + \varepsilon_{l(ijk)} \quad eq. 4$$

ahol:

y_{ijkl} : az i -ik napon, j -ik koncentrációval, k -ik színezéssel és l -dik párhuzamos analitikai méréssel kapott színezékhányad,

μ : a várható érték (megkötött színezékhányad),

α_i : az i -ik nap hatása,

B_j : a j -ik színezékkoncentráció hatása,

αB_{ij} = az i -ik nap és a j -ik színezékkoncentráció kölcsönhatása,

γ_k : a k -ik színezés hatása

$\varepsilon_{l(ijk)}$: az l -ik ismételt analízis okozta kísérleti hiba.

Mindkét módszer esetén $i=3$ különböző napon mértük, $j=2$ (0,6% és 3%-os) színezékkoncentrációval dolgoztunk és a színezés műveletét $k=3$ -szor ismételtük meg.

A közvetlen és a közvetett módszer között a modellben az az eltérés, hogy a közvetett módszert alkalmazva nincs ismételt kémiai analízis, azaz $l=1$, míg közvetlen módszer esetén $l=3$.

A **indirekt II. módszert** alkalmazva 5 különböző ponton is meghatároztuk a színezékkoncentrációval arányos K/S értéket, amely az előző modellhez képest egy további véletlen faktor megjelenését eredményezi, így a 4. egyenlet kibővül.

Az alkalmazott elméleti modell a következő:

$$y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + B_j + \alpha B_{ij} + \gamma_{k(ij)} + \delta_{l(ijk)} + \varepsilon_{m(ijkl)} \quad eq.5$$

ahol:

$\delta_{l(ijk)}$: az l -ik mérési pont hatása [véletlen faktor, függ a szövet színezésének egyenletlenségétől]

$\varepsilon_{m(ijkl)}$: a kísérleti hiba ($m=1$).

4.2. A színezések hatékonysága és a mérési adatok pontosságának (megbízhatóságának) értékelése ANOVA eljárással

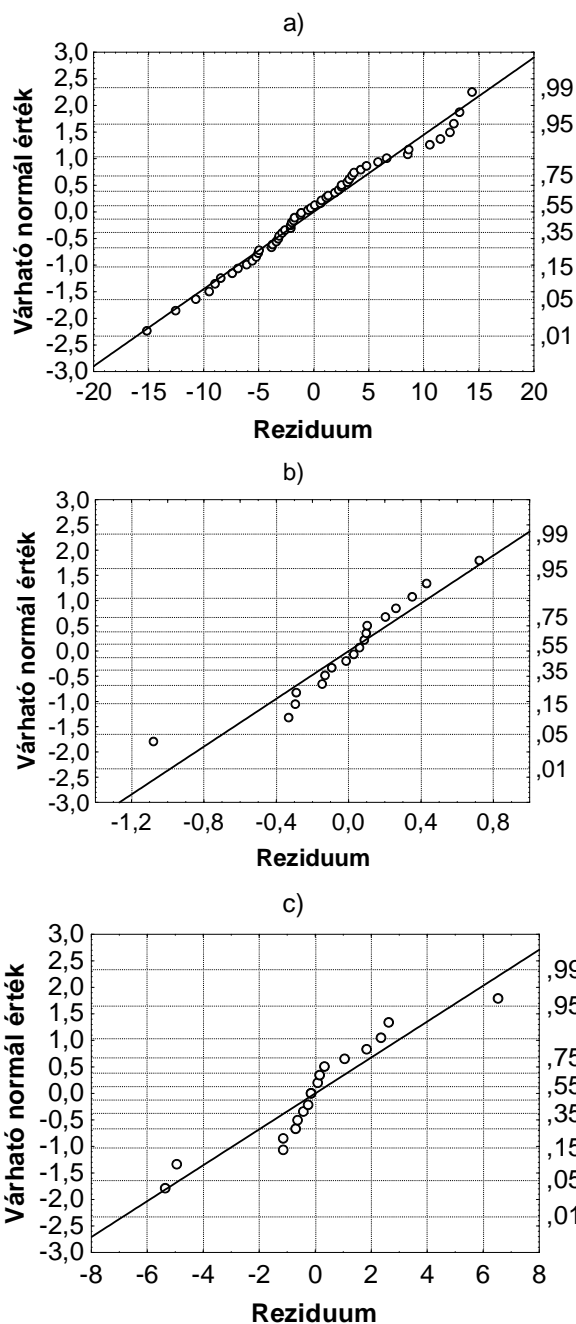
A B', illetve C' reaktív színezékek pamutszöveten két nominális koncentrációban (0,6 % és 3 % (g színezék/100 g szövet)) három-három párhuzamos és három-három ismételt színezést végeztünk pamutszöveten. Így összesen $2 \times 2 \times 9$, azaz 18 db B'-vel és 18 db C'-vel színezett mintát kaptunk.

A színezett minták színének egyenletességét egy-egy mintán mérhető színkülönbségek (ΔE^*_{ab} értékek) mérésével követtük reflexiós spektrofotométerrel. Megállapítottuk, hogy a ΔE^*_{ab} értékek szórása a hibahatáron belül maradt ($\Delta E^*_{ab} \pm 0,2$).

Az ANOVA vizsgálataink B' és C' színezék esetén, - a módszerek hatékonyságát illetően - azonos tendenciájú eredményekre vezettek, melynek részleteit a C' színezék példáján vezetjük le. A box-plot ábrát viszont, mindkét színezékre bemutatjuk.

A két színezék esetén a három meghatározási módszer alkalmazásakor vizsgáltuk a reziduumok ingadozását. Mindhárom módszerrel a minták szórása véletlenszerű a zérus körül, nem mutat semmiféle tendenciát, tehát a reziduumok normális eloszlásúaknak tekinthetők, zérus várható értékkel.

A reziduumok eloszlását ábrázoltuk a Gauss-féle koordináta rendszerben C' színezék esetében a 2/a,b,c ábrán.



2. ábra. A reziduumok eloszlása C' színezék esetében
a) direkt, b) indirekt I., c) indirekt II. módszer

A normális eloszlást ellenőrző Gauss-hálós ábrán – a C' színezék esetében – a reziduumok a berajzolt egyenes körül véletlenszerűen ingadoznak. Tehát a reziduumok eloszlása megfelel a kritériumnak.

Elvégeztük a Statistica 7.0 programmal a Hartley-, a Cochran- és a Bartlett-próbákat, amelyek alapján mintáink homogének [Lindman 1991], [Montgomery 1991].

A varianciaanalízis alkalmazhatóságának valamennyi feltétele teljesült, ezért igazoltan választottuk mérési módszereink értékeléséhez.

2. táblázat: Egyszerűsített szórásnégyzeti táblázat (ANOVA-táblázat) a direkt mérési módszer értékeléséhez Statistica 7.0 programcsomag segítségével C' színezékre

Az eltérés forrása	DF	MS	F	p
α	2	60,313	1,21	0,452
B	1	445,978	8,98	0,096
αB	2	49,669	2,25	0,148
γ	12	22,097	0,34	0,977
Error	36	65,897		

MS : szórásnégyzet,

p : valószínűség,

DF : szabadságfok, amely a mérések számától függ,

F : az F próbat statisztika értéke, a szórásnégyzetek összehasonlításából.

Az elvégzett próbák azt mutatták, hogy nincs szignifikáns eltérés egyik faktor esetén sem 95%-os szignifikancia szinten, tehát egyik faktornak sincs szignifikáns hatása a mérési eredményekre a **direkt módszer** alkalmazásakor ($p > 0,05$) (2. táblázat).

A közvetlen módszer hibája pedig C' színezékre 65,9 %², tehát a mérés szórása 8,12 %. A közvetlen mérés szórása B' színezék esetén: 5,20 %.

3. táblázat: Egyszerűsített szórásnégyzeti táblázat (ANOVA-táblázat) a indirekt I. módszer értékeléséhez Statistica 7.0 programcsomag segítségével C' színezékre

Az eltérés forrása	DF	MS	F	p
α	2,000	0,571	15,14	0,062
B	1	60,904	1616,68	0,001
αB	2	0,038	0,18	0,835
Error	12	0,205		

(A táblázat jelöléseinek magyarázatát lásd a 2. táblázat alatt.)

A **indirekt I. módszer** esetén a mérési sorozatnak (a) nincs szignifikáns hatása a mérési eredményekre 95%-os szinten ($p > 0,05$), míg a névleges koncentráció (B) viszont befolyásoló hatású ($p < 0,05$).

A mérésre számítható, ismétlésekből eredő variancia becslése C' színezékre: 0,205 %², szórása 0,45 %, amely tartalmazza az analízis okozta hibát és az ismételt színezés okozta hibát is. B' színezékkel a szórás: 0,52 % (3. táblázat).

4. táblázat: Egyszerűsített szórásnégyzeti táblázat (ANOVA-táblázat) a indirekt II. mérési módszer értékeléséhez Statistica 7.0 programcsomag segítségével C' színezékre

Az eltérés forrása	DF	MS	F	p
α	2	2,530	1,998	0,334
B	1	9267,357	7318,157	0,000
γ	12	0,327	1,071	0,397
αB	2	1,266	3,876	0,050
δ	72	9,734		
Error	0	0		

(A táblázat jelöléseinek magyarázatát lásd a 2. táblázat alatt.)

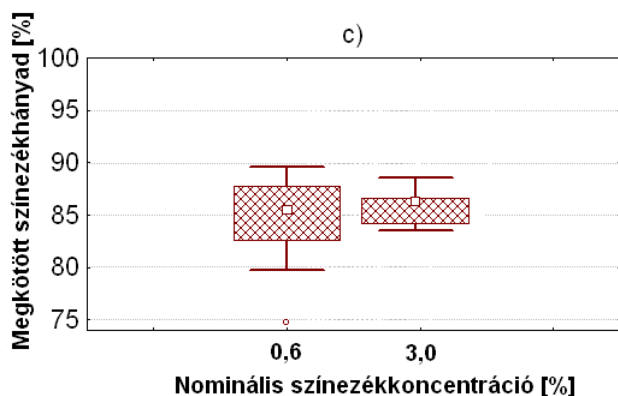
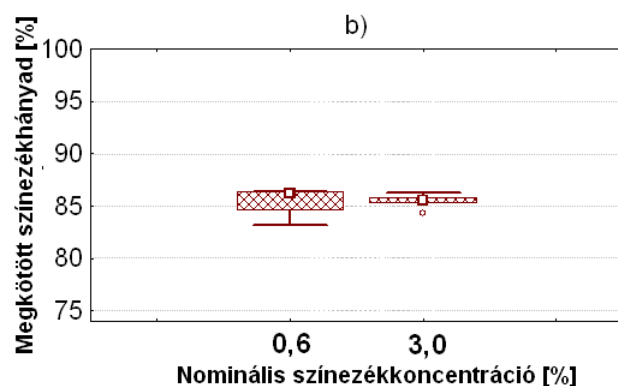
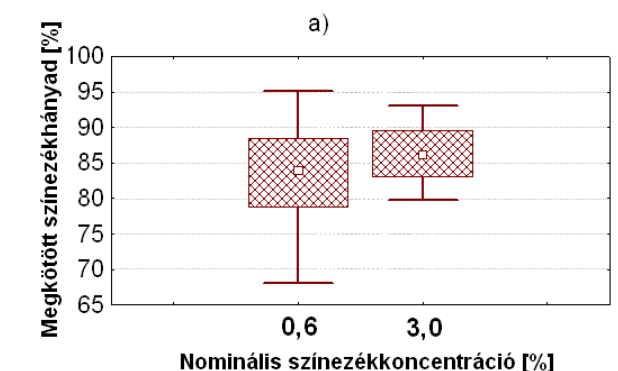
Az **indirekt II. módszerre** hatással van a színezékkoncentráció változása ($p < 0,05$). A mérési pontok egymástól való eltéréseit önállóan nem értékelhettük ki, mivel nem történt olyan ismétlés, amely az adott,

ismételt színezéssel elkészített pamutszövet reflektanciáját többször megmérte volna.

A szórásokat viszont becsülhettük, de a mérési pontokra vonatkozó szórás tartalmazza a reflektancia mérés hibáját is.

A mérési pontok eltéréseire vonatkozó becslt variancia értéke – a koncentrációval arányos K/S érték mértékegységeire vonatkoztatva C' színezékre – $9,734 (K/S)^2$; a szórása: $3,12 (K/S)$. B' színezékekkel a szórás értéke: $3,20 (K/S)$ (4. táblázat).

A mérési adatok közötti összefüggést jól szemléltetik a medián-kvartilis box-plot diagramok (B' színezékre a 3/a,b,c ábra, a C' színezékre a 4/a,b,c ábra).



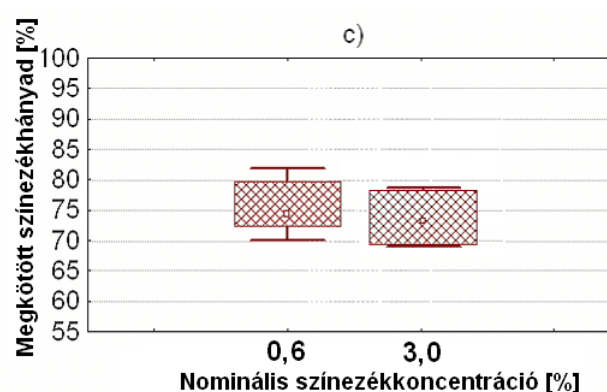
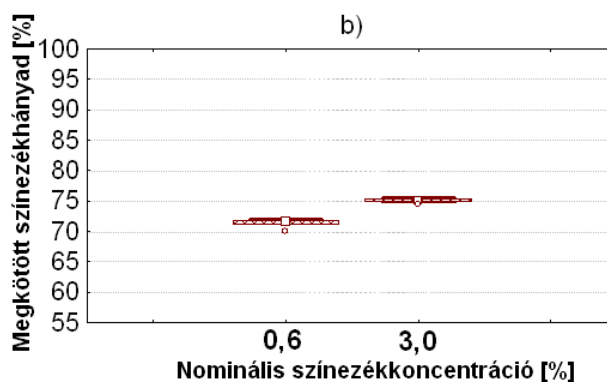
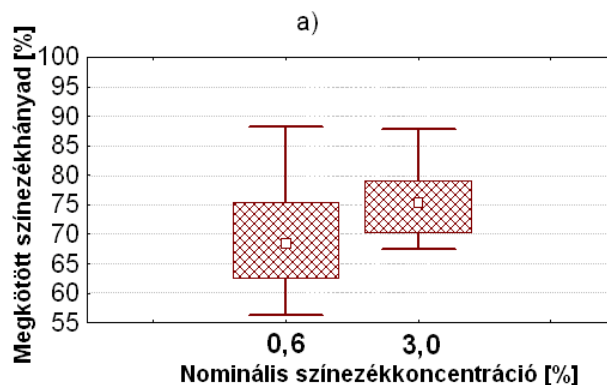
Jelölések:

- Medián
- ▨ 25%-75%
- Adatterjedelem
- Kieső pont
- * Hibás pont

3. ábra. Medián-kvartilis blox-plot diagram a B' színezék megkötött színezékhányad meghatározási módszereire
a) direkt módszer, b) indirekt I. módszer, c) indirekt II. módszer

A B' színezék esetén – kisebb névleges színezék-koncentráció mellett – a közvetett I módszer kicsit bizonytalanabb. Közvetlen módszernél az adatok szórása nagyobb, (azaz, nagyobb számú mérés szükséges a megfelelő pontosság eléréséhez) a kisebb koncentráció esetén a pontosság is kisebb. Az közvetett II. meghatározás során is bizonytalanabb a módszer a kisebb koncentrációk tartományában.

A C' színezék esetében az **indirekt I. módszer** megbízható, míg a **direkt módszerrel** nagyobb a szórása az adatoknak. Mindkét esetben, a kis koncentrációban pontatlanabb a mérés.



4. ábra. Medián-kvartilis blox-plot diagram a C' színezék megkötött színezékhányad meghatározási módszereire
a) direkt módszer, b) indirekt I. módszer, c) indirekt II. módszer

Az **indirekt II. módszert** alkalmazva, az eddigiek-től eltérően, nagyobb névleges színezék koncentráció esetén bizonytalanabb a módszer.

5. Összefoglalás

Két heterobifunkciós reaktív azoszínezék (B' és C') három, megkötődött színezékhányad meghatározási módszerét az 5. táblázatban hasonlítjuk össze.

Látható, hogy mindkét színezék esetén az **indirekt I. módszer** bizonyult a legpontosabbnak, ezt követi a K/S mérésen alapuló, közvetett II., majd közel egy nagyságrenddel gyengébb a közvetlen módszer az **indirekt I.-es módszer**hez képest, azaz azonos pontosság eléréséhez tízszer több párhuzamos mérés szükséges.

A közvetlen módszer metodikailag is problematikusabb, mivel a vizsgálat biztonságtechnikailag veszélyesebb, a tömény kénsavval végzett művelet miatt.

A három módszer egymáshoz képest nem torzít, vagyis ugyanazon átlag körül ingadozó értéket ad. Ezt a megállapítást háromféle számítással igazoltuk (Sign-test, Wilcoxon Matched Pairs-test, Páros-t-próba) [Lindman 1991], [Montgomery 1991].

Felhasznált irodalom

[Burkinshaw 2004] Burkinshaw S. M.: The dyeing and printing of nylon 6,6 with reactive dyes in Reactive Dyes: A Celebration of 50 Years of Innovation, International Symposium (Manchester), 2004.

- [Cai 1999] Cai. Y., Pailthorpe.M.T., David S.K.: A New Method for Improving the Dyeability of cotton with reactive dyes *Textile Research Journal* **69** (1999) 440-446.
- [Hunter 1999] Hunter A., Renfrew M.: Reactive dyes for textile fibres *Society of Dyers and Colourists* (1999) 170-180.
- [Lewis 2000] Lewis D. M., Yao J.: Crosslinking a hydroxyethylsulphonyl dye on cotton to achieve covalent fixation in a long- liquor process *Journal of the Society of Dyers and Colourists* **116**. (2000) 285-290.
- [Lindman 1991] Lindman H. R.: Analysis of variance in experimental design *Springer* (1991) 22-52
- [Montgomery 1991] Montgomery D. C.: Design and analysis of experiments 3rd edition, *John Wiley* (1991) 36-58.
- [Shukla 1998] Shukla S. R.: Mathur and Chatterjee L., Selecting reactive dyes for all-in dyeing of polyester /cotton blends *Journal of the Society of Dyers and Colourists* **114**. (1998) 254-257.
- [Sumitomo 2000] Sumitomo Dyestuffs - Sumitomo Chemical LTD. 2000. Osaka. Japan
- [Washimi 1998] Washimi T., Yamamoto K.: An environmentally conscious low salt dyeing method "let's method" *Sumitomo* **5** (1998)
- [Zhei 1998] Zhei H., Hebeish .A.: Dependence of the dyability of modified cotton on the substituents and the nature of the dye *Journal of the Society of Dyers and Colourists* **115** (1998) 218-223.

5. táblázat. A három mérési módszer összehasonlítása

Színezék		A színezékmegkötődés vizsgálati módszere					
Színezéknév	Nominális színezékkoncentráció [%]*	Direkt		Indirekt I		Indirekt II	
		Megkötött színezékhányad [%]	ANOVA szórás [%]	Megkötött színezékhányad [%]	ANOVA szórás [%]	Megkötött színezékhányad [%]	ANOVA szórás [K/S]
Sumitomo B	0,6	83,3	5,20	85,3	0,52	84,5	3,20
	3	86,0		85,4		86,5	
Sumitomo C	0,6	69,5	8,12	71,4	0,45	75,5	3,12
	3	75,2		75,1		73,3	

* Nominális színezékkoncentráció (kifestés): a szövet tömegére megadott színezékkoncentráció [g színezék/100 g szövet].

* * *

A szerzők elérhetősége:

Nagy Henrietta Judit, Kuvik Annamária,
Rusznák István, Sallay Péter:
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szerves
Kémia és Technológia Tanszék, 1521 Budapest

Drégelyi Kiss Ágota, Kemény Sándor:
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Kémiai
és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék, 1521 Budapest
Víg András:
Magyar Tudományos Akadémia, Budapesti Műszaki és Gazda-
ságtudományi Egyetem Szerves Kémia és Technológia Tanszé-
ki Kutatócsoport, 1521 Budapest