

〈研究論文(學術)〉

무장력 머어서화 綿에 대한 反應性 染料의 染色性에 관한 研究

崔喆鎬 · 李元姬 · 李燦旻

全南大學校 師範大學 家政教育科
(1991. 2. 22 접수)

A Study on the Dyeing Properties of Slack-Mercerized Cotton with Reactive Dyes

Choi Chul-Ho, Lee Won-Hee and Lee Chan-Min

Department of Home Economics Education, Chonnam National University
(Received February 22, 1991)

Abstract—The influences, that various mercerization conditions had on the dyeing property of cotton fiber, were studied. Crystallization degrees accompanied by lattice transformation of slack-mercerized cotton by IR spectroscopic analysis and morphology of the slack-mercerized cotton by SEM were observed in this research. The above results were as follows;

1. Equilibrium dye adsorption rates of slack-mercerized cotton with C. I. Reactive Blue 19 were gained in the case of 8M NaOH, 10°C, 20 min., about 2 times as large as the rates of untreated cotton and gained about 2.5 times in the case of 8M NH₃, 10°C, 20 min.
2. Equilibrium dye adsorption rates of slack-mercerized cotton with C. I. Reactive Blue 2 were gained in the case of 2M NaOH, 10°C, 20 min., about 1.7 times as large as the rates of untreated cotton and gained about 2.4 times in the case of 8M NH₃, 10°C, 20 min.
3. It was confirmed by SEM that untreated cotton fibrils are formed in the shape of screw and treated cotton is rearranged in the direction of fiber axis.

1. 緒 論

알칼리에서 膨潤된 綿纖維의 직접染料과 환원染料에 대한 染色性에 관해서는 1978년 Bredereck 등¹⁾을 비롯하여 Kirillova, Chavan 등^{2,3)}에 의하여 研究되어 왔으나 反應性 染料에 의한 머어서화 綿의 染色性을 고찰한 研究는 그리 많지않다. 反應性 染料은 1956년경에 英國의 I. C. I사에서 개발된 染料로서 셀룰로오스 纖維에 대하여 선명한 색상과 우수한 견뢰도를 갖고 있는 것으로 평가되고 있으며 셀룰로오스의 OH기에 分置換하는 親核性 置換 反應하는 것과 Michael type의 添加反應에 의한 Ether結合을 하는 것으로 구별되고 있다. 無張力 머어서화⁴⁾는 濃水酸化나트륨 水溶液 또는 암모니아 中에서 無張力 綿纖維가 膨潤하는 現象을 말하는데, 綿은 이들 시약 中에서 셀룰로오스 分子사슬간의

van der Waals結合과 수소結合이 끊어지게 되므로서 셀룰로오스 分子가 膨脹하게 되어 이들 分子의 再編成과 再配列이 쉽게 된다. 이때 膨潤된 綿에서 使用試藥을 除去하면 纖維分子鎖들이 새로운 結合을 하게 되어 각각 셀룰로오스 II, III의 格子를 갖는 綿纖維가 얻어진다. 일단 머어서화된 綿은 화학 反應性이 좋아지는 것으로 報告^{8,10)}되고 있다.

本 研究에서는 染料에 대한 親和力과 化學的 反應性을 增進시키기 위해 여러 條件으로 綿纖維를 無張力 狀態에서 머어서화한 後, 이 試料를 Vinyl sulfone型和 Monochlorotriazine型 反應性染料로 染色하여 각 試料의 染色時間에 따른 染着量, 染着速度와 平衡染着量을 比較하고 無張力 머어서화 綿의 結晶性과 表面觀察을 통하여 染色性을 유추하는 한편 머어서화 條件에 따른 綿의 染色性을 糾明하고자 한다.

2. 實 驗

2.1 試料 및 試藥

2.1.1 試料

I. S 社(Kwang-Ju, Korea)에서 製織한 綿 100%의 平織物(65×64/inch)을 발호, 정련, 표백하여 얻었다.

2.1.2 試藥 및 染料의 精製

本 研究에서는 DMF, Acetone, Sodium hydroxide, Ammonia water, Acetic acid, Triton X-100, Na₂SO₄, 석유 에테르 등의 市販 1 級品 試藥을 그대로 使用하였으며 反應性 染料(Remazol Brilliant Blue R, Procion Blue HB)는 E. Kissa⁹⁾의 方法으로 精製하여 使用하였다.

2.2 綿織物의 머어서化 加工¹¹⁾

정련, 漂白한 無張力 狀態의 試料를 恒溫槽에 設置한 反應槽에서 욕비 50:1로 2, 4, 6, 8몰의 水酸化 나트륨 水溶液으로 10, 30, 60℃로 10分間 處理한 다음, 溫水(70℃)로 水洗하였고 암모니아에서 處理한 試料는 증류수로 水세한 後에 공기 中에서 30分間 방치하였다. 암모니아와 水酸化나트륨 混合水溶液에서 處理한 試料는 水酸化나트륨으로 處理한 試料와 同一한 方法으로 後處理하였다. 이상의 試料는 熱風乾燥機에서 4시간 건조시킨 後에 데시케이터에서 48시간 이상 保管하였다.

2.3 染色

各 條件의 알칼리, 암모니아 處理 綿과 未處理 綿을 Procion Blue HB(monochlorotriazine type), Remazol Brilliant Blue R(vinyl sulfone type)¹⁴⁾으로 染色하여 染色量을 比較하였으며, 染色條件은 綿織物 90 mg 씩을 染料농도 $4 \times 10^{-5} M$, pH 7.8-8.0에서 溫度 80℃(Procion Blue HB), 60℃(Remazol Brilliant Blue R)로 90분간으로 하였다.

染色量은 染色과정 中에 일정시간마다 Visible spectrophotometer (Baush&Lomb)로 染浴을 各各 607, 650 nm에서 測定하여 檢量線을 구하여 定量하였고, 平衡染色量은 48시간 染色하여 얻었다.

2.4 無張力 머어서化 綿織維의 IR分析 및 SEM에 의한 側面觀察

未處理綿과 處理綿의 IR spectra는 KBr disc방

법으로 Shimadzu IR-43型을 使用하여 얻었으며 各 試料의 側面 Morphology는 주사형 電子顯微鏡 (Model JSM-35C, Japan)을 使用하여 가속전압 15 kV로 4,000배율에서 觀察하였다.

3. 結果 및 考察

綿을 水酸化나트륨과 암모니아로 處理하면 分子의 結晶이 감소되고 非結晶이 增加하며 一部는 格子變形을 한다. 이는 綿의 吸濕性 및 染料의 親和力과 化學反應性에 影響을 미치는 것으로서 Cellulose의 OH기에 치환, 부가하는 反應性 染料로 染色하여 봄으로서 머어서化 條件의 衡平을 확실히 할 수 있을 것이다.

Table 1은 10, 30, 60℃에서 水酸化나트륨 또는 암모니아 2, 4, 6, 8몰로 30분간 處理한 綿纖維를 Vinyl sulfone型 反應性 染料로 60℃에서 染色하여, 매시간별로 染料의 吸着量을 測定하여 얻은 結果이다. 水酸化나트륨이나 암모니아 8몰, 10℃로 處理한 綿의 染色量이 各各 약 2배에서 2.5배로 많았고, 10℃에서 짙은 濃度の 水酸化나트륨으로 處理한 綿일 수록 初期 染色量이 많았다. 암모니아 處理綿의 初期 染色量은 未處理綿과 處理綿이 거의 같은 傾向을 나타냈으나 2몰, 30℃에서 處理된 綿만 다소 많은 값을 나타냈다.

Table 2는 各各의 條件에서 水酸化나트륨 또는 암모니아로 處理한 綿을 Monochlorotriazine型 反應性 染料로 染色하여 얻은 染色量이다. Table 1의 結果와는 相反된 結果로서 水酸化나트륨의 경우에 짙은 溶液에서 處理한 試料일수록 染色量이 작았으며, 最大染色量을 나타내고 있는 머어서化 條件은 水酸化나트륨 2몰, 10℃이고, 最大初期染色量은 8몰, 10℃에서 處理된 綿이다. 암모니아 處理綿의 경우에는 암모니아에서 處理한 綿일수록 染色量이 증가하였으며, 最大初期染色량과 最大染色量을 나타낸 條件은 8몰, 10℃로 이는 未處理綿보다 약 2.5배의 增加를 나타냈다.

암모니아와 水酸化나트륨을 各 濃度別로 同量 混合한 水溶液에서 處理한 綿纖維의 染色量을 Table 3에 나타내었다. Vinyl sulfone型에서는 初期 染色量이 10, 30℃에서 암모니아 1몰 : 水酸化나트륨 4 몰의 混合溶液으로 處理한 綿이 가장 많았고, 最大

Table 1. Dye adsorption data on the slack mercerized cotton fiber (Dyeing with vinyl sulfone type reactive dye, at 60°C) : g/100g

°C, Temp.	Untreated	Treatment concentration, M											
		2			4			6			8		
Dyeing time, min.	10	30	60	10	30	60	10	30	60	10	30	60	
SODIUM HYDROXIDE													
1	0.42	1.53	1.11	1.94	2.92	1.11	2.22	3.33	1.11	0.69	3.19	0.69	0.69
2	0.69	1.60	1.94	2.36	3.19	1.80	2.91	3.75	1.80	1.25	3.47	1.39	1.94
3	0.97	1.80	2.22	2.64	3.47	2.22	3.19	4.30	2.36	1.80	4.02	1.94	2.22
4	1.25	2.08	2.36	2.91	3.61	2.77	3.33	4.44	2.67	2.36	4.30	2.22	2.36
5	1.53	2.22	2.49	3.05	3.75	2.85	3.47	4.58	2.78	2.50	4.58	2.36	2.41
10	2.08	2.36	2.91	3.33	3.89	3.05	3.61	4.63	3.61	2.91	4.64	2.42	5.50
15	2.22	2.49	3.19	3.61	4.02	3.19	3.75	4.69	3.74	3.47	4.70	2.47	2.55
20	2.25	2.55	3.19	3.75	4.16	3.33	4.30	4.86	3.74	3.47	4.86	2.64	2.64
30	2.25	2.64	3.19	4.16	4.16	3.33	4.44	4.86	3.74	3.47	5.00	2.91	2.64
50	2.25	2.64	3.19	4.30	4.16	3.33	4.44	4.86	3.74	3.47	5.00	2.91	2.64
90	2.25	2.64	3.19	4.30	4.16	3.33	4.44	4.86	3.74	3.47	5.00	2.91	2.64
AMMONIA													
1		0.83	2.50	1.25	1.45	1.53	1.80	1.53	1.11	1.53	1.11	0.83	0.83
2		1.67	3.33	1.53	2.00	1.80	2.08	1.80	1.67	2.08	2.08	1.39	1.80
3		3.05	3.61	1.80	3.27	2.36	2.36	3.19	1.94	2.36	3.47	1.94	1.94
4		3.61	3.89	1.94	3.75	2.64	2.64	3.47	2.22	3.19	3.75	2.22	2.08
5		4.02	4.02	2.08	4.65	3.05	2.78	3.61	2.50	3.33	4.58	2.36	2.36
10		4.44	4.07	2.36	4.89	3.75	2.91	3.75	2.78	3.47	4.86	2.50	2.64
15		4.58	4.11	2.64	5.00	4.02	3.47	4.02	3.33	3.61	5.00	2.78	2.78
20		4.72	4.16	2.78	5.15	4.16	3.61	4.02	3.47	3.61	5.14	3.05	3.05
30		4.86	4.30	3.05	5.15	4.16	3.61	4.02	3.47	3.61	5.55	3.05	3.19
50		4.86	4.30	3.05	5.15	4.16	3.61	4.02	3.47	3.61	5.55	3.05	3.19
90		4.86	4.30	3.05	5.15	4.16	3.61	4.02	3.47	3.61	5.55	3.05	3.19

染色量은 암모니아 1몰 : 水酸化나트륨 4몰 암모니아 3몰 : 水酸化나트륨 2몰과 암모니아 4몰 : 水酸化나트륨 1몰로 10°C에서 處理된 試料에서 얻었다. 머어서화 綿의 處理條件에서 水酸化나트륨보다 암모니아의 몰농도가 커짐에 따라 Monochlorotriazine型 染料의 染色量이 增加되었으며, 初期染色量과 最大染色量은 암모니아 4몰 : 水酸化나트륨 1몰로 10°C에서 處理한 綿이 가장 컸다.

이와 같은 머어서화 綿의 反應性 染料에 대한 染色 거동은 未處理 綿에 비하여 染色量에서만 약 1.5에서 2.5배의 증가를 보였을 뿐 類似한 傾向을 나타냈다. 특별히 Monochlorotriazine 染料가 水酸

화나트륨보다 암모니아 處理綿에서 染色量이 컸는데, 이는 Kirillova 등¹²⁾에 의하여 報告된 머어서화 綿의 직접染料 染色量과 비슷하였으며, 각 處理綿의 平衡染色量을 Table 4에 나타냈다.

Fig. 1은 未處理綿, 水酸化나트륨, 암모니아, 水酸化나트륨과 암모니아 혼합액으로 10°C에서 處理된 綿의 주사형 電子顯微鏡 側面寫眞이다. 각각의 條件에서 處理한 纖維들의 外形의 形象을 모두 同一하게 평가하기에는 다소 未盡함이 있었으나 大多數 纖維들이 나타내는 外形의 形象을 찾아 寫眞에 담았다. 먼저 未處理綿에서는 全般的으로 微細纖維가 纖維軸 方向에 螺旋型으로 밀집된 狀態를 띠었으며,

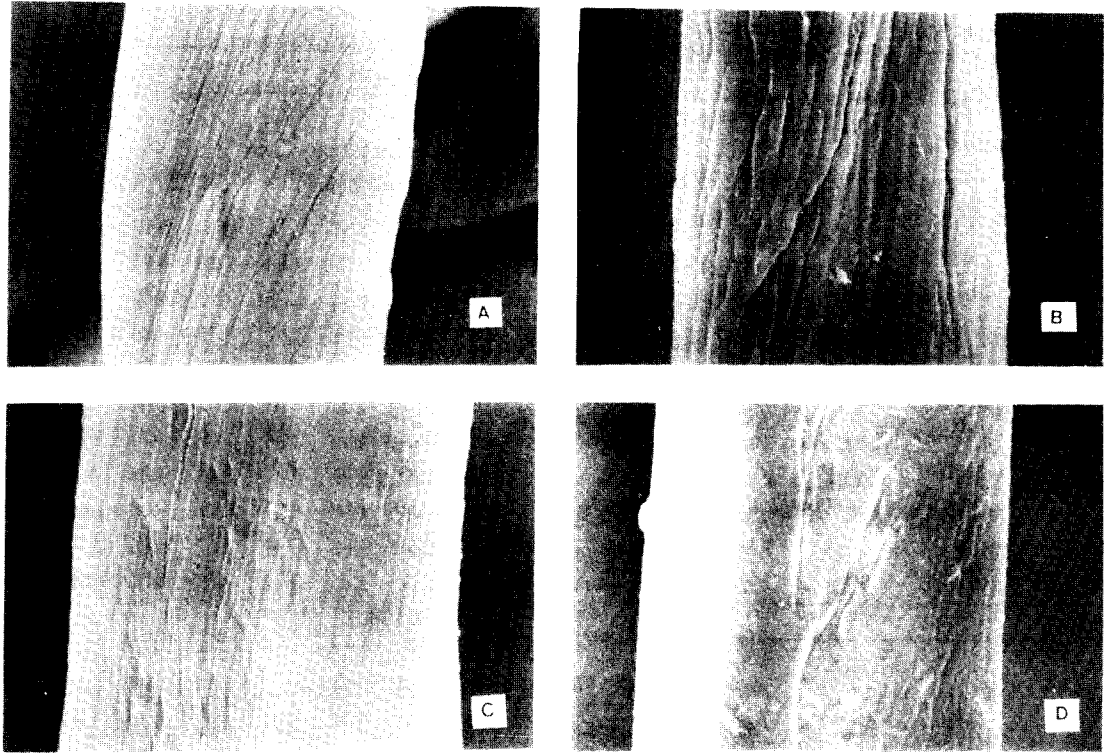


Fig. 1. SEM photographs of surface of cotton fiber different treated at 10°C ($\times 4000$).
A) Untreated, B) 8M NaOH, C) 8M NH_3 , D) 4M NH_3 : 1M NaOH

水酸化나트륨 8몰 처리綿은 微細纖維가 纖維軸方向에 一直線狀으로 配列된 모양을 가졌다. 암모니아 처리綿과 혼합액 처리綿도 전자와 類似한 模樣으로 觀察되었으며, 水酸化나트륨 처리綿보다 암모니아 처리綿이 일반적으로 均일한 狀態의 微細纖維 再配列을 보였다.

이와 같이 微細纖維가 纖維軸 方向에 나란히 再配列되는 現象은 머어서화 綿의 膨潤에 의한 셀룰로오스 分子의 格子變化를 意味하는 것으로 볼 수 있으며, 이는 머어서화 綿의 染料에 대한 染着力 향상과 밀접한 相關關係를 갖을 것이다.

암모니아 膨潤으로부터는 非結晶化와 셀룰로오스 III 格子變化가 있고 水酸化나트륨 膨潤으로부터는 非結晶化와 셀룰로오스 II 格子變化가 있다.^{13,15)} 이 때 膨潤된 대부분의 셀룰로오스는 再結晶化보다 非結晶化가 形成되는 것으로 알려져 있다. Fig. 2는 각 머어서화 綿의 赤外線 스펙트럼 曲線으로서 700

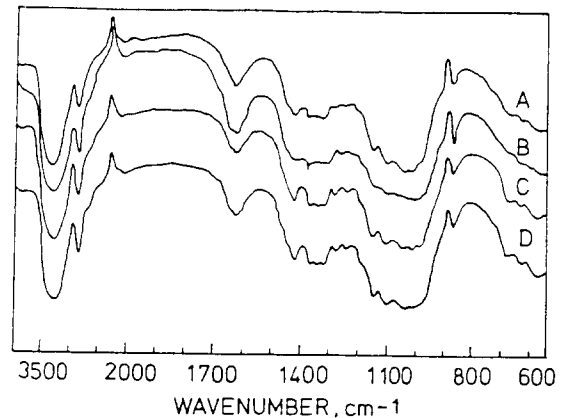


Fig. 2. IR spectra of cotton fiber with different treatments: A) Untreated, B) 8M NaOH(10°C), C) 8M NH_3 (10°C), D) 4M NH_3 : 1M NaOH(10°C)

Table 2. Dye adsorption data on the slack mercerized cotton fiber (Dyeing with monochlorotriazine type reactive dye, at 80°C) : g/100g

°C, Temp.	Untreated	Treatment concentration, M											
		2			4			6			8		
Dyeing time, min.	10	30	60	10	30	60	10	30	60	10	30	60	
SODIUM HYDROXIDE													
1	1.71	1.71	1.71	1.71	2.33	2.02	0.78	2.33	1.56	0.78	2.49	1.56	0.78
2	1.87	2.80	2.18	2.33	2.96	2.64	1.87	2.96	2.33	1.09	2.80	2.02	1.09
3	2.18	3.11	2.49	2.64	3.27	2.96	2.18	3.27	2.96	1.40	3.42	2.33	1.40
4	2.33	3.73	3.11	2.96	3.73	3.27	2.80	3.73	3.11	1.56	3.58	2.49	1.56
5	2.39	3.89	3.42	3.11	3.89	3.42	2.96	3.89	3.27	1.71	3.73	2.64	1.59
10	2.43	4.04	3.73	3.58	3.95	3.73	3.11	3.94	3.30	1.87	3.77	3.58	1.63
15	2.43	4.09	3.89	3.73	3.95	3.89	3.27	3.94	3.30	1.87	3.77	3.73	1.67
20	2.43	4.20	3.89	3.89	3.95	3.89	3.27	3.94	3.30	1.87	3.77	3.73	1.71
30	2.43	4.20	3.89	3.89	3.95	3.89	3.27	3.94	3.30	1.87	3.77	3.73	1.71
50	2.43	4.20	3.89	3.89	3.95	3.89	3.27	3.94	3.30	1.87	3.77	3.73	1.71
90	2.43	4.20	3.89	3.89	3.95	3.89	3.27	3.94	3.30	1.87	3.77	3.73	1.71
AMMONIA													
1		1.71	2.02	1.71	1.71	1.71	0.78	2.18	0.62	1.56	2.18	1.40	1.56
2		2.18	2.80	2.80	2.49	1.87	1.09	3.11	2.33	2.33	3.11	1.71	2.02
3		2.49	3.11	3.11	2.80	2.18	1.87	3.73	2.64	2.96	4.20	2.18	2.96
4		2.80	3.42	3.27	3.42	2.96	2.80	4.04	2.96	3.58	4.67	3.11	3.27
5		2.96	3.73	3.42	3.73	3.11	3.11	4.67	3.58	3.89	4.98	4.04	3.42
10		3.11	3.89	4.20	3.77	3.42	3.27	4.98	4.36	5.76	5.76	4.36	3.58
15		3.27	3.93	4.36	3.77	3.89	3.42	4.98	4.51	4.51	5.91	4.67	3.63
20		3.27	4.04	4.36	3.77	4.04	3.42	4.98	4.51	4.51	5.91	4.67	3.89
30		3.27	4.04	4.36	3.77	4.04	3.42	4.98	4.51	4.51	5.91	4.67	3.89
50		3.27	4.04	4.36	3.77	4.04	3.42	4.98	4.51	4.51	5.91	4.67	3.89
90		3.27	4.04	4.36	3.77	4.04	3.42	4.98	4.51	4.51	5.91	4.67	3.89

cm^{-1} (out of plane bending), 1335 cm^{-1} (in plane bending)과 $3400\text{-}3450 \text{ cm}^{-1}$ 의 OH 영역에서 각각 차이가 있었고, 2900 cm^{-1} 의 CH stretching, 1372 cm^{-1} 과 1429 cm^{-1} 에서의 강한 Band는 非結晶 셀룰로오스의 水素結合 形成에 關係하는 것으로 思料 된다.

4. 結 論

여러 가지 머어서화 條件으로 綿을 處理한 後에 Monochlorotriazinyl과 Vinyl sulfonyl 反應基의 反應性 染料로 染色하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. Vinyl sulfone型 反應性 染料의 경우에 水酸化나트륨 8몰, 10°C , 20분 處理한 綿의 染着量이 未處理綿보다 약 2배 정도 많았으며, 암모니아 8몰, 10°C , 20분에서는 未處理綿의 약 2.5배였다.

2. Monochlorotriazinyl型 反應性 染料의 경우에 水酸化나트륨 2몰, 10°C , 20분 處理한 綿의 染着量이 未處理綿보다 약 1.7배 정도 많았으며, 암모니아 8몰, 10°C , 20분에서는 未處理綿의 약 2.4배였다.

3. 水酸化나트륨과 암모니아 處理綿은 纖維質의 纖維軸 方向에 대해 螺旋型이던 것이 一直線 狀態로 再配列되었다.

Table 3. Dye adsorption data of cotton fiber treated in sodium hydroxide & ammonia (Dyeing with vinyl sulfone or monochlorotriazine type reactive dyes)

°C, Temp.	Treatment conc. of NH ₃ : NaOH, M											
	1 : 4			2 : 3			3 : 2			4 : 1		
Dyestuff and Dyeing time min.	10	30	60	10	30	60	10	30	60	10	30	60
Vinyl sulfone type reactive dyes (Remazol Brilliant Blue)												
1	2.50	2.50	1.25	1.11	1.94	1.53	1.23	1.80	0.69	2.08	1.53	1.25
2	3.33	2.78	2.36	1.67	2.22	2.08	1.80	2.50	1.67	2.91	2.08	2.22
3	3.47	3.05	2.78	1.94	2.91	2.22	3.05	3.05	2.22	3.75	3.05	2.50
4	3.75	3.19	3.05	2.22	3.05	2.64	3.61	3.19	2.36	3.89	3.61	2.64
5	3.89	3.33	3.19	2.29	3.19	2.91	3.75	3.61	2.50	3.95	3.75	2.91
10	4.02	3.40	3.23	2.91	3.33	3.33	4.02	4.02	2.64	3.99	4.02	3.05
15	4.16	3.47	3.33	3.19	3.47	3.47	4.16	4.16	2.64	4.16	4.16	3.05
20	4.30	3.61	3.47	3.47	3.61	3.47	4.30	4.16	2.64	4.30	4.19	3.05
30	4.44	3.89	3.50	3.75	3.61	3.47	4.72	4.16	2.64	4.41	4.30	3.05
50	4.58	3.89	3.61	3.75	3.61	3.47	4.72	4.16	2.64	4.58	4.30	3.05
90	4.58	3.89	3.61	3.75	3.61	3.47	4.72	4.16	2.64	4.58	4.30	3.05
Monochlorotriazine type reactive dyes (Procion Blue HB)												
1	1.24	0.78	1.40	1.56	1.71	1.24	1.40	0.78	1.24	2.18	1.56	0.78
2	2.33	1.71	1.87	1.71	2.18	2.49	1.56	1.40	2.49	2.96	2.02	2.49
3	2.64	1.87	2.80	1.87	2.49	2.80	2.18	1.87	2.80	3.27	2.96	2.80
4	2.80	2.02	3.11	2.18	2.80	3.11	2.80	2.18	3.11	3.73	3.11	3.11
5	2.96	2.18	3.27	2.49	3.11	3.42	3.11	2.80	3.42	4.04	3.27	3.42
10	3.11	3.11	3.42	3.11	3.27	4.20	3.73	3.11	3.73	4.36	3.31	3.73
15	3.11	3.27	3.58	3.27	3.27	4.36	3.73	3.27	3.73	4.51	3.37	3.89
20	3.11	3.42	3.58	3.42	3.27	4.36	3.73	3.27	3.73	4.51	3.42	3.89
30	3.11	3.42	3.58	3.42	3.27	4.36	3.73	3.27	3.73	4.51	3.42	3.89
50	3.11	3.42	3.58	3.42	3.27	4.36	3.73	3.27	3.73	4.51	3.42	3.89
90	3.11	3.42	3.58	3.42	3.27	4.36	3.73	3.27	3.73	4.51	3.42	3.89

Table 4. Equilibrium dye adsorption of different treated cotton fibers

Treatment Conc., Temp.	Vinyl sulfonyl Reactive dyes	Monochlorotriazinyl Reactive dyes	g/100g
Untreated	2.25	2.43	
Sodium hydroxide			
2M, 10°C	2.64	4.20	2M, 10°C 4.86
8M, 10°C	5.00	3.77	8M, 10°C 5.55
2M, 30°C	3.19	3.89	2M, 30°C 4.30
8M, 30°C	2.91	3.73	8M, 30°C 3.05
2M, 60°C	4.30	3.89	2M, 60°C 3.05
8M, 60°C	2.64	1.71	8M, 60°C 3.19
Ammonia			
			Ammonia : Sodium hydroxide
			1M : 4M, 10°C 4.58
			4M : 1M, 10°C 4.58
			1M : 4M, 30°C 3.89
			4M : 1M, 30°C 4.30
			1M : 4M, 60°C 3.61
			4M : 1M, 60°C 3.05

參考文獻

1. K. Brederbeck, R. Weckmann, *Melliand Textiber. Inst.*, **59**(2), pp. 137-142, 1978.
2. M.N. Kirillova, I.V. Bulavkina, *Tekhonol. Text. Prom-Str.*, (3), 65-68 (1979).
3. R.B. Chavan, A. Subramanian, *Textile Res. J.*, **52**, 733-737 (1982).
4. M.A. Rousselle, M.L. Nelson, *Textile Res. J.*, **46**, 304-310 (1976).
5. R. Jeffries, J.D. Wawicker, *Textile Res. J.* **39**, 548-559 (1969).
6. M.A. Rousselle, M.L. Nelson, *Textile Res. J.*, **46**, 648-653 (1976).
7. M.L. Neson, R.T. O'connor, *J. Appl. Polym. Sci.*, **8**, 1325-1341 (1964).
8. O.A. Stamm, *J. Soc. Dyers Colourist*, **80**, 416 (1963).
9. J.O. Warwicker, R. Jeffries, R.L. Coban, and R.N. Robinson, Shirley Institute Pamphlet no. 93, Manchester, 1966.
10. C.H. Choi, *J. of Korean Soci. of Text. Eng. & Chemists* **26**(6), 26-35 (1989).
11. C.H. Choi, C.M. Lee, *J. of Korean Soci. of Dyers and Finishers*, **1**(1), 35-46 (1989).
12. M.N. Kirillova, I.V. Bulavkina, *Tekhonol. Text. Prom-Str.*, (3), 65-68 (1979).
13. M.L. Nelson, R.T. O'connor, *J. Appl. Polym. Sci.*, **28**, 382-392 (1964).
14. N.I. Klenkova, *J. Applied Chem. USSR*, **40**, 2133-2126 (1967).
15. R.S. Chouhan, *Colourage*. **27**(7), 12-15 (1980).