



ẢNH HƯỞNG CỦA THUỐC NHUỘM VÀ NỒNG ĐỘ SỬ DỤNG CHÚNG TỚI KHẢ NĂNG KHÁNG TIA UV CỦA VẢI

Lưu Thị Tho^{1*}, Vũ Thị Hồng Khanh²

Tóm tắt: Ảnh hưởng của thuốc nhuộm và nồng độ sử dụng chúng tới khả năng ngăn ngừa tia tử ngoại UV (Ultraviolet) của vải được nghiên cứu thông qua việc sử dụng 3 loại thuốc nhuộm có sắc màu cơ bản (đỏ, vàng, navy-blue). Mỗi loại thuốc nhuộm được sử dụng để nhuộm cho vải bông 100% với nồng độ từ 0,2% (so với khối lượng vải) tới khi bão hòa. Các mẫu vải sau nhuộm được đo màu trên máy đo màu quang phổ để xác định bức phổ phản xạ R của chúng và từ đó xác định cường độ lên màu K/S , đo bức phổ truyền qua T trên máy quang phổ tử ngoại khả kiến để xác định chỉ số UPF (chỉ số ngăn ngừa tia tử ngoại) của vải. Ảnh hưởng của thuốc nhuộm sử dụng và nồng độ của chúng đến khả năng ngăn ngừa tia UV của vải sẽ được biện luận thông qua đồ thị sự phụ thuộc giữa giá trị UPF của vải sau nhuộm và của chính dung dịch nhuộm tới nồng độ thuốc nhuộm sử dụng của 03 loại thuốc nhuộm trên.

Từ khóa: Tia tử ngoại; thuốc nhuộm; nồng độ thuốc nhuộm; chỉ số ngăn ngừa tia tử ngoại; cường độ lên màu.

Influence of dyestuff and its concentration to anti-UV capability of fabric

Abstract: Influence of dyestuff and its used concentration to anti-UV (Ultraviolet) capability of fabric is studied by utilization of 3 dyestuffs (red, yellow and navy-blue) to dye the cotton fabric. Fabric is dyed by dyestuff with the difference concentration from 0.2% (o.w.f) to saturate concentration. The spectrophotometer is used to measure the reflectance of samples, and then, the Kubelka-Munk (K/S) values are calculated from R . The transmittance of UV T is measured by utilization of UV-visible spectrometer and UPF (Ultraviolet Protection Factor) values of fabric are calculated from them. Influence of dyestuff and its concentration to anti-UV capability of fabric will be understood by relationship between UPF of fabric and dyestuff concentration of these 3 dyestuffs. The observed phenomenon will be explained by the relations between the UV-absorption of the dyeing solution and its concentrations.

Keywords: Ultraviolet; dyestuff; dyestuff concentration; Ultraviolet Protection Factor; the Kubelka-Munk values (K/S).

Nhận ngày 10/5/2017; sửa xong 5/6/2017; chấp nhận đăng 23/6/2017
Received: May 10, 2017; revised: June 5, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Đặt vấn đề

Trong điều kiện sống hiện nay, yêu cầu của sản phẩm dệt may không chỉ dừng ở các chức năng thông thường mà còn phải đáp ứng các yêu cầu khác như tính thẩm mỹ, tính tiện nghi và tính bảo vệ. Ví dụ sản phẩm may, mặc ngoài, mùa hè phải đẹp, thoáng mát ngoài ra còn có thể có thêm chức năng cản tia UV để đảm bảo yêu cầu sức khỏe cho người sử dụng. Trên thế giới đã có rất nhiều công trình nghiên cứu để tăng khả năng chống tia UV của vải. Các kết quả nghiên cứu đã được công bố cho thấy khả năng cản tia UV của vải phụ thuộc vào nhiều yếu tố: chất liệu, cấu trúc vải, màu sắc [1-3]... Về mặt nguyên lý, khả năng cản tia UV của vải phụ thuộc vào khả năng hấp thụ và phản xạ tia UV của vải. Thành phần hấp thụ và phản xạ càng cao thì thành phần truyền qua càng ít, khả năng chống tia UV của vải càng cao. Vậy, mối quan hệ giữa khả năng cản tia UV của vải và màu sắc của vải chính là khả năng hấp thụ hay phản xạ tia UV khác nhau khi vải có sắc màu khác nhau, hay cùng một sắc màu nhưng với cường độ màu khác nhau [3]. Làm rõ được mối quan hệ này sẽ có ý nghĩa quan trọng khi thiết kế màu cho các sản phẩm may mặc mùa hè, sao cho sản phẩm có khả năng cản tia UV tối đa nhưng vẫn đảm bảo tính thẩm mỹ và tạo cảm giác mát thoải mái cho người sử dụng với hiệu quả kinh tế cao nhất. Để đạt được mục tiêu trên, nghiên cứu này đã thực hiện nhuộm vải 100% bông bằng 3 thuốc nhuộm hoạt tính với các sắc màu cơ bản (vàng, đỏ, xanh) ở các nồng độ thuốc nhuộm khác nhau tới khi bão hòa, xây dựng đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa giá trị UPF của vải

¹TS, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

²PGS.TS, Viện Dệt May Da giày & Thời trang - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

*Tác giả chính. E-mail: Luuthitho1973@gmail.com.

với nồng độ thuốc nhuộm sử dụng cho từng thuốc nhuộm. Từ đây sẽ xác định được nồng độ thuốc nhuộm sử dụng cho phép cản tia UV lớn nhất đối với một loại thuốc nhuộm. Nghiên cứu được tiến hành tại phòng thí nghiệm hóa dệt, phòng thí nghiệm vật liệu dệt trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



2. Đối tượng nghiên cứu, qui trình công nghệ nhuộm, các chỉ tiêu đánh giá chất lượng và thiết bị sử dụng trong nghiên cứu

2.1 Đối tượng nghiên cứu

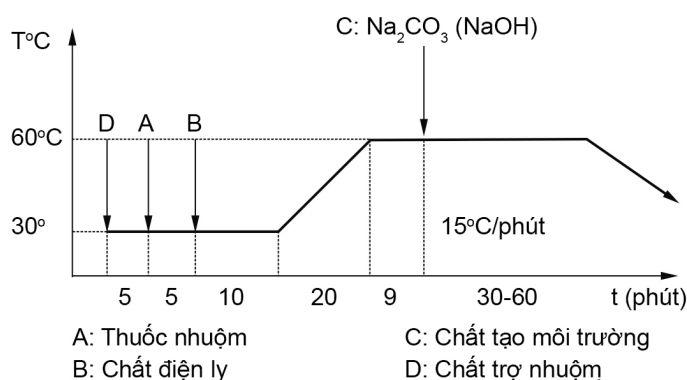
- Vật liệu: Vải bông 100% dệt thoi kiểu dệt vắn chéo 3/1 sản xuất tại Công ty cổ phần Dệt Nam Định đã qua quá trình tiền xử lý: rũ hồ, nấu, tẩy. Các mẫu vải dùng để nghiên cứu đã được giặt sạch hoá chất (pH = 7). Các chỉ tiêu kỹ thuật của vải nghiên cứu được nêu trong Bảng 1.

- Thuốc nhuộm: Thuốc nhuộm hoạt tính Drimmaren CL do hãng Clariant (Thụy Sĩ) cung cấp (Drimmaren Yellow CL2R-GR, Drimmaren Red CL 5B, Drimmaren Navy Blue CL R).

2.2 Quy trình công nghệ nhuộm

- Phương pháp nhuộm: Tận trích

- Quy trình công nghệ: Chất ngấm → Dung dịch thuốc nhuộm → Chất điện ly (Na_2SO_4) → Gia nhiệt đến 60°C trong 20 phút → Sau 20 phút cấp kiềm (Na_2CO_3) → Nhuộm ở 60°C trong τ phút (τ thay đổi từ 30 đến 60 phút) → Xử lý sau nhuộm. Sơ đồ nhuộm được thể hiện như trên Hình 1 và được tiến hành nhuộm trên máy nhuộm Stalet (Korea) - Hình 2, tại phòng thí nghiệm Vật liệu dệt - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Với mỗi loại thuốc nhuộm được bắt đầu nhuộm từ nồng độ 0,2% (so với khối lượng vải) cho tới khi bão hòa, tổng cộng nghiên cứu thực hiện nhuộm 24 mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm Navy-blue với nồng độ từ 0,2 tới 10%, 19 mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm màu Red tại nồng độ từ 0,2 đến 8% và 21 mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm màu Yellow tại nồng độ từ 0,2 đến 9,0%.



Hình 1. Sơ đồ thể hiện quy trình nhuộm

2.3 Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng và thiết bị thử nghiệm

- Xác định giá trị cường độ lên màu của mẫu thông qua chỉ số K/S của mẫu; giá trị phản xạ (R) của mẫu được đo trên máy: Đo màu quang phổ phản xạ Gretag Macbeth Color Eye - 2180UV - Hình 3, tại Viện Dệt May số 478 Minh Khai - Hai Bà Trưng - Hà Nội.

- Cường độ lên màu được thể hiện bằng chỉ số K/S tính từ giá trị độ phản xạ (R) theo công thức (1) [4]:

$$K / S = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (1)$$

Bảng 1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của vải bông 100% dệt thoi sử dụng trong nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị
1	Mật độ: - Dọc - Ngang	sợi/10cm sợi/10cm	420 230
2	Chi số sợi: - Dọc - Ngang	Ne Ne	30/1 30/1
3	Khối lượng	g/m ²	190
4	Chiều dày	mm	0,79
5	Khả năng ngăn ngừa tia UV của vải	UPF	3,03



Hình 2. Máy nhuộm cao áp Stalet



Hình 3. Máy đo màu quang phổ phản xạ Gretag Macbeth Color Eye - 2180UV



Hình 4. Máy UV- VIS 4802 UNICO

- Xác định khả năng chống tia UV của vải qua chỉ số UPF theo tiêu chuẩn AATCC - 183 hay AS/NZS 4399 theo công thức (2):

$$UPF = \frac{\sum_{290}^{400} E(\lambda)S(\lambda)\Delta(\lambda)}{\sum_{290}^{400} E(\lambda)S(\lambda)T(\lambda)\Delta(\lambda)} \quad (2)$$

trong đó: giá trị T của mẫu được đo trên thiết bị quang phổ tử ngoại khả kiến UV- VIS 4802 UNICO - Hình 4 (tại Phòng thí nghiệm Vật liệu dệt-Trường ĐHBK Hà Nội). Khả năng hấp thụ tia UV của dung dịch nhuộm được đo trên thiết bị quang phổ tử ngoại khả kiến UV- VIS 4802 UNICO - Hình 4 (Phòng thí nghiệm Vật liệu dệt - Trường ĐHBK Hà Nội).



3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của thuốc nhuộm và nồng độ sử dụng chúng tới khả năng ngăn ngừa tia tử ngoại (UV)

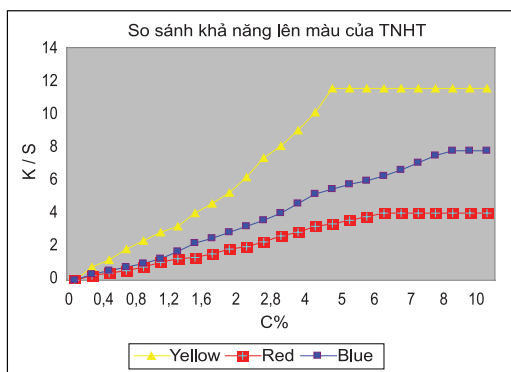
3.1 Giá trị K/S của mẫu vải sau nhuộm với ba loại thuốc nhuộm tại các nồng độ khác nhau

Các mẫu sau khi nhuộm được đo trên máy đo màu quang phổ để nhận được bức phổ phản xạ của mẫu, từ giá trị phản xạ nhận được, giá trị K/S của các mẫu tại bước sóng 440nm được tính toán theo công thức (1) và trình bày trong Bảng 2.

Từ các kết quả nhận được trong Bảng 2, mối quan hệ giữa giá trị K/S của các mẫu và nồng độ thuốc nhuộm sử dụng được thể hiện trong Hình 5, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Nồng độ thuốc nhuộm sử dụng càng tăng thì khả năng lên màu của vải càng lớn, tuy nhiên chúng chỉ tăng đến một giá trị nhất định và sau đó đạt giá trị bão hòa dù nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tiếp tục tăng.

- Tốc độ tăng giá trị K/S của màu Yellow CL2R-GR là lớn nhất, và chúng cũng đạt giá trị bão hòa sớm nhất tại nồng độ nhuộm là 4,5%. Màu Red CL 5B đạt giá trị bão hòa ở nồng độ nhuộm là 6,0%, và màu Navy Blue CL R có giá trị bão hòa muộn nhất ở nồng độ nhuộm là 8,0%. Kết quả trên cho thấy rằng, đối với loại vải sử dụng trong nghiên cứu để có được các màu đậm tối đa cũng chỉ sử dụng tới các nồng độ bão hòa trên, vì sau đó cường độ lên màu của vải không tăng dù lượng thuốc nhuộm sử dụng tăng. Tuy nhiên sắc màu cũng như cường độ sắc màu của vải đã được khảo sát ở trên sẽ có mối liên hệ như thế nào tới khả năng cản tia UV của vải? Vấn đề này sẽ được khảo sát trong nghiên cứu sau.



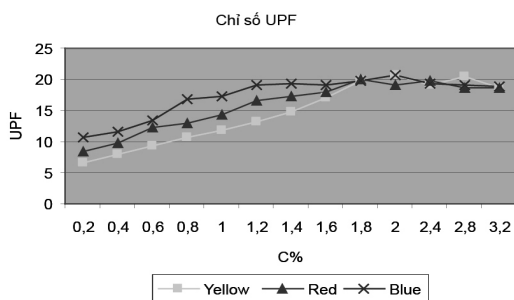
Hình 5. Mối quan hệ giữa nồng độ thuốc nhuộm và giá trị K/S của các mẫu vải

Bảng 2. Kết quả xác định giá trị K/S của các mẫu nhuộm

C%	Giá trị K/S tại bước sóng 440nm		
	Yellow	Red	Blue
0	0	0	0
0,2	0,82	0,26	0,36
0,4	1,20	0,42	0,60
0,6	1,86	0,60	0,82
0,8	2,40	0,82	0,99
1,0	2,91	1,05	1,29
1,2	3,22	1,29	1,73
1,4	4,05	1,38	2,21
1,6	4,60	1,60	2,52
1,8	5,29	1,87	2,91
2,0	6,18	2,03	3,23
2,4	7,36	2,30	3,60
2,8	8,12	2,64	4,05
3,2	9,03	2,91	4,60
4,0	10,13	3,23	5,20
4,5	11,52	3,40	5,50
5,0	11,52	3,60	5,80
5,5	11,52	3,80	6,00
6,0	11,52	4,05	6,29
6,5	11,52	4,05	6,61
7,0	11,52	4,05	7,10
7,5	11,52	4,05	7,50
8,0	11,52	4,05	7,80
9,0	11,52	4,05	7,80
10,0	11,52	4,05	7,80

3.2 Đánh giá khả năng cản tia-UV thông qua giá trị UPF của các mẫu vải

Từ các giá trị T đo được, giá trị UPF của các mẫu vải được tính theo công thức (2) và được trình bày trong Bảng 3 và Hình 6. Đối với cả 3 thuốc nhuộm, khi nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tăng dần, giá trị UPF của vải tăng dần. Tuy nhiên, giá trị UPF của vải nhanh chóng đạt đến giá trị cực đại, hơn nữa, nồng độ nhuộm tương ứng với UPF cực đại thấp hơn nhiều so với nồng độ nhuộm tương ứng với K/S cực đại. Thuốc nhuộm vàng có chỉ số UPF cực đại ở nồng độ nhuộm là 1,8%, thuốc nhuộm đỏ ở nồng độ nhuộm là 1,8%, thuốc nhuộm xanh ở nồng độ nhuộm là 1,2% (tương ứng khi K/S đạt cực đại nồng độ các thuốc nhuộm là (4,5; 6,0 và 8,0%). Vậy, khoảng nồng độ từ UPF cực đại đến K/S cực đại chỉ có ý nghĩa làm cho cường độ màu đậm hơn chứ không có ý nghĩa bảo vệ chống tia UV tốt hơn, hơn nữa, giá trị UPF cực đại của các mẫu vải đối với cả ba thuốc nhuộm đều gần như nhau, đạt giá trị xấp xỉ 20.



Hình 6. Mối quan hệ giữa giá trị UPF của vải và nồng độ thuốc nhuộm sử dụng

Từ kết quả trong Bảng 3, mối quan hệ giữa khả năng bảo vệ cản tia UV của vải và nồng độ thuốc nhuộm sử dụng của 3 loại thuốc nhuộm đỏ, vàng, xanh được thể hiện qua các đồ thị trong Hình 6.

Khi nhuộm ở các nồng độ thấp, vải nhuộm bằng thuốc nhuộm Navy Blue CL R có giá trị UPF lớn nhất, sau đó đến vải nhuộm bằng thuốc nhuộm Red CL 5B và cuối cùng là vải nhuộm bằng thuốc nhuộm Yellow CL2R-GR. Từ kết quả trên chúng ta có thể rút ra nhận xét rằng:

- Thuốc nhuộm (cụ thể là màu sắc của vải) cho phép tăng đáng kể khả năng bảo vệ chống tia UV của vải. Trường hợp thấp nhất vải nhuộm với thuốc nhuộm vàng ở nồng độ 0,2% giá trị UPF cũng tăng từ 3,03 (mẫu trước nhuộm) đến 6,48 (mẫu sau nhuộm). Tuy nhiên, dù chúng ta nhuộm bằng thuốc nhuộm nào (vàng, đỏ hay xanh) với nồng độ là bao nhiêu thì giá trị UPF của vải cũng không vượt quá được giá trị 20, với giá trị này vải được xếp hạng bảo vệ chống tia UV ở mức tốt (mức thấp nhất trong bảng xếp hạng vải có khả năng bảo vệ chống tia UV) với khả năng che chắn tia UV khoảng 93,3 - 95,9% [5]. Vải sử dụng trong nghiên cứu là vải bông có khối lượng 190g/m² là loại vải tương đối nặng thường được sử dụng để may quần, nếu vải may áo sơ mi mùa hè có khối lượng nhẹ hơn khả năng cản tia UV sẽ thấp hơn. Vậy để vải mặc mùa hè có khả năng bảo vệ chống tia UV tốt hơn, đạt mức rất tốt hoặc mức tuyệt vời, vải cần phải được xử lý đặc biệt chống tia UV.

3.3 Khả năng hấp thụ tia UV của các dung dịch thuốc nhuộm trước khi nhuộm

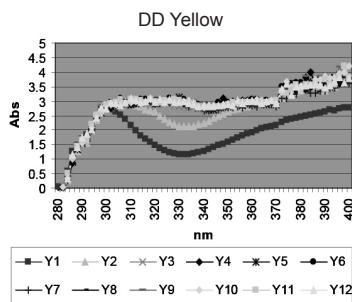
Để giải thích bản chất giá trị UPF của vải sau khi nhuộm nghiên cứu đã khảo sát khả năng hấp thụ tia UV của dung dịch nhuộm trước khi nhuộm. Kết quả khảo sát được thể hiện trong các Hình 7, 8, 9. Kết quả trên Hình 7, 8, 9 cho thấy: đối với cả 3 thuốc nhuộm trong khoảng bước sóng 315 - 400 nm tương đương tia UVA, khả năng hấp thụ tia của dung dịch thuốc nhuộm thay đổi rõ ràng theo thuốc nhuộm và theo nồng độ thuốc nhuộm sử dụng. Ở khu vực này, khả năng hấp thụ thấp nhất là đối với thuốc nhuộm vàng (Hình 7) và thấp nhất rõ rệt là nồng độ 0,2%, nồng độ này nhận các giá trị thấp theo suốt cả khu vực từ 300 - 400nm. Giá trị này tăng lên đối với nồng độ 0,4 và 0,6%, ở các nồng độ cao sự khác nhau này không thể hiện rõ rệt. Tương tự chúng ta quan sát được đối với thuốc nhuộm màu đỏ - Red (Hình 8), kết quả cho thấy: giá trị hấp thụ tia UV thấp nhất ở các nồng độ từ 0,2 đến 0,8%, ở nồng độ thuốc nhuộm cao hơn kết quả cho thấy sự hấp thụ tia UV của dung dịch nhuộm không có sự thay đổi rõ rệt. Tuy nhiên, đối với thuốc nhuộm đỏ (Red) tại

Bảng 3. Giá trị UPF của các mẫu vải nhuộm ở các nồng độ thuốc nhuộm khác nhau

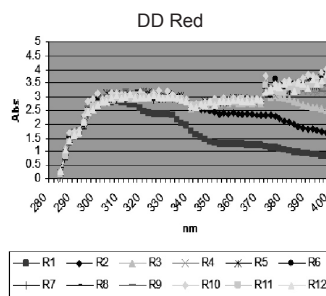
C%	Giá trị UPF		
	Yellow	Red	Blue
0,2	6,48	8,46	10,71
0,4	7,88	9,85	11,53
0,6	9,25	12,18	13,51
0,8	10,65	12,96	16,72
1,0	11,88	14,43	17,19
1,2	13,14	16,6	19,03
1,4	14,88	17,16	19,32
1,6	17,1	17,92	19,07
1,8	19,78	19,96	19,74
2,0	20,65	19,19	20,63
2,4	19,06	19,66	19,4
2,8	20,56	18,66	19,0
3,2	18,74	18,66	18,76

nồng độ 0,2% cũng chỉ nhận các giá trị thấp từ 320 - 400nm, khoảng hấp thụ tia UV thấp cũng nhanh chóng thu ngắn lại đối với nồng độ 0,4 và 0,6%. Xu hướng trên cũng quan sát được rõ nét ở thuốc nhuộm xanh. Hơn nữa, trong khu vực UVA chúng ta có thể thấy giá trị hấp thụ tối đa ở dung dịch thuốc nhuộm xanh lớn hơn hẳn thuốc nhuộm vàng và đỏ (nhận giá trị từ 4 - 4,2 so với giá trị xung quanh 3 của thuốc nhuộm vàng và đỏ).

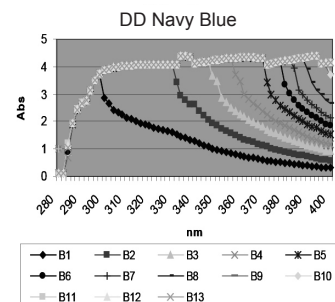
Ở khu vực bước sóng từ 315 - 280nm tương đương tia UVB, khả năng hấp thụ của dung dịch nhuộm không khác nhiều giữa các nồng độ thuốc nhuộm, nhưng có khác nhau giữa các thuốc nhuộm, lớn nhất đối với thuốc nhuộm Navy-blue sau đó đến thuốc nhuộm đỏ và nhỏ nhất là thuốc nhuộm vàng. Vậy ta có thể thấy rằng khả năng hấp thụ UVB của dung dịch thuốc nhuộm chủ yếu phụ thuộc vào sắc màu mà không phụ thuộc vào cường độ sắc màu. Quan sát trên Hình 7, 8, 9 cho phép chúng ta giải thích bản chất của sự khác nhau giữa các giá trị UPF của vải nhuộm bằng các thuốc nhuộm khác nhau với các nồng độ khác nhau.



Hình 7. Khả năng hấp thụ tia UV của các dung dịch nhuộm chuẩn bị từ thuốc nhuộm vàng - Yellow tương ứng với nồng độ từ 0,2 đến 2,8%



Hình 8. Khả năng hấp thụ tia UV của các dung dịch nhuộm chuẩn bị từ thuốc nhuộm đỏ - Red tương ứng với nồng độ từ 0,2 đến 2,8%



Hình 9. Khả năng hấp thụ tia UV của các dung dịch nhuộm chuẩn bị từ thuốc nhuộm Navy-blue tương ứng với nồng độ từ 0,2 đến 3,2%



4. Kết luận

Kết quả từ nghiên cứu 1 và nghiên cứu 2 cho thấy màu sắc của vải đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ chống tia UV của vải. Giữa 3 màu đỏ, navy blue và vàng, thì màu navy blue cho phép vải có khả năng cản tia UV tốt nhất, tiếp đến là màu đỏ và cuối cùng là màu vàng. Cường độ lên màu của vải (giá trị K/S) tăng theo nồng độ thuốc nhuộm sử dụng, trị số UPF của vải cũng tăng dần theo nồng độ thuốc nhuộm sử dụng. Tuy nhiên, UPF của vải đạt giá trị cực đại sớm hơn nhiều so với giá trị K/S cực đại. Nếu so giá trị K/S khi UPF đạt giá trị cực đại với giá trị K/S max thì ta thấy: khi giá trị UPF đạt cực đại, thì giá trị K/S của vải nhuộm bằng thuốc nhuộm xanh mới đạt được 22% so với giá trị K/S cực đại của thuốc nhuộm xanh. Đối với cả màu đỏ và vàng, giá trị UPF đạt cực đại khi giá trị K/S đạt khoảng 46% giá trị K/S cực đại. Như vậy, nếu chỉ quan tâm đến khía cạnh bảo vệ chống tia UV, vải mặc mùa hè có thể không cần nhuộm với nồng độ thuốc nhuộm cao, vừa cho phép tiết kiệm thuốc nhuộm vừa tránh thải nhiều hóa chất thuốc nhuộm ra môi trường trong dung dịch thải sau nhuộm. Hơn nữa, vải nhuộm với nồng độ thuốc nhuộm thấp hơn sẽ có khả năng phản xạ cao hơn bức phổ khả kiến (380 - 700nm), hấp thụ năng lượng thấp hơn cho phép người mặc cảm thấy mát hơn. Đối với cả 3 thuốc nhuộm, giá trị UPF cực đại khoảng bằng 20 tương ứng mức bảo vệ chống tia UV ở mức tốt với khả năng che chắn tia UV khoảng 93,3 - 95,9% [5]. Các sản phẩm may mặc mùa hè cần có khả năng bảo vệ chống tia UV cao hơn cần phải qua xử lý đặc biệt chống tia UV. Kết quả nghiên cứu có thể là gợi ý tốt cho các nhà thiết kế sản phẩm may mặc trong việc lựa chọn màu cho sản phẩm may mặc mùa hè ngoài trời sao cho sản phẩm có khả năng bảo vệ chống tia UV tốt nhất và tạo được cảm giác mát cho người sử dụng, đồng thời tiết kiệm được thuốc nhuộm sử dụng, nâng cao hiệu quả kinh tế trong sản xuất và giảm thiểu tối đa tác động đến môi trường sinh thái.

Tài liệu tham khảo

- Hilfiker R., Kaufmann W., Reinert G., Schmidt E. (1996), *Improving Sun Protection Factors of Fabrics by Applying UV - Absorbers*, Textile Res. J., 66(2):61-70.
- Todonova L., Vassileva V. (2003), *A new method of determination of the UV Radiation Permeability Through Cotton Cloth*, Fibre & textile in Eastern Europe, 11(1).
- Dubrovski P.D., Golob D. (2009), "Effects of Woven Fabric Construction and Color on Ultraviolet Protection", *Textile Research Journal*, 79:1402.
- Broadbent D. (2005), *Những nguyên lý cơ bản của tạo màu hàng dệt*, NXB KH&KT, Hà Nội.
- AATCC Test Method 183-2000, *Transmittance or Blocking of Erythemally Weighted Ultraviolet Radiation through Fabrics*, Technical Manual of the American Association of Textile Chemists and Colorists.