

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ THUỐC NHUỘM HOẠT TÍNH ERIOFAST CHO VẢI POLYAMIT

RESEARCH THE EFFECT OF ERIOFAST REACTIVE DYESTUFF CONCENTRATION FOR POLYAMIDE FABRICS

Lưu Thị Tho*, Phạm Thị Minh Huệ, Nguyễn Như Tùng, Phạm Minh Hiếu, Nguyễn Thị Mai, Nguyễn Trọng Tuấn, Nguyễn Gia Linh

TÓM TẮT

Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm đến cường độ lên màu của 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast có sắc màu cơ bản (đỏ, navy, đen) với các nồng độ khác nhau để nhuộm cho vải polyamid. Các mẫu vải sau nhuộm được đo mẫu trên máy đo mẫu quang phổ để xác định bức phổ phản xạ R tại bước sóng λ_{max} của chúng và từ đó xác định cường độ lên màu K/S thông qua giá trị R. Mục đích của nghiên cứu này lựa chọn được nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tối ưu cho thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast để hoàn thiện quy trình công nghệ nhuộm cho vải polyamid. Các mẫu vải sau nhuộm tiếp tục được so sánh với quy trình nhuộm của thuốc nhuộm axit Lanaset cho vải polyamid, các mẫu sau nhuộm với 02 quy trình nhuộm bằng 02 loại thuốc nhuộm này được đánh giá về độ bền màu (giặt, masat, mồ hôi, ánh sáng).

Từ khóa: Cường độ lên màu; độ lệch màu; độ đều màu; độ bền màu; muối $CaCl_2$; nồng độ; thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast; thuốc nhuộm axit Lanaset; vải polyamid.

ABSTRACT

This paper investigates the effect of dye concentration on the color intensity of 03 types of Eriofast reactive dyes with basic colors (red, navy, black) with different concentrations for dyeing of polyamide fabrics. The color of fabric samples after dyeing was measured on the spectrophotometer to determine the reflectance spectrum of R at their wavelength λ_{max} and thereby determine the intensity on the color K / S through the R value. This study selects the optimal concentration of dyestuffs for Eriofast reactive dyestuffs to improve the process of dyeing technology for polyamide fabric. Then, compared with the Lanaset acid dye dyeing process for polyamide fabric, post-dyeing samples with 02 dyeing processes with these two dyes are evaluated for color fastness (washing, ma sat, sweat, the light).

Keywords: intensity on color; color difference; degree of color; color fastness; $CaCl_2$; salt; concentration; eriofast reactive dyes; acid dyes; polyamide fabrics.

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: luu.tho@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/01/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 16/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 10/5/2019

1. GIỚI THIỆU

Vải Polyamid (Nylon) được sản xuất tại công ty Du Pont của Mỹ vào năm 1935. Đến năm 1938 thì công ty Du Pont đã có được bằng sáng chế sợi vải Nylon. Đây là loại sợi nhân

tạo đầu tiên được sản xuất ra từ Carbon, nước và không khí. Vải Polyamid có độ bền cao, có khả năng chống mài mòn và phục hồi rất lớn, vì vậy, Polyamid đã được sử dụng trong dệt may để sản xuất quần áo, thảm, túi khí an toàn trong ô tô, làm dây thừng sử dụng cho người leo núi... Polyamid 6 và 6,6 được sử dụng rộng rãi nhất cho sợi vải may mặc và cho các vật liệu kỹ thuật. Các polyamid thương mại còn lại, ví dụ, polyamid 6, 10, 11 và 12 được sử dụng nhiều nhất làm nhựa kỹ thuật [1].

Polyamid có thể được nhuộm bằng thuốc nhuộm phân tán, thuốc nhuộm axit và thuốc nhuộm trực tiếp. Tuy nhiên, hiện nay vải Polyamid chủ yếu được nhuộm bằng thuốc nhuộm axit [2, 3, 4] nhưng có một số hạn chế như: độ bền màu không cao (đặc biệt màu đậm).

Trong công bố trước [5] nhóm nghiên cứu đã sử dụng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast để nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ muối, ảnh hưởng của thời gian nhuộm và ảnh hưởng của nồng độ axit sử dụng đến khả năng bắt màu của thuốc nhuộm cho vải polyamid. Kết quả đã chỉ ra nồng độ muối và axit sử dụng, thời gian nhuộm tối ưu cho từng loại thuốc nhuộm cụ thể.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm đến cường độ lên màu của 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast có sắc màu cơ bản (đỏ, navy, đen) với các nồng độ khác nhau để nhuộm cho vải polyamid. Các mẫu vải sau nhuộm được xác định cường độ lên màu K/S thông qua giá trị R. Sau đó, tiếp tục tiến hành nhuộm mẫu theo qui trình nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast so sánh với quy trình nhuộm của 03 loại thuốc nhuộm axit cho vải polyamid tại cùng một nồng độ thuốc nhuộm, các mẫu sau nhuộm với 02 quy trình nhuộm bằng 02 loại thuốc nhuộm này được đánh giá về độ bền màu (giặt, ma sát, mồ hôi, ánh sáng). Mục đích của nghiên cứu này nhằm hoàn thiện quy trình công nghệ nhuộm cho vải polyamid bằng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast.

2. ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

2.1.1. Vải polyamid

Nghiên cứu sử dụng vải dệt kim đan ngang có thành phần 100% polyamid 6.6, từ sợi có chỉ số 30/1, kiểu dệt

single được cung cấp bởi công ty TNHH Dệt và Nhuộm Hưng Yên và có các thông số kỹ thuật như trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng thông số kỹ thuật của vải polyamid sử dụng

Mẫu vải	Mật độ dọc (hàng/10cm)	Mật độ ngang (cột/10cm)	Chiều dày (mm)	Khối lượng (g/m ²)	Khổ vải (cm)
100% PA 6.6	190	120	0,789	212,600	151,000

2.1.2. Thuốc nhuộm

Nghiên cứu sử dụng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (Red, Black, Navy) và 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset (Red, Black, Navy) được cung cấp bởi công ty TNHH thương mại Tân Hồng Phát.

2.1.3. Chất trợ

- Muối Canxi Clorua (CaCl₂) là chất trợ để tăng khả năng bắt màu cho thuốc nhuộm.
- CH₃COOH: tạo môi trường pH = 5,5.

2.2. Nội dung nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm sử dụng đến khả năng bắt màu của 03 thuốc nhuộm cơ bản (đen, đỏ, xanh)

Nghiên cứu lựa chọn 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (Red, Black, Navy) tại các nồng độ thuốc nhuộm khác nhau để đánh giá:

- Khả năng lên màu của vải được thông qua giá trị K/S.
- Lựa chọn được nồng độ thuốc nhuộm tối ưu cho từng loại thuốc nhuộm sử dụng.

2.2.2. Nghiên cứu so sánh công nghệ nhuộm thuốc nhuộm hoạt tính với thuốc nhuộm axit cho vải poliamit với 03 thuốc nhuộm cơ bản (đen, đỏ, xanh)

Lựa chọn 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (Red, Black, Navy) và 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset (Red, Black, Navy) tại cùng một nồng độ thuốc nhuộm để đánh giá:

- Đánh giá khả năng bắt màu của các loại thuốc nhuộm thông qua giá trị k/s.
- Đánh giá các độ bền màu của các mẫu vải sau nhuộm (giặt, mồ hôi, ma sát khô, ma sát ướt, ánh sáng) theo tiêu chuẩn.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp nhuộm màu:

- Chuẩn bị điều kiện thí nghiệm (mẫu vải, dụng cụ thí nghiệm...).

- Chuẩn bị nhuộm mẫu: Theo phương pháp gián đoạn trên thiết bị nhuộm cao áp Starlet.: tại nhiệt độ nhuộm 98°C trong thời gian 60 phút.

a) Ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm sử dụng đến khả năng bắt màu của 03 loại thuốc nhuộm cơ bản (đen, đỏ, xanh)

Đơn công nghệ nhuộm cho thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast:

- Thuốc nhuộm Eriofast: X % (so với khối lượng vải)
- CaCl₂ : 2 - 8% (so với khối lượng vải)
- CH₃COOH : 1 g/l (pH = 5,5)

- Dung tỷ : 1/10
- Nhiệt độ nhuộm : 98°C
- Thời gian nhuộm : 60 phút
- Chất cảm màu : Y% (Y = 1/2 X)

Chuẩn bị (dung dịch nhuộm, mẫu vải) → nhuộm (nhiệt độ nhuộm: 98°C, thời gian nhuộm: 60 phút) → giặt lạnh → cảm màu (nhiệt độ cảm màu: 60°C, thời gian cảm màu: 20 phút) → giặt lạnh → giặt nóng (Na₂CO₃: 1g/l, nhiệt độ giặt: 60°C, thời gian giặt: 20 phút) → giặt lạnh.

b) Nghiên cứu so sánh công nghệ nhuộm thuốc nhuộm hoạt tính với thuốc nhuộm axit cho vải poliamit với 03 thuốc nhuộm cơ bản (đen, đỏ, xanh)

- Đơn công nghệ nhuộm:

Chất trợ nhuộm	Nồng độ thuốc nhuộm 4,0(%)					
	Thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast			Thuốc nhuộm axit Lanaset		
	Red	Black	Navy	Red	Black	Navy
CaCl ₂ (%)	2	2	2	0	0	0
CH ₃ COOH (g/l)	1	1	1	1	1	1
Chất đều màu (g/l)	0	0	0	1	1	1

- pH : 5,5
- Dung tỷ : 1/10
- Nhiệt độ nhuộm : 98°C
- Thời gian nhuộm : 60 phút
- Chất cảm màu : Y% (Y = 1/2X)

- Thiết bị sử dụng:



Hình 1. Máy nhuộm cao áp Starlet

2.3.2. Phương pháp xác định cường độ lên màu của các mẫu vải sau nhuộm

* Đo dung dịch thuốc nhuộm để xác định bước sóng λ_{max} của từng loại thuốc nhuộm:

- Các mẫu dung dịch thuốc nhuộm được pha loãng để xác định bước sóng λ_{max}.

- Thiết bị sử dụng: máy UV- vis.

* Đo phản xạ R tại bước sóng λ_{max} để xác định cường độ lên màu của các mẫu vải sau nhuộm:

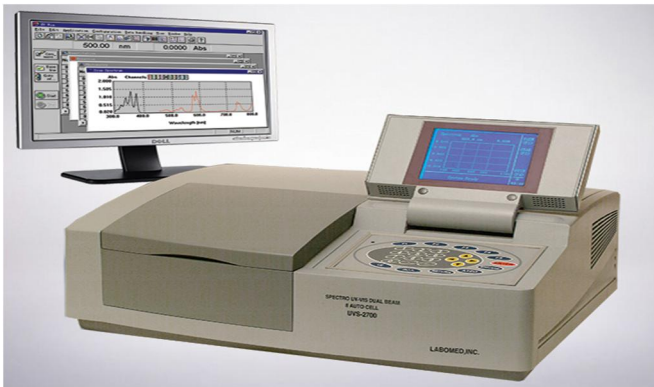
- Các mẫu được đo trên máy đo màu quang phổ phản xạ Gretag Macbeth Color Eye - 2180UV, sử dụng phần mềm đo màu dựa trên nguồn sáng D65 và góc quan sát là 10°.

- Giá trị K/S của các mẫu vải sau nhuộm được đánh giá theo phương trình Kubeka-Munk [6]:

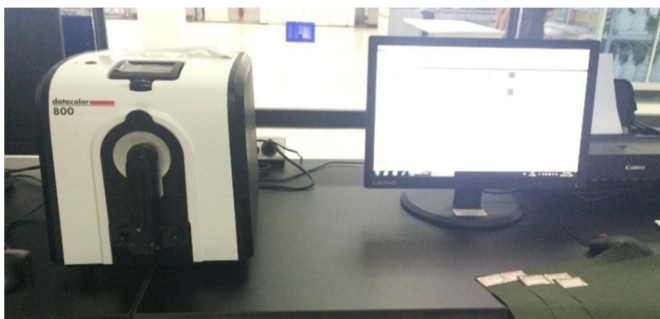
$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \tag{1}$$

Trong đó: K: là hệ số hấp phụ; S: là hệ số tán xạ; R: giá trị phản xạ

- Thiết bị sử dụng:



Hình 2. Máy UV-vis



Hình 3. Máy đo màu Datacolor 800

* Đánh giá độ đều màu:

Độ bền màu giặt theo tiêu chuẩn ISO 105 - C01; Độ bền màu mồ hôi theo tiêu chuẩn ISO 105 - 12/1996; Độ bền màu ma sát khô theo tiêu chuẩn ISO 105-12/1996; Độ bền màu ma sát ướt theo tiêu chuẩn ISO 105-12/1996; Độ bền màu ánh sáng theo tiêu chuẩn ISO 105-12/1996.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast đến khả năng bắt màu của vải polyamit

Bảng 2. Kết quả ảnh hưởng của nồng độ thuốc nhuộm tới cường độ lên màu của vải polyamit

Eriofast Red			Eriofast Black			Eriofast Navy		
[Thuốc nhuộm] (%)	Giá trị R	Giá trị K/S	[Thuốc nhuộm] (%)	Giá trị R	Giá trị K/S	[Thuốc nhuộm] (%)	Giá trị R	Giá trị K/S
1	0,0508	8,867	1	0,0486	9,312	1	0,0424	10,813
3	0,0290	16,190	3	0,0267	17,739	2	0,0272	17,395

5	0,0240	19,845	5	0,0228	20,941	3	0,0231	20,656
6	0,0230	20,656	7	0,0221	21,635	4	0,0220	21,533
7	0,0228	20,941	8	0,0222	21,533	5	0,0220	21,533
8	0,0228	20,941	9	0,0222	21,533	6	0,0210	22,820
9	0,0225	21,233	10	0,0229	20,845	7	0,0221	21,635

Các mẫu vải sau khi được nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (đen, đỏ, xanh) tại các nồng độ thuốc nhuộm khác nhau được đo phản xạ R trên thiết bị Data Color và được tính toán theo công thức (1). Các kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Kết quả bảng 2 cho thấy:

- Đối với màu Eriofast Navy: Khi nồng độ thuốc nhuộm tăng thì khả năng lên màu của các mẫu vải cũng tăng. Tuy nhiên khi nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tăng lên đến 4% thì khả năng bắt màu của mẫu vải không tăng. Như vậy đối với thuốc nhuộm Eriofast Navy khi nhuộm thì chỉ cần sử dụng nồng độ thuốc nhuộm là 4%.

- Đối với màu Eriofast Black: Khi nồng độ thuốc nhuộm tăng thì khả năng lên màu của các mẫu vải đều tăng. Tuy nhiên khi nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tăng lên đến 8% thì khả năng bắt màu của mẫu vải không tăng. Như vậy đối với thuốc nhuộm Eriofast Black khi nhuộm thì chỉ cần sử dụng nồng độ thuốc nhuộm sử dụng cao nhất là 8%.

- Đối với màu Eriofast Red: Khi nồng độ thuốc nhuộm tăng thì khả năng lên màu của các mẫu vải đều tăng. Tuy nhiên khi nồng độ thuốc nhuộm sử dụng tăng lên đến 7% thì khả năng bắt màu của mẫu vải không tăng. Như vậy đối với thuốc nhuộm Eriofast Red khi nhuộm thì chỉ cần sử dụng nồng độ thuốc nhuộm là 7%.

Như vậy trong 03 loại thuốc nhuộm sử dụng thì thuốc nhuộm màu Navy đạt khả năng bão hòa sớm nhất (4%), sau đó là thuốc nhuộm màu Red (7%) và màu Black bão hòa tại (8%). Kết quả cho thấy khi sử dụng các loại thuốc nhuộm này thì chỉ nhuộm ở nồng độ thuốc nhuộm bão hòa. Nếu sử dụng nồng độ thuốc nhuộm cao hơn nồng độ thuốc nhuộm bão hòa thì hiệu quả lên màu không những không tăng mà lượng thuốc nhuộm dư thừa sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của vải cũng như ảnh hưởng tới môi trường.

3.2. Kết quả so sánh công nghệ nhuộm của thuốc nhuộm hoạt tính với thuốc nhuộm axit cho vải polyamit

3.2.1. Kết quả so sánh cường độ lên màu của vải sau nhuộm

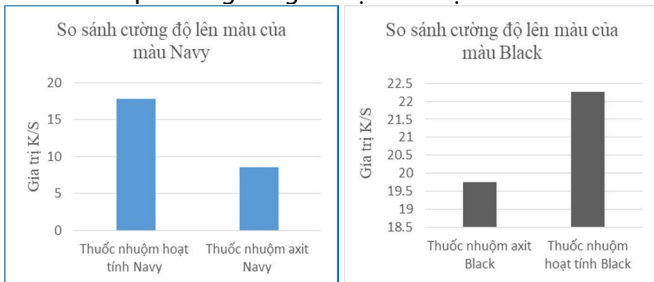
Bảng 3. Kết quả cường độ lên màu của mẫu vải polyamit được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính và thuốc nhuộm axit

Màu sắc	Thuốc nhuộm	Giá trị R	Giá trị K/S
Navy	Hoạt tính Eriofast	0,0266	17,8103
	Axit Lanaset	0,0526	8,5320
Black	Hoạt tính Eriofast	0,0215	22,2666
	Axit Lanaset	0,0241	19,7589

Các mẫu vải sau khi được nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (đen, đỏ, xanh) và 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset (đen, đỏ, xanh) tại cùng một nồng độ

thuốc nhuộm (4,0%) được xác định giá trị phản xạ R trên thiết bị Data Color và được tính toán theo công thức (1). Các kết quả được thể hiện trong bảng 3.

Các kết quả trong bảng 2 được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Kết quả cường độ lên màu của mẫu vải polyamid được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính và thuốc nhuộm axit

Kết quả trên bảng 3 và hình 4 cho thấy:

Các mẫu vải sau khi được nhuộm bằng 02 loại thuốc nhuộm màu Navy và màu Black Tại cùng một nồng độ thuốc nhuộm, thì cường độ lên màu của các mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast đều lớn hơn (màu đậm hơn) các mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm axit Lanaset. Mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast Navy có cường độ lên màu lớn hơn 200% so với mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm axit màu Navy, màu Black thì mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast có cường độ màu lớn hơn 113% so với mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm axit Lanaset.

3.2.2. Kết quả so sánh độ bền màu của vải sau nhuộm

Bảng 4. Kết quả so sánh độ bền màu của các mẫu vải polyamid được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính và thuốc nhuộm axit

Thuốc nhuộm hoạt tính	Thuốc nhuộm axit	Kết quả độ bền màu					
		Độ bền màu giặt		Độ bền màu mồ hôi	Độ bền màu ma sát khô	Độ bền màu ma sát ướt	Độ bền màu ánh sáng
		Dây màu	Phai màu				
Red		Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5
Black		Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5
Navy		Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5	Cấp 5
	Red	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4	Cấp 4-5
	Black	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4	Cấp 4-5
	Navy	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4-5	Cấp 4	Cấp 4-5

Các mẫu vải sau khi được nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast (đen, đỏ, xanh) và 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset (đen, đỏ, xanh) tại cùng một nồng độ thuốc nhuộm (4,0%) được kiểm tra đánh giá độ bền màu giặt, mồ hôi, ma sát khô, ma sát ướt và độ bền màu ánh sáng. Các kết quả được thể hiện trên bảng 4.

Kết quả trên bảng 4 cho thấy: Các mẫu vải sau nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast đều đạt độ bền

màu rất cao (cấp 5) ở tất cả các chỉ tiêu đánh giá độ bền màu (giặt, mồ hôi, ma sát khô, ma sát ướt, ánh sáng) và cao hơn độ bền màu của các mẫu vải sau nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset. Các chỉ tiêu này rất quan trọng góp phần tạo nên sản phẩm dệt may chất lượng cao đáp ứng được nhu cầu của người sử dụng.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Trong 03 loại thuốc nhuộm sử dụng thì thuốc nhuộm màu Navy đạt khả năng bão hòa sớm nhất (4%), sau đó là thuốc nhuộm màu Red (7%) và màu Black bão hòa tại (8%).

- Các mẫu vải sau nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast đều đạt độ bền màu rất cao (cấp 5) ở tất cả các chỉ tiêu đánh giá độ bền màu (giặt, mồ hôi, ma sát khô, ma sát ướt, ánh sáng) và đều cao hơn các mẫu vải sau nhuộm bằng 03 loại thuốc nhuộm axit Lanaset.

- Mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast Navy có cường độ lên màu lớn hơn 200%, màu Black có cường độ lên màu lớn hơn 113% so với mẫu vải được nhuộm bằng thuốc nhuộm axit Lanaset màu Navy và màu Black tương ứng, ở cùng nồng độ thuốc nhuộm.

- Kết quả nghiên cứu gợi ý cho việc có thể lựa chọn thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast để thay thế cho thuốc nhuộm axit và thuốc nhuộm phân tán.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Trung tâm thí nghiệm Việt Dệt May, số 478 Minh Khai - Hai Bà Trưng - Hà Nội đã tạo điều kiện thuận lợi để nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. <http://www.essentialchemicalindustry.org/polymers/polyamides.html>
- [2]. Joonseok Koh, Goochwan Sim, Jaepil Kim, pH control in the dyeing of polyamide with acid dyes, *Coloration Technology*, 22 June 2006.
- [3]. Jorge G. Santos, Teresa Miranda, Graça M. B. Soares, Email author; *Selective control of polyamide dyeing with acid dyes using hydroxypropyl-β-cyclodextrin*; *Fibers and Polymers*; April 2014, Volume 15, Issue 4, pp 788–793.
- [4]. M. Sadeghi-Kiakhani, K. Gharanjig, M. Arami, A. Khosravi; *Dyeing and fastness properties of polyamide fabrics using some acid based monoazo disperse dyes*; *Journal of Applied Polymer Science*, 12 July 2011.
- [5]. Lưu Thị Tho, Nguyễn Thị Lộc, Dương Thị Tuyết. *Nghiên cứu khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nhuộm của thuốc nhuộm hoạt tính Eriofast để nhuộm cho vải polyamid*; Hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc lần thứ 5, Tạp chí khoa học và công nghệ Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, tháng 10/2018
- [6]. António Pedro Souto, Fernando Ribeiro Oliveira and Noémia Carneiro; *Polyamide 6.6 Modified by DBD Plasma Treatment for Anionic Dyeing Processes*; *Textile Dyeing*, pp 243-260, 201, ISBN: 978-953-307-565-5.

AUTHORS INFORMATION

Luu Thi Tho, Pham Thi Minh Hue, Nguyen Nhu Tung, Pham Minh Hieu, Nguyen Thi Mai, Nguyen Trong Tuan, Nguyen Gia Linh
Hanoi University of Industry