

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ ĐẾN SỰ HỒI MÀU CỦA MỰC BÚT SANG DẤU TRÊN VẢI MAY QUẦN ÁO

STUDY ON THE INFLUENCE OF SEVERAL FACTORS ON THE INK REAPPEARANCE OF FABRIC MARKING PENS USED IN GARMENT MANUFACTURING

Đỗ Thị Thủy^{1,*}, Vũ Thị Vân Chinh²

DOI: <https://doi.org/10.57001/huinh5804.2026.173>

TÓM TẮT

Trong sản xuất may công nghiệp, dùng bút bay màu để đánh dấu các vị trí kỹ thuật trên vải. Các vết mực được là bay màu mực nhưng có thể hiện lại trên quần áo sau sản xuất. Bài báo này trình bày ảnh hưởng của một số yếu tố đến sự hồi màu mực trên vải. Sử dụng mực bút bay màu Aihao để đánh dấu trên 3 loại vải 100% cotton, cotton pha PES và Tetron cotton. Sau khi là bay màu mực, các mẫu vải được giặt thường và không giặt được lưu trữ ở nhiệt độ 25, 5 và -11°C, quan sát sự hồi màu mực sau 15, 30, 45, 60 và 120 phút. Sử dụng mô hình hồi quy logistic trong phần mềm R để phân tích các dữ liệu. Kết quả, nếu lưu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực tăng thêm 30% trên vải 100% cotton và vải TetronCotton so với vải được giặt. Pha trộn polyester với cotton thì yếu tố giặt, nhiệt độ lưu và thời gian lưu giặt thích được nhiều hơn sự dao động của xác suất hồi màu mực trên vải.

Từ khóa: Bút bay màu, hồi màu mực, sản xuất may công nghiệp.

ABSTRACT

In industrial garment manufacturing, disappearing marking pens are commonly used to indicate technical positions on fabrics. The ink marks are designed to vanish after pressing; however, color reappearance may occur on garments after production. This paper investigates the influence of several factors on the reappearance of marking ink on fabrics. The Aihao disappearing marking pen was used to mark three fabric types: 100% cotton, cotton/PES blend, and TetronCotton. After heat pressing to remove the ink marks, both washed and unwashed fabric samples were stored at temperatures of 25°C, 5°C, and -11°C, and the reappearance of the ink marks was observed after 15, 30, 45, 60, and 120 minutes. A logistic regression model in R software was applied to analyze the data. Results showed that storing fabrics at lower temperatures (5°C and -11°C) increased the probability of ink reappearance by approximately 30% on 100% cotton and TetronCotton fabrics compared with washed fabrics. Blending polyester with cotton enhanced the explanatory power of washing, storage temperature, and storage time factors on the variation of ink reappearance probability.

Keywords: Disappearing ink pen, ink color reappearance, industrial garment manufacturing

¹Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Việt - Đức

*Email: thuy.dothi@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/12/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 09/4/2026

Ngày chấp nhận đăng: 29/6/2026

1. GIỚI THIỆU

Trong ngành công nghiệp may mặc hiện đại, việc đảm bảo chất lượng và độ chính xác trong từng công đoạn sản xuất đóng vai trò vô cùng quan trọng để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường. Một trong những công đoạn kỹ thuật then chốt nhưng chưa được chú ý đúng

mức là sử dụng bút sang dấu (marking pen) để đánh dấu các vị trí kỹ thuật trên vải và khó sử dụng cử gá thay thế. Mục đích chính của việc sang dấu là hỗ trợ công nhân thao tác chính xác, đồng nhất theo mẫu thiết kế, giúp tối ưu hóa năng suất. Do tính chất tạm thời của các ký hiệu này, mực sang dấu được chế tạo để bay màu hoặc biến

mất sau một thời gian nhất định hoặc khi gặp các tác nhân như nhiệt, ánh sáng, nước... Thực tế, hiện tượng mực sang dấu không bay hoàn toàn hoặc để lại vết màu nhạt sau các công đoạn hoàn thiện sản phẩm, làm giảm giá trị thẩm mỹ sản phẩm. Quần áo sau khi hoàn tất quá trình sản xuất vẫn có thể còn sót lại dấu mực do điều kiện xử lý chưa đảm bảo. Trong quá trình lưu kho, vận chuyển, các dấu mực bị chuyển màu dưới tác động của độ ẩm, ánh sáng ngay cả khi sản phẩm chưa sử dụng.

Tác giả White và LeBlanc [1] cho thấy biến đổi màu theo nhiệt độ là một cơ chế màu phụ thuộc nhiệt độ có tính thuận nghịch trong những điều kiện nhất định. Hiện tượng nhiệt sắc thường được tạo ra bởi các hệ chất màu đổi màu theo nhiệt độ, trong đó màu sắc thay đổi khi trạng thái của hệ vật liệu biến đổi dưới tác động nhiệt. Tác giả Bašnec và cộng sự [2] chỉ ra ở các vật liệu tổng hợp nhiệt sắc, sự thay đổi màu có liên hệ chặt chẽ với sự chuyển pha của hệ vật liệu, nhưng đáp ứng màu và đáp ứng chuyển pha không hoàn toàn trùng khít, đặc biệt trong quá trình làm nguội. Tác giả Janet Evenson, Patricia Crews [3] đã đánh giá tác động của nhiệt độ và ánh sáng lên độ bền và khả năng biến mất của vết mực từ các loại bút sang dấu trên vải cotton sau một khoảng thời gian. Một số loại bút mực nhiệt có xu hướng hồi màu trở lại sau khi tiếp xúc với nhiệt độ thấp hoặc độ ẩm cao, tương tự hiện tượng xảy ra trong kho lạnh hoặc khí hậu lạnh. Tác giả Campbell và cộng sự [4] xác nhận rằng mực của bút FriXion thuộc nhóm mực nhiệt sắc, với trạng thái có màu ở nhiệt độ thấp và không màu ở nhiệt độ cao. Phát hiện này cho thấy sự mất màu của loại mực này do tác động nhiệt không nhất thiết là mất màu vĩnh viễn, mà có thể mang tính thuận nghịch theo điều kiện nhiệt độ. Do đó, trong ứng dụng trên vật liệu dệt, việc kiểm tra trước khả năng lưu vết và hồi màu của mực trên mẫu vải cụ thể là cần thiết trước khi sử dụng ở quy mô thực tế.

Trong một số trường hợp, sản phẩm đạt yêu cầu về chất lượng và thẩm mỹ tại xưởng (nơi có điều kiện khí hậu nóng ẩm như ở Việt Nam), nhưng sau khi xuất khẩu sang các nước có khí hậu lạnh hoặc rất lạnh, các mực dấu bị "hồi màu" - tức là vết mực đã bay trước đó nay hiện lại. Điều này cũng xảy ra ở những loại quần áo sử dụng trong môi trường kho lạnh, cấp đông hoặc ngoài trời mùa đông, làm mất tính thẩm mỹ sản phẩm. Hiện nay, vẫn chưa có nhiều nghiên cứu cụ thể về sự bay màu và các yếu tố ảnh hưởng đến sự bay màu mực sang dấu trên quần áo. Vì vậy, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến sự hồi màu của mực bút sang dấu trên vải may quần áo để làm rõ mối quan hệ giữa một số yếu tố, điều kiện môi trường (nhiệt độ, thời gian) và sự hồi màu

của mực bút sang dấu trên quần áo, từ đó giúp doanh nghiệp may mặc lựa chọn phương án kỹ thuật phù hợp, giảm lỗi sản phẩm và nâng cao chất lượng hàng hóa trong quá trình sản xuất và phân phối sản phẩm.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải.

Các yếu tố ảnh hưởng: Việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải được đo lường bằng các biến quan sát. Các biến đầu vào và biến phụ thuộc để tìm kiếm mối quan hệ giữa các biến quan sát này như bảng 1.

Bảng 1. Mã hóa các biến quan sát

STT	Các biến quan sát	Mã hóa
1	Hồi màu mực trên vải	HM
2	Giặt vải	Giat
3	Nhiệt độ lưu mẫu vải	Nluu
4	Thời gian lưu mẫu vải	Tluu
5	Mật độ sợi dọc trên vải	MDD
6	Mật độ sợi ngang trên vải	MDN
7	Khối lượng vải g/m ²	KL

Đo lường: Các biến quan sát đầu vào Nluu, Tluu, MDD, và MDN được đo lường trên các thiết bị, dụng cụ phù hợp tiêu chuẩn. Việc giặt thường vải sau khi là bay màu mực được đo lường theo 2 giá trị: K và G. Trong đó, K là vải không đem giặt, G là vải được giặt.

Biến đầu ra là sự hồi màu mực trên vải được đo lường theo 2 giá trị: 0 và 1. Trong đó, 0 là không hồi màu mực trên vải, 1 là hồi màu mực trên vải.

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Vải: nghiên cứu đã sử dụng 3 loại vải dệt thoi khác nhau thường được sử dụng cho việc may quần áo để xem xét sự hồi màu mực trên vải 100% cotton, vải cotton pha PES và vải Tetron Cotton. Mỗi loại vải được lấy mẫu theo TCVN 1755:1986.

Bảng 2. Một số thông số vải thực nghiệm

STT	Vải	Thành phần	Mật độ sợi dọc (số sợi/10cm)	Mật độ sợi ngang (số sợi/10cm)	Khối lượng g/cm ²
1	Mẫu vải 1	100% Cotton	580	300	170
2	Mẫu vải 2	Cotton pha PES	390	360	175
3	Mẫu vải 3	Tetron Cotton	540	300	190

Mực bút sang dấu trên vải: sử dụng bút sang dấu loại mực bay màu bằng nhiệt (heat-erasable pen) màu xanh, nhãn hiệu Aihao để thực nghiệm trên vải. Điều chỉnh bàn là ở mức 1 (khoảng 80 - 100°C) để là trong 20 giây cho bay màu mực đã đánh dấu trên vải

Giặt: Sau khi đánh dấu bằng mực bút Aihao trên các mẫu vải, để mực khô theo hướng dẫn của nhà sản xuất trước khi là bay hơi mực dấu trên vải, lấy 50% số mẫu /loại vải đem giặt thường.

Nhiệt độ lưu mẫu vải đã là bay màu mực: ở 3 mức 25°C, 5°C và -11°C

Thời gian lưu mẫu vải đã là bay màu mực: ở 5 mức 15, 30, 45, 60 và 120 phút

Tổng số mẫu đã đem thực nghiệm ở các điều kiện là 315 mẫu; trong đó, 159 mẫu có hồi màu và 156 mẫu không hồi màu. Biến *Giat* có 225 mẫu không giặt và 90 mẫu được giặt.

2.3. Các phương pháp ứng dụng cho nghiên cứu

Phương pháp thống kê và tính toán được sử dụng để xác định ảnh hưởng của các yếu tố đến sự hồi màu mực trên vải; kiểm tra, đánh giá độ chính xác của mô hình đã tìm kiếm được.

Phương pháp thực nghiệm: Sử dụng bút màu xanh Aihao để đánh dấu trên vải, dấu có hình dấu "+", mỗi nét dài 3cm. Là trong 20 giây cho bay màu mực đã đánh dấu trên vải. Lấy 50% số mẫu /loại vải đem giặt thường và cùng với số mẫu vải còn lại được lưu trong môi trường ở từng mức 25°C, 5°C và -11°C trong 15, 30, 45, 60 và 120 phút. Ở mỗi giai đoạn, mẫu thực nghiệm được đặt vào thiết bị so màu với loại ánh sáng theo tiêu chuẩn qui định và quan sát trực tiếp vị trí đã đánh dấu vết màu trên bề mặt mẫu bằng mắt thường để nhận biết hiện tượng hồi màu hoặc không hồi màu mực trên các mẫu vải.

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của các biến đầu vào đến sự hồi màu mực hay không hồi màu mực trên vải được xem xét bằng cách sử dụng mô hình hồi qui logistic đa biến.

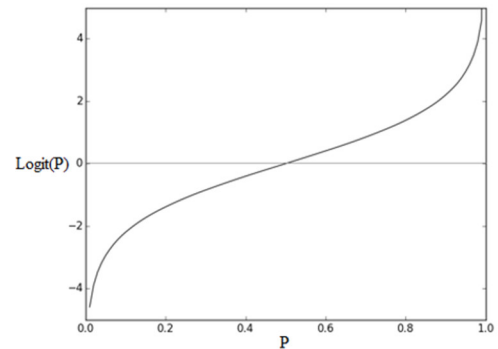
Khi tần xuất hồi màu mực trên vải x ghi nhận được từ n mẫu vải thì xác suất hồi màu mực trên vải là $p = x/n$. Khi đó, p có thể xem là một chỉ số đo lường khả năng xảy ra của sự hồi màu mực và khả năng này cũng có thể thể hiện là *odds*.

$$\text{odds} = \frac{p}{1-p} \quad (1)$$

Hàm logit của *odds* được định nghĩa như sau:

$$\text{logit}(p) = \log(\text{odds}) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right); \text{ với } 0 \leq p \leq 1 \quad (2)$$

Mối liên hệ giữa p và $\text{logit}(p)$ là một mối liên hệ liên tục và theo dạng (hình 1).



Hình 1. Mối liên hệ giữa $\text{logit}(p)$ và p

Mô hình hồi qui logistic dựa trên logit. Để xác định mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng và sự hồi màu mực trên vải, sử dụng mô hình hồi qui logistic đa biến có dạng ma trận như sau:

$$L = \text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta X \quad (3)$$

Trong đó, L là véc tơ thể hiện xác suất xảy ra sự hồi màu mực trên vải; α là log odds của biến đầu ra khi $X = 0$; X là ma trận các giá trị ảnh hưởng của các yếu tố; β là véc tơ các hệ số hồi quy [5].

$$\text{Xác suất hồi màu mực trên vải } p = \frac{e^{\alpha + \beta X}}{1 + e^{\alpha + \beta X}} \quad (4)$$

Phân tích hồi qui logistic đa biến là xác định mô hình đơn giản, mô tả đầy đủ dữ liệu và có ý nghĩa thực tế. Với n biến độc lập, có $2n$ mô hình để mô tả mối quan hệ với biến phụ thuộc. Vì vậy, khi xét mối quan hệ giữa biến phụ thuộc và các biến độc lập X thì cần phải xem xét đến trị số AIC (Akaike Information Criterion) càng thấp càng tốt và các biến độc lập phải có ý nghĩa thống kê. Từ đó, chọn ra mô hình tối ưu. Chỉ số AIC là thước đo quan trọng và có ích để quyết định chọn mô hình đơn giản và đầy đủ.

$\text{AIC} = \text{Residual Deviance} + \text{số thông số có trong mô hình}$

Residual Deviance là dao động dư của mô hình hồi qui logistic.

Phần mềm R được sử dụng để xác định mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng và xác suất xảy ra sự hồi màu mực hay không hồi màu mực trên vải thông qua hàm *glm*; sau đó dùng hàm *lrm* và lệnh *summary* để xem kết quả tìm kiếm các chỉ số phản ánh độ thích hợp của mô hình với dữ liệu quan sát, thước đo về độ phân định kết quả đầu ra. Dùng hàm *bic.glm* và lệnh *summary* đảm bảo độ tin cậy và chính xác cao để chọn mô hình tối ưu khi xác định mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng và sự hồi màu mực trên vải.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả xác định ảnh hưởng của yếu tố giặt vải đến sự hồi màu mực trên vải

3.1.1. Sự hồi màu mực khi ở các mức nhiệt độ lưu trữ vải 25°C, 5°C và -11°C

Trong sản xuất may công nghiệp, một số đơn hàng có sử dụng bút sang dầu để phục vụ sản xuất. Các vết của mực bút sẽ bay đi khi gặp nhiệt độ cao, nhưng sau đó khi để quần áo ở nhiệt thấp thì có thể xảy ra hiện tượng màu mực sẽ hồi lại, điều này gây mất thẩm mỹ cho sản phẩm. Để tìm giải pháp khắc phục, nghiên cứu này xem xét ảnh hưởng của yếu tố giặt vải đến sự hồi màu mực bút sang dầu trên vải khi lưu trữ vải ở các mức nhiệt độ từ bình thường đến nhiệt độ thấp: 25, 5, -11°C.

* Xét cả ba loại vải:

Trong nghiên cứu này, một thực nghiệm đem vải có dấu mực bút đi giặt ở chế độ giặt thường như giặt quần áo trong cuộc sống hàng ngày để xem hiện tượng hồi màu dấu mực trên 3 mẫu vải 100% cotton, vải cotton pha PES và vải Tetron Cotton. Trong phần mềm R, dùng hàm *glm* và sau đó dùng lệnh *summary* để tìm kiếm mô hình khi xác định mối quan hệ giữa các yếu tố giặt và sự hồi màu mực trên vải. Chọn yếu tố có giặt vải (G) làm tham chiếu để so sánh khả năng hồi màu giữa vải không được giặt (K) và có được giặt (G).

Kết quả cho mô hình hồi quy logistic như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -0,8473 + 1,1975 * \text{Giat}|K \quad (5)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Trong đó: $\alpha = -0,8473$: logit khi có giặt vải, Giat = G. Như vậy, khi có giặt vải (G) thì logit = $-0,8473$, do đó $p = \frac{e^{-0,8473}}{1 + e^{-0,8473}} = 0,3$, nghĩa là xác suất hồi màu mực khi có giặt vải = 30%

$\beta = 1,1975$ nghĩa là logit tăng 1,1975 khi chuyển từ có giặt (G) sang không giặt (K)

OR = $e^{1,1975} = 3,31$, nghĩa là không giặt vải làm tăng khả năng hồi màu lên gấp 3,31 lần so với có giặt, p-value = 0,00959 có ý nghĩa thống kê.

Xác suất $p(HM = 1|K) = 0,5867$, nghĩa là xác suất hồi màu mực khi không giặt vải = 58,67%

Khi kiểm định tổng thể mô hình, dao động dư của mô hình hồi qui logistic là 138,36 khi có biến Giat, như vậy dao động của mô hình giảm 7,19 cho thấy mô hình cải thiện so với mô hình không có biến. AIC của mô hình 142,36 là chấp nhận được, mô hình hội tụ tốt.

Mô hình (5) khi xét cả 3 loại vải cho thấy, không giặt vải làm tăng khả năng hồi màu lên khoảng 3,31 lần so với

có giặt vải; xác suất hồi màu mực trên vải khoảng 30% (khi có giặt) và 58,67% (khi không giặt vải), mô hình có ý nghĩa thống kê.

* Xét riêng vải 100% Cotton:

Để sát với thực tế sản xuất và sử dụng quần áo, nghiên cứu này xem xét mối quan hệ giữa yếu tố giặt và sự hồi màu mực trên từng loại vải.

Khi xét riêng vải 100% Cotton, kết quả cho mô hình hồi quy logistic như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = 0,5754 * \text{Giat}|K \quad (5c)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (5c), khi có giặt vải 100% Cotton thì logit(p) = 0 nên $p = \frac{e^0}{1 + e^0} = 0,5$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 50%. Khi không giặt vải 100% Cotton thì logit(p) = 0,5754 nên $p = \frac{e^{0,5754}}{1 + e^{0,5754}} = 0,64$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 64%

Mô hình (5c) có p-value = 0,447 > 0,05, kết quả hồi quy chưa cho thấy mối liên hệ có ý nghĩa thống kê giữa các biến quan sát và hiện tượng hồi màu trong điều kiện dữ liệu hiện có. Do đó, không thể kết luận chắc chắn rằng việc giặt vải ảnh hưởng đến hồi màu mực trên vải 100% Cotton.

* Xét riêng vải cotton pha PES:

Khi xét riêng vải cotton pha PES, kết quả cho mô hình hồi quy logistic như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -18,57 + 18,81 * \text{Giat}|K \quad (5cp)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (5cp), khi có giặt vải cotton pha PES, logit(p) = -18,57 nên $p = \frac{e^{-18,57}}{1 + e^{-18,57}} = 8,6 * 10^{-9}$, vậy xác suất hồi màu mực gần như bằng 0%. Khi không giặt vải cotton pha PES thì logit(p) = 0,24 nên $p = \frac{e^{0,24}}{1 + e^{0,24}} = 0,56$, vậy xác suất hồi màu mực là 56%.

Mô hình (5cp) có p-value đều ~0,99 nghĩa là kết quả hồi quy chưa cho thấy mối liên hệ có ý nghĩa thống kê giữa các biến quan sát và hiện tượng hồi màu trong điều kiện dữ liệu hiện có. AIC = 106,89, mô hình không đủ mạnh để kết luận yếu tố Giat ảnh hưởng đến hồi màu mực trên vải cotton pha PES.

* Xét riêng vải Tetron Cotton:

Khi xét riêng vải Tetron Cotton, kết quả cho mô hình hồi quy logistic như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -0,4055 + 0,6466 * \text{Giat}|K \quad (5tc)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (5tc), khi có giặt vải Tetron Cotton thì $\text{logit}(p) = -0,4055$ nên $p = \frac{e^{-0,4055}}{1 + e^{-0,4055}} = 0,4$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 40%.

Khi không giặt vải Tetron Cotton thì $\text{logit}(p) = 0,2411$ nên $p = \frac{e^{0,2411}}{1 + e^{0,2411}} = 0,56$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 56%. Mô hình (5tc) có $p\text{-value} = 0,141 > 0,05$ nghĩa là kết quả hồi quy chưa cho thấy mối liên hệ có ý nghĩa thống kê giữa các biến quan sát và hiện tượng hồi màu trong điều kiện dữ liệu hiện có. AIC = 147,27, mô hình có cải thiện nhưng không đáng kể, chứng tỏ biến Giat không phải là yếu tố quyết định rõ ràng đến khả năng hồi màu mực.

Tóm lại, khi xét cả 3 loại vải được thực nghiệm đánh dấu mực bút bay màu trên vải, rồi là ở nhiệt độ cao để làm bay màu mực, sau đó vải được lưu trữ ở các mức nhiệt độ từ bình thường đến nhiệt độ thấp: 25, 5, -11°C. Kết quả cho thấy, nếu không đem giặt vải sẽ làm tăng khả năng hồi màu mực lên khoảng 3,31 lần so với có đem giặt vải; xác suất hồi màu mực khoảng 30% (khi có giặt) và 58,7% (khi không giặt vải), mô hình có ý nghĩa thống kê. Nhưng khi xét riêng từng loại vải, kết quả cho thấy, nếu không đem giặt vải thì sẽ có xu hướng dễ hồi màu mực hơn có đem giặt vải, tuy nhiên, khác biệt này không có ý nghĩa thống kê nên không thể khẳng định chắc chắn rằng “không giặt vải thì mực hồi màu cao hơn có giặt vải” trong phạm vi nghiên cứu.

3.1.2. Sự hồi màu mực khi ở các mức nhiệt độ lưu trữ vải 5°C và -11°C

Trong phần này, nghiên cứu xem xét ảnh hưởng của yếu tố giặt vải đến sự hồi màu mực trên 3 loại vải ở các mức nhiệt độ thấp: 5°C và -11°C. Kết quả cho mô hình như sau:

* Kết quả cho mô hình hồi quy logistic xác định ảnh hưởng của yếu tố giặt đến sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải 100% Cotton ở các mức nhiệt độ thấp 5°C và -11°C như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = 1,386 * \text{Giat}|K \quad (6c)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (6c), khi có đem giặt vải 100% Cotton thì $\text{logit}(p) = 0$ nên $p = \frac{e^0}{1 + e^0} = 0,5$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 50%. Khi không đem giặt vải 100% Cotton thì $\text{logit}(p) = 1,386$ nên $p = \frac{e^{1,386}}{1 + e^{1,386}} = 0,8$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 80%. Mô hình (6c) có $p\text{-value} = 0,00445 < 0,05$ nghĩa là mô hình có ý nghĩa thống kê, AIC = 105,64, do đó độ

phù hợp mô hình là tốt, mô hình phân biệt được 2 nhóm có giặt và không giặt, việc đưa biến Giat vào mô hình giúp giảm dao động rõ rệt, chứng tỏ biến Giat có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng hồi màu mực trên vải 100% Cotton.

* Kết quả cho mô hình hồi quy logistic xác định ảnh hưởng của yếu tố giặt đến sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải Cotton pha PES ở các mức nhiệt độ thấp 5°C và -11°C như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -19,57 + 20,41 * \text{Giat}|K \quad (6cp)$$

Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (6cp), khi có đem giặt vải Cotton pha PES thì $\text{logit}(p) = -19,57$ nên $p = \frac{e^{-19,57}}{1 + e^{-19,57}} = 0$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 0%. Khi không giặt vải Cotton pha PES thì $\text{logit}(p) = 0,84$ nên $p = \frac{e^{0,84}}{1 + e^{0,84}} = 0,698$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 69,8%.

Mô hình (6cp) có $p\text{-value} = 0,992 > 0,05$ nghĩa là kết quả hồi quy chưa cho thấy mối liên hệ có ý nghĩa thống kê giữa các biến quan sát và hiện tượng hồi màu trong điều kiện dữ liệu hiện có. AIC = 77,304, do vậy mô hình không đủ bằng chứng thống kê để khẳng định sự khác biệt là thật giữa 2 nhóm có giặt và không giặt vải Cotton pha PES.

* Kết quả cho mô hình hồi quy logistic xác định ảnh hưởng của yếu tố giặt đến sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải TetronCotton ở các mức nhiệt độ thấp 5°C và -11°C như sau:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -0,4055 + 1,2528 * \text{Giat}|K \quad (6tc)$$

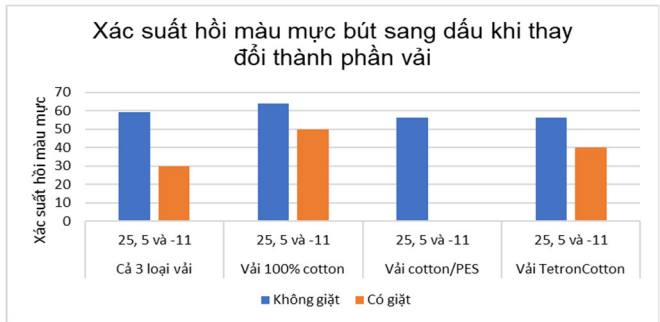
Giat|K = 1 nếu không giặt vải, ngược lại bằng 0. Từ mô hình (6tc), khi có đem giặt vải TetronCotton thì $\text{logit}(p) = -0,4055$ nên $p = \frac{e^{-0,4055}}{1 + e^{-0,4055}} = 0,4$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 40%. Khi không đem giặt vải TetronCotton thì $\text{logit}(p) = 0,8473$ nên $p = \frac{e^{0,8473}}{1 + e^{0,8473}} = 0,7$, vậy xác suất hồi màu mực trên vải là 70%.

Mô hình (6tc) có $p\text{-value} = 0,0073 < 0,05$ nghĩa là mô hình có ý nghĩa thống kê, AIC = 117,68, như vậy việc không đem giặt mẫu vải làm tăng đáng kể khả năng hồi màu mực trên vải TetronCotton.

Bảng 3 cho thấy, sau khi đã là bay màu mực, nếu lưu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực tăng thêm 30% trên vải 100% cotton và trên vải TetronCotton so với khi đem giặt vải, mô hình có ý nghĩa thống kê. Như vậy, việc không đem giặt vải làm tăng đáng kể xác suất hồi màu mực trên vải.

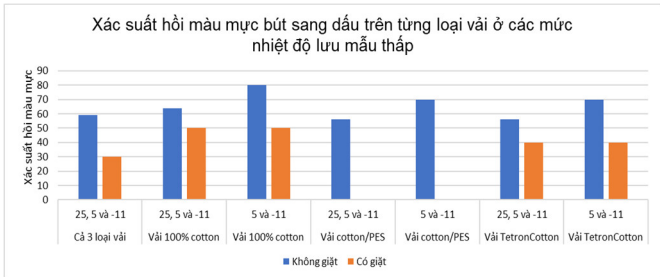
Bảng 3. Tổng hợp kết quả xác định xác suất hồi màu mực bút sang dầu trên vải ở các mức nhiệt độ lưu mẫu vải sau khi đã là bay màu mực

TT	Vải	Thực nghiệm	Nhiệt độ lưu (°C)	Kết quả phân tích					Xác suất hồi màu %	
				Intercept		Giat K		AIC	Không giặt	Có giặt
				Giá trị	p-value	Giá trị	p-value			
1	Vải 100% cotton Vải cotton/PES Vải TetronCotton	Giặt	25, 5 và -11	-0,8473	0,0002	1,198	0,00001	419,08	59	30
2	Vải 100% cotton	Giặt	25, 5 và -11	5,35e-16	1,0	0,575	0,188	143,6	64	50
3	Vải cotton/PES	Giặt	25, 5 và -11	-18,57	0,988	18,81	0,987	106,89	56	0
4	Vải TetronCotton	Giặt	25, 5 và -11	-0,4055	0,277	0,646	0,6466	147,3	56	40
5	Vải 100% cotton	Giặt	5 và -11	1,074e-15	1,0	1,386	0,00445	105,64	80	50
6	Vải cotton/PES	Giặt	5 và -11	-19,57	0,992	20,41	0,992	77,304	69,8	0
7	Vải TetronCotton	Giặt	5 và -11	-0,4055	0,2766	1,2528	0,00733	117,68	70	40



Hình 2. Xác suất hồi màu mực bút sang dầu khi thay đổi thành phần vải ở các mức nhiệt độ lưu mẫu 25°C, 5°C và -11°C

Hình 2 cho thấy, khi pha trộn polyester với cotton thì xác suất hồi màu mực trên vải giảm hơn so với vải 100% cotton khi lưu vải ở các mức nhiệt độ lưu 25°C, 5°C và -11°C. Khi không giặt vải, xác suất hồi màu mực trên vải cotton pha PES và TetronCotton giảm 8% so với vải 100% cotton; còn sau khi giặt vải thì xác suất hồi màu mực trên vải TetronCotton giảm còn 40%, trên vải cotton pha PES không thấy có hiện tượng hồi màu mực.



Hình 3. Xác suất hồi màu mực bút sang dầu trên từng loại vải khi lưu mẫu vải ở các mức nhiệt độ

Hình 3 thể hiện xác suất hồi màu mực bút sang dầu trên từng loại vải khi lưu mẫu vải ở các mức nhiệt độ thấp (5°C và -11°C).

Với vải 100% cotton, khi lưu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực trên vải tăng thêm 16% khi không giặt vải, còn khi có giặt vải thì xác suất hồi màu mực gần như không thay đổi so với khi xem xét xác suất hồi màu mực trên vải khi lưu vải ở các mức nhiệt độ từ 25 xuống -11°C.

Với vải cotton/PES, khi lưu mẫu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực trên vải tăng thêm 14% khi không giặt vải, còn khi có giặt vải thì xác suất hồi màu mực gần như bằng 0, mô hình không có ý nghĩa thống kê, do đó không thể khẳng định chắc chắn rằng không giặt vải thì mực hồi màu cao hơn sau khi giặt vải.

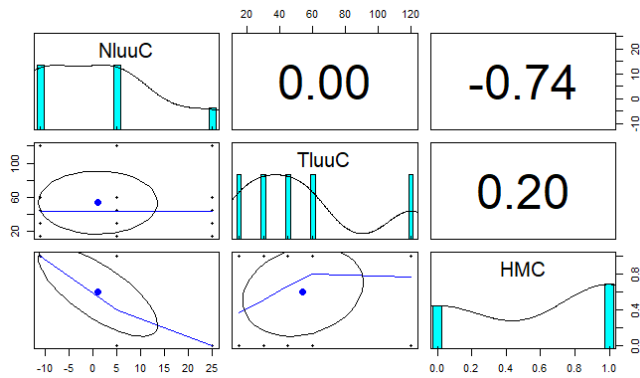
Với vải TetronCotton, khi lưu mẫu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực trên vải tăng thêm 14% khi không giặt vải, còn khi có giặt vải thì xác suất hồi màu mực gần như không thay đổi, mô hình có ý nghĩa thống kê.

3.2. Kết quả xác định ảnh hưởng của một số yếu tố đến sự hồi màu mực trên vải

Bên cạnh yếu tố Giặt, một số yếu tố khác cũng có mặt trong quá trình thực nghiệm. Để xem xét mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này đến sự hồi màu hoặc không hồi màu mực trên từng loại vải, nghiên cứu này đã sử dụng mô hình hồi qui logistic đa biến. Khi xem xét cho từng loại vải, kết quả như sau:

3.2.1. Vải 100% Cotton

Dùng hàm *cbind* để xem xét tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải 100% cotton, kết quả như hình 4.



Hình 4. Tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải 100% cotton

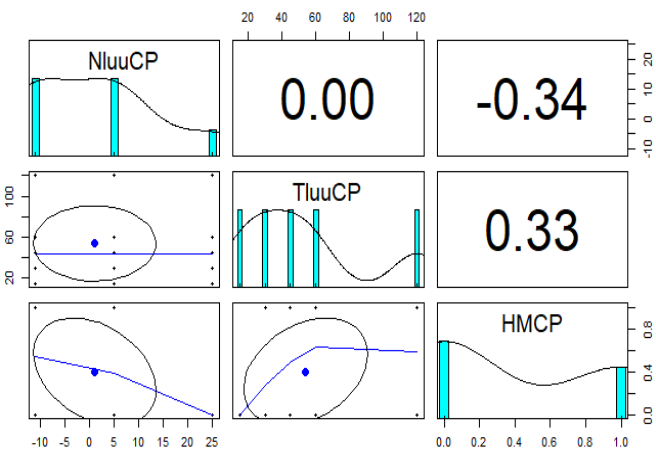
Hình 4 cho thấy, các biến có hệ số tương quan nhỏ hơn 0,95 nên coi các biến là độc lập với nhau. Để xem xét mối tương quan giữa các biến đầu vào với biến đầu ra, nghiên cứu dùng mô hình hồi quy logistic đa biến. Dùng hàm *glm* và lệnh *summary* để xem xét kết quả.

$$\text{logit}(P) = -248,25 + 249,37 \cdot \text{Giat}|K - 20,85 \cdot \text{Nluu} + 2,75 \cdot \text{Tluu} \quad (7)$$

Mô hình (7) có dao động nhỏ và AIC = 8 (rất thấp), nên có thể coi mô hình khớp với dữ liệu quan sát. Mô hình không biến nào có p-value < 0,05, không có ý nghĩa thống kê, nghĩa là không biến nào giải thích đáng kể khả năng hồi màu mực trên vải.

Như vậy, mô hình hồi quy logistic đa biến dùng để dự đoán xác suất hồi màu mực trên vải 100% cotton theo các yếu tố giặt, nhiệt độ lưu, thời gian lưu, mô hình cho thấy, có mối liên quan giữa các yếu tố đầu vào và xác suất hồi màu mực trên vải, nhưng hệ số hồi quy của từng biến lại không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) nên không có căn cứ để cho rằng các biến đầu vào có ảnh hưởng đáng kể đến xác suất hồi màu mực trên vải 100% cotton.

3.2.2. Vải cotton pha PES



Hình 5. Tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải CottonPES

Dùng hàm *cbind* để xem xét tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải cotton pha PES, kết quả như hình 5.

Hình 5 cho thấy các biến có hệ số tương quan nhỏ hơn 0,95 nên coi các biến là độc lập với nhau. Để xem xét mối tương quan giữa các biến đầu vào với biến đầu ra, nghiên cứu dùng mô hình hồi quy logistic đa biến. Dùng hàm *glm* và lệnh *summary* để xem xét kết quả.

Mô hình hồi qui logistic đa biến khi xét riêng vải cotton pha PES như sau:

$$\text{logit}(P) = -29,971 + 26,83 \cdot \text{Giat}|K - 0,231 \cdot \text{Nluu} + 0,082 \cdot \text{Tluu} \quad (8)$$

Mô hình (8) cho thấy, các biến Nluu và Tluu có xu hướng ảnh hưởng đến khả năng hồi màu mực trên vải, p-value < 0,05 có ý nghĩa thống kê.

Khi đánh giá mô hình, nhiệt độ lưu (Nluu) là yếu tố có ảnh hưởng đáng kể: nhiệt độ cao thì ít hồi màu. OR của biến Nluu = 0,061, nghĩa là khi Nluu tăng thêm 1 đơn vị (°C) thì độ hồi màu giảm còn 0,061 lần, hay nói cách khác: khi Nluu tăng thêm 1 đơn vị (°C) thì xác suất hồi màu giảm khoảng 7,5%, ảnh hưởng của Nluu có ý nghĩa thống kê ($p\text{-value} = 0,045 < 0,05$).

Thời gian lưu (Tluu) cũng có ảnh hưởng xác suất hồi màu mực trên vải, tăng thời gian lưu thì tăng xác suất hồi màu, nhưng yếu hơn. OR của Tluu = 1,97 nhưng khoảng tin cậy của OR bao gồm cả 1 nên chưa đủ chứng cứ để khẳng định tác động của Tluu có ý nghĩa thống kê.

$R^2 = 0,303$ nghĩa là các biến trong mô hình giải thích được khoảng 30,3% sự biến thiên của xác suất hồi màu mực trên vải cotton pha PES.

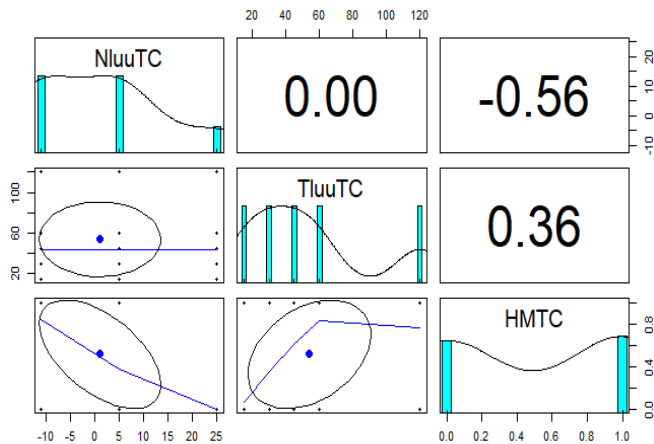
$C = 0,786$ cho thấy mô hình cho phép phân biệt mẫu hồi màu / không hồi màu tốt ($\approx 78,6\%$)

Brier = 0,186 cho thấy mô hình có độ chính xác khá ổn.

Tóm lại, mô hình hồi quy logistic đa biến (8) cho thấy nhiệt độ lưu (Nluu) có ảnh hưởng tích cực và có ý nghĩa thống kê đến xác suất hồi màu mực trên vải cotton pha PES ($p = 0,045$). Biến Tluu có xu hướng ảnh hưởng nhưng chưa đủ ý nghĩa thống kê. Mô hình có độ phân biệt tốt ($C = 0,786$) và giải thích được khoảng 30,3% sự dao động của xác suất hồi màu mực ($R^2 = 0,303$), mô hình cho thấy khả năng dự báo khá tốt.

3.2.3. Vải Tetron Cotton

Dùng hàm *cbind* để xem xét tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải Tetron Cotton, kết quả như hình 6.



Hình 6. Tương quan từng đôi một giữa các biến khi xét riêng vải Tetron Cotton

Dùng hàm *glm* và lệnh *summary* để xem xét kết quả.

Mô hình hồi quy logistic đa biến khi xét riêng vải Tetron Cotton như sau:

$$\text{logit}(P) = -3,948 + 2,342 \cdot \text{Giat}|K - 0,21 \cdot \text{Nluu} + 0,048 \cdot \text{Tluu} \quad (9)$$

AIC: 79,598

Mô hình (9) cho thấy, khi nhiệt độ lưu trữ (Nluu) tăng thì xác suất hồi màu mực trên vải sẽ giảm, thời gian lưu trữ (Tluu) tăng thì sẽ làm tăng xác suất hồi màu mực trên vải, p-value của các biến trong mô hình đều $< 0,05$, có ý nghĩa thống kê, nghĩa là các biến Giat, Nluu, Tluu đều có ảnh hưởng đến xác suất hồi màu mực trên vải. Khi không giặt vải so với có giặt vải thì logit tăng nhiều nên không giặt vải sẽ làm tăng xác suất hồi màu mực trên vải.

Khi đánh giá mô hình, $R^2 = 0,591$ các biến trong mô hình giải thích 59,1% biến thiên xác suất hồi màu mực. $C = 0,9$ cho thấy mô hình có khả năng phân biệt giữa hồi màu và không hồi màu mực rất cao. Brier = 0,134 sai số dự đoán nhỏ, mô hình đáng tin cậy.

Tóm lại, các yếu tố có xu hướng làm tăng xác suất hồi màu mực trên vải Tetron Cotton là khi không giặt vải, thời gian lưu trữ lâu. Để giảm xác suất hồi màu mực trên vải thì cần tăng nhiệt độ lưu trữ. Mô hình có độ phân biệt giữa hồi màu và không hồi màu mực rất cao ($C = 0,9$), sai số dự báo thấp (Brier = 0,137), mô hình có ý nghĩa thống kê.

4. KẾT LUẬN

Trong phạm vi nghiên cứu này, mô hình hồi quy logistic xác định ảnh hưởng của yếu tố giặt đến sự hồi màu mực bút sang dấu trên vải ở các mức nhiệt độ thấp 5°C và -11°C với từng loại vải được xác định:

$$\text{Với vải 100\% Cotton: } \log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = 1,386 \cdot \text{Giat}|K$$

Nếu không giặt vải, xác suất hồi màu mực trên vải 100% Cotton là 80%, còn khi có giặt vải, xác suất hồi màu mực trên vải 100% Cotton là 50%

Với vải TetronCotton:

$$\log\left(\frac{p(HM=1)}{1-p(HM=1)}\right) = -0,4055 + 1,2528 \cdot \text{Giat}|K$$

Nếu không giặt vải, xác suất hồi màu mực trên vải TetronCotton là 70%, còn khi có giặt vải, xác suất hồi màu mực là 40%

Sau khi đã là bay màu mực, nếu lưu vải ở nhiệt độ thấp 5°C và -11°C thì xác suất hồi màu mực tăng thêm 30% trên vải 100% cotton và trên vải TetronCotton so với khi đem giặt vải, mô hình có ý nghĩa thống kê.

Khi pha trộn polyester với cotton thì xác suất hồi màu mực trên vải giảm hơn so với vải 100% cotton khi lưu vải ở các mức nhiệt độ lưu 25°C , 5°C và -11°C . Khi không giặt vải, xác suất hồi màu mực trên vải cotton pha PES và TetronCotton giảm 8% so với vải 100% cotton; còn sau khi giặt vải thì xác suất hồi màu mực trên vải TetronCotton giảm còn 40%, trên vải cotton pha PES không thấy có hiện tượng hồi màu mực.

Nhiệt độ lưu (Nluu) có ảnh hưởng tích cực và có ý nghĩa thống kê đến xác suất hồi màu mực trên vải cotton pha PES ($p = 0,045$) được xác định qua mô hình hồi quy logistic đa biến:

$$\text{logit}(P) = -29,971 + 26,83 \cdot \text{Giat}|K - 0,231 \cdot \text{Nluu} + 0,082 \cdot \text{Tluu}$$

Khi không giặt vải Tetron Cotton, thời gian lưu vải lâu thì có xu hướng làm tăng xác suất hồi màu mực trên vải. Để giảm xác suất hồi màu mực trên vải thì cần tăng nhiệt độ lưu trữ:

$$\text{logit}(P) = -3,948 + 2,342 \cdot \text{Giat}|K - 0,21 \cdot \text{Nluu} + 0,048 \cdot \text{Tluu}$$

Trong phạm vi nghiên cứu, khi pha trộn cotton với polyester thì các yếu tố giặt, nhiệt độ lưu và thời gian lưu đã giải thích được nhiều hơn sự dao động của xác suất hồi màu mực bút sang dấu trên vải. Các mô hình hồi quy logistic cho thấy, xác suất hồi màu mực trên vải vẫn có kể cả khi đã giặt vải. Chính vì vậy, nên hạn chế dùng bút mực bay màu để sang dấu trên sản phẩm may, nếu cần thiết thì thử mực sang dấu lên vải trước khi đưa vào sản xuất và các dấu mực này cần được che kín khi may xong phòng tránh trường hợp màu mực chưa bay hết.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả sẽ sử dụng phương pháp đánh giá mẫu khách quan hơn về hiện tượng hồi màu hoặc không hồi màu mực, nghiên

cứu đa dạng các loại vải, các loại mực bút sang dấu để kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng rộng hơn trong thực tế sản xuất may công nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. A. White, L. M. White, "Thermochromism in Commercial Products," *Journal of Chemical Education*, 76, 9, 1201-1205, 1999.
- [2]. K. Bašněc, et al., "Relation between colour- and phase changes of a leuco dye-based thermochromic composite," *Scientific Reports*, 8(1), 2018.
- [3]. J. Evenson, P. Crews, "The Effects of Accelerated Heat and Light Aging on Textiles Marked with Fabric Marking Pens," *Journal of Testing and Evaluation*, 41(1):20120171, 2013.
- [4]. D. Campbell, et al., "Demonstration of Thermodynamics and Kinetics Using FriXion Erasable Pens," *Journal of Chemical Education*, 89, 4, 526-528, 2012.
- [5]. Dalgaard, *Introductory statistics with R*. Springer, 2004.
- [6]. TCVN 1753: 1986 - Vải dệt thoi - Phương pháp xác định mật độ sợi
- [7]. TCVN 1755:1986 - Vật liệu dệt - Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử
- [8]. TCVN 5466:2002 (ISO 3801:1977) - Vật liệu dệt - Xác định khối lượng trên đơn vị diện tích (g/m^2)
- [9]. TCVN 4536:2002 (ISO 105-A01:1994) - Vật liệu dệt - Phương pháp xác định độ bền màu
- [10]. AATCC 16.3-2014 - Colorfastness to Light: Xenon-Arc Lamp

AUTHORS INFORMATION

Do Thi Thuy¹, Vu Thi Van Chinh²

¹Hanoi University of Industry, Vietnam

²Vietnam - Germany Industrial College, Vietnam