

홍화 염색 나일론 직물의 자외선에 의한 특성 변화*

- 색상, 강도 및 표면 특성 변화를 중심으로 -

A Study on the Changes in the Property of Nylon Fabrics Dyed with Safflower Under Ultraviolet-Light(UV)*

- Focused on the Changes in Color, Strength, and Surface -

전남대학교 의류학과 · 생활과학연구소

교수 신윤숙

전남대학교 박물관

특별 연구원 최승연

Department of Clothing & Textiles · Human Ecology Research Institute, Chonnam National University

Professor : Younsook Shin

Chonnam National University Museum

Special Research Fellow : Seungyoung Choi

◀ 목 차 ▶

I. 서론

II. 실험 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 요약

참고문헌

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the changes in the property of nylon fabrics dyed with safflower red and yellow colorants under Ultraviolet(UV)-light. For this purpose, nylon fabrics dyed with safflower red and yellow colorants were compared with each other after uv-light exposure in terms of K/S value, color changes(ΔE), morphology, and strength retention. K/S value rapidly decreased with increasing exposure time, but K/S value of the samples dyed with safflower red colorants decreased less than that of samples dyed with safflower yellow colorants. In color changes, as increasing exposure time, L^* increased, a^* decreased, b^* increased, and so ΔE increased in samples dyed with safflower red colorants. In color changes, as increasing exposure time, L^* increased, a^* and b^* decreased, and thereby ΔE increased in the samples dyed with safflower yellow colorants, indicating fading away by uv-light and changes of hue, value and chroma value. But

Corresponding Author : Younsook Shin, Department of Clothing & Textiles, Chonnam National University, 300 Yong-bong dong, Buk-gu, Gwangju, 500-757, Korea Tel: +82-62-530-1341 Fax: +82-62-530-1349 E-mail: yshin@chonnam.ac.kr

* 이 논문은 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. ROA-2006-000-10441-0).

the color change of samples dyed with safflower yellow colorants was less than that of samples dyed with safflower red colorants. SEM pictures showed a severe degradation by uv exposure, regardless of colorants type. Tensile strength slowly decreased until 14 days, and rapidly decreased until 28 days. Strength retention of the samples dyed with safflower yellow colorants was higher than that of the samples dyed with safflower red colorants.

주제어(Key Words) : 홍화(Safflower), 나일론(Nylon Fabrics), 특성 변화(Property Changes), 자외선(Ultraviolet-Light)

I. 서론

나일론은 최초의 합성섬유로, 폴리아미드계 섬유에 대하여 사용되는 일반 명칭이다. 나일론은 일반적으로 우수한 강도와 탄성, 신도와 같은 장점에도 불구하고 강한 산성에 즉시 용해되고 열에 약하여 일광에 장시간 노출할 경우 강도가 크게 떨어지고 분해되는 특성(이혜자, 유혜자, 김정희, 한영숙, 2002)을 가지고 있다. 또한 나일론의 분자 구조는 폴리아미드계이기 때문에 염료를 흡착할 만한 유리 아미노기가 적어서 염착성이 좋지 못한 단점(김성련, 2003, p. 170)이 있다. 나일론은 합성섬유 가운데 많은 비중을 차지하며 의류용, 인테리어 제품, 공업용 제품에 이르기까지 광범위한 용도로 사용되고 있으며 앞으로도 이와 같은 경향은 지속될 것으로 보인다.

이와 같이 나일론의 활용 범위가 넓은 것과 관련하여 나일론에 관한 연구들도 많이 이루어지고 있지만 주로 나일론의 합성이나 중합(김인영, 송화순, 오수민, 1999; 오경화, 김성훈, 성재환, 2000; 전병철, 정대원, 1999) 혹은 가공 처리 효과를 평가한 연구(김은애, 여숙영, 이동화, 1998; 송화순, 박수미, 1999)들에 집중되어 왔다. 그러나 현재 천연 염색의 대중화에 따라 면, 마, 견과 같은 섬유류에 비해, 나일론 섬유의 천연 염색에 관한 연구는 각종 천연 염재에 대한 나일론의 염색성(김성동, 1995; 배정숙, 허만우, 2003) 및 기타 기능성을 평가하는 연구(배정숙, 허만우, 2006; 이혜자 외 2002) 등 많은 연구가 진행된 것은 아닌 것으로 보인다. 또한 나일론 섬유의 단점으로 지적되고 있는 자외선과 같은 열에 약한 물성을 다양한 조건에서 평가하여 이에 대한 개선 방안을 모색하는 연구들은 거의 진행되지 않고 있다. 특히, 섬유에 천연 염색을 했을 경우, 자외선에 의한 직물의 성능 변화는 섬유의 특성뿐만 아니라 천연 염료의 색소의 특성까지도 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Giles, Baxter, & Rahman, 1961). 홍화(Safflower)는 국화과의 두해살이풀로서 식용, 화장품 등 다양한 용도로 사용되어 왔으며 물에 녹는 황색소와 물에 녹지 않는 홍색소로 구성되어 있다. 홍화는 다양한 용도에도 불구하고 자외

선에 대한 낮은 견뢰도가 단점으로 지적되고 있으나 황색소와 홍색소의 종류에 따른 자외선에 대한 반응을 구체적으로 고찰한 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구는 자외선에 의한 홍화 염색 나일론 직물 특성 변화에 황색소와 홍색소의 영향을 고찰하는데 목적이 있다. 이를 위해 수용성의 황색소와 불용성의 홍색소로 염색한 나일론 시료를 자외선에 0일, 14일, 21일, 28일 간 노출 시킨 후 시간 경과에 따른 염착량(K/S 값) 변화, 색채 변화(L*, a*, b*, H V/C, ΔE), 표면 특성, 강도 변화를 조사하였다.

II. 실험 방법

1. 시료

한국 의류 시험 연구소에서 구입한 정련, 표백된 나일론 직물(160 × 84/inch, 0.11mm, 55 g/m², plain weave)과 염재는 홍화(중국산)를 시중 한약재상에서 구입하여 사용하였다.

2. 염액 추출 및 염색

1) 황색소

수세를 거친 후 홍화 무게의 1-1.5배의 물을 부어 주물러 홍화 황색소를 추출하였다. 홍화 황색소액을 60℃로 데운 후 직물을 넣고 20분간 염색 한 후 수세하고 40℃, 3%(o.w.f) 명반액에 15분간 매염 수세하였다. 동일한 조건에서 염색과 매염을 다시 반복하여 건조시켰다.

2) 홍색소

홍화의 황색소를 완전히 제거한 홍화에 70℃ 잿물(pH 10-11)을 부어 홍화의 홍색소를 2회에 걸쳐 추출하고 추출된 염액에 오미자액(pH 5-5.5)을 넣어 홍색소를 발현시켰다. 홍화 홍색소액을 40℃로 데워 30분간 주물러서 염색하고 수세한 후 30분간 반복 염색하여 수세 후 건조시켰다.

3. 자외선 조사

실험대의 바닥으로부터 40cm 위에 UV-C lamp를 장치하고, 준비된 천연 염색 직물 시료를 0일, 14일, 21일, 28일 동안 조사시켰다.

4. 시료 측정 및 분석

1) 겉보기 염착량 및 색차 측정

색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)로 K/S 값을 측정하여 겉보기 염착량으로 평가하고, L*, a*, b* H V/C를 측정하고 그로부터 ΔE를 산출하여 색차 변화를 조사하였다.

2) 표면 특성 변화 측정

주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JSM-5400, Jeol, Japan)으로 시료의 표면 관찰을 통해 0일, 14일, 21일, 28일 UV 조사 시간에 따른 표면 특성 변화를 측정하였다.

3) 인장 강도 측정

강도 변화는 KS K 0521, 컷 스트립법(Cut Strip)법을 사용하여 시료의 경사방향으로 측정하여 자외선 조사 전과 후의 상대적인 강도보유율을 구하였다

후에는 39.6%, 21일 후에는 33.2%, 28일 후에는 18.0%로 감소하였다. 홍색소 염색 시료의 경우 조사 14일 후에는 염착량 보유율이 59.3%, 21일 후에는 42.3%, 28일 후에는 35.8%로 감소하였다. 조사 시간 증가에 따른 색소별 염착량 변화 경향을 구체적으로 살펴보면, 황색소는 조사 14일에 염착량이 60% 이상이 감소하였으며 조사 28일 후에는 80% 이상의 염착량이 감소하였다. 한편 홍색소는 조사 14일에 40% 정도의 감소하였고 조사 28일에는 염착량 보유율이 황색소 보다는 2배 정도 높았다. 이와 같은 결과는 홍화의 홍색소의 카르타민(carthamin)은 동물성 섬유에서는 황색소(safflower yellow B)보다 자외선 C에 더 불안정하여 퇴색 정도가 더욱 높다는 Tsutomu & Koshi(2001)의 연구결과와는 반대로, 이것은 동일한 색소라 하더라도 섬유의 특성에 따라 자외선에 대한 반응이 다르다는 것을 보여주는 결과이다.

2. 자외선 조사에 따른 색 변화

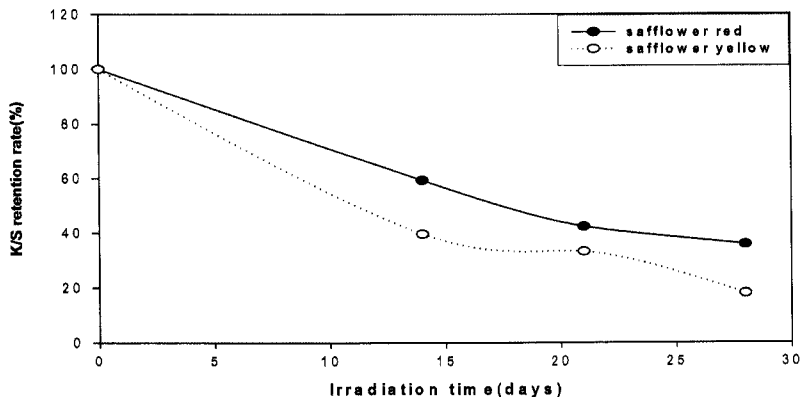
황색소로 염색 한 시료의 경우 자외선 조사 시간에 따라 L*값은 증가하여 색상이 밝아졌으며 a*값은 감소하여 적색기(redness)가 감소하고 b*값도 감소하여 황색기(yellowness)가 감소하였다. 색상(H)은 노랑계열(2.5 Y)에서 조사 시간에 증가에 따라 노랑계열의 수치가 8.4 Y로 높아졌는데, 이것은 붉은 기가 감소한 노랑 계열로 색상이 변화되었다는 것을 나타낸다. 명도(V)는 계속 증가하였고 채도(C)는 감소하였으며 색차(ΔE)는 28일 이후에는 28.28로 나타났다.

홍색소 염색 시료의 경우 자외선 조사 시간에 따라 L*값은 증가하여 색상이 밝아졌으며 a*값은 감소하여 적색기(redness)가 감소하고 b*값은 증가하여 황색기(yellowness)가 증가하였다. 색상(H)은 자주계열(5.5 RP)에서 조사 시간에 증가에 따라

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 자외선 조사에 따른 겉보기 염착량 변화

(Fig. 1)은 조사 시간에 따른 홍화 황색소와 홍색소로 염색한 나일론 직물 시료의 겉보기 염착량 보유율 결과이다. 먼저, 황색소 염색 시료의 경우 염착량 보유율이 조사 14일



(Fig. 1) Dye uptake retention rate of nylon fabrics dyed with safflower yellow and red colorants depending on UV exposure time(days).

Table 1. Color changes of the nylon fabrics dyed with safflower yellow and red colorants

Dyed samples	UV exposure time (days)	L*	a*	b*	H V/C	ΔE
Safflower yellow	0	77.17	3.16	32.51	2.5Y 7.6/4.7	-
	14	87.99	0.23	25.48	3.8Y 8.8/3.3	13.23
	21	89.53	-0.83	23.34	4.6Y 8.9/2.9	15.90
	28	93.83	-2.06	10.26	8.4Y 9.3/1.1	28.28
Safflower red	0	63.95	30.28	-1.99	5.5RP 6.3/8.2	-
	14	82.28	18.24	8.76	4.3R 8.2/4.7	24.43
	21	89.98	5.55	10.41	5.0YR 8.9/2.1	37.99
	28	90.69	3.69	10.71	7.6YR 9.0/1.7	39.79

적색계(R)에서 다시 주황계(YR)로 변화되는 경향을 보이는데, 이것은 전체적으로 조사 시간 증가에 따라 노랑기가 증가하는 것을 알 수 있다. 명도(V)는 계속 증가하였고 채도(C)는 감소하였으며 색차(ΔE)는 28일 이후에는 39.79로 나타났다.

홍화 황색소와 홍색소 염색 나일론 직물 시료의 조사 28일 후의 최종 ΔE 를 비교해 보았을 때에는 홍색소의 색차보다는 황색소의 색차가 적었다. 이것은 앞의 겉보기 염착량 보유율과는 반대의 결과로, 겉보기 염착량과 색차가 항상 비례적으로 변화하는 것은 아님을 보여주는 것이다.

또한 색차의 변화 경향은 황색소와 홍색소 모두 자외선 조사 14일 까지 급격히 증가하다가 그 이후에는 증가 속도가 느려지고 있는데 이것은 색소가 섬유 내에 집합상태(aggregated)로 존재하는 경우의 Giles의 Type II의 퇴색(Daniela & Gerard, 2006)과 유사하다. 이것은 섬유의 종류에 상관없이 홍화 황색소와 홍색소로 염색한 시료들의 색차의 변화 경향에서 나타나는 공통적인 현상으로, 자외선에 의한 성능 변화에 섬유 이외에 염료의 집합 상태가 중요한 변인으로 작용하고 있음을 보여주는 것이다.

3. SEM 분석

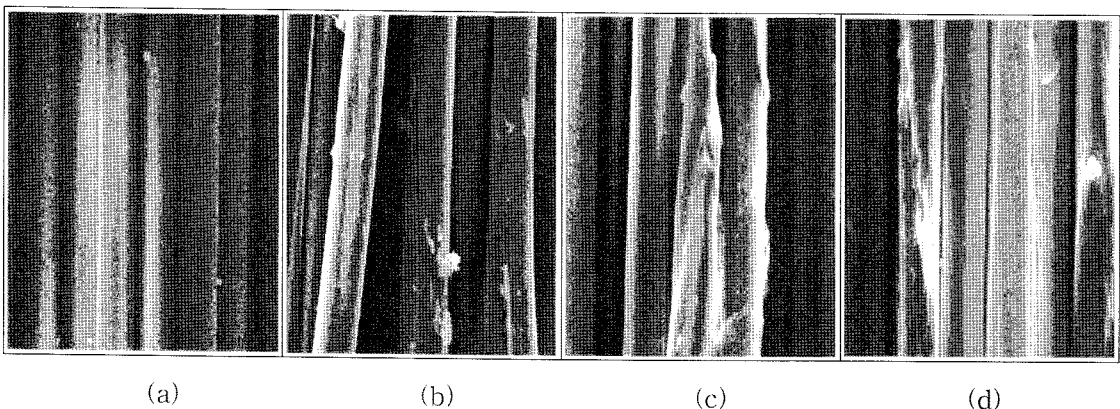
홍화 염색을 한 후, 자외선 조사를 실시한 나일론 직물의 표면 특성 변화를 SEM으로 관찰한 결과는 <Fig. 2-3>과 같다.

1) 황색소 염색 시료

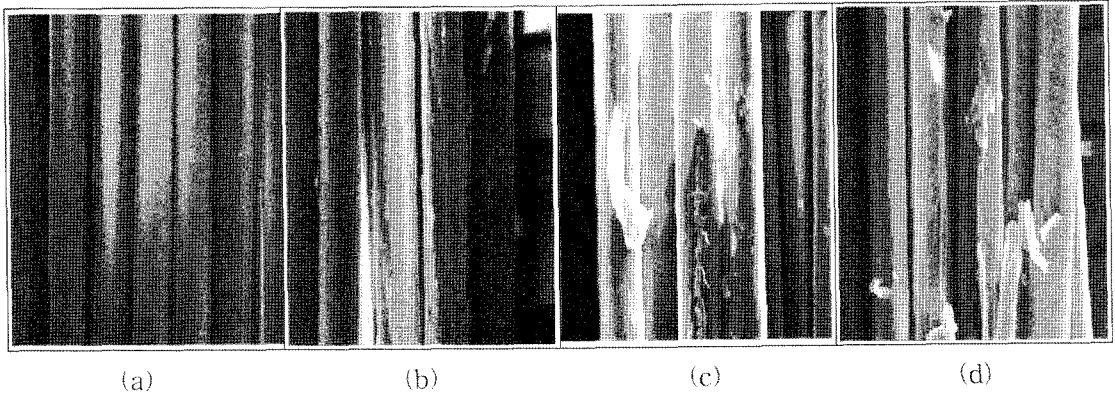
<Fig. 2>는 홍화 황색소로 염색한 나일론 직물 시료들의 자외선 조사에 따른 형태학적 변화이다. (a)는 조사 전의 시료로서 손상을 거의 관찰할 수 없다. (b)는 조사 14일 후의 시료로서 (a) 시료보다는 손상이 진행되어 섬유 표면이 패어 있는 것을 볼 수 있다. (c)는 조사 21일 후의 시료로서 이전의 시료보다는 심하게 섬유가 박리되어 있는 것을 볼 수 있다. (d)는 조사 28일 후의 시료로서 섬유가 심하게 갈라지는 등의 손상을 관찰할 수 있다.

2) 홍색소 염색 시료

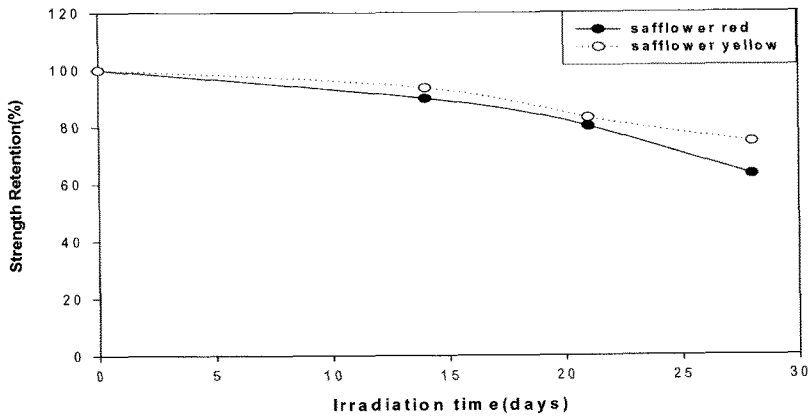
<Fig. 3>은 자외선 조사 시간 0일과 조사 28일 후의 홍색소로 염색한 나일론 직물 시료들의 표면 특성 변화를 제시한



<Fig. 2> SEM pictures($\times 1000$) of the nylon fabrics dyed with safflower yellow colorants depending on UV exposure time(days) (a) 0 (b) 14 (c) 21 (d) 28.



(Fig. 3) SEM Pictures(x1000) of the nylon fabrics dyed with safflower red colorants depending on UV exposure time(days) (a) 0 (b) 14 (c) 21 (d) 28.



(Fig. 4) UV irradiation time vs. strength retention of the safflower yellow and red colorants dyed nylon fabrics.

것이다. (a)는 자외선 조사 전의 미처리 시료로서 황색소 시료와 마찬가지로 손상 부위를 거의 관찰할 수 없다. (b)는 조사 14일 후의 시료로 섬유가 박리되어 손상되어 있는 것을 알 수 있다. (c)는 조사 21일 후의 시료로 14일 시료보다 내부로 깊게 패어 섬유가 박리되어 있다. (d)는 조사 28일 후의 시료로 섬유 손상이 더욱 진행되어 패어 있는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 자외선 조사 시간 증가에 따라 색소의 종류와 상관없이 홍화로 염색한 나일론 직물 시료의 손상도가 증가하였음을 알 수 있다.

4. 자외선 조사에 따른 인장강도 변화

(Fig. 4)는 홍화 황색소와 홍색소로 염색한 나일론 직물 시료들의 인장강도 변화를 나타낸 결과이다. 먼저 황색소로 염색한 시료들의 인장강도 보유율은 조사 14일에는 93.7%, 21일 후에는 83.1%, 28일 후에는 74.6%로 조사 시간 증가에 따라 인장 강도가 감소되었음을 알 수 있다. 홍색소로 염색한 시료들의 인장 강도 보유율은 조사 14일에는 90%, 21일

후에는 80.1%, 28일 후에는 63.2%로, 황색소 시료와 마찬가지로 조사 시간 증가에 따라 인장강도가 감소되었음을 알 수 있다. 그러나 색소의 종류와 관계없이 조사 시간 증가에 따른 인장 강도의 감소가 있었지만 홍색소보다는 황색소의 인장 강도 보유율이 상대적으로 높았다.

IV. 요약

홍화 황색소와 홍색소로 염색을 한 나일론 직물에 자외선을 조사 한 후 시료들의 염착량과 색채변화, 표면 특성 변화와 인장 강도 변화를 측정된 결과는 다음과 같다.

1. 색소의 종류에 상관없이 자외선 조사시간 증가에 따라 염착량이 감소되었다. 그러나 홍색소보다는 황색소로 염색한 시료들의 자외선 조사 28일 후의 염착량 보유율이 더욱 낮았다.
2. 색채변화의 경우, 황색소로 염색한 시료들은 L*은 증

가하고 a*와 b*는 감소하였으며, H/VC, ΔE등 색채 전반에 퇴색이 나타났다. 홍색소로 염색한 시료들 도 자외선 조사 시간 증가에 따라 L*은 증가하고 a*는 감소하였으며, b*는 증가하였고, H/VC, ΔE등 색채 전반에 퇴색이 나타났다. 그러나 홍색소와 황색 소로 염색한 나일론 직물 시료의 조사 28일 후의 색차는 황색소가 더욱 낮아 나일론 직물에는 황색소가 자외선에 대한 견뢰도가 더욱 높은 것으로 보인다.

3. 자외선 조사 시간에 따른 표면 특성 변화의 결과, 색소의 종류와 상관없이 조사 28일 후 모든 시료들에서 심한 손상을 관찰할 수 있었다.

4. 자외선 조사 시간에 따른 인장 강도 변화 결과, 모든 종류의 시료에서 자외선 조사 시간 증가에 따른 강도의 손실을 알 수 있었다. 그러나 홍색소보다는 황색소로 염색한 나일론 직물 시료들의 인장 강도 보유율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

■ 참고문헌

김성동(1995). 나일론/면 혼방 직물의 염색에 관한 연구. *학술지*, 39(2), 241-248.

김성련(2003). *피복 재료학*. 서울: 교문사.

김은애, 여숙영, 이동화(1998). 세라믹스 처리된 나일론 직물의 원적외선 방사성능과 보온 효과. *한국의류학회지*, 22(4), 515-524.

김인영, 송화순, 오수민(1999). 나일론 6직물의 아크릴산 그라프트 중합과 그라프트 나일론의 세척성. *한국의류학회지*, 23(7), 1064-1072.

배정숙, 허만우(2003). 과화 추출물에 의한 모와 나일론 직물의 염색성. *대한가정학회지*, 4(2), 107-121.

배정숙, 허만우(2006). 코치닐에 의한 나일론 직물의 천연 염

색성과 항균성. *한국의류산업학회지*, 8(6), 702-708.

송경현, 유혜자, 이해자, 김정희, 이전숙, 안춘순 외(2003). *의류 재료학*. 서울: 형설출판사.

송화순, 박수미(1999). 키토산과 콜라겐의 혼합물로 처리한 나일론 직물의 항균성 및 물성. *한국의류학회지*, 23(3), 414-422.

오경화, 김성훈, 성재환(2000). 폴리아닐린/나일론 6 복합 직물의 전기 전도도 향상 연구. *폴리머*, 24(5), 673-681.

이혜자, 유혜자, 김정희, 한영숙(2002). 나일론의 천연 염색과 염색포의 항균성. *대한가정학회지*, 40(11), 93-105.

전병철, 정대원(1999). 음이온 중합에 의한 나일론 6 블록 공중합체의 합성과 기계적 성질에 대한 연구. *폴리머*, 23(3), 329-337.

Daniela, C., & Gerard, V.(2006). Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn. *Dyes and Pigments*, 70, 238-245.

Giles, C. H., Baxter, G., & Rahman, S. M. K.(1961). Studies of high fastness to light in coloring matters in hydrophilic substrates. *Textile Research Journal*. 31(10), 831-844.

Tsutomu, K., & Koshi, S.(2001). Stability of carthamin and safflor yellow b on silk powders under continuous irradiation of fluorescent or uv-c light. *Lebensmittel-Wissenschaftund-Technologie*. 34, 55-59.

접 수 일 : 2007년 10월 31일
 심사시작일 : 2007년 11월 2일
 게재확정일 : 2008년 2월 11일