

## 황화염료를 이용한 고밀도 나일론 편성물의 염색성

정명희<sup>+</sup>·조호현<sup>\*</sup>

서정대학교 섬유패션디자인과 교수<sup>+</sup>·서정대학교 섬유패션디자인과 교수<sup>\*</sup>

### Dyeing Properties of Sulfur Dye Using Nylon High Density Knitting Fabrics

Myung-Hee Chung<sup>+</sup>·Ho-Hun Cho<sup>\*</sup>

Prof., Dept. of Textile & Fashion Design, Seojeong College<sup>+</sup>

Prof., Dept. of Textile & Fashion Design, Seojeong College<sup>\*</sup>

(2013. 10. 17. 접수; 2013. 12. 6. 수정; 2013. 12. 10. 채택)

#### Abstract

This paper examined dyeing using sulfur dye with nylon and the characteristics of high gauge knitting for generating high functionality including light weight, wind resistance and elasticity using fine nylon threads. Yarn tension, stitch field and knitting speed of high and fine gauge knitting were measured. The influence of reducing agents on sulfur dye, optimum dyeing conditions and fastness features in nylon dyeing were analyzed. The analysis results are presented below. When nylon (Hyoseong, 40d/34f) and spandex (Hyoseong, 20d) for use as hosiery yarn were used to knit high gauge and flat weave, 44 gauge, the effective knitting conditions were a stitch field over 8.2cm in 1 course length, yarn tension of less than 5g and knitting speed below 18rpm. Nylon dyeing using sulfur dye showed effective results when a rongalite reducing agent was used at more than 10% o.w.f. and dyeing was maintained at 98°C for 30 minutes. For dyeing nylon and spandex composite using sulfur dye, color fastness in washing, water, daylight and friction were higher than Class 4 or 5, which indicated a superior property. The analysis results verified that the existing problems in nylon dyeing could be solved by using sulfur dyes that don't use heavy metals due to superior fastness and therefore quality, high gauge nylon knit products could be produced.

**Key Words:** Sulphur Dye(황화염료), Nylon(나일론), High Gauge(고밀도), Knitting(편직)

#### I. 서론

최근 패션산업의 대표적인 키워드는 ‘경량화, 캐주얼화’이며, 이를 기반으로 하여 정장 시장이 위축된 반면, 캐주얼 시장은 지속적으로 성장하여 기능성, 고감성, 쾌적성을 최대한 살린 아웃도어 및 스포츠웨어 시장이 급속히 성장하고 있다(조길수, 2006; 고순영, 2009; 이혜주, 2013). 한편 생활수준의 향상에 따라 그 수요가 증가하고 있는 스포츠웨어의 개발 및 상품화 추

세를 살펴보면 ‘초경량성’과 ‘보온성’ 향상을 위해 다양한 기능성 원사를 적용한 제품개발이 많이 이루어지고 있다(김인혜, 2012). 특히 편성물 소재의 경우에는 우수한 통기성으로 인한 보온력 저하의 단점을 40게이지 이상의 고밀도 편직 기술을 적용하여 해결하고 있다(고준석, 2010).

편포는 연속된 편환(loop)으로 구성되어 있기 때문에 경사 및 위사가 서로 Interlacing하는 직물보다 자유도가 커서 신축성, 유연성, 통기성, Easy care성 등이 좋고 bulky감이 있어 의류분야

Corresponding author ; Myung-Hee Chung

Tel. +82-10-7583-7197, Fax. +82-31-859-7804

E-mail : mhchung@seojeong.ac.kr

※ 본 논문은 경기도 실용화기술 개발사업의 지원에 의하여 연구되었음.

에서 계속 신장되어 왔으며, 특히 정장보다는 스포츠웨어, 캐주얼웨어 분야에서 괄목할 만한 신장을 보이고 있다. 그러나 편성 기술자들에게는 편포가 굴곡된 편환으로 구성되어 있기 때문에 쉽게 변형이 가능하며 편포의 생산량(yield, width, length) 등의 관리가 어려우며, 또한 편포의 구조와 특성은 단위구조 내에 있는 편환장에 높게 의존하고 있으므로 편포를 관리하는데 가장 기본이 되는 것은 편환장의 관리 여하에 따라 좌우된다. 또한, 세섬사를 사용하여 고밀도 편직을 하는 경우 니들라인 및 위단 발생 등의 문제점을 가지고 있어 이를 해결하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다. 나일론 섬유의 경우 섬유 고유의 경량성과 높은 수분율로 인하여 피부에 닿는 감촉과 착용감이 다른 합성섬유에 비해 매우 우수하여 폴리에스터와 함께 기능성 아웃도어 및 스포츠웨어에 많이 사용되고 있다(조대현, 2006). 나일론 섬유의 염색은 다양한 염료로 가능하지만, 주로 산성염료가 사용되며 극담색의 경우 일부 분산염료를 사용하기도 한다(유혜자 외, 2007; F. Walker, 1990). 하지만 견뢰도, 기능성 등 고품질을 요구하는 나일론 소재 섬유제품의 경우, 가격이 비싼 염료와 복잡한 염색공정을 거치기 때문에 생산원가가 높아진다. 따라서 이러한 문제를 해결하고 우수한 품질의 제품생산을 위해서는 산성염료보다 좀 더 저렴한 염료 및 이에 맞는 염색공정의 개발이 필요한 상황이다.

산성염료보다 저렴한 염료 중의 하나가 황화염료이다. 황화염료는 물에 불용성이고, 섬유에 대한 친화성은 낮지만 환원제를 사용한 환원 욕에서 수용성의 leuco type으로 변화하여 섬유에 대하여 친화성을 갖기 때문에 염색 시 leuco 화합물의 형태

로서 섬유에 흡착시킨 후, 산화과정을 거쳐 원래의 불용성 염료로 복귀시켜 우수한 견뢰도를 얻을 수 있다. Burkinshaw(2003)는 황화염료를 이용한 나일론 염색 시 염색온도는 60℃ 이하의 저온, 또는 110℃ 이상의 고온에서 변색이 발생하지만, 70~98℃에서는 색상에 영향이 거의 없으며, 염색 pH는 6~12에서 염색이 가능하며, pH 7에서 최대 색상강도(color strength)를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 황화염료는 일반적으로 산성염료보다 가격이 저렴하나 재현성이 떨어지는 단점이 있어 청바지와 같은 면 염색에만 주로 사용되어 왔다(김성훈 외, 2005; K. Hunger, 2003). 그러나 나일론 등 아미드계 합성섬유를 고가의 산성염료 대신 비교적 가격이 저렴한 황화염료를 사용하여 염색한다면, 생산원가도 줄일 수 있을 뿐만 아니라 우수한 세탁, 일광 등의 견뢰도를 확보할 수 있는 고부가 니트제품을 생산하여 군복, 자동차 내장재 등 산업용 섬유제품으로의 확대도 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 가격이 저렴하면서도 우수한 품질의 나일론 제품생산의 확대를 위해 나일론 세섬사를 활용하여 경량성, 방풍성, 신축성 등 고기능성을 부여한 하이게이지 고밀도 편직의 편성성 및 나일론에 대한 황화염료의 염색성에 대하여 실험, 분석하였다.

## II. 연구방법

### 1. 시료 및 시약

편성에 사용한 원사는 나일론(효성, 40d/34f) 및 스판덱스(효성, 20d)이며, 염색에 사용한 환원물은 충암산업(주)으로부터 제공받아 사용하

<표 1> 염색실험 시료의 특성

Fabric No.	섬유혼용율 (%)	실의 굵기 (D)	조직 (stitch)	무게 (g/m <sup>2</sup> )	편환밀도	
					CPI	WPI
1	N <sup>1</sup> 75% S <sup>2</sup> 25%	N <sup>1</sup> 40D S <sup>2</sup> 20D	plain	147	142	86
2	N <sup>1</sup> 20% P <sup>3</sup> 80%	NP분할사 50D	plain	124	70	55
3	N <sup>1</sup> 100%	N1해도사 70D	plain	186	62	56

※ N<sup>1</sup> : Nylon, S<sup>2</sup> : Spandex, P<sup>3</sup> : Polyester

<표 2> 실험에 사용한 염료

Dye	Manufacturer	Commercial Name
Sulphur Dye	Kaseihin Kogyo Kyokai	Asathiosol Yellow S-GG
		Asathiosol Orange S 2R
		Asathiosol Blue S-BC
		Asathiosol Brown S-G
	풍림유화공업(주)	Sulphur Black 4GCF

였고, 시료를 구성하고 있는 원사의 조성 및 특성은 <표 1>과 같다.

염료로는 황화염료를 사용하였으며, 유색은 Kaseihin Kogyo Kyokai에서 공급 받았고, Black 색상은 풍림유화공업(주)에서 공급받아 사용하였다(표 2). 그 외에 염색에 필요한 수산화나트륨(NaOH), 황화나트륨(Na<sub>2</sub>S), 차아황산나트륨(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), 롱가리트(CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) 등은 1급 시약을 사용하였다.

2. 고밀도 편성 조건 및 특성

본 연구에서는 고밀도 편직의 편성성 평가를 위해 급사장력, 편환장 및 편성속도에 대해 30분간 각 조건별로 편성하면서 절사, 니들라인, 위단 등으로 2회 이상 정지하면 불량, 1회 또는 없으면 양호로 평가하였다. 편성에 사용한 편기는 독일 Mayer & Cie사의 MV 4-3.2이고 조직은 편평조직이며 편성조건은 <표 3>과 같다. 편성성 평가를 위해 여러 가지의 인자를 고려할 수 있으나 편성에 가장 크게 영향을 미치는 코스장(편환장, 편환밀도), 급사장력, 편성속도 등 3가지 인자에 대해 현재 현장에서 적용하고 있는 조건을 기준으로 약 ±10~15% 범위 내에서 각 인자별 3개의 조건으로 설정하여 총 9가지 시료에 대한 편성성을 평가하였다.

1) 편사의 급사장력 설정 및 측정

편사의 급사장력은 급사구 바로 위에서 Schmidt 사(독일)의 장력 측정(1~12g까지)을 이용하여 1.5g, 3g, 4.5g으로 설정하여 편성하였다.

2) 편환장 설정 및 측정

편환장 설정은 7.5m, 8.2m, 8.9m로, 1코스장(course length)을 Servo motor로 조절할 수 있는 Automatic Central Stitch Control System과 권취장력을 Motor를 통해서 조절할 수 있는 Automatic Take-Up Tension Control System 등의 편기에 부착된 장치를 통하여 보다 빠르고, 정확하게 설정하였다.

3) 편성속도 설정

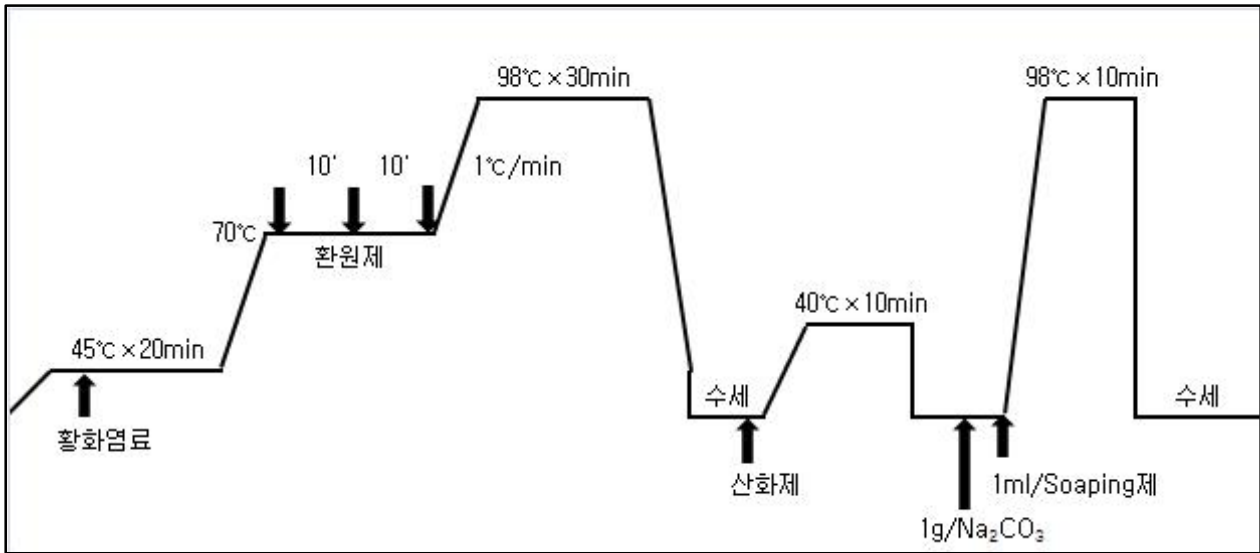
편성속도는 현재 동일 샘플에 사용하고 있는 rpm(16)을 기준으로 하여 최대로 올려 편성에 영향을 주지 않은 조건이 18rpm까지가 가능하여 14, 16, 18rpm 3조건으로 설정하였다.

<표 3> 편성조건

편기기종	게이지 (gauge)	직경 (inch)	급사구 (feeder)	총 편침
Mayer & Cie MV 4-3.2	44	36	108	4,968

3. 나일론에 대한 황화염료의 염색성

고밀도 나일론 편성물 소재에 대한 황화염료의 최적의 염색조건 확인을 위해 시료 1을 세 가지 환원제 종류(Na<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S)에 대하여 1°C/min의 속도로 98°C까지 승온 후 30분간 유지하여 염색실험을 진행하였다. 이 때, 염료는 Asathiosol Blue S-BC를 사용하였으며, 염료의 농도는 15% o.w.f., 액비는 1:20으로 염욕을 조성하였고, IR 염색기(Starlet DL-6000, 대림)



<그림 1> 황화염료를 이용한 염색공정

를 사용하였다. 환원제 농도 조건(5, 10, 15% o.w.f.), 염색온도 조건(80, 90, 98°C) 및 염색시간 조건(15, 30, 45, 60분)에 대해서도 환원제 종류 조건 실험과 같은 동일한 조건으로 실험하였다. 또한, <표 3>의 고밀도 나일론 편물 소재 3종에 대해 Sulphur Black 4GCF를 사용하여 15% o.w.f.의 농도로 <그림 1>과 같이 염색실험을 실시하였다.

1) K/S값 측정

피염물의 겉보기 색농도를 평가하기 위해 측색기(Color-Eye 3100, Macbeth)를 사용하여 400~700nm 영역에서의 최대흡수파장에서 표면 반사율을 측정하여 아래의 Kubelka-Munk식에 따라 K/S 값을 구하였다.

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

K : Absorption Coefficient

S : Scattering Coefficient

R : Reflectance

2) 염색견뢰도

염색된 시료들의 세탁견뢰도는 KS K ISO 105 C06, 일광견뢰도는 KS K ISO 105 B02, 마

찰견뢰도는 KS K 0650, 물견뢰도는 KS K ISO 105 E01 규격에 준하여 측정하였다.

III. 연구결과

1. 고밀도 편직의 편성성

편성성이란 지금까지 정확한 정의가 내려진 것은 없으나, 일본 섬유기계학회 메리야스 분과 위원회의 정의에 의하면 편포의 품질과 생산성이라는 두 가지 상반된 의미를 내포하고 있으며, 특히 많은 연구자들이 실의 단계에서 실의 균제도, 마찰계수, 굵힘 특성이, 편성단계에서는 급사장력, 편환장, 편환밀도 등이 편성성에 영향을 미치는 인자로 보고하고 있다(한국섬유개발연구원, 2008). 그러므로 본 연구에서는 고밀도 편제품의 편성성을 편성단계에서 평가하기 위해 편환장, 급사장력, 편성속도를 3개의 인자로 하여, 각 인자별 3수준(현장표준을 중심으로 10~15% 범위)으로 변화시켜 편성성을 평가하였다. 결과는 <표 4>와 같다.

편환장은 ±10% 범위 내에서 조정해 편성하였을 때 1Course length가 7.5m(약 -10%) 조건에서는 편성하기가 어려웠으나, 8.9m 조건에서는 가능하였는데, 이는 세섬사에서는 성글게 짜는 것

<표 4> 편성성 평가 결과

편성 조건		평가 결과
편환장 (1 코스장 m)	7.5	*
	8.2	**
	8.9	**
급사장력(g)	1.5	**
	3	**
	4.5	**
편성속도(rpm)	14	**
	16	**
	18	**

※ \* : 불량, \*\* : 양호

이 더 어렵다는 것을 나타내는 결과이다. 급사장력은 1.5~4.5g 범위까지는 무난히 편성이 가능하였는데, 이는 통상 대부분 편조직에서 5g 이하로 관리를 하고 있는 것과 일맥상통하고 있다고 볼 수 있으며, 편성속도에서는 보다 생산량을 높일 수 있는 고속의 조건이 좋다고 할 수 있으나, 최대 약 10% 정도 내에서도 가능한 것으로 나타났다. 결론적으로 고밀도 편성에서는 편성인자 중 급사장력은 5g 이하이면 편성속도, 편환장의 오차범위는 ±10% 범위 내에서만 가능한 것으로 나타나 고밀도, 세계이지 편성에서는 편성조건 조정의 폭이 넓지 않음을 알 수 있었다.

2. 나일론에 대한 황화염료의 염색성

나일론에 대한 황화염료의 염색성은 환원제의 종류에 따라 다르게 나타났는데, 롱가리트(CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S)의 경우 K/S값이 9.83으로 차아황산나트륨(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)의 2.13 및 황화나트륨(Na<sub>2</sub>S)의 1.52보다 높게 나타났으며, 롱가리트(CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) 사용농도에 따른 K/S값은 10% o.w.f.에서 14.73으로, 5% o.w.f.의 9.83 및 15% o.w.f.의 14.72보다 높아 최적의 환원제 사용농도임을 알 수 있었다. 또한 염색온도 및 염색시간의 경우 K/S값이 98℃, 30분에서 14.72로 최적의 염색조건으로 나타났다(표 5, 6). 황화염료를 이용하여 나일론을 염색하는 경우 환원제를 사용하여 불용성인 황화염료를 수용성의 leuco type으로 변화시켜야

하며 이때 사용되는 환원제의 경우 높은 온도의 염욕 내에서 쉽게 분해되지 않고 안정해야 하므로 차아황산나트륨이나 황화나트륨보다 롱가리트를 사용한 것이 K/S값이 높은 것으로 판단된다.

<표 5> 염색온도에 따른 황화염료의 K/S 값

온도(℃)	80	90	98
K/S	11.84	13.17	14.72

※ 염색조건: CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S 10% o.w.f., 30분 염색유지

<표 6> 염색시간에 따른 황화염료의 K/S 값

시간(min)	15	30	45	60
K/S	13.50	14.72	14.76	14.71

※ 염색조건: CH<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S 10% o.w.f., 98℃ 염색

염색된 시료들의 세탁견뢰도 및 물견뢰도는 황화염료가 물에 용해하지 않으므로 변퇴 및 오염 등급이 모두 4-5급 이상으로 우수하게 나타났다(표 7, 8). 또한 마찰견뢰도의 경우 건 및 습 모두 4-5급 이상으로 황화염료가 면섬유와는 달리 나일론 섬유 내부까지 침투하여 염착된 것으로 판단되며, 일광견뢰도의 경우에도 5급 이상으로 매우 우수하다는 것을 확인하였으며(표 9), 이러한 이유는 황화염료가 수용성의 leuco type으로 변화하여 염료 입자의 섬유 내부로의 침투

&lt;표 7&gt; 황화염료의 세탁견뢰도

Fabric No.	변퇴(급)	오염(급)					
		AC	C	N	P	A	W
1	5	4-5	4-5	4-5	5	4-5	4-5
2	5	5	5	4-5	5	5	4-5
3	4-5	5	4-5	4-5	5	5	4-5

※ AC: acetate, C: cotton, N: nylon, P: polyester, A: acrylic, W: wool

&lt;표 8&gt; 황화염료의 물견뢰도

Fabric No.	변퇴(급)	오염(급)					
		AC	C	N	P	A	W
1	4-5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5
2	4-5	5	4-5	4-5	5	4-5	4-5
3	4-5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5

※ AC: acetate, C: cotton, N: nylon, P: polyester, A: acrylic, W: wool

&lt;표 9&gt; 황화염료의 일광 및 마찰견뢰도

견뢰도		시료	Fabric No. 1	Fabric No. 2	Fabric No. 3
		일광(급)	5	5	5
마찰(급)	긴		4-5	4-5	4-5
	습		4-5	4-5	4-5

및 산화된 염료 회합 등에 의한 것으로 추정된다.

#### IV. 결론 및 제언

나일론 세섬사를 사용하여 고밀도 편직을 하는 경우 니들라인 및 위단 발생 등의 문제점을 가지고 있다. 또한 견뢰도, 기능성 등 고품질을 요구하는 나일론 소재 섬유제품의 경우, 가격이 비싼 염료와 복잡한 염색공정으로 생산원가가 높아지기 때문에 좀 더 저렴한 염료 및 이에 맞는 염색공정의 개발이 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고 우수한 품질의 제품생산을 위해 나일론 세섬사를 활용하여 경량성, 방풍성, 신축성 등 고기능성 부여를 위한 하이게이지 고밀도 편직의 편성성 및 나일론에 대한 황화염료의 염색성을 검토하였다. 편성에 사용한 원사는 나일론(효성, 40d/34f)

및 스판텍스(효성, 20d)이며, 염색에 사용한 환편물은 충암산업(주)으로부터 제공받아 사용하였다. 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 편사로 나일론 및 스판텍스를 사용하여 44게이지 평편조직으로 고밀도로 편직하는 경우 편환장은 1Course length가 8.2m 이상, 급사장력 5g 이하, 편성속도 18rpm 이하의 편성 조건이 효과적임을 확인하였다.

둘째, 나일론에 대한 황화염료의 염색은 롱가리트 환원제를 10% o.w.f. 이상 사용하여 98℃에서 30분간 유지하는 것이 효과적이었다.

셋째, 황화염료를 사용하여 나일론 및 나일론과 스판텍스 복합소재를 염색한 경우 세탁견뢰도, 물견뢰도, 일광견뢰도 및 마찰견뢰도가 4-5급 이상으로 매우 우수하였다.

본 연구 결과, 나일론 고밀도 니트제품 편직을 위해 최적의 고밀도 편직조건 확립에 대한 편성성 평가 등을 통하여 편직 조건을 파악하였

고, 이를 반영하여 기능성을 최대한 발현할 수 있는 제조기술을 개발하였다(특허출원, 2013). 또한 기존 나일론 염색공정의 경우 견뢰도가 불량하고 중금속 이용으로 친환경적이지 못한 산성염료가 사용되는 것을, 색상이 진하고 견뢰도도 우수하며 중금속을 사용하지 않은 황화염료를 사용하여 기존의 여러 가지 문제점을 해결하고 고품질의 나일론 고밀도 니트 제품 생산이 가능하다는 것을 확인하였다. 본 연구의 결과물들은 기능성 고밀도 나일론 제품의 국내외 시장 진출의 폭을 넓혀주었으며, 현재 국내외 섬유패션업체 및 바이어 방문과 상담을 추진하고 있다. 추후 고감성, 고기능성의 나일론 제품의 상품화 시장 확대를 위해 착용실험을 통한 구체적인 감성평가와 더불어 다양한 디자인 개발 연구를 지속해 나갈 계획이다.

## 참 고 문 헌

- 고순영. (2009). *니트패션 트렌드 구성요소간 관계 및 주기분석*. 한양대학교 대학원 박사학위 논문.
- 고순영, 박명자. (2005). 니트제품 생산업체의 제품 기획 및 니트조직 활용에 관한 연구. *한국의상디자인학회지*, 7(3), 157-166.
- 고준석, 백용석. (2010). High Gauge 환편기를 이용한 고감성 초박지 라제리 제품 개발 동향. *섬유기술과 산업*, 14(1), 12-17.
- 김성훈, 손영아, 배진석. (2005). *염료화학*. 서울: 그린.
- 김인혜, 하지수. (2012). 국내 아웃도어웨어 디자인 특성에 관한 연구. *한국패션디자인학회지*, 12(1), 93-109.
- 이혜주. (2013). *디지털 환경 특성을 적용한 아웃도어 재킷 디자인 연구*. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 유혜자, 이혜자, 한영숙, 송경현. (2007). *섬유의 염색과 가공*. 형설출판사.
- 조대현, 문성호, 김승진. (2006). 나일론 용출형 고중공 감성스포츠소재 개발. *한국의류학회 학술발표논문집*, 208-212.
- 조길수. (2006). *최신의류소재*. 서울: 시그마프레스.
- 정명희, 이규건, 신정화. (2011). 경기북부지역 섬유패션업체 실태 분석에 관한 연구. *한국의상디자인학회지*, 13(3), 81-88.
- 정명희, 이규건. (2013). 경기북부지역 섬유업체 구직을 위한 교육수강생의 현황분석에 관한 연구. *한국의상디자인학회지*, 15(3), 99-108.
- 충암산업. 설파염료로 염색한 나일론 편직물 및 이의 제조방법. 출원번호 10-2013-0011678. 출원일 2013.2.1.
- 한국섬유개발연구원. (2008). *위편기술*. 한국섬유개발연구원.
- Burkinshaw. S. M., Lagonika, D. K. & Marfell. J. (2003). *Dyes and Pigments*, 56, 251-259.
- Hunger. K. (2003). *Industrial Dyes*. WILEY-VCH.
- Walker. F. (1990). *The Chemistry and Application of Dyes*. Plenum.