

해도형 초극세 나일론 편성물의 산성 염료 종류에 따른 염색 및 견뢰도

Dyeing and Fastness of Sea-island-type Ultrafine Nylon Knitted Fabric according to the Type of Acid Dye

*Corresponding author

Euijin Shim

(pelice35@kitech.re.kr)

조항성, 심의진*

한국생산기술연구원 섬유연구부문

Hang Sung Cho and Euijin Shim*

Advanced Textile R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology, Ansan, Korea

Received_June 30, 2022

Revised_July 29, 2022

Accepted_October 04, 2022

Textile Coloration and Finishing

TCF 34-3/2022-09/135-145

© 2022 The Korean Society of

Dyers and Finishers

Abstract In this study, the dyeability of 0.06-denier-per-filament (dpf) ultrafine sea-island-type nylon knitted fabric was investigated and compared with that of 1.0-dpf general nylon with respect to four types of dyes. In particular, leveling, milling, half-milling, and metal-complex dyes were compared at concentrations of 0.5%, 1.0%, 2.0%, 4.0%, and 8.0% on-weight-fabric (o.w.f). In each case, staining was performed at 100 °C. The dyeabilities of the materials were compared in terms of the depth of color as defined by the ratio of the absorption coefficient (K) to the scattering coefficient (S). Results indicated generally low K/S values for both the 0.06-dpf ultrafine sea-island-type nylon and 1.0-dpf general nylon. In terms of the dye type, the milling and half-milling dyes exhibited K/S values of ≥ 20 for all colors of yellow, red, and blue for the 0.06-dpf ultrafine yarn sea-island-type nylon, which were superior to those of the other dye types. Hence, the milling and half-milling dyes are considered more suitable than the other dyes. Further, a comparison of dye fastness and compatibility revealed that the half-milling dye was the most suitable dye for the 0.06-dpf ultrafine sea-island-type nylon.

Keywords *ultra microfiber, nylon, acid dye, dyeing property, dyeability*

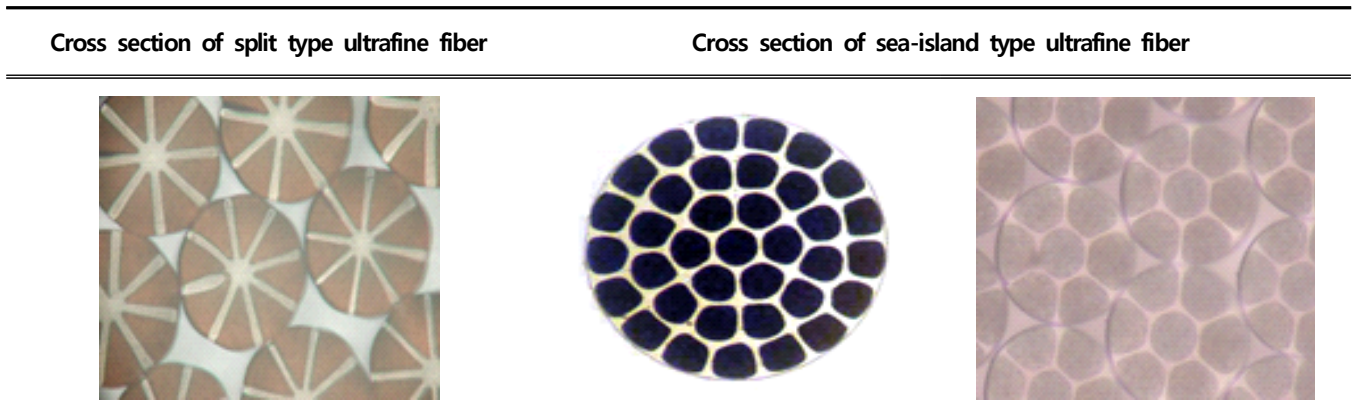
1. 서 론

최근 세계적으로 환경보호에 대한 관심이 높아짐에 따라 천연피혁의 대체소재인 인공피혁 등의 용도로 사용할 수 있는 초극세사 수요가 증대되고 있다. 초극세사 스웨이드는 천연 가죽에 비해 가볍고 물세탁이 가능하다는 점에서 천연 가죽 대체용품으로 각광받고 있다¹⁻⁷⁾. 초극세 섬유는 섬유 직경이 0.04-0.06 dpf로 단위 중량당 표면적이 크고, 굴곡 반경이 작으며 굴곡시 반발성이 낮기 때문에 흡성섬유에 새로운 기능을 부가할 수 있다⁸⁾. 일반적으로 극세사의 생산방식은 직접방사 (direct

spinning)와 복합방사 (Conjugate spinning) 두 가지 방식으로 나뉜다. 직접방사는 균일한 물성의 제품 생산이 가능한 반면 일반적인 섬도의 섬유를 방사하는 것보다 공정이 까다롭고 생산가능한 극세사 섬도에 제한이 있다. 복합방사는 직접방사 시보다 더욱 세밀한 섬도의 극세사를 생산할 수 있으나 해상도의 용출과 같은 추가 공정이 필요하다⁹⁾.

초극세사는 방사공정에서 0.2dpf 정도로 직접 방사하거나 이종 이상의 폴리머를 복합 방사하여 만들어지고 제직 또는 편직된 다음 정련, 감량, 염색, 기모 등의 공정을 모두 거쳐야만 초극세사 특유의 섬세하고 부드러운 Touch가 발현될 수 있다. 또한 분할형이나 용해형 타입의 초극세사를 사용한 직/편물 인

Table 1. Cross-sectional structure of conjugate fiber



조 스웨이드는 천연 스웨이드를 능가하는 소프트한 Touch와 볼륨감 발현으로 의류용 및 기타 용도로의 수요가 점차 확대되어 가고 있다.

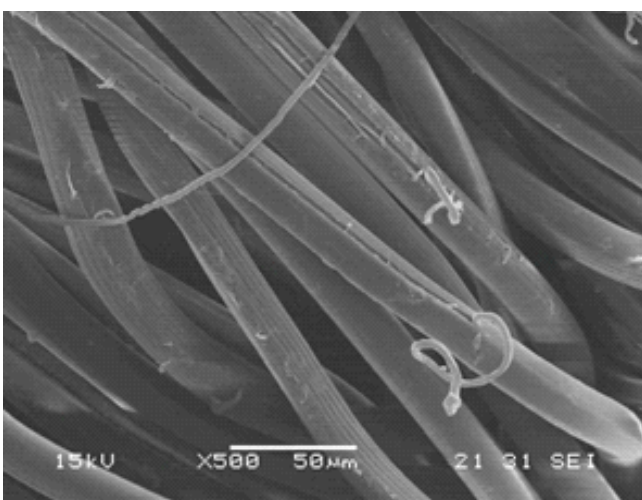
극세사 원사재료는 주로 폴리에스터를 이용하여 많은 연구개발이 진행되어 왔다. 나일론 섬유는 폴리에스터 섬유보다 유연성과 경량성이 보다 우수하고 부드러울 뿐 아니라 광택이 풍부하기 때문에 신발, 장갑, 가방을 포함하여 의류용으로 다양하게 적용되고 있다¹⁰⁾. 나일론 초극세사는 직접방사형 방법으로는 0.5dpf급 이하로 생산이 불가능한 것으로 알려져 있으나 나일론의 Wet한 특성을 활용한 Soft Touch 초극세에 대한 시장의 수요는 지속적으로 요구되고 있다. 이러한 기존 직접방사형의 한계를 극복할 수 있는 방법에 대한 가장 현실적인 대안으로 Conjugate fiber에 대한 연구가 진행되고 있다.

가장 적합한 Conjugate fiber 형태는 Table 1의 단면 구조

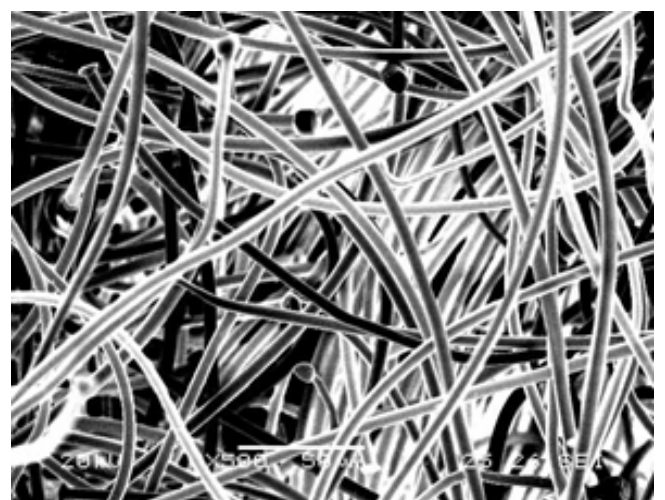
와 같이 분할형과 해도형으로 나누어 볼 수 있다. 용도를 고려하였을 때, 적합한 구조는 해도형으로 촉감, 외관, 감량특성 및 극세화 측면에서 더욱더 다양화할 수 있는 장점을 갖고 있다.

나일론 해도형 극세사의 경우 방사, 편직 및 사가공에서의 적용성, 염색가공 및 코팅 등의 가공에 대한 기술 개발이 필요한 분야로 관련 기술 개발이 수반되어야 차별화된 섬유 기술개발 구조에 맞는 다양한 제품을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 0.06dpf급의 초극세사 해도형 나일론 편성물에 대하여 산성염료 타입에 따른 염색성을 비교·분석하여 0.06dpf급 나일론에 적합한 염료를 조사하고자 하였다. 또한 0.06dpf급 나일론 편성물의 빌드업성, 염색성, 염색견뢰도를 비교·분석하여, 나일론 해도형 극세사 염색 및 가공에 활용할 수 있는 기초 연구를 수행하고자 하였다.



(a) Untreated knit



(b) Alkaline treated knit

Figure 1. SEM images of 0.06dpf ultrafine sea-island nylon knitted fabric; (a) untreated knit, (b) alkaline treated knit.

Table 2. Acid dyes

Type	Dye (Commercial name)	Manufacturer
Levelling	Unicron Yellow L-4R	DKC
	Unicron Red L-2L	
	Unicron Blue L-BL	
Milling	Unimide Yellow M-3G	DKC
	Unimide Red M-RN	
	Unimide Blue M-R	
Half milling	Telon Yellow A2R Dystar	Dystar
	Telon Red A2R	
	Telon Blue A2R	
Metal complex	Uniset Yellow 2R	DKC
	Uniset Red G	
	Uniset Blue 2R	

2. 실험

2.1 시료 및 시약

수산화나트륨 20g/L 농도로 90°C에서 30분 간 처리하여 제조한 나일론 환편물[Nylon 105/48 (NY 75/36 + 고수축사 30/12) 20GG single span, KMF Co, Korea]을 공급받아 피염물로 사용하였고, 염색성 비교를 위하여 일반 나일론 원단(1.0 dpf)을 사용하였다.

Figure 1은 피염물로 사용한 0.06dpf급 초극세 해도형 나일론 환편물의 감량 전과 감량 후에 대한 SEM 사진이다. 염색에 사용한 염료는 (주)DKC와 다이스타 코리아로부터 각각 공급받아 사용하였으며 염료의 주요 정보는 Table 2에 표기하였다. 염색에 필요한 고착제와 균염제는 풍림유화공업(주)에서 공급받아 사용하였고, 빙초산은 1급 시약을 사용하였다.

2.2 염색

Figure 2는 0.06dpf급 초극세 나일론 편성물을 다양한 타입의 산성염료로 염색하는 공정을 나타내었다. 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론에 적합한 염료타입을 알아보기 위하여 4가지 종류의 산성염료(Levelling/Milling/Half milling/Metal complex)를 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0% o.w.f. 농도로 설정하여 실험하였다. 최대 염색농도를 8.0% o.w.f.로 설정한 것은 일반적으로 농색 염색 시 3.0~4.0% o.w.f.로 하는데, 초극세사 염색의 경우 동일량의 염료가 흡진되어도 겉보기 색상 농도가 낮기

때문에 더 높은 농도에서 색상 비교를 하고자 하였다. 실험실용 IR염색기(Daelim Starlet Co., Korea)를 사용하여 100°C에서 40분 간 염색하고 고착처리 하였다.

염색 속도 및 흡진 거동은 Dye-o-meter(염색기: Ahiba Turbocolor, 소프트웨어: Dyemax-L)를 사용하여 액비 1:20의 조건에서 시료 15g에 대해 1.0% o.w.f.의 염료를 투입하고 1°C/min의 승온 속도로 100°C까지 승온하여 40분간 염색하면서 4분 간격으로 염욕의 농도를 측정하여 염착 곡선을 작성하였다.

2.3 K/S 및 CIE L*a*b* 측정

염색 및 고착 처리한 시료는 겉보기 농도와 염색성을 평가하기 위하여 분광측색장비(Coloreye-3100, Gretag Macbeth, Korea)를 사용하여 각 파장대의 분광반사율과 CIE L*a*b*를 측정하였다.

최대 흡수파장에서의 표면 반사율(R)로부터 겉보기 색 농도인 K/S 값을 Kubelka-Munk 식(1)에 의해 구하였다.

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

where,

K : Absorption coefficient

S : Light-scattering coefficient

R : Reflectance

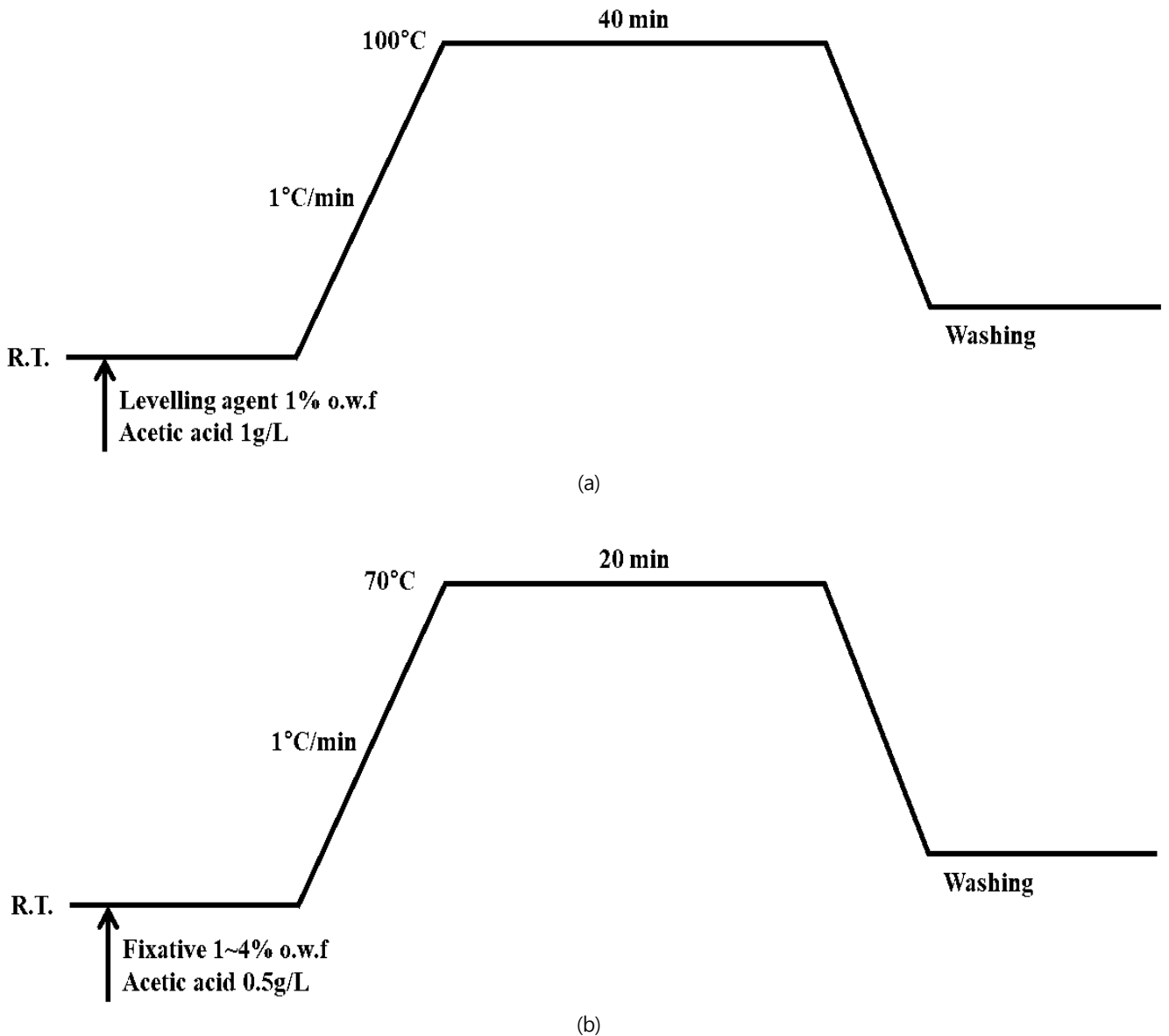


Figure 2. Dyeing (a) and fixing (b) process of ultra-fine nylon knit fabric with various acid dye.

2.4 견뢰도 평가

염색물의 견뢰도는 ISO의 규격에 따라 세탁견뢰도(ISO 105-C10), 마찰견뢰도(ISO 105 X12)를 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 산성염료 타입에 따른 나일론 편성물의 염색성

Figure 3은 Levelling, Milling, Half milling, Metal complex 타입의 산성염료로 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0% o.w.f.의 농도에서 염색한 1.0dpf급 일반 나일론과 0.06dpf급 초극세 해도형 나일

론 편직물의 측색 결과이다.

Milling과 Metal complex 염료의 경우 1.0dpf급 나일론 4.0%에서 8.0% o.w.f. 농도 사이에서 염료 포화치를 보였다. Levelling 타입의 경우 1.0dpf급 일반 나일론은 2.0% o.w.f.의 농도에서 0.06dpf급 초극세 나일론은 4.0% o.w.f.의 농도에서 염료 포화치를 보였다.

1.0dpf급 일반 나일론과 0.06dpf급 초극세 해도형 나일론 두 가지 소재에 대한 염색성을 비교하면 대체로 0.06dpf급 초극세 해도형 나일론의 겉보기 색상 농도가 1.0dpf급 나일론에 비해 낮은 것으로 관찰되었다. 이는 동일량의 염료가 흡진되었음에도 세섬도의 섬유일수록 섬유의 단위중량당 표면적이 넓어지게 되어 섬유 표면에서 입사광의 많은 부분이 반사되기 때문인 것으로 보인다¹¹⁻¹³⁾.

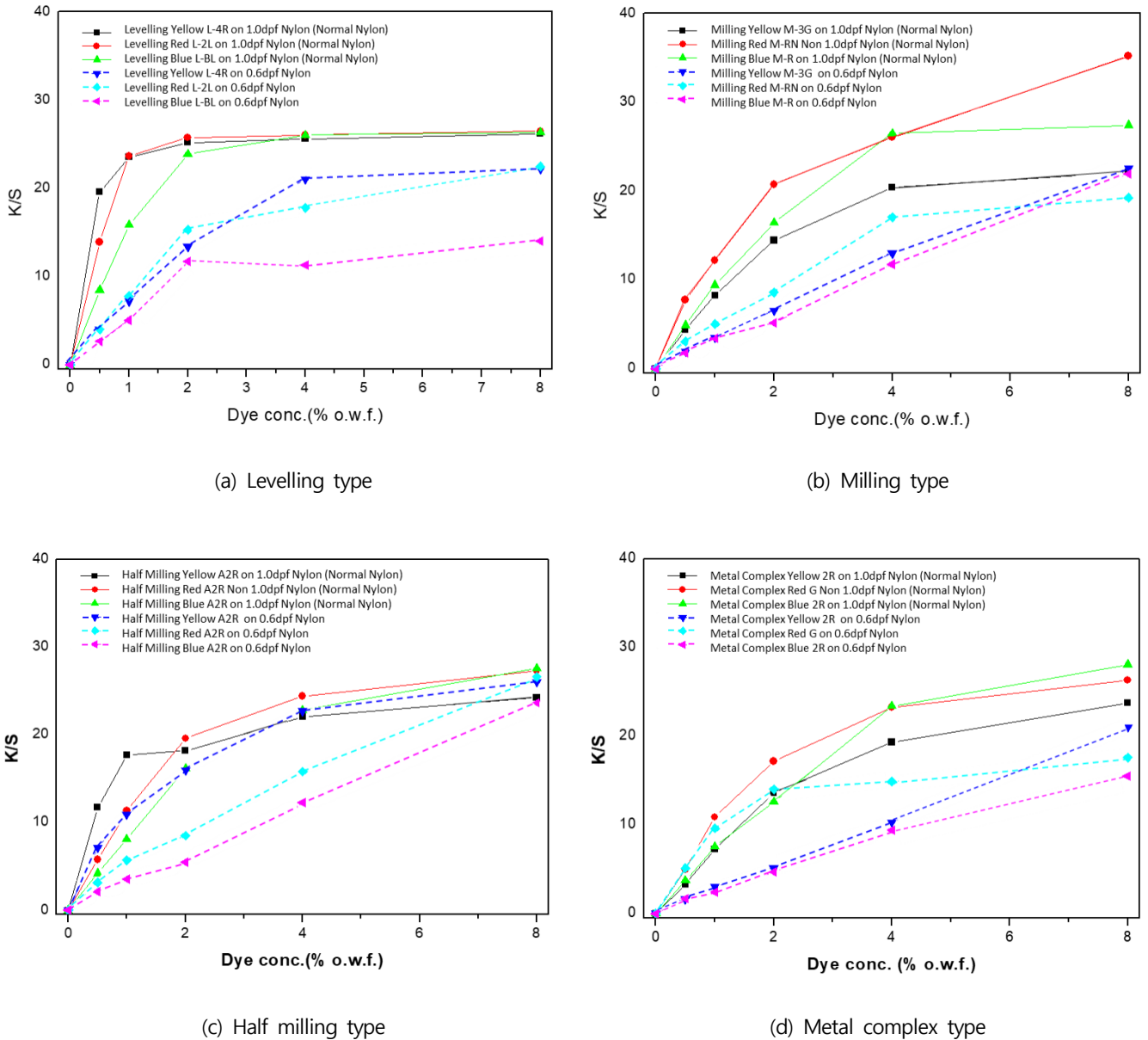


Figure 3. Build-up properties of 4 type acid dyes for 1.0dpf and 0.06dpf nylon.

염료 타입별로 비교해 보면 겉보기 농도(K/S 값) 차이가 Levelling 타입의 경우 5-12, Milling 타입의 경우 2-15, Half milling 타입의 경우 3-4, Metal complex 타입의 경우 4-15로 나타났다. 겉보기 색상 농도를 기준으로 비교해보면 0.06 dpf급 초극세사 해도형 나일론 염색성은 Yellow, Red, Blue 모두 20 이상의 겉보기 색상 농도를 보인 Milling과 Half milling 타입이 적합하다.

0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론은 원사의 굵기가 얇으므로 일반 나일론 섬유에 비해 표면적이 매우 넓기 때문에 염색 시 많은 양의 염료가 필요하게 되며, 따라서 같은 염료의 농도에서 일반 나일론 섬유보다 낮은 겉보기 색상 농도를 보이고 포화치에 도달하기 위해서는 더 많은 염료의 양이 필요한 것으

로 판단된다.

3.2 산성염료 타입에 따른 나일론 편성물의 염색건뢰도

Table 3은 1.0dpf 급 일반 나일론에 대하여 Levelling, Milling, Half milling, Metal complex 타입의 산성염료로 염색한 염색물에 대한 세탁, 마찰 건뢰도 결과이다.

Table 4는 0.06dpf급 초극세 해도형 나일론에 대한 건뢰도 결과이다. 1.0dpf급 나일론과 0.06dpf급 해도형 나일론 모두 염료의 농도가 올라갈수록 세탁과 마찰 건뢰도가 낮아지는 경향을 보였다. 섬유의 굵기가 얇은 0.06dpf급 해도형 나일론은

Table 3. Washing and rubbing color fastness of 1.0dpf fabrics dyed with various dye type

Dye type	o.w.f. (%)	Color fastness to washing						Color fastness to rubbing		
		Staining						Color change	Dry	Wet
		Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool			
Levelling	0.5	2	2	2	4-5	4-5	2	4	4-5	4-5
	1	2	1-2	2	4	4	1	3	4-5	4-5
	2	1	1	1	4	4	1	2	4-5	3-4
	4	1	1	1	3	3	1	2	4-5	3
	8	1	1	1	3	3	1	2	4	2-3
Milling	0.5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	1	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	2	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	4	4-5	4	3	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
	8	3	3-4	2	4	4-5	3	4-5	4	3-4
Half milling	0.5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	1	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	2	4-5	4	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	4	4	4	2-3	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4
	8	4	4	2	3	4-5	3-4	4-5	4	3-4
Metal complex	0.5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	1	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4
	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4
	8	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

비교적 낮은 견뢰도 등급을 보였으며, 이는 섬유에 흡착된 염료의 농도가 낮아져 염료사용량이 증가하기 때문에 오히려 견뢰도에는 단점으로 작용하는 것으로 생각된다^{11,14)}.

1.0dpf급 나일론의 경우 Milling, Half milling, Metal complex 타입의 염료를 사용했을 때 세탁 및 마찰견뢰도 4급 이상의 우수한 결과를 보였다. 0.06dpf급 나일론의 경우 세탁, 마찰 모두 낮아지는 경향을 보였다.

염색견뢰도를 기준으로 Half milling과 Metal complex 타입의 염료가 0.06dpf급 나일론의 세탁견뢰도 2.5급 이상, 마찰견뢰도 건 3급, 습 2급 이상으로 비교적 높은 등급의 견뢰도를

보였다.

3.3 염료 종류에 따른 흡진 거동 특성

Figure 4는 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론 편직물에 대한 흡진 거동을 Dye-o-meter를 사용하여 실시간으로 측정된 결과로, Metal complex 타입의 염료가 전반적으로 가장 우수한 흡진율을 나타내었다.

0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론 소재는 표면적이 넓기 때문에 염색 시 대부분의 염료가 섬유로 이동하여 비교적 빠른

Table 4. Washing and rubbing color fastness of 0.06dpf fabrics dyed with various dye type

Dye type	o.w.f. (%)	Color fastness to washing						Color fastness to rubbing		
		Staining						Color change	Dry	Wet
		Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool			
Levelling	0.5	4-5	3	2-3	4-5	4-5	3-4	2-3	4	4
	1	4	3	2-3	4-5	4-5	3-4	2-3	4	4
	2	3-4	3	2	4	4-5	3	2	3	2-3
	4	3-4	3	1-2	4	4-5	3	1-2	3	2-3
	8	3-4	3	1-2	4	4-5	3	1-2	3	2
Milling	0.5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	3-4	4	3-4
	1	4-5	4	3-4	4	4	4-5	3	3-4	3-4
	2	4-5	3-4	3	4	4-5	4	2-3	3	3-4
	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	2-3	3	2-3
	8	4	3-4	2	3-4	4	3-4	2	2	2
Half milling	0.5	4	5	5	5	5	5	4-5	4	4
	1	4	5	4-5	4-5	5	5	4-5	4	3-4
	2	3-4	4-5	4-5	4	4-5	5	4	3-4	3
	4	3	4-5	4-5	4	4-5	5	3-4	3	2
	8	2-5	4	4	3-4	4-5	5	3-4	3	2
Metal complex	0.5	3-4	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4
	1	3-4	5	4-5	4-5	4-5	5	4-5	4	4
	2	3-4	5	4-5	4	4	4-5	4-5	4	3-4
	4	3	5	4	3-4	4	4-5	4-5	3	3
	8	2-5	4-5	4	3	4	4-5	4	3	2

시간에 90~100%의 흡진율을 보이지만 고착공정에서 반응하지 못한 섬유에 붙어있던 많은 양의 염료가 섬유로부터 분리되어 낮은 염색성을 보이는 것으로 판단된다¹⁵⁾.

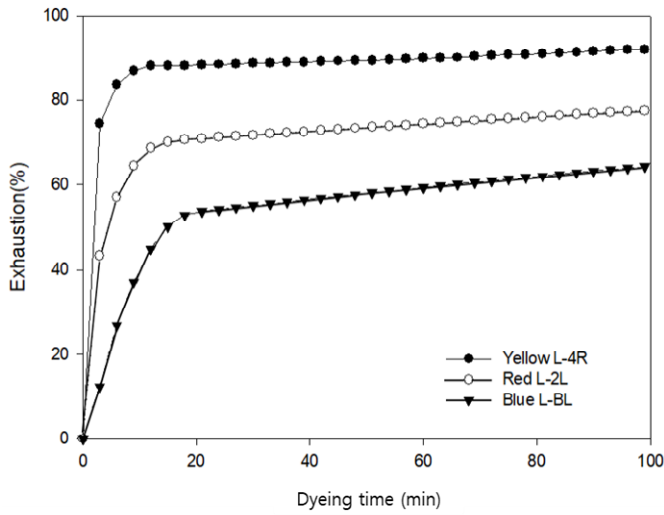
따라서 염색견뢰도와 염료 흡진거동 특성 및 염료 상용성을 종합하여 고려하였을 때, Half milling 타입의 염료가 0.06dpf 급 초극세사 해도형 나일론에 적합한 염료라고 판단된다.

3.4 최적 산성 염료의 온도에 따른 염색성

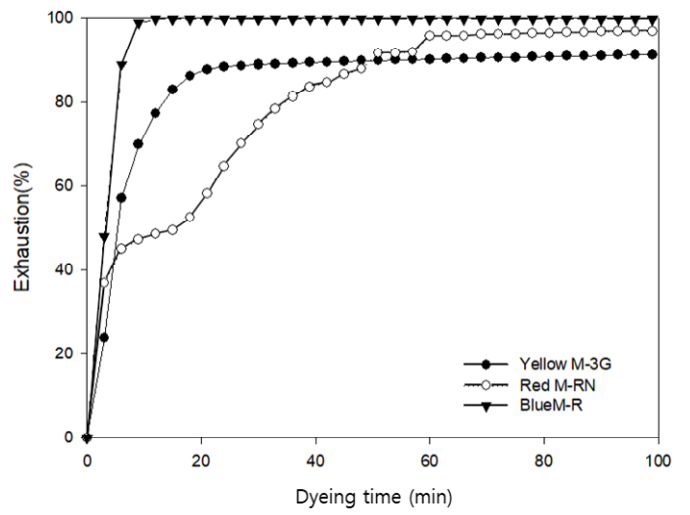
Figure 5는 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론의 염색 온도

별 겉보기 색상 농도를 비교하여 나타낸 것이다. 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론 염색 시 염색온도가 염색성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 이전의 실험결과를 바탕으로 0.06dpf급 나일론에 적합한 Half milling 타입의 Yellow, Red, Blue 염료를 담색(각각 0.3% o.w.f.), 중색(각각 1.0% o.w.f.), 농색(각각 3.0% o.w.f.)으로 하여 염색하였다.

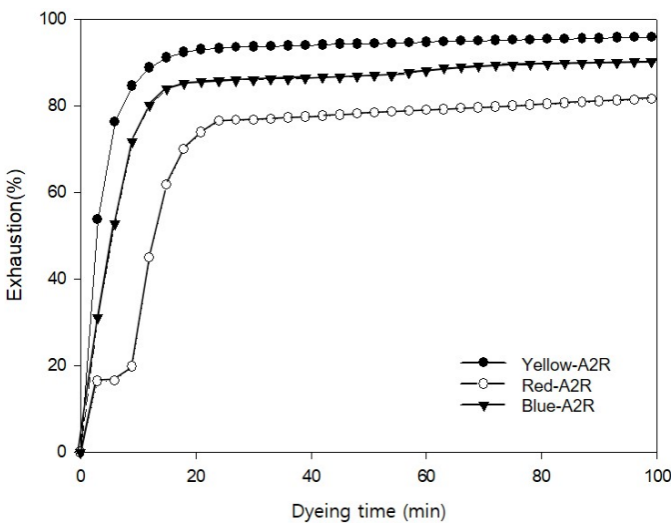
염색물의 겉보기 색상(K/S 값) 비교 결과, 온도에 따른 색상 차이는 농색으로 염색했을 때 가장 크게 나타났다. 담색과 중색 염색물은 60°C의 염색 온도에서 가장 진한 겉보기 색상을 나타내었고, 70°C 이상의 염색온도에서 겉보기 색상은 약간 낮



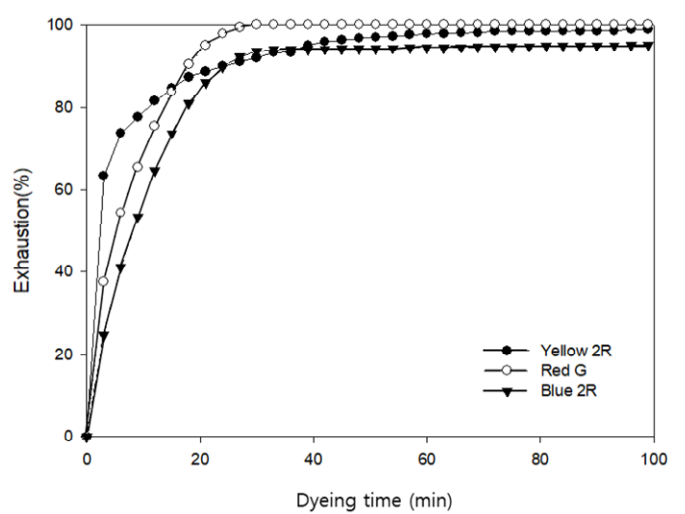
(a) Levelling type



(b) Milling type



(c) Half milling type



(d) Metal complex type

Figure 4. Exhaustion properties of 4 type acid dyes for 0.06dpf nylon.

아진 반면, 농색 염색물은 80°C에서 가장 진한 겉보기 색상을 나타내었고, 90°C 이상의 온도에서 온도가 높아짐에 따라 겉보기 색상도 약간 진하게 나타났다.

Table 5는 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론을 담색의 농도로 염색 온도에 따른 염색물의 견뢰도를 비교하여 정리한 것이다. 담색으로 염색한 원단의 견뢰도는 농색으로 염색한 원단보다 우수한 견뢰도 성능을 보였다. 70°C 이하의 온도로 염색한 원단의 세탁견뢰도 오염은 4급 이하이고 변위는 2급 이하이지만, 80°C 이상의 온도로 염색한 담색 염색물의 세탁견뢰도 오염은 4-5급 이상이고 변위는 4급 이상의 우수한 등급을 나타내었다. 마찰견뢰도는 모든 온도범위에서 건과 습 대부분 4-5

급의 우수한 등급을 보였다.

Table 6은 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론을 중색의 농도로 염색 온도에 따른 염색물의 견뢰도를 비교하여 정리한 것이다. 중색 염색물은 70°C 이하의 온도에서 세탁견뢰도 오염과 변위는 대부분 3급 이하, 80~90°C의 온도에서 세탁견뢰도 대부분 3-4급 이상으로 가장 높은 등급을 나타내었다. 마찰견뢰도는 모든 온도범위에서 건 4-5급, 습 4급의 우수한 등급을 보였다.

Table 7은 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론을 농색의 농도로 염색 온도에 따른 염색물의 견뢰도를 비교하여 정리한 것이다. 농색 염색물은 70°C 이하의 온도에서 세탁견뢰도 오염은

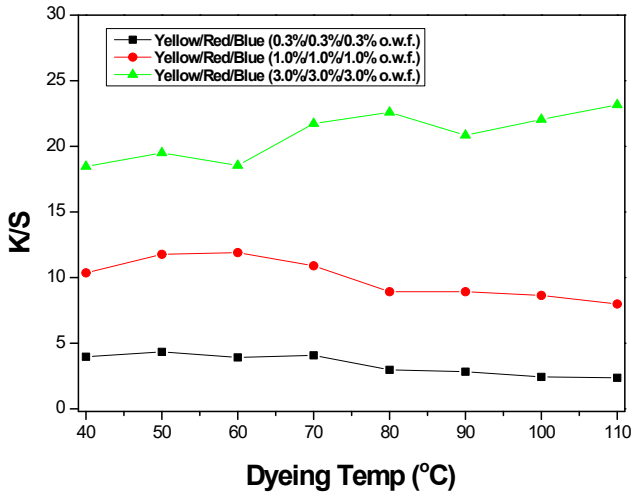


Figure 5. K/S values of 0.06dpf nylon dyed with halt milling type acid dyes.

거의 2-3급 이하이고 변되는 1급, 80°C 이상의 온도에서 세탁 견뢰도 오염은 거의 2-3급 이상이고 변되는 3급 이상으로 높은 등급을 나타내었다. 마찰견뢰도는 80°C 이하의 온도에서 거의 4급 이상, 90°C 이상의 온도에서 거의 4급 이하로 낮아지는 결과를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 1.0dpf급 일반 나일론과 0.06dpf급의 초극세 사 해도형 나일론 편성물의 염료 종류에 따른 염색성과 빌드업성, 염색견뢰도를 측정 및 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1.0dpf급 일반 나일론과 0.06dpf급 초극세 해도형 나일론 두 가지 소재에 대한 염색성을 비교하면, 대체로 초극세 해도형 나일론의 견보기 색상 농도가 일반 나일론에 비해 낮은 것으로 측정되었다.
- 보기 색상 농도를 기준으로 비교해보면, Milling과 Half milling 타입으로 염색한 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론의 염색성은 Yellow, Red, Blue 모두 20 이상의 견보기 색상 농도를 보였다. 염색견뢰도를 기준으로 Half milling과 Metal complex 타입의 염료가 0.06dpf급 나일론의 세탁견뢰도 2.5급 이상, 마찰견뢰도 건 3급, 습 2급 이상으로 비교적 높은 등급의 견뢰도를 보였다. 또한 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론에 대한 흡진 거동을 Dye-o-meter를 사용하여 실시간으로 측정한 결과, Metal complex 염료가 전반적으로 가장 우수한 흡진율을 나타내었다. 염색견뢰도와 염료 흡진거동 특성 및 염료 상용성을 종합적으로 고려하여 Half milling 타입이 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론에 적합한 염료로 판단하였다.

Table 5. Washing and rubbing color fastness of dyed fabrics with 0.3% o.w.f. dyestuff at various dyeing temperature

Temperature (°C)	Color fastness to washing						Color fastness to rubbing		
	Staining						Color change	Dry	Wet
	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool			
40	4	4	4	3-4	3	4	2	4-5	4-5
50	4	4	4	3-4	3	4-5	1-2	4-5	4-5
60	4	4	4	3-4	3	4-5	2	4-5	4-5
70	4	4	3-4	3	3	4	2	4-5	4-5
80	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	4	4-5	4-5
90	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4
100	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5
110	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5

Table 6. Washing and rubbing Color fastness of dyed fabrics with 1.0% o.w.f. dyestuff at various dyeing temperature

Temperature (°C)	Color fastness to washing						Color fastness to rubbing		
	Staining						Color change	Dry	Wet
	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool			
40	3	4	4	2-3	2	3-4	2	4-5	4
50	3-4	4	3-4	2	2	3	1-2	4-5	4
60	3	4	3-4	2	2	3	1-2	4-5	4
70	4	4	3-4	2	2	3	1-2	4-5	4
80	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5
90	4	4-5	4-5	4	4	4	3-4	4-5	4
100	4-5	4-5	4-5	3	4	4	3-4	4-5	4
110	4	4-5	4-5	3	4-5	4	3-4	4-5	4-5

Table 7. Washing and rubbing Color fastness of dyed fabrics with 3.0% o.w.f. dyestuff at various dyeing temperature

Temperature (°C)	Color fastness to washing						Color fastness to rubbing		
	Staining						Color change	Dry	Wet
	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool			
40	3	4	3-4	2	1-2	2-3	1	4-5	4
50	3	4	3-4	1-2	1-2	2	1	4-5	4
60	3	4	3	1-2	1-2	2	1	4-5	4
70	3	4	3	1-2	1-2	2-3	1	4-5	4
80	2-3	3	4	2-3	4	4-5	4-5	4-5	4
90	2-3	4	3-4	2-3	3-4	4	3	4-5	3
100	3	4-5	4	2	3	3	3	4	3
110	3	4	3-4	1	3-4	2	3-4	4	3

3. 0.06dpf급 나일론에 적합한 Half milling 타입의 Yellow, Red, Blue 염료로 온도와 농도에 따른 염색특성을 비교한 결과, 온도에 따른 색상차이는 농색으로 염색했을 때 가장 크게 나타났다. 60°C 이상의 온도에서 담색과 중색 염색물은 겉보기 색상이 온도가 높아질수록 오히려 낮아진 반면, 농색 염색물은 80°C에서 가장 진한 겉보기 색상을 나타내었다. 담색으로 염색된 원단은 80°C 이상의 온도 범위에서 중색과 농색으로 염색된 원단은 80~90°C의 온도 범위에서 세탁과 마찰 견뢰도가 우수하였다.

결론적으로 0.06dpf급 초극세사 해도형 나일론 편직물에 가장 적합한 염료로 Half milling과 Metal complex 타입의 염료가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 담색 염색물은 80°C 이상에서 중색과 농색 염색물은 80~90°C의 온도로 염색 시 우수한 겉보기 색상과 염색 견뢰도를 갖는 염색물을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 경기도기술개발사업 지원을 받아 수행된 연구입니다(과제번호 A0801, 나일론 해도형 초극세사의 전처리/염색/후가공 공정기술 및 제품 개발).

References

1. T. U. Nam, P. G. Lee, J. Lee, Y. R. Lee, and S. G. Lee, Characterization of a PVA Treated Sea-island Type Nylon Microfiber Nonwoven Leatherette, *Textile Science and Engineering*, **58**(3), 147(2021).
2. M. Lee, J. H. Lee, M. S. Kim, D. Jung, M. Lee, J. W. Ko, and S. G. Lee, Investigation of the Dyeing Properties of Sulfur Dye on Nylon-based Artificial Suede, *Textile Science and Engineering*, **55**, 101(2018).
3. M. S. Kim, M. Lee, J. W. Ko, J. H. Lee, and S. G. Lee, Dyeing Properties of Ultra-fine Nylon Suede Non-woven Fabric with Sulphur Black Dye by Pad-steam Process, *Textile Coloration and Finishing*, **29**(4), 211(2017).
4. H. T. Cho and C. K. Park, One Bath-One Step Dyeing of Nylon-PET Split Type Microfiber, *Textile Science and Engineering*, **46**(1), 23(2009).
5. H. T. Cho and G. N. Lee, Synthetic Fiber Miniaturization and Application Technology Development, *Fiber Technology and Industry*, **11**(1), 47(2007).
6. H. Jung, S. Chang, and H. Shim, Investigation of the Dyeing Properties of Sulfur Dye on Nylon-based Artificial Suede, *Textile Science and Engineering*, **44**(1), 38(2007).
7. J. M. Park, D. S. Jeong, H. K. Rho, H. J. Ryu, and M. C.

- Lee, Dyeing and Mechanical Properties of 0.01d Polyester Ultramicro Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **18**(6), 10(2006).
8. B. S. Lee, H. S. Cho, H. Y. Lee, and S. D. Kim, Dyeing Properties of Acid Dyes and Reactive Dyes on Sea-island Type Ultrafine Nylon Fiber, *Textile Science and Engineering*, **48**(5), 315(2011).
9. H. J. Lee, H. Y. Lee, E. J. Park, Y. J. Choi, and S. D. Kim, Alkaline Dissolution and Dyeing Properties of Sea-island Type Ultrafine Nylon Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **22**(4), 325(2010).
10. S. K. Lee, H. Y. Lee, and S. D. Kim, Dyeing Properties of Mixture of Ultrafine Nylon and Polyurethane with Different Types of Dye, *Fibers and Polymers*, **14**(12), 2020(2013).
11. J. Koh, J. H. Park, K. S. Lee, and S. D. Kim, Dyeing and Fastness Properties of Direct Spun Type PET Microfiber Fabrics, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishes*, **17**(5), 13(2005).
12. E. S. Shin, H. S. Kim, and J. J. Lee, Weight Reduction Behavior and Dyeing Properties of Sea-island PET Ultra-microfiber Knitted Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **49**(1), 18(2012).
13. D. Phillips, J. Taylor, R. Lakhanpal, J. Scotney, and G. Bevan, Colour Fastness of Optionally After Treated Acid Levelling and Milling Dyes on Nylon 6.6 during Washing in an Activated Oxygen-bleach Containing Detergent Part 1: Fading Observed in the UK-TO Test and After Repeated Domestic Laundering, *Coloration Technology*, **117**(3), 147(2001).
14. Y. H. Kang, J. Y. Paik, J. W. Lee, S. S. Kim, M. W. Huh, and N. H. Lee, Effect of Denier and Dyestuff Structure on Washing Fastness of Polyester Fabric, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, **13**(3), 26(2001).
15. D. S. Jeong, D. H. Lee, M. C. Lee, and T. Wakida, Dyeing Properties of Nylon 6 Ultramicrofiber, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, **14**(6), 15(2002).

Authors

조항성 한국생산기술연구원 연구원
 심의진 한국생산기술연구원 박사후 연구원