

Sodium Oleate와 Xanthan Gum 처리에 의한 카폭 섬유의 특성

Characteristics of Kapok Fibers by Treatment with Sodium Oleate and Xanthan Gum

*Corresponding author

Youngmi Park
(ymp9397@yu.ac.kr)

구혜인, 박영미*
영남대학교 의류패션학과

Hyein Koo and Youngmi Park*

Department of Clothing and Fashion, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

Received_March 09, 2020
Revised_March 24, 2020
Accepted_March 24, 2020

Abstract In this study, pre-treatment was performed on kapok, a hydrophobic fiber, to compare dyeability by hydrophilization. The pretreatment conditions of kapok fiber were used with different amounts of sodium oleate (NaO), a fatty acid-based anionic surfactant, and xanthan gum (XG) as a natural thickener. At this time, NaO and XG were separately or mixed treated with 0.01%, 0.1%, 1% aqueous solution at 80°C for 30 min. Hydrophilicity through dyeing was confirmed using Sappan wood extract. Therefore, SEM observation was performed to investigate the surface change of kapok fiber according to the conditions. The surface color difference was also analyzed. Pretreated kapok fibers were made from nonwoven fabrics and the contact angles were measured to determine their hydrophilization. The surface of the fiber after pretreatment was found to be cracked when NaO and NaO were mixed with XG. The surface color was the highest in a^* and K/S values after the simultaneous treatment of NaO and XG, followed by NaO pretreatment and XG pretreatment. The contact angle of kapok fiber made of nonwoven fabric was slightly lower at 300 g/m² than the fabric weight of 150 g/m². Such hydrophilized nonwoven kapok fiber are expected to be used in various fields.

Textile Coloration and Finishing
TCF 32-1/2020-3/44-50

© 2020 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Keywords kapok fiber, hydrophilization, natural dyeing, sodium oleate, xanthan gum


1. 서 론

친환경적이고 기능성까지 겸비한 천연 섬유소재는 최근 들어 더욱 관심을 받고 있으며, 특히 셀룰로오스 섬유의 활용 및 수요가 증가하고 있다¹⁾. 그 중 셀룰로오스 섬유이면서 유일하게 친수성이 아닌 카폭 섬유는 동남아시아와 인도 등에서 주로 자생하는 풍부한 천연 자원으로 알려져 있다. 이에 카폭은 그 수요가 점차 증가하고 있으나²⁾, 현재까지 주로 베개나 옷의 보온 재료 및 구멍조끼 등에 한정되어 사용되고 있다³⁾. 이와 같이 카폭은 충전재 등으로 사용되는 보고는 있으나⁴⁾ 직물이나 편물 형태의 의복으로 활용한 사례는 없는 실정이다. 카폭 섬유는

소수성인 특유의 성질과 단세포 천연 셀룰로오스 섬유로서 섬유 내부가 약 10 μ m 직경의 중공 구조이고, 구성 성분은 약 64%의 셀룰로오스와 13%의 리그닌(lignin) 및 8.6%의 물을 비롯하여 기타 수용성 물질, 왁스 등으로 이루어져 있다⁵⁾. 이와 같이 카폭 섬유는 표면의 왁스를 비롯한 리그닌의 아세틸기(acetyl group)로 인해 셀룰로오스 구조이지만 소수성을 띄게 되는데, 일반적인 식물의 세포벽보다 월등히 많은 수준이다⁶⁾.

이러한 카폭의 소수성 특징은 알칼리 처리⁷⁾를 비롯하여 산화, 산, 용매 처리 등에 의한 친수화 연구가 진행되고 있으며, 알칼리를 통한 친수성 개질 방법이 가장 효율적인 흡수성 향상 방법으로 알려져 있다⁸⁾. 한편 카폭 섬유를 직물로 제조하기 위해서는 카폭 섬유의 거대 중공에 의한 초경량성 때문에 섬유가

Table 1. Specification of kapok fiber

Fiber	Length	Width	Bulky density*	Appearance
Kapok 100%	23.2 mm	15.7 μm	0.29 g/cm^3	

날아서 흩어지는 비산(飛散) 현상을 방지하기 위하여 타 섬유와 혼합할 필요가 있고, 이는 상당히 어려운 것으로 알려져 있다. 예로서 카폭과 면 섬유를 혼합 시 카폭 섬유의 함량이 증가함에 따라 원사의 신축성은 좋아지지만 염색성이 저하하는 보고가 있다^{9,10}. 그래서 카폭 섬유를 의류패션 제품으로 활용하기 위해서는 반드시 이러한 한계를 극복해야만 할 필요가 있다.

본 연구에서는 지방산계 음이온 계면활성제인 올레인산나트륨(sodium oleate, NaO)과 천연 점증제인 잔탄검(xanthan gum, XG)을 사용하여 카폭 섬유를 전처리한 후, 친수화를 평가하였다. 이에 전처리 후 카폭 표면을 관찰하고, 소목으로 염색한 후 염색에 의한 친수성을 알아보았다. 또한 접촉각 측정을 통해 흡수성의 변화를 확인하였다. 이러한 연구는 카폭 섬유를 의류 제품으로 활용하는 데에 기여할 수 있고, 다양한 분야로 활용 가능할 것으로 기대한다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용된 카폭 섬유는 시판 제품(말레이시아)으로서 섬

유 내외로 육안 관찰 시 보이는 이물질은 일부 제거한 뒤 사용하였다. 카폭 섬유의 기본 성질과 처리 전 외관 사진은 Table 1에 나타낸 것과 같다.

전처리를 위한 시약으로는 sodium oleate(NaO, $\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{NaO}_2$, Junsei chemical Co., Ltd, Japan)와 xanthan gum(XG, $\text{C}_{35}\text{H}_{49}\text{O}_{29}$, Daejung chemicals & metals Co., Ltd, Korea)을 사용하였으며, 화학 구조는 각각 Figure 1의 (a) 및 (b)와 같다. 카폭 염색에 사용된 소목은 시판하는 인도네시아산 가공 분말(S amhong medicinal herb Co., Ltd, Korea)을 사용하였으며, 주요 구조는 Figure 1의 (c)와 같다. 그 외 사용된 시약은 일급 시약을 그대로 사용하였다.

2.2 전처리

전처리를 위해 각 조건별 첨가량은 NaO와 XG은 0.01%, 0.1%, 1% 수용액, NaO와 XG을 동시에 첨가할 경우 0.02%, 0.2%, 2% 수용액을 기준으로 하였다. NaO 전처리의 경우 카폭 섬유 2g과 증류수 200ml, NaO 각 0.02g, 0.2g, 2g을 80°C에서 20분간 처리하였다. 이 때, NaO 수용액의 pH는 0.01%와 0.1%를 첨가한 것에서 각각 pH 6과 pH 8을 나타냈다. 이후 전처리한 카폭은 40°C에서 48시간 동안 건조하였다. XG 전처

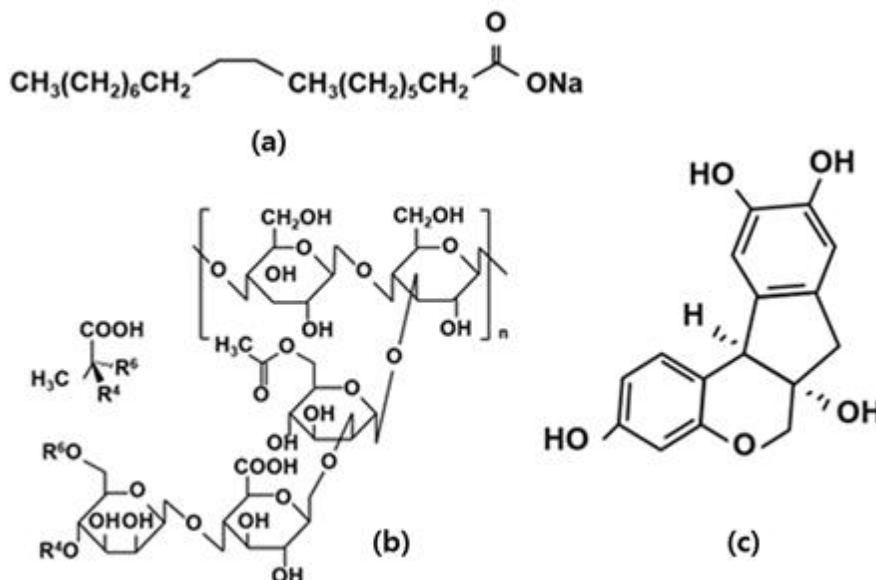


Figure 1. Structure of sodium oleate (a), xanthan gum (b), and brazilin in sappan wood (c).

리는 카폭 섬유 2g과 증류수 200ml, XG는 각 0.02g, 0.2g, 2g을 80°C에서 20분간 처리하였다(pH 6). 이후 전처리한 카폭은 40°C의 건조기에서 48시간 동안 건조하였다. NaO와 XG를 혼합한 전처리한 카폭 섬유 2g과 증류수 200ml, NaO 0.02g과 XG 0.02g을 80°C에서 20분간 처리한 후 40°C에서 48시간 건조하였다.

2.3 염액 추출 및 염색

소목 분말은 액비 1 : 200으로 90°C에서 30분 동안 추출하였다. 3회 추출한 염액은 여과하여 상온 보관하면서 사용하였다(pH 6).

카폭 섬유의 염색은 카폭 섬유 2g과 소목 추출물 300ml(pH 6)을 각각 NaO, XG, NaO와 XG 동시에 전처리한 시료에 80°C에서 30분씩 처리하였다. 염색 후 충분히 수세하여 완전히 건조한 다음, 분석에 사용하였다.

2.4 표면색 측정

카폭 섬유와 NaO, XG, NaO와 XG를 동시에 전처리한 시료의 염색 후 표면 색상은 색차계(COLOR-EYE 3100, Macbeth, USA)를 사용하여 파장 400-700nm, D65-10 광원 하에 CIE의 L^* , a^* , b^* , K/S 값을 측정하였다.

2.5 SEM 측정

카폭 섬유와 NaO, XG, NaO와 XG를 동시에 전처리한 시료 및 염색한 후의 형태학적 변화 측정을 위해 Ion sputter coat er(Hitachi, E-1030, Japan)를 통한 백금 진공 증착한 후, FE-SEM/EDS(Field Emission Scanning Electron Microscope, Hitachi, S-4200, Japan)로 15kV의 전압 하에 3000배 확대한 표면을 관찰하였다.

2.6 카폭 섬유의 부직포 제조

카폭 섬유와 NaO와 XG를 동시에 전처리한 조건을 wet-laid 방식으로 부직포화 하였다. 이 때, 카폭 섬유가 물에 해리 및 분산될 때 영감을 최소화 하기 위해 3mm로 절단하였으며, 물보다 낮은 비중으로 인해 증점제(LAPONTE JS, BYK additives & instruments, Germany)를 0.1g/m²으로 극소량 사용하였다. 분산된 카폭 섬유는 연속으로 종이를 만드는 초기기(Lab sheet former, PTI Co., Ltd, Austria)를 이용하여 부직포화한 후 120°C에서 캘린더링하여 습식 부직포로 제조하였다.

2.7 접촉각 측정

제조한 카폭 습식 부직포의 친수화 여부는 접촉각 측정기(Contact angle measurement OCA20, JIN Tech Trading Corp., Korea)를 사용하였으며, 증류수 10 μ l를 떨어뜨린 뒤 디지털 카메라로 접촉각을 촬영하였다. 각 시료는 3회를 측정 후 평균값을 나타냈다.

3. 결과 및 고찰

3.1 형태학적 변화

카폭 섬유에 NaO와 XG 및 두 전처리제를 혼합하여 각각 0.1%의 농도로 처리한 후 표면 형태를 관찰하였다. FE-SEM을 통한 이미지를 분석 결과, Figure 2에서 보는 것과 같이 각 전처리를 통해 카폭 섬유 표면은 NaO 0.1%와 XG 0.1% 처리한 것이 다소 변화가 있음을 알 수 있다. 차이가 미미하지만 전처리 물질이 부착된 것을 확인할 수 있고, 이는 카폭 섬유의 친수화에 의한 염색에도 영향이 있을 것으로 볼 수 있다.

3.2 표면색

Table 2는 카폭 섬유에 각각 다른 비율로 NaO와 XG 및 두 가지 전처리제를 혼합하여 처리한 후 염색한 결과를 L^* , a^* , b^* , K/S 값으로 나타낸 것이다.

측정 결과 카폭 섬유에 NaO를 전처리한 뒤 소목 추출물로 염색한 조건은 모두 L^* 값이 낮아지는 경향을 보였다. 특히 NaO 첨가량이 0.01%와 0.1%에서 L^* 값은 약간 감소하였으나, 0.1%의 L^* 값은 증가하였으며, 0.1% 수용액에서 그 값이 가장 낮게 나타났다. 적색을 나타내는 brazilin 색소를 포함하는 소목 추출물에 의한 염료친화성은 a^* 값의 경우, NaO 1% 수용액을 제외하고 0.01%와 0.1% 수용액에서 미처리 카폭 섬유보다 높게 나타났으며, 0.1% 수용액에서 가장 높게 나타났다. K/S 값은 NaO 0.1% 수용액에서 1.99로 가장 높은 값을 보였다.

따라서 카폭 섬유는 NaO 0.1% 수용액에서 가장 염색성이 향상되었다고 볼 수 있으며, 이는 카폭 섬유의 친수화에 의한 기여로 볼 수 있다.

카폭 섬유에 XG를 전처리한 뒤 염색한 결과는 XG의 첨가량이 증가할수록 L^* 값이 감소하였으며, XG 1% 수용액에서 가장 낮았다. a^* 값은 XG 전처리 시 모두 증가하였으나, 0.01%에서 가장 높고, 첨가량이 증가할수록 낮았다. XG 첨가량에 따른 K/S 값은 0.1% 전처리 했을 때 1.95로 가장 높았고, 이는 카폭 섬유의 친수화에 의한 결과로 사료된다.

카폭 섬유에 NaO와 XG를 동시에 전처리한 뒤 소목으로 염색한 결과, L^* 값은 미처리 카폭 섬유보다 NaO와 XG를 동시에 처리하여 염색한 모든 시료에서 낮은 값을 보였으며, NaO와 XG를 각 0.1% 수용액을 처리한 카폭 섬유의 L^* 값이 가장 낮았다. 또한 a^* 값은 NaO와 XG를 각 0.01%로 동시에 처리한 카폭 섬유가 가장 높았으며, NaO 0.1%와 XG 0.1%를 동시에 처리한 카폭이 가장 낮은 것을 알 수 있었다.

K/S 의 경우, 카폭 섬유는 1.49였지만, NaO와 XG로 처리한 모든 시료가 1.56-2.31의 향상된 결과를 나타냈으며, 그 중 NaO와 XG를 0.1%씩 동시 처리하였을 때 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 카폭 섬유에 NaO와 XG가 표면에 부착됨에 따라 이들 전처리제와 소목 염료와의 결합이 일어난 것으로 추측된다.

3.3 카폭 부직포의 특성

카폭 섬유에 NaO와 XG를 동시에 전처리한 조건을 wet-laid

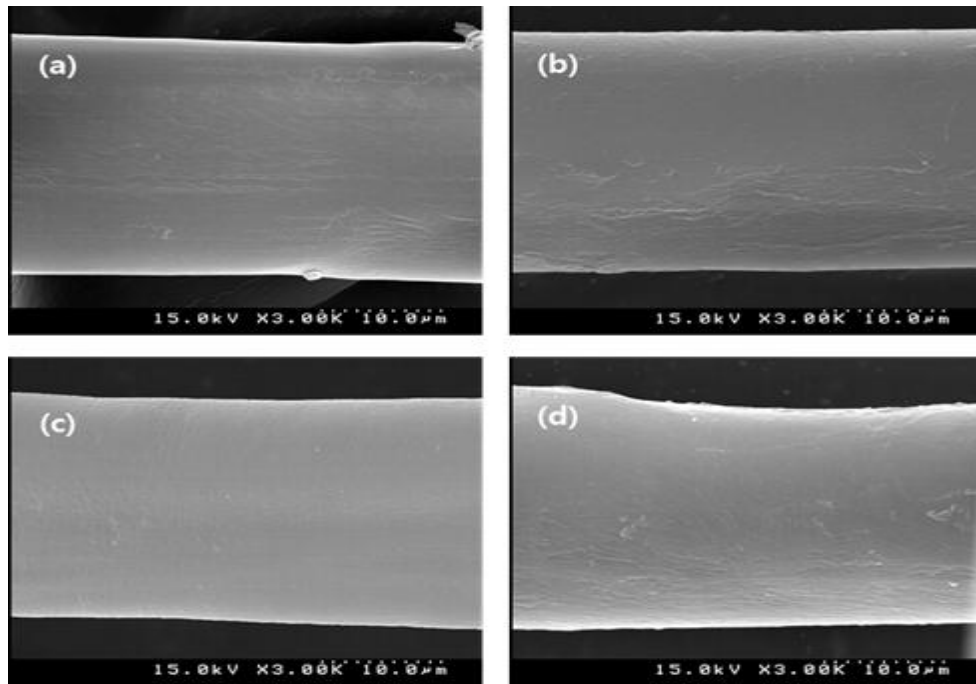


Figure 2. SEM image of kapok; (a) raw kapok, (b) sodium oleate 0.1%, (c) xanthan gum 0.1%, and (d) sodium oleate 0.1% with xanthan gum 0.1% blend.

제조방법으로 부직포 시트를 제조하였다.

그 결과 기본 특성은 Table 3에 나타난 것과 같이 적어도

150 g/m² 이상이 되어야 카폭이 날아서 흩어지지 않고 제조될 수 있으며, 중량이 그 이하에서는 비산됨을 확인할 수 있었다.

Table 2. Color characteristics of kapok fiber dyeing with sappan wood extract by pretreatment with sodium oleate, xanthan gum, and sodium oleate and xanthan gum blend

Pretreatment(%)	CIE(D65-10)				Dyed kapok
	L*	a*	b*	K/S	
Non	61.80	13.88	14.75	1.49	
NaO 0.01%	59.25	14.08	14.41	1.76	
NaO 0.1%	59.13	14.48	17.13	1.99	
NaO 1%	60.30	11.10	13.29	1.56	
XG 0.01%	61.66	17.68	17.32	1.68	
XG 0.1%	59.72	14.25	17.76	1.95	
XG 1%	59.68	13.89	14.84	1.73	
NaO 0.01% and XG 0.01%	59.06	16.00	16.45	1.94	
NaO 0.01% and XG 0.1%	57.92	15.84	16.08	2.06	
NaO 0.1% and XG 0.01%	59.03	14.11	15.08	1.83	
NaO 0.1% and XG 0.1%	54.58	13.45	13.68	2.31	

Table 3. Characteristics of kapok nonwoven sheet by pretreatment with sodium oleate and xanthan gum

Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Defiber (time)	Drying temperature (°C)	Drying speed (m/min)
150	2.82	10,000	120	2
300	5.22	10,000	120	2

두께는 전통적인 수초지 방법에 의한 결과이지만 다소 두꺼운 2.82~5.22 mm 정도인 것을 알 수 있다. 카폭의 비산으로 인한 해리 시간이 매우 길며, 일반적인 제지가 가능한 셀룰로오스만의 종이 제조 기술에 비해 훨씬 까다롭고 불안정적인 상태임을 확인할 수 있었다.

Figure 3은 150 g과 300 g으로 제조한 카폭부직포를 나타낸 것이다. 표면의 시트에 미처리된 리그닌의 부착을 볼 수 있는데 이는 NaO와 XG처리에 의해 리그닌이 탈락되지 않는 것을 알 수 있고, 표면의 물리적 변화가 미약한 것으로 추측할 수 있다. 이에 중공으로 인한 부피감으로 의류용으로 단독 사용하기에는 부적합하지만 산업용 용도에 사용을 기대할 수 있을 것으로 보이며, 또한 이와 같은 습식부직포 제조가 가능함으로 인해 타 섬유와의 혼방으로 그 활용을 예상할 수 있을 것으로 기대한다.

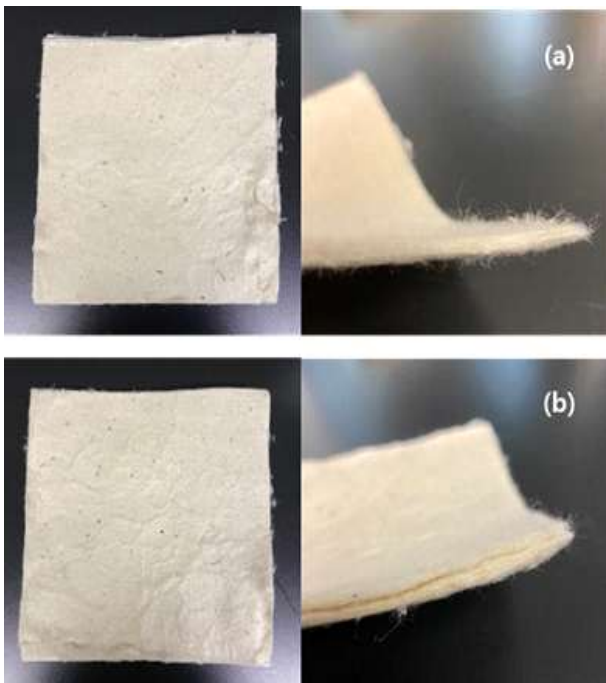


Figure 3. Kapok nonwoven sheet by pretreatment with sodium oleate and xanthan gum; (a) 150 g/m², (b) 300 g/m².

3.4 접촉각에 의한 친수화 평가

접촉각은 서로 섞이지 않는 액체와 고체가 접하게 될 때, 고체의 표면에서 열역학적으로 평형을 이룰 때 형성되는 경계면의 각을 의미한다¹¹⁾. 즉, 고체의 표면에 젖은 정도(wettability)를 판단하는 것으로 물방울(sessile drop)에 의해 접촉각이 작을수록 친수성, 접촉각이 클수록 소수성임을 의미한다¹²⁾. 물방울의 접촉각이 0~10°를 초친수성, 10~40°를 친수성, 70~100°까지를 발수성이라 보고, 110° 이상은 초발수성으로 간주한다¹³⁾.

카폭 섬유에 NaO와 XG를 동시에 전처리한 후 부직포로 제조한 다음, 친수화 여부를 알아보기 위해 접촉각의 변화를 분석하였으며 결과는 Figure 4와 같다.

카폭 섬유에 전처리한 부직포 시트의 접촉각은 보는 바와 같이 모두 110°이상으로 나타났다. 특히, 부직포 무게가 150g/m²인 경우 우측 접촉각은 122.28°, 좌측 접촉각은 119.58°로 측정되었으며, 300 g/m²인 경우 우측 접촉각 115.09°, 좌측 접촉각 118.74°로 접촉각이 약간 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 NaO와 XG으로 인해 전처리 양이 증가할수록 발수 특성이 약간 저하되는 것으로 보이나, 110° 이상은 초발수성으로 본다면 큰 차이는 없는 것으로 사료되며, 또한 예각에 가까울 정도의 친수성이 보인다고 하긴 어려운 정도다. 이는 염색성이 향상된 것과는 상반된 결과로 NaO와 XG 전처리가 카폭의 접촉각에는 큰 변화 없이 초발수성을 나타내지만, 염색은 가능한 것으로 보아 표면에서의 NaO와 XG 부착에 의해 염료분자와 이들 전처리제의 결합에 의한 결과로 추측할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 카폭 섬유의 친수성을 향상하기 위하여 NaO, XG, NaO와 XG를 동시에 전처리한 후, 친수화 여부를 알아보았으며, 습식부직포 제조를 통해 카폭의 의류소재로서 사용 가능성을 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 카폭 섬유에 NaO를 전처리한 뒤 소목 추출물로 염색하여 염료친화 정도를 확인한 결과 미처리 카폭보다 NaO 0.1%를 사용한 수용액에서 L*값은 가장 낮았으며, a*값과 K/S 값은 0.1% 수용액에서 가장 높은 값을 보였다.
2. 카폭 섬유에 XG를 전처리한 뒤 염료친화성을 확인한 결과, 농도가 1% 수용액일 때 L*값은 가장 낮았고, a*값과 K/S

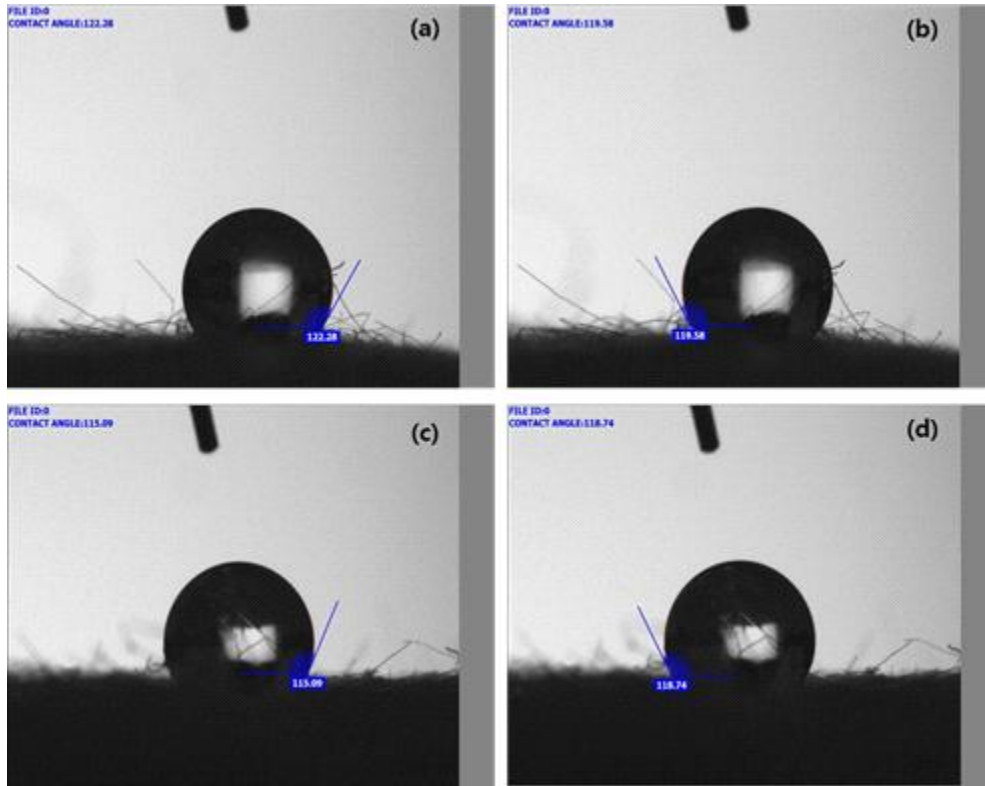


Figure 4. Contact angle of kapok nonwoven sheet; (a) 150 g/m². sodium oleate pretreatment, (b) 150 g/m². xanthan gum pretreatment, (c) 300 g/m². sodium oleate pretreatment, (d) 300 g/m². xanthan gum pretreatment.

값은 가장 큰 값을 나타냈다.

3. 카폭 섬유에 NaO와 XG를 동시에 전처리한 경우, L^* 값은 NaO와 XG를 각 0.1% 수용액으로 처리한 카폭이 가장 낮게 나타났고, a^* 값은 0.01%농도에서 가장 크게 나타났으며, K/S 값은 NaO와 XG를 각각 0.1%로 동시에 전처리했을 때 가장 높게 나타났다.
4. 카폭 섬유에 전처리 조건에 따른 형태학적 변화는 NaO와 XG를 각 0.1% 수용액으로 전처리 시 표면 변화가 가장 컸으며, 이에 따른 염료의 고착 또한 가장 선명하게 나타났다.
5. 카폭 섬유를 NaO와 XG로 동시에 전처리하여 각각 150 g/m²와 300 g/m²로 부직포화하여 접촉각 측정을 통해 친수성을 확인한 결과, 모두 110° 이상으로 나타났으며, 부직포 무게가 150 g/m²인 경우 보다 300 g/m²인 경우 접촉각이 약간 작았다.

본 연구는 카폭 섬유에 NaO, XG, NaO와 XG를 동시에 전처리하고 그로 인한 염색성을 비교하여 카폭 섬유의 친수성 및 염색성 여부를 확인한 데에 의의가 있다. 이는 소수성 섬유인 카폭의 친수화를 통한 염색 방안 모색에 기여할 수 있을 것으로 보일 뿐만 아니라 후속 연구로서 이러한 효과에 대한 고찰이 이루어짐에 따라 의류 소재 분야에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2017R1-A2B1010880).

References

1. H. M. Chang, A Study of Developmental Green-Fashion Product Using, M.S. Thesis, Kemyung University, 2010.
2. S. B. Lee, Interior Materials Using Natural Fibers For Vehicle, Korea Patent, 83100(2010).
3. H. Xiao, W. Yu, and M. Shi, The Fine Structure of Kapok Fiber, *Textile Research Journal*, **80**, 159(2010).
4. ENBIO, Kapok Filling Machine, Korea Patent, 101398025000(2014).
5. O. K. Sunmou and D. Abdullahi, Characterization of Fibers from the Plant Ceiba Pentandra, *The Journal of The Textile Institute*, **2**, 273(1981).
6. K. Hori, M. E. Flavie, S. Kuga, T. B. T. Lam, and K. Iiyama, Excellent Oil Absorbent Kapok[Ceiba pentandra (L.) Ga

- erfn.] Fiber: Fiber Structure, Chemical Characteristics, and Application, *Journal of Wood Science*, **46**, 401(2000).
7. Y. Zheng, J. Wang, Y. Zhu, and A. Wang, Research and Application of Kapok Fiber as an Absorbing Material: A Mini Review, *Journal of Environmental Sciences, Beijing*, **27**(1), 21(2015).
 8. J. Wang, Y. Zheng, and A. Wang, Superhydrophobic Kapok Fiber Oil-Absorbent: Preparation and High Oil Absorbency, *Chemical Engineering Journal*, **213**(1), 1(2012).
 9. A. J. Wei, F. M. Wang, W. wang, and T. Yuan, Measurement and Analysis of Wearing Performance of Kapok Fiber/Down/Down Fiber Blended Wadding, *Journal of Donghua University*, **34**(4), 405(2008).
 10. G. B. Xu, W. Liu, Y. Lou, and F. M. Wang, Analysis of the Tensile Property of Kapok Fiber, *Journal of Donghua University*, **23**(2), 124(2009).
 11. B. T. Ahn, Development of Hydrophilic Performance Measuring System for Evaluating Anti-Contamination Self-Cleaning, M.S. Thesis, Sungkyunkwan University, 2010.
 12. J. K. Choi, A Way to Explain the Concept of Surface Tension and Intermolecular Interaction by Measuring the Contact Angle, M.S. Thesis, Korea National University of Education, 2008.
 13. S. W. Han, Characterization of Structure and Oil/water Separation in Kapok/PET/Nanoweb Composite Nonwovens, M.S. Thesis, Chungnam National University, 2017.

Authors

구혜인 영남대학교 의류패션학과 석사과정 학생
 박영미 영남대학교 의류패션학과 교수

www.kci.go.kr