

안료 잉크 내 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량이 염색 직물의 태에 미치는 영향

Effect of Chemical Structures and Added Amounts of Humectants in Pigment Ink on Touch of Dyed Fabrics

*Corresponding author

Euigyung Jeong
(wolfpack@knu.ac.kr)

김형진, 박성민, 권웅, 정의경*
경북대학교 섬유시스템공학과

Hyungjin Kim, Seongmin Park, Woong Kwon, and Euigyung Jeong*
Department of Textile System Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Received_March 02, 2022
Revised_March 16, 2022
Accepted_March 19, 2022

Abstract Humectants are chemical compounds which added to water based pigment inks for DTP (Digital Textile Printing) to prevent evaporation of water. The humectants usually have diol or triol type chemical structures and their -OH groups have possibility to react with functional groups of the binder polymers, such as ester, carboxylic acid, and urethane groups, acting as a crosslinking agent. The crosslinking reactions between polymer binders and humectants in inks can affect touch of the printed fabrics. In this regard, this study aims to investigate effect of chemical structures and added amounts of humectants in pigment ink on touch of dyed fabrics by using 1,6-hexanediol, ethylene glycol, diethylene glycol, and 1,4-buthanediol with various amounts added to the mixture of a black pigment and a polyurethane type binder. Then, color, rubbing strength, touch of the fabrics dyed with the prepared pigment inks were evaluated.

Textile Coloration and Finishing
TCF 34-1/2022-03/10-19
© 2022 The Korean Society of Dyers and Finishers

Keywords pigment ink, digital textile printing, humectant, binder, rubbing fastness, touch of fabric

1. 서 론

최근 전세계적으로 유해물질 최소화, 전력 및 온실가스 감축, 폐수처리 등 다양한 친환경적인 공정을 적용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다¹⁾. 염색 공정은 섬유 패션 산업에서 섬유에 가치를 부가해주는 필수적인 공정이지만 많은 양의 공업 폐수가 발생하고 높은 열 에너지를 사용하며 이에 따른 원/부자재와 폐기물이 대량 발생하는 환경 오염이 심한 공정이다¹⁾.

Digital Textile Printing (DTP)공정은 원/부자재와 공업 폐수가 대량으로 발생하는 기존의 염색 공정과는 달리 간단한 공정으로 수질 오염 및 에너지 소비를 낮춰 환경 오염에 대한 우려를 제거함과 동시에 빠른 출력 속도와 전환율로 다품종 소량 생산을 가능하게 해 격변하는 시장에 빠르게 응답할 수 있으며

기존 염색공정보다 인력도 줄일 수 있어 경제적인 공정으로 주목받고 있다^{2,3)}.

DTP에서 사용되는 잉크로는 크게 염료 타입과 안료 타입이 있다. 안료 잉크를 사용하는 DTP 공정에는 직물의 전처리 공정이 필요하지 않으며, 염료 타입의 프린팅 공정에서 필수적으로 요구되는 스팀 공정과 수세 공정 또한 생략할 수 있기 때문에 일반적인 염색 공정에 비해 친환경적이라는 장점이 있다¹⁾.

하지만 안료 잉크를 사용하면 섬유고분자 내부에 침투하여 염착되는 염료와는 달리 물과 기름 등에 불용성이며 섬유에 대한 친화력이 부족한 안료의 특징으로 인하여 섬유고분자의 표면에만 흡착되어 마찰견뢰도가 떨어지는 단점이 있다. 따라서 안료를 섬유고분자 표면에 고정시키는 역할을 하는 바인더와 같은 보조제를 필요로 한다^{4,5)}.

안료 잉크에는 바인더 외에도 잉크의 주요 구성 성분인 물의

증발을 방지하는 휴멕턴트(Humectant)도 첨가된다. 휴멕턴트는 양 말단에 -OH기를 가진 화합물로 휴멕턴트의 -OH기들이 잉크 내에 존재하는 물과 수소결합을 이루며 물의 증발을 방지하여 잉크 내 수분을 유지하는 역할을 한다⁶⁾. 이러한 휴멕턴트의 첨가는 잉크의 유통 기한을 연장하고 안료의 용해도를 높이며 용매의 휘발을 줄이는 효과도 있다⁶⁾. 잉크의 보습능이 향상되면 잉크의 휘발된 용질이 노즐에서 결정화되어 노즐을 막는 것을 방지할 수 있어 노즐의 수명도 늘어나게 된다⁶⁾.

하지만 휴멕턴트의 -OH기는 바인더에 존재하는 ester, carboxylic acid 및 urethane기와의 반응에 의하여 가교결합이 생기게 되며 직물을 염색 시 직물의 태에 영향을 미칠 것으로 판단된다⁷⁻⁹⁾.

본 연구에서는 안료잉크가 가장 취약한 마찰견뢰도 및 강연도의 향상을 위해 직물 염색 시 침지 또는 출력 시편에 상관없이 견뢰도와 강연도가 우수한 것으로 나타난 폴리우레탄 바인더를 사용하고^{10,11)}, 안료잉크의 수분유지로 많이 사용하는 휴멕턴트인 Ethylene glycol, 1,6-Hexanediol, Diethylene glycol, 1,4-Butanediol을 안료 잉크에 0, 1, 3, 5, 7 wt%의 각각 다른 비율로 첨가하여 염색한 후 면직물에 대한 발색성과 견뢰도 및 강연도, 가와바타 전단 및 굴곡 시험을 진행함으로써 안료 잉크 내 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량이 직물의 태에 미치는 영향을 연구하고자 하였다^{6,12-15)}.

2. 실험

2.1 시약 및 재료

본 연구에서는 우레탄계 상용 바인더(평균 입자크기 136.3nm, 고형분 함량 38.4%)와 Black 안료(평균 입자크기 115.6nm, 고형분 함량 15%)를 (주)잉크테크에서 제공 받아 사용하였다. 또한 휴멕턴트의 화학구조는 Figure 1에 나타내었으며, 각각 Ethylene glycol (Daejung, Korea), 1,6-Hexanediol (Wako Pure

Chemical Industry, Ltd, Japan), Diethylene glycol (Daejung, Korea), 1,4-Butanediol (ReagentPlus, USA)를 사용하였다. 염색 시편을 제작하기 위하여 정련 면섬유(40수, 1/1, 63inch)를 사용하였다.

2.2 잉크의 제조 및 염색

Black 안료 나노 분산제 5 wt%, 우레탄계 상용 바인더 (UX-390) 5 wt%, 증류수 90 wt%를 기준으로 한 후, 휴멕턴트인 Ethylene glycol, 1,6-Hexanediol, Diethylene glycol, 1,4-Butanediol을 0, 1, 3, 5, 7 wt%의 다른 비율로 첨가한 만큼 증류수의 비율을 줄여 30분간 교반하여 안료 잉크를 제작하였다. 이 시료를 휴멕턴트의 화학구조와 비율에 따라 Table 1과 같이 명명하였다.

제조한 잉크를 면섬유에 침지 후, Padding mangle을 이용하여 속도 3m/min, 압력 2 bar로 패딩하였고 (Wet Pick Up 65±5%), 180 °C의 온도에서 3분간 열처리를 진행하여 안료 잉크 염색 시편을 제조하였다.

2.3 바인더의 유리전이온도 분석

수분산 폴리우레탄 바인더와 다양한 구조와 비율의 휴멕턴트를 혼합한 시료의 고형분을 추출하여 70 °C 오븐에서 건조 후 유리전이온도를 측정하기 위해 DSC (TA Instrument, Q2000, USA) 분석을 진행하였다. 만들어진 시료는 -90 ~ 200 °C의 온도범위에서 10 °C/min의 승온 속도로 질소 분위기 하에서 분석하였다.

2.4 염색 시편의 견뢰도 및 태 평가

제조된 염색 시편의 마찰견뢰도를 KS K ISO 105-X12 : 2016(크로크미터법), 강연도는 KS K 0642 : 2016(플렉소미터)를 이용하여 측정하였으며 굽힘 및 전단 특성을 Kawabata Evaluation System (KES)을 통해 KES-17 Labo 시험기를 사용하여 측정하였다.

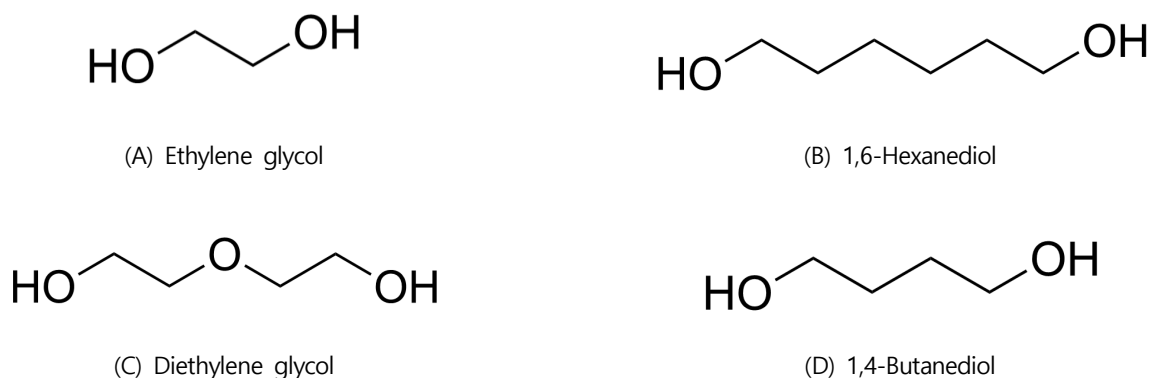


Figure 1. Chemical structures of the humectants used in this study; (A) Ethylene glycol, (B) 1,6-Hexanediol, (C) Diethylene glycol, and (D) 1,4-Butanediol.

Table 1. Sample labels based on the ink compositions

Humectant	Compositions (wt%)				Sample name
	Water	Pigment	Binder	Humectant	
No humectant	90	5	5	0	NH
Ethylene glycol	89	5	5	1	EG1
	87	5	5	3	EG3
	85	5	5	5	EG5
	83	5	5	7	EG7
1,6-Hexanediol	89	5	5	1	HD1
	87	5	5	3	HD3
	85	5	5	5	HD5
	83	5	5	7	HD7
Diethylene glycol	89	5	5	1	DG1
	87	5	5	3	DG3
	85	5	5	5	DG5
	83	5	5	7	DG7
1,4-Butanediol	89	5	5	1	BD1
	87	5	5	3	BD3
	85	5	5	5	BD5
	83	5	5	7	BD7

2.5 염색 시편의 발색성 평가

안료잉크와 바인더를 적용한 면직물의 발색성은 측색기 (Konica-Minolta spectrophotometer, CM-360d, Japan)를 D65광원, 관측시야 10°의 조건으로 Kubelka-Munk Equation을 이용하여 K/S 값을 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 휴멕턴트 화학구조 및 첨가량에 따른 염색 시편의 굽힘 및 전단 특성

제조한 염색 직물 시편의 가와바타 굽힘과 전단 특성을 분석하여 직물의 태를 비교하였다. 굽힘 특성의 값으로는 굽힘 변형에 대한 섬유 저항인 굽힘 강성을 나타내는 B와 굽힘 변형

을 가했을 때 섬유의 회복 정도를 나타내는 2HB가 있다. 섬유의 유연성이 높아 변형에 저항하는 정도가 작고, 변형에 대한 회복이 빠른 경우에는 B값과 2HB값이 낮아진다. 전단 특성은 전단강성이 작을 수록 전단 변형에 대한 저항성이 낮고 신축성이 좋은 것으로 여겨지며 유연성이 높아질수록 2HG 값과 2HG5 값이 낮아진다^{16,17)}. 휴멕턴트 조성에 따른 염색 시편의 굽힘 및 전단 특성 변화를 Figure 2~Figure 5를 통하여 나타내었다. 미염색 Cotton 원단과 휴멕턴트가 첨가되지 않은 휴멕턴트 미첨가 염색 시편(NH)을 비교 시 일반 염색 시편이 미염색 Cotton 원단보다 더 뻣뻣함을 알 수 있다.

Figure 2는 ethylene glycol (EG)의 첨가량에 따른 태의 변화를 나타내었다. EG을 첨가하면 미첨가 염색 시편인 NH보다 유연성이 증가하여 미염색 Cotton 원단과 유사한 유연성을 나타내었다. 또한 미염색 Cotton 원단보다 휴멕턴트 미첨가 염색 시편의 굽힘 회복력은 감소하였으며 EG의 함량이 증가할수록 회복력은 증가함을 확인하였다. 전단 변형과 신축성을 나타내

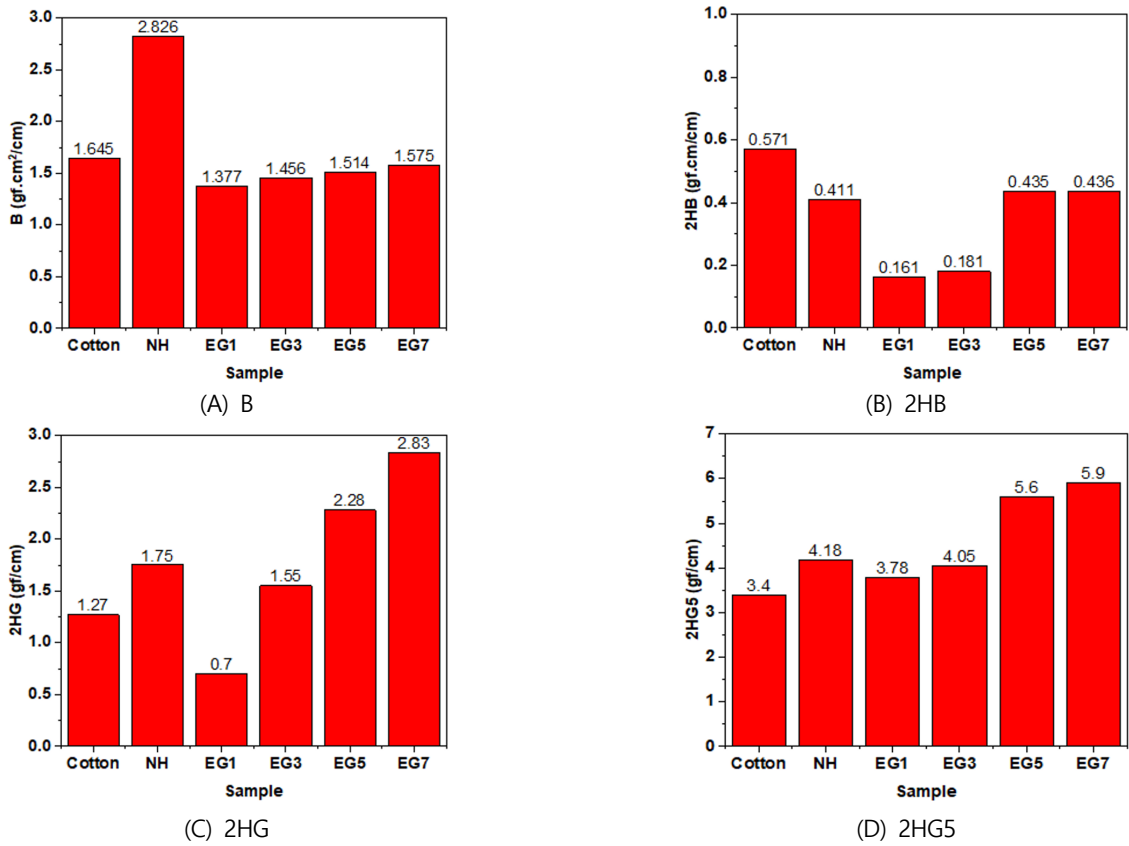


Figure 2. Bending and shear properties of the cotton fabrics dyed with various ethylene glycol contents.

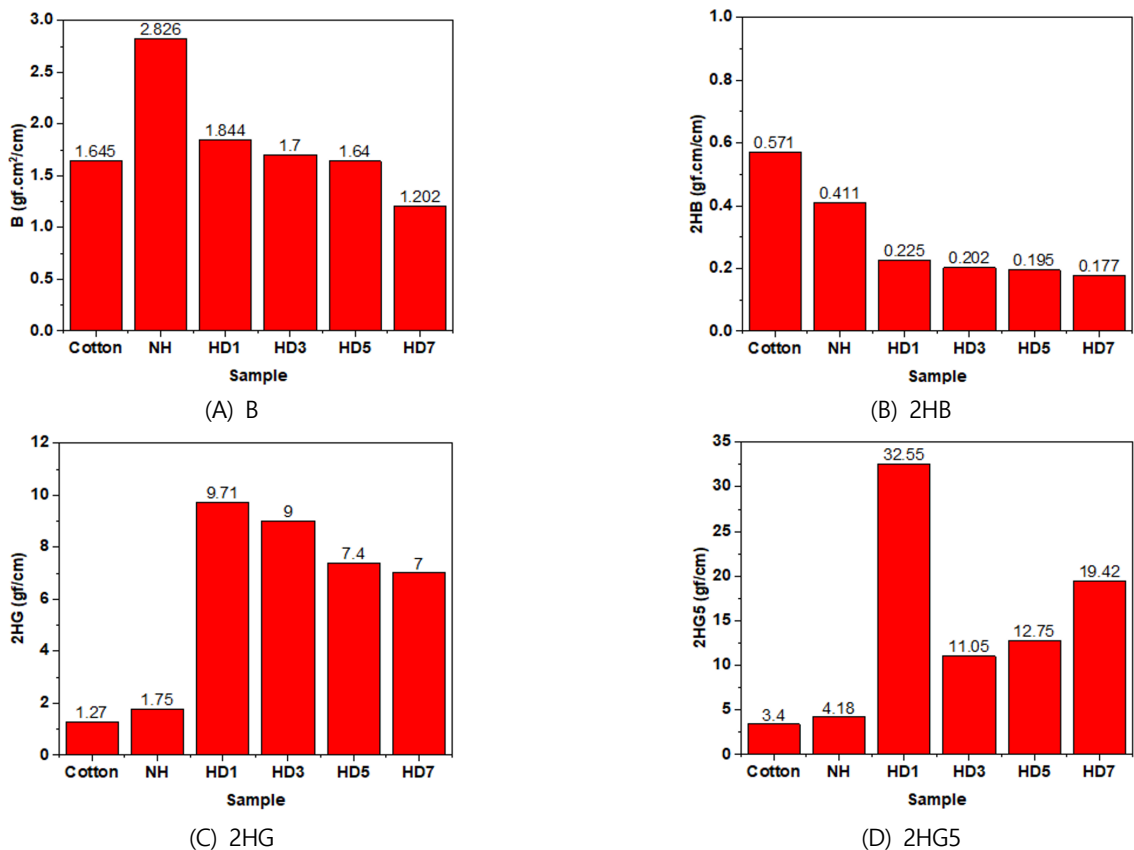


Figure 3. Bending and shear properties of the cotton fabrics dyed with various 1,6-hexanediol contents.

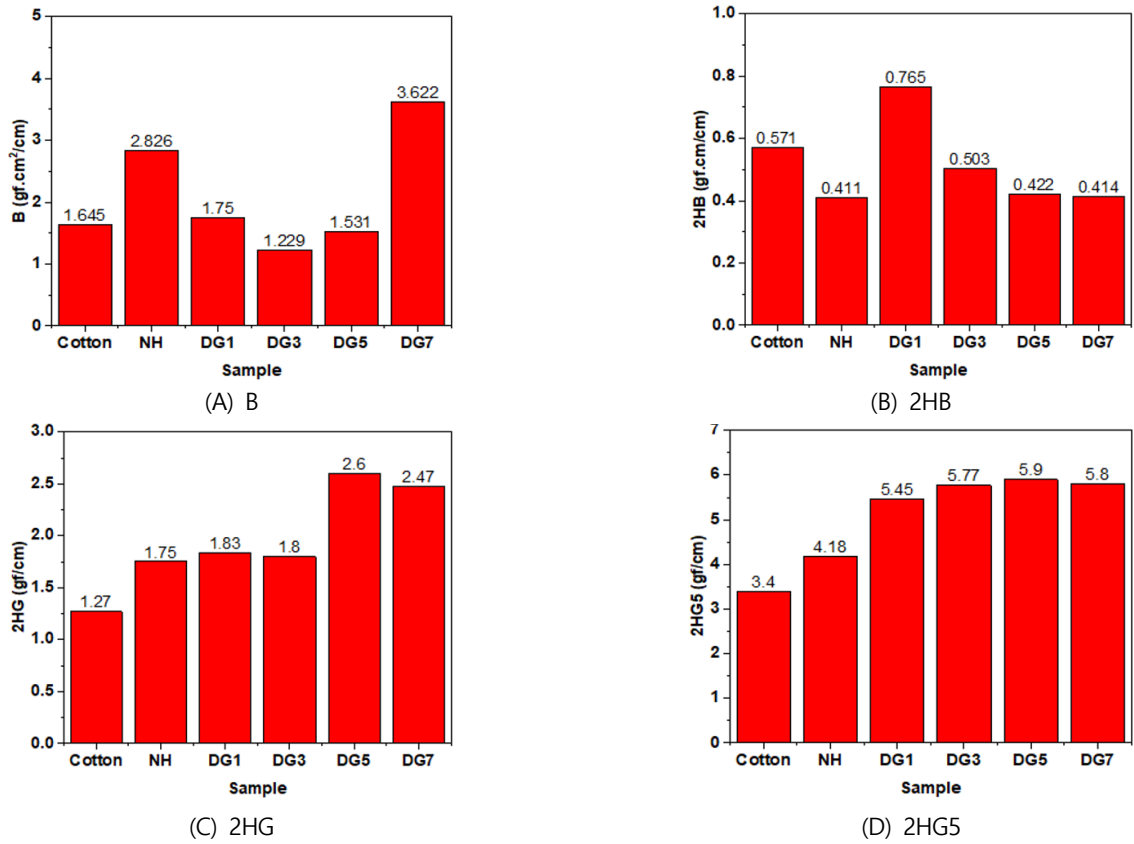


Figure 4. Bending and shear properties of the cotton fabrics dyed with various diethylene glycol contents.

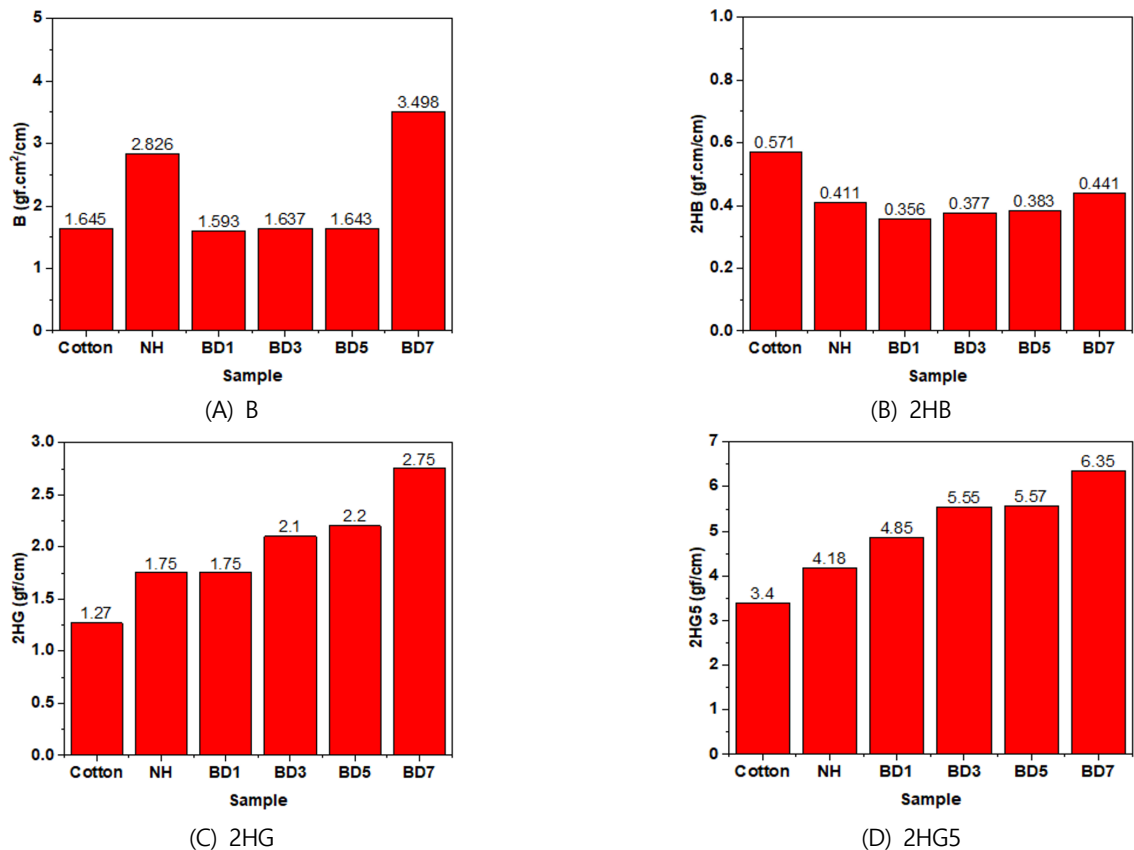


Figure 5. Bending and shear properties of the cotton fabrics dyed with various 1,4-butanediol contents.

는 2HG값, 2HG5값도 미염색 Cotton 원단보다는 NH의 값이 높아 더 뽀뽀해짐을 알 수 있으며 EG을 1 wt% 첨가 시에는 원단과 유사하거나 더 높은 유연성을 가짐을 확인하였다. 하지만 EG을 3 wt% 이상 첨가 시 2HG값, 2HG5값이 NH보다 높은 수치를 나타내어 점차 전단 특성이 저하되는 것을 확인하였다.

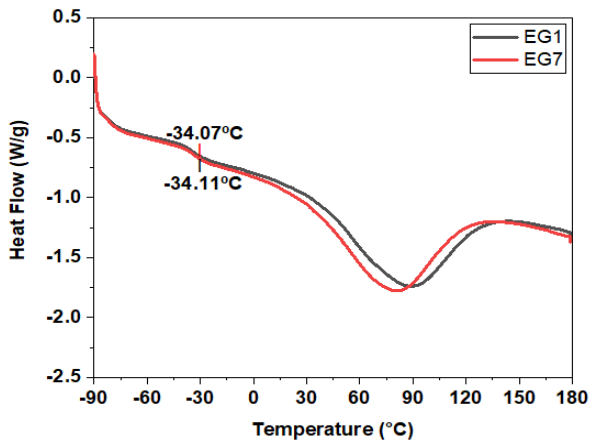
Figure 3는 1,6-hexanediol (HD)의 첨가량에 따른 태의 변화를 나타내었다. B값은 미첨가 잉크 시편인 NH보다 낮아 유연성이 증가하였다. 첨가량이 증가하면서 B값이 감소하여 7 wt% 첨가 시에는 미염색 Cotton 원단보다 유연성이 향상되었다. 2HB값 또한 미염색 Cotton 원단보다 우수한 결과를 보였으나, 2HG값, 2HG5값이 큰 폭으로 증가하여 다른 휴멕턴트에 비해 전단 특성이 저하되는 것을 확인하였다.

Figure 4는 diethylene glycol (DG)의 첨가량에 따른 태의 변화를 나타내었다. B값은 DG 첨가 시 미첨가 염색 원단보다 우수하고 미염색 Cotton 원단과 유사하였으나 7 wt% 첨가 시에는 NH보다도 유연성이 저하되었다. 2HB값은 Cotton 원단보다 NH가 우수하고 DG 1 wt% 첨가 시에는 급격히 증가하였다

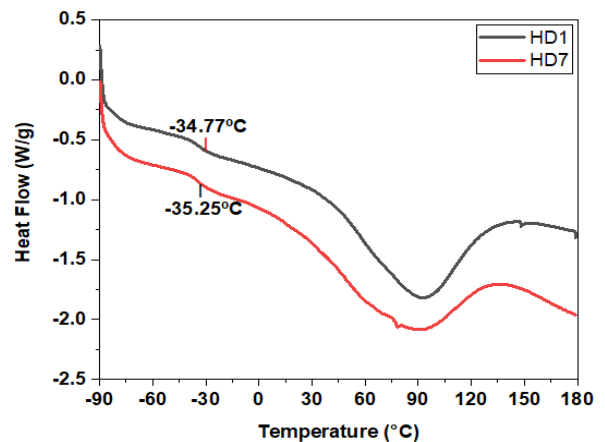
가 그 이상 첨가 시에는 감소하여 Cotton 원단보다 낮아지는 것으로 나타났다. 그러나 DG 첨가 시에는 전단 특성이 첨가량 증가에 따라 급격히 저하되는 것을 확인하였다.

Figure 5는 1,4-Butanediol (BD)의 첨가량에 따른 태의 변화를 나타내었다. BD 첨가 시에는 NH보다 B값은 Cotton 원단 수준으로 감소하나 7 wt% 첨가 시에는 NH보다 높은 값을 나타내었으며 2HB값은 첨가량에 상관없이 Cotton 원단보다 낮게 나타나 7 wt% 첨가 시를 제외하고는 굽힘 유연성이 증가함을 확인하였다. 반면에 전단 특성은 BD의 첨가량이 증가할수록 Cotton 원단보다 저하되는 것으로 나타났다.

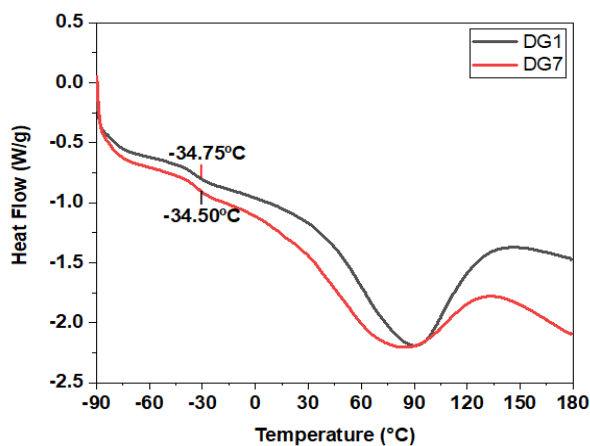
앞서 본 연구에 사용한 4종류의 휴멕턴트 모두 첨가량이 증가할수록 미첨가 염색 시편인 NH보다 굽힘 특성은 향상되고 전단 특성은 저하되는 현상을 보였는데 이는 바인더, 휴멕턴트, 면섬유간의 화학결합으로 직물을 구성하는 방적사 간, 그리고 방적사를 구성하는 섬유 간의 구속력이 증가하여 직물의 비틀림에 대한 저항 정도를 측정하는 전단 탄성률이 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.



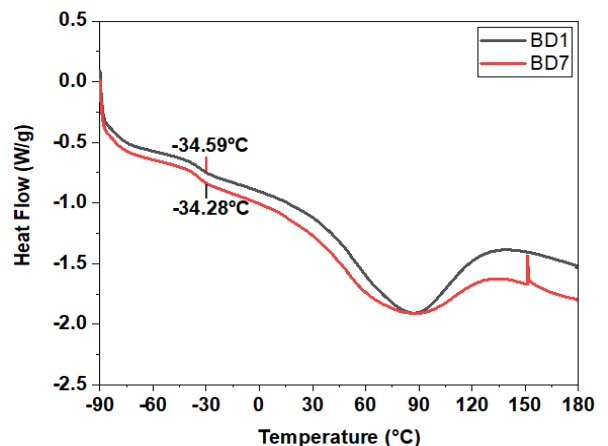
(A) EG1 and EG7



(B) HD1 and HD7



(C) DG1 and DG7



(D) BD1 and BD7

Figure 6. Glass transition temperatures of the mixtures of binders with various humectant compositions.

Table 2. Rubbing fastness and stiffness of cotton fabrics dyed with various humectant compositions

Sample	Humectant compositions	Rubbing fastness				Stiffness (mm)	
		Dry		Wet		Warp	Weft
		Warp	Weft	Warp	Weft		
1	NH	3	3-4	1-2	2	107	80
2	EG1	4	3	3	3-4	98	117
3	EG3	4	4	3	3	65	97
4	EG5	4	2-3	3-4	2-3	100	122
5	EG7	3-4	4	4	3-4	106	68
6	HD1	4	4	3	4	99	64
7	HD3	2	2	2	2	67	80
8	HD5	3	3-4	3-4	3	102	67
9	HD7	3-4	3	3	3-4	116	77
10	DG1	2	3-4	3-4	4	90	59
11	DG3	4	3	3-4	3	116	78
12	DG5	4	2	3	3-4	97	61
13	DG7	3	3-4	3	3	100	71
14	BD1	4	4	4	3-4	72	102
15	BD3	2-3	2	2	2	115	82
16	BD5	2	2-3	4	2	105	77
17	BD7	4	3-4	4	3	110	79

직물의 태에 관련된 정보인 염색 시편의 Kawabata Evaluation System (KES) 굽힘 및 전단 시험 결과의 원인을 이해하기 위하여 바인더와 휴멕턴트 혼합물의 유리전이온도를 분석하였다. 이를 위하여 각 휴멕턴트가 1 wt%과 7 wt% 첨가되었을 때의 유리전이온도를 비교하고 각 휴멕턴트의 화학구조별 유리전이온도도 비교하고자 하였다. 바인더의 유리전이온도가 상온보다 높으면 바인더가 상온에서 유리 상으로 존재하여 직물의 촉감이 떨어지며, 상온보다 낮으면 낮을수록 촉감이 좋을 것으로 예상된다^{16,17)}.

Figure 6은 각 휴멕턴트별 첨가량의 변화에 따른 유리전이온도를 나타내고 있다. 휴멕턴트의 조성이 달라짐에 따라 -33.50°C부터 -35.25°C까지의 유리전이온도가 미세하게 차이가 나지만 직물의 태에 큰 영향을 미칠 정도의 변화는 보이지 않았음을 확인했다. 따라서 바인더에 첨가된 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량 만으로는 태가 달라지는 원인을 설명하기 어려울 수 있었다.

3.2 휴멕턴트 화학구조 및 첨가량에 따른 염색 시편의 마찰견뢰도 및 강연도 변화

안료잉크로 염색 시 가장 문제가 되는 마찰견뢰도와 가와바타 KES 굽힘 및 전단 특성 외에 섬유의 유연성을 나타낼 수 있는 강연도를 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량 변화에 따라 Table 2에 나타내었다.

건마찰 견뢰도는 휴멕턴트를 넣지 않은 NH 시편과 휴멕턴트를 넣었을 때의 시편이 큰 차이를 보이지 않았지만 습마찰 견뢰도는 NH 시편이 1-2등급의 낮은 등급의 마찰견뢰도를 보였다면 휴멕턴트를 첨가한 시편은 3-4사이의 우수한 습마찰 견뢰도를 보였다. 특히 Diethylene glycol을 첨가한 시편이 습마찰 견뢰도에서 모두 우수한 3등급 이상으로 나타나 습마찰에서 우수한 견뢰도를 부여할 수 있음을 확인하였다. 플렉소미터를 활용한 강연도 평가 결과에서는 경사는 기존의 미첨가 시편과 큰 차이를 보이지 않았지만 직물의 위사는 EG를 제외하고 휴멕턴트의 함량이 증가하면서 유연성을 부여하는 것을 확인하였다.

Table 3. Color properties of cotton fabrics dyed with various humectant compositions

Sample	Humectant compositions	K/S (Total)	L*	a*	b*
1	NH	145.798	25.676	0.333	0.73
2	EG1	249.577	28.278	0.363	1.021
3	EG3	278.241	26.82	0.298	0.913
4	EG5	276.972	26.878	0.32	0.956
5	EG7	270.858	27.177	0.345	1.058
6	HD1	271.679	27.101	0.32	0.703
7	HD3	259.507	27.706	0.333	0.746
8	HD5	229.522	29.386	0.426	1.073
9	HD7	223.433	30.233	0.403	0.866
10	DG1	187.351	32.113	0.39	1
11	DG3	233.873	29.066	0.34	0.68
12	DG5	264.938	27.433	0.35	0.75
13	DG7	225.577	29.563	0.37	0.87
14	BD1	215.765	30.231	0.393	0.967
15	BD3	214.189	30.313	0.396	1.133
16	BD5	202.565	31.04	0.44	1.196
17	BD7	240.325	28.733	0.33	0.79

3.3 휴멕턴트 화학구조 및 첨가량에 따른 염색 시편의 발색성 변화

휴멕턴트 조성을 달리하여 제작한 잉크를 적용한 면직물에 대한 발색성 평가결과를 Table 3과 Figure 7에 나타내었다.

L*값은 명도이며 그 값이 증가할수록 밝은색을 나타낸다. a*과 b*는 각각 빨강과 초록, 노랑과 파랑 중 어느 쪽에 가까운 색깔을 띠는지를 나타내며 음수인 경우 각각 초록색, 파랑색에 가깝고 양수인 경우 빨간색, 노랑색에 가깝다^{14,15)}.

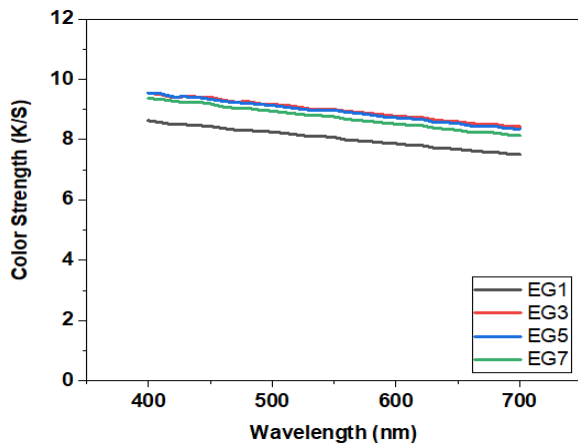
휴멕턴트를 사용하여 염색한 시편의 발색성이 전반적으로 K/S Total값이 기존 Black인 145.798값에서 최대 278.241값까지 큰 폭으로 증가하였고 명도를 나타내는 L*값 또한 증가한 것을 확인하였다. 이는 휴멕턴트의 OH group이 잉크의 젖음성을 향상시켜 침지법의 단점인 불균염을 보완하여 직물의 외·내부에 안료가 고르게 침투하여 더 강하고 뚜렷한 색이 나온 것으로 판단된다¹⁸⁾. EG, DG, BD는 휴멕턴트 함량이 증가할수록 보다 발색성이 증가하지만 HD의 경우에는 함량이 증가할수록 오히려 발색성이 감소하여 안료 내 휴멕턴트의 종류와 함량

에 따라 발색성이 차이가 나타날 수 있음을 확인하였다.

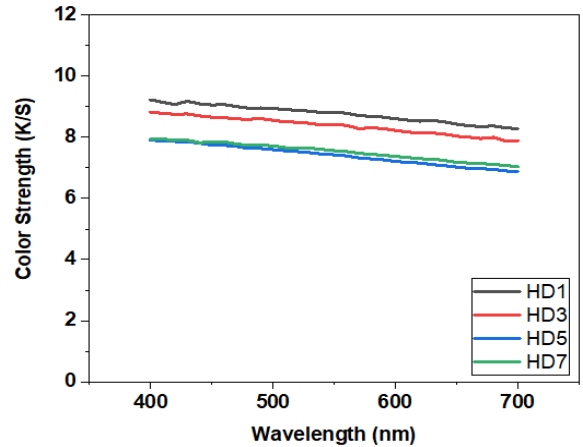
4. 결 론

본 연구에서는 안료 잉크의 첨가제 중 하나인 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량을 다르게 하여 잉크를 제조하고 제조한 잉크를 면직물에 염색 시 직물의 태에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 직물의 태의 변화를 확인하기 위해 제조한 잉크를 적용한 면섬유의 굽힘 및 전단 특성을 평가하였으며 마찰견뢰도, 강연도 및 발색성도 평가하였다.

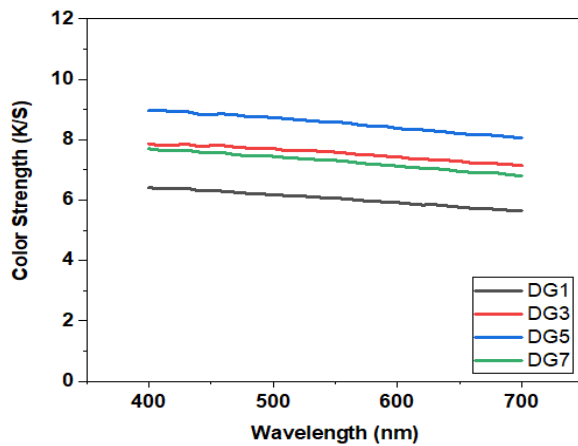
굽힘과 전단 특성의 결과로는 휴멕턴트 미첨가 잉크로 염색을 한 경우 미염색 Cotton 원단에 비해 원단은 더 뻣뻣해지고 휴멕턴트를 첨가 시 기존의 미첨가 원단보다 굽힘 유연성이 향상되었고 Ethylene glycol, 1,4-Butanediol, Diethylene glycol은 첨가된 함량이 증가할수록 염색물의 촉감을 더 뻣뻣하게 만



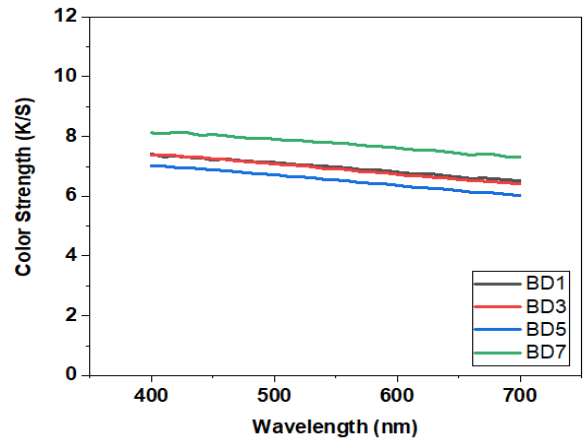
(A) EG



(B) HD



(C) DG



(D) BD

Figure 7. Color strength of cotton fabrics dyed with various humectant compositions.

드는 반면, 1,6-Hexanediol의 경우 함량이 증가할수록 유연제로 작용해 염색물의 촉감을 부드럽게 변화시키나 직물의 강연도 평가에서는 기존의 미첨가 잉크 염색보다 강직한 특성이 나타남을 확인하였다. 휴멕턴트의 화학구조와 첨가량에 따른 고분자 바인더와의 반응에 의한 유리전이온도 차이는 미세하여 바인더와 휴멕턴트의 반응물이 직물의 태에 큰 영향을 칠 정도의 변화를 초래하지 못하는 것을 확인하였다. 염색된 시편의 마찰견뢰도 중 건마찰견뢰도는 휴멕턴트 미첨가 염색 시편과 큰 차이가 없었으나 습마찰견뢰도는 향상될 수 있음을 확인하였다. 또한 각 휴멕턴트의 화학구조별로 정도의 차이는 있으나 미첨가 시보다 첨가 시에 발색성 또한 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

휴멕턴트의 종류와 첨가량을 적절히 조절하면 안료잉크를 사용하여 염색 시에 태의 개선과 마찰견뢰도 및 발색성의 향상이 가능할 수 있을 것으로 판단된다. 추후 본 연구의 침염 방식이 아닌 디지털 텍스타일 프린팅 방식으로 안료 잉크를 실제 적용

하는 심화 연구가 이루어진다면 단순 잉크 조성의 최적화만으로 기존 안료 잉크에 문제점이 해결될 수도 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구입니다(과제번호 10078307).

References

1. T. L. Dawson and C. J. Hawkyard, A New Millennium of Textile Printing, *Review of Progress in Coloration and*

- Related Topics*, **30**, 7(2000).
2. P. Owen, Digital Printing: a World of Opportunity from Design to Production, *AATCC Review*, **3**(9), 10(2003).
 3. K. L. Thompson, Digital Textile Printing: Colorfastness of Reactive Inks Versus Pigment Inks, M.S. Thesis, Iowa State University, 2016.
 4. Y. Yeo and Y. Shin, Eco-friendly Textile Printing using Marigold Pigment (1): Effect of Binder Type and Mixing Ratio, *Textile Coloration and Finishing*, **31**(4), 233(2019).
 5. K. Haggag, N. Elshemy, A. Hashem, Z. Mohamed, and F. Kantouch, Novel Synthesis of Unsaturated Pigment Anthracene Triazole Acrylate via Click Chemistry to Prepare Colored Binder for Textile Printing, *Egyptian Journal of Chemistry*, **62**(2), 325(2019).
 6. C. Gao, X. Hou, T. Xing, and G. Chen, Development and Design of Low Volatile Waterborne Disperse Ink using LF-NMR, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **592**, 124503(2020).
 7. M. Li, L. Zhang, D. Wang, C. Agbo, and S. Fu, Influence of nano-Coated Pigment Ink Formulation on Ink-jet Printability and Printing Accuracy, *Coloration Technology*, **133**(6), 476(2017).
 8. S. K. Pattanayek and A. K. Ghosh, Role of Hydrogen Bond Interactions in Water-polyol Medium in the Thickening Behavior of Cornstarch Suspensions, *Colloid and Polymer Science*, **295**(7), 1117(2017).
 9. Q. Cao, Investigation into the Development of Environmentally Friendly Pigment Coloration, Ph.D. Thesis, University of Manchester, 2013.
 10. J. M. Asua, Miniemulsion Polymerization, *Progress in Polymer Science*, **27**(7), 1283(2002).
 11. J. Zhang, X. Li, X. Shi, M. Hua, X. Zhou, and X. Wang, Synthesis of Core-shell Acrylic-polyurethane Hybrid Latex as Binder of Aqueous Pigment Inks for Digital Inkjet Printing, *New Journal of Chemistry*, **22**(1), 71(2012).
 12. M. W. Han, W. Kwon, E. G. Jeong, and J. S. Bae, Investigation on Rubbing Fastness of Pigment Ink with Polymer Binders having Various Comonomer Compositions, *Textile Coloration and Finishing*, **31**(4), 77(2019).
 13. W. Kwon, M. K. Lee, E. G. Jeong, and J. S. Bae, Color Strength and Fastness of Pigment Ink with Various Binder Monomer Compositions, *Textile Coloration and Finishing*, **30**(4), 256(2018).
 14. Y. Yang and V. Naarani, Improvement of the Lightfastness of Reactive Inkjet Printed Cotton, *Dyes and Pigments*, **74**(1), 154(2007).
 15. B. Neral, Properties of UV-cured Pigment Prints on Textile Fabric, *Dyes and Pigments*, **68**(2-3), 143(2006).
 16. M. Han, W. Kwon, S. Park, and E. Jeong, Optimization of Self-crosslinking Comonomer Composition of Polymer Binder for DTP Pigment Ink, *Textile Coloration and Finishing*, **32**(1), 19(2020).
 17. S. Park, M. Han, and E. Jeong, Effect of Particle Sizes of Polymer Binders for Pigment Inks on Touch of Fabrics, *Textile Coloration and Finishing*, **32**(4), 226(2020).
 18. H. M. Lee and Y. K. Lee, Studies on the Absorption Behavior of Dye and Pigment Ink for Ink-Jet Printing, *Journal of Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, **37**(2), 47(2005).

Authors

- 김형진** 경북대학교 섬유시스템공학과 석사과정 학생
박성민 경북대학교 섬유시스템공학과 석사과정 학생
권 응 경북대학교 섬유시스템공학과 박사과정 학생
정의경 경북대학교 섬유시스템공학과 교수