

고발색 디지털 프린팅을 위한 미디어 전처리 기술

홍민기 · 이하나 · 김지영 · 장련평 · 윤석한¹ · 김미경¹ · 김삼수*

영남대학교 섬유패션학부, ¹한국염색기술연구소

A Study on the Media Treatment Technology of the High-Coloured Digital Textile Printing

Min Gi Hong, Ha Na Lee, Ji Young Kim, Lian Ping Zhang,
Seok Han Yoon¹, Mi Kyung Kim¹ and Sam Soo Kim*

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

¹Korea Dyeing Technology Center, Daegu, Korea

(Received: June 4, 2007/Revised: July 2, 2007/Accepted: August 20, 2007)

Abstract— In recent years, the application of digital textile printing has increased. The benefits of using this method include the ease of sampling and the production of printed textiles. However, the production process of digital textile printing differs from that of conventional printing. For successful digital textile printing by ink-jet technology, the pretreatment of fabrics is very important in order to overcome the following problems. Low viscosity ink can spread easily on the textile surface leading to poor resolution. As a result, the combination of ink and pretreatment chemicals is still impractical and consequently most fabrics used in digital textile printing will require a pre treated coating in order to prevent the ink colours from bleeding on the fabric. Research presented in this paper shows some preliminary attempts to establish the relationship between the pre treatment and the digital textile printing quality. Various cotton fabrics were treated with pre treatment agents including ingredients like thickener, alkali and humectant, and then ink spread effect and colour yield of printed fabrics by reactive ink were analysed by using an optical microscope and K/S value. The results show that digital textile printing quality on cotton fabrics can be optimized with appropriate pre treatments.

Keywords: Digital Textile Printing(DTP), Pretreatment, Ink-jet Printing

1. 서 론

디지털 날염이란(DTP, digital textile printing) 디자인에서 날염까지의 공정을 완전히 디지털화함으로써 잉크젯 프린터를 이용, 무제도 무제판으로 날염하는 방식이다. 기존 날염 공정과 DTP 공정을 비교하여 Fig.1에서 나타난 바와 같이, 기존 날염공정은 디자인 샘플 제작 시 많은 시간과 비용이 요구되는 등 생산에 소요되는 비용이 높아 부가가치가 낮은 반면, 잉크젯 날염 시스템은 디지털 방식에 의해 색상 및 디자인 변경을 쉽게 할 수 있고 기존의

제판에 의한 날염공정으로는 불가능한 미묘한 색조표현이 가능해 다양한 디자인을 단기간에 처리할 수 있다. 이 시스템의 활용으로 공정 최소화에 의한 단납기에 대한 대응과 고정 비용 절감, 다양한 색상 및 패턴 표현능력 향상, 발달된 네트워크와 데이터베이스 시스템을 이용한 마케팅 효과, 미염착 염료와 처리제에 대한 폐수처리 부담 감소 등의 효과가 기대될 수 있으며, 무엇보다도 효율적인 다품종 소ロット 생산이 가능해 짐에 따라 빠른 시장의 변화에 민첩하게 대응함으로써 다양한 고객의 요구를 만족시킬 수 있을 것으로 기대된다.

*Corresponding author. Tel.: +82-53-810-2784; Fax.: +82-53-810-4684; e-mail: sskim@ynu.ac.kr

이와 같이 디지털 날염 기술은 전통적 섬유 날염 기술이 갖는 환경 오염성, 노동 집약성, 비효율성 등의 문제 해결에 대한 사회적 요구는 물론 디자인의 다양화, 패션의 개성화 및 단기화 등 시대적 요구에 부응하기 위하여 출현한 기술이라 할 수 있다¹⁻³⁾.

이러한 디지털 날염기술이 염색산업에 적용되기 위해서는 컴퓨터와 함께 섬유용 프린터의 하드웨어와 이를 운용하기 위한 소프트웨어, 각종 섬유에 적용 가능한 잉크의 개발, 그리고 사용된 염료 잉크가 번짐 없이 최대한 섬유에 흡착되고 고착되기 위한 섬유별 전처리제와 처리기술 등 여러 가지 첨단기술들이 복합적으로 개발 되어야 한다. 그 중 본 연구에서 다루고자 하는 디지털 날염용 원단의 전처리 기술은 고급 날염제품을 생산하기 위한 필수조건이며, 디지털 날염의 핵심기술 분야 중의 하나로서 디지털 방식으로 직물에 직접 날염을 하기 위해 잉크(염료)를 직물에 고착시키기 위한 필수적인 공정이다^{4,8)}.

직물에 디지털 날염작업 시 가장 큰 문제점 중의 하나가 잉크의 이염(번짐)현상이라고 할 수 있으며, 이러한 이염현상은 주로 노즐에서 분사되는 잉크의 낮은 점성과 직물의 삼차원적인 표면구조에 기인하므로, 호료를 잉크 액에 첨가하거나 날염할 원단에 미리 호료를 코팅처리함으로써 이염현상을 부분적으로 막을 수 있다.

그러나 잉크에 호료를 첨가하면 잉크의 낮은 점도로 인해 발생하는 번짐현상은 막을 수 있지만, 잉크의 점도가 일정 이상이 되면 프린터의 노즐이 쉽게 막히는 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 원단을 미리 전처리함으로써 잉크의 이염을 방지하고 섬유에 대한 잉크의 흡착 및 고착성을 향상시킬 수 있다. 즉, 디지털 날염의 전처리 공정은 섬유를 디지털 프린터로 날염하기 전에 잉크가 원단에 번지지 않고 선명한 무늬가 형성되도록 하는 것이 주목적이다. 이러한 전처리 조제와 처리 기술은 섬유의 종류와 사용하는 잉크에 따라 다르며, 동일한 섬유소재라 하더라도 밀도, 조직 등에 따른 제직된 상태에 따라 그 처리 방법이 달라질 수 있다.

DTP용 전처리 원단이 가져야할 기본요건은 다음과 같다. 프린팅 시 원단의 유동성 방지를 위해 형태안정성을 가져야 하며, 섬유 소재에 잉크가 적절히 침투하여 흡착이 이루어질 수 있어야 한다. 또한 잉크가 섬유 소재에 번짐 없이 선명한 이미지의 표현이 가능해야 하며, 전처리 조제의 성분들이 염료의 고착에 방해되지 않아야 한다.

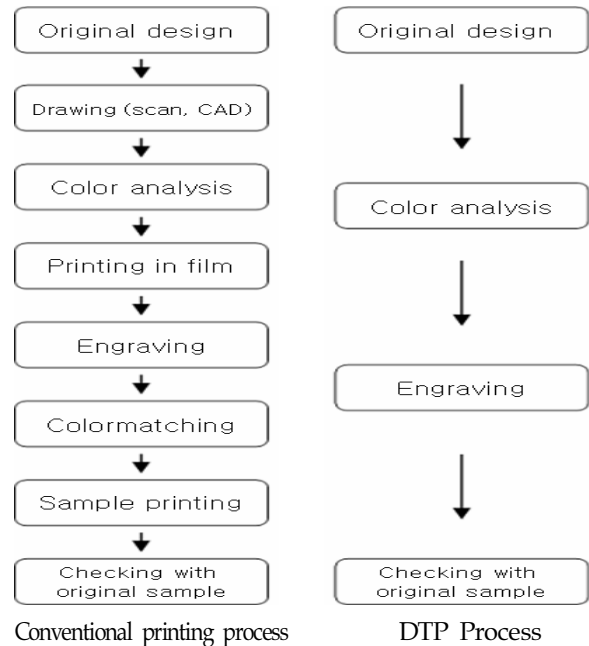


Fig. 1. Comparison of DTP process and conventional printing process.

이외에도 섬유의 물성에 영향을 주지 않으며, 무독성, 내박테리아성 등의 특성이 요구된다^{8,13)}.

그러나 아직까지 DTP 전처리 기술은 일반 소재에만 국한되어 있을 뿐만 아니라 이러한 전처리 기술이 업체별 노하우로 보유하고 있어, 다양한 섬유 소재에 적용 가능한 전처리 조제 및 전처리 공정 등에 대한 표준화가 정립되지 못해 품질 관리에 많은 문제가 있다. 또한 다양한 섬유소재에 대한 전처리 공정기술의 개발이 미흡한 실정이며, 신축성 소재와 복합소재 등과 같은 특수소재에 대한 전처리 공정기술 개발은 전무한 상태이다. 공정설비의 측면에 있어서도 현재 디지털 날염용 원단 전처리 가공은 주로 기존의 염색가공 설비(Coater, Tenter 등)를 그대로 사용하거나 일부 업그레이드 하여 사용하고 있지만, 전처리 작업 시 원단의 급지와 사행도 문제 등 원단 소재 및 종류에 따라 전처리 원단의 품질이 일정하지 않은 실정이며, 디지털 날염 전용 전처리 장비의 경우 국내에서는 개발이 초기 단계에 있는 상태이다. 또한 디지털 날염용 원단의 전처리 조제는 사용하는 섬유 소재(소재, 조직, 밀도 등)와 잉크의 종류에 따라 다르며, 국내의 경우 이러한 전처리 설비 및 공정 기술이 관련 업계의 특별한 노하우로만 인정되어 오고 있기 때문에 실제 범용적으로 사용하기 어려운 실정이므로 디지털 날염공정에 있어서 표준화된 전처리제의 개발 및 전처리 공정 기술 개발이 시급한 상황이라고 할 수 있다¹³⁻¹⁵⁾.

따라서 본 연구에서는 표준화된 전처리 조제의 개발을 목표로 면섬유에 대한 반응성 염료의 잉크를 이용한 디지털 날염의 실험을 통하여 다양한 전처리 조제들의 성능을 비교 분석 하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

직물의 조직 및 종류에 따른 디지털 날염의 발색성 및 침예성을 평가하기 위해 다양한 종류의 면직물을 사용하였다. 실험에 사용되어진 면직물의 종류 및 특성은 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Cotton fabrics used for digital printing

Sample	Structure	Count		Density
		KS K 0415 A method, warp · weft Nec ^{ss}		KS K 0511 warp · weft pick/5cm
Cotton	Plain	21.6	20 ^s	130
		21.4		122
	Plain	41.9	40 ^s	283.5
		41.1		141.7
	Plain	61.1	60 ^s	220.5
		60.9		185.0
	Plain	81.2	80 ^s	196.9
		80.8		165.4

2.1.2 시약

반응성 염료 잉크로 면섬유에 디지털 날염을 하는 경우의 전처리액은 크게 3가지 성분으로 대별된다. 즉 호제, 알칼리 및 습윤제 등인데 각 성분의 역할 및 실험에 사용되어진 시약은 다음과 같다.

2.1.2.1 호제

잉크의 번짐현상 방지와 침예성을 높이기 위해 사용된 호제는 다음과 같다.

- Gum guar(Sigma)
- Gum tragacanth(Sigma)
- Polyvinylalcohol(Fluka)
- Sodium alginate(Junsei chem.)
- Polyacrylic acid(Aldrich)
- Carboxymethylcellulose(Aldrich)

2.1.2.2 알칼리

반응성 염료로 면섬유를 침염하는 경우와 같이 염료의 흡착과 고착을 위해 사용된 알칼리는 Sodium carbonate(Aldrich)을 사용하였다.

2.1.2.3 습윤제

염료잉크의 확산, 이행을 용이하게 하여 DTP 발색성을 높이기 위해 사용된 습윤제는 Urea(Aldrich)를 사용하였다.

2.2 시료의 정련, 표백, 발호

디지털 날염하기 전 다음과 같은 조건으로 면직물을 발호, 정련, 표백하였다.

- NaOH : 1g/L
- 정련제(Sunmorl CS-1, Nicca Korea) : 2g/L
- 호발제(Sunmorl PS, Nicca Korea) : 3g/L
- 처리온도 : 98℃
- 처리시간 : 60min.

2.3 점도측정

디지털 날염용 전처리제의 점도는 호제의 종류와 농도에 크게 의존한다고 할 수 있다. 따라서 실험에 사용되어진 각 호제의 농도별 점도를 측정 한 후 적절한 점도를 가지는 전처리제를 제조하였다.

호제액의 점도측정 방법은 우벨로드 점도계(Ubbelohde viscometer)를 사용하여 20℃에서 모든 호제 용액의 점도를 측정 하였고, 용매인 물의 점도(물의 점도는 20℃에서 1.0050cP)에 대한 점도비(Viscosity ratio), 즉 상대점도(Relative viscosity)로써 각 호제 용액의 점도를 측정하였다.

2.4 디지털 날염 공정 및 조건

적절한 점도의 다양한 호제와 농도를 달리한 탄산나트륨과 요소를 이용하여 디지털 날염용 전처리 조제들을 제조한 후, 패딩법(pick-up률 80~85%)으로 면직물에 처리하였다. 전처리되어진 면직물은 건조(120℃, 1.5분)한 후 Cyan, Magenta, Yellow 그리고 Black의 4색 반응성 잉크(UJET Ink Reactive, 유한김벌리)가 장착된 피에조 헤드의 디지털 잉크젯 프린터(Epson Stylus 7500)를 사용하여 720×720 dpi의 해상도로 출력하였으며, 출력 후 증열(포화증기, 103℃, 15분, 0.5kgf/Cm²) 및 소우핑, 수세하여 건조하였다. 프린팅 시 100% 농도의 각 Cyan, Magenta, Yellow, Black 4색과 C, M, Y, K 각각이 40% 농도인 혼합색의 이미지를 출력하였다. 또한 C, M, Y, K 혼합색을 사용하여 경·위사 방향으로 각각 0.3mm, 0.9mm, 1.5mm 두께의 선 이미지도 출력하였다.

디지털 날염 공정 및 각 공정의 조건들을 다음 Fig. 2에 나타내었다.

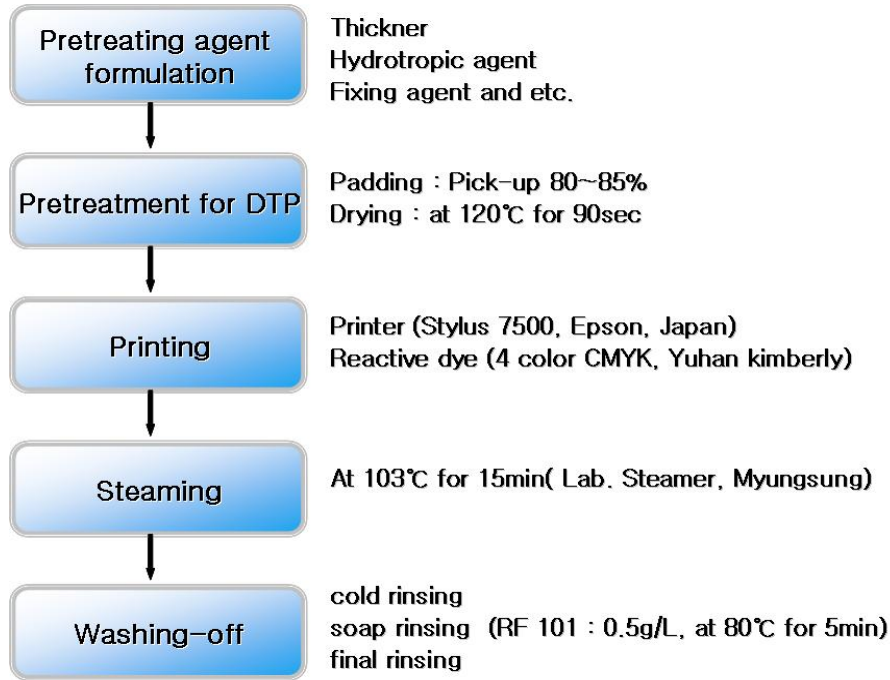


Fig. 2. Digital printing processes and their conditions at each steps.

2.5 첨예성 평가

각각 0.3mm, 0.9mm, 1.5mm 두께로 프린팅 되어진 선 이미지를 공구현미경(TM 510, Mitsutoyo)을 이용하여 측정함으로써 각 호제별, 각 면직물의 섬유 밀도별 및 조직별로 프린팅 면직물의 첨예성을 평가하였다.

2.6 발색성 평가

프린팅 되어진 각 면직물의 발색효과는 측색기 X-Rite 8200 (X-Rite, USA)을 사용하여 프린팅 시료의 파장별 표면반사율을 측정한 후 Kubelka-Munk 식에 의해 K/S값을 계산하여 측정, 평가하였다. 측색기의 측색조건은 다음과 같다.

- D65 표준광원
- 10° 표준관측자
- 경면반사제외 (SCI)
- UV 포함

2.7 건뢰도 테스트

프린팅 되어진 면직물의 건뢰도를 평가하기 위해 세탁건뢰도는 KS K 0430 : 2001, A-1, 40±2°C 방법, 마찰건뢰도는 KS K 0650 : 2001, 일광건뢰도는 ISO 105 B02 : 2000, Xenon-Arc-Lamp, Blue scale 시험방법에 따라 건뢰도 시험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 점도 측정 결과

디지털 날염용 전처리제의 호제성분에 대한 점도 측정 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 디지털 날염에 있어서 호제의 점도는 실제 생산 시 전처리 작업성에 주요 인자중의 하나로 점도가 너무 높을 경우 발색성, 전처리 작업성 저하가 문제가 될 수 있으며, 또한 점도가 너무 낮을 경우 첨예성과 프린팅 시 사행도 조정에 문제가 발생할 수 있는 것으로 확인되었다.

Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 디지털 날염용 전처리제의 점도는 호제의 종류와 농도에 크게 의존하며, 면직물에 대한 디지털 날염용 전처리제의 점도는 padding 방식으로 처리할 경우 첨예성과 작업성을

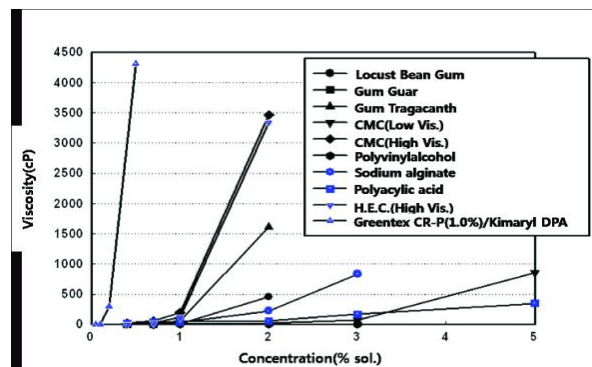


Fig. 3. Viscosity variation according to the thickener types and their concentrations.

고려했을 때 100-400cP 정도가 적합할 것으로 평가하였다. 따라서 각종 호제의 농도에 따른 점도변화를 활용하여 전처리 작업조건을 선정하고자 한다.

3.2 침예성 평가

사용된 호제는 프린팅 시 직물표면에 잉크의 번짐현상을 방지하고 침예성을 높이기 위한 증점제의 역할을 한다. 또한 증열(steaming) 공정 중 직물상의 응축 수분량이 증가하여 염료의 이행을 원활하게 함으로써 발색성의 향상을 가져오게 한다. 이러한, 디지털 날염용 전처리 호제에 따른 침예성을 파악하기 위하여 각 시료에 농도별로 제조된 6종의 호제, 즉 Gum guar(0.2~3.0%sol.), Gum tragacanth(0.2~2.0%sol.), Polyvinylalcohol(0.4~3%sol.), Sodium alginate(0.4~3%sol.), Polyacrylic acid(0.2~3%sol.), Carboxymethylcellulose(0.4~3%sol.)를 각각 처리한 후 디지털 날염하여 공구현미경(TM 510, Mitsutoyo)을 이용하여 호제에 따른 침예효과를 조사하였다.

Fig. 4~9는 각종 호제의 농도 및 직물의 종류가 침예성에 미치는 영향을 분석한 것으로, 각 종류의 호제를 농도별로 전처리한 각 면직물에 대하여 0.9mm로 프린팅 된 선의 두께를 측정할 결과이다. 직물의 종류와 호제의 종류에 상관없이 전체적으로 호제의 농도가 증가할수록 프린팅 되어진 선의 두께는 얇게, 즉 0.9mm에 가깝게 출력되어 우수한 침예효과를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 그러나 사용된 대부분 1-3% 호제 농도에서 디지털 날염에 최적의 침예효과를 나타내고 있으며, 그 이상의 농도조건에서는 침예성에 큰 영향을 끼치지 않음을 확인할 수 있었다. 또한 호제의 처리농도가 너무

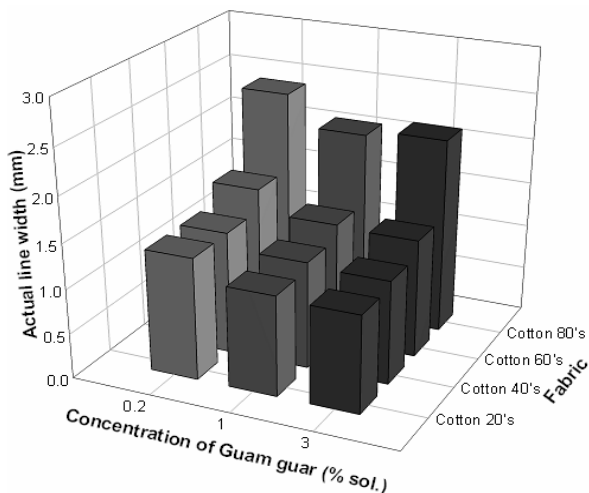


Fig. 4. Comparison of sharpness effect according to the concentration of Gum guar and types of cotton fabric.

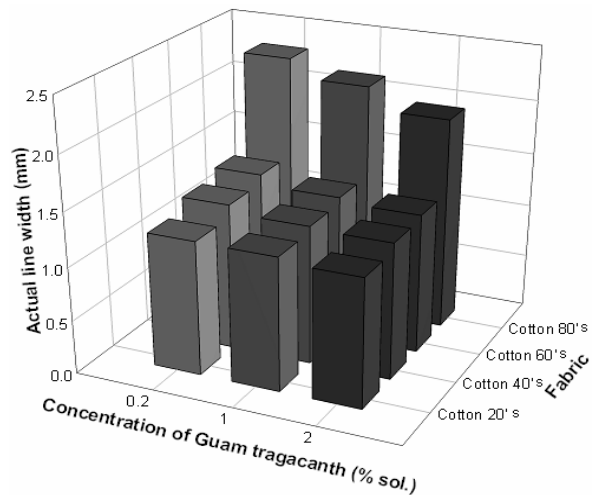


Fig. 5. Comparison of sharpness effect according to the concentration of Gum tragacanth and types of cotton fabric.

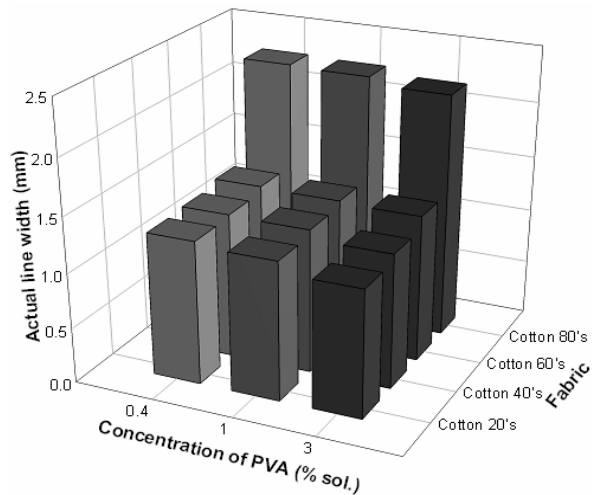


Fig. 6. Comparison of sharpness effect according to the concentration of PVA and types of cotton fabric.

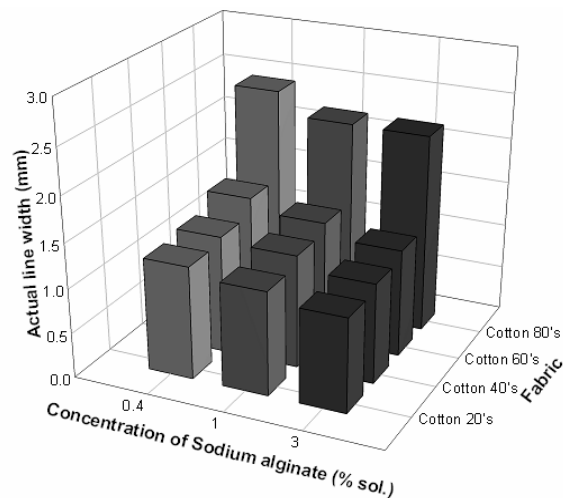


Fig. 7. Comparison of sharpness effect according to the concentration of Sodium alginate and types of cotton fabric.

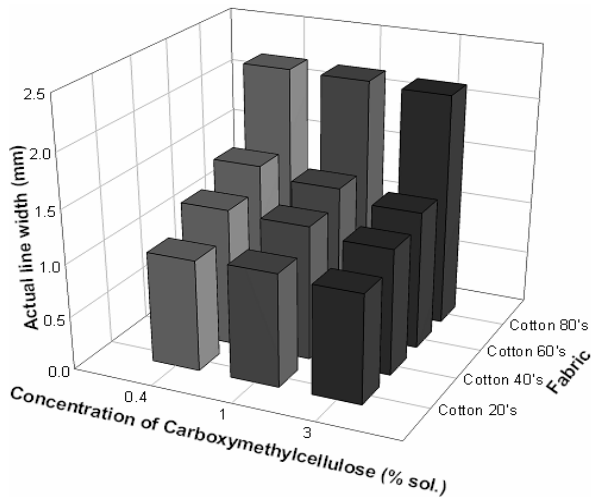


Fig. 8. Comparison of sharpness effect according to the concentration of Carboxymethylcellulose and types of cotton fabric.

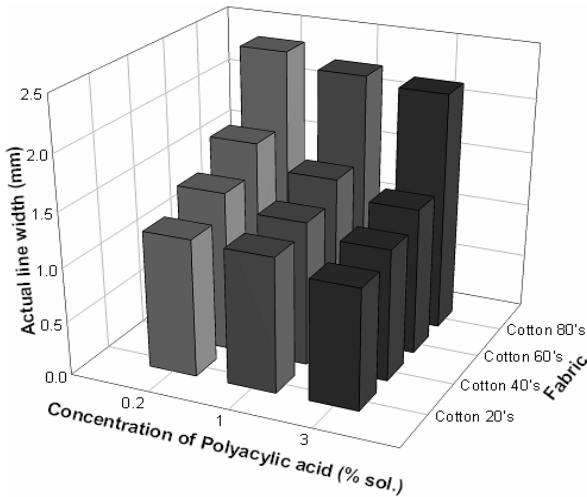


Fig. 9. Comparison of sharpness effect according to the concentration of Polyacrylic acid and types of cotton fabric.

높으면 염료 침투성 저하로 인한 발색성 저하와 탈호성 불량인 원인이 될 수 있다는 것으로 예상된다.

또한 직물의 종류가 디지털 날염의 침예성에 미치는 영향을 분석해 본 결과 직물의 번수가 클수록 침예성이 감소함을 알 수 있는데, 이는 번수가 클수록 섬유는 세사가 되어 모세관 현상으로 직물상 잉크의 번짐이 크게 발생하며, 상대적으로 직물의 두께도 더욱 얇아지게 되므로 섬유가 흡수할 수 있는 잉크량이 적어지게 되어 흡수되지 않은 잉크에 의한 번짐이 높아지게 되는 것으로 여겨진다.

3.3 발색성 평가

디지털 날염용 전처리제의 성분 및 농도에 따른 발색효과를 분석하기 위하여 6종의 호제 종류별,

알칼리 농도별, 그리고 습윤제의 농도에 따른 발색효과를 평가하였다.

3.3.1 전처리제의 호제 종류별 발색성 평가

이 실험은 호제의 종류에 따른 디지털 날염의 발색효과를 분석하기 위하여, 면 40's의 시료에 대하여 알칼리(Na_2CO_3)와 습윤제(Urea)를 각각 2%와 10%의 농도로 고정하고, 호제의 종류만을 달리하여 전처리제를 제조한 후 K/S 값으로 발색성을 평가하였다. 또한 호제 종류별 전처리제의 점도 역시 100cP 내외로 일정하게 제조하였다.

Fig. 10을 호제 종류별 전처리제 처리에 따른 디지털 날염 후 발색성 평가 결과를 나타내었다. 날염직물의 K/S 값으로부터 알 수 있는 바와 같이 아크릴계 호제인 PAA를 사용하였을 경우에 상대적으로 발색성이 우수하게 나타났으며, PVA를 사용한 경우 발색성이 가장 낮게 나타남을 확인할 수 있었다. 한편 Gum류는 어느 정도의 발색효과는 나타내지만 부패성이 높아서 저장 안정성이 매우 불량하였고 실험과정중에도 작업성이 좋지 않았다.

3.3.2 전처리제의 알칼리 농도별 발색성 평가

일반적으로 면 섬유와 반응성 염료간의 공유결합은 알칼리 존재 하에서 염료와 Cellulose-OH기 사이에서 반응이 일어난다. 섬유에서의 실제 활성좌석은 -OH기 단독이 아니라 알칼리 pH영역에서 이온화된 -O-기라고 할 수 있으며, pH가 증가할 때마다 Cellulose -O-기는 증가하게 된다. 그러나 pH 범위가 증가할수록 염료의 가수분해가 급격히 진행하여 염료로서의 가치를 상실하게 되며, 섬유와의 결합을 더 이상 진행시키지 못하고 직접성에 대한 흡착량 및 고착량은 현저하게 떨어지게 된다. 그러므로 반응성염료에 의한 면 섬유 염색시 적정의 알칼리 농도가 염료의 흡진 및 고착에 중요한 요소가 된다. 따라서 여기서는 디지털 날염 시 면 섬유에 대한 반응성 잉크의 반응 고착 향상을 위한 목적으로 알칼리 첨가 전후 및 알칼리 농도를 달리한 전처리제를 제조하여 면직물에 패당한 후 Cyan, Magenta, Yellow 그리고 Black 잉크에 대한 발색성을 측정, 비교함으로써 적정 알칼리 농도 조건을 선정하고자 하였다.

알칼리 농도에 따른 전처리제의 디지털 날염 발색효과를 분석하기 위해서 시료는 면 40's, 호제는 작업용이성 및 탈호성이 우수한 Sodium alginate(1%)를 사용하였고, 습윤제(Urea 10%) 투입 농도는 Table 2에 나타난 바와 같이 일정한 상태에서 알칼리의 농도를 달리하여 전처리제를 제조한 후 디지털 날염 발색효과를 평가하였다.

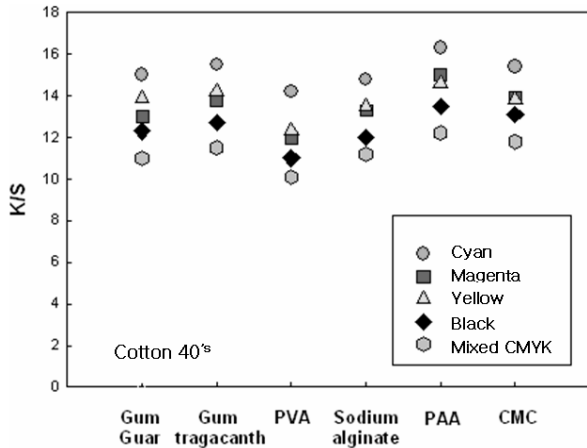


Fig. 10. K/S values of printed fabric according to the thickeners.

Table 2. Pretreatment preparation conditions according to the alkali concentration

No.	Sodium alginate (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Urea (%)
A	1	0	10
B	1	0.3	10
C	1	1.0	10
D	1	2.0	10
E	1	3.0	10
F	1	5.0	10

알칼리 농도별 전처리제 처리에 따른 디지털 날염 발색효과의 결과를 다음 Fig. 11에 나타내었다. Fig. 11에서 알 수 있는 바와 같이 C, M, Y, K 모든 색상에서 1% 농도의 Sodium carbonate가 함유된 전처리제를 사용한 경우에 가장 우수한 발색효과를 나타냈으며, 그 이상의 농도에서는 오히려 발색성이 감소하였다. 또한 알칼리가 함유되지 않은 전처리제를 사용한 경우는 예상대로 섬유상에 잉크 고착이 거의 이루어지지 않아 발색성이 매우 불량하였으며, 2% 농도 이상에서는 Sodium carbonate 농도가 증가할수록 알칼리가 반응성 잉크의 가수분해에 더욱 현저한 영향을 미치므로 섬유상 고착이 감소되어 색 농도가 점차적으로 감소함을 알 수 있다. 발색성 측면에서 디지털 날염 시 알칼리의 첨가량은 약 pH 11정도에 해당되는 1% 농도의 Sodium carbonate의 농도를 사용하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

3.3.3 전처리제의 습윤제 농도별 발색성 평가

습윤제는 디지털 날염에 있어서 염료 잉크의 고착을 유도하는 증열공정 중 섬유 micell 간의 팽윤화 및 염료의 가용화 작용과 응축 수분율의 증가에 의한 염료의 확산, 이행을 용이하게 하는 중요

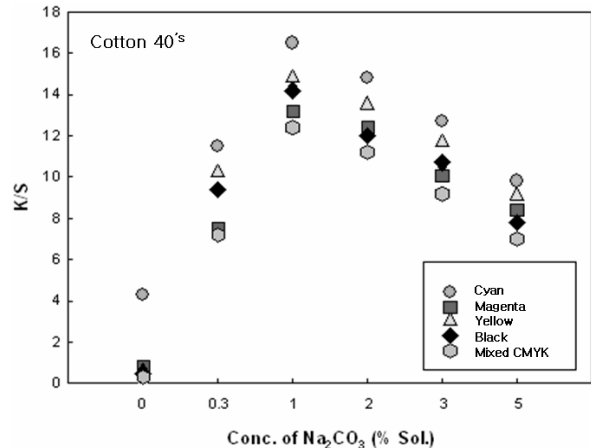


Fig. 11. K/S values of printed fabric according to the alkali.

한 전처리 성분이라고 할 수 있다. 즉, 증열공정 시 염료 중의 수분이 가열되면서 그 일부는 증발되지만 수분이 많은 상태에서 증열처리가 이루어지게 되면 염료의 확산, 이행을 용이해지기 때문에 발색효과가 향상된다. 따라서 여기서는 디지털 날염 시 섬유내로의 반응성 잉크의 침투향상에 의한 발색성 증진을 목적으로 Hydrotrope agent의 하나인 Urea의 농도를 달리한 전처리제를 제조하여 디지털 날염에 있어서 습윤제가 미치는 영향에 대해서 분석하였다.

습윤제 농도에 따른 전처리제의 디지털 날염 발색효과를 분석하기 위하여 시료는 면 40s, 호제는 작업 용이성 및 탈호성이 우수한 Sodium alginate (1%)를 사용하였고, 알칼리(Na₂CO₃ 2%)투입 농도는 Table 3에서 나타낸 바와 같이 일정한 상태에서 습윤제의 농도를 달리하여 전처리제를 제조한 후 디지털 날염 발색효과를 평가하였다.

습윤제 농도별 전처리제 처리에 따른 디지털 날염 발색효과의 결과를 다음 Fig. 12에 나타내었다. Fig. 12에서 알 수 있는 바와 같이 대부분 5% 농도의 Urea가 함유된 전처리제를 사용한 경우에 높은 색상 강도를 나타내어 가장 우수한 발색효과를 나타내었다. 그러나 최적 농도 이상의 Urea를 사용한 경우에는 농도가 증가할수록 발색성이 낮아지는데, 이것은 증열 시 응축 수분율이 과도하게 증가하여 염료의 확산, 이행을 과도하게 진행됨으로 인해 염료 잉크의 번짐현상이 발생함과 동시에 섬유상에서의 염료 잉크 흡수 및 고착현상이 감소되기 때문이라고 분석할 수 있다. 이러한 경우 실제 육안으로도 번짐현상을 관찰할 수 있는데 본 실험의 10% 이상의 Urea가 함유된 전처리제를 사용하여 디지털 날염한 직물의 경우 번짐 현상이 뚜렷하게 관찰되었다.

Table 3. Pretreatment preparation conditions according to the humectant concentration

No.	Sodium alginate (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Urea (%)
A	1	2.0	0.0
B	1	2.0	3.0
C	1	2.0	5.0
D	1	2.0	10.0
E	1	2.0	20.0
F	1	2.0	30.0

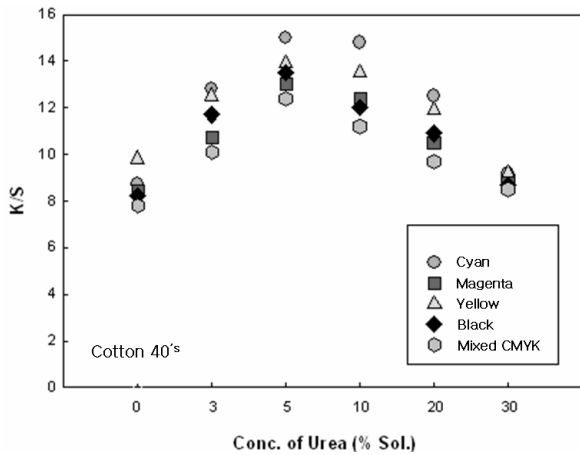


Fig. 12. K/S values of printed fabric according to the humectant.

3.4 견뢰도 평가

이 연구에서 얻어진 알칼리 농도(Na₂CO₃ 1%) 및 습윤제 농도(Urea 5%)의 조건하에서 탈호성 및 작업성이 우수한 Sodium alginate를 사용하여 전처리하고 디지털 날염한 직물의 견뢰도 등급을 평가하였다. 얻어진 결과를 다음 Table 4에 나타내었는데, 세탁견뢰도는 변퇴색, 오염도 모두 4급

Table 4. Fastness grades of digital printed cotton fabrics

Fastness		Grades				
		Cyan	Magenta	Yellow	Black	
Color fastness to washing	Staining	Color charge	4-5	4-5	4-5	4-5
		Acetate	4-5	4-5	4-5	4-5
		Cotton	4-5	4-5	4-5	4-5
		Nylon	4-5	4-5	4-5	4-5
		Polyester	4-5	4-5	4-5	4-5
		Acrylic	4-5	4-5	4-5	4-5
		Wool	4-5	4-5	4-5	4-5
Color fastness to rubbing	Dry	4-5	4	4-5	3-4	
	Wet	4	3-4	4-5	4	
Color fastness to light	Color change	>4	4	>4	4	

이상으로 매우 우수하였으며, 일광견뢰도의 경우에도 대부분 4급 이상으로 실용적으로 우수한 견뢰도 수준을 나타내었다. 마찰견뢰도의 경우 일부에서 4등급 이하의 다소 낮은 결과를 나타내기도 하였지만, 대부분은 4등급 이상의 양호한 결과를 나타내었다.

4. 결 론

고발색성 디지털 날염 전처리 조건을 검토하고자 디지털 날염 전처리 성분에 대해 조사한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 점도 측정 및 호제 종류에 따른 전처리제의 첨가 효과에 대한 검토를 통하여 증점제 역할을 하는 호제성분이 디지털 날염의 번짐 방지성에 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있었다.
2. 디지털 날염에서 전처리제의 성분 및 농도에 따른 발색효과에 대해 호제의 종류, 알칼리 농도 및 습윤제의 농도가 디지털 날염의 발색성에 미치는 영향에 대해서는 PAA를 호료성분으로 사용하였을 경우 상대적으로 우수한 발색성을 나타내었으나, PVA를 사용한 경우 발색성이 가장 낮게 나타남을 확인 할 수 있었다. 한편 Gum류는 어느 정도의 발색효과는 나타나지만 부패성이 높아서 저장안정성이 매우 불량하였다. 반면 Sodium alginate의 경우는 혼합성과 작업 용이성, 탈호성이 가장 우수하였지만 발색성이 다소 감소하였다.
3. 알칼리 성분의 농도에 따른 디지털 날염의 발색효과를 평가한 결과 1% 농도의 Sodium carbonate가 함유된 전처리제를 사용한 경우 가장 우수한

발색효과를 나타냈으며, 그 이상의 농도에서는 오히려 발색성이 감소하였다. 또한 알칼리가 함유되지 않은 전처리제를 사용한 경우는 예상대로 염료 잉크의 고착이 거의 이루어지지 않아 발색성이 매우 불량하였다.

4. 습윤제 농도에 따른 디지털 날염 발색효과의 검토에서 대부분 5% 농도의 Urea가 함유된 전처리제를 사용한 경우에 가장 우수한 발색효과를 나타냄을 확인할 수 있었다. 그러나 최적 농도 이상의 Urea를 사용한 경우에는 농도가 증가할수록 발색성이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.
5. 이 연구에서 얻어진 전처리제의 처리조건을 이용하여 디지털 날염하고 이를 직물에 대해 견뢰도 특성을 분석한 결과, 세탁견뢰도와 일광견뢰도 및 마찰견뢰도 등에서 대부분 4급 이상의 우수한 견뢰도 수준을 나타내었다.

<감사의 글>

이 연구는 산업자원부 중기거점기술개발 과제로 수행되었음을 밝혀두며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. K. Champman, printing 2002: a digital odyssey, *AATCC Rev.*, **2**(5), 12(2002).
2. S. Ervine, B. Siegel and K. Siemensmeyer, Printing 2000: Entering the Jet Age, *Text. Chem. Colourist Am. Dyestuff Rep.*, **1**(3), 25 (2000).
3. W. C. Tincher, Q. A. Hu and X. Li, Ink jet systems for printing fabric, *Text. Chem. Colourist*, **30**(5), 24(1998).
4. Kanik M and Hauser P. J, Ink-jet printing of cationised cotton using reactive inks, *Coloration Technology*, 119(4), 230(2003).
5. T. L. Dawson, Ink-jet printing of textiles under the microscope, *J. Soc. Dyers Colorists.*, **116**(2), 52(2000).
6. Tarakcioglu, A.T. Ozguney, A Ozerdem and E Bilgin, Effects of Pretreatment Processes on Printing Viscose Fabrics with Reactive Dye-stuffs, *Textile Res.*, **74**, 63(2004).
7. K. Siemensmeyer, B. Siegel, S. Ervine and J. Bullock, *IS&T's NIP 15*, "1999 International Conference on Digital Printing Technologies," Orlando, USA, p.280, 1999.
8. S. O. Aston, J. R. Provost and H. Masselink, Jet printing with reactive dyes, *J. Soc. Dyers Colorists.*, **109**, 147(1993).
9. H. Gutjahr and R. R. Koch, *Textile Printing*, 2nd Edn, Ed L W C Miles (Bradford : SDC, 1994).
10. R. M. El-Shishtawy and S. H. Nassar, Cationic pretreatment of cotton fabric for anionic dye and pigment printing with better fastness properties, *Coloration Technology*, **118**, 115(2002).
11. WeiGuo Chen and Shichao Zhao, Improving the Color Yield of Ink-Jet Printing on Cationized Cotton, *Textile Res.*, **74**, 68(2004).
12. C. W. M. Yuen, S. K. A. Ku, P. S. R. Choi and C. W. Kan, Study of the factors influencing colour yield of an ink-jet printed cotton fabric, *Coloration Technology*, **120**, 320(2004).
13. Qinguo Fan, Y. K. Kim, Melynda K Perruzzi and Armand F Lewis, Fabric Pretreatment and Digital Textile Print Quality, *Journal of Imaging Science and Technology*, **47**, 400(2003).
14. Qinguo Fan, Yong K Kim, Armand F Lewis and Melynda K Perruzzi, *IS&T's NIP 18*, "2002 International Conference on Digital Printing Technologies," SanDiego, USA, p.236, 2002.
15. J. P. Kim, *Fiber Technology and Industry*, **5**, 194(2001).