한국염색가공학회지 제23권 제1호 2011년
〈연구논문〉

Textile Coloration and Finishing
Vol. 23, No. 1, 2011

DTP(Digital Textile Printing)에서 미디어의 원사꼬임 및 편성구조가 프린팅 Quality에 미치는 영향(2)

박순영† · 전동원 · 박윤철[1] · 이범수[2]

이화여자대학교 의류직물학과, [1]한국생산기술연구원 섬유융합연구그룹, [2]한국생산기술연구원 염색가공기술센터

Effects on Printing Quality according to Yarn Twist and Knitting Structure of Media in Digital Textile Printing(Ⅱ)

Soon Young Park†, Dong Won Jeon, Yoon Cheol Park[1] and Beom Soo Lee[2]

Dept. of Clothing and Textile, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea
[1]Convergent Textile Technology Group, Institute of Industrial Technology(KITECH), Ansan 426-171, Korea
[2]Dyeing & Finishing Technology Center, Institute of Industrial Technology(KITECH), Ansan 426-171, Korea

(Received: October 8, 2010/Revised: November 10, 2010/Accepted: February 11, 2011)

Abstract— For high quality DTP products, it is important to optimize the parameters of media, pre- and after-treatment, ink, printer, etc. This study investigated the effect of types of fabrics(media) as a DTP parameters. Especially, the effects of media properties such as yarn twist and knitted fabric structure, on printability and color difference were examined. Two types of cotton yarn twist(830 and 1630 twist/meter) and five knitted structures of media were prepared with a single circular knitting machine. The K/S values of hard-twist samples were higher than those of normal-twist samples in every media structures. It is more effective to use the knitted fabrics of a hard-twist yarn to obtain dark color in the printing above input level value 60 where the printability improvement was most pronounced in case of plain structure. Among the five media structures a plain structure was the highest and that of corduroy was the lowest in terms of K/S values. Also ⊿E values and lightness of the hard-twist yarn samples were smaller than that of normal-twist yarn samples when ⊿E values were tested by using a standard of a normal twist yarn sample with a plain structure, which was increased in the case of corduroy structure.

Keywords: *DTP, media, yarn twist, knitting structure, K/S value, ΔE*

1. 서 론

최신형의 Digital Textile Printing(이하 DTP)시스템의 생산속도는 60～100m^2/hr[1]로, 시간당 4～5m^2를 생산하던 지난 10년간에 비해 비약적인 시스템의 발전이 있었고, 현재 국내에서도 고속 DTP 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[2,3].

DTP 시스템은 스트림간의 요소기술의 연계가 원활해야 고부가가치 제품이 생산될 수 있는 특성을 갖고 있기 때문에[4] 전처리 공정, 프린팅 공정, 후처리 공정 등 각 공정별로 세심한 주의가 요구된다.

DTP 시스템에 의해 생산된 제품의 quality를 좌우하는 상기의 공정외에 가장 기본이 되는 미디어에 대한 연구로 직물의 조직, filament yarn과 spun yarn에 따라 프린트 quality가 달라진다고 보고한 경우가 있으며[5,6], 박의 연구결과[7]에서는 yarn twist에 따라 line printing quailty가 달라지는 것으로 나타났다. 또한 일부 원단생산업체에서 프린팅 품질을 향상시키기 위한 미디어 개발에 대한 연구가 진행된 바 있다[8]. 하지만 국내에서 DTP용 미디어에 대한 연구개발은 미흡한 상황이다.

프린트 quality의 평가항목으로 전편에서는 ISO/IEC 13660를 토대로 MIU, MMD, SMD, line area, standard deviation 등으로 평가하였으며[9], 본 연구에서는 염색성 및 색상변화를 중심으로 프린트 quality를 분석하였다.

John C. Briggs와 David J. Forrest 등은 프린트 quality를 평가하기 위한 항목으로 dot gain, line width, solid area의 optical density, CIELab color

†Corresponding author. Tel.: +82-31-8040-6142; Fax.: +82-31-8040-6140; e-mail: ghpark41@kitech.re.kr
ⓒ2011 The Korean Society of Dyers and Finishers 1229-0033/2011-3/35-42

등을 제안하였다[10,11].

본 연구에서는 DTP의 일반적인 공정 이외에 가장 기본이 되는 미디어의 특성이 프린팅 quality에 미치는 영향을 알아보기 위해 원사 꼬임수, 편성조직을 달리하여 10종의 면니트를 편직하였으며, 원사 꼬임수 증가 및 편성구조에 따라 달라지는 미디어의 염색성 및 색상변화를 중심으로 프린팅 image의 quality 평가에 대해 고찰하였다.

2. 실 험

2.1 편성용 원사 및 편성조건

면 원사는 (주)경방에서 공급된 것으로, coma사 30수이다. 꼬임수가 다른 2종의 원사를 사용하였으며, 각각의 꼬임수는 830t.p.m, 1630t.p.m이다. 원사 2종의 꼬임방향은 Z방향이다. 원사별로 plain, lacoste, pique, dot, corduroy의 5가지 조직으로 편직하였으며, 총 10종의 시료 모두 28게이지, 20rpm/min의 속도로 편직하였다.

Table 1에서 상기 사양으로 편직된 시료들의 조직을 시뮬레이션 하였으며, 5가지 조직으로 편직된 시료는 정련, 표백 공정을 거쳐 DTP용 전처리제(RSC-R, Kiken Co., Ltd, Japan)를 pick-up율 60%, 건조온도 60℃로 하여 전처리 공정(Onomori)을 거친 후 프린팅하였다.

2.2 사용된 염료(잉크) 및 프린터

사용된 염료(잉크)는 Konica Minolta IJ Technologies Inc(Japan)에서 제조된 반응성 잉크 8종으로, 본 연구에 사용된 프린터 및 염료(잉크)를 Table 2에 나타내었다. DTP용 전처리 공정이 완료된 시료를 프린터(Nassenger, KS-1600Ⅱ, Konica Minolta IJ Technologies Inc., Japan)에 장착하여 프린팅하였으며, 프린팅이 완료된 시료는 증열온도 102℃, 포화수증기 상태에서 10분간 증열하여 수세, 건조 후 분석하였다.

2.3 실험방법

염색성(K/S) 측정

원사꼬임수와 편성구조가 염색성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 10종의 시료에 반응성 잉크로 color patch를 프린팅 후, 분광광도계(Visible spectrophotometer, GretagMacbeth, USA)를 이용하여 직물의 표면반사율을 측정하였다.

프린팅된 cyan, magenta, yellow 및 black color patch는 0～100까지의 level input 값으로 해상도 106 dpi의 이미지이며, CMYK 값으로 표시된다. Adobe photoshop ver 7.0로 제작하였으며, 프린팅 공정후 증열, 수세, 건조 공정을 거친 시료를 사용하였다.

Table 1. Characteristics of knitting fabric

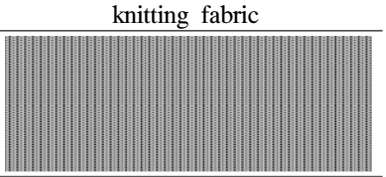
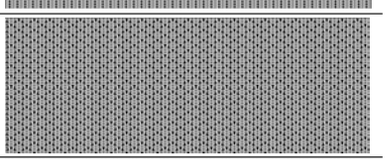
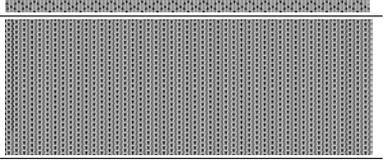
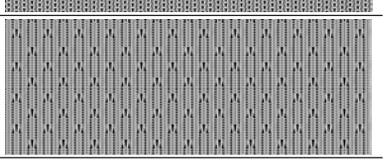
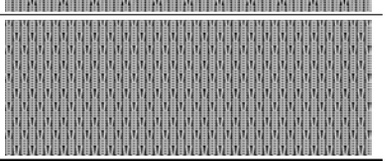
Types of knitting fabrics	Structure simulation of knitting fabric
1. Plain	
2. Lacoste	
3. Pique	
4. Dot	
5. Corduroy	

Table 2. Characteristics of the printer and dyes(inks)

Printer characteristics	Dye classification	Brand name(color type)
8 heads 60 nozzles/head speed : 4～5m^2/hour resolution(dpi): 300×300 average ink required: 15cc/m^2	Reactive dyes	Black1(black) Black2(light black) Yellow1(yellow) Yellow2(light yellow) Magenta1(magenta) Magenta2(light magenta) Cyan1(cyan) Cyan2(light cyan)

시료별 겉보기 농도는 시료 전체 표면을 대상으로 3회 측정하여 최대흡수파장에서의 반사율로 아래의 Kubelka-Munk 식에 의해 K/S 값을 구하였다.

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

where, K : absorption coefficient
S : scattering coefficient
R : reflectance(%)

색차(ΔE) 측정

분광광도계를 사용하여 D65 광원, 10° 관찰자 시야에서 시료를 측색하여 L*, a*, b* 값을 구하였다. 기준색과 비교색 간의 색차인 ΔE 값은 CIELAB formula에 의해 아래의 식으로 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \quad (2)$$

라인 프린팅 이미지 표면관찰

원사꼬임수와 편성구조에 따른 시료의 염색성을 비교, 평가하기 위해 화상분석용 영상현미경을 사용하여 DTP로 프린팅된 line 이미지를 촬영하여 표면을 관찰하였다.

×2.6의 배율로 이미지를 촬영한 후, Twain Capture System(ProgRes. Capture Pro 2.6)을 이용하여 확대이미지를 capture하고 이미지 파일로 저장하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 미디어의 원사 꼬임수 증가에 따른 염색성 비교

DTP 출력물의 품질을 좌우하는 요소는 잉크가 원단에 번지지 않고 선명한 무늬가 형성되도록 하는 전처리 공정, 해상도, 모니터, 프린터 캘리브레이션 등의 CMS 적용을 포함하는 프린팅 공정[4], 염료와 미디어와의 고착이 이루어지는 후처리 공정 등으로 크게 나누어지며 이외에도 상당히 많은 요소별 공정을 거쳐 완제품이 만들어지게 된다. 전처리 조제와 가공처리 기술은 섬유의 종류와 사용하는 잉크에 따라 다르며 동일한 소재라 할지라도 미디어의 밀도 및 조직에 따라 처리방법이 달라질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 프린팅 공정에서도 동일소재의 밀도, 조직, 표면특성, 원사 특성에 따라 염착력 차이가 날 것으로 예상하여 미디어의 특성이 염색성에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

프린터의 해상도는 300×300 dpi로 하였으며, K/S 값을 측정하기 위해 사용된 cyan, magenta, yellow 및 black color patch는 0～100까지의 level input 값을 갖는 해상도 106 dpi의 이미지로, X축에 나타내었으며 시료의 K/S 값을 측정하여 Y축에 나타내었다.

Fig. 1은 plain 니트조직의 꼬임수에 따른 cyan, black 색상의 염착력을 나타낸 것으로 잉크의 농도가 증가할수록 normal twist yarn을 사용한 시료보다 hard twist yarn을 사용한 시료의 K/S 값이 높게 나타났다. cyan의 농도가 60 이상, magenta는 농도가 80 이상, black은 농도가 70 이상일때 hard twist yarn과 normal twist yarn과의 K/S값 차이가 나타났다.

Fig. 2는 lacoste 니트조직의 염착력을 나타낸 것으로, cyan 농도 60 이상, black은 농도 80 이상에서 normal twist yarn을 사용한 시료보다 hard

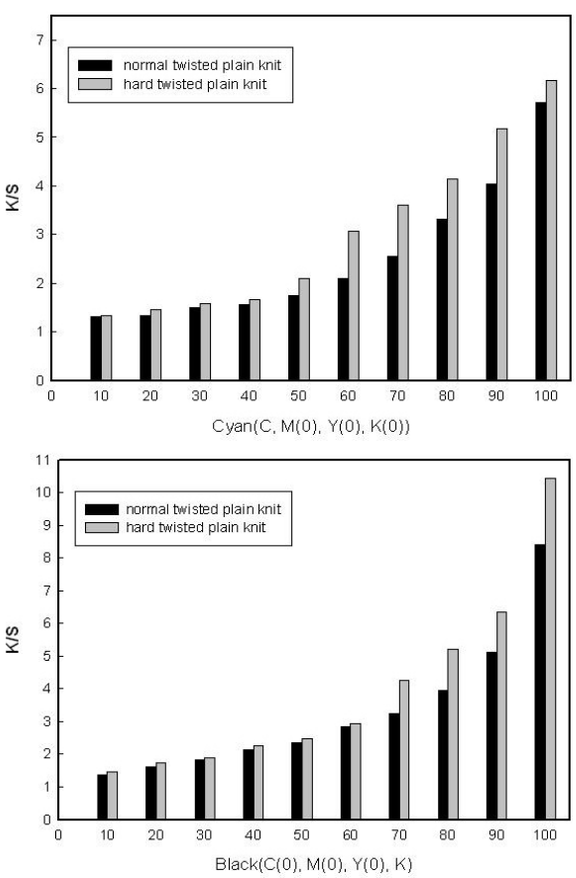


Fig. 1. K/S values of plain knitted fabrics (various levels of color patches were made by Adobe Photoshop).

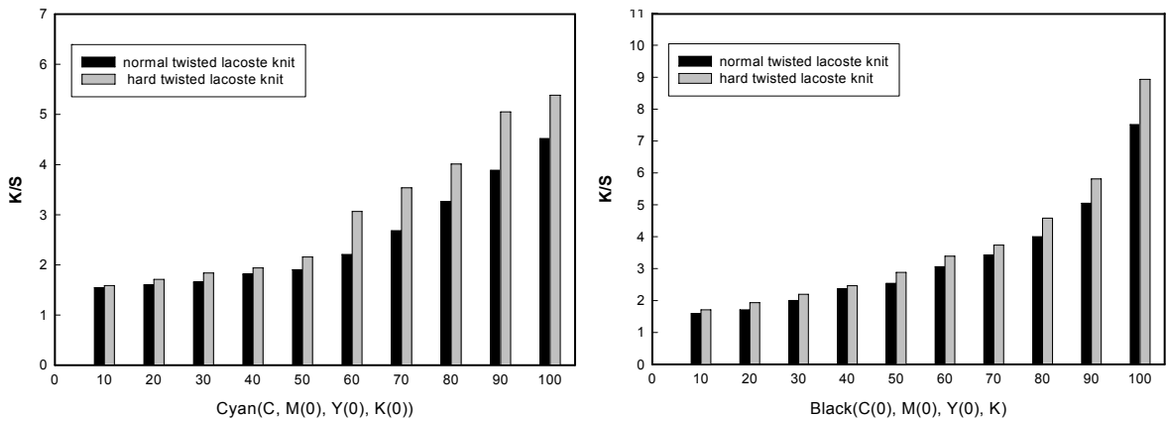


Fig. 2. K/S values of lacoste knitted fabrics (various levels of color patches were made by Adobe Photoshop).

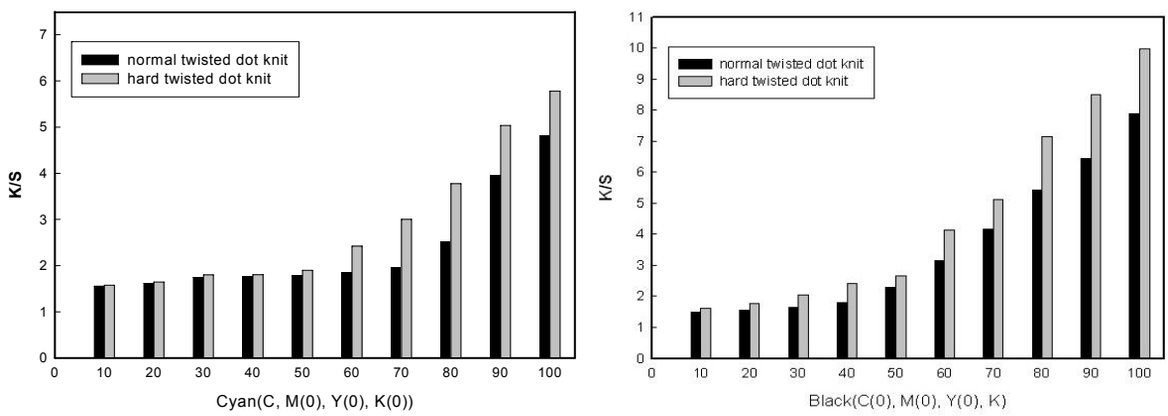


Fig. 3. K/S values of dot knitted fabrics (various levels of yellow/black were made by Adobe Photoshop).

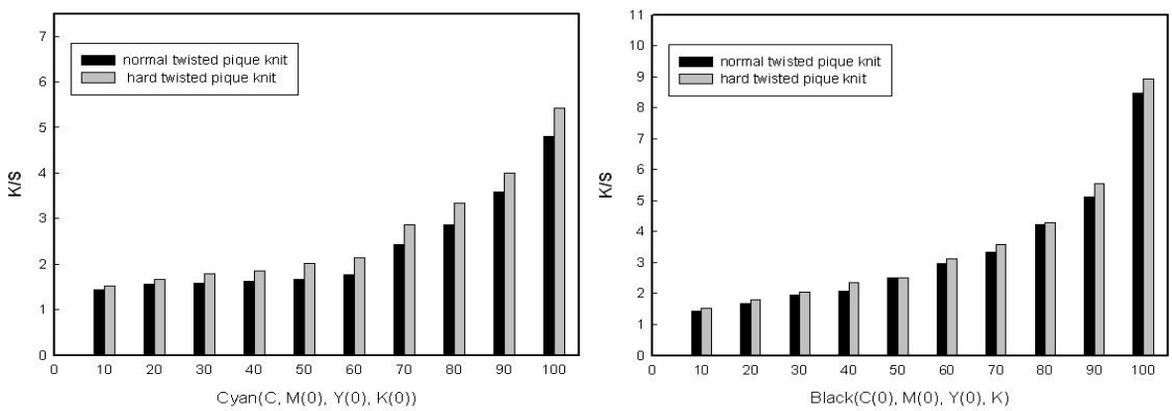


Fig. 4. K/S values of pique knitted fabrics (various levels of yellow/black were made by Adobe Photoshop).

twist yarn을 사용한 시료의 K/S 값이 높게 나타났으며, 농도 100에서 K/S 값 차이가 가장 크게 났다.

Fig. 3은 dot 니트조직의 색상별 염착력을 나타낸 것으로, cyan 농도가 50 이하인 경우에는 hard twist yarn과 normal twist yarn과의 K/S 값 차이가 크지 않았으며, 농도가 60 이상인 경우에는 hard twist yarn과 normal twist yarn과의 K/S 값 차이가 커지는 것으로 나타났다.

Black도 같은 경향을 나타내었으며 잉크농도가 증가할수록 hard twist yarn 시료가 normal twist yarn 시료보다 K/S 값이 컸으며, 농도가 100 일 때, 가장 큰 K/S 값차이를 나타냈다.

Fig. 4는 pique 니트조직의 cyan, black의 염착력을 나타낸 것으로 hard twist yarn을 사용한 시료가 normal twist yarn을 사용한 시료보다 K/S 값이 높았으나 다른 조직에 비해 K/S 값 차이는 크지 않았다.

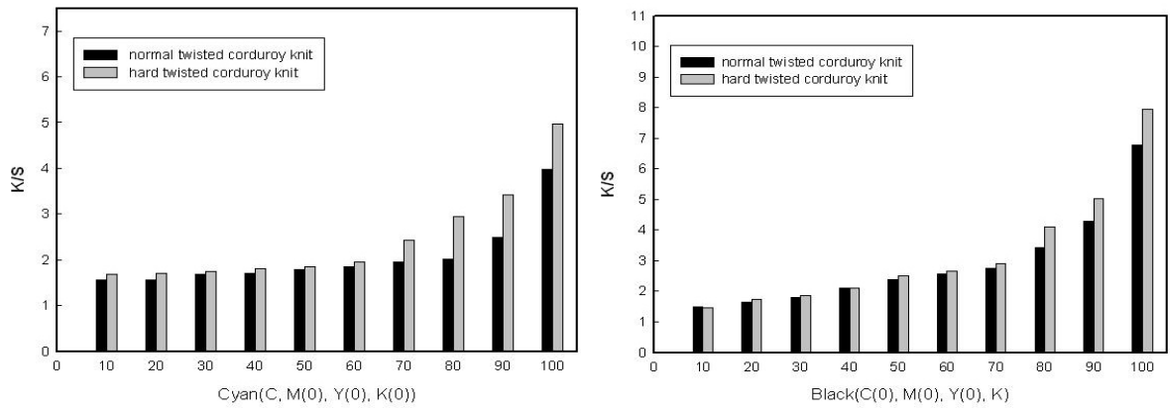


Fig. 5. K/S values of corduroy knitted fabrics (various levels of yellow/black were made by Adobe Photoshop).

Fig. 5는 corduroy 니트조직의 염착력을 나타낸 것으로, cyan, black 모두 농도가 60~70 이상인 경우, hard twist yarn을 사용한 시료와 normal twist yarn을 사용한 시료와의 K/S 값 차이가 커지고 그 이하에서는 큰 차이가 없었다.

모든 조직에서 hard twist yarn을 사용한 시료가 normal twist yarn을 사용한 시료보다 염착력이 큰 것으로 나타났고, 연색보다는 중농색에서 염착력의 차이가 더 커지는 것으로 나타나 중농색이 많이 포함되어 있는 디자인을 DTP로 프린팅할 때에는, 꼬임이 많은 시료를 사용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

3.2 미디어 편성구조에 따른 염색성 비교

Fig. 6~Fig. 9는 원사 꼬임수가 다른 5가지 조직의 색상별 염착력을 나타낸 것으로 cyan, magenta, yellow, black의 농도가 각각 100일때의 K/S 값으로 비교하였다.

원사 꼬임수에 관계없이 4가지 색상 모두 plain 니트조직의 시료가 가장 높은 K/S 값을 나타내었고 corduroy 조직이 가장 낮은 K/S 값을 나타났다.

plain 조직은 경, 위사 밀도차가 크지 않고 패턴이 거의 들어가지 않아 다른 조직에 비해 SMD (표면 거칠기의 평균편차)값이 낮으므로, 잉크의 균일한 침투가 용이하여 K/S 값이 높은 것으로 판단된다.

이러한 실험결과는 평직물을 사용했을 때 K/S 값이 가장 높았다는 전의 연구결과와 일치하는 경향을 보인다[12].

Plain 니트조직의 경우, hard twist yarn을 사용한 시료와 normal twist yarn을 사용한 시료의 염착력 향상 차이가 가장 많이 나는 색상은 black

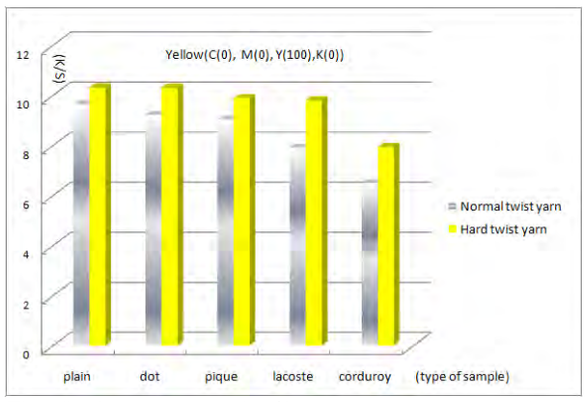


Fig. 6. Comparison of K/S values according to fabric structure in case of yellow.

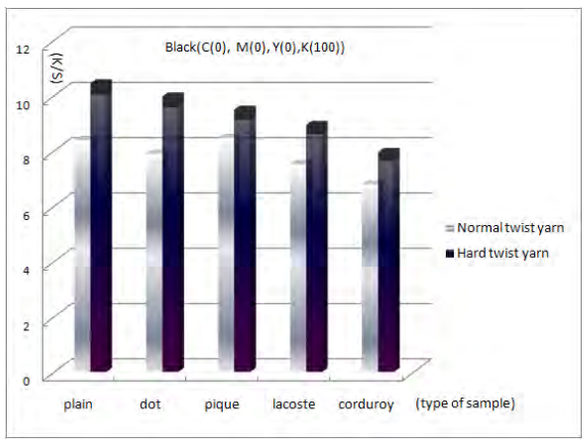


Fig. 7. Comparison of K/S values according to fabric structure in case of black.

이었으며, 가장 적게 나타난 색상은 yellow인 것으로 나타났다. 나머지 조직에서도 염착력 향상 차이가 가장 많이 나는 색상은 black이었다. 따라서 DTP로 농색의 black을 프린팅할 때에는 Plain 조직을 사용하는 것이 염색성을 향상시킬 수 있는 방안이 될 것으로 판단된다.

3.3 프린팅된 미디어의 표면관찰

Fig. 8과 Fig. 9는 normal twist yarn과 hard twist yarn을 사용한 pique 시료에 thin line(3pixel (0.75mm))을 Fig. 10과 Fig. 11은 같은 시료에 thick line(20pixel(5mm))을 프린팅하여 표면을 영상현미경으로 촬영한 것으로, normal twist yarn을 사용한 시료보다 hard twist yarn을 사용한 시료의 밀도가 높아지면서 조직이 촘촘해지고 잉크가 표면에 균일하게 프린팅되는 것을 확인할 수 있었다.

또한, hard twist yarn을 사용한 시료는 spun yarn 꼬임이 가해지므로 normal twist yarn을 사용한 시료보다 조직이 치밀해지면서 섬유간 마찰력의 증가로 모우가 섬유표면으로 덜 올라와 필형성이 줄어드는 경향이 있어[8] 잉크가 시료표면에 쉽게 흡수될 것으로 판단되며, 표면 거칠기가 다소 상승하더라도 hard twist yarn을 사용한 시료의 염착력이 normal twist yarn을 사용한 시료보다 높은 것으로 나타났다.

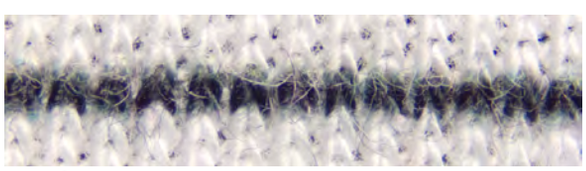


Fig. 8. Printed thin line image of pique knitted fabrics with normal twist yarn.

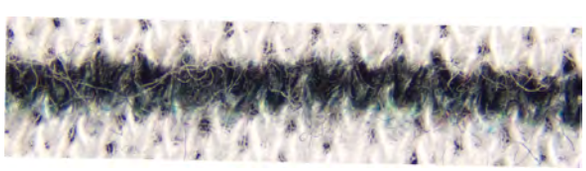


Fig. 9. Printed thin line image of pique knitted fabrics with hard twist yarn.

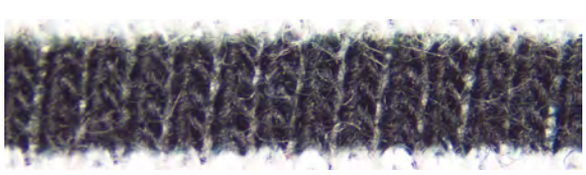


Fig. 10. Printed thick line image of pique knitted fabrics with normal twist yarn.

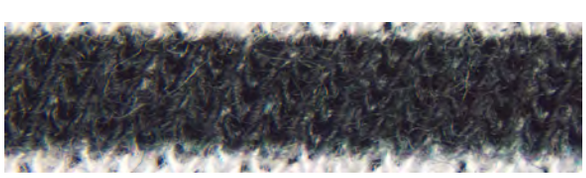


Fig. 11. Printed thick line image of pique knitted fabrics with hard twist yarn.

3.4 색상변화 평가

Fig. 12와 Fig. 13은 분광광도계(Visible spectrophotometer, GretagMacbeth, USA)를 사용하여 magenta, black의 농도가 각각 100인 color patch의 L* a* b* 값을 측정한 것으로, normal twist yarn을 사용한 시료와 hard twist yarn을 사용한 시료를 비교하였다.

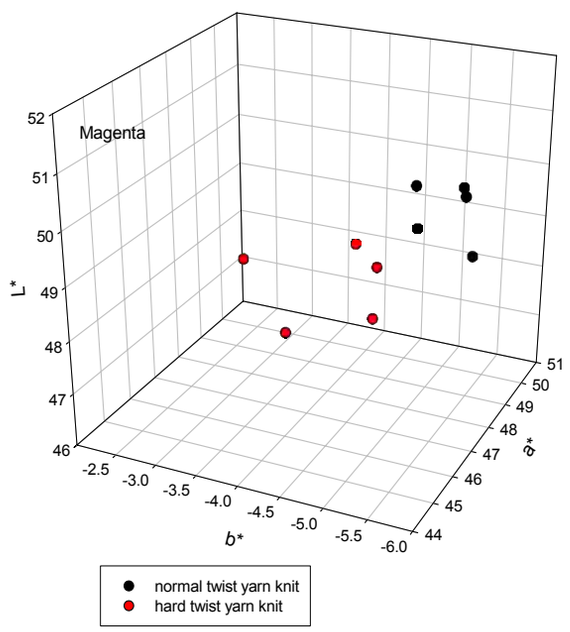


Fig. 12. Magenta color comparison of normal twist yarn knit and hard twist yarn knit in Lab color space.

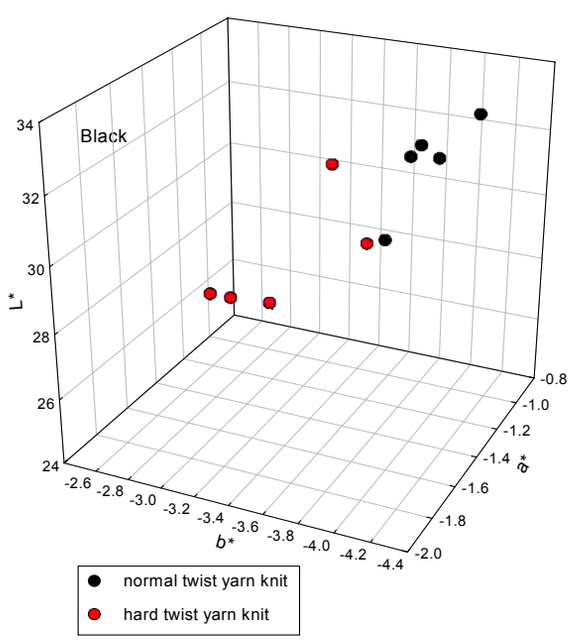


Fig. 13. Black color comparison of normal twist yarn knit and hard twist yarn knit in Lab color space.

Table 3. △E values of knitted fabric according to yarn twist

Yarn twist / Sample		Normal twist yarn					Hard twist yarn				
		Plain	Dot	Pique	Lacoste	Corduroy	Plain	Dot	Pique	Lacoste	Corduroy
⊿E	Cyan	Standard	3.6	4.0	4.2	5.6	2.5	2.4	3.2	3.2	4.2
	Magenta	Standard	1.5	2.1	3.5	5.6	1.2	2.6	2.9	2.8	5.3
	Yellow	Standard	1.1	6.2	4.5	7.6	2.5	3.4	3.6	3.8	6.8
	Black	Standard	2.1	2.8	3.9	4.9	1.9	2.4	2.6	2.7	4.5

Table 4. Color fastness of plain knitted fabric using hard twist yarn

	Cyan	Magenta	Yellow	Black
Washing fastness				
Color change	4-5	4-5	4-5	4-5
Stainning - Acetate	4-5	4	4-5	4-5
- Cotton	4-5	4-5	4-5	4
- Nylon	4-5	4	4-5	4
- 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
Rubbing fastness				
- Dry	4	4-5	4-5	4-5
- Wet	4	4-5	4-5	4-5
Light fastness				
	4	4	4	4

Magenta, black 색상 모두 hard twist yarn을 사용한 시료군이 normal twist yarn을 사용한 시료군들보다 L* 값은 감소하여 어두워지고, a* 값은 감소, b* 값은 증가하여 색상이 대체적으로 진해짐을 알 수 있었다.

Table 3은 normal twist yarn을 사용한 plain 조직의 시료를 기준으로 했을 때, 농도가 각각 100인 cyan, magenta, yellow, black 색상의 ΔE 값을 측정한 것으로, hard twist yarn을 사용한 시료가 normal twist yarn을 사용한 시료보다 색차가 줄어드는 것으로 나타났다. 또한, Yarn twist에 상관없이 corduroy 조직이 기준 시료와의 색차가 가장 컸다.

Table 4는 hard twist yarn을 사용한 plain 조직 시료의 cyan, magenta, yellow, black 색상에 대한 견뢰도 실험결과로 모두 4급이상이었다.

4. 결 론

본 연구에서는 미디어의 특성이 DTP 프린팅 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 원사꼬임수를 달리하여 시료를 편직한 후, 원사 꼬임수 및 미디어의 편성구조에 따른 DTP 날염물의 염색성 및 색상변화에 대하여 조사하여 다음과 같은 결론들을 얻었다.

1. 미디어의 원사 꼬임수 증가에 따른 염색성을 비교한 결과, 모든 조직에서 hard-twist yarn을 사용한 시료가 normal-twist yarn을 사용한 시료보다 K/S 값이 컸다. 특히, 연색보다는 level input 값이 60 이상인 중농색에서 hard-twist yarn 시료와 normal-twist yarn 시료와의 K/S 값 차이가 더 커져 염착력 향상효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 중농색을 프린팅할 때에는 꼬임수가 많은 시료를 사용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. plain 조직의 경우, hard-twist yarn을 사용한 시료와 normal-twist yarn을 사용한 시료의 염착력 향상 차이가 가장 많이 나는 색상은 black이었다.
2. 미디어 편성구조에 따른 염색성을 비교한 결과, hard-twist yarn을 사용한 시료 중 plain 조직의 시료가 가장 높은 K/S 값을 나타내었고 corduroy 조직이 가장 낮은 K/S 값을 나타내었으며 normal-twist yarn을 사용한 시료도 거의 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 중농색을

DTP로 프린팅할 때 plain 조직을 활용하면 좀 더 진한 색상을 표현할 수 있을 것으로 판단된다.

3. Normal-twist yarn을 사용한 plain 조직의 시료를 기준으로 했을 때, normal-twist yarn을 사용한 시료와의 ΔE 값보다 hard-twist yarn을 사용한 시료와의 ΔE 값이 줄어드는 것으로 나타났고, yarn twist에 상관없이 corduroy 조직이 ΔE 값이 가장 컸다. 또한 hard-twist yarn을 사용한 시료의 L* 값이 감소하여 명도가 낮아짐을 알 수 있었다.

참고문헌

1. http://www.konicaminolta.com/inkjethead/ products/ textile_printer/nassenger_vij
2. http://www.keundo.com/sub-2/sub_1_1.html
3. http://eng.taeil.com/products
4. S. Y. Park, D. W. Jeon, Y. C. Park, B. S. Lee, and Y. H. Park, Effects of Color Management System on the Color Reproduction between Monitor and Printer in Digital Textile Printing, *Textile Science and Engineering(J. Korean Fiber Soc.),* **46**(2), 113-122(2009).
5. H. S. Park, Evaluation of Image Quality of InkJet Printing on the Spun Polyester Fabrics, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers),* **18**(5), 61-71(2006).
6. K. S. Park, “Developing Environment - Friendly Textile Products Using Chitosan as a Natural Finishing Agent”, Department of Clothing and Textiles, Ewha Womans University, p.109, 2009.
7. S. Y. Park, D. W. Jeon, Y. C. Park, and B. S. Lee, Effects on Printing Quality according to Yarn Twist and Knitting Structure of Media in Digital Textile Printing(I), *Textile Coloration and Finishing*, **22**(3), 282-291(2010).
8. Y. Kimberly, “Digital Color Comunication Solution Development for Textile Value Chain Improvment”, Ministry of Knowledge Economy, pp.67-69, 2009.
9. International Standard, “Information Technology - Office Equipment-Measurement of Image Quality Attributes for Hardcopy Output - Binary Monochrome Text and Graphic Images”, ISO/ IEC 13660:2001(E), 2001.
10. D. J. Forrest, J. C. Briggs, Y. Kim, and M. Tse, “Print Quality Analysis as QC Tool for Manufacturing Inkjet Print Heads”, IS&T’s NIP14, Int. Digital Printing Technologies Conf., Toronto, 1998.
11. W. W. Carr, H. Park, and J. F. Morris, “Textile Ink Jet : Drop Formation and Surface Interaction”, The National Textile Center Annual Report, November, p.9, 2004.
12. Y. M. Jeon, “Improvement of Antimicrobial Functions on Cellulose Fabrics with High Add-on of Chitosan”, Department of Textile Engineering, Yeungnam University, p.86, 2002.