

면 니트의 CPB 염색가공기술 및 현황

WS DYE TECH CO., LTD.



주식회사우성염직

대표이사 구 홍림

제 1장. 서론

섬유제품 중 의류용으로 소비자들이 가장 많이 선호하는 것은 면 섬유이고, 그중 니트제품이 차지하는 비율은 약 절반 정도이다. 면 섬유가 갖는 여러 가지 장점들을 대체하기 위하여 여러 가지 합성섬유가 개발되었으나, 천연섬유에 대한 소비자 인식이 높아지면서 스판덱스와 같은 탄성섬유를 제외한 합성섬유 소비는 점차 줄어들고 있는 반면, 면 섬유와 천연 원료에서 추출하는 모달, 텐셀, 라이오셀 등의 셀룰로오스계 신 소재는 그 소비가 증가하고 있는 추세이다.

종래 고급의류 제품은 울과 실크등 고급소재를 사용한 제품과 고급면사를 머서화 가공하여 실크와 같은 광택을 부여한 니트제품이 많았으나, 근래에는 면 섬유에 Lycra를 스판덱스 니트제품과 셀룰로오스계 신 소재 등 착용감, 촉감, 흡습성까지 갖춘 다 기능성 니트제품들이 정착되어 가는 추세이고, 이런 제품들이 갖추어야될 성능으로는 우수한 염색 견뢰도 와 반복세탁에서 수축의 안정은 물론, 균일한 외관, 필링이 적은 것 등의 품질 수준이 요구되고 있다.

한편, 오늘날 산업의 성패는 고부가가치 창출, 소비자 요구에 맞는 제품품질의 재현성, 생산성 향상, 그리고 환경 보호를 위한 환경 친화적인 생산이 요구되고 있는데, 이는 산업 전반에 걸쳐 변화되어야 되는 매우 중요한 요소이고, 염색업체도 생산의 자동화와 연속생산설비, 효과적인 공정 관리 등, 상당한 수준까지 변화되어 왔고, 이러한 변화는 생산업체에 수익성과 소비자 신뢰성 등 생산전반에 긍정적인 영향을 주고, 생산 환경의 개선은 물론, 용 폐수의 절감 등으로 환경 친화적인 염색가공을 할 수 있는 장점 때문에 직물염색 가공업체에서는 지속적인 성장추세에 있고

유럽에서는 인원의 최소화, 생산시간 단축, 환경영향 최소화를 위한 연속 염색 방법이 증가하고 있는 추세이다.

반응성 염색방법 중 연속염색방법인 패드스팀방법과 semi연속방법으로 콜드패드 배치방법이 있는데, 특히, 콜드패드배치 염색방법은 생산에서 장점을 갖는 염색방법으로서, 작업공정관리와 설비관리가 간편하고, 침염 방법에 비해서 염료 흡착율이 높고, 에너지 소비량이 적으며, 높은 생산성 등 훨씬 경제적인 염색방법이다. 또한, 염색공정에 대한 변수가 적은 관계로 높은 재현성의 실현, 기계에서의 마찰저하로 인한 중량감소가 적고, 외관의 개선으로 품질향상 등에서 효과적이며, 용수사용량의 감소로 염색 폐수가 적고, 염을 거의 사용하지 않으므로 환경에 대한 영향이 적은 것도 환경 친화적 염색방법으로서 부합된다고 할 수 있다.

그러나 니트염색의 경우 대부분 업체가 중소기업으로 배치식 염색을 하고있는 실정이고, 생산설비의 자동화, 특히, 연속생산 설비는 아직까지 미흡한 상태이다. 이는

니트직물 특성상 신축성에 의한 폭의 불안정성, 가장자리 말림으로 인한 불 균염, 특히, 연속염색 공정 중 장력에 의한 신축성 손상은 니트직물이 특징적으로 가지고 있는 신축성 손상에 의한 착용감 저하와 수축률 불량 등의 영향을 받을 수 있기 때문이다.

따라서, 면 니트 연속염색 관련 문제를 최소화 할 수 있는 연속염색 기술이 필요하다. 유럽등 선진국들에서도 면 니트직물의 반응성 염료를 이용한 연속염색을 위하여 패드스팀염색 법, 콜드패드배치염색 방법 등 다양한 기술개발이 진행중이고, 콜드패드배치 염색기술은 상당한 기술 수준을 확보하여 독일에 일부 업체에서는 콜드패드배치 염색방법으로 반응성 염색제품이 생산중인 것으로 알려져 있다. 국내에서도 몇몇 업체에서 면 니트 콜드패드배치 염색에 관한 연구가 이루어 졌던 사례가 있으나, 면 니트의 고 신축특성과 신축에 의한 원단의 말림 문제에 대한 기술적인 대비가 부족하여 개발이 중단되었다. 그러나 면 니트직물에 대한 콜드패드배치 염색은 필연적으로 필요한 기술이고, 소비자가 만족할만한 기술의 확보를 위해서 우선 면 니트직물이 갖는 특성을 이해하고, 그에 대비한 여러 가지 부수적인 기술이 병행되어야 콜드패드배치 염색기술을 확립할 수 있다고 생각된다.

제 2 장. CPB 염색을 위한 전처리.

1. 서 론

셀룰로오스섬유의 염색 공정중 전처리가 차지하는 비중이 약 50%라고 해도 과언이 아니다.

이유는 면 섬유는 목화 재배지역의 토양과 기후에 따라 생육시 함유되는 불순물의 량과 질에 밀접한 영향을 받고 있는 것으로 알려져 있고, 그러므로 인한 섬유의 색소와 섬도가 다르므로, 진행 전에 재배지역별 면 섬유 품질 차이에 대한 충분한 검토가 이루어 져야 된다고 생각된다. 특히, 과거에는 면화를 수입하여 국내에서 방적과 편직을 함으로 국내 사용원단의 품질이 비교적 양호했으나, 최근에는 국내 방적설비를 중국등 후진국으로 이전하여 생산되고 있기 때문에 원사 품질이 일정하지 않고, 더구나 편직 된 원단을 직수입하여 사용하는 경우도 많기 때문에 원단의 로트 차이가 심하고, 표백후 강력저하 및 중량저하가 심한 경우가 많다. 따라서 각 입고 원단에 대한 철저한 사전검토가 전처리공정 중 발생될 수 있는 문제를 최소화할 수 있는 것이라 생각된다.

면 섬유의 전처리는 일반적으로 정련과 표백으로 대별되고 섬유의 용도에 따라 알칼리를 이용한 머서화 처리를 하거나 감량 가공, 효소가공 등이 적용되어지고 있다. 면 섬유의 정련 표백시 주로, 알칼리(가성소다, 소다회)와 과산화수소 및 계면활성제가 사용되는데, 각 약품별 사용량, 처리온도, 시간 등에 따라 전처리 효과에 영향을 주고, 표백상태 불량으로 2차 표백을 한다거나, 사용용수에 금속이온(철, 동)이 있을 때, 용수 품질에 의한 섬유손상이 발생될 수 있으므로, 용수품질관리, 사용약제 품질 관리, 공정관리 등에 유의하여야 된다고 생각된다.

면 섬유 콜드패드배치염색에서 매우 중요하게 요구되는 조건은 처리 원단의 흡습성이라 할 수 있으며 이는 곧 전처리와 매우 밀접한 관계를 갖고 있다.

콜드패드배치염색은 염료 염액을 패딩 흡착시키고, 반응 고착하여 염색하는 메카니즘을 갖기 때문에 염색할 원단의 흡습성은 염착에 영향을 주어서 농도를 떨어뜨릴수도 있고, 부분 흡습성에 차이가 있을 경우 불균염의 원인이 되기도 한다. 일반적으로 콜드패드비치 염색하기 전, 건조된 원단의 수분 함량도 중요하지만, Hydrophilicity를 체크하는 이유도 바로 이런 문제를 최소화 하기 위한 일련의 조치이다.

2. 면 편성물의 전처리 효과

콜드패드배치 염색을 위한 면 편성물의 전처리는 염색할 원단의 균일도가 매우 중요하다는 것으로 알려져 있다. 일반 침염 형태의 배치방식으로 전처리 할 경우 우선 원단에 필링발생이 심하고, 부위별 마찰 정도에 따라서 염색할 때 균일하지 못한 pick up을 가져올 수 있으며, 그로 인한 염색 후 염반이 발생할 우려가 있고, 원단의 구김에 의한 품질저하 영향도 가져올 수 있다고 알려져 있다.

섬유 표면을 균일하게 전 처리할 수 있는 방법으로는 Pad-steaming정련 표백방법과 콜드패드배치 표백방법이 있다. 이상 두 가지 방법은 Tube상의 면 편성물을 Opening하여서, 확포방식으로 Pad steaming 및 Pad batching하여서 처리하므로, 침염형태의 배치방식 처리에서 발생하는 원단의 구김이나 로프형태의 마찰에 의한 염반을 줄일수 있기 때문이다.

기본적으로 면 섬유는, 주성분인 Cellulose 88~96%를 제외한 불순물을 함유하고 있는데, 대체로 면 섬유가 생성되는 과정에서 함유되는 물질들로서, 왁스와 펙틴, 단백질이 각각 1.0%내외이고, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 철분등 염화 화합물이 약 1%내외. 그리고 유기물등 기타성분 약 1%정도를 함유하고 있다.

Table 1.에서 면 섬유의 구성성분과 전처리후 평가기준을 정리하였는데, 일반적으로 염색을 진행하기 위한 정상적인 전 처리후 면 섬유는 주성분 Cellulose 99%이상이고, 기타 성분은 1% 미만을 유지하여야 된다.

Table 1. Raw cotton 구성성분과 전처리 품질 평가기준

구분	성분 내용	Raw Cotton 성분 함량	전 처리 후 성분 함량
주성분	Cellulose	88~96 %	99% 이상
Wax	Waxy alcohols, glycerine, fatty acid & esters hydrocarbons	0.4~1.0 %	0.3%
Pectin	sugar acid salt(Ca, Mg, Fe)	0.7~1.2 %	0
Protein	Poly amino acids, amino acid	1.1~1.9 %	0
Inorganic compound	chlorides(Ca, Mg, Na, Fe, Al) carbonate, phosphate, sulphate, determined as ash	0.7~1.6 %	0.2%
기타	Other organic compound Undetermined	0.5~1.0 %	-

3. 전처리 평가

반응성 염색을 위한 전처리는 일반적으로 색상의 농도와 밝기의 정도에 따라 정련과 표백공정으로 나뉘어 진다.

콜드패드배치염색을 위한 전처리의 품질평가는 건조후 원단 폭 방향으로 5~6곳에 물방울을 떨어뜨려서 물방울이 완전히 확산되는데 걸리는 시간을 측정하거나, 샘플링된 시료에 선으로 표시한 다음, 색상이 있는 액중에 담귀서 1cm의 높이까지 적셔지는 시간을 측정하는데 이런 측정방법을 Hydrophilicity 혹은 re-wetting test 라고 한다.

3-1. 정 련

3-1-가. 실험실적 정련.

실험실적 실험결과 Table 2.에 의하면 Hydrophilicity 측정결과에서 배치방식 정련 원단은 습윤 4-5초이고, Pad-steaming방식 정련 원단은 습윤 4초로써, 두 가지 결과 모두 습윤 능력은 비교적 양호하다고 평가되었다.

정련 조건에 의한 영향 흡습성 측정결과를 Table 3.에 나타내었다. 본 실험 결과를 종합할 때, Pad steam정련에서 각각의 환경관리범위를 잘 나타내 주고 있다.

Table 2. 실험실적 배치방식과 Pad-steam방식 정련 후 흡습성 비교

항목	배치방식	Pad steam
Hydrophilicity sec/cm (re-wetting test)	4-5	4

Assessment Tables

Hydrophilicity (rewettability)

Assessment table for a subsequent padding process

below 2 sec/cm	extremely high
2 - 3 sec/cm	very good
3 - 4 sec/cm	good acceptable
4 - 5 sec/cm	in some cases sufficient
above 5 sec/cm	process to be examined

Table 3. 정련환경 변화에 의한 흡습성 영향측정

항목	환경구분	흡습성 초 / cm	조건
온도 영향 (Steaming)	98℃	11	3 ml/l 침투정련제 30 ml/l 가성소다(50°Be) 10분 Steaming
	100℃	6	
	102℃	4	
	105℃	1-2	
시간영향 (Steaming)	5분	16	3 ml/l 침투정련제 30 ml/l 가성소다(50°Be) 102℃ Steaming
	10분	4	
	15분	3	
	20분	3	
농도 영향 (NaOH 50°Be)	10 ml/l	12	3 ml/l 침투정련제 ?? ml/l 가성소다(50°Be) 102℃, 10분 Steaming
	20 ml/l	6	
	30 ml/l	4	
	40 ml/l	3	
본 실험에서 침투정련제 3 ml/l, Pick up 100%, 98℃ 열탕 2분은 공통조건임.			

3-1-나 현장 정련 실험결과

연속정련공정은 생지 원단을 투입하므로, 첫 번째 Trough에 3ml/l 침투 정련제와 4ml/l Complexing agent를 통과하여 원단의 침적 및 무기물과 철분 등을 분해하는 Acid cracking, 정련을 위한 Chemical saturator통과 102℃에 10분간 Steaming, 스티머 후 정련효과를 높이기 위한 95℃열탕, 50℃에서 산 처리중화와 냉 수세 후, 망글 탈수하여 배출하였다.

본 실험에서는 정련 진행중 알칼리 분해상태를 파악하기 위한 정량(Dosing)후 알칼리의 분해거동을 측정하였는데, 60분 동안 기계가동상태에서 매 10분마다 측정결과 초기 알칼리 설정치와 진행 중 정련 욱의 알칼리농도는 거의 변화 없이 안정적으로 유지되는 것을 알 수 있었다.

정련실험약제는 아래 정련처방으로 진행하고 공정시간별 분해거동은 Table 4.에 정리하였다고, Table 5.에서는 정련이 끝난 다음 부위별 섬유 pH, 중량, 밀도와 Hydrophilicity 측정결과를 정리하였다.

정련 처방

3 ml/Kg	정련 침투제
40 ml/Kg	가성소다(50°Be)

Table 4. 연속 정련 공정시간별 가성소다의 분해거동

조제 \ 시간	설정량 ml/l	초기 정량 후	10분 경과	20분 경과	30분 경과	40분 경과	60분 경과
NaOH(50%)	40	35	34	33	33	34	34
원단조건	원단 폭 : 1700 mm 원단중량 : 220 g/m ²						

Table 5. 정련 후 원단 부위별 pH 및 중량, 밀도, Hydrophilicity 측정결과

항목		정련 후 건조원단		
		좌측 변부	중심	우측 변부
원단 pH		7.5	6.5	7.5
중량 (g/m ²)		234	229	236
밀도 (올/5cm)	wale	105	105	107
	course	154	152	156
Hydrophilicity (sec/cm ²)		4	3	5
Curling (cm)		11	-	12

- pH는 젖은 상태원단을 측정해야되므로 0.05% phenolphthalein solution을 이용하여 기계에서 배출즉시 젖은 원단을 측정하고 pH 지시 색표로 판정하였다.
- 중량은 KS K 0514, 밀도는 KS K 0512규격을 적용하였다.
- Hydrophilicity 측정은 drop wise method를 적용 0.5g/l Cibacron Turquoise GE solution을 텐터 건조된 정련원단에 한 방울 떨어뜨려서 번져지는 시간(초)을 측정하였다.
- Curling상태 길이는 기계에서 배출되는 원단의 변부 말림 부위의 폭을 측정하였다.

3-2. 표백

3-2-가. 실험실적 표백실험결과

표백실험은 세 가지 공정진행으로 동일시료를 비교 실시하였다.

배치방식은 반응성 침염공정에 적용되는 표백방법을 적용하였고, 적외선 염색시험기를 사용하였다.

Pad steam방식 표백은 실험실용 Padder와 steamer, 열탕공정은 비커를 이용하였고, Cold pad batch방식은 padder와 Incubator, 비커를 이용하였다.

실험실 표백결과 시료의 외관은 배치식 표백은 구김이 많은 반면 Pad steam법과 Cold pad batch방식은 외관이 매끈한 것을 알 수 있다. Hydrophilicity측정과 Whiteness측정치를 비교하였는데, Table 6.에서 배치식 결과는 Hydrophilicity 3초, Whiteness(CIE) 73이고, Pad steam식 결과는 3초/75, Cold pad batch식 결과는 5초/68로써, 실험실 비교결과 백도상태 75CIE인 Pad steam표백이 가장 양호하고, Cold pad batch방법이 가장 낮은 표백상태로 나타났다.

1) 표백환경 및 약제의 영향

표백환경 영향파악을 위하여 온도 및 시간의 영향을 실험하였고, 약품사용량에 의한 영향은 알칼리농도와 과산화수소농도에 의한 표백영향을 실험하였다.

온도의 영향은 98℃, 100℃, 102℃, 105℃ 네 가지 온도에서 실험하였는데, 일반 조건은 Pick up 100% Steaming 각 10분 처리 후, Hydrophilicity 측정과 CCM(Spectrophotometer)을 이용하여 Whiteness를 측정하여 결과를 비교하였다. Table 7. 온도에 의한 영향에서 Hydrophilicity 1~3초로 거의 비슷한 흡습을 보이고, 백도 또한, 75~80으로 비슷한 결과를 보이고 있다.

Table 8. 시간에 의한 영향에서 Steaming 5분일 때 흡습성 9초 백도 71로 다소 불량한 결과를 보였고, 나머지 10분 15분 20분 처리에서 흡습성 1~3초, 백도 77~79로 거의 동일한 결과를 보였다.

약제사용량에 의한 영향은 가성소다농도 및 과산화수소농도에 의한 영향을 측정하였다.

Table 9. 가성소다에 의한 영향을 보면, 알칼리 농도 최저 10ml/l와 최고 40ml/l의 Hydrophilicity측정에서 12초와 2초로 다소 차이 있고 백도에서도 69와 78로 알칼리 농도가 떨어질 경우 영향 있음을 알 수 있다.

Table 10. 과산화수소의 영향에서 역시 과산화수소 20ml/l와 30ml/l는 정상표백에 영향을 받는다는 걸 알 수 있고, 40ml/l와 50ml/l에서의 백도는 거의 차이 없음을 알 수 있다. Hydrophilicity 측정결과에서 과산화수소에 의한 영향은 거의 확인되지 않았다.

Table 6. 실험실 공정별 표백결과

Item		Batch	Pad steam	Cold pad batch
Hydrophilicity sec/cm		3	3	5
degree of whiteness	ISO/Tappi	75	84	70
	CIE	73	75	68

Table 7. Steaming 온도에 의한 표백후 흡습성 및 백도측정

항목	환경구분	Hydrophilicity sec / cm	Whiteness (CIE)	조건
온도 영향 (Steaming)	98 °C	3	75	3 ml/l 침투정련제 10 ml/l Stabilizer 30 ml/l 가성소다(50°Be) 40 ml/l H ₂ O ₂ (35%) 10분 Steaming
	100 °C	3	77	
	102 °C	2	77	
	105 °C	1	80	

Table 8. Steaming 시간에 의한 표백후 흡습성 및 백도측정

항목	환경구분	Hydrophilicity sec / cm	Whiteness (CIE)	조건
시간영향 (Steaming)	5분	9	71	3 ml/l 침투정련제 10 ml/l Stabilizer 30 ml/l 가성소다(50°Be) 40 ml/l H ₂ O ₂ (35%) 102 °C Steaming
	10분	3	77	
	15분	2	78	
	20분	1-2	79	

Table 9. 알칼리 농도에 의한 표백후 Hydrophilicity 및 백도측정

항목	사용량	Hydrophilicity sec / cm	Whiteness (CIE)	조건
NaOH (50°Be)	10 ml/l	12	69	3 ml/l 침투정련제 10 ml/l Stabilizer X ml/l 가성소다(50°Be) 40 ml/l H ₂ O ₂ (35%) 102°C Steaming
	20 ml/l	4	73	
	30 ml/l	2	77	
	40 ml/l	2	78	

Table 10. 과산화수소 농도에 의한 표백후 Hydrophilicity 및 백도측정

항목	사용량	Hydrophilicity sec / cm	Whiteness (CIE)	조건
H ₂ O ₂ (35%)	20 ml/l	4	70	3 ml/l 침투정련제 10 ml/l Stabilizer 30 ml/l 가성소다(50°Be) X ml/l H ₂ O ₂ (35%) 102°C Steaming
	30 ml/l	3	72	
	40 ml/l	2	77	
	50 ml/l	2	79	

본 실험에서 아래 네 가지 조건은 공동조건임.

- Acid cracking 70°C
- 약품패딩온도 30°C
- Pick up 100%,
- 열탕 98°C, 2분

3-2-나. 현장결과

1) 표백방법에 의한 효과 파악

표백현장 실험은 배치방법과 패드스팀표백, 콜드패드배치표백방법에 대한 섬유손상 등의 효과를 파악하기 위하여 각 각의 현장기계별 표백공정으로 진행되었다.

배치방식의 표백은 노즐분사방식 래피드 염색기에서 진행하였고, 패드스팀방식표백은 독일 KTM사의 Tricoflex washing range를 이용 진행하였다. 콜드패드배치표백은 CPB염색기를 이용하여 pick up 100%로 패딩하고 완전 밀폐하여, 30℃에서 24시간동안 배칭 반응한다음, Beam washing 하였다. Beam washing은 원단이 감긴 Beam에 직접 열수(98℃)와 냉수를 번갈아 흘려서 수세하는 방식으로 섬유에 마찰이 전무한 상태로 수세할수 있으나 원단이 빔에 감긴상태로 물을 흘려서 수세하는 구조로 정련효과가 저하되는 단점이 있다.

진행된 표백공정 원단의 Table 11. 성능분석결과를 보면, Spectrophotometer측정 백도결과에서 패드스팀표백과 콜드패드배치표백은 CIE 81과 78로 거의 비슷한 백도를 보이고, 배치방식은 상대비교시 다소 떨어진 것으로 나타났다. Hydrophilicity 측정에서는 패드스팀표백과 배치방식표백은 양호한 흡습 성능을 나타냈으나, 콜드패드배치표백은 흡습이 많이 저하되었다. 이것의 이유를 잔류 성분에서 알수 있는데, 콜드패드배치표백의 경우 산화표백제의 산화작용에 의한 표백은 잘 되었으나 저온 숙성이기 때문에 정련효과가 떨어져서 fat 등의 잔류성분이 다른 표백 방법에 비해 많이 남아있는 것을 알수 있다. 이런 잔류성분이 흡습성을 저해하는 것으로 생각된다. 면 섬유의 Damage factor는 상대적으로 콜드패드배치표백이 상당히 안정된 결과를 얻었는데 역시 저온 표백이고 섬유의 마찰 및 저 욱비 요인도 있는 것으로 생각된다. 배치방식의 경우 백도에서 가장 낮은 측정 결과를 보였고, Damage factor도 낮은 결과를 보였는데, 이것은 높은 온도에서 장시간(40분) 처리과정중 다른 공정에 비해 섬유의 손상이 더 많이 진행 된 것으로 생각된다.

본 실험에서 주목할 점은 Table 12. 에서 보듯 공정별 처리 후 섬유 중량변화인데, 미 처리 생지원단중량 218g/m²에서 배치방식표백후 254g/m², 패드스팀방식표백후 225g/m², 콜드패드배치방식표백후 216g/m²로 각 공정별 장력의 차이를 확실하게 파악할 수 있는 결과였다. 그리고 섬유의 밀도 역시 배치방식의 경우 Course 162이고, 패드스팀방식 155, 콜드패드배치방식 151등 폭 방향 수축의 차이를 보여주고, 원단의 폭 역시 배치방식이 가장 많이 축소되었음을 알 수 있다.

Table 11. Test Result of Bleach Method

Item	Grey fabric	Batch	Pad steam	Cold pad batch
Residual fat content %	0.51	0.18	0.16	0.23
Water soluble %	3.27	0.31	0.22	0.42
Hydrophilicity sec/cm	-	3	2	7
DP value (degree of polymerization)	2720	2010	2240	2250
Damage Factor s	-	0.33	0.21	0.21
degree of whiteness	Ganz	60	70	62
	ISO/Tappi	82	89.4	87
	CIE	72	81	78
	Berger	72	79	77

※ 본 결과에서 DP Value의 측정은 자체 실험 장비 미비로 스위스 바젤에 있는 Ciba SC본사 실험실에 시료를 의뢰하여 측정하였다.

DP value, damage factor s

Damage factor s *degree of protection by the bleach*

below 0.21 no damage at all

0.21 - 0.3 very carefully bleached

0.31 - 0.4 good carefully bleached

0.41 - 0.5 slightly damaged

above 0.5 strongly damaged

Table 12. 표백방법별 처리후 원단의 기초데이터 변화 측정

Item		Grey fabric	Batch	Pad steam	Cold pad batch
Width (mm)		1700	1350	1400	1450
Weight (g/m ²)		218	254	225	216
Density (올/5cm)	wale	-	110	106	105
	course	-	162	155	151

※ 생지원단은 부분 밀도 차이가 20%이상으로 매우 불안정하여 표기하지 않았다.

4. 결 론

실험결과 콜드패드배치 염색을 위한 면 편성물의 효과적인 전처리를 위해서는 염색에서 요구하는 면 편성물의 기본 품질을 충족 시켜야 되는데, 비교적 일반적으로 적용되는 배치방식 전처리와 Pad steam방식 전처리 그리고 콜드패드배치 전처리로 구분하여 각각의 전처리 효과를 파악하고 염색에서 요구하는 성능을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 콜드패드배치 염색을 위한 전처리는 배치방식의 경우 원단에 필링발생과 부위별 마찰정도에 따라서 염색할 때 균일하지 못한 pick up을 가져올 우려가 있으며, 염색 후 길이방향으로 불규칙한 줄무늬가 발생되었다. 그리고 원단에 구김발생으로 구김부위의 밀도차이가 발생되고, 그에 따른 염색 불 균염을 발생시켰다. 그뿐 아니고, 구김에 의한 품질저하 영향을 준다는 것으로 생각되었다.

2. 연속 표백 방식에서 용수의 품질은 매우 중요한 관리사항으로 용수 품질에 의한 문제 가능성은 항상 존재하고 이러한 위험을 방지하는 것은 완벽한 용수의 품질을 얻는 것이라 사료된다.

3. Pad steam방식 전처리에서 처리온도 105℃가 가장 좋은 흡습을 보였는데, 밀폐방식이 아닌 Steamer에서 105℃는 현실적으로 불가능 하지만 102℃를 유지하여 주는 것은 염색을 위한 Hydrophilicity결과에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

4. Pad-steaming방법에서는 표백중 과다 산화로 인한 섬유 손상이나 특히, Pin hole등이 발생할 우려 있기 때문에 과산화수소와 가성소다의 정량 관리가 중요하고 특히, 원단에 금속이 함유 되어있을때는 심각한 문제 발생우려 있으므로 원단 투입부에 금속 탐지기등의 장비를 설치하는 것이 바람직 하다고 사료 된다.

5. 콜드패드배치 표백방법이 섬유손상을 최소화하고 섬유의 구김발생 억제 및 필링을 최소화 할 수 있다는 점은 유리하지만, 콜드패드배치 표백방법은 비 연속식이고, 표백후 흡습성이 보장되지 않으며, 배칭이 끝난 후 긴 수세시간에 비해서 변부의 수세 불충분 등 번거로움으로 생산적인 방법은 아니라고 생각되었다.

6. Pad-steaming방식 정련, 표백에서 가장자리 말림에 의한 전처리 효과의 차이

는 염색공정에서 심각한 문제를 발생할 수 있기 때문에 가장자리 말림에 대한 대책이 필요한 것으로 나타났다.

7. 연속 표백공정에서 표백액의 온도 상승은 거의 40%이상 분해되어 소모되는 것으로 나타났으며, 환경 변화와 적절한 유속, 정확한 정보의 입력이 전처리 결과에 영향을 주므로 환경 및 정보관리에 주의가 필요하였다.

제 3장 반응성 염료의 특성 파악

제 1절 서론

면 니트 콜드패드배치 염색기술개발을 위한 목적은 두 가지로 대별할 수 있는데, 고객만족을 위한 목적과 생산공장 만족을 위한 목적이다.

첫째 고객만족은, 좋은 색상과 양호한 견뢰도, 깨끗한 외관을 확보하여 품질을 향상시키고, 환경 친화적인 작업조건으로 환경의 영향을 최소화하는 것, 그리고 적절한 가격과 신속한 대응에 의한 납기 만족이다.

둘째 생산공장 만족을 위한 목적은, 작업의 안정성과 높은 생산성, 불량률의 감소와 최적의 생산단가 그리고 대외신뢰 확보 등이다.

이상의 목적달성을 위해서 품질확보를 우선해야 되고, 품질확보는 새로운 제품생산 기술의 축적과 생산에 대한 신뢰가 구축되어야 된다. 생산에 대한 신뢰는 목표 품질을 얻기 위한 최적의 염료 확보와 최적 작업환경의 설정으로 이룰 수 있다.

따라서 본 연구에서는 적합한 염료를 선정하고, 그에 따른 환경 및 공정을 파악하고 염색결과를 평가하여 면 니트에 대한 콜드패드배치염색방법을 확립하는데 있다.

1. 염료의 특성

반응성 염료의 면 니트에 대한 콜드패드배치염색공정은 직물에 대한 공정에 비해서 다소 복잡한 관리포인트를 갖는다. 면 니트의 특성인 신축성이 갖는 장력에 대한 영향과 이로 인한 배칭 조건의 차이, 염색 후 수세공정의 차이 등 면 니트에 대한 콜드패드배치염색기술 확립하기 위한 염색공정이 확립되어야 된다.

Table 13.에 반응성 염료가 갖추어야될 기본적인 조건을 파악해보면, 콜드패드배치염색을 위하여 침염방법과 구분되어야 되는 조건들은, 침염방법은 염색온도가 60~80℃인데, CPB Padding조건은 25℃ ±5℃를 유지해야되고, 침염에서 욕비 원단 Kg당 8~12리터의 물이 필요하지만, CPB는 약 1.2리터의 물로 염색한다. 침염은 흡진과 고착을 위해서 다량의 염류들, 소금(Sodium chloride)이나 망초(Glauber salt)와 Soda ash 혹은 가성소다를 사용하지만, CPB염색에서는 섬유에 농축 흡착시켜 반응고착 하므로 알칼리만 투입하면 된다.

Table 13. 침염염색방법과 콜드패드배치염색방법의 환경 비교

	Exhaust Dyeing	Cold-Pad-Batch
Dyeing Temperature	60 - 80 °C	20 - 30 °C
Liquid Ratio	8 - 12 l/Kg	0.9 - 1.2 l/Kg
Salt	10-80 g/l	-
Alkali	Soda ash 5 - 20 g/l	Caustic soda 4 - 23 ml/l
Fixations	Deeping 20 - 60 min	Batching(Aging) 6 - 24Hrs

패드 액의 준비는 대체로 원단 중량의 100%정도를 하는데, 배치방법에서 염색 액 800~1000%(염비 1:10)과 대조적이다. 이러한 조건을 맞추기 위해서 콜드패드배치 염색을 위한 반응성 염료가 갖추어야될 필수조건이 있는데 대략 다음과 같다.

- ◇ 패딩 액의 온도를 낮추기 위해서는 저온 용해성이 좋아야 된다.
- ◇ 농색을 위한 염료의 용해도가 높아야 되고, 침전이 없어야 된다.
- ◇ 알칼리 안정성이 좋아야 된다.
- ◇ 침투제와 섬유유의 잔류 부착물에 의한 영향을 줄이기 위해서 첨가되는 활성제, 소포제 등과 병용성이 좋아야 된다.
- ◇ 테일링의 영향을 최소화하기 위해서 친화력이 너무 높지 않아야 된다.
- ◇ Black, Navy 등 사용량이 많은 염료는 되도록 액체(Liquid)염료를 사용하는 것이 염료의 대량 용해에 걸리는 시간을 단축할 수 있다.
- ◇ 염색 후 수세성이 좋아야 된다.
- ◇ 염색견뢰도가 좋아야 된다.

따라서 본 연구에서 반응성염료가 콜드패드배치염색을 위해서 갖추어야될 조건을 충족할 수 있는 염료를 선택하기 위하여 염료의 용해성 및 용해도와 침전성을 파악

하고 알칼리 안정성 병용성 및 섬유친화력 수세성과 최종 염색 견뢰도를 측정하여 가장 이상적인 염료의 선정을 파악하여야 된다.

2. 콜드패드배치의 배칭 시간

반응성염료를 이용한 콜드패드배치염색의 특성은 일반 침염염색방법에 비하여 pH를 높게 조정하여 저온에서 반응시키는 구조로 Padding 액의 pH를 조정해서 반응속도를 조정할 수 있다. pH를 높게 하면 반응속도는 급격하게 빨라지는 대신 안정적인 결과를 얻을 수 없는데, 알칼리의 농도가 높아질수록 반응성염료는 안정성이 저하되어 염료가 섬유에 반응하기 전에 먼저 알칼리와 반응하여 염료의 반응기능은 상실되고 그에 따른 농도 저하 색조의 변화등이 일어나게 되므로 관련 요인들을 고려하여 적절한 반응으로 원하는 결과를 얻을수 있도록 환경을 조정해야 된다.

일반적으로 콜드패드배치방법은 단시간 배칭방법과 장시간 배칭방법으로 나누어지고 각각의 방법에는 장점과 단점이 있는데,

단시간 배칭법의 특징

- 배칭 시간이 짧기 때문에 최대의 생산성이 보장된다.
- 배칭 시간의 단축은 환경 관리가 용이하다.
- 배칭을 위하여 넓은 공간이 소요되지 않고 설비도 최소화 할수 있다.
- 배칭시간이 짧아지면 온도의 관리가 쉽고 짧아지므로 색상재현성이 좋아진다.
- 배칭 시간이 짧아지려면 알칼리 농도가 높아지므로 염료의 안정성이 저하된다.
-

장시간 배칭법의 특징

- 패딩환경의 안정성이 필요할 경우(색상이 연하거나, 피염물이 일반보다 얇은 직물일 때, turn over시간이 길어질 때)
- 머서화 면이나 신소재 셀룰로오스직물의 경우 염착이 빠르기 때문에 균일한 염색이 어려운 단점이 있는데, 이런 경우 염착속도를 낮추어서 피염물의 균일도를 향상시킬수 있다.

- 주변 환경에 영향을 많이 받는 경우 예를 들어 여름철은 주변 기온이 상승하여 패딩액의 안정성을 유지하기 곤란한 경우가 있다. 이런 경우 장시간 배칭은 알칼리의 농도를 줄일수 있으므로 매우 유리한 결과를 얻을수 있다.
- 극도로 환경 관리가 어려운 경우 소다회나 중조 등 저농도 알칼리를 사용하여 패딩액의 안정성을 높여서 좋은 결과를 얻을수도 있다.

따라서 본 연구에서 이러한 영향들을 고려하여 적절한 배칭시간과 작업하고자 하는 소재에 대한 최적 환경을 조성하는데 있다.

제 2절 실험

콜드패드배치염색 적용염료의 특성파악을 위해 염료별 기본특성과 요구되는조건을 비교해 보았다.

염료는 직물의 콜드패드배치 염색용으로 사용하는 다음 두 가지 Type을 사용하였다.

- Remazol (Dystar)염료 - Vinylsulphone Type
- Cibacron C (CIBA)염료 - Monofluorotriazine + VS type (2 관능성)

제 3절 결과 및 고찰

1. 염료의 용해성 파악결과

콜드패드배치 염색에서 문제점 중 하나는 적은량의 용수만을 이용하여 패딩액을 제조해야되는 점과 반응성염료는 뜨거운 물에서 용해가 잘되지만 높은 온도에서 패딩액의 안정성이 보장되지 않기 때문에 저온 용해를 요구하는 것이다. 물론, Black 염료는 액체 염료 제품이 있으나 기타 다른 유색 염료들은 염료의 안정성 문제로 보관기간이 짧기 때문에 액상화가 어렵다는 점이다.

따라서 콜드패드배치 염색에 사용하는 반응성염료는 저온 용해성이 떨어지는 염료는 사용을 피하는 것이 좋고, 고 농도염색에 적합한 용해성을 갖는 염료의 선정도 매우 중요하다고 생각한다.

따라서, 본 실험에서는 각 염료별 용해성을 파악하여 콜드패드배치 염색환경에 부합되는 염료를 선정하고 작업에 좀더 안정적인 특성의 염료를 적용 관리하는 것에 중점을 두었다.

용해성은 선정된 Remazol염료와 Cibacron 염료를 한가지씩 개별적으로 두 가지 농도로 용해하여 특성을 비교하였는데, 용해성의 판정은 기계적인 평가가 불가능하므로, 63 μm Mesh(mesh No. 230)에 통과시킨 다음, 잔류물을 확인하는 방법으로 파악하였다.

Table 14.에 의하면 Remazol 염료는 콜드패드배치 염색에 추천되는 염료만을 선정하였고, 모든 염료가 25℃에서는 제대로 용해되지 않았는데, 이는 염료의 특성이 찬물에는 용해하지 않는다는 것을 알 수 있다. 50℃나 80℃에서도 염료량이 많을 경우 완전 용해가 불가능하고, 임의로 시간을 늘리거나 용수의 온도를 90℃ 이상 올렸을 때 완전 용해되는 것을 알 수 있었다. 특히 Remazol G/Yellow RNL은 80g/l 용해시 50℃에서는 전혀 용해되지 않은 덩어리가 필터에 많이 잔류하였는데, 80℃ 용해하여 Urea를 투입하여도 약간의 찌꺼기가 필터에 남는 것을 알 수 있었다. Remazol Red RB 역시 50℃에서 전혀 용해되지 않았고, 80℃에서는 약간의 찌꺼기가 남았는데 Urea를 투입했을 때 완전하게 용해되었다. 그 중에서도 Remazol Blue RR과 N/Blue RRN은 50℃에서 약간의 용해가 진행되었고 80℃에서는 비교적 쉽게 용해되었다. 이렇듯 높은 온도에서 비교적 용해가 잘 되었지만, 패딩을 위한 염액의 온도문제는 관리에 많은 노력이 필요하다고 생각된다.

반면, Table 15. Cibacron 염료의 용해특성에서는 거의 모든 염료가 25℃에서 찬물에서도 양호한 용해성을 보여 주었고, 80g/l 용해에서 약간의 잔류물이 검출되었지만, 시간을 임의로 약간 경과시킬 경우 모든 염료 완벽하게 용해되었다. 50℃와 80℃에서는 모든 염료 완전히 용해되는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 비교해 보면 콜드패드배치 염색작업에서 염료 용해공정의 편의를 위해서는 Remazol 염료보다 Cibacron 염료가 훨씬 유리하다는 것을 확연하게 보여 주었고, 패딩 온도 관리도 훨씬 유리하다는 것을 알 수 있었다.

본 실험을 통하여 알 수 있는 점은 Remazol 염료를 80℃로 용해한 다음 Urea를 투입하면 같은 부피의 찬물을 투입했을 때 보다 약 10~15℃가 더 저하되었는데, 염료 용해공정에서 Urea를 투입하면 용해성이 향상되면서 온도를 저하시키는 성질도 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 14. Remazol 염료의 용해성 파악결과

염료명	염료 농도	25℃ 용해	50℃ 용해	80℃ 용해	비고
<i>Remazol G/Yellow RNL</i>	40 g/l	△	○	◎	비교적 양호
	80 g/l	×	×	○	불량
	<i>Urea 100 g/l +</i>	×	△	○	불량
<i>Remazol Red RB</i>	40 g/l	△	○	◎	비교적 양호
	80 g/l	×	△	○	불량
	<i>Urea 100 g/l +</i>	×	△	◎	비교적 불량
<i>Remazol Blue RR</i>	40 g/l	△	○	◎	비교적 양호
	80 g/l	×	△	○	불량
	<i>Urea 100 g/l +</i>	×	△	◎	비교적 불량
<i>Remazol N/Blue RRN</i>	40 g/l	△	○	◎	비교적 양호
	80 g/l	×	△	○	불량
	<i>Urea 100 g/l +</i>	×	△	◎	비교적 불량
범례 : ◎ 완전용해 ○ 용해되나 슬러지 약간 잔류			△ 불완전 용해 덩어리 남음 × 용해 불량		

Table 15. Cibacron C 염료의 용해성 파악결과

염료명	염료 농도	25℃ 용해	50℃ 용해	80℃ 용해	비고
<i>Cibacron Yellow C-2R</i>	40 g/l	◎	◎	◎	양호
	80 g/l	○	◎	◎	비교적 양호
	Urea 100 g/l + 80 g/l	○	◎	◎	비교적 양호
<i>Cibacron Red C-2G</i>	40 g/l	◎	◎	◎	양호
	80 g/l	◎	◎	◎	양호
	Urea 100 g/l + 80 g/l	○	◎	◎	비교적 양호
<i>Cibacron Blue C-R</i>	40 g/l	◎	◎	◎	양호
	80 g/l	◎	◎	◎	양호
	Urea 100 g/l + 80 g/l	○	◎	◎	비교적 양호
<i>Cibacron N/Blue C-B</i>	40 g/l	◎	◎	◎	양호
	80 g/l	◎	◎	◎	양호
	Urea 100 g/l + 80 g/l	○	◎	◎	비교적 양호
범례 : ◎ 완전용해 ○ 용해되나 슬러지 약간 잔류			△ 불완전 용해 덩어리 남음 × 용해 불량		

Table 16. 침투제 사용량에 따른 Pick up 변화

구분	침투제 사용량 Irgapadol PR (g/l)	0	1	2	4	6	8
A	<i>CM 16s Jersey</i> Pick up(%)	75	94	102	104	105	105
B	<i>CM 30s Interlock</i> Pick up(%)	65	78	98	100	102	101

- * Test padder : Horizontal / Mathis HVF(horizontal & vertical free)
- * Padding temp : 25℃
- * Padding speed : 1m/min
- * Immersion time : 2.5sec

Table 16.의 결과에서, 침투력 좋아지면 Pick up은 올라가고 침투력 저하되면 Pick up도 낮아지는 것을 알 수 있다. 기본 사용량 2 g/l에 Pick up 100%를 기준으로 침투제 무사용일 때 시료 **A**는 75%, **B**는 65%로 현저히 저하되었는데, 1 g/l에서는 94%와 78%를 보였고, 4 g/l와 6 g/l사용시에도 각 104%와 105%로서 침투제 사용량이 절반이거나 2배, 3배로 올라가도 기본적인 침투력이 충족되었을 때 Pick up에는 영향이 적은 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합하면, 원사 및 조직에 의한 Pick up차이는 원단구조에 물리적으로 전달되는 에너지에 의한 차이로 보여지고, 침투제 사용량에 의한 Pick up의 차이보다는 침투제 사용하지 않은 시료 **A** 75%와 **B** 65%의 경우를 보면 원단이 갖는 흡습성능 차이에 의한 문제로 생각되었다. 전처리결과를 측정하지 않았을 때는 문제를 여러 가지로 가정해 볼 수 있었으나, 이 두 원단의 Hydrophilicity측정결과, **A** 원단이 3초, **B** 원단이 5초로써 흡습성의 차이가 무 조제에서 Pick up 차이를 보인 것으로 확인되었다.

따라서 패딩에 영향을 주는 인자로, 전처리 성능 관리가 중요하다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

가. 알칼리 안정성

패딩에서 알칼리에 의한 액의 안정성 여부는 염색 중 기계의 진행속도에 비례하여 원단의 중량과 Pick up에 의한 Trough염액의 turn over시간을 결정하는 데 중요한 인자로 작용된다. 이것은 알칼리 안정성이 낮은 염료를 사용했을 때 진행되는 Trough에 계속 잔류되는 염액의 안정성이 저하되어 전혀 예기치 않은 결과를 가져올 수 있기 때문이다.

본 실험은 기본 조성조건으로 VS Type염료 염액과 FT Type염료 염액에 각각 알칼리를 투입하여 패딩 조에 공급했을 때, 시간이 경과되면서 염료가 알칼리에 가수분해되는 정도를 파악하기 위하여 알칼리 투입 즉시 패딩과, 10분, 20분, 30분, 60분 경과 후 패딩 한 다음, 현장과 동일한 조건으로 인큐베이터를 이용 25℃에서 15시간 반응하여 염색 결과를 Spectrophotometer로 측정하여 색상차이를 ΔE 값으로 표시하였다.

Table 17.은 VS Type 염료의 알칼리 안정성을 시간별로 검토한 결과인데, 외국 바이어 품질관리 색차 Tolerance는 $\Delta E1.0$ 이고 일반 관용은 대략 $\Delta E1.5$ 까지 관리한다. 이것을 평가기준으로, 알칼리투입 10분 후 $\Delta E0.55$ 로서, 10분까지 비교적 안정한 것으로 평가 할 수 있다. 그러나 20분 경과결과는 $\Delta E1.64$ 로 기준평가에 미달되었고 30분 경과 $\Delta E 3.74$ 로 전혀 다른 색상을 재현하였다. 또한, 농도 판정기준은 Lightness값인데, 농도기준으로 판정하면, Standard L*28.25에서 10분 dL0.49 (-1.7%), 20분 dL1.52 (-5.4%), 30분 dL3.25 (-11.5%), 60분 dL7.64(-27%)로 저하 측정 되었으나, 실제 육안 판정으로는 30분에 약-30%, 60분은 약 -50이상으로 판정되었다. 30분 경과색상 전체반사 값 비교해보면 b* -0.6으로 약 8%정도 Yellow와 Blue가 저하되면서, a* 1.76으로 기준대비 약 15% 붉은 계열로 색조 바뀐 것을 알 수 있다. 60분 경과는 30분보다 약 2배 차이를 보인다. 이런 결과는 VS type 반응성 염료의 알칼리 취약점을 나타내었고 세심한 주의가 요구된다는 것을 알 수 있었다.

Table 18. FT Type 염료의 알칼리 안정성을 시간별로 보면, 알칼리투입 10분 $\Delta E0.29$ 이고 20분 $\Delta E1.22$ 로서, 20분까지 비교적 안정으로 평가 할 수 있다. 30분 $\Delta E1.63$ 은 VS Type염료 20분결과($\Delta E1.64$)와 같은 값을 보였고, FT Type염료 60분결과 $\Delta E3.68$ 은 VS Type염료 30분결과($\Delta E3.74$)보다 안정한 것을 알 수 있었다. Lightness결과에서는, Standard L*30.27기준, 10분결과 dL0.01(≒%), 20분결과 dL0.65(-2.1%), 30분결과 dL0.99(-3.3%), 60분결과 dL2.6(-8.5%)으로 측정되었는데, 육안 판정에서도 VS Type염료와 비교할 때 농도 및 색조를 기준으로 거의 3배 정도의 안정성을 보여주고 있다.

Table 17. VS Type 염료 알칼리에 의한 패딩 안정성 시간별 영향

Time	구분	L*	a*	b*	C	h	ΔE
1min	Standard	28.25	20.13	8.73	21.94	23.45	-
10min	Batch	29.25	20.36	8.63	22.11	22.98	0.55
	Difference	0.49	0.23	-0.1	0.17	-0.18	
20min	Batch	30.28	20.69	8.51	22.37	22.35	1.64
	Difference	1.52	0.56	-0.23	0.42	-0.43	
30min	Batch	32.0	21.89	8.14	23.35	20.39	3.74
	Difference	3.25	1.76	-0.60	1.41	-1.21	
60min	Batch	36.39	23.47	7.14	24.54	16.93	8.49
	Difference	7.64	3.34	-1.59	2.59	-2.64	

Table 18. FT Type 염료 알칼리에 의한 패딩안정성 시간별 영향

Time	구분	L*	a*	b*	C	h	ΔE
1min	Standard	30.27	24.03	18.37	30.24	37.39	-
10min	Batch	30.27	23.96	18.65	30.36	37.90	0.29
	Difference	0.01	-0.06	0.29	0.12	0.27	
20min	Batch	30.91	24.42	19.32	31.14	38.35	1.22
	Difference	0.65	0.40	0.96	0.90	0.51	
30min	Batch	31.65	24.47	19.58	31.34	38.66	1.63
	Difference	0.99	0.45	1.21	1.10	0.68	
60min	Batch	32.87	25.06	20.76	32.54	39.64	3.68
	Difference	2.60	1.04	2.39	2.30	1.23	

나. 온도 안정성파악

패딩 온도는 염액의 안정성은 물론, Trough의 염액농도를 변화시키는 원인이기도 하다. Tough온도가 상승하면 반응속도가 빨라지면서 섬유에 직접흡착이 일어나고, 알칼리와 염료가 직접반응을 일으켜서 가수분해되기 때문에 시간이 경과할수록 Trough의 염액농도를 저하시켜 Tailing현상을 발생시킨다.

본 실험에서는 VS Type염료와 FT Type염료의 패딩온도에 의한 염료의 안정성을 염액과 알칼리액 조액 후 1분만에 Pick up 100%로 Padding speed 1m/min으로 염액온도 기본조건 25℃와 30℃, 40℃, 50℃ 네 가지 조건으로 패딩하고 인큐베이터에서 25℃ 15시간 고착시켜 염색 후 색상을 Spectrophotometer로 ΔE값으로 측정하였다.

VS Type염료의 온도에 의한 안정성결과 Table 19.에서 보면, 염색 후 ΔE값에서 40℃결과 보다 30℃결과가 더 많은 차이가 있는 것을 알 수 있는데, 이것의 차이는 농도(L*)를 보면 이해 할 수 있다. Standard 25℃ L*28.65보다 30℃의 L*27.9로 dL-0.75로서, 낮은 Lightness를 보이고 있다. 이것은 30℃의 농도가 25℃보다 오히려 높다는 것을 보여 주는 것이다. 40℃의 농도는 L*28.73으로 dL0.08만큼 Lightness값이 약간 상승했는데, Standard 25℃에 비하여 농도가 다소 저하 된 것을 보여주고 있다. 그리고 50℃는 L*30.8로 dL2.16으로 상승했는데, 30℃에 비해서 농도 10.1% 저하 된 것을 알 수 있다. 이상의 결과를 종합할 때 패딩온도에서의 염료의 안정성은 25℃부터 40℃까지는 거의 안정적이고 40℃보다 높아 질 때 급속하게 안정성이 떨어지면서 농도 및 색조에 영향을 주는 것으로 파악되었다.

FT Type 염료의 온도에 의한 안정성결과 Table 20.에서 보면, Standard 25℃ 기준으로 30℃ ΔE0.42, 40℃ ΔE0.48, 50℃ ΔE1.8로써 세 가지 평균 ΔE0.93이고, 농도수치를 나타내는 Lightness는 25℃ L* 30.16보다 30℃ L*29.81로 dL-0.35인데, 역시 농도가 상승되었음을 보여 준다.

이상의 결과를 염료별로 비교해 볼 때, VS Type염료는 25℃기준에 비해 30℃가 dE0.81에서 40℃ dE0.13으로 차이 0.68이고, 40℃와 50℃는 2.25의 차이를 보이고 있다. Lightness는 30℃ dL-0.75, 40℃ dL0.08, 50℃ dL2.16으로 25℃ L*28.65를 기준으로 30℃와 40℃의 농도차이 2.9%이고, 30℃와 50℃ 농도차이는 10.1%를 보였다. 반면 FT Type은 30℃와 50℃ dE1.38이고, 농도차이는 4.7%로써, 온도에 의한 패딩안정성 비교결과 FT Type염료가 훨씬 안정적인 것으로 나타내었다.

Table 19. VS Type염료의 패딩온도 안정성

Time	구분	L*	a*	b*	C	h	ΔE
25℃	Standard	28.65	20.01	8.58	21.77	23.22	-
30℃	Batch	27.9	19.7	8.54	21.47	23.45	0.81
	Difference	-0.75 (+2.6%)	-0.31	-0.04	-0.30	0.08	
40℃	Batch	28.73	20.09	8.63	21.87	23.24	0.13
	Difference	0.08 (-0.3%)	0.09	0.04	0.1	0.01	
50℃	Batch	30.80	21.30	8.14	22.80	20.93	2.55
	Difference	2.16 (-7.5%)	1.29	-0.44	1.03	0.89	

Table 20. FT Type 염료의 패딩온도 안정성

Time	구분	L*	a*	b*	C	h	ΔE
25°C	Standard	30.16	24.05	18.28	30.21	37.24	-
30°C	Batch	<i>29.81</i>	<i>23.88</i>	<i>12.44</i>	<i>30.17</i>	<i>37.68</i>	<i>0.42</i>
	Difference	<i>-0.35</i> <i>(+1.2%)</i>	<i>-0.18</i>	<i>0.15</i>	<i>-0.05</i>	<i>0.23</i>	
40°C	Batch	<i>30.53</i>	<i>24.11</i>	<i>18.58</i>	<i>30.44</i>	<i>37.62</i>	<i>0.48</i>
	Difference	<i>0.37</i> <i>(-1.2%)</i>	<i>0.06</i>	<i>0.29</i>	<i>0.22</i>	<i>0.20</i>	
50°C	Batch	<i>31.22</i>	<i>24.77</i>	<i>19.55</i>	<i>31.55</i>	<i>38.28</i>	<i>1.80</i>
	Difference	<i>1.06</i> <i>(-3.5%)</i>	<i>0.72</i>	<i>1.26</i>	<i>1.34</i>	<i>0.56</i>	

제 4절 결론

콜드패드배치 염색방법에서 반응성염료가 갖추어야 될 기본 사항으로 패딩액의 관리를 위해 염료의 용해성, 알칼리 안정성 및 온도에 대한 안정성과 배칭 조건 파악, 염색 건뢰도성능을 파악한 결과 콜드패드배치 염색용 반응성염료를 선정하는 다음과 같은 몇 가지 결론을 얻었다.

1. 염료의 용해도는 콜드패드배치 염색을 진행하는데 중요한 요인으로서, 염료의 용해도가 저하되면, 고온에서 용해하고 냉각해야 되는 등 용해공정부터 시간낭비와 용해 중 발생하는 반응성염료의 고온반응에 의한 재현성손실 및 패딩안정성 저하 등 관리포인트가 복잡해지므로, 저온용해성이 좋은 염료를 선별하는 것이 염색공정을 단축하고, 관리를 용이하게 할 수 있는 것으로 사료되었다.
2. 패딩안정을 위한 Pick up의 거동은 침투제 사용량에는 별 영향 없는 것으로 나타났으며 기계의 압력, 원단의 종류도 중요하지만 사용될 원단의 전처리상태가 패딩 후 Pick up에 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다.
3. 패딩액의 알칼리 환경에서 안정성은 실제 작업이 진행중일 때 많은 변수를 동반하는데, VS type염료의 안정성은 약 10분으로써, 알칼리 조액 후 문제뿐 아니고 작업 진행중 Trough turn over time에도 영향을 받을 수 있으며 처리원단의 단위중량(g/m²)에 의한 trough액의 교환시간도 중요하다는 것을 알 수 있다. 한편, FT type 염료는 20분 경과에서 ΔE 1.22로써 VS type염료에 비해 약 2배 정도의 안정성을 갖는 것으로 나타났는데, 이는 콜드패드배치염색에서 조건에 따른 염료의 선정에 중요한 요인으로 나타났다.
4. 패딩용액의 온도 안정성은 일반적으로 관리되는 온도 25℃에서 30℃온도에서는 VS type염료나 FT type염료모두 안정성이 있는 것으로 나타났으나, 용해성이 좋지 않은 염료사용으로 용해온도가 올라갔을 경우 작업온도까지 냉각후 패딩해야 정상결과를 얻을 수 있는 것이 확인되었다. 특히 용해성 좋지 않은 VS type 염료 사용 중에 용해온도를 높였을 때는 용해의 보완을 위해서 요소(Urea)를 사용할 때 용해성도 향상되지만 용해조의 온도를 저하시키는 효과도 있었다.
5. 배칭환경에서 알칼리 사용량과 배칭 시간 그리고 패딩온도와 배칭온도의 차이에 의하여 색상의 농도 및 균염성 그리고 색상 재현성이 영향을 받는다는 결과를 반복되는 실험에 의해서 입증되어졌으며, 특히, 알칼리 량을 정량을 사용하고 표

준 12시간을 경과했을 때 농도가 서서히 저하되어 24시간을 경과하면 VS type 은 12%이상 농도 저하가 발생되었다. 그리고 알칼리 량을 60%만 적용했을 때 정상 사용량에 비해 약 1.5배의 시간이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 배칭 시간에 의한 가수분해 현상은 앞으로 대량 생산 작업에서 상당히 중요한 요소로 작용되어질 실험이었다. 일반적으로 알려진 배칭 시간이 적당히 길어지면 농도가 향상되고, 가성소다 량을 줄이고 배칭 시간을 늘리면 좀더 안정적인 결과를 얻을 수 있다는 내용과는 달리 가성소다 량을 줄여도 알칼리 조건에서 시간이 길어지면 오히려 농도가 저하된다는 사실을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

6. 콜드패드배치 염색에서의 일광 견뢰도와 땀·일광 견뢰도의 확보에 대해서는 일반적인 견해와 같이 VS type염료의 알칼리 안정성 불안으로 알칼리성 땀액에서 불만족스러운 결과를 얻었는데, FT type 염료에서는 Red 228번을 제외하고 대부분 만족할만한 수준의 견뢰도를 얻을 수 있었다. 일광 견뢰도 및 땀·일광복합 견뢰도를 요구하는 작업에는 CI Reactive Red 271 염료를 사용하여 소비자 불만 문제들의 해결이 가능하다는 것을 알 수 있었다.

제 4장 면 니트의 콜드패드배치 문제점

제 1절 서론

면 니트의 콜드패드배치 염색에서 전처리를 포함 한 공정 전반에 걸쳐 원단을 개 폭 하여 진행해야 된다. 이것은 면 니트가 갖는 신축성에 의한 변부 말림과 장력을 받으면서 공정진행이 된다는 것인데, 진행중 변부의 말림은 여러 가지 부작용을 가져오게 된다. 원단의 변부 말림은 전처리의 영향에서도 언급되었지만, 말림 부위의 정련 효과 저하와 전처리 후 알칼리 중화(Neutralize)불량으로 인한 원단 pH의 불균일, Hydrophilicity능력 저하, 밀도가 균일하지 못하고 염색에서 Pick up의 불균일로 인한 불 균염과 리스팅 발생 등이다.

변부의 말림을 최소화하기 위한 방법으로는 처리기계의 구조적인 설계가 우선 되어야 되겠지만, 현실적으로 설비자금 부담 등으로 쉽지 않고 현재의 설비를 가지고 해결방법을 찾는 것이 현실적이다.

변부 말림을 줄일 수 있는 방법으로는 원단의 폭을 세트시키는 Presetting과 변부의 Gum up, 그리고 기계적인 장치의 보강 등이 있다.

합성섬유나 Lycra 함유 면직물의 경우 Heat Presetting방법이 많이 사용되고 있는데 Presetting을 할 경우 합성섬유 원단은 열에 의한 고착으로 원단형태가 안정되어 거의 말림이나 원단의 구김 등은 발생되지 않는다.

그러나 면 니트 직물의 경우 Presetting을 한 다음에도 다소의 말림은 발생하게 된다. 이것의 가장 큰 원인은 면 니트의 신축성인데, 면 니트는 길이방향으로 장력을 받게 되면 신축으로 인하여 폭 방향으로 움츠러드는 작용을 하기 때문에 힘의 변형이 유리한 변부에 말림이 발생하게 된다. 이런 현상은 일반 침염염색을 보면 알 수 있는데, 일반 침염염색의 경우 대부분 Presetting을 한 다음 다시 봉침을 하여서 염색을 진행하게 된다. 그리고 변부에 Gum up을 하는 것은 전처리 공정에서의 Gum의 분해로 인한 부작용의 우려가 크다.

특히 장력으로 인한 원단의 안정성은 염색중 원단의 밀도에 영향을 주어 불균일한 Pick up을 초래 할 수 있고 최종 제품에 대한 수축률의 안정에도 영향을 주기 때문에 필수적으로 해결해야될 당면 과제이기도 하다.

콜드패드배치 염색에서 직물과 편성물에 관계없이 발생되고 완벽하게 해결되지 않는 문제를 안고 있는데, 그것은 원단의 처음 부분과 마지막 부분의 색상차이를 발생시키는 테일링(Tailing) 현상이다.

테일링은 염료의 흡착성과 패딩환경의 복합적인 요인에 의해서 발생하는 현상으로 현상을 완전히 해결하기는 어렵고 단지, 문제를 얼마만큼 최소화 할 수 있으나

가 테일링 때문에 발생하는 원단의 로스를 최소화 할 수 있는 관건이다. 테일링을 해결하기 위해서는 패딩액의 조성에서부터 알칼리의 사용량, 패딩온도, 그리고 원단의 속도 등이 밀접한 관계를 이루고 있는데, 패딩액의 pH가 높으면 반응성 염료의 친화력이 상승하여 원단이 적셔질 때 염료가 섬유에 흡착되어 Trough잔류 염액의 농도를 낮추기 때문에 원단이 진행되면서 농도가 점점 저하되는 경우가 있고 반대로 섬유에 친화력 저하로 섬유에 물이 먼저 흡수되고 염료는 흡착량이 저하되면서 염액의 농도가 점점 농축되어 색상이 진해 지기도 한다.

이러한 테일링의 문제를 해결하기 위해서는, 우선 염료의 특성을 파악하여 상용성이 좋은 염료를 선정해야 되고, Padding trough의 Turn over time을 최 단시간에 이루어 질 수 있도록 패딩환경을 조절하는 것도 중요하다.

본 업체에서는 변부 말림을 최소화 할 수 있는 방법을 검토하고, 리스팅과 테일링 발생원인 파악을 위한 관련요인들을 중점 검토하였다.

1. 변부 말림

우선 표백후 파악된 결과를 보면 역시 장력에 민감한 Spandex 함유 원단은 12cm 로써 가장 많은 변부 말림 현상을 보여주고 있다. 변부 말림 부위의 전처리 진행중 수세불량 등으로 산 처리 중화가 정상적으로 되지 않아서 pH의 차이를 보이고 있는데, 이는 염색에 심각한 영향을 줄 수 있다고 생각된다.

이렇게 처리된 원단을 텐타건조 후, 콜드패드배치 염색하여서 변부 말림 부위가 염색에 미치는 영향을 검토하였는데, 색상의 변화를 정확하게 파악하기 위하여 담색으로 염색하였고, Padding중 환원에 의한 가수분해 방지를 목적으로 Ludigol을 투입하였다.

Table 21.에 전처리 후 변부 말림과 pH의 차이, 중량의 거동을 정리하였다.

Padding한 다음, Pick up의 거동을 보면 중심 부위 Pick up 102%와 변부 Pick up 104%로, 정상 원단의 경우 중심부위보다 변부의 Pick up이 약 7~10%높게 되는데 반하여 약간 저하된 것을 알 수 있다. 그렇지만 Padding후 원단에 착색상태를 육안으로 확인하였을 때 변부의 색상이 약간 푸르고 진한 것으로 나타났는데, 이것의 원인은 변부의 pH가 중심부위보다 높기 때문에 반응성 염료의 알칼리 친화력에 의한 흡진력의 증가로 생각되었고, 염색후 Spectrometer에 의한 측정 결과에서도 육안 판정과 동일한 결과를 보였는데, 이러한 결과는 변부 말림에 의한 염색에 영향이 심각한 것을 나타내었다.

Table 22.에 염색 후 변부 부위와 중심부위의 색상차이를 Spectrophotometer로 측정하여 정리하였다.

Table 21. 전처리 후 변부 말림과 pH의 차이, 중량의 거동과악

조직	변부 말림 (cm)		pH			중량 (g/m ²)		
	좌	우	좌	중	우	생지	정련	변동
CM30s/SP20D Jersey	12	11	8.5	6.5	8.5	218	222	+3%
CM16s Jersey	7	7	8	6.5	7.5	170	178	+5%
CM60s/2 Jersey	8	7	8.5	6.5	8	140	151	+8%

Table 22. 전처리 후 변부 말림 원단의 염색후 색차측정

구분		L*	a*	b*	C*	H*	dE	비고
Standard		65.43	4.55	-16.84	17.45	285.12	0	
Left	Batch	66.48	5.02	-16.57	17.32	286.85	1.13	X
	Diff	-1.05	0.47	0.27	-0.13	0.53		
Right	Batch	66.50	4.52	-16.57	17.18	285.25	1.77	X
	Diff	-1.07	0.03	-0.27	0.27	0.13		

가. 건열 Presetting에 의한 거동

건 열처리는 생지원단 (개폭)Opening 후, 텐타 Trough에서 습윤 시킨 다음 180℃에서 45초간 열 처리하였다. 원단의 폭은 1600mm에 중량 230g/m². 건열 처리 원단은 전처리 진행되면서 약간의 말림이 발생하였지만 기계의 Expander에 의해서 거의 말림 해소되는 것을 볼 수 있었고, 가장자리 말림 폭은 생지이었을 때 11~12cm 이었던 것이, 건열처리 원단은 4cm로 생지원단에 비해 말림 1/3정도로 개선되어진 것을 알 수 있었고, 말림 부위에 발생하는 Curling mark도 없어졌다.

나. 캘린더 Steam Presetting에 의한 거동

생지원단을 캘린더에서 스팀 분사와 120℃실린더에 3초간 통과 한 다음 개폭하고, 처리 후 원단의 폭은 1700mm이고 중량은 215g/m²였다.

캘린더 스팀세트 원단도 생지 원단에 비해서 말림이 많이 개선되었으나 건열처리만큼의 개선은 되지 않았다. 전처리후 스팀세트 원단은 5~6cm 말림, Curling mark 2~3cm 정도 발생되고, 중심 pH 6.5이고 가장자리 pH 7.5~8로 약간 개선되었다.

다. 열수 Presetting에 의한 거동

생지원단을 튜브상태로 80℃열수에 10초간 통과시켜서 개폭하고 원단의 폭은 1400mm, 중량은 건조후 210g/m²였다. 열수 처리 원단의 경우 말림은 다소 개선되었으나 열수 처리중 기계장력에 원단이 신장되어 중량이 저하되었고, 전처리 공정 후 중량이 더 저하됨을 알 수 있었다. 전처리후 열수처리 원단은 6cm로 건열 처리만큼의 개선 효과는 없는 것으로 파악되었다. Curling mark 3cm 정도 발생되고, 중심 pH 6.5이고 가장자리 pH 8로 생지보다 pH 0.5저하되어서 약간 개선되었다.

본 세트처리 후 실험결과, Table 23.에서 보여주듯 변부 말림 현상은 개선되었으나 처리 조건에 따른 중량의 차이로 균일한 제품 생산에 지장을 초래할 수 있다고 사료되었다.

Table 23. Presetting조건별 전처리 후 변부 말림과 pH, 중량의 거동과약

구분	변부 말림 (cm)		pH			중량 (g/m ²)		
	좌	우	좌	중	우	처리전	정련	변동
생지원단	12	11	8.5	6.5	8.5	218	228	+5%
건열세팅 180℃ 45초	4	4	7.5	6.5	7.0	225	220	+8%
스팀세팅 120℃ 3초	5	6	8	6.5	7.5	215	210	+13%
열수세팅 80℃ 5초	6	6	8	6.5	8	205	190	+13%

2. 리스팅

앞서 전처리의 영향 검토중, 변부 말림에 의한 영향을 실험하였을 때, 그에 따른 염색결과에서 이미 리스팅 현상을 보여주었고, 변부 말림에 의한 전처리 불균일로 발생된 문제로 생각되었는데, 면 니트원단은 장력에 의한 밀도의 불균일이 원인일 수도 있으므로 전처리 공정을 두 가지로 나누어 진행한 다음, 염색 후 결과를 비교하였다.

실험결과, 전처리 후 원단의 데이터는 변부 말림에 대한 결과와 유사하고, 원단의 균일성은 생지원단 전처리 후 중심 pH 6.6이고 가장자리 pH 8로써 다소 균일하지 못한 결과를 보였다. 텐타 Presetting후 결과는 가장자리 pH 7.5로 약간 개선되어진 것으로 나왔다. Hydrophilicity측정에서는 생지원단 전처리 후 중심 2초, 가장자리

3~4초였고, Presetting후 가장자리 3초로 흡습에 대한 영향은 거의 없었다.

두 가지 시료에 대한 콜드패드배치 염색 후 각각의 시료를 중심부분과 변부에 대한 Spectrophotometer측정 결과, 생지 전처리원단은, 변부 dE값에서 왼쪽 dE* 0.94, 오른쪽 dE* 0.58이고, Presetting후 전처리원단은 왼쪽 dE* 0.29, 오른쪽 dE* 0.14로 중심과 약간 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 육안으로 판정하면 생지 전처리원단의 경우 변부의 색차가 심해서 정상 제품으로 사용이 곤란 할 정도이고, Presetting원단은 다소 개선되어 진 것을 알 수 있었다. 리스팅에 대한 원인은 너무 광범위하기 때문에 전처리공정만으로 해결되지 않지만 가장 큰 요인부터 관리가 된다면 문제해결에 쉽게 접근할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 24.에서는 생지 전처리원단 염색 후 리스팅 측정 결과를 정리하였다.

Table 25.은 텐타 Presetting원단을 염색후 리스팅 측정결과를 정리하였다.

Table 24. 생지 전처리원단 염색 후 리스팅 측정결과

구분		L*	a*	b*	C*	H*	dE	Pick up
Standard		66.19	4.67	-16.48	17.13	285.84		102%
L	Batch	66.67	4.9	-16.24	16.96	286.79	0.94	107%
	Diff	-0.80	-0.44	-0.20	0.08	-0.47		
R	Batch	65.38	4.24	-16.67	17.20	284.26	0.58	106%
	Diff	0.48	0.23	0.24	-0.17	0.28		

Table 25. 텐타 Presetting 원단 염색 후 리스팅 측정결과

구분		L*	a*	b*	C*	H*	dE	Pick up
Standard		65.19	4.55	-16.84	17.45	285.13		102%
L	Batch	66.67	4.9	-16.24	16.96	286.79	0.29	106%
	Diff	-0.23	0.03	-0.17	0.17	-0.02		
R	Batch	65.38	4.24	-16.67	17.20	284.26	0.14	106%
	Diff	0.14	0.01	0.03	-0.03	0.02		

3. 테일링

테일링의 영향은 주로 염료의 흡착성 및 사용되는 염료들의 상용성과 Immersion time, 알칼리의 사용량과 패딩온도 및 속도, 패딩조의 부피와 패딩액의 교환시간이 원인으로 생각되어지고, 원단의 전처리 영향도 테일링 원인으로 알려져 있다.

본 실험에서는 패딩조의 환경영향을 중점 검토하였다. 패딩조의 레벨에 의한 요인과 Immersion Time, 알칼리 사용량에 의한 영향, Turn over time에 의한 영향을 파악하기 위하여 표준 방법에 의하여 시료 약 1,000m를 염색하고 측정하였는데, 사용염료는 염료의 선정 실험에서 작업환경 안정성이 우수한 FT Type 염료를 사용하였다.

Tailing현상은 마지막 부위보다는 처음 부분의 색차가 가장 심한 것으로 되어있다. 이유는 패딩 초기 섬유에 흡착율과 Trough 잔액의 밸런스가 맞을 때까지 가장 많은 테일링이 발생되기 때문이다.

이상 실험 결과 Black 색상이기 때문에 Spectrophotometer측정보다는 육안판정을 우선 하였는데, 처음 부분의 색상이 중앙부분의 색상에 비해서 농도5~10%정도 저하된 것을 알 수 있었다. 그리고 중앙부위에서 마지막으로 진행되면서 농도 약 5% 정도 상승하는 것으로 나타났는데, 이런 현상은 Black 염료의 흡착율이 떨어지기

때문에, 초기패딩에서 염료보다 수분을 더 많이 흡수 해갔기 때문에, Trough염액 농도가 농축되어 발생하는 원인으로 생각되었다.

Table 26.에 진행중간 부위를 Standard로 하여 5단계로 측정하였는데, 처음 진행 부위의 색상이 측정데이터 기준으로 약간 농도 저하 된 것을 알 수 있고, 20%정도 진행되었을 때는 반대로 약간 농도 상승된 것을 알 수 있다. Spectrophotometer측정수치도 처음과 마지막 부위의 색상차이 약 3%정도 나왔는데 육안 판정으로는 약 15%정도의 농도 상승을 확인할 수 있었다.

Table 26. 현상 파악 위한 염색 후 테일링 측정결과

구분		L*	a*	b*	C*	H*	dE
Middle		14.28	-1.12	-1.94	2.24	240.04	
Head-1	Batch	14.31	-1.11	-1.84	2.14	238.90	0.11
	Diff	0.03	0.01	0.10	-0.09	-0.04	
Head-2	Batch	14.04	-1.10	-1.87	21.7	239.46	0.26
	Diff	-0.25	0.01	0.07	-0.07	-0.02	
Tail-1	Batch	14.07	-1.10	-1.87	2.17	239.46	0.23
	Diff	-0.22	-0.02	0.07	-0.05	-0.05	
Tail2	Batch	13.89	-1.16	-1.86	2.19	238.17	0.41
	Diff	-0.40	-0.40	0.08	-0.05	0.07	

제 4절 결론

콜드패드배치염색 공정에서 전처리 원단의 변부 말림 해결방법과 염색에서 리스딩 및 테일링 영향을 최소화하기 위한 파악한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 변부 말림의 원인은 니트직물의 장력에 의한 신축특성이므로 신축특성을 일시적으로 세트할 경우 말림 현상이 감소하는데, 전처리 효과와 염색에 영향을 주지 않는 방법은 Heat Setting처리가 가장 효과적인 결과를 얻었다. 그러나 생산 공정의 증가로 생산성에 영향을 받게 되므로 이의 근본적인 해결은 변부 말림을 전처리 공정에서 해결할 수 있는 설비의 보완이 필요하다고 생각되었다.

2. 리스딩은 농색보다 담색에서 정확하게 관찰되었는데, 전처리에서의 변부 말림을 보완했을 때 원단 변부의 균일성이 향상되고, 그에 따른 리스딩 현상이 감소하는 것을 알 수 있었다.

3. 테일링은 진행원단의 처음부분에 색차가 크게 나타나는데, Black색상 기준으로 표준방법에 의한 염색후 처음부분과 마지막부분 약 15% 색차를 보였는데, 알칼리농도를 증가하고 원단의 속도를 낮추면 약 5%정도로 색차가 줄어드는 것을 알 수 있었다. 농색의 경우 초기 흡착능력이 염료 량에 비해 낮아서 발생하는 문제로 추정되고, 담색일 경우는 반대 현상이 추정되었다.