

양모의 저온 염색 소개 – Sirolan LTD Process from ICI

Low Temperature Dyeing Process by Intercellular diffusion through Cell Membrane Complex Modification of Wool. – Technology based on CSIRO and ICI

Abstract

Fundamental studies at the CSIRO division of Wool technology and ICI on the diffusion of dyes into wool[1,2] have led to development of a new approach to wool dyeing.

In this method, the cell membrane complex of wool is modified before dyeing by treatment under mildly alkaline conditions with special chemicals.

Wool pretreated with ethoxylated quaternary ammonium salt has an increased rate of dyebath exhaustion and dye penetration early in the dyeing cycle. This enables the treated material to be dyed below the boil for a similar time to the conventional cycle.

This technique can be used on untreated and shrinkresist-treated wool and wool/nylon blends. In addition to good macro-levelness and excellent coverage of tippiness, the low temperature dyeing process gives higher exhaustion levels of dyestuffs and insect-resist agent and hence cleaner effluent liquors, compared with conventional dyeing process. Low Temperature Dyeing process causes significantly less fiber damage than conventional way. The reduction in damage is reflected in improved processing performance of the dyed wool.

1. 서론

양모의 일반적인 염법은 우수한 균염력과 염료의 섬유 내부 확산을 위해 boiling point 에서 장시간에 걸쳐 진행되었다. 이러한 조건은 양모의 변질과 손상 및 황변 등 부작용을 유발시키며, 최고급의 양모 직물을 얻는데 장애 요소로 작용한다. 또한 고온의 염색에 의한 양모 손상으로 다음 공정인 carding spinning, weaving 등의 공정에 적잖은 영향을 미친다.[2]

양모는 여러형태의 polypeptide chain 이 화학적 또는 물리적 결합에 의해 구성된다. 이중 가장 중요한 결합은 disulphide 결합이며, disulphide 결합에 의해 서로 다른 polypeptide chain 은 일정한 형태를 유지할 수 있다. Disulphide 결합에 의해 연결된 polypeptide 는 side chain 에 서로 다른 산과 염기의 작용기를 가지며, 이러한 산과 염기는 서로 이온 결합 형태인 salt linkage 를 형성하며, 염색에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 고온 산성 조건에서는

Polypeptide 의 가수 분해가 촉진되고, 가수 분해 후 재 배열의 조건에서 양모의 현격한 장력 손상을 볼 수 있다. 일반적인 boiling point 에서의 염색은 양모 구조상 Amino 또는 Carboxyl group 의 하전이 최대가 되며, 따라서 가장 양모의 손상이 최소가되는 iso-electri region 인 pH 4-5 에서 이루어진다.

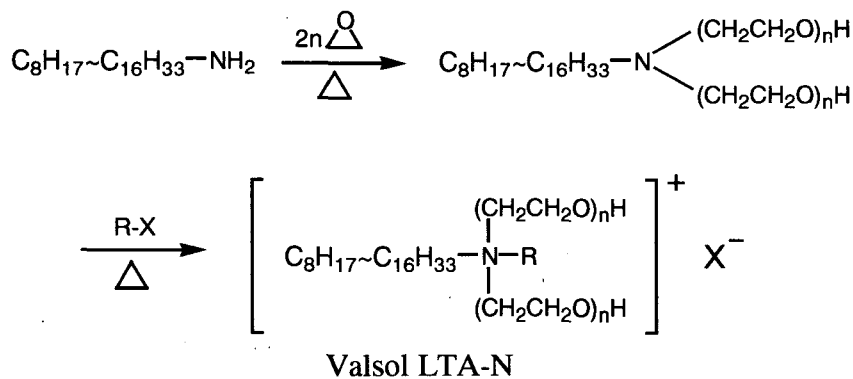
CSIRO Division of Wool Technology 의 연구 결과 양모 내부로의 염료 확산은 지금까지 중점을 둔 Transcellular diffusion 뿐만 아니라 Cuticle cell 의 중첩 부위인 Nonkeratinous region 을 통한 Intercellular diffusion 도 염료 이동의 중요한 경로가 됨을 밝혀내었다. [3,4,5]

본 내용에서는 양모의 손상을 최소화하고, 고급 양모의 염색을 가능케하는 CMC modification 에 의한 Intercellular diffusion 염색 방법과 이에 의한 상업적 효과를 알아본다. CMC modification 을 위하여 이미 상업화되어있는 4 급 압모늄 염 (Valsol LTA-N) 을 사용하여 약 알카리 조건에서 CMC 의 lipid hydrolysis 를 촉진시킨다.

2 실험

2.1 시료 및 시약

CMC modification 을 위해 Ethoxylated quaternary ammonium salt 를 다음의 공업적인 방법으로 합성한다.



사용 염료

Lanaset Yellow 2R

Lanaset Red G

Lanaset Blue 2R

Lanaset Grey G

Acidol Dark Blue M-TR

Acidol Black M-SRL

2.2 양모의 전처리

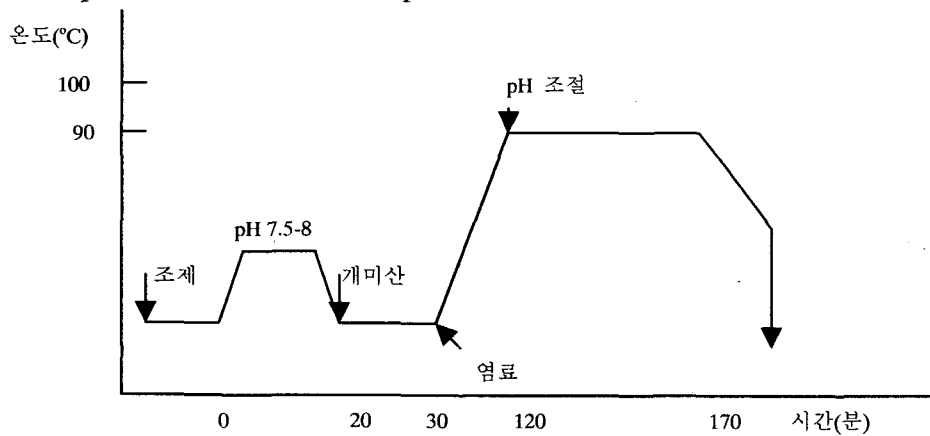
CMC Modification 을 위하여, 다음과 같은 방법으로 top 과 직물 등을 전처리한다.

- a) 정련이 끝난 시료를 건조후 10g 준비한다
- b) 액비 30:1 을 기준으로 시료를 완전히 침지시킨다.
- c) 소다회(Na_2CO_3)를 사용하여 전처리에 필요한 pH 7.5-8 을 조절한다.
- d) 준비된 4 급 암모늄염을 3% o.w.f. 투입하고, 40 도로 승온시킨다.
- e) 15 분간 교반한다.

2.3 양모의 저온 염색

- a) 전처리한 액을 염색을 위해 30 도로 냉각시키고, 개미산을 사용하여 염색에 적절한 pH 4-5 로 조절한다.
- b) 염료를 투입하고 90 도까지 1 분당 1 도승온시킨다.
- c) pH 가 4-5 범위인지 확인한다.
- d) 90 도에서 일반 염법의 leveling 시간과 동일하게 유지한다.
- e) 염색 완료후 50 도로 냉각시키고, 배수시킨다.

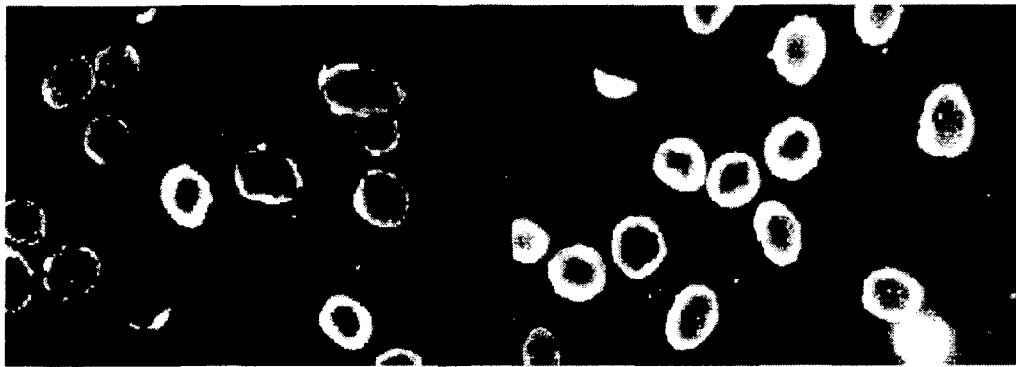
Overall process for Sirolan LTD process



3. 결과

3.1 Light illuminative micrograph scanning





일반 염법에 의한 염료 확산

CMC 개질에 의한 염료 확산

염료의 초기 확산 경로를 확인하기위해 light microscope scanning 을 실시했으며, 위와 같이 cuticle cell 의 overlap 사이를 통하여 염료의 이동 및 확산이 진행됨을 알수있다.

3.2 Geelong Wool 을 사용한 견뢰도 비교

상업적 유용성을 판단하기위하여 CMC modification 을 통한 저온 염색 양모와 일반 고온 염색 양모의 견뢰도를 비교하였다.

ISO Grey Scale 105-A02 표준 방법으로 Datacolour Texflash 와 SDC Multifiber 를 사용하여 비교하였다

		알카리 팜 견뢰도(IWS TM174)			마찰 견뢰도(IWS TM 165)	
염료(1% o.w.f.)	염법	Wool	Nylon	Cotton	Dry	Wet
Lanaset Yellow 2R	일반 염법	4-5	3-4	4-5	4-5	3-4
	저온 염법	4-5	4	4-5	4-5	3-4
Lanaset Red G	일반 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	저온 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
Lanaset Blue 2R	일반 염법	4-5	4	4-5	4-5	4
	저온 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
Lanaset Grey G	일반 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	저온 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
Acidol Dark Blue	일반 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	저온 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
Acidol Black	일반 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	저온 염법	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4

3.3 공정 효율 측면에서의 비교

Top 상태 또는 Loose stock 상태에서 저온 염색을 함으로써, 양모의 손상을

최소화시켜 전체 공정 효율을 증진시킬 수 있으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

	% Improvement compared with Wool dyed at the boil		
	Worsted (a)	Woollen (b)	Semi-worsted (b)
End-breaks/1000 spindle hours	25 (c)	86(d)	81(e)
Yarn Tenacity	4	13	12
Yarn Elongation at break	17	14	12
Overall yield	7	6	2
Weaving efficiency	10	8	8

a) Top dyed b) Loose stock dyed

c) 38 tex Sirospun yarn spun at 13.5 m/min and 8500 rpm

d) 150 tex yarn spun at 28.8 m/min and 6800 rpm

e) 350 tex yarn spun at 35 m/min and 4830 rpm

3.4 저온 염색한 yarn package 의 제직 효율 비교

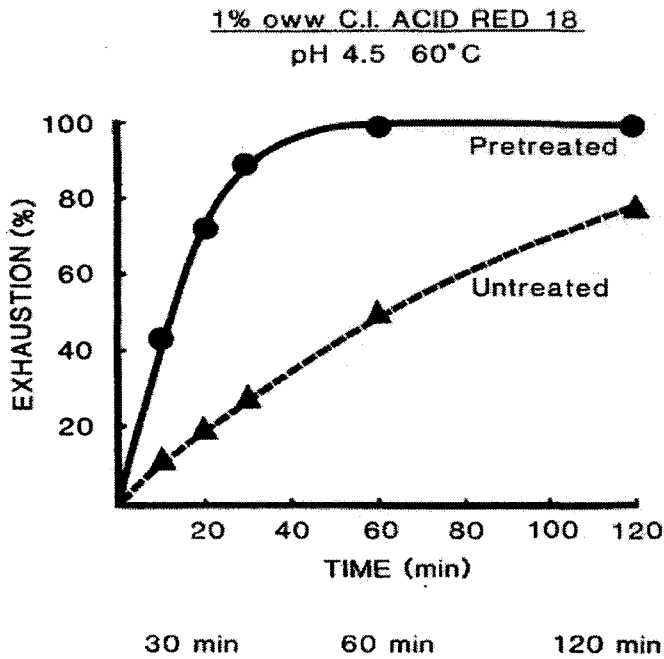
저온 염색한 양모사의 최소 손상에 의한 제직 효율에 미치는 영향을 알아보기 위해 Obem horizontal-tube package dyeing machine 을 사용하여 양모사를 염색한 후 고온 염법과 저온 염법의 결과를 다음과 같이 얻었다

	일반 고온 염법(104 °C)	저온 염법
Yarn Strength (cN)	217.1	232.4
Yarn Elongation at break(%)	11.2	13.1
Weft stops/1000 picks	0.44	0.16
Warp stops/1000 picks	0.68	0.25
Overall weaving efficiency(%)	90.9	97.8

Shade ; 0.35% Lanacron Yellow S2G ; 0.2% Lanacron Red SG; 4.1% Lanaset Navy R

3.5 염료 흡착량의 비교

CMC modification 에 의해 Intercellular diffusion. 이 촉진되며, 따라서 일반 고온 염법에 비해 초기 염착량의 극대화와 염색 후 염료 잔량의 최소화를 관찰할 수 있었다.



일반 고온 염색

CMC modification에 의한
저온 염색

결론

본 내용에서는 CMC modification에 의한 양모의 저온 염색 방법과 저온 염색 및 고온 염색의 염색 결과를 섬유 물성 및 견뢰도 비교를 통하여 알아보았다. CMC modification을 통한 저온 염색은 앞에서 서술한 섬유 물성의 우수성과 더불어 tippiness coverage가 우수하고, 모든 염료에 적용이 가능하다.

이미 CSIRO와 ICI는 이러한 CMC Modification에 의한 상업적인 저온 염색 방법으로 4급 암모늄 염을 이용한 Sirolan LTD Process를 선보였으며, 양모의 손상을 최소화시키고, 맑고 깊은 색상의 고급 양모 생산용 염색 방법으로 각광을 받고있다.

References

1. J.D.Leeder, J.A.Rippon, F.E.Rothery and I.W.Stapleton, Proc 7th Int.Wool Text. Res Conf., Tokyo, 1985,V,p.99-108
2. J.A.Rippon, Chapter 1. "The structure of Wool" in "Wool Dyeing"
Ed.D.M.Lewis. Publ.Soc.Dyers and Colourist, Bradford, 1992. P.1-51
3. J.A.Rippon and F.J.Harrigan Proc 8th Int.Wool Text. Res. Conf., Christchurch, 1990, IV, p.50-59
4. J.D.Leeder, J.A.Rippon and D.E.Rivett, Proc. 7th Int.Wool Text. Res. Conf., Tokyo, 1985,IV. P.312-321
5. H.Baumann and Setiawan, Proc. 7th Int.Wool Text. Res. Conf.,Tokyo, 1985 V,