

면직물의 카티온화와 이에 따른 염색성 증진 및 항균성에 관한 연구

김정미, 김광수
건국대학교 섬유공학과

1. 서 론

셀룰로오스에 새로운 관능기를 도입하여 개질시키는 것에 대한 연구는 이미 오래전부터 시작되어 지금까지도 활발히 진행되고 있는데 그 중에서도 셀룰로오스의 cation화는 점차 그 응용분야가 확대되어 연구가 증대되고 있다.

셀룰로오스의 cation화는 셀룰로오스를 cyanoethyl화 하여 환원시키는 방법처럼 셀룰로오스 자체에 계속적인 약제를 가함으로써 반응시키는 방법에서 최근에는 비교적 반응이 용이한 고분자물, 즉, glycidyltrimethyl ammonium chloride, polyamide-epichlorohydrin 수지, polyepichlorohydrin-amine등을 합성하여 면섬유에 바로 적용시키는 카티온화 방법등이 연구되었다.

카티온화는 초기에 anion염료에 대한 염착성을 높이는 연구에서 출발하여 점차 적용염료에 대한 확대, 특히 반응성염료에 대한 연구가 매우 높아지고 있다. 이것은 면섬유의 반응성염료를 사용할때 적용되는 많은 양의 중성염과 알칼리, 그리고 낮은 염착량으로 인해 초래되는 염색폐수 문제를 면섬유의 카티온화를 통해 개선하는 방법이 모색되고 있기 때문이다. 또한 4급 암모늄염을 사용한 카티온화는 고정형 살균 mechanism을 통한 항균력이 있을 것으로 기대된다.

따라서 이 연구는 그 중 비교적 반응이 간단하고 섬유의 취화도가 적을 것으로 기대되는 4급 암모늄 염인 3-chloro-2-hydroxypropyl triethyl ammonium chloride를 합성하여 이를 섬유에 적용시켜 이에 따른 산성염료의 염착성 증가, 반응성염료의 적용시 문제점의 감소, 또한 gram-negative, gram-positive균 모두에 대한 항균성 등을 확인하였다.

2. 실험

2.1 실험 시약 및 기기

면직물은 정련, 표백된 것을 사용하였고, triethylamine, epichlorohydrin, 염산등의 시약은 1급시약을 사용하였다. 염료는 Sella Acid Orange II(Ciba-Geigy사)와 Procion Yellow P-3R(ICI사)를 사용하였고, 항균시험에 쓰이는 배지로는 균배양액의 배지로서는 육즙배지를 사용하였고 시험포등의 배양배지로 trypton glucose extract배지등을 사용하였다.

2.2 3-chloro 2-hydroxypropyltriethylammonium chloride의 합성

5%의 염산 100ml에 중류수를 첨가하여 15%의 염산 수용액을 만들어 액속의 HCl과 동

일 몰수의 Triethylamine과 Epichlorohydrin을 첨가하여 실온에서 5시간 동안 교반하며 반응시킨 후 반응액을 rotary evaporater에 넣고 100°C 부근에서 증류시킴으로써 미반응액을 제거하여 포화용액상태의 3-chloro 2-hydroxypropyltriethylammonium chloride를 얻었다.

2.3 cationizing agent과 면직물과의 반응

2.3.1 cationizing agent의 면직물 처리

NaOH : 10 20 30 40 50 (% of CEAC)

CEAC : 4 8 12 16 20 (%)

온도 : 50 60 70 80 90 100 (°C)

처리시간 : 10 20 30 40 50 (min)

각각의 최적 조건을 찾기 위해 위와 같은 조건에서 각각 면직물에 처리하였다.

2.3.2 cationizing agent 처리제의 건뢰도 측정

각각의 Cationizing agent농도로 처리된 면직물을 1, 2, 3, 4, 5회 수세한 후 산성염료로 염색함으로써 Cationizing agent의 건뢰도를 측정하였다.

2.4 cation화 면의 염색성

염색은 AHIBA사의 고온고압 염색기를 사용하여 다음의 조건으로 한다.

2.4.1 산성염료 적용성

산성염료 Sella Acid Orange II(Ciba-Geigy사)는 Robinson & Mill방법을 이용하여 정제 한후 fig.1과 같은 조건에서 염색한다.

2.4.2 반응성염료 적용성

Procion Yellow P-3R(ICI사)로 fig.2와 같은 조건에서 각각의 cationizing agent농도에 따라 염색한다.

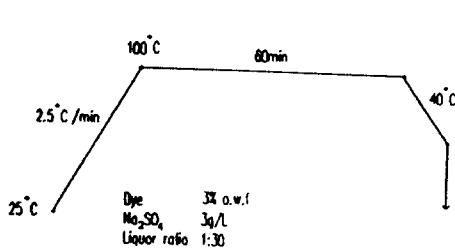


fig.1 Acid dyeing process

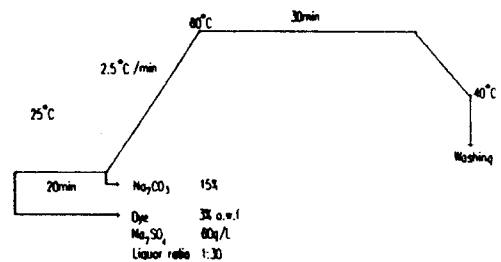


fig.2 Reactive dyeing process

2.5 항균실험

황색포도당 구균(Staphylococcus aureus)과 폐렴구균(Klepsiella pneumoniae)을 공시균으로 하여 KS K 0693 Shake flask method에 따라 각각의 cationizing agent처리 농도에 따른 시험편에 배양균액을 1ml씩 첨가한 후 30°C에서 24시간 배양하여 대조편과 비교함으로써 균 감소율을 측정한다.

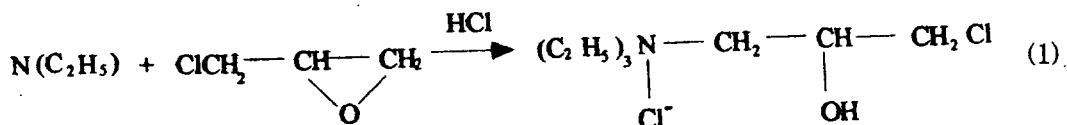
3. 결과 및 고찰

3.1 cation화제의 합성

면직물의 cation화 방법으로는 면직물에 직접 약제를 계속해서 반응시키는 방법과 일반적으로 cation화 물질을 만들어서 한번에 반응을 끝내는 것이 있는데 후자의 경우가 섬유에의 취화도가 보다 낮은 것으로 알려져 있다. 따라서 후자의 방법 중에서도 반응이 격렬하지 않고 비교적 용이하게 섬유를 개질시키는 방법인 3-chloro 2-hydroxypropyltriethylammonium chloride의 방법을 선택하였다.

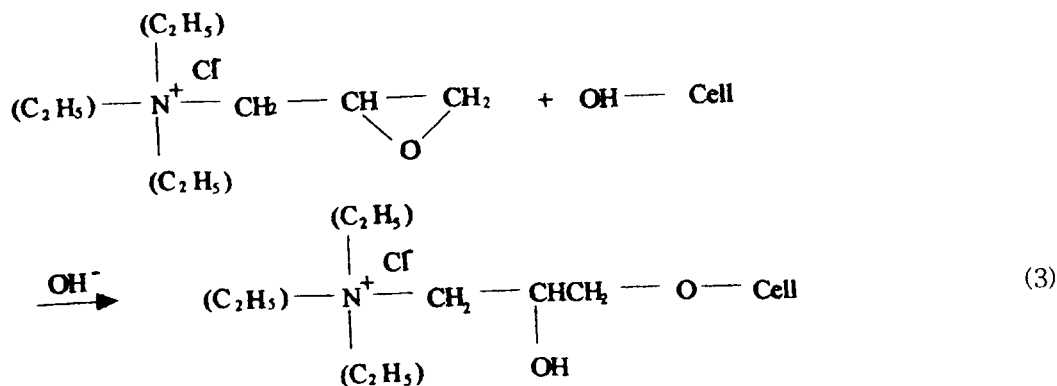
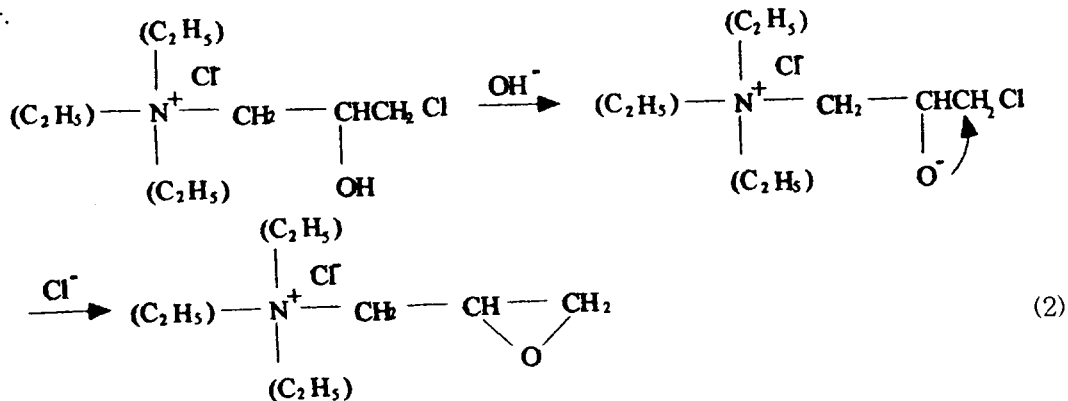
3.1.1 3-chloro 2-hydroxypropyltriethylammonium chloride의 합성

면직물을 cation화 하기 위하여 triethylamine과 epichlorohydrin을 염산수용액상에서 반응시켜 제4급 암모늄염을 형성하였으며 그 반응식은 다음과 같다.



3.2.2 면직물과 cation화제의 반응

2-hydroxy 3-chlorotriethylammonium chloride는 알칼리 존재하에서 아래와 같이 반응한다.



알칼리는 반응식 (2)와 (3)과 같이 합성물질로부터 chlorine을 제거하여 epoxide ring을 부환 시킴으로써 섬유와 반응할 수 있는 관능기를 부여하는 한편, 셀룰로오스 섬유에 반응기를 도입 시켜주는 역할을 하지만 (2)의 반응식과 같은 glycidyltriethyl ammonium chloride는 상당히 불안정한 상태로서 반응시간이 지체될 경우 부산물을 생성하는 등의 부작용을 초래할 수 있으므로 연속반응을 위해 알칼리는 한번에 첨가해준다. 따라서 합성한 물질의 10, 20, 30, 40, 50%의 양을 각각 반응시켜 본 결과 30%에서 급격한 증가를 나타냄으로써 적정 NaOH의 양을 30%로 결정하였다. 또한 합성한 물질의 증가에 따른 산성염료의 K/S치 증가를 알아보기 위해 4, 8, 12, 16, 20%농도로 실험을 한 결과 계속적인 K/S치의 증가를 보였으며 따라서 12%의 농도를 최적 농도로 결정하였다. 온도에 따른 반응성의 정도로 보아 최적 온도는 80℃로 나타났으며 시간은 80℃에서 30분 적용시킬때의 반응정도가 더이상 증가하지 않는 것으로 나타났다. 액비에 따른 cation화 정도는 실험 결과 1:30이상의 액비에서는 거의 변화가 없는 것으로 보아 합성제 자체의 반응으로 인한 coating현상은 발생하지 않는 것으로 본다. 또한 세탁횟수에 따라 각각 동일 조건에서 염색한 결과 염착량에 거의 변화가 없는 것으로서 합성제의 세탁견뢰도는 매우 우수한 것이라 할 수 있겠다.

3.3 반응성 염료에 대한 염색성

cation화 처리된 직물로서 반응성염료에 대한 염색성 증가를 살펴본 결과 cationizing agent 양의 증가에 따라 염착량의 증가 또한 나타나는 것으로 나타났다.

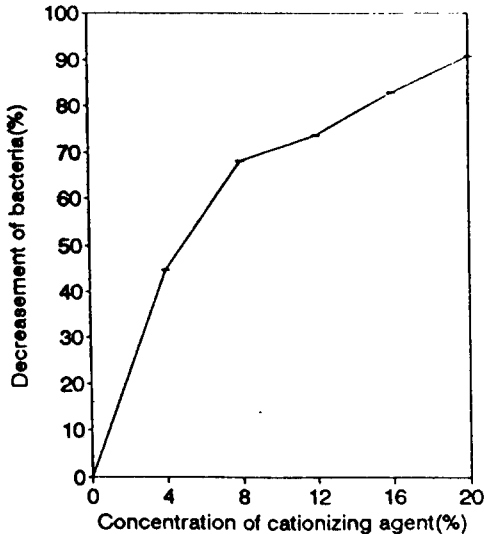


fig.3 Effect of conc. of cationizing agent (%) on gram-positive bacteria activity
NaOH concentration:30% (on the weight of cationizing agent),
treatment temp.:80℃,
treatment time:30min

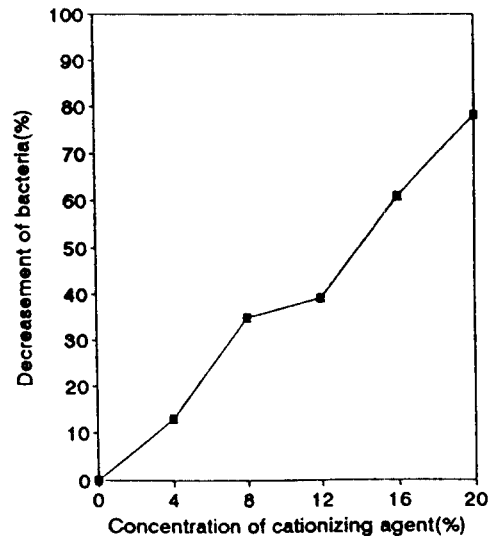


fig.4 Effect of conc. of cationizing agent (%) on gram-negative bacteria activity
NaOH concentration:30% (on the weight of cationizing agent),
treatment temp.:80℃,
treatment time:30min

3.4 항미생물성

3.4.1 gram-positive균에 대한 항균성

일반적으로 Gram's stain에 양성반응을 나타내는 균종의 대표적인 황색포도상 구균을 공시균으로 하여 항균실험을 한 결과 90%이상의 높은 살균력을 보였다.

3.4.2 gram-negative균에 대한 항균성

Gram's stain에 반응하지 않는 균종으로 gram-positive균보다 좀더 내성이 강한 것으로 알려져 있는 것으로 폐렴구균을 가지고 실험한 결과 이러한 gram-negative균의 경우에서도 80%정도의 살균력을 보임으로써 항균력을 확인하였다.

4. 결론

4급암모늄기를 가지고 있는 3-chloro-2-hydroxypropyl triethyl ammonium chloride를 합성하여 이를 면직물과 반응시켜 cation화 하였고, 각각의 처리온도, 농도, 시간등의 최적 조건을 알아보았다. 또한 셀룰로오스 섬유에 산성염료에 대한 염착성 증가와 반응성 염료에 대한 염색성 및 항균성에 대한 실험을 한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 3-chloro-2-hydroxypropyl triethyl ammonium chloride와 면직물의 반응에 있어서 필요한 NaOH는 cation화제의 30% 정도였으며, 반응시간 및 온도는 80℃, 30분간이었다.
2. cationizing agent의 양의 증가에 따라 면섬유의 cation화 및 산성염료에 의한 염착량의 증가가 나타났으며 산성염료, 반응성염료, 항균성 등의 효과를 위해 카티온화제의 최적 농도는 12%로 나타났다.
3. 카티온화 직물을 반응성 염료에 적용시킬 경우 알칼리와 중성염의 양을 현저하게 줄였을 때도 미처리 면직물의 염착량보다 우수한 염착량을 나타내었다.
4. 카티온화된 면직물은 두가지 형태의 균종 모두에 80%이상의 살균력을 보임으로써 우수한 항균력을 확인하였다.