

페놀 황변(phenolic yellowing)

백색 혹은 밝은 색 직물에서 일어나는 황변현상은 섬유산업에서 끊임없이 발생하는 심각하고 복잡한 문제이다. 섬유에 일어나는 황변현상은 섬유산업의 역사만큼이나 오래된 것으로, 황변에 영향을 미치는 요인은 구성 섬유, 제조 및 가공시 사용된 화학약품, 대기 오염 등 매우 다양하다.

황변현상 중 대부분의 원단에서 일어날 수 있는 황변현상인 페놀 황변(phenolic yellowing)은 비교적 최근에 알려진 것이다. 페놀 황변은 백색이나 밝은색 원단을 특정 플라스틱백이나 카톤박스에 보관하는 중에 원단의 구김이나 접힌 부분에서 황색 오염이 생기는 것으로, 이러한 현상은 반 세기가 넘는 기간동안 섬유업계에서 심각한 문제였다.

이와 같은 보관 중에 발생하는 황변현상에 대한 지속적인 연구를 통해 포장재료에 사용되는 산화방지제가 산화질소가스에 노출되면서 황색 물질을 만들어 내며, 이때 원단의 pH도 영향을 준다는 사실이 밝혀졌다. 이러한 페놀 황변을 야기하는 산화방지제로는 파라-페닐렌디아민(para-phenylenediamine, PPD)과 부틸히드록시 톨루엔(butylated hydroxytoluene, BHT) 등이 있다. 산화질소가스는 연소과정 중에 발생하는 부산물로 자동차 또는 트럭 등 운송수단의 배기가스 또는 창고의 난방기기 등에서 발생한다. 특히 산화질소가스는 그 자체만으로도 황변현상을 일으킬 수 있다. 또한 페놀 황변이 발생한 원단을 태양광에 노출시켜 다시 원래색으로 회복할 수 있다는 것 또한 밝혀졌다. 그러나 일광에 의해 회복된 제품을 BHT와 산화질소가스에 다시 노출할 경우에는 황변현상이 다시 나타난다.

페놀 황변에 대한 연구를 통해 다음과 같은 발생 메커니즘이 밝혀졌다. 의류제품을 플라스틱백이나 카톤박스로 포장하여 보관하는 중, 플라스틱백의 페놀성 산화방지제나 카톤박스의 페놀성 리그닌 등이 포장재로부터 의류로 이동한다. 이 상태에서는 황변현상은 나타나지 않는다. 이후 의류가 산화질

소가스에 노출되고, 이때 의류의 pH가 알칼리 상태이면, 의류에 오염된 산화 방지제와 산화질소가스와의 화합물이 황색으로 발색되면서 의류제품의 황변 현상이 발생된다. 이러한 발생 메커니즘이 알려지면서 페놀 황변이 발생한 제품의 회복도 가능하게 되었다.

페놀 황변을 방지하기 위해서 다음과 같은 방법을 활용할 수 있다. BHT가 사용되지 않은 플라스틱백을 사용하는 방법, 의류제품 보관시 산화질소가스의 영향을 받지 않는 곳을 선택하는 방법, 원단 제조시 가공의 마지막 단계에서 구연산과 같은 비휘발성산으로 처리하여 원단의 pH가 알칼리 상태가 되지 않도록 조정하는 법 등이 있다.

또한 ISO 105-X18:2007, Assessment of the Potential to Phenolic Yellowing of Materials 시험법으로 원단의 페놀 황변 발생 가능성을 평가할 수 있으며, AATCC Test Method 23-2010, Colorfastness to Burnt Gas Fumes 시험법을 사용하여 산화질소가스에 대한 변색 가능성을 평가할 수 있다.

· 관련자료

- Khatua, Sandeep, "Textile Yellowing and Its Remedy," AATCC Review, Vol. 4, No. 9, pp35-36.
- Technical Bulletin ISP 1002, "Overview of Fabric Yellowing," Cotton Incorporated, Cary, N.C., USA, 2002.
- Saraf, Naresh M. and Deepak V. Alat, "Yellowing of White Fabrics and Garments," International Dyer, August 2006, pp23-25.
- Smeltz, Kenneth C., "Why Do White Fabrics and Garments Turn Yellow During Storage in Polyethlyene Bags and Wrappings?", Textile Chemist and Colorist, Vol. 15, No. 4, April 1983, pp17-21.