

아조염료가 적용된 pH 감지용 텍스타일 센서의 개발

허은영, 고영일, 김성훈, 배진석

경북대학교

1. 서 론

pH의 측정은 화학적인 연구에 가장 중요한 분석방법중 하나이다. 정성·정량분석으로 이용되는 pH의 예로 비의 산성도 측정, 정제된 산업폐수의 중성도 측정 등에 이용되고, 이때 정성분석에 사용되는 지시약은 넓은 범위의 pH에 걸쳐 색이 변하는 지시약을 사용하고, 정량분석에 이용되는 지시약은 좁은 범위의 pH에 걸쳐 색이 잘 변하는 지시약을 사용한다. 또한, pH는 최적의 반응 조건을 찾기 위한 공정제어의 변수로 이용되기도 한다.

Indicator라는 용어는 종종 pH indicator라는 설명이 없이도 사용된다. 예를 들어, 염료 phenolphthalein은 과량의 수소이온 존재 하에서는 무색을 띠나, 과량의 수산화물의 존재 하에서는 적자색으로 변하기 때문에, 산성-염기성 적정 indicator로 이용된다. 가장 많이 사용되는 pH indicator로는 아조염료, nitrophenols, phthaleins 그리고 sulfonphthaleins계가 이용된다.

지금까지 산·염기 지시약으로 사용되어온 많은 염료는 주로 수용액 상태에서의 색의 변화를 일으키는 방식이다. 그러나, 우리는 이것을 섬유상에서 색의 변화를 가져올 수 있는 halochromic textiles을 개발함으로써, pH를 좀 더 간편하고, 가시적으로 측정할 수 있으며, 이러한 halochromic textile은 응답이 빠르며, 그 응용범위 넓은 장점이 있다.

2. 실 험

2.1 염료의 합성

pH 지시약으로 쓰이는 Congo red와 유사한 원리를 적용하기 위해서, Congo red와 유사한 구조를 가지는 azo dye를 합성한다. Congo red는 발암성을 가지는 benzidine을 기본구조로 하기 때문에, 인체에 유해하고, 환경에 나쁜 영향을 미친다. 따라서 우리는 발암성을 가지지 않는 benzidine 유도체(2,2'-dimethyl-5,5'-dipropoxybenzidine)를 이용해서 아조 염료를 합성한다.

2,2'-dimethyl-5,5'-dipropoxybenzidine을 HCl과 NaNO₂의 존재 하에서 디아조화 한 다음 H-acid, Naphthionic acid을 커플러로 사용하여 pH 4~5에서 염료 1, 2를 합성한다. Fig. 1은 azo dye의 합성과정 및 구조를 보여준다.

2.2 섬유상에 적용

만들어진 염료는 layer-by-layer self-assembled multilayer(LBL)방법으로 섬유상에 적용한다.

LBL은 과량의 양이온과 음이온 수용액 사이에서 물질을 교대로 흡수시키면서, 서로 반대되는 전하를 고분자 전해질에 과잉 흡수하는 방식으로 만들어진다. LBL 방법은 아주 얇은 유기다층필름을 가공하는데, 간단하고 효과적인 기술이다. 이 기술은 무기물 나노입자, 염료, DNA와 같은 생물학적 고분자, 단백질 등을 포함하는 여러 물질에도 이용된다. Fig.2는 LBL 방식에서 고분자 전해질로 쓰이는 물질인 PDDA의 구조를 나타낸 것이고, Fig3 은 LBL 방식을 대략적으로 나타낸 그림이다.

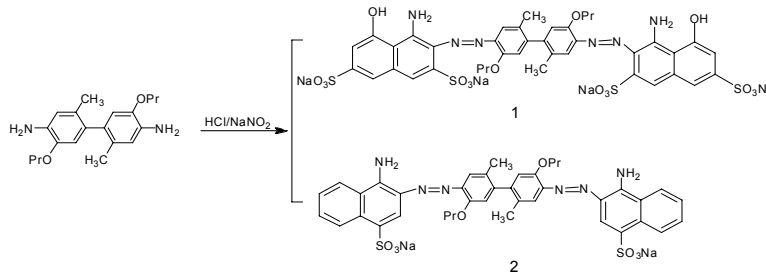


Fig. 1. azo dye의 합성과 구조

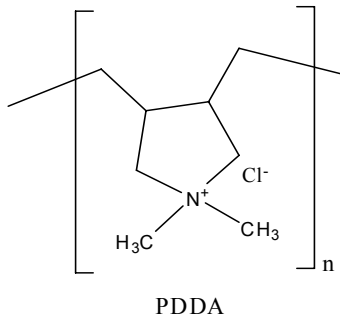


Fig 2. PDDA의 화학적 구조

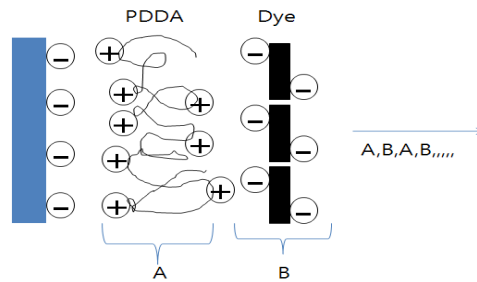


Fig. 3. 양이온 PDDA와 음이온 염료로 구성된 섬유상의 LBL 개략도

3. 결 론

앞에서 합성된 산과 염기 지시약으로 이용될 새로운 염료를 가지고, UV-Vis. spectroscopy를 이용하여 pH에 따른 염료의 색의 변화를 더 자세하게 살펴 보았다. 1번 염료의 경우 물에 용해되었을 때, pH는 7.7로 570nm에서 흡수피크를 가지며, 푸른색을 나타내었지만, pH가 점점 염기성으로 갈수록 548nm정도에서 흡수피크가 나타나며, 붉은 색상을 나타내었다. 이에 반해, 2번 염료의 경우에는 물에 용해되었을 때 pH가 4.5로, 흡수피크가 475nm정도에서 나타나며, 노란빛을 나타내었던 것이 점차 산성으로 갈수록 흡수피크 560nm 정도의 푸른 색상을 나타내었다. Fig.4는 1번과 2번 염료의 pH에 따른 색의 변화를 UV-Vis. spectroscopy를 측정한 그래프이다.

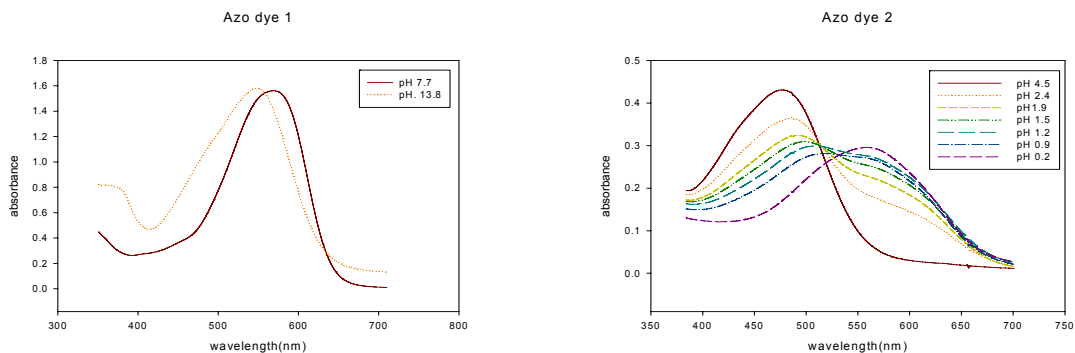


Fig. 4. 텍스타일 센서에 적용한 아조염료의 pH변화에 따른 UV-VIS. spectroscopy.