

단백질섬유의 기능발색

트립토판 발색반응을 이용한 단백질섬유의 염색성

김경필, 김혜인, 정영진*, 박수민

부산대학교 섬유공학과, *밀양대학교 섬유공학과

1. 서론

방향족 화합물이나 방향족 이종원자 고리화합물은 오각형 이종원자 고리의 이중결합에 접합되어 indole과 같은 접합된 분자가 될 수 있다. 중요한 천연물로 널리 퍼져 있는 indole 고리 화합물은 생체에서 아미노산인 tryptophan으로부터 생합성된다.¹⁾ 양모와 견과 같은 동물성 섬유도 그 기본성분이 아미노산이며, 모두 동물에서 형성된 생체고분자의 일종으로서 우리 인간의 세포조성물질과 유사하여 가장 친화성이 있는 섬유라고 할 수 있다.

Figure 1.은 동물섬유와 tryptophan의 구조를 나타낸 그림이다. 아미노산중 유일하게 indole기를 가지고 있는 tryptophan을 정성분석하는 방법에는 지방족 알데히드 화합물인 글리옥실산과 tryptophan이 녹아있는 빙초산용액에 진한 황산을 가하면 두 액의 계면에 자색이 발색되는데 이러한 것을 Hopkins-Cole reaction이라고 한다. 또한 tryptophan을 질산에 처리하면 짙은 노란색을 나타내는데 이것을 Xanthoproteic reaction이다. 트립토판은 인돌기의 높은 전자밀도 때문에 강산성 조건에서 쉽게 산화되어 다양한 구조로 변화되고, 또한 트립토판은 강산성 조건에서 각종의 알데히드 화합물과 축합반응하여 발색된다고 알려져 있다.²⁻⁴⁾

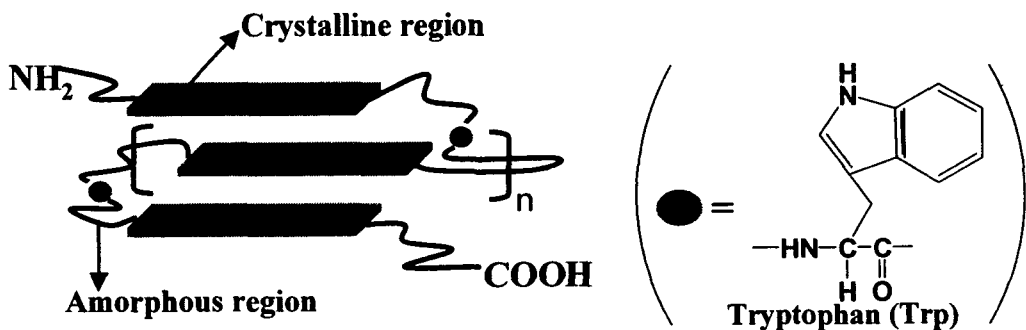


Figure 1. The structure of animal fiber and tryptophan

따라서 본 연구에서는 아미노산 정성분석의 방법을 응용하여 동물섬유 자체에 있는 tryptophan의 발색반응에 의한 염색가능성을 알아보았다. 알데히드 화합물의 종류 및 강산의 종류 변화에 따른 색상을 조사하였고, 알데히드 화합물과 강산의 농도 및 처리시간 변화에 따른 염색성의 변화를 조사하였다. tryptophan 유도체인 N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester와 알데히드 화합물을 발색반응 시켜 분리된 분말을 이용하여 발색반응에 의한 염색 매커니즘을 규명해보고자 하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료는 KS K 0905의 표준 모백포를 사용하였고, 트립토판 유도체는 N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester(ATE, Aldrich, 99%)를 사용하였으며, 강산으로는 Trifluoroacetic acid(TFA), Dichloroacetic acid(DCA), HBr, HNO₃ 그리고 HCl 1급 시약을 사용하였다. 그리고 알데히드 화합물은 Benzaldehyde(BA), 4-Hydroxybenzaldehyde(HBA), 3,4-Dihydroxybenzaldehyde(DHBA), p-Dimethylaminobenzaldehyde(DMABA) 그리고 9-Anthraldehyde(AA)을 pure grade를 사용하였다.

2.2. 양모섬유의 발색반응

일정한 비율의 강산과 초산용액에 알데히드 유도체(wt%)를 용해시킨 후 정련 모직물을 넣어 욕비 1:50으로 40℃에서 24시간 반응시켰다. 처리 후 메탄올과 증류수로 수 차례 수세한 다음 실온에서 건조하였다.

2.3. N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester(ATE)의 발색물 합성 및 정제

트립토판 발색물의 합성은 HBA, DHBA를 함유한 40% TFA/초산 혼합용액에 적절량의 ATE을 넣고 40℃에서 일정시간 발색반응시켜 농축액을 제조하고, 여기에 메탄올/톨루엔 혼합용액을 첨가한 다음 rotary evaporator를 사용하여 메탄올을 증발시킴으로서 발색물을 분리하였다.

2.4. UV/VIS spectra

ATE와 알데히드 화합물을 강산성조건에서 반응시켜 UV/Vis spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu)을 이용하여 tryptophan발색반응을 확인하였다.

2.5. 측색

각 조건에서 발색시킨 모직물의 겉보기 표면 색농도 변화는 분광측색계(Machbath Color Eye 3100, USA)를 사용하여 D₆₅ 광원, 10° 시야의 조건에서 측정된 최대흡수파장의 표면반

사율로부터 Kubelka-Munk식에 의해 전체 파장 영역(파장 간격 20nm)에서의 Total K/S를 구하였다. 또한 CIELAB 표색계인 L^* , a^* 및 b^* 를 구하였다.

2.6. 견뢰도 측정

세탁 견뢰도 시험은 발색된 양모섬유에 대하여 KS K 0430 A-1법에 의거하여 실시하였으며, 마찰 견뢰도 시험은 KS K 0650 clock meter법을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 알데히드 유도체 및 산의 종류에 따른 색상 변화

Figure 2.는 각종의 알데히드 유도체 및 강산의 종류에 따른 염색시료의 색상 및 a^* , b^* 의 변화를 나타낸 것이다. 강산 TFA 조건하에서 알데히드 화합물을 HBA, DHBA를 양모와 반응하였을 때, Hopkins-cole reaction에 따라 reddish purple으로 발색됨을 확인할 수 있었고, HNO_3 조건에서는 Xanthoproteic reaction으로 yellowish red으로 발색되었다. 또한 강산 HCl, HNO_3 조건에서 양모를 DMABA와 반응하였을 때에는 Rhrlich reaction으로 blue로 발색되었다.

따라서 tryptophan 정성분석을 이용하여 tryptophan을 함유하고 있는 양모에도 강산의 조건하에서 알데히드 화합물을 반응시키면 발색이 됨을 알 수 있었다.

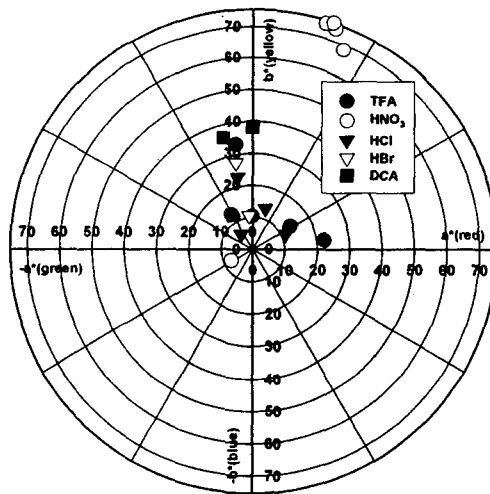


Figure 2. a^* , b^* diagram of wool fabrics colored with various aldehydes and acids

3.2. UV/VIS spectra

Figure 3.은 TFA:acetic acid(2:3, v/v) 혼합용액상에서 tryptophan 유도체인 ATE물질과 HBA를 반응시킨 후 발색물을 UV/Vis spectrophotometer통해 분석하였다. 발색물 또한 양모

와 마찬가지로 가시광선 영역 520nm에서 강한 흡수를 보이는 것으로부터 purple로 발색됨을 알 수 있었다.

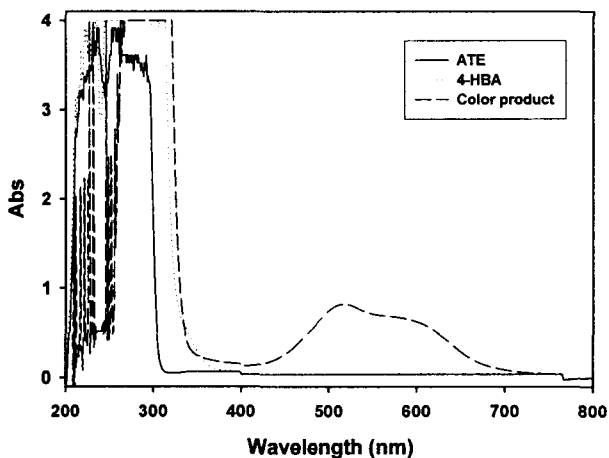


Figure 3. UV/Vis spectra of ATE, HBA, and color product

4. 결론

종래의 섬유에 색을 발현시키기 위해서는 특정색을 가진 염료와의 상호작용으로 섬유에 고착으로 염색이 되어졌지만 본 실험에서는 섬유의 구성성분중의 하나인 트립토판을 발색시킴으로서 염료가 필요 없이 발색반응으로 양모섬유의 염색을 할 수 있었다. 또한 알데히드 유도체와 강산의 종류에 따라 색체의 변화를 얻을 수 있었고, 알데히드의 농도 및 강산의 농도를 조절하여 색상변화와 농담조절을 가능하다는 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 트립토판의 발색반응을 이용한 것에 의해 동물섬유를 착색할 수 있는 것이 명확하게 밝혀졌다.

5. 참고문헌

1. H. Hart, L. E. Craine, D. J. Hart, Organic Chemistry, p398 (
2. H. Sugimoto, E. Nakanishi, S. Hibi, Polymer, vol.39, No.23, p5739 (1998)
3. H. Sugimoto, E. Nakanishi, K. Susaki, S. Hibi, Polym. J., vol.30, No.8, p622 (1998)
4. H. Sugimoto, E. Nakanishi, K. Susaki, S. Hibi, Polymer Bulletin, vol.40, p683 (1998)