

천연 색소의 추출과 무기 안료의 합성 예비보고서

서울대학교 전기정보공학부 2018-12432 박정현*
(Dated: September 25, 2023)

본 실험에서는 유기안료와 무기안료를 이용해 면섬유를 염색하고 각 안료에 의해 색깔이 나타나는 이유를 이론적으로 이해한다. 또한 유기안료를 이용해 염색한 후 매염을 하여 염료의 화학반응에 따라 색깔이 어떻게 변하는지 확인하고 이를 통해 매염제를 통해 안정도가 어떻게 변화하는지 이해한다.

I. INTROUDCTION

A. 염색

케르세틴은 양파를 노랗게 만드는 물질이다.[1] 케르세틴의 분자식은 Fig.1와 같다.[4] 아래의 구조에서 σ , π 결합이 번갈아 가며 존재하여 공명하게 되고 해당 공명과 일치하는 파장의 빛이 흡수, 방출된다. 이러한 빛이 가시광선에 해당하면 우리의 눈에서는 색깔이 있는것으로 인식한다. [3]

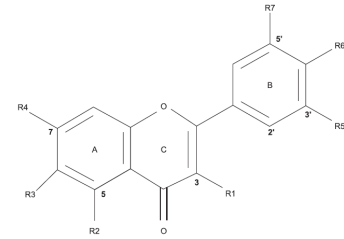


FIG. 1. 케르세틴 분자 구조

반면에 무기 염료의 경우 전이금속과 양이온이 배위결합을 하면서 착화합물을 형성한다. 전이 금속은 Fig.2 같이 d-orbital에 전자들이 존재한다. 이때 양이온이 전이금속에 가까워짐에 따라 Fig.3와 같이 전이금속 내부의 d-orbital energy가 split이 일어나게 되며 이러한 split은 central field theory를 이용해 계산할 수 있다. Split된 d level에서 전자들이 전이하면서 빛이 흡수, 방출되고 마찬가지로 이러한 빛이 가시광선의 파장대역에 해당하면 눈에서는 색깔이 있는 것으로 인식한다.[2]

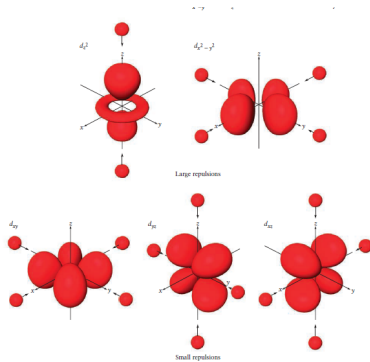


FIG. 2. 전이금속의 d-orbital

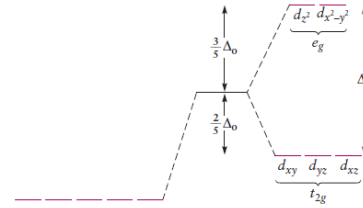


FIG. 3. 배위결합에 의한 d-orbital energy split

면섬유가 polyamide 중합체인 경우 NH기의 양극이 케르세틴 양극과 결합할 것이다. 반면에 셀룰로우스와 같은 경우에는 OH기의 음극이 케르세틴의 음극과 수소결합을 하게 될 것이다.[3] 각각에 대한 그림은 Figs.4, 5와 같다. 매염을 하는 경우 금속 원자와 유기염료 분자와 배위화합물을 형성하게 된다. 이 때 매염제의 경우 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $FeCl_2 \cdot nH_2O$ 와 같은 물질을 사용하며 금속이온의 리간드에 의해 발생한다. 이러한 배위화합물은 면섬유와 케르세틴의 결합을 강하게 유지할 수 있게 만들어준다.

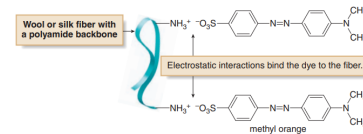


FIG. 4. 염료분자와 polyamide의 결합

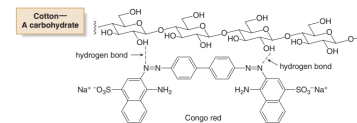


FIG. 5. 염료분자와 carbohydrate 분자와의 결합

* alexist@snu.ac.kr

반응 물질	침전 물질	침전물 색깔
$0.3gK_4Fe(CN)_6$, $0.2gCoCl_2$	$CoFe(CN)_6$	회녹색
$0.2gNH_4Fe(SO_4)_2$, $0.2gNa_2CO_3$	$Fe(OH)_3$	갈색
$0.2gNH_4Fe(SO_4)_2$, $0.2gK_4Fe(CN)_6$	$KFe(CN)_6$	파란색
$0.2gCoCl_2$, $1.0mLNa_2SiO_3$	$CoSiO_3$	보라색
$0.2gCoCl_2$, $0.2gNa_2CO_3$	$CoCO_3$	연보라색

TABLE I. 무기 안료를 만들기 위한 물질들과 색깔들

II. EXPERIMENTAL

A. 천연 색소의 추출

100mL 비커, 열 교반기, 핀셋, 약수저, 종이 타월, 백반($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), $FeCl_2 \cdot nH_2O$, $NaHCO_3$ 용액 (0.2g/10mL), 아세트산, 치자, 소목을 준비한다. 두개의 100mL 비커에 50mL씩 물을 채운뒤 각각에 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $FeCl_2 \cdot nH_2O$ 을 1.5g 씩 넣는다. 이 때 각각에 표시를 한뒤 저어주면서 5분 정도 가열한다. 이후에 면섬유를 각각의 비커에 넣고 2분 가량 가열한 뒤 잘 보관한다. 이후에 100mL 비커 두개에 50mL을 물을 가열한 뒤 한쪽에는 양파의 겉껍질을 넣고 다른 비커에는 흰껍질을 잘게 잘라 넣은 뒤 5분 가량 가열한다. 이 때 색이 색이 우려 나온 이후 건더기를 걸러 염색시 얼룩이 생기지 않도록 한다. 이후에 면섬유 두개를 흐르는 물에 적셔준뒤 두 면섬유를 각각 추출된 염액에 넣은 뒤 3분가량 가열한다. 이후에 면섬유를 종이 타월에 올려 놓은 뒤 표시한다. 사용한 염액을 100mL 비커 두개에 각각 분리한다. 이후에는 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 용액에 담가뒀던 면섬유를 각각의 염액에 넣은 뒤 3분 가량 가열한다. 이후에 흐르는 물에 씻은 뒤 표시하고 종이타월

에 올려둔다. 마찬가지로 $FeCl_2 \cdot nH_2O$ 에 담가 가열했던 면섬유를 염액에 넣고 3분 가량 가열한다. 이후에 흐르는 물에 씻고 종이타월에 올린 뒤 표시한다.

만들어진 여 셋개의 면섬유에 아세트산을 한 두 방울 떨어뜨리고, 나머지 부분에 $NaHCO_3$ 수용액을 한두 방울 떨어뜨린다. 이후에 흐르는 물에 씻기고 변화를 확인한다.

B. 무기 안료의 합성

열교반기, 청량 종이, 여과지, 뷰르너 깔때기, 뷰르너 플라스크, 유리막대, 카세인, 그리고 아래 표의 물질들을 준비한다. 두 개의 시험관에 뜨거운 물을 50mL가량 채운 뒤 각 색깔에 해당하는 물질을 섞으면 침전이 생긴다. 뷰르너 깔때기를 이용해 침전을 걸러서 말리고 100mL 비커에 카세인을 넣은 뒤 물을 넣어 걸쭉한 반죽을 만든다. 이후에 해당 반죽을 같은 양의 색소를 넣은 뒤 넣고 잘 저어준다.

III. REFERENCE

- [1] 김희준, *일반화학 실험*(자유아카데미, 2016), pp.158.
- [2] D.W. Oxtoby, H.P. Gillis, and L. Butler, *Principles of Modern Chemistry* (Brooks/Cole, Australia, 2020), pp.345-348.
- [3] J.G. Smith, *Organic Chemistry* (McGraw-Hill Education, New York, NY, 2020), pp.988-990.
- [4] M. Materska, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 58, 407-413 (2008).