

# บทที่ 8

## สีย้อมและการย้อมผ้า

### 8.1 บทนำ

สีย้อม (Dyes) เป็นสารประกอบที่มีสี สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสีย้อมจะมีหมู่ฟังก์ชันที่ทำให้เกิดสี เรียกว่า คลอโมฟอร์ (Chromophores) ได้แก่ azo group ( $-N=N-$ ) , nitroso group ( $-N=O$ ) , azoxy group ( $-N=N-$ ) , nitro group ( $NO_2$ ) เป็นต้น นอกจากนี้ สีย้อมยังมีออกโซโครม (Auxochromes) ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันที่ยึดสีให้ติดกับผ้า ได้แก่  $-COOH$  ,  $-NH_2$  ,  $-SO_3H$  ,  $-OH$  เป็นต้น

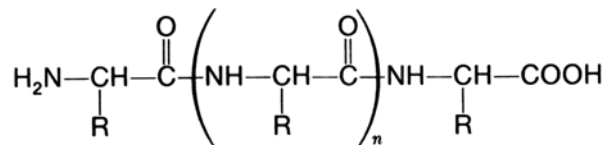
สีย้อมที่ดีต้องมีคุณสมบัติความคงทน (fastness) กล่าวคือ เกิดพันธะที่แข็งแรงกับเส้นใยผ้าและทำให้สีติดทน ไม่ตกง่ายแม้ผ่านการชะล้างหลายๆ ครั้งหรือถูกแสงแดดนานๆ สีก็ไม่ซีดและคุณสมบัติที่ควรมี คือ ความสม่ำเสมอของสี (Levelness) บนวัสดุที่ย้อม

สีย้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมเส้นใยผ้าแต่ละประเภท ต้องศึกษาโครงสร้างของทั้งสีย้อมและเส้นใย รวมทั้งอันตรกิริยาระหว่างสีย้อมกับเส้นใยผ้าด้วย

### 8.2 เส้นใยธรรมชาติ

#### 8.2.1 ไหมและขนสัตว์

ไหมและขนสัตว์มีโครงสร้างของเส้นใยคล้ายคลึงกันคือเป็นพอลิเปปไทด์ (polypeptide) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่แตกต่างกันประมาณ 20 ชนิด

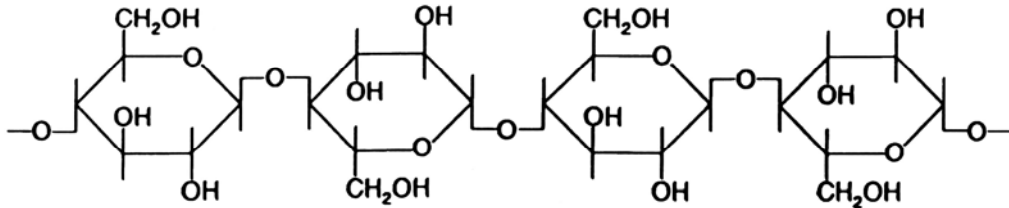


ไหมและขนสัตว์มีหมู่  $-NH_2$  และ  $-COOH$  ที่ปลายของโซ่พอลิเปปไทด์และยังมีฟังก์ชันที่โซ่ข้างเคียงของโซ่พอลิเปปไทด์ จึงสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ออกโซโครมของสีย้อมที่เป็นหมู่กรดและเบสได้ดี สีจึงติดทนไม่ตกง่าย

### 8.2.2 ลิ้นและฝ้าย

ผ้าลินินและผ้าฝ้ายมีโครงสร้างของเส้นใยเป็นเซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (Linear polymer) ของกลูโคส

#### Cotton (Cellulose)

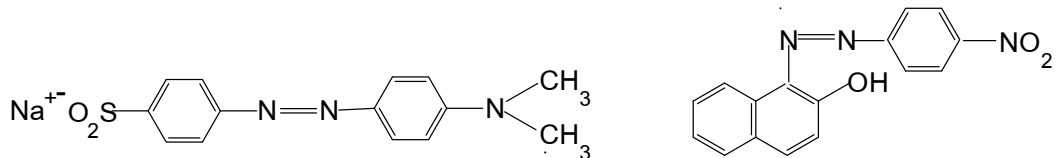


ในแต่ละหน่วยกลูโคสมีหมู่  $-OH$  อิสระ 3 หมู่ซึ่งสามารถถูกเติมหมู่อะซิเตต (acylated) เป็นเซลลูโลสไตรอะซิเตต (Cellulose triacetate) นอกจากนี้ยังสามารถทำการเติมหมู่อะเตตที่หมู่  $-OH$  บางหมู่และเหลือหมู่  $-OH$  อิสระอยู่บ้างจนมีหมู่  $OH : OAc = 2 : 5$  ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

### 8.3 การจำแนกสีย้อมตามโครงสร้าง

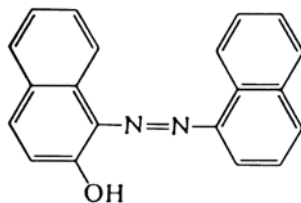
เราอาจจำแนกสีย้อมตามโครงสร้างของสีย้อมออกเป็นประเภทต่างๆ และมักเรียกชื่อตามโครงสร้างหรือหมู่ฟังก์ชันที่อยู่ในโครงสร้างนั้น ตัวอย่างเช่น

#### Azo dyes

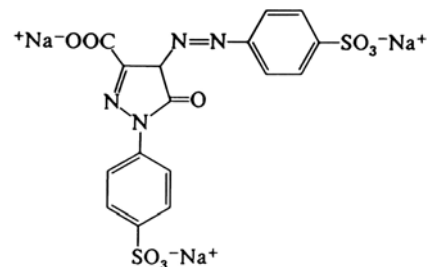


Methyl orange

Para red

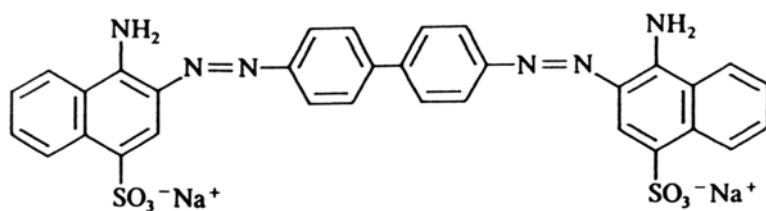


Naphthyl red



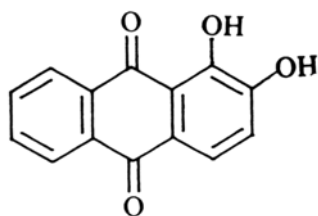
Tatrazine

### Disazo dyes

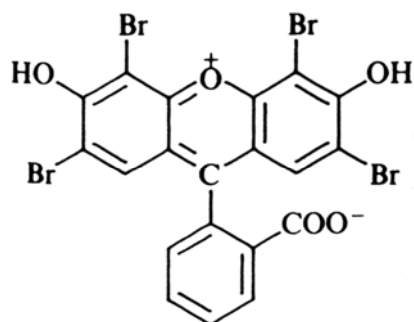


Congo red

### Anthraquinonoid dyes

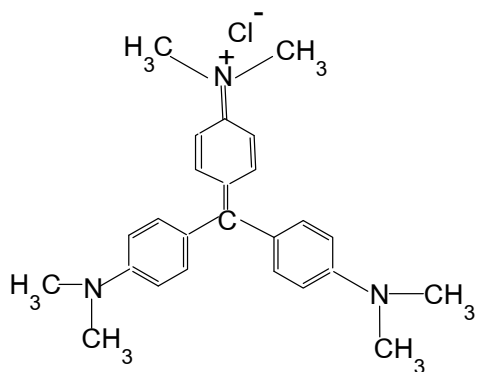


Alizarin

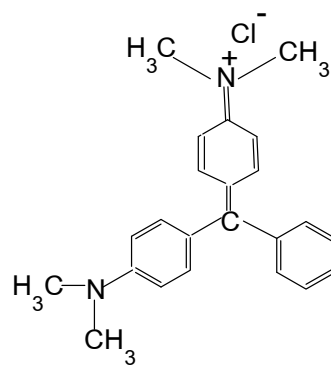


Eosin (Tetrabromofluorescein)

### Triphenylmethane dyes



Methyl violet



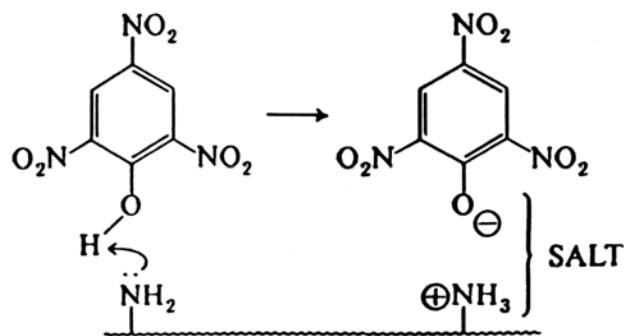
Malachite green

## 8.4 การจำแนกสีย้อมตามวิธีการย้อม

การจำแนกสีย้อมตามวิธีการย้อมโดยพิจารณาจากความเหมาะสมในการใช้งาน สีย้อมบางประเภทอาจย้อมง่ายแต่สีย้อมบางประเภทอาจต้องปรับสภาวะและวิธีการ เพื่อให้สีย้อมนั้นนำไปใช้งานได้ดี

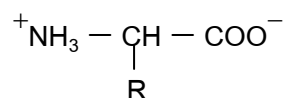
### 8.4.1 Direct dyes หรือ Substantive dyes

เป็นสีย้อมที่เกิดอันตรกิริยาโดยตรงกับเส้นใย สีย้อมที่ย้อมโดยตรงสำหรับไหมหรือขนสัตว์ คือ กรดพิกริก (**Picric acid**) ซึ่งเป็นกรดแก่ สามารถเกิดอันตรกิริยาหมู่เบสที่ปลายโซ่หรือที่โซ่ข้างเคียงในขนสัตว์หรือไหมเกิดลิงค์เกลือแบบเกลือ (Salt linkage) ระหว่างสีย้อมกับเส้นใย กรดพิกริกให้โปรตอนไปจับกับหมู่เบสบางหมู่บนเส้นใย และตัวมันเองกลายเป็นแอนไอออน (anion) ไปเกิดพันธะที่แข็งแรงกับหมู่แคทไอออน (Cation) บนเส้นใย โดยอันตรกิริยาแบบไอออนิก (ionic interaction) หรือเกิดพันธะแบบเกลือ (salt formation)



เส้นใยไหมหรือขนสัตว์

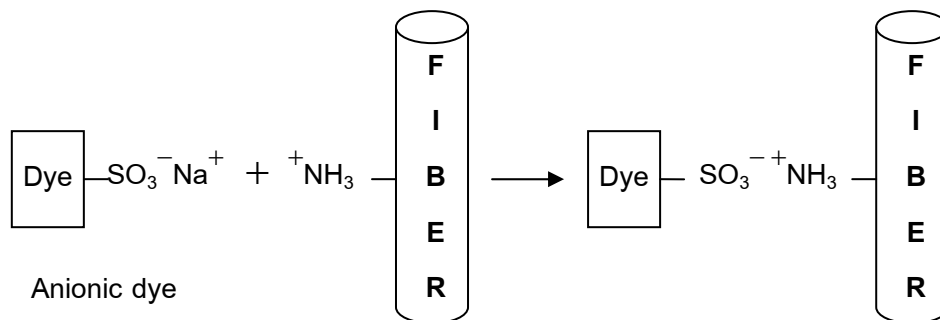
ที่ pH ในระบบธรรมชาติ กรดอะมิโนส่วนใหญ่อยู่ในรูป Zwitterion นั้นหมายความว่า เส้นใยไหมหรือขนสัตว์มีทั้งหมู่  $\text{NH}_3^+$  และ  $\text{COO}^-$  ตลอดจนหมู่  $\text{NH}_2$  และ  $\text{COOH}$   $\text{NH}_3^+$  และ  $\text{COOH}$  เป็นหมู่กรด และหมู่  $\text{NH}_2$  และ  $\text{COO}^-$  เป็นหมู่เบส



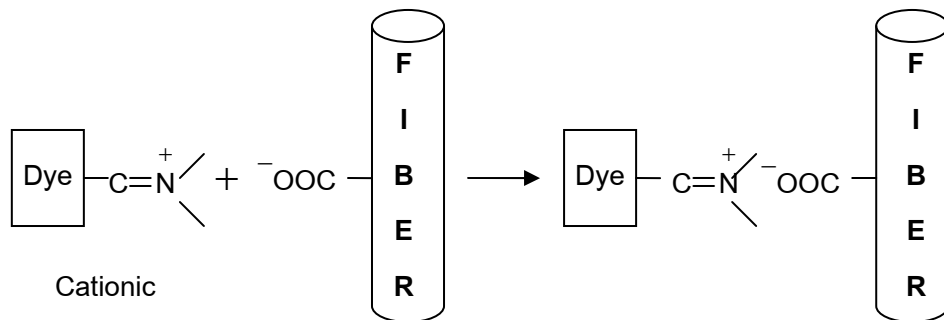
ดังนั้น กลไกการเกิดอันตรกิริยา คือ กรดพิกริกให้โปรตอนกับหมู่  $\text{COO}^-$  และตัวมันเกิดเป็นแอนไอออนและไปจับกับหมู่  $\text{NH}_3^+$  ซึ่งมีอยู่แล้วบนเส้นใยไหมหรือขนสัตว์

สีย้อมโดยตรงสำหรับไหมและขนสัตว์ยังมีอีก 2 ประเภท คือ Anionic dyes หรือ Acid dyes และ Cationic dyes หรือ Basic dyes

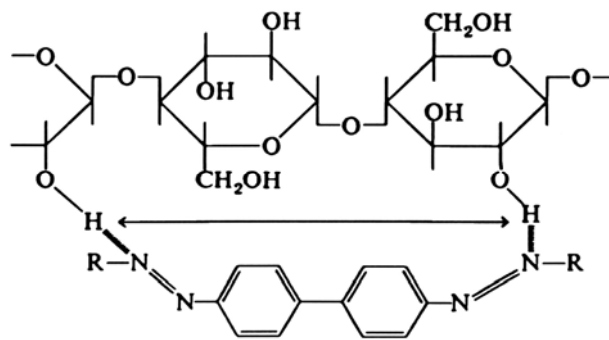
Acid dyes เป็นสีย้อมที่ข้อมในน้ำข้อมที่เป็นกรด สีย้อมกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ และแตกตัวเป็นแอนไอออน จึงเรียกว่า anionic dyes ตัวอย่างเช่น Tatrazine ซึ่งเป็น azo dye สีเหลือง มีหมู่  $\text{SO}_3^-$  ซึ่งจับกับหมู่  $\text{NH}_3^+$  ของเส้นใยได้ดังนี้



ส่วน Basic dyes เป็นเกลือของสารอินทรีย์ที่เป็นเบส (Organic base) ละลายน้ำได้ ใช้ข้อมไหมและขนสัตว์โดยตรง ส่วนเส้นใยเซลลูโลสข้อมไม่ค่อยติด Basic dye สำหรับไหมและขนสัตว์ คือ Malachite green และ methyl violet ซึ่งมีหมู่กรดที่เกิดอันตรกิริยากับหมู่  $\text{COO}^-$  ได้ดังนี้



สีย้อมสำคัญที่ใช้ข้อมเส้นใยฝ้าย คือ azo dyes สีย้อมโดยตรงสำหรับเส้นใยฝ้าย คือ Congo red เส้นใยฝ้ายมีเฉพาะหมู่  $-\text{OH}$  ซึ่งข้อมไม่ค่อยดีด้วยกรดฟิกริก หรือ Acid dye หรือ Basic dye Azo dyes โดยทั่วไปจะเกิดพันธะได้ไม่ค่อยดีกับเส้นใยฝ้าย แต่ Disazo dyes เป็นสีย้อมที่ข้อมผ้าฝ้ายได้โดยตรง Congo red เป็น Disazo dye ซึ่งมีหมู่ azo 2 หมู่ในโมเลกุล

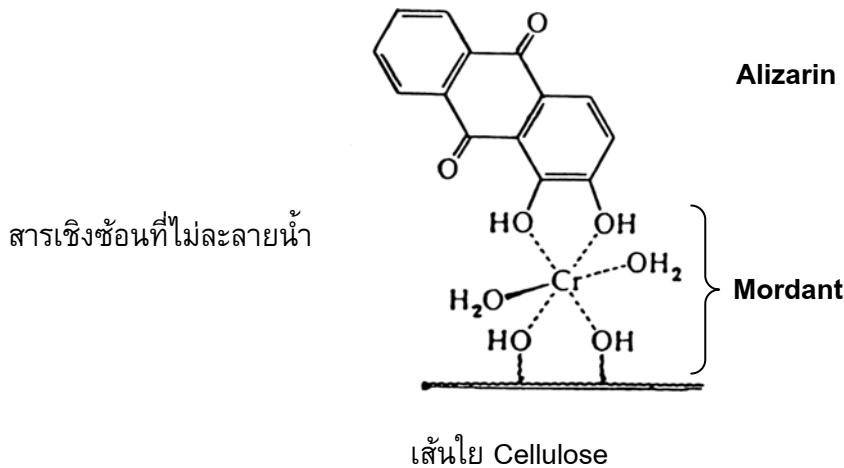


#### 8.4.2 Mordant dyes หรือ Adjective dyes

เป็นสีย้อมที่ต้องอาศัยตัวเชื่อม (Mordants) ให้สีติดผ้า สีย้อมประเภทนี้มักจะมีหมู่ในโครงสร้างที่เกิดสารเชิงซ้อนคีเลท (Chelate complexes) กับโลหะหนัก เช่น ทองแดง (Cu), โครเมียม (Cr), ดีบุก (Sn), เหล็ก (Fe) และอะลูมิเนียม (Al) เส้นใยฝ้ายมีหมู่ OH จำนวนมาก สามารถเกิดโคออดิเนท (coordinate) กับโลหะเหล่านี้ การย้อมผ้าด้วยสีย้อมแบบนี้ เส้นใยจะต้องใส่ใน mordant ก่อน เพื่อให้ Mordant ซึ่งเป็นเกลือของโลหะหนักสามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับเส้นใยก่อนและนำไปย้อม สีย้อมจะเกิดสารเชิงซ้อนกับ Mordant ด้วย และโลหะใน Mordant จะเป็นตัวเชื่อมสีย้อมให้ติดกับเส้นใย

Mordants ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ alum (potassium aluminium sulfate), copper sulfate, ferrous sulfate, stannous chloride และ potassium dichromate

สีย้อมที่ต้องอาศัยตัวเชื่อมจะย้อมติดเร็วถ้าสารเชิงซ้อนที่เกิดระหว่างสีย้อม เส้นใย และ โลหะที่เป็นตัวเชื่อมจะต้องมีความเสถียรมาก และไม่ละลายน้ำ Mordants (โลหะ) ที่แตกต่างกัน นำไปสู่การเกิดสีที่แตกต่างแม้เป็นสีย้อมตัวเดียวกัน

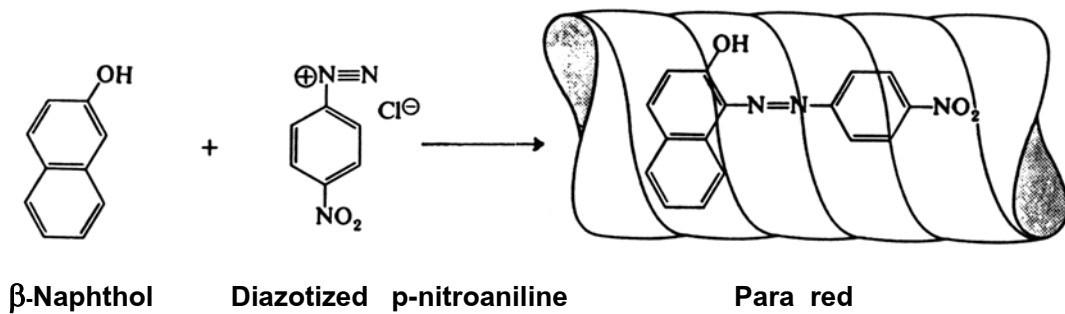


เมื่อใช้ Cationic dye ในการย้อมผ้าฝ้าย เช่น Malachite green เส้นใยฝ้ายต้องนำมา ผ่านกรดแทนนิก (Tannic acid) ซึ่งทำหน้าที่เป็น mordant ก่อน ในกรณีนี้ Mordant (สารที่ยึด สีย้อมให้ติดกับผ้า) ไม่ใช่โลหะ เป็นเพียงสารที่เกิดตะกอนเมื่อผสมกับสีย้อม กรดแทนนิกเกิด สารเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำกับ cationic dye ในขบวนการย้อม ผ้าฝ้ายจะต้องนำมาแช่ในกรด แทนนิกก่อนแล้วจึงนำไปย้อม

#### 8.4.3 Ingrain dyes หรือ Develop dyes

เป็นสีย้อมที่สังเคราะห์ขึ้นโดยตรงภายในเส้นใย แม้ว่า azo dyes จะไม่ใช่สีย้อมโดยตรงสำหรับผ้าฝ้าย แต่จะใช้ย้อมผ้าฝ้ายได้โดยวิธีย้อมแบบนี้ องค์ประกอบ 2 ตัวที่ใช้สังเคราะห์ สีย้อมนี้จะต้องให้แพร่เข้าไปในรูและที่ว่างระหว่างเส้นใยของผ้า เมื่อองค์ประกอบทั้งสองตัวทำ ปฏิกิริยาเกิดเป็นสีย้อม มันจะถูกดักจับอยู่ภายในเส้นใย เนื่องจากสีย้อมที่เกิดขึ้นเป็นโมเลกุลที่ ใหญ่ ถ้าย้อมโดยตรงสีย้อมจะเกาะอยู่ที่ผิวนอกของเส้นใยและจะย้อมไม่ติด Azo dyes มักใช้ ย้อมผ้าฝ้ายโดยวิธีดังกล่าวนี้ Para red เป็น azo dye ที่ต้องย้อมโดยวิธีนี้

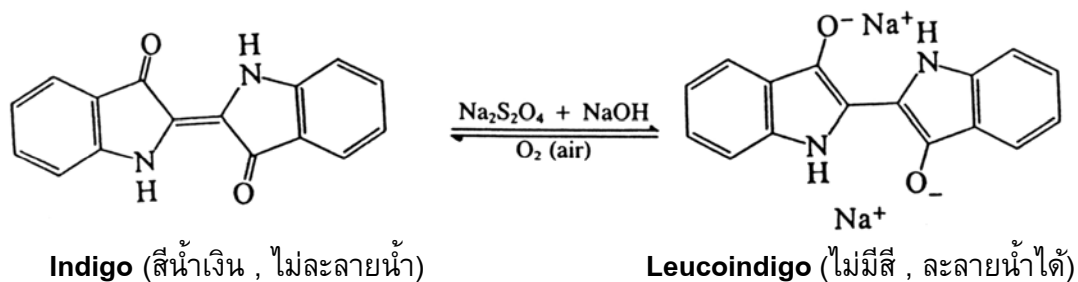
การเกิด Para red เส้นใยจะต้องจุ่มในสารละลายของ  $\beta$ -naphthol ซึ่งเป็น coupling component แล้วจึงนำไปแช่ในสารละลายของ diazotized p-nitroaniline ปฏิกิริยาที่เกิดเป็น ดังนี้



ขบวนการย้อมผ้านี้ใช้ย้อมเฉพาะเส้นใยเซลลูโลสและไหมเทียม สีจะติดทนและทนทานต่อการซักล้าง แต่ความทนทานต่อแสงแดดมีระดับที่ต่างกันตั้งแต่ดีถึงเลว การย้อมแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับย้อมไหมและขนสัตว์ เพราะสารประกอบฟีนอล ( $\beta$ -Naphthol) ละลายในเบสและเบสสามารถไฮโดรไลส์โซโพลีเปปไทด์ของโปรตีน ทำให้เส้นใยโปรตีนเปื่อยยุ่ยได้

#### 8.4.4 Vat dyes

เป็นสีย้อมที่ย้อมเส้นใยได้ทุกชนิดทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ สีย้อมประเภทนี้จะละลายน้ำได้ในรูป reduced form แต่ถ้าถูกออกซิไดส์ มันจะไม่ละลาย ตัวอย่างเช่น Indigo ซึ่งเป็น Vat dye สีน้ำเงินที่ไม่ละลายน้ำ มันสามารถถูกรีดิวส์โดย Sodium dithionite (Sodium hydrosulfite) ไปเป็น Leucoindigo ซึ่งไม่มีสีและละลายน้ำได้

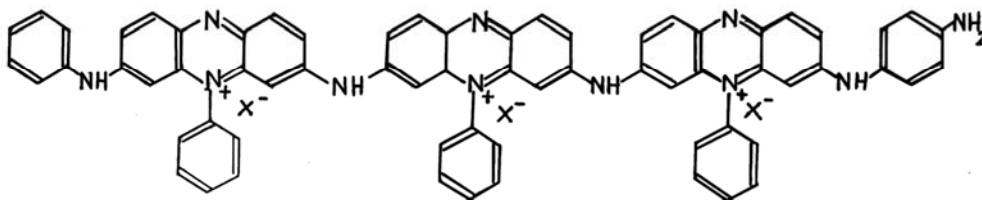


ในขบวนการย้อมโดยวิธีนี้ เส้นใยจะจุ่มอยู่ในถังที่ใส่สารละลาย Leucoindigo ร้อน จากนั้น เอาเส้นใยออกแล้วปล่อยให้แห้งในอากาศ Leucoindigo จะถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจนในอากาศไปเป็น Indigo ซึ่งไม่ละลายน้ำ Indigo ตกตะกอนอยู่ภายในและบนผิวของเส้นใยผ้า ในเมื่อ Indigo ไม่ละลายในสารละลายเอเคียส สีจึงไม่ตกเมื่อถูกซักล้าง Indigo เป็นสีย้อมที่ใช้ย้อม blue jean



#### 8.4.5 Oxidation dyes

เป็นสีย้อมที่สังเคราะห์ขึ้นภายในเส้นใยผ้าโดยใช้สารเคมีเคลือบบนเส้นใยก่อน แล้วใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ (Oxidizing agent) มาออกซิไดส์สารที่เคลือบไว้ ทำให้เกิดสีบนเส้นใยผ้า ถ้าต้องการให้สีเกิดเร็ว สามารถใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย สีย้อมนี้นิยมใช้กันมากและเป็นสีย้อมที่มีความทนทานเป็นเลิศ ตัวอย่างเช่น Aniline black สีย้อมนี้ใช้ย้อมผ้าได้แทบทุกชนิด เช่น ผ้าฝ้าย ไยสังเคราะห์ เช่น พวกเรยอง เซลลูโลสอะซิเตต ตลอดจนไหมเทียมที่รู้จักกันมานาน คือ ไหมซาติน (Satin) สีดำ นอกจากนี้ ยังใช้ผ้าที่ใช้ทำร่มได้ดี เพราะทนทานต่อแสงแดดและฝน กรรมวิธีการย้อมโดยออกซิไดส์ให้มีสีก่อนไปทางสีดำและสีน้ำตาลนั้นนิยมใช้ย้อมขนสัตว์และผลิตภัณฑ์จากหนังสัตว์ด้วย

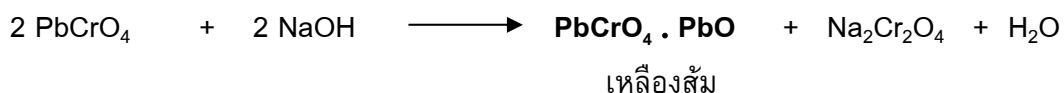
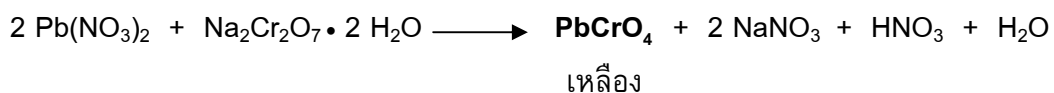


Aniline black

#### 8.4.6 Mineral and Pigment dyes

เป็นกลุ่มสีย้อมที่ได้จากออกไซด์ของโลหะ ได้แก่ ออกไซด์ของเหล็ก, Chrome yellow, Chrome green, Ultramarine เป็นต้น

Chrome yellow เป็นสีย้อมกลุ่มสีเหลืองส้ม ส่วนใหญ่สีเหลืองเกิดจากสีของ Lead chromate ถ้าผสมต่างลงไปแล้วต้ม สีจะเปลี่ยนเป็นเหลืองส้ม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ



## การทดลองที่ 8

### การย้อมผ้าด้วยสีย้อมประเภทต่าง ๆ

#### วิธีทดลอง

วัสดุที่ใช้ย้อม ผ้าฝ้ายและลินิน (ขนาด 1" x 1")

การเตรียมผ้าที่จะย้อม นำผ้าทั้งหมดที่จะใช้ใน 3 การทดลองต่อไปนี้ไปต้มในน้ำเดือด สัก 10 นาที แล้วซับบนแผ่นกระดาษทิชชูแบบหนาให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงนำไปย้อม

#### การย้อมโดยตรง

สีย้อมที่ใช้ : Alizarin , Congo red , Methyl violet , Malachite green , Methyl orange

#### การเตรียมสีย้อม

1. ละลายสีย้อม 0.1 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร
2. เจาะสารละลายของ Congo red ให้ใส่ 10 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1 มิลลิลิตร

วิธีย้อม (วิธีการย้อมต่อไปนี้จะใช้กับทุกสีย้อม แต่ละสีย้อมใช้ผ้าฝ้าย 2 ชั้น)

ต้มสารละลายของสีย้อม (50 มิลลิลิตร) ให้เดือดในอ่างไอน้ำ ใส่ผ้าฝ้าย 2 ชั้นลงไปขณะที่ ยังเดือดอยู่ แช่ผ้าในสีย้อม 15 นาที เอาผ้าทั้งสองชั้นออก นำผ้าชั้นหนึ่งไปล้างในน้ำร้อน เอา ชั้นมาซับบนกระดาษทิชชูแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ส่วนอีกชั้นหนึ่งเอาไปล้างในน้ำสบู่ร้อน แล้วชะน้ำ สบู่ ออก ซับและปล่อยให้แห้งเช่นเดียวกับผ้าชั้นแรก

#### การย้อมโดยอาศัยตัวเชื่อม

สีย้อมที่ใช้ : Alizarin , Congo red , Methyl violet , Malachite green , Methyl orange

#### Mordants

1. Tannic acid และ Tartar emetic (Potassium antimony tartrate)
2. Chrome (Potassium dichromate)

(เตรียมสารละลายของ Mordants ทุกชนิดให้มีความเข้มข้น 0.1 M)

## วิธีย้อม

### 1. การย้อมที่ใช้ Tannic acid เป็นตัวเชื่อมและ fixed ด้วย Tartar emetic

ต้มสารละลายของ Tannic acid (25 มิลลิลิตร) ให้เดือด แช่ว้า 10 ชั้นที่จะย้อมในสารละลายนี้ เป็นเวลา 30 นาที (เนื่องจากต้องเสียเวลามากในการแช่ว้า จึงอาจทำการทดลองช่วงนี้พร้อมๆ กับการทดลองที่ 8.5.1) หลัง 30 นาที เอาผ้าทั้งหมดแช่ในสารละลายของ Tartar emetic สัก 10 นาที ชับด้วยทิวชู่ให้พอแห้งหมาดๆ แล้ววางบนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) ให้แห้งมากขึ้น แล้วจึงนำไปย้อมตามวิธีการย้อมในหัวข้อ 8.5.1

### 2. การย้อมที่ใช้ Chrome เป็นตัวเชื่อม

ต้มสารละลายของ Chrome (25 มิลลิลิตร) ให้เดือดแล้วแช่ว้า 10 ชั้นในสารละลายนี้เป็นเวลา 15-20 นาที นำผ้าไปซับด้วยทิวชู่ให้พอแห้งหมาดๆ แล้วนำไปวางบนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ให้แห้งมากขึ้น แล้วจึงนำไปย้อมตามวิธีการย้อมในหัวข้อ 8.5.1

## การย้อมผ้าด้วยวิธีอื่น ๆ

### วัสดุที่ใช้ย้อม ผ้าฝ้าย

#### Aniline black (Oxidation dye)

##### วิธีย้อม

วิธีที่ 1 ชุบผ้าในสารละลาย Aniline hydrochloride ( $\text{PhNH}_2 \text{HCl}$ ) (10 มิลลิลิตร) อุณหภูมิร้อนเป็นเวลา 5 นาที แล้วใส่สารละลาย  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (10 มิลลิลิตร) ที่ร้อน ตามด้วยสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  (5 มิลลิลิตร)

วิธีที่ 2 ชุบผ้าในสารละลาย  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (10 มิลลิลิตร) อุณหภูมิร้อนเป็นเวลา 5 นาที แล้วใส่สารละลาย Aniline hydrochloride (10 มิลลิลิตร) ที่ร้อน ตามด้วยสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  (5 มิลลิลิตร)

วิธีที่ 3 ชุบผ้าในสารละลาย  $\text{PhNH}_2 \text{HCl}$  ที่ร้อน (10 มิลลิลิตร) และ  $\text{NaClO}_3$  (5 มิลลิลิตร) อุณหภูมิร้อนเป็นเวลา 5 นาที แล้วใส่สารละลาย  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (5 มิลลิลิตร)

#### Para red ( Ingrain dye)

##### วิธีเตรียม เตรียมสารละลายต่อไปนี้

##### 1. สารละลาย Diazotized p-nitroaniline

ชั่ง p-nitroaniline 1.4 กรัม น้ำ 25 มิลลิลิตร และ 10% HCl 5 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์เล็ก ต้มสารละลายจน p-nitroaniline ส่วนใหญ่ละลาย ถ้าจำเป็นอาจต้องเติมกรด

## 2. สารละลาย $\beta$ -Naphthol

ใส่  $\beta$ -Naphthol 0.5 กรัมในบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร ขณะคนให้หยดสารละลาย 10% NaOH ที่ละลายจนกระทั่ง  $\beta$ -Naphthol ส่วนใหญ่ละลาย  $\beta$ -Naphthol อาจจะไม่สามารถละลายทั้งหมด และพึงระวังอย่าเติมเบสมากเกินไป ผ้าฝ้ายอาจแตกอยู่ในสารละลายเบสเข้มข้นและขนสัตว์จะยิ่งเลวร้ายในสารละลายเบส

### วิธีย้อม

#### วิธีที่ 1 Ingrain dye

แช่ผ้าฝ้าย 1 ชิ้นในสารละลาย Diazotized p-nitroaniline (20 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 2-3 นาที นำมาซับด้วยทิชชูให้แห้ง นำผ้าที่ซับจนแห้งมาก แล้วใส่ในสารละลาย  $\beta$ -Naphthol (20 มิลลิลิตร) หลัง 2-3 นาที เอาผ้ามาล้างด้วยน้ำ ซับให้แห้ง จดผลการทดลอง

#### วิธีที่ 2 Azo dye (ย้อมโดยตรง)

หลังเสร็จสิ้นการย้อมโดยวิธีที่ 1 เทสารละลาย Diazotized p-nitroaniline และ  $\beta$ -Naphthol รวมกัน คนให้เข้ากันแล้วเติมกรดซัลฟูริก เพื่อให้สารละลายเป็นกรดกับกระดาษลิตมัส (ใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้นประมาณ 3 หยด) ต้มสารละลายของสีย้อมนี้แล้วแช่ผ้า 1 ชิ้น ในสารละลายนี้เป็นเวลา 10 นาที เอาผ้ามาล้างน้ำ และจดผลการทดลอง เปรียบเทียบผ้า 2 ชิ้นที่ย้อมโดย 2 วิธีดังกล่าว ดูว่าวิธีใดจะให้ผลการย้อมที่ดีกว่ากัน

#### Indigo (Vat dye)

**วิธีเตรียม** เตรียมสารละลาย Leucoindigo โดยชั่ง Indigo 0.1 กรัม Sodium hydrosulfite 0.1 กรัม NaOH 2 เม็ดกลม (ประมาณ 0.15 กรัม) และน้ำ 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่นแล้วเขย่าเบาๆ สัก 2-3 นาที สารละลาย leucoindigo จะเป็นสารละลายสีเขียวแก่ ทำให้สารละลายเจือจางโดยเติมน้ำ อีก 50 มิลลิลิตร

**วิธีย้อม** แช่ผ้าในสารละลายที่เตรียมไว้แล้วเป็นเวลา 10-15 นาทีแล้ว เอาผ้า ผึ่งทิ้งไว้ในอากาศ Leucoindigo จะถูกออกซิไดส์เป็น Indigo เกิดสีน้ำเงินบนผ้า เอาผ้า ไปล้างน้ำ แล้วซับให้แห้ง

### **Chrome yellow**

#### **วิธีย้อม**

**วิธีที่ 1** ต้มผ้าในสารละลาย Lead nitrate (10 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 3-4 นาที แล้วตักขึ้นมาแช่ในสารละลาย  $K_2Cr_2O_7$

**วิธีที่ 2** ต้มผ้าในสารละลาย Lead nitrate (10 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 3-4 นาที แล้วตักขึ้นมาแช่ในสารละลาย  $K_2Cr_2O_7 + 10\% NaOH$  (10 มิลลิลิตร)

เปรียบเทียบสีของผ้าที่ย้อมโดย 2 วิธีนี้ว่า แตกต่างกันหรือไม่ จดผลการทดลอง

## คำถามท้ายบท

1. โครงสร้างทางเคมีของเส้นใยไหมและขนสัตว์แตกต่างจากโครงสร้างทางเคมีของเส้นใยลินินอย่างไร จงเขียนสูตรโครงสร้างของเส้นใยทั้งสองประเภท และโครงสร้างดังกล่าวมีผลดีหรือผลเสียอย่างไรต่อการย้อมผ้าทั้ง 2 ประเภทนี้
2. Chromophores และ Auxochromes ของสีย้อมคืออะไร จงอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่าง
3. สีย้อมต่อไปนี้จัดตามวิธีการย้อมเป็นสีย้อมประเภทใดและมีสีอะไร  
Congo red , alizarin , tatrazine , eosin , picric acid , aniline black และ naphthyl red
4. จงยกตัวอย่างสีย้อมที่ใช้ย้อมผ้าไหมโดยตรงได้ดี อธิบายและแสดงปฏิกิริยาระหว่างสีย้อมและเส้นใยผ้า
5. จงยกตัวอย่างสีย้อมที่ใช้ย้อมผ้าลินินโดยตรงได้ดี อธิบายและแสดงปฏิกิริยาระหว่างสีย้อมและเส้นใยผ้า
6. Mordants คืออะไร สารเคมีอะไรที่นิยมใช้เป็น mordants และสีย้อมอะไรที่ต้องอาศัย mordants ในการย้อม จงเขียนปฏิกิริยาแสดงพันธะที่เกิดระหว่างสีย้อม, mordant และเส้นใยผ้า
7. Para red เป็นสีย้อมประเภทใด จงอธิบายพร้อมทั้งเขียนปฏิกิริยาแสดงการเตรียมสีย้อมนี้ และวิธีการย้อมโดยใช้สีย้อมนี้
8. เหตุใด para red จึงไม่เหมาะสำหรับย้อมผ้าไหม
9. Indigo จัดเป็นสีย้อมประเภทใดและมีวิธีการย้อมอย่างไร จงอธิบายพร้อมทั้งเขียนปฏิกิริยาแสดงการเกิดสีบนผ้าที่ย้อม
10. Aniline black จัดเป็นสีย้อมประเภทใด เหมาะสำหรับย้อมผ้าประเภทใด