สารฟอกขาว (Bleaching agents)

สมจิตต์ บวรวัฒนาโสภณ
วรรณภา ตันยีนยงค์

สารฟอกขาวคือสารที่สามารถทำให้วัตถุอื่นเกิดความขาวสว่าง โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีเรียกว่าการฟอกขาว ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาออกซิเดทีฟหรือรีดัคทีฟ

การฟอกขาว (bleaching) คือขบวนการทำลายสีหรือทำให้ขาวขึ้น สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในสารละลายหรือที่ผิวหน้าวัตถุ โดยทำให้สี (color bodies) ละลายได้ดีขึ้นและถูกกำจัดออกไปได้ง่าย

สี (colorants) คือคุณลักษณะเฉพาะตัวอย่างหนึ่งของวัตถุหรือสาร ขึ้นกับความสามารถในการดูดกลืนคลื่นแสงที่สามารถมองเห็น(visible light) ซึ่งมีความยาวคลื่น 400-700นาโนเมตร

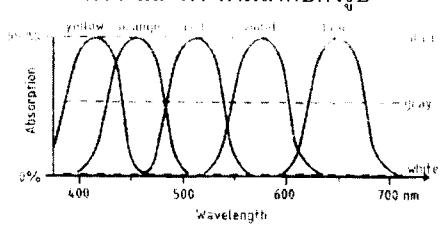
วัตถุมีสีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. วัตถุมีสีที่เป็นสารอินทรีย์
2. วัตถุมีสีที่เป็นสารอนินทรีย์

แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบวัตถุต่าง ๆ บนพื้นโลกจะเกิดการส่องผ่าน หักเห และสะท้อน ไปในทิศทางต่าง ๆขึ้นกับคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชนิด วัตถุที่สามารถให้แสงส่องผ่านหรือสะท้อนกลับหมด สายตามนุษย์จะไม่สามารถมองเห็นสีของวัตถุนั้น แต่ถ้าวัตถุนั้น ๆ สามารถดูดกลืนแสงได้หมด เราจะมองเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำและถ้าวัตถุสามารถดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตรในสัดส่วนคงที่เราจะมองเห็นวัตถุเป็นสีเทา

สีดำ เทา ขาว (มองไม่เห็นสี) เรียกว่าสีอะโครเมติก (Achromatic colors) ในทางตรงข้ามสีที่เราสามารถมองเห็นเป็นสีต่าง ๆ เรียกว่าสีโครเมติก (Chromatic colors)

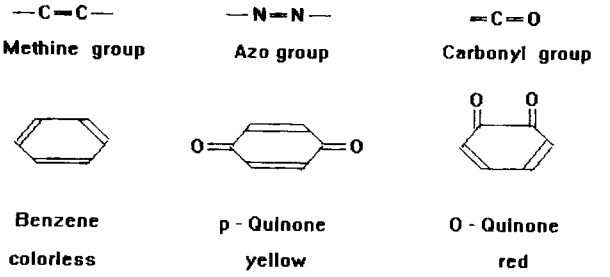
สีเหลืองที่ตาเรามองเห็นเกิดจากวัตถุดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 400-430 นาโนเมตร ส่วนแสงที่ความยาวคลื่นอื่นจะถูกสะท้อนกลับมาที่นัยตาของเรา และในทำนองเดียวกันถ้าแสงถูกดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 430-480, 480-550, 550-600 และ 600-700 นาโนเมตร จะทำให้เราสามารถมองเห็นวัตถุนั้น ๆ เป็นสีส้ม แดง ม่วง และฟ้า ตามลำดับดังรูป



Schematic representation of the light absorption of colored solids
achromatic colors
chromatic colors

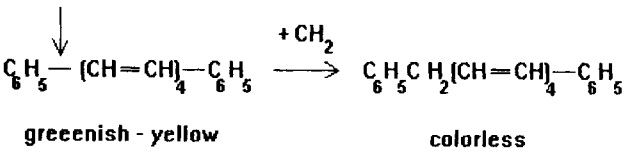
วัตถุที่มองเห็นเป็นสีเขียว จะดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 2 ช่วงคือ 400 - 450 และ 580 -700 นาโนเมตร

สีที่เกิดจากสารอินทรีย์ (organic compounds) จะเป็นสารประกอบของอะตอมต่างชนิดยึดจับกันด้วยพันธะเดี่ยว (single bonds)และพันธะคู่ (double bonds)เรียกว่า โครโมฟอร์ (Chromophore) เช่น



สามารถดูดกลืนโฟตอน (Photon) ของแสงแล้วปล่อยคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆกันทำให้มองเห็นเป็นสีชนิดต่าง ๆ

การฟอกขาวและการทำลายสีเกิดจากการทำลายพันธะคู่ของอะตอมในโมเลกุลของโครโมฟอร์โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น

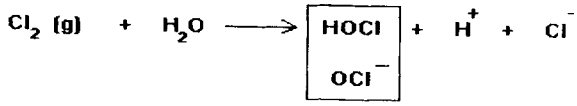


การฟอกขาวยังเป็นการเพิ่มคุณสมบัติในการละลายน้ำของสารอินทรีย์หลังทำปฏิกิริยาอีกด้วยเช่น การเปลี่ยน olifin ให้เป็น vicinal diol ซึ่งละลายน้ำได้ดีกว่าทำให้กำจัดสีออกจากวัตถุได้โดยง่าย

สารฟอกขาว (bleaching agents) แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ

1. สารฟอกขาวออกซิไดซิง (oxidizing agents) ได้แก่

1.1 ก๊าซคลอรีน (chlorine gas, Cl_2) ถูกค้นพบโดย Scheele ในปี ค.ศ. 1774 ต่อมา Bertholet ได้นำไปใช้ฟอกขาวในเส้นใยสิ่งทอในปี ค.ศ. 1790 โดยให้คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้สารผสมของกรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid, HOCl) และอิออนของไฮโปคลอไรท์ (hypochlorite, OCl^-)



ส่วนใหญ่จะใช้ฟอกขาวพวกเยื่อไม้เพื่อทำกระดาษมากกว่าสิ่งทอ แต่มีข้อเสียด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเกิดสารอินทรีย์คลอรีน (chlorinated organic compounds) ที่เป็นพิษ

1.2 ไฮโปคลอไรท์ (hypochlorite, OCl^-)จะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เป็นสารฟอกขาวที่รุนแรงที่สุดตัวหนึ่ง เตรียมได้จากการผ่านก๊าซคลอรีนลงในโซดาไฟ (NaOH) เข้มข้นไม่เกินร้อยละ 20.5

$$Cl_2(g) + 2NaOH \longrightarrow \boxed{NaOCl} + NaCl + H_2O$$

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow \boxed{HOCl} + Na^+ + OH^-$$

โซเดียมไฮโปคลอไรท์เตรียมได้แต่ในรูปของสารละลายเท่านั้น ไม่สามารถเตรียมในสภาพของแข็งเพราะไม่เสถียร สารละลายเข้มข้นมีอะเวเลเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 15 เหมาะสำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกขาว นอกจากนี้ยังมีการเตรียมเป็นเกลือไฮโปคลอไรท์ [Ca $(OCl)_2$] ลิเทียมไฮโปคลอไรท์ [$Li(OCl)_2$] และคลอริเนตเตดไทรโซเดียมฟอสเฟตซึ่งนำไปใช้เป็นส่วนผสมของสารซักฟอกทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรคชนิดต่าง ๆที่วางจำหน่ายในท้องตลาด แต่ไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอหรือเยื่อกระดาษเพราะจะเกิดคลอโรฟอร์มเป็นผลพลอยได้ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและยังทำลายเส้นใยเซลลูโลสอีกด้วย

1.3 คลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide, ClO_2) อยู่ในสถานะก๊าซควบแน่นที่อุณหภูมิ 11 °ซ ถ้าความเข้มข้นสูงจะระเบิดได้ ไม่สะดวกในการขนส่งปริมาณมาก ๆ (bulk) การเก็บและการขนส่งต้องแช่เย็นจัดจนกระทั่งเป็นของแข็งในรูปแปดน้ำผลึก (octahydrate) เตรียมโดยการผ่านก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ลงในน้ำเย็นจัดจนกระทั่งตกผลึกแยกตัวออกจากน้ำหรือโดยการทำปฏิกิริยารีดักชันของคลอเรต (chlorate, OCl_3^-) ด้วยกรดเกลือ(HCl)ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)เมทานอล(CH_3OH)

1] $HClO_3 + HCl \longrightarrow HClO_2 + HClO$

$$\downarrow HClO_3$$

$$\boxed{2ClO_2} + H_2O$$

2] $2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow \boxed{2ClO_2} + 2NaHSO_4$

3] $4NaClO_3 + CH_3OH + 4H_2SO_4 \longrightarrow \boxed{4ClO_2} + HCOOH + 4NaHSO_4 + 3H_2O$

มีคุณสมบัติในการฟอกขาวสูงสุด เหมาะสำหรับฟอกขาวลิกนิน (lignin) ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ

1.4 คลอไรท์ (chlorite,ClO_2^-)เกลือโซเดียมคลอไรท์ ($NaClO_2$) เป็นสารที่เสถียรใช้เป็นสารเริ่มต้นในการผลิตคลอรีนไดออกไซด์ โดยการใส่โซเดียมคลอไรท์ลงในน้ำแล้วทำให้เป็นกรด (acidity)

$$5NaClO_2 + 5H_2O \longrightarrow 5HClO_2 + 5NaOH$$

$$\downarrow H^+$$

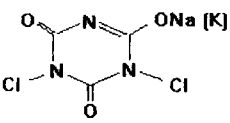
$$\boxed{4ClO_2} + HCl + 2H_2O$$

หรือโดยการทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีน

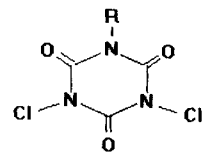
$$2NaClO_2 + Cl_2(g) \longrightarrow \boxed{2ClO_2} + 2NaCl$$

จะใช้ประโยชน์ด้านการฟอกขาวเส้นใยสิ่งทอเป็นส่วนใหญ่

1.5 สารประกอบไนโตรเจนและคลอรีน (N-chloro compounds) เช่น Chloramine, Chloramide, Chlorimine, Chlorimide, Chlorosulfonamide และ Chlorohydatoins จะใช้ประโยชน์เป็นตัวทำความสะอาดและล้างภาชนะถ้วยชาม แต่สารประกอบ N-chloro ที่ใช้ในการฟอกขาวได้แก่ คลอริเนตเตดไอโซไซยานูเรต (chlorinated isocyanurate) เตรียมได้จากการผ่านก๊าซคลอรีนลงในกรดไซยานูริก (cyanuric acid) ได้ไดหรือไทรคลอโรไอโซไซยานูริกแอซิด (Di or Trichloro isocyanuric acid) และเกลืออัลคาไลไอโซไซยานูเรต



sodium or potassium dichloroisocyanurate



trichloroisocyanuric acid
R = Cl

สารประกอบเหล่านี้จะอยู่ในสภาพผงสีขาว ไทรคลอโรไอโซไซยานูริกแอซิดประกอบด้วยอะเวเลเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 90 ส่วนโซเดียมและโพแทสเซียมไดคลอโรไอโซไซยานูเรตประกอบด้วยอะเวเลเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 63 และ 59 ตามลำดับ จะนำไปใช้เป็นสารฟอกขาวและฆ่าเชื้อโรค เพราะเมื่อละลายน้ำแล้วได้กรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid)

$$RR'NCl + H_2O \longrightarrow RR'NH + \boxed{HOCl}$$

1.6 สารประกอบเพอร์ออกซิเจน (peroxygen compounds) หรือสารประกอบแอคทีฟออกซิเจน (active oxygen compounds)จะประกอบด้วย peroxide linkage (- O - O -) ซึ่งจะให้แอคทีฟออกซิเจน 1 อะตอมได้แก่

- ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นสารฟอกขาวที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (textile) เยื่อกระดาษ (pupl)และการซักล้างตามบ้านเรือน เนื่องจากมีราคาถูกสะดวกในการใช้งาน

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์บริสุทธิ์จะประกอบด้วยแอคทีฟออกซิเจน ร้อยละ 47 ตัวมันเองจะมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนเมื่อละลายน้ำ จะเกิดการแตกตัวได้เล็กน้อยดังสมการ

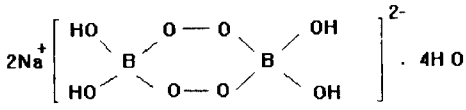
$$H_2O_2 \rightleftharpoons H^+ + HO_2^-$$

แต่ถ้าจะนำไปใช้งานต้องใช้ในสภาวะด่างซึ่งไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะเปลี่ยนเป็นเพอร์ไฮดรอกซีแอนอิออนดังสมการข้างต้นเพื่อความสะดวกในการซักล้างทำความสะอาดในครัวเรือน สารละลายทำความสะอาดต่าง ๆ ที่วางขายในท้องตลาดจึงเติมด่าง เช่น โซดาไฟ เกลือคาร์บอเนต ในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และใส่สารช่วยเสถียร (stabilizers) ที่ทำหน้าที่เป็น chelating และ buffering agent เช่น ซิลิเกต (silicate) เกลือเอิร์ทเมทัล (earth metal salts) และโพลีฟอสเฟต (polyphosphates) เพื่อควบคุมการเกิดเพอร์ไฮดรอกซีแอนอิออน ไม่ให้เกิดมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ข้อดีของสารฟอกขาวไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์คือไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เพราะหลังจากการทำปฏิกิริยาแล้วได้ก๊าซออกซิเจนและน้ำ

- โซเดียมเพอร์บอเรต($NaBO_3.4H_2O$; $NaBO_3.H_2O$) ได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลายบอแร็กกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และโซดาไฟ

$$Na_2B_4O_7 + 2NaOH + 4H_2O_2 + 11H_2O \longrightarrow 4NaBO_3.4H_2O$$

สูตรโครงสร้างของ $NaBO_3 . 4H_2O$ คือ



เป็นสารเพอร์ออกซิเจนที่เสถียรเมื่ออยู่ในสภาวะของแข็งสามารถให้ปริมาณแอคทีฟออกซิเจน (active oxygen) ร้อยละ 10.46 และ 15.5 ตามลำดับ

- โซเดียมคาร์บอเนตเพอร์ออกซีไฮเดรท (sodium carbonate peroxyhydrate, $Na_2CO_3.3H_2O$) สามารถให้ปริมาณแอคทีฟออกซิเจนร้อยละ 14 ทั้งโซเดียมเพอร์บอเรตและโซเดียมคาร์บอเนตเพอร์ออกซีไฮเดรทใช้ประโยชน์ในสารทำความสะอาดชนิดต่าง ๆ โดยใช้เป็นส่วนผสมในผงซักฟอก สารทำความสะอาดฟันปลอม ยาสีฟัน และสารทำความสะอาดชนิดพิเศษอื่น ๆ

- โอโซน (ozone, O_3) เป็นสารฟอกขาวและฆ่าเชื้อโรคชนิดหนึ่งแต่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเยื่อกระดาษเพราะราคาแพงและยุ่งยากในการควบคุมขณะใช้งาน

2. สารฟอกขาวรีดิวซิง (reducing agents) ได้แก่

2.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulphur dioxide, SO_2) เป็นสารฟอกขาวรีดิวซิงตัวแรกที่นำมาใช้ตั้งแต่สมัยโรมันได้จากการเผากำมะถันในอากาศ

$$S + O_2 \xrightarrow{\triangle} \boxed{SO_2}$$

ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเยื่อกระดาษ เพราะต้องใช้ความระมัดระวังสูงในการป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของก๊าซ เนื่องจากเป็นอันตรายต่อเยื่อบุทางเดินหายใจและเนื้อเยื่ออื่น ๆ แต่นำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการถนอมอาหารสำเร็จรูปโดยใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

2.2 ซัลไฟท์ (sulphite, SO_3^-), ไฮโดรเจนซัลไฟท์ หรือไบซัลไฟท์ (hydrogen sulphite or bisulphite, HSO_3^-) ได้จากการผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำจะได้กรดซัลฟูรัส (sulphourous acid, H_2SO_3) ซึ่งไม่เสถียร แต่สามารถเตรียมเกลือโลหะของซัลไฟท์ที่เสถียรได้ เช่น โซเดียมซัลไฟท์ (Na_2SO_3) โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟท์ ($NaHSO_3$) โดยการผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในโซดาไฟ (NaOH) และโดยการทำปฏิกิริยาของอัลคาไลคาร์บอเนต อัลคาไลไฮโดรเจนซัลไฟท์

$$NaOH + SO_2 \longrightarrow \boxed{SO_3^{2-}} + 2Na^+ + H_2O$$

$$2NaHSO_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow \boxed{2Na_2SO_3} + H_2O + CO_2$$

ใช้เป็นสารย่อยเยื่อไม้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กำจัดคลอรีนตกค้าง (antichlor) ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมเส้นใยผ้า

$$HSO_3^- + \boxed{Cl_2} + 2OH^- \longrightarrow HSO_4 + \boxed{2Cl^-} + H_2O$$

ใช้เตรียมสีย้อมผ้า (vat dye) ใช้ฟอกเพื่อย้อมสี บำบัดน้ำเสีย ล้างฟิลม์ถ่ายรูปและใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในอาหารสำเร็จรูป

2.3 ไทโอซัลเฟตหรือซับซัลไฟท์หรือไฮโป (thiosulphite, subsulphite, hypo, $S_2O_3^{2-}$) ได้จากการต้มกำมะถันในสารละลายโซเดียมซัลไฟท์ (Na_2SO_3)

$$S + Na_2SO_3 \longrightarrow \boxed{Na_2S_2O_3 . 5H_2O}$$

ใช้ประโยชน์ในด้านการฟอกย้อมหนังสัตว์ เป็นสารกำจัดคลอรีนตกค้าง(antichlor) ในการฟอกขาว การทำกระดาษ และในการทำน้ำประปา นอกจากนี้ยังใช้ในการสกัดโลหะเงิน (Ag)ออกจากแร่เงิน การล้างฟิลม์ถ่ายรูป ในด้านการถนอมอาหารแต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีผลเสียต่อคุณค่าของอาหารโดยไปทำลายวิตามินในอาหารและจะทำให้ผู้บริโภคมีอาการหน้ามืดเวียนศีรษะและอาเจียนได้ จึงห้ามใส่เกินร้อยละ 0.1

2.4 ไฮโดรซัลไฟต์หรือไดไทโอไนต์ หรือไฮโปซัลไฟต์ หรือซัลฟอกซีเลทไฮโดรซัลไฟต์ (hydrosulphite, dithionite, hyposulphite, sulfoxylate hydrosulphite, $S_2O_4^{2-}$) กรดไดไทโอนัส ($H_2S_2O_4$)ไม่สามารถที่จะแยกให้อยู่ในสภาพอิสระแต่สามารถเตรียมเกลือไดไทโอไนต์ได้โดยผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำที่มีผงสังกะสี (Zn)

$$SO_2 + Zn + H_2O \longrightarrow ZnS_2O_4$$

เติมโซดาไฟหรือโซดาแอชจะได้สารละลายโซเดียมไดไทโอไนท์ ($Na_2S_2O_4$) และตะกอนสังกะสีไฮดรอกไซด์ [$Zn(OH)_2$] กรองแยกสารละลายไดไทโอไนท์ไปทำให้บริสุทธิ์ โดยการเติมแอลกอฮอล์ลงไปจะได้ผลึกรูปเข็มของโซเดียมไดไทโอไนท์($Na_2S_2O_4 . 2H_2O$)แยกตัวออก นำผลึกไปทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เพื่อไล่น้ำผลึก (dehydrate)

$$Na_2S_2O_4 . 2H_2O \xrightarrow{60^\circ C} Na_2S_2O_4 + 2H_2O$$

หรืออาจจะเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมฟอร์เมท (HCOONa)กับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแอมโมเนียมฟอร์เมท ($HCOONH_4$)กับโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_5$)

$$Na_2S_2O_5 + HCOONH_4 \rightleftharpoons Na_2S_2O_4 + [NH_4]HCO_3$$

โซเดียมไดไทโอไนต์จะต้องเก็บในภาชนะที่แห้งป้องกันความชื้นได้ดีและเย็นเพราะโซเดียมไดไทโอไนต์สามารถทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศเกิดการสลายตัวและกลายเป็นกำมะถันซึ่งลุกติดไฟได้ดีและเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โซเดียมไดไทโอไนท์ใช้เป็นสารฟอกขาวเส้นใย สีของสบู่ น้ำมัน น้ำตาลข้น เยื่อไม้ ใช้เป็นตัวจับก๊าซออกซิเจนในการสังเคราะห์ยาง และเนื่องจากเป็นสารรีดิวซิงอย่างรุนแรง จึงนำไปใช้ในการรีดิวซ์อิออนของโลหะให้เป็นโลหะ รีดิวซ์ไดซัลไฟด์ลิงค์เกจ (disulphide linkages)ในขนสัตว์และเส้นขน รีดิวซ์สารประกอบไนโตรเจนและสีสังเคราะห์ต่าง ๆ

2.5 ซัลฟอกซีเลทหรือฟอร์มาลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลท (sulfoxylate, formaldehyde sulfoxylates) หรือ SFS, Fomopon, Rangalite, Dekrolin และ Sulfoxite เป็นสารประกอบของไฮโดรซัลไฟต์และอัลดีไฮด์**มีความเสถียรมากกว่าโซเดียมไดไทโอไนท์** เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลาย สังกะสีไดไทโอไนท์ (ZnS_2O_4) กับอัลดีไฮด์ (H.CHO)

$$2ZnS_2O_4 + 4H.CHO + H_2O \rightleftharpoons Zn[HSO_2 . CH_2O]_2 + Zn[HSO_3 . CH_2O]_2$$

Zinc formaldehyde – sulfoxylate

Zinc formaldehyde – bisulphite

และเติมผงสังกะสีลงในสารละลายนำไปต้มให้เดือดจะได้ basic zinc formaldehyde sulfoxylate ซึ่งไม่ละลายน้ำ กรองแยกออกจากสารละลายนำไปทำให้แห้งและทำปฏิกิริยาต่อกับโซดาไฟจะได้โซเดียมฟอร์มาลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลท

$$Zn[HSO_2 . CH_2O]_2 + 2Zn + 2H_2O \longrightarrow 4Zn(OH)[HSO_2 . CH_2O]$$

$$Zn(OH)[HSO_2 . CH_2O] + NaOH + H_2O \longrightarrow NaHSO_2 . CH_2O . 2H_2O + ZnO$$

โซเดียมไดไทโอไนท์และโซเดียมฟอร์มาลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลทนอกจากใช้เป็นสารฟอกขาวเส้นใยในอุตสาหกรรมสิ่งทอแล้ว ยังใช้ในการฟอกเพื่อการย้อมสีทำลวดลายต่าง ๆบนผืนผ้าอีกด้วย

2.6 โซเดียมฟอร์มาลดีไฮด์ไบซัลไฟท์ (Sodium formaldehyde bisulphite, $HOCH_2SO_3Na$) เกิดจากการทำปฏิกิริยาของโซเดียมไบซัลไฟท์ฟอร์มาลดีไฮด์และน้ำ

$$NaHSO_3 + CH_2O + H_2O \longrightarrow HOCH_2SO_3Na$$

ใช้เป็นสารฟอกย้อมในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ แต่เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

เอกสารอ้างอิง

Budavari, S.,ed. **A merck index : an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals.**12 th ed. N.J.: Merck,1996.

Hawley's condensed chemical dictionary. 13 th ed. Revised by Lewis. RJ New York :Wiley, c1997.

Kirk - Othmer encyclopedia of chemical technology. 4 th. Vol.4. In Mcdonough, Thomas. Bleach. New York : Wiley, 1993, p. 271 -310.

___. 4 th. Vol 8. In Zeneca P.G. Dyes and dye intermediates. New York : Wiley, 1993, p. 554.

Troman, E.R. **Textile scouring and bleaching.** London: Charles Griffin. 1968. p.118 - 125.

Zollinger. Heinrich. **Color chemistry, syntheses, properties and applications of organic. dyes and pigments.** 2 nd ed. New York : VCH. 1991. p. 1,11-12.