บทที่ 1

บทนำ

1.1 ทั่วไป

น้ำทิ้งจากโรงงานประเภทสิ่งทอ สร้างปัญหาต่อสภาวะแวดล้อมเป็นอย่างมาก เพราะมีปริมาณค่อนข้างสูงและการบำบัดทำได้ลำบาก เนื่องจากลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำทิ้ง[1] น้ำทิ้งดังกล่าวนี้มักมีความเข้มข้นของสีสูง และมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีปัจจุบันไม่อำนวยให้ใช้สีย้อมในขบวนการย้อมหรือพิมพ์ผ้าได้หมดร้อยเปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สีย้อมบางส่วนอาจจะหลุดออกมาในขณะทำการซักล้าง หรือปรุงแต่งวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการย้อมแล้วอีกด้วย หากปล่อยลงสู่รางสาธารณะโดยที่ไม่มีการลดความเข้มข้นของสีก่อน จะทำให้เกิดความน่ารังเกียจต่อผู้พบเห็น และสิ่งที่ถูกปล่อยลงไปจะขัดขวางการกระจายของแสงลงสู่น้ำ ทำให้สมดุลย์ของระบบนิเวศวิทยาเปลี่ยนไปได้ เกิดเป็นผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากน้ำทิ้งจากกระบวนการฟอกย้อมเหล่านี้ถูกปล่อยออกไปนอกบริเวณโรงงานครั้งละจำนวนมาก จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษ (pollution) ทางน้ำอย่างรุนแรงได้

จากผลการทดลองศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมเท่าที่ผ่านมา ทำให้แน่ใจได้ในระดับหนึ่งว่าเราสามารถที่จะลดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของบีโอดี และเอส เอส จนอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจได้ แต่สำหรับส่วนที่เกี่ยวกับสี ยังไม่มีกระบวนการใดที่สามารถกำจัดสีลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ[2,3]

การกำจัดสีโดยทั่วไปทำได้หลายวิธีได้แก่การย่อยสลายโดยขบวนการทางชีววิทยา , การดูดติดด้วยผงถ่าน, การตกตะกอนด้วยสารเคมี (chemical coagulation),การออกซิเดชันรีดักชันด้วยสารเคมี , การแลกเปลี่ยนอิออน (ion exchange) และการกรองเป็นต้น ซึ่งในแต่ละวิธีก็สามารถกำจัดสีได้มากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดของสีย้อมที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง

แต่วิธีต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นจะกำจัดได้มากน้อยเพียงใด ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสรุปยืนยันได้เด่นชัด จึงควรที่จะศึกษาและวิจัยหาข้อมูลและรายละเอียดของการกำจัดสีเพิ่มเติม โดยควรมีจุดประสงค์ที่จะเลือกศึกษาวิธีที่เหมาะสมกับสภาวะเมืองไทย และให้สัมพันธ์กับขบวนการในการบำบัดน้ำเสียซึ่งมีอยู่เดิม

ในวิธีการต่าง ๆ ที่เอ่ยถึงมีวิธีที่น่าสนใจมากที่สุดวิธีหนึ่งได้แก่การออกซิเดชันรีดักชันโดยสารเคมี ทั้งนี้พิจารณาจากเหตุผลที่ว่าในการก่อสร้างจักเสียค่าใช้จ่ายต่ำและการควบคุมก็สามารถกระทำได้ง่าย โดยอาจใช้วิธีการลดสีวิธีนี้เป็นขั้นที่สองต่อเนื่องจากระบบทางชีววิทยาหรือระบบเติมสารเคมีให้ตกตะกอน ซึ่งโรงงานฟอกย้อมทั่วไปมักมีระบบการกำจัดดังกล่าวนี้อยู่แล้ว

ปัจจุบันข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดลองศึกษาการกำจัดสีของน้ำเสียยังมีไม่มากและไม่เด่นชัดนัก แม้ว่าได้มีการทดลองศึกษาและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมแล้วก็ตาม ทั้งนี้อาจจะสรุปสาเหตุของปัญหาได้ดังนี้

ก. เทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอและฟอกย้อมค่อนข้างจะยุ่งยาก อีกทั้งยังไม่ถูกเปิดเผยแพร่เท่าที่ควร การที่วิศวกรสิ่งแวดล้อมหรือนักวิจัยด้านการบำบัดน้ำเสียจะทำความเข้าใจถึงลักษณะของน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมจากการศึกษา โดยลำพังตัวเองจึงเป็นเรื่องยาก จำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือในด้านข้อมูลจากโรงงานฟอกย้อม และผู้มีความรู้ความสามารถด้านนี้โดยตรง ซึ่งมักไม่เป็นสิ่งที่ง่ายนักในทางปฏิบัติ

ข. เครื่องมือวัดสีและวิธีการวัดสีน้ำเสีย :-ไม่ได้มีการศึกษาและกำหนดเครื่องมือวัดสีและวิธีการวัดน้ำเสียเป็นมาตรฐานแต่อย่างใด เท่าที่ผ่านมาการวัดสีจะกระทำโดยวัดเปรียบเทียบกับสีของสารละลายแพลทินัมโคบอลท์มาตรฐาน (Platinum Cobalt Standard) ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในเชิงปฏิบัติ ทั้งนี้เพราะสีของสารละลายมาตรฐานดังกล่าวมีสีออกเหลือง ในขณะที่น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอมีหลากสี และความจ้า (brightness) จะแตกต่างกันไปด้วย การวัดสีของน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานจึงกระทำไม่ได้ นอกจากนี้วิธีการเตรียมตัวอย่างน้ำเสียที่จะนำไปวัดค่าสีก็ยังไม่มีการตกลงยอมรับกันเป็นมาตรฐานที่แน่นอน ทำให้การวัดหาค่าของสียังคลุมเครือและการนำค่าของสีที่วัดได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบต่อไปจึงไม่สามารถกระทำได้อย่างมั่นใจ

1.2 วัตถุประสงค์

จากสาเหตุดังกล่าว การพัฒนาด้านการกำจัดสีของน้ำเสียจึงยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร ในงานวิจัยนี้มุ่งหวังที่จะศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดสีของน้ำเสียโดยใช้ขบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันด้วยสารเคมี โดยใช้น้ำเสียอันเกิดจากการย้อมฝ้าย และใยสังเคราะห์ที่มีการผลิตกันโดยแพร่หลายในประเทศมาทดลองศึกษา ทั้งนี้จะได้เน้นการศึกษาวิจัยในลักษณะดังต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาถึงชนิดของสีย้อมและสารช่วยย้อมที่ใช้ในการย้อมฝ้ายและใยสังเคราะห์ ซึ่งใช้กันแพร่หลายในโรงงานฟอกย้อมในประเทศ

1.2.2 ศึกษาถึงวิธีการวัดสีที่มีความเชื่อถือได้สูง สำหรับน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม

1.2.3 สำรวจหาสารเคมีที่มีศักยภาพในการลดสีของน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยวิธีออกซิเดชัน หรือรีดักชัน

1.2.4 ศึกษาถึงพีเอชที่เหมาะสมของน้ำเสียก่อนเติมสารเคมี ปริมาณ (dose) และเวลาสัมผัส (contact time) ของสารเคมีดังกล่าวสำหรับการกำจัดสีในน้ำเสีย

1.2.5 ศึกษาถึงผลของสารช่วยย้อม (additives) ที่มีต่อการลดสีด้วยวิธีนี้

1.2.6 ประเมินราคาค่าสารเคมีที่ต้องใช้อย่างหยาบ ๆ เพื่อให้ทราบถึงงบประมาณในการดำเนินงาน

1.2.7 สรุปหาหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมจากข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากการวิจัย ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขระบบกำจัดสีจากน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมต่อไป

1.3 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

การวิจัยในหัวข้อดังกล่าวสามารถทำได้ไม่รู้จบ เพราะมีชนิดสีย้อม วัตถุดิบ กระบวนการย้อม สารเคมีออกซิเดชันและรีดักชันอยู่นับไม่ถ้วน ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้กำหนดขอบเขตไว้โดยย่อ ๆ ดังนี้

ก) ประเภทของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง จะสังเคราะห์ขึ้นโดยอาศัยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการฟอกย้อม บริษัทยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอจำกัด โดยมีด้วยกัน 7 ประเภท ได้แก่สีย้อมไดเร็กท์ (direct dyes) สีย้อมแว็ต (vat dyes) สีย้อมรีแอคตีฟ(reactive dyes) สีย้อมเอซิด (acid dyes) สีย้อมเบสิค (basic dyes) สีย้อมซัลเฟอร์ (sulfur dyes) และสีย้อมอะโซอิค (azoic dyes) โดยจะเอาเฉพาะน้ำย้อมที่ไม่มีน้ำเสียอื่น ๆ ปะปนมาทดลอง

ข) สารเคมีออกซิเดชันที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ($NaOCl$) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เพราะค่าศักย์ไฟฟ้าในการออกซิเดชันสูงพอควร รู้จักกันแพร่หลายและหาได้ง่ายในท้องตลาด

ส่วนสารเคมีรีดักชันที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ โซเดียมไฮโดรซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_4$) เพราะมีค่าศักย์ไฟฟ้าในการรีดิวซ์สูง และเป็นที่รู้จักดีในวงการฟอกย้อม

สำหรับโอโซน (O_3) ซึ่งเป็นสารที่มีศักยภาพในการออกซิไดส์สูงสารหนึ่ง (E^o = 2.07 mV) นั้น ไม่ได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ด้วยสาเหตุที่สารโอโซนไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงต้องผลิตขึ้นเองเมื่อต้องการใช้ อุปกรณ์ผลิตโอโซนนี้มีราคาแพงมาก และจะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งเสียเวลานานมาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการวิจัยครั้งนี้ จึงมิได้นำมาใช้ในการทดลองดังกล่าว

ค) ปริมาณสารออกซิเดชันรีดักชันที่ใช้ในการทดลองนี้ จะกำหนดโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในงานภาคสนามด้วย ทั้งนี้โดยกำหนดให้ทดลองใช้ $Na_2S_2O_4$ ไม่เกิน 300 มก./ลบ.ดม., H_2O_2 ไม่เกิน 440 มก.-H_2O_2 /ลบ.ดม. และ NaOCl ไม่เกิน 345 มก.Cl/ลบ.ดม. ซึ่งเทียบกับค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีเท่ากับ 11.0, 20.0 และ 15.0 บาท/$ม^3$ ตามลำดับ

รายละเอียดสรุปขอบเขตของการทดลองของงานวิจัยครั้งนี้ สามารถดูได้ในตารางที่ 1.1

1.4 ค่ากำหนดสีในน้ำทิ้ง

ในงานกำจัดสีของน้ำเสียภายในประเทศยังไม่มีการตกลงกันไว้อย่างเด่นชัดว่าต้องกำจัดสีในน้ำเสียให้ลดลงเหลือความเข้มข้นเท่าใด จึงจะยอมให้ปล่อยลงสู่สำรางสาธารณะได้ แม้แต่หน่วยงานของรัฐคือกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยตรงก็ได้ออกประกาศกระทรวงในเรื่องนี้ไว้เพียงกว้าง ๆ ว่า "ต้องลดค่าสีในน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานลงจนไม่เป็นที่พึงรังเกียจ"[4] ซึ่งยากแก่การประเมินทั้งผู้ประกอบกิจการและเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจควบคุมตามประกาศนี้ จากที่ได้ศึกษาการกำจัดสีของน้ำเสียที่ผ่านมาพบว่า มีองค์กรหนึ่งคือ "US. Environmental Protection Agency" ได้ให้คำแนะนำไว้ว่า ถ้าค่าของสีในน้ำทิ้งน้อยกว่า 300 เอดีเอ็มไอ ให้ถือว่าน้ำนั้นไม่เป็นที่พึงรังเกียจ[5] ดังนั้นในการทดลองนี้จึงกำหนดค่าความเข้มข้นของสีที่เหลือหลังการบำบัดเท่ากับ 300 เอดีเอ็มไอ เป็นพื้นฐานในการวินิจฉัยและยอมรับ

ตารางที่ 1.1 สรุปขอบเขตการทดลองของงานวิจัย

ประเภทสีย้อม	จำนวนโทนสี	จำนวนตัวอย่างน้ำ	จำนวนครั้งการทดลอง						รวมจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง
			สารเคมีออกซิเดชัน - รีดักชัน						
			$Na_2S_2O_4$		H_2O_2		NaOCl		
			เปลี่ยนแปลงค่าพีเอช	เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น	เปลี่ยนแปลงค่าพีเอช	เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น	เปลี่ยนแปลงค่าพีเอช	เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น	
ไดเร็กท์	3	6	6(125)	6(>300)	6(746)	6(>440)	6(115)	23(17.5-86.5)	53
แว็ต	3	6	6(125)	6(>300)	6(746)	6(>440)	6(115)	6(>345)	36
รีแอคตีฟ	3	6	6(125)	20(25-300)	6(746)	6(>440)	6(115)	24(5.75-86.5)	68
เอซิด	3	6	6(125)	25(50-225)	6(746)	6(>440)	6(115)	24(1.15-57.5)	73
เบสิค	3	6	6(125)	24(50-125)	6(746)	24(14.5-440)	6(115)	24(1.15-23.0)	90
ซัลเฟอร์	3	6	6(125)	-	6(746)	-	6(115)	-	18
อะโซอิค	1	1	1(125)	-	1(746)	-	1(115)	-	3
									341

หมายเหตุ 1. โทนสีที่เลือกนำมาทำการทดลองแต่ละชนิด สังเคราะห์ตัวอย่างน้ำเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดปกติ (มีสารช่วยย้อม) และชนิดควบคุม (ไม่มีสารช่วยย้อม)

2. แต่ละตัวอย่างน้ำทำการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ หาค่าพีเอชที่เหมาะสม (ในช่วง 2.5-11.0) และเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารเคมีออกซิเดชัน-รีดักชัน (4-5 ครั้ง)

3. ค่าตัวเลขในวงเล็บเป็นปริมาณสารเคมีออกซิเดชัน-รีดักชัน ที่ใช้ในการทดลองมีหน่วยเป็น มก./ลบ.ดม.