



1.1 ความเป็นมา

ในประเทศที่กำลังพัฒนาเช่นประเทศไทยนั้น อุตสาหกรรมสิ่งทอจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญของประเทศ กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมนี้โดยเฉพาะการฟอกย้อมนั้น ทำให้เกิดน้ำเสียซึ่งมีการปนเปื้อนสีออกมาด้วย สีในน้ำเสียจากโรงฟอกย้อมเกิดจากสีย้อม (dye) ที่ใช้ไม่หมดไปในการย้อมหรือพิมพ์ผ้า รวมทั้งจากการซักล้างหรือปรุ้งแต่งวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการย้อมมาแล้วอีกด้วย สีย้อมที่ใช้กันทั่วไปในโรงฟอกย้อมมักจะเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสูตรโครงสร้างซับซ้อน และมักจะเป็นสารที่มีองค์ประกอบพื้นฐานเป็นสารพวก aromatic amines ซึ่งเป็นสารที่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต สีย้อมเหล่านี้ไม่สามารถบำบัดได้โดยง่าย ทั้งนี้เพราะสภาพตามธรรมชาติ เช่น น้ำ แสง สภาพต่าง ฯลฯ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้ได้อย่างง่ายดายนัก เมื่อถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นได้

เนื่องจากน้ำเสียจากโรงฟอกย้อมนั้นมีสารละลายน้ำปะปนเป็นจำนวนมาก ซึ่งยากแก่การบำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าการตกตะกอนสีย้อมประเภทรีแอกทีฟ (reactive dyes) โดยใช้สารเคมีที่ผ่านมา ไม่สามารถทำให้สีตกลงได้เช่นกัน และค่าใช้จ่ายในการบำบัดก็ค่อนข้างสูง (สมคิด วงษ์ไชยสุวรรณ, 2525) ทั้งนี้เนื่องจากสีรีแอกทีฟสามารถละลายน้ำได้ดีมาก ถึงแม้ว่าจะมีการแนะนำการกำจัดสีโดยการดูดซับด้วยผงถ่าน แต่ก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เพราะมีค่าใช้จ่ายสูงมากเช่นกัน ดังนั้น การศึกษาจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ ทั้งนี้เพราะระบบบำบัดน้ำเสียโดยส่วนใหญ่จะเป็นระบบบำบัดทางชีวภาพ การกำจัดสีจากน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพมีการศึกษาเพิ่มมากขึ้นในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา และเป็นที่ยอมรับว่ากระบวนการทางชีวภาพแบบมีอากาศในงานบำบัดน้ำเสียที่เคยมีมา เช่น ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated sludge) และระบบโปรยกรอง (Trickling filter) ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จในการกำจัดสีย้อมเท่าใดนัก

จากงานวิจัยของ Brown และ Laboureur (1983) ก็แสดงถึงความเป็นไปได้ในการกำจัดสีย้อมบางชนิดด้วยกระบวนการไร้อากาศ โดยเฉพาะสีย้อมประเภทอะโซ (azo) ซึ่งจัดเป็นกลุ่มสีที่มีมากที่สุดกลุ่มหนึ่ง คือ ประมาณร้อยละ 60-70 ของสีย้อมที่ใช้ในโรงฟอกย้อม เป็นสีประเภทนี้ ลักษณะสำคัญของสีย้อมประเภทอะโซ คือ สารประกอบเชิงซ้อนที่มีพันธะคู่ของไนโตรเจน (N=N) โดยการแสดงสีของสีย้อมประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับพันธะอะโซนี้ ร่วมกับ

กลุ่มอะตอมที่เรียกว่า โครโมฟอร์ (chromophores) เชื่อกันว่าขั้นแรกของการกำจัดสีย้อมประเภทอะโซนี้ คือ การสลายพันธะอะโซในสารประกอบ (Meyer, 1981 อ้างถึงใน Randall et al., 1993) และในขั้นต่อมาก็ทำลายโครโมฟอร์ของสีย้อมนั้นๆ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องกับจุลชีพแบบไร้อากาศ ดังนั้น แนวคิดในการกำจัดสีย้อมโดยกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศ จึงเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ อีกทั้งยังมีผู้ทำการศึกษากันอยู่น้อยโดยเฉพาะในประเทศไทย การวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้ระบบไร้อากาศในการกำจัดสี เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับงานบำบัดน้ำเสียจริงต่อไป

1.2 แนวคิดในการเติมแหล่งคาร์บอนเพื่อกำจัดสีด้วยกระบวนการชีวภาพแบบไร้อากาศ

เนื่องจากในงานวิจัยหลายๆ งานที่เกี่ยวข้องกับการลดสีภายใต้สภาวะไร้อากาศ ได้กล่าวไว้ว่า กลไกของการลดสี โดยเฉพาะสีอะโซ จะเกิดจากสีย้อมอะโซถูกใช้เป็นสารรับอิเล็กตรอนสุดท้ายในกระบวนการย่อยอาหารของจุลชีพ (Carlile และคณะ, 1995) ทำให้พันธะคู่ระหว่างไนโตรเจนอะตอมแตกออกเพื่อรับอิเล็กตรอนที่มาพร้อมกับไฮโดรเจนอะตอมเกิดเป็นสารประกอบอามีนต่างๆ ($R-NH_2$) จะเห็นว่าการบำบัดของเสียในน้ำ (ซึ่งเป็นสี) ในงานวิจัยนี้ แตกต่างจากการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วๆ ไป เพราะโดยส่วนใหญ่แล้ว เมื่อต้องการกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งถือเป็นความสกปรกในน้ำโดยการบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ สารอินทรีย์หรือความสกปรกเหล่านั้นจะเป็นสารให้อิเล็กตรอนหรือสารให้พลังงานกับแบคทีเรียในการเจริญเติบโต แต่ในงานวิจัยนี้ แม้ว่าสิ่งที่ต้องการกำจัดคือสี แต่สีจะทำหน้าที่เป็นสารรับอิเล็กตรอน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเติมสารอินทรีย์ เพื่อเป็นสารให้อิเล็กตรอนและแหล่งพลังงานให้กับแบคทีเรีย นอกจากนี้ ในงานวิจัยของ Carlile ยังแสดงให้เห็นว่า การเติมแหล่งคาร์บอนที่ย่อยได้ง่ายทำให้อัตราการลดสีเพิ่มขึ้นมากอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเทียบกับการให้สีย้อมเป็นแหล่งคาร์บอนเดียวของแบคทีเรีย

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้มีการเติมแหล่งคาร์บอนเพื่อเป็นสารให้อิเล็กตรอนกับสี และศึกษาผลของความเข้มข้นต่างๆ ของแหล่งคาร์บอนที่มีต่อการลดสีเป็นสำคัญ และแหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการศึกษานี้ คือแป้งมัน เนื่องจากในกระบวนการเตรียมด้ายหรือผ้าสำหรับการฟอกย้อม จะต้องมีการซัก ลอกแป้ง (desizing) จึงทำให้แป้งเป็นแหล่งคาร์บอนอย่างหนึ่งในน้ำเสียจริงจากอุตสาหกรรมนี้

1.3 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดสรีแอกทีฟในน้ำเสียจากถังย้อมครั้งที่ 1 โดยใช้ระบบไร้อากาศ
- 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสรีแอกทีฟ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนที่เติมให้แก่ระบบ
- 3) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสรีแอกทีฟ 3 โทน คือ สีดำ แดง และน้ำเงิน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากการวิจัยนี้ต้องการลดสรีแอกทีฟในน้ำเสียจากถังย้อมครั้งที่ 1 โดยใช้ระบบไร้อากาศ ดังนั้น ระบบไร้อากาศที่ใช้คือ ระบบยูเอเอสบี 2 ชั้นตอน คือ มีขั้นตอนการสร้างกรดและการสร้างมีเทน มีเวลากักน้ำชั้นตอนละ 12 ชั่วโมง จำนวน 3 ชุด และเพื่อความสะดวกในการควบคุมพารามิเตอร์ที่ต้องการแต่ยังคงลักษณะน้ำเสียที่ใกล้เคียงน้ำเสียจริงมากที่สุด จึงได้ใช้น้ำเสียกึ่งสังเคราะห์ โดยใช้น้ำเสียสีเข้มที่เป็นสรีแอกทีฟจากการย้อมครั้งที่ 1 มาเจือจางโดยควบคุมความเข้มข้นที่ 150 SU ความเข้มข้นที่เลือกนี้เนื่องจาก ลักษณะน้ำเสียจริงของโรงงานที่เป็นแหล่งน้ำเสียของงานวิจัยนี้และในงานวิจัยของกมลรัตน์ ดีประเสริฐวงศ์ (2540) มักจะมีความเข้มข้นอยู่ในระดับ 130 SU ดังนั้นจึงได้เลือกความเข้มข้นดังกล่าวเพื่อให้เหมาะสม

นอกจากนี้ ต้องมีการเติมแหล่งคาร์บอนให้กับระบบ เพื่อเป็นสารให้อิเล็กตรอนในกระบวนการลดสีด้วยระบบไร้อากาศ แหล่งคาร์บอนที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ แป้งมัน ทั้งนี้เพราะแป้งมันจะเป็นแหล่งคาร์บอนอย่างหนึ่งในน้ำเสียของโรงฟอกย้อมนี้ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และงานวิจัยนี้เป็นการใช้เชื้อและถึงปฏิกรณ์จากระบบยูเอเอสบีต่อจากงานวิจัยของเนตรนภา ศรุตวราพงศ์ (2540) ซึ่งใช้แป้งมันเป็นแหล่งคาร์บอน โดยตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาในการวิจัยนี้มี 2 ตัวแปร คือ โทนสีของน้ำเสียสีเข้มที่ใช้เลือกที่แตกต่างกัน 3 โทนสี คือ สีดำ แดง และน้ำเงิน และความเข้มข้นแป้งมันที่เติมให้โดยควบคุมให้มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 คา