บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ ความต้องการใช้เสื้อผ้าเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น การใช้งานเสื้อผ้าในปัจจุบัน นอกเหนือจากการใช้ปกคลุมให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายแล้ว เสื้อผ้าต้องมีสีสดสวยน่าสวมใส่ กระบวนการผลิตเส้นใยผ้าจึงต้องมีกระบวนการฟอกย้อมรวมอยู่ด้วยเสมอ ได้มีการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ต่างๆ ขึ้นมาใช้ แต่เสื้อผ้าส่วนมากยังคงผลิตจากเส้นใยฝ้ายแล้วนำไปย้อมสีต่างๆ ผู้ผลิตสีย้อมต่างหาทางคิดค้นพัฒนาสีย้อมของตนให้มีคุณภาพดีในแง่การนำไปใช้งานคือ สีต้องละลายน้ำได้ดีย้อมติดผ้าฝ้ายได้ง่าย มีความคงตัวสูงย้อมแล้วสีไม่ตก แม้ผ่านการซักหลายครั้งสียังคงดูสดสวยไม่ซีดจาง สีย้อมที่ใช้แพร่หลายในการย้อมผ้าฝ้ายคือ สีย้อมประเภทรีแอกทีฟ สีย้อมชนิดนี้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีส่วนประกอบของกลุ่มไฮดรอกซิลหรือ อะมิโนโมเลกุลของสี โดยใช้กลุ่มคลอรีนเป็นกลุ่มที่ทำปฏิกิริยายึดติดกับเส้นใยเซลลูโลส ส่วนมากใช้พันธะเอโซหรือพันธะคู่ของไนโตรเจน (N=N) ร่วมกับกลุ่มอะตอมโครโมฟอร์ (chromophores) เป็นตัวแสดงสีบางครั้งจึงเรียก สีเอโซรีแอกทีฟ สีย้อมเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนประเภทอะโรมติกอามีน (aromatic amine) ซึ่งมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำจึงก่อปัญหามลภาวะขึ้น

การที่สีย้อมเอโซรีแอกทีฟละลายน้ำได้ดี มีความคงตัวสูง ทำให้งานบำบัดน้ำเสียสีย้อมทำได้ยาก โรงงานฟอกย้อมส่วนใหญ่ใช้ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน เช่น ระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์ หรือใช้สารเคมีฟอกสี ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง แต่ไม่สามารถลดสีลงได้มากนัก จึงมีการค้นคว้าหาระบบบำบัดแบบใหม่มาใช้ทดแทน ระบบบำบัดที่มีศักยภาพสูงและมีแนวโน้มการนำมาใช้งานมากขึ้น ได้แก่ระบบไร้ออกซิเจน ระบบบำบัดแบบนี้เป็นกระบวนการทางชีวภาพประเภทหนึ่งที่ไม่ต้องการการเติมอากาศ ใช้สารเคมีน้อย ส่วนมากใช้บำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงหรือย่อยตะกอนสลัดจ์ จากคุณสมบัติและข้อได้เปรียบด้านใช้พลังงานการเดินระบบต่ำ แต่มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยยากได้ดีกว่าระบบใช้ออกซิเจน ทำให้มีแนวโน้มว่าจะมีการนำระบบไร้ออกซิเจนมาใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ มากขึ้น รวมทั้งน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมที่มีสีเอโซรีแอกทีฟด้วย

1.2 แนวคิดเรื่องบทบาทของสารอาหารที่มีต่อการกำจัดสีด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน

ระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปเป็นการแยกมลสารที่เป็นของเสียออกจากน้ำ แต่การบำบัดน้ำเสียสีย้อมส่วนมากเป็นเพียงการทำให้สีหายไปหรือไม่แสดงสี และยังคงมีสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสีย้อมเหลืออยู่ในน้ำทิ้ง เนื่องจากสีย้อมสามารถละลายน้ำได้ดีมาก การแยกเนื้อสีย้อมออกจากน้ำเสียทำได้ยาก จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดสีภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนกล่าวถึงกลไกการกำจัดสีเอโซรีแอกทีฟว่าเกิดจากการใช้สีเอโซรีแอกทีฟเป็นตัวรับอิเลกตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการย่อยสลายสารอาหารของจุลชีพทำให้พันธะเอโซแตกออกเพื่อรับอิเลกตรอนเกิดเป็นสารประกอบอามีนต่างๆ ($R\text{-}NH_2$) ที่ไม่แสดงสี (Carliell และคณะ, 1995) และพบว่าการเติมสารอาหารที่ย่อยได้ง่ายเช่น กลูโคส ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีเพิ่มขึ้น

จากความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันที่ต้องมีตัวรับและตัวให้อิเลกตรอนในอัตราส่วนที่เหมาะสม ปฏิกิริยาจึงดำเนินไปได้ และแนวความคิดว่าสีย้อมเป็นตัวรับอิเลกตรอน ดังนั้นในกรณีน้ำเสียสีย้อมที่มีตัวรับอิเลกตรอนอยู่มาก หากมีการเติมสารอาหารที่เป็นตัวให้อิเลกตรอนเพิ่มแก่ระบบย่อมมีผลต่อการทำงานของระบบด้วย งานวิจัยนี้จึงทดลองเติมสารอาหารประเภทต่างๆ โดยใช้น้ำตาลทราย เมทธานอล ไขมัน และโปรตีน เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการเติมสารอาหาร เพื่อศึกษาบทบาทของสารอาหารแต่ละชนิดที่มีต่อการกำจัดสีด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีรีแอกทีฟโดยเปรียบเทียบ 2 โทนสี (สีแดงและสีน้ำเงิน) ด้วยระบบไร้ออกซิเจนที่มีการเติมสารอาหารเพื่อเป็นตัวให้อิเลกตรอน 4 ประเภท ได้แก่ น้ำตาลทราย เมทธานอล ไขมัน และโปรตีน

1.3.2 ศึกษาบทบาทของสารอาหารที่มีต่อการกำจัดสีรีแอกทีฟด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้น้ำเสียกึ่งสังเคราะห์ โดยเก็บน้ำเสียเข้มข้นจากการย้อมครั้งที่ 1 ของโรงงานฟอกย้อมแห่งหนึ่ง มาเจือจางให้มีความเข้มสี 100 เอสยู การเก็บน้ำเสียเพื่อนำมาวิจัย เก็บน้ำเสียเข้มข้นเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งชุดการทดลอง ครั้งละประมาณ 1,000 ลิตร เจือจางใช้ตลอดระยะเวลาการเดินระบบแต่ละชุดการทดลอง ระบบไร้ออกซิเจนใช้แบบยูเอเอสบี เวลากักน้ำ 12 ชม. จำนวน 5 ระบบ เดินระบบขนานไปพร้อมกัน เชื้อในระบบได้มาจากงานวิจัยของทวีชัย ธีรเศรษฐนันท์ (2540) ซึ่งใช้บำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง สารอาหารที่เติมเพิ่มเป็นแหล่งให้อิเลกตรอนในกระบวนการกำจัดสี ได้แก่ น้ำตาลทราย เมทธานอล ไขมัน และโปรตีน ความเข้มข้น สารอาหารแต่ละชนิดประมาณ 500 มก./ล. วัดในรูปซีโอดี การทดลองแต่ละชุดมีหน่วยควบคุมที่ไม่มีการเติมสารอาหารอื่นเพิ่ม (blank) สำหรับเปรียบเทียบผลของการเติมสารอาหาร รวมการทดลองทั้งสิ้น 2 ชุด ชุดแรกใช้น้ำย้อมสีแดง ชุดที่สองใช้น้ำย้อมสีน้ำเงิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย