บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยใช้สารดูดติดผิว 3 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ ถ่านกะลา และถ่านชานอ้อย ได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ลักษณะทางกายภาพของสารดูดติดผิว

ลักษณะทางกายภาพของสารดูดติดผิวที่สำคัญซึ่งเป็นตัวกำหนดความสามารถในการดูดติดผิว คือ พื้นที่ผิว และปริมาตรความพรุน ซึ่งจากการทดลอง พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์มีค่าเท่ากับ 955.700 ตารางเมตรต่อกรัม ซึ่งเป็น 4.178 เท่าของถ่านกะลา และเป็น 272.210 เท่าของถ่านชานอ้อย และถ่านกะลามีพื้นที่ผิวเท่ากับ 228.740 ตารางเมตรต่อกรัม ซึ่งเป็น 65.151 เท่าของถ่านชานอ้อยซึ่งมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 3.511 ตารางเมตรต่อกรัม

ปริมาตรโพรงของกัมมันต์มีค่าเท่ากับ 0.496 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ซึ่งเป็น 4.480 เท่าของถ่านกะลา และเป็น 103.229 เท่าของถ่านชานอ้อย และถ่านกะลามีปริมาตรโพรงเท่ากับ 0.111 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ซึ่งเป็น 23.042 เท่าของถ่านชานอ้อยซึ่งมีปริมาตรโพรงเท่ากับ 0.005 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม

ดังนั้นจึงสรุปผลจากการทดสอบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญได้ว่า ถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดติดผิวได้ดีกว่าถ่านกะลาและถ่านชานอ้อย ตามลำดับ

5.1.2 การทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดลิช

การทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดลิชเพื่อศึกษาความสามารถในการดูดติดผิวนั้น ถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดติดผิวดีที่สุด โดยถ่านกัมมันต์นี้มีความสามารถในการดูดติดผิวสีย้อมไดเร็กท์ในโทนสีเหลืองและแดงได้ดี รองลงมาเป็นถ่านชานอ้อย ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้บำบัดสีย้อมไดเร็กท์ในโทนสีเหลืองและแดงเช่นกัน สำหรับในโทนสีน้ำเงินของสีย้อมไดเร็กท์ที่ใช้ในการทดลองนั้น ถ่านกัมมันต์และถ่านชานอ้อยมีประสิทธิภาพไม่ดีพอที่จะใช้ดูดติดผิวสีย้อมในโทนสีน้ำเงินนี้ สาเหตุ

ที่มีความแตกต่างกันของแต่ละโทนสีนั้น ก็เนื่องจากโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของสีในแต่ละโทนสีนั้นแตกต่างกัน แต่สำหรับถ่านกะลาซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมกว่าถ่านชานอ้อยในการใช้เป็นสารดูดติดผิวนั้น แต่เมื่อนำมาทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดลิชแล้วกลับไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เป็นสารดูดติดผิว ซึ่งก็เพราะเนื่องจากในขั้นตอนการผลิตถ่านกะลาและถ่านชานอ้อยที่กระทำในงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกันตรงที่ ถ่านกะลานั้นเตรียมจากถ่านกะลาสำเร็จรูป ส่วนถ่านชานอ้อยเตรียมจากวัตถุดิบคือ ชานอ้อย ดังนั้นจึงอาจจะเกิดความแตกต่างทางลักษณะทางเคมีของถ่านได้จากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากเราไม่สามารถทราบได้ว่าในกระบวนการอัดแท่งของถ่านกะลาสำเร็จรูปนั้นมีการเติมสารช่วยในการอัดแท่งหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ถ่านกะลานั้นเกิดการละลายมีลักษณะเป็นคอลลอยด์ลอยตัวอยู่ในสารละลายสีย้อมไม่สามารถกรองออกได้ จึงทำให้ไม่สามารถกำจัดสีของน้ำเสียได้

5.1.3 <u>การทดลองแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังดูดติดผิวแบบแท่ง</u>

การทดลองแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังดูดติดผิวแบบแท่ง สามารถสรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์มีอายุการใช้งานนานที่สุดคือ 2 – 12 วัน รองลงมาเป็นถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อยซึ่งมีอายุการใช้งานใกล้เคียงกันกับถ่านกัมมันต์คือ 2 – 9 วัน และถ่านชานอ้อยมีอายุการใช้งานน้อยที่สุดคือ 2 – 6 วัน โดยถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการลดสีและซีโอดีอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 84 – 99 และร้อยละ 54 – 85 ถ่านชานอ้อยมีประสิทธิภาพในการลดสีและซีโอดีอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 51 – 95 และร้อยละ 15 – 73 ส่วนถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อยมีประสิทธิภาพในการลดสีและซีโอดีอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 50 – 98 และร้อยละ 44 – 75

ความเข้มข้นของสีของน้ำเสียที่แตกต่างกันมีผลทำให้ประสิทธิภาพการลดสีและซีโอดีแตกต่างกันด้วย คือ แนวโน้มของประสิทธิภาพการลดสีจะมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้นจาก 250 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 500 , 750 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นสีมากขึ้น อนุภาคของสีก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนประสิทธิภาพการลดซีโอดีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้น คือที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่ามากที่สุดรองลงมาเป็น 750 , 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สาเหตุที่ประสิทธิภาพการลดซีโอดีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้น ทำให้ดูเหมือนว่าจะไม่สอดคล้องกับแนวโน้มของประสิทธิภาพการลดสีซึ่งมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้น ก็เพราะค่าซีโอดีเมื่อเทียบกันระหว่างแต่ละความเข้มข้นสีนั้นมีค่าที่แตกต่างกันมากจึง ดังนั้นจึงเหมือนว่ายิ่งค่าความเข้มข้นของสีสูงก็จะยิ่งมีการดูดติดผิวของสีมากขึ้นตามไปด้วย แต่สำหรับค่าการดูด

กลืนแสงของแต่ละความเข้มข้นสีนั้นเป็นค่าที่วัดเป็นจำนวนตัวเลขแล้วแตกต่างกันไม่มาก ผลการทดลองจึงสรุปออกมาได้ดังกล่าว

ชนิดของสีที่แตกต่างกัน คือ สีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงินก็มีผลทำให้ประสิทธิภาพการลดสีแตกต่างกันด้วย คือ สีแดง มีประสิทธิภาพการลดสีมากกว่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน เนื่องจากว่าถึงแม้จะเป็นสีย้อมประเภทเดียวกันแต่เมื่อโทนสีแตกต่างกัน องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างทางเคมีก็จะแตกต่างกันไปด้วย เมื่อละลายน้ำแล้วสารละลายสีที่ได้ในแต่ละโทนสีจึงแตกต่างกันทำให้ประสิทธิภาพในการดูดติดสีของถ่านแตกต่างกันไปในแต่ละโทนสี

การใช้สารดูดติดผิวในถังดูดติดผิวแบบแท่งในปริมาณที่มากกว่าจะทำให้สารดูดติดผิวมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียที่มากกว่าด้วย เพราะปริมาณยิ่งมากพื้นที่ในการดูดติดผิวก็ยิ่งมาก คือ การใช้ปริมาณสารดูดติดผิวที่ความสูง 1.2 เมตร ทำให้ประสิทธิภาพในการลดสีมากกว่าที่ความสูง 0.9 , 0.6 และ 0.3 เมตร ตามลำดับ

ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการดูดติดผิวที่ดีกว่าถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อยและถ่านชานอ้อยตามลำดับ แต่มีค่าใช้จ่ายในการนำไปใช้บำบัดน้ำเสียที่มากกว่าการใช้ถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อยและถ่านชานอ้อย ซึ่งจากผลการทดลองถังดูดติดผิวแบบแท่งแล้ว การใช้ถ่านกัมมันต์ร่วมกับถ่านชานอ้อยในถังดูดติดผิว ถ่านจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีใกล้เคียงกับการใช้ถ่านกัมมันต์เพียงชนิดเดียว แต่จะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเพราะต้นทุนในการผลิตถ่านชานอ้อยนั้นมีราคาต่ำกว่าถ่านกัมมันต์มาก นอกจากนี้อายุการใช้งานของถ่านกัมมันต์และถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อยในถังดูดติดผิวก็ยังมีระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันด้วย

ค่าใช้จ่ายของการใช้สารดูดติดผิวชนิดต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสียนั้น สามารถสรุปออกมาได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปค่าใช้จ่ายของการใช้สารดูดติดผิวชนิดต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสีย

สารดูดติดผิว	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (ร้อยละ)	อายุการใช้งานเฉลี่ย (วัน)	ราคา (บาท / น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร
ถ่านกัมมันต์	84 – 99	54 – 85	2 – 12	66.88
ถ่านชานอ้อย	51 – 95	15 – 73	2 – 6	37.50
ถ่านกัมมันต์ผสมถ่านชานอ้อย	50 – 98	44 – 75	2 – 9	56.86

หมายเหตุ ราคาค่าใช้จ่าย , ประสิทธิภาพในการบำบัดและอายุการใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำเสียด้วยเมื่อจะนำไปใช้งานจริงในระบบบำบัด

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต

1) ในการผลิตถ่านหรือสารดูดติดผิวที่จะใช้ในงานวิจัยควรมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต เช่น เวลาและอุณหภูมิในการเผาถ่าน รวมทั้งสารเคมีที่จะใช้กระตุ้น เพื่อที่จะได้สารดูดติดผิวที่มีประสิทธิภาพที่สุด

2) ศึกษาสารดูดติดผิวชนิดอื่น ๆ อีกที่สามารถหาวัตถุดิบได้ง่ายในประเทศไทย เช่น กะลาปาล์ม เปลือกถั่วลิสง เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ฯลฯ

3) ควรที่จะมีการศึกษาทดลองโดยใช้สีย้อมชนิดอื่น ๆ อีก เช่น สีย้อมอะโซอิค สีย้อมซัลเฟอร์ สีย้อมแวต สีย้อมรีแอคทีฟ ฯลฯ เพราะสีย้อมที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลากหลายชนิดมาก รวมทั้งศึกษาโทนสีอื่น ๆ อีก เพื่อที่งานวิจัยต่อ ๆ ไปในอนาคตจะได้ครอบคลุมขอบเขตที่กว้างมากขึ้น