

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ TiO_2 แบบฟิล์มบางที่เตรียมขึ้นพบว่า TiO_2 เป็นชนิดผลึกอนาเทส มีช่องแถบพลังงานเท่ากับ 3.24 eV และขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 15-100 nm ซึ่งลักษณะดังกล่าวส่งผลให้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นมีศักยภาพการกำจัดสีและซีโอดีในน้ำชะขยะได้ดี

5.1.2 การกำจัดสีจากน้ำชะขยะโดยใช้ TiO_2 ชนิดฟิล์มบางซึ่งใช้ TiO_2 เคลือบบนตัวกลางคือ Petri dish เป็นจำนวน 5 ชั้น

การเจือจางน้ำชะขยะที่ 60 เท่า มีผลการกำจัดสีมากที่สุด รองลงมาคือ การเจือจางน้ำชะขยะที่ 40, 20 และ 10 เท่า ตามลำดับโดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำชะขยะสูงสุดที่ 60, 40, 20 และ 10 เท่ามีค่าเท่ากับ 91.22, 51.72, 55.56 และ 16.22 % ตามลำดับ ในส่วนของสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีมีค่าต่ำลง เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของน้ำชะขยะเพิ่มขึ้น เพราะเนื่องจากในน้ำชะขยะจะมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ และสารประกอบที่ทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย เช่น Cyclotetrasiloxane, Cyclopentasiloxane และ Cyclohexasiloxane เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อการดูดซับที่ผิวหน้าของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยตรง และการใช้ TiO_2 ชนิดแบบฟิล์มบางนั้น มีข้อดีคือ TiO_2 จะเคลือบติดอยู่บนตัวกลางสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ง่าย รวมทั้งถ้าเทียบกันโดยปริมาณ TiO_2 ที่ใช้แล้ว TiO_2 ที่เตรียมขึ้นลักษณะฟิล์มบางจะใช้ในปริมาณที่ต่ำกว่า

5.1.3 การกำจัดสีในน้ำชะขยะโดยใช้ TiO_2 แบบผงด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ปริมาณผง TiO_2 ที่ 50 mg สามารถกำจัดสีได้มากที่สุด รองลงมาคือ 30 และ 10 mg ตามลำดับประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุดของน้ำชะขยะที่ 60, 40, 20 และ 10 เท่าโดยใช้ TiO_2 จำนวน 50 mg มีค่าเท่ากับ 100, 68.52, 54.02 และ 16.67 % ตามลำดับ, โดยใช้ TiO_2 จำนวน 30 mg มีค่าเท่ากับ 88.89, 52.78, 51.15 และ 14.84 % ตามลำดับ, โดยใช้ TiO_2 จำนวน 10 mg มีค่าเท่ากับ 64.44, 36.11, 18.39 และ 0 % ซึ่งพบว่า ปริมาณ TiO_2 ที่ 10 mg นั้น ไม่สามารถกำจัดสีที่

เจือจาง 10 เท่าได้ เนื่องจากปริมาณ TiO_2 ที่น้อยเกินไป และความเข้มข้นของน้ำชะขยะที่สูงทำให้การเกิดปฏิกิริยาล่าช้าหรือไม่เกิดปฏิกิริยาเลย นอกจากนี้ปริมาณผงไทเทเนียมที่มีปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีดีขึ้นเนื่องจากในปริมาณผง TiO_2 ที่มากขึ้นจะทำให้มีพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยาได้มากขึ้นนั่นเอง และ TiO_2 ชนิดผงนั้นเมื่อนำกลับมาใช้งานใหม่จะยุ่งยากกว่า TiO_2 ชนิดฟิล์มบาง เพราะ TiO_2 ชนิดผงนั้นจะแขวนลอยอยู่ในน้ำตัวอย่างต้องทำการกรองแยก TiO_2 ออกมาก่อนถึงจะนำมาใช้งานใหม่ได้

5.1.4 การศึกษาหาปริมาณผง TiO_2 ที่มีประสิทธิภาพการบำบัดเทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับการใช้ TiO_2 เคลือบบน Petri Dish จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ผลการทดลองพบว่าปริมาณผง TiO_2 ที่ 30 mg มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ใกล้เคียงกับการใช้ TiO_2 เคลือบบน Petri Dish ซึ่งมีประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำชะขยะที่ 60, 40, 20 และ 10 เท่ามีค่าเท่ากับ 88.89, 52.78, 51.15 และ 14.84 % ตามลำดับโดยมีค่าใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำชะขยะของการใช้ TiO_2 เคลือบบน Petri Dish ดังนี้ ประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำชะขยะที่ 60, 40, 20 และ 10 เท่ามีค่าเท่ากับ 91.22, 51.72, 55.56 และ 16.22 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน

เนื่องจาก TiO_2 เคลือบบน Petri Dish นั้นมีพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยาได้มากกว่าการใช้ TiO_2 แบบผง ทำให้ TiO_2 ที่เคลือบบน Petri Dish มีการทำปฏิกิริยาได้ดีกว่าจึงกำจัดสีได้ดีกว่าการใช้ TiO_2 แบบผง ในกรณีที่ใช้ TiO_2 ในปริมาณที่เท่ากัน

5.1.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วย TiO_2 โดยกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

จากการศึกษาการกำจัดสีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ความเข้มข้น คือ 160, 240, 320 และ 400 mg/L โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 และแหล่งกำเนิดแสงคือ หลอดอัลตราไวโอเลต ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 365 nm และความเข้มแสง $1,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ พบว่า TiO_2 ที่เคลือบบนผิว Petri Dish 5 ชั้น มีประสิทธิภาพการกำจัดสีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลติกสูงสุด เท่ากับ 56.25 % และประสิทธิภาพการกำจัดสีโอดีจากน้ำชะมูลฝอยที่มีความเข้มข้น 640, 1040, 2240, 3360 mg/L มีประสิทธิภาพในการกำจัดสูงสุดเท่ากับ 50.00 % ในระยะเวลาการบำบัด 60 นาที

5.1.6 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลติกที่ใช้ TiO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยากำจัดสีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์

จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลติก โดยการนำผลการทดลองพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นสีโอดีและเวลาการทดลอง สามารถหาค่าคงที่ต่างๆ จากสมการรูปแบบ L-H คือ ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกด้วย TiO_2 สูงสุด (k) เท่ากับ $4.46 \times 10^{-3} \text{ mg/L} \cdot \text{min}$ และค่าคงที่ของการดูดซับ (K) สูงสุดเท่ากับ 10.34 L/mg

5.1.7 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลติกที่ใช้ TiO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยากำจัดสีโอดีจากน้ำชะมูลฝอย

จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลติก โดยการนำผลการทดลองพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นสีโอดีและเวลาการทดลอง สามารถหาค่าคงที่ต่างๆ จากสมการรูปแบบ L-H คือ ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกด้วย TiO_2 สูงสุด (k) เท่ากับ $2.59 \times 10^{-2} \text{ mg/L} \cdot \text{min}$ และค่าคงที่ของการดูดซับ (K) สูงสุดเท่ากับ 2.01 L/mg

5.1.8 การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการกำจัดสีและสีโอดีในน้ำชะมูลฝอยเทียบกับกระบวนการอื่นๆ

ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีและค่าไฟฟ้า พบว่า กระบวนการโฟโตคะตะไลติกยังมีค่าดำเนินการของระบบสูง แต่หากพิจารณาปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ที่ทำให้สามารถลดต้นทุนในการดำเนินการโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษากการเปรียบเทียบการกำจัดสีและสีโอดีจากน้ำชะขยะโดยใช้ TiO_2 ชนิดฟิล์มบางและ TiO_2 ชนิดผงด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลติก ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อดังต่อไปนี้

5.2.1 ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอื่นที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีโอดี

5.2.2 ศึกษากระบวนการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 ด้วยวิธีอื่นๆ เพื่อลดความยุ่งยากในขั้นตอนการเตรียม นอกเหนือจากการเตรียมด้วยวิธีโซล-เจล

5.2.3 อาจทำการทดลองระบบนี้กับแหล่งกำเนิดแสงอื่น เช่น ดวงอาทิตย์เพื่อลดต้นทุนในการเดินระบบ

5.2.4 ควรทดสอบกระบวนการโฟโตคะตะไลติกด้วยน้ำเสียชนิดอื่นๆ