

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสารโพลีอิน โดยศึกษาจากวัสดุทั้งหมด 2 ชนิด คือ กะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม รวมถึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า

1. สรุปการวิจัย

1.1 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม

เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม ซึ่งเป็นการศึกษาการปรับสภาพและความสามารถในการดูดซับไอโอดีนของถ่านทั้ง 2 ชนิด โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1.1.1 การผลิตถ่าน

เมื่อนำกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มสดมาเผาในสภาพไร้ออกซิเจน ภายในถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่า กะลาปาล์มใช้เวลาในการเผา 4 ชั่วโมง แต่กะลามะพร้าวใช้เวลาในการเผา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มมาเผาเรียบร้อยแล้วให้นำถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มมาทำการบด และร่อนให้ได้ขนาด 1-3 mm และนำมาปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในสัดส่วนถ่าน:KOH คือ 1:1 1:3 และ 1:5

1.1.2 การศึกษาลักษณะพื้นผิวภายนอกด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM)

หลังจากปรับสภาพถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์ม และนำถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มไปทดสอบพื้นที่ผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ลักษณะทางกายภาพของถ่านกะลามะพร้าว พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ถูกเปิดมากกว่าถ่าน และเห็นเป็นโพรงลึกลงไปโครงสร้างและภายในมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และลักษณะทางกายภาพของถ่านกะลาปาล์มสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปโครงสร้างถ่านกัมมันต์ได้ลึกกว่า และมีพื้นผิวบางส่วนถูกปิดคลุมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 1:1 และ ถ่าน ตามลำดับ

1.1.3 การศึกษาค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine Number)

หลังจากปรับสภาพถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์ม จากผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม ซึ่งถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวพบว่าสัดส่วนที่ดีที่สุดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดคือ 1:3 ซึ่งมีค่าไอโอดีนนับเบอร์ที่มากที่สุด โดยมีค่าไอโอดีนนับเบอร์ของถ่านกะลามะพร้าวเท่ากับ 618.45 มิลลิกรัมต่อกรัม และค่าไอโอดีนนับเบอร์ของถ่านกะลาปาล์มเท่ากับ 605.75 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยหาก ส่วนลักษณะทางกายภาพของถ่านกะลามะพร้าว พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ถูกเปิดมากกว่าถ่าน และเห็นเป็นโพรงลึกลงไปโครงสร้างและภายในมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และลักษณะทาง

กายภาพของถ่านกะลาปาล์มสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปโครงสร้างถ่านกัมมันต์ได้ลึกกว่า และมีพื้นผิวบางส่วนถูกปิดคลุมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 1:1 และ ถ่าน ตามลำดับ จากการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม ผู้วิจัยพิจารณาทั้งพื้นที่ผิวภายนอกและค่าการดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ ดังนั้นจึงเลือกถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว และถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มในสัดส่วน 1:3 ในการนำไปพัฒนาเป็นวัสดุดูดซับต่อไป

1.2 ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

สารเคมีที่ใช้ในการดูดซับในครั้งนี้คือ สารโทลูอิน โดยการศึกษาใช้ชุดจำลองการดูดซับที่ได้พัฒนาขึ้น จากการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินสูงสุด 83.96 มิลลิกรัมต่อกรัม และถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวปาล์มได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินสูงสุด 43.61 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด สามารถดูดซับเฉลี่ยได้สูงสุดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งถ่านทั้งสองชนิดหลังจากการปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์สามารถนำไปเป็นวัสดุดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้ สามารถหาวัสดุได้ง่าย ราคาต้นทุนการผลิตต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้าซึ่งผลิตจากถ่านหินพบจะได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินเฉลี่ยสูงสุด 221.83 มิลลิกรัมต่อกรัม และสามารถดูดซับได้มากกว่า 4 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นถ่านกัมมันต์ที่พัฒนาขึ้นจะต้องมีการศึกษาต่อไปถึงกระบวนการขั้นตอนที่จะทำให้ดูดซับได้มากขึ้น และมีระยะเวลาการใช้งานเพิ่มขึ้นด้วย

จากการทดลองการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินและนำผลมาวิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับพบว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวสามารถดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้ 25.69 มิลลิกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มสามารถดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้ 33.94 มิลลิกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 30 และถ่านกัมมันต์ทางการค้าสามารถดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้ 37.11 มิลลิกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 90

1.3 วิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการนำกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มมาเผา ดังนั้นจะคำนวณถึงต้นทุนที่ใช้จ่ายจริง ถ่านกะลามะพร้าวราคากิโลกรัมละ 9 บาท สารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ราคากิโลกรัมละ 77 บาท นำมาใช้งานจริง 0.07 กิโลกรัม ราคา 9.67 บาท กรดไฮโดรคลอริกราคากิโลกรัมละ 111.11 บาท นำมาใช้งานจริง 0.5 กิโลกรัม ราคา 55.56 บาท ดังนั้นการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัมรวมค่าแรง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 374.23 บาท ถ่านกะลาปาล์มราคากิโลกรัมละ 3 บาท สารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ราคากิโลกรัมละ 77 บาท นำมาใช้งานจริง 0.07 กิโลกรัม ราคา 9.67 บาท กรดไฮโดรคลอริกราคากิโลกรัมละ 111.11 บาท นำมาใช้งานจริง 0.5 กิโลกรัม ราคา 55.56 บาท ดังนั้นการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัมรวมค่าแรง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 368.23 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้าที่มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ใกล้เคียงกัน ซึ่งราคาอยู่ประมาณ 76 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีราคาสูงกว่าถึง 3 เท่า

2. อภิปรายผล

2.1 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม

2.1.1 การผลิตถ่าน

เมื่อนำกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มสดมาเผาในสภาพไร้ออกซิเจน ภายในถังขนาด 200 ลิตร จะพบว่าถ่านกะลามะพร้าวจะใช้เวลาในการเผาน้อยกว่าถ่านกะลาปาล์มเนื่องจากวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่กว่าทำให้มีช่องว่างของออกซิเจนมากกว่า และการเผาไหม้จะเกิดในเวลาอันรวดเร็วกว่า รวมถึงกะลาปาล์มซึ่งมีน้ำมันมากกว่ากะลามะพร้าวทำให้เผาไหม้ช้ากว่า

2.1.2 การศึกษาลักษณะพื้นผิวภายนอกด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM)

จากผลการศึกษาพบว่าถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ถ่านที่มีการปรับสภาพในสัดส่วน 1:3 เนื่องจากหลังจากมีการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด พบว่าถ่านทั้ง 2 ชนิดมีพื้นที่ผิวที่กว้างและลึก รวมถึงจำนวนรูพรุนที่มีจำนวนมากว่า เนื่องจากในระหว่างการเผาจะเกิดการเปิดหน้าผิวของเปลือก ทั้งนี้รูพรุนจะมากขึ้นอยู่กับวัตถุดิบแต่ละชนิดด้วย

2.1.3 การศึกษาค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine Number)

หลังจากปรับสภาพถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์ม และนำถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มไปทดสอบค่าการดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ จากผลการศึกษาพบว่ามีการดูดซับที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการปรับสภาพ แต่เมื่อเปรียบเทียบหลังจากการปรับสภาพในแต่ละสัดส่วนค่าใกล้เคียงกันมาก จึงพิจารณาเปรียบเทียบจากต้นทุนในการผลิตและวัสดุที่พัฒนาขึ้นจะต้องผ่านมาตรฐานของถ่านกัมมันต์จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.2 ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินของวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินของวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินในสัดส่วนที่ดีที่สุดของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มคือ ถ่าน:KOH เท่ากับ 1:3 พบว่าถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินเฉลี่ยสูงสุด 43.61 มิลลิกรัมต่อกรัม และถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินเฉลี่ยสูงสุด 83.96 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสารทั้งสองชนิดหลังจากการปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์สามารถนำไปเป็นวัสดุดูดซับไอระเหยสารโพลีอินได้ และเมื่อเปรียบเทียบถ่านกัมมันต์ทางการค้าที่ผลิตจากถ่านหิน จะได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโพลีอินเฉลี่ยสูงสุด 221.83 มิลลิกรัมต่อกรัม และสามารถดูดซับได้มากกว่า 4 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับจะเห็นว่าถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีประสิทธิภาพสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการดูดซับ หากมีการนำไปใช้งานจริง ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มจะมีรอบการ

เปลี่ยนในการกรองมากกว่าถ่านกัมมันต์ทางการค้าประมาณ 4 เท่า ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาต่อไปถึงประสิทธิภาพในการดูดซับให้ได้ระยะเวลานานขึ้น และรอบการเปลี่ยนตัวกรองสั้นลง

จากการศึกษาอิทธิพลของปริมาณการดูดซับไอระเหยสารโทลูอิน พบว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวความสามารถในการดูดซับ 25.69 มิลลิกรัมต่อกรัม ประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 20 และถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มความสามารถในการดูดซับ 33.94 มิลลิกรัมต่อกรัม ประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 30 โดยประสิทธิภาพในการดูดซับจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 10 นาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความสามารถในการดูดซับจะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มสามารถนำไปเป็นวัสดุดูดซับได้ และเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า ซึ่งพบว่าความสามารถในการดูดซับ 37.11 มิลลิกรัมต่อกรัม ประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 90 ประสิทธิภาพยังไม่สามารถเทียบเท่าได้ เนื่องจากความสามารถในการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มมีค่าลดลงเร็วกว่าถ่านกัมมันต์ทางการค้า และมีประสิทธิภาพต่ำกว่าถึงร้อยละ 60 ทั้งนี้จึงต้องมีการศึกษากระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้นานมากยิ่งขึ้น

2.3 วิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้นเมื่อทำการประเมินต้นทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม พบว่าวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดมีราคาที่ถูก และหาได้ง่ายเนื่องจากเป็นของเหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งต้นทุนการผลิตที่คำนวณมานั้นมีราคาไม่สูงมากเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้าถือว่าสามารถทำได้ง่ายตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนถึงโรงงานอุตสาหกรรม และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

จากการพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสารโทลูอินจากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม วัสดุทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพสามารถดูดซับไอระเหยสารโทลูอินได้ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง แต่ประสิทธิภาพยังไม่สามารถเทียบเท่ากับถ่านกัมมันต์ทางการค้าได้ และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและจำนวนรอบในการเปลี่ยนตัวกรองถือว่ายังไม่เหมาะสม ทั้งนี้จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้การใช้งานของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มสามารถใช้งานได้ระยะเวลานานขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของความชื้นเพื่อประสิทธิภาพในการดูดซับ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการนำมาใช้ในการใช้งานจริง และเป็นการคาดคะเนการเปลี่ยนประสิทธิภาพในการเปลี่ยนถ่านกัมมันต์

3.2 ศึกษาเพิ่มเติมการวิเคราะห์พื้นที่ของถ่านกัมมันต์ (BET)

3.3 เพื่อให้มีการนำไปใช้งานได้หลากหลายจึงควรมีการพัฒนาต่อยอด โดยใช้สารเคมีชนิดอื่นเข้ามาทดสอบ

3.4 ศึกษากระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์เพื่อให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น และมีราคาต้นทุนต่ำ

3.5 ศึกษาการนำถ่านกัมมันต์กลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

