

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสารโทลูอินจากถ่านกัมมันต์ที่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ และเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยใช้วัตถุดิบคือ กะลามะพร้าว และกะลาปาล์ม ที่นำมาเผาในถังขนาด 200 ลิตร และนำมาผ่านกระบวนการปรับสภาพทางเคมีด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น รวมถึงเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มพบว่าสมบัติของถ่านกัมมันต์เป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับโดยการศึกษาในครั้งนี้เป็นการพัฒนาถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มหลังจากผ่านการปรับสภาพตามกรรมวิธีทางเคมี ซึ่งจะทำการศึกษาจากลักษณะพื้นผิว และค่าไอโอดีน นัมเบอร์ที่เป็นสมบัติเบื้องต้นของถ่านกัมมันต์ โดยจะให้เป็นไปตามมาตรฐานถ่านกัมมันต์ของกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้ โดยผลการศึกษาสามารถแบ่งเป็น 2 หัวข้อหลักดังนี้

1.1 การผลิตถ่านกัมมันต์

ศึกษากระบวนการเผากะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม อย่างง่ายภายในถังขนาด 200 ลิตร โดยพบว่า

กะลามะพร้าวจากการเผาภายในถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งเมื่อเริ่มเผาจะสามารถสังเกตเห็นควันขาวหรือควันสีขาวขุ่นที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก หลังจากนั้นควันที่เกิดขึ้นจะค่อยๆจางลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่ากะลามะพร้าวแปรสภาพกลายเป็นถ่าน ซึ่งใช้เวลาในการเผาให้เป็นถ่านนาน 2 ชั่วโมง

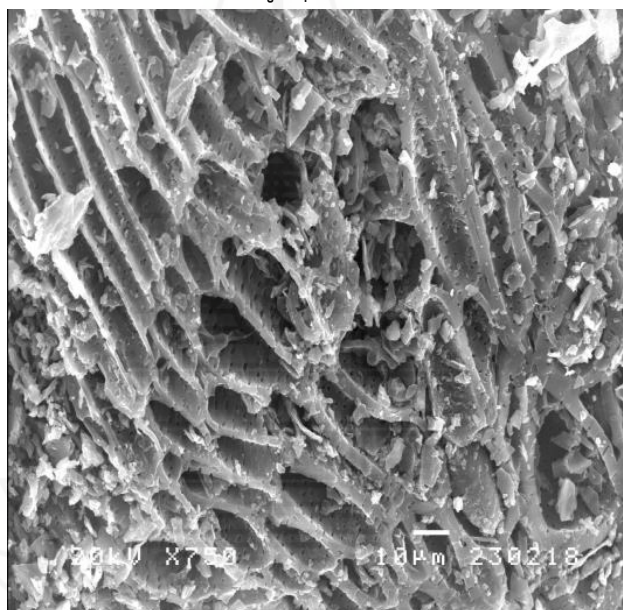
กะลาปาล์มจากการเผาภายในถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งเมื่อเริ่มเผาจะสามารถสังเกตเห็นควันขาวหรือควันสีขาวขุ่นที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก หลังจากนั้นควันที่เกิดขึ้นจะค่อยๆจางลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่ากะลาปาล์มแปรสภาพกลายเป็นถ่าน ซึ่งใช้เวลาในการเผาให้เป็นถ่านนาน 4 ชั่วโมง

1.2 การศึกษาลักษณะพื้นผิวภายนอกด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM)

การศึกษาลักษณะพื้นผิวภายนอกของถ่านทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะเป็นสีดำ ผิวขรุขระ และมีน้ำหนักเบา และเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า พบว่า

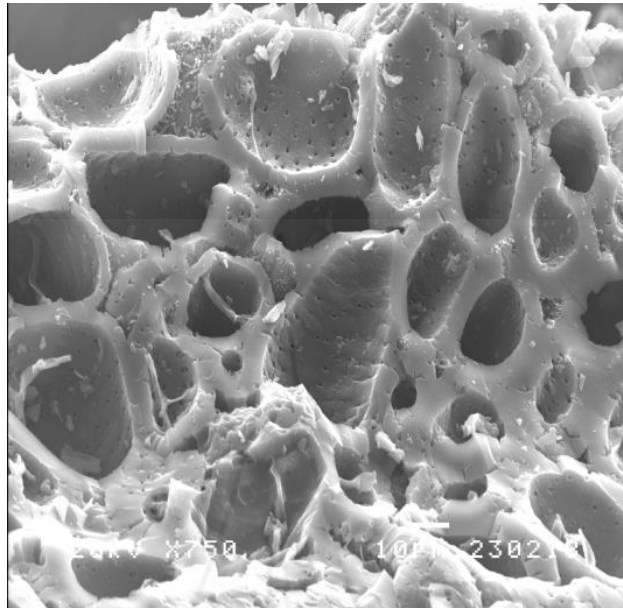
รูพรุนของถ่านกะลามะพร้าวมีลักษณะลึกลงไปในเนื้อถ่านจำนวนมาก และมีความเป็นระเบียบและสม่ำเสมอ

รูพรุนจากกะลาปาล์มมีลักษณะลึกลงไปในเนื้อถ่านเปิดกว้าง แต่มีความไม่สม่ำเสมอ และบางส่วนเป็นพื้นผิวแบบเรียบ ซึ่งรูพรุนจะเกิดเฉพาะบางจุดของผิวถ่านเท่านั้น แต่มีจำนวนน้อยกว่าถ่านกะลามะพร้าว และขนาดรูพรุนที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน



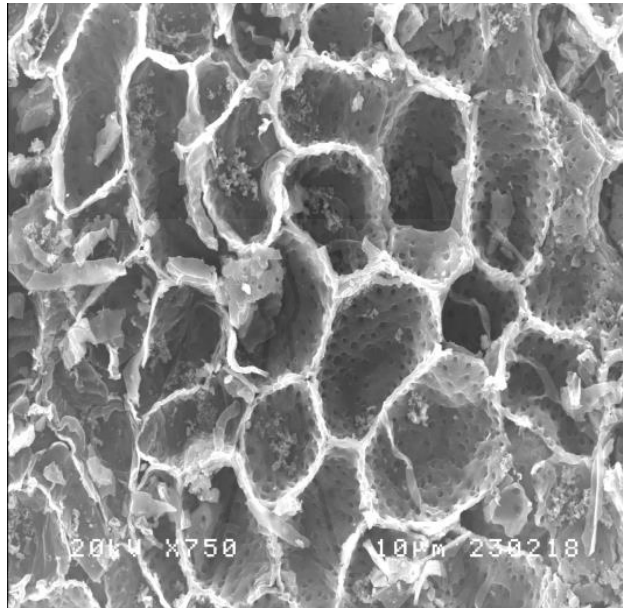
ภาพที่ 4.1 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของถ่านกะลามะพร้าวที่ไม่ผ่านการปรับสภาพด้วย KOH ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกะลามะพร้าวที่ไม่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (ภาพที่ 4.1) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นพื้นที่ผิวของถ่านกะลามะพร้าว และเห็นเป็นโพรงลึกลงไปในโครงสร้างถ่านได้บ้าง แต่ผิวหน้าของรูบางส่วนถูกปิดคลุม



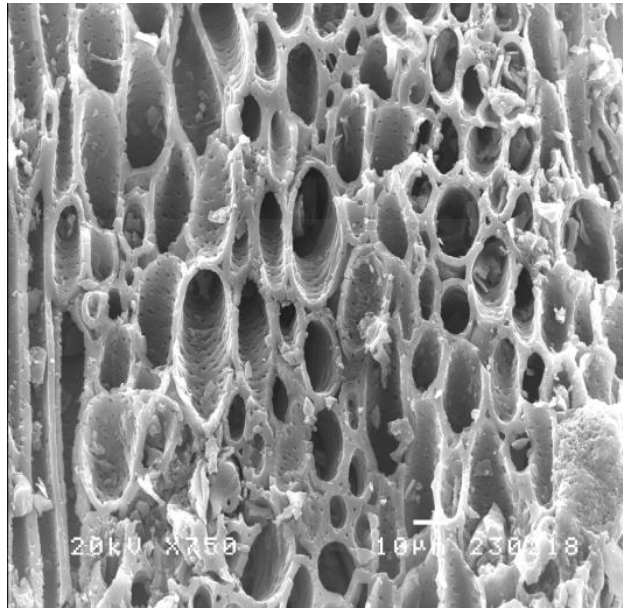
ภาพที่ 4.2 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:1 (ภาพที่ 4.2) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์เห็นเป็นโพรงลึกลงไป ในโครงสร้างถ่านกัมมันต์ แต่บางส่วนของพื้นผิวหน้าถูกเปิดมากกว่าถ่าน



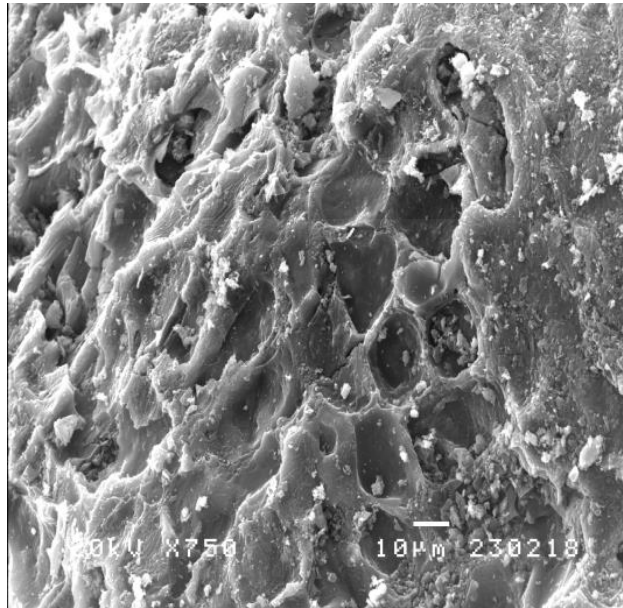
ภาพที่ 4.3 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:3 (ภาพที่ 4.3) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ถูกเปิดมากกว่าถ่าน และเห็นเป็นโพรงลึกลงไปโครงสร้างและภายในมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก



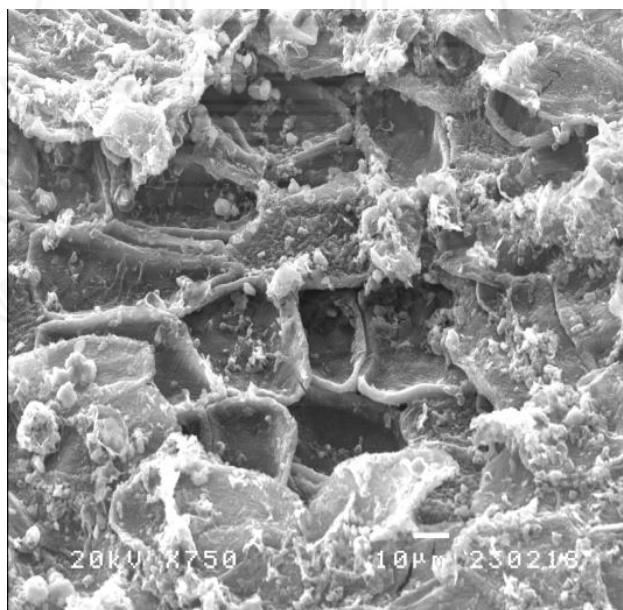
ภาพที่ 4.4 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:5 (ภาพที่ 4.4) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ถูกเปิดมากกว่าถ่าน และเห็นโพรงลึกลงไปโครงสร้าง และภายในโพรงมีรูพรุนเกิดขึ้น แต่มีจำนวนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวในอัตราส่วน 1:3



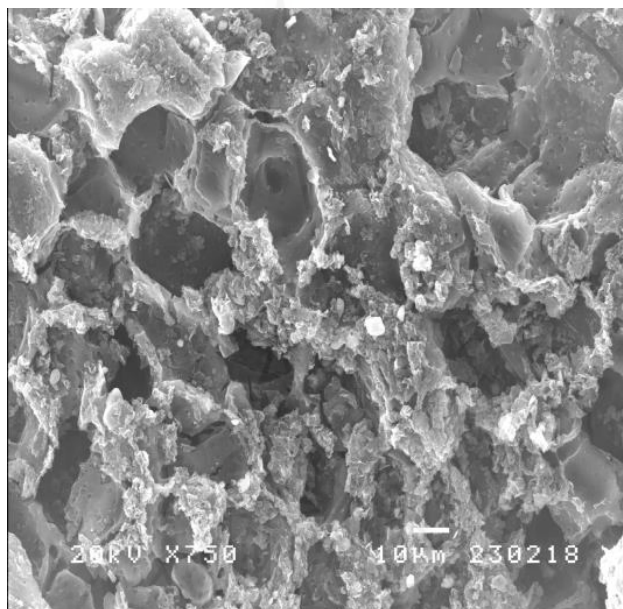
ภาพที่ 4.5 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของถ่านกะลาปาล์ม ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกะลาปาล์ม (ภาพที่ 4.5) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
แบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปในโครงสร้างถ่านได้บ้าง แต่มีพื้นผิวส่วนใหญ่ของ
ถ่านถูกปิดคลุมอยู่



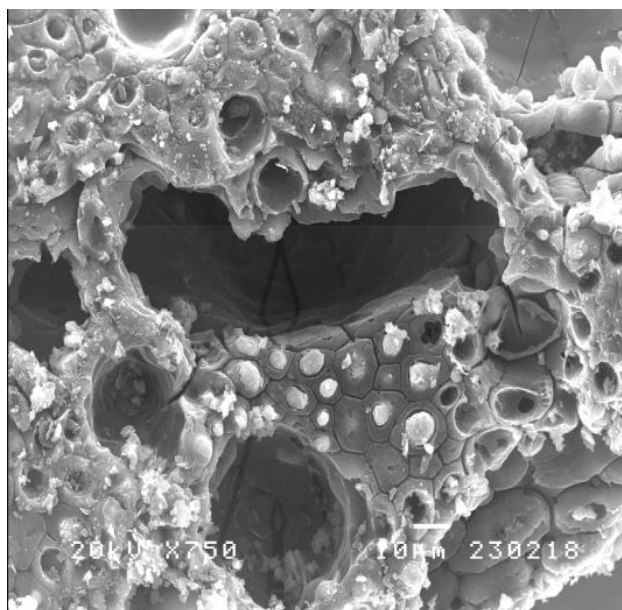
ภาพที่ 4.6 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH
เท่ากับ 1:1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:1 (ภาพที่ 4.6) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปในโครงสร้างถ่านกัมมันต์มากขึ้นเมื่อเทียบกับถ่านกะลาปาล์ม แต่รูพรุนที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอและรูพรุนยังถูกปิดคลุมอยู่บางส่วนเหมือนกัน



ภาพที่ 4.7 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:3 (ภาพที่ 4.7) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปในโครงสร้างถ่านกัมมันต์ได้ลึกกว่า และมีพื้นผิวบางส่วนถูกปิดคลุมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 1:1 และ ถ่าน ตามลำดับ



ภาพที่ 4.8 ลักษณะพื้นที่ผิวภายนอกของกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดขนาดกำลังขยาย 750 เท่า

ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลาปาล์มที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนถ่าน:KOH เท่ากับ 1:5 (ภาพที่ 4.8) จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถสังเกตเห็นเป็นโพรงลึกลงไปในโครงสร้างถ่านกัมมันต์ได้ลึกมากกว่า และมีพื้นผิวบางส่วนถูกปิดคลุมไม่แตกต่างเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 1:3 1:1 และ ถ่าน

อย่างไรก็ตามพื้นที่ผิวไม่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการดูดซับได้ทั้งหมด เพราะการดูดซับนั้นขึ้นอยู่กับการปรับสภาพและชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ด้วย ดังนั้นเพื่อประสิทธิภาพในการดูดซับที่ดี จึงควรศึกษาสมบัติด้านอื่น ๆ เช่น การศึกษาค่าไอโอดีนนมเบอร์ การศึกษาค่าโมลาสนมเบอร์ เป็นต้น เพื่อประกอบในการศึกษาต่อไปด้วย

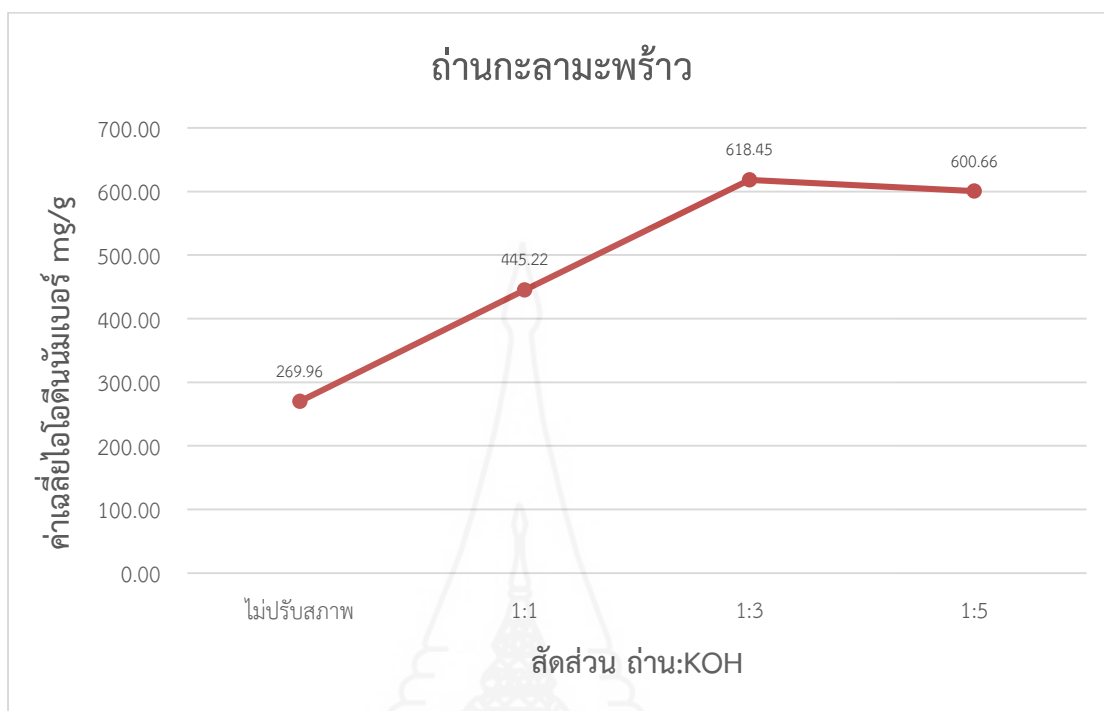
1.3 การศึกษาค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine Number)

ค่าการดูดซับไอโอดีนเป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 900-2547 เพื่อให้สามารถแน่ใจได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตออกมามีมาตรฐานและมีคุณภาพ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าค่าไอโอดีนนมเบอร์ของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มที่ยังไม่ได้ปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีประสิทธิภาพในการดูดซับที่น้อยมาก และเมื่อถูกนำไปปรับสภาพในอัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:5 พบว่าค่าไอโอดีนนมเบอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในอัตราส่วน 1:5 ค่าการดูดซับจะลดลง โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ซึ่งสามารถดูผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่าไอโอดีนนมเบอร์

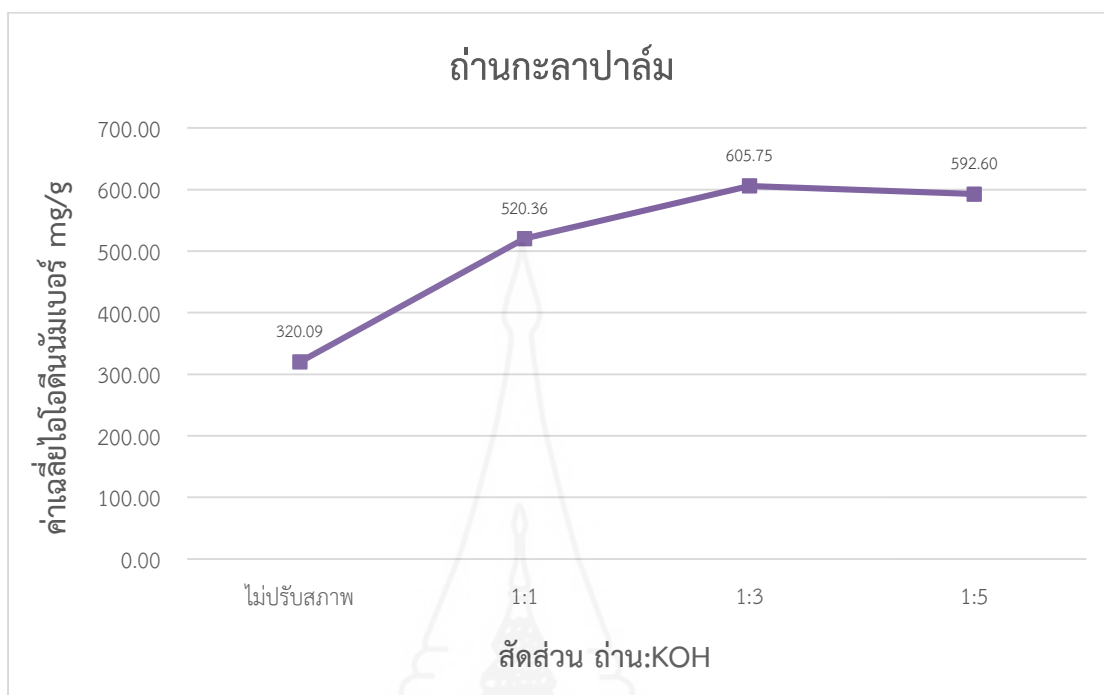
ตัวอย่าง (ถ่าน:KOH)	Iodine Number	
	ถ่านกะลาปาล์ม	ถ่านกะลามะพร้าว
ไม่ปรับสภาพ (1)	316.36	280.32
ไม่ปรับสภาพ (2)	323.57	261.01
ไม่ปรับสภาพ (3)	320.34	268.57
1:1 (1)	540.66	427.37
1:1 (2)	529.81	474.21
1:1 (3)	490.61	434.09
1:3 (1)	613.10	620.11
1:3 (2)	603.69	629.37
1:3 (3)	600.47	605.87
1:5 (1)	582.46	632.50
1:5 (2)	587.55	602.47
1:5 (3)	607.78	567.00

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไอโอดีนของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวแล้วกะลาปาล์ม ซึ่งทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยมีผลการทดลองในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 กราฟผลค่าเฉลี่ยไอโอดีนดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว โดยใช้ความเข้มข้นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5 N และอุณหภูมิในการปรับสภาพ 800 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยไอโอดีนดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวก่อนปรับสภาพมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 269.96 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งถือว่ามีค่าการดูดซับที่น้อยมาก แต่เมื่อนำถ่านไปปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าสัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:1 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 445.22 มิลลิกรัมต่อกรัม สัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:3 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 618.45 มิลลิกรัมต่อกรัม สัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:5 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 600.66 มิลลิกรัมต่อกรัม



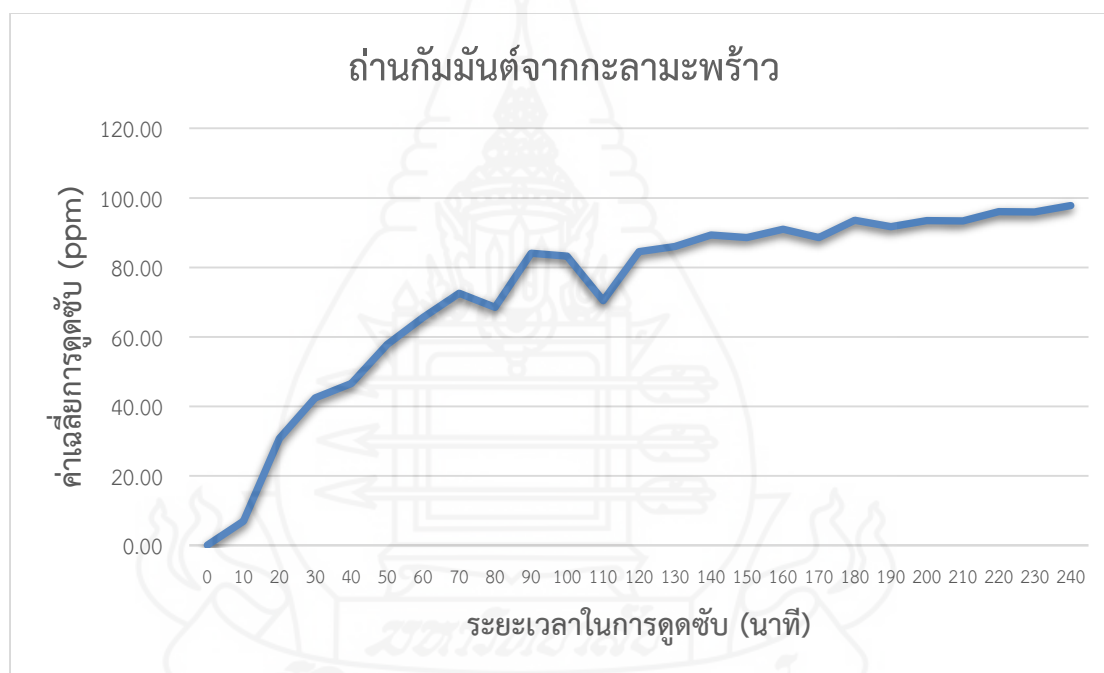
ภาพที่ 4.10 กราฟผลค่าเฉลี่ยไอโอดีนที่ดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยใช้ความเข้มข้นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5 M และอุณหภูมิในการปรับสภาพ 800 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยไอโอดีนที่ดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มก่อนปรับสภาพมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 320.09 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งถือว่ามีค่าการดูดซับที่น้อยมาก แต่เมื่อนำถ่านไปปรับสภาพด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าสัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:1 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 520.36 มิลลิกรัมต่อกรัม สัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:3 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 605.75 มิลลิกรัมต่อกรัม และสัดส่วนถ่าน: KOH เท่ากับ 1:5 มีค่าเฉลี่ยการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 592.60 มิลลิกรัมต่อกรัม

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับจากค่าไอโอดีนที่ดูดซับจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์มที่ปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5 M ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส แสดงผลในกราฟค่าไอโอดีนที่ดูดซับ (รูปที่ 4.9 และ 4.10) พบว่าผลการทดลองค่าไอโอดีนที่ดูดซับแต่ละสัดส่วนมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในสัดส่วน 1:5 ค่าเฉลี่ยการดูดซับจะลดลง ดังนั้นสัดส่วนที่ดีที่สุดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดคือ 1:3 ซึ่งมีค่าไอโอดีนที่ดูดซับที่มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยไอโอดีนที่ดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวเท่ากับ 618.45 มิลลิกรัมต่อกรัม และค่าเฉลี่ยไอโอดีนที่ดูดซับของถ่านกะลาปาล์มเท่ากับ 605.75 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งค่าไอโอดีนที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้ที่ 600-1000 มิลลิกรัมต่อกรัม

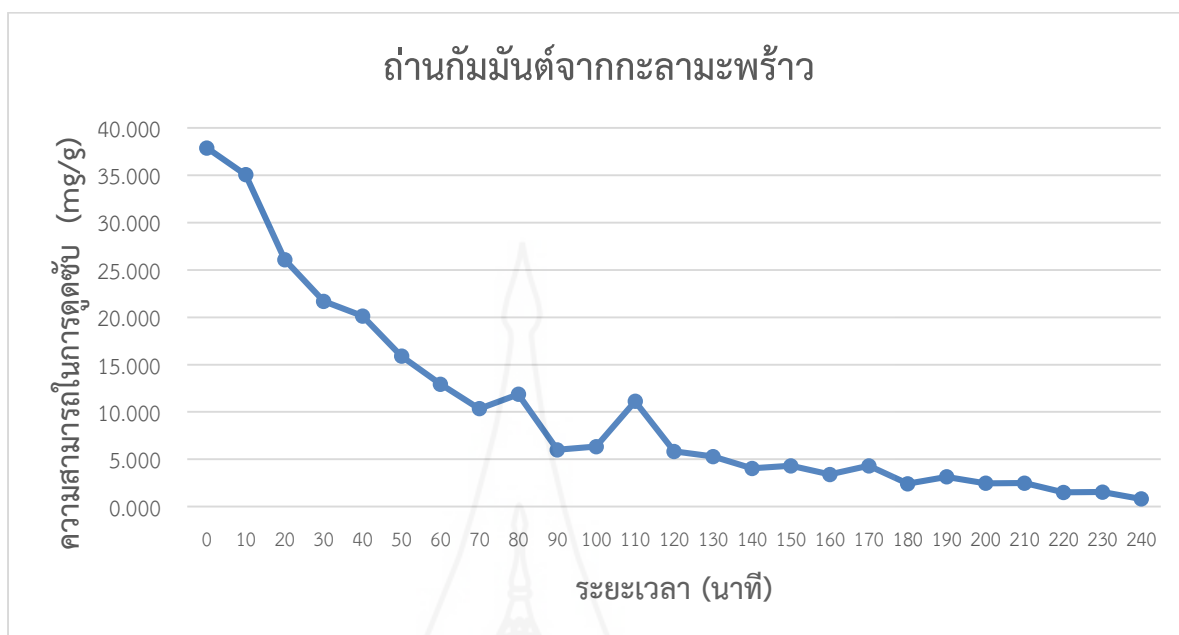
ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม

การศึกษาการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยการนำถ่านกัมมันต์ที่ดีที่สุดจากการศึกษาสมบัติของถ่านกัมมันต์ และการทดสอบค่าไอโอดีนัมเบอร์ในตอนที 1 พบว่าถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วน 1:3 มาทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินต่อไป ดังนั้นผลการทดลองในหัวข้อนี้จึงเป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอิน



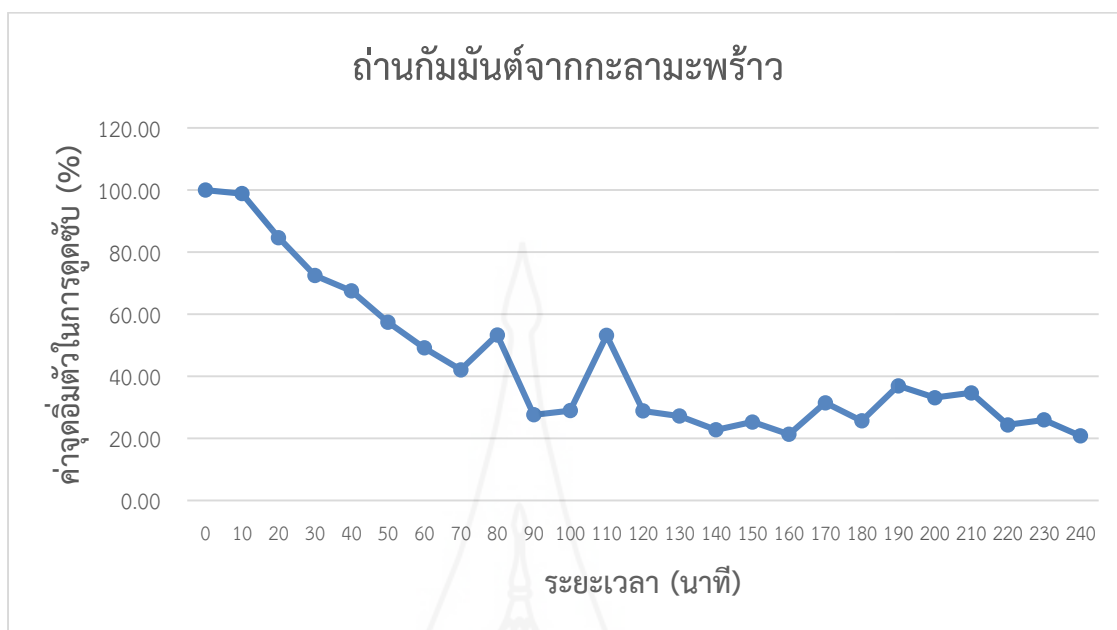
ภาพที่ 4.11 กราฟค่าเฉลี่ยการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินจากกะลามะพร้าว

จากภาพที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวมีอัตราค่าเฉลี่ยการดูดซับที่ลดลงหลังจากผ่านไป 10 นาที แต่ยังสามารถดูดซับได้จนถึงเวลา 240 นาที โดยแนวโน้มค่าเฉลี่ยการดูดซับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในระหว่างการวัดค่าไอระเหยสารโทลูอินทุก ๆ 10 นาที ซึ่งค่าการดูดซับสูงสุด 83.96 มิลลิกรัมต่อกรัม



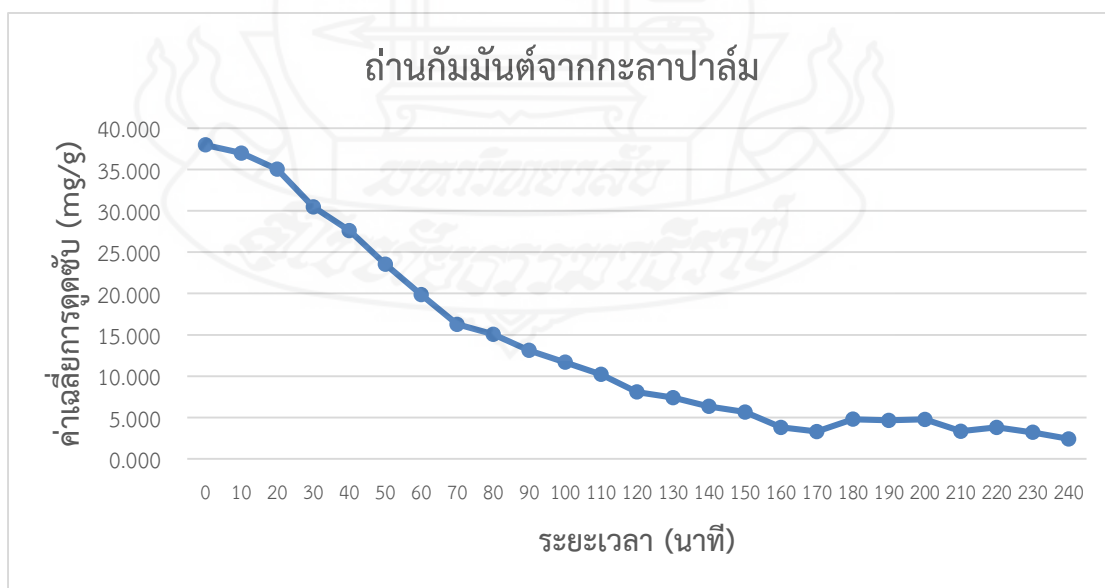
ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความสามารถในการดูดซับถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

จากภาพที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว โดยใช้ตัวดูดซับปริมาณ 10 กรัม สารโพลีอินปริมาณ 100 ppm พบว่าค่าความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลีอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลีอินขาเข้า (C/C_0) ในช่วงแรกความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 37.89 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยระยะเวลารวมทั้งหมดได้ 10 นาที หลังจากนั้นความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลีอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลีอินขาเข้า ความสามารถในการดูดซับจะลดลงที่เวลา 80 นาที โดยมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 11.88 มิลลิกรัมต่อกรัม



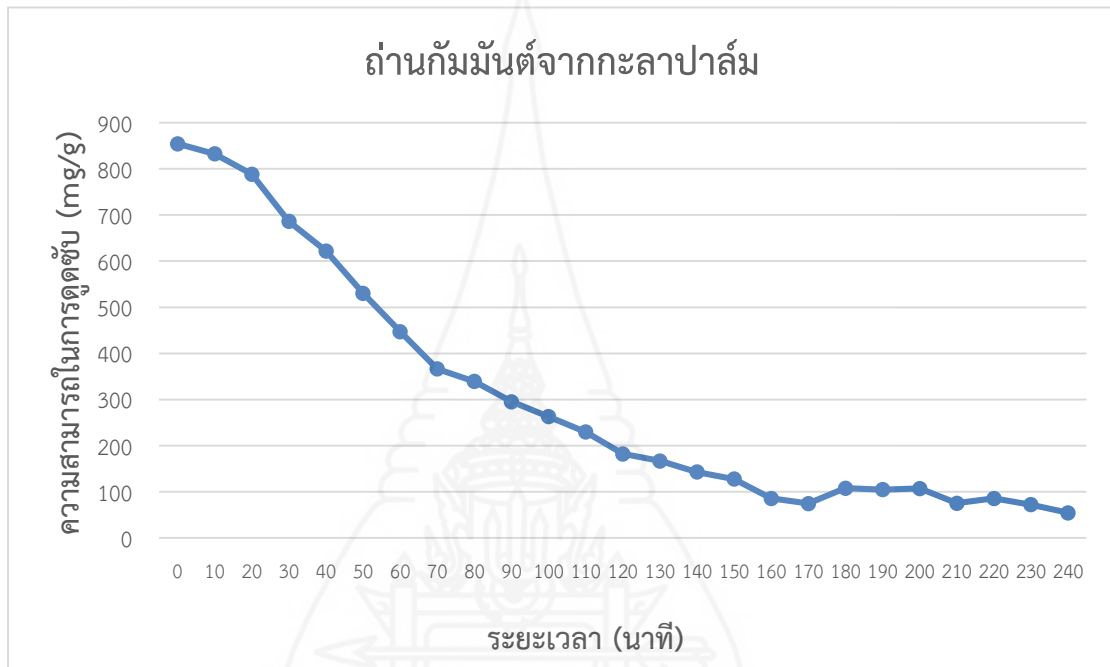
ภาพที่ 4.13 กราฟค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

จากภาพ 4.13 แสดงถึงค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ซึ่งค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 25.69 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโพลูอินทรีย์ร้อยละ 20 ของปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลูอินทรีย์เริ่มต้นที่ปล่อยผ่านชุดจำลองการดูดซับไอระเหยสารโพลูอินทรีย์



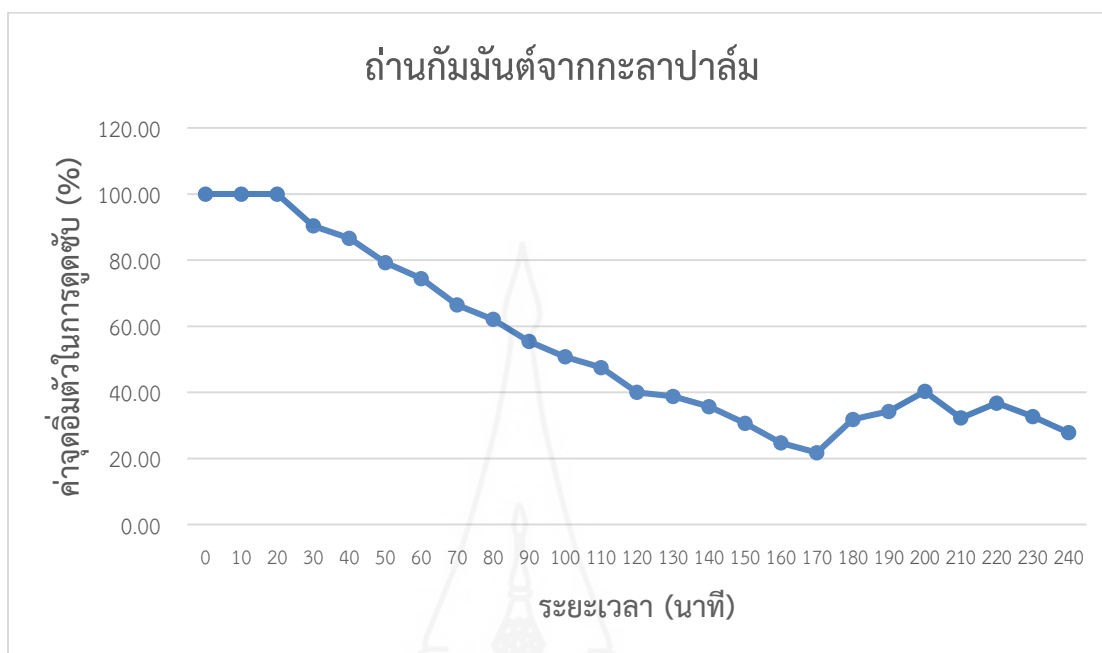
ภาพที่ 4.14 กราฟค่าเฉลี่ยการดูดซับไอระเหยสารโพลูอินทรีย์จากกะลาปาล์ม

จากภาพที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มกะลาปาล์มมีอัตราค่าเฉลี่ยการดูดซับที่ลดลงหลังจากผ่านไป 10 นาที แต่ยังสามารถดูดซับได้จนถึง 240 นาที โดยแนวโน้มการดูดซับเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในระหว่างการวัดค่าไอระเหยสารโทลูอินทุก 10 นาที ซึ่งค่าประสิทธิภาพการดูดซับสูงสุด 43.61 มิลลิกรัมต่อกรัม



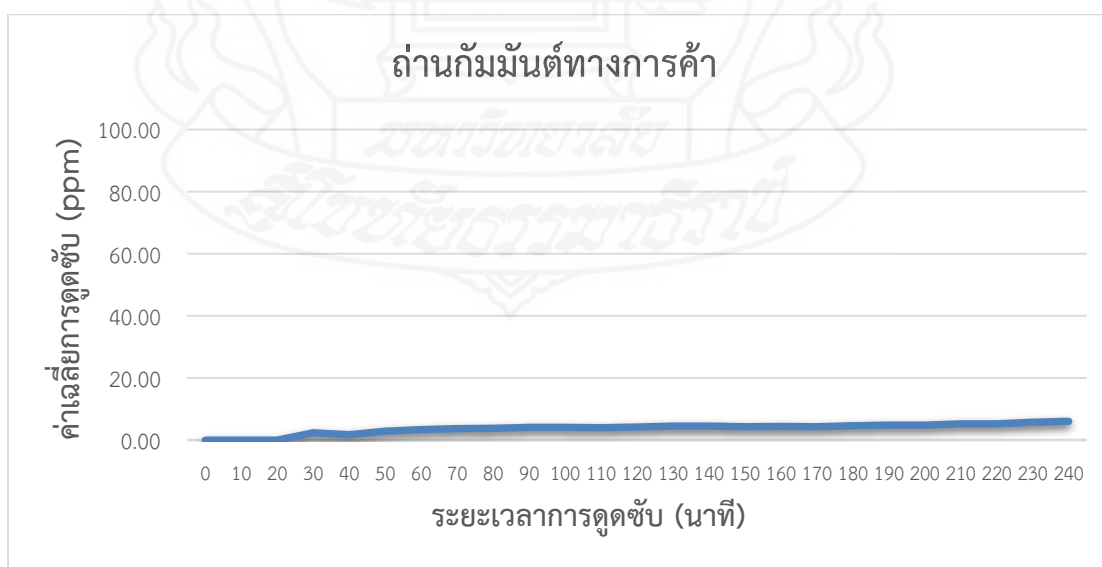
ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงความสามารถในการดูดซับถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม

จากภาพที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยใช้ตัวดูดซับปริมาณ 10 กรัม สารโทลูอินปริมาณ 100 ppm พบว่าค่าความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาเข้า (C/C_0) ในช่วงแรกความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 37.96 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยระยะเวลารวมทั้งหมดได้ 10 นาที หลังจากนั้นความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาเข้า ความสามารถในการดูดซับจะลดลงที่เวลา 110 นาที โดยมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 10.20 มิลลิกรัมต่อกรัม



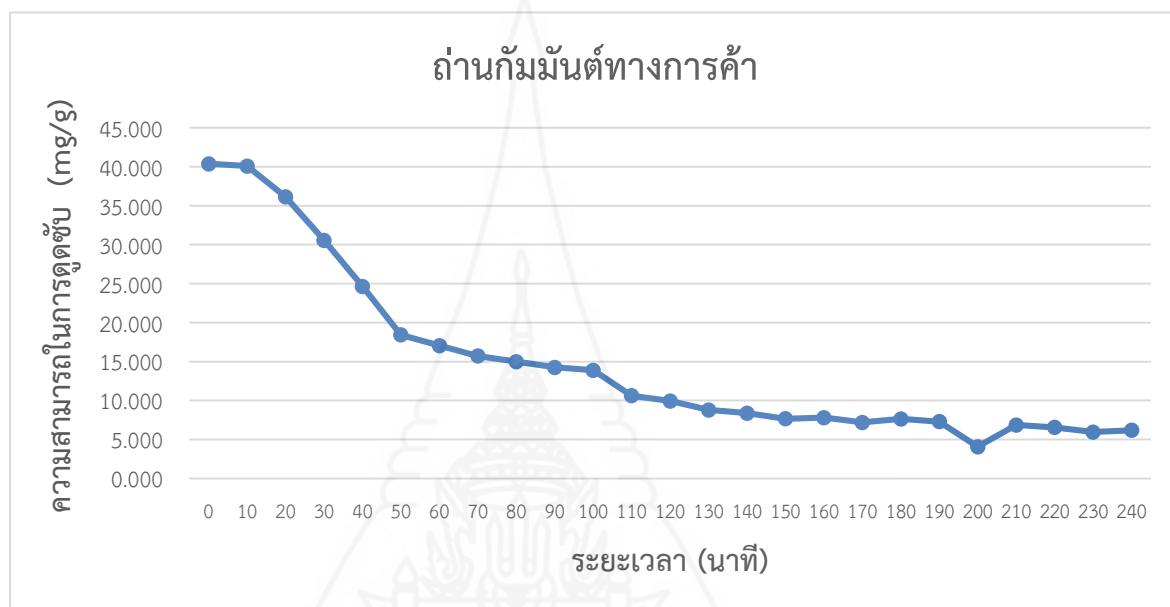
ภาพที่ 4.16 กราฟค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม

จากภาพ 4.16 แสดงถึงค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม ซึ่งค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 33.94 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโพลูอินได้ร้อยละ 30 ของปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารโพลูอินเริ่มต้นที่ปล่อยผ่านชุดจำลองการดูดซับไอระเหยสารโพลูอิน



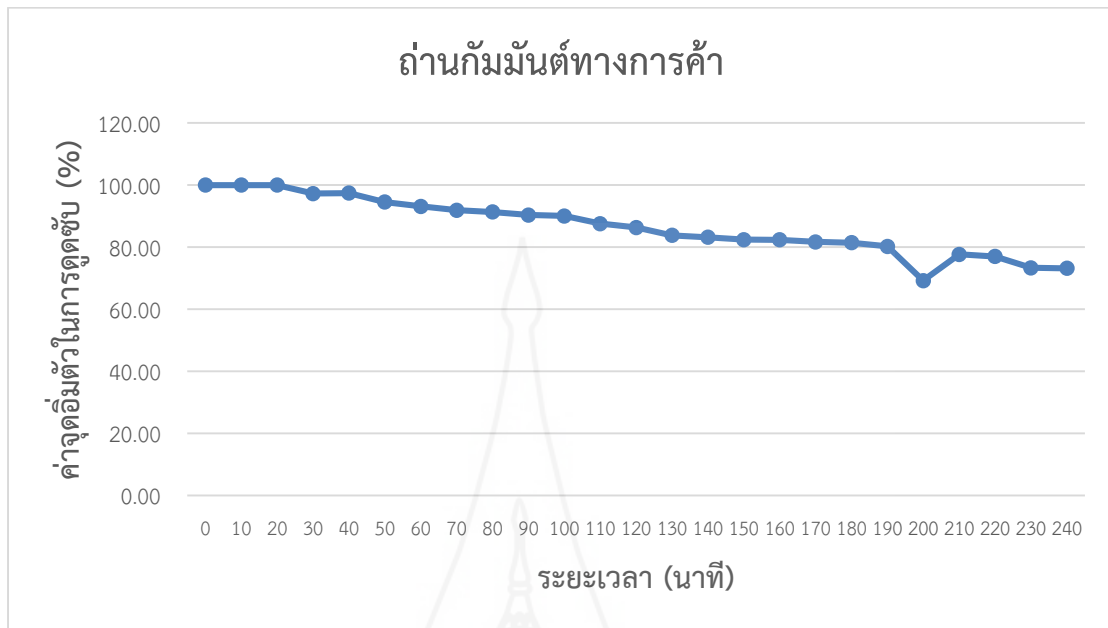
ภาพที่ 4.17 กราฟค่าเฉลี่ยการดูดซับไอระเหยสารโพลูอินจากถ่านกัมมันต์ทางการค้า

จากภาพที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินของถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีอัตราการดูดซับที่ลดลงหลังจากผ่านไป 10 นาที แต่ยังสามารถดูดซับได้จนถึง 240 นาที โดยแนวโน้มการดูดซับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในระหว่างการวัดค่าไอระเหยสารโทลูอินทุก ๆ 10 นาที ซึ่งค่าประสิทธิภาพการดูดซับสูงสุด 221.83 มิลลิกรัมต่อกรัม



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงความสามารถในการดูดซับถ่านกัมมันต์ทางการค้า

จากภาพที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทางการค้าโดยใช้ตัวดูดซับปริมาณ 10 กรัม สารโทลูอินปริมาณ 100 ppm พบว่าค่าความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาเข้า (C/C_0) ในช่วงแรกความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 40.37 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยระยะเวลารวมทั้งหมดได้ 20 นาที หลังจากนั้นความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาออกต่อความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินขาเข้าความสามารถในการดูดซับจะคงที่และสามารถดูดซับได้มากกว่า 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.19 กราฟค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทางการค้า

จากภาพ 4.19 แสดงถึงค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทางการค้าซึ่งค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 37.11 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโทลูอินได้ร้อยละ 90 ของปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารโทลูอินเริ่มต้นที่ปล่อยผ่านชุดจำลองการดูดซับไอระเหยสารโทลูอิน

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินโดยใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยวัดค่าทุก ๆ 10 นาที โดยใช้วัสดุดูดซับจากถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านกะลาปาล์มและถ่านกะลามะพร้าว พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด สามารถดูดซับได้นานเฉลี่ยสูงสุดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวได้ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินสูงสุด 83.96 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 25.69 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโทลูอินร้อยละ 20 ถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มได้ค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินสูงสุด 43.61 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 33.94 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโทลูอินได้ร้อยละ 30 ส่วนถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีประสิทธิภาพสามารถดูดซับเฉลี่ยมากกว่า 4 ชั่วโมง โดยมีค่าประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอินสูงสุด 221.83 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 37.11 มิลลิกรัมต่อกรัม หรือสามารถดักจับไอระเหยสารโทลูอินได้ร้อยละ 90

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น

การวิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตวัสดุดูดซับที่พัฒนาขึ้น พิจารณาจากค่าใช้จ่ายโดยการประเมินทั้งวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการพัฒนาเป็นถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะซื้อถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์ม และนำมาเผาในสภาวะไร้ออกซิเจน บดให้ได้ขนาด 1-3 มิลลิเมตร นำตัวอย่างไปทำการปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในสัดส่วนถ่าน:KOH 1:3 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ดีที่สุดและนำมาทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโกลูอิน โดยเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสารโกลูอินจากถ่านกะลามะพร้าวสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 และถ่านกะลาปาล์ม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 การคำนวณต้นทุนในกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลามะพร้าว

รายการ	จำนวน	ราคา	ราคา (บาท)
ถ่านกะลามะพร้าว	1 กิโลกรัม	9	9
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	0.07 กิโลกรัม	30	0.002482
กรดไฮโดรคลอริก	0.5 ลิตร	111.11	55.56
ราคาค่าแรงขั้นต่ำ			300
ราคารวมทั้งหมด	364.23 บาท		

ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว สามารถสรุปค่าใช้จ่าย โดยคำนวณค่าใช้จ่าย ถ่านกะลามะพร้าวราคากิโลกรัมละ 9 บาท สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ราคากิโลกรัมละ 30 บาท นำมาใช้งานจริง 0.07 กิโลกรัม ราคา 0.002482 บาท กรดไฮโดรคลอริกราคากิโลกรัมละ 111.11 บาท นำมาใช้งานจริง 0.5 มิลลิลิตร ราคา 55.56 บาท ดังนั้นการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม คิดเป็นค่าใช้จ่าย 364.56 บาท

ตารางที่ 4.3 การคำนวณต้นทุนในกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลาปาล์ม

วัสดุ	ปริมาณ (กิโลกรัม)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
ถ่านกะลาปาล์ม	1 กิโลกรัม	3	3
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	0.07 กิโลกรัม	30	0.002482
กรดไฮโดรคลอริก	0.5 ลิตร	111.11	55.56
ราคาค่าแรงขั้นต่ำ			300
ราคารวมทั้งหมด	358.23 บาท		

ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม สามารถสรุปค่าใช้จ่าย โดยคำนวณค่าใช้จ่ายถ่าน
กะลาปาล์มราคากิโลกรัมละ 3 บาท สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ราคากิโลกรัมละ 30 บาท
นำมาใช้งานจริง 0.07 กิโลกรัม ราคา 0.002482 บาท กรดไฮโดรคลอริกราคากิโลกรัมละ 111.11
บาท นำมาใช้งานจริง 0.5 กิโลกรัม ราคา 55.56 บาท ดังนั้นการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม
คิดเป็นค่าใช้จ่าย 358.23 บาท

