บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะม่วงหิมพานต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง วัตถุประสงค์ในการใช้งาน วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ในการศึกษาคุณภาพทางเคมีบางประการครั้งนี้ซึ่งได้แก่ การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ดีที่สุดในการกระตุ้นโดย การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) และศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield)

ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ มี 5 ตัวอย่าง คือ อัตราส่วน (Char : KOH) 1:1,1:4 และอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1:1,1:2, 1:4 แต่ละตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1.การกระตุ้นด้วยอัตราส่วน (Char : KOH) 1:1,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

2.การกระตุ้นด้วยอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1:1,1:2,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

3.การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (Char : KOH) 1:4 ที่ 500,600,700,800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

4.การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่ 500,600,700,800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

5.การกระตุ้นด้วยเวลา (Char : KOH) 1:4 ที่ 30,60,90,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เวลาเหมาะสมที่สุด

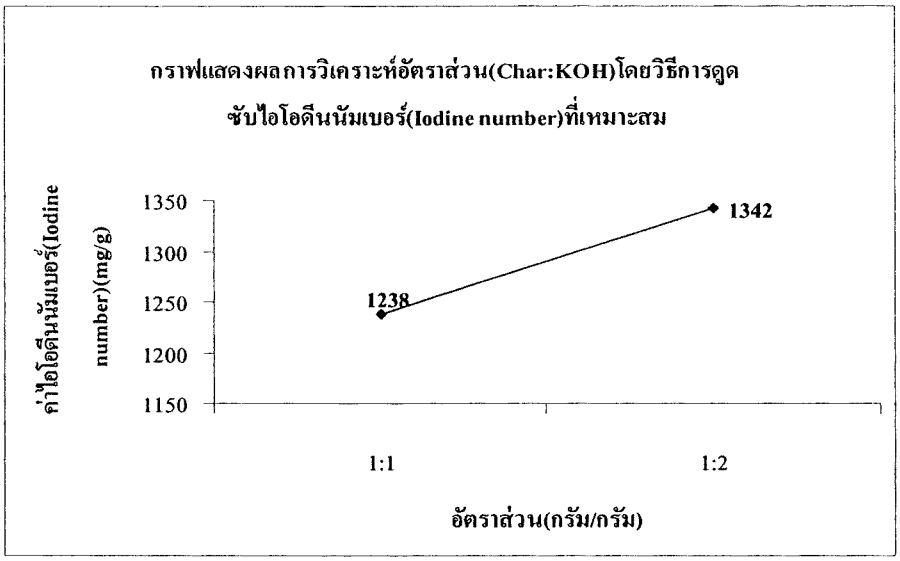
6.การกระตุ้นด้วยเวลา (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่ 30,60,90,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เวลาเหมาะสมที่สุด

7.การศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิของ (Char : KOH) และ (Char : H_3PO_4)

8.การศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยเวลาของ(Char : KOH) และ(Char : H_3PO_4)

ผลการวิเคราะห์หาอัตราส่วน (Char : KOH) 1:1 ,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)ที่เหมาะสมที่สุด

อัตราส่วน (Char : KOH) 1:1,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่ 4.1.1 แสดงผลอัตราส่วน (KOH : Char) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

อัตราส่วน (Char :KOH)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) (mg/g)
1 : 1	1,238.46
1 : 4	1,342.66

ตารางที่ 4.1.1 แสดงผลอัตราส่วน (Char :KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

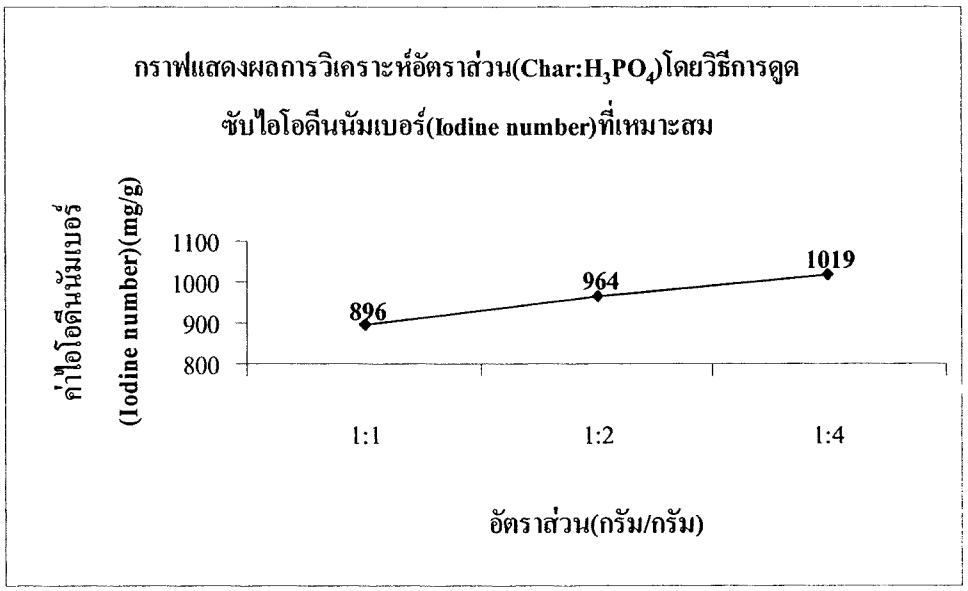
สรุปผลอัตราส่วน (KOH : Char) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลอัตราส่วน (KOH : Char) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) เมื่อนำมาพล็อตในกราฟเพื่อเทียบมาตรฐานของค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) จะเห็นว่าที่อัตราส่วน 1:1 จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 1,238.46 mg/g ที่อัตราส่วน 1:4 จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 1,342.66 mg/g จะเห็นได้ชัดว่าที่อัตราส่วน 1:4 จะมีค่าการดูดซับไอโอดีนสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมในอัตราส่วน 1:4 มีพื้นที่ผิวของ

ถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 นาโนเมตร จึงทำให้มีการดูดซับไอโอดีนได้ในปริมาณมากและค่าไอโอดีนที่ได้จึงมีค่าสูง

ผลการวิเคราะห์หาอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1:1 ,1:2,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

อัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1:1,1:2,1:4 นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่4.2.1 แสดงผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

อัตราส่วน (Char :KOH)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) (mg/g)
1 : 1	896.05
1 : 2	964.40
1 : 4	1,019.96

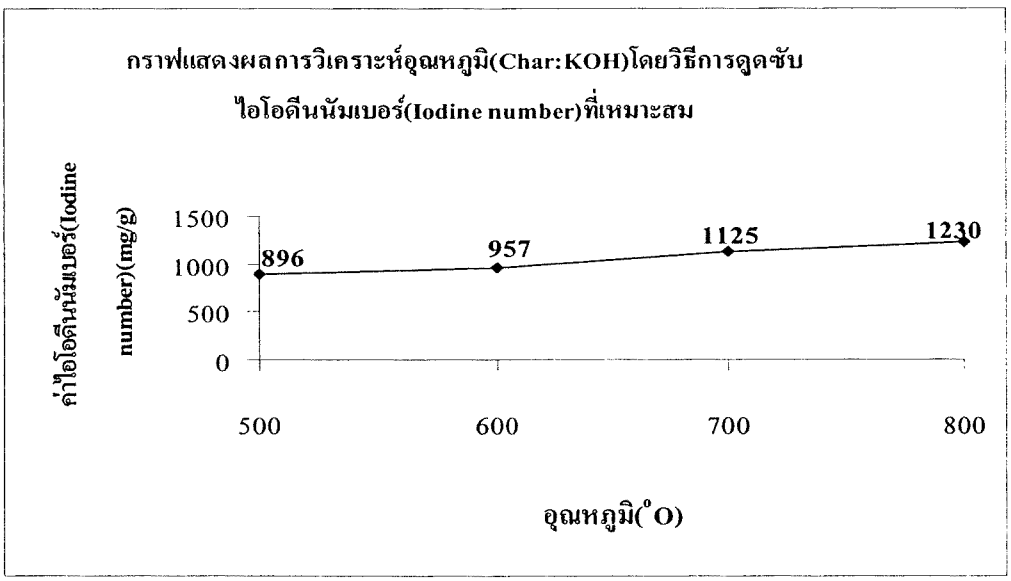
ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number)ที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number)เมื่อนำมาพล็อตในกราฟเพื่อเทียบมาตรฐานของค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)จะเห็นว่าที่อัตราส่วน 1:1 จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 896.05 mg/g ที่อัตราส่วน1:2 จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 964.40 mg/g ที่อัตราส่วน 1:4 จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 1,019 mg/g จะเห็นได้ชัดว่าที่อัตราส่วน 1:4 จะมีค่าการดูดซับไอโอดีนสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมในอัตราส่วน 1:4 ของกรดฟอสฟอริกมีพื้นที่ผิวมากและมีขนาดรูพรุนที่เหมาะสม

ผลของอุณหภูมิ (Char : KOH) 1:4 ที่ 500 ,600 ,700 , 800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (Char : KOH) 1:4 ที่อุณหภูมิ 500,600,700,800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่ 4.3.1 แสดงผลอุณหภูมิ (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)(mg/g)
	อัตราส่วน (Char :KOH) 1 : 4
500	896.02
600	957.81
700	1125.63
800	1,230.89

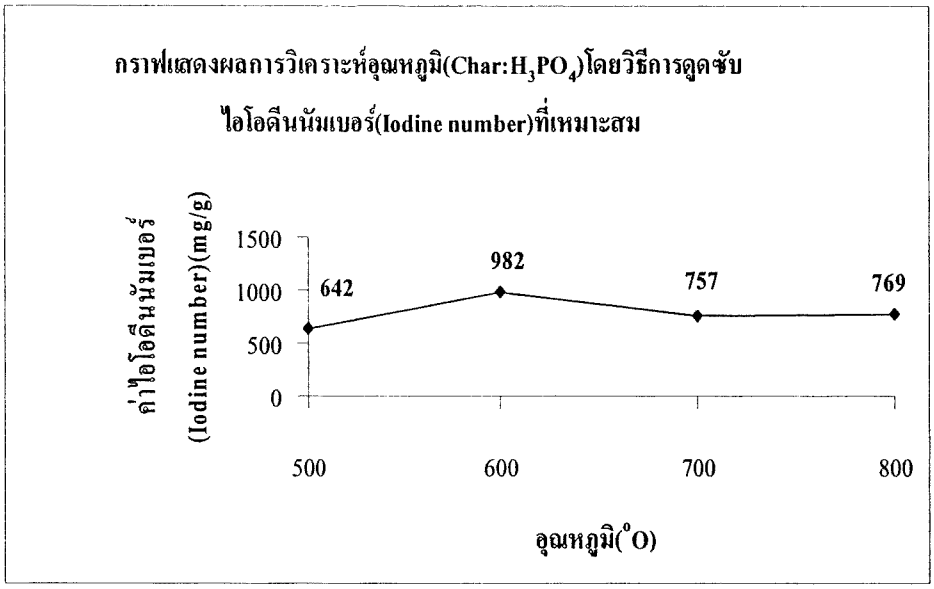
ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลของอุณหภูมิ (Char : KOH) 1:4 ที่อุณหภูมิ 500,600,700,800 องศาเซลเซียส ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลของอุณหภูมิ (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลของอุณหภูมิ (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) เมื่อกระตุ้นถ่านในอุณหภูมิที่สูงขึ้น 500-800 องศาเซลเซียส จากกราฟจะเห็นว่าค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) จะมีค่าที่สูงขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่าเมื่อกระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่สูงก็จะมีค่าพื้นที่ผิวสูงขึ้นตามลำดับ จะเห็นว่าการศึกษาตัวแปรของอุณหภูมิ ที่ อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ที่เหมาะสม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,230.89 mg/g

ผลของอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่ 500 ,600 ,700, 800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่อุณหภูมิ 500 ,600,700, 800 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่ 4.4.1 แสดงผลของอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)(mg/g)
	อัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1 : 4
500	642.96
600	982.48
700	757.09
800	769.21

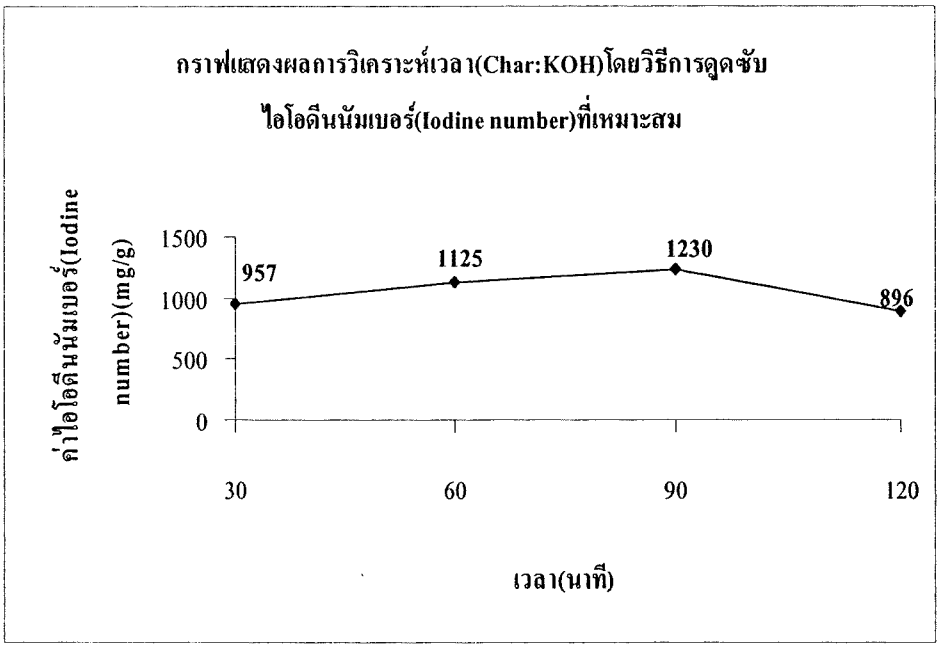
ตารางที่ 4.4.1 แสดงผลอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่อุณหภูมิ 500,600,700,800 องศาเซลเซียส ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลของอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลของอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) เมื่อกระตุ้นถ่านด้วยกรดฟอสฟอริกที่อุณหภูมิ 500-800 องศาเซลเซียสจะเห็นได้จากกราฟว่าที่อุณหภูมิ 500 ถึง 600 องศาเซลเซียส จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)ที่สูงขึ้นถึง 982.48 mg/g แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเห็นว่ามีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number)ลดลงตามลำดับ ดังนั้นสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่ดีที่สุดในการกระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริกที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

ผลของเวลา (Char : KOH) 1:4 ที่ 30 ,60 ,90 ,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

การกระตุ้นด้วยเวลา (Char : KOH) 1:4 ที่เวลา 30,60,90,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่4.5.1 แสดงผลเวลา (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

เวลา (นาที)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)(mg/g)
	อัตราส่วน (Char :KOH) 1 : 4
30	957.23
60	1125.82
90	1,230.01
120	896.37

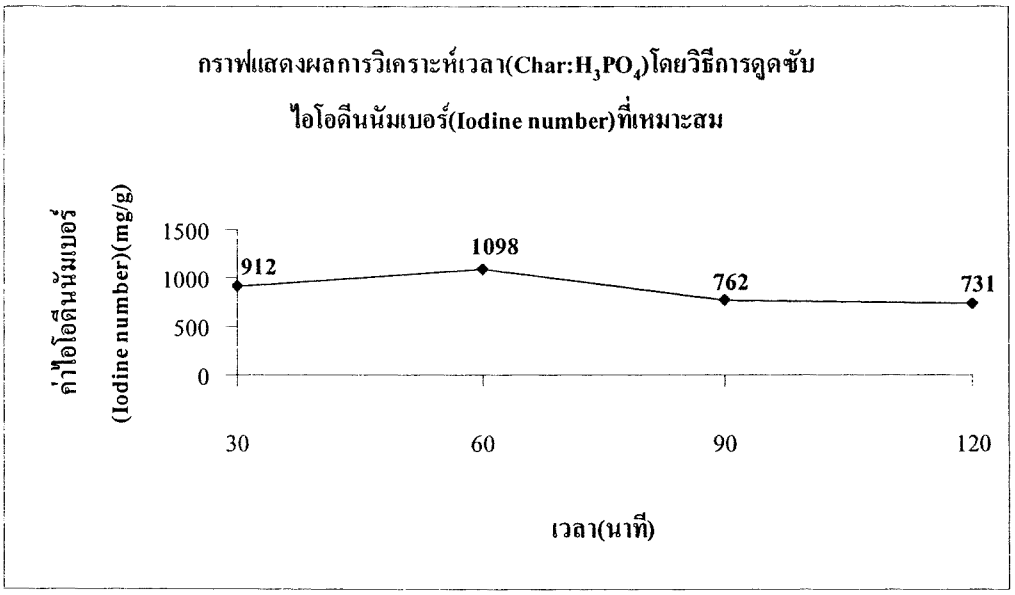
ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลของเวลา (Char : KOH) 1:4 ที่เวลา 30,60 ,90 ,120 นาที ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลของเวลา (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลของการกระตุ้นด้วยเวลาของ (Char : KOH) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) เมื่อนำมาพล็อตในกราฟเพื่อเทียบมาตรฐานของค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) จะเห็นว่าการกระตุ้นด้วยเวลาก็เป็นสิ่งจำเป็นของถ่านกัมมันต์เมื่อการกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) จะเห็นได้จากกราฟว่า เมื่อเริ่มต้นที่เวลา 30 – 60 นาที จะมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ที่สูงขึ้นและเมื่อเพิ่มเวลาที่ 90 นาทีจะเห็นว่าค่าไอโอดีนนัมเบอร์ก็มีค่าที่สูงขึ้นตามลำดับ จากนั้นเมื่อเพิ่มเวลาเป็น 120 นาที จากกราฟช่วงเวลาจะมีค่าไอโอดีนที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าถ้าเวลาเพิ่มมากขึ้นค่าไอโอดีนก็จะลดลง ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จะเท่ากับ 90 นาทีและมีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 1,230.01 mg/g

ผลของเวลา (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่เวลา 30,60,90 ,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เวลาเหมาะสมที่สุด

การกระตุ้นด้วยเวลา (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่เวลา 30,60,90,120 นาที นำมาวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมได้นำผลมาแสดงเป็นตารางและกราฟ ดังนี้



กราฟที่4.6.1 แสดงผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

เวลา (นาที)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number)(mg/g)
	อัตราส่วน (Char : H_3PO_4) 1 : 4
30	912.83
60	1,098.03
90	762.03
120	731.95

ตารางที่ 4.6.1 แสดงผลของเวลา (Char : H_3PO_4) 1:4 ที่เวลา 30,60,90,120 นาที ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลของอุณหภูมิ (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์(Iodine number) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟแสดงผลอัตราส่วน (Char : H_3PO_4) ในการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) เมื่อกระตุ้นด้วยเวลาที่ อัตราส่วน 1:4 ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส จากกราฟจะเห็นว่าเวลาเริ่มต้น ที่ 30 – 60 นาที จะมีค่าโอดีนที่สูงขึ้นและเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 90,120 นาที จะเห็นว่ามีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ที่ลดต่ำลง แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นจะมีค่าไอโอดีนที่ลดต่ำลง เวลาที่เหมาะสมจะเท่ากับ 60 นาที ซึ่งมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดที่ 1,098.03 mg/g

4.7 การศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิของ (Char : KOH) และ (Char : H_3PO_4)

(Char : KOH)	อุณหภูมิ (C^o)	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield)		
		น้ำหนักถ่านก่อนเผา(g)	น้ำหนักถ่านหลังเผา(g)	ร้อยละของผลผลิต(% yield)
	500	1.9654	1.7402	11.45
	600	1.8956	1.7651	6.88
	700	1.8652	1.6790	9.98
	800	**1.8632**	**1.5802**	**15.18**
(Char : H_3PO_4)	อุณหภูมิ (C^o)	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield)		
		น้ำหนักถ่านก่อนเผา(g)	น้ำหนักถ่านหลังเผา(g)	ร้อยละของผลผลิต(% yield)
	500	1.8641	1.7409	6.60
	600	**1.8123**	**1.6107**	**11.12**
	700	1.8654	1.6996	8.88
	800	1.8124	1.6582	8.50

สรุปการศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิของ (Char : KOH) และ (Char : H_3PO_4)

จากตารางจะเห็นว่าค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้(% yield) ของการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิของ (Char : KOH) ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ผลของค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้(% yield) เท่ากับ 15.18% และอุณหภูมิของ(Char : H_3PO_4)ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ผลของค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) เท่ากับ 11.12%

4.8 การศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยเวลาของ (Char : KOH) และ (Char : H_3PO_4)

(Char : KOH)	เวลา (min)	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield)		
		น้ำหนักถ่านก่อนเผา(g)	น้ำหนักถ่านหลังเผา(g)	ร้อยละของผลผลิต(% yield)
	30	1.9759	1.6019	18.92
	60	1.9475	1.6872	13.36
	90	**1.9289**	**1.3699**	**28.98**
	120	1.9854	1.4329	27.82
(Char : H_3PO_4)	เวลา (min)	ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield)		
		น้ำหนักถ่านก่อนเผา(g)	น้ำหนักถ่านหลังเผา(g)	ร้อยละของผลผลิต(% yield)
	30	1.9328	1.7891	7.43
	60	**1.9710**	**1.5693**	**20.38**
	90	1.9601	1.5940	18.67
	120	1.9305	1.5901	17.63

สรุปการศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยเวลาของ (Char : KOH) และ (Char : H_3PO_4)

จากตารางจะเห็นว่าค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของการกระตุ้นด้วยเวลาของ (Char : KOH) ที่เวลา 90 นาที ผลของค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) เท่ากับ 28.98% และอุณหภูมิของ (Char : H_3PO_4) ที่เวลา 60 นาที ผลของค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) เท่ากับ 20.38%