

หนังสืออ้างอิง

1. The International Technical Information Institute. Toxic and Hazardous Industrial Chemicals Safety Manual for Handling and Disposal with Toxicity and Hazard Data. Tokyo: The International Technical Information Institute, 1975.
2. Ethyl Browning, M.D. Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1965.
3. Hassler, J.W. Activated Carbon. New York: Chemical Publishing Co. Inc., 1976.
4. Smisek, Milan. and Cerny, Slavy. Active Carbon Manufacturer Properties and Applications. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1965.
5. Cheremisinoff, Paul N. and Ellerbusch, Fred. Carbon Adsorption Hand Book. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1978.
6. Hinkle, Dennis E.; Wiersma, William; and Jur, Stephen G. Applied Statistics for the Behavioral Science: Rand McNally College Publishing Company, 1979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีหาความชื้น (Moisture Content) ของวัสดุ

1. เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุ

1.1 เตาอบไฟฟ้า (Electric Oven) สามารถให้ความร้อนสูงกว่า
อุณหภูมิ 110 °C

1.2 กระจกนาฬิกา (Watch Glass) สำหรับใส่วัสดุ

1.3 กะลามะพร้าว ชี้เลื่อย ชานอ้อย และแกลบ

2. การดำเนินการ

วิธีทำ

2.1 ชั่งวัสดุ ได้แก่ กะลามะพร้าว ชี้เลื่อย ชานอ้อย และแกลบมา
หนักอย่างละประมาณ 1 กรัม ใส่ในกระจกนาฬิกา

2.2 อบวัสดุในเตาอบที่อุณหภูมิ 110 นานติดต่อกัน จนน้ำหนักของวัสดุคงที่

2.3 ชั่งวัสดุที่อบแล้ว

การคำนวณปริมาณความชื้น ใช้สูตรดังนี้

$$\% H = \frac{W_1 - W_2}{W_2}$$

H = ปริมาณความชื้นของวัสดุ

W₁ = น้ำหนักวัสดุก่อนอบ (กรัม)

W₂ = น้ำหนักวัสดุหลังอบ (กรัม)

3. เปรูเชนค้ความซึนของวักดูคิบบนคค่างๆแสดกงนคการางคค 1

การางคค 1 เปรูเชนค้ความซึนของวักดูคิบบน คละมาะพรว้าว ซ้เลื่อย ชานอ้อย
แและแกลบ คคใช้ในการเตรียมนถ่านปลุกฤทธคค

คร้งคค	คละมาะพรว้าว	ซ้เลื่อย	ชานอ้อย	แกลบ
1	11.86	10.33	13.11	10.82
2	11.56	10.75	13.48	9.76
3	11.29	12.50	13.41	10.15
4	12.12	13.44	12.42	10.58
เฉลย	11.70	11.75	13.14	10.33



ภาคผนวก ข

การหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (%Yield) ของถ่าน

1. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (Y%) ใช้สูตรดังนี้

$$Y\% = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

W_1 = น.น. แห่งของวัตถุดิบ

W_2 = น.น. ของถ่าน

2. ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิต

ตารางที่ 1 ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของถ่านกะลามะพร้าว ชี้เลื่อย ชานอ้อย และแกลบ

อุณหภูมิการเผา (°C)	ครั้งที่	กะลามะพร้าว	ชี้เลื่อย	ชานอ้อย	แกลบ
400	1	34.47	49.90	42.50	56.77
	2	35.85	44.70	45.31	60.21
นิ้วเฉลี่ย		35.16	47.30	43.91	58.49
500	1	34.05	39.49	38.82	51.26
	2	33.27	39.20	36.92	51.32
ค่าเฉลี่ย		33.66	39.34	37.90	51.29
600	1	32.31	36.55	37.50	51.03
	2	31.40	34.48	34.38	50.46
ค่าเฉลี่ย		31.86	35.51	35.94	50.74

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในด้านปลุกฤทธิ์

หลักการวิเคราะห์ ใส่น้ำลงในตัวอย่างด้านปลุกฤทธิ์แล้วนำไปต้ม กรองเอาเฉพาะสารละลายมาทดสอบปริมาณคลอไรด์ โดยเติมกรกในครีกลงไปจะเกิดตะกอนสีขุ่นขาวในสารละลาย แล้วนำไปเทียบความขุ่นกับสารละลายมาตรฐานคลอไรด์

1. วัสดุ

- 1.1 กรกในครีก (1+ 2)
- 1.2 สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท (2W / V %) ละลาย 2 กรัมของซิลเวอร์ไนเตรทในน้ำ เคมีน้ำลงไปให้เป็น 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวดสีน้ำตาล
- 1.3 สารละลายมาตรฐานคลอไรด์ นำโซเดียมคลอไรด์จำนวนหนึ่งไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 500 ถึง 650 °C เป็นเวลา 40 ถึง 50 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในโถสุกความชื้น ชั่งโซเดียมคลอไรด์หนัก 1.650 กรัมละลายในน้ำ แล้วเตรียมเป็นสารละลายหนึ่งลิตรในขวดควอดรูมเมตริกฟลาสค์ ถูกสารละลายนี้ 10 มิลลิลิตรใส่ในขวดควอดรูมเมตริกฟลาสค์ (Volumetric Flask) ขนาด 1 ลิตรใบใหม่ เคมีน้ำให้ถึงขีดที่คอขวด เขย่าให้เข้ากัน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรของสารละลายใหม่นี้ประกอบด้วยปริมาณคลอไรด์ 0.01 มิลลิกรัม

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 2.1 หลอดทดลอง (Test Tube) ความจุ 50 มิลลิลิตร
- 2.2 เออร์เลนเมเยอร์ ฟลาสค์ (Erlenmeyer Flask)
ขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 2.3 แผ่นให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot Plate) สำหรับต้มเม็ดถ่าน

3. วิธีทำ

ชั่งตัวอย่างถ่านปลุกฤทธิ์ 1 กรัม ใส่ในเออร์เลนเมเยอร์ฟลาสค์ (Erlenmeyer Flask) 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเบาๆ 5 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วใส่น้ำลงไปให้มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง สารละลาย 20 มิลลิลิตรแรกที่กรองได้ทิ้งไป นำสารละลายที่กรองได้จำนวนหนึ่งใส่ในหลอดทดลอง แล้วละลายด้วยน้ำเป็น 30 มิลลิลิตร เติม 5 มิลลิลิตรของกรดไนตริก (1+2) และ 1 มิลลิลิตรของซิลเวอร์ไนเตรท ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที เพื่อให้เกิดตะกอนขาว ใช้สารละลายคลอไรด์มาตรฐานแทนสารละลายตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง แล้วดำเนินการตามวิธีข้างต้น เปรียบเทียบความขุ่นของสารละลายตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน ปริมาณคลอไรด์ในสารละลายตัวอย่างคำนวณได้จากปริมาณคลอไรด์ในสารละลายมาตรฐานซึ่งมีความขุ่นใกล้เคียงกับสารละลายตัวอย่างมากที่สุด

การคำนวณปริมาณคลอไรด์ (H %) ใช้สูตรดังนี้

$$H = \frac{.00001 \times I \times 100}{S \times \frac{S'}{100}}$$

I = ปริมาตรของสารละลายคลอไรด์มาตรฐาน (มิลลิลิตร)

S = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านปลุกฤทธิ์

S' = ปริมาตรของสารละลายของตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการกระจายความเข้มข้นไอระเหยภายในตู้อากาศ

1. วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

- 1.1 ทัวทำละลายนอร์มัลบิวทิลอะซีเตค
- 1.2 ตู้เตรียมอากาศ
- 1.3 หลอดน็อคอากาศ
- 1.4 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซโครมาโทกราฟี

2. การทดลอง

2.1 เตรียมไอระเหยทัวทำละลายนอร์มัลบิวทิลอะซีเตคในตู้อากาศ โดยถูกทัวทำละลายนอร์มัลบิวทิลอะซีเตคลงบนกระจกนาฬิกาซึ่งวางอยู่ในตู้อากาศ เปิดพัดลมเป่ากวนอากาศภายในตู้

2.2 ใช้หลอดน็อคอากาศถูกไอระเหยในตู้เตรียมอากาศที่ตำแหน่งต่างๆของตู้เตรียมอากาศ น็อคเข้าเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี (สภาวะการทำงานของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟีเช่นเดียวกันกับการทดลองในหัวข้อ 3.4.3 บัพที่ 3) เปรียบเทียบความสูงของพีค (Peak) ของไอระเหย ซึ่งถูกจากตำแหน่งต่างๆในตู้เตรียมอากาศ ทำการทดลองเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนความสูงของพีคของไอระเหยซึ่งถูกจากตำแหน่งต่างๆของตู้เตรียมอากาศเท่ากัน และไม่สูงเพิ่มขึ้นเอง แสดงว่าความเข้มข้นไอระเหยภายในตู้อากาศกระจายเท่ากันหมด

ถ้ามีไอระเหยมาตรฐานของทัวทำละลายนอร์มัลบิวทิลอะซีเตค จะสามารถหาค่าความเข้มข้นของไอระเหยภายในตู้อากาศได้ โดยฉีดไอระเหยมาตรฐานเข้า -

เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี จากปริมาณไอระเหยมาตรฐานที่ฉีดเข้าไปและความสูงของพีค
ที่ได้ จะได้กราฟมาตรฐาน นำค่าความสูงของพีคของไอระเหยในตู้เตรียมอากาศไปเปรียบ
เทียบกับกราฟมาตรฐานนั้น



ภาคผนวก จ

การหาค่าความเข้มข้นไอระเหยนอร์มัลบิวทีลอะซีเตกภายในตู้อากาศ

1. วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

1.1 ข้วทำละลายนอร์มัลบิวทีลอะซีเตก

1.2 ถุงเก็บอากาศหรือหลอดสูญญากาศพร้อมปั้มสุญญากาศ สำหรับเก็บตัวอย่างไอระเหยของข้วทำละลายในตู้อากาศ

1.3 หลอดฉีดยาละลาย (Liquid Microlitre Syringes)

1.4 หลอดฉีดยากาศ (Gas-Tight Syringe)

1.5 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซแอนนาไลเซอร์ (MIRAN - IA Potable Gas Analyzer) พร้อมระบบ Closed Loop calibration

2. การทดลอง

2.1 เตรียมไอระเหยนอร์มัลบิวทีลอะซีเตกในตู้อากาศ โดยตักข้วทำละลายนอร์มัลบิวทีลอะซีเตกลงบนกระดาษฟิลาซึ่งไว้อยู่ในตู้เตรียมอากาศ เปิดพัดลมเป่ากวนอากาศ ทิ้งไว้ให้ระเหยประมาณ 1 ชั่วโมง

2.2 เก็บตัวอย่างไอระเหยโดยใช้ถุงเก็บอากาศหรือหลอดสูญญากาศทิ้งแสดงในภาพที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆของตู้เตรียมอากาศ แล้วนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของไอระเหยด้วยเครื่องก๊าซแอนนาไลเซอร์

2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐานของข้วทำละลายนอร์มัลบิวทีลอะซีเตก ปรับเครื่องก๊าซแอนนาไลเซอร์ที่สภาวะดังนี้

ความยาวคลื่น	8.1	ไมโครเมตร
Pathlength Dial	3.75	เมตร
ช่องแสง (slit)	1	มิลลิเมตร

ฉีดตัวอย่างละลายนอร์มัลบิวทีลอะซีเตทเข้าเครื่องก๊าซแอนนาไลเซอร์ด้วยหลอดฉีดสารละลาย
บันทึกค่า Absorbance

คำนวณความเข้มข้นไอระเหยของตัวอย่างละลายนอร์มัลบิวทีลอะซีเตทที่ฉีดเข้าเครื่อง
ก๊าซแอนนาไลเซอร์เป็นหน่วย ppm โดยใช้สูตร

$$C \text{ (ppm)} = \frac{\rho V}{MW} \times \frac{(RT)}{(P)} \times \frac{10^3}{5.64}$$

V = ปริมาตรของตัวอย่างเป็นไมโครลิตร

ρ = ความหนาแน่นของตัวอย่าง (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

MW = น้ำหนักโมเลกุลของตัวอย่าง

$\frac{(RT)}{(P)}$ = ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ เท่ากับ 24.4 ลิตร ที่อุณหภูมิ 25
1 บรรยากาศ

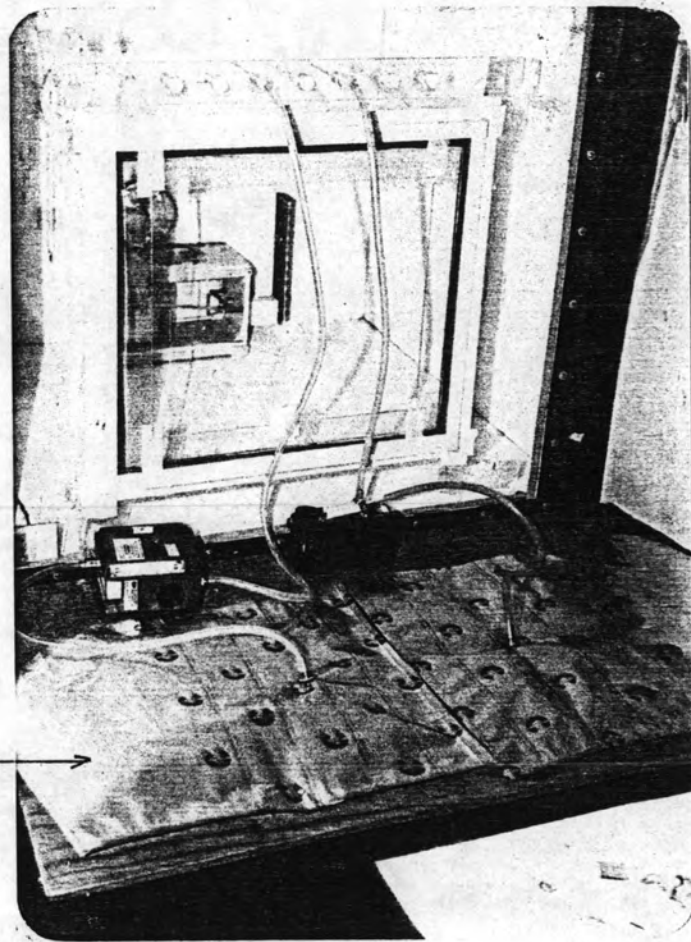
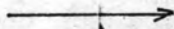
ปริมาณทั้งหมดสำหรับให้ตัวอย่างระเหยเป็นไอในเครื่องก๊าซแอนนาไลเซอร์
และระบบ Closed Loop Calibration = 5.64 ลิตร

นำค่า Absorbance และค่าความเข้มข้นไอระเหย (ppm) มาเขียนกราฟ
ดังรูปที่ 2

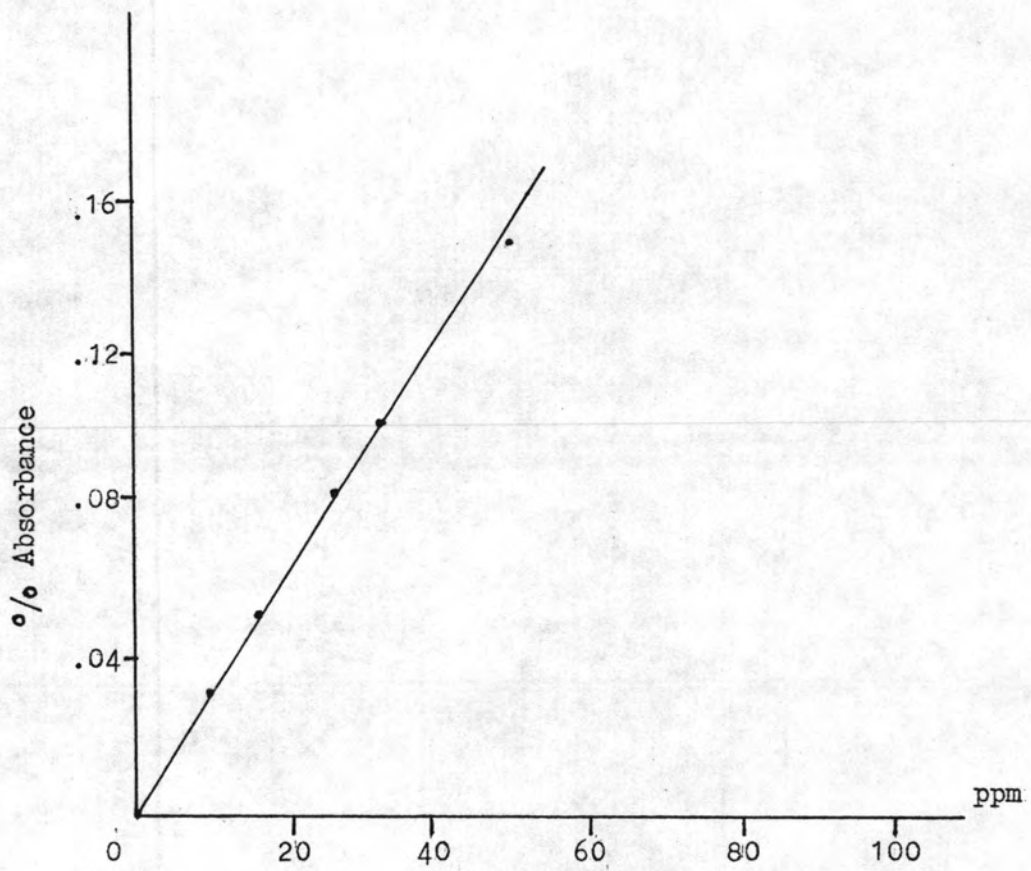
2.4 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของตัวอย่างไอระเหย ใช้หลอดฉีดอากาศจากไอระเหยนอร์
มัลบิวทีลอะซีเตทจากถุงเก็บอากาศ (จากข้อ 2.2) ฉีดเข้าเครื่องก๊าซแอนนาไลเซอร์

(ปรับเครื่องที่สภาวะการทำงานเหมือนข้อ 2.3) อ่านค่าAbsorbance แล้วนำไป
เทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้ จะได้ค่าความเข้มข้นเป็น ppm

ถุงเก็บอากาศ



รูปที่ 1 ถุงเก็บอากาศและการจัดเครื่องมือในการเก็บอากาศ



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานสำหรับเทียบหาความเข้มข้นของไอระเหย
นอร์มลิวทิลอะซีเทค

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติ

1. การทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซับระหว่างถ่านปลุกฤทธิ์สองชนิด โดยใช้

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

\bar{x}_1, \bar{x}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านปลุกฤทธิ์ ต่างชนิดกันที่นำมาเปรียบเทียบ

s_1^2, s_2^2 แทน ค่าแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านปลุกฤทธิ์ ต่างชนิดกันที่นำมาเปรียบเทียบ

N_1, N_2 แทน จำนวนครั้งในการทดลองของถ่านปลุกฤทธิ์ ที่นำมาเปรียบเทียบ

2. การวิเคราะห์ผลของตัวแปรต่อประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านปลุกฤทธิ์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)⁽⁶⁾

(ก) แบบจำแนกสองทาง (Two-Way Classification)

เมื่อมีตัวแปรสองตัวใช้สูตรตามตารางที่ 1

(ข) แบบจำแนกทางเดียว (One-way Classification)

เมื่อมีตัวแปรตัวเดียว ใช้สูตรตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1. สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง

Source of Variation	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)	Variance Estimate or Mean Square (MS)
Rows	$nC \sum_{r=1}^R (\bar{X}_r - \bar{X})^2$	$R - 1$	$\frac{SS_R}{R - 1} = MS_R$
Columns	$nR \sum_{c=1}^C (\bar{X}_c - \bar{X})^2$	$C - 1$	$\frac{SS_C}{C - 1} = MS_C$
Interaction	$n \sum_{c=1}^C \sum_{r=1}^R (\bar{X}_{rc} - \bar{X}_r - \bar{X}_c + \bar{X})^2$	$(R - 1)(C - 1)$	$\frac{SS_{RC}}{(R - 1)(C - 1)} = MS_{RC}$
Within Cell	$\sum_{c=1}^C \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^n (X_{irc} - \bar{X}_{rc})^2$	$RC(n - 1)$	$\frac{SS_W}{RC(n - 1)} = MS_W$
Total	$\sum_{c=1}^C \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^n (X_{irc} - \bar{X})^2$	$N - 1$	

$$F_R = \frac{MSR}{MSW}$$

$$F_C = \frac{MSC}{MSW}$$

$$F_{RC} = \frac{MSRC}{MSW}$$

ตารางที่ 2 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Variance Estimate or Mean Square	F-ratio
Between	$\sum_{j=1}^k n_j(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	$k - 1$	$MS_B = \frac{SS_B}{k - 1}$	$\frac{MS_B}{MS_W}$
Within	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$N - k$	$MS_W = \frac{SS_W}{N - k}$	
Total*	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2$	$N - 1$		

* Note that the MS for Total is not computed.

3. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับที่อัตราส่วนต่างๆของ น้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อน้ำหนักถ่าน เมื่อเม็ถ่านมีอุณหภูมิคาร์บอนไนเซชันที่ 400

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	10.71	1	10.71	0.8994
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	214.67	3	71.557	6.0113 ⁺⁺
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	118.6092	3	39.54	3.3213 ⁺
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	190.46	16	11.904	
ทั้งหมด (T)		23		

++ P < .01

+ P < .05

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับที่อัตราส่วนต่างๆของ
น้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อน้ำหนักถ่าน เมื่อเม็กด่านมีอุณหภูมิคาร์บอนไนเซชันที่ 500
°C

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	159.55	1	159.55	12.38 ++
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	508.22	3	169.41	13.143 ++
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	243.92	3	81.31	6.57 ++
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	206.18	16	12.89	
ทั้งหมด (T)	1117.87	23		

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
 ปลุกฤทธิ์ โดยมีอัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ก่อนน้ำหนักถ่าน และขนาดเม็ดถ่าน
 เป็นตัวแปร เมื่อถ่านมีอุณหภูมิคาร์บอนในเซชันที่ 600 °C

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	915.86	1	915.86	48.31 ++
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	4968.08	3	1656.03	87.35 ++
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	415.72	3	138.57	7.31 ++
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	303.32	16	18.96	
ทั้งหมด (T)	6603.00	23		

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
ปลุกฤทธิ์โดยมีขนาดเม็ดถ่านและอุณหภูมิคาร์บอนในเข้ชั้นของถ่านเป็นตัวแปร
เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อถ่าน 0.5:1

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	581.29	1	581.29	57.18 + +
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	14,400.37	2	7,200.18	708.22 + +
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	704.45	2	352.27	34.65 + +
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	122.017	12	10.17	
ทั้งหมด (T)	15,808.13	17		

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของ ถ่านปลุกฤทธิ์ โดยมีขนาดเม็ดถ่านและอุณหภูมิคาร์บอนในเซชันของถ่านเป็น ตัวแปร ที่อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านเป็น 1:1

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	93.85	1	93.85	5.008 +
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	4,789.29	2	2,394.65	127.78 ++
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	160.38	2	80.19	4.28 +
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	224.89	12	18.74	
ทั้งหมด (T)	5,268.40	17		

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
ปลุกฤทธิ์ โดยมีขนาดเม็ดถ่านและอุณหภูมิคาร์บอนในเข้ชั้นของถ่านเป็นตัวแปร
ที่อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อน้ำหนักถ่าน 1.5:1

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	266.11	1	266.11	20.4 ++
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (C)	3,558.76	2	1,779.38	136.41 ++
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	39.58	2	19.79	1.517
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	156.53	12	13.04	
ทั้งหมด (T)	4,020.98	17		

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
ปลุกฤทธิ์ โดยมีขนาดเม็ดถ่านและอุณหภูมิคาร์บอนในเซชันของถ่านเป็นค่าแปร
ที่อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ต่อถ่าน 2:1

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างถ่านต่างขนาด (R)	10.23	1	10.23	0.6245
ระหว่างอัตราส่วนซิงค์คลอไรด์ต่างกัน (°C)	6,849.92	2	3,424.96	209.09 ++
ผลรวมของขนาดถ่านและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์ (RC)	8.51	2	4.25	0.2597
ภายในถ่านที่มีขนาดและอัตราส่วน ซิงค์คลอไรด์เดียวกัน (W)	196.52	12	16.38	
ทั้งหมด (T)	7,065.18	17		

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
ปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 1 โดยให้อัตราการไหลของไอระเหยเป็นตัวแทน

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างอัตราการไหลต่างกัน	12.96	4-1	4.32	0.12
ภายในอัตราการไหลเดียวกัน	294.83	12-4	36.85	
ทั้งหมด	307.79	12-1		

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่าน
ปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 2 โดยให้อัตราการไหลของไอระเหยเป็นตัวแทน

แหล่งความเปลี่ยนแปลง Source of Variance	SS	df	MS	F
ระหว่างอัตราการไหลต่างกัน	39.31	4-1	13.103	0.53
ภายในอัตราการไหลเดียวกัน	295.95	16-4	24.66	
ทั้งหมด	335.26	16-1		

ภาคผนวกซี

การคำนวณความเข้มข้นของไอระเหย

(ความเข้มข้นของตัวอย่างวิเคราะห์เป็นมิลลิกรัม/จำนวนลูกบาศก์เมตรอากาศ เปลี่ยนเป็นหน่วย ppm ที่สภาวะอากาศมาตรฐาน 25°C และ 760 มิลลิเมตรปรอท โดยใช้สูตร

$$\text{ppm} = \frac{\text{Mg/CuM} \times 24.45 \times 760 \times T + 273}{\text{MW} \times P \times 298}$$

Mg = จำนวนมิลลิกรัมของตัวทำละลายในนอร์มัลบิวทิลอะซีเตท

CuM = จำนวนลูกบาศก์เมตรของตัวอย่างอากาศ

P = ความดันบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท) ของตัวอย่างอากาศ

T = อุณหภูมิองศาเซนติเกรดของตัวอย่างอากาศ

24.45 = โมลาร์วอลุ่ม (ลิตร/โมล) ที่ 25 องศาเซนติเกรด และ 760 มิลลิเมตรปรอท

MW = น้ำหนักโมเลกุล (กรัม/โมล) ของตัวทำละลาย

จากความเข้มข้นของตัวอย่างที่วิเคราะห์ให้เป็น ppm เปลี่ยนเป็นร้อยละของการถูกขับไอระเหยโดยเทียบจากความเข้มข้นของไอระเหยในนอร์มัลบิวทิลอะซีเตทในตู้เตรียมอากาศ 110 ppm

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของวัสดุชีวภาพที่ผลิตด้วยกระบวนการ
ซีเลื่อย กะลามะพร้าว ชานอ้อย และแกลบ

ตารางที่ 1.1 สภาวะบรรยากาศในตู้เตรียมอากาศ

การทดลอง ครั้งที่	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรของปรอท
1	51	301	758
2	52	300	757.5
3	50.5	301	760
4	52	302.5	705

ตารางที่ 1.2 ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของมลพิษที่ละอองที่แตกของด้านปลุกฤทธิ์
 กะลามะพร้าว ชี้เลื่อย ชานอ้อย แกลบ

ครั้งที่	วัตถุดิบ			
	กะลามะพร้าว	ชี้เลื่อย	ชานอ้อย	แกลบ
1	83.445	85.91	80.88	83.67
2	93.12	88.86	85.71	79.22
3	86.14	90.48	71.17	86.28
4	87.04	91.51	81.19	75.51
เฉลี่ย	87.61	89.19	79.69	81.17

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของมลพิษที่ละอองที่แตกของด้านปลุกฤทธิ์
 กะลามะพร้าว ซึ่งมีสภาวะการเตรียมต่างๆ

ตารางที่ 2.1 สภาวะบรรยากาศในตู้อากาศ

ด้านปลุกฤทธิ์ ชุดที่	ครั้งที่	% ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรของปรอท
1	1	51	299	761
	2	51	301	761.9
	3	55	302	758.5

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยงนอร์มัลมิวทีลอะซีเตคของถ่านปลุกฤทธิ
กะลามะพร้าว ซึ่งมีสภาวะการเตรียมต่างๆ

ตารางที่ 2.1 สภาวะบรรยากาศในตู้อากาศ

ถ่านปลุกฤทธิ ชุดที่	ครั้งที่	% ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรของปรอท
2	1	49	301.5	761.5
	2	49	302.5	759
	3	52	302.5	760.5
3	1	48	301	762.5
	2	53	298	765.7
	3	60	297.5	765
4	1	56	301.5	763.5
	2	54	302.5	762
	3	55	302.5	758.5
5	1	48	299	764.4
	2	48	300.5	763.6
	3	52	299.5	761.5
6	1	48	299	764.4
	2	48	300.5	763.6
	3	52	299.5	761.5

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดูดซับไอระเหยของมลพิษที่ละอองอากาศของถ่าน
ปลุกฤทธิ์อะลามะพร้าว ซุกต่างๆซึ่งมีสภาวะการเตรียมต่างๆกัน

ถ่านปลุกฤทธิ์ ซุกที่	ครั้งที่	อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ : น้ำหนักถ่าน			
		0.5:1	1:1	1.5:1	2:1
1	1	85.35	83.99	87.88	95.44
	2	88.33	87.73	86.34	93.84
	3	91.35	91.20	89.39	94.04
	เฉลี่ย	88.34	87.64	87.87	94.44
2	1	79.99	96.34	95.40	91.05
	2	82.91	88.14	90.34	98.24
	3	87.34	98.78	89.44	92.73
	เฉลี่ย	83.41	94.49	91.73	90.91
3	1	56.42	69.86	61.90	75.12
	2	65.63	75.70	68.64	78.70
	3	59.40	75.68	69.38	81.79
	เฉลี่ย	60.48	73.75	66.64	78.54
4	1	70.00	67.64	71.94	83.76
	2	76.00	69.68	73.84	77.53
	3	76.05	73.08	78.54	82.04
	เฉลี่ย	74.02	70.13	74.77	81.11

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดูดซับไฮดรเจนออร์มัลบิวทีลอะซีเตคของ
 ด้านปลุกฤทธิ์กะลามะพร้าว ชุดต่างๆซึ่งมีสภาวะการเตรียมต่างๆกัน

ด้านปลุกฤทธิ์ ชุดที่	ครั้งที่	อัตราส่วนน้ำหนักซิงค์คลอไรด์ : น้ำหนักถ่าน			
		0.5:1	1:1	1.5:1	2:1
5	1	7.61	46.06	54.95	50.81
	2	4.05	47.37	47.63	40.31
	3	6.42	44.23	47.08	48.00
	เฉลี่ย	6.03	45.89	49.89	46.37
6	1	30.58	55.30	60.07	49.95
	2	32.38	63.61	65.56	53.75
	3	31.59	50.15	57.27	42.57
	เฉลี่ย	31.52	56.35	60.95	48.76

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไฮดรเจนออร์มัลบิวทีลอะซีเตคของด้านปลุกฤทธิ์ที่
 เตรียมขึ้นเองกับด้านปลุกฤทธิ์ที่ขายตามท้องตลาด

ตารางที่ 3.1 สภาวะบรรยากาศในตู้เตรียมอากาศ

ครั้งที่	% ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรของปรอท
1	50.00	303.5	756.5
2	50.50	305.0	755.5
3	50.50	305.0	755.5

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของนอร์มัลบิวทีลอะซีเตตของถ่านปลุกฤทธิ์ที่ละมละพรวัวที่เตรียมขึ้นกับถ่านปลุกฤทธิ์ที่ขายตามท้องตลาด

ครั้งที่	ถ่านปลุกฤทธิ์ที่เตรียมขึ้น	ถ่านปลุกฤทธิ์ตามท้องตลาด
1	83.60	72.69
2	78.54	64.60
3	86.63	79.97
เฉลี่ย	82.92	72.42

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของไอระเหยกับประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของนอร์มัลบิวทีลอะซีเตตของถ่านปลุกฤทธิ์

ตารางที่ 4.1 สภาวะบรรยากาศในตู้เตรียมอากาศ

ชนิดของถ่านปลุกฤทธิ์	ครั้งที่	% ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรปรอท
ถ่านปลุกฤทธิ์ ชนิดที่ 1	1	46	300.50	762.4
	2	50	300.50	764
	3	50	299.50	761.5
ถ่านปลุกฤทธิ์ ชนิดที่ 2	1	51	303.50	760
	2	52	303.50	757.5
	3	54	303.50	758.5
	4	51.5	303.00	756

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของถ่านปลุกฤทธิ์ที่เตรียมขึ้นที่
อัตราการไหลต่างๆ

เมื่กถ่านปลุกฤทธิ์	ครั้งที่	อัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)			
		0.065	0.35	0.80	1.2
ถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 1	1	100.690	102.89	84.65	95.36
	2	94.21	90.29	92.44	95.51
	3	88.10	90.38	99.23	93.04
	เฉลี่ย	94.33	94.51	92.11	94.64
	ถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 2	1	95.45	83.72	92.57
ถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 2	2	95.76	99.58	90.05	91.70
	3	101.50	98.73	92.69	100.68
	4	100.14	99.78	97.99	99.61
	เฉลี่ย	98.21	95.45	93.33	96.63

5. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณนอร์มัลบิวทีลอะซีเตคของถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดต่างๆกับเวลาการดูดซับ

ตารางที่ 5.1 สภาวะบรรยากาศในตู้เตรียมอากาศ

ชนิดของถ่านปลุกฤทธิ์	อัตราการไหลลิตรต่อนาที	ครั้งที่	% ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ องศาเซลวิน	ความดัน มิลลิเมตรปรอท
ถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 1	0.3	1	58	305	758
		2	58	304.5	758
	0.5	1	53	304	754
		2	59	299.5	758
ถ่านปลุกฤทธิ์ชนิดที่ 2 ขายตามท้องตลาด	0.5	1	53	304	756
		2	56	302.5	756
		1	52	307	758
		2	53	305	757

ประวัติผู้เขียน

นางสาววันเพ็ญ ก้องกิตต์ไพศาล เกิดที่อำเภอห้วยยอก จังหวัดศรีสะเกษ
จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
และศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

ปัจจุบัน ทำงานอยู่ที่กองตรวจโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม

