

เอกสารอ้างอิง

โรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์ .2550 รายงานประจำปี โรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์

สุรัชย์ วงชาติ วิชาดา สอนองราษฎร์ และ สมภพ สอนองราษฎร์ “การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจากอุ้งพื้นสิรดด้วยถ่านมุลโค” การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 8 โรงแรมสุรธรรมาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา 25-27 มีนาคม 2552

วิชาดา สอนองราษฎร์ และ วิภาวี ขำวิจิตร. 2547. “มลพิษทางอากาศภายในอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ และวิธีการป้องกัน,” Thai Environmental Engineering Magazine, Vol. 1 No. 6, p. 33-36.

วิชาดา สอนองราษฎร์ และ คณะ. 2549 การศึกษาการจัดการมลภาวะอากาศทั้งภายนอกและภายในโรงพยาบาล สถาบันวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2549

เอกรัฐ ศรีอ่อน วิชาดา สอนองราษฎร์ และ สมภพ สอนองราษฎร์ “การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจากอุ้งพื้นสิรดโดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน” การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 8 โรงแรมสุรธรรมาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา 25-27 มีนาคม 2552

Alberici, R.M. and Jardim, W.E. 1997. “**Photocatalytic destruction of VOCs in the gas-phase using titanium dioxide**”. J. Applied Catalysis B: Environmental.

ASTM, 1995. Annual Book of ASTM Standards: D 2652 – 94.

Cheremisinoff, P.N. and Ellerbusch, F., 1978. “**Adsorption Handbook**, Michigan, Ann Arbor Science.

Dechapanya, W. 1999. “**Photocatalytic Conversion of Metane to Methanol**,” M.S. thesis, Michigan Technological University, MI.

Environmental Health Center. <http://www.nsc.org/ehc/indoor/sbs.htm> Last updated April 4th, 2003.

Litter, M.I. 1999. *J. Applied Catalysis B*. 23, p. 89-114.

Hays, S. M., Gobbell, R. V., and Ganick, N. R. "*Indoor Air Quality: Solutions and Strategies*," McGraw-Hill, Inc.: New York, 1995.

National Research Council. "*Indoor Pollutants*," National Academy Press: Washington, D.C., 1981.

Noll, K.E.; Gounaris, V.; Hou, W.-S. "*Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control*." Lewis Publishers, inc.: Chelsea, MI, 1992.

Noll, K.E. "*Fundamentals of Air Quality Systems: Design of Air Pollution Control Devices*.", American Academy of Environmental Engineers: New York, 1999.

Obee, T.N. and Brown, R.T. 1995. "**TiO₂ photocatalysis for indoor air applications – effects of humidity and trace contaminant levels on the oxidation rates of formaldehyde, toluene, and 1,3-butadiene**". *Environmental Science and Technology*.

Oppenlander, T. "*Photochemical Purification of Water and Air*" Wiley-VCH Verlag, Gmbh & Co. KGaA: Weinheim, 2003.

Schieweck, A., Lohrengel, B., Siwinski, N., Genning, C., and Salathammer, T. 2005. "**Organic and Inorganic Pollutants in Storage Rooms of the Lower Saxony State Museum Hanover Germany**". *Atmospheric Environment* 39, p. 6098-6108.

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดวิธีตรวจวัดของแต่ละพารามิเตอร์



ก.1 วิธีการตรวจวัดปริมาณอนุภาคทั้งหมด (Total particulate)

เก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้วิธี Gravimetric Low Volume ด้วยเครื่องดูดอากาศ ชนิด Area pump ยี่ห้อ SKC รุ่น 224-43XR โดยใช้อัตราการไหลของอากาศ (Air flowrate) 1.7 ลิตร/นาที นาน 1 ชั่วโมง ใช้กระดาษกรอง PVC ขนาด 5 ไมครอน ที่ผ่านการดูดความชื้นใน Dessicator 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนการเก็บ

1. ปรับเช็คความถูกต้องของเครื่องดูดอากาศ
2. เตรียมกระดาษกรอง

2.1 ดูดความชื้นของกระดาษกรองโดยใส่กระดาษกรองไว้ใน dessicator 24

ชั่วโมง

2.2 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง โดยปรับเช็คเครื่องชั่งน้ำหนักก่อนใช้

2.3 ชั่งกระดาษกรองอย่างน้อย 2 ครั้ง ถ้าพบว่าการชั่งทั้ง 2 ครั้ง มีความแตกต่างกันมากกว่า 0.005 มิลลิกรัม ให้ทำการปรับเช็คความถูกต้องของเครื่องชั่ง และทำการชั่งน้ำหนักใหม่ ถ้าความแตกต่าง น้อยกว่า 0.005 มิลลิกรัม ให้เอาค่าทั้ง 2 มาเฉลี่ย ให้เป็นค่าเดียว (pre-weight)

2.4 ใส่กระดาษในตลับ 3 ชั้น

3. เก็บตัวอย่างอากาศและจับเวลาตั้งแต่เริ่มเก็บตัวอย่าง บันทึกเวลาเริ่มต้น และอัตราการไหลของอากาศลงในแบบเก็บตัวอย่างอากาศ

4. เมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้ว นำกระดาษกรองไปดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (post-weight)

5. คำนวณน้ำหนักอนุภาค จาก $\text{post weight} - \text{pre weight} = \text{dust weight} = A$ มิลลิกรัม

6. นำค่าน้ำหนักอนุภาคที่ได้ มาคำนวณหาปริมาณอนุภาค

$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรอากาศ} &= \text{อัตราการไหลของอากาศ} \times \text{ระยะเวลาที่เก็บ} \\ &= B \text{ ลูกบาศก์เมตร}\end{aligned}$$

$$\text{ปริมาณอนุภาค} = \frac{A}{B} \times 10^3 \text{ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร}$$

7. การแปลผล ให้ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่า TLV สำหรับ Total particulate กำหนดให้ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เมตร ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (ปว. 103) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2520

ก.2 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมด

เก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้วิธี Gravimetric Low Volume ด้วยเครื่องดูดอากาศ ชนิด Area pump ยี่ห้อ SKC รุ่น 224-43XR โดยใช้อัตราการไหลของอากาศ 5 ลิตร/นาที นาน 40 นาที

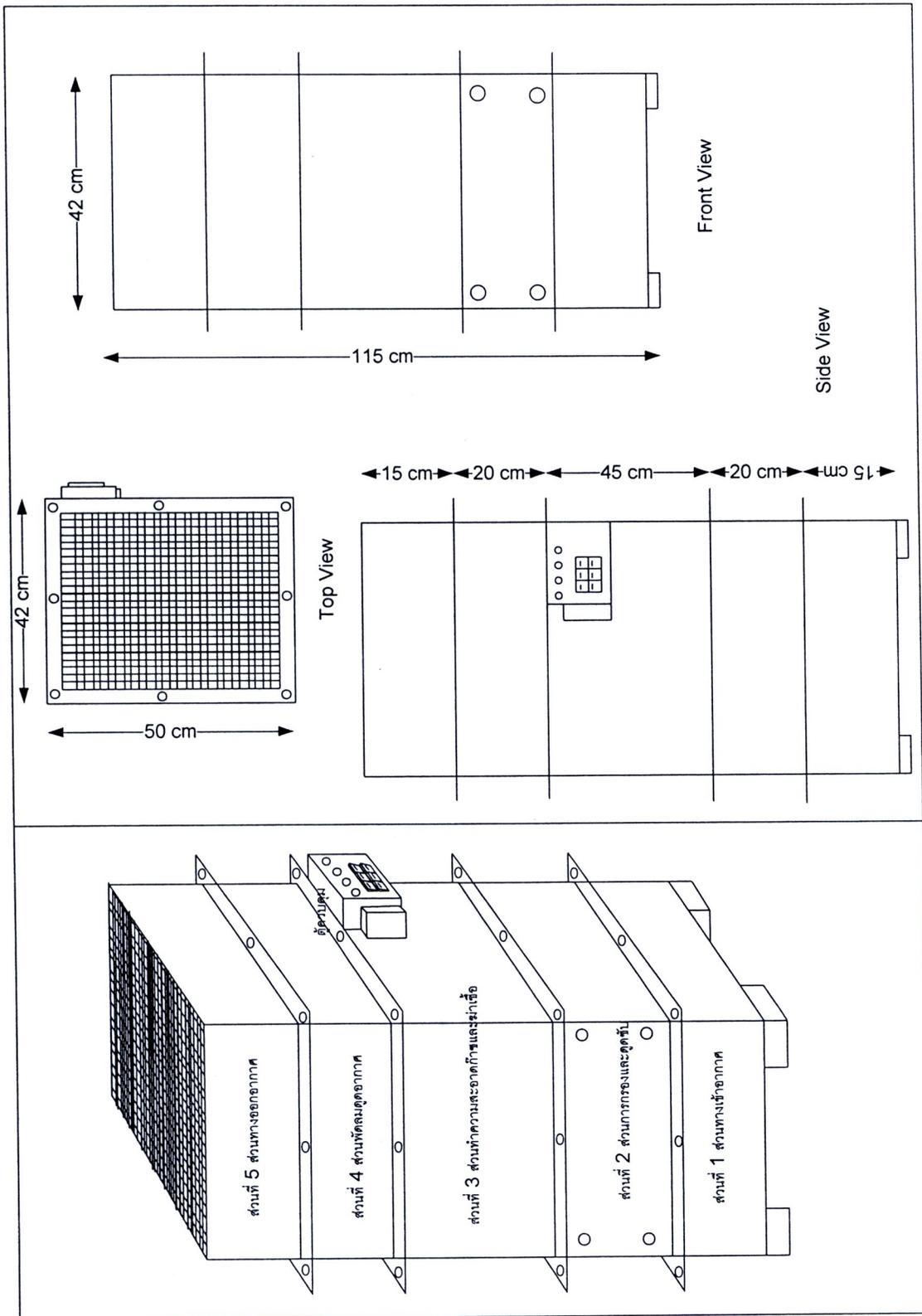
ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศใช้เทคนิค spread plate ซึ่งใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ คือ plate count agar (PCA)

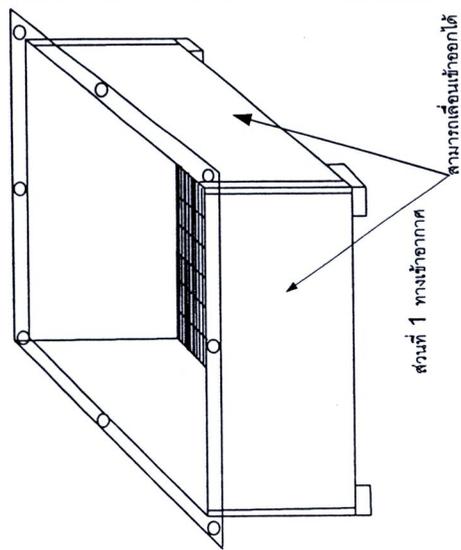
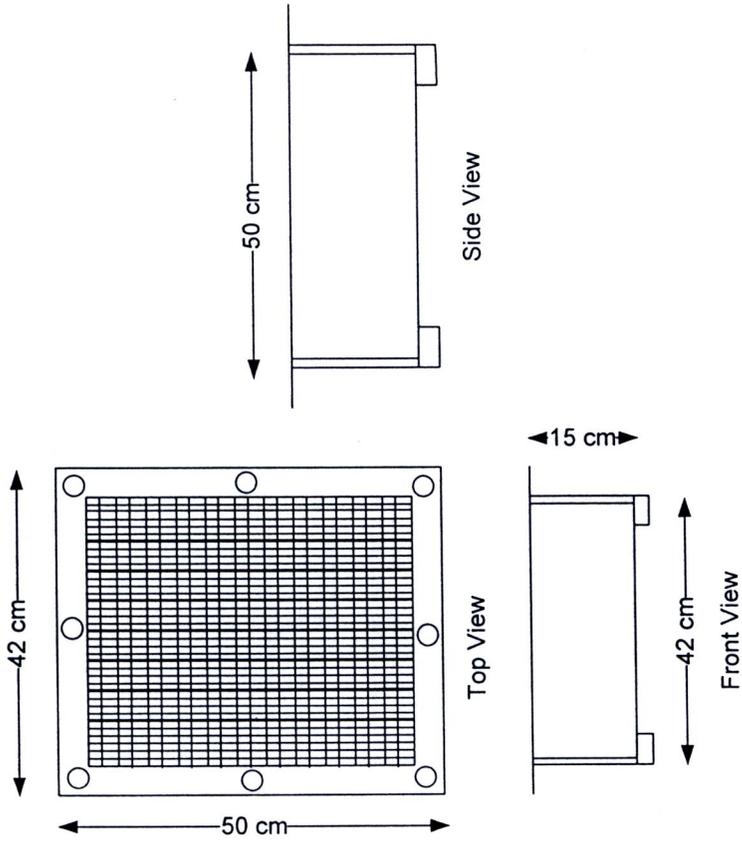
การเตรียมอาหารวุ้นแข็งสำหรับเลี้ยงแบคทีเรียโดยละลาย agar medium ในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 44-46 °C นำอาหารที่ละลายน้ำแล้วเข้าหม้อนึ่งความดันไอนาน 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเทลงบนจานเพาะเชื้อ ประมาณ 10 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในตู้ที่ปลอดเชื้อจนอาหารกลายเป็นวุ้นแข็ง เมื่อเตรียมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมแล้ว เตรียมตัวอย่างที่ไม่มีการเจือจางและตัวอย่างที่มีการเจือจาง 1 ระดับ ตามความเหมาะสม โดยใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งความดันไอน้ำแล้วในการเจือจาง ปิเปตสารตัวอย่างแล้ว 0.1 mL ลงบนอาหารวุ้นแข็งที่เตรียมไว้ และเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารด้วย sterile spreader รูปตัว L ที่ทำจากแท่งแก้ว จากนั้นนำจานเลี้ยงเชื่อนั้นไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง อ่านผลโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่เกิดบนอาหาร และรายงานผลเป็น colony forming unit/mL (CFU/mL) (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2001) และคำนวณให้อยู่ในหน่วย CFU/m³ โดยการหารด้วยปริมาตรของตัวอย่างอากาศที่เก็บ (5 L/min x 40 min = 200 L=0.2 m³)

ก.3 Volatile Organic Carbon

การเก็บตัวอย่าง : ก่อนการเก็บตัวอย่างต้องตรวจสอบอัตราการไหลของปั๊มดูดอากาศก่อน ขณะเก็บตัวอย่างปั๊มจะถูกต่อเข้ากับหลอดขนาดเล็กที่บรรจุสารดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC adsorbent tube) ซึ่งถูกดึงเอาฝาจุกออกทันทีก่อนการต่อเข้ากับปั๊ม ใช้อัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่าง 1L/min เป็นเวลา 30 นาที หลังจากการเก็บตัวอย่างเสร็จแล้วต้องปิดฝาหลอดทันที และต้องเก็บแบลนด์(blank)โดยวางหลอดเก็บตัวอย่างเปล่าไว้ข้างหลอดเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งแบลนด์อาจจะมีการดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่าย ในขณะที่วางไว้ในบริเวณที่มีการปนเปื้อน เพื่อใช้ในการปรับแก้ค่าการวิเคราะห์ หลังจากเก็บตัวอย่างเสร็จแล้วต้องเก็บหลอดเก็บตัวอย่างและแบลนด์ทั้งหมดในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ต่อไป โดยวิธีการคายการดูดซับ (desorption) เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) (NIOSH Manual of Analytical Methods, NMAM, 4th edition, 1996, Method 2549)

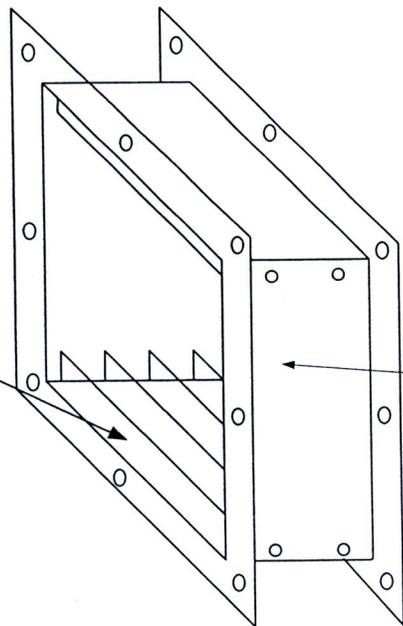
ภาคผนวก ข.
รายละเอียดเครื่องฟอกอากาศต้นแบบ





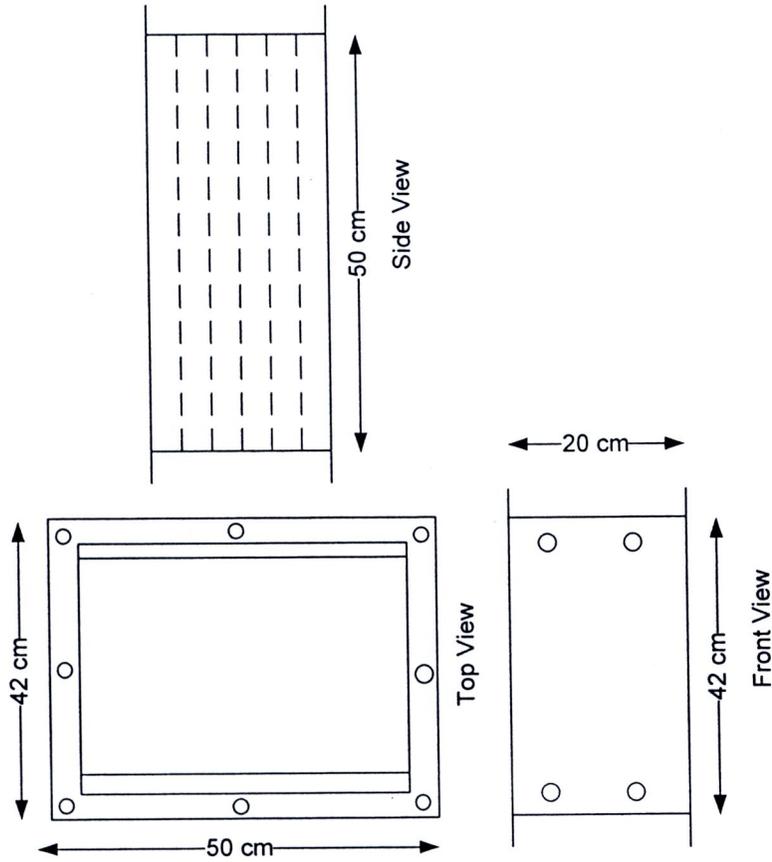
ส่วนที่ 1 ส่วนทางเข้าอากาศ

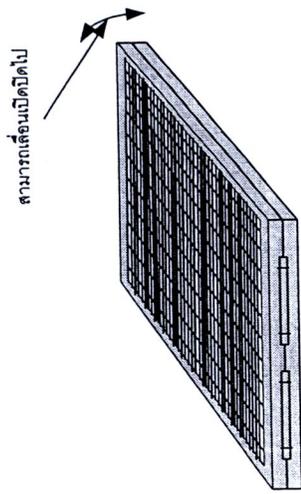
ช่องเย็บชุดกรองหรือชุดดูดซับ (ดูรายละเอียดในส่วนที่ 2.1)



แผ่นระกบ สามารถเปิด-ปิด
เพื่อเปลี่ยนชุดกรองหรือชุดดูดซับได้

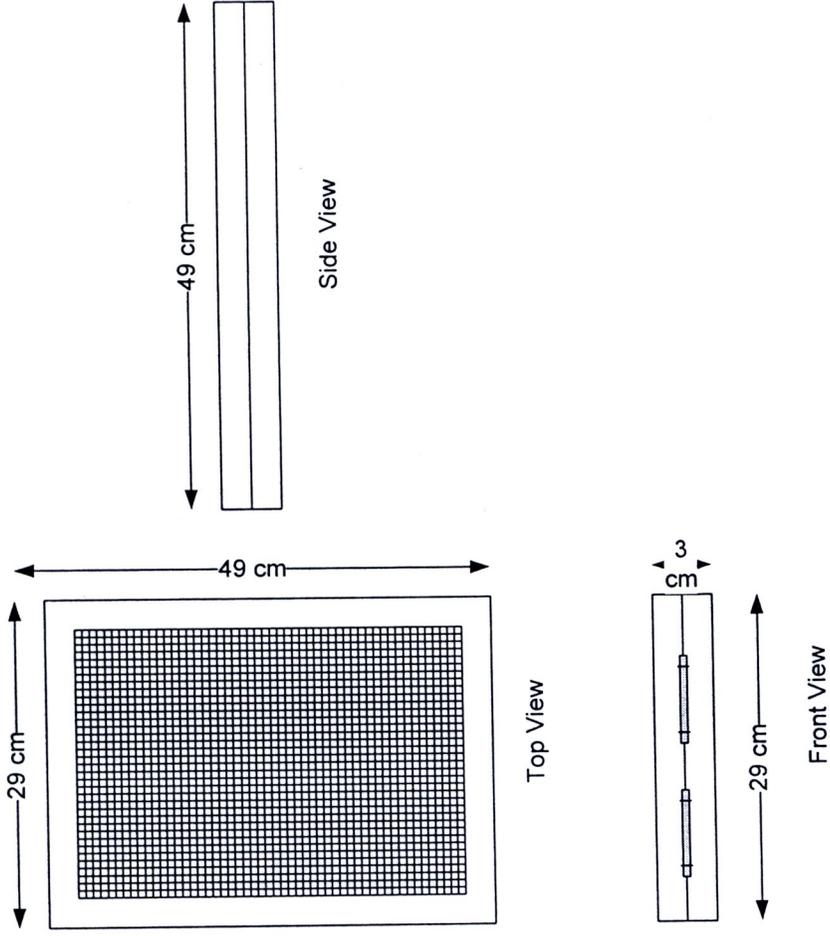
ส่วนที่ 2 ส่วนชุดกรองหรือชุดดูดซับ

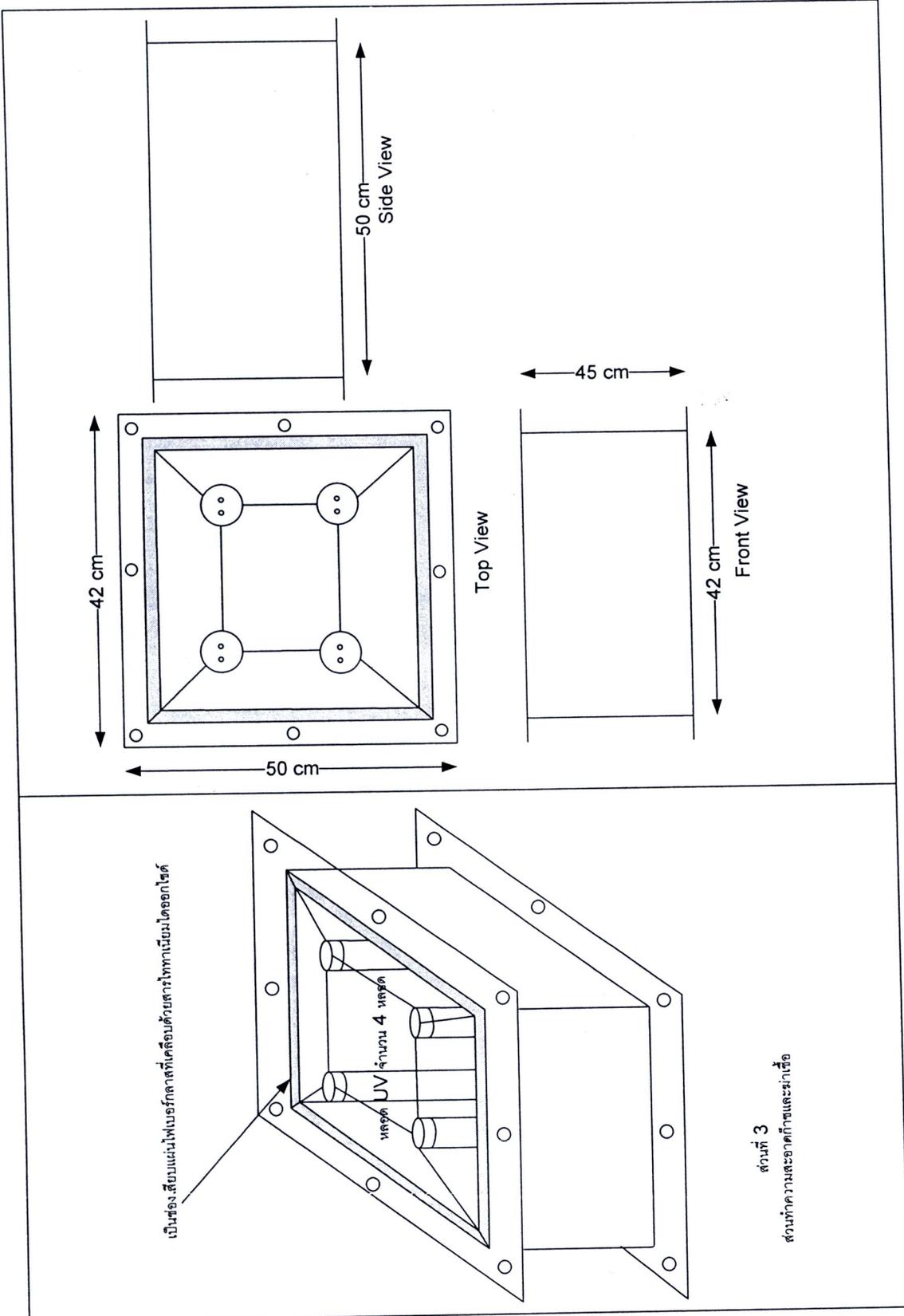


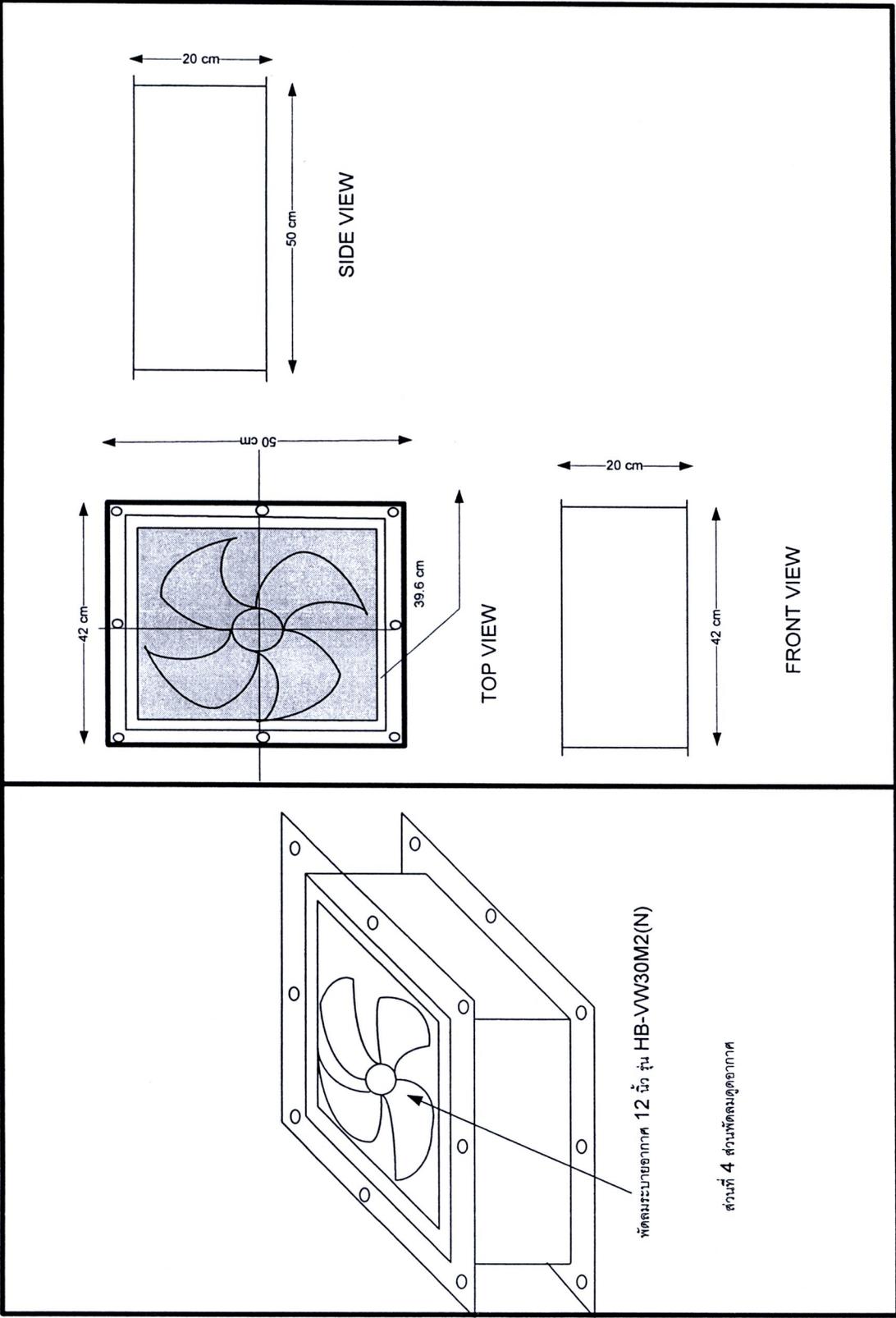


ชุดกรองหรือชุดดูดซับทำด้วยตะแกรงมุ้งลวด สำหรับแผ่นกรองหรือสารดูดซับ

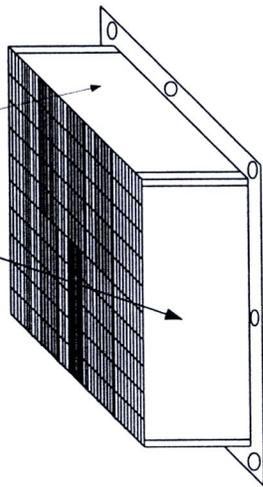
แบบขยายส่วนที่ 2.1



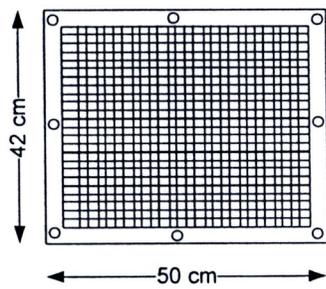




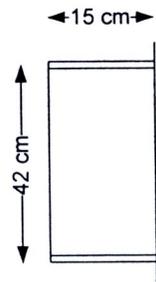
สามารถเลื่อนเข้าออกได้



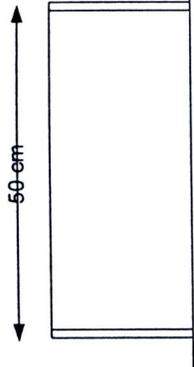
ส่วนที่ 5 ส่วนทางออกอากาศ



Top View



Front View



Side View

50 cm

42 cm

50 cm

15 cm

42 cm

ภาคผนวก ค.

การทำแผ่นตัวเร่งปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติก ออกซิเดชัน

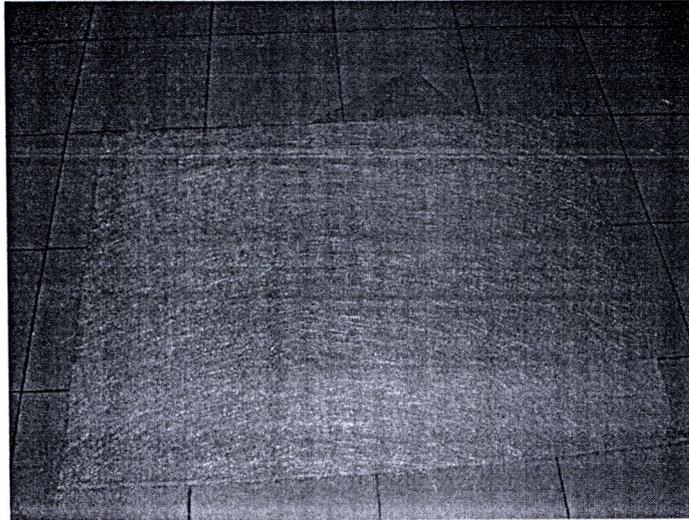
การเคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ลงบนผิวไม้อัด

วัสดุและสารเคมี

- ไม้อัด

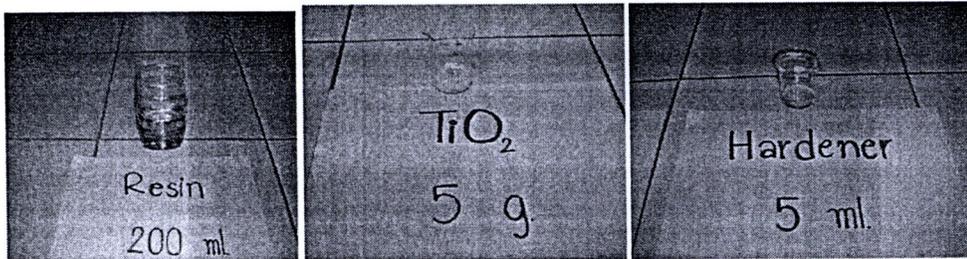
- ขนาด 45 * 39.5 cm จำนวน 2 แผ่น
- ขนาด 45 * 29.5 cm จำนวน 2 แผ่น

- ไฟเบอร์กลาส



รูปที่ ค.1 ไฟเบอร์กลาส

- เรซิน hardener และ ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)

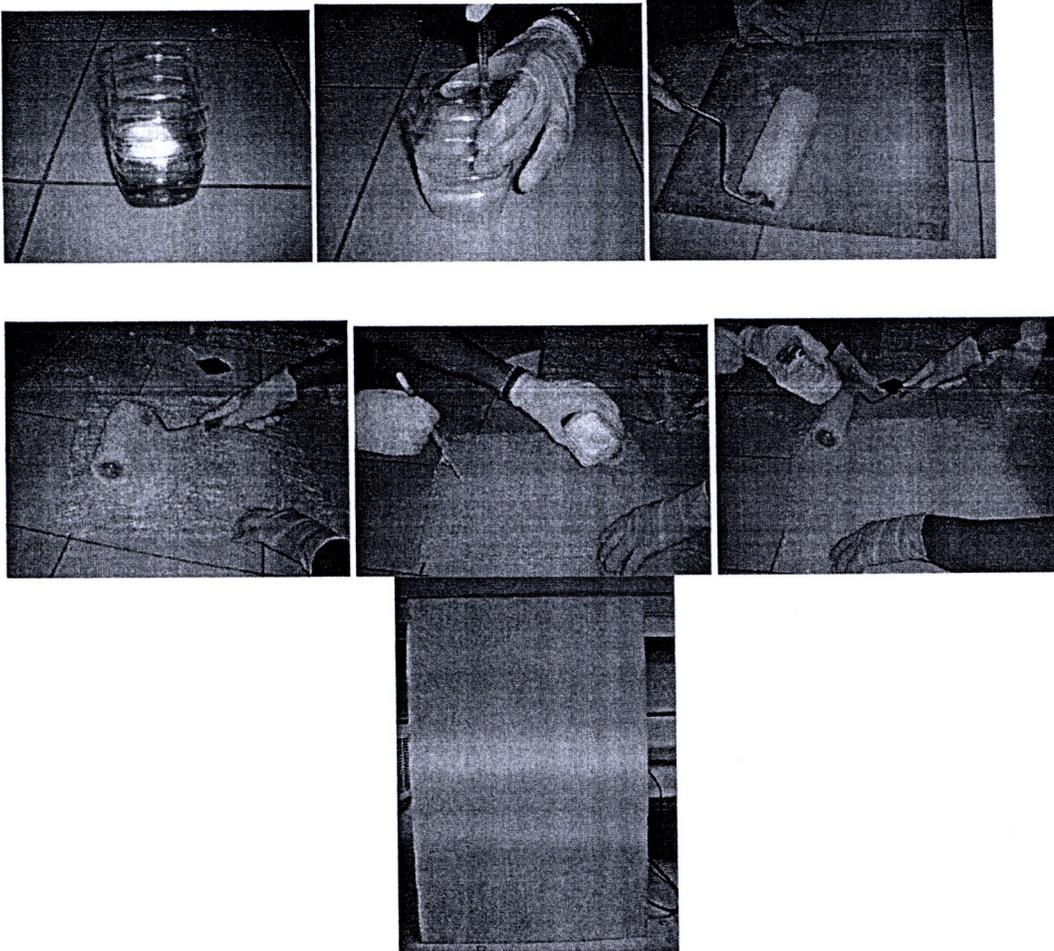


รูปที่ ค.2 สารเคมีที่ใช้

วิธีการเคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ลงบนผิวไม้อัด

- ใช้ เรซิน จำนวน 200 ml
- ผสมกับไททาเนียมไดออกไซด์ยี่ห้อ Tipaque A220 จำนวน 5 g กวนให้เข้ากัน
- เติม Hardener 5 หยดกวนให้เข้ากัน
- นำสารผสมที่ได้ฉาบลงบนผิวของไม้อัด ให้มีการกระจายอย่างถึง
- ตากหรืออบไม้อัดที่เคลือบผิวแล้วให้แห้ง

- ผิวไม้อัดที่ถูกเคลือบ เมื่อแห้งแล้วมีสีเทาอ่อน สามารถนำไปใช้เป็นแผ่นตัวเร่งปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชันได้



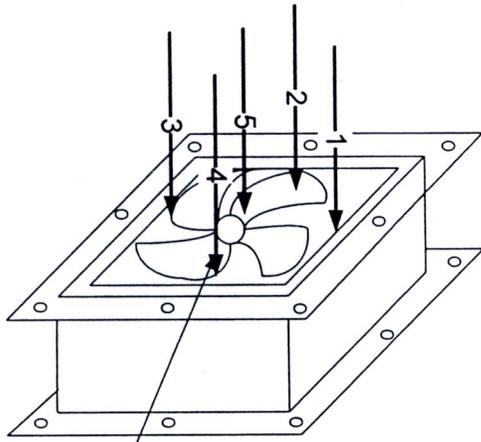
รูปที่ ค.3 ขั้นตอนการเคลือบไททานเนียมไดออกไซด์ลงบนผิวไม้อัด

ภาคผนวก ง.

รายละเอียดตำแหน่งการตรวจวัดความเร็วเข้า-ออกของเครื่องฟอกอากาศ

กรณีศึกษาที่ 1 ประกอบทุกส่วน ยกเว้นส่วนที่ 5

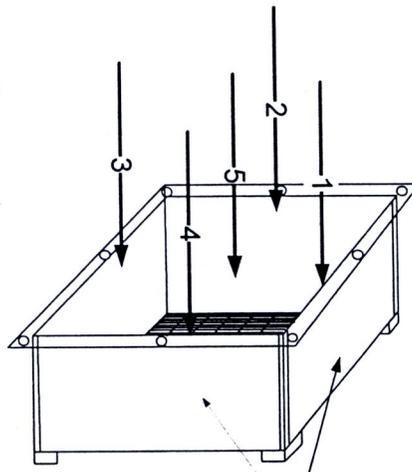
วัดที่ส่วนพัดลมดูดอากาศ



พัดลมระบายอากาศ 12 นิ้ว รุ่น HB-VW30M2(N)

ส่วนที่ 4 พัดลมดูดอากาศ

วัดที่ส่วนทางเข้าอากาศ



ส่วนที่ 1 ทางเข้าอากาศ

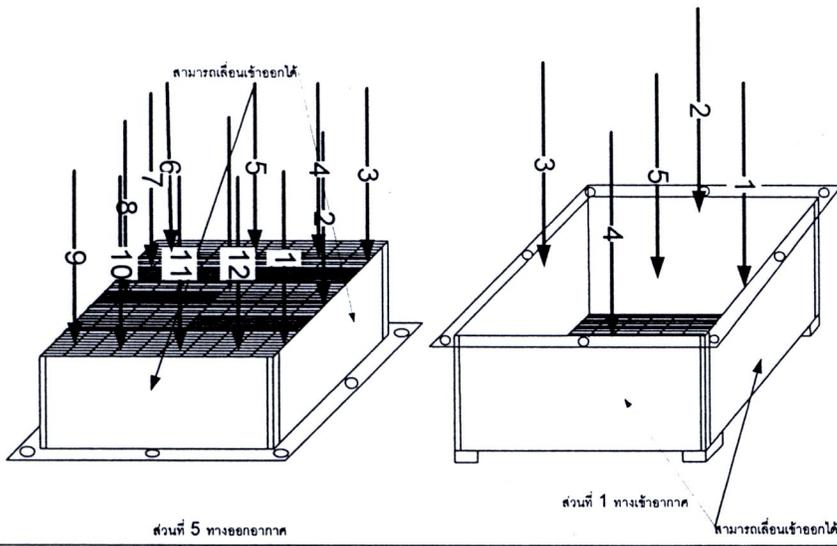
สามารถเลื่อนเข้าออกได้

	m/s			m/s
1	0.6		1	0.8
2	2.54		2	0.9
3	0.7		3	0.81
4	2.3		4	0.72
5	1.16		5	0.93
เฉลี่ย	1.46		เฉลี่ย	0.83

กรณีที่ 2 ประกอบทุกส่วน

วัดที่ส่วนทางออกอากาศ

วัดที่ส่วนทางเข้าอากาศ



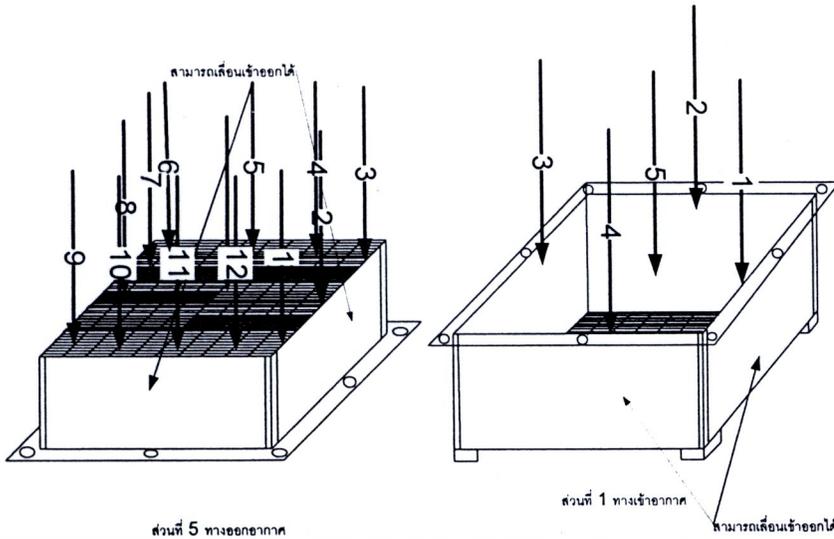
	m/s			m/s
1	2.14		1	1.15
2	1.96		2	1.45
3	2.25		3	1.09
4	2.54		4	1.25
5	1.19		5	1.13
6	3.2		เฉลี่ย	1.21
7	2.22			
8	1.93			
9	2.18			
10	2.02			
11	1.73			
12	3.11			
เฉลี่ย	2.20			



กรณีที่ 3 ประกอบทุกส่วน ยกเว้นส่วนที่ 2

วัดที่ส่วนทางออกอากาศ

วัดที่ส่วนทางเข้าอากาศ

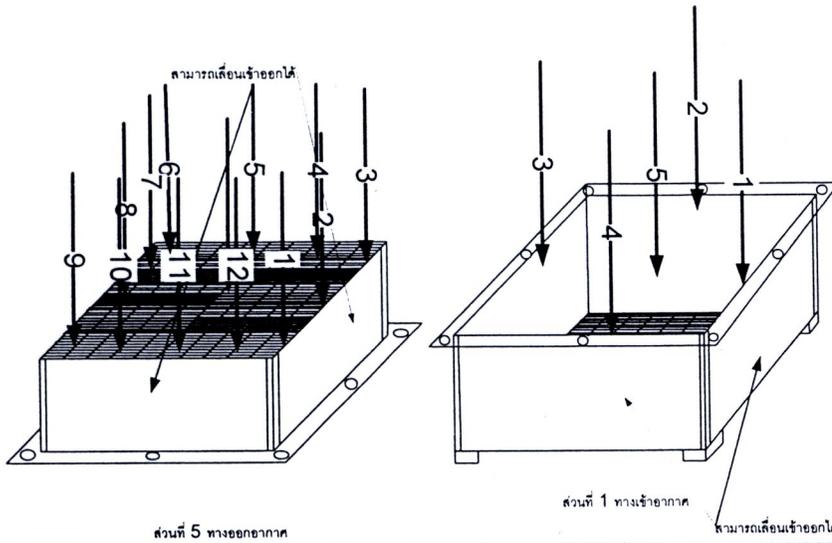


	m/s			m/s
1	0.82		1	0.8
2	1.05		2	0.92
3	1.55		3	0.81
4	1.15		4	0.74
5	1.37		5	0.94
6	2.61		เฉลี่ย	0.84
7	1.52			
8	1.63			
9	1.45			
10	1.26			
11	1.15			
12	2.29			
เฉลี่ย	1.49			

กรณีศึกษาที่ 4 ประกอบทุกส่วน ยกเว้นส่วนที่ 3

วัดที่ส่วนทางออกอากาศ

วัดที่ส่วนทางเข้าอากาศ



ส่วนที่ 5 ทางออกอากาศ

ส่วนที่ 1 ทางเข้าอากาศ

สามารถเลื่อนเข้าออกได้

	m/s			m/s
1	3.01		1	1.56
2	3.03		2	1.63
3	2.28		3	1.64
4	2.35		4	1.57
5	2.45		5	1.69
6	2.83		เฉลี่ย	1.61
7	2.97			
8	3.15			
9	2.54			
10	2.66			
11	2.24			
12	2.53			
เฉลี่ย	2.67			

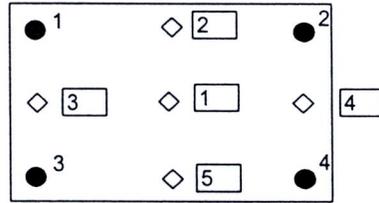
ภาคผนวก จ.

รายละเอียดกรณีต่างๆที่ทำการตรวจวัดความความเข้มแสงยูวีซี

กรณีที่ 1 เปิดทั้ง 4 หลอด

ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ ทั้ง 4 หลอด)

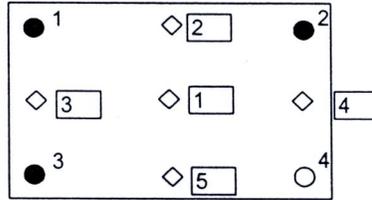
จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm^2)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	1.119	0.893
2	1.050	0.829
3	0.833	0.668
4	0.726	0.589
5	0.952	0.754
เฉลี่ย	0.936	0.7466



กรณีที่ 2 เปิด 3 หลอด

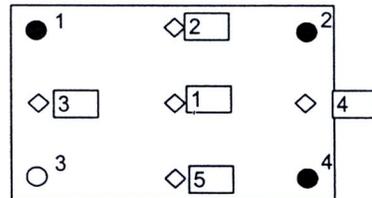
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1, 2 และ 3)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.552	0.456
2	0.543	0.444
3	0.615	0.509
4	0.364	0.305
5	0.472	0.414
เฉลี่ย	0.509	0.426



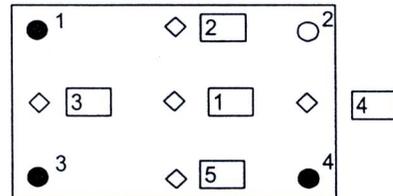
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1, 2 และ 4)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.525	0.441
2	0.561	0.454
3	0.428	0.354
4	0.452	0.382
5	0.437	0.358
เฉลี่ย	0.481	0.398



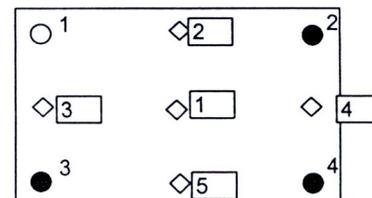
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1, 3 และ 4)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.528	0.448
2	0.442	0.366
3	0.623	0.510
4	0.329	0.277
5	0.468	0.385
เฉลี่ย	0.478	0.397



ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 2, 3 และ 4)

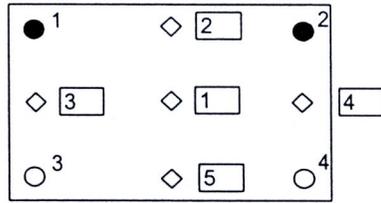
จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.489	0.410
2	0.486	0.422
3	0.447	0.384
4	0.449	0.377
5	0.556	0.458
เฉลี่ย	0.485	0.410



กรณีที่ 3 เปิด 2 หลอด

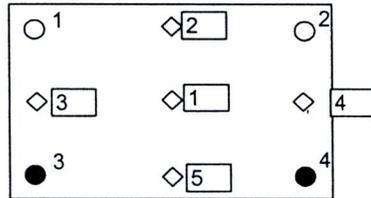
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1 และ 2)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.375	0.323
2	0.435	0.351
3	0.357	0.314
4	0.297	0.265
เฉลี่ย	0.350	0.298



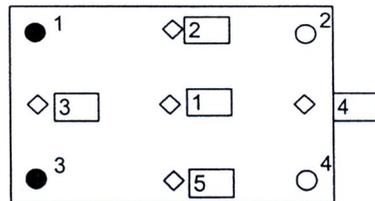
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 3 และ 4)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.384	0.335
2	0.260	0.219
3	0.377	0.331
4	0.392	0.344
เฉลี่ย	0.366	0.312



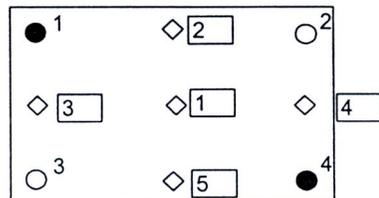
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1 และ 3)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.365	0.325
2	0.308	0.257
3	0.553	0.473
4	0.186	0.143
เฉลี่ย	0.373	0.309



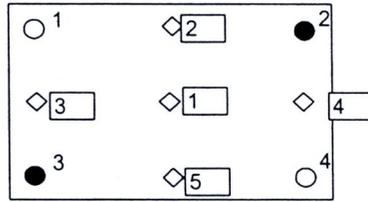
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1 และ 4)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.390	0.325
2	0.326	0.265
3	0.353	0.303
4	0.354	0.277
เฉลี่ย	0.380	0.312



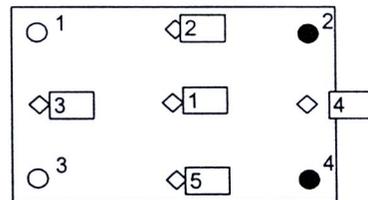
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 2 และ 3)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.387	0.323
2	0.354	0.303
3	0.372	0.314
4	0.345	0.291
5	0.343	0.286
เฉลี่ย	0.360	0.303



ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 2 และ 4)

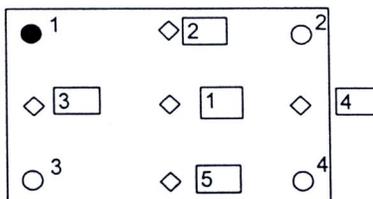
จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.415	0.338
2	0.378	0.309
3	0.169	0.152
4	0.544	0.422
5	0.337	0.277
เฉลี่ย	0.369	0.300



กรณีที 4 เปิด 1 หลอด

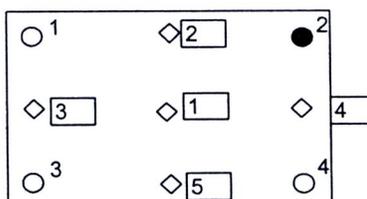
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 1)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.214	0.174
2	0.186	0.153
3	0.259	0.218
4	0.076	0.069
5	0.130	0.112
เฉลี่ย	0.173	0.145



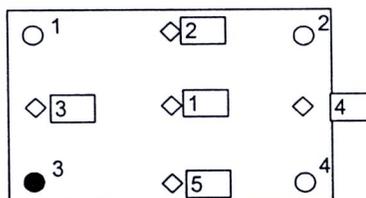
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 2)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.171	0.144
2	0.238	0.192
3	0.087	0.075
4	0.198	0.168
5	0.135	0.116
เฉลี่ย	0.166	0.139



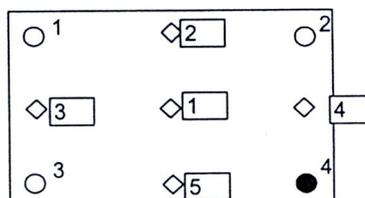
ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 3)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.182	0.148
2	0.120	0.101
3	0.287	0.229
4	0.073	0.063
5	0.218	0.173
เฉลี่ย	0.176	0.143



ความเข้มแสง (กรณีเปิดหลอดไฟ หลอดที่ 4)

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/cm ²)	
	ไม่เปิดพัดลม	เปิดพัดลม
1	0.160	0.131
2	0.136	0.113
3	0.090	0.076
4	0.192	0.157
5	0.207	0.162
เฉลี่ย	0.157	0.128



ภาคผนวก ฉ.

บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ จากการศึกษาทดลองประสิทธิภาพเครื่องฟอกด้นแบบในระดับห้องจำลอง

การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ที่ใช้แล้ว จากอุ้ฟ่นสิ้รดด้ว้ยถ่านมุลโค

Treatment of Total Volatile Organic Compounds Used Tinner of Automotive Painting Shop using Cow Dung Charcoal

สุรัชชัย วงชารี^{1,2,3} วิชาดา สนองราษฎร์^{2,3*} และ สมภพ สนองราษฎร์^{2,3}

Surachai Wongcharee^{1,2,3} Wipada Sanongraj^{2,3*} and Sompop Sanongraj^{2,3}

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์โทหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

²ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

³ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย

ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์ : 0-4535-3360, โทรสาร : 0-4535-3333, E-mail : wipadadechapanya@yohoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมูลโคมาทำการสังเคราะห์โดยกระบวนการ Carbonization และ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ และโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 400 500 และ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า มูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 338.25 ± 1.06 ตารางเมตรต่อกรัม ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง รองลงมาคือมูลโคที่ผ่านการ Carbonization ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ มูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเท่ากับ 198.90 ± 2.97 ตารางเมตรต่อกรัม และ 155.50 ± 0.71 ตารางเมตรต่อกรัม ตามลำดับ ในส่วนขนาดและปริมาตรจำเพาะของรูพรุนส่วนใหญ่พบว่ามูลโคที่ผ่านการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์มีค่าเท่ากับ $16.60 \pm 0.318 \text{ \AA}$ และ $0.0252 \pm 0.0012 \text{ cc/\AA/g}$ ตามลำดับ ส่วนมูลโคที่ผ่านการ Carbonization มีขนาดและปริมาตรจำเพาะของรูพรุนเท่ากับ $20.6 \pm 0.43 \text{ \AA}$ และ $0.014 \pm 0.0011 \text{ cc/\AA/g}$ ตามลำดับ และมูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์มีค่าเท่ากับ $26.40 \pm 0.04 \text{ \AA}$ และ $0.0100 \pm 0.0024 \text{ cc/\AA/g}$ ตามลำดับ

จากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (TVOCs) ด้วยถ่านมูลโคที่สังเคราะห์ได้ที่สภาวะที่ดีที่สุด (ให้พื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุด) พบว่า ความเข้มข้นของ TVOCs ในห้องจำลองกับระยะเวลาในการสัมผัส พบว่าความเข้มข้นของ TVOCs ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการดูดซับ ด้วยถ่านมูลโคทั้งสามชนิดและเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุลที่เวลาในการดูดซับประมาณ 150 นาทีเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของ TVOCs เท่ากับ 100 ppm เวลาที่ใช้ในการสัมผัสเท่ากับ 200 นาที โดยถ่านมูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ $93.15 \pm 0.07\%$ รองลงมาถ่านมูลโคที่ผ่านการ Carbonization ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ ถ่านมูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับ $82.60 \pm 0.07\%$ และ $73.90 \pm 0.14\%$ ตามลำดับ

คำสำคัญ : สารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด; ทินเนอร์; ถ่านมูลโค; อุ้ฟ่นสิ้รด

Abstract

The objective of this study was to synthesize cow dung charcoal by carbonization and activation with zinc and sodium chloride at 400, 500, and 600 °C for a period 1, 2, and 3 hrs. The results showed that cow dung charcoal activated with zinc chloride yielded the maximum specific surface area of $338.25 \pm 1.06 \text{ m}^2/\text{g}$ at 500 °C for a period of 2 hrs. The cow dung charcoals carbonized at 400 °C for a period of 3 hrs. and activated at 500 °C for a period of 3 hrs yielded the maximum specific surface areas of 198.90 ± 2.97 and $155.50 \pm 0.71 \text{ m}^2/\text{g}$, respectively. The specific pore size and volume of the activated cow dung charcoal with zinc chloride were found to be $16.60 \pm 0.318 \text{ \AA}$ and $0.0252 \pm 0.0012 \text{ cc/\AA/g}$, respectively. While the carbonized cow dung charcoal has the specific pore size and volume of $20.6 \pm 0.43 \text{ \AA}$ and $0.014 \pm 0.0011 \text{ cc/\AA/g}$, respectively. The activated cow dung charcoal with sodium chloride has the specific pore size and volume of $26.40 \pm 0.04 \text{ \AA}$ and $0.0100 \pm 0.0024 \text{ cc/\AA/g}$, respectively.

The cow dung charcoals yielding the maximum specific surface area from each case study were selected to study their TVOCs adsorption efficiencies. It was observed that TVOCs concentration in the modeling room decreased rapidly during the initial period of adsorption. After the contact time of 150 mins., TVOCs concentration started to reach equilibrium for all kinds of cow dung charcoal. The initial TVOCs concentration of 100 ppm and contact time of 200 mins. were utilized for all experiments. When using the cow dung charcoal activated with zinc chloride at 500 °C for 2 hrs, the maximum TVOCs adsorption efficiency of $93.15 \pm 0.07 \%$ was received. The cow dung charcoal carbonized at 400 °C for 3 hrs and the cow dung charcoal activated with sodium chloride at 500 °C for 3 hrs have the TVOCs adsorption efficiencies of $82.60 \pm 0.07 \%$ and $73.90 \pm 0.14 \%$ respectively.

Keywords : TVOCs; Tinner; Cow Dung Charcoal; Automotive Painting Shop

บทนำ

สารระเหยเป็นสารประกอบอินทรีย์เคมีประเภท ไฮโดรคาร์บอนที่ได้มาจากน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ เป็นสารที่ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิปกติ สารเหล่านี้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ที่พบเห็นได้ บ่อย ๆ เช่น ทินเนอร์ แล็กเกอร์ เมื่อแบ่งตามคุณสมบัติทางกายภาพทินเนอร์เป็นตัวทำละลาย (Solvents) [1] เป็นสารที่เป็นของเหลวใช้เป็นส่วนผสมทั้งในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม เช่น อู่พ่นสีรถยนต์ และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือน เป็นต้น ทินเนอร์เป็นสารอันตรายซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายด้วยการดูดซึมทางผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ ผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดอาการมีง่วง เหนื่อยและเมื่อยล้า จิตใจฟุ้งซ่าน และสับสน คลื่นเหียน ปวดศีรษะและเวียนศีรษะ และถ้าได้รับในปริมาณมากอาจมีอาการอื่น เช่น โลหิตจาง และตับโต [2] ซึ่งวิธีการทั่วไปที่ใช้ในการบำบัด TVOCs ได้แก่การดูดซึม การดูดซับ และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ได้แก่การดูดซับเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ มูลโคเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าได้ เช่น นำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ หรือนำมาสังเคราะห์เป็นถ่านมูลโค ซึ่งมีผู้วิจัยได้สังเคราะห์และประยุกต์ใช้ถ่านมูลโค เป็นตัวดูดซับสารละลายทองแดง พบว่าถ่านมูลโคดังกล่าวมีความสามารถในการดูดซับสารละลายทองแดงได้ดี [3-5] และสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากแก๊สหัวนุหรีได้ [6]

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ในการสังเคราะห์ถ่านมูลโคที่สภาวะต่าง ๆ กัน และศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของถ่านมูลโคที่สังเคราะห์ได้ อีกทั้งศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดสารระเหยจากทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถในห้องจำลองที่สภาวะต่างๆ

แผนการวิจัย

1. การเตรียมถ่านมูลโค

ตัวอย่างมูลโคที่นำมาสังเคราะห์เป็นถ่านมูลโคได้จากมูลโคแห้งของวัวที่เลี้ยงแบบปล่อยในทุ่งหญ้า ในเขตอำเภอบรรี อ.จังหวัดมหาสารคาม โดยนำมูลโคดังกล่าวไปอบ ร้อนให้มีความชื้นขนาด 600 ไมโครเมตร แล้วเก็บใส่ถุง zip lock เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อเตรียมไว้ใช้ในขั้นตอนต่อไป

2. การเตรียมถ่านมูลโคโดยการคาร์บอนในเข้ช่น

นำมูลโคที่ได้จากข้อ 1. จำนวน 1 ตัวอย่าง ไปอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนในสภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในเตาเผาอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น (desiccators) และทำการชั่งน้ำหนักหรือผลผลิตที่ได้ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ในการ Carbonization เป็น 500 และ 600 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเปลี่ยนเวลาที่ใช้ในการ Carbonization เป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ

3. การเตรียมถ่านมูลโคโดยการกระตุ้นด้วยวิธีทางเคมี

นำมูลโคที่ได้จากข้อ 1. ไปอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียส ผสมมูลโคที่ได้กับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก โดยให้อัตราส่วนของน้ำหนักมูลโคต่อโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 1.0 : 1.0 แล้วทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวราบที่ความเร็วรอบ 160 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่ได้ไปทำการอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำส่วนผสมที่ทำการอบแห้งแล้วไปให้ความร้อนในสภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในเตาเผาอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็น นำถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ดังกล่าวไปล้างสารเคมีออกด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนกระทั่ง pH มีสภาพเป็นกลางหรือมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 – 7.5 จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น และทำการชั่งน้ำหนักหรือผลผลิตที่ได้ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้นเป็นซิงค์คลอไรด์และเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ในการ Activation เป็น 500 และ 600 องศาเซลเซียส ตามลำดับและเปลี่ยนเวลาที่ใช้ในการ Activation เป็น 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ

4. ศึกษาลักษณะโครงสร้างภายใน

นำถ่านมูลโคที่ผ่านการ Carbonization และ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ และซิงค์คลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 400 500 และ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ มาทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดและปริมาตรจำเพาะของรูพรุน โดยเครื่อง Chemisorption / Physisorption Analyzer ยี่ห้อ Quantachrome รุ่น AUTOSORB-1C [7] โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ

5. การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ

นำตัวอย่างถ่านมูลโคที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่ได้จากข้อ 2. และ 3. มาชั่งปริมาณ 100 กรัมใส่ลงไปในห้องจำลองที่มีความเข้มข้นของสารระเหยทินเนอร์ใช้แล้วจากอุปกรณ์สีรถที่ 100 ppm แล้ววัดปริมาณความเข้มข้นของ TVOCs ที่เปลี่ยนไปตามเวลาสัมผัสจนกระทั่งถึง 200 นาทีแล้วหาประสิทธิภาพของการดูดซับด้วยถ่านมูลโค ซึ่งความเข้มข้นของ TVOCs วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Multi-Gas Monitor ยี่ห้อ Rae รุ่น PCM-54

ห้องจำลองที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ สร้างเองโดยใช้แผ่นไม้อัดหนา 8 มิลลิเมตร สร้างเป็นห้องสี่เหลี่ยมมีประตูทางด้านหน้า ด้านบนของห้องจำลองเจาะรูตรงกลางเพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของ TVOCs ขนาดของห้องจำลอง 1.2 เมตร x 1 เมตร x

2.4 เมตร เครื่องฟอกอากาศ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ประกอบด้วยพัดลมดูดอากาศ ขี้อ สดารี ขนาดใบพัด 12 นิ้ว และชั้นสำหรับใส่ถ่านมุลโคที่ใช้ในการดูดซับโดยอากาศในห้องจำลองที่ปนเปื้อนด้วย TVOCs ทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถ ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 100 ppm เนื่องจากเป็นปริมาณความเข้มข้นที่เกินค่ามาตรฐาน [8] จะถูกดูดผ่านเข้าทางด้านล่างของเครื่องฟอกอากาศด้วยความเร็วลมคงที่ที่ 0.7 m/s จากนั้นสารระเหยที่ผ่านการบำบัดจะไหลออกมาทางด้านบนของเครื่องฟอกอากาศด้วยความเร็วลมคงที่ที่ 1.0 m/s และวัดความเข้มข้นของ TVOCs ณ เวลาต่างๆ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาในการผลิตถ่านมุลโคต่อผลผลิตที่ได้

จากตารางที่ 1 พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการ Carbonization และ Activation ทำให้ร้อยละผลผลิตที่ได้ลดต่ำลง เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงสารระเหยที่อยู่ในโครงสร้างของมุลโคหลุดออกไปได้มากขึ้น เนื่องจากการแตกหักของพันธะในโครงสร้างของมุลโคโดยความร้อน ทำให้ร้อยละของผลผลิตที่ได้ของถ่านมุลโคมีค่าลดลง และอาจสังเกตได้ว่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ของถ่านมุลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้ค่ามากที่สุดคือร้อยละ 83.20 รองลงมาคือถ่านมุลโคที่ผ่านการ Carbonization ที่ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้ค่าร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 76.32 และถ่านมุลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ ที่ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้ค่าร้อยละผลผลิตเท่ากับ 83.2

ตารางที่ 1 ร้อยละของผลผลิตที่ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธี Carbonization และ Activation

สภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์ถ่านมุลโค		Carbonization	Activation ด้วย ZnCl ₂	Activation ด้วย NaCl
อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr.)	ร้อยละผลผลิต		
400	1	76.32	69.46	83.20
	2	59.01	58.13	68.85
	3	43.39	49.62	62.50
500	1	73.20	65.89	79.59
	2	53.70	55.13	64.97
	3	41.75	48.65	59.12
600	1	69.33	60.94	74.87
	2	46.75	48.00	60.59
	3	36.87	39.46	52.32

ผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาในการผลิตถ่านมุลโคที่มีต่อโครงสร้างภายในของถ่านมุลโค

จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการ Carbonization จาก 1 ชั่วโมง เป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ทำให้พื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการ Carbonization และที่อุณหภูมิ 500 และ 600 องศาเซลเซียส พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะเริ่มลดลงที่เวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ เนื่องมาจากเมื่อเพิ่มเวลาและอุณหภูมิในการ Carbonization

ส่งผลให้รูพรุนขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นรูพรุนขนาดใหญ่ [9] ทำให้พื้นที่ผิวจำเพาะมีค่าลดลงโดยพื้นที่ผิวจำเพาะที่มากที่สุดเท่ากับ 198.90 ± 2.97 ตารางเมตรต่อกรัม ที่อุณหภูมิในการ Carbonization เท่ากับ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

สำหรับด้านมวลโคที่สังเคราะห์ด้วยวิธี Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาและอุณหภูมิในการ Activation และที่อุณหภูมิของการ Activation ที่ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 155.50 ± 0.71 ตารางเมตรต่อกรัม

สำหรับด้านมวลโคที่สังเคราะห์ด้วยวิธี Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นจากหนึ่งชั่วโมงเป็นสองชั่วโมงพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการกระตุ้นจากสองเป็นสามชั่วโมง พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะมีค่าลดลงโดยพื้นที่ผิวจำเพาะที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 338.25 ± 1.06 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวจำเพาะและเวลาในการสังเคราะห์ด้วยวิธี Carbonization และ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์และซิงค์คลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส

สถานะที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้านมวลโค		ด้านมวลโคที่ได้จากการ Carbonization	ด้านมวลโคที่ได้จากการ Activation ด้วย $ZnCl_2$	ด้านมวลโคที่ได้จากการ Activation ด้วย $NaCl$
อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	เวลา (hr.)	พื้นที่ผิวจำเพาะ (m^2/g)		
400	1	129.00 ± 1.41	174.55 ± 3.46	59.99 ± 0.21
	2	148.00 ± 2.83	223.25 ± 2.48	70.82 ± 0.25
	3	198.90 ± 2.97	137.60 ± 0.84	142.57 ± 2.02
500	1	134.00 ± 1.41	298.60 ± 0.57	120.50 ± 0.71
	2	135.35 ± 0.91	338.25 ± 1.06	131.53 ± 2.08
	3	127.65 ± 0.49	318.35 ± 0.92	155.50 ± 0.71
600	1	63.23 ± 1.10	191.85 ± 4.45	103.88 ± 1.59
	2	53.09 ± 1.53	316.35 ± 6.58	107.57 ± 2.03
	3	29.45 ± 0.78	184.45 ± 5.02	134.62 ± 0.87

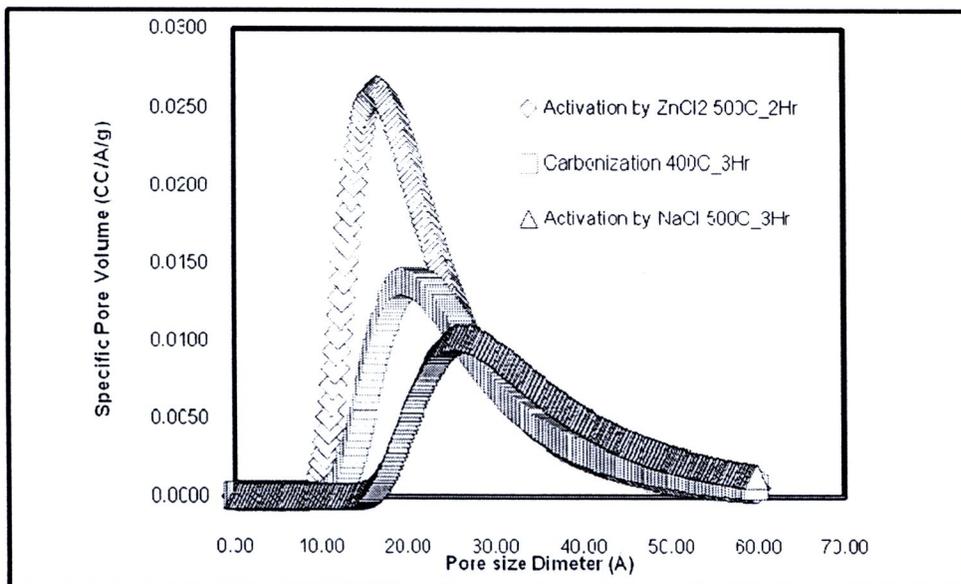
ศึกษาพื้นที่ผิวจำเพาะกับขนาดและปริมาตรจำเพาะของรูพรุน

จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการผลิตด้านมวลโคข้างต้นได้เลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจากข้อมูลของพื้นที่ผิวจำเพาะที่มากที่สุดของแต่ละวิธีที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้านมวลโค พบว่า ด้านมวลโคที่ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธี Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสที่ เวลา 2 ชั่วโมงให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 338.25 ± 1.06 ตารางเมตรต่อกรัม รองลงมาคือ ด้านมวลโคที่ผ่านการ Carbonization ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสที่ 3 ชั่วโมง และ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ 500 องศาเซลเซียสที่ เวลา 3 ชั่วโมง มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะ เท่ากับ 198.90 ± 2.97 ตารางเมตรต่อกรัม และ 155.50 ± 0.71 ตารางเมตรต่อกรัม ตามลำดับ



จากปริมาณพื้นที่ผิวจำเพาะที่ได้เมื่อทำการเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมันที่ผ่านการ Carbonization ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสที่ 3 ชั่วโมงให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเท่ากับ 231.18 ± 20.30 และ Activation ด้วย โซเดียมคลอไรด์ที่ 500 องศาเซลเซียสที่เวลา 3 ชั่วโมงที่ให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเท่ากับ 569.20 ± 34.78 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ผิว จำเพาะของถ่านมูลโคที่ได้มีค่าน้อยกว่ากะลาปาล์มน้ำมัน [10]

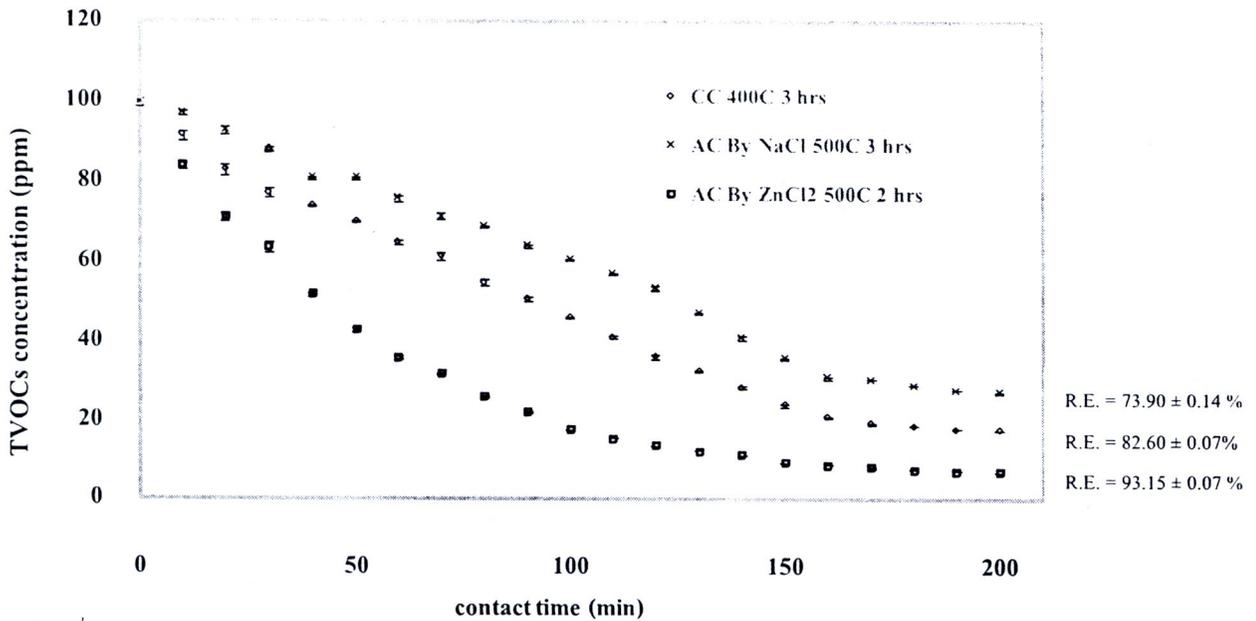
จากรูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์ พบว่าปริมาณจำเพาะของรูพรุนมีค่าเพิ่มขึ้นตามประเภทของตัวอย่างศึกษาตามลำดับ ดังนี้คือถ่านมูลโค Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ ที่ 500 องศาเซลเซียสที่ เวลา 3 ชั่วโมง ถ่านมูลโคที่ผ่านการ Carbonization ที่ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสที่ 3 ชั่วโมง และถ่านมูลโคที่ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธี Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ที่ เวลา 2 ชั่วโมง ขนาดและปริมาณจำเพาะของรูพรุนส่วนใหญ่ของถ่านมูลโคที่ผ่านการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ มีค่าเท่ากับ $16.60 \pm 0.318 \text{ \AA}$ และ $0.0252 \pm 0.0012 \text{ cc/\AA/g}$ ตามลำดับ มีลักษณะโครงสร้างของรูพรุนเป็นแบบ Micropore ส่วน มูลโคที่ผ่านการ Carbonization และ Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ มีขนาดและปริมาณจำเพาะของรูพรุนเท่ากับ $20.60 \pm 0.43 \text{ \AA}$ และ $0.014 \pm 0.0011 \text{ cc/\AA/g}$ และ $26.40 \pm 0.04 \text{ \AA}$ และ $0.0100 \pm 0.0024 \text{ cc/\AA/g}$ ตามลำดับ มีลักษณะโครงสร้าง ของรูพรุนเป็นแบบ Mesopore และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาปาล์มน้ำมัน พบว่าลักษณะโครงสร้าง รูพรุนส่วนใหญ่ของถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันเป็นแบบ Micropore ซึ่งรูพรุนจะมีขนาดน้อยกว่า $13.90 \pm 0.24 \text{ \AA}$ และมี ปริมาณจำเพาะของรูพรุนมากกว่า $0.548 \pm 0.0030 \text{ cc/\AA/g}$ [10]



รูปที่ 1 ขนาดและปริมาณจำเพาะของรูพรุนของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสามชนิด

ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ TVOCs จากทินเนอร์ใช้แล้วจากอุ้งพื้นสิริถ

จากรูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ TVOCs จากทินเนอร์ใช้แล้วที่อยู่ในห้องจำลองกับระยะเวลา ในการสัมผัส โดยประสิทธิภาพการบำบัด TVOCs มีค่าแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง โดยเวลาที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 200 นาที ที่ปริมาณตัวดูดซับ 100 กรัม ซึ่งที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ TVOCs เท่ากับ 100 ppm พบว่าความเข้มข้นของ TVOCs ลดลง อย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการดูดซับ โดยถ่านมูลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ $93.15 \pm 0.07\%$



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยง่ายกับเวลาในการสัมผัสของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสามชนิดที่ปริมาณตัวดูดซับ 100 กรัม

สรุปผล

- ร้อยละของผลผลิตที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสังเคราะห์
- ถ่านมุลโคที่ทำกร Activation ด้วยโซเดียมคลอไรด์ พื้นที่ผิวจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการ Activation โดยพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 155.00 ± 0.70 ตารางเมตรต่อกรัม ได้จากการสังเคราะห์ถ่านมุลโคที่ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะโครงสร้างภายในของรูพรุนเป็นแบบ Mesopore
- ถ่านมุลโคที่ทำกร Activation ด้วย ซิงค์คลอไรด์ อุณหภูมิที่ใช้ในการ Activation ที่ 500 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2 ชั่วโมงให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 337.50 ± 1.06 ตารางเมตรต่อกรัม ลักษณะโครงสร้างภายในเป็นแบบMicropore
- ถ่านมุลโคที่ทำกร Carbonization ที่ 400 องศาเซลเซียสที่เวลา 3 ชั่วโมง ให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดเท่ากับ 198.90 ± 2.97 ตารางเมตรต่อกรัม ลักษณะโครงสร้างภายในเป็นแบบ Mesopore
- ประสิทธิภาพการดูดซับที่ดีที่สุดในการดูดซับ TVOCs จากทินเนอร์ใช้แล้วมีค่าเท่ากับ 93.15 ± 0.07% เมื่อใช้ถ่านมุลโคที่ผ่านการ Activation ด้วยซิงค์คลอไรด์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้ออำนวยความสะดวกที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย



เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://thenestacademy.is.in.th/?md=webboard&ma=showtopic&id=359> [ออนไลน์] : 14 มกราคม 2552
- [2] สันติ แสงสีดา การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในห้องจำลองโดยใช้กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง: ปรินูญาพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี : 2549
- [3] ชนยิตรี แสงวิจิตร, สมภพ สนองราษฎร์ “การใช้ประโยชน์จากมูลโคและถ่านมูลโค สำหรับดูดซับโลหะหนักจากน้ำเสียในกระบวนการชุบไฟฟ้า” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16, 26-27 ตุลาคม 2549 ณ โรงแรมรามาร การ์เด้นกรุงเทพมหานคร
- [4] สุรัชย์ วงซารี สมภพ สนองราษฎร์ วิภาดา สนองราษฎร์ “การดูดซับสารละลายทองแดงด้วยถ่านมูลโคและถ่านกัมมันต์มูลโค” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17, 29-30 ตุลาคม 2550 ณ โรงแรมดิอิมเพลส เชียงใหม่
- [5] สุรัชย์ วงซารี สมภพ สนองราษฎร์ วิภาดา สนองราษฎร์ “การกำจัดสารละลายทองแดงด้วยถ่านกัมมันต์จากมูลโคที่ผลิตด้วยวิธีกระตุ้นทางเคมี” การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 7, 12-14 มกราคม 2551 ณ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพมหานคร
- [6] สุรัชย์ วงซารี สมภพ สนองราษฎร์ วิภาดา สนองราษฎร์ “การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้ถ่านมูลโค” การประชุมวิชาการการประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18, 20-21 ตุลาคม 2551 ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์มบีช พัทยา จ.ชลบุรี
- [7] Quantachrome Instruments (2003) Operating Manual P/N 05061, Autosorb-1. ASI Win Version 1.27, Florida, USA.
- [8] สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน (สปท). National Institute for the Improvement of Working Condition and Environment (NICE). ข้อมูลเคมีภัณฑ์ www.nice.labour.go.th (Last update 01/03/2006)
- [9] กวีริดา เรืองนาม และกัญญา แคนลาด ปรินูญาพนธ์เรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มโดยวิธีการกระตุ้นทางกายภาพด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี : 2545
- [10] สุรัชย์ วงซารี, สมภพ สนองราษฎร์, จุฑามาศ จิตต์เจริญ, วิภาดา สนองราษฎร์ “การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของกะลาปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16, 26-27 ตุลาคม 2549 ณ โรงแรมรามารการ์เด้น กรุงเทพมหานคร



ทำเนียบวิทยากร

ชื่อบทความ	การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถยนต์ด้วยถ่านมูลโค Treatment of Total Volatile Organic Compounds Used Tinner of Automotive Painting Shop using Cow Dung Charcoal
ผู้นำเสนอบทความ	นายสุรชัย วงชารี
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
โทรศัพท์	086-721-0117
ประวัติการศึกษา	- วิศวกรรมศาสตร์ (B.eng Chemical engineering) - วิศวกรรมศาสตร์ (M.eng Environmental engineering) (กำลังศึกษา)
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์
ประวัติการทำงาน	ครูปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผลงาน	- สุรชัย วงชารี สมภพ สอนองราชฤทธิ์ วิภาดา สอนองราชฤทธิ์ บวรลักษณ์ อุณคานนท์. การบำบัด ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้ถ่านมูลโค. การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมี และเคมีประยุกต์ครั้งที่ 18. ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์มบีช ชลบุรี: 2551 - Surachai wongcharee Pairat kaewsam Wanna kolsarawit. Biosorption of Cadmium Ions from Aqueous Solution using Banana Peel การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมี ประยุกต์ครั้งที่ 18. ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์มบีช ชลบุรี: 2551

การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจาก
อุ้พ่นสีรูดโดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน
Treatment of Total Volatile Organic Compounds from Used
Tinner from Automotive Painting Shop using
Photocatalytic Oxidation Process

เอกรรุจ สรึอ้อน^{1,2,3} วิภาดา สนองรารุจรุ^{2,3*} และ สมภพ สนองรารุจรุ^{2,3}

Aekkarat Sri-on^{1,2,3} Wipada Sanongraj^{2,3*} and Sompop Sanongraj^{2,3}

¹นักศึษาหลักรุสูตรวิศวกรรรมลึองลัอม คณะวิศวกรรรมศารุสตรุ มหาวิทยาลัยอุบลรารุชธานี อุบลรารุชธานี 34190

²ผู้ชัวยศารุสตรารุจารุรุ ภาควิชาวิศวกรรรมเคมี คณะวิศวกรรรมศารุสตรุ มหาวิทยาลัยอุบลรารุชธานี อุบลรารุชธานี 34190

³ผู้ชัวยศารุสตรารุจารุรุ ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาตึด้านการจัการการลึองลัอมและของเสึยอันตรารุย

ศูนย์ครึอูชัอมมหาวิทยาลัยอุบลรารุชธานี อุบลรารุชธานี 34190

โทรศัพท์ : 084-168-0024, โทรศารุร : 0-4535-3333, E-mail : wipadadechapanya@yahoo.com

บทคัฎยอ

การวึจยนี้มึวตัฎประสงคึเพื่อศึษาการบับัธสารอินทรึยัระเหยง่ายทึองลัอม (TVOCs) จากทินเนอร์ใช้แล้วจากอุ้พ่นสีรูดโดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน ซึ่งใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ผสมเรซึนเคลือบลงบนผิวไฟเบอร์กลาสเป็นตัวเร่งปฏึกรึยา และใช้หลอด UVC ทึมึความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เป็นแหล่งปลัองงานในการกระตุ้นตัวเร่งปฏึกรึยา อัตราส่วนไททาเนียมไดออกไซด์ต่อเรซึนทึใช้ในางนวึจยนี้เท่ากับ 5 g : 200 ml และปรึมาณไททาเนียมไดออกไซด์ทึ 25 g/m² ซึ่งเป็นอัตราส่วนและปรึมาณไททาเนียมไดออกไซด์ทึอ้างอิงจากการศึษาทึผ่านมา ในการวึจยได้ศึษาประสึทธิภาพการบับัธสารอินทรึยัระเหยง่ายทึองลัอม ทึความเข้มขั้นเร่มดึ้นแตกต้างกันประมาณ 80, 100 และ 150 ppm ตามล้าดับ พบว่า ประสึทธิภาพในการบับัธ มึค่าอยู่ในชัวง 82 ± 0.2 – 89 ± 0.5 % ภายได้เวลาทึใช้ในการทคดลอง 150 นาที ทึความเข้มแสง 0.89 mW/cm² และภาพถ่ายจุลครุองสรุ้างโดยกลุองจุลทรุศนึอึลึศครุอนแบบส่งกรารุค (Scanning electron microscopy, SEM) แสดงให้เห็นว้าหลัองการบับัธเสึนโยของไฟเบอร์กลาสทึเคลือบด้วยตัวเร่งปฏึกรึยามีลัษณะผิวเสึนโยทึขรุขระขั้น ซึ่งการบับัธใช้เวลา 120 นาที ความเข้มแสง 0.89 mW/cm² ความเร้วในการไหลของอากาศเสึยเข้าครึองฟอกอากาศเท่ากับ 0.7 m/s และความเร้วในการไหลอากาศทึบับัธแล้วออกจากครึองฟอกอากาศเท่ากับ 1.0 m/s

ค่าล้าคัฎยอ : โฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน; สารอินทรึยัระเหยง่ายทึองลัอม; ไททาเนียมไดออกไซด์; ไฟเบอร์กลาส

Abstract

The objective of this research was to study treatment of TVOCs from used tinner from automotive painting shops using photocatalytic oxidation process. The mixture of titanium dioxide and resin coated on fiber glass was applied as a catalyst. The ratio of titanium to resin and the amount of titanium dioxide used in this study were 5 g : 200 ml and 25 g/m², respectively, TVOCs removal efficiencies at different initial concentrations (80, 100, 150 ppm) were investigated. It was observed that the removal efficiencies were in the range of 82 ± 0.2 – 89 ± 0.5 % for a treatment period of 150 mins and UV light intensity of 0.89 mW/cm² as referred to the previous work. The SEM revealed that a surface of the coated fiber was rougher after treatment. The treatment period was 120 mins, the UV light intensity was 0.89 mW/cm², the contaminated air flow rate into the air cleaner and the treated air flow rate out off the cleaner were 0.7 m/s, 1.0 m/s respective.

Keywords : Photocatalytic oxidation; Total volatile organic compounds (TVOCs); Titanium dioxide; Fiber glass

บทนำ

ปัจจุบันอู่พ่นสีรถในประเทศไทยมีจำนวนมากขึ้นเนื่องจากปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นทุกวัน กระบวนการพ่นสีรถในอู่พ่นสีรถ มีการใช้สารต่างๆ เป็นส่วนประกอบ ส่วนประกอบที่สำคัญตัวหนึ่งก็คือทินเนอร์ที่ทำให้เกิดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (TVOCs) ส่งผลทำให้เกิดมลภาวะอากาศ มลภาวะอากาศก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม สารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นมลภาวะหลักภายในอาคารที่สำคัญตัวหนึ่ง ถ้าร่างกายได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่าย จะทำให้เกิดการระคายเคืองตา จมูก และคอ, ปวดศีรษะ, วิงเวียน, ตาพร่ามัว, และความจำเสื่อมได้ [1] ดังนั้นการป้องกันและลดปัญหามลภาวะอากาศภายในอาคารจึงควรกระทำควบคู่กันไปโดยใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีต่าง ๆ

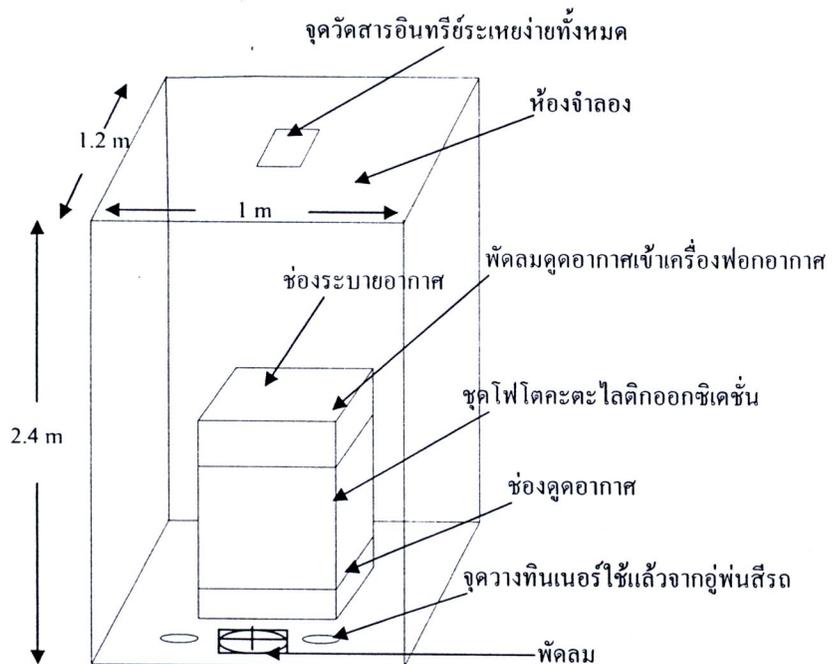
เทคโนโลยีโดยทั่วไปที่ใช้ในการบำบัดมลภาวะอากาศ ได้แก่การดูดซึม และการดูดซับ หรือการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งข้อเสียของเทคโนโลยีเหล่านี้ เป็นการบำบัดมลสารโดยการเปลี่ยนมลสารจากเฟสหนึ่งไปยังอีกเฟสหนึ่ง [2] ทั้งนี้เทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจจากทั้งภาคการศึกษาและอุตสาหกรรมในการบำบัดและปรับปรุงคุณภาพน้ำและอากาศได้แก่ กระบวนการโฟโตคะตะไลซิส ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการ Advanced Oxidation Processes (AOPs) เนื่องจากสามารถเปลี่ยนสารที่มีความเป็นพิษให้เกิดเป็นสารใหม่ที่มีความเป็นพิษน้อยลงหรือไม่มีความเป็นพิษเลย [3-4] จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ในการศึกษาและออกแบบเครื่องฟอกอากาศ (air cleaner) เพื่อใช้ในการบำบัด TVOCs จากทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถ โดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ผสมกับเรซินเคลือบลงบนผิวไฟเบอร์กลาส ซึ่งเป็นเทคนิคการทำ TiO₂ Immobilization ด้วยการผสม มีหลักการคล้ายคลึงกับการผสมไททาเนียมไดออกไซด์กับปูนซีเมนต์ [5] เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการบำบัด TVOCs จากทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถโดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน ใช้อัตราส่วนไททาเนียมไดออกไซด์ต่อเรซินที่ 5 g : 200 ml และปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่ 25 g/m² ซึ่งเป็นอัตราส่วนและปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่อ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมา [6] สารเคมีและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ เรซินไฟเบอร์กลาส และผงไททาเนียมไดออกไซด์ ยี่ห้อ Titaque A220 ความเข้มข้นของ TVOCs วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดก๊าซ Multi – Gas Monitor ยี่ห้อ MultiRAE IR รุ่น PCM-54 และพื้นผิวของไฟเบอร์กลาสวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM)

การวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด TVOCs ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นแตกต่างกันประมาณ 80, 100 และ 150 ppm ตามลำดับ เนื่องจากทึนเนอร์ใช้แล้วมีโทลูอินเป็นส่วนประกอบหลักและมีค่ามาตรฐาน TLV-TWA อยู่ที่ 50 ppm [7] ดังนั้น การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด TVOCs จึงใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นค่าที่เกินค่ามาตรฐาน TLV-TWA

ห้องจำลองที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ สร้างเองโดยใช้แผ่นไม้อัดหนา 8 มิลลิเมตร สร้างเป็นห้องสี่เหลี่ยมมีประตูทางด้านหน้า ด้านบนของห้องจำลองเจาะรูตรงกลางเพื่อวัด TVOCs ขนาดของห้องจำลอง 1.2 เมตร x 1 เมตร x 2.4 เมตร เครื่องฟอกอากาศ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ประกอบด้วย ไฟเบอร์กลาสที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา หลอด UVC ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จำนวน 4 หลอด ซึ่งจะให้ความเข้มแสงเท่ากับ 0.89 mW/cm^2 และมีพัดลมดูดอากาศ เพื่อช่วยดูดอากาศเสียให้ผ่านเครื่องฟอกอากาศ นอกจากนี้ยังติดตั้งพัดลมในห้องจำลองเพื่อช่วยในการผสมของ TVOCs จากทึนเนอร์ใช้แล้วจากอุ้งพื้นสัรกดกับอากาศในห้องจำลอง เวลาที่ใช้ในการบำบัด 150 นาที ความเข้มแสงเท่ากับ 0.89 mW/cm^2 ความเร็วของอากาศเสียเข้าเครื่องฟอกอากาศเท่ากับ 0.7 m/s และความเร็วของอากาศที่บำบัดแล้วออกจากเครื่องฟอกอากาศเท่ากับ 1.0 m/s และวัดความเข้มข้นของ TVOCs ณ เวลาต่าง ๆ ของการบำบัด ดังแสดงในรูปที่ 1



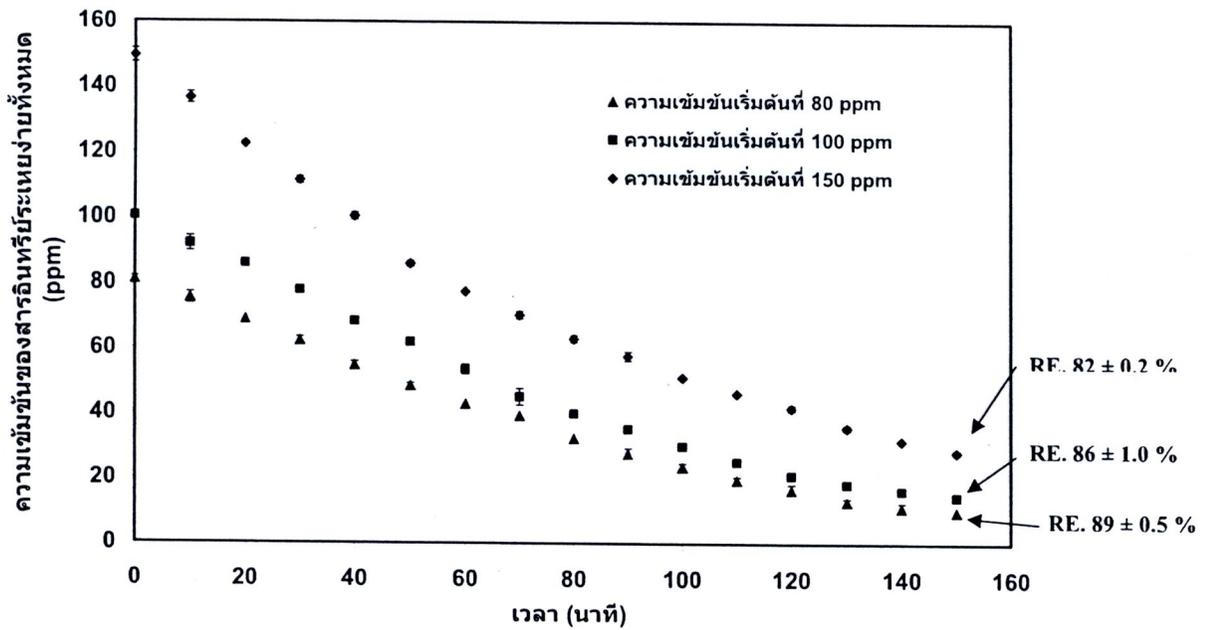
รูปที่ 1 ชุดการทดลองของเครื่องฟอกอากาศแบบโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

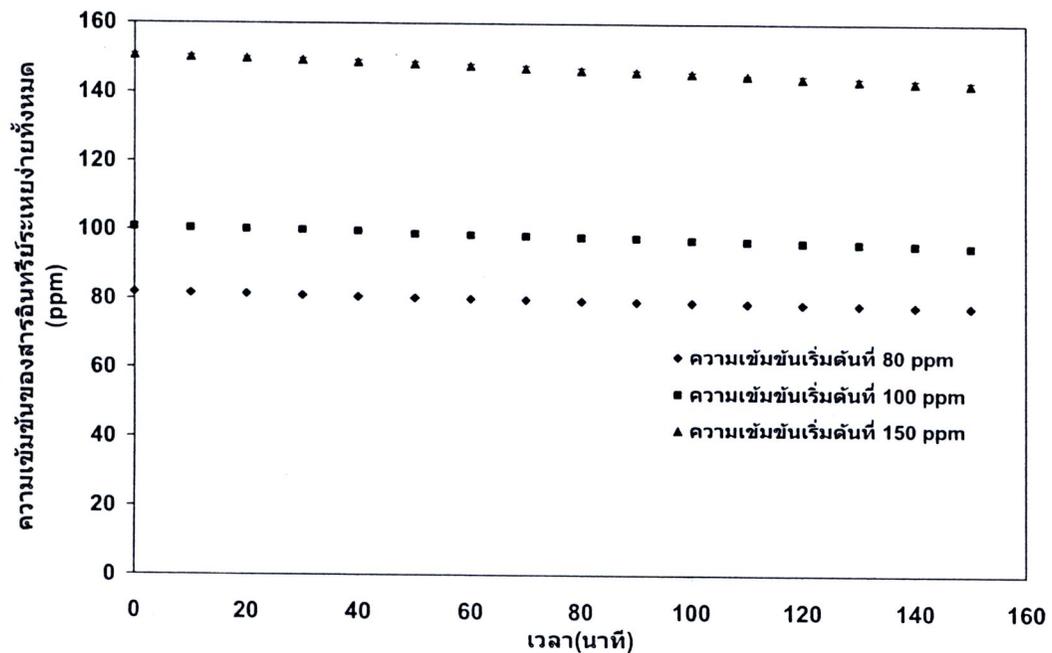
ปัจจัยของความเข้มข้นเริ่มต้นที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทึนเนอร์ใช้แล้ว

จากรูปที่ 2 พบว่าภายได้เวลา 150 นาที ของการบำบัด TVOCs ประสิทธิภาพการบำบัด ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 80 ppm มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุดคือ $89 \pm 0.5 \%$ และที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 100 และ 150 ppm มีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกันคือ $86 \pm 1.0 \%$ และ $82 \pm 0.2 \%$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบำบัดมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของ TVOCs เพิ่มขึ้น ภายได้เวลาบำบัดที่เท่ากัน

จากรูปที่ 3 แสดงว่าแสง UV มีส่วนเป็นตัวช่วยกระตุ้นทำให้เกิดการบำบัด TVOCs อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน โดยได้มีการนำเสนอรูปแบบกลไกของการย่อยสลายอินทรีย์สารไว้ในการศึกษาก่อนหน้านี้ [6]



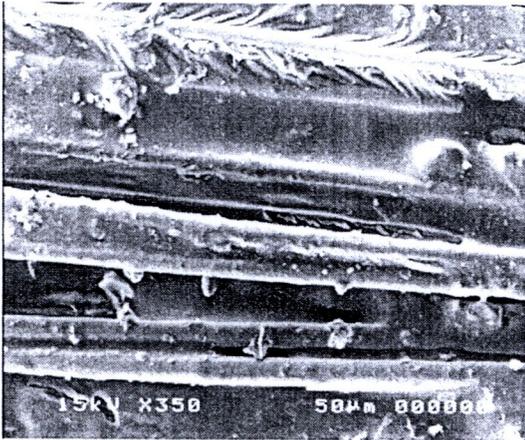
รูปที่ 2 ประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นแตกต่างกัน ที่ความเข้มแสง 0.89 mW/cm² และปริมาณ TiO₂ 25 g/m²



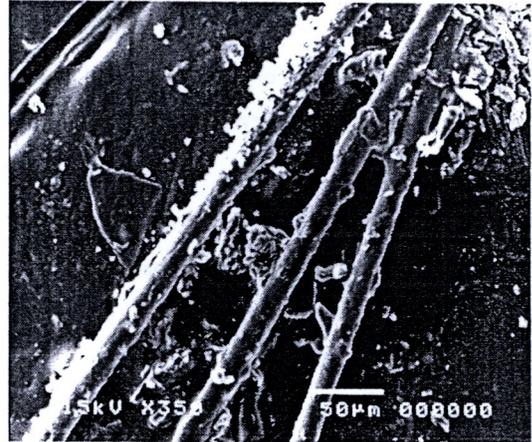
รูปที่ 3 การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดโดยไม่เปิดแสงยูวีที่ความเข้มข้นเริ่มต้นแตกต่างกัน

ลักษณะพื้นผิวของแผ่นไฟเบอร์กลาสที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

เมื่อนำไฟเบอร์กลาสที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนและหลังการทดลองไปตรวจดูด้วยเครื่อง SEM พบว่า มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยไฟเบอร์กลาสโดยมีลักษณะของผิวเส้นใยที่ขรุขระขึ้น อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการถูกกระตุ้นด้วยแสง UV ดังแสดงในรูปที่ 4



a) ก่อนการบำบัด



b) หลังการบำบัด

รูปที่ 4 ลักษณะพื้นผิวของแผ่นไฟเบอร์กลาสที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยเครื่อง SEM (กำลังขยาย 350 เท่า)

สรุป

จากผลการทดลองการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจากตู้พ่นสีรถโดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน ซึ่งใช้ไททานเนียมไดออกไซด์ผสมกับเรซินเคลือบลงบนผิวไฟเบอร์กลาส สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 80 ppm มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุดคือ $89 \pm 0.5 \%$ และที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 100 และ 150 ppm มีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกันคือ $86 \pm 1.0 \%$ และ $82 \pm 0.2 \%$ ตามลำดับ
2. พบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งอาจมีผลเนื่องมาจากแสง UV ที่ใช้ในการกระตุ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้ออำนวยความสะดวกที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย



ทำเนียบวิทยากร

ชื่อบทความ	การบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดจากทินเนอร์ใช้แล้วจากอู่พ่นสีรถ โดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน Treatment of Total Volatile Organic Compounds from Used Tinner from Automotive Painting Shop using Photocatalytic Oxidation Process
ผู้นำเสนอบทความ	นายเอกรัฐ ศรีอ่อน
สถานที่ทำงาน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
โทรศัพท์	085-026-7882
ประวัติการศึกษา	2548 ปริญญาตรี วิศวกรรมเคมีและชีวภาพ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการทำงาน	ครูปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผลงาน	- เอกรัฐ ศรีอ่อน สมภพ สอนองราษฎร์ วิภาดา สอนองราษฎร์ และวิภาวี ขำวิจิตร (2551) “การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้เครื่องฟอกอากาศแบบโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน” การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 7 ณ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพฯ (12-14 มีนาคม 2551) - เอกรัฐ ศรีอ่อน วิภาดา สอนองราษฎร์ สมภพ สอนองราษฎร์ และบวรลักษณ์ อุณคานนท์ (2551) “การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชันแบบครึ่งตัวเร่งปฏิกิริยา” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งชาติ ครั้งที่ 18 ณ โรงแรมจอมเทียน รอยัล ปาล์ม บีช ชลบุรี (20-21 ตุลาคม 2551)

