

547 61
K/95511
43

การศึกษาวิธีการเตรียมหลอดฆ่าโรคสำหรับเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์

ประเภทวารสารเมตริกไฮโดรคาร์บอน

18 ส.ค. 2526

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตงุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

ปริญญาโท

ของ

สำราญ พงษ์สุนทร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2525

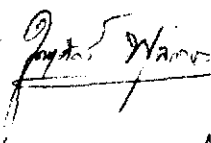
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

150964

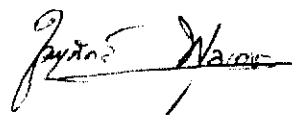
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

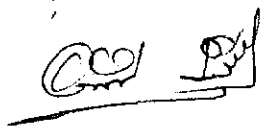
คณะกรรมการสอบ



ประธาน



ประธาน



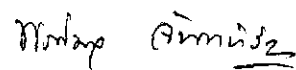
กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ

ประกาศขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อยและประสพผลสำเร็จด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาในการให้คำแนะนำ ปรัชญาชี้แจง ให้ความรู้ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขมฤกษ์ดี พูลเกษ แห่งภาควิชาอาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อาจารย์พรพิมล จันทิธร และ อาจารย์อรพินท์ เขียวพงษ์ แห่งคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ส้มเกียรดี ธาดาณี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย นิมิตรวัฒน์ แห่งคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องแกชโครมาโตกราฟี ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ บางส่วนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาอาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์บางส่วนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาชีวอนามัย ที่ให้ความสะดวกเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สำราญ พงษ์สุนทร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	5
ทฤษฎี	5
โครงสร้างและลัทธิของแอกติเวทเดดชาร์โคล	5
การเตรียมแอกติเวทเดดชาร์โคล	5
การวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
การวิจัยในต่างประเทศ	6
การวิจัยในประเทศไทย	13
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	14
กลุ่มตัวอย่าง	14
อุปกรณ์ เครื่องมือ และวัสดุที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	14
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	15
1. การเตรียมหลอดชาร์โคล	15
2. การทดสอบความดันอากาศที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดชาร์โคล	17
3. การใช้หลอดชาร์โคลเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีน	18

4. การสกัดและวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีชนิดแก๊สโครมาโตกราฟี	
โครมาโตกราฟี	18
5. การหาประสิทธิภาพของหลอดซาร์โคลในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและ	
โทลูอีน	20
6. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้	21
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	21
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	25
1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนระหว่างหลอด	
ซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว โดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800	
และ 1,000 องศาเซลเซียส	25
2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนระหว่างหลอด	
ซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง โดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800	
และ 1,000 องศาเซลเซียส	27
3. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีน	
ของหลอดซาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ	
1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง	
โดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส	28
4. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีน	
ของหลอดซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ	
1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดซาร์โคลมาตรฐาน	30
5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนระหว่างหลอด	
ซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว โดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800	
และ 1,000 องศาเซลเซียส	31

6. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโพลีเอสเตอร์ระหว่างหลอด ชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	33
7. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโพลีเอสเตอร์ ของหลอดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง โดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส	34
8. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโพลีเอสเตอร์ ของหลอดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดชาร์โคลมาตรฐาน	36
9. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโพลีเอสเตอร์ ของหลอดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสกับหลอดชาร์โคลมาตรฐาน	37
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	39
บทย่อ	39
สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย	41
ข้อเสนอแนะ	43
ข้อควรคำนึงสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	50

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	25
2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	26
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	27
4 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	27
5 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวกับหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง	28
6 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวกับหลอดอาร์โคิลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง	29
7 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดอาร์โคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดอาร์โคิลมาตรฐาน	30

8	การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดคาร์โบลมาตรฐาน	30
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	31
10	การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	32
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	33
12	การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส	33
13	การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวกับหลอดคาร์โบลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง	34
14	การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวกับหลอดคาร์โบลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง	35
15	การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสกับหลอดคาร์โบลมาตรฐาน	36

ตาราง	หน้า
16 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินของ หลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสกับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	36
17 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหย ของโทลูอินของหลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสกับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	37
18 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินของ หลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศา เซลเซียสกับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	38
19 แสดงค่าประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียม ได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และของหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	51
20 แสดงค่าประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินของหลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียม ได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และของหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	52
21 แสดงผลการทดสอบความดันที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดฆ่าโรคด้วยอัตราการไหล ของอากาศ 1 ลิตรต่อนาที	53

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สัมผัสของหลอดฟลูออโรสโคป	54
2 เครื่องมือทดสอบความดันอากาศที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดฟลูออโรสโคป	55
3 ตัวอย่างโครมาโตแกรม (Chromatogram) ของเบนซีน	56
4 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของโทลูอีน	57

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากที่ใช้สารอินทรีย์ประเภทฮาโลเมติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นสารที่มีพิษสำหรับเป็นตัวแทนทำลายหรือเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เบนซีน (C_6H_6) และโทลูอีน ($C_6H_5CH_3$) ใช้เป็นตัวทำละลายอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมผลิตยาและสารเคมี ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารเคมี และเป็นส่วนประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิง นอกจากนี้โทลูอีนยังเป็นส่วนประกอบในสี วาณิล น้ำยาเคลือบและแลคเกอร์ สไตรีน ($C_6H_5CH=CH_2$) ใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมการผลิตยางพลาสติก และสารเคมีอื่น ๆ ไซลีน ($C_6H_4(CH_3)_2$) ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โฟเบอร์เรตัน (Deichmann and others. 1963 : 1221 - 1233) สารอินทรีย์พวกนี้จะเกิดการระเหยกลายเป็นไอฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศของสภาพแวดล้อมในการทำงาน ถ้าความเข้มข้นของไอระเหยของสารอินทรีย์ดังกล่าวมากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของแรงงานได้ เช่น เบนซีน และ โทลูอีน มีความเป็นพิษสองลักษณะ คือ พิษเฉียบพลัน และ พิษเรื้อรัง พิษเฉียบพลันของเบนซีนทำให้เกิดอาการ เชื่องซึม อ่อนเพลีย เวียนศีรษะ คลื่นไส้ ปวดศีรษะ เกิดการชัก เสียสติ เป็นอัมพาต ระบบหายใจเป็นอัมพาต และตายในที่สุด ส่วนพิษเรื้อรังของเบนซีนทำให้เกิดอาการ เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย หงุดหงิดเป็นโรคประสาท พิษเฉียบพลันของโทลูอีนทำให้เกิดอาการ สมองสับสน อ่อนเพลีย คลื่นไส้ ปวดศีรษะ ม่านตาขยาย กล้ามเนื้ออ่อนเปลี้ย นอนไม่หลับ ส่วนพิษเรื้อรังของโทลูอีนทำให้เกิดอาการตับโต เชลเม็ดเลือดแดงลดลง ฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้น อาการที่เกิดจากพิษของเบนซีนและโทลูอีนจะรุนแรงมากหรือน้อย หรือมีอาการอย่างไรขึ้นอยู่กับปริมาณของไอระเหยของเบนซีนหรือของโทลูอีนที่ร่างกายได้รับ จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารอินทรีย์ขึ้น ความเข้มข้นสูงสุดที่ปลอดภัยสำหรับเบนซีนและโทลูอีน คือ 25 และ 200 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ (ppm)

ตามลำดับ (Deichmann and others, 1963 : 1221 - 1229) ด้วยสาเหตุดังกล่าว นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygienists) นักอาชีพสุขศาสตร์ (Occupational Hygienists) หรือนักวิจัยอื่น ๆ จึงได้พยายามศึกษาความเข้มข้นของไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เข้าไปในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อจะได้หาทางแก้ไขหรือป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับคนงาน

ในการศึกษาความเข้มข้นของไอระเหยของสารอินทรีย์มีขบวนการใหญ่ ๆ อยู่สองขบวนการ คือ ขบวนการเก็บตัวอย่างไอระเหย และขบวนการวิเคราะห์เพื่อหาความเข้มข้นของไอระเหยของสารอินทรีย์เพื่อจะได้ทราบว่ามีความเข้มข้นเกินมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่ สำหรับวิธีการเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์ที่ใช้ในปัจจุบันทางสถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) แนะนำให้ใช้หลอดชาร์โคล (Charcoal tube) ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และอังกฤษ หลอดชาร์โคลที่ใช้ในไทยมีราคาแพงเพราะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นทำให้การเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เพราะในการศึกษาค้นคว้าแต่ละครั้งต้องใช้หลอดชาร์โคลจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาหาวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก และมีราคาต้นทุนต่ำสำหรับสร้างหลอดชาร์โคลเพื่อใช้เก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ประเภท อโรเมติกไฮโดรคาร์บอน

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมหลอดชาร์โคลจากกะลามะพร้าว และไม้โกงกางสำหรับใช้ในการเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ประเภทอโรเมติกไฮโดรคาร์บอน
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหลอดชาร์โคลที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าว กับหลอดชาร์โคลที่เตรียมได้จากไม้โกงกาง
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหลอดชาร์โคลที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าว และไม้โกงกางกับหลอดชาร์โคลมาตรฐาน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจวิธีการและเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการเตรียมหลอดยาร์โคล
2. ทำให้สามารถเตรียมหลอดยาร์โคลด้วยวิธีการไม่ยุ่งยากและราคาต้นทุนต่ำเพื่อใช้แทนหลอดยาร์โคลที่สั่งซื้อจากต่างประเทศสำหรับเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์
3. วิธีการและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำไปดัดแปลงสำหรับเตรียมหลอดยาร์โคลจากวัสดุอื่น ๆ ได้
4. ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะช่วยส่งเสริมงานวิจัยเกี่ยวกับส่ขุค่าสัตรอุตสาหกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับคนงานโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เนื่องจาก การได้รับไอระเหยของสารอินทรีย์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะใช้กะลามะพร้าวและไม้โกงกางสำหรับเตรียมหลอดยาร์โคล
2. ใช้หลอดยาร์โคลมาตรฐานเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับหลอดยาร์โคลที่เตรียมได้
3. สารอินทรีย์ประเภทฮาโลเมติกไฮโดรคาร์บอนที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของหลอดยาร์โคล คือ เบนซีน และ โทลูอีน
4. คอลัมน์ที่ใช้ในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีทำด้วยสแตนเลส มีความยาว 2 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{8}$ นิ้ว ภายในบรรจุ 15 เปอร์เซ็นต์ Free Fatty Acid Phase (FFAP) เคลือบบน Chromosorb P ขนาด 80/100 เมช (mesh)

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แอคติเวทเตดยาร์โคล (Activated charcoal) หมายถึง ถ่านที่ได้จากการเตรียมโดยการนำถ่านกะลามะพร้าว และถ่านไม้โกงกางไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิที่กำหนด (600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส) เพื่อให้คาร์บอนมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุน (Porous) สำหรับการดูดซับ

2. หลอดชาร์โคล (Charcoal tubes) หมายถึง หลอดแก้วที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร ยาว 7 เซนติเมตร ภายในบรรจุแอคติเวทเตดชาร์โคล ขนาด 20/35 เมช จำนวน 150 มิลลิกรัม (ส่วนหน้า 100 มิลลิกรัม และส่วนหลัง 50 มิลลิกรัม)

3. หลอดชาร์โคลมาตรฐาน (Standard charcoal tubes) หมายถึง หลอดชาร์โคล ที่ผลิตโดย Mine Safety Appliances Company (MSA)

4. ดีซอร์พชัน (Desorption) หมายถึง การใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม ลักดสารคืน จากแอคติเวทเตดชาร์โคล

5. ประสิทธิภาพดีซอร์พชัน (Desorption efficiency) หมายถึง จำนวนสารที่ ลักดคืนได้จากแอคติเวทเตดชาร์โคลต่อจำนวนสารที่ฉีดหรือผ่านเข้าไปในหลอดชาร์โคล

6. เปอร์เซ็นต์ดีซอร์พชัน (Desorption percentages) หมายถึง จำนวนสารที่ ลักดคืนได้จากแอคติเวทเตดชาร์โคลต่อจำนวนสารที่ฉีดหรือผ่านเข้าไปในหลอดชาร์โคลคูณด้วย 100

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ทฤษฎี

โครงสร้างและสมบัติของแอคติเวทเตดคาร์บอน

แอคติเวทเตดคาร์บอนหรือแอคติเวทเตดคาร์บอนหรือแอคติฟคาร์บอนเป็นรูปหนึ่งของคาร์บอนที่มีรูปไม่เป็นผลึก (Amorphous form) มีโครงสร้างเป็นรูพรุน ซึ่งมีขนาดและลักษณะต่าง ๆ กัน เรียงตัวกันแบบโครงสร้างตาข่ายที่ซับซ้อน ลักษณะของรูมีทั้งรูทรงกระบอก รูสี่เหลี่ยม มุมฉาก ซึ่งมีจำนวนพอ ๆ กับรูที่มีรูปร่างไม่แน่นอน รูของแอคติเวทเตดคาร์บอน สามารถแบ่งได้เป็นสองชนิด คือ Macropores หรือ Large pores และ Micropores หรือ Small pores Macropores มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1,000 แองสตรอม (A°) ส่วน Micropores มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 - 1,000 แองสตรอม (Hassler. 1963 : 213 - 214) เนื่องจากแอคติเวทเตดคาร์บอนมีโครงสร้างเป็นรูพรุน จึงทำให้มีพื้นที่ผิวมาก ประมาณ 500 - 1800 ตารางเมตรต่อแอคติเวทเตดคาร์บอน 1 กรัม (Kato and others. 1965 : 1) แอคติเวทเตดคาร์บอนจึงสามารถดูดซับสารได้ดีทั้งในสถานะก๊าซ ไอ หรือของเหลว ซึ่งจะดูดซับสารได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น โครงสร้างของแอคติเวทเตดคาร์บอน จุดอุณหภูมิของสารที่ถูกดูดซับ เป็นต้น แอคติเวทเตดคาร์บอนจะดูดซับไอระเหยของสารอินทรีย์ได้ดีเมื่อมีพื้นที่ผิวมากและที่อุณหภูมิ 0 - 30 องศาเซลเซียส

การเตรียมแอคติเวทเตดคาร์บอน

สารตั้งต้น วัสดุที่ยังคงใช้ผลิตแอคติเวทเตดคาร์บอนในทางการค้า ได้แก่ กะลามะพร้าว ชีเสื่อย ถ่านไม้ ถ่านหิน ซีโตรเลียมโค้ก ถ่านกระดูก กากน้ำตาล และลิกนิน (Mattson. 1971 : 11) ถ้าใช้วัสดุต่างชนิดกัน ถึงแม้ว่าจะนำไปแอคติเวทด้วยวิธีเดียวกัน จะได้แอคติเวทเตดคาร์บอนที่มีสมบัติในการดูดซับไม่เหมือนกัน แอคติเวทเตดคาร์บอนที่ได้จากกะลามะพร้าวมีประสิทธิภาพในการ

ดูดซับก๊าซและไอระเหยของสารอันตราย

แอคติเวชัน (Activation) แอคติเวชันเป็นการเปลี่ยนคาร์บอนให้เป็นคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุน (Porous) ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับสารได้ดี วิธีการโดยทั่ว ๆ ไปในการแอคติเวท คือ ก่อนแอคติเวทจะต้องนำวัตถุดิบมาเผาในที่ที่มีอากาศน้อย ๆ จนได้ถ่านซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำถ่านที่ได้ไปแอคติเวทโดยการเผาที่อุณหภูมิสูง ๆ และไม่ให้สัมผัสกับอากาศ (Mattson. 1971 : 13) แต่วิธีการแอคติเวทที่ใช้กันโดยทั่วไปมีอยู่สองขบวนการ คือ

ขบวนการที่ 1 เผาวัตถุดิบซึ่งเป็นสารที่ประกอบด้วย ไฮโดรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนที่อุณหภูมิสูง ๆ (500 - 900 องศาเซลเซียส) และต่อมาให้ทำปฏิกิริยากับไอน้ำ หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 800 - 900 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้สารที่เหมาะสม ขบวนการนี้เป็นการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation) เพื่อเปลี่ยนคาร์บอนเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ หรือคาร์บอนไดออกไซด์ ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) แต่ออกซิเดชันอาจเกิดขึ้นโดยการควบคุมอากาศก็ได้

ขบวนการที่ 2 แอคติเวทโดยใช้สารเคมี ทำได้โดยนำวัตถุดิบเข้าในสารละลายของสารเคมีก่อนแล้วเผาในอากาศที่อุณหภูมิ 600 - 800 องศาเซลเซียส ล้างสารที่ได้ด้วยน้ำกลั่นหรือสารละลายกรด แล้วทำให้แห้ง สารเคมีที่นิยมใช้ คือ ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$) และกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) หรืออาจใช้แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ก็ได้ (Davidson and others. 1968 : 89)

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 1969 ฟรอสท์ และ เฮอร์แมน (Fraust and Hermann. 1969 : 454 - 497) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของอะลิฟาติกอะซิเตต (Aliphatic acetate) ของแอคติเวทเตตคาร์บอน ในการศึกษาได้ใช้แอคติเวทเตตคาร์บอนแบบ BPL

ของบริษัท Pittsburgh Activated Carbon 4 ขนาด คือ 4-6, 8-12, 16-20 และ 30-40 เมช ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า แอคติเวทเตดคาร์บอนขนาด 8-12, 16-20 และ 30-40 เมช ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของอะลิฟาติกอะซีเตต สูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

ในปี ค.ศ. 1970 ไวท์ และคนอื่น ๆ (White and others. 1970 : 225 - 232) ได้ทำการศึกษาริธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ในบรรยากาศของโรงงานอุตสาหกรรม โดยศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์ดีซอร์พชัน (Desorption percentages) ของหลอดคาร์บอน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร ยาว 6 นิ้ว ภายในบรรจุ แอคติเวทเตดคาร์บอน ขนาด 20/40 เมช 2 ส่วน แต่ละส่วนยาว 1 นิ้ว (หนักประมาณ 180 มิลลิกรัม) กั้นระหว่างกลางหัวท้ายด้วยใยแก้ว) ที่มีต่อไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ 14 ชนิด (มีเบนซิน และโทลูอีนรวมอยู่ด้วย) ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน จากการทดลองพบว่า

1. การเก็บตัวอย่างไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ในตู้ทดสอบ (Test chamber) กับการเก็บตัวอย่างไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์โดยวิธีฉีดสารจำนวนที่สัมพันธ์กันในตู้ทดสอบ เข้าไปในหลอดคาร์บอนโดยตรงต่างก็มีค่าเปอร์เซ็นต์ดีซอร์พชันมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น เอทานอลและโพรพิลีน

2. ค่าเปอร์เซ็นต์ดีซอร์พชันของการฉีดตัวทำละลายอินทรีย์เข้าไปในหลอดคาร์บอน ครั้งละหนึ่งชนิดกับการฉีดตัวทำละลายอินทรีย์ที่ศึกษาครั้งละ 7 หรือ 14 ชนิด ไม่แตกต่างกัน

3. ค่าเปอร์เซ็นต์ดีซอร์พชันที่ได้จากการสกัดตัวทำละลายอินทรีย์จากแอคติเวทเตดคาร์บอน (ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ และไม่มีการเขย่าหรือคน) โดยตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี มีค่าน้อยกว่าเมื่อตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง

ในปี ค.ศ. 1975 แมคแคมมอน และคนอื่น ๆ (McCammon and others. 1975 : 618 - 624) ได้ศึกษาริธีการเก็บตัวอย่างไอระเหยของคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้หลอดคาร์บอนที่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของสถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งสหรัฐอเมริกา และศึกษาริธีการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatographic method) และวิธีแคลอริเมตริก (Calorimetric method) จากผลการทดลองปรากฏว่า แอคติเวทเตดคาร์บอน

สามารถชี้แจงข้อสงสัยของการบ่อน้ำใต้ดินได้และสามารถวิเคราะห์โดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟี
ที่ติดตั้งเครื่องวัดเฟลมิอออโน เซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง

ในปี ค.ศ. 1976 เบอร์เน็ทท์ (Burnett. 1976 : 37 -45) ได้ศึกษา
เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหลอดซาร์โคลที่ผลิตโดย Mine Safety Appliances Company
(MSA) กับหลอดซาร์โคลของฝ่ายห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม กองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา
(USAF Environmental Health Laboratory ; EHL) ซึ่งเป็นหลอดแก้วมีเส้นผ่าศูนย์กลาง
ภายใน 6 มิลลิเมตร ภายนอก 8 มิลลิเมตร ยาว 5 นิ้ว บรรจุแอกติเวทเตดซาร์โคล ที่เตรียม
จากกะลามะพร้าว ขนาด 12/20 เมช หนัก 600 มิลลิกรัม กั้นหัวท้ายด้วยใยแก้วโดยใช้หลอด
ทั้งสองชนิดเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์สองวิธี คือ วิธี Metering syringe และวิธี Dynamic
gas dilution แล้ววิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพฟื้นตัว (Recovery efficiency) ของ
หลอดซาร์โคลทั้งสองชนิดเปรียบเทียบกัน ผลการทดลองพบว่า หลอดซาร์โคลทั้งสองชนิดมี
ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี ค.ศ. 1977 แฟร์คเชีย และคนอื่น ๆ (Fracchia and others. 1977 :
144 - 146) ได้ศึกษาประสิทธิภาพดีซอร์ชันของหลอดซาร์โคลที่บรรจุแอกติเวทเตดซาร์โคล
600 มิลลิกรัม (ส่วนหน้า 400 มิลลิกรัม ส่วนหลัง 200 มิลลิกรัม) วิธีการศึกษา คือ ฉีดตัวทำ
ละลายอินทรีย์แต่ละชนิด (ทั้งหมด 4 ชนิด) เข้าไปในหลอดซาร์โคลแต่ละหลอดกับฉีดตัวทำละลาย
อินทรีย์ผสม 4 ชนิดเข้าไปในหลอดซาร์โคลด้วยวิธีการเหมือนกัน ผลการทดลองพบว่า การฉีด
ตัวทำละลายอินทรีย์ผสม 4 ชนิดเข้าไปในหลอดซาร์โคลให้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพดีซอร์ชัน
สำหรับตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดโพลาร์สูงกว่าการฉีดตัวทำละลายอินทรีย์เข้าไปในหลอดซาร์โคล
ครึ่งละหนึ่งชนิด และการฉีดตัวทำละลายอินทรีย์ผสม 4 ชนิด เมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ผสมเมธานอล
5 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวสกัด จะให้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพดีซอร์ชันสูงกว่าการใช้คาร์บอนไดออกไซด์
เป็นตัวสกัด

ซาลวาชเตอร์ และคนอื่น ๆ (Saalwaechter and others. 1977 : 476 - 486)
ได้ศึกษาเทคนิคการทดสอบหลอดซาร์โคลของ NIOSH เพื่อชี้แจงความเข้มข้นของไอระเหย
สารอินทรีย์ในบรรยากาศ จากผลการทดลองเขาได้สรุปว่า

1. แอคติเวทเตตซาร์โคล สามารถดูดซับไอระเหยของสารอินทรีย์ได้ดี และเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีมีความไวต่อสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ง่าย
 2. ความชื้นมีผลต่อการดูดซับสารโพลีอิน และสารอินทรีย์อื่น ๆ ของแอคติเวทเตตซาร์โคล
 3. สารประกอบอินทรีย์ 5 ใน 6 ชนิด ไม่สลายตัวในแอคติเวทเตตซาร์โคล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเวลา อุณหภูมิ ปริมาณแสง และความดัน แต่สามารถป้องกันการสลายตัวได้โดยเก็บสารตัวอย่างไว้ในตู้เย็น
 4. ถ้าเก็บตัวอย่างไอระเหยในหลอดซาร์โคลไว้นานก่อนนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างไอระเหยบางส่วนจะเคลื่อนย้ายจากแอคติเวทเตตซาร์โคลส่วนหน้า (100 มิลลิกรัม) ไปอยู่ในส่วนหลัง (50 มิลลิกรัม) แต่สามารถทำให้เกิดขึ้นซ้ำลงได้โดยเก็บหลอดซาร์โคลไว้ในตู้เย็น
 5. ประสิทธิภาพดีซอร์พชันของหลอดซาร์โคลขึ้นอยู่กับปริมาณแอคติเวทเตตซาร์โคล จำนวนไอระเหยของสารอินทรีย์ต่อปริมาณแอคติเวทเตตซาร์โคล และผลที่แน่นอนสามารถหาได้จากการวิเคราะห์เท่านั้น
- ในปี ค.ศ. 1978 ตอมเมอร์ และ เมลเชอร์ (Dommer and Melcher. 1978 : 240 - 246) ได้ศึกษาประสิทธิภาพดีซอร์พชันของ Methyl ethyl Ketone , n-Pentane และ 1, 1, 2-Tri-chloroethane โดยใช้วิธี Spiked tube (ใช้แอคติเวทเตตซาร์โคล ขนาด 20/40 เมช) และวิธี Spiked solution ผลการทดลองพบว่าการหาประสิทธิภาพดีซอร์พชันทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน ยกเว้น Methyl ethyl Ketone กรณีของ Methyl ethyl ketone วิธี Spiked solution ให้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าวิธี Spiked tube ที่ระดับความเข้มข้น .05 นอกจากนั้นเขายังสรุปว่า ความแน่นอนของประสิทธิภาพดีซอร์พชันขึ้นอยู่กับสถานะที่กำจัดซอร์พชัน ปัจจัยที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชัน ได้แก่ การเปลี่ยนอุณหภูมิของสารละลาย ปริมาตรของตัวทำละลาย และจำนวนของตัวดูดซับ

ในปี ค.ศ. 1979 แกกนอน และโพสเนอร์ (Gagnon and Posner, 1979 : 923 - 925) ได้ศึกษาความแน่นอนและถูกต้องของค่าเปอร์เซ็นต์รีคัพเวอรีเมื่อใช้ 2 เปอร์เซ็นต์อะซิโตนในการบ่อนโดซัลไฟด์ สกัดลาร์ Acrylonitrile จากแอคติเวทเตดชาร์โคลภายในหลอดชาร์โคล โดยวิธี Vapor Phase และ Liquid phase และศึกษาความอยู่ตัว (Stability) ของ Acrylonitrile ในแอคติเวทเตดชาร์โคลก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ ผลการทดลองพบว่า วิธี Liquid phase เมื่อใช้ Acrylonitrile 16.5 ไมโครกรัม (ระดับสูง) และ 8.5 ไมโครกรัม (ระดับต่ำ) ได้เปอร์เซ็นต์รีคัพเวอรี สูงและแน่นอนทั้งสองจำนวน แต่วิธี Vapor phase จะต้องใช้ Acrylonitrile 16.5 ไมโครกรัม (ระดับสูง) จึงจะได้ค่าเปอร์เซ็นต์รีคัพเวอรีเท่ากับวิธี Liquid phase และโดยวิธี Vapor phase การเก็บลาร์ตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน และ 8 วันก่อนนำไปสกัดออกและวิเคราะห์ให้ค่าเปอร์เซ็นต์รีคัพเวอรีไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้น เขายังสรุปว่า ลาร์ตัวอย่างสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยไม่ต้องมีลาร์ที่ช่วยให้อยู่ตัว (Stabilizer)

ในปี ค.ศ. 1980 นิชิมโตะ และคนอื่น ๆ (Nishimoto and others, 1980 : 223 - 226) ได้ศึกษาการเก็บตัวอย่างไอระเหยของ Furfural โดยใช้หลอดชาร์โคล ซึ่งบรรจุแอคติเวทเตดชาร์โคล จำนวน 150 มิลลิกรัม (ส่วนหน้า 100 มิลลิกรัม ส่วนหลัง 50 มิลลิกรัม) และวิธีการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ผลการทดลองพบว่า

1. ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชัน ที่คำนวณได้จากวิธีการฉีด Furfural ที่เป็นของเหลว เข้าไปในหลอดชาร์โคลโดยตรง (ใช้ Furfural 0.232, 0.58, 1.16 และ 4.64 มิลลิกรัม ตามลำดับ) กับวิธีการใช้หลอดชาร์โคลเก็บตัวอย่างไอระเหยจากเครื่องทำให้เกิดไอ (ใช้ Furfural 0.58, 1.16, 2.32, 4.64 และ 11.6 มิลลิกรัม ตามลำดับ) มีค่าต่างกันน้อยมาก และทั้งสองวิธีจะให้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันสูงขึ้น เมื่อใช้จำนวน Furfural เพิ่มขึ้น

2. จำนวนคาร์บอนโดซัลไฟด์ที่ใช้เป็นตัวสกัดมีผลต่อค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชัน คือ เมื่อใช้จำนวน Furfural คงที่ (2.32 มิลลิกรัม) แต่ใช้จำนวนคาร์บอนโดซัลไฟด์เพิ่มขึ้น (1, 2.5 และ 10 มิลลิกรัม ตามลำดับ) จะได้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ในการสกัด Furfural จากแอกติเวทเตตซาร์โคล โดยใช้เสียงทำให้เกิด การสั่นสะเทือนกับไม้ไข้เสียงได้ค่าเปอร์เซ็นต์รีคัพเวอริไม่แตกต่างกัน

4. หลังจากขบวนการสกัดสารจากแอกติเวทเตตซาร์โคล ถ้าเก็บสารตัวอย่างไว้ นเป็นเวลา 1, 3, 6, 12, 24, และ 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแกชโครมาโต กราฟิจะได้เปอร์เซ็นต์รีคัพเวอริลดลงตามลำดับ

5. การเก็บหลอดซาร์โคลที่เก็บสารตัวอย่างแล้วไว้ในตู้เย็นก่อนนำไปสกัดและ วิเคราะห์มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์รีคัพเวอริน้อยมากเมื่อเทียบกับการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ ถ้าเก็บไว้นานกว่า 3 สัปดาห์ จำนวน Furfural จะไม่สูญหายไปอีก

บริฟ และคนอื่น ๆ (Brief and others. 1980 : 616 - 622) ได้ศึกษาสมบัติ ประโยชน์ และโทษของเบนซิน และศึกษาวิธีการวัดปริมาณเบนซินในอากาศบริเวณที่ทำงาน การเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซินในอากาศ เขาได้ใช้หลอดซาร์โคลซึ่งประกอบด้วยหลอดที่มี เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร ยาว 7 เซนติเมตร บรรจุแอกติเวทเตตซาร์โคล ที่เตรียม จากกะลามะพร้าว ขนาด 20/40 เมช จำนวน 150 มิลลิกรัม (ส่วนหน้า 100 มิลลิกรัม และ ส่วนหลัง 50 มิลลิกรัม) อัตราการไหลของอากาศผ่านหลอดอยู่ในช่วง 50 - 200 มิลลิลิตรต่อนาที แต่ต้องคงที่ในระหว่างการเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซิน การสกัดไอระเหยของเบนซินจาก แอกติเวทเตตซาร์โคล ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแกชโครมาโตกราฟ ที่ใช้ดีเทคเตอร์ชนิดฟลูออโรอินเซนเดน ดีเทคเตอร์ จากผลการทดลองเขาได้สรุปว่า ปริมาณเบนซิน ในอากาศที่ระดับ 10 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ หรือน้อยกว่าก็สามารถวัดได้

แจน และคนอื่น ๆ (Jan and others. 1980 : 531 - 534) ได้ศึกษา เปรียบเทียบวิธีสำหรับใช้หาค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชัน 4 วิธี คือ วิธี Dynamic วิธีฉีดสารตัวอย่าง เข้าไปในหลอดซาร์โคลโดยตรง วิธีฉีดสารละลายของสารตัวอย่างเข้าไปในหลอดซาร์โคลโดยตรง และวิธี Phase equilibrium แจน ได้ศึกษาเทคนิคทั้ง 4 แบบ กับสารอินทรีย์ 12 ชนิด คือ เอธิลอะซีเตต เบนซิน โทลูอีน อะซีโตน บิวทานอล ไฮโดรเอทกซ์าโนน อิวทิลอะซีเตต เมธิลคลอไรด์ คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตตระคลอไรด์ ไวนิลคลอไรด์ และ ไวนิลอะซีเตต ใช้แอกติเวทเตตซาร์โคล

100 มิลลิกรัม ปริมาณสารตัวอย่างแต่ละชนิดที่ใช้ คือ 2.0 มิลลิกรัม และ 0.2 มิลลิกรัม และสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตร ที่ 20 - 22 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ก่อนนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ผลการทดลองพบว่า

1. ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันที่ได้จากวิธี Dynamic มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อใช้สารตัวอย่างจำนวน 2.0 มิลลิกรัม และ 0.2 มิลลิกรัม
2. วิธีสกัดสารตัวอย่างเข้าไปในหลอดคาร์โคลโดยตรง สสารประกอบอินทรีย์ ส่วนใหญ่ ยกเว้น โทลูอีน บิวทานอล และ คลอโรฟอร์ม ให้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันต่างจากวิธี Dynamic อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. วิธีสกัดสารละลายของสารตัวอย่างเข้าไปในหลอดคาร์โคลโดยตรง เอธิลอะซิเตต บิวทานอล และไซโคลเฮกซาโนน ให้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันต่างจากวิธี Dynamic อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. วิธี Phase equilibrium สสารประกอบอินทรีย์ส่วนใหญ่ยกเว้น โทลูอีน และ อะซิโตน ให้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันสูงกว่าวิธี Dynamic อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันสำหรับสารประกอบอินทรีย์บางชนิด เมื่อใช้วิธีสกัดสารละลายของสารตัวอย่างเข้าไปในหลอดคาร์โคลโดยตรง การเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์และวิเคราะห์ ครั้งละ 1 ชนิด กับการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์และวิเคราะห์ในรูปสารละลายผสมมีค่าแตกต่างกัน และจะแตกต่างกันมากสำหรับสารอินทรีย์ชนิดโพลาร์

ในปี ค.ศ. 1981 ฮิกกี และ บิชอป (Hickey and Bishop. 1981 : 264 - 267) ได้ศึกษาการเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์ 22 ชนิด (มีเบนซีนและโทลูอีนรวมอยู่ด้วย) โดยใช้หลอดคาร์โคลเปรียบเทียบกับ Passive monitors จากผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำให้เชื่อว่าการเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์โดยใช้หลอดคาร์โคล จะได้ความเข้มข้นที่แท้จริง และมีความแปรปรวนน้อยกว่า Passive monitors

อีวาน และ ฮอส์ทแมน (Evans and Horstman. 1981 : 471 - 474) ได้ศึกษาวิธีหาค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันของสไตรีนโดยใช้หลอดคาร์โคลและ Passive monitors

เก็บตัวอย่างไอระเหยของสไตรีน ทั้งวิธี Liquid dose และ Vapor dose ผลการทดลองพบว่า

1. เมื่อใช้หลอดซาร์โคลเก็บตัวอย่างไอระเหยของสไตรีนโดยวิธี Liquid dose ได้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันต่ำกว่าวิธี Vapor dose มากกว่าการใช้ Passive monitors
2. ทั้งวิธี Liquid dose และวิธี Vapor dose ไม่ว่าจะใช้หลอดซาร์โคล หรือ Passive monitors เก็บตัวอย่างไอระเหยของสไตรีน จะได้ค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันสูงขึ้น เมื่อใช้จำนวนสไตรีนหรือความเข้มข้นของสไตรีนเพิ่มขึ้น

โพลเนอร์ และ โอเคนฟัสส์ (Posner and Okenfuss. 1981 : 643 - 646)

ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อขบวนการสกัดสารอินทรีย์จากแอคติเวทเตดคาร์บอน ใช้แอคติเวทเตดคาร์บอน 100 มิลลิกรัม เก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ โดยวิธี Phase equilibrium และปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณของสารที่ใส่สกัด จำนวนสารอินทรีย์ที่ใช้ศึกษา และการมีหรือไม่มีสารอื่นผสมอยู่ในสารอินทรีย์ที่ศึกษา ผลการทดลองพบว่าปัจจัยดังกล่าวไม่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันของโกลูอิน แต่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพดีซอร์พชันของสารอินทรีย์อื่น ๆ

การวิจัยในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2524 วิโชติ บุญเปลี่ยน (วิโชติ บุญเปลี่ยน 2524 : 14 - 39) ได้เตรียมแอคติเวทเตดซาร์โคลจากกะลามะพร้าว โดยเผาที่อุณหภูมิ 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส ให้สัมพันธ์กับอากาศน้อยที่สุด บดแยกเป็นสองขนาด คือ 14/20 เมช และ 20/30 เมช บรรจุในหลอดแก้วแล้วนำมาศึกษาประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างไอระเหยคลอโรฟอร์ม โดยนำไปเก็บตัวอย่างไอระเหยคลอโรฟอร์มเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ ในตู้เตรียมอากาศ ผลการทดลองพบว่า แอคติเวทเตดซาร์โคลที่เตรียมด้วยอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ขนาด 20/30 เมช มีประสิทธิภาพในการดูดซับไอระเหยคลอโรฟอร์มดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดซับ 75.33 แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแอคติเวทเตดซาร์โคลมาตรฐานซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดซับ 87.44 ซึ่งแอคติเวทเตดซาร์โคลทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ ..

1. หลอดช้ำรโคลจำนวน 7 ชนิด ได้แก่หลอดช้ำรโคล ซึ่งเตรียมจากกะลามะพร้าว และไม้โก่งทางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1000 องศาเซลเซียส และหลอดช้ำรโคลมาตรฐาน
2. เบนซีน และโทลูอิน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประเภทอะโรเมติกไฮโดรคาร์บอน ใช้สำหรับศึกษาประสิทธิภาพของหลอดช้ำรโคลทั้ง 7 ชนิด

อุปกรณ์ เครื่องมือ และวัสดุที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. อุปกรณ์ และเครื่องมือ
 - 1.1 ถ้วยกระเบื้องทนไฟและฝา (Porcelain Crucible and lid)
 - 1.2 ฝักกเกอร์ (Beaker)
 - 1.3 ขวดรูปขมพู (Conical flask)
 - 1.4 เตาแผ่นกระจายความร้อน (Hot plate)
 - 1.5 ตะแกรงมาตรฐาน (U.S. Standard testing sieve) ขนาด 20 เมช และ 35 เมช
 - 1.6 โถดูดความชื้น (Dessicator)
 - 1.7 ตะเกียงเบนซีน (Bunsen burner)
 - 1.8 หลอดฉีดยา (Syringe) ขนาด 5 มิลลิลิตร และขนาด 10 ไมโครลิตร
 - 1.9 ขวดแก้วขนาด 25 มิลลิลิตร
 - 1.10 โรตاميเตอร์ (Rotameter)
 - 1.11 มาโนมิเตอร์ (Manometer)

- 1.12 เครื่องดูดอากาศ (Vaccuum pump)
- 1.13 เครื่องตรวจสอบความถูกต้องของอัตราภาหาลของอากาศของ Kurz Instruments INC. Model 541 S
- 1.14 เตาเผา (Furnace) Model 1300
- 1.15 เครื่องบดไฟฟ้า (Electric blender)
- 1.16 ตู้อบ (Hot oven)
- 1.17 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electric balance)
- 1.18 เครื่องแกวชโครมาโตกราฟี่ ของ Varian Model 3700

2. วัสดุ

- 2.1 กะลามะพร้าว
- 2.2 ไม้โก่งกาง
- 2.3 น้ำกลั่น
- 2.4 กระดาษไฮรอนย้งสาร
- 2.5 หลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร
- 2.6 ฟองน้ำ
- 2.7 ฟาราฟิล์ม
- 2.8 ไยแก้ว (A.R. grade)
- 2.9 คาร์บอนไดออกไซด์ (A.R. grade)
- 2.10 เบนซีน (A.R. grade)
- 2.11 โทลูอิน (A.R. grade)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้ามี่ดังนี้

1. การเตรียมหลอดขาร์โคล มีสำมยั้ง คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมถ่านกะลามะพร้าวและถ่านไม้โกงกาง ใช้กะลามะพร้าวที่ขูดเอาเนื้อออกหมดแล้วและไม้โกงกางอย่างละประมาณ 5 กิโลกรัม เผาในถังเหล็กให้สัมผัสกับอากาศจนลุกติดไฟ เมื่อลุกติดไฟจนไหม้ดีแล้วปิดปากถังทิ้งไว้จนเย็น นำถ่านที่ได้มาล้างเอาขี้เถ้าออกแล้วตากแดดจนแห้งก็จะได้อ่านกะลามะพร้าวและถ่านไม้โกงกาง เพื่อใช้ทำแอกติเวทเตตซาร์โคลต่อไป

ขั้นที่ 2 การเตรียมแอกติเวทเตตซาร์โคล

2.1 ใส่ถ่านกะลามะพร้าวในถ้วยกระเบื้องทนไฟ 3 ใบ แล้วครอบด้วยฝากระเบื้องทนไฟเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปสัมผัสขณะเผา

2.2 นำถ้วยกระเบื้องที่ใส่ถ่านกะลามะพร้าว 1 ใบ ใส่ในเตาเผา แล้วเริ่มสับเวลาเมื่ออุณหภูมิขึ้นถึง 600 องศาเซลเซียส จนครบ 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น ถ่านที่ได้เรียกว่าแอกติเวทเตตซาร์โคล

2.3 นำถ้วยกระเบื้องซึ่งใส่ถ่านกะลามะพร้าวที่เหลืออีก 2 ใบมาทำการทดลองเหมือนข้อ 2.2 แต่เปลี่ยนจากอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็น 800 องศาเซลเซียส และ 1,000 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2.4 นำถ่านไม้โกงกางมาทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 2.1 - 2.3

2.5 นำแอกติเวทเตตซาร์โคลแต่ละส่วนที่ได้มาบดให้แตกเป็นเม็ดถ่านเล็ก ๆ ด้วยเครื่องบดแล้วคัดเอาเฉพาะขนาด 20/35 เมช โดยการร่อนด้วยตะแกรงมาตรฐานขนาด 20 และ 35 เมช

2.6 นำแอกติเวทเตตซาร์โคลขนาด 20/35 เมช แต่ละส่วนมากำจัดขี้เถ้าตามลำดับดังนี้

2.6.1 นำแอกติเวทเตตซาร์โคลแต่ละส่วนใส่ในชีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นจนท่วมแอกติเวทเตตซาร์โคล

2.6.2 นำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที

2.6.3 ล้างด้วยน้ำกลั่นอีกหลาย ๆ ครั้งจนน้ำล้างไม่มีฝุ่นละออง

2.7 นำแอกติเวทเตตซาร์โคลที่สะอาดแล้วใส่ในถ้วยกระเบื้องทนไฟ นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เพื่ออบไล่ไอน้ำและความชื้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำแอกติเวทเตตซาร์โคลที่ปราศจากความชื้นไปเก็บไว้ในโถสุญญากาศ (Dessicator)

ขั้นที่ 3 การใช้แอคติเวทเตดซาร์โคลเตรียมหลอดซาร์โคล

3.1 นำแอคติเวทเตดซาร์โคลแต่ละส่วนมาชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า เป็นสองขนาด คือ 100 มิลลิกรัม และ 50 มิลลิกรัม แล้วห่อด้วยกระดาษไขรองสารเก็บไว้ในโถดูดความชื้นก่อน บรรจุหลอด

3.2 นำหลอดแก้วซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร ยาว 7 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาดและอบไล่ความชื้น

3.3 นำแอคติเวทเตดซาร์โคลแต่ละส่วนที่ชั่งแล้วในข้อ 3.1 บรรจุในหลอดแก้ว วิธีการบรรจุมีดังนี้

3.3.1 นำฟองน้ำใส่ที่ปลายสุดด้านหนึ่งของหลอดแก้วที่ปิดด้วยความร้อน

3.3.2 เทแอคติเวทเตดซาร์โคล จำนวน 50 มิลลิกรัม ลงในหลอดแก้ว

3.3.3 ปิดทับด้วยฟองน้ำ

3.3.4 เทแอคติเวทเตดซาร์โคล จำนวน 100 มิลลิกรัม ลงในหลอดแก้ว

3.3.5 ปิดทับด้วยใยแก้ว

3.3.6 ปิดปลายด้านเปิดของหลอดแก้วด้วยความร้อนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อป้องกัน

ความชื้นและการปนเปื้อนจากสารอื่นก่อนจะนำไปทดสอบประสิทธิภาพ (ดูรูปในภาคผนวกหน้า 54)

3.4 แอคติเวทเตดซาร์โคลแต่ละส่วนจะนำมาเตรียมหลอดซาร์โคล 13 หลอด โดยใช้ทดสอบความดันอากาศที่ลดลง 2 หลอด ทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ 10 หลอด และใช้เป็นหลอดควบคุม (Blank) 1 หลอด ดังนั้นจึงต้องเตรียมหลอดซาร์โคลทั้งหมด 78 หลอดจากแอคติเวทเตดซาร์โคล ทั้งหมด 6 ส่วน

2. การทดสอบความดันที่ลดลง (Pressure drop) ขณะดูดอากาศผ่านหลอดซาร์โคล

ลุ่มตัวอย่างหลอดซาร์โคลจากหลอดซาร์โคล 7 ชนิด (หลอดซาร์โคลที่บรรจุแอคติเวทเตดซาร์โคล ซึ่งเตรียมจากกะหล่ำมะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และหลอดซาร์โคลมาตรฐาน) มาชนิดละ 2 หลอด นำหลอดซาร์โคลแต่ละหลอดที่ลุ่มได้มาเปิดหัวท้ายออก แล้วต่อเข้ากับหลอดแก้ว 3 ทาง (T-port) แล้วต่อกับมาโนมิเตอร์

ปลายข้างหนึ่งของหลอดแก้ว 3 ทาง เป็นทางที่ให้อากาศเข้า ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของหลอดแก้ว 3 ทาง ซึ่งต่ออยู่กับส่วนล่างของหลอดซาร์โคลต่อกับเครื่องดูดอากาศที่มีอัตราการไหลของอากาศ 1 ลิตรต่อนาที เปิดเครื่องดูดอากาศ (Vacuum pump) แล้วอ่านค่าความแตกต่างของระดับน้ำที่มานิเมตร ซึ่งวัดหน่วยเป็นนิ้วของน้ำ (ดูรูปในภาคผนวกหน้า 55)

3. การใช้หลอดซาร์โคลเก็บตัวอย่างไอระเหยของ เบนซีนและโทลูอีน

3.1 ลู่วัดหลอดซาร์โคลที่เตรียมได้มาชนิดละ 1 หลอด (ทั้งหมด 6 ชนิด ชนิดละ 11 หลอด) และหลอดซาร์โคลมาตรฐานอีก 2 หลอด เพื่อเก็บไว้ทำเป็นหลอดควบคุม

3.2 นำหลอดซาร์โคลแต่ละชนิดที่เหลือชนิดละ 10 หลอด แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 5 หลอด

3.3 นำหลอดซาร์โคลแต่ละชนิด ๆ ละกลุ่ม (5 หลอด) เปิดปลายด้านที่บรรจุแอคติเวทเตตซาร์โคล 100 มิลลิกรัม ออก ใช้หลอดฉีดชนิดไมโครลิตร (Microliter syringe) ขนาด 10 ไมโครลิตร ดูดเบนซีน จำนวน 2.5 ไมโครลิตร ฉีดลงในหลอดซาร์โคล แล้วปิดปากหลอดด้วยพาราฟิล์มหลาย ๆ ชั้น ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3.4 นำหลอดซาร์โคลแต่ละชนิดที่เหลืออีกชนิดละกลุ่ม (5 หลอด) มาทำการทดลอง เหมือนกับข้อ 3.3 แต่เปลี่ยนจากเบนซีนเป็นโทลูอีน

3.5 นำหลอดซาร์โคลมาตรฐานจำนวน 10 หลอด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 หลอด แล้วแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เหมือนข้อ 3.3 และข้อ 3.4

4. การสกัดและวิเคราะห์โดยใช้ เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่ชนิดแก๊สโครมาโตกราฟที่

4.1 นำหลอดซาร์โคลในข้อ 3.1 แต่ละหลอดมาเปิดปลายด้านที่บรรจุแอคติเวทเตตซาร์โคล จำนวน 100 มิลลิกรัม ออก ส่วนหลอดซาร์โคลในข้อ 3.3, 3.4 และ 3.5 แต่ละหลอด เอาพาราฟิล์มออก จากนั้นเอาใบแก้วออกแล้วเทแอคติเวทเตตซาร์โคลส่วนแรก (100 มิลลิกรัม) ลงในขวดขนาดเล็ก (Vial) ซึ่งมีปริมาตร 25 มิลลิลิตร เอาฟองน้ำออกแล้วเทแอคติเวทเตตซาร์โคลส่วนที่เหลือ (50 มิลลิกรัม) ลงในขวดใบเดียวกัน ปิดปากขวดด้วยจุกยาง ขวดแต่ละใบจะบรรจุแอคติเวทเตตซาร์โคล 150 มิลลิกรัม จากหลอดซาร์โคลแต่ละหลอด

4.2 นำแอคติเวทเตดชาร์โคลแต่ละขวดในข้อ 4.1 มาล้างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนออกโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวล้าง กักตัวไว้หลอดซีดขนาด 5 มิลลิลิตร ดูดคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 2 มิลลิลิตร เปิดจุกยางออกแล้ว ฝังคาร์บอนไดออกไซด์ลงในแต่ละขวด ปิดปากขวดด้วยแผ่นพลาสติกบางใส่ปิดทับด้วยจุกยางแล้วพันทับด้วยพาราฟิล์มหลาย ๆ ชั้น เขย่าขวดเบา ๆ อย่างสม่ำเสมอถูกพลาสติกเป็นเวลา 30 นาที

4.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานของ เบนซีนและโทลูอีนในคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างละ 3 ขวด โดยใช้หลอดซีดขนาด 5 มิลลิลิตรดูดคาร์บอนไดออกไซด์ครั้งละ 2 มิลลิลิตร ฝังใส่ขวด ซึ่งมีปริมาตร 25 มิลลิลิตรแล้วใช้หลอดซีดขนาด 10 ไมโครลิตรดูดเบนซีนและโทลูอีนอย่างละ 2.5 ไมโครลิตร ฝังลงในขวดซึ่งบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ เขย่าขวดเบา ๆ จนเป็นสารละลายเนื้อเดียว

4.4 ปรับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ที่ใช้ดีเทคเตอร์ชนิดเฟลมไอออนเซชันดีเทคเตอร์ ให้ได้ตามเกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์เบนซีนดังนี้

4.4.1 Nitrogen carrier flow rate	30 ml/min
4.4.2 Hydrogen flow rate	30 ml/min
4.4.3 Air flow rate	300 ml/min
4.4.4 Injector temperature	200 °C
4.4.5 Detector temperature	260 °C
4.4.6 Column temperature	100 °C

4.5 ใช้หลอดซีดขนาด 10 ไมโครลิตรดูดสารละลายเบนซีนแต่ละขวดในข้อ 4.2 จำนวน 3 ไมโครลิตร แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เพื่อหาปริมาณของเบนซีนที่สกัดได้ คำนวณหาพื้นที่พีค (Peak area) ของแต่ละตัวอย่างที่ได้โดยใช้สูตร

$$\text{พื้นที่ของพีค} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

4.6 ใช้หลอดซีดขนาด 10 ไมโครลิตรดูดสารละลายมาตรฐานของเบนซีนในข้อ 4.3 จำนวน 3 ไมโครลิตร แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี คำนวณหาพื้นที่พีคของแต่ละขวดที่ได้ (3 ขวด) แล้วคำนวณหาพื้นที่พีคเฉลี่ย

4.7 ลู่ววดที่บรรจุสารที่ได้จากหลอดควบคุมมา 3 ขวด จาก 6 ขวด และลู่ววดขวดที่บรรจุสารที่ได้จากหลอดอาร์โกลมาตรฐานซึ่งใช้เป็นหลอดควบคุมอีก 1 ขวด จาก 2 ขวด ในข้อ 4.2 แล้วใช้หลอดฉีดขนาด 10 ไมโครลิตรดูดสารแต่ละขวด จำนวน 3 ไมโครลิตร นำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ถ้าปรากฏพีคของเบนซีนก็คำนวณพื้นที่พีคที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณหาพื้นที่พีคเฉลี่ย ของ 3 ขวด

4.8 ปรับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีที่ใช้ดีเทคเตอร์ชนิดเฟลมไอออไนเซชันดีเทคเตอร์ ให้ได้ตามเกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์โทลูอีน ดังนี้

4.8.1 Nitrogen carrier flow rate	30 ml/min
4.8.2 Hydrogen flow rate	30 ml/min
4.8.3 Air flow rate	300 ml/min
4.8.4 Injector temperature	200 °C
4.8.5 Detector temperature	260 °C
4.8.6 Column temperature	140 °C

4.9 ใช้หลอดฉีดขนาด 10 ไมโครลิตรดูดสารละลายโทลูอีน แต่ละขวดในข้อ 4.2 จำนวน 3 ไมโครลิตรแล้วนำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เพื่อหาปริมาณของโทลูอีนที่สกัดได้ คำนวณหาพื้นที่พีคของแต่ละตัวอย่างที่ได้

4.10 ใช้หลอดฉีดขนาด 10 ไมโครลิตร ดูดสารละลายมาตรฐานของโทลูอีนในข้อ 4.3 จำนวน 3 ไมโครลิตร แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี คำนวณหาพื้นที่พีคของแต่ละขวดที่ได้ (3 ขวด) แล้วคำนวณหาพื้นที่พีคเฉลี่ย

4.11 ใช้หลอดฉีดขนาด 10 ไมโครลิตร ดูดสารในขวดที่เหลืออีก 4 ขวดในข้อ 4.7 ขวดละ 3 ไมโครลิตร นำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีครั้งละขวด ถ้าปรากฏพีคของโทลูอีนก็คำนวณพื้นที่พีคที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณหาพื้นที่พีคเฉลี่ยของ 3 ขวด

5. การหาประสิทธิภาพของหลอดอาร์โกลในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนและโทลูอีน

นำค่าพื้นที่พีคที่คำนวณได้ในข้อ 4.5 - 4.7 และข้อ 4.9 - 4.11 มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหลอดอาร์โกลในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนและโทลูอีน โดยใช้สูตร

ประสิทธิภาพของหลอดฆ่าโรค = $\frac{\text{พื้นที่ที่ตายของสัตว์อย่างที่ได้ - พื้นที่ที่ตายของหลอดควบคุม (Blank)}}{\text{พื้นที่ที่ตายของสัตว์อย่างเริ่มต้น}}$

~~๕~~ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

ตอบปัญหาจากคณบดี (completing the task)

~~๖~~ ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อทดสอบ

ความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนของหลอดฆ่าโรคที่เตรียมจากกะลามะพร้าวที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

~~๖~~ ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนของหลอดฆ่าโรคที่เตรียมจากไม้โกงกางที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

~~๖~~ ถ้าค่าสถิติ F ในข้อ ๕.1 และ ๕.2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ทำการทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีน ระหว่างหลอดฆ่าโรคแต่ละคู่ โดยใช้ Least significant difference (LSD)

~~๖~~ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนของหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าวที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด กับของหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากไม้โกงกางที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

~~๖~~ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนของหลอดฆ่าโรคมาตรฐานกับหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าวที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด และระหว่างหลอดฆ่าโรคมาตรฐานกับหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากไม้โกงกางที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

~~๗~~ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

~~๗~~1 สถิติพื้นฐานได้แก่ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าความแปรปรวน (S^2)

~~๗~~2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนใช้สูตรดังนี้

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	SS_b	$k - 1$	MS_b	MS_b / MS_w
ภายในกลุ่ม	SS_w	$N - k$	MS_w	
รวมทั้งหมด	SS_t	$N - 1$		

$$SS_t = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{j=1}^k x_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$$

$$SS_b = \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$$

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

$$MS_b = \frac{SS_b}{df_b}$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{df_w}$$

- เมื่อ SS_t แทน ผลรวมกำลังสองของทั้งหมด
 SS_b แทน ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม
 SS_w แทน ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม
 MS_b แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
 MS_w แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

X_{ij}	แทน	คะแนนตัวที่ j ของกลุ่มตัวอย่างที่ i , $i = 1, 2 \dots n_j$; $j = 1, 2 \dots k$
T_j	แทน	คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างที่ j , $j = 1, 2 \dots k$
T	แทน	คะแนนรวมทั้งหมดของทุกกลุ่ม
df_b	แทน	ขนาดของตัวแปรอิสระระหว่างกลุ่ม
df_w	แทน	ขนาดของตัวแปรอิสระภายในกลุ่ม
N	แทน	จำนวนหลอดซาร์โคคลในกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม
k	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
n_j	แทน	จำนวนหลอดซาร์โคคลของกลุ่มตัวอย่างที่ j , $j = 1, 2 \dots k$

3 Least Significant Difference (LSD)

$$LSD_{(\alpha)} = t_{\alpha} \sqrt{2S^2/n}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

n แทน จำนวนหลอดซาร์โคคลในแต่ละกลุ่ม

4 ทดสอบความแปรปรวน ใช้สูตรดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{มีการแจกแจง } F \text{ ซึ่งมี } df \text{ เป็น } n_1 - 1 \text{ และ } n_2 - 2$$

เมื่อ S_1^2 และ S_2^2 แทน ความแปรปรวนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

$$\text{โดย } S_1^2 > S_2^2$$

5.5 t-test

5.1 ในกรณีที่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2))}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

มีการแจกแจง t ซึ่งมี $df = n_1 + n_2 - 2$

5.2 ในกรณีที่ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

มีการแจกแจง t ซึ่งมี

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ μ_1 และ μ_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

\bar{X}_1 และ \bar{X}_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_1^2 และ S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1 และ n_2 แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนระหว่างหลอดคาร์โบล
ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

ตาราง 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนของ
หลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
องศาเซลเซียส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	0.0912	2	0.0456	114
ภายในกลุ่ม	0.0051	12	0.0004	
รวมทั้งหมด	0.0963	14		

$$F_{.05; 2, 12} = 3.88$$

จากตาราง 1 เพราะว่า 114 มากกว่า 3.88 แสดงว่า หลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้
จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพ
ในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนของ
 หลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	600	800	1000	LSD
ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ ในการเก็บไอระเหย ของเบนซีน (\bar{X})	0.7488	0.7645	0.9216	0.0275

จากตาราง 2 เพราะว่า ผลต่างระหว่าง 0.9216 กับ 0.7488 และ 0.7645 มากกว่า
 0.0275 และผลต่างระหว่าง 0.7645 กับ 0.7488 น้อยกว่า 0.0275 แสดงว่า หลอดคาร์โบล
 ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการ
 เก็บไอระเหยของ เบนซีนดีกว่าหลอดคาร์โบลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ
 800 และ 600 องศาเซลเซียส และหลอดคาร์โบลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่
 อุณหภูมิ 600 และ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนไม่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซิน ระหว่างหลอดคาร์บอก
ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

๒-๑
ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของ
หลอดคาร์บอก ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
องศาเซลเซียส

ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	0.0711	2	0.0356	44.5
ภายในกลุ่ม	0.0097	12	0.0008	
รวมทั้งหมด	0.0808	14		

$$F_{.05; 2, 12} = 3.88$$

๒-๒
ตาราง 4 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของหลอด
คาร์บอก ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	600	800	1000	LSD
ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ ในการเก็บไอระเหยของ เบนซิน (\bar{X})	0.6820	0.7884	0.8486	0.0390

จากตาราง 3 เพราะว่า 44.5 มากกว่า 3.88 แสดงว่า หลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 เพราะว่า ผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่มากกว่า 0.0390 แสดงว่า หลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซินดีกว่าหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซินดีกว่าหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

3. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซินของ หลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับ หลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

ตาราง 5 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซินของหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว กับหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จาก ไม้โกงกาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	S ²	F
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0004	2
ไม้โกงกาง 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0008	

$$f_{.025; 4, 4}^U = 9.60 \quad \text{และ} \quad f_{.025; 4, 4}^L = 0.10$$

ตาราง 6 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนของ
 หลอดคาร์โบคิล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว กับหลอดคาร์โบคิล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S	
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.9216	0.0200	4.7097
ไม้โกงกาง 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.8486	0.0283	

$$t_{.05; 8} = 1.860$$

จากตาราง 5 เพราะว่า 2 อยู่ระหว่าง 0.10 กับ 9.60 แสดงว่า ค่าความแปรปรวน
 ของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนของหลอดคาร์โบคิลทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน

จากตาราง 6 เพราะว่า 4.7097 มากกว่า 1.860 แสดงว่า หลอดคาร์โบคิล ซึ่ง
 เตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยวิธีการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการ
 เก็บไอระเหยของ เบนซีนดีกว่าหลอดคาร์โบคิล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ
 1,000 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของหลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดขาร์โคลมาตรฐาน

ตาราง 7 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของหลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดขาร์โคลมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	S ²	F
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0004	2
หลอดขาร์โคลมาตรฐาน	5	0.0002	

$$f_{.025; 4, 4}^U = 9.60 \text{ และ } f_{.025; 4, 4}^L = 0.10$$

ตาราง 8 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของหลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดขาร์โคลมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S	
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.9216	0.0200	2.4
หลอดขาร์โคลมาตรฐาน	5	0.8952	0.0141	

$$t_{.05; 8} = 1.860$$

จากตาราง 7 เพราะว่า 2 อยู่ระหว่าง 0.10 กับ 9.60 แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนของหลอดฆ่าโรลทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน

จากตาราง 8 เพราะว่า 2.4 มากกว่า 1.860 แสดงว่า หลอดฆ่าโรล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนดีกว่าหลอดฆ่าโรลมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอิน ระหว่างหลอดฆ่าโรล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ โกลูอินของ

หลอดฆ่าโรล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

การวิจัยนี้มีรูปแบบ Complexity Randomized Design.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	0.2397	2	0.1199	133.22
ภายในกลุ่ม	0.0111	12	0.0009	
รวมทั้งหมด	0.2508	14		

$$F_{.05; 2, 12} = 3.88$$

ตาราง 10 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของ
 หลอดซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	600	800	1,000	LSD
ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ ในการเก็บไอระเหย ของโทลูอีน (\bar{X})	0.5807	0.7698	0.8876	0.0414

จากตาราง 9 เพราะว่า 133.22 มากกว่า 3.88 แสดงว่า หลอดซาร์โคล ซึ่งเตรียม
 ได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพ
 ในการเก็บไอระเหยของโทลูอีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 เพราะว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่มากกว่า 0.0414 แสดงว่า
 หลอดซาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส
 มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนดีกว่าหลอดซาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลา
 มะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดซาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลา
 มะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ
 โทลูอีนดีกว่าหลอดซาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

6. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินระหว่างหลอดชาร์โคล
ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของ
หลอดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
องศาเซลเซียส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	0.5343	2	0.2672	190.86
ภายในกลุ่ม	0.0168	12	0.0014	
รวมทั้งหมด	0.5511	14		

$$F_{.05; 2, 12} = 3.88$$

ตาราง 12 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอิน ของ
หลอดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000
องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	600	800	1,000	LSD
ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ ในการเก็บไอระเหย ของโกลูอิน (\bar{X})	0.4182	0.7869	0.8440	0.0516

จากตาราง 11 เพราะว่า 190.86 มากกว่า 3.88 แสดงว่า หลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 เพราะว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่มากกว่า 0.0516 แสดงว่า หลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินดีกว่าหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินดีกว่าหลอดชำระโคคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

7. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

ตาราง 13 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว กับหลอดชำระโคคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	S ²	F
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0004	6.75
ไม้โกงกาง 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0027	

$$F_{.025; 4, 4}^U = 9.60 \quad \text{และ} \quad F_{.025; 4, 4}^L = 0.10$$

ตาราง 14 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของ
 หลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าว กับหลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S	
กะลามะพร้าว 1,000 อนุภาคเซลเซียส	5	0.8876	0.0200	1.7233
ไม้โกงกาง 1,000 อนุภาคเซลเซียส	5	0.8440	0.0520	

$$t_{.05; 8} = 1.860$$

จากตาราง 13 เพราะว่า 6.75 อยู่ระหว่าง 0.10 กับ 9.60 แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดขาร์โคลทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน

จากตาราง 14 เพราะว่า 1.7233 น้อยกว่า 1.860 แสดงว่า หลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดขาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนไม่แตกต่างกัน

8. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโคโล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโคโลมาตรฐาน

ตาราง 15 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโคโล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโคโลมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	S ²	F
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0004	17.50
หลอดฆ่าโคโลมาตรฐาน	5	0.0070	

$$f_{.025; 4, 4}^U = 9.60 \text{ และ } f_{.025; 4, 4}^L = 0.10$$

ตาราง 16 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโคโล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโคโลมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S	
กะลามะพร้าว 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.8876	0.0200	2.1948
หลอดฆ่าโคโลมาตรฐาน	5	0.8031	0.0837	

$$t_{.05; 4} = 2.132$$

จากตาราง 15 เพราะว่า 17.50 มากกว่า 9.60 แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโรคทั้งสองชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 เพราะว่า 2.1946 มากกว่า 2.132 แสดงว่า หลอดฆ่าโรคซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินดีกว่าหลอดฆ่าโรคมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9. การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน

ตาราง 17 การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	S ²	F
ไม้โกงกาง 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.0027	2.5926
หลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	5	0.0070	

$$f_{.025; 4, 4}^U = 9.60 \quad \text{และ} \quad f_{.025; 4, 4}^L = 0.10$$

ตาราง 18 การทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของ
 หลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับ
 หลอดฆ่าโรคมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S	
ไม้โกงกาง 1,000 องศาเซลเซียส	5	0.8440	0.0520	0.9233
หลอดฆ่าโรคมาตรฐาน	5	0.8031	0.0837	

$$t_{.05; 8} = 1.860$$

จากตาราง 17 เพราะว่า 2.5926 อยู่ระหว่าง 0.10 กับ 9.60 แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินของหลอดฆ่าโรคทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน

จากตาราง 18 เพราะว่า 0.9233 น้อยกว่า 1.860 แสดงว่า หลอดฆ่าโรคซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดฆ่าโรคมาตรฐานมีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโกลูอินไม่แตกต่างกัน

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมหลอดฆ่าโรคจากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางสำหรับการเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ประเภทฮาโรเมติกไฮโดรคาร์บอน
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าวกับหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากไม้โกงกาง
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหลอดฆ่าโรคที่เตรียมได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางกับหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่าง

1. หลอดฆ่าโรค จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ หลอดฆ่าโรค ซึ่งเตรียมจากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และหลอดฆ่าโรคมาตรฐาน
2. เบนซีนและโทลูอีน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประเภทฮาโรเมติกไฮโดรคาร์บอนใช้สำหรับศึกษาประสิทธิภาพของหลอดฆ่าโรคทั้ง 7 ชนิด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับหาประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนของหลอดฆ่าโรคทั้ง 7 ชนิด คือ เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ซึ่งใช้ดีเทกเตอร์ชนิดเฟลมไอโอไนเซชัน ดีเทกเตอร์ และใช้คอลัมน์ที่มีความยาว 2 เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{8}$ นิ้ว ภายในบรรจุ 15 เปอร์เซ็นต์ FFAP เคลือบบน Chromosorb W. ขนาด 80/100 เมย์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. เฝือกกะลามะพร้าวและไม้โก่งกาง จนได้ถ้ำนกะลามะพร้าวและถ้ำนไม้โก่งกาง ล้างซี้แก้วออกแล้วตากแดดจนแห้ง
2. นำถ้ำนกะลามะพร้าวและถ้ำนไม้โก่งกางไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส โดยให้สัมผัสอากาศน้อยที่สุดขณะเผา ถ้ำนที่ได้เรียกว่า แอคติเวทเตตชาร์โคล
3. นำแอคติเวทเตตชาร์โคลแต่ละส่วนที่ได้อาบน้ำให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ แล้วกัตเอาเฉพาะ ขนาด 20/35 เมช
4. นำแอคติเวทเตตชาร์โคล ขนาด 20/35 เมช แต่ละส่วนมากำสดซี้แก้วออก แล้วนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
5. นำแอคติเวทเตตชาร์โคลที่ได้แต่ละส่วนมาเตรียมหลอดชาร์โคล โดยบรรจุแอคติเวทเตตชาร์โคลในหลอดแก้ว ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร และยาว 7 เซนติเมตร บรรจุ แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนหน้า 100 มิลลิกรัม ส่วนหลัง 50 มิลลิกรัม
6. ลุ่มตัวอย่างหลอดชาร์โคล จากหลอดชาร์โคลที่เตรียมได้แต่ละชนิด และหลอดชาร์โคลมาตรฐาน มาชนิดละ 2 หลอด เพื่อทดสอบความดันที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดชาร์โคล
7. ใช้หลอดชาร์โคลแต่ละชนิดที่เตรียมได้ และหลอดชาร์โคลมาตรฐาน เก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีน
8. นำหลอดชาร์โคลแต่ละชนิดที่เตรียมได้และหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ซึ่งเก็บตัวอย่างไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนแล้วมาล่กัตด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ แล้ววิเคราะห์ปริมาณเบนซีนและโทลูอีนโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี
9. คำนวณหาพื้นที่พีคที่ได้ แล้วนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีน ของหลอดชาร์โคลแต่ละชนิด
10. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. หลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 และ 600 องศาเซลเซียส
2. หลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 และ 600 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินไม่แตกต่างกัน
3. หลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส
4. หลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส
5. หลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนดีกว่าหลอดชำระโคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

จากข้อ 1 ถึง 5 แสดงว่า ประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินและโทลูอีนของหลอดชำระโคลที่เตรียมได้มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเผาที่อุณหภูมิสูง ๆ ทำให้แอคตเวทเดสคาร์บอน มีโครงสร้างที่เป็นรูพรุนหรือมีพื้นที่ผิวมากกว่า

การเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้เพราะความสามารถในการดูดซับสารของแอกติเวทเตดชาร์โคล ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวด้วย

6. หลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินดีกว่าหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส และดีกว่าหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแอกติเวทเตดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีโครงสร้างที่เป็นรูพรุน หรือพื้นที่ผิวมากกว่า แอกติเวทเตดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส และมากกว่าแอกติเวทเตดชาร์โคลซึ่งบรรจุในหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินของหลอดชาร์โคลนอกจากขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้เตรียมแอกติเวทเตดชาร์โคลด้วย

7. หลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพของหลอดชาร์โคล นอกจากขึ้นอยู่กับโครงสร้างที่เป็นรูพรุนหรือพื้นที่ผิวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ถูกดูดซับด้วย ในที่นี้เปลี่ยนจากเบนซินมาเป็นโทลูอินทำให้ประสิทธิภาพของหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ลดลงมากกว่าหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

8. หลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินดีกว่าหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ส่วนหลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส กับหลอดชาร์โคลมาตรฐาน มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอินไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแอกติเวทเตดชาร์โคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส อาจมีลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสมหรืออาจมีพื้นที่ผิวในการดูดซับโทลูอินมากกว่าแอกติเวทเตดชาร์โคลในหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ส่วนแอกติเวทเตดชาร์โคลซึ่งเตรียม

ได้จากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส อาจมีลักษณะโครงสร้างหรือพื้นที่ผิวในการดูดซับโพลีอินทรีย์คล้ายกับแอคทีเวทเตดชาร์โคลในหลอดชาร์โคลมาตรฐาน ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโพลีอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน

9. หลอดชาร์โคลซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีความดันอากาศที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดชาร์โคล ด้วยอัตราการไหลของอากาศ 1 ลิตรต่อ นาที น้อยกว่า 13.59 นิ้วน้ำ (ค่าความดันอากาศที่ลดลงดูตาราง 21 ในภาคผนวก หน้า 53) แสดงว่าหลอดชาร์โคลที่เตรียมขึ้นใช้ในการทดลองครั้งนี้ สามารถนำไปเก็บตัวอย่างไอระเหยของสารอินทรีย์ในงานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้ โดยเกิดความผิดพลาดในการคำนวณปริมาตรของอากาศที่ผ่านหลอดชาร์โคลนั้นน้อยมาก ทั้งนี้เพราะมีข้อกำหนดว่าความดันอากาศที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดชาร์โคลด้วยอัตราการไหลของอากาศ 1 ลิตรต่อ นาที ไม่ควรเกิน 13.59 นิ้วน้ำ (Rockner and Sachdev. 1975 : 75 - 184)

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การเตรียมหลอดชาร์โคลจากวัสดุที่เหลือใช้และหาง่ายภายในประเทศ สามารถใช้แทนหลอดชาร์โคลมาตรฐาน (หลอดชาร์โคลของ MSA) สำหรับใช้ในการเก็บไอระเหยของเบนซินและโพลีอินทรีย์ และมีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซินและโพลีอินทรีย์ดีกว่า นับได้ว่า เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยเกี่ยวกับสุขภาพสิ่งแวดล้อมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพราะการสั่งซื้อหลอดชาร์โคลจากต่างประเทศ นั้นราคาแพงมากคือ แพงกว่าหลอดชาร์โคลที่เตรียมขึ้นเอง ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่า การเตรียมแอคทีเวทเตดชาร์โคลด้วยวิธีง่าย ๆ คือ เผาในเตาเผาธรรมดาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส โดยให้สัมผัสอากาศน้อยที่สุดก็สามารถทำให้เกิดแอคทีเวทเตดชาร์โคลที่มีประสิทธิภาพดีกว่าแอคทีเวทเตดชาร์โคล ซึ่งบรรจุในหลอดชาร์โคลมาตรฐาน สำหรับการเตรียมแอคทีเวทเตดชาร์โคลซึ่งบรรจุในหลอดชาร์โคลมาตรฐานนั้น ทางบริษัทผู้ผลิตไม่ยอมเปิดเผยเพื่อประโยชน์ทางด้านการค้า แต่จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าได้เผาในเตาเผาที่มีโครงสร้างซับซ้อน และให้ทำปฏิกิริยากับสารบางอย่างขณะเผา เช่น ผสมซิงค์คลอไรด์ หนึ่งโอ่น้ำหรือกาซคาร์บอนไดออกไซด์ขณะเผา เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการวิจัยด้วยวิธีการเดียวกันนี้และวิธีอื่น ๆ กับกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่านี้ ถ้ามีทุนและเวลาพอ เพื่อจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้นซึ่งจะเป็นการส่งเสริมงานวิจัยครั้งนี้ และจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเกี่ยวกับสุขภาพสตรีอุตสาหกรรมหรืองานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่อไป

2. ควรทำการวิจัยด้วยวิธีเดียวกันนี้ แต่ศึกษาประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ประเภทฮาโลเมติกไฮโดรคาร์บอนหลาย ๆ ชนิด หรือชนิดที่ไ้เป็นตัวทำลายหรือเป็นสารตั้งต้นอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด เพื่อจะได้เป็นตัวแทนที่แท้จริงของสารอินทรีย์ประเภทฮาโลเมติกไฮโดรคาร์บอน หรือควรทำการทดลองกับสารอินทรีย์ประเภทอื่น ๆ ที่ใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อจะได้เป็นที่ยอมรับว่าหลอดซาร์โคลที่เตรียมขึ้นไว้เองมีประสิทธิภาพดีจริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเกี่ยวกับสุขภาพสตรีอุตสาหกรรม

3. การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะชนิดของไม้และอุณหภูมิบางอุณหภูมิที่ไ้เตรียมแอดดีเวทเตตซาร์โคลเท่านั้น ซึ่งควรทำการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ด้วย จากการศึกษาของ วิโชติ บุญเปลี่ยน (วิโชติ บุญเปลี่ยน 2524 : 39) พบว่า แอดดีเวทเตตซาร์โคลที่มีขนาด 20/30 เมช มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของคลอโรฟอร์มดีกว่าขนาด 14/20 เมช ที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษขนาดของแอดดีเวทเตตซาร์โคล และอุณหภูมิควบคู่กันไปด้วย เช่น อาจใช้ขนาด 30/40 เมช หรือขนาดอื่นที่เล็กกว่า 20/35 เมช เปรียบเทียบกับขนาด 20/35 เมช ซึ่งอาจจะได้แอดดีเวทเตตซาร์โคลที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น หรืออาจได้แอดดีเวทเตตซาร์โคลที่มีประสิทธิภาพดีกว่าแอดดีเวทเตตซาร์โคลซึ่งบรรจุในหลอดซาร์โคลมาตรฐาน แต่ใช้อุณหภูมิในการเผาต่ำลงก็ได้

4. จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การเผาถ่านที่อุณหภูมิสูง ๆ จะได้แอดดีเวทเตตซาร์โคลที่มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของสารตัวอย่างดีกว่าการเผาที่อุณหภูมิต่ำ ๆ และยังพบว่า ชนิดของสารที่ไ้เตรียมแอดดีเวทเตตซาร์โคลมีผลต่อประสิทธิภาพของหลอดซาร์โคลด้วย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะกะลามะพร้าวและไม้โกงกางเท่านั้น ดังนั้นจึงควรทำการวิจัยเกี่ยวกับชนิดของไม้ที่ไ้เตรียมแอดดีเวทเตตซาร์โคล โดยการเผาที่อุณหภูมิสูง ๆ ซึ่งอาจจะมีไม้บางชนิด

ที่ให้แอกติเวทเตดซาร์โกลที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแอกติเวทเตดซาร์โกลที่เตรียมจากกะหล่ำมะพร้าว และไม้โกงกางก็ได้

5. จากผลการวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่า การเตรียมแอกติเวทเตดซาร์โกลโดยเทคนิคง่าย ๆ ก็สามารถได้ผลดซาร์โกลที่มีประสิทธิภาพดีกว่าผลดซาร์โกลมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเบื้องต้นเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่หน่วยงานหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอาชีวอนามัย ด้านควบคุมสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพ และโดยเฉพาะสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการเตรียมผลดซาร์โกลให้กว้างขวางต่อไป หรือควรมีการกระตุ้นให้มีการเตรียมผลดซาร์โกลขึ้นใช้เอง แทนการสั่งซื้อผลดซาร์โกลจากต่างประเทศ เพราะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้มาก อันจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติต่อไป

6. ผลดซาร์โกลที่เก็บไว้นาน ๆ อาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์ จึงควรทำการศึกษาทดลอง เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลดซาร์โกลที่มีอายุการเก็บต่าง ๆ กัน

ข้อควรคำนึงสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การยั่งแอกติเวทเตดซาร์โกลเพื่อเตรียมผลดซาร์โกล ไม่ควรยั่งในห้องที่มีการใช้สารเคมีหรือห้องใกล้เคียงที่มีอากาศถ่ายเทถึงกันได้ เพราะจะทำให้แอกติเวทเตดซาร์โกลดูดซับไอของสารเคมีบางส่วนไว้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของผลดซาร์โกลในการเก็บไอระเหยของสารที่ศึกษาได้

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานของเบนซีนและโทลูอินในคาร์บอนไดซัลไฟด์ ถ้าใช้ลูกยางปิดปากขวด ไม่ควรใช้หลอดดูดเบนซีนและโทลูอินแทงผ่านลูกยาง เพราะจะทำให้เบนซีนและโทลูอินบางส่วนละลายในลูกยาง ทำให้สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นน้อยกว่าความเป็นจริง และไม่ควรใช้หลอดดูดเบนซีนและโทลูอินใส่ขวดก่อนแล้วไปหลอดดูดคาร์บอนไดซัลไฟด์ใส่ขวดตามทีหลัง เพราะจะทำให้สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นน้อยกว่าการใช้หลอดดูดเบนซีนและโทลูอิน สักลงในคาร์บอนไดซัลไฟด์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรัญ จันทสภกมล สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย ไทยวัฒนาพานิช 2519, 442 หน้า
- ประยาดิ วัชรบัณฑิต การศึกษาความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงสองประเภทที่มีต่อปลาใน ปรินญาณิพนธ์
กค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 81 หน้า ฮัดสำเนา
- วิโยติ บุญเปศลยณ ประสิทธิภาพของการใช้ถ่านจากกะลามะพร้าวเก็บตัวอย่างไอระเหยของตัวทำ
ละลายอินทรีย์ วิทยาไพพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2524, 89 หน้า ฮัดสำเนา
- สิรินทร วิโมกข์สันถวิ และคนอื่น ๆ ชีวเคมี ส่งพงษ์ 2521, 582 หน้า
- อังคณา ล้ายยศ วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2523, 193 หน้า
- Armitage, P. Statistical Methods in Medical Research. London, 1971.
504 p.
- Bobbitt, James M. and others. Introduction to Chromatography.
New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1968. 160 p.
- Burnett, Major Ronald D. "Evaluation of Charcoal Sampling Tubes,"
American Industrial Hygiene Association Journal. 37(1) : 37 - 45,
1976.
- Brief, Richard S. and others. "Benzene in the workplace," American
Industrial Hygiene Association Journal. 41(9) : 616 - 623, 1980.
- Deichmann, W.B. and others. Industrial Hygiene and Toxicology Volumn 2.
New York, John Wiley and Sons, Inc., 1963. 2377 p.
- Davidson, H.W. and others. Manufactured Carbon. London, Pergamon Press,
Ltd. 1968. 111 p.
- Dommer, Richard A. "Phase Equilibrium Method for Determination of
Desorption Efficiencies," American Industrial Hygiene Association
Journal. 39(3) : 240 - 246, 1978.
- Evans, Peter R. and Sanfor W. Horstman. "Desorption Efficiency Determination
Methods for Styrene Using Charcoal Tubes and Passive Monitors,"
American Industrial Hygiene Association Journal. 42(6) : 471 - 474,
1981.

- Fraust, Charles L. and Edward, Hermann. "The Adsorption of Aliphatic Acetate Vapors into Activated Carbon," American Industrial Hygiene Association Journal, 30(5) : 494 - 499, 1969.
- Fraust, Charles L. "The Use of Activated Carbon for Sampling Industrial Environs," American Industrial Hygiene Association Journal. 36(4) : 278 - 284, 1975.
- Fracchia, Mario and others. "Desorption of Organic Solvents from Charcoal Collection Tubes," American Industrial Hygiene Association Journal. 38(3) : 144 - 146, 1977.
- Gognon, Yvonne T. and Judd C. Posner. "Recovery of Acrylonitrile from Charcoal Tubes at Low Levels," American Industrial Hygiene Association Journal. 40(10): 923 - 925, 1979.
- Hassler, John W. Activated Carbon. New York, Chemical Publishing Company, Inc., 1963. 397 p.
- Hickey, John L.S. and Carolyn C. Bishop. "Field Comparison of Charcoal Tubes and Passive Vapor Monitors with Mixed Organic Vapors," American Industrial Hygiene Association Journal. 42(4) : 264 - 267, 1981.
- Jan Krajewski and others. "Comparison of Methods for Determination of Desorption Efficiencies," American Industrial Hygiene Association Journal. 41(7) : 531 - 534, 1980.
- Kato, Tsutomu and others. "Method of Preparing Activated Charcoals," Patent Specification Number 1,001,161. Japan, 1965.
- Mattson, James S. and Harry B. Mark. Activated Carbon : Surface Chemistry and Adsorption from Solution. New York, Marcel Dekker Inc., 1971. 237 p.
- Melcher, Richard G. and others. "Criteria for the Evaluation of Methods for the Collection of Organic Pollutants in Air Using Solid Sorbents," American Industrial Hygiene Association Journal. 39(5) : 349 - 360, 1978.
- McCammon, Charles S. and others. "A Charcoal Sampling Method and A Gas Chromatographic Analytical Procedure for Carbon Disulfide," American Industrial Hygiene Association Journal. 36(8) : 619 - 624, 1975.
- NIOSH. Manual of Analytical Methods Volume 3. US. Department of Health Education and Welfare, PHS., CDC. NIOSH., 1977.

- Nishimoto, Kenneth K. and others. "An Activated Charcoal Sampling and Gas Chromatographic Procedure for Occupational Exposure to Furfural," American Industrial Hygiene Association Journal. 41(3) : 223 - 226, 1980.
- Posner, J.C. and J.R. Okenfuss. "Desorption of Organic Analytes from Activated Carbon I : Factors Affecting the Process," American Industrial Hygiene Association Journal. 42(9) : 643 - 646, 1981.
- Rockner, L.R. and J. Sachdev. Collaborative Testing of Activated Charcoal Sampling Tubes for Seven Organic Solvents. National Institute for Occupational Safety and Health HEW Publication No. NIOSH, 1975.
- Saalwaechter, Ann T. and others. "Performance Testing of the NIOSH Charcoal Tube Technique for the Determination of Air Concentrations of Organic Vapors," American Industrial Hygiene Association Journal. 38(9) : 476 - 486, 1977.
- White, Lowell D. and others. "A Convenient Optimized Method for the Analysis of Selected Solvent Vapors in the Industrial Atmosphere," American Industrial Hygiene Association Journal. 31(2) : 225 - 232, 1970.

ภาคผนวก

ตาราง 19 แสดงค่าประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีนของหลอดคาร์โบล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และของหลอดคาร์โบลมาตรฐาน

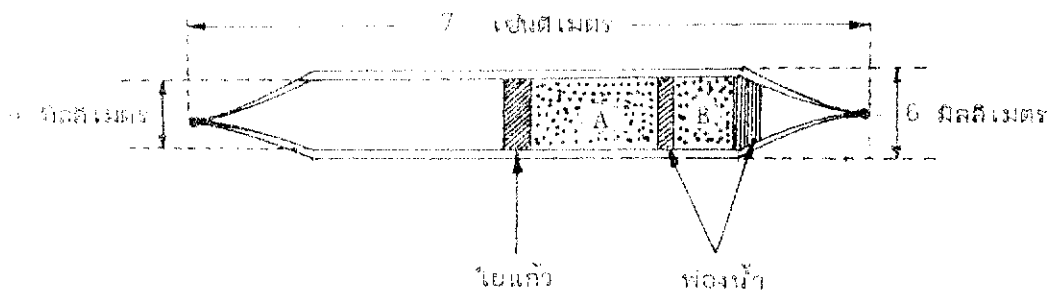
ลำดับที่	ประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของเบนซีน						
	กะลามะพร้าว	กะลามะพร้าว	กะลามะพร้าว	ไม้โกงกาง	ไม้โกงกาง	ไม้โกงกาง	หลอดคาร์โบลมาตรฐาน
	600 °C	800 °C	1,000 °C	600 °C	800 °C	1,000 °C	
1	0.7454	0.7910	0.8904	0.6493	0.8207	0.8474	0.8793
2	0.7653	0.7720	0.9275	0.7052	0.8063	0.8624	0.9174
3	0.7683	0.7780	0.9424	0.6592	0.7775	0.8834	0.8917
4	0.7301	0.7394	0.9116	0.6730	0.7539	0.8084	0.8896
5	0.7347	0.7423	0.9360	0.7235	0.7837	0.8413	0.8978
\bar{X}	0.7488	0.7645	0.9216	0.6820	0.7884	0.8486	0.8952

ตาราง 20 แสดงค่าประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนของหลอดชำระโคล ซึ่งเตรียมได้จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และของหลอดชำระโคลมาตรฐาน

ลำดับที่	ประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีน						
	กะลามะพร้าว	กะลามะพร้าว	กะลามะพร้าว	ไม้โกงกาง	ไม้โกงกาง	ไม้โกงกาง	หลอดชำระโคลมาตรฐาน
	600 °C	800 °C	1,000 °C	600 °C	800 °C	1,000 °C	
1	0.5781	0.7717	0.9234	0.4236	0.7211	0.7694	0.8886
2	0.5089	0.7560	0.8823	0.4096	0.8104	0.8394	0.8978
3	0.5919	0.7468	0.8777	0.4236	0.8022	0.8355	0.7189
4	0.5994	0.8000	0.8747	0.4080	0.7930	0.9132	0.7539
5	0.6251	0.7745	0.8800	0.4260	0.8077	0.8627	0.7565
\bar{X}	0.5807	0.7698	0.8876	0.4182	0.7869	0.8440	0.8031

ตาราง 21 แสดงผลการทดสอบความดันที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดชำระโคลด้วยอัตราการไหล
ของอากาศ 1 ลิตรต่อวินาที

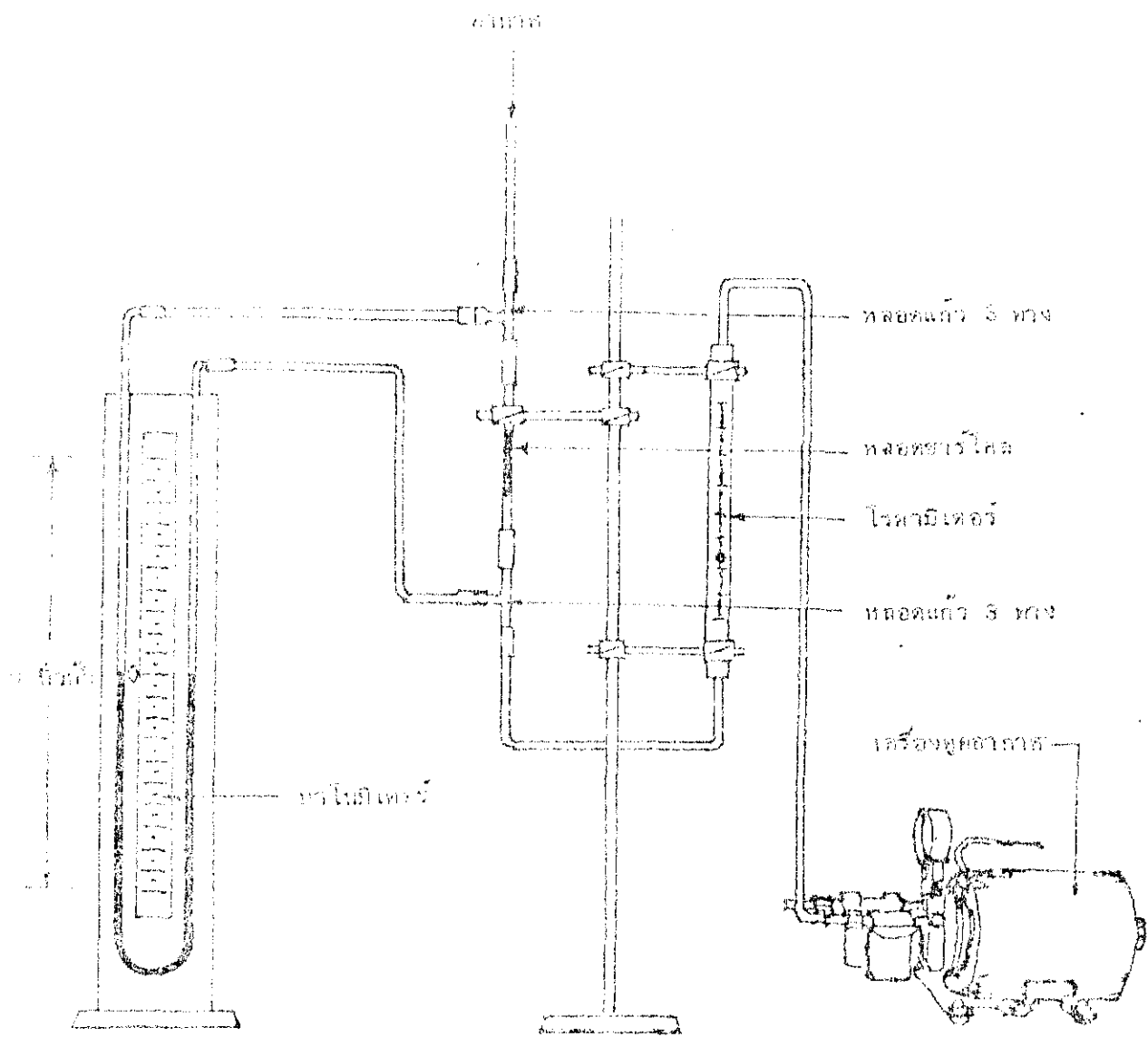
ชนิดของหลอดชำระโคล	ลำดับที่	ความดันอากาศที่ลดลง (นิ้วของน้ำ)
กะลามะพร้าว 600 งบค่าเซลล์เซียส	1	9.45
	2	9.60
กะลามะพร้าว 800 งบค่าเซลล์เซียส	1	10.15
	2	9.70
กะลามะพร้าว 1,000 งบค่าเซลล์เซียส	1	12.60
	2	11.45
ไม้โกงกาง 600 งบค่าเซลล์เซียส	1	12.15
	2	12.35
ไม้โกงกาง 800 งบค่าเซลล์เซียส	1	12.80
	2	12.90
ไม้โกงกาง 1,000 งบค่าเซลล์เซียส	1	12.85
	2	11.90
หลอดชำระโคลมาตรฐาน	1	10.25
	2	10.30



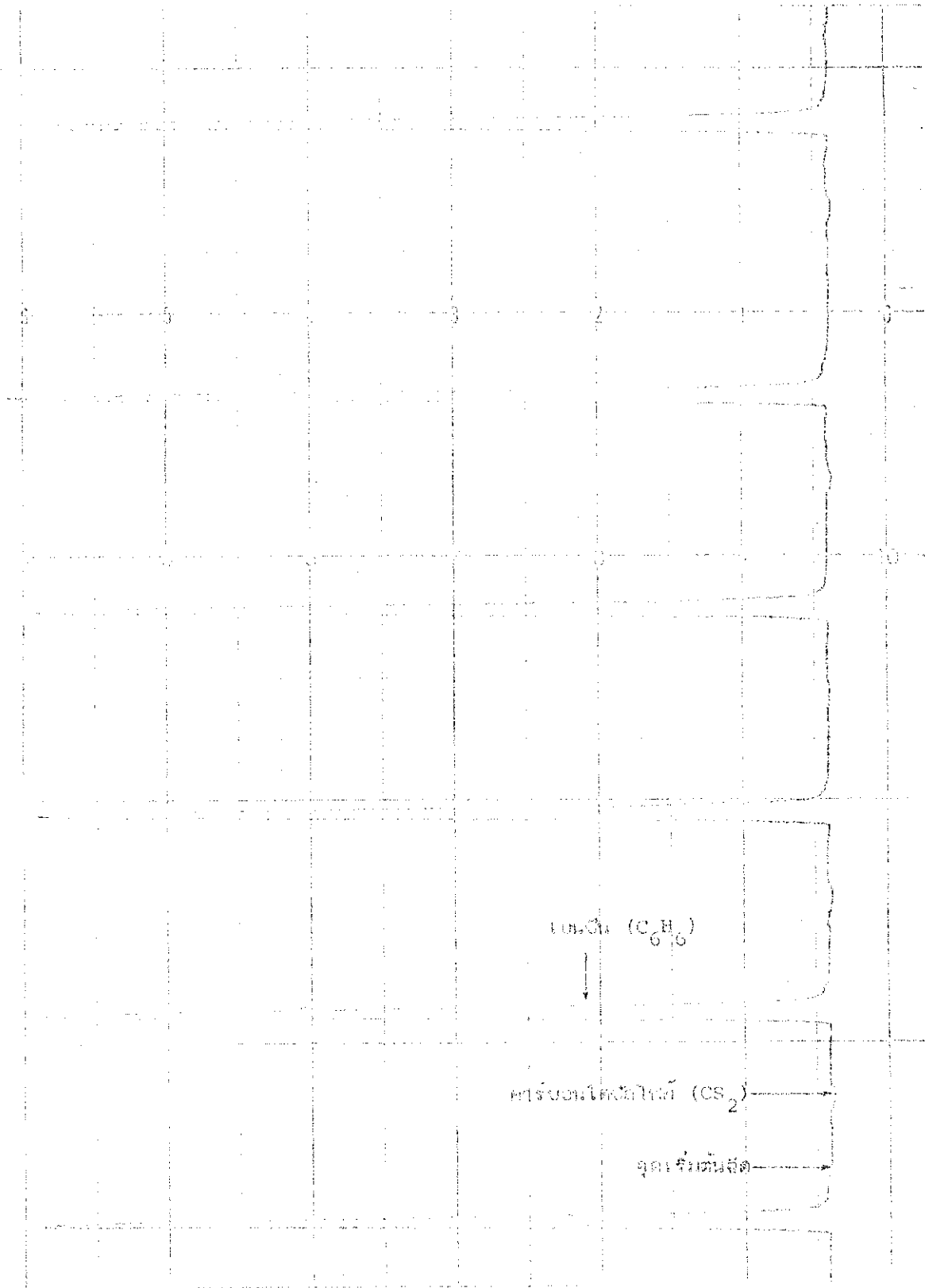
A คือ แอติวาทเตตซาร์ โกลส่าเลน 100 กิโลกรัม

B คือ แอติวาทเตตซาร์ โกลส่าเลน 50 กิโลกรัม

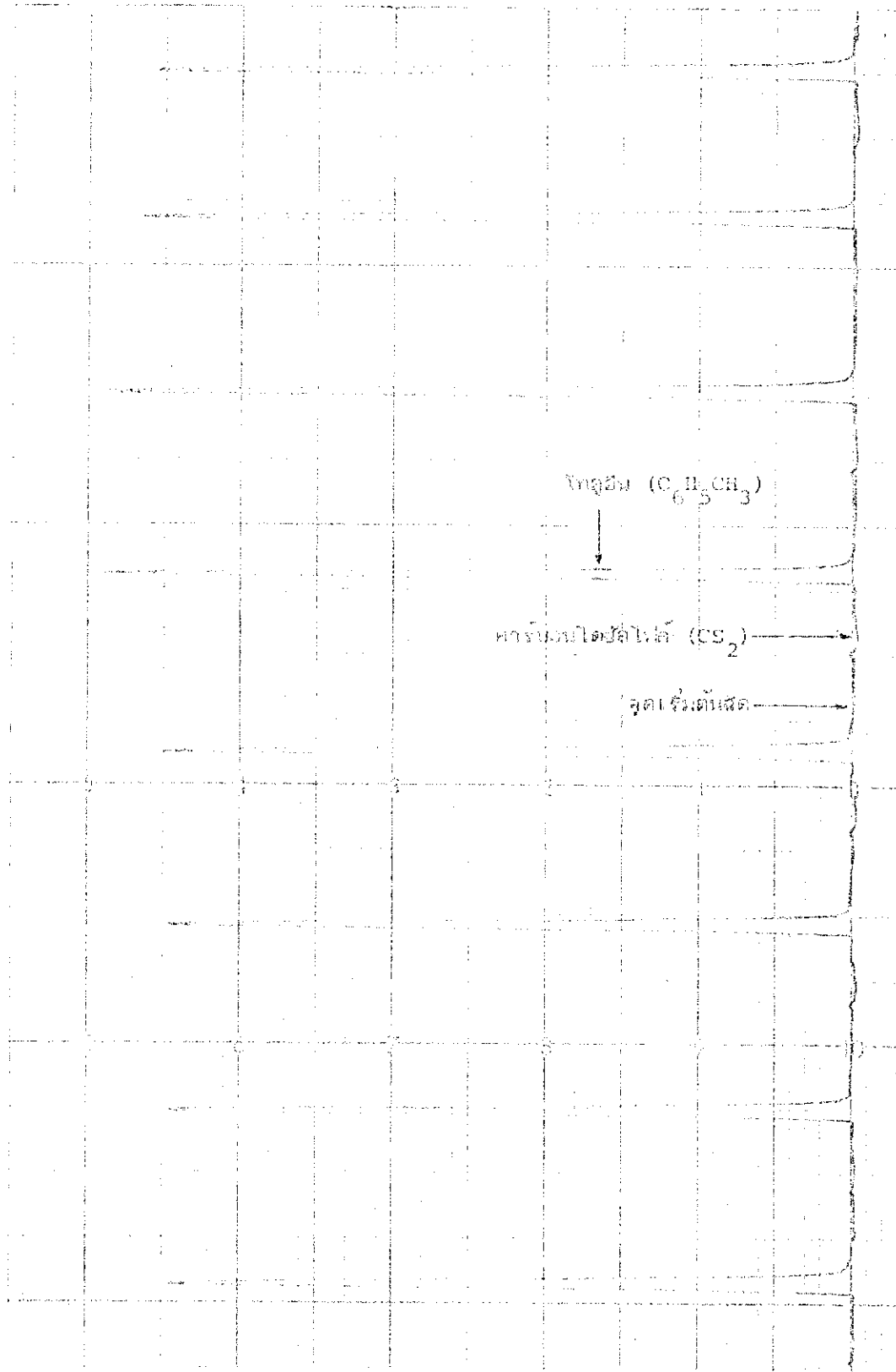
ภาพประกอบ 1 ลักษณะของท่อตซาร์โกล



ภาพประกอบ 2 เครื่องมือวัดความดันอากาศที่ลดลงขณะดูดอากาศผ่านหลอดซาร์โคล



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของสารละลายเบนซีนในคาร์บอนไดซัลไฟด์



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่าง โครมาโตแกรมของสารละลายโทลูอีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์

การศึกษาวิธีการเตรียมหลอดฆ่าเชื้อโคลสำหรับเก็บไอระเหยของสารอินทรีย์

ประเภทอาโรเมติกไฮโดรคาร์บอน

บทคัดย่อ

ของ

สำราญ พงษ์สุนทร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2525

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมหลอดยาร์โคล จากกะลามะพร้าวและไม้โกงกาง สำหรับใช้เก็บไอระเหยของ เบนซีนและโทลูอีน ซึ่งเป็นสารอันตรายประเภทไอโรเมติกไฮโดรคาร์บอน

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนและโทลูอีนของหลอดยาร์โคล ซึ่งบรรจุแอคติเวทเตดคาร์บอนขนาด 20/35 เมช ที่เตรียมจากกะลามะพร้าวและไม้โกงกาง โดยการเผาให้สัมผัสอากาศน้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 600, 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส และของหลอดยาร์โคลมาตรฐาน ผลปรากฏว่า หลอดยาร์โคลซึ่งเตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ เบนซีนดีกว่าหลอดยาร์โคลชนิดอื่น และดีกว่าหลอดยาร์โคลมาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบว่าหลอดยาร์โคลซึ่งเตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของ โทลูอีนดีกว่าหลอดยาร์โคลมาตรฐาน แต่มีประสิทธิภาพในการเก็บไอระเหยของโทลูอีนไม่แตกต่างกับหลอดยาร์โคลซึ่งเตรียมจากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส และหลอดยาร์โคลซึ่งเตรียมจากไม้โกงกางโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ยังมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับหลอดยาร์โคลมาตรฐานอีกด้วย

A STUDY OF CHARCOAL TUBE PREPARATION FOR THE COLLECTION OF
ORGANIC AROMATIC HYDROCARBON VAPORS

AN ABSTRACT

BY

SUMRARN PRUKSOONTHORN

Present in partial fulfillment of requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

July 1982

The purpose of this study is to search for the most suitable preparation method of charcoal tube from the coconut shell and mangrove. This preparation will be used in collecting organic aromatic hydrocarbon vapors. (benzene and toluene).

In the experiment, an activated charcoal with the size of 20/35 mesh was filled in the charcoal tube, was prepared from the coconut shell and mangrove which were burnt with the least exposition to air at three different temperatures: 600, 800 and 1,000°C respectively. The efficiency of collecting benzene and toluene vapors of the prepared charcoal tubes was compared with one another and with the standard charcoal tube. The results of this study reveal that the charcoal tube, which was filled with 1,000°C coconut shell activated charcoal, was the more effective than other charcoal tubes and more effective than the standard charcoal tube in collection of benzene vapor. Furthermore the charcoal tube, which was filled with 1,000°C coconut shell activated charcoal, was more effective than the standard charcoal tube, but it was the same effective as charcoal tube that was filled with 1,000°C mangrove activated charcoal in collecting toluene vapor. And the charcoal tube, which was filled with 1,000°C mangrove activated charcoal, was the same effective as the standard charcoal tube in collecting toluene vapor.