

### บทที่ 3

## วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินงานวิจัย

### สถานที่ทำการศึกษา

การดำเนินการศึกษาในครั้งนี้จะใช้สถานที่ทำการศึกษา 3 แห่งเป็นสถานที่ติดตามปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องทำการศึกษา และศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดของสถานที่ทำการศึกษาดังนี้

- 1.ห้องดองสัตว์ สาขาวิชาสัตววิทยา ดึกชีวิวิทยา 1 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2.ห้องพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดึกชีวิวิทยา 1 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 3.ห้องเก็บสารเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ชั้น 4 ดึกเคมี 3 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้เป็นสถานที่วิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ภายในห้องทำการศึกษา โดยเครื่องมือโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)

### วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. personal pump อัตราการไหล 1.0 ลิตรต่อนาที ของบริษัท SENSIDYNE (BDX 34)
2. เครื่องวัดอัตราการไหลแบบฟองสบู่ (soap bubble flowmeter)
3. LpDNPH cartridge ของบริษัท SUPELCO INC.
4. สารละลายมาตรฐาน 2,4 - Dinitrophenylhydrazine (Formaldehyde-DNPH) ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในอะซิโตรไนไตรล์ ของบริษัท SUPELCO INC.
5. สารละลายอะซิโตรไนไตรล์ (ACN)-UV grade
6. ก๊าซฮีเลียม - high purity grade
7. เครื่องมือ HPLC ของบริษัท Waters Associates

## 8. Isocratic HPLC system ประกอบด้วย

- 8.1 mobile phase reservoir
- 8.2 high pressure pump รุ่น waters™ 600 Pump
- 8.3 injection รุ่น water™ 717 plus Autosampler
- 8.4 Zorbax ODS (Dupont Instrument) หรือ C-18,reverse phase(RP) column หรือเทียบเท่า (25 cm × 4.6 mm ID)
- 8.5 Water™ 600 Controller
- 8.6 Photo diode Array Detector รุ่น Water™ 996)
- 8.7 Millennium® 2010 Chromatography Manager

## 9. เครื่องมือสำหรับกรองตัวทำละลาย ประกอบด้วย

- 9.1 Vacuum Pump 220 โวลต์, 50 เฮิร์ตซ
- 9.2 Funnel 300 มิลลิลิตร
- 9.3 Flask 1 ลิตร
- 9.4 Ground Joint Flask
- 9.5 Anodized Aluminum spring Clamp
- 9.7 Membrane Disk-FH
- 9.8 Membrane Disk-HA
- 9.9 Membrane Disk-GV

## 10. Water Autosampler Vial Accessories ประกอบด้วย

- 10.1 Clear Glass shell Vials 1 มิลลิลิตร
- 10.2 Polypropylene Snap Caps

## 11. BAKER SPE -24 G system ของบริษัท J.T.Baker,Inc.

- 12. Graduate Pipet ขนาด 1 มิลลิลิตร
- 13. ปีกเกอร์ ขนาด 5 มิลลิลิตร
- 14. ขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร, 10 มิลลิลิตร
- 15. เทอร์โมมิเตอร์
- 16. ไฮโกรมิเตอร์
- 17. เครื่องวัดความเร็วลม

## การดำเนินงานวิจัย

1. ทำการสำรวจปริมาณการใช้สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์โดยการสำรวจเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และอาจารย์ผู้ควบคุมดูแลห้องที่ทำการศึกษ

2. ทำการศึกษาสภาพห้องที่ทำการศึกษาซึ่งได้แก่ ห้องคองสต์วู ภาควิชาชีววิทยา ห้องพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องเก็บสารเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ดังภาพที่ 1, 2 และ 3 ในภาคผนวก ก ) โดยดูจากข้อมูลของหน่วยวางแผนกองแผนงาน ฝ่ายวางแผนและพัฒนา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เดือนตุลาคม 2533 รวมทั้งพิจารณาสภาพการใช้งานของห้อง และลักษณะการจัดเก็บสารที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

3. ทำการตรวจวัดหาระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษา

3.1 เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศเป็นแบบ Portable Sampling (ดังภาพที่ 4 ในภาคผนวก ก )ซึ่งใช้ Adsorbent Cartridges เป็นตัวดูดจับฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นไปตามการเก็บตัวอย่างอากาศแบบ Active ใน EPA Method

3.2 ทำการเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณที่มีการปฏิบัติงานตามความเหมาะสมโดยเก็บตัวอย่างอากาศสูงจากพื้น 1.50 เมตร และใช้อัตราการไหลของอากาศผ่านปั๊ม 1.0 ลิตรต่อนาที

3.3 เก็บตัวอย่างอากาศในเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนธันวาคม 2540 โดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศเดือนละ 1 ครั้ง ใช้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 30 นาที

4. ทำการศึกษายปัจจัยที่ทำให้มีระดับความเข้มข้นฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์

4.1 อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องที่ศึกษาโดยทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในห้อง โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ และวัดความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง (ดังภาพที่ 5 ในภาคผนวก ก )

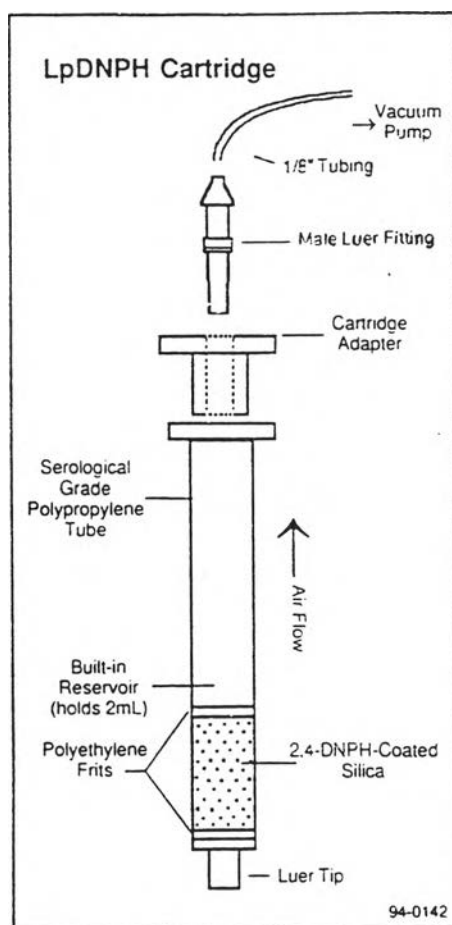
4.2 การระบายอากาศของห้องที่ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม (ดังภาพที่ 6 ในภาคผนวก ก )

5. ทำการวิเคราะห์หาระดับฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษาตามหัวข้อวิธีการIP-6A (1993) ใน EPA Method เพื่อที่จะวัดหาระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นในอากาศภายในห้องเหล่านั้น โดยมีขั้นตอนการทดลองโดยสังเขปดังนี้

### 5.1 การเตรียมรีเอเจนต์

5.1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน Formaldehyde-2,4 DNPH โดยใช้สารละลายมาตรฐาน Formaldehyde-2,4 DNPH 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในอะซิโตนไนไตรล์ของบริษัท SUPELCO INC เพื่อนำไปเตรียมกราฟเทียบมาตรฐาน

5.1.2 การเตรียม Sep - PAK<sup>®</sup> Cartridge โดยใช้ LpDNPH Cartridge ของบริษัท SUPELCO INC ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของ LpDNPH Cartridge

## 5.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

5.2.1 การเตรียมตัวอย่าง Cartridge ที่นำไปเก็บตัวอย่างอากาศแล้วต้องปิดผนึก และจุดที่ปลายของ Cartridge ทั้งสองข้างให้แน่นสนิท นำไปเก็บในตู้เย็นโดยไม่ควรเก็บตัวอย่าง ไว้เกิน 30 วัน และในการเก็บตัวอย่างอากาศแต่ละครั้งควรจะทำ Blank โดยใช้ Cartridge ที่ไม่ได้นำไปเก็บตัวอย่างอากาศ

5.2.2 Sample desorption นำ Cartridge ตัวอย่างต่อเข้ากับเครื่องชะสาร (ดังภาพที่ 7 ในภาคผนวก ค) จากนั้นชะ Cartridge ตัวอย่าง ด้วยอะซิโตรไนไตรล์ 2 มิลลิลิตรใส่ขวดวัด ปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยอะซิโตรไนไตรล์ให้ถึงขีดวัดปริมาตร และนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์โดยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (ดังภาพที่ 8 ในภาคผนวก ค) เพื่อหาพื้นที่ใต้พีคของสารตัวอย่าง

### 5.2.3 การวิเคราะห์โดยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

#### สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์

คอลัมน์ : Zorbax ODS (4.6 mm ID × 25 cm) หรือเทียบเท่า

เฟสเคลื่อนที่ : อะซิโตรไนไตรล์ 50% ต่อ น้ำ 50%, isocratic

เครื่องตรวจวัด : อัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 360 นาโนเมตร

อัตราการไหล : 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที

เวลาที่ใช้ในการหน่วงเหนี่ยว : 3.5 นาที

ปริมาตรการฉีดตัวอย่าง : 10 ไมโครลิตร

5.2.4 การทำกราฟเทียบมาตรฐาน โดยนำสารละลายมาตรฐาน Formaldehyde-2,4 DNP 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในอะซิโตรไนไตรล์ มาทำการแปรเปลี่ยนความเข้มข้นเป็น 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 5.0, 10.0, 20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร วิเคราะห์ซ้ำจุดละ 3 ครั้ง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

จากนั้นนำพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการฉีดและกราฟมาตรฐานมาคำนวณหาระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศต่อไปตามหัวข้อ IP-6A (1993) ใน EPA Method

6.ทำการทดลองเพื่อลดปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษำจำนวน 2 ห้อง ซึ่งได้แก่ ห้องคองสต์ว์ ภาควิชาชีววิทยา และห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

### 6.1 ห้องคองสต์ว์ ภาควิชาชีววิทยา

#### 6.1.1 ทำการเปิดพัดลมระบายอากาศพร้อมกับการเก็บตัวอย่างอากาศเป็นระยะ

เวลา 30 นาทีโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง

6.1.2 ทำการเปิดพัดลมระบายอากาศเป็นระยะเวลา 30 นาทีแล้วทำการเก็บตัวอย่างอากาศโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง

6.2 ห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยทำการเปิดพัดลมภายในห้องดังกล่าวเป็นระยะเวลา 30 นาที แล้วทำการเก็บตัวอย่างอากาศโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างระดับการปนเปื้อนของฟอร์มาลดีไฮด์ในห้องที่ทำการศึกษาทั้ง 3 ห้องกับระดับความเข้มข้นสูงสุดในระยะเวลา 30 นาที โดยใช้ t-test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น กับระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์โดยใช้ Regression analysis ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

หลังจากนั้นเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมเพื่อการจัดการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ รวมทั้งเพื่อให้ระดับการปนเปื้อนของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศในแต่ละห้องไม่เป็นอันตรายต่อบุคคลที่ต้องเข้าไปสัมผัส ซึ่งได้จากการค้นคว้าเอกสารหรือข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้ เช่น การเปลี่ยนชนิดสารเคมีที่ใช้ในการดองสัตว์ เป็นต้น