

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 การสำรวจภาคสนามขั้นต้น

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเทคนิควิธีการทดลองและวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่เหมาะสม รวมถึงสำรวจพื้นที่และประชากรที่ใช้ศึกษา โดยอาศัยข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัยและค่าจากการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เบื้องต้นด้วยพีเอสซีพีก๊าซแอมเปลอ จัดทำแบบสอบถาม ATS-DLD 78 (American Thoracic Society Division of Lung Diseases) ตามวิธีมาตรฐานของ Ferric B.G. ในปี 1978 โดยมีการทดสอบแบบสอบถามก่อนการนำไปใช้จริง

#### 3.2 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในเขตพื้นที่ที่มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่แตกต่างกันโดยแยกเป็นบริเวณที่มีก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงในเขตการจราจรคับคั่งกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ตัวอย่าง และพื้นที่ที่มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์น้อยในเขตมหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตศาลายา จังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่เปรียบเทียบโดยการเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นการเลือกอย่างเจาะจง โดยอาศัยการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในกรุงเทพมหานครและนครปฐมของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2541-2542 ดังแสดงในตารางที่ 3.1

#### 3.3 ประชากรที่ศึกษา กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ

ศึกษาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส(Personal Loading) ในกลุ่มนิสิตนักศึกษาซึ่งดำเนินชีวิตในเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาโดยใช้หลักการการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง(Purposive Sampling)

กลุ่มตัวอย่าง - ทำการศึกษาจากอาสาสมัครนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในเขต พื้นที่การจราจรคับคั่งกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

กลุ่มเปรียบเทียบ - ทำการศึกษาจากอาสาสมัครนักศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม จำนวน 15 คน

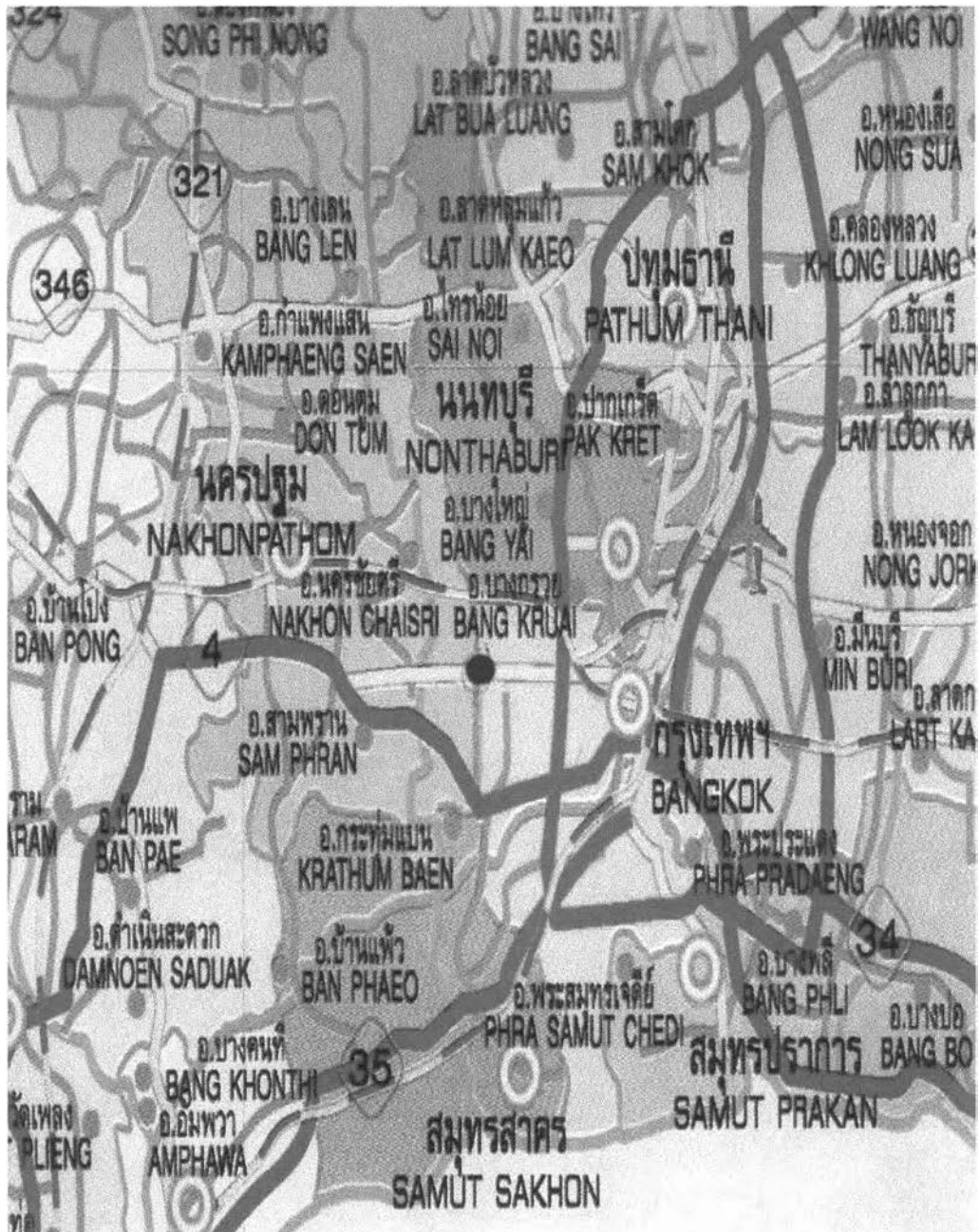
ตารางที่ 3.1 แสดงการสรุปข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมงใน กรุงเทพมหานครและนครปฐมในปี 2541 และปี 2542

จังหวัด	สถานี	ค่าเฉลี่ย1ชม(ppb) ปี 2541	ค่าเฉลี่ย1ชม(ppb) ปี 2542
กรุงเทพมหานคร	สนง.นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม	27.3	28.4
	สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	23.7	24.8
	ที่ทำการไปรษณีย์ราชภัฏบุรณะ	13.8	15.5
	กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา	15.3	12.4**
	สถาบันราชภัฏจันทรเกษม	-	-
	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	18.2	19.6
	สนง.การเคหะชุมชนคลองจั่น	19.4	17.8
	สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	31.1	32.0
	โรงเรียนนนทรีวิทยา	19.3	28.0**
	โรงเรียนสิงหราชพิทยา	14.9	24.1**
	สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี	31.6	33.9
	ที่พัkdำรวจจราจรบางกะปิ	24.1	28.3
เคหะชุมชนดินแดง	43.6	44.2**	
นครปฐม	มหาวิทยาลัยศิลปากร	6.70**	7.0**

หมายเหตุ : \*\* : ข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 50 / - : เครื่องมือขัดข้อง

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม





รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ตรวจวัดในเขตจังหวัดนครปฐม(พื้นที่เปรียบเทียบ)

### 3.4 การเตรียมการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

#### 3.4.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

1. แพลสติก๊าซแซมเปลอ ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ดังนี้ (แสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4)
  - ตลับใส่กระดาษกรองแบบ 3 ชั้น (Filter cassette/Filter holder) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร
  - กระดาษกรอง (Filter) ชนิดTeflonขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรขนาดรูพรุน (pore size) 2 ไมครอน Catalogue Number # F37200PT
  - กระดาษกรอง(Filter) ชนิด GF/Aขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรขนาดรูพรุน (pore size)1.6 ไมครอน Whatman Catalogue Number #1820 037
2. Protective Shelter หรือ อุปกรณ์ป้องกันแก๊สพิษจากสภาพแวดล้อมในการตรวจวัดภายนอกอาคาร (แสดงในรูปที่ 3.5-และ รูปที่ 3.6)
3. ไดคลอโรมีเทน ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) CAS. 75-09-2 UN. 1593
4. สารละลายที่ใช้ในการดูดจับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Absorbing Solution)
  - โซเดียมไอโอไดด์ (NAI) Catalogue Number 3708-01
  - โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (anhydrous pellets) CODE NO.480507 CAS.NO.1310-73-2 UN.1823
  - เมทานอล( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ของบริษัท Baker analyzed HPLC reagent Catalogue Number 9093-03
  - demineralised water
5. ถุงซีป (Sealable plastic bag)
6. Adhesive Labels
7. คีมปลายแหลม (Forcep)
8. Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. Laboratory sealing film ของ Whatman Catalogue Number 2150663
10. High purity nitrogen
11. เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง รุ่น TC205 ของบริษัท Denver instrument company
12. โถดูดความชื้น (dessicator)
13. วัสดุที่ใช้ในการหนีบแพลสติก๊าซแซมเปลอ
14. เข็อก

### 3.4.2 การทำความสะอาดกระดาศกรองและตลับใส่กระดาศกรอง

ทำความสะอาดกระดาศกรองและตลับกระดาศกรองแบบ 3 ชั้นก่อนการนำไปใช้ในการเก็บตัวอย่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการชะด้วย Demineralised water 2 ครั้ง
2. ทำการชะด้วยเมธานอล 1 ครั้ง
3. เป่าให้แห้งด้วย high purity nitrogen

### 3.4.3 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

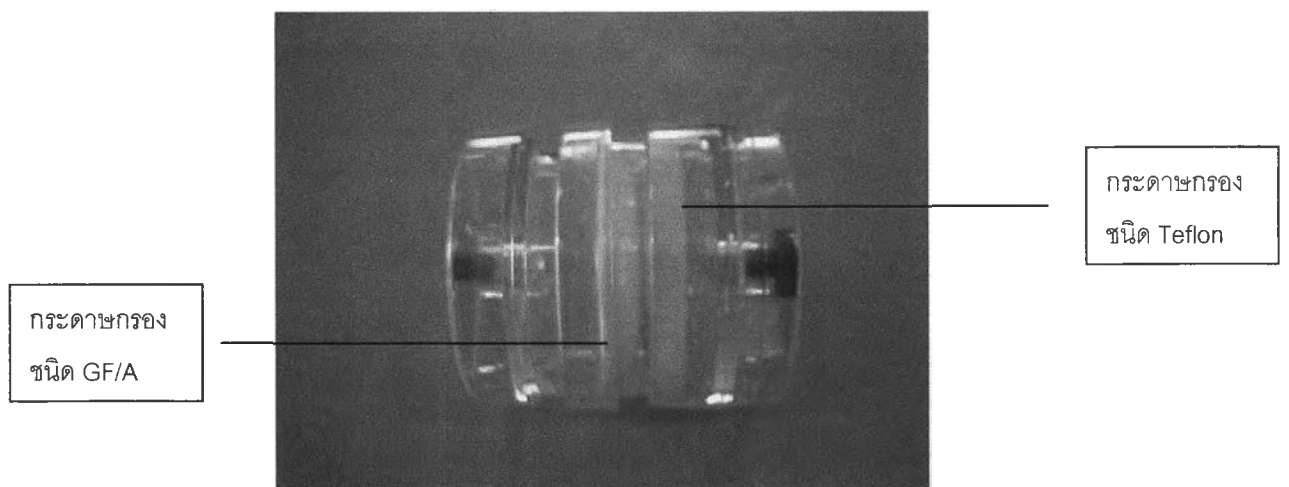
การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Absorbing solution) มีขั้นตอนดังนี้ ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.44 กรัม ใน Demineralised water ประมาณ 1 มิลลิลิตรเติมโซเดียมไอโอดด์ 3.95 กรัมและทำให้เป็นปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยเมธานอล

### 3.4.4 การเตรียมแพสซีฟก๊าซแอมเปลอสสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

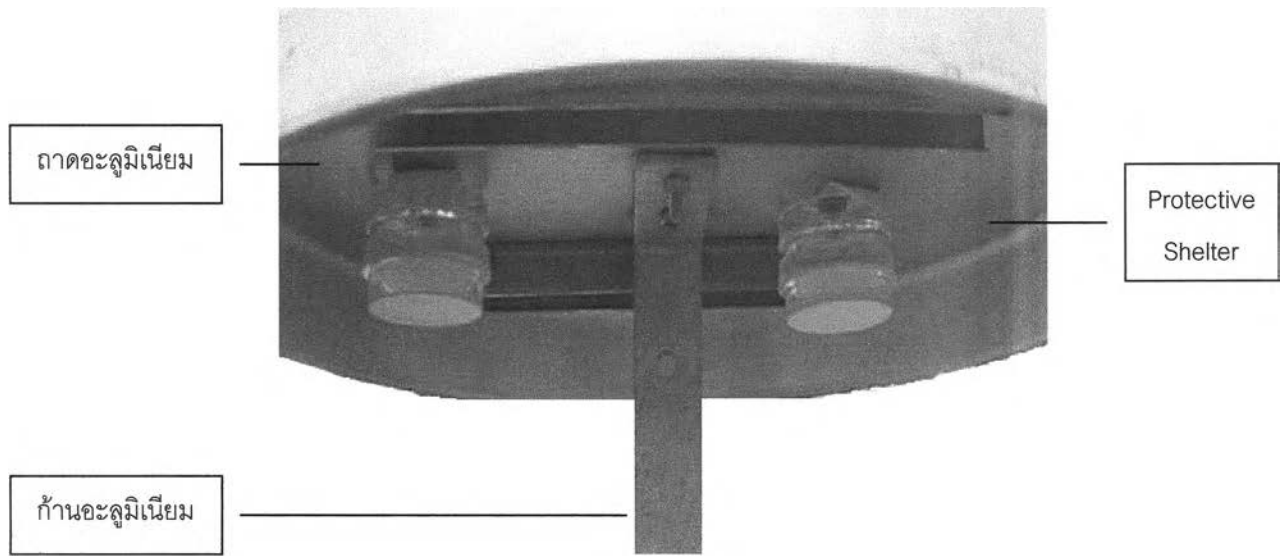
สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาวิจัยใช้แพสซีฟก๊าซแอมเปลอสซึ่งทำมาจากการดัดแปลงตลับกระดาศกรอง 3 ชั้นประกอบด้วยกระดาศกรองชนิด Teflon และ GF/A เพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์(พิจารณารูปที่3.3และ3.4)โดยขั้นตอนการดัดแปลงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ นำกระดาศกรองชนิด Teflon ติดส่วนประกอบที่ 2 ด้านบน (ส่วนกลาง) ของตลับกระดาศกรอง 3 ชั้น ด้วยไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) เสร็จแล้วรอให้ไดคลอโรมีเทนติดกระดาศกรองชนิดTeflon กับส่วนประกอบที่ 2 ของตลับกระดาศกรอง 3 ชั้นจนแนบและแห้งสนิทพอที่ไดคลอโรมีเทนจะไม่ติดกับส่วนประกอบที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่เป็นฝาปิดของอุปกรณ์แพสซีฟก๊าซแอมเปลอสโดยทำหน้าที่ป้องกันการปนเปื้อนก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างก๊าซมลพิษ ประกอบส่วนประกอบที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน นำกระดาศกรองชนิด GF/A ชุบด้วยAbsorbing solution และพลิกตลับกระดาศกรอง 3 ชั้นให้ส่วนประกอบที่ 1 อยู่ด้านล่างและส่วนประกอบที่ 2 อยู่ด้านบน วางกระดาศกรองซึ่งชุบสารเคมีที่ใช้ในการดูดซับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในส่วนประกอบที่ 2 ปิดด้วยส่วนประกอบที่ 3 นำ Laboratory Sealing Film พันรอบแพสซีฟก๊าซแอมเปลอสโดยเฉพาะในส่วนที่เป็นข้อต่อของทั้ง 3 ส่วนประกอบและขั้นสุดท้ายนำแพสซีฟก๊าซแอมเปลอสเก็บไว้ในถุงซิปลงโดยทำการไล่อากาศภายในถุงออกทำการปิดผนึกเพื่อทำให้แน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนของก๊าซมลพิษก่อนการเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของพาสตีฟก้าซแชมเปลอนในแนวตั้ง



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบของพาสตีฟก้าซแชมเปลอนในแนวนอน



รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งแพสซีฟก๊าซแชนเปลอกับอุปกรณ์ Protective Shelter



รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้ง Protective shelter บริเวณหลังคาสถาณีนีตรวจวัด กรมควบคุมมลพิษ



### 3.5 การศึกษาภาคสนาม

ในการศึกษาภาคสนามผู้ทำการศึกษาวิจัยทำการศึกษาภาคสนามโดยแบ่งการศึกษาภาคสนามออกเป็นสองส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และการตรวจวัดผลกระทบทางสุขภาพจากแบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย ดังนี้

#### 3.5.1 การตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

ผู้ทำการศึกษาวิจัยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ใน 3 ส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ บริเวณสถานีตรวจวัดกรมควบคุมมลพิษ, ในส่วนของกลุ่มเป้าหมาย และสถานศึกษา ดังนี้

##### 1. การเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีตรวจวัดกรมควบคุมมลพิษ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยแพลซีฟีก๊าซแซมเปลอ ณ สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษเพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการเก็บตัวอย่างแบบแพลซีฟด้วยอุปกรณ์แพลซีฟีก๊าซแซมเปลกับข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการเก็บตัวอย่างแบบแอคทีฟด้วย Chemiluminescence Detector ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยได้รับข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการตรวจวัดด้วย Chemiluminescence Detector จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (Validation Method)

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยแพลซีฟีก๊าซแซมเปลอ ณ สถานีตรวจวัด โชคชัย 4 ของกรมควบคุมมลพิษ (PCD station) ในระหว่างวันที่ 9-12 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 และ วันที่ 14-16 พฤษภาคม พ.ศ.2543 โดยทำการตรวจวัดตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วันโดยแต่ละวันที่ทำการตรวจวัดใช้แพลซีฟีก๊าซแซมเปลอ 2 ตัวอย่างเพื่อเป็นการทำซ้ำ

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บริเวณสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษใน 3 สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษเพื่อทำการศึกษาปริมาณก๊าซไนโตรเจนได

ออกไซด์ใน 3 สถานีตรวจวัด โดยแต่ละวันที่ทำการตรวจวัดใช้แพสซีฟก๊าซแชนเปลอ 2 ตัวอย่าง เพื่อเป็นการทำซ้ำเช่นเดียวกัน

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยแพสซีฟก๊าซแชนเปลอ ตามรายละเอียดดังนี้

- สถานีตรวจวัดสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (OEPP) ทำการตรวจวัดตลอด 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 6- 15 มีนาคม พ.ศ. 2543 เป็นระยะเวลา 10 วัน
- สถานีตรวจวัดโชคชัย 4 ทำการตรวจวัดตลอด 24 ชั่วโมงในระหว่างวันที่ 9-12 พฤษภาคม พ.ศ.2543 และ วันที่ 14-16 พฤษภาคม พ.ศ.2543เป็นระยะเวลา 7 วัน
- สถานีตรวจวัดดินแดง ทำการตรวจวัดตลอด 24 ชั่วโมงในระหว่างวันที่ 5-10 พฤษภาคม พ.ศ.2543 เป็นระยะเวลา 6 วัน

## 2. การเก็บตัวอย่างในส่วนของกลุ่มเป้าหมาย แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส (Personal exposure) ในกลุ่มเป้าหมายเพื่อการศึกษาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่กลุ่มเป้าหมายได้รับสัมผัส โดยในการเก็บตัวอย่างทำการติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอในบริเวณใกล้ Breathing Zone ของกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในกลุ่มเป้าหมายด้วยแพสซีฟก๊าซแชนเปลอ ในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.2542 – กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 ในการตรวจวัดกลุ่มเป้าหมายผู้ร่วมทดลองต้องทำการติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอทั้งขณะอยู่นอกและภายในที่พักอาศัย โดยเมื่อกลุ่มเป้าหมายเริ่มออกภายนอกที่พักอาศัยทำการติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอสำหรับการตรวจวัดขณะอยู่นอกที่พักอาศัยและทำการเปลี่ยนแพสซีฟก๊าซแชนเปลอสำหรับการตรวจวัดภายในที่พักอาศัยเมื่อกลุ่มเป้าหมายอยู่ในที่พักอาศัย โดยสรุปกลุ่มเป้าหมายจะได้รับแพสซีฟก๊าซแชนเปลอในการเก็บตัวอย่าง 2 ตัวอย่างโดยแบ่งเป็น

- การติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอขณะกลุ่มเป้าหมายอยู่นอกที่พักอาศัย
- การติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอขณะกลุ่มเป้าหมายอยู่ในที่พักอาศัย

รวมระยะเวลาในการตรวจวัดด้วยแฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอทั้งการได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้งภายในและภายนอกที่พักอาศัย คือ 24 ชั่วโมงโดยในการตรวจวัดทำการสุ่มการตรวจวัดทั้งหมด 3 ครั้ง

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยของกลุ่มเป้าหมาย

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยของกลุ่มเป้าหมายในระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ.2542 - กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 ในการตรวจวัดทำการติดตั้งแฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอบริเวณศูนย์กลางห้องครัวหรือสถานที่ที่กลุ่มเป้าหมายใช้ในการประกอบอาหารเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยในการตรวจวัดทำการสุ่มการตรวจวัดทั้งหมด 3 ครั้ง

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายนอกที่พักอาศัยของกลุ่มเป้าหมายเพื่อทำการศึกษาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในที่พักอาศัยของกลุ่มเป้าหมาย

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยแฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอภายนอกที่พักอาศัย ในระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ.2542 - กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 โดยทำการติดตั้งแฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอบริเวณชั้นที่ 2 ในสถานที่โล่งไม่ได้รับการบดบังจากสิ่งกีดขวางภายนอกโครงสร้างที่พักอาศัยเพื่อเป็นตัวแทนของบรรยากาศบริเวณภายนอกที่พักอาศัยระยะเวลาในการตรวจวัด 24 ชั่วโมง โดยการตรวจวัดทำการสุ่มการตรวจวัดทั้งหมด 3 ครั้ง

### 3. การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษา

*การตรวจวัด* ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษาด้วยแฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอโดยระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง ตามรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษาสำหรับพื้นที่เปรียบเทียบทำการเก็บตัวอย่างบริเวณชั้น 3 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตศาลายา ระหว่างวันที่ 14-16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 (ฤดูหนาว) โดยแต่ละวันที่ทำการตรวจวัดใช้แฟลชซีพีก๊าซแชนเปลอ 2 ตัวอย่างเพื่อเป็นการทำซ้ำ

- การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษาสำหรับพื้นที่ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณชั้น 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยระหว่าง เดือน ธันวาคม พ.ศ.2542 - กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543 และเดือน มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ.2543 โดย การตรวจวัดจำแนกเป็นการตรวจวัดในภาคปลายการศึกษา (ช่วงฤดูหนาว) เป็นระยะเวลา 30 วัน และภาคฤดูร้อน(ช่วงฤดูร้อน)เป็นระยะเวลา 30 วันโดยแต่ละวันที่ทำการตรวจวัดใช้แพคเกจก๊าซแซมเปิล 2 ตัวอย่างเพื่อเป็นการทำซ้ำ

### 3.5.2 การตรวจวัดผลกระทบทางด้านสุขภาพ

ผู้ทำการศึกษาวิจัยทำการศึกษาผลกระทบทางด้านสุขภาพจากแบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย ซึ่งแบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับอาการแสดงทาง ระบบทางเดินหายใจ สำหรับผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ปี โดยผู้ศึกษาวิจัยทำการสอบถามข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายทั้งกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบเป็นรายบุคคลเพื่อความเข้าใจ ในคำถามของแบบสอบถามและคำตอบที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากที่สุดของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งในแบบสอบถามประกอบด้วยส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่ (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดง ในภาคผนวก ก)

ส่วนที่ 1. แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป

- อายุ
- สถานที่เกิด
- ระดับการศึกษา
- สถานที่อยู่ปัจจุบัน
- จำนวนสัตว์เลี้ยง
- เชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร
- ชนิดของครัว
- ลักษณะการเดินทาง
- ระบบระบายอากาศ

ส่วนที่ 2. แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ

- อาการไอ
- อาการมีเสมหะ
- อาการไอร่วมกับการมีเสมหะ
- อาการหายใจมีเสียง

- อาการหายใจขัด
- อาการแน่นหน้าอก
- ความเจ็บป่วยในอดีต

ส่วนที่ 3. แบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการทำงาน

ส่วนที่ 4. แบบสอบถามเกี่ยวกับการสูบบุหรี่

ส่วนที่ 5. แบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติความเจ็บป่วยในครอบครัว

โดยผลจากการสอบถามจากแบบสอบถามที่ได้นำไปวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานการคำนวณของ Epidemiology Standardization Project (Benjamin G. Ferris, MD. : Principle Investigation. ;1978)

การวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78 ฉบับภาษาไทย เฉพาะในส่วนของอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจ ตามวิธีการของ Ferris ในส่วนของ Non Specific Respiratory Disease (NSRD) ซึ่งการแยกประเภทของโรคสามารถจำแนกได้จากข้อมูลของแบบสอบถาม ดังนี้

1. หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic Bronchitis) คือการตอบใช่ในข้อที่มีอาการมีเสมหะทั้งวันหรือมากกว่า 4-6 ครั้งต่อวัน หรือมีมากกว่า 4 วันต่อสัปดาห์หรือมีเสมหะตลอดระยะเวลา 3 เดือนติดต่อกันขึ้นไป

2. หลอดลมอักเสบระยะเฉียบพลัน (Acute Bronchitis) ตอบใช่ในข้อที่มีอาการไอร่วมกับการมีเสมหะเป็นเวลา 3 สัปดาห์หรือมากกว่า

3. หอบหืด (Asthma) คือตอบใช่ในข้อที่หายใจมีเสียงทั้งวันหรือทั้งคืนและได้รับการตรวจรักษาจากแพทย์

4. โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease :COPD) คือตอบใช่ในข้อที่มีอาการหายใจมีเสียงตลอดทั้งวันหรือทั้งคืนร่วมกับการมีอาการหายใจขัด และต้องหยุดพักหายใจในขณะอยู่บนพื้นราบ

ในขณะที่อาการของ Persistent Cough and Phelegm (PCP) อาการไอและมีเสมหะเรื้อรังสามารถจำแนกได้จากข้อมูลจากแบบสอบถามดังนี้

1. มีอาการไอบ่อยครั้ง (ข้อ7A)และมีอาการไอเป็นเวลา 3 ปีหรือมากกว่า(ข้อ7F)
2. มีเสมหะเป็นประจำ (ข้อ8A) และมีอาการเหล่านี้เป็นเวลา 3 ปีหรือมากกว่า (ข้อ8F)

### 3.6 ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

#### 3.6.1 การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ณ.สถานีตรวจวัด กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (PCD station)

1. นำ Protective shelter ซึ่งประกอบไปด้วยถาดอะลูมิเนียม และ ก้านอะลูมิเนียมติดตั้งบริเวณหลังคาสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ โดยการนำกระดาษกาวผูกติดก้านอะลูมิเนียมกับโครงสร้างในการยึดติดที่เหมาะสมในที่นี้เป็นโครงสร้างอะลูมิเนียมบริเวณหลังคาสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ ดังภาพที่ 3.6
2. นำพลาสติกก๊าซแซมเปิลที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมพลาสติกก๊าซแซมเปิลสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (พิจารณาหัวข้อ 3.4.4) ออกจากถุงซีปและนำ laboratory sealing film ซึ่งพันรอบพลาสติกก๊าซแซมเปิลออกเพื่อเตรียมพร้อมในการติดตั้งกับ Protective shelter
3. นำพลาสติกก๊าซแซมเปิลติดตั้งกับ Protective shelter บริเวณถาดอะลูมิเนียมด้วยกระดาษกาว 2 หน้า และเปิดส่วนประกอบที่ 1 ของพลาสติกก๊าซแซมเปิลออก ในลักษณะดังภาพ 3.5 พร้อมทั้งทำการบันทึกเวลา และ วัน/เดือน/ปี ในการเริ่มเก็บตัวอย่างบน adhesive label ซึ่งติดอยู่บนถุงซีป
4. ทำการตรวจสอบให้แน่ใจว่าส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ก้านอะลูมิเนียมของ Protective shelter กับโครงสร้างในการยึดติดในที่นี้คือโครงอะลูมิเนียมและพลาสติกก๊าซแซมเปิลกับถาดอะลูมิเนียมของ Protective shelter ได้ถูกยึดติดอย่างแน่นหนามากพอ
5. หลังระยะเวลาในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 24 ชั่วโมงนำพลาสติกก๊าซแซมเปิลออกจาก Protective shelter (ซึ่งพลาสติกก๊าซแซมเปิลขณะนี้ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่ 2 และ 3 ) พร้อมทั้งปิดพลาสติกก๊าซแซมเปิลด้วยส่วนประกอบที่ 1 ทำการปิดผนึกด้วย laboratory sealing film และบรรจุลงในถุงซีป

6. ทำการบันทึก เวลาและวัน/เดือนปีในการสิ้นสุดการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ลงบน adhesive label ซึ่งติดอยู่บนถุงซิปลง (ถุงซิปลเดิมในข้อ3)
7. เมื่อต้องการทำการตรวจวัดในครั้งต่อไป ทำการตรวจวัดดังข้อ 2-6

### 3.6.2 การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสของกลุ่มเป้าหมาย

1. นำแพสซีฟก๊าซแชนเปลอที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมแพสซีฟก๊าซแชนเปลอสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ออกจากถุงซิปลงและนำ laboratory sealing film ซึ่งพันรอบแพสซีฟก๊าซแชนเปลอออก
2. ติดอุปกรณ์ที่ใช้ในการหนีบแพสซีฟก๊าซแชนเปลอซึ่งประกอบไปด้วยตัวหนีบและที่ร้อยเชือกบริเวณขอบของส่วนประกอบที่ 3 ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการหนีบนั้นจะล็อคพอดีกับขอบของส่วนประกอบที่ 3 พร้อมทั้งนำเชือกมาร้อยในที่ร้อยเชือกเพื่อใช้ในการติดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอกับกลุ่มเป้าหมาย
3. นำแพสซีฟก๊าซแชนเปลอจากขั้นตอนที่ 2 มาเปิดส่วนประกอบที่ 1 ออก และแขวนไว้ที่กลุ่มเป้าหมายในบริเวณที่ใกล้ระยะหายใจของร่างกายของกลุ่มเป้าหมายมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (breathing zone) เพื่อค่าที่ได้ในการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสของกลุ่มเป้าหมายจะใกล้เคียงกับค่าที่กลุ่มเป้าหมายได้รับสัมผัสจริงมากที่สุด ในลักษณะดังรูปที่ 3.7 พร้อมทั้งทำการจดบันทึกเวลาและวัน/เดือนปีในการเริ่มต้นในการเก็บตัวอย่างใน adhesive label บนถุงซิปลง
4. เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการตรวจวัดทำการปิดแพสซีฟก๊าซแชนเปลอด้วยส่วนประกอบที่ 1 ของแพสซีฟก๊าซแชนเปลอและปิดผนึกด้วย laboratory sealing film พร้อมทั้งบรรจุลงในถุงซิปลง (ในการศึกษาการได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ของกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็นการตรวจวัดขณะอยู่ภายนอกและภายในที่อยู่อาศัยดังนั้นระยะเวลาในการตรวจวัดขึ้นอยู่กับกิจกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน)

5. ทำการบันทึก เวลาและวัน/เดือน/ปี ในการสิ้นสุดการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสของกลุ่มเป้าหมายลงบน adhesive label ซึ่งติดอยู่บนถุงชิป (ถุงชิปเดิมในข้อที่ 3)
6. ทำการเปลี่ยนแพสซีฟก๊าซแซมเปิลเพื่อทำการตรวจวัดครั้งต่อไปและปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1-5



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะการติดแพสซีฟก๊าซแซมเปิลในกลุ่มเป้าหมาย



### 3.6.3 การเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายใน-ภายนอกที่อยู่อาศัยของกลุ่มเป้าหมายและภายในสถานศึกษา

1. นำแพสซีฟก๊าซแซมเปิลที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมแพสซีฟก๊าซแซมเปิลสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ออกจากถุงซิปลงและนำ laboratory sealing film ซึ่งพันรอบแพสซีฟก๊าซแซมเปิลออก
2. ทำการเตรียมแพสซีฟก๊าซแซมเปิลเช่นเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในข้อที่ 2
3. ทำการติดตั้งแพสซีฟก๊าซแซมเปิลที่ผ่านขั้นตอนจากข้อที่ 2 โดยการแขวนแพสซีฟก๊าซแซมเปิลในบริเวณศูนย์กลางห้องครัวหรือสถานที่ที่ใช้ในการประกอบอาหารในกรณีที่ทำกรเก็บตัวอย่างภายในที่พักอาศัยโดยการติดตั้งนั้นควรสูงกว่าระดับพื้น 1.5 เมตรและทำการติดตั้งแพสซีฟก๊าซแซมเปิลที่ผ่านขั้นตอนที่ 2 โดยการแขวนแพสซีฟก๊าซแซมเปิลบริเวณภายนอกโครงสร้างที่พักอาศัยในบริเวณโล่งแจ้งและปลอดภัยจากสิ่งรบกวนในชั้น 2 ในกรณีที่ทำกรเก็บตัวอย่างภายนอกที่พักอาศัย
4. สำหรับการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บริเวณสถานศึกษาทำการติดตั้งแพสซีฟก๊าซแซมเปิลที่ผ่านขั้นตอนในข้อที่ 2 โดยการแขวนแพสซีฟก๊าซแซมเปิลบริเวณชั้น 4 ภายนอกโครงสร้างตัวตึกในบริเวณโล่งแจ้งและปลอดภัยปราศจากสิ่งรบกวนในพื้นที่ตัวอย่างและทำการติดตั้งแพสซีฟก๊าซแซมเปิลโดยการแขวนบริเวณชั้นที่ 3 ในพื้นที่เปรียบเทียบ
5. เปิดสว่นประกอบที่ 1 ออกพร้อมทั้งบันทึกเวลาและวัน/เดือน/ปีในการเริ่มต้นการเก็บตัวอย่างใน Adhesive label ซึ่งอยู่บนถุงซิปล
6. หลังระยะเวลาในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 24 ชั่วโมง ปิดแพสซีฟก๊าซแซมเปิลแซมเปิลด้วยสว่นประกอบที่ 1 ของแพสซีฟก๊าซแซมเปิล พร้อมทั้งทำการจดบันทึกเวลาและวัน/เดือน/ปี การสิ้นสุดการตรวจวัดบน Adhesive label ซึ่งอยู่บนถุงซิปลเดิมในข้อที่4และเมื่อต้องการทำการตรวจวัดในครั้งต่อไปทำการตรวจวัดตามขั้นตอนที่1-4

### 3.7 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในห้องปฏิบัติการ

#### สารเคมี

1. Demineralised Water
2. Methanol
3. sodium nitrite ( $\text{NaNO}_2$ )
4. sodium iodide ( $\text{NaI}$ )
5. sulphanilic acid ( $4\text{-(NH}_2\text{)C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ )
6. N-1-naphthyethylene diamine dihydrochloride ( $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2$ )
7. Orthophosphoric acid ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
8. Coloring Reagent (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทำกรวิเคราะห์)

ละลาย sulphanilic acid 0.8 กรัม และ N-1-naphthyethylene diamine dihydrochloride 0.02 กรัม ด้วย Orthophosphoric acid 0.8 มิลลิลิตร เติมน Demineralised Water จนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตรใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

9.  $\text{NaI}$  Solution สำหรับการเจือจาง Working Standard

ละลาย sodium iodide 0.79 กรัม ใน demineralised water 1 ลิตร

10. Stock standard Sodium Nitrite ( $0.1\text{M NaNO}_2$ )

ละลาย sodium nitrite 0.69 กรัม ใน demineralised water 100 มิลลิลิตร

11. Working standard ( $100 \mu\text{M NaNO}_2$ )

เจือจาง Stock standard 0.1 มิลลิลิตร ใน  $\text{NaI}$  solution 100 มิลลิลิตร

#### เครื่องมือ (Equipment)

1. Spectrophotometer รุ่น genesys 5 ใช้กับ cuvet ขนาดความจุ 4 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง รุ่น TC205 ของบริษัท Denver instrument company
3. ถูขีป
4. Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตรและ 1 ลิตร
5. แท่งแก้วและหลอดทดลอง
6. ปีกเกอร์
7. Autopipette
8. คีมคีบปลายแหลม(forcep)

## การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐาน 6 สารละลายมาตรฐานตามตารางดังต่อไปนี้

Working Standard (mL)	NaI Solution (mL)	ความเข้มข้นสุทธิ ( $\mu\text{M}$ )	ความยาวคลื่น $\lambda_{\text{max}} = 540 \text{ nm}$
2.00	4.00	100	1.045
1.50	4.50	75	0.798
1.00	5.00	50	0.555
0.40	5.60	20	0.241
0.10	5.90	5	0.080
-	6.00	0	0.000

### การสกัด กระจกกรองตัวอย่าง (Extraction of sample filter)

หลังการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยแพสซีฟก๊าซแชนเปลดตามขั้นตอนดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ทำการแกะ Laboratory sealing film ออก ใช้คีมคีบปลายแหลมคีบกระจกกรองตัวอย่าง (sample filter) จากส่วนที่ใช้ในการบรรจุกระจกกรองตัวอย่าง จากแพสซีฟก๊าซแชนเปลด บรรจุลงในถุงซิปปิ เต็ม demineralised water 5 มิลลิลิตร เพื่อสกัด nitrite จากกระจกกรองตัวอย่าง ทั้งกระจกกรองตัวอย่างที่ผ่านการสกัด nitrite เป็นระยะเวลาข้ามคืนก่อนการนำมาสู่ขั้นตอนในการวิเคราะห์

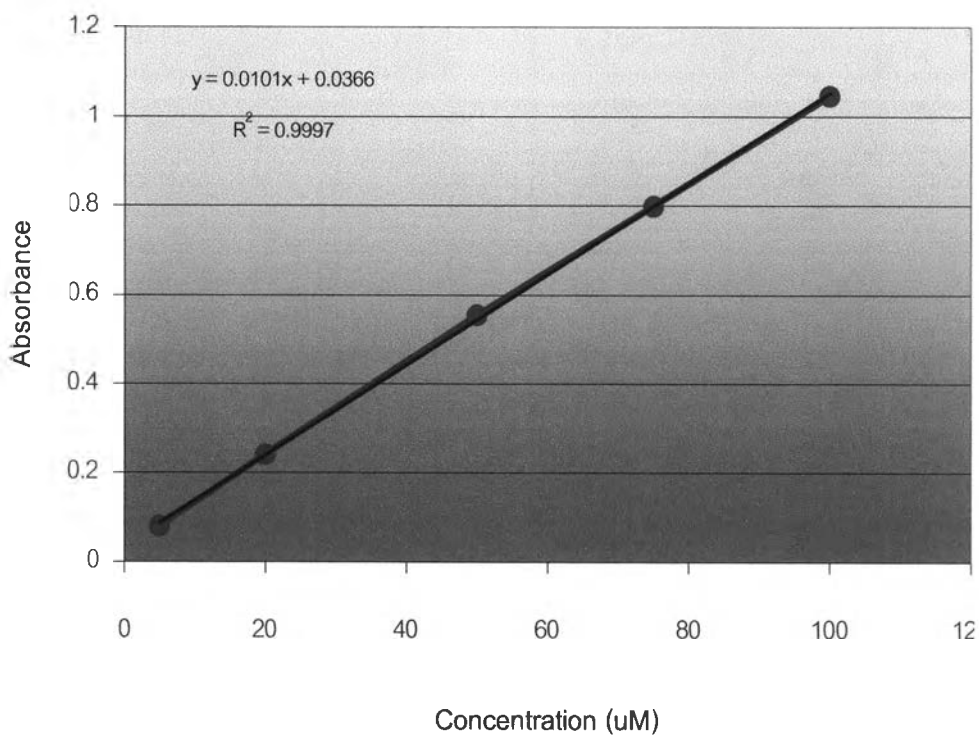
### การวิเคราะห์กระจกกรองตัวอย่าง

นำสารละลายที่เกิดจากขั้นตอนการสกัดกระจกกรองตัวอย่างดังข้างต้นจำนวน 2 มิลลิลิตร บรรจุลงในหลอดทดลอง และเจือจางด้วย demineralised water จำนวน 4 มิลลิลิตร

เติม coloring solution จำนวน 2 มิลลิลิตร ในสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานเขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 15 นาทีเพื่อให้สีพัฒนาเป็นสีชมพูอย่างสมบูรณ์นำไปวัดด้วย Spectrometer ที่  $\lambda_{\text{max}} = 540$  นาโนเมตรเพื่ออ่านค่าความยาวคลื่นของตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน

### กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

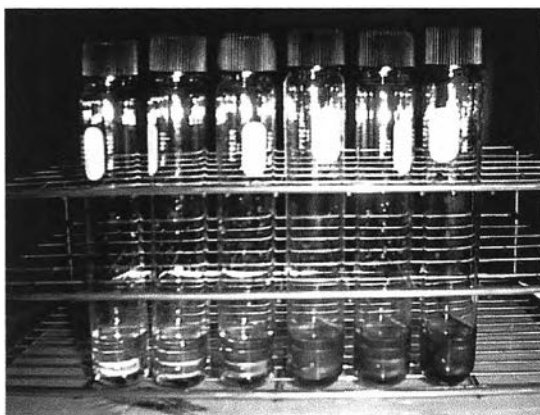
สร้างกราฟมาตรฐานระหว่าง ความยาวคลื่นจากการวัดด้วย Spectrometer ที่  $\lambda_{max} = 540$  นาโนเมตรและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของ Nitrite ในตัวอย่างและนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้ แสดงดังรูปที่ 3.8



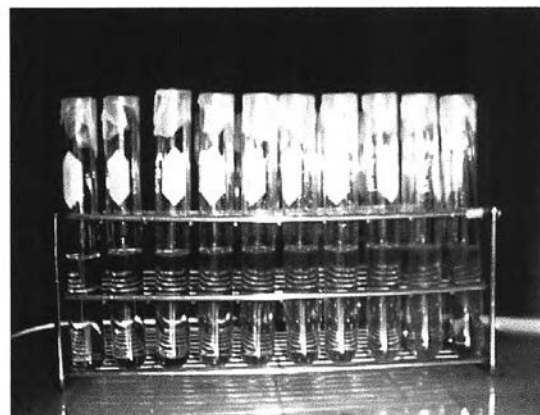
รูปที่ 3.8 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ nitrite



ก.



ข.

รูปที่ 3.10 แสดง ก. สารละลายมาตรฐานที่ผ่านขั้นตอนการเติม coloring solution

ข. ตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการเติม coloring solution

## การคำนวณปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

การคำนวณปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สามารถคำนวณได้ตามสมการดังต่อไปนี้

$$[\text{NO}_2] = \frac{[\text{NO}_2]V L}{DA t} \quad (3.1)$$

- $[\text{NO}_2]$  = ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีหน่วยเป็นนาโนโมลต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{nmol}/\text{m}^3$ )
- $[\text{NO}_2]$  = ความเข้มข้นของnitriteในตัวอย่างมีหน่วยเป็นไมโครโมลาร์ ( $\mu\text{M}$ )
- $V$  = ปริมาตรของ demineralised waterที่ใช้ในการสกัดกระดาษกรองตัวอย่างมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร (mL)
- $D$  = ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่เท่ากับ  $1.54 \times 10^{-5}$  มีหน่วยเป็นตารางเมตรต่อวินาที ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
- $L$  = ความยาวของเส้นทางในการแพร่ (diffusion path) ของแพลส์ซีพีก๊าซแชนเปลมมีหน่วยเป็นเมตร (m)
- $A$  = พื้นที่หน้าตัดของเส้นทางในการแพร่(diffusion path)ของแพลส์ซีพีก๊าซแชนเปลมมีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $\text{m}^2$ )
- $t$  = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างมีหน่วยเป็นวินาที (s)

## การเปลี่ยนหน่วย

การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ให้อยู่ในรูป ppbv สามารถทำได้ดังสมการต่อไปนี้

$$[\text{ppbv}] = \frac{[\text{NO}_2]RT}{1000} \quad (3.2)$$

- $[\text{NO}_2]$  = ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีหน่วยเป็นนาโนโมลต่อลูกบาศก์เมตร( $\text{nmol}/\text{m}^3$ )
- $R$  = ค่าคงที่ของก๊าซมีค่าเท่ากับ  $0.0821(\text{L} \cdot \text{atm}/\text{mol} \cdot \text{k})$
- $T$  = อุณหภูมิระหว่างการเก็บตัวอย่างมีหน่วยเป็นเคลวิน(K)

### 3.8 การแปลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างภาคสนามทั้งในส่วนของการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และการตรวจวัดผลกระทบสุขภาพจากแบบสอบถาม ATS-DLD 78ฉบับภาษาไทยมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science for Window) โดยพิจารณาจากสถิติดังต่อไปนี้

- สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย(Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) ค่าร้อยละ(Percentage) พิสัย(Range)และค่าฐานนิยม(Mode)
- สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) ใช้ในการทดสอบสมมติฐานและเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

โดยการนำผลที่ได้เสนอในรูปแบบของ ตาราง กราฟและการพรรณนาซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจำแนกตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.ศึกษาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากแพสซีฟก๊าซแชนเปลอกับข้อมูลที่ได้จาก chemiluminescence Detector ณ.สถานีตรวจวัดไซคซัย 4 โดยใช้ linear regression

2.วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ใน 3 สถานีตรวจวัด ได้แก่ไซคซัย 4 ดินแดงและสำนักงานนโยบายและแผน ด้วย ค่าเฉลี่ย(Mean) พิสัย(Range) และเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ใน3สถานีตรวจวัดที่ทำการตรวจวัดจากแพสซีฟก๊าซแชนเปลอในระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด

3.วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส (personal exposure)ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงกับข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยและภายในที่พักอาศัยและวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยกับภายในที่พักอาศัยด้วยสถิติlinear regression

4.วิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายในและภายนอกที่พักอาศัยกับปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัย(ระยะเวลาในการตรวจวัด 24 ชั่วโมง)และภายนอกที่พักอาศัย(ระยะเวลาในการตรวจวัด 24 ชั่วโมง)และวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยและภายนอกที่พักอาศัยด้วยสถิติ linear regression

5.วิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกและภายในที่พักอาศัยกับระยะเวลาในการได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกและภายในที่พักอาศัยด้วยสถิติ linear regression

6. ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในสถานศึกษา ทั้งในภาคปลายปีการศึกษา 2542 (ช่วงฤดูหนาว) และภาคฤดูร้อน (ช่วงฤดูร้อน) ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และพิสัย (Range) และศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษาในช่วงฤดูหนาวและช่วงฤดูร้อนด้วยสถิติ t-test

7. เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส 24 ชั่วโมง ทั้งขณะอยู่ภายในและภายนอกที่พักอาศัย ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้งภายในและภายนอกที่อยู่อาศัย และปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสถานศึกษาระหว่างกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ

8. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ จากข้อมูลจากแบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย กับปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยใช้ Univariate Analysis Multivariate Analysis และ Multiple Regression และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ