

การติดตามตรวจสอบไนโตรเจนไดออกไซด์โดยแฟลชพีก๊าซแอมเปล

นางสาวกฤติมา ทศชนะ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0077-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20507719

MONITORING OF NITROGEN DIOXIDE BY PASSIVE GAS SAMPLER

Miss Krittima Thotchana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science

Inter-Departmental Program in Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-0077-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การติดตามตรวจสอบไนโตรเจนไดออกไซด์โดยแพสซีฟก๊าซ
แชนเปลอ

โดย

นางสาวกฤติมา ทศชนะ

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

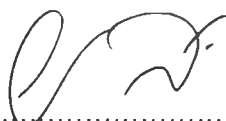
อาจารย์ที่ปรึกษา

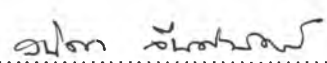
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา จินศาสตร์


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

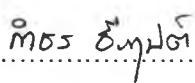
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กิระนันท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชิตน์ พัฒนผลไพบุลย์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา จินศาสตร์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร พานิช)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์)

กฤติมา ทศชนะ: การติดตามตรวจสอบไนโตรเจนไดออกไซด์โดยแพสซีฟก๊าซแซมเปิลลอร์
(MONITORING OF NITROGEN DIOXIDE BY PASSIVE GAS SAMPLER)

อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วนิดา จินศาสตร์, 151 หน้า. ISBN 974-13-0077-8

การวิจัยครั้งนี้ใช้ แพสซีฟก๊าซแซมเปิลลอร์ในการติดตามตรวจสอบก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส ในบรรยากาศภายในและภายนอกที่พักอาศัย บรรยากาศทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดนครปฐม และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์กับผลกระทบสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 50 คน และกลุ่มเปรียบเทียบคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายาจำนวน 15 คน พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์กับอาการทางโรคระบบทางเดินหายใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ในกลุ่มเปรียบเทียบ โดยปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ในกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.86 ± 16.75 ppb มีความสัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$, ($R = 0.860$ ขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัย) กลุ่มเปรียบเทียบ ได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 4.95 ± 1.93 ppb ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในและภายนอกที่พักของกลุ่มตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ($R = 0.532$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.68 ± 9.26 ppb และ 21.40 ± 16.62 ppb ตามลำดับขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 ± 1.73 ppb และ 5.34 ± 2.14 ppb เช่นเดียวกับปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศทั่วไปบริเวณสถานศึกษาทั้ง 2 แห่ง พบว่า ผลการตรวจวัดที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.47 ± 5.35 ในขณะที่มหาวิทยาลัย มหิดล วิทยาเขตศาลายามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.58 ± 0.31 ppb ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพแคว้นลุ่ม
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพแคว้นลุ่ม
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต ...กฤติมา ทศชนะ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ...ผศ.ดร. วนิดา จินศาสตร์.....

4172209023 :Major INTER-DEPARTMENT PROGRAM IN ENVIRONMENT SCIENCE

KEY WORD: Passive Gas Sampler / Filter badge / Diffusion / Nitrogen Dioxide

KRITTIMA THOTCHANA : MONITORING OF NITROGEN DIOXIDE BY
PASSIVE GAS SAMPLER.THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF. WANIDA
JINSART,Ph.d.,151 pp. ISBN 974-13-0077-8

This study illustrated the application of passive gas sampler in Nitrogen Dioxide monitoring .The Nitrogen Dioxide personal exposure , indoor-outdoor and ambient concentration were measured in Bangkok and Nakornpratom province. The health effect of Nitrogen Dioxide was also studied using ATS-DLD 78 questionnaires(Thai Version).The subject group was 50 Chulalongkorn University students and comparative group was 15 Mahidol University,Salaya campus students.The association between Nitrogen Dioxide concentration and respiratory symptom are significant by different. In subject group, average Nitrogen Dioxide for 24 hours exposure was 31.86 ± 16.75 ppb and was related to outdoor exposure ($P < 0.05$; $R = 0.860$ outdoor exposure). In comparative group, average Nitrogen Dioxide for 24 hours exposure was 4.95 ± 1.93 ppb.The measurement of indoor and outdoor Nitrogen Dioxide concentration in Bangkok was 14.68 ± 9.26 ppb and 21.40 ± 16.62 ppb,respectively and significant correlation was found between indoor and outdoor ($P < 0.05$; $R = 0.532$). In contrast, the measurement at Nakornpratom province were 3.83 ± 1.73 ppb and 5.34 ± 2.14 ppb ,respectively. The result of Nitrogen Dioxide concentration at Chulalongkorn University and Mahidol University were significant difference ($P < 0.05$) of which at Chulalongkorn University was 21.47 ± 5.35 and Mahidol University was 5.58 ± 0.31 ppb.

Inter-Department Environmental Science
Field of study Environmental Science
Academic year 2000

Student's signature...

Advisor's signature...



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา จินศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยโมนาร์ด Assoc.Prof. Martin Hooper , Bev Hooper และ Barbara Panther ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆในงานวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

กราบขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์รวมทั้งพี่ๆเจ้าหน้าที่ที่กรุณาให้ความสะดวกมาโดยตลอด และหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องสเปกโตรมิเตอร์

กราบขอบพระคุณกรมควบคุมมลพิษที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล สถานที่ในการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศและกราบขอบพระคุณ คุณสรารัฐ เทพพานนท์ นักวิจัยสิ่งแวดล้อมในกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานกับกรมควบคุมมลพิษ

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ เบญจภรณ์ ประภักดิ์ อาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการติดต่อประสานงานน้องๆที่มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา

กราบขอบพระคุณสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิตและบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน

ขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและน้องๆคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับความร่วมมือและความเสียสละในการวิจัยอย่างดียิ่ง

ท้ายสุดนี้ผู้ทำการวิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา น้องชายและเรือโท ณัฐพล ชุ่มฉิมที่ให้ความสนับสนุนช่วยเหลือในการวิจัยและให้กำลังใจแก่ผู้ทำการวิจัยเสมอมาจนจบการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
รายการคำย่อ.....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	5
2.1.1 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของแพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	8
2.1.2 ทฤษฎีของแพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	10
2.1.3 ผลกระทบของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่อการแผ่ซ่าน.....	21
2.1.4 เรขาคณิตของแพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	24
2.1.5 ความเร็วลมกับเรขาคณิตของแพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	25
2.1.6 ความเสถียรของตัวอย่าง.....	26
2.1.7 แพลสซีฟก๊าศแชนเปลอในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	27
2.2 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	29
2.2.1 ลักษณะทั่วไป.....	29
2.2.2 แหล่งกำเนิดของแพลสซีฟก๊าศแชนเปลอ.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.3 ไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อสุขภาพมนุษย์.....	33
2.3.1 กายวิภาคของระบบทางเดินหายใจ.....	34
2.3.2 กระบวนการการหายใจในการรับเข้าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	34
2.3.3 ผลกระทบของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อระบบทางเดินหายใจ.....	35
2.3.4 ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน.....	38
2.4 การตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แบบต่อเนื่อง.....	39
2.4.1 วิธี Saltman.....	39
2.4.2 วิธี Chemiluminescence.....	41
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
3.1 การสำรวจภาคสนามขั้นต้น.....	47
3.2 พื้นที่ศึกษา.....	47
3.3 ประชากรที่ศึกษากลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	47
3.4 การเตรียมการตรวจวัด.....	51
3.5 การศึกษาภาคสนาม.....	55
3.5.1 การตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	55
3.5.2 การตรวจวัดผลกระทบทางด้านสุขภาพ.....	58
3.6 ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง.....	60
3.7 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....	64
3.8 การแปลผลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
4.1 ผลการเปรียบเทียบอุปกรณ์.....	71
4.2 ผลการเก็บตัวอย่างใน 3 สถานีตรวจวัด.....	73
4.3 ผลการเก็บตัวอย่างการได้รับสัมผัสที่พักอาศัยและสถานศึกษา.....	74
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม.....	94
4.5 ผลความสัมพันธ์ของไนโตรเจนไดออกไซด์กับผลวิเคราะห์แบบสอบถาม.....	100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	105
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	105
5.1.1 การเปรียบเทียบอุปกรณ์.....	105
5.1.2 การตรวจวัดใน 3 สถานีตรวจวัด.....	111
5.1.3 การได้รับสัมผัส ที่พักอาศัยและสถานศึกษา.....	112
5.1.4 ผลกระทบจากการได้รับสัมผัสจากการวิเคราะห์แบบสอบถาม.....	117
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	117
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	118
รายการอ้างอิง.....	120
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก.แบบสอบถามเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ.....	125
ภาคผนวก ข.การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	132
ภาคผนวก ค.ค่าประมาณการเมื่อตรวจวัดด้วย Chemiluminescence.....	145
ประวัติผู้วิจัย.....	151

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงค่า σ และ E_0/k ของ NO_2 และ Air.....	14
ตารางที่ 2.2 แสดงค่า Diffusion coefficient ของ species ที่แตกต่างกัน.....	14
ตารางที่ 2.3 แสดงค่า Diffusion coefficient ของ Gas mixture.....	15
ตารางที่ 2.4 แสดงค่า Estimated values for ,D.....	15
ตารางที่ 2.5 แสดงความยาวพันธะและมุมพันธะของ NO_2 , SO_2 และ O_3	19
ตารางที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบทางเรขาคณิตของแพลซีฟก๊าซแชนเปโล.....	24
ตารางที่ 2.7 แสดงความเสถียรของตัวอย่างในการเก็บตัวอย่าง.....	26
ตารางที่ 2.8 แสดงการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในปีค.ศ.1990-2005.....	31
ตารางที่ 2.9 แสดงการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสหรัฐอเมริกาในปีค.ศ.1960-1998....	32
ตารางที่ 2.10 แสดงการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในประเทศไทยในปีค.ศ. 1992-1998...33	33
ตารางที่ 2.11 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในระดับต่างๆต่อสุขภาพมนุษย์.....	38
ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง.....	48
ในกรุงเทพมหานครและนครปฐมในปี 2541-2542	
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการตรวจวัดด้วยแพลซีฟก๊าซแชนเปโลและChemiluminescence.....	72
ตารางที่ 4.2 แสดงผลสรุปการตรวจวัด ณ.3สถานีตรวจวัด	73
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการได้รับสัมผัสและบริเวณที่พักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง.....	75
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณการได้รับสัมผัสและบริเวณที่พักอาศัยของกลุ่มเปรียบเทียบ.....	79
ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบการได้รับสัมผัสและบริเวณที่อยู่อาศัยของ.....	81
กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ	
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	89
ช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2542-กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543	
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	90
ช่วงเดือน มีนาคม พ.ศ.2543-พฤษภาคม พ.ศ.2543	
ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยมหิดล.....	91
ตารางที่ 4.9 แสดงผลสรุปปริมาณการได้รับสัมผัส บริเวณที่อยู่อาศัยและในสถานศึกษา.....	92
ในพื้นที่ตัวอย่างและพื้นที่เปรียบเทียบ	

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ แบบสอบถามในส่วนของโรคระบบทางเดินหายใจ.....	96
ในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ	
ตารางที่ 4.11 แสดงการวิเคราะห์อาการทางโรคระบบทางเดินหายใจ.....	98
ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในลักษณะครวที่แตกต่างกัน.....	100
ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ ในระบบระบายอากาศที่แตกต่างกัน.....	101
ตารางที่ 4.14 แสดงผลกระทบของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้รับสัมผัส.....	103
ต่ออาการทางระบบทางเดินหายใจ	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ	
รูปที่ 1.1 การประมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ตามประเภทการใช้พลังงาน.....	2
รูปที่ 2.1 แพลสซีฟก๊าซแชนเปลอที่ใช้ในตรวจวัดการได้รับสัมผัสของบุคคล.....	6
รูปที่ 2.2 แพลสซีฟก๊าซแชนเปลอกับอุปกรณ์ในการป้องกันในการตรวจวัดในสิ่งแวดล้อม.....	7
ของOgawa & Company	
รูปที่ 2.3 แพลสซีฟก๊าซแชนเปลอกับอุปกรณ์ในการป้องกันในการตรวจวัดในสิ่งแวดล้อม.....	7
ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้	
รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบของแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้.....	9
รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบของแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอของ CSIRO.....	9
รูปที่ 2.6 แสดงโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	19
รูปที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมของเครื่องติดตามการตรวจวัดไนโตรเจนออกไซด์.....	41
(วิธี Chemiluminescence)	
รูปที่ 3.1 แสดงพื้นที่ตรวจวัดในเขตกรุงเทพมหานคร.....	49
รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่การตรวจวัดในเขตจังหวัดนครปฐม.....	50
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอในแนวตั้ง.....	53
รูปที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบของแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอในแนวนอน.....	53
รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอกับอุปกรณ์ Protective Shelter.....	54
รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้ง Protective Shelter บริเวณสถานีตรวจวัด.....	54
รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้งแพลสซีฟก๊าซแชนเปลอในกลุ่มเป้าหมาย.....	62
รูปที่ 3.8 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	66
รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องสเปกโตรมิเตอร์.....	67
รูปที่ 3.10 ก.และข.แสดงสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่าง.....	67
ที่ผ่านการเติม coloring reagent	
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์จากการตรวจวัด.....	72
ด้วย Chemiluminescence Detector และ แพลสซีฟก๊าซแชนเปลอ	
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ใน.....	82
กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ	

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส.....	84
24 ชั่วโมงและขณะอยู่ภายในที่อยู่อาศัย	
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส.....	84
24 ชั่วโมงและขณะอยู่ภายนอกที่อยู่อาศัย	
รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส.....	85
ขณะอยู่ภายในและขณะอยู่ภายนอกที่อยู่อาศัย	
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส.....	86
และระยะเวลาขณะภายนอกที่อยู่อาศัย	
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัส.....	86
และระยะเวลาขณะภายในที่อยู่อาศัย	
รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	87
ภายในและภายนอกที่พักอาศัย	
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	88
ภายในที่พักอาศัยและขณะบุคคลอยู่ภายในที่พักอาศัย	
รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	88
ภายนอกที่พักอาศัยและขณะบุคคลอยู่ภายนอกที่พักอาศัย	
รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	113
ภายในและภายนอกที่พักอาศัย (section 1)	
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	114
ภายในและภายนอกที่พักอาศัย (section 2)	
รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์.....	114
ภายในและภายนอกที่พักอาศัย (section 3)	

รายการคำย่อ

AR	=	Autocorrelation
ATS-DLD	=	American Thoracic Society Division of lung Disease
COPD	=	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
DEDP	=	Department of Energy Development and Promotion
HOP/C	=	Hydroxyproline / creatinine
NSRD	=	Non Specific Respiratory Disease
OLS	=	Ordinary Least Squares
SPSS	=	Statistical Package for the Social Science
PCP	=	Persistent Cough and Phlegm
PM 10	=	Particulate Matter < 10 micron
U.S.EPA	=	The Environmental Protection Agency of United states