

สารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ในอนุภาคฝุ่น

ในอากาศกรุงเทพมหานคร

นางสาวจิรฉัตร ตั้งสุวรรณ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-702-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1742519

POLYNUCLEAR AROMATIC HYDROCARBONS
IN AIRBORNE PARTICULATES IN BANGKOK METROPOLIS

Miss Jirathiti Thangsuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-702-1



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นางสาว จิรฉัตร ตั้งสุวรรณ : สารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน
ในอนุภาคฝุ่นในอากาศกรุงเทพมหานคร(POLYNUCLEAR
AROMATIC HYDROCARBONS IN AIRBORNE
PARTICULATES IN BANGKOK METROPOLIS)อาจารย์ที่ปรึกษา:
ผศ.ดร.อมร เพชรสม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.นพภาพร พานิช; 124 หน้า
ISBN 974-636-702-1

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน
ในอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการเก็บฝุ่นลอยทั้งหมด โดยใช้กระดาด مخروطโยกแก้วด้วย
เครื่องเก็บอากาศปริมาตรสูง เป็นเวลา 24 ชม. ในจุดเก็บบริเวณถนนและ จุดเปรียบเทียบที่ห่างจากถนนมากกว่า
50 เมตร นำกระดาด مخروطมาสกัดด้วยตัวทำละลายไซโคลเฮกเซน จากนั้นวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือแก๊สโครมา-
โตกราฟี - แมสสเปกโตรมิเตอร์

จากผลการทดลองพบสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ในอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศมี
จำนวน 13 ชนิด อย่างไรก็ตามสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ 3 ชนิด คือ พีแนนทริน, ฟลูออแรนทีน, และ
พายรีน เนื่องจากสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆ มีปริมาณที่ต่ำกว่าขีดจำกัดในการ
วิเคราะห์ของเครื่อง

นอกจากนี้ยังพบว่าสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนในอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศที่
บริเวณริมถนนมีปริมาณอยู่ในช่วง 1.14 - 91.78 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ และบริเวณจุดเปรียบเทียบ
พบในปริมาณ 5.95-16.15 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของความ
หนาแน่นของการจราจรมีผลต่อปริมาณของสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนในบรรยากาศกรุงเทพ
มหานคร และพบความสัมพันธ์ของปริมาณสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนต่อปริมาณฝุ่นใน
ระดับปานกลาง ($\gamma = 0.68$)

ภาควิชา.....ศาสตรา
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์สุขภาพ-เวชสำอาง
ปีการศึกษา.....2539

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C726605 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD:

JIRATHITI THANGSUWAN : POLYNUCLEAR AROMATIC
HYDROCARBONS IN AIRBORNE PARTICULATES IN
BANGKOK METROPOLIS. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF.
AMORN PETSOM, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSIST. PROF.
NOPPAPORN PANICH, Ph.D. 124 pp. ISBN 974-636-702-1

In this research, types and their quantity of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PNAs) in Airborne Particulates in Bangkok were studied. Total suspended particulates (TSP) were collected by Hi-Volume air sampler for 24 hours, and trapped by glass fibre filter in roadside and off-road areas. The PNAs in particulates were extracted with cyclohexane and analyzed by Gas Chromatograph-Mass Spectrometer.

Results showed that, 13 compounds of PNAs were found in airborne particulates. However, only three of them namely Phenanthrene, Fluoranthene and Pyrene were predominantly quantified while others were less than detection limit.

It was also found that the average PNAs concentrations in airborne particulate at roadside areas were in the range of 1.14-91.78 nanogram per cubic meter of air volume and those at off-road area were in the range of 5.95 - 16.15 ng/m³. It indicated that heavily traffic jams influenced the amounts of PNA in airborne particulates in Bangkok and also the amounts of PNAs were correlated to TSP concentration at moderate level ($\gamma = 0.68$).

ภาควิชา INTER - DEPARTMENT

สาขาวิชา ENVIRONMENTAL SCIENCE

ปีการศึกษา 1996

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

Jirathiti Thangsuwan

Amorn Petsom

Noppaporn Panich

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express her profound gratitude to her advisor Assistant Professor Dr. Amorn Petsom and her co-advisor Assistant Professor Dr.Noppaporn Panich for their enthusiastic guidance, constructive suggestions and constant encouragement throughout the course of this study.

Also, the author would like to thank to Assistant Professor Dr.Kumthorn Thirakhupt, Associate Professor Dr.Sophon Roengsumran and Assistant Professor Dr.Chintana Saiwan for kindly agreeing to be members of her committee.

Sincere acknowledgement is due to the Graduate School for providing financial support for this thesis, Pollution Control Department of Thailand (P.C.D.) for filter samples and The Meteorological Division of the Ministry of Communications of Thailand for meteorological data.

The author conveys her sincere thanks to Associate Professor Dr. Taweewat Pithayanon for his statistical suggestions and the staff of the Air Quality and Noise Manangement Division of P.C.D. for their help and support. The author also wishes to express her gratitude to all her friends for their assistance, Mr.Thumnoon Nhujak, Mr.Polkit Sangwanich, Miss Sirilak Leerasiri, Mr. Chainamm Premprechakul and Mr. Opart Septhum for their help.

Finally, the author would like to express her sincere gratitude to her parents and sister for their encouragement and sacrifices. It is to them that this effort is humbly dedicated.

CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT.....	IV
ENGLISH ABSTRACT.....	V
ACKNOWLEDGEMENT.....	VI
CONTENTS	VII
LIST OF TABLES.....	IX
LIST OF FIGURES.....	XI
ABBREVIATIONS.....	XV
CHAPTER	
1. INTRODUCTION	
1.1 Rationale of the Study	1
1.2 Hypothesis of the Study	3
1.3 Objective of the Study	3
1.4 Scopes of the Study	4
1.5 Anticipated benefits	4
2. LITERATURE REVIEW	
2.1 Definition of PNAs.....	5
2.2 Main Sources of PNAs Emission	6
2.3 Physical and Chemical Properties of PNA	8
2.4 PNA in Atmosphere	10
2.5 Fate of PNA in Air	12
2.6 Health Hazard of PNAs	13

CONTENTS (continued)

	Page
3. MATERIAL AND METHODS	
3.1 Instruments	29
3.2 Chemicals and Materials	31
3.3 Sample Collection	31
3.4 Filter Extraction	34
3.5 Analysis by GC/MS	35
3.6 Calibration	35
3.7 Calculation	36
4. RESULTS AND DISCUSSION	
4.1 Identification of PNA in Airborne Particulates	38
4.2 Characteristic of PNA in Airborne Particulates	43
4.3 Effect of Traffic Intensity	46
4.4 Effect of TSP Concentration	51
4.5 Effect of Meteorological Factors	54
5. CONCLUSION AND RECOMMENDATION	
REFERENCES.....	58
APPENDIX A Calculation of Air Volume	61
APPENDIX B Selected PNA Standard	63
APPENDIX C Chromatogram of Sampling Areas	82
APPENDIX D PNA in Airborne Particulate Samples	87
APPENDIX E Data from GC/MS Analysis	105

CONTENTS (continued)

	Page
APPENDIX F Meteorological Data	111
APPENDIX G Calibration Curve for Phenanthrene, Fluoranthene and Pyrene	117
APPENDIX H Guideline for PNA in Atmosphere	120
BIOGRAPHY	124

List of Table

Table	Page
2-1 Comparison of Mean BaP Concentrations (ng/m^3) in Various Cities	12
2-2 History of the Epidemiological Basis for Concern about Human PNA Exposure.....	23
2-3 PNA Identified in Kenmore Square Samples	25
2-4 Total PNA Concentration from Other Studies	27
2-5 Emission Characteristics of PNA from Gasoline and Diesel Exhaust Relative to BeP	28
4-1 PNA Identification in Airborne Particulate Samples in Sampling Sites during Study Periods (Feb-April, 1996).....	41
4-2 Detection Limit of PNA by this GC/MS Analysis.....	42
4-3 Arithmetic Mean and Range of Individual PNA , Total PNA (ng/m^3) and TSP (mg/m^3) Concentration Measured at Sampling Sites during Study Periods (Feb-April, 1996).....	48
4-4 Traffic Volume (vehicles/day) and Total PNA Concentration (ng/m^3) at Study Areas	51
4-5 p-Value for T-test (independent) Analysis of Total PNA Concentration between Station	51
4-6 Correlation Coefficient between Total PNA and TSP Concentration	54
4-7 Correlation Coefficient between Total PNA Concentration and Meteorological Parameters	55

List of Table(continue)

Table	Page
E-1 The amount of PNA (ng/m^3)and TSP (mg/m^3) Concentration, Air Volume (m^3) in each Sample for BangYeeKhan Area	106
E-2 The amount of PNA (ng/m^3)and TSP (mg/m^3) Concentration, Air Volume (m^3) in each Sample for Pratunam Area	107
E-3 The amount of PNA (ng/m^3)and TSP (mg/m^3) Concentration, Air Volume (m^3) in each Sample for Yaowaraj Area	108
E-4 The amount of PNA (ng/m^3)and TSP (mg/m^3) Concentration, Air Volume (m^3) in each Sample for Nat.Stat.Off. Area.....	109
E-5 The amount of PNA (ng/m^3)and TSP (mg/m^3) Concentration, Air Volume (m^3) in each Sample for Bansomdej Area.....	110
F-1 Meteorological Data for BangYeeKhan Area during the Study Periods (Feb 2 - Feb 20,1996)	112
F-2 Meteorological Data for Pratunam Area during the Study Periods (Feb 21 - Mar 9,1996)	113
F-3 Meteorological Data for Yaowaraj Area during the Study Periods (Mar 12- Apr 8,1996)	114
F-4 Meteorological Data for Nat.Stat.Off. Area during the Study Periods (Apr 11-Apr 28,1996)	115
F-5 Meteorological Data for Bansomdej Area during the Study Periods (Feb 2 - Apr 29,1996)	116

List of Figure

Figure	Page
1-1 Structure of Selected PNA	2
2-1 Ozonolysis of Benz[a]anthracene,.....	15
2-2 Peroxide Reaction of Benzo[a]pyrene	16
2-3 Oxidation of Anthracene by NO _x or HNO ₃	17
2-4 Addition and Substitution of NO ₂ in Anthracene	17
2-5 Products of Photooxidation of adsorbed PNA	19
2-6 Formation of Quinones from Benzo[a]pyrene	20
3-1 High Volume Air Sampler	30
3-2 Map of Sampling Areas	33
3-3 Extraction by Cyclohexane for 12 hour	34
4-1 Chromatogram for Roadside (Yaowaraj)Samples	39
4-2 Chromatogram for Off-road (Bansomdej)Samples	40
4-3 Histogram of Mean Concentration of Selected PNA measured at All Study Sites during Study Periods (Feb - Apr, 1996).....	45
4-4 Total PNA Concentration compared between Roadside/ Off-road Areas	
(a) BangYeeKhan / Bansomdej	49
(b) Pratunam / Bansomdej	49
(c) Yaowaraj / Bansomdej	50
(d) Nat.Stat.Off. / Bansomdej	50
4-5 The Effect of Engine Load on PNAs in Diesel Exhaust.....	47

List of Figure(Continue)

Figure	Page
B-1 Gas Chromatogram of Standard PNA	64
B-1(Continue)Gas Chromatogram of Standard PNA	65
B-2 Comparison of Mass Spectrum of Standard Naphthalene with Mass Spectrum in NIST Library	66
B-3 Comparison of Mass Spectrum of Standard Acenaphthylene with Mass Spectrum in NIST Library	67
B-4 Comparison of Mass Spectrum of Standard Acenaphthene with Mass Spectrum in NIST Library	68
B-5 Comparison of Mass Spectrum of Standard Fluorene with Mass Spectrum in NIST Library	69
B-6 Comparison of Mass Spectrum of Standard Phenanthrene with Mass Spectrum in NIST Library	70
B-7 Comparison of Mass Spectrum of Standard Anthracene with Mass Spectrum in NIST Library	71
B-8 Comparison of Mass Spectrum of Standard Fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	72
B-9 Comparison of Mass Spectrum of Standard Pyrene with Mass Spectrum in NIST Library	73
B-10 Comparison of Mass Spectrum of Standard Benzo[a] anthracene with Mass Spectrum in NIST Library	74
B-11 Comparison of Mass Spectrum of Standard Chrysene with Mass Spectrum in NIST Library	75
B-12 Comparison of Mass Spectrum of Standard Benzo[b] fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	76
B-13 Comparison of Mass Spectrum of Standard Benzo[k] fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	77
B-14 Comparison of Mass Spectrum of Standard Benzo[a] pyrenewith Mass Spectrum in NIST Library	78

List of Figure(Continue)

Figure	Page
B-15 Comparison of Mass Spectrum of Standard Indeno[1,2,3-cd]pyrene with Mass Spectrum in NIST Library	79
B-16 Comparison of Mass Spectrum of Standard Dibenzo[a,h]anthracene with Mass Spectrum in NIST Library	80
B-17 Comparison of Mass Spectrum of Standard Benzo[ghi]perylene with Mass Spectrum in NIST Library	81
C-1 Chromatogram of Pratumam Samples	83
C-2 Chromatogram of Yaowaraj Samples	84
C-3 Chromatogram of Nat.Stat.Off. Samples	85
C-4 Chromatogram of Bansomdej Samples	86
D-1 Gas Chromatogram of Hydrocarbons Fraction of Airborne Particulate Sample	88
D-2 (a) Gas Chromatogram of Naphthalene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of m/z 128	89
D-3 Comparison of Mass Spectrum of Naphthalene with Mass Spectrum in NIST Library	90
D-4 (a) Gas Chromatogram of Phenanthrene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of m/z 178	91
D-5 Comparison of Mass Spectrum of Phenanthrene with Mass Spectrum in NIST Library	92
D-6 (a) Gas Chromatogram of Fluoranthene and Pyrene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of m/z 202.....	93
D-7 Comparison of Mass Spectrum of Fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	94
D-8 Comparison of Mass Spectrum of Pyrene with Mass Spectrum in NIST Library	95

List of Figure(Continue)

Figure	Page
D-9 (a) Gas Chromatogram of Benzo[a]anthracene and Chrysene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of <i>m/z</i> 228.....	96
D-10 Comparison of Mass Spectrum of Benzo[a]anthracene with Mass Spectrum in NIST Library	97
D-11 Comparison of Mass Spectrum of Chrysene with Mass Spectrum in NIST Library	98
D-12 (a) Gas Chromatogram of Benzo[b]fluoranthene and Benzo[k]fluoranthene and Benzo[a]pyrene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of <i>m/z</i> 252.....	99
D-13 Comparison of Mass Spectrum of Benzo[b]fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	100
D-14 Comparison of Mass Spectrum of Benzo[k]fluoranthene with Mass Spectrum in NIST Library	101
D-15 Comparison of Mass Spectrum of Benzo[a]pyrene with Mass Spectrum in NIST Library	102
D-16 (a) Gas Chromatogram of Benzo[ghi]perylene Fraction and (b) Selected Ion Chromatogram of <i>m/z</i> 276.....	103
D-17 Comparison of Mass Spectrum of Benzo[ghi]perylene with Mass Spectrum in NIST Library	104
G-1 Calibration Curve of Phenanthrene	118
G-2 Calibration Curve of Fluoranthene.....	118
G-3 Calibration Curve of Pyrene	119

ABBREVIATIONS

BaP	=	Benzo[a]pyrene
NAS	=	National Academy of Science
PAH	=	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PNA	=	Polynuclear Aromatic Hydrocarbons
POC	=	Polycyclic Organic Compounds
TSP	=	Total Suspended Particulates