


การใช้ใบต้นแก้ว *Murraya peniculata*(L.) Jack ในการติดตามตรวจสอบ  
สารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในอากาศ



นางสาวอาภาพรรณ สัตยาวิบูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม (สหสาขา)


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3532-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USE OF ORANGE JASMINE *Murraya paniculata* (L.) Jack LEAVES  
FOR MONITORING ATMOSPHERIC POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS



Miss Arpapan Satayavibul

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-3532-4

Thesis Title USE OF ORANGE JASMINE *Murraya paniculata* (L.) Jack LEAVES FOR  
MONITORING ATMOSPHERIC POLYCYCLIC AROMATIC  
HYDROCARBONS  
By Miss Arpapan Satayavibul  
Field of Study Environmental Science  
Thesis Advisor Benjalak Karnchanasest, Ph.D.

---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial  
Fulfillment of the Requirements for the Master Degree

*Suchada Kiranandana*

..... Dean of The Graduate School  
(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

*Charnwit Kositanont*

..... Chairman  
(Assistant Professor Charnwit Kositanont, Ph.D.)

*B. Ull*

..... Thesis Advisor  
(Benjalak Karnchanasest, Ph.D.)

*Somchai Pengprecha*

..... Member  
(Associate Professor Somchai Pengprecha, Ph.D.)

*K. Thirakhupt*

..... Member  
(Assistant Professor Kumthorn Thirakhupt, Ph.D.)

อาภาพรรณ สัตยาวิบูล : การใช้ใบต้นแก้ว *Murraya paniculata* (L.) Jack ในการติดตามตรวจสอบสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในอากาศ. (USE OF ORANGE JASMINE *Murraya paniculata* (L.) Jack LEAVES FOR MONITORING ATMOSPHERIC POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS)

ที่ปรึกษา: ดร. เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์, 82 หน้า. ISBN 974-17-3532-4.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเข้มข้นของสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในใบของต้นแก้ว และศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ใบแก้วในการติดตามตรวจสอบสารกลุ่ม PAH ในอากาศ โดยทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสาร PAH ในใบของต้นแก้วบริเวณพื้นที่ศึกษา 4 บริเวณ ได้แก่ ถนนพระรามสี่ แยกเกษมราษฎร์ ถนนงามวงศ์วาน แยกพงษ์เพชร ถนนพหลโยธิน แยกสะพานควาย และซอยจุฬาฯ 62 แยกปทุมวัน ซึ่งมีความหนาแน่นการจราจรแตกต่างกันจากมากไปน้อยตามลำดับ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร PAH ในอากาศที่คำนวณโดยใช้ใบแก้วกับความเข้มข้นของสาร PAH ในอากาศที่วัดโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสาร PAH ในใบของต้นแก้วบริเวณแยกสะพานควายมีค่าสูงที่สุด (82.46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) รองลงมา คือ แยกเกษมราษฎร์ (70.71 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แยกพงษ์เพชร (65.59 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และแยกปทุมวัน (63.99 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร PAH ในอากาศที่คำนวณโดยใช้ใบแก้วกับความเข้มข้นของสาร PAH ในอากาศที่วัดโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ดี ( $r^2 > 0.70$ ,  $p = 0.028$ ) ใน PAH ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ได้แก่ ACY ACE FLU PHE และ ANT ส่วน PAH ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นจะมีความสัมพันธ์ปานกลาง ( $r^2 < 0.6$ ,  $p = 0.230$ ) ได้แก่ FLA PYR BaA CHR และ BbF

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....ลายมือชื่อนิสิต..... *อรพพรรณ สัตยาวิบูล*  
 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *ดร. เบญจลักษณ์*  
 ปีการศึกษา 2003 .....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



# # 4389120820 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: MONITORING / PAH / LEAVES

ARPAPAN SATAYAVIBUL : USE OF ORANGE JASMINE *Murraya paniculata* (L.) Jack LEAVES FOR MONITORING ATMOSPHERIC POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS THESIS ADVISOR : BENJALAK KARNCHANASEST, Ph.D., 82 pp. ISBN 974-17-3532-4.

The purposes of this study were to investigate the absorption of atmospheric PAH in orange jasmine leaves, *Murraya paniculata* (L.) Jack and the potential of orange jasmine leaves to monitoring atmospheric PAH by evaluating the relationship of measured concentrations of atmospheric PAH and calculated atmospheric concentration PAH estimated from leaves. Four sampling sites were selected from Bangkok roadsides, which are Phayathai road, Chula soi 62 (Patumwan junction), Ngamwongwan road (Phongphet junction), Paholyothin road (Saphan Khwai junction) and Rama IV road (Kasemraj junction). The potential of leaves as bioindicator of atmospheric PAH was studied by comparing the calculated PAH concentration estimated from the orange jasmine leaf and the concentrations of atmospheric PAH which collected from the same locations by high volume air sampler.

The result indicated that total PAH in orange jasmine leaves at Saphan Khwai was the highest concentrations (82.46 mg/kg), and Kasemraj and Phongphet were slightly difference (70.71 and 65.59 mg/kg, respectively), while Patumwan area was considerably the lowest (63.99 mg/kg). And the regression analysis of relationships between calculated and measured PAH in the air was clearly showed good linear relationships ( $r^2 > 0.70$ ,  $p = 0.028$ ) in lower molecular weight, which were ACY, ACE, FLU, PHE and ANT since they had relatively high vapor pressure and mostly presented in gas phase. While the concentration of higher molecular weight PAH which mostly occurred in particulate phase had low correlation coefficient ( $r^2 < 0.6$ ,  $p = 0.230$ ).

Inter-department of Environmental Science..... Student's signature.....  
Field of study Environmental Science..... Advisor's.....  
Academic year 2003..... Co-advisor's signature.....

## ACKNOWLEDGEMENTS

I am very grateful to those who helped me prepare this thesis. First, I must thank my advisor, Dr. Benjalak Karnchanasest for thesis guidance, valuable discussion, and kindness throughout my study.

I would like to express my appreciation to Assistant Professor Dr. Charnwit Kositanont, Chairman of thesis committee, Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt, and Associate Professor Dr. Somchai Pengprecha, members of thesis committee for worthy comments.

Very special thanks are due to Environmental Research Institute laboratory Miss Waleeporn Sripenprapa. And also Mrs. Krongkaew Typayasak, Mr. Withchanan Tambamroong for important help and strong encouragement support to my study.

Special thanks to all of students and staffs of Inter-department of Environmental Science and Graduate School of Chulalongkorn University who supported me in anyway. Also grateful thanks my friends for their loves and carefulness at all time.

Finally, I would like to express my wholeheartedly thanks and the deepest appreciation to my parents and my family for their moral, financial supports, continuous assistance, precious suggestion and strong encouragement.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# CONTENTS

	PAGE
THAI ABSTRACT.....	iv
ENGLISH ABSTRACT.....	v
ACKNOWLEDGEMENT.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	ix
LIST OF FIGURES.....	x
ABBREVIATIONS.....	xii
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
1.1 Theoretical background.....	1
1.2 Objectives.....	4
1.3 Hypothesis.....	4
1.4 Scope of the study.....	4
CHAPTER II LITERATURE REVIEW.....	5
2.1 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH).....	5
2.2 Characteristic of plant leaves.....	11
2.3 Partitioning of SOCs in the biota system.....	14
CHAPTER III EXPERIMENTAL PROCEDURE.....	23
3.1 Materials.....	23
3.2 Preparation of standard solutions.....	24
3.3 Extraction methods.....	26
3.4 Isolation.....	27
3.5 Quantification.....	27
3.6 Leaf/water partitioning experiments.....	28
3.7 Sample collection .....	29



## CONTENTS (CONT.)

	PAGE
CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION.....	35
4.1 Method evaluation.....	35
4.2 Partition coefficients of PAH in the leaf/water system.....	41
4.3 Partition coefficients of PAH in the leaf/air system.....	46
4.4 Concentrations of PAH in leaf samples.....	51
4.5 Comparison of the calculated and measured atmospheric PAH..	53
CHAPTER V CONCLUSION AND RECOMMENDATION.....	59
5.1 Conclusion.....	59
5.2 Recommendation.....	59
REFERENCES.....	60
APPENDICES.....	63
APPENDIX A Chromatogram of 16 PAH.....	64
APPENDIX B Equilibrium time.....	69
APPENDIX C Calibration curves.....	71
APPENDIX D Calculated leaf/water partition coefficient.....	77
APPENDIX E Percentage of moisture.....	81
BIOGRAPHY.....	82

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## LIST OF TABLE

TABLES		PAGE
Table 2-1	Physical and chemical properties of the typical atmospheric PAH.....	10
Table 3-1	Concentration of working solutions.....	25
Table 3-2	Traffic volume (vehicles/day) in four study sites.....	33
Table 3-3	Atmospheric condition at four sites during May 2002.....	33
Table 4-1	Regression coefficients and the linear regression equations in leaf samples.....	36
Table 4-2	Regression coefficients and the linear regression equations in water samples.....	37
Table 4-3	The retention time of 16 PAH.....	38
Table 4-4	The detection limits of 16 PAH in leaf and water samples.....	39
Table 4-5	Average values of the dimensionless $K_{LW}$ and the $K_{LLW}$ .....	42
Table 4-6	Comparison of $K_{LLW}$ with $K_{FW}$ .....	45
Table 4-7	Average values of the dimensionless $K_{LLA}$ .....	47
Table 4-8	Slopes and correlation coefficients of plots of $\log K_{PA}$ versus $\log K_{OA}$ from several studies.....	50
Table 4-9	Concentrations of the PAH in leaf samples ( $C_L$ ) from four study sites.....	51
Table 4-10	Concentrations of 16 PAH in air obtained by calculated ( $C_{Acal}$ , ng/m <sup>3</sup> ) and measured ( $C_{Amea}$ , ng/m <sup>3</sup> ) in four sites.....	54
Table 4-11	Slope and correlation coefficients of plot of $C_{Acal}$ versus $C_{Amea}$ .....	58
Table D-1	Leaf/water and leaf lipid/water partition coefficient.....	77
Table E-1	Percentage of moisture.....	81

## LIST OF FIGURES

FIGURES	PAGE
Figure 2-1	Molecular structure of 16 PAH considered by US.EPA as priority pollutants..... 6
Figure 2-2	The structure of plant leaf..... 11
Figure 2-3	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack (orange jasmine)..... 13
Figure 2-4	Schematic representation of the three steps in the deposition process of hydrophobic organic compounds from the atmosphere to a leaf..... 15
Figure 2-5	Schematic representation of the cuticle of a plant..... 17
Figure 3-1	A diagram shown the leaf/water partition steps..... 29
Figure 3-2	Sampling sites in Bangkok..... 31
Figure 3-3	Leaves in sampling site..... 32
Figure 3-4	Leaves sampling..... 32
Figure 4-1	Average %recoveries of 16 PAH in leaf and water samples.... 40
Figure 4-2	Plots of $\log K_{LLW}$ versus $K_{OW}$ and their linear regression equations..... 44
Figure 4-3	Plots of $\log K_{LLA}$ versus $\log K_{OA}$ and the linear regression equations..... 48
Figure 4-4	Histogram of total PAH in leaves collected from four sites in Bangkok..... 52
Figure 4-5	Plots of total PAH in leaves versus traffic volume..... 53
Figure 4-6	Plots of $C_{Acal}$ versus $C_{Amea}$ and the linear regression equations 55
Figure A-1	Chromatogram of 16 PAH..... 64
Figure A-2	Chromatogram of leaf sample at Patumwan site..... 65
Figure A-3	Chromatogram of leaf sample at Saphan Khwai site..... 65
Figure A-4	Chromatogram of leaf sample at Phongphet site..... 65
Figure A-5	Chromatogram of leaf sample at Kasemraj site..... 66
Figure A-6	Chromatogram of standard 16 PAH 0.05S in leaf sample..... 66
Figure A-7	Chromatogram of standard 16 PAH 0.12S in leaf sample..... 66
Figure A-8	Chromatogram of standard 16 PAH 0.18S in leaf sample..... 67

## LIST OF FIGURES (CONT.)

FIGURES	PAGE
Figure A-9 Chromatogram of standard 16 PAH 0.25S in leaf sample.....	67
Figure A-10 Chromatogram of standard 16 PAH 0.05S in water sample....	67
Figure A-11 Chromatogram of standard 16 PAH 0.18S in water sample....	68
Figure A-12 Chromatogram of standard 16 PAH 0.25S in water sample....	68
Figure B-1 Equilibrium time.....	69
Figure C-1 Calibration curves of 16 PAH in leaf samples.....	71
Figure C-2 Calibration curves of 16 PAH in water samples.....	74



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ABBREVIATIONS

$\mu\text{g}$	microgram
$\rho$	density
$\rho_L$	leaf density
$\rho_{LLi}$	leaf lipid density
cm	centimeter
g	gram
K	Kelvin
$\text{mg}/\text{m}^3$	milligram per cubic meter
$\text{ng}/\text{m}^3$	nanogram per cubic meter
Pa	Pascal
ACE	acenaphthene
ACY	acenaphthylene
ANT	anthracene
ATSDR	Agency for toxic substances and disease registry
BaA	benzo(a)anthracene
BaP	benzo(a)pyrene
BbF	benzo(b) fluoranthene
BCF	bioconcentration factor
BHC	benzohexachloride
BkF	benzo(k)fluoranthene
Bp	boiling point
BPER	benzo(ghi)perylene
CB	chlorobenzene
CHR	chrysene
DbA	dibenzo(ah)anthracene
FID	flame ionization detector
FLA	fluoranthene
FLU	fluorene



GC	gas chromatography
H	Henry's laws constant
IP	idenno(1,2,3-cd)pyrene
K <sub>FW</sub>	fish/water partition coefficient
K <sub>LA</sub>	leaf/air partition coefficient
K <sub>LLA</sub>	leaf lipid/air partition coefficient
K <sub>LLW</sub>	leaf lipid/water partition coefficient
K <sub>LW</sub>	leaf/water partition coefficient
K <sub>OA</sub>	octanol/air partition coefficient
K <sub>OW</sub>	octanol/water partitioning coefficient
Mp	melting point
MW	molecular weight
MOSTE	Ministry of Science Technology and Environment
MPHE	1-methylphenanthrene
NAP	napthalene
OEPP	Office of Environmental Policy and Planning
PAH	polycyclic aromatic hydrocarbons
PCB	polychlorinated biphenyl
PCDD	polychlorinated dibenzo-p-dioxins
PCDF	polychlorinated dibenzofurans
PHE	phenanthrene
PTC	pesticide
PYR	pyrene
S	aqueous solubility
SD	standard deviation
SOC	semivolatile organic compounds
US. EPA	United States Environmental Protection Agency
VP	vapor pressure
WHO	World Health Organization