

การก่อตัวของสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเทศไทย

นางสาว อาวีวรรณ มั่งมีชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4123-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL OF SHRIMP FARM EFFLUENTS
CHACHOENGSARO PROVINCE, THAILAND



Miss Aweewan Mangmeechai

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

Graduate School

Chulalongkorn University

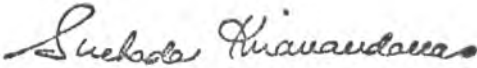
Academic Year 2003

ISBN 974-17-4123-5


Copyright of Chulalongkorn University

Thesis Title TRIHALOMETHANE FORMATION POTENTIAL OF
SHRIM FARM EFFLUENTS CHACHOENGSAO PROVINCE,
THAILAND
By Ms. Aweewan Mangmeechai
Field of Study Environmental management
Thesis Advisor Associate Professor Taha F. Marhaba, Ph.D.,P.E.
Thesis Co-advisor Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.

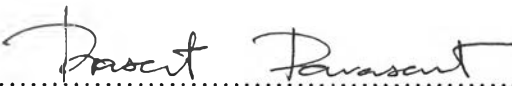
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

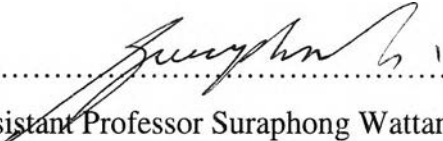

..... Dean of Graduate School
(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Taha F. Marhaba, Ph.D.,P.E.)


..... Thesis Co-Advisor
(Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Suraphong Wattanachira, D.Eng.)


..... Member
(Assistant Professor Chavalit Ratanatamskul, Ph.D.)

อาวีวรรณ มั่งมีชัย : การก่อตัวของสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้ง จังหวัด
 ฉะเชิงเทรา ประเทศไทย (TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL OF
 SHRIMP FARM EFFLUENTS CHACHOENGSARO PROVINCE, THAILAND)
 อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. Taha F. Marhaba อ.ที่ปรึกษาร่วม: ผศ.ดร. ประเสริฐ ภูวสันต์
 จำนวนหน้า 135 หน้า ISBN 974-17-4123-5

น้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้งและตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำบางปะกงบริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำแม่น้ำ
 บางปะกงจังหวัดฉะเชิงเทราเก็บมาเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อตัวของสารไตรฮาโลมีเทน ขั้นตอน
 การทำการวิเคราะห์นั้นน้ำตัวอย่างถูกผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร บางส่วนถูก
 นำไปแยกองค์ประกอบของสารอินทรีย์ออกเป็น 2 ประเภทคือ พวกชอบน้ำ และพวกไม่ชอบน้ำโดยใช้เร
 ซิน (XAD 8) เป็นตัวแยก คุณลักษณะน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้งมีปริมาณสารอินทรีย์รวม 13.78-18.27 มิลลิกรัม/
 ลิตร ปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ 12.34-13.95 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสารอินทรีย์ที่ไม่ชอบน้ำ 3.01 -
 4.63 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสารอินทรีย์ที่ชอบน้ำ 8.43 - 10.05 มิลลิกรัม/ลิตร ความสามารถในการก่อ
 สารไตรฮาโลมีเทนจากน้ำทิ้งฟาร์มกุ้งทั้งหมดอยู่ในช่วง 810 -1,540 ไมโครกรัม/ลิตร สารอินทรีย์ประเภทที่
 ชอบน้ำมีความสามารถในการก่อสารไตรฮาโลมีเทนสูงซึ่งมีค่าเท่ากับ 700 - 966 ไมโครกรัม/ลิตร ในขณะที่
 ที่สารอินทรีย์ที่ไม่ชอบน้ำมีความสามารถในการก่อสารไตรฮาโลมีเทนเพียงแค่ 111 - 363 ไมโครกรัม/ลิตร
 ความเป็นไปได้ในการก่อตัวของสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำจากแม่น้ำมีค่าน้อยกว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้งซึ่ง
 แสดงว่าน้ำในแม่น้ำที่มีการปนเปื้อนน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้งจะเพิ่มความเสี่ยงในการก่อตัวของสารไตรฮาโล
 มีเทนเมื่อมีการนำน้ำนั้นไปเติมคลอรีนเพื่อใช้ในชุมชนหรือโรงงาน นอกจากนี้ค่า SUVA ของน้ำทิ้งจาก
 ฟาร์มกุ้งมีค่าน้อยกว่า 3 ลิตรต่อมิลลิกรัม-เมตร ซึ่งแสดงว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มกุ้งมีสารอินทรีย์ประเภทที่ไม่
 สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการตกตะกอน

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
 สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
 ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต.....*Sumrit Hommeschan*.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*Abney*.....

4589488020: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

KEY WORD: TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL (THMFP) /
XAD-8/ DISINFECTION BY-PRODUCTS (DBPs) / HYDROPHOBIC/
HYDROPHILIC

AWEEWAN MANGMEECHAI: INVESTIGATING
TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL OF SHRIMP
FARM EFFLUENTS CHACHOENGSAO PROVINCE, THAILAND.

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TAHA F. MARHABA,

CO-ADVISOR: ASSIST. PROF. PRASERT PAVASANT.135 pp. ISBN
974-17-4123-5

Shrimp farm effluents along Bang pakong River in Chachoengsao Province were evaluated for their trihalomethane formation potential (THMFP). Samples from the river both upstream and downstream locations were also tested for their existing THMFP to allow the assessment of the impact from the river contaminated by shrimp farm effluents. The evaluation steps included the filtration through 0.45 µm filter media and the fractionation to hydrophobic and hydrophilic organic fractions using XAD-8 adsorption resin. The characteristics of shrimp farm effluents were: TOC 13.78-18.27 mg/L, DOC 12.34-13.95 mg/L, hydrophobic 3.01-4.63 mg/L, hydrophilic 8.43-10.05 mg/L. THMFP for all shrimp farm effluents were found to be in the range from 810-3300 µg/L. The hydrophilic was a more active precursor for trihalomethane (THMs) products with 700-966 µg/L THMFP obtained from these samples while only 111-363 µg/L THMFP was derived from the hydrophobic fraction. THMFP from the river samples were significantly lower than those from shrimp farm effluents. This indicated that the contamination with shrimp farm effluents might be one of the most important sources which would potentially increase the risk of exposure to high THMs level in natural water source if this water was chlorinated for further municipal/industrial usages. In addition, SUVAs of the shrimp farm effluents were relatively low with values of less than 3 L/mg.m. This implied that THMs precursors were unlikely to be efficiently removed by enhanced coagulation.

Inter-department Environment Management
Field of Study Environment Management
Academic year 2003

Student's signature... *Aweewan Mangmeechai*

Advisor's signature.....

Co-Advisor's signature... *Prasert Pavasant*

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my heartfelt gratitude to Associate Professor Dr. Taha F. Marhaba for his openhandedness and valuable advice. He always understands, accepts my opinion, and never blames whatever mistakes I made. Thanks for giving me this chance that helps me to improve my learning processes and to become more mature student. Another important person is Assistant Professor Dr. Prasert Pavasant. Even though his hands are full of work and many students under his responsibility, he never abandons whenever I need help. Thank you for everything that he did for me especially every Friday meeting, because I could learn a lot from this meeting. It motivated me to keep continual work and became more responsible person. These two people are my prototypes that encourage me to follow in their steps to perform efficient work and make this thesis perfectly complete.

Special thanks are given to Assistant Professor Dr. Suraphong Wattanachira for his kindness and his helpful when I did some parts of experiment at Chaiengmai University Faculty of Environmental Engineering.

This work would not have materialized without the help of my institution supported by NRC-EHWM.

I also would like to express my appreciation to Miss Ramnaree Natvichien and Miss Chantana Intim for her useful hours of support and endless patience in helping set up and run these experiments.

Finally, I wish to thanks my family for their supports and encouragements throughout my study.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT (THAI).....	iv
ABSTRACT (ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	x
LIST OF FIGURES.....	xiii
ABBREVIATION.....	xiv
CHAPTER 1 Introduction.....	1
1.1 Motivations.....	1
1.2 Objectives.....	2
1.3 Scopes of this work.....	2
1.4 Benefits of this work.....	3
CHAPTER 2 Literature Review.....	4
2.1 Precursors of disinfection by-products.....	4
2.1.1 Humic substance (Hydrophobic fraction).....	4
2.1.2 Non-humic substance (Hydrophilic fraction).....	5
2.2 Disinfection by-products.....	5
2.3 Trihalomethanes Health Issues.....	6
2.4 Factor Influencing Trihalomethanes Formation Potential.....	7
2.4.1. pH.....	7
2.4.2. Precursor concentration.....	8
2.4.3 Chlorine contact time.....	9
2.4.4 Chlorine dose.....	9
2.4.5 Bromide.....	10
2.4.6 Temperature.....	11
2.4.7 Disinfectants.....	12
2.5 Shrimp Farm Situation in Thailand.....	13
2.5.1 Shrimp culture in Thailand.....	13
2.5.2 Chemicals Used in Shrimp Farming.....	15

CONTENTS (CONTINUED)

	Page
2.5.3 Water Consumption.....	16
2.5.4 Organic loading.....	17
2.5.5 Potential impact on the environment.....	21
2.5.6 Disinfection by-products.....	22
2.5.7 Bangpakong watershed.....	23
CHAPTER 3 Methodology.....	34
3.1 Sample collection.....	34
3.2 Physico-chemical parameters measurement.....	34
3.3 Fractionation.....	35
3.4 Organic carbon measurement.....	35
3.5 Ultraviolet adsorbance.....	36
3.6 Specific ultraviolet absorption.....	36
3.7 THMs formation potential.....	36
3.8 Gas chromatography for THM measurement.....	37
3.9 Statistical analysis.....	36
3.10 Quality control.....	38
CHAPTER 4 Results and discussion.....	47
4.1 Physical and Chemical Characteristics of Shrimp Farm Effluents.....	47
4.2 Surrogate parameters for predicting THMFP.....	50
4.3 Hydrophobic and Hydrophilic Fractionation.....	51
4.4 Trihalomethanes Formation Potential.....	54
4.4.1 THMFP and salinity.....	54
4.4.2 THMFP and turbidity.....	56
4.4.3 THMFP and organic carbon.....	56
4.4.4 THMFP and UV.....	57
4.4.5 THMFP and SUVA.....	57
CHAPTER 5 Conclusions and recommendations	85
REFERENCES.....	96

CONTENTS (CONTINUED)

	Page
APPENDICES	102
APPENDIX A Experimental Data	103
APPENDIX B Statistical Data	112
APPENDIX C Calibration data and curve	126
BIOGRAPHY	135

LIST OF TABLES

	Page
Table 2-1 United State Primary Drinking Water Regulations Establishing MCLs and MCLGs Related to DBPs.....	7
Table 2-2 Total organic carbon in natural waters.....	9
Table 2-3 Production of cultured shrimp in the countries dominating the South-east Asia shrimp farming industry.....	14
Table 2-4 Shrimp farm areas in Thailand.....	14
Table 2-5 Inland shrimp farms in the central region of Thailand.....	15
Table 2-6 Composition of shrimp and feed showing assimilation and loss to environment.....	16
Table 2-7 The measured amount of used water in shrimp ponds.....	17
Table 2-8 Disinfection by-product precursors in various sources.....	26
Table 2-9 Effect of various parameters on THMFP.....	28
Table 2-10 THMFP of various sources.....	32
Table 3-1 Details of each shrimp farm	40
Table 3-2 Details of river sampling location.....	41
Table 3-3 Analytical method and analytical instrument for each parameter.....	42
Table 3-4 Characteristic of shrimp farm effluents.....	43
Table 3-5 Characteristic of Bangpakong River.....	44
Table 4-1 Surrogate parameters for raw and filtrated shrimp farm effluents.....	59
Table 4-2 Surrogate parameters for River water.....	60
Table 4-3 The correlation of TOC and physical-chemical parameters.....	61
Table 4-4 The correlation of DOC and physical-chemical parameters.....	62
Table 4-5 Mass balance for all fractionations.....	63
Table 4-6 Surrogate parameters for hydrophobic and hydrophilic fraction.....	64
Table 4-7 Correlation of THMFP of raw water, filtrated water and surrogated parameters.....	65
Table 4-8 Correlation of THMFP of filtrated water and surrogated parameters.....	66
Table 4-9 Correlation of THMFP of hydrophobic and surrogated parameters..	67
Table 4-10 Correlation of THMFP of hydrophilic and surrogated parameters...	68
Table 4-13 UV absorbance at day 0 and 7.....	69
Table 4-14 Regression models for predicting THMFP.....	70

LIST OF TABLES (CONTINUED)

	Page
Table 5-1 The number of cancer patients in Chachoengsao Province.....	91
Table 5-2 Population in the areas used to calculate in table 5-1.....	92
Table 5-3 TOC, SUVA, and THMFP before and after coagulation.....	93

LIST OF FIGURES

	Page
Figure 2-1 Estimates water budget for an inland shrimp pond over crop cycle (area $2974 \pm 680 \text{ m}^2$).....	18
Figure 2-2 Estimates water budget for an inland shrimp pond over crop cycle per one ha.....	19
Figure 2-3 Total and organic solids budgets for intensive Thai shrimp ponds...	20
Figure 2-4 Bangpakong watershed.....	23
Figure 2-5 Satellite imagery of Bangpakong watershed.....	24
Figure 3-1 Studied areas.....	45
Figure 3-2 Diagram of experimental procedure.....	46
Figure 4-1 Relationships between Salinity, DOC, and Conductivity in the shrimp farm effluent samples.....	71
Figure 4-2 Relationship among DOC, salinity, conductivity, and SUVA in the different shrimp farm effluents	72
Figure 4-3 Relationship between organic matter and SUVA in the different shrimp farm effluents.....	73
Figure 4-4 Relationship between THMFPraw , THMs/TOC and Salinity in the different shrimp farm effluents.....	74
Figure 4-5 Relationship between THMFPfiltrated , THMs/DOC and Salinity in the different shrimp farm effluents.....	75
Figure 4-6 THMFP/TOC of Raw water and Filtrated water	76
Figure 4-7 THMFP/TOC of Hydrophobic and Hydrophilic fraction.....	77
Figure 4-8 Relationship between THMs species and salinity in shrimp farm effluents.....	78
Figure 4-9 Relationship between THMs species and salinity in River	79
Figure 4-10 Relationship between THMs species of two fractions and salinity...	80
Figure 4-11 Relationship between THMFP, TOC , and DOC.....	81
Figure 4-12 Relationship between THMFP, THMs/ TOC and SUVA.....	82
Figure 4-13 Relationship between THMFP, THMs/ DOC and SUVA	83
Figure 4-14 The relationship between THMs/DOC hydrophobic, hydrophilic and SUVA	86
Figure 5-1 Relationship between alum dose and TOC.....	94

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

	Page
Figure 5-2 THMs species before and after coagulation.....	95
Figure 5-3 Mechanism of before and after coagulation.....	96

ABBREVIATIONS

amu	apparent molecular unit
AWWA	American Water Works Association
CHBr ₃	Bromoform
CHCl ₂ Br	Bromodichloromethane
CHClBr ₂	Dibromochloromethane
CHCl ₃	Chloroform
Cl	Chlorine
DBPs	Disinfection by-products
DOC	Dissolved Organic Matter
NOM	Natural Organic Matter
NTU	Nepheo Turbidity Carbon
ppm	Part per Milloin
POM	Particulate Organic Matter
SUVA	Specific Ultraviolet Absorption
THMFP	Trihalomethane Formation Potential
THMs	Trihalomethanes
TOC	Total Organic Carbon
UV	Ultraviolet
UV254	Ultraviolet Absorption at wave length 254 nanometer