

SORPTION OF METHYLTESTOSTERONE ONTO SEDIMENTS AND SOILS



Miss Pawitra Chotisukarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2008
Copyright of Chulalongkorn University

การดูฉบับของสารมีที่วเทศโทสเทอโรนโดยตะกอนดินชนิดต่างๆ

นางสาว ปวีตรา โชติสุกานต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณจิด

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณจิดวิทชาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

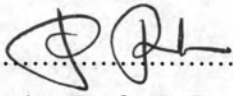
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

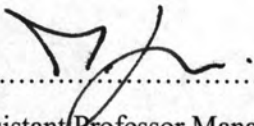
511146


Thesis Title SORPTION OF METHYLTESTOSTERONE ONTO
SEDIMENTS AND SOILS
By Miss Pawittra Chotisukarn
Field of Study Environmental Management
Thesis Principal Advisor Professor Say Kee Ong, Ph.D.
Thesis Co-advisor Tawan Limpiyakorn, Ph.D.

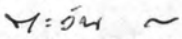
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree


..... Dean of the Graduate School
(Associate Professor Pornpote Piumsomboon, Ph.D.)

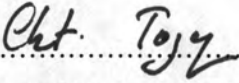
THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

..... Thesis Principal Advisor
(Professor Say Kee Ong, Ph.D.)

..... Thesis Co advisor
(Tawan Limpiyakorn, Ph.D.)

..... External Member
(Wilasinee Sakhewin, Ph.D.)

..... Member
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)

ปวีตรา โชติสุกานต์: การดูดซับของสารเม็ททีวเทสโทสเตอโรน โดยตะกอนดินชนิดต่างๆ

(SORPTION OF METHYLTESTOSTERONE ONTO SEDIMENTS AND

SOILS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก PROFESSOR SAY KEE ONG, Ph.D. อ.ที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์ร่วม อ. คร. ตะวัน ภูมิพยากร, 108 หน้า

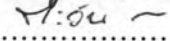
โดยทั่วไปผู้เพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการค้าจะเปลี่ยนเพศปลานิลให้เป็นเพศผู้ด้วยการใช้สารเมทิลเทสโทสเตอโรน (MT) ซึ่งเป็นสาร anabolic steroid สตรีโมนเพศชาย โดยผสมลงในอาหารเลี้ยงปลาในอัตราส่วน 0.06 มิลลิกรัม ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 30 วันนับจากที่ปลาฟักออกจากไข่ เนื่องจากลักษณะสมบัติของ MT (ค่า K_{ow} สูง และค่าความสามารถในการละลายน้ำต่ำ 3.4 มิลลิกรัม/ลิตร) MT จึงมักอยู่ในดินตะกอนก้นบ่อเพาะเลี้ยงปลานิล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การศึกษาการดูดซับของสาร MT บนดินห้ำชนิดและดินตะกอนหนึ่งชนิด ที่มีปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกัน รวมทั้งศึกษาถึง ผลกระทบของพีเอช และความเค็มของน้ำต่อการดูดซับของ MT บนดินและดินตะกอน ผลการทดลองพบว่า สัมประสิทธิ์การดูดซับ ของ MT บน ทราย ดินลูกรัง ดินร่วนชนิดที่ 1 ดินร่วนชนิดที่ 2 ดินร่วนชนิดที่ 3 และดินตะกอน มีค่าเท่ากับ 4.6, 1.2, 49.4, 119.1, 122.8 และ 168.8 ลิตรต่อกิโลกรัมตามลำดับ การดูดซับของ MT บนดินทั้งห้ำชนิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารอินทรีย์ในดิน โดยการดูดซับบนทรายมีค่าน้อยกว่าดินลูกรังเล็กน้อยแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ผิวมีผลต่อการดูดซับของ MT เช่นกัน อย่างไรก็ตามค่าพีเอชและค่าความเค็มไม่มีผลกระทบต่อ การดูดซับสาร MT บนดินทรายและดินลูกรัง การดูดซับของ MT บนดินตะกอนได้รับผลกระทบจากค่าพีเอชและค่าความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ ค่า K_d ของดินตะกอนเพิ่มขึ้นจาก 299.0 เป็น 433.2 ลิตรต่อกิโลกรัม เมื่อพีเอชลดลงจาก 6.9 เป็น 5.4 และเพิ่มขึ้นจาก 231.50 เป็น 495.20 ลิตรต่อกิโลกรัมเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจาก 0.5 เป็น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... 

ลายมือชื่อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม..... 

498 94396 20: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

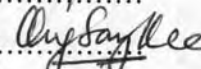
KEY WORD: 17ALPHA-METHYLTESTOSTERONE /MT/ SOIL/ SEDIMENT/
SORPTION

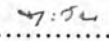
PAWITTRA CHOTISUKARN: SORPTION OF METHYLTESTOSTERONE
ONTO SEDIMENTS AND SOILS. THESIS PRINCIPAL ADVISOR: PROF.
SAY KEE ONG, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: TAWAN LIMPIYAKORN,
Ph.D., 108 pp.

A common practice by fish farmers to change the sex of Nile tilapia from female to male is to use a male hormone, methyltestosterone (MT) to induce the sex of the tilapia. MT is an anabolic steroid with a solubility of about 3.4 mg/L. MT is fed to Tilapia at a rate of 0.06 mg per 1 kg of normal food during the first 30 days after hatching. Due to the properties of MT (high K_{ow} and low water solubility), MT is preferably sorbed onto sediments of the fish pond. Therefore it is possible for MT to contaminate the environment and impact other aquatic organisms. However, there are not many studies on the sorption of MT onto soils and sediment. This research studies the sorption of MT onto five different types of soils and a sediment and the effect of pH and salinity on the sorption of MT using batch sorption experiments. The sorption coefficients (K_d) of MT onto sand, laterite soil, garden soil-1, garden soil-2, garden soil-3 and sediment were 4.6, 1.2, 49.4, 119.1, 122.8, and 168.8 L/kg, respectively. Sorption of MT onto these five soils were found to be positively correlated with the organic contents. Sorption of MT onto sand and garden soil-1 were not affected by pH and salinity concentration. However, the sorption of MT onto sediment were significantly affected by pH and salinity. The K_d value for the sediment increased from 299.0 to 433.1 L/kg when the pH decreased from 6.9 to 5.4 and increased from 231.50 to 495.20 L/kg when the salinity increased from 0.5 to 20 g/L. For materials with very low organic carbon content (< 0.01%), it is possible that surface area may play a role in sorption of MT as shown by the slightly higher sorption of MT onto sand as compared to laterite soils.

Field of study: Environmental Management
Academic year 2008

Student's signature..... 

Principal Advisor's signature..... 

Co-advisor's signature..... 

ACKNOWLEDGEMENTS

I want to express my profound gratitude to the following people who contributed to the completion of my thesis.

Firstly, I would like to express my grateful appreciation and sincere gratitude to Professor Dr. Say Kee Ong, my advisor, and Dr. Tawan Limpiyakorn, my co-advisor for their help in providing useful information, valuable suggestion and a systematic thinking in environmental application and management.

Secondly, I would like to express my appreciation and sincere gratitude to Assistant Professor Dr. Mansakorn Rachakornkit, Chairman of my thesis committee, Dr. Chantra Tongcumpou, and Dr. Wilasinee Sakthewin, members of my thesis committee, for their constructive suggestions throughout this research work.

Thirdly, I do wish to thank the National Center of Excellence for Environmental and Hazardous Waste Management (NCE-EHWM) for providing the half scholarship for my graduate education, and partial funding and supporting facilities for my research and study.

I would like to express my sincere gratitude to Miss Chantana Intim, and the staff at the NCE-EHWM for the knowledge and laboratory techniques I have learnt. In addition, many thanks to my friend at NCE-EHWM, KMIT'L, and DRA for helping me at all times, providing suggestions for this research work, and listening to my complaints and frustrations.

Last but not the least, I do wish to express my deep appreciation and gratitude to my family for their support and great encouragement throughout this research work.

CONTENTS

	Page
Abstract (Thai).....	iv
Abstract (English).....	v
Acknowledgements.....	vi
Contents.....	vii
List of Tables.....	x
List of Figures.....	xi
List of Abbreviations.....	xiii
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
1.1 Background.....	1
1.2 Objectives.....	2
1.3 Scope of the study.....	2
1.4 Hypothesis.....	2
CHAPTER II LITERATURE REVIEW.....	3
2.1 Nile Tilapia	3
2.1.1 Characteristics of Nile tilapia.....	3
2.1.2 Masculinization of Nile tilapia	4
2.1.3 Breeding ponds for masculinization of Nile Tilapia fry	5
2.2 Methyltestosterone	5
2.2.1 The chemical structure of Methyltestosterone.....	6
2.2.2 Adverse effect of Methyltestosterone.....	7
2.3 Partway of Methyltestosterone to environment	8
2.4 Effect of Methyltestosterone to environment	8
2.5 Adsorption and Absorption	9
2.5.1 Factors affecting for sorption.....	10
2.5.1.1 Solubility	10

	Page
2.5.1.2 Temperature.....	10
2.5.1.3 Salinity.....	10
2.5.1.4 pH.....	10
2.5.1.5 Soil Texture.....	11
2.5.1.6 Organic Matter Content.....	11
2.5.1.7 Soil Permeability.....	11
2.5.1.8 Surface Area.....	11
2.5.2 Sorption Coefficient (K_{oc})	11
2.6 Adsorption isotherms	12
2.6.1 Linear isotherm.....	12
2.6.2 Freundlich isotherm.....	13
2.6.3 Langmuir isotherm.....	13
2.7 Sorption of hormones	14
2.8 Summary.....	15
CHAPTER III METHODOLOGY.....	18
3.1 Experimental framework.....	18
3.2 Materials.....	19
3.2.1. Soils.....	19
3.2.2. Chemicals	20
3.3 Soil and MT analysis.....	20
3.4 Experimental Procedures.....	21
Part 1: Selection of optimal soil/solution ratios and measurement of equilibrium time.....	21
Part 2: Effect of organic content on sorption under original condition.....	22
Part 3: Effect of pH on sorption.....	23
Part 4: Effect of salinity on sorption.....	23

	Page
CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION	24
4.1 Characteristic of soil.....	24
4.2 Selection of optimal soil/solution ratios and measurement equilibrium time	24
4.3 Effect of organic content on sorption under original condition	27
4.4 Effect of pH on sorption	33
4.5 Effect of salinity on sorption	35
 CHAPTER V CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS FOR FUTURE STUDIES	39
5.1 Conclusions.....	39
5.2 Suggestions for future studies.....	40
 REFERENCES	41
 APPENDICES	47
APPENDIX A.....	47
APPENDIX B.....	49
APPENDIX C.....	59
APPENDIX D.....	79
APPENDIX E.....	89
 BIOGRAPHY	102

LIST OF TABLES

Table		Page
2.1	Export value of Nile tilapia and total fresh water fish.....	3
2.2	Properties of methyltestosterone.....	7
3.1	Methods for soil and chemical analysis.....	20
4.1	Soil properties.....	24
4.2	Isotherm coefficients for all types of soils.....	31
4.3	The linear isotherm in the different pH	34
4.4	The sorption isotherm for each type of soil.....	38

LIST OF FIGURES

Figure	Page
2.1 Components of Nile tilapia.....	4
2.2 The chemical structure of methyltestosterone.....	7
3.1 Experimental frameworks thesis.....	18
3.2 Overall methodologies for batch sorption experiment preparing.....	22
4.1 Kinetics of 17 alpha- methyltestosterone sorption onto sand for different soil/solution ratios of 1:1 (◆), 1:5 (▲), and 1:10 (■) test.....	25
4.2 Kinetics of 17 alpha-methyltestosterone sorption onto garden soil-1 for different soil/solution ratios of 1:5 (◆), 1:10 (▲), and 1:20 (■) test.....	26
4.3 Kinetics of 17 alpha-methyltestosterone sorption onto sediment for different soil/solution ratios of 1:5 (◆), 1:10 (▲), and 1:20 (■) test.....	26
4.4 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for sand (pH = 7.2).....	27
4.5 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for laterite soil (pH = 7.1).....	27
4.6 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for garden soil-1 (pH = 7.5).....	28
4.7 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for garden soil-2 (pH = 7.5).....	28
4.8 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for garden soil-3 (pH = 7.4).....	29
4.9 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherm for sediment (pH = 5.8).....	29
4.10 Sorption isotherms for 17 alpha-methyltestosterone: sand (■), laterite soil (▲), garden soil-1 (×), garden soil-2 (✱), garden soil-3 (●), and sediment (◆).....	30
4.11 Linear sorption coefficient (K_d) versus organic content (%) for: sand (■), laterite soil (▲), garden soil-1 (×), garden soil-2 (✱), garden soil-3 (●), and sediment (◆).....	31
4.12 Percent sand content (%) vs Linear sorption coefficient (K_d) of 17 alpha- methyltestosterone for soils: sand (■), laterite soil (▲), garden soil-1 (×), garden soil-2 (✱), garden soil-3 (●), and sediment (◆).....	32

Figure	Page
4.13 Percent clay content (%) vs Linear sorption coefficient (K_d) of 17 alpha-methyltestosterone for soils: sand (■), laterite soil (▲), garden soil-1 (×), garden soil-2 (*), garden soil-3 (●), and sediment (◆).....	33
4.14 17 alpha-methyltestosterone Sorption isotherms for sand: pH 6.6 (◆), pH 7.1 (■), and pH 7.6 (▲).....	34
4.15 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherms for garden soil-1: pH 6.8 (◆), pH 7.3 (■), and pH 7.8 (▲).....	35
4.16 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherms for sediment: pH 5.4 (◆), pH 5.9 (■), and pH 6.4 (▲).....	35
4.17 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherms for sand: original salinity (lower than 0.5 g/L) (◆), salinity of 5 g/L (■), salinity of 10 g/L (×), salinity of 20 g/L (▲).....	36
4.18 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherms for garden soil-1: original salinity (lower than 0.5 g/L) (◆), salinity of 5 g/L (■), salinity of 10 g/L (×), salinity of 20 g/L (▲).....	37
4.19 17 alpha-methyltestosterone sorption isotherms for sediment: original salinity (lower than 0.5 g/L) (◆), salinity of 5 g/L (■), salinity of 10 g/L (×), salinity of 20 g/L (▲).....	37

LIST OF ABBREVIATIONS

< DL	=	Lower than the detection limit
μL	=	microliter
μm	=	micrometer
Control conc.	=	Control concentration of MT (mg/L)
C_s	=	Concentration of MT in soil (mg/kg)
C_w	=	Concentration of MT in water (mg/L)
g	=	gram
g/g	=	gram of MT per gram soil
g/L	=	gram per liter
HPLC	=	high performance liquid chromatography
hr	=	hour
K_d	=	Distribution coefficient
kg	=	kilogram
K_{oc}	=	Sorption coefficient
K_{ow}	=	Octanol-water partitioning coefficient
L	=	liter
m	=	meter
mg/L	=	milligram per liter
min	=	minute
mL	=	milliliter
MT	=	17alpha-methyltestosterone
ng/g	=	nanogram per gram
ng/L	=	nanogram per liter
rpm	=	round per minutes
s	=	second
Sol. vol.	=	Solution volume (mL)