

การแสดงคุณลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ
โดยสารละลายอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเล็ต



นางสาว กุลภา ไสรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6226-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PERFORMANCE CHARACTERIZATION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT
SYSTEMS USING 5-DAY BIODEGRADABLE DISSOLVED ORGANIC CARBON AND
ULTRAVIOLET ABSORBANCE AT 254 NANOMETERS

Miss Kullapa Soratana

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 2004

ISBN 974-17-6226-7

Thesis Title Performance Characterization of Biological Wastewater Treatment Systems Using 5-day Biodegradable Dissolved Organic Carbon and Ultraviolet Absorbance at 254 nanometers

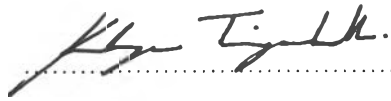
By Kullapa Soratana

Field of study Environmental Management

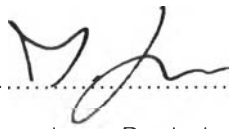
Thesis Advisor Assistant Professor Eakalak Khan, Ph.D.

Thesis Co-advisor Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.

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

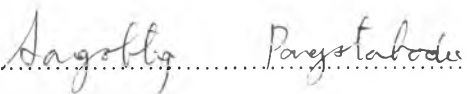

..... Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

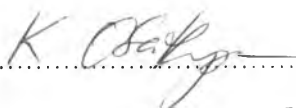
THESIS COMMITTEE


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


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Eakalak Khan, Ph.D.)


..... Thesis Co-advisor
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Sangobtip Pongstabodee, Ph.D.)


..... Member
(Khemarath Osathaphan, Ph.D.)

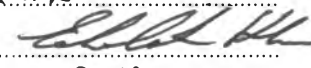
กุลภา โสรัตน์ : การแสดงคุณลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยสารละลายอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเล็ต. (PERFORMANCE CHARACTERIZATION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS USING 5-DAY BIODEGRADABLE DISSOLVED ORGANIC CARBON AND ULTRAVIOLET AT 254 NANOMETERS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. เอกลักษณ์ คาน, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร. สุภา ขาวเอียร จำนวนหน้า 70หน้า. ISBN 974-17-6226-7.

การศึกษาประโยชน์ของค่าสารละลายอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (ค่าบีดีไอซี) และค่าการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเล็ต (ค่าการดูดกลืนแสงยูวี) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในด้านการผลิตน้ำดื่มอย่างกว้างขวาง เพื่อแสดงคุณภาพของน้ำเสียและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิ ดำเนินการศึกษาโดยใช้น้ำเสียปฐมภูมิจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพจำลอง 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ ระบบโปรยกรองและระบบจานหมุนชีวภาพ ในช่วงแรกของการศึกษา ได้ทำการผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำเข้าสู่ระบบโปรยกรองและระบบจานหมุนชีวภาพ ที่แต่ละค่าการระชลดศาสตร์ 3 ค่า พบว่า ที่ค่าการระชลดศาสตร์ต่างกัน น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่าบีดีไอซีและค่าประสิทธิภาพการบำบัดไม่แตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม ยังแสดงให้เห็นแนวโน้มที่จะเป็น และค่าการดูดกลืนแสงยูวีชี้ให้เห็นว่า ระบบโปรยกรองและระบบจานหมุนชีวภาพสามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่สามารถดูดกลืนแสงยูวีได้น้อยมาก ต่อมา เมื่อเปลี่ยนมาใช้น้ำเสียปฐมภูมิที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูงขึ้นกับระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ ที่ค่าเวลากักตะกอนต่างกัน 5 ค่า และระบบโปรยกรองและระบบจานหมุนชีวภาพ ที่ค่าการระชลดศาสตร์ต่างกัน 4 ค่า พบว่า ค่าเวลากักตะกอนที่นานขึ้นของระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ เพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดบีดีไอซี แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดการดูดกลืนแสงยูวี สำหรับระบบโปรยกรองและจานหมุนชีวภาพ ค่าบีดีไอซีและประสิทธิภาพการบำบัดของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของทั้งสองระบบมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยค่าเหล่านั้นเพิ่มขึ้นเมื่อค่าการระชลดศาสตร์เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาค่าการดูดกลืนแสงยูวี แสดงให้เห็นว่า ระบบโปรยกรองสามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ดูดกลืนแสงยูวีได้น้อยมาก ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าบีดีไอซีและค่าการดูดกลืนแสงยูวีสนับสนุนประโยชน์ของบีดีไอซีและการดูดกลืนแสงยูวี จากการศึกษาผลของทุกระบบ พบว่า ค่าบีดีไอซีสามารถใช้แสดงคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิได้ ในขณะที่ค่าการดูดกลืนแสงยูวีสามารถใช้แสดงคุณภาพของน้ำเสียได้เพียงอย่างเดียว

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2004

ลายมือชื่อบัณฑิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

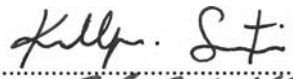
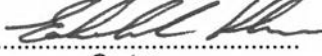
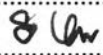
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

4589404220 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
 KEY WORD: BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT / BIODEGRADABLE
 DISSOLVED ORGANIC CARBON / ULTRAVIOLET ABSORBANCE AT 254
 NANOMETERS / SOLID RETENTION TIME / HYDRAULIC LOADING RATE

KULLAPA SORATANA : PERFORMANCE CHARACTERIZATION OF
 BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS USING 5-DAY
 BIODEGRADABLE DISSOLVED ORGANIC CARBON AND ULTRAVIOLET
 ABSORBANCE AT 254 NANOMETERS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.
 EAKALAK KHAN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. SUTHA
 KHAODHIAR, Ph.D., 70 pp. ISBN 974-17-6226-7.

Biodegradable dissolved organic carbon (BDOC) and ultraviolet absorbance at 254 nm (UV_{254}) which have been widely used in the drinking water field were investigated for their applicabilities to be used as wastewater quality parameters and treatment efficiency indicators. Three bench-scale biological wastewater treatment processes, activated sludge (AS), trickling filter (TF) and rotating biological contactor (RBC), were fed with primary wastewater from full-scale municipal wastewater treatment plants. First, relatively low organic concentration primary wastewater was used as an influent for TF and RBC that were operated at three different hydraulic loading rates (HLR). The results indicated that effluent $BDOC_5$ and its removal of TF and RBC were not much different across different HLRs, but the trends were reasonable. The UV_{254} results indicated that TF and RBC removed minimal amount of UV absorbing constituents. When applying higher organic concentration primary treated wastewater from another treatment plant as an influent to the three biological wastewater treatment systems, AS system was operated at five different solid retention times (SRT), while TF and RBC were operated at four different HLRs. For AS, higher SRTs slightly increased $BDOC_5$ removal but had no effect on UV_{254} removal. For TF and RBC, the effluent $BDOC_5$ and their removal results were very similar; the values increased with higher HLRs. The UV_{254} results showed that TF barely removed UV_{254} absorbing constituents. The applicabilities of $BDOC_5$ and UV_{254} were supported by a fairly strong linear relationship between $BDOC_5$ and UV_{254} . $BDOC_5$ can be used as an indicator of secondary wastewater quality and treatment process performance, while UV_{254} can be used only for characterizing quality of wastewater.

Inter-Department Environmental Management
 Field of study Environmental Management
 Academic year 2004

Student's signature.....
 Advisor's signature.....
 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

I am appreciatively grateful to my thesis advisor, Assistant Professor Eakalak Khan, Ph.D. and my co-advisor, Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D. for their useful suggestions and guidance throughout my work. This thesis would not be completed without their excellent supervision. I am grateful to Dr. Manaskorn Rachakornkij, Chairman of the committee, and Assistant Professor Sangobtip Pongstabodee and Dr. Khemarath Osathaphan, members of thesis committee, for their valuable comments.

Acknowledgments go to National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM) for financial support and to the staffs at the Si Phraya and MBK wastewater treatment plants for their collaboration on providing experimental setup spaces.

My thanks are passed on to Miss Ramnaree Netvichian and Miss Chantana Intim, for providing helps, conveniences and suggestions at the laboratory, also for my friends at NRC-EHWM with their friendly support and interest.

Special thanks are made to Thidavisuth Chunkruea, Kwanjai Satchatham, Napatr Kunachitpimol and Danaya Pakotiprapha for their help, thoughtful, warm support and encouragement during my study.

I would like to give an overwhelming appreciation to my family, especially, to my parents and my sisters for their continued love, support, understanding and inspiration, which are a continuous source of love and energy, in every moment of my life.

CONTENTS

	Pages
ABSTRACT (THAI).....	iv
ABSTRACT (ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF FIGURES.....	x
LIST OF TABLES.....	xiv
CHAPTER I INTRODUCTION	
1.1 Research Background and Motivation.....	1
1.2 Problem Statement.....	2
1.3 Objectives.....	3
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	
2.1 Biological Wastewater Treatment Processes.....	4
2.1.1 Design, Control and Operation of AS.....	4
2.1.2 Design, Control and Operation of TF.....	7
2.1.3 Design, Control and Operation of RBC.....	10
2.2 Wastewater Quality Parameters Used in this Study.....	12
2.2.1 BOD ₅	12
2.2.2 COD.....	14
2.2.3 BDOC.....	14
2.2.3.1 BDOC Static Method.....	15
2.2.3.2 BDOC Applications.....	16
2.2.4 Ultraviolet Absorbance at 254 nanometers and Specific Ultraviolet Absorbance.....	18
2.2.4.1 UV ₂₅₄ and SUVA Methods.....	18
2.2.4.2 UV ₂₅₄ and SUVA Applications.....	19
CHAPTER III METHODOLOGY	
3.1 Wastewater Collection.....	21
3.2 Experimental Setup and Operation.....	21

CONTENTS (Continued)

	Pages
3.2.1 Activated Sludge (AS).....	21
3.2.1.1 Experimental Setup.....	21
3.2.1.2 Experimental Operation.....	23
3.2.2 Trickling Filter (TF).....	23
3.2.2.1 Experimental Setup.....	23
3.2.2.2 Experimental Operation.....	26
3.2.3 Rotating Biological Reactor (RBC).....	26
3.2.3.1 Experimental Setup.....	26
3.2.3.2 Experimental Operation.....	28
3.3 Analyses.....	29

CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Effect of control parameters on the effluent concentrations and removal of the organic parameters when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent for TF and RBC systems.....	30
4.1.1 Effect of HLR on the effluent concentrations and removal of SBOD ₅ , BDOC ₂₈ , BDOC ₅ , DOC, UV ₂₅₄ , and SUVA when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent for TF system.....	30
4.1.2 Effect of HLR on the effluent concentrations and removal of SBOD ₅ , BDOC ₂₈ , BDOC ₅ , DOC, UV ₂₅₄ , and SUVA when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent for RBC system.....	34
4.2 Effect of control parameters on the effluent concentrations and removal of the organic parameters when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for AS, TF, and RBC systems.....	38
4.2.1 Effect of SRT on the effluent concentrations and removal of COD, SBOD ₅ , BDOC ₅ , DOC, UV ₂₅₄ , and SUVA when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for AS system.....	38

CONTENTS (Continued)

	Pages
4.2.2 Effect of HLR on the effluent concentrations and removal of COD, SBOD ₅ , BDOC ₅ , DOC, UV ₂₅₄ , and SUVA when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for TF system.....	44
4.2.3 Effect of HLR on the effluent concentrations and removal of COD, SBOD ₅ , BDOC ₅ , DOC, UV ₂₅₄ , and SUVA when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for RBC system.....	50
4.3 Relationships among BDOC ₅ , UV ₂₅₄ , DOC, SCOD and SBOD ₅	55
CHAPTER V CONCLUSIONS.....	65
REFERENCES.....	67
BIOGRAPHY.....	70

LIST OF FIGURES

	Pages
2.1 Activated sludge process diagram.....	5
2.2 Schematic of a trickling filter.....	8
2.3 Schematic of rotating biological contactor.....	11
3.1 Diagram of activated sludge bench-scale system.....	22
3.2 The activated sludge bench-scale system during normal operation.....	22
3.3 Diagram of trickling filter bench-scale systems.....	24
3.4 Trickling filter bench-scale systems during normal operation at the Si Phraya WWTP and at the MBK Department Store WWTP.....	24
3.5 Components of TF: (a) a fixed film biological tower, (b) rock media in the tower, and (c) sedimentation tank.....	25
3.6 Influent distributor of TF.....	25
3.7 Diagram of rotating biological contactor bench-scale system.....	27
3.8 Rotating biological contactor bench-scale system during normal operation at the Si Phraya WWTP and at the MBK department store WWTP.....	27
3.9 Components of single stage RBC unit.....	28
3.10 Growth of fixed film microorganisms on the RBC discs.....	29
4.1 pH of influent and effluent when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent for TF at different HLRs.....	30
4.2 Influent and effluent SBOD ₅ , BDOC ₅ , BDOC ₂₈ and DOC of TF at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	31
4.3 Relationships between SBOD ₅ , BDOC ₂₈ , BDOC ₅ and DOC removal efficiencies of TF system and HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	32
4.4 Influent and effluent UV ₂₅₄ of TF at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	33
4.5 Influent and effluent SUVA of TF at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	33
4.6 pH of influent and effluent when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent for RBC at different HLRs.....	34

LIST OF FIGURES (Continued)

	Pages
4.7 Influent and effluent SBOD ₅ , BDOC ₅ , BDOC ₂₈ and DOC of RBC at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	35
4.8 Relationships between SBOD ₅ , BDOC ₂₈ , BDOC ₅ and DOC removal efficiencies of RBC system and HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	36
4.9 Influent and effluent UV ₂₅₄ of RBC at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	37
4.10 Influent and effluent SUVA of RBC at different HLRs when using primary wastewater from the Si Phraya WWTP as influent.....	37
4.11 Relationship between MLSS and SRT of the AS unit operation.....	39
4.12 pH of influent and effluent at different SRTs.....	39
4.13 SCOD of influent and effluent at different SRTs of the AS system.....	40
4.14 Relationship between SCOD removal and SRT of the AS system.....	40
4.15 SBOD ₅ , BDOC ₅ and DOC of influent and effluent of the AS system at different SRTs.....	41
4.16 Relationship between SBOD ₅ , BDOC ₅ and DOC removal and SRT of the AS system.....	42
4.17 Influent and effluent UV ₂₅₄ of AS system at different SRTs.....	43
4.18 UV ₂₅₄ removal efficiency of the AS system at different SRTs.....	43
4.19 Influent and effluent SUVA of AS system at different SRTs.....	44
4.20 pH of influent and effluent when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for TF system at different HLRs.....	45
4.21 Influent and effluent SCOD of TF system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	45
4.22 Relationship between SCOD removal efficiencies of TF system and HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	46
4.23 Influent and effluent SBOD ₅ , BDOC ₅ , and DOC of TF system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	47

LIST OF FIGURES (Continued)

	Pages
4.24 Relationships between SBOD ₅ , BDOC ₅ and DOC removal efficiencies of TF system and HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	48
4.25 Influent and effluent UV ₂₅₄ of TF system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	49
4.26 Influent and effluent SUVA of TF system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	49
4.27 pH of influent and effluent when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent for RBC system at different HLRs.....	50
4.28 Influent and effluent SCOD of RBC system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	51
4.29 Relationship between SCOD removal efficiencies of RBC system and HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	51
4.30 Influent and effluent SBOD ₅ , BDOC ₅ , and DOC of RBC system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	52
4.31 Relationships between SBOD ₅ , BDOC ₅ and DOC removal efficiencies of RBC system and HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	53
4.32 Influent and effluent UV ₂₅₄ of RBC system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	54
4.33 UV ₂₅₄ removal efficiency of RBC system at different SRTs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	54
4.34 Influent and effluent SUVA of RBC system at different HLRs when using primary wastewater from the MBK WWTP as influent.....	55
4.35 Correlations of SBOD ₅ and SCOD.....	57
4.36 Correlations of DOC and SCOD.....	57
4.37 Correlations of BDOC ₅ and SCOD.....	58
4.38 Correlations of UV ₂₅₄ and SCOD.....	58
4.39 Correlations of SBOD ₅ and BDOC ₅	59

LIST OF FIGURES (Continued)

	Pages
4.40 Correlations of DOC and BDOC ₅	59
4.41 Correlations of DOC and SBOD ₅	60
4.42 Correlations of UV ₂₅₄ and DOC.....	60
4.43 Correlations of UV ₂₅₄ and BDOC ₅	61
4.44 Correlations of UV ₂₅₄ and SBOD ₅	61
4.45 Correlations of SUVA and SCOD.....	62
4.46 Correlations of SUVA and SBOD ₅	63
4.47 Correlations of SUVA and BDOC ₅	63
4.48 Correlations of SUVA and DOC.....	64

LIST OF TABLES

	Pages
2.1 Typical values of the design parameters for complete-mix AS process.....	7
2.2 Typical design information for TFs.....	9
2.3 Typical design information for rotating biological contactors.....	12
2.4 Guidelines of SUVA for indicating DOC characteristics in water.....	18