

การปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในน้ำจากแหล่งชุมชนและเกษตรกรรม



นายกฤษดา วิทยาภรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-922-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17010007

CONTAMINATION OF PHOSPHORUS IN WATER FROM  
AGRICULTURAL AND DOMESTIC SOURCES

MR KRISSADA WIYAPORN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environment Science

Graduate School

Chulalongkorn University

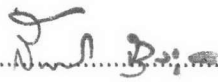
1995

ISBN 974-632-922-7

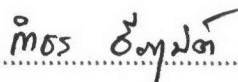
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในน้ำจากแหล่งชุมชนและเกษตรกรรม  
โดย นายกฤษดา วิทยาภรณ์  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประแสง มงคลศิริ

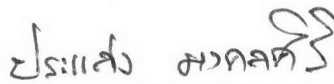
---

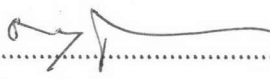
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็น ส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

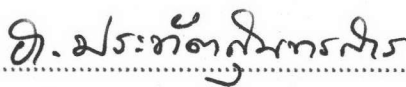
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ อุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำจร ชีรคุปต์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประแสง มงคลศิริ)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรมนบุญ โรจนะบุรานนท์)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.อาจง ประทัตสุนทรสาร)

## พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กฤษฎา วิทยากรณ์ : การปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในน้ำจากแหล่งชุมชนและเกษตรกรรม (CONTAMINATION OF PHOSPHORUS IN WATER FROM AGRICULTURAL AND DOMESTIC SOURCES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ประแสง มงคลศิริ, 165 หน้า. ISBN 974-632-922-7

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่ปล่อยทิ้งไปในสิ่งแวดล้อมและค่าสมมูลฟอสฟอรัสจาก 3 แหล่งคือ ชุมชน พื้นที่กสิกรรม (ปลูกผักประเภทกินใบ-ลำต้น และนาข้าว) และฟาร์มปศุสัตว์ (ฟาร์มเป็ด สุกรและโคนม) ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดตามวิธีมาตรฐานของ AWWA, AWWA และ WPCF (1992) จากนั้นนำมาคำนวณหาสมมูลฟอสฟอรัสจากปริมาณน้ำเสียต่อจำนวนประชากรและจำนวนห้องที่อยู่อาศัย และ/หรือต่อขนาดพื้นที่กสิกรรมและต่อจำนวนสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์

การศึกษานี้พบว่าค่าสมมูลฟอสฟอรัสของน้ำเสียจากอาคารพักอาศัยเมื่อใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์และสูตรผสมเท่ากับ 0.504, 0.483 และ 0.481 กรัม/คน-วัน ตามลำดับ ในขณะที่สมมูลฟอสฟอรัสจากพื้นที่ปลูกผักนอกช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าพื้นที่ปลูกข้าวเท่ากับ 87.76 กรัม/ไร่-วัน แต่ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าต่ำกว่าเท่ากับ 24.13 กรัม/ไร่-วัน สำหรับสมมูลฟอสฟอรัสจากฟาร์มเป็ดขนาดเล็กและขนาดใหญ่เท่ากับ 0.00253 และ 0.147 กรัม/ตัว-วัน ส่วนฟาร์มสุกรและโคนมเท่ากับ 0.14 และ 1.54 กรัม/ตัว-วัน ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากชุมชนจะมาจากกิจกรรมอื่น ๆ มากกว่าการซักผ้าด้วยผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์และสูตรผสม นอกจากนี้ผลการทดลองบ่งชี้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำเสียจากแหล่งชุมชน พื้นที่กสิกรรม และฟาร์มปศุสัตว์มีค่าเท่ากับ 9,999.30, 1,604,518.10 และ 5,827.93 ตันปี ตามลำดับ



ภาควิชา ..... สหสาขา  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
ปีการศึกษา ..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต ..... กฤษฎา วิทยากรณ์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ประแสง มงคลศิริ  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C526273 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: : PHOSPHORUS EQUIVALENT/ ZEOLITE/ DETERGENT/ AGRICULTURE/  
LIVESTOCK

KRISSADA WIYAPORN : CONTAMINATION OF PHOSPHORUS IN WATER FROM  
AGRICULTURAL AND DOMESTIC SOURCES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PRASANG  
MONGKONSIRI, Ph.D. 165 pp. ISBN 974-632-922-7

The research was to determine the quantity of total phosphorus released to the environment and the phosphorus equivalent from 3 sources ; domestic, agricultural (vegetable and rice fields), and livestock (ducks, pigs and cows) wastewater; by standard total phosphorus determinations ( AWhA, AWWA and WPCF,1992). The phosphorus equivalents were calculated from the wastewater characteristic, population, unit numbers of house, agricultural area and livestock population.

The result indicated that the phosphorus equivalents for domestic wastewater as of phosphate detergent, zeolite detergent and mixed detergent were 0.504, 0.483 and 0.481 g/capita-day, respectively. In rainy season, the phosphorus equivalent of wastewater from vegetable field was 87.76 g/rai-day lower than the rice field. Whereas, out of rainy season, it was 24.13 g/rai-day higher than that of rice fields.

From the experiment, it was found that total phosphorus in domestic wastewater are mainly caused by the other activities rather than laundry with 3 mentioned detergents. In conclusion, the total phosphorus from domestic, agricultural and livestock wastewater were 9,999.30, 1,604,518.10 and 5,827.93 Ton/year, respectively.

สหสาขา  
ภาควิชา..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
สาขาวิชา..... 2538  
ปีการศึกษา.....  
ลายมือชื่อนิติ..... กฤษณา อธิยานนท์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ประแสร์ มาดจดี  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือของอาจารย์หลายท่าน ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประแสง มงคลศิริ ที่ได้กรุณา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรอุปต์ รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ และอาจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร ที่ได้กรุณาเป็นคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และให้การแนะนำแก้ไขเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บริษัท ทีเวอร์ บราเธอร์ จำกัด และ บริษัท ไล่ออน(ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ฝังซึกฟอก ในการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณผู้ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ได้แก่ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน ห้องทดลองวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการ คุณอุทัยวรรณ เภพกายนต์ ที่ช่วยเหลือในด้านโปรแกรมและเครื่องคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ และคุณน้า ซึ่งเป็นที่ยึดมั่นเคารพบูชาตลอดมา

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูป .....	ท
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 คำนำ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ความสำคัญ หรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ .....	3
2. สอบสวนเอกสาร .....	4
2.1 ฟอสฟอรัส .....	4
2.2 ฟอสฟอรัสจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ .....	10
2.3 ผงซักฟอก .....	13
2.4 กสิกรรม .....	22
2.5 ปศุสัตว์ .....	29
2.6 การลดปริมาณฟอสฟอรัสจากกิจกรรมของมนุษย์ .....	36
2.7 มาตรฐานฟอสฟอรัสในน้ำเสียของประเทศไทย .....	39
3. วิธีการศึกษา .....	40
3.1 เครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย .....	40
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย .....	40
3.3 การรวบรวม ประมวลผลและรายงานผลการศึกษางานวิจัย .....	75





## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะน้ำเสียประเภทต่างๆสำหรับย่านพักอาศัย และอาคารสำนักงาน.....	11
2.2	ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท .....	13
2.3	รายชื่อผู้ผลิต และจำหน่ายผงซักฟอกที่สำคัญ .....	14
2.4	แสดงส่วนแบ่งตลาดผงซักฟอกธรรมดา ชนิดเข้มข้นและน้ำยาซักผ้า.....	15
2.5	เปอร์เซ็นต์(% )ผงซักฟอกที่เป็นผู้นำตลาดในแต่ละเขต .....	16
2.6	ภาคการณ้สัดส่วนผงซักฟอกในตลาดอนาคต .....	16
2.7	ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์คิดเป็น % โดยน้ำหนัก .....	19
2.8	ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์ชนิดผงคิดเป็น % โดยน้ำหนัก.....	20
2.9	ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์ชนิดน้ำคิดเป็น % โดยน้ำหนัก .....	21
2.10	จำแนกชื่อพืชผัก และพื้นที่ปลูกในปี 2535.....	23
2.11	เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร(หน่วย : พันไร่) พ.ศ. 2530-2534.....	25
2.12	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2519-2536.....	27
2.13	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในนาข้าวระหว่างปี พ.ศ. 2519-2536.....	28
2.14	จำนวนปศุสัตว์แยกตามประเภทสัตว์ ปี พ.ศ. 2529-2536.....	29
2.15	จำนวนสัตว์นำเข้าจากต่างประเทศแยกตามประเภทสัตว์ ปี พ.ศ. 2529-2536 .....	30
2.16	องค์ประกอบของมูลสัตว์ในประเทศไทย.....	32
2.17	ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขนาดต่างๆ.....	33
2.18	ค่าบีโอดี (BOD) ของสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง โค สุกร และไก่.....	34
2.19	น้ำหนักมูลรวมต่อวัน และค่าสัดส่วนองค์ประกอบของสัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ.....	34
2.20	อัตราการถ่ายทิ้งฟอสฟอรัสของสัตว์เลี้ยงลงสู่อ่างเก็บน้ำ (2531-2532).....	35
3.1	ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ปลูกผักที่ทำการทดลอง.....	48
3.2	แสดงรายละเอียดของฟาร์มเปิด ฟาร์มที่#1และ #2 .....	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1	ปริมาณฟอสฟอรัสจากกิจกรรมต่างๆแยกตามสูตรผงชักฟอกจากอาคารพักอาศัย.....79
4.2	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำประปา และน้ำเสีย(น้ำอาบ น้ำครัวและน้ำซักล้าง) จากการใช้ผงชักฟอกสูตรต่างกัน.....80
4.3	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆจากการใช้ผงชักฟอกสูตรต่างกัน.....81
4.4	ค่าสมมูลฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ.....82
4.5	ปริมาณฟอสฟอรัส (ตัน/ปี) ตามสูตรผงชักฟอก.....83
4.6	ปริมาณฟอสฟอรัสจากพื้นที่ปลูกผัก 5 พื้นที่.....89
4.7	ฟอสฟอรัสจากพื้นที่ปลูกผัก ปี พ.ศ. 2535.....90
4.8	ปริมาณฟอสฟอรัสจากพื้นที่ปลูกข้าว.....92
4.9	ปริมาณฟอสฟอรัสจากฟาร์มเปิด.....95
4.10	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียและพื้นฟาร์มจากฟาร์มเปิด.....96
4.11	ปริมาณฟอสฟอรัสจากฟาร์มสุกร.....99
4.12	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียและพื้นฟาร์มจากฟาร์มสุกร.....100
4.13	ปริมาณฟอสฟอรัสจากฟาร์มโคนม.....103
4.14	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียและพื้นฟาร์มจากฟาร์มโคนม.....104
4.15	ฟอสฟอรัสจากฟาร์มปศุสัตว์เศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2536.....104
4.16	สมมูลฟอสฟอรัสจากชุมชน.....105
4.17	สมมูลฟอสฟอรัสจากพื้นที่กสิกรรม.....106
4.18	สมมูลฟอสฟอรัสจากฟาร์มปศุสัตว์.....107
ข.1	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำประปาและน้ำเสียจากการใช้ผงชักฟอกต่างสูตรกันของอาคารพักอาศัย.....119
ข.2	ปริมาณน้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตร) แพลต 7 และ 8.....120
ข.3	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน).....122
ข.4	ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย แยกตามประเภทน้ำเสีย.....122
ข.5	น้ำหนักผงชักฟอก (กรัม) ตามจำนวนชั้นที่ใช้ของผงชักฟอกแต่ละสูตร.....123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.6	ปริมาณการใช้ผงซักฟอกแต่ละสูตร (กรัม) ตามจำนวนผ้า (ชิ้น).....	123
ข.7	ปริมาณการใช้ผงซักฟอกแต่ละสูตรตามบริษัทผลิตแนะนำ.....	124
ข.8	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) จากผงซักฟอกสูตรต่างๆเมื่อนำไปละลายน้ำ กลั่น.....	126
ข.9	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ในการซักผ้า (กรัม) และจากการละลายในน้ำกลั่น.....	127
ข.10	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักผ้าด้วยมือ และเครื่องซักผ้า.....	128
ข.11	สัดส่วนตลาดผงซักฟอกธรรมดา และชนิดเข้มข้น.....	129
ข.12	เปอร์เซ็นต์(%) ผงซักฟอกที่เป็นผู้นำตลาดในเขตต่างๆ แยกประเภทผงซักฟอก เป็นผงซักฟอกชนิดธรรมดา และชนิดเข้มข้น.....	130
ข.13	สัดส่วนผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์และสูตรผสมในแต่ละเขต.....	131
ข.14	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์ และสูตรผสมในเขตกรุงเทพ.....	132
ข.15	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์ และสูตรผสมในเขตภาคกลาง.....	132
ข.16	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์ และสูตรผสมในเขตภาคเหนือ.....	133
ข.17	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์ และสูตรผสมในเขตภาคอีสาน.....	133
ข.18	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต สูตรซีโอไลต์ และสูตรผสมในเขตภาคใต้.....	134
ข.19	จำนวนครั้งของการซักผ้าของอาคารพักอาศัย.....	135
ก.1	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 1-5..	136
ก.2	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 1-4 ช่วง เวลาฤดูฝน.....	138
ก.3	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 1-4 ช่วง เวลานอกฤดูฝน.....	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.4	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 5 ก่อนการปลูกผัก.....141
ก.5	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 5 หลังการปลูกผัก.....141
ก.6	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองจากพื้นที่ปลูกข้าว.....143
ก.7	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกข้าว.....144
ก.8	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #1.....145
ก.9	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 2.....146
ก.10	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 3.....146
ก.11	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 4.....146
ก.12	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 5.....147
ก.13	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากพื้นที่ปลูกผัก 5 พื้นที่.....147
ก.14	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #1 ในช่วงฤดูฝน.....148
ก.15	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #2 ในช่วงฤดูฝน.....148
ก.16	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #3 ในช่วงฤดูฝน.....149
ก.17	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #4 ในช่วงฤดูฝน.....149
ก.18	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #1 ในช่วงนอกฤดูฝน.....149
ก.19	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #2 ในช่วงนอกฤดูฝน.....150
ก.20	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #3 ในช่วงนอกฤดูฝน.....150
ก.21	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #4 ในช่วงนอกฤดูฝน.....150
ก.22	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #5 ในช่วงนอกฤดูฝน.....151
ก.23	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม) จากพื้นที่ปลูกข้าว.....151
ก.24	ขนาดพื้นที่ ปริมาณปุ๋ยโดยน้ำหนักฟอสฟอรัส.....152
ก.25	พื้นที่ปลูกผักแต่ละประเภทเพื่อการส่งออกปี พ.ศ. 2535.....152
ง.1	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลจากฟาร์มเปิด # 1 และ 2.....153
ง.2	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากฟาร์มเปิด # 1 และ 2.....154
ง.3	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลจากฟาร์มสุกร.....155

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
๓.4	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากฟาร์มสุกร.....156
๓.5	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลจากฟาร์มโคนม.....158
๓.6	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำเสียจากฟาร์มโคนม.....158
๓.7	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน) จากฟาร์มเปิด#1.....160
๓.8	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน) จากฟาร์มเปิด#2.....160
๓.9	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน) จากฟาร์มเปิด.....161
๓.10	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน) จากฟาร์มสุกร.....161
๓.11	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน) จากฟาร์ม โคนม.....162

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
2.1	วัฏจักรของฟอสฟอรัส.....	5
3.1	แผนที่พื้นที่ศึกษาอาคารพักอาศัย.....	41
3.2	แผนที่พื้นที่ศึกษาพื้นที่ปลูกผัก # 1-5 และพื้นที่ปลูกข้าว.....	42
3.3	แผนที่พื้นที่ศึกษาฟาร์มเปิด # 1,2.....	43
3.4	แผนที่พื้นที่ศึกษาฟาร์มสุกร.....	44
3.5	แผนที่พื้นที่ศึกษาฟาร์มโคนม.....	44
3.6	ระบบท่อระบายน้ำแผลต 7.....	45
3.7	ลักษณะโดยทั่วไปของอาคารพักอาศัย .....	46
3.8	ผังซักฟอกสูตรที่ศึกษา.....	47
3.9	ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ปลูกผัก.....	49
3.10	การรดน้ำในพื้นที่ปลูกผัก.....	50
3.11	ปุ๋ยที่ใช้ในพื้นที่ปลูกผัก.....	51
3.12	ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ปลูกผัก.....	52
3.13	การใส่ปุ๋ยนาข้าว.....	52
3.14	ปุ๋ยที่ใช้ในนาข้าว.....	53
3.15	ลักษณะพื้นที่ฟาร์มเปิด # 1.....	54
3.16	ลักษณะพื้นที่ฟาร์มเปิด # 2.....	56
3.17	ลักษณะพื้นที่ฟาร์มสุกร.....	57
3.18	ลักษณะฟาร์มโคนม.....	58
3.19	ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างน้ำจากอาคารพักอาศัย.....	59
3.20	ท่อระบายน้ำเสีย.....	59
3.21	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากสวนผักพื้นที่ #1.....	62
3.22	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากสวนผักพื้นที่ #2,3.....	63
3.23	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากสวนผักพื้นที่ #4.....	64
3.24	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากสวนผักพื้นที่ #5.....	65
3.25	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากนาข้าว.....	66
3.27	การเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มเปิด #1 .....	67



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
3.28	การทำความสะอาดอ่างน้ำฟาร์มเปิด # 1.....	68
3.29	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มเปิด #2 .....	70
3.30	ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มสุกร.....	71
3.31	การเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มสุกร.....	72
3.32	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มโคนม.....	73
3.33	การเก็บตัวอย่างน้ำจากฟาร์มโคนม.....	74
3.34	สรุปแผนปฏิบัติการศึกษา.....	76
4.1	กราฟแสดงปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำประปาและน้ำเสียสำหรับ ผงซักฟอกสูตรต่างกันของอาคารพักอาศัย.....	78
4.2	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองและน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 1-4 ช่วงเวลาฤดูฝน.....	85
4.3	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองและน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ # 1-4 ช่วงเวลานอกฤดูฝน.....	86
4.4	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองและน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกผักพื้นที่ #5.....	87
4.5	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำคลองและน้ำเสียจากพื้นที่ปลูกข้าว..	91
4.6	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลและน้ำเสียจากฟาร์มเปิด.....	93
4.7	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลและน้ำเสียจากฟาร์มสุกร....	97
4.8	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำบาดาลและน้ำเสียจากฟาร์มโคนม	101
4.9	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสีย (ต้น/ปี) จากแหล่งต่างๆ.....	108