

ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย  
ต่อสมบัติของดินนาและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในดินกรดจัด



นางสาวสุชาดา แก้วสุทธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2657-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF APPLYING LIGNITE FLY ASH WITH RICE STRAW COMPOST AND UREA  
ON PADDY SOIL PROPERTIES AND YIELD OF PATHUM THANI 1 RICE VARIETY  
IN ACID SULPHATE SOIL

Miss Suchada Kaewsutthi

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science

(Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

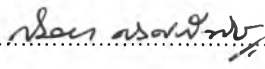
Academic Year 2005

ISBN 974-53-2657-7


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย  
ต่อสมบัติของดินนาและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในดินกรดจัด  
โดย นางสาวสุชาดา แก้วสุทธิ  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

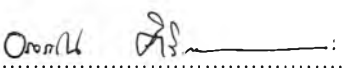
---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

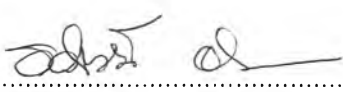
.....  ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงศัทธีย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตวิทย์ ไชยิตานนท์)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ)

.....  ..... กรรมการ  
(ดร.ณวิชัย ณ นคร)

.....  ..... กรรมการ  
(นายวิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์)

สุชาดา แก้วสุทธิ : ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย ต่อสมบัติของดินนาและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในดินกรดจัด (EFFECT OF APPLYING LIGNITE FLY ASH WITH RICE STRAW COMPOST AND UREA ON PADDY SOIL PROPERTIES AND YIELD OF PATHUM THANI 1 RICE VARIETY IN ACID SULPHATE SOIL) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 159 หน้า ISBN 974-53-2657-7

เถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรมที่มีธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิกอนเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ให้ธาตุไนโตรเจน แต่ต้องใช้ในปริมาณมากถึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว การทดแทนด้วยปุ๋ยยูเรียเพื่อลดปริมาณปุ๋ยหมักฟางข้าวจึงเป็นทางเลือกที่นำจะอำนวยความสะดวก ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิกอนจากเถ้าลอยลิกไนต์ และความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยยูเรีย ต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินนา รวมทั้งผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในดินกรดจัด โดยทำการศึกษาวิจัยในภาคสนามที่แปลงนาเกษตรกร ต.ดอนยอ อ.เมือง จ.นครนายก ในปี พ.ศ. 2547 ด้วยแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ กำหนดให้หนึ่งหน่วยทดลอง คือ แปลงนาขนาด 4 x 6 เมตร

ผลการศึกษาพบว่า 14 วัน หลังการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย ในสัดส่วนของธาตุไนโตรเจน 1:2 ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจากดินเดิม ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี (16-20-0 และ 46-0-0) แอมโมเนียมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าการเติมปุ๋ยเคมี ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และซิลิกอนที่เป็นประโยชน์มีปริมาณมากกว่าการเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนภายหลังเก็บเกี่ยวข้าวพบว่า ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนยังคงมีค่าสูงกว่าดินเดิม เช่นเดียวกับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ในการปลูกข้าวครั้งต่อไป ขณะที่สมบัติทางกายภาพของดินหลังเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างจากดินเดิมแต่อย่างใด ทั้งสัดส่วนของอนุภาค ประเภทเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความชื้นภาคสนาม ความชื้น ณ จุดเหี่ยวถาวร และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ แต่มีแนวโน้มในการลดลงของความหนาแน่นรวมเป็นผลให้ความพรุนเพิ่มขึ้น สำหรับผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย ในสัดส่วน 1:2 ให้ผลผลิตสูงสุด (620.84 กก./ไร่) โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ( $P < 0.05$ )

กล่าวได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยยูเรีย ในสัดส่วนของธาตุไนโตรเจน 1:2 ส่งผลให้สมบัติทางเคมีของดินมีความเหมาะสมในการปลูกข้าว และยังคงมีธาตุอาหารหลักและธาตุเสริมประโยชน์เหลืออยู่ในดินให้เป็นประโยชน์ในการปลูกข้าวครั้งต่อไป รวมทั้งให้ผลผลิตข้าวเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี ในขณะที่สมบัติทางกายภาพของดินไม่มีการเปลี่ยนแปลง นับเป็นการเพิ่มทางเลือกในการปลูกข้าวให้กับเกษตรกรด้วยการใช้วัสดุเหลือทิ้งที่มีความสะดวกในการใช้ประโยชน์มากขึ้น

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต สุชาดา แก้วสุทธิ  
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อรุณ ศิริรัตน์

# # 4689209320 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORDS : LIGNITE FLY ASH / RICE STRAW COMPOST / UREA / PADDY SOIL PROPERTIES /

PATHUM THANI 1 RICE VARIETY / ACID SULPHATE SOIL

SUCHADA KAEWSUTTHI : EFFECT OF APPLYING LIGNITE FLY ASH WITH RICE STRAW COMPOST AND UREA ON PADDY SOIL PROPERTIES AND YIELD OF PATHUM THANI 1 RICE VARIETY IN ACID SULPHATE SOIL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ORAWAN SIRIRATPIRIYA, D. Sc., 159 pp. ISBN 974-53-2657-7

Lignite fly ash is a by – product of pulverized coal burning. Its chemical composition such as phosphorus, potassium and silicon can be a nutrient source for rice cultivation. In the meantime, rice straw compost alone as nitrogen source is far from possible due to high quantity to be needed. Therefore, compensation of nitrogen from urea for rice straw compost is one of appropriate alternatives. Thus, this study is focused on the use of lignite fly ash as a source of phosphorus, potassium and silicon, while rice straw compost and urea as sources of nitrogen, also their effects on paddy soil properties and yield of Pathum Thani 1 rice variety. Field study was conducted at Tambon Donyor, Muang district, Nakorn Nayok province in 2004. A randomized complete block design was employed with 8 treatments and 3 replications in a 4 x 6 m. experimental unit.

The result indicated that lignite fly ash in combination with rice straw compost and urea at the nitrogen ratio of 1:2 gave sufficient chemical soil properties for planting rice due to increased soil pH, organic matter and cation exchange capacity. In addition, total nitrogen of the soil was found to be equivalent to chemical fertilizer treatment while ammonium nitrogen and available phosphorus were less than chemical fertilizer. Moreover, exchangeable potassium and available silicon were increased significantly over the chemical fertilizer treatment. Also, chemical properties of the soil after harvest such as soil pH, organic matter and cation exchange capacity were higher when compared with control. The amount of total nitrogen, ammonium nitrogen, phosphorus, potassium and silicon residues remained in the soil high enough for the next cropping. Physical properties of the soil such as texture, bulk density, porosity, field capacity, permanent wilting point and plant available water were not significantly different from control treatment. There was a trend of decreasing in bulk density of the soil. The opposite was true for porosity. Rice yield was also the highest (620.84 kg/rai) among all treatments investigated except the chemical fertilizer treatment ( $P < 0.05$ ).

In conclusion, applying lignite fly ash in combination with rice straw compost and urea at the nitrogen ratio of 1:2 was sufficient in term of nutrients for rice. Whereas physical soil properties were not changed significantly. Hence, lignite fly ash in combination with rice straw compost and urea at the nitrogen ratio of 1:2 was one of the alternatives for farmer to cultivate rice.

Field of Study Environmental Science (Inter-Department) Student's Signature Suchada Kaewsutthi  
Academic Year 2005 Advisor's Signature Orawan Sirirat

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ขีดจำกัดและผลกระทบจากการใช้ประโยชน์แก๊สลอยลิกไนต์ทางการเกษตร” ของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโครงการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการศึกษาทดลองการใช้แก๊สลอยลิกไนต์เพื่อแก้ปัญหาดินเปรี้ยว โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ เป็นหัวหน้าโครงการ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.)

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความเอาใจใส่และความเมตตาอุดหนุนของ รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งให้คำแนะนำและให้แง่คิดเตือนใจที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต ตลอดจนเป็นกำลังใจและคอยแนะนำสิ่งที่ดี ๆ แก่ลูกศิษย์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ธวัชชัย ณ นคร ที่ให้ความกรุณารับเชิญเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงคุณวิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินอุดหนุนการวิจัยบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณจินดารัตน์ ชื่นรุ่ง ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ทางกายภาพของดินอย่างอบอุ่นและเป็นกันเอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตรทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ พันเอกทต พินัยนิติศาสตร์ ที่ได้กรุณาเชื้อเพื่อสถานที่ตากดินและที่พักในการทำงานภาคสนามให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณปรีดา แยมสะใส ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุและสถานที่ในการทำปุ๋ยหมักฟางข้าว คุณสวय และคุณจิตรี สุวรรณทอง ที่ช่วยทำให้งานในภาคสนามสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณรุจิเรจ ราชบุรี คุณวิภาพรพน สีสีเยว คุณสุธีรา สุนทรารักษ์ คุณวิไล พันธุ์งหาญ คุณพิสุทธิ อนุรัตน์ คุณสาวเดือน ทาวระมย์ คุณสุเมธ เลาคำ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ นายสมศักดิ์ และนางสมพร แก้วสุทธิ ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความรักและดูแลเอาใจใส่เสมอมา ขอขอบพระคุณญาติ ๆ ครอบครั้วแก้วสุทธิ และครอบครั้วกิตติลาภานนท์ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และขอขอบคุณน้ำ ๆ อา ๆ และพี่ ๆ ทุกคนที่ช่วยไปรับไปส่ง และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูป .....	ญ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 แหล่งธาตุอาหารในการปลูกข้าว .....	4
2.2 ดินปลูกข้าว .....	16
2.3 สมบัติของดินนา .....	23
2.4 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 .....	37
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย .....	40
3.1 สถานที่ทำการวิจัยและวิเคราะห์ .....	40
3.2 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัย .....	40
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	42
4. ผลการวิจัย .....	
4.1 ลักษณะสมบัติของแฉ่ำลอยลิกไนต์ .....	50
4.2 ลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักฟางข้าว .....	51
4.3 ลักษณะสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ...	53
4.4 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน .....	60
4.5 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	68
4.6 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	76
4.7 ผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 .....	83

บทที่	หน้า
5. วิจัยรณัผลการวิจัย .....	85
5.1 ลักษณะสมบัติของถ้ำลอยลิกไนต์ .....	85
5.2 ลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักฟางข้าว .....	87
5.3 สมบัติทางเคมีของดินนา .....	90
5.4 สมบัติทางกายภาพของดินนา .....	119
5.5 ผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 .....	124
5.6 ประโยชน์ของการใช้ถ้ำลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยยูเรียในด้านสิ่งแวดล้อม .....	129
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	131
6.1 สรุปผลการวิจัย .....	131
6.2 ข้อเสนอแนะ .....	134
รายการอ้างอิง .....	135
ภาคผนวก .....	145
ภาคผนวก ก .....	146
ภาคผนวก ข .....	149
ภาคผนวก ค .....	152
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	159



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของถ้ำลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2548 .....	12
2.2 ปริมาณซิลิกอนออกไซด์ในถ้ำลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2548 .....	15
2.3 พื้นที่ปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในแต่ละภาค ของปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2544-2545 .....	39
3.1 ตำรับทดลองในการศึกษาวิจัยและการเติมสิ่งทดลองในแต่ละตำรับทดลอง .....	45
3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของถ้ำลอยลิกไนต์ ฟางที่ผ่านการเพาะเห็ด ปุ๋ยหมักฟางข้าว และดิน .....	48
3.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของถ้ำลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และดิน .....	49
4.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของถ้ำลอยลิกไนต์ .....	50
4.2 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของถ้ำลอยลิกไนต์ .....	51
4.3 ลักษณะสมบัติทางเคมีของฟางที่ผ่านการเพาะเห็ดและปุ๋ยหมักฟางข้าว .....	52
4.4 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยหมักฟางข้าว .....	53
4.5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออนของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง .....	56
4.6 ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง .....	57
4.7 ปริมาณซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริมประโยชน์สำหรับข้าวของ ดินก่อนเติมสิ่งทดลอง .....	58
4.8 ลัดส์วอนอนุภาคของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง .....	59
4.9 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง .....	60
4.10 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออนของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน .....	65
4.11 ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน .....	66
4.12 ปริมาณซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริมประโยชน์สำหรับข้าวของ ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน .....	67

ตารางที่	หน้า
4.13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออนของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	73
4.14 ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	74
4.15 ปริมาณซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริมประโยชน์สำหรับข้าวของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	75
4.16 สัดส่วนอนุภาคของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	80
4.17 ค่าความหนาแน่นรวมและความพรุนของดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. ของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	81
4.18 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ความชื้นภาคสนาม และจุดเหี่ยวถาวรในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. ของดินหลังเก็บเกี่ยว .....	82
4.19 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 .....	84
ผ.1 การเติมสิ่งทดลองในตำรับทดลองที่มีการเติมแหล่งไนโตรเจน (ปุ๋ยยูเรีย, ปุ๋ยหมักฟางข้าว) ให้ 1 ฤดูกาลปลูกข้าวได้รับเนื้อปุ๋ย 12 กก.N/ไร่ .....	148
ผ.2 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินตามปทานุกรมปฐพีวิทยา .....	149
ผ.3 ระดับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน .....	149
ผ.4 ระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน .....	150
ผ.5 ระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน .....	150
ผ.6 ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ตามวิธี Bray II) .....	150
ผ.7 ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (สกัดด้วย 1N NH <sub>4</sub> OAc, pH 7) .....	151

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ปริมาณเถ้าลอยลิกไนต์ที่เกิดขึ้นจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2547.....	11
2.2 แผนที่ดิน ต.คอนยอก อ.เมือง จ.นครนายก จัดอยู่กลุ่มชุดดินที่ 10 ซึ่งเป็นดินชุดรังสิตกรดจัด .....	22
5.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	111
5.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	112
5.3 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	113
5.4 ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	114
5.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	115
5.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	116
5.7 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน .....	117
5.8 ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ดินหลังเติมสิ่งทดลอง 14 วัน และดินหลังเก็บเกี่ยว .....	118
5.9 สัดส่วนอนุภาคและเนื้อดินหลังเก็บเกี่ยว เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ .....	126
5.10 ความชื้นภาคสนามและจุดเหี่ยวถาวรของดินหลังเก็บเกี่ยว ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร.....	127
5.11 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (กก./ไร่) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1.....	128
ผ.1 การดำเนินการวิจัยในแปลงทดลองภาคสนาม .....	152
ผ.2 การทำปุ๋ยหมักฟางข้าว .....	153
ผ.3 การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1.....	154
ผ.4 การเก็บตัวอย่างดินทางกายภาพแบบ Core Method .....	155

รูปที่	หน้า
ผ.5 การเตรียมตัวอย่างเพื่อหาสัดส่วนอนุภาคดิน ด้วยวิธี Pipette .....	156
ผ.6 การปิเปตเพื่อหาสัดส่วนอนุภาคทรายละเอียด ทรายแป้ง และดินเหนียว .....	157
ผ.7 การวิเคราะห์ความชื้นภาคสนาม จุดเยือกตัว และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ .....	158