


ผลของการเติมเก้าอี้ลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา



นางสาวดวงสรวง สกุลกลจักร

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4359-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF APPLYING LIGNITE FLY ASH ON PHYSICAL PROPERTIES OF PADDY SOIL



Miss Tuangsuang Sakunkonchak

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

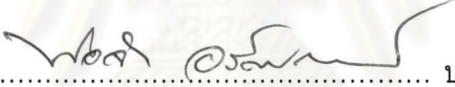
ISBN 974-17-4359-9


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา
โดย นางสาวดวงสรวง สกุลกลจักร
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. ธวัชชัย ณ นคร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กิระนันท์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. พอจำ อรัณยกานนท์)

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. ธวัชชัย ณ นคร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย นาคะผดุงรัตน์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญไชย สถิตมั่นในธรรม)

ดวงสรวง สกุลกลจักร : ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา
(EFFECTS OF APPLYING LIGNITE FLY ASH ON PHYSICAL PROPERTIES OF PADDY
SOIL) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม :
ดร. ธวัชชัย ณ นคร, 110 หน้า. ISBN 974-17-4359-9

เถ้าลอยลิกไนต์เฉพาะจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะมีปริมาณมากถึง 3 ล้านตัน/ปี ปัจจุบันประเทศไทยใช้ประโยชน์ด้านวิศวกรรมในลักษณะทดแทนปูนซีเมนต์ในงานก่อสร้าง โดยเถ้าลอยลิกไนต์ขนาดใหญ่กว่า 0.045 มม. ซึ่งมีโอกาสเกิดปัญหากับคุณสมบัติของคอนกรีต กลับสามารถช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในดินที่พืชใช้ประโยชน์ได้ นั้นหมายถึง ขนาดของเถ้าลอยลิกไนต์ที่มีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ด้านวิศวกรรมน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินนา ซึ่งถูกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน จนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ลดผลผลิตข้าว ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงต้องการศึกษาถึงผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา โดยเก็บตัวอย่างดินนาจากแปลงนาที่เติมเถ้าลอยลิกไนต์ในการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ทำ 3 ซ้ำ หนึ่งหน่วยทดลองคือ แปลงนาขนาด 4×12 เมตร และศึกษาผลของการแยกและไม่แยกขนาดอนุภาคเถ้าลอยลิกไนต์ขนาด 0.045 มม. อัตรา 2 ตัน/ไร่ ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนาในห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาพบว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ไม่เปลี่ยนแปลงเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความชื้นภาคสนาม จุดเยือกตัว และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. สำหรับอัตราการไหลซึมน้ำของดินนาเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์จะมีค่าเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และปูนมาร์ล โดยมีค่า 2.07 2.20 และ 1.69 ซม./ชม. ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ส่วนระดับความลึก 15-30 ซม. มีค่า 4.39 5.64 และ 3.90 ซม./ชม. ตามลำดับ นอกจากนี้ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวออกรวงในฤดูปลูกเดียวกันไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพที่ทำการศึกษามีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นที่ระยะต้นข้าวออกรวงอัตราการไหลซึมน้ำของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยลดลงจาก 3.87 เป็น 1.28 ซม./ชม. ทั้งนี้ การศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่แยกหรือไม่ได้แยกขนาดลงในดินนา สมบัติทางกายภาพของดินนาจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ลงในดินนา ไม่ว่าจะเติมเถ้าลอยที่แยกหรือไม่ได้แยกขนาด ไม่ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินนาเปลี่ยนแปลง และไม่ว่าจะเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่ระยะใด ๆ ภายในหนึ่งฤดูปลูกก็ไม่ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินนาเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต ดวงสรวง สกุลกลจักร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4489071820 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEYWORD: LIGNITE FLY ASH / PHYSICAL PROPERTIES / PADDY SOIL

TUANGSUANG SAKUNKONCHAK: EFFECTS OF APPLYING LIGNITE FLY ASH ON

PHYSICAL PROPERTIES OF PADDY SOIL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ORAWAN

SIRIRATPIRIYA, Ph.D., THESIS COADVISOR : TAWACHAI NA NAGARA, Ph.D., 110pp.

ISBN 974-17-4359-9

The amount of lignite fly ash from Mae Moh power plant is 3 million tons/year. At present in Thailand, lignite fly ash is utilized in engineer. Lignite fly ash larger than 0.045 mm has effect on the properties of concrete. Whereas, lignite fly ash which has particle size in the range of fine sand (0.02-0.2 mm) can raise the plant available water of soil. This is to say, the size of lignite fly ash larger than 0.045 mm which is the limitation in engineer can improved the physical properties of paddy soil which was altered for long time until it was the factor of decreased rice yield. This study, therefore, research for effects of applying lignite fly ash on physical properties of paddy soil with soil sample collected from the paddy field that applied lignite fly ash and broadcasted PTT1 rice variety. An experimental design was randomized complete block with 3 replications. The experimental unit is the plot size 4×12 m. This study also research for the effect of lignite fly ash particle size separation on the physical properties of paddy soil in laboratory.

The results indicated that the application of lignite fly ash 2 tons/rai did not effect on texture, bulk density, porosity, field capacity, permanent wilting point, and plant available water of paddy soil at depth 0-15 and 15-30 cm. Only the hydraulic conductivity of paddy soil at depth 0-15 cm and 15-30 cm when applied lignite fly ash was equivalent to the rice straw compost and marl which were 2.07 2.20 and 1.69 cm/hr respectively at 0-15 cm and at depth 15-30 cm were 4.39 5.64 and 3.90 cm/hr respectively. Moreover, the results also showed that applying of lignite fly ash at puddling stage, tillering stage and flowering stage in the same crop the physical properties of paddy soil did not change significantly. Only the hydraulic conductivity at depth 15 cm decreased significantly from 3.87 to 1.28 cm/hr when applied lignite fly ash at flowering stage. Although applying the size separated lignite fly ash or the non size separated lignite fly ash, the physical properties of paddy field did not change significantly.

That is to say, although applied the separated size or non separated size lignite fly ash at rate 2 tons/rai on paddy soil, the physical properties did not change. The lignite fly ash applying at any stage in one crop did not effect on the physical properties of paddy soil.

Field of study Environmental Science

Academic year 2003

Student's signature Tuangsuang Sakunkonchak

Advisor's signature Orawan Sirirat

Coadvisor's signature T. Na Nagara

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ขีดจำกัดและผลกระทบจากการใช้ประโยชน์เฝ้าลอยลิกในดีทางการเกษตร” สถาบันวิจัยสภาพแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ เป็นหัวหน้าโครงการ ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.)

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความเอาใจใส่ ความเมตตากรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ในการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิด ให้กำลังใจ รวมทั้งให้แง่คิดเตือนใจและทักษะต่างๆในการทำงาน และการดำเนินชีวิต

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ธวัชชัย ณ นคร ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำการทดลอง และอุปกรณ์การทำการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. พอลจำ อรรถนยานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย นาคะผดุงรัตน์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. บุญไชย สถิตมั่นในธรรม ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า รับเชิญเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำการทดลอง และอุปกรณ์สำหรับทำการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้เงินอุดหนุนการวิจัยบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ สถาบันวิจัยสภาพแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการเรียน เอกสาร รวมทั้งคอยให้ความสะดวกตลอดการศึกษา คุณจินดารัตน์ ชื่นรุ่ง ที่คอยให้คำปรึกษาในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการอย่างอบอุ่น และเป็นกันเอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกองปฐพีกายภาพ กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่คอยอำนวยความสะดวกในการทำการทดลอง คุณสงบ และคุณจิตรี สุวรรณทอง ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม รองศาสตราจารย์ ดร. ชัย จาตุรพิทักษ์กุล ที่ให้ทดลองใช้เครื่อง Air Classifier

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณนายไพศาล และนางพรสรัญ สกุลกลจักร คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความรักความอบอุ่น ให้คำปรึกษา และสนับสนุนด้านการเรียน ความเป็นอยู่อย่างดีเสมอมา รวมทั้งพี่ชายและน้องชายที่แสนดีที่คอยให้กำลังใจ และคำปรึกษาเสมอมา ขอขอบคุณนางสาวเจนจิรา พวงทับทิม นางสาวสิริพร สุกใส นายสิทธิพร เกตุวรสุนทร และนางสาววัลลิกา หมั่นเพียรสุข ที่ได้ช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจเป็นอย่างดีในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจทั้งเบื้องหน้า และเบื้องหลังทุกคน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 การตรวจสอบเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ถ้ำลอยลิกไนต์	4
2.2 สมบัติทางกายภาพของดิน	12
2.3 บทบาทของดินนาต่อการเกษตรกรรม	17
2.4 การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินด้วยสารปรับปรุงดิน	21
3 วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินการวิจัย	
3.1 สถานที่ทำการทดลองและวิเคราะห์	25
3.2 วัสดุอุปกรณ์	25
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	29
4 ผลการทดลอง	
4.1 สมบัติของถ้ำลอยลิกไนต์	30
4.2 ผลของการเติมถ้ำลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา	31
4.3 สมบัติของถ้ำลอยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	56
4.4 อิทธิพลของขนาดอนุภาคถ้ำลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนา	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5	วิจารณ์ผลการทดลอง
5.1	สมบัติทางกายภาพของดินนาเมื่อมีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ในภาคสนาม 66
5.2	สมบัติทางกายภาพของดินนาเมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 71
5.3	อิทธิพลของขนาดอนุภาคเถ้าลอยลิกไนต์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินนาในห้องปฏิบัติการ 75
6	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 95
	รายการอ้างอิง 98
	ภาคผนวก
	ภาคผนวก ก 102
	ภาคผนวก ข 104
	ภาคผนวก ค 106
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 110

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ข้อกำหนดทางด้านเคมีตามมาตรฐาน ASTM C618 4
2.2	ข้อกำหนดทางกายภาพมาตรฐาน ASTM C618-97 9
2.3	แสดงการใช้ที่ดินของประเทศไทย พ.ศ. 2543 19
3.1	ตำรับทดลองที่ใช้ในการศึกษาวิจัยถึงการทิ้งช่วงเวลาเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ต่อสมบัติ ทางกายภาพของดินนาในภาคสนาม 28
3.2	พารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์และวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ 28
3.3	ตำรับทดลองที่ใช้ในการศึกษาวิจัยผลของขนาดอนุภาคแฉ่ำลอยลิกไนต์ต่อสมบัติ ทางกายภาพของดินนาในห้องปฏิบัติการ 29
4.1	สมบัติของแฉ่ำลอยลิกไนต์ 30
4.2	สัดส่วนอนุภาคของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 40
4.3	สัดส่วนอนุภาคของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ 41
4.4	ค่าความหนาแน่นรวมของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 42
4.5	ค่าความหนาแน่นรวมของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ 43
4.6	ความพรุนของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 44
4.7	ความพรุนของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ 45
4.8	ค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 46
4.9	ค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ 47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ	48
4.11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแกลล่อยลิกไนต์	49
4.12 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ	50
4.13 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแกลล่อยลิกไนต์	51
4.14 ความชื้นภาคสนามในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ	52
4.15 ความชื้นภาคสนามในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแกลล่อยลิกไนต์	53
4.16 จุดเหี่ยวถาวรในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ	54
4.17 จุดเหี่ยวถาวรในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาการเติมแกลล่อยลิกไนต์	55
4.18 สมบัติของแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	56
4.19 สัดส่วนอนุภาคของดินนาเมื่อมีการเติมแกลล่อยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	62
4.20 ความหนาแน่นรวมของดินนาเมื่อมีการเติมแกลล่อยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	62
4.21 ความพรุนของดินนาเมื่อมีการเติมแกลล่อยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	63
4.22 ค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดินนาเมื่อมีการเติมแกลล่อยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	63
4.23 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินนาเมื่อมีการเติมแกลล่อยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลล่อยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.24 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินนาเมื่อมีการเติมแกลลอยลิกไนต์ ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลลอยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	64
4.25 ความชื้นภาคสนามของดินนาเมื่อมีการเติมแกลลอยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลลอยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	65
4.26 จุดเหี่ยวถาวรของดินนาเมื่อมีการเติมแกลลอยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแกลลอยลิกไนต์ที่มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	65



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	ปริมาณการใช้เถ้าลอยลิกไนต์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2545 7
5.1	สัดส่วนอนุภาคดินนา และเนื้อดินของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 78
5.2	ความหนาแน่นรวม ความพรุน และอัตราการไหลซึมน้ำของดินนา ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 79
5.3	กราฟปลดปล่อยความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 80
5.4	ความหนาแน่นรวม ความพรุน และอัตราการไหลซึมน้ำของดินนา ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 81
5.5	กราฟปลดปล่อยความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 82
5.6	ระดับความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 83
5.7	ระดับความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองต่างๆ 84
5.8	ความหนาแน่นรวม ความพรุน และอัตราการไหลซึมน้ำของดินนา ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 85
5.9	กราฟปลดปล่อยความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 86
5.10	ความหนาแน่นรวม ความพรุน และอัตราการไหลซึมน้ำของดินนา ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 87
5.11	กราฟปลดปล่อยความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 88
5.12	ระดับความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 89

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.13 ระดับความชื้นของดินนาที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เมื่อมีการทิ้งช่วงเวลาเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์	90
5.14 ผลของการแยกขนาดอนุภาคแฉ่ำลอยลิกไนต์ต่อสัดส่วนอนุภาค และเนื้อดินของดินนา	91
5.15 ผลของการแยกขนาดอนุภาคแฉ่ำลอยลิกไนต์ต่อความหนาแน่นรวม ความพรุน และอัตราการไหลซึมน้ำของดินนา	92
5.16 กราฟปลดปล่อยความชื้นของดินนา เมื่อมีการเติมแฉ่ำลอยลิกไนต์ที่ไม่ได้แยกขนาด และแฉ่ำลอยลิกไนต์ที่แยกขนาดให้มีขนาดโตกว่า 0.045 มม.	93
5.17 กราฟปลดปล่อยความชื้นของแฉ่ำลอยลิกไนต์	94
5.18 ผลของการแยกขนาดอนุภาคแฉ่ำลอยลิกไนต์ต่อความชื้นภาคสนาม จุดเหี่ยวถาวร และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของดินนา	94