ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105

นายสิทธิพร เกตุวรสุนทร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-4355-6
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF LIGNITE FLY ASH APPLIED TO DIFFERENT GROWTH STAGES OF RICE ON CHEMICAL COMPOSITION AND YIELD OF KDML105 RICE VARIETY

Mr. Sitthiporn Gatvorasoontorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements

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

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4355-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105
โดย	นายสิทธิพร เกตุวรสุนทร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

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

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

.....กรรมการ
(ดร.ทวี คุปต์กาญจนากุล)

.....กรรมการ
(ดร.วิเทศ ศรีเนตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิทธิพร เกตุวรสุนทร : ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (EFFECT OF LIGNITE FLY ASH APPLIED TO DIFFERENT GROWTH STAGES OF RICE ON CHEMICAL COMPOSITION AND YIELD OF KDML105 RICE VARIETY) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ 117 หน้า ISBN 974-17-4355-6

การปลูกข้าวให้ได้รับผลผลิตดี ต้องมีหรือจัดหาธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการและสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ในขณะที่เถ้าลอยลิกไนต์ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านหินลิกไนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า มีองค์ประกอบทางเคมีที่บ่งชี้ถึงโอกาสในการเป็นแหล่งธาตุอาหารในการปลูกข้าว แต่ก็มีโลหะหนักที่เป็นพิษ ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ผลของการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 0.50 ตัน/ไร่ ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง) ต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยทำการศึกษาวิจัยในภาคสนามที่ แปลงนาเกษตรกร ต.บ้านพริก อ.บ้านนา จ.นครนายก ด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ หนึ่งหน่วยทดลองคือแปลงทดลองขนาด 6 x 12 เมตร และปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ

ผลการศึกษา พบว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง ไม่ก่อให้เกิดความต่างของผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้รับมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 431.87 เป็น 540.45 543.77 และ 546.94 กก./ไร่ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของข้าวสารในภาพรวมมีความปลอดภัยจากธาตุพิษ (นิกเกิล อยู่ในช่วง 0.42-0.51 mg/kg และแคดเมียมมีปริมาณน้อยมากกล่าวคือน้อยกว่า 10 μg/kg) ยกเว้นปริมาณอลูมิเนียมในข้าวสารเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 7.45 เป็น 7.73 7.67 และ 7.68 mg/kg ส่วนปริมาณอมิโลสและความคงตัวของแป้งสุกอยู่ในมาตรฐานของข้าวหอมมะลิ โดยที่ปริมาณอมิโลสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ทั้ง 3 ระยะ แต่ความคงตัวของแป้งสุกไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (ซิลิกอน) ส่วนในฟางข้าวและแกลบมีปริมาณธาตุแคดเมียมน้อยมาก และไม่มีการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารเสริมประโยชน์ แต่ธาตุอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนนิกเกิลมีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉพาะในฟางข้าวเท่านั้น สำหรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงบ่มดิน (Soil incubation) 14 วัน แล้วลดลงในระยะต่อมาตามการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ทั้ง 3 ระยะ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณทั้งหมดของธาตุพิษ (นิกเกิล แคดเมียม และอลูมิเนียม) ในดินตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว แต่ทำให้ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดูดดึงได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กล่าวได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น 6.92-15.07 กก./ไร่ เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสารมีความปลอดภัยจากธาตุพิษ และอยู่ในมาตรฐานของข้าวหอมมะลิ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต สิทธิพร เกตุวรสุนทร

ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4489108420: MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: LIGNITE FLY ASH / KDML105 RICE VARIETY / GROWTH STAGES / TOXIC ELEMENT

SITTHIPORN GATVORASOONTORN: EFFECT OF LIGNITE FLY ASH APPLIED TO DIFFERENT GROWTH STAGES OF RICE ON CHEMICAL COMPOSITION AND YIELD OF KDML105 RICE VARIETY. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. ORAWAN SIRIRATPIRIYA, D. Sc., 117 pp. ISBN 974-17-4355-6

A good productivity of rice cultivation must have adequate amount of nutrients. In generating electricity, lignite fly ash is a by – product of pulverized coal burning. Its chemical composition can be the nutrient source for rice cultivation, but the lignite fly ash also has toxic elements. This study focused on the effect of applying chemical fertilizer cum lignite fly ash 0.50 tonnes/rai along with the difference growth stages of rice (pudling stage, tillering stage and booting stage) to chemical composition and yield of KDML105 rice variety. This field study were tested on farmer's field at tambon Banprik Banna district Nakorn Nayok province with 3 replications of Randomized Complete Block Design. Each experimental unit was 6 x 12 m and the test plant cultivated by transplant method.

The result indicated that applying lignite fly ash at pudling stage, tillering stage and booting stage were not shown the difference of rice yield. Nevertheless, rice yield was increased significantly from 431.87 to 540.45, 543.77 and 546.94 kg/rai. Chemical composition of polished rice showed that nickel are in the range of 0.42-0.51 mg/kg and cadmium are less than 10 μg/kg. These two toxic elements were not changed significantly but aluminium changed from 7.45 to 7.73, 7.67 and 7.68 mg/kg, respectively. Amylose and gel consistency are in the range of Thai Hommali rice standard. All three stages of applying lignite fly ash were observed that amylose decreased significantly but gel consistency and beneficial nutrient were not changed, aluminium increased significantly, while nickel was increased significantly only in rice straw. When applying lignite fly ash, the pH of soil increased in soil incubation 14 days and then decreased in next growth stage of rice. Applying lignite fly ash was not effected to total concentration of toxic elements in soil along with the growth stage of rice, but the available concentration of toxic elements increased significantly.

Applying lignite fly ash 0.5 tonnes/rai along with the growth stage of rice of KDML105 showed that rice yield were not significantly different only chemical fertilizer, while chemical composition of polished rice were not risk from toxic elements and were in the rage of Thai Hommali rice standard.

Field of Study Environmental Science Student's Signature Sitthiporn Gatvorasoontorn

Academic Year 2003 Advisor's Signature Orawan Siriratpiriya

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ขีดจำกัด และผลกระทบจากการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์ทางการเกษตร” ของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโครงการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการศึกษาทดลองการใช้เถ้าลอยลิกไนต์เพื่อแก้ปัญหาดินเปรี้ยว โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ เป็นหัวหน้าโครงการ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.)

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความเมตตากรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาทักษะในการทำงาน ข้อแนะนำ ให้กำลังใจ และข้อคิดต่าง ๆ ทีเป็นประโยชน์ยิ่งต่อลูกศิษย์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ที่ได้ให้การอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นาคะผดุงรัตน์ ดร.ทวี คุปต์กาญจนากุล และ ดร.วิเทศ ศรีเนตร ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้ข้อคิดเห็น เสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ที่ได้ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ได้แก่ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินอุดหนุนการวิจัยบางส่วน สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัยข้าวปทุมธานี ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการ กรมควบคุมมลพิษที่อนุเคราะห์การวิเคราะห์ธาตุพิษ พันเอกทด พินัยนิติศาสตร์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดจนให้คำแนะนำ และการดูแลขณะทำงานในภาคสนามจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณธวิโรจน์ ตันนุกิจ คุณกนกพร ชัยวุฒิกุล และคุณณัฐพร กะการดี ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวเกตุวรสุนทร ที่กรุณาให้การสนับสนุน เตรียมความพร้อมด้านการเรียน และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
   - 2.1 การใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์ 5
   - 2.2 ความต้องการธาตุอาหารของข้าว 11
   - 2.3 ข้าว 13
   - 2.4 ดินปลูกข้าว 16
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย 24
   - 3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย 24
   - 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัย 24
   - 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 26
4. ผลการวิจัย 31
   - 4.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินและเถ้าลอยลิกไนต์ ก่อนทำการทดลอง 31
   - 4.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 33
   - 4.3 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก และดัชนีการเก็บเกี่ยวข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 61
   - 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงเวลาเก็บเกี่ยว 63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. วิจารณ์ผลการวิจัย 74
5.1 ข้อจำกัดของเถ้าลอยลิกไนต์ในการเป็นเหล่งธาตุอาหารข้าว 74
5.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนา 76
5.3 ผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าว 88
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 98
6.1 สรุปผลการวิจัย 98
6.2 ข้อเสนอแนะ 100
รายการอ้างอิง 102
ภาคผนวก 109
ภาคผนวก-ก 109
ภาคผนวก-ข 112
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 117

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การจำแนกชนิดของถ่านหิน 6
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะระหว่างปี พ.ศ. 2533-2542 8
2.3 ปริมาณการส่งออกข้าวสารและมูลค่าการส่งออก ในช่วงปี พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2545 14
2.4 ปริมาณธาตุนิกเกิล และแคดเมียมในดินและพืช และระดับความเป็นพิษในข้าว 23
3.1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ เถ้าลอยลิกไนต์ และดินก่อนทำการทดลอง 26
3.2 การเติมสิ่งทดลองลงในแปลงทดลอง 29
3.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดินเมื่อทำการทดลอง ฟางข้าว ข้าวสาร และแกลบ 30
4.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินและเถ้าลอยลิกไนต์ก่อนทำการทดลอง 32
4.2 ความเป็นกรดเป็นด่างและธาตุอาหารเสริมประโยชน์ ในดินที่ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง 37
4.3 ปริมาณธาตุพิษทั้งหมดที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง 38
4.4 ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดึงดูดได้ที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง 39
4.5 ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระยะต้นข้าวแตกกอ 44
4.6 ปริมาณธาตุพิษทั้งหมดที่ระยะต้นข้าวแตกกอ 45
4.7 ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดึงดูดได้ที่ระยะต้นข้าวแตกกอ 46
4.8 ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระยะต้นข้าวตั้งท้อง 51
4.9 ปริมาณธาตุพิษทั้งหมดที่ระยะต้นข้าวตั้งท้อง 52
4.10 ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดึงดูดได้ที่ระยะต้นข้าวตั้งท้อง 53
4.11 ความเป็นกรดเป็นด่างและธาตุอาหารเสริมประโยชน์ ในดินที่ระยะก่อนเกี่ยว 58
4.12 ปริมาณธาตุพิษทั้งหมดที่ระยะก่อนเกี่ยว 59
4.13 ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดึงดูดได้ที่ระยะก่อนเกี่ยว 60
4.14 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และดัชนีการเก็บเกี่ยว 62
4.15 องค์ประกอบทางเคมีด้านธาตุอาหารเสริมประโยชน์ ใน ฟาง ข้าวสาร และแกลบ 65
4.16 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวด้านธาตุพิษ 69
4.17 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสารด้านธาตุพิษ 70
4.18 องค์ประกอบทางเคมีของแกลบด้านธาตุพิษ 71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.19 องค์ประกอบทางเคมีด้านคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 73
5.1 ปริมาณธาตุพิษในดินที่เริ่มก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช 75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การดูดดึงธาตุอาหารตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว 13

5.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดินตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว 84

5.2 ปริมาณซิลิกอนในรูปซิลิกา (SiO_2) ของดินที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะก่อนเกี่ยว 84

5.3 ปริมาณนิกเกิลที่พืชสามารถดูดดึงได้ของดินตามระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าว 85

5.4 ปริมาณนิกเกิลทั้งหมดของดินตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว 85

5.5 ปริมาณแคดเมียมที่พืชสามารถดูดดึงได้ของดินตามระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าว 86

5.6 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดของดินตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว 86

5.7 ปริมาณอลูมิเนียมที่พืชสามารถดูดดึงได้ของดินตามระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าว 87

5.8 ปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมดของดินตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว 87

5.9 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (กก./ไร่) และดัชนีการเก็บเกี่ยว ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 94

5.10 ปริมาณอมิโลส (%) และความคงตัวของแป้งสุก (มิลลิเมตร) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 95

5.11 ค่าสัมพัทธ์ของซิลิกอนในรูปซิลิกา (SiO_2) ใน ฟางข้าว ข้าวสาร และ แกลบ 96

5.12 ค่าสัมพัทธ์ของนิกเกิล และอลูมิเนียมใน ฟางข้าว ข้าวสาร และ แกลบ 97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

ผ.1 ระดับขั้นของสภาพกรดหรือด่างของดินตามปทานุกรมปฐพีวิทยา 110
ผ.2 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลส 110
ผ.3 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก 111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาคผนวก

รูปภาคผนวกที่ หน้า

ผ.1 การดำเนินการศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนาม 113
ผ.2 การหว่านเถ้าลอยลิกไนต์ที่ระยะต้นข้าวตั้งท้อง และการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว 114
ผ.3 การแยกเมล็ดดีเมล็ดลีบ และการกะเทาะเปลือกข้าว 115
ผ.4 การขัดเมล็ดข้าวสาร และการบดข้าวสารเป็นแป้ง 116

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย