# ธาตุอาหารและธาตุพิษบางชนิดที่ตกค้างในดินและลูกข้าว ภายหลังการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ในการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

นางสาววัลนิกา หมั่นเพียรสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1545-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# RESIDUAL NUTRIENTS AND TOXIC ELEMENTS IN SOIL AND RATOON RICE AFTER APPLIED LIGNITE FLY ASH TO MAIN CROP KDML 105 RICE VARIETY

Miss Walnika Munpeansuk

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 2004

ISBN 974-53-1545-1

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ธาตุอาหารและธาตุพิษบางชนิดที่ตกค้างในดินและลูกข้าวภายหลังการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ในการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 |
| โดย | นางสาววัลนิกา หมั่นเพียรสุข |
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ |

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

.....กรรมการ
(ดร. พอจำ อรัณยกานนท์)

.....กรรมการ
(ดร. ทวี คุปต์กาญจนากุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัลนิกา หมั่นเพียรสุข : ธาตุอาหารและธาตุพิษบางชนิดที่ตกค้างในดินและลูกข้าว ภายหลังการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ในการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (RESIDUAL NUTRIENTS AND TOXIC ELEMENTS IN SOIL AND RATOON RICE AFTER APPLIED LIGNITE FLY ASH TO MAIN CROP KDML 105 RICE VARIETY) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 104 หน้า. ISBN 974-53-1545-1

การลดต้นทุนการผลิตพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มีวิธีที่น่าจะได้รับความสนใจ คือการปลูกข้าวด้วยตอซัง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน โดยเรียกต้นข้าวที่เกิดจากตอซังว่า "ลูกข้าว" รวมทั้งการใช้วัสดุเหลือใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี เช่น เถ้าลอยลิกไนต์ซึ่งมีธาตุอาหารสำหรับต้นข้าว แต่อาจก่อปัญหาการสะสมธาตุพิษบางชนิดในดินหรือต้นข้าว ดังนั้นจึงมีการศึกษาทดลองเพื่อชี้ให้เห็นถึงปริมาณของธาตุอาหารและธาตุพิษบางชนิดที่สะสมอยู่ในดินและลูกข้าว เพื่อช่วยคาดการณ์ และวางแผนการทำนาของชาวนาได้ในฤดูปลูกถัดไป เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิตข้าว โดยทำการศึกษาวิจัยในภาคสนามในแปลงนาของเกษตรกร ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ซึ่งเคยปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นข้าวรุ่นหลักของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยวิธีปักดำ เติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตราเติม 0.25, 0.5 และ 1.0 ตัน/ไร่ วางแผนการทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ (Replication) และเก็บตัวอย่างดิน 3 ระยะ คือ ดินขณะเกี่ยวลูกข้าว ดินขณะเก็บรากลูกข้าว (ขณะไถกลบตอซัง) และดินหลังไถกลบตอซัง และส่วนลูกข้าวทำการวิเคราะห์ 4 ส่วน คือ เมล็ดข้าวเปลือก ฟาง ตอซัง และราก

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่ตกค้างในดินขณะเกี่ยวลูกข้าว ขณะเก็บรากลูกข้าวไถกลบตอซังลูกข้าว คือ ไนโตรเจน 0.22-0.32 % ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปริมาณที่ต้นข้าวความต้องการ ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 19.00- 38.33 ppm และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 54.10-114.00 ppm ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว ส่วนปริมาณธาตุพิษ ได้แก่ ปริมาณอาร์เซนิกทั้งหมด 140.00-228.67 ppb ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด 0.22-0.79 ppb และนิกเกิลทั้งหมด 0.14-0.21 ppm ที่ตกค้างในดิน โดยธาตุทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณต่ำกว่าระดับที่ก่อให้เกิดอันตราย แต่อลูมิเนียมทั้งหมดในดิน 17300.00-30780.00 ppm ซึ่งจัดว่ามีปริมาณสูงกว่ามาตรฐาน และค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินมีแนวโน้มเหมือนกันทั้ง 3 ระยะเวลาซึ่งอยู่ในช่วง 4.29-5.45 จัดว่าเป็นกรดจัด- จัดมาก ส่วนปริมาณธาตุอาหารในลูกข้าวทั้ง 4 ส่วน คือ เมล็ดข้าวเปลือก ฟาง ตอซัง และราก มีไนโตรเจนทั้งหมด 1.02-1.15,0.83-0.87, 0.67-0.81 และ 80.0.85 % ตามลำดับ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 555-583.33, 825-833.33, 830.33-943.33 และ1066.67-1643.33 ppm ตามลำดับ และโพแทสเซียมทั้งหมด 337.33-340, 1523.33-1543.33, 387-436.33 และ243.33-296.87 ppm ตามลำดับ ส่วนธาตุพิษในลูกข้าวทั้ง 4 ส่วน มีอาร์เซนิค 2.45-197 ppb แคดเมียม 0.14-0.79 ppb และนิกเกิล ต่ำกว่า 0.2 ppm ซึ่งธาตุทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์ที่ก่อให้เกิดพิษต่อข้าว แต่อลูมิเนียมในตอซัง และราก 2566.67-3370 และ 5020-5050 ppm ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อต้นข้าว

ภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2547

## 4489100320: MAJOR ENVIRONMENT SCIENCE

KEYWOR: RESIDUAL/ NUTRIENT/ TOXIC ELEMENT/ RICE RATOON LIGNITH FLY ASH

MISS WALNIKA MUNPEANSUK : RESIDUAL NUTRIENTS AND TOXIC ELEMENTS IN SOIL AND RATOON RICE AFTER APPLIED LIGNITE FLY ASH TO MAIN CROP KDML 105 RICE VARIETY, THISIS DAVISOR : ASSOC. PROF. ORAWAN SIRIRATPIRIYA, D.Sc. , 104 PP. ISBN 974-53-1545-1

The decreasing of outlay for rice planning. Rice Ratoon Croping is in tradition to produce rice that is the Wisdom Knowlage .The rice ratoon is grown with in tiller that is rice ratoon. In could the waste is used to substitute, for example, Utilization of lignite fly ash for agriculture applied for rice planning. But some toxic element is in compound of lignite fly ash. Then it is necessary to study in the macro element and some toxic element in soil and rice ratoon. That is the way to predict and planning for grow rice in next time. The suitable alternative to decreased of investment and safety. This study, therefore, focus on the effect of residual nutrient and some toxic element in soil and rice ratoon after applied lignite fly ash planting KDML 105 rice variety . Field experiment was continued to the experiment that, was carried out in paddy land (acid sulfate soil) at Nakonnayok Province by using randomized complete block design with 3 repilcations for lignite fly ash application rate 0.25 0.5 and 1.0 ton/rai. Plot size was 6x12 m..

The result showed that the macro element in soil at 3 period of time that soil in period of harvest, period of plough the ratoon tiller and period of after plough the ratoon tiller : Soil pH = 4.29-5.45 that was acid soil,Total- N = 0.22-0.32 % $P_2O_5$ = 19.00 - 38.33 ppm and $K_2O$ = 54.00-114.00 ppm . And toxic element: Total-Al = 17300.00-30780.00 ppm that more than toxic level is soil. Total-As =140.00-228.67 ppb Total-Cd = 0.22-0.79 ppb and Total-Ni = 0.14-0.21 ppm that was lower than toxic level is soil. And the macro element in rice ratoon, 4 part of rice ratoon that grain of Rice Ratoon, Rice Ratoon straw,Ratoon Tiller and Root of Rice Ratoon. :Total-N ,P and K in the part of Rice Ratoon = grain of Rice Ratoon < Rice Ratoon straw < Ratoon Tiller < Root of Rice Ratoon.That was guide to management for prepare soil for next planting time. Then Ratoon straw,and Ratoon Tiller was ploughed to field that is the way to decrease investment for rice planting . And the toxic element in the part of rice ratoon that Total-Al is more over than toxic level in plants.

Inter-Department ...Environmental Science..... Student s Signature...W. Munpeansuk.....

Field of Study .... Environmental Science.... Advisor s Signature..Orawan Siriratpiriya.

Academic year ... 2004.....

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง "ขีดจำกัดและผลกระทบจากการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์ทางการเกษตร" ของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโครงการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการศึกษาทดลองการใช้เถ้าลอยลิกไนต์เพื่อแก้ปัญหาดินเปรี้ยว โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ เป็นหัวหน้าโครงการ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.)

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากความเมตตากรุณาจากท่านรองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีความเมตตาและเข้าใจในลูกศิษย์ ท่านได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดต่าง ๆ ในทุกเรื่อง ทั้งด้านวิชาการและนอกเหนือวิชาการที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อลูกศิษย์เสมอมา จึงขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งของเหล่าบรรดาลูกศิษย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึง อาจารย์ ดร. พอจำ อรัณยกานนท์ และอาจารย์ ดร. ทวี คุปต์กาญจนากุล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อันได้แก่ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม รวมถึง พี่จิ๋ม คุณอัษดร คำเมือง และคุณเจนวิทย์ วงษศานูน เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมที่ให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้า

ขอกราบพระขอบคุณคุณพ่อฮังเลี้ยง คุณแม่สังวาลย์ หมั่นเพียรสุข และพี่น้องทุกคนของข้าพเจ้าที่คอยให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอ และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ได้แก่ พี่ชัย แนน ปุ้ย เอก กิ่ง อุ๋ย ฯลฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนางสาวตวงทรวง สกุลกลจักร (หนิง) ซึ่งค่อยช่วยเหลือและคอยแนะนำข้าพเจ้าเสมอ

วัลนิกา หมั่นเพียรสุข

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูป..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 ลูกข้าว หรือต้นข้าวตอซัง..... 4
2.2 พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105..... 8
2.3 เถ้าลอยลิกไนต์..... 9
2.4 ธาตุอาหารพืชสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว..... 11
2.5 ธาตุพิษ..... 11
3.วิธีดำเนินงานวิจัย..... 22
3.1 สถานที่ทำการวิจัยและวิเคราะห์..... 22
3.2 วัสดุอุปกรณ์ในภาคสนาม..... 22
3.3 วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ..... 23
3.4 วิธีดำเนินการวิจัย..... 23
3.5 การเก็บข้อมูล..... 24
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 26
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 27
4.1 สมบัติทางเคมีของดิน..... 27
4.1.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน..... 27
4.1.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินทั้ง 3 ช่วงเวลา..... 27
4.1.3 ปริมาณธาตุพิษบางชนิดในดินทั้ง 3 ช่วงเวลา..... 39
4.2 องค์ประกอบทางเคมีของลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (เมล็ดข้าวเปลือก ฟาง ตอซัง และราก)..... 48
4.2.1 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2 ปริมาณธาตุพิษบางชนิดในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....56
4.3 ผลผลิตต้นข้าวตอซังหรือลูกข้าว.....64
4.3.1 น้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวตอซัง.....64
4.3.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยวลูกข้าว.....66
5. วิจารณ์ผลการทดลอง..... 67
5.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินที่ปลูกลูกข้าว..... 67
5.2 ปริมาณธาตุอาหารและธาตุพิษในดินที่ปลูกข้าวโดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามช่วงเวลา.....68
5.3 องค์ประกอบทางเคมีของลูกข้าวที่เกิดจากตอซังต้นข้าวที่ปลูกโดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์.....80
5.4 ผลผลิตลูกข้าวที่เกิดจากตอซังของต้นข้าวที่ปลูกโดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์.....86
6. สรุปผลการทดลอง .....88
รายการอ้างอิง.....91
ภาคผนวก.....98
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....104

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

2.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เพียงพอต่อความต้องการของข้าว ข้าวบาร์เลย์ และ ข้าวสาลี ในต้นพืชระยะแตกกอสูงสุด.....13
2.2 ปริมาณธาตุพิษในดินและพืช และระดับเป็นพิษในข้าว.....14
2.3 แสดงถึงอันตรายจากความเป็นพิษที่จะเกิดจากสารประกอบแคดเมียมในสัตว์ทดลอง..... 15
2.4 แสดงมาตรฐานปริมาณแคดเมียมในอาหารที่ยอมรับได้ของแต่ละประเภท..... 17
2.5 แสดงค่ามาตรฐานอาหารและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของประเทศต่าง ๆ.....19
3.1 ตำรับทดลองในการวิจัย.....24
3.2 พารามิเตอร์ และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เมล็ดข้าวเปลือก ฟาง ตอซัง และราก.....25
4.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (Soil pH) ของดิน.....35
4.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(Total -N) ในดิน..... 36
4.3 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในดิน..... 37
4.4 ปริมาณโพแทสเซียม (K) ในดิน..... 38
4.5 ปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมด (Total-Al) ในดิน.....44
4.6 ปริมาณอาร์เซนิกทั้งหมด (Total-As) ในดิน..... 45
4.7 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด (Total-Cd) ในดิน.....46
4.8 ปริมาณนิกเกิลทั้งหมด (Total-Ni) ในดิน.....47
4.9 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....53
4.10 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-P) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....54
4.11 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total-K) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....55
4.12 ปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมด (Total-Al) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....60
4.13 ปริมาณอาร์เซนิก (Total-As) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....61
4.14 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด (Total-Cd) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....62
4.15 ปริมาณนิกเกิล (Total-Ni) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว.....63
4.16 น้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 65
4.17 ดัชนีการเก็บเกี่ยวลูกข้าว.....66

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**

5.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH)..... 72
5.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total -N) ในดิน..... 72
5.3 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-P) และที่เป็นประโยชน์ ($P_2O_5$) ในดินทั้ง 3 ช่วงเวลา..... 73
5.4 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total-K) และที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ($K_2O$) ในดิน ทั้ง 3 ช่วงเวลา..... 74
5.5 ปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมด (Total-Al) ในดิน..... 78
5.6 ปริมาณอาร์เซนิกทั้งหมด (Total-As) ในดิน..... 78
5.7 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด (Total-Cd) ในดิน..... 79
5.8 ปริมาณนิกเกิลทั้งหมด (Total-Ni) ในดิน..... 79
5.9 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 83
5.10 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-P) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 83
5.11 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total-K) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 84
5.12 ปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมด (Total-Al) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 84
5.13 ปริมาณอาร์เซนิก (Total-As) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 85
5.14 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด (Total-Cd) ในส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 85
5.15 น้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของลูกข้าว..... 87
5.16 ดัชนีการเก็บเกี่ยวลูกข้าว..... 87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย