ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

การผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

Application of High Enriched Compost for Organic Rice Production

ของ

นางอุษา ศรีใส

ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1115

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ

ตำแหน่งเลขที่ 1115

ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วิธีดำเนินการ	19
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	45
ประโยชน์ที่ได้รับ	46
เอกสารอ้างอิง	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความต้องการธาตุอาหารในดิน	21
2	น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ด	24
3	ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย	25
4	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง	26
5	ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว	26
6	สมบัติทางเคมีของดินก่อน-หลังการทดลอง แปลงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง บ้านควนกุฎ ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง พ.ศ. 2551-2553	27
7	การปลดปล่อยไนโตรเจนวันที่ 0, 7, 14, 28, 42, 56, 70	35
8	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาหว่าน	37
9	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาดำ	39
10	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ในนาหว่าน	41
11	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่ม(ลด)ระหว่างต้นทุนผันแปรและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่โดยวิธีนาหว่านและนาดำ	43

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. ความเป็นกรดเป็นด่างในดินก่อน-หลังการทดลอง 29
2. อินทรียวัตถุเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 30
3. ไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 30
4. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 31
5. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 31
6. แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 32
7. แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 32
8. โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 33
9. การแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 33
10. กำมะถันที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง 34
11. การปลดปล่อยไนโตรเจน(แอมโมเนียม) ในดินน้ำขังที่ 0, 7, 14, 28 ,42, 56 และ 70 วัน 35

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1. น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดเฉลี่ย(กรัม) 53
2. ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 53
3. จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง (เมล็ด) 53
4. ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว(เซนติเมตร) 53
5. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 0 54
6. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 7 54
7. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 14 54
8. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 28 55
9. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 42 55
10. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 56 55
11. การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 70 56
12. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 0 57
13. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 7 58
14. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 14 59
15. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 28 60
16. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 42 61
17. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 56 62
18. ค่า F-test การปลดปล่อยไนโตรเจน(NH_4^+)วันที่ 70 63

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่ **หน้า**

1. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 64
2. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ 65
3. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาดำและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 66
4. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 67
5. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ 68
6. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 69
7. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 70
8. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ 71
9. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 72
10. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 73
11. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ 74

สารบัญภาพผนวก(ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

12. รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 75
13. พิธีเปิดโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 76
14. พิธีเปิดงานไถกลบตอซังของโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 76
15. พิธีเปิดโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 77
16. การฝึกอบรมผู้นำเกษตรกรโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 77
17. แปลงทดลองสาธิตนาดำโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 78
18. แปลงทดลองสาธิตนาหว่านโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน 78
19. แปลงทดลองสาธิตของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 79
20. แปลงทดลองสาธิตของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 79
21. เก็บเกี่ยวผลผลิตแปลงทดลองสาธิตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 80
22. การเก็บเกี่ยวผลผลิต 80
23. เกษตรกรนวดข้าวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตต่อไร่ในแปลงทดลองสาธิต 81

การผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

อุษา ศรีใส เศกสิน ศรีใส

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๒ กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยเพื่อผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทดแทนปุ๋ยเคมีในนาข้าวเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืชในดิน ดังนั้น จึงศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อปลูกข้าวอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยดำเนินการ ณ บ้านควนกุฎ ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ตั้งแต่ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบ observation trial ประกอบด้วย 3 วิธีการทดลอง คือ 1) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ในนาหว่าน 2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ในนาหว่าน 3)ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ในนาดำ จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสูงกว่าอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกแบบนาดำให้ผลผลิตสูงกว่านาหว่าน นอกจากนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้สมบัติทางเคมีของดินโดยรวมหลังการทดลองดีขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงปริมาณสูงในดินทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินสูงขึ้นด้วย ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านให้เปอร์เซ็นต์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ และเทียบกับการปลูกแบบนาดำ ดังนั้น จึงควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ กับการปลูกข้าวแบบนาหว่าน

คำหลัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ข้าวอินทรีย์ พัทลุง กลุ่มเกษตรอินทรีย์

Application of High Enriched Compost for Organic Rice Production

Usa Srisri Saksin Srisai

Land Development Regional Office 12 Land Development Department

ABSTRACT

The experiment was conducted on rice with high enriched compost. It was conducted at Ban Kuankut, Tambon Kuanmapao, Pattalung province during December 2008-June 2010. The objectives of the study were to extend to use high enriched compost in organic rice area, to observe the effective of high enriched compost on growth and yield of organic rice, and to analyze the economic return. An experiment was conducted using observation trial and composted of 3 treatments: 1) apply 200 Kilogram per Rai of compost in the broadcast wet-seeded rice field, 2) apply 300 Kilogram per Rai of compost in the broadcast wet-seeded rice field, and 3) apply 200 Kilogram per Rai of compost in transplanting by hand field. The results showed that applying higher rate of the high enriched compost gave the higher yield. And the yield in the broadcast wet-seeded rice field was higher than that in the transplanting rice field. The high enriched compost promoted the chemical properties of soil. The results showed that N-mineralization increased according to the increasing of high enriched compost rates. The highest percent of income was found in the treatment that applied 200 Kilogram per Rai of high enriched compost in the broadcast wet-seeded field. So, application of 200 Kilogram per Rai of high enriched compost in the broadcast wet–seeded rice should be recommended.

Key word High enriched compost, Organic rice, Pattalung, Organic agriculture

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ข้าวไทยสามารถส่งออกนำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่งของไทยเป็นผลผลิตการเกษตรที่มีมูลค่าสูงชนิดหนึ่ง และคาดว่าประเทศไทยส่งออกข้าวเพิ่มมากขึ้น มีการขยายตลาดและเพิ่มปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าว เช่น การผลิตข้าวอินทรีย์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวราคาแพงเป็นที่ต้องการของตลาดโลกและสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในประเทศเป็นปัจจัยการผลิต (กรมการข้าว, 2551) ประเทศไทยมีแนวโน้มการผลิตข้าวคุณภาพสูงและมีความปลอดภัยในการบริโภค การบริโภคอาหารปลอดภัยในรูปเกษตรอินทรีย์ได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและกระแสความรู้สึกห่วงใยในสุขภาพ โดยสินค้าเกษตรมักราคาสูงคุ้มค่ากับการลงทุนของเกษตรกรในการผลิต สำหรับประเทศไทยมีความเป็นไปได้ในการผลิตข้าวอินทรีย์ที่มีคุณภาพ (บริบูรณ์, 2545) เนื่องจากการทำนาเป็นอาชีพหลักของเกษตรกร มีพื้นที่ประมาณ 60 ล้านไร่ คิดเป็น 18.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศไทย และมีสภาพพื้นที่ที่เหมาะสม สภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกข้าว (กรมวิชาการเกษตร, 2543) โดยปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกข้าวที่มีคุณภาพเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ.2550 ประเทศไทยส่งออกข้าว 9.56 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) การปรับเปลี่ยนการผลิตข้าวโดยทั่วไปให้เป็นการผลิตข้าวอินทรีย์ แนวทางหนึ่งคือการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งสามารถผลิตได้ในท้องถิ่น โดยการนำวัสดุที่สามารถให้ธาตุอาหารสูงมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งมีคุณสมบัติในการปรับปรุงสมบัติของดิน โดยการปรับปรุงโครงสร้าง ฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของดินไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงยังเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาจากการนำวัสดุอินทรีย์และหรืออนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมสูงมาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมักและสลายตัวสมบูรณ์แล้วมาผสมกับวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนและหรือฟอสฟอรัสสูง ซึ่งสามารถใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงได้ตรงตามความต้องการของพืชและช่วงการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด ลดการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต สามารถลดปัญหาสารพิษที่ตกค้างในดิน พร้อมทั้งส่งเสริมให้ประชาชนยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิตภายใต้สภาวะเศรษฐกิจที่ปุ๋ยเคมีมีราคาแพง ดังนั้น กรมพัฒนาที่ดินจึงได้ดำเนินการจัดทำโครงการนำร่องส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ในพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรที่มีความพร้อมพัฒนาเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ หรือกลุ่มเกษตรกรผลิตข้าวอินทรีย์เพื่อสร้างเครือข่ายการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงภายในชุมชนที่มีความพร้อมในการพัฒนาการผลิตสู่ระบบเกษตรอินทรีย์และบูรณการปฏิบัติงานการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี สำหรับการปลูกข้าวอย่างยั่งยืนต่อไป

ข้าว (*0ryza sativa* L.) เป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า สามารถปลูกและเติบโตได้ดีในดินทั่วไปที่สามารถขังน้ำไว้ได้ สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวควรเป็นที่ราบลุ่มควบคุมระดับน้ำได้ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินร่วนเหนียว กักเก็บน้ำได้ ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.5 ควรเป็นดินที่มีหน้าลึก 30-50 เซนติเมตร ประกอบด้วยอนุภาคของดินเหนียวไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์เพราะหลังจากการไถและคราดส่วน

หนึ่งของอนุภาคนี้ตกตะกอนกลายเป็นชั้นดินดาน ช่วยลดการไหลซึมของน้ำที่กักเก็บไว้ในนา นอกจากนี้ดินเหนียวยังมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ส่วนดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวคือดินที่เป็นทรายจัด และดินร่วนทรายเพราะไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ส่วนปริมาณน้ำที่มากเกินไปไม่เป็นผลดีแก่ต้นข้าว เพราะทำให้ดินขาดออกซิเจน จึงควรปล่อยให้ข้าวขาดน้ำเป็นระยะๆ ซึ่งนอกจากช่วยออกซิเจนให้แก่รากข้าวแล้ว ยังช่วยลดสารพิษลงด้วย การรักษาระดับน้ำควรให้สูงประมาณ 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูกข้าวซึ่งได้ผลผลิตสูงกว่าระดับน้ำ 15-20 เซนติเมตร อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณระหว่าง 22-23 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200–1,500 มิลลิเมตรต่อปี การปลูกข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงในดินที่มีการทำนามาเป็นระยะเวลานานจำเป็นต้องมีการบำรุงปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารเพียงพอกับการเจริญเติบโตข้าวเป็นพืชซึ่งต้องการไนโตรเจนในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ในการผลิตข้าวเปลือกจำนวน 1 ตันข้าวต้องการไนโตรเจนเฉลี่ย 18.9 กิโลกรัม (นพรัตน์, 2541) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในรูปปุ๋ยเคมีทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนได้ง่ายในดินนา การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวสามารถใช้ได้ไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในดินนามีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซแอมโมเนีย และการปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) การใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินนาลดลงแม้ว่ามีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนให้แก่ข้าวเป็นประจำ การที่ไนโตรเจนในดินนามีปริมาณลดลงเนื่องจากการลดลงของอินทรียวัตถุในดินนาที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวลดลง (อำนาจ, 2548) ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์จึงมีความจำเป็นต่อการปลูกข้าวอินทรีย์ เนื่องจากอินทรียวัตถุใช้เป็นอาหารและพลังงานของพืชและจุลินทรีย์ดินพวกเฮกเทอโรโทป (heterotroph) ซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน นอกจากมีธาตุอาหารพืชหลักแล้วปุ๋ยอินทรีย์ยังมีธาตุรองและจุลธาตุซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช การปลูกข้าวอินทรีย์ไม่อนุญาตให้ใช้สารเคมีทุกชนิดการใส่ธาตุอาหารแก่ข้าวจึงจำเป็นต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิต แต่ปุ๋ยอินทรีย์โดยส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกพืชจึงต้องคำนึงถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้มีธาตุอาหารพืชสูง เรียกว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์โดยทั่วไปมีธาตุอาหารต่ำ แต่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูง

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวเจ้าที่นิยมปลูกในพื้นที่ชลประทาน เป็นข้าวพันธุ์ไม่ไวแสง ต้นสูงประมาณ 113 เซนติเมตร ทรงกอตั้งและใบสีเขียวใบธงยาว รวงยาวคอรวงสั้น ฟางแข็งมีอายุเก็บเกี่ยว 120-130 วัน ระยะพักตัวเมล็ด 8 สัปดาห์ ผลผลิตเฉลี่ย 740 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวเป็นพืชที่มีความต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงถึงปานกลางและสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูง (สถาบันวิจัยข้าว, 2542; จุลมณี, 2552) สำหรับการเพาะปลูกทำโดยการทำนาหว่าน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในบริเวณที่น้ำมาเร็วและระดับน้ำสูงใช้วิธีหว่านที่แตกต่างจากในพื้นที่ที่สามารถควบคุมน้ำได้ สามารถใช้แก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้ การหว่านน้ำตมหรือหว่านข้าวงอกเป็นวิธีแพร่หลายในพื้นที่ระบบชลประทาน

เนื่องจากสามารถระบายน้ำเข้าออกเพื่อควบคุมการงอกของเมล็ดข้าวและวัชพืช นาหว่านน้ำตมแผนใหม่ได้ปรับแปลงให้เรียบสม่ำเสมอ พร้อมทั้งทำร่องระบายเล็กๆภายในแปลงเพื่อระบายน้ำที่อาจขังอยู่ในจุดต่ำของจุดออกก่อนที่หว่าน ทำให้เมล็ดข้าวงอกอย่างสม่ำเสมอไม่ถูกน้ำท่วมขังจนเมล็ดเน่าเสีย การทำนาดำเป็นการนำต้นกล้าที่มีอายุ 20-30 วันที่มีความสูง 25-30 เซนติเมตร นำไปปักในแปลงที่ไถดะ ไถแปร และคราดจนเป็นดินเทือกดีแล้วและขังน้ำไว้สูง 5-10 เซนติเมตรวิธีนี้ลดความเสี่ยงในการที่ถูกน้ำท่วมขังในช่วงแรกและลดปริมาณวัชพืชในแปลงนาได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับการทำนาหว่านน้ำตมเพราะเมื่อระดับน้ำขณะที่ปักดำสูงวัชพืชไม่สามารถงอกได้ วิธีนี้ใช้แรงงานมากทั้งในการถอนต้นกล้าและปักดำแต่ลดค่าใช้จ่ายการควบคุมวัชพืช (อรรถวุฒิ, 2542) จากการทดลองเปรียบเทียบเทคโนโลยีการปลูก พบว่าที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่การปลูกโดยวิธีปักดำให้ผลผลิตสูงที่สุด 759 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับนาหว่านข้าวแห้งให้ผลผลิตต่ำกว่า 364 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เมื่อมีการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและรายได้ของการปลูกแบบนาหว่านข้าว มีต้นทุนค่าแรงต่ำกว่าค่าแรงในตำรับปักดำ (สถาบันวิจัยข้าว, 2543)

การผลิตข้าวอินทรีย์ในระบบเกษตรอินทรีย์ เป็น ระบบเกษตรที่ผลิตอาหารด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเน้นหลักการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์ และระบบนิเวศน์ ลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกระบบการผลิต และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืช พยายามใช้ธรรมชาตินำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มผลผลิต และพัฒนาความต้านทานต่อศัตรูพืช เป็นหลักการสากลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ สังคม ภูมิอากาศ และวัฒนธรรมท้องถิ่น สถาบันวิจัยข้าว (2542)กล่าวว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ ดินต้องเป็นดินที่มีชีวิต หมายความว่า ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ได้ต้องมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินหลายกลุ่มมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระบบรากพืชในดิน รวมถึงอินทรียวัตถุในดิน (วรรณลดา, 2543) ในสภาพธรรมชาติอินทรียวัตถุในดินได้มาจากวัสดุเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ การผลิตข้าวอินทรีย์ มุ่งเน้นในการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีและสารที่ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีทุกชนิดในทุกขั้นตอนการผลิตและเก็บรักษาผลผลิต ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินจากอินทรียวัตถุทำได้โดยการเพิ่มวัสดุอินทรีย์ลงในดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ใส่ลงในดินมากเกินไปต้องคำนึงถึงเรื่องการขาดสมดุลของแร่ธาตุอาหารในดิน (วิฑูรย์, 2545) และอาจเกิดปัญหาของโรคและแมลงเกิดความเสียหายต่อพืชได้ (กรมการข้าว, 2550) นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ผลิตข้าวอินทรีย์ต้องใช้ปริมาณมากและต่อเนื่องทุกปีจึงได้ผลดีและเกิดความยั่งยืน ดังนั้นการ ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลผลิตด้วย (สถาบันวิจัยข้าว, 2542) ในด้านการควบคุมแมลงศัตรูธรรมชาติใช้วิธีกลและต้องเลือกพื้นที่ให้มีความเหมาะสมกับเงื่อนไข โดยพื้นที่ปลูกควรเป็นพื้นที่ใหญ่ ถ้าเป็นเกษตรกรรายย่อยควรรวมตัวกันผลิตในพื้นที่ติดต่อกันเป็นพื้นที่เกษตรอินทรีย์โดยเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมกับการทำการเกษตรอินทรีย์ คือมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูงถึงปานกลาง มีแหล่ง

น้ำดีมีคุณภาพ ห่างไกลจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตร และเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการใช้สารเคมีในปริมาณติดต่อกันเป็นเวลานาน ดินไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีหรือสารพิษตกค้างในดินและน้ำ ห่างจากถนนซึ่งมีรถยนต์วิ่งหนาแน่น สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตโดยวิธีเกษตรอินทรีย์เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ แต่สามารถใช้สารสกัดจากพืช เช่น สารสกัดจากสะเดาปราศจากโรคและแมลง และเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ หากจำเป็นต้องป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์อนุญาตให้นำเมล็ดพันธุ์ข้าวแช่ในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลา 20 ชั่วโมง แล้วล้างน้ำก่อนนำไปปลูก (กรมการข้าว, 2551) การเตรียมดินควรเตรียมดินอย่างดี ถูกต้องตามหลักการเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ลดปัญหาความรุนแรงของวัชพืช โดยใช้เครื่องจักรกล หรือแรงงานสัตว์ โดยไม่ใช้สารควบคุมวัชพืชร่วมกับการเตรียมดิน ในส่วนวิธีการปลูก หากปลูกโดยวิธีปักดำช่วยลดปัญหาเรื่องวัชพืชเพราะการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำมีการเตรียมดินที่ดี มีการควบคุมระดับน้ำในแปลงและต้นข้าวเจริญเติบโตล่วงหน้าวัชพืชทำให้สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ควรใช้ระยะปักดำถี่กว่าปกติเล็กน้อยเพื่อเพิ่มจำนวนประชากรของต้นข้าวชดเชยการแตกกอเนื่องจากไม่ใช้สารเคมี การปักดำเหมาะกับการทำนาในพื้นที่มีการชลประทาน เตรียมดินอย่างดีโดยไถดะตากดินไว้ เพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังเจริญเติบโต ปล่อยน้ำท่วมแปลงเพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังงอก ไถแปร และคราดปรับระดับผิวดินให้สม่ำเสมอเพื่อความสะดวกในการควบคุมระดับน้ำ และควบคุมวัชพืช ตกกล้าโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 100 กรัมต่อพื้นที่แปลงกล้า 1 ตารางเมตร ได้ต้นกล้าที่มีความอุดมสมบูรณ์แข็งแรง ปักดำระยะ 20 x 20 เซนติเมตร จำนวน 3-5 ต้นต่อกอ โดยใช้อายุกล้าระหว่าง 25-30 วัน สำหรับพื้นที่ที่มีวัชพืชน้อยและมีปัญหาเรื่องขาดแคลนแรงงานปักดำ สามารถใช้วิธีปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตมซึ่งเหมาะสำหรับการทำนาในระบบชลประทาน โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องทำนาล่ากว่าปกติหรือมีปัญหาด้านแรงงาน เตรียมดินอย่างดีโดยไถดะตากดินไว้เพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังเจริญเติบโต ปล่อยน้ำท่วมแปลงเพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังงอก ไถแปรและคราดปรับระดับผิวดินให้สม่ำเสมอเพื่อความสะดวกในการควบคุมระดับน้ำและควบคุมวัชพืช หว่านเมล็ดข้าวงอกอัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วรักษาระดับน้ำให้เหมาะกับระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (สถาบันวิจัยข้าว, 2542) การทำนาแบบหว่านน้ำตมมีปัญหาเรื่องวัชพืช ปริมาณวัชพืชอื่นๆที่ไม่ใช่ข้าววัชพืชไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว แต่ปริมาณข้าววัชพืชส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว หากปล่อยให้ข้าววัชพืชหลงเหลืออยู่ในแปลงนาโดยไม่มีการกำจัดให้หมดข้าววัชพืชเพิ่มปริมาณมากขึ้นทุกปี ค่าใช้จ่ายในการกำจัดยิ่งสูงขึ้นมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวมากขึ้น (วลัยพรและคณะ, 2553) ควรใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณวัชพืช ในพื้นที่การจัดการดินไม่เผาตอซังฟางข้าวและเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ และมีการนำเศษวัสดุอินทรีย์ใส่แปลงนาอย่างสม่ำเสมอหรืออาจปลูกพืชปุ๋ยสด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์ธรรมชาติและใช้อินทรียวัตถุบางอย่างทดแทนปุ๋ยเคมีทดแทนปุ๋ยไนโตรเจน โดยใช้เลือดสัตว์แห้ง กระดูกป่น มูลสัตว์ ทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยใช้หินฟอสเฟต และทดแทนปุ๋ยโพแทสเซียมโดยใช้ขี้เถ้าและหินปูนบางชนิด สำหรับปูนขาวและโดโลไมต์ใช้ทดแทนปุ๋ยแคลเซียม การควบคุมวัชพืช

ควรมีการตรียมดินให้ดีเพื่อลดปัญหาวัชพืช ใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืชใช้วิธีกล เช่นถอนด้วยมือใช้เครื่องมือการเกษตร สำหรับในช่วงการเก็บเกี่ยวให้ตากหรืออบเมล็ดข้าวให้มีความชื้นต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยข้าว, 2542)

ความต้องการธาตุอาหารของข้าว การใช้ปุ๋ยในการปลูกข้าวในระยะปลูกข้าวตั้งแต่เมล็ดข้าวงอกมีรากออกมานับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเจริญเติบโต เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 1 เดือนระยะนี้ข้าวต้องการธาตุอาหารจากดินสูง โดยเฉพาะฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในระยะแตกกอเมื่อพ้นระยะตั้งตัวของต้นข้าว ต้นข้าวหยั่งรากลึกลงในดินจนสามารถแตกรากใหม่ออกมาได้ ต้นข้าวสร้างใบใหม่มากขึ้น และเริ่มแตกหน่อเป็นต้นใหม่ เรียกว่าระยะเริ่มแตกกอการใส่ปุ๋ยในระยะนี้ทำให้ต้นข้าวสามารถแตกกอได้ดีและสมบูรณ์ ระยะกำเนิดช่อดอกหรือระยะข้าวสร้างรวงอ่อนต้นข้าวมีความต้องการน้ำและอาหารที่สมบูรณ์เพื่อให้ต้นข้าวทุกต้นในกอสามารถสร้างรวงอ่อนที่สมบูรณ์มีอาหารเพียงพอเพื่อทำให้แต่ละรวงมีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น ในระยะนี้ต้นข้าวต้องการธาตุไนโตรเจนซึ่งไนโตรเจนที่ได้รับพอเพียงในช่วงระยะการตั้งตัวของข้าวจนถึงการแตกกอเป็นการประกันที่ทำให้ข้าวมีจำนวนกอต่อหน่วยพื้นที่ในปริมาณที่มากพอ ไนโตรเจนที่ได้รับพอเพียงในช่วงระยะก่อนและระยะการแทงช่อรวงอ่อนเป็นการประกันทำให้รวงที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่และเป็นแหล่งสะสมของอาหาร (Sink) ไนโตรเจนที่ได้รับพอเพียงในช่วงระยะการสะสมอาหารของเมล็ดซึ่งทำให้ได้รับผลผลิตสูง นอกจากนี้ควรรักษาระดับน้ำในนาข้าวให้อยู่ที่ระดับ 5 เซนติเมตรและระบายน้ำออกให้มากขึ้นเมื่อต้องการใส่ปุ๋ยในช่วงระยะกลางของฤดูปลูก ในระยะออกดอกข้าวออกดอกหลังระยะกำเนิดช่อดอกแล้วประมาณ 1 เดือนระยะข้าวออกดอกธาตุไนโตรเจนจากส่วนต่างๆ ของข้าวโดยเฉพาะใบถูกนำไปใช้ในการสร้างดอกและเมล็ดทำให้ข้าวขาดไนโตรเจนที่ใบสังเกตได้จากปลายใบแก่หรือใบข้าวตอนล่างมีสีเหลืองหรือสีเขียวจางกว่าส่วนอื่นๆระยะนี้อาจใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเล็กน้อยเพื่อเสริมส่วนที่ขาดไป ในระยะเก็บเกี่ยวหลังจากข้าวออกดอกประมาณ 3 สัปดาห์รวงข้าวเริ่มสุกสีเหลืองและเริ่มโน้มรวง หลังจากข้าวออกดอก 28 วันหรือ 4 สัปดาห์เรียกว่าระยะพลับพลึงเป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าว จากระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวไม่ต้องใส่ปุ๋ยอีกเพราะถ้าใส่ปุ๋ยในระยะนี้ต้นข้าวนำไปสร้างใบทำให้ข้าวแก่ช้าเรียกว่าข้าวเผื่อใบทำให้มีปัญหาในการเก็บเกี่ยวซึ่ง เมล็ดข้าวหลังเก็บเกี่ยวแล้วเมื่อนำไปสีเสียหายมาก (สถาบันวิจัยข้าว, 2543) สำหรับความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ย 3.55, 0.22 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน 0.20, 0.20 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (พิชิตและปรีดา, 2532)

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์และหรืออนินทรีย์จากธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงผ่านการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง เช่น หินฟอสเฟต กระดูกสัตว์ มูลสัตว์ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารหลักและธาตุรอง โดยเฉพาะแคลเซียม ซึ่งทำให้ต้นพืชแข็งแรงต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคพืช นอกจากการใช้วัตถุดิบที่มีธาตุอาหารสูงแล้ว ได้นำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการแปรสภาพแร่ธาตุต่างๆ ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยจุลินทรีย์เป็นจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก

ของพืช จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และละลายฟอสเฟตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายองค์ประกอบของอินทรีย์ไนโตรเจนและไขมันเพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจนในระหว่างกระบวนการหมักและลดกลิ่นแอมโมเนีย การนำจุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และจุลินทรีย์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งฟอสฟอรัส เช่น หินฟอสเฟต และกระดูกป่น โดยมีคุณสมบัติที่ให้ธาตุอาหารหลักในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น และปลดปล่อยให้แก่พืชช้าๆลดการสูญเสียธาตุอาหาร มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อดินและพืช มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าหรือเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มี อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน; 20:1 ค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 เดซิซีเมนต่อเมตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5-10 มีไนโตรเจนมากกว่าเท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัส มากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โพแทสเซียมมากกว่าหรือเท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรคำนึงถึงความต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหาร ในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนั้นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิด ได้แก่ สูตรไนโตรเจนสูง และสูตรฟอสฟอรัสสูง สามารถช่วยให้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ตรงตามความต้องการของพืชในช่วงการเจริญเติบโต ทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรเลือกใช้สูตรตามความเหมาะสมของดินและพืช มีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชแบบช้าๆทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร ช่วยปรับปรุงบำรุงสมบัติทางด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินเป็นแหล่งอาหารและพลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน ทำให้สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในกรณีการผลิตข้าวอินทรีย์ในข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน อัตรา 25 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรฟอสฟอรัส อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข)

อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบหนึ่งในดินที่มีความสำคัญต่อการควบคุมสมบัติด้านต่างๆของดิน ในเขตร้อนชื้นมีการย่อยสลายอินทรีย์สารสูง การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่ได้เพิ่มอินทรียสารในดินทำให้ดินมีอินทรียวัตถุต่ำลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) อินทรียวัตถุเป็นส่วนประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เป็นแหล่งอาหารและพลังงานให้กับสิ่งมีชีวิตเล็กๆซึ่งอาศัยอยู่ในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ ดินต้องเป็นดินที่มีชีวิต นั่นคือ มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินหลายกลุ่ม มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระบบรากพืชในดินรวมถึงอินทรียวัตถุในดิน (วรรณลดา, 2543) อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยเศษซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังและสารสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน อินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจนที่สำคัญของจุลินทรีย์ รูปของอินทรียวัตถุในดินมีทั้งโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น สารฮิวมิก ลิกนิน เซลลูโลส จนถึงพวกที่มีขนาดเล็ก เช่นน้ำตาลบางชนิด กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์บางชนิด เป็นต้น ในการเน่าเปื่อยของอินทรียวัตถุในดินเป็นผลจากการที่จุลินทรีย์นำเอาคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุมาใช้เปลี่ยนเป็นสารประกอบของเซลล์และคาร์บอนบางส่วนเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้ปริมาณสารคาร์บอนในอินทรียวัตถุลดลงเรื่อยๆซึ่งอัตราการสูญหายของคาร์บอนดังกล่าวบ่งชี้ถึงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์

ได้ (อัจฉรา, 2549 ในสภาพธรรมชาติอินทรียวัตถุในดินได้มาจากวัสดุเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ อินทรียวัตถุในดินช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางชีวภาพของดินให้ดีขึ้นช่วยจับตัวเป็นก้อน ทำให้ดินโปร่งร่วนซุย ถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเพิ่มขึ้น 20-70 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุในดินช่วยให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่เปลี่ยนแปลงมาก และอินทรียวัตถุปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชหลักที่ปลูกต่อมา ทั้งยังเป็นการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดินอีกด้วย (Bohn *et al*., 1985) ในแง่สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าอินทรียวัตถุได้จากการสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนและจุลธาตุ ถึงแม้ธาตุอาหารมีปริมาณไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ธาตุอาหารเหล่านี้ทำการปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว การปลดปล่อยไนโตรเจนเป็นธาตุหลักซึ่งปลดปล่อยจากอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ ในดินบนมีความลึก 6 นิ้วมีเนื้อดิน 312,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีเพียง 2-5 เปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจนในอินทรียวัตถุที่ถูกปลดปล่อยออกมาในฤดูกาลเพาะปลูกซึ่งไม่เพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืชจึงจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยลงดิน นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังปลดปล่อยฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารพืชเสริมออกมา โดยปริมาณการปลดปล่อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอินทรียวัตถุแต่ละชนิด เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวหน้าสัมผัสมากและมีประจุไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ ฉะนั้นจึงมีความสามารถดูดซับประจุบวกไว้ได้มาก กล่าวคือมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงกว่าดินเหนียวประมาณ 2-30 เท่าจึงเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารที่ยึดเหนี่ยวไว้ที่ผิวของอินทรียวัตถุ นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น เหล็กและอะลูมินัมซึ่งมีมากในดินกรด โดยฮิวมัสทำการรวมตัวกับธาตุเหล่านั้นเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความคงตัว ธาตุที่เกิดการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนโดยฮิวมัสอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำทำให้ความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมินัมลดลงและมีบทบาทในการเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มผลผลิตข้าวความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นพื้นฐานสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าว โดยทั่วไปชาวนาปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์โดยใช้ปุ๋ยเคมีแต่ในการผลิตข้าวอินทรีย์ไม่สามารถใช้ปุ๋ยเคมีได้ การปรับปรุงและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชสูงเพียงพอกับความต้องการของพืชจึงเข้ามีบทบาท จากการทดลองรายงานว่าการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวปรับปรุงดินนาในจังหวัดสุรินทร์เป็นเวลาติดต่อ 12 ปี (2519-2530) พบว่าถ้าใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2 ตันต่อไร่ผลผลิตข้าว กข7 ในปีแรกของการทดลองได้ผลผลิตเพียง 265 กิโลกรัมต่อไร่และเพิ่มขึ้นเป็น 621 กิโลกรัมต่อไร่ในปี 2530 เพิ่มขึ้น 365 กิโลกรัมต่อไร่หรือ 134 เปอร์เซ็นต์ และถ้าเปรียบเทียบกับนาที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวในปี 2530 ให้ผลผลิตเพียง 358 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตของแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวถึงไร่ละ 263 กิโลกรัมต่อไร่หรือต่ำกว่า 73 เปอร์เซ็นต์และจากการทดลองในแปลงข้าวเปรียบเทียบผลผลิตข้าวพันธุ์ กข7 จังหวัดเชียงใหม่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 700 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 140 กิโลกรัมต่อไร่หรือเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ และแปลงนาข้าวจังหวัดกำแพงเพชรตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 650 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 140 กิโลกรัมต่อไร่หรือเพิ่มขึ้น 27.5

เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงนาข้าวจังหวัดสกลนคร ในข้าวพันธุ์ กข6 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 380 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 130 กิโลกรัมต่อไร่หรือเพิ่มขึ้น 52 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลผลิตมากกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่จำนวน 60 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมากกว่า 18.7 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยเคมี สำหรับแปลงนาข้าวจังหวัดยโสธรในข้าวพันธุ์ กข6 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 410 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 140 กิโลกรัมต่อไร่ หรือเพิ่มขึ้น 51.9 เปอร์เซ็นต์และให้ผลผลิตมากกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 20 กิโลกรัมต่อไร่หรือมากกว่า 5.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงนาข้าวจังหวัดปทุมธานีในข้าวพันธุ์เอเชียในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 730 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 60 กิโลกรัมต่อไร่หรือเพิ่มขึ้น 9.0 เปอร์เซ็นต์และให้ผลผลิตข้าวมากกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-20-0 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่) จำนวน 10 กิโลกรัมต่อไร่หรือมากกว่า 1.4 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยเคมี สำหรับแปลงนาข้าวจังหวัดสตูลใช้พันธุ์ราเด็นตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 450 กิโลกรัมต่อไร่เพิ่มจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่หรือเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) จากผลการทดลองโครงการวิจัยและพัฒนาข้าวอินทรีย์ที่สถานีทดลองข้าวพาน จังหวัดเชียงราย ดินมีสภาพความอุดมสมบูรณ์สูง ระหว่างปี 2540 ถึงปี 2541 พบว่าการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ให้ปริมาณไนโตรเจน 8 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 678 กิโลกรัมต่อไร่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 9-6-0 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับที่สถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาวปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทดลองระหว่างปี 2540 ถึงปี 2541 พบว่าการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตข้าว 432 และ 723 กิโลกรัมต่อไร่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 9-6-0 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมต่อไร่ในปี 2540 และปี 2541 ตามลำดับ และเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานทดลองของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกรายงานว่าในปีแรกของการทดลองปี 2540 และปีที่ 2 ปี 2541 การผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิต 545 กิโลกรัมต่อไร่และ 412 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-6-3 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อไร่ และในปีที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุดเหนือการใส่ปุ๋ยเคมี และจากการทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีทดลองในดินเปรี้ยวจัด ผลการทดลองแสดงเห็นว่าผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิต 520 กิโลกรัมต่อไร่และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 9-6-0 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อไร่ และตำรับใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ใส่ร่วมกับฟางข้าว 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ในปีแรก ในปีที่สองในตำรับใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ใส่ร่วมกับฟางข้าว 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุด และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 9-6-0 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อไร่ และจากผลการทดลองของศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 6-6-3 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมต่อไร่ให้

ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงสุดจำนวน 457 กิโลกรัมต่อไร่ และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับปุ๋ยคอกมูลไก่อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในปีแรกของการทดลอง ปี 2540 และที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงพบว่าในตำรับซึ่งใส่วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานปลากระป๋อง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงสุด 452 กิโลกรัมต่อไร่ และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับปุ๋ยเคมีสูตร 6-6-0 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงสุดจำนวน 423 กิโลกรัมต่อไร่ (ทวีและคณะ, 2542) การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวติดต่อกันระยะยาวมีผลทำให้อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และกำมะถันในดินเพิ่มขึ้นยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้มีการจัดตัวของเม็ดดินดีขึ้น ลดความหนาแน่นรวมของดินอย่างชัดเจน ช่วยให้ข้าวดูดไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทั้งในฟางและในเมล็ด ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียวอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ หากใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยทำให้ข้าวเฝือใบและล้มทำให้ผลผลิตข้าวลดลง (กรมวิชาการเกษตร, 2543) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวเพื่อปรับปรุงบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์และเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น จากผลการทดลองระหว่างปี พ.ศ.2519-2540 ทั้งในดินเหนียว ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินทราย พบว่าการใช้ฟางข้าวเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในนา 2 ปีแรก ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ กข7 เพิ่มขึ้นแต่แสดงผลในปีที่ 3 เป็นต้นไป และผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยฟางข้าวที่ใส่ลง และจากผลการทดลองในปี 2539–2541 ทดลองใช้กากสะเดาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีและสถานีทดลองข้าวโคกสำโรงอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น 44 และ 56 เปอร์เซ็นต์ (กองปฐพีวิทยา, 2541)

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตัน มีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณตอซังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจึงนับได้ว่ามีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตอซังพืชชนิดอื่น ตอซังข้าวหรือฟางข้าวเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 9.9:1 มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ย 0.51 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืชได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.47, 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ การเผาตอซังและฟางข้าวทำให้ดินต้องสูญเสียธาตุอาหารหลักที่เป็นไนโตรเจน 90 ล้านกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 20 ล้านกิโลกรัม และโพแทสเซียม 260 ล้านกิโลกรัมและการสูญเสียธาตุอาหารรอง แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ 150 ล้านกิโลกรัมต่อปีคิดเป็นมูลค่ากว่าห้าพันล้านบาท ซึ่งเกษตรกรต้องจ่ายเงินซื้อปุ๋ยเคมีเพื่อใส่ในไร่นาทดแทนการสูญเสียที่หายไปจากการเผาตอซังเพื่อให้ได้ผลผลิตคงเดิม

ประโยชน์จากการไถกลบตอซังข้าวช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ง่ายต่อการเตรียมดิน และการปักดำกล้า รวมทั้งทำให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายในดินได้มากขึ้น การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น เพิ่มการซึมผ่านของน้ำและการอุ้มน้ำของดินให้ดีขึ้น ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้ปริมาณธาตุอาหารมีไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแต่มีธาตุอาหารครบถ้วนตามที่พืชต้องการทั้งธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ

โพแทสเซียม) ธาตุอาหารรอง (แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน) และจุลธาตุ (เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน) และค่อยๆปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ช่วยดูดยึดธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ให้สูญเสียไปจากดินซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช ช่วยลดความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสในดิน และปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ดิน มีผลทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (กรมพัฒนาที่ดิน 2553ก)

การไถพรวนก่อนและการผุพังสลายตัวของเศษพืชในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดี ส่งผลดีทำให้มีธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้นในดินสำหรับปลูกข้าวเนื่องจากทำให้กระบวนการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเกิดได้ดีขึ้น หลักการที่สำคัญในเรื่องของการให้ธาตุอาหารคือการให้ธาตุอาหารแก่พืชในปริมาณและช่วงระยะเวลาที่พืชต้องการ ธาตุอาหารแต่ละชนิดที่อยู่ในดินมีการเคลื่อนย้ายได้แตกต่างกันไป ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์สำหรับพืช ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายได้ดีในดิน ขณะที่ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ยาก ส่วนโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีความสามารถเคลื่อนย้ายในดินได้อยู่ในระดับปานกลาง โดยทั่วไปแล้วไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีข้อจำกัดมากที่สุด โพแทสเซียมที่ข้าวดูดกินขึ้นไปส่วนใหญ่สะสมอยู่ในส่วนของตอซัง ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับเรื่องของตอซังข้าวมีผลอย่างมากต่อเรื่องความสมดุลของธาตุโพแทสเซียม ในการจัดการเกี่ยวกับธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในดินในรูปของไนเตรดมีการสูญเสียไปในรูปก๊าซเมื่อดินมีสภาพน้ำขังและขาดแคลนก๊าซออกซิเจน นอกจากนั้นยังอาจเกิดการสูญเสียได้ในกระบวนการชะล้างไปยังดินชั้นล่าง โดยทั่วไปธาตุอาหารที่ต้องการ (กิโลกรัม) สำหรับข้าว 1 ตัน (ความต้องการของเมล็ดและตอซัง) คือ

	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	กำมะถัน	แคลเซียม	แมกนีเซียม
เมล็ด (%)	1.05-1.4	0.15-0.25	0.25-0.33	0.06-0.15	0.05-0.09	0.02-0.03
ตอซัง (%)	0.5-0.8	0.05-0.1	1.3-2.0	0.05-0.1	0.03-0.17	0.15-0.16
การดูดกินของข้าว(กก./เมล็ด 1 ตัน)	15-22	2-4	15-25	0.15-0.25		

ในการผลิตข้าวเพื่อให้ได้น้ำหนักเมล็ด 1 ตัน ข้าวต้องได้รับธาตุอาหารต่างๆโดยประมาณดังต่อไปนี้ ไนโตรเจน 15-20 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 2-3 กิโลกรัม โพแทสเซียม 15-20 กิโลกรัม ถ้าปล่อยตอซังข้าวทั้งหมดเอาไว้ในนาทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมที่ใช้ลดลงไปได้ 3-5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อผลผลิตเมล็ดข้าว 1 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2543) ในการจัดการตอซังเกิดการผุพังได้เร็วเมื่อดินมีความชื้น (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุในการอุ้มน้ำของดิน) ซึ่งต้องไม่เปียก (อิ่มตัวด้วยน้ำ) หรือแห้งเกินไป

หากดินในแปลงอิ่มตัวด้วยน้ำในช่วงระยะเวลาน้อยกว่า ส่งผลทำให้มีการผุพังได้ดีและมีความสม่ำเสมอกว่าในแปลงที่มีน้ำท่วมขัง

การไถกลบตอซังทำให้จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินมากขึ้น เกิดกิจกรรมการย่อยวัสดุอินทรีย์เพิ่มขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ในดินมีการใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน การใส่ฟางข้าวและเศษซากพืชตระกูลถั่ว เช่น ปอเทืองและโสนอัฟริกัน อัตรา 1 ตันต่อไร่เป็นเวลา 90 วันมีผลทำให้ปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินลดลง เนื่องจากการไถกลบตอซังช่วยส่งเสริมจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อดิน นอกจากนี้การไถกลบฟางข้าวลงดินติดต่อกันระยะยาว ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโดยในแปลงที่เผาฟางให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 544 กิโลกรัมต่อไร่ หากมีการไถกลบตอซังสามารถเพิ่มผลผลิตเป็น 656 กิโลกรัมต่อไร่ ผลของการไถกลบตอซังเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวแสดงผลชัดเจนในปีที่ 2 ของฤดูทำนาและสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ หลังไถกลบตอซังทำให้สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น ในดินชุดเรณูมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น 0.38 เปอร์เซ็นต์เป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์ และในชุดดินร้อยเอ็ดจาก 0.32 เปอร์เซ็นต์เป็น 0.53 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยการไถกลบตอซังระยะยาวช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดินจาก 1.94 เปอร์เซ็นต์เป็น 2.17 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) ปรัชญาและคณะ (2534) รายงานว่าก่อนการไถกลบตอซังในนาข้าว ดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง 4.7 อินทรียวัตถุ 1.31 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนรวม 0.06 เปอร์เซ็นต์และหลังการไถกลบตอซังดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง 5.1 อินทรียวัตถุ 1.77 เปอร์เซ็นต์และไนโตรเจนรวม 0.09 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อปลูกข้าวพันธุ์พวงนาค 16 ลงในแปลงหลังการไถกลบตอซัง ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 320.4 กิโลกรัมต่อไร่เป็น378.0 กิโลกรัมต่อไร่ การไถกลบตอซังในอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ขึ้นไปจึงมีผลต่อผลผลิตน้ำหนักเมล็ดข้าวและน้ำหนักฟางข้าวถ้าไถกลบในอัตราที่ต่ำกว่านี้ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว ซึ่งสอดคล้องจากรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2556) กล่าวว่า การไถกลบข้าวฟางที่ 2, 3, 4 ตันต่อไร่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าว กข 23 เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยจาก 443 กิโลกรัมต่อไร่เป็น 488, 482 และ 528 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากไม่ใส่ปุ๋ย 403 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 431, 452 และ 454 กิโลกรัมต่อไร่ จากรายงานเครือข่ายเกษตรกรรมไร้สารพิษ อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี รายงานว่าการปลูกข้าวโดยไม่เผาข้าวหลังเก็บเกี่ยวและทำการหมักฟางข้าวใช้เป็นปุ๋ยโดยหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วฉีดพ่นน้ำหมักจุลินทรีย์ และนำไปผสมกับปุ๋ยหมักซึ่งทำโดยวัสดุท้องถิ่น เช่น แกลบ มูลสัตว์ ผสมกับน้ำหมักชีวภาพกากน้ำตาลหมักทิ้งไว้ 7-10 วันจากนั้นนำไปหว่านในอัตรา 150-250 กิโลกรัมต่อไร่และฉีดพ่นน้ำหมักจุลินทรีย์อีกครั้งจึงไถกลบตอซังทิ้งไว้ 3 เดือนแล้วทำการปลูกข้าวการเพิ่มผลผลิตในปีแรก 330 กิโลกรัมต่อไร่ปี ต่อมาผลผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และในปีที่ 5 ผลผลิตสูงถึง 1,248 กิโลกรัมต่อไร่และดินในแปลงร่วนซุยขึ้น และเกษตรกรตำบลบ้านกล้วย อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ทำการเตรียมดินเริ่มจากหลังเก็บเกี่ยวข้าวทำการเกลี่ยฟางใช้รถไถเดินตามเหยียบตอซังให้ล้มแล้วสูบน้ำเข้านาให้น้ำท่วมแปลงขณะสูบน้ำใช้น้ำหมักชีวภาพใส่ในแปลงข้าว 5 ลิตรต่อไร่หมักฟางไว้ 2 วัน และวันที่ 3 หว่านเมล็ดปอเทืองซึ่งแช่น้ำไว้ในแปลง 1 คืน เช้าปล่อยน้ำออกจากแปลงให้แห้ง จากนั้นเมล็ดข้าวที่อยู่ในแปลงจะงอก ข้าวพร้อมทั้งเมล็ดปอเทืองเริ่มงอกเป็นต้นพร้อมกันและเจริญเติบโตดี สำหรับตอซังและฟางข้าวที่ผ่านการหมักจะย่อยสลาย ปล่อยให้ข้าวและ

ปอเทืองเจริญเติบโตได้อายุ 45 วันจึงสูบน้ำเข้าแปลงนาพร้อมใส่น้ำหมักชีวภาพเพื่อหล่อนาข้าว ต้นปอเทืองจะยุบและต้นตาย ต้นข้าวเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 850 กิโลกรัมต่อไร่เป็น 924 กิโลกรัมต่อไร่ การไถกลบตอซังหากทำต่อเนื่องทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ซึ่งสมบัติของอินทรียวัตถุทำให้ดินมีความโปร่ง ร่วนซุย มีช่องน้ำและอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดินและรากพืช

ผลเสียจากการเผาตอซังทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไป อนุภาคของดินจับตัวกันแน่นและแข็งทำให้รากพืชแคระแกร็น ไม่สมบูรณ์และอ่อนแอการหาอาหารลดลงรวมทั้งเชื้อโรคพืชสามารถเข้าทำลายได้ง่าย เกิดการสูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน คาร์บอนและอินทรียวัตถุในดินเมื่อถูกเผากลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูญเสียไปในบรรยากาศ ส่วนธาตุอาหารแปรสภาพให้อยู่ในรูปที่สามารถสูญเสียไปจากดินได้ง่าย รวมทั้งทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลดลง เช่น กิจกรรมการเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศให้อยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ การแปรสภาพอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ และการย่อยสลายอินทรียสารเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน นอกจากนั้นตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืช เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียนที่อาศัยอยู่ในดินหรือตอซังพืช รวมทั้งจุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมโรคพืชถูกเผาทำลายไป ซึ่งหากระบบนิเวศน์ของดินไม่สมดุลทำให้การแพร่ระบาดของโรคเกิดได้ง่ายขึ้น และเกิดการสูญเสียน้ำในดิน การเผาตอซังพืชทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส น้ำในดินระเหยสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว ทำให้ความชื้นของดินลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก)

น้ำหมักชีวภาพ หมายถึง สารละลายช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืชได้ น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ ไม่ว่าเป็นพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสดหรืออวบน้ำ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่ต้องการอากาศเมื่อผ่านกระบวนการหมักกับน้ำตาลแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวซึ่งมีแร่ธาตุอาหารต่างๆ ฮอร์โมน วิตามิน และกรดอะมิโนออกมาจากเซลล์พืชและสัตว์ รวมถึงผลพลอยได้อีกหลายชนิด เช่น น้ำตาล น้ำย่อย แอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ กรดฮิวมิก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ รวมทั้งเซลล์จุลินทรีย์ จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ พบว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการหมัก การใช้น้ำหมักชีวภาพควรนำมาเจือจางกับน้ำก่อนในอัตราส่วนขึ้นอยู่กับชนิดพืช แล้วนำไปพ่นที่ใบและรดลงดิน ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชรวมถึงการติดดอกออกผลได้เป็นอย่างดีหากดินมีธาตุอาหารพืชที่เพียงพอ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ออมทรัพย์และคณะ (2547) รายงานว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ประกอบด้วย ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส แล้วแต่ละชนิดวัตถุดิบการผลิต นอกจากนี้ยังพบสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ฮอร์โมนพืช 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม ออกซิน พบไอ เอ เอ (IAA) จำนวนน้อยมากจนถึง 2.37 พีพีเอม กลุ่มจิบเบอเรลลินพบจิบเบอเรลลินเอ 3 ในพืชตั้งแต่ 18-140 พีพีเอม และกลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinins) พบซีเอชัน (Zeation) และไคนีติน (Kinetin) สอดคล้องกับชวนพิศและจันทร์จรัส (2544) รายงานว่า มีสารเร่งการเจริญเติบโตในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ กรดจิบเบอเรลลิกแอซิก และออกซิน ในน้ำ

หมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงมีค่านำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 6-7 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตรและมีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 3.5-5.5 ปลดปล่อยธาตุอาหารหรือเอนไซม์ปริมาณน้อย โดยทั่วไปน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช การนำไปฉีดพ่นกับพืชต้องผสมน้ำทำให้เจือจาง ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ใบไหม้หรือตายได้ การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้เพื่อเสริมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์เท่านั้น และควรใช้ร่วมกับปุ๋ยทางดิน เช่น ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่เพียงพอ

บทบาทน้ำหมักชีวภาพในการปรับปรุงดินช่วยในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) การใช้น้ำหมักชีวภาพอาจมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ (Bonciarelli, 1977) และมีแนวโน้มทำให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินบางประการ เช่น การเกิดของเม็ดดินดีขึ้น (สุภมาศ, 2546) และการใช้ฉีดพ่นทางใบต้องทำให้เจือจางก่อนใช้เนื่องจากมีความเข้มข้นสูงอาจทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ศึกษาการใช้น้ำหมักชีวภาพพบว่าช่วยเร่งให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น เนื่องจากประกอบด้วยสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสดหรืออวบน้ำร่วมกับน้ำตาลโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่ต้องการอากาศ เมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้วได้ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ อาหาร ฮอร์โมน วิตามิน และกรดอะมิโนต่างๆ องค์ประกอบหรือสมบัติของน้ำหมักชีวภาพแตกต่างขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการหมัก อำนาจ (2548) รายงานว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลดี ก็ต่อเมื่อดินมีธาตุอาหารพืชครบถ้วนเนื่องจากน้ำหมักชีวภาพเพียงชนิดเดียวมีธาตุอาหารน้อยเกินไปจนไม่สามารถให้ธาตุอาหารให้แก่พืชได้มากพอ และกล่าวว่าน้ำหมักชีวภาพมีสรรพคุณเหมือนฮอร์โมนพืชมากกว่าให้ธาตุอาหาร และหากใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลพืชต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ

การปลดปล่อยไนโตรเจน (N-mineralization) ในนาข้าว

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและพืชต้องการปริมาณมาก แต่ดินส่วนใหญ่โดยเฉพาะดินในเขตร้อนมักขาดไนโตรเจน เนื่องจากไนโตรเจนมีการแปรสภาพตลอดเวลาโดยมีจุลินทรีย์ดินเป็นตัวกระทำ ในการแปรสภาพต่างมีความสมบูรณ์ในตัวของแต่ละกระบวนการและเกิดต่อเนื่องจากกระบวนการหนึ่งไปยังอีกกระบวนการหนึ่ง โดยที่ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหนึ่งอาจเป็นแหล่งอาหารของอีกกระบวนการหนึ่ง การแปรสภาพของไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่เป็นกระบวนการทางชีววิทยา (Biological process) เป็นกระบวนการที่ต้องมีเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ดินจึงสามารถเกิดขึ้นได้ (อัจฉรา, 2549) สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในมวลชีวภาพและอินทรียวัตถุทุกรูปแบบเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของไนโตรเจนในดินธรรมชาติ สารประกอบไนโตรเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทางพร้อมกันคือ กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชัน (N-mineralization) ผลที่ได้คือ แอมโมเนียมและไนเตรท ในทางตรงกันข้ามไนโตรเจนอาจถูกดึงกลับไปอยู่ในรูปองค์ประกอบภายในเซลล์จุลินทรีย์ ไนโตรเจนอิมโมบิไลเซชัน (N-immobilizatlion) (สุมาลี, 2536) การแปรสภาพจากอนินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอินทรีย์

ไนโตรเจนเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ดูดเอาอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินไปใช้เพื่อสร้างเซลล์ใหม่ เมื่อมีการเติมสารอินทรีย์สารลงไปในดินจุลินทรีย์เข้าไปทำการย่อยสลายอินทรียสารนั้น การย่อยสลายนี้เป็นเพราะจุลินทรีย์ต้องการธาตุต่างๆจากอินทรียสารไปสร้างเซลล์ ธาตุใดที่มีมากเกินพอในอินทรียสารดังกล่าวจุลินทรีย์ปลดปล่อยออกมา แต่หากธาตุใดมีไม่เพียงพอจุลินทรีย์เอาธาตุนั้นจากสารละลายดิน เช่น ในกรณีของไนโตรเจนจึงพบสองกระบวนการเมื่อใส่อินทรียสารลงในดิน กล่าวคือเมื่อใส่อินทรียสารที่มีไนโตรเจนสูงพบว่า ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินสูงขึ้นเนื่องจากกระบวนการมิเนอรัลไลเซชัน แต่หากใส่อินทรียสารที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำพบว่าอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินลดลง บางครั้งการลดลงนี้มีมาก จนพืชแสดงอาการขาดไนโตรเจน กระบวนการที่จุลินทรีย์นำเอาอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินไปใช้ เรียกว่า อิมโมบิไลเซชันเป็นกระบวนการขาดไนโตรเจนชั่วคราว และมีความสำคัญต่อการเกษตร เพราะทำให้ดินขาดไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะในขณะที่กระบวนการกำลังเกิดขึ้นอย่างรุนแรง (อัจฉรา, 2549)

การปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นได้ในอัตราเร็วต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในอินทรีย์สารและสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความชื้นดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณธาตุอาหาร และอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินทำให้จุลินทรีย์ดินเกิดกิจกรรมปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมา การเพิ่มอินทรียวัตถุสามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดิน (สุมาลี, 2536) ซึ่งตรงกับรัตติญาและคณะ (2552) กล่าวว่าประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่เป็นวัตถุดิบในปุ๋ยอินทรีย์ถูกใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ในกระบวนการ อิมโมบิไลเซชัน ดังนั้นการเติมอินทรียวัตถุลงในดินเป็นการให้แหล่งพลังงานและคาร์บอนโดยตรงแก่สิ่งมีชีวิตในดินโดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ดิน โดยธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินออกมาโดยเฉพาะธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน การปลดปล่อยไนโตรเจนเป็นการเปลี่ยนจาก อินทรีย์ไนโตรเจน ในอินทรียวัตถุไปเป็นอนินทรีย์โดยการย่อยสลายของแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ เกิดเอนไซม์และปลดปล่อยแอมโมเนียมในรูปของสารละลายในดิน ขึ้น ในสภาพน้ำขังแอมโมเนียมในสารละลายดินสามารถเกิดการสูญเสียได้โดยกระบวนการ ดิไนตริฟิเคชัน โดยการ ออกซิไดซ์ ไนโตรเจนจากรูป ไนไตรท์ หรือ ไนเตรท กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยแบคทีเรีย สำหรับแอมโมเนียมอิออนซึ่งมีสมบัติเป็นประจุบวกดูดยึดกับผิวอนุภาคดินที่เป็นประจุลบหรือการสูญเสียในรูปก๊าซแอมโมเนียหรือการสูญเสีย แอมโมนียม ไนไตรท์ และไนเตรท ทำให้ดินมีภาวะขาดไนโตรเจนชั่วขณะซึ่งมักเกิดในดินที่มีอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้าง

ในการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใส่ลงไปในดิน มีการปลดปล่อยสารอนินทรีย์ออกมาโดยจุลินทรีย์ดินซึ่งใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน อินทรีย์สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจุลินทรีย์ย่อยสลายง่ายและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่มีโมเลกุลค่อนข้างสลับซับซ้อนถูกย่อยสลายอย่างช้าๆ และบางส่วนของโมเลกุลที่ถูกย่อยสลายไปแล้วแต่ยังมีวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) ที่ซับซ้อนอยู่อาจรวมตัวกับอนุมูลต่างๆเกิดเป็นสารฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุในดิน ในดินในขณะที่

อินทรีย์สารต่างๆ กำลังถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์นั้น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หากเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วเป็นอัตราที่ช้าและสม่ำเสมอมากกว่า (รัตติญาและคณะ, 2552) การย่อยสลายอินทรีย์ที่สมบูรณ์ไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารสลายตัวโดยการทำงานของจุลินทรีย์ไปอยู่ในรูปแอมโมเนีย และเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมหลังจากลงดินแล้วแอมโมเนียมถูกเปลี่ยนโดยแบคทีเรียไนตริไฟอิงเป็นไนเตรท พืชสามารถดูดไนโตรเจนได้ทั้งในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรท (พรพิมลและคณะ, 2528) อินทรียสารที่ใส่ลงสู่ดินผ่านขั้นตอนของการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินจนกลายเป็นสารที่เรียกใหม่ว่า อินทรียวัตถุ อัตราการย่อยสลายบ่งบอกระดับความยากง่ายของการแปรรูปของสารประกอบอินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุในดินแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลำดับขั้นตอนการถูกย่อยสลายได้แก่ กลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็ว (active fraction) กลุ่มที่มีการแปรรูปช้า (slow fraction) และกลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย (passive fraction) อินทรียวัตถุในดินในขณะหนึ่งมีทั้งสามกลุ่มในสัดส่วนมากน้อย ขึ้นกับสัดส่วนของอัตราการใส่เพิ่มอินทรียสารเทียบกับอัตราการสูญเสียจากการถูกย่อยสลาย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน

1. องค์ประกอบของปุ๋ยอินทรีย์

องค์ประกอบของอินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน เนื่องจากวัสดุอินทรีย์ทั้งหลายมีส่วนผสมของน้ำตาล โปรตีน ไขมัน ลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน (Diana *et al*., 2009) และจากรายงานของ Robert and Hartz (2008) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีการย่อยสลายในอัตราช้าและมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาในการย่อยสลายนานหลายเดือนหรือเป็นปี

2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N)

Stevenson (1986) รายงานว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เป็นตัวควบคุมบทบาทของไนโตรเจนในดิน ในอินทรีย์สารที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20:1 เกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนจากเศษซากพืช Douglas *et al.* (2001) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสำคัญมากสำหรับกระบวนการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ ประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่มีในวัตถุดิบถูกใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ ส่วนที่เหลือถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในกระบวนการสร้างพลังงานโดยเซลล์จุลินทรีย์เหล่านั้นมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 50 เปอร์เซ็นต์และไนโตรเจน 5 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักแห้ง (Ahmad *et al.,* 2007) การเกิดอิมโมบิไลเซชันเกิด เนื่องจากในดินมีค่าไนโตรเจนต่ำโดยจุลินทรีย์ดึงไนโตรเจนไนเตรทไปจากดินเพื่อใช้ในการเพิ่มกิจกรรมและจำนวนทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนในดิน (ปรัชญาและคณะ, 2540) อย่างไรก็ดีแม้กระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุปลดปล่อยไนโตรเจนให้ดินได้ แต่อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนอาจไม่เร็วพอที่ทันกับความต้องการใช้ของพืชทางการเกษตรได้ จึงจำเป็นต้องมีการเติมไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงพอ ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อไม่ให้พืชขาดไนโตรเจน

3. อุณหภูมิและความชื้นในดิน

อุณหภูมิและความชื้นในดินมีผลต่อการเกิดไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันในดินมาก Cabrera *et al.* (2005) รายงานว่ากระบวนการไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันเกิดได้สูงสุดที่อุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นในดินแห้งเกิดไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันน้อย และในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำขาดออกซิเจนทำให้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนเท่านั้นที่มีชีวิตอยู่ได้

4. เนื้อดิน

ดินที่มีอนุภาคเล็ก เนื้อดินเป็นดินเหนียวกระบวนการไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันเกิดได้น้อยกว่าอนุภาคดินขนาดใหญ่เนื่องจากดินที่มีอนุภาคดินเหนียว ดินขาดช่องว่างระหว่างดิน (Chae and Tabatabai, 1986)

5. อัตราการใช้ที่แตกต่างกัน

อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน มีผลทำให้เกิดกระบวนการไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันที่แตกต่างกัน (อัจฉรา, 2549) จากการทดลองเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 20, 40 และ 60 มิลลิกรัมต่อเฮกตาร์บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 84 วัน พบว่าเกิดกระบวนการไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชัน 722, 513 และ 441 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (Kara *et al*., 2006)

การปลดปล่อยไนโตรเจนภายใต้สภาพน้ำขังในนาข้าวมีไนโตรเจนอยู่ในสารละลายดินสูงสุดที่ 2-4 สัปดาห์ต่อจากนั้นค่อยๆลดต่ำลงจนถึงสัปดาห์ที่ 6-8 เพราะข้าวดูดไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนสูญเสียไปด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชัน ดีไนตริฟิเคชัน และรูปของก๊าซแอมโมเนีย (สมพร, 2552)

สำหรับงานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในพื้นที่ปลูกข้าวของกลุ่มเกษตรกรใช้สารอินทรีย์ทดแทนสารเคมีทางการเกษตรที่มีความพร้อมพัฒนาสู่ระบบอินทรีย์ ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกข้าว เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- เมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
- ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการฯ กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน (pH 7.8, EC 3.97 dS/m, OM 34.86 %, Total N 3.33 %, P_2O_5 3.66, K_2O 1.86 %, C/N 6.12)
- น้ำหมักชีวภาพ ใส่ในขั้นตอนไถกลบตอซัง เพื่อช่วยย่อยสลายฟางข้าว
- ฟางข้าวไถกลบตอซัง 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ปรัชญา, 2534)
- อุปกรณ์ในการเก็บ ได้แก่ สว่านเจาะดิน พลั่ว จอบ เสียม ชุดตอกดิน กระป๋องกระบอกเก็บตัวอย่างดิน มีดปาดดิน ถุงพลาสติก

ขั้นตอนและวิธีการ

1. กำหนดพื้นที่เป้าหมายแปลงการทดลองในแปลงนาข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรผู้นำกลุ่มเป้าหมายของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งอาสาทำแปลงทดสอบในขนาดพื้นที่ 115 ไร่ 2 งาน เป็นการปลูกข้าวนาชลประทาน เตรียมพื้นที่โดยแบ่งแปลงย่อยกว้าง 6 เมตร และยาว 8 เมตร และทำคันนาล้อมรอบแต่ละแปลงย่อยทำการทดลอง 4 ซ้ำ

2. ชี้แจงรายละเอียดโครงการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อปลูกข้าวแก่กลุ่มข้าวเกษตรอินทรีย์ เตรียมความพร้อมของกลุ่ม เก็บตัวอย่างดินและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง วัสดุอุปกรณ์ให้เกษตรกรเป็นผู้ปฏิบัติตามคำแนะนำการทำนาข้าวอินทรีย์อย่างเคร่งครัด

3. อบรม สาธิต ฝึกปฏิบัติการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแก่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายในพื้นที่ของกลุ่มเกษตรกรข้าวอินทรีย์ โดยให้เกษตรกรผู้นำมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยและเป็นกลไกหลักในการขยายผลการวิจัย โดยเกษตรกรผู้นำอาสาทำแปลงทดสอบ เพื่อให้เกษตรกรผู้นำได้เรียนรู้หลักปฏิบัติในการทำวิจัย และเก็บข้อมูลที่จำเป็น

4. การกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในนาข้าวพิจาณาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่และธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สำหรับการหมักตอซังใช้น้ำหมักชีวภาพอัตรา 5 ลิตรต่อไร่ กับน้ำ 100 ลิตร (ตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน) ใส่น้ำหมักชีวภาพและปล่อยน้ำเข้านาและใช้รถย่ำฟางและตอซังข้าวให้จมดินหมักตอซังเป็นเวลา 15 วันทำการไถและทำเทือก

5. ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตมนำเมล็ดพันธุ์ข้าว 25 กิโลกรัมมาแช่ในน้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมงแล้วนำขึ้นพักไว้จึงนำไปปลูก

ปลูกโดยวิธีปักดำใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 25 กิโลกรัมต่อแปลงเพาะขนาด 1 งานเมื่อต้นกล้าเริ่มขึ้นใส่น้ำหมักชีวภาพอัตรา 5 ลิตรต่อไร่ 1 ครั้ง(โดยเจือจาง 1 ต่อน้ำ 500)

6. การเตรียมดินและการปลูกข้าว

แปลงตกกล้า เตรียมแปลงโดยกำจัดวัชพืช ไถดะ ไถแปร เก็บเศษหญ้าออกให้หมดแล้วจึงคราดทำเทือก ลูบเทือก แล้วแบ่งเป็นแปลง

แปลงนาดำ เตรียมแปลงโดยไถดะ ทิ้งไว้ 7 วัน ไถแปร เอาน้ำเข้าแปลงและแช่ขี้ไถจนกว่าดินอ่อนตัวพอเหมาะจึงคราดปรับระดับผิวดินแล้วทำเทือกรักษาระดับน้ำในแปลงปักดำ ประมาณ 5 เซนติเมตรจากผิวดิน แล้วปักดำข้าวโดยต้นกล้าอายุประมาณ 25 วัน ระยะปักดำ 20 X 20 เซนติเมตร จำนวน 3-5 ต้นต่อกอ รักษาระดับน้ำในนาให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของข้าวประมาณ 5-10 เซนติเมตรไม่ปล่อยให้ต้นข้าวขาดน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงกำเนิดช่อดอกถึงออกรวง และหลังข้าวออกรวงแล้ว 80 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 20 วันทำการระบายน้ำออกจากแปลง

แปลงนาหว่านน้ำตม เตรียมแปลงไถดะทิ้งไว้ 7 วัน ไถแปร เอาน้ำเข้าแปลงและแช่ขี้ไถจนกว่าดินอ่อนตัวพอเหมาะ จึงคราดปรับระดับผิวดินแล้วทำเทือกและระบายน้ำออก แล้วหว่านเมล็ดที่เตรียมไว้ลงบนแปลงให้กระจายสม่ำเสมอ ในแปลงมีความชื้นเพียงพอสำหรับการงอกเมื่อข้าวงอกเต็มแปลงค่อยๆเพิ่มระดับน้ำตามการเจริญเติบโตของต้นข้าวและไม่ควรลึกเกิน 10 เซนติเมตร ปล่อยน้ำเข้าแปลงหลังหว่านเมล็ดข้าว 10 วัน

7. การวางแผนการทดลองถูกกำหนดตามตามนโยบายของกรมฯ เพื่อทดสอบปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในแปลงข้าวอินทรีย์ของผู้นำเกษตรกร ได้ดำเนินการทั่วประเทศทุกภูมิภาคเป็นการทดสอบอย่างง่าย เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในนาข้าวอินทรีย์ และเป็นแนวทางความเป็นไปได้เบื้องต้นของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูงเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงนาข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย หากผลผลิตข้าวอินทรีย์ที่ผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำแสดงว่าสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองให้เกษตรกรมีส่วนร่วมซึ่งเป็นขั้นแรกของการทดลองเพื่อนำผลจากการทดสอบครั้งนี้ไปทดสอบและขยายผลสู่ชุมชนในเวลาต่อมา

วางแผนการทดลองแบบ Observation trial (t-test) มี 3 วิธีการทดลอง โดยแบ่งพื้นที่แปลงทั้งหมดเป็น 3 ส่วนแต่ละส่วนกำหนดให้เป็นหนึ่งวิธีการทดลอง จับคู่สำรับการทดลองเปรียบเทียบผลผลิตระหว่าง T1 และ T2; T1 และ T3, T2 และ T3 มีวิธีการทดลองดังนี้

T_1 = ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

T_2 = ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

T_3 = ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาดำ

ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยหว่านปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในระยะเตรียมดิน คือไถกลบลงในดินก่อนปลูกข้าว 1 สัปดาห์ เพื่อให้เวลาปุ๋ยอินทรีย์ย่อยสลายลงในดินก่อนการหว่านข้าวหรือปักดำ ซึ่งอัตราการใช้คิดจาก

- ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง
-ตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน

- ปริมาณฟางข้าวที่ไถกลบ

- ความต้องการธาตุอาหารของข้าว

สำหรับการใส่น้ำหมักชีวภาพให้ใส่ช่วงการเจริญเติบโตของข้าว เมื่อข้าวมีอายุ 30, 50 และ 60 วัน โดยทำการเทน้ำหมักชีวภาพอัตรา 5 ลิตรต่อไร่ (เจือจาง 1 ต่อน้ำ 500) ลงในนาข้าวทั่วแปลง เพื่อเป็นการให้ฮอร์โมนกับต้นข้าว

8. พื้นที่การเก็บเกี่ยว เมื่อข้าวอายุ 110 วันและช่วงข้าวออกดอก 80 เปอร์เซ็นต์ให้ระบายน้ำออก เก็บเกี่ยวในพื้นที่ขนาด 5 x 2 เมตร ต่อ 1 จุดใน 1 แปลง สำหรับพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวให้กำหนดจุดห่างจากขอบแปลงอย่างน้อยด้านละ 50 เซนติเมตร การกระจายจุดเก็บเกี่ยวข้าวพิจารณาจากความสม่ำเสมอของข้าวในแปลงโดยเลือกจุดที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด

ตารางที่ 1 ความต้องการธาตุอาหารในดิน

ความต้องการธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหาร		
	ไนโตรเจน (กก.N/ไร่)	ฟอสฟอรัส (กก. P_2O_5/ไร่)	โพแทสเซียม (กก. K_2O/ไร่)
-ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่แล้วในดิน (รวมในฟางข้าว 2,000 กิโลกรัมต่อไร่)	6.9	0.8	15.6
-ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสงต้องการธาตุอาหารหลัก	12	3	6
-ถ้าต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	6.6	7.32	3.72
-ดังนั้นมีธาตุอาหารตกค้างในดิน	1.5	5.12	13.32

9. ศึกษาสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินจำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกก่อนการทดลอง และครั้งที่ 2 หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว โดยเก็บดินที่ความลึก 0–15 เซนติเมตร ให้เก็บในพื้นที่เดียวกับพื้นที่เก็บเกี่ยวให้กระจายทั่วพื้นที่เก็บเกี่ยว จำนวน 4 จุดในแต่ละแปลง นำดินมาผสมกันแล้วคัดเลือกประมาณ 1 กิโลกรัม ส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมี เพื่อหาค่าตามวิธีการซึ่งรายงานโดยสมศักดิ์ (2537) ดังนี้ ได้แก่

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง (ดิน:น้ำ = 1 : 1) โดยใช้ pH meter

2) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl

3) อินทรียวัตถุ (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black

4) แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca^{2+}, Mg^{2+} และ Na^{+}) โดยใช้ 1 N NH_4OAc pH7 เป็นสารสกัด

5) กำมะถันที่สกัดได้ (Extractable SO_4^{2-}) โดยเปลี่ยนกำมะถันในดินให้อยู่ในรูปของสารละลาย โดยการสกัดด้วยสาร 0.01 M $Ca(H_2PO_4)_2$ และวัดความเข้มข้นของ SO_4^{2-} ในสารละลาย โดยการวัดความขุ่นโดยการเติม $BaCl_2$ ลงไป แล้ววัดความขุ่นที่เกิดจาก $BaSO_4$

6) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ด้วยวิธี Bray No. II

7) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยใช้ 1 N NH_4OAc pH 7 เป็นสารสกัด และวัดด้วย Flame photometer

8) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchangeable Capacity; CEC) โดยวิธี Ammonium Acetate method ใช้ 1 NH_4OAc เป็นน้ำยาสกัดหาปริมาณประจุบวกด้วย 0.1 HCl แล้วไตเตรดด้วย 0.1 N NaOH

9) ศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูป แอมโมเนียม โดยนำดินที่เก็บจากแปลงมาบ่มในห้องปฏิบัติการในสภาพน้ำขัง (Submerged soil) เพื่อวัดค่าไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ โดยเติม 10 % KCl แล้ววิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม โดยวิธีการกลั่นในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56 และ 70 วันหลังบ่มดิน วางแผนการทดลองแบบ Completely Romdomized Design (CRD) จำนวน 3 ตำรับ 4 ซ้ำ ได้แก่ ตำรับที่ 1 คือไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ตำรับที่ 2 คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง จำนวน 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 3 คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง จำนวน 300 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อศึกษาปริมาณแอมโมเนียมที่ปลดปล่อยออกมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในระยะเวลา 70 วันซึ่งเป็นระยะเวลาที่ข้าวต้องการไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต

10. เก็บเกี่ยวข้าวแล้วทำการนวดและนำไปตากแดดทิ้งข้าวให้เย็นลง แล้วชั่งน้ำหนักคำนวณผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ เก็บข้อมูลผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวจำนวน 4 ซ้ำ

11. วัดความสูงของต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว โดยสุ่มวัดความสูงของต้นข้าวจำนวน 10 ต้นในพื้นที่ทำการเก็บเกี่ยวจำนวน 4 จุดกระจายรอบแปลง

12. องค์ประกอบผลผลิตในพื้นที่ 1 ตารางเมตรโดยสุ่มนับจากพื้นที่เก็บเกี่ยวจำนวน 4 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำนับน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง

13 เก็บข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนเงินสด ราคาขายผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ต่อปี เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2551
สิ้นสุด เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

สถานที่ดำเนินการ พื้นที่ปลูกข้าวของกลุ่มเกษตรกรซึ่งกรมพัฒนาที่ดินจัดตั้งโครงการส่งเสริมการใช้สารอินทรีย์ทดแทนสารเคมีทางการเกษตร ดำเนินการ ณ บ้านควนกุฎ ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง จำนวน 115 ไร่ 2 งาน

Site Characterization

พื้นที่แปลงทดลองเป็นนาข้าว มีคลองชลประทานขนาดเล็ก กว้างประมาณ 1.5 เมตร อยู่ด้านหน้าแปลง สภาพพื้นที่เป็นที่ราบ นักสำรวจดินจากกลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 ได้ทำการขุดหลุมบริเวณแปลงทดลองเพื่อศึกษาลักษณะต่างๆของดิน ข้อมูลดินในจุดที่ทำการศึกษาหน้าตัดดินพบว่าวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพา ดินมีการระบายน้ำเลว มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 150 เซนติเมตร มีน้ำท่วมทุกปีเป็นเวลา 1เดือน ในฤดูฝนระดับน้ำท่วม 30–50 เซนติเมตร ปริมาณน้ำฝน 2,035 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ย 26–28 องศาเซลเซียส มีภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพา ดินมีการระบายน้ำเลว ดินบน (0–15 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวสีน้ำตาล ข้อมูลผลวิเคราะห์ดินทางเคมี ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระดับกรดแก่ ฟอสฟอรัสต่ำ โพแทสเซียมต่ำมา ค่าความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ สามารถประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ว่ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ด

พบว่าในแปลงข้าวนาดำเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า 2.8 กรัม ในแปลงข้าวนาหว่านใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า 2.6 กรัม ในแปลงข้าวนาหว่านใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่า 3.0 กรัมเปรียบเทียบน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยระหว่าง ลำดับที่ 1 และลำดับที่ 2 พบว่าในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่แบบนาหว่านให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่โดยวิธีหว่านเพิ่มขึ้น 15.38 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาดำเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ดกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตราเดียวกันแต่ปลูกแบบนาหว่านน้ำตม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาดำ มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ดแตกต่างกันทางสถิติและเพิ่มขึ้น 7.14 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีผลต่อน้ำหนักเมล็ดข้าวมากกว่าวิธีการปลูกข้าว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพอัตราสูงขึ้นทำให้น้ำหนักเมล็ดข้าวมีน้ำหนักสูงขึ้น

ตารางที่ 2 น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ด

วิธีการทดลอง	น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด (กรัม)	เปรียบเทียบเพิ่มขึ้น(%)	t-test
T1 =ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ นาหว่าน	2.6	15.38 (T1 และT2)	** (T1และT2)
T2= ปุ๋ย 300 กิโลกรัมต่อไร่ นาหว่าน	3.0	7.69 (T1 และT3)	ns (T1และT3)
T3= ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ นาดำ	2.8	7.14(T3 และT2)	** (T2และT3)

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในแปลงข้าวนาหว่านใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 775 กิโลกรัมต่อไร่ และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมปลูกแบบนาหว่านให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 670 กิโลกรัมต่อไร่ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ผลผลิตมีแตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับวิธีการปลูกผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโดยวิธีนาดำผลผลิตเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีนาหว่านโดยวิธีนาดำสามารถให้ผลิตต่อไร่สูงกว่านาหว่าน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราสูงขึ้นทำให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวสูงขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน สามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

15.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมปลูกแบบนาหว่าน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาดำสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.22 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมปลูกแบบนาหว่าน อาจกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เพียงพอกับความต้องการอาหารของพืช สามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี (สถาบันวิจัยข้าว, 2542) ทั้งนี้อาจเนื่องจากธาตุอาหารพืชไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารรองจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีเพียงพอกับความต้องการข้าว

ตารางที่ 3 ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย

วิธีการทดลอง	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)	เปรียบเทียบเพิ่มขึ้น(%)	t-test
T1= ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ นาหว่าน	670	15.67 (T1 และ T2)	** (T1 และT2)
T2= ปุ๋ย 300 กิโลกรัมต่อไร่ นาหว่าน	775	5.22 (T1 และ T3)	** (T1 และT3)
T3= ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ นาดำ	705	9.93 (T3 และ T2)	** (T3และT2)

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

3. จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงในแปลงข้าวนาหว่านใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าสูงสุด 123 เมล็ดเฉลี่ยต่อรวง เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับการปลูกข้าวโดยวิธีดำนามีแนวโน้มให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงสูงกว่าการปลูกแบบนาหว่าน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราเดียวกัน (200 กิโลกรัมต่อไร่) และจากการทดลองของสมพร (2552)รายงานว่า จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตข้าว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองซึ่งพบว่าหากจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นด้วย และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดมีทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับอภิวรรณและคณะ(2549) รายงานว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต

ตารางที่ 4 จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง

วิธีการทดลอง	จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย (เมล็ด)	เปรียบเทียบเพิ่มขึ้น(%)	t-test
T1= ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่นาหว่าน	96.0	28.13 (T1 และ T2)	** (T1และT2)
T2= ปุ๋ย 300 กิโลกรัมต่อไร่นาหว่าน	123.0	15.10 (T1 และ T3)	ns (T1และT3)
T3= ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่นาดำ	110.5	11.31 (T3 และ T2)	** (T3และT2)

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว

พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวทั้ง 3 ตำรับไม่มีแตกต่างทางสถิติ อาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่มีความพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นข้าวทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจำนวน 300 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 5 ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว

วิธีการทดลอง	ความสูงเฉลี่ย(ซม.)	t-test
T1 = ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่นาหว่าน	85.5	ns (T1และT2)
T2 = ปุ๋ย300กิโลกรัมต่อไร่นาหว่าน	86.2	ns (T1และT3)
T3 = ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่นาดำ	85.0	ns (T2และT3)

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

สมบัติดินก่อนการทดลอง

พบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินเป็นดินกรดจัด มีระดับอินทรียวัตถุปานกลาง มีค่าความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำ มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลาง มีแคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟต และค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีของดินก่อน-หลังการทดลอง แปลงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง บ้านควนกุฎ ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง พ.ศ. 2551-2553

	สมบัติทางเคมีของดิน			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
		นาหว่าน 200 กก./ไร่	นาดำ 200 กก./ไร่	นาหว่าน 300 กก./ไร่
pH	4.6	4.8	4.8	4.9
Organic matter (%)	2.39	2.79	2.67	3.27
Total N (%)	0.11	1.31	1.28	1.68
Available P (mg/kg)	8.10	8.11	8.09	9.50
Available K (mg/kg)	68.11	75.29	70.34	89.82
Ca(Exchangeable base) (cmol/kg)	2.65	2.82	2.64	2.85
Mg(Exchangeable base) (cmol/kg)	0.14	0.14	0.14	0.14
Na(Exchangeable base) (cmol/kg)	0.21	0.21	0.22	0.25
CEC(cmol/kg)	5.40	5.31	5.21	5.99
SO_4^{2-}(mg/kg soil)	26	35	29	37
Soil texture	Clay loam			

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่าก่อนการทดลองดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 4.6 หลังจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงพบว่า ทั้งตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทั้ง 2 อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดเป็นด่างเล็กน้อย อาจเนื่องจากผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใส่ลงในดิน โดยอินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมากและมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกได้สูงรวมทั้งไฮโดรเจนอิออน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินทำให้ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นหรือต้านทานการลดความเป็นกรดเป็นด่างลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; สุมาลี, 2536)

2.2 อินทรียวัตถุ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่าก่อนการทดลองดินมีอินทรียวัตถุปานกลาง ประมาณ 2.39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีค่าเพิ่มขึ้นทุกวิธีการทดลอง อย่างไรก็ตาม ปริมาณอินทรียวัตถุหลังการทดลองในวิธีการทดลองต่างๆมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากก่อนการทดลองซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงลงไปในดินโดยตรง แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงดินโดยใช้อินทรียวัตถุต้องกระทำต่อเนื่องกันไปเป็นเวลาหลายปี จึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่ดินความอุดมสมบูรณ์ดี

2.3 ไนโตรเจนรวม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในดินมีค่าสูงขึ้นหลังการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทุกตำรับซึ่งไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดินอาจได้จากการใส่ปุ๋ยตรง ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจำนวน 300 กิโลกรัมต่อไร่ในนาหว่านมีไนโตรเจนทั้งหมดในดินมากกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจำนวน 200 กิโลกรัมต่อไร่ทั้งในนาหว่านและนาดำ

2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดิน พบว่าก่อนการทดลองดินมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมีปริมาณ 8.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลองทุกวิธีการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงลงในดินโดยตรง และการมีความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Palm (1989) กล่าวว่าเมื่อดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสสูงขึ้นด้วย

2.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน พบว่าก่อนการทดลองดินมีปริมาณโพแทสเซียมในระดับปานกลาง 68.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลองทุกวิธีการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การเพิ่มขึ้นของปริมาณโพแทสเซียมในดินอาจเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงโดยตรง

2.6 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าไม่แตกต่างกัน ในตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่วิธีนาหว่านมีแนวโน้มมีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ทั้งวิธีนาดำและนาหว่าน

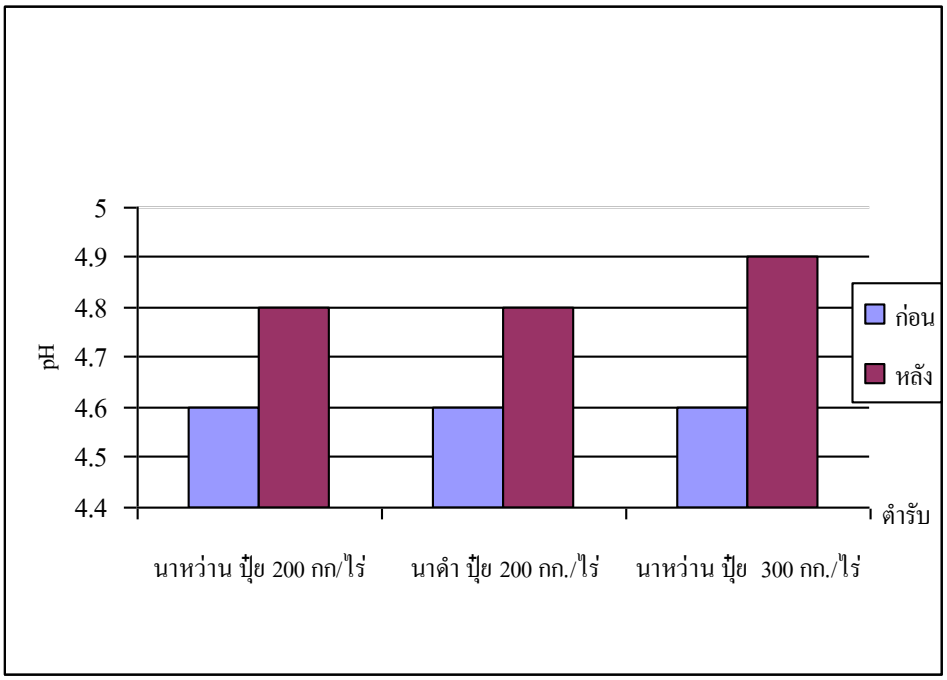
2.7 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าไม่แตกต่างกันและผลแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้หลังการทดลองไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง ในตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่วิธีนาดำไม่แตกต่างกับวิธีนาหว่าน

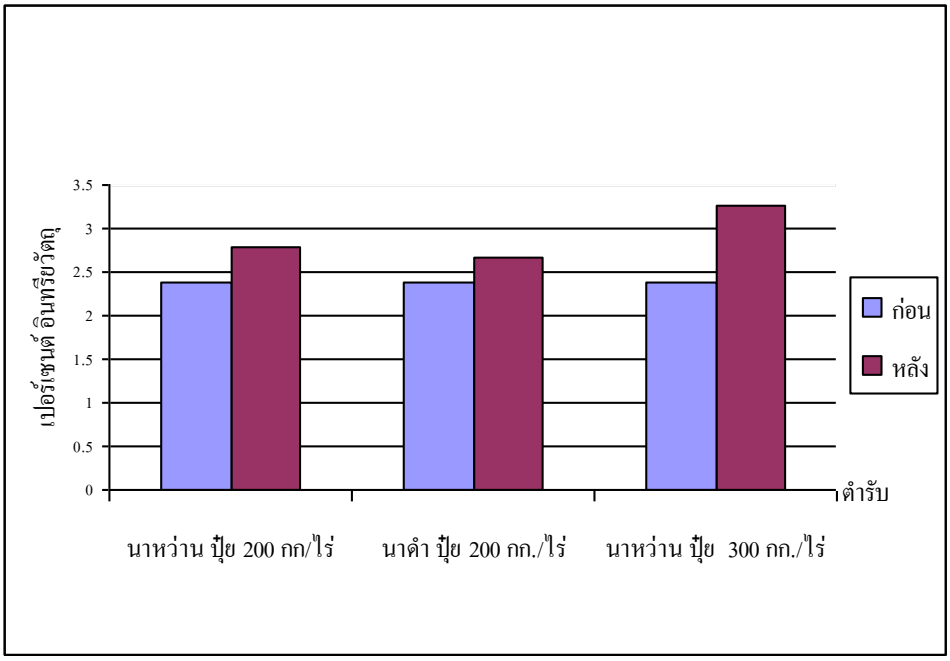
2.8 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้หลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ในตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่วิธีนาดำมีความแตกต่างเล็กน้อยกับวิธีนาหว่าน

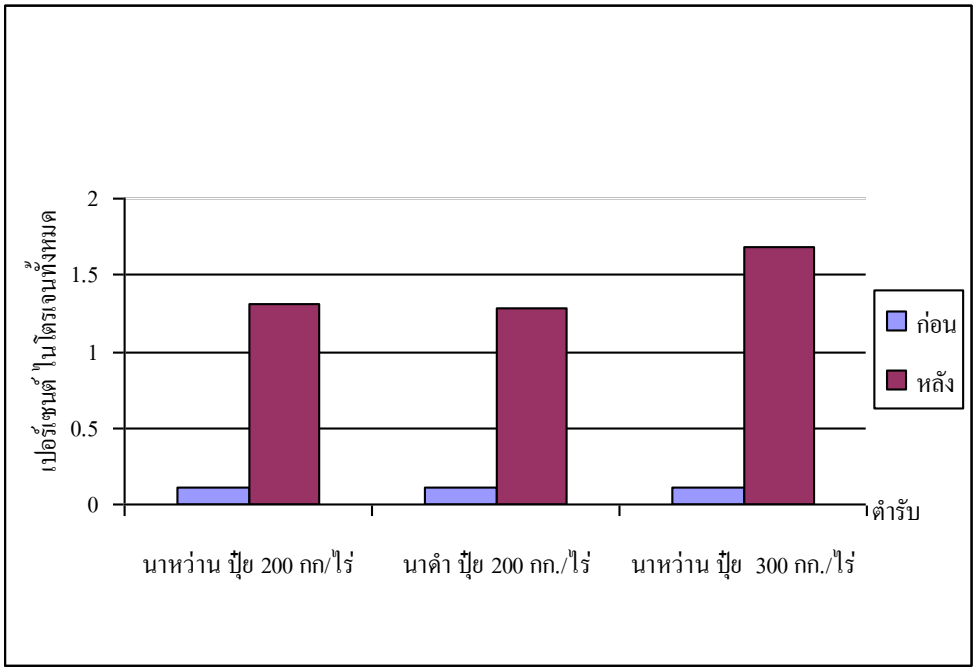
โดยส่วนใหญ่ธาตุอาหารของดินเพิ่มขึ้น ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ การแลกเลี่ยนประจุบวกที่เป็นด่าง กำมะถันที่เป็นประโยชน์ การที่ธาตุอาหารพืชเหล่านั้นสูงขึ้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงลงดินโดยตรง



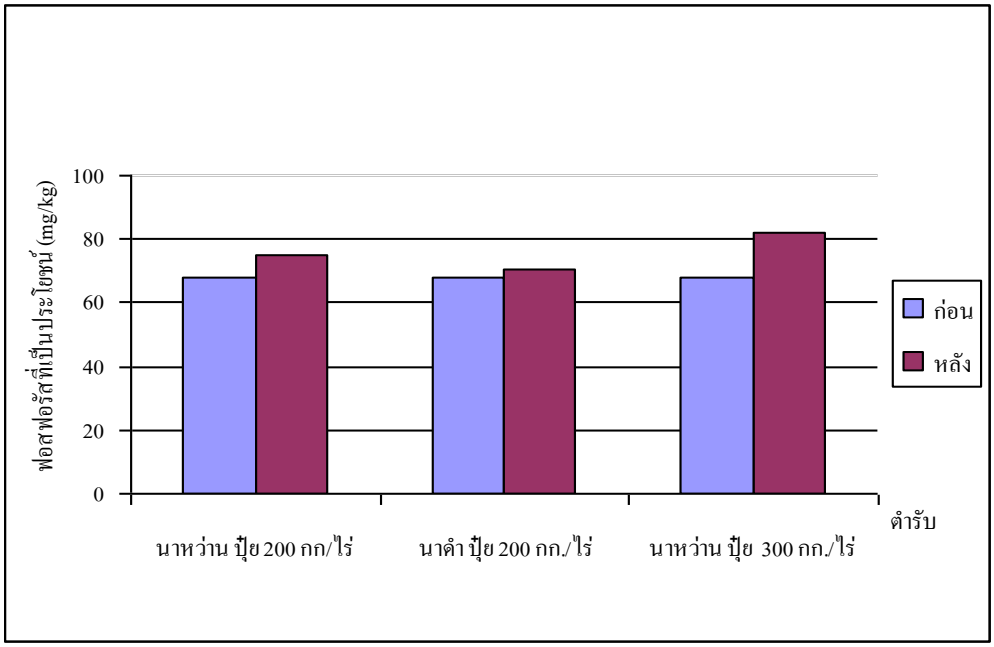
ภาพที่ 1 ความเป็นกรดเป็นด่างในดินก่อน-หลังการทดลอง



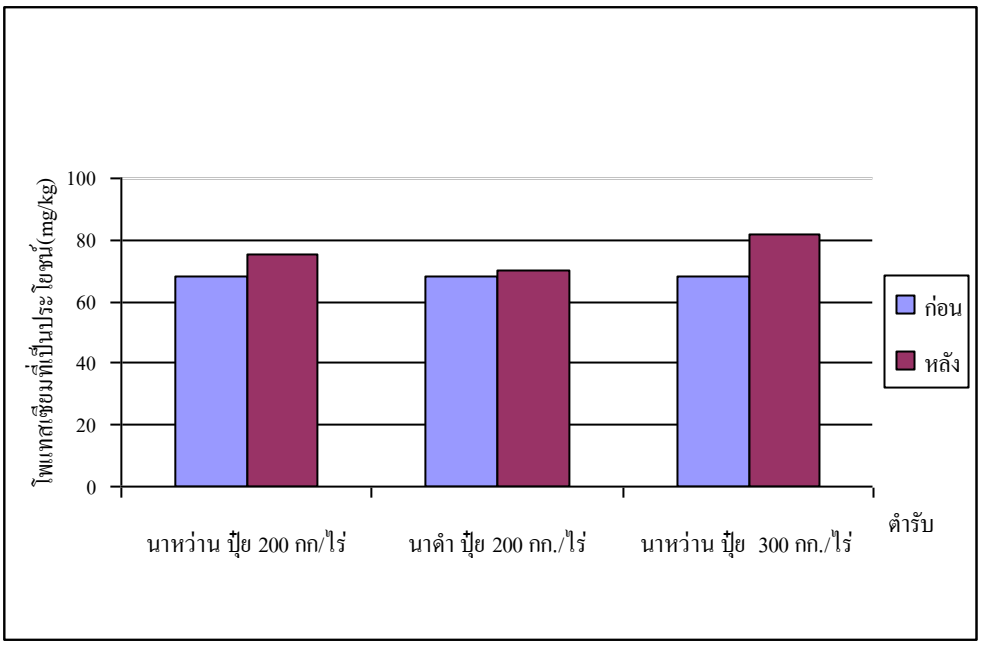
ภาพที่ 2 อินทรียวัตถุเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



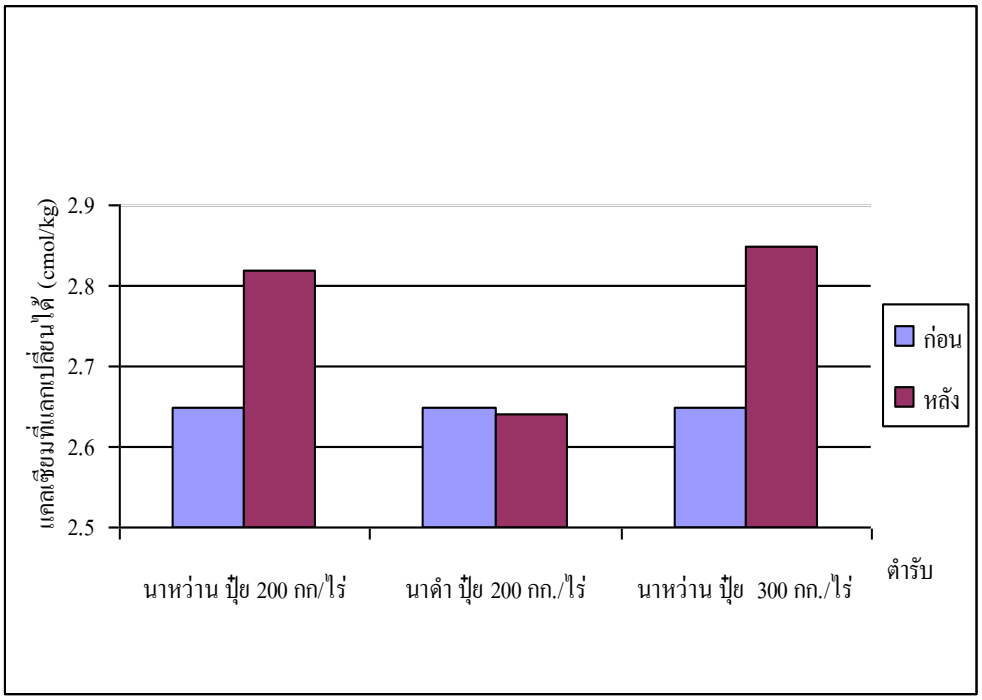
ภาพที่ 3 ไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



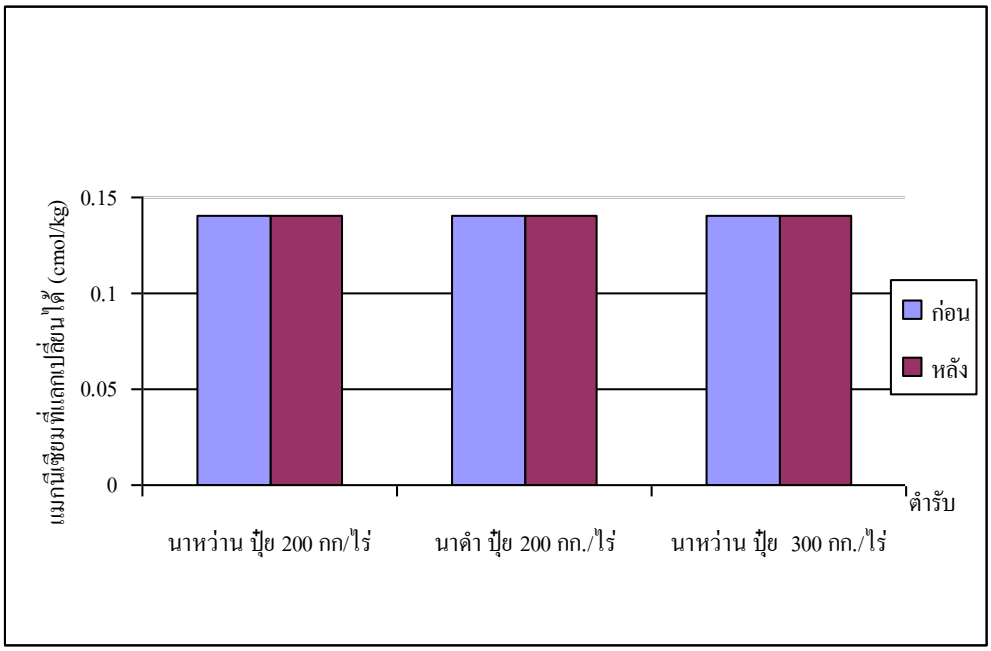
ภาพที่ 4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



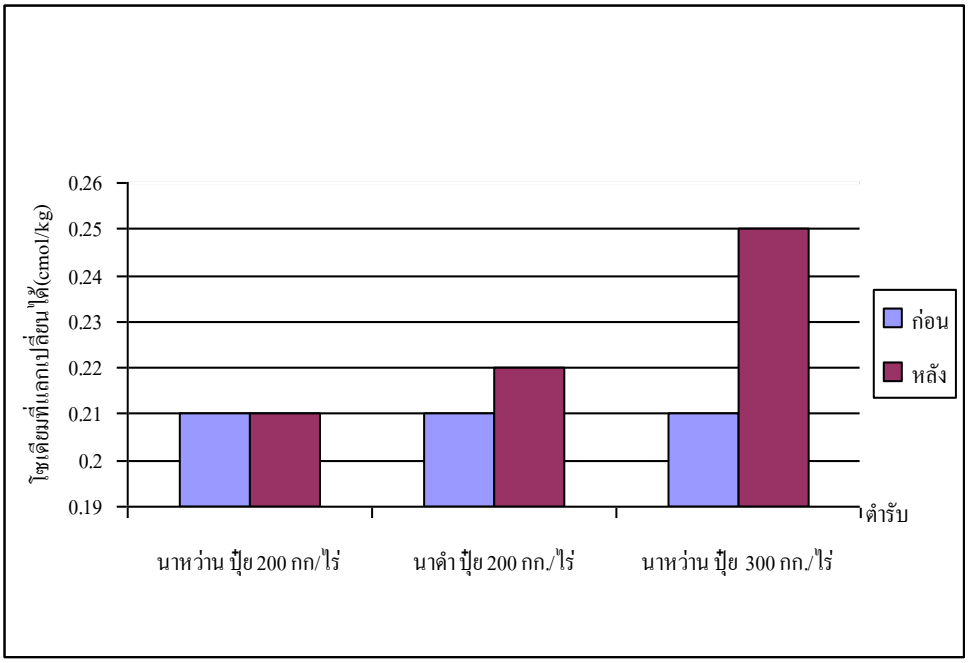
ภาพที่ 5 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



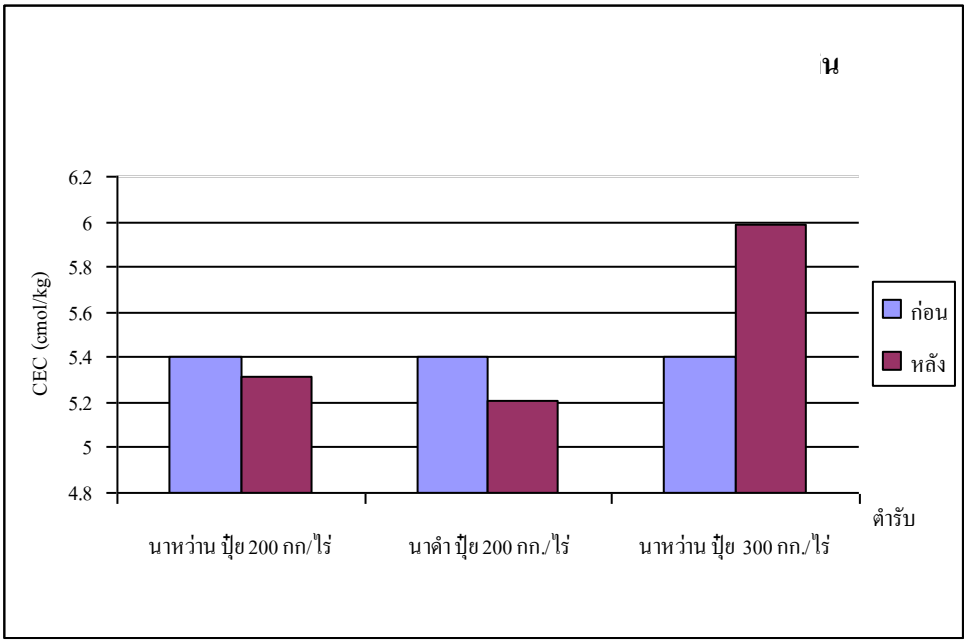
ภาพที่ 6 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



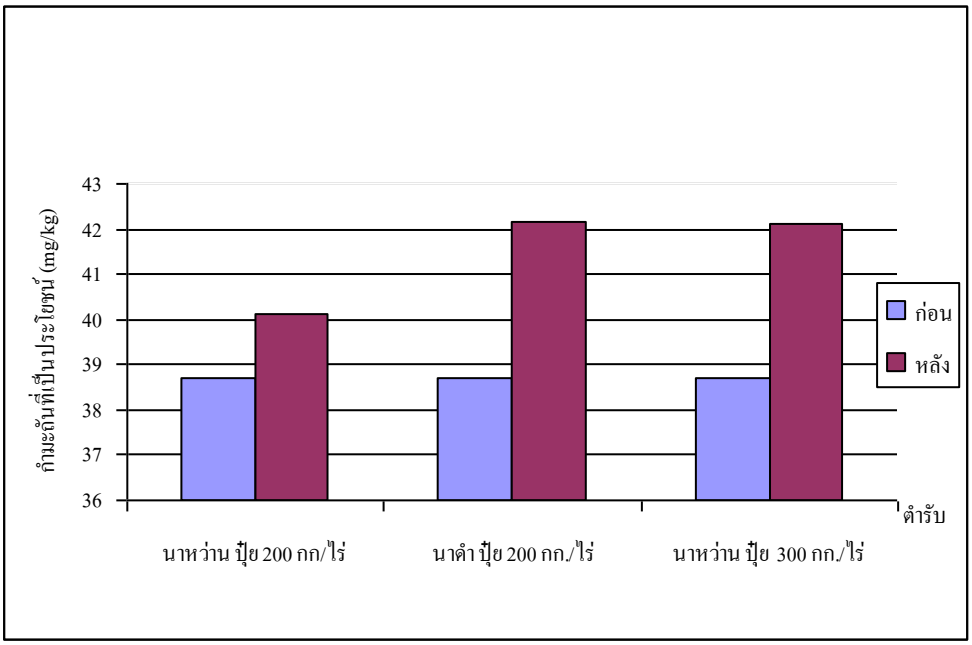
ภาพที่ 7 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนเฉลี่ยได้ในดินก่อน-หลังการทดลอง



ภาพที่ 8 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



ภาพที่ 9 การแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง



ภาพที่ 10 กำมะถันที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดินก่อน-หลังการทดลอง

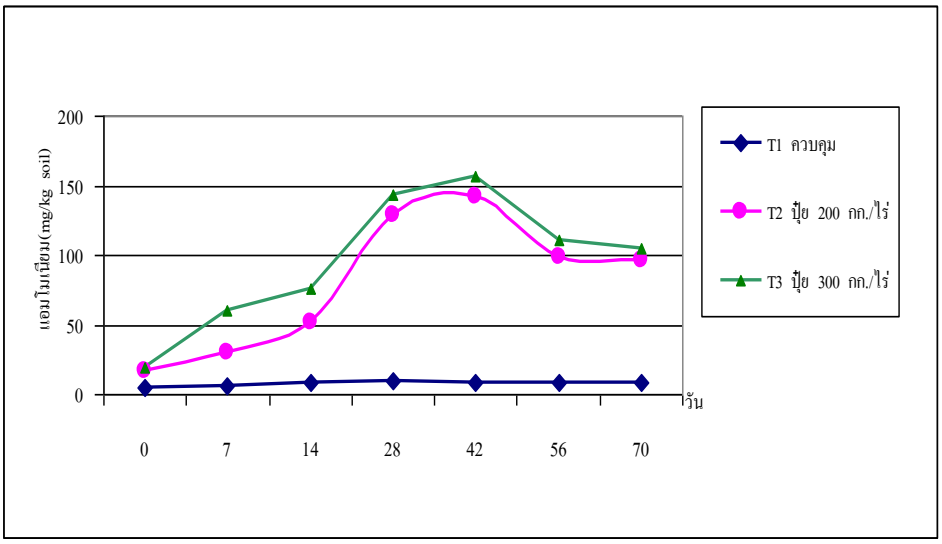
การปลดปล่อยไนโตรเจน (N-mineralization)

การปลดปล่อยแอมโมเนียมในดินสภาพน้ำขังโดยการบ่มดินที่ระยะเวลาต่างๆพบว่า ในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมน้อยมาก ในดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมในปริมาณน้อยในช่วงแรกและค่อยสูงขึ้นเรื่อยๆและปลดปล่อยออกมาสูงสุดในวันที่ 42 ของการบ่มดิน โดยการปลดปล่อยแอมโมเนียมในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีประมาณ 5.48 เปอร์เซ็นต์ของดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงส่งผลให้มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมในดินตลอด 70 วันซึ่งข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้ สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัม ประมาณ 10.8 เปอร์เซ็นต์ของดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัม เนื่องจากการปลดปล่อยจากอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงโดยตรง การปลดปล่อยไนโตรเจนในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่เป็นไปในทิศทางเดียวกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่เพียงแต่ปลดปล่อยให้แอมโมเนียมได้ในปริมาณสูงกว่า สำหรับในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีแอมโมเนียมออกมาปริมาณน้อยมาก หากมีการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่ซึ่งไม่ได้ใส่ปุ๋ยอาจทำให้มีปัญหาเรื่องธาตุอาหารพืชไม่เพียงพอ

ตารางที่ 7 การปลดปล่อยไนโตรเจนวันที่ 0, 7, 14, 28, 42, 56, 70

ตำรับ	ค่าเฉลี่ย NH_4^+ (mg / kg Soil)						
	0	7	14	28	42	56	70
T1 = ควบคุม	5.53 c	6.35 c	8.09 c	9.31 c	7.75 c	7.83 c	7.23 c
T2 = ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่	16.98 b	30.73 b	52.15 b	119.94 b	141.37 b	96.14 b	91.13 b
T3 = ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่	18.63 a	58.02 a	77.17 a	142.73 a	156.75 a	110.98 a	101.32 a
CV (%)	5.6	2.7	5.7	10	3.8	8.1	4.1

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 11 การปลดปล่อยไนโตรเจน(แอมโมเนียม)ในดินน้ำขังที่ 0, 7, 14, 28, 42, 56 และ70 วัน

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จำแนกต้นทุนเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่

ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายประเภทนี้ เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มหรือลดได้ในช่วงระยะเวลาการผลิตพืช เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร ค่าเช่าอุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น ต้นทุนผันแปรยังจำแนกตามลักษณะของการใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ผลิต ได้เป็นต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสดเป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่จ่ายออกไปจริงเป็นเงินสด และต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่ประเมินไว้ในรายการที่ไม่ได้เป็นจริง เช่น ค่าแรงงานตนเองและครอบครัว ค่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้จากปีการผลิตก่อน

ต้นทุนคงที่ เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแม้ไม่ได้ทำการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายประเภทนี้ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต แบ่งได้ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับต้นทุนผันแปร คือ ต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ที่ผู้ผลิตได้จ่ายคงที่ซึ่งผู้ผลิตได้จ่ายออกไปจริงเป็นเงิน เช่น ค่าภาษีที่ดิน ซึ่งต้องเสียทุกปีไม่ว่าที่ดินผืนนั้นใช้ประโยชน์ในปีนั้นๆหรือไม่ก็ตาม ค่าเช่าที่ดินที่ใช้ในการปลูกพืช และต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายการประเมินเท่านั้น ได้แก่ ค่าใช้ที่ดิน ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรและค่าเสียโอกาสการลงทุน (สำนักนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน, 2553)

ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงสุด (3,097.50 บาทต่อไร่) ซึ่งใช้ต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 21 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นเงิน 821 บาทต่อไร่ แต่สามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นเพียง 7.9 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นเงิน 229 บาทต่อไร่ (การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านมีต้นทุนผันแปรการผลิต 4,652.50 บาทต่อไร่และมีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร 3,097.50 บาทต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่านมีทุนต้นผันแปรการผลิต 3,831.50 บาทต่อไร่และมีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร 2,868.50 บาทต่อไร่) ในตำรับซึ่งใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาดำใช้ต้นทุนผันแปรเพิ่มจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน 26.3 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นเงิน1,007 บาทต่อไร่ แต่ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรลดลง 22.9 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเงิน 657 บาทต่อไร่ (การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาดำมีทุนต้นการผลิตผันแปร 4,838.50 บาทต่อไร่และมีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร 2,211.50 บาทต่อไร่) ซึ่งหากมองในแง่ความคุ้มค่าต่อการลงทุนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรควรแนะนำให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารพืชสามารถลดความเสี่ยงในแง่การลงทุนสูงแต่ราคาผลผลิตในท้องตลาดผันผวนต่ำลงได้

ตารางที่ 8 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาหว่าน

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
ต้นทุนผันแปร				
1. ต้นทุนผันแปร				
1.1 ค่าวัสดุทางการเกษตร				
1.1.1 ค่าพันธุ์ข้าว	600	-	600	
1.1.2 ค่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กิโลกรัมละ 7 บาท)	1,400	-	1,400	
1.1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60	-	60	ใช้เชื้อเพลิง 0.5 ลิตร/ไร่/ครั้ง (30 บาท/ลิตร)
1.1.4 ค่าวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ	5	-	5	
1.1.5 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1.5	-	1.5	
1.2 ค่าแรงงาน				
1.2.1 ค่าแรงเตรียมดิน	750	-	750	
1.2.2 ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย	200	-	200	ค่าแรงใส่ปุ๋ย(กก. ละ 1 บาท)
1.2.3 ค่าแรงในการดูระดับน้ำ	228	-	228	
1.2.4 ค่าแรงในการปักดำ	0	-	-	
1.2.5 ค่าดูแลแปลงวัชพืช	0	-	-	
1.3 ค่าเก็บเกี่ยว				
1.3.1 ค่าเก็บเกี่ยว	400	-	400	
1.3.2 ค่าขนย้าย	134	-	134	กก.ละ0.20 บาท
1.4 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ	53	-	53	
รวมต้นทุนผันแปร			**3,831.50**	

ตารางที่ 8 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาหว่าน (ต่อ)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
2. ต้นทุนคงที่				
2.1 ค่าเช่าที่ดิน	196	10	206	
2.2 ค่าใช้ที่ดิน	-	162.80	162.80	
2.3 ค่าภาษีที่ดิน	1.73	-	1.73	
2.4ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	54	54	
ต้นทุนเงินสด	**4,029.23**	-	-	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)			670	
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)			10	
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)			**6,700**	
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)			**2,670.77**	
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)			**2,868.50**	

ตารางที่ 9 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาดำ

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
ต้นทุนผันแปร				
1. ตุ้นทุนผันแปร				
1.1 ค่าวัสดุทางการเกษตร				
1.1.1 ค่าพันธุ์ข้าว	300	-	300	
1.1.2 ค่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กิโลกรัมละ 7 บาท)	1,400	-	1,400	
1.1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60	-	60	ใช้เชื้อเพลิง 0.5 ลิตร/ไร่/ครั้ง (30 บาท/ลิตร)
1.1.4 ค่าวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ	5	-	5	
1.1.5 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1.50	-	1.50	
1.2 ค่าแรงงาน				
1.2.1 ค่าแรงเตรียมดิน	750	-	750	
1.2.2 ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย	200	-	200	ค่าแรงใส่ปุ๋ย(กก.ละ 1 บาท)
1.2.3 ค่าแรงในการดูระดับน้ำ	228	-	228	
1.2.4 ค่าแรงในการปักดำ	1,100	-	1,100	
1.2.5 ค่าดูแลแปลงวัชพืช	200	-	200	
1.3 ค่าเก็บเกี่ยว				
1.3.1 ค่าเก็บเกี่ยว	400	-	400	
1.3.2 ค่าขนย้าย	141	-	141	กก.ละ0.20 บาท
1.4 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ	53	-	53	
รวมต้นทุนผันแปร			**4,838.50**	

ตารางที่ 9 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในนาดำ (ต่อ)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
2. ต้นทุนคงที่				
2.1 ค่าเช่าที่ดิน	196	10	206	
2.2 ค่าใช้ที่ดิน	-	162.80	162.80	
2.3 ค่าภาษีที่ดิน	1.73	-	1.73	
2.4 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	54	54	
ต้นทุนเงินสด	**5,036.23**	-	-	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)		705		
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)		10.00		
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)		**7,050.00**		
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)		**2,013.77**		
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)		**2,211.50**		

ตารางที่ 10 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ในนาหว่าน

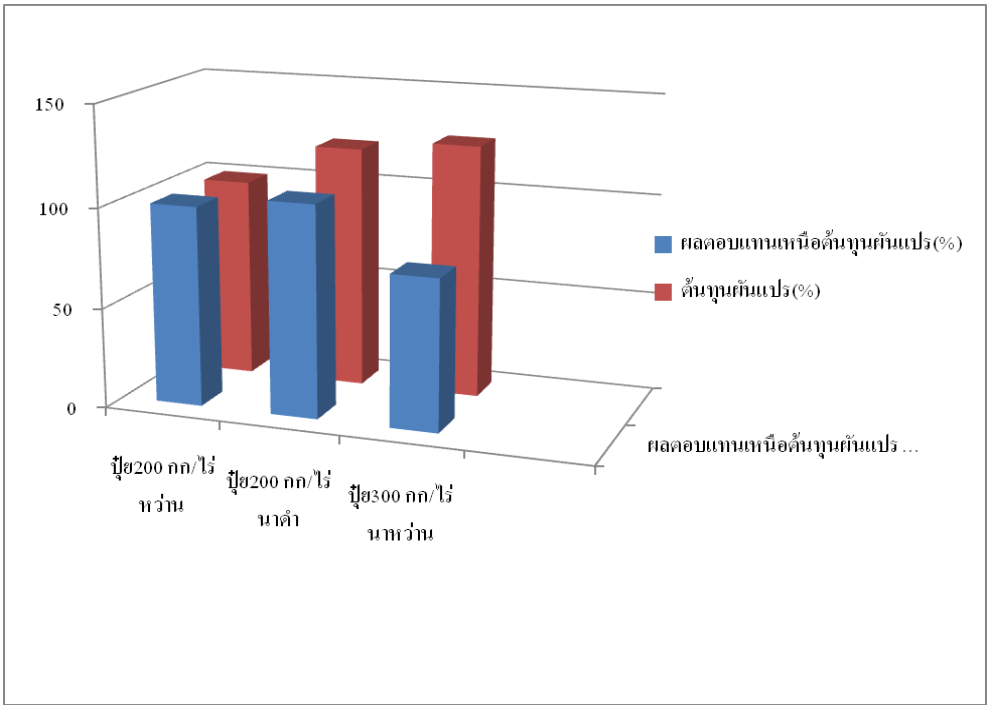
รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
ต้นทุนผันแปร				
1. ต้นทุนผันแปร				
1.1 ค่าวัสดุทางการเกษตร				
1.1.1 ค่าพันธุ์ข้าว	600	-	600	
1.1.2 ค่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กิโลกรัมละ 7 บาท)	2100	-	2,100	
1.1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60	-	60	ใช้เชื้อเพลิง 0.5 ลิตร/ไร่/ครั้ง (30 บาท/ลิตร)
1.1.4 ค่าวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ	5	-	5	
1.1.5 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1.50	-	1.50	
1.2 ค่าแรงงาน				
1.2.1 ค่าแรงเตรียมดิน	750	-	750	
1.2.2 ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย	300	-	300	ค่าแรงใส่ปุ๋ย(กก.ละ 1 บาท)
1.2.3 ค่าแรงในการดูระดับน้ำ	228	-	228	
1.2.4 ค่าแรงในการปักดำ	-	-	-	
1.2.5 ค่าดูแลแปลงวัชพืช	-	-	-	
1.3 ค่าเก็บเกี่ยว				
1.3.1 ค่าเก็บเกี่ยว	400	-	400	
1.3.2 ค่าขนย้าย	155	-	155	กก.ละ0.20 บาท
1.4 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ	53	-	53	
รวมต้นทุนผันแปร			4,652.50	

ตารางที่ 10 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยในการผลิตข้าวอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ในนาหว่าน (ต่อ)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่)			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	หมายเหตุ
2. ต้นทุนคงที่				
2.1 ค่าเช่าที่ดิน	196	10	206	
2.2 ค่าใช้ที่ดิน	-	162.80	162.80	
2.3 ค่าภาษีที่ดิน	1.73	-	1.73	
2.4 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	54	54	
ต้นทุนเงินสด	**4850.23**	-		
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)			775	
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)			10.00	
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)			**7,750.00**	
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)			**2,899.77**	
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)			**3,097.50**	

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่ม(ลด)ระหว่างต้นทุนผันแปรและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีนาหว่าน และนาดำ

ตำรับ	เทียบกับการใส่ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่แบบนาหว่าน	
	ต้นทุนผันแปร(%)	ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร(%)
ใส่ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่แบบนาหว่าน	100.00	100.00
ใส่ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่แบบนาดำ	126.28	77.09
ใส่ปุ๋ย 300 กิโลกรัมต่อไร่แบบนาหว่าน	121.42	107.98



ภาพที่ 12 กราฟเปรียบเทียบต้นทุนผันแปรและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร(เปอร์เซ็นต์) เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีนาหว่านและนาดำ

การส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแก่เกษตรกร

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีจำนวน 16 คน ได้รับการฝึกอบรมให้เป็นนักวิจัย มีการบันทึกข้อมูลการผลิต ต้นทุน หรือรายจ่ายต่างๆในครัวเรือน ดำเนินการทำแปลงทดสอบเพื่อนำไปขยายผลต่อกลุ่มทำนาข้าวอินทรีย์พื้นที่ใกล้เคียง โดยจังหวัดพัทลุงเป็นจังหวัดหนึ่งในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างที่มีความโดดเด่นในการทำนา แต่เดิมเกษตรกรทำนาโดยใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลักในการผลิตข้าว แต่ต่อมาเกษตรกรหันมานิยมปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อส่งขายตลาดข้าวอินทรีย์ซึ่งมีความต้องการปริมาณสูงและราคาสูง แต่การเลิกใช้ปุ๋ยเคมีทำให้เกษตรกรต้องประสบกับปัญหาผลผลิตที่ได้รับปริมาณต่ำ กรมพัฒนาที่ดินซึ่งส่งเสริมการปลูกปุ๋ยพืชสดเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีจึงได้แนะนำให้เกษตรกรปลูกปอเทือง แต่เนื่องจากจังหวัดพัทลุงมีปริมาณน้ำฝนสูงมากมีปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่จึงไม่มีช่วงปลูกพืชปุ๋ยสดได้ (อายุไถกลบปอเทือง 65 วัน) หรือหากผลิตได้แต่มวลชีวภาพพืชปุ๋ยสดที่ได้รับต่ำไม่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ข้าวได้เพียงพอ ดังนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีจึงนับว่าเป็นทางออกให้แก่เกษตรกรกลุ่มเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่น้ำท่วมขังได้ ซึ่งเกษตรกรให้การยอมรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าผลผลิตที่ได้โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้งสามวิธีการสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (สถาบันวิจัยข้าว, 2543) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีธาตุอาหารเพียงพอตามความต้องการพืช หากใช้เพื่อวัตถุประสงค์การทำการเกษตรอินทรีย์สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ หรือหากในท้องถิ่นสามารถหาวัตถุดิบเองได้ง่ายราคาถูกเกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ เป็นการลดต้นทุนของเกษตรกรทางหนึ่ง และจากการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 เมล็ด และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ แปลงข้าวนาดำสามารถมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่านาหว่านเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในปริมาณที่เท่ากัน สมบัติทางเคมีของดินพบว่าหลังการทดลองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้ดินมีอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และกำมะถันที่เป็นประโยชน์สูงขึ้น สำหรับการปลดปล่อยไนโตรเจนในช่วงเวลา 70 วันมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมในสภาพน้ำขังตลอดช่วงเวลาดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่าดินมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตข้าว สำหรับผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ให้ค่าตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีสูงกว่า แต่หากพิจารณาเห็นว่าการเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่เป็นอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้เพิ่มต้นทุนผันแปรคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มากกว่าเปอร์เซ็นต์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้รับ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่แม้ว่าให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรน้อยกว่าแต่เป็นอัตราที่เหมาะสมในแง่การให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้กำไรมากกว่าตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่หากราคาสินค้าตกต่ำเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า สำหรับการทำนาแบบนาดำแม้ว่าให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการปลูกแบบนาหว่านแต่มีต้นทุนค่าแรงงานในการปักดำ ทำให้การทำนาดำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าการปลูกข้าวนาหว่านเมื่อใช้อัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่เท่ากัน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในนาข้าวควรกระทำเป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี เนื่องจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มให้ผลดีเมื่อใช้เวลานานกว่า 1 ปี

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพ จำนวน 200 กิโลกรัมต่อไร่หรือ 300 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวนมากลงในแปลงนาอาจต้องใช้แรงงานสูงหากเทียบกับปุ๋ยเคมีหรือพืชปุ๋ยสด แต่ในบางพื้นที่ของภาคใต้มีปัญหาเรื่องปริมาณน้ำฝนมากเป็นช่วงเวลานาน ทำให้การใช้ปุ๋ยพืชสดในพื้นที่ดังกล่าวมีปัญหาน้ำท่วมแปลง (พืชปุ๋ยสดต้องใช้เวลาตั้งแต่ปลูกถึงออกดอกและไถกลบประมาณ 65 วัน) พืชปุ๋ยสดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ให้มวลชีวภาพและธาตุอาหารในดินน้อยไม่เพียงพอสำหรับพืชหลัก ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพจึงเป็นทางเลือกในการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่ดังกล่าวได้ เนื่องจากมีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับพืช

ในพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือดินมีข้อจำกัดไม่สามารถปลูกพืชปุ๋ยสดได้ในช่วงแรก การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอาจเป็นทางเลือกในการใช้เป็นตัวเริ่มต้นการให้ธาตุอาหารพืช ซึ่งหากในเวลาต่อมาเมื่อมีการปรับปรุงดินแล้วอาจปรับเปลี่ยนหรือใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยพืชสดได้ เนื่องจากการใช้ปุ๋ยพืชสดราคาถูกและใช้แรงงานต่ำกว่า แต่ปุ๋ยพืชสดมีจุดอ่อนในเรื่องต้องใช้เวลาปลูกและไถกลบเศษซากพืชลงดิน และในกรณีดินน้ำขังการไถหรือสับกลบทำได้ยาก การไถหรือสับกลบในสภาพน้ำท่วมขังอาจทำให้เกิดความเป็นพิษต่อรากข้าวจากสภาพการย่อยสลายโดยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ต้องเลื่อนระยะเวลาการปลูกข้าวออกไปประมาณ 20 วันหลังไถหรือสับกลบพืชปุ๋ยสด

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเป็นปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารสูงเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นหรือปุ๋ยพืชสดซึ่งเด่นชัดเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เพียงพอสำหรับพืชหลัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารสูงได้เหมาะสำหรับการปรับปรุงบำรุงดินในแปลงเกษตรอินทรีย์ซึ่งห้ามใช้ปุ๋ยเคมีทุกชนิดอย่างเด็ดขาด

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างความเข้มแข็งของชาวนา ได้เครือข่ายการปลูกข้าวอินทรีย์ในชุมชนพื้นที่เป้าหมาย
2. เป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสม ในการผลิตข้าวอินทรีย์เพื่อเป็นทางเลือกการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถลดสารพิษตกค้างในดินและเป็นการส่งเสริมคุณภาพข้าวได้
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการพัฒนาที่ดินด้านการปรับปรุงดิน ความอุดมสมบูรณ์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ในการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่ภาคใต้ส่วนล่าง ซึ่งขณะนี้เกษตรกรมีความสนใจมากเนื่องจากสามารถจำหน่ายได้ราคาสูง มีตลาดรองรับที่แน่นอน

เอกสารอ้างอิง

กองปฐพีวิทยา. 2541. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ. กลุ่มงานวิจัยควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 52 หน้า.

กรมการข้าว. 2550. รูปแบบการผลิตพืชสำหรับข้าวหอมมะลิไทยอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 28 หน้า.

กรมการข้าว. 2551. การผลิตข้าวอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 77 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 57 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ก. การไถกลบตอซัง *ใน* คู่มือกรมพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า .217-220.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ข. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน *ใน* คู่มือกรมพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 88-89.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. อินทรียวัตถุในดิน. *ใน* เกษตรอินทรีย์สู่วิถีเศรษฐกิจพอเพียง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 63 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2543. ข้าว. หน้า 20-27. *ใน* เอกสารผลงานวิชาการประจำปี 2543 เล่มที่ 1. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 356 หน้า.

จุลมณี ปัญญากุล. 2552. พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูก. *ใน* เอกสารคู่มือนักส่งเสริมการเกษตรข้าว : เทคโนโลยีการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. โรงพิมพ์ชุมชุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 25.

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และจันทร์จรัส วีรสาร. 2544. ปุ๋ยธรรมชาติที่ควรรู้จัก. วารสารข่า 15(2):11-12.

ทวี คุปต์กาญจนากุล กิ่งแก้ว คุณเขต นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ บุญดิษฐ์ วรินทร์รักษ์ ปริศนา หาญวิริยะพันธุ์ ศิวะพงษ์ นฤบาล อนนท์ สุขสวัสดิ์ กรรณิกา นากลาง พิบูลวัฒน์ ยังสุข และอวยชัย บุญญานุพงษ์. 2542. การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินในการผลิตข้าวอินทรีย์ . หน้า 64-82. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ. 2541. การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. หน้า 47-53. *ใน* เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2545. การผลิตข้าวเพื่อเพิ่มมูลค่าและสุขอนามัยทิศทางในสหัสวรรษใหม่. หน้า 1-30. *ใน* เอกสารสัมมนาวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ภาคเหนือ ประจำปี 2545 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปรัชญา ธัญญาดี พิทยากร ลิ่มทอง ประชา นาคะประเวศ ปรีดี ดีรักษา และแววตา วาสนานุกูล. 2534. ศึกษาการไถกลบตอซังข้าวเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 32 หน้า.

ปรัชญา ธัญญาดี เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา วาสนุกูล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 29 หน้า.

พรพิมล เลี้ยงสิทธิสกนธ์ จิราภรณ์ ล้วนปรีดา และณัฐวุฒิ ดายยาวรรณ. 2528. การศึกษาคุณภาพของกากมูลล้นจากบ่อแก๊สชีวภาพในระบบฟาร์มผสมผสาน. กองการเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 327 หน้า.

พิชิต พงษ์สกุล และ ปรีดา พากเพียร. 2532. ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช. หน้า 157-190. *ใน* คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตติญา พรมแสง อรุณศิริ กำลัง และจันทร์จรัส วีรสาร. 2552. ผลการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักมูลโคนมและมูลโคขุนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง. วารสารดินและปุ๋ย 31(1):118-126.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2543. เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์. เอกสารวิชาการกองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

วลัยพร แสนวงษ์ ศิราพร เชื้ออ้วน และนิตยา รื่นสุข. 2553. ต้นทุนการผลิตรายได้และปัญหาการระบาดของข้าววัชพืชจากการปลูกข้าวในเขตนาชลประทานจังหวัดอุตรดิตถ์. วารสารวิชาการข้าว 4(2): 47-55.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2545. มาตรฐานเบื้องต้นเกษตรอินทรีย์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 107 หน้า.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์กับดินและพืช. วารสารดินและปุ๋ย 6(2):155-166.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2537. การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 200 หน้า.

สมพร ดำยศ. 2552. อิทธิพลของปัจจัยปรับปรุงดินที่มีต่อผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณไนโตรเจนของถั่วปุ๋ยพืชสดและผลของการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว. *ใน* วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 267 หน้า.

สถาบันวิจัยข้าว. 2542. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 61 หน้า.

สถาบันวิจัยข้าว. 2543. เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในนาข้าว. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 349 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ผลพยากรณ์รายสินค้า. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ http://www.oae.go.th/mis/forecast/page3-th.htm.

สำนักนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน. 2553. เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจยางพารา. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 32-35.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี สมพร อิศรานุรักษ์ สุนันทา ชมภูนิช ภาวนา ลิกขนานนท์ นิตยา กันหลง รังสี เจริญสถาพร และรัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. 2547. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่1). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 51 หน้า.

อภิวรรณ จุลนิธิ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และอรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2549. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในดินชุดสระบุรีที่เคยมีการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวต่อเนื่อง. วารสารดินและปุ๋ย 28(4):201-216.

อรรถวุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2542. ข้าว พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 315 หน้า.

อัจฉรา เพ็งหนู. 2549. จุลชีววิทยาของอินทรีย์สารและอินทรียวัตถุในดิน. เอกสารคำสอนวิชาจุลชีววิทยาของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. หน้า 12-14.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. ปุ๋ยกับเกษตรและสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 146-150.

Ahmad, R., M. Arshad, M. Naveed, Z. A. Zahir, T. Sultan, and M. Khalid. 2007. Carbon mineralization rate of composted and raw organic wastes and its implications on environment. Soil and Environment 26(1):92-96.

Bohn, H.L., L.M. Brain and A.O. George. 1985. Soil Chemistry. John Wiley & Sons,Inc. New York. 234 p.

Bonciarelli, F. 1977. Heavy application of liquid manure on soil : effect on soil salinity. pp.279-288. *In* J.H. Voorburg. Utilization of Manure by Land Spreading. The Committies, Luxemberg. ECSC, EEC, EAEC. Luxemberg.

Cabrera, M.L., D.E.Kissel, and M.F. Vigil. 2005. Nitrogen mineralization from organic residues. Environment Quality 34:75-79.

Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of Nitrogen in Soils Amended with Organic Wastes. Environment Quality 15:193-198.

Diana, L.D., M.S. Sergio, W.S. Heinrich, J. S. Rudolf, C.D.Armand, B.H.Edduarda and I. E. Valdemar. 2009. Effect of organic and inorganic amendments on soil organic matter properties. J. Geoderma 150:38-45.

Douglas, M. R., E.p.Cindy, and M.P. Caroline. 2001. Decomposition and nitrogen mineralization from biosolids and other organic materials : relationship with initial chemistry. Environment Quality 30:1401-1410.

Kara, E. E., V. Uygur, and A.Erel. 2006. The Effects of Composted Poultry Wastes on Nitrogen Mineralization and Biological Activity in a Silt Loam Soil. Applied Sciences 6(11):2476-2480.

Palm, C. 1989. Soil Organic Matter and Biology. First Trainning Workshop on Acid Tropical Soils Management and Land Development Practices. IBSRAM Technical Notes No2. 349 p.

Robert, M., T.K. and Hartz. 2008. Nitrogen sources for organic crop production. Better crops 92:16-19.

Stevenson, F.J. 1986. Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrient. A Wiley-Inter Science Publication John Wiley and Son. New York. 400 p.

ภาคผนวก

กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ได้กำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงโดยกำหนดในระเบียบกรมพัฒนาที่ดินว่าด้วยการใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลผิตทางการเกษตร พ.ศ.2550 ดังนี้

1. ปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าหรือเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20:1
3. ค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 เดซิซีเมนต่อเมตร
4. ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.5–10
5. ปริมาณธาตุหลัก ไนโตรเจน(N) มากกว่าหรือเท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัส(P_2O_5) มากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โพแทสเซียม (K_2O) มากกว่าหรือเท่ากับ 1.0 โดยน้ำหนัก และธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดรวมกันปริมาณต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 9 เปอร์เซ็นต์และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
6. ปริมาณความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด
7. ปริมาณหิน กรวด น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
8. เศษพลาสติก เศษแก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆน้อยกว่าและเท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
9. ปริมาณโลหะหนัก

   Arsenic (As) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   Cadmium (Cd) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   Chromium (Cr) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   Copper (Cu) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   Lead (Pb) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   Mercury (Hg) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน ให้พิจารณาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโดยคำนึงถึงวัตถุดิบในท้องถิ่นเป็นอันดับแรก

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจำนวน 100 กิโลกรัม

1. มูลไก่ไข่ 30 กิโลกรัม
2. รำละเอียด 20 กิโลกรัม
3. ปลาป่น 20 กิโลกรัม
4. หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม
5. ขี้เถ้าไม้ยางพารา 10 กิโลกรัม

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(กรัม)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	2.4	2.6	2.5	2.8	2.6
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	2.9	3.1	3.0	3.0	3.0
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	2.7	2.9	2.9	2.6	2.8

ตารางผนวกที่ 2 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กรัม)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(กรัม)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	668	684	672	656	670
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	762	778	784	776	775
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	718	700	692	710	705

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง (เมล็ด)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(กรัม)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	90	92	108	94	96
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	120	132	124	116	123.0
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	98	108	120	114	110.5

ตารางผนวกที่ 4 ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว (เซนติเมตร))

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(กรัม)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	84.5	86.7	83.2	87.6	85.5
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	85.5	84.5	87.0	87.8	86.2
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	84.5	86.0	84.0	85.5	85.0

ตารางผนวกที่ 5 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 0

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	5.23	5.78	4.94	6.2	5.53 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	16.11	18.24	15.38	18.19	16.98 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	19.23	18.29	16.88	20.12	18.63 a
CV(%)					5.6
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 6 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 7

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	6.32	6.58	7.21	5.32	6.32 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	30.41	31.49	31.48	29.56	30.73 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	58.21	59.83	56.74	57.28	58.02 a
CV(%)					2.7
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 14

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	8.34	6.78	7.82	9.44	8.09 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	50.84	51.48	52.49	53.78	52.15 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	76.72	82.34	74.82	74.82	77.17 a
CV(%)					5.7
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 8 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 28

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	9.56	8.28	10.11	9.28	9.31 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	129.42	92.82	127.4	130.12	119.94 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	142.44	139.86	144.82	143.82	142.73 a
CV(%)					10
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 9 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 42

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	8.46	9.42	7.72	5.40	7.75 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	143.44	141.82	140.96	139.28	141.37 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	166.61	156.70	148.90	154.78	156.75 a
CV(%)					3.8
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 10 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 56

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	8.92	4.82	9.76	7.82	7.83 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	98.56	88.21	101.96	95.82	96.137 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	110.39	98.21	128.92	106.42	110.98 a
CV(%)					8.1
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 11 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจน (NH_4^+) วันที่ 70

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย(mg/kg)
T1=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาหว่าน	7.92	4.72	9.46	6.82	7.23 c
T2=ปุ๋ย 300กก.ต่อไร่ นาหว่าน	94.89	87.62	92.79	89.20	91.13 b
T3=ปุ๋ย 200กก.ต่อไร่ นาดำ	98.7	97.94	102.84	105.82	101.32 a
CV(%)					4.1
F-test					**

** = แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 12 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 0

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR t5

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	9.524691666666	3.174897222222	5.36 *
TRT (T)	2	406.755816666666	203.377908333333	343.60 **
ERROR	6	3.551383333334	0.591897222222	
TOTAL	11	419.831891666667		

cv = 5.6%

** = significant at 1% level; * = significant at 5% level

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR t5
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	5.538 c
t2	2	16.980 b
t3	1	18.630 a
MEAN		13.716

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 13 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 7

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 6

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	5.53929166666	1.84643055555	2.50 ns
TRT (T)	2	5342.61095000000	2671.30547500000	3622.78 **
ERROR	6	4.42418333333	0.73736388889	
TOTAL	11	5352.57442500000		

cv = 2.7%
** = significant at 1% level; ns = not significant

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR 6
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	6.358 c
t2	2	30.735 b
t3	1	58.015 a
MEAN		31.703

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 14 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 14

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 7

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	6.03236666666	2.01078888889	<1
TRT (T)	2	9786.14744999999	4893.07372500000	723.81 **
ERROR	6	40.56088333335	6.76014722223	
TOTAL	11	9832.74070000000		

cv = 5.7%
** = significant at 1% level

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR 7
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	8.092 c
t2	2	52.148 b
t3	1	77.175 a
MEAN		45.805

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 15 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 28

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 8

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	428.2713583334	142.7571194445	1.50 ns
TRT (T)	2	40749.4131166667	20374.7065583334	213.71 **
ERROR	6	572.0188166666	95.3364694444	
TOTAL	11	41749.7032916667		

cv = 10.8%
** = significant at 1% level; ns = not significant

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR 8
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	9.307 c
t2	2	119.940 b
t3	1	142.735 a
MEAN		90.661

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 16 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 42

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 9

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	91.2888916667	30.4296305556	2.05 ns
TRT (T)	2	53722.9458500000	26861.4729250000	1805.28 **
ERROR	6	89.2764833333	14.8794138889	
TOTAL	11	53903.5112250000		

cv = 3.8%
** = significant at 1% level; ns = not significant

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR 9
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	7.750 c
t2	2	141.375 b
t3	1	156.748 a
MEAN		101.958

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 17 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 56

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 10

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	418.1928916667	139.3976305556	4.09 ns
TRT (T)	2	24879.4891166667	12439.7445583334	364.88 **
ERROR	6	204.5544833333	34.0924138889	
TOTAL	11	25502.2364916667		

cv = 8.1%
** = significant at 1% level; ns = not significant

Press <F3> to quit viewing

TABLE OF TRT (T) MEANS FOR 10
(AVE. OVER 4 REPS)

TRT	RANKS	MEANS
t1	3	7.830 c
t2	2	96.137 b
t3	1	110.985 a
MEAN		71.651

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Press <F1> for ANOV Table, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 18 ค่า F-test การปลดปล่อยแอมโมเนียมวันที่ 70

DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 11

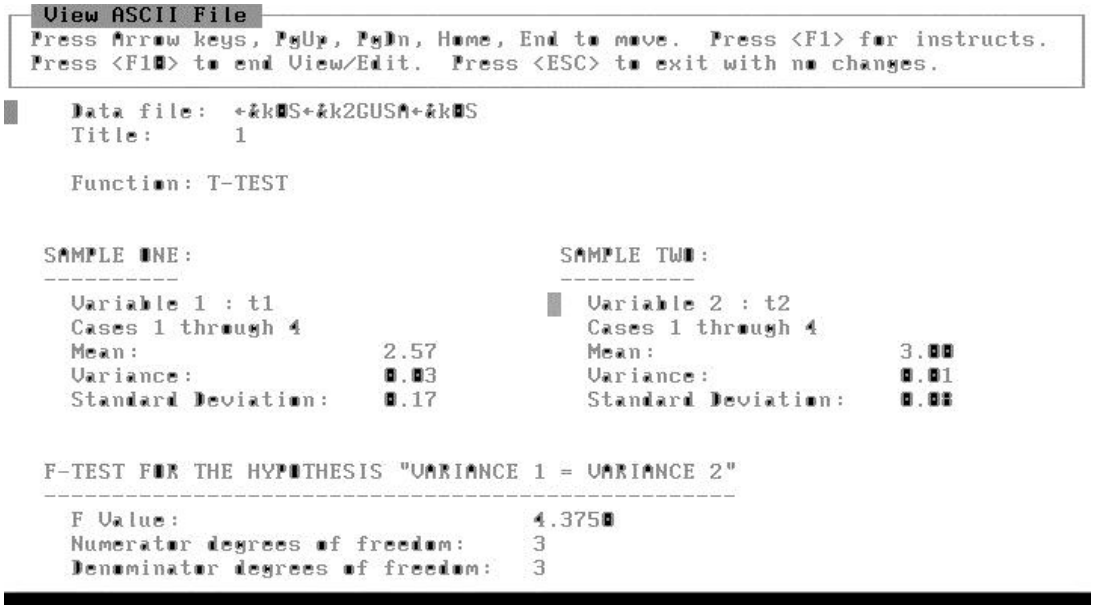
SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	3	41.8808666667	13.9602888889	1.91 ns
TRT (T)	2	21328.3734000000	10664.1867000000	1460.06 **
ERROR	6	43.8235333333	7.3039222222	
TOTAL	11	21414.0778000000		

cv = 4.1%

** = significant at 1% level; ns = not significant

Press <F3> to quit viewing

ภาพผนวกที่ 1 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน



View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move. Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit. Press <ESC> to exit with no changes.

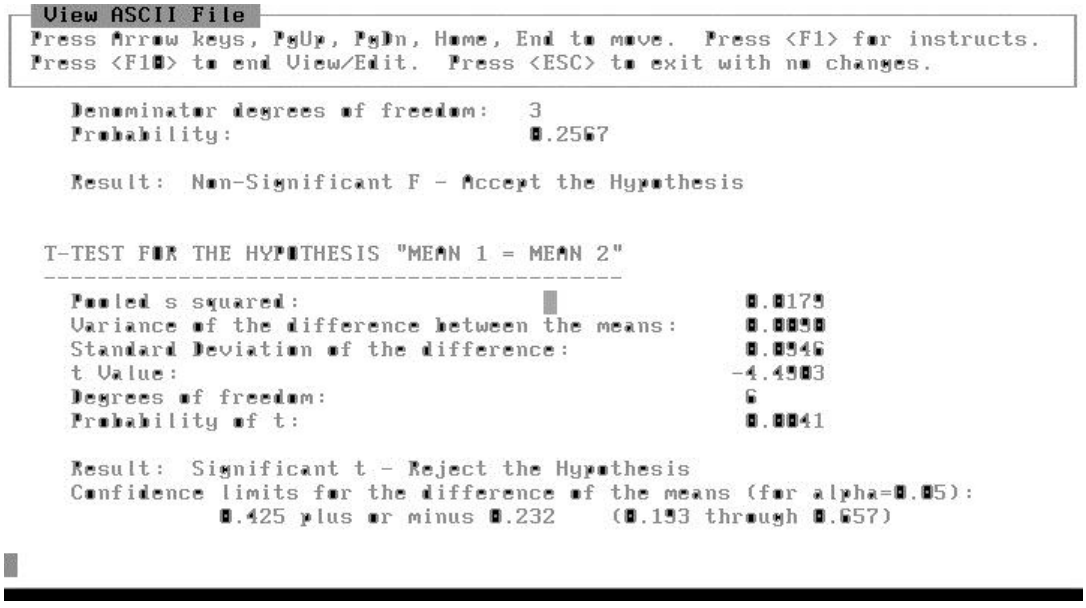
Data file: +&k0S+&k2GUSA+&k0S
Title: 1

Function: T-TEST

SAMPLE ONE:		SAMPLE TWO:	
Variable 1 : t1		Variable 2 : t2	
Cases 1 through 4		Cases 1 through 4	
Mean:	2.57	Mean:	3.00
Variance:	0.03	Variance:	0.01
Standard Deviation:	0.17	Standard Deviation:	0.08

F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"

F Value:	4.3750
Numerator degrees of freedom:	3
Denominator degrees of freedom:	3



View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move. Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit. Press <ESC> to exit with no changes.

Denominator degrees of freedom:	3
Probability:	0.2567

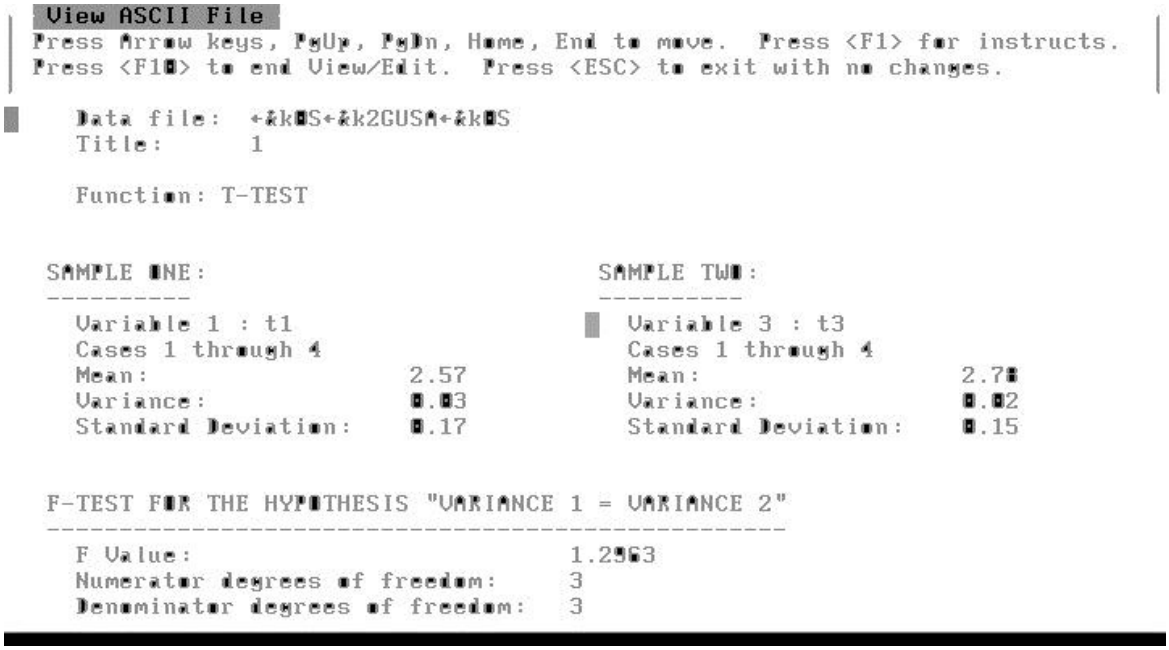
Result: Non-Significant F - Accept the Hypothesis

T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"

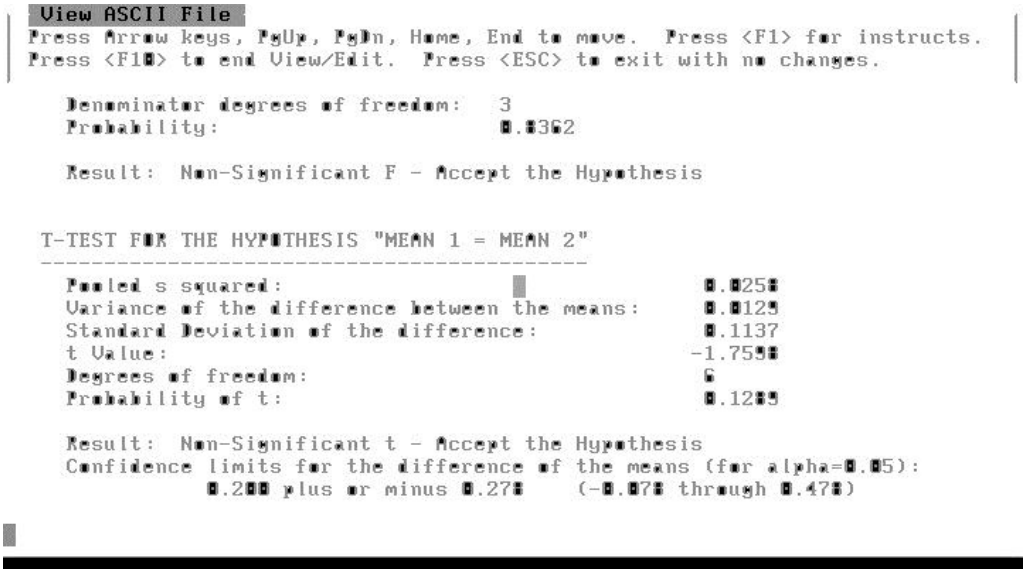
Pooled s squared:	0.0175
Variance of the difference between the means:	0.0050
Standard Deviation of the difference:	0.0946
t Value:	-4.4903
Degrees of freedom:	6
Probability of t:	0.0041

Result: Significant t - Reject the Hypothesis
Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
0.425 plus or minus 0.232 (0.193 through 0.657)

ภาพผนวกที่ 2 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ

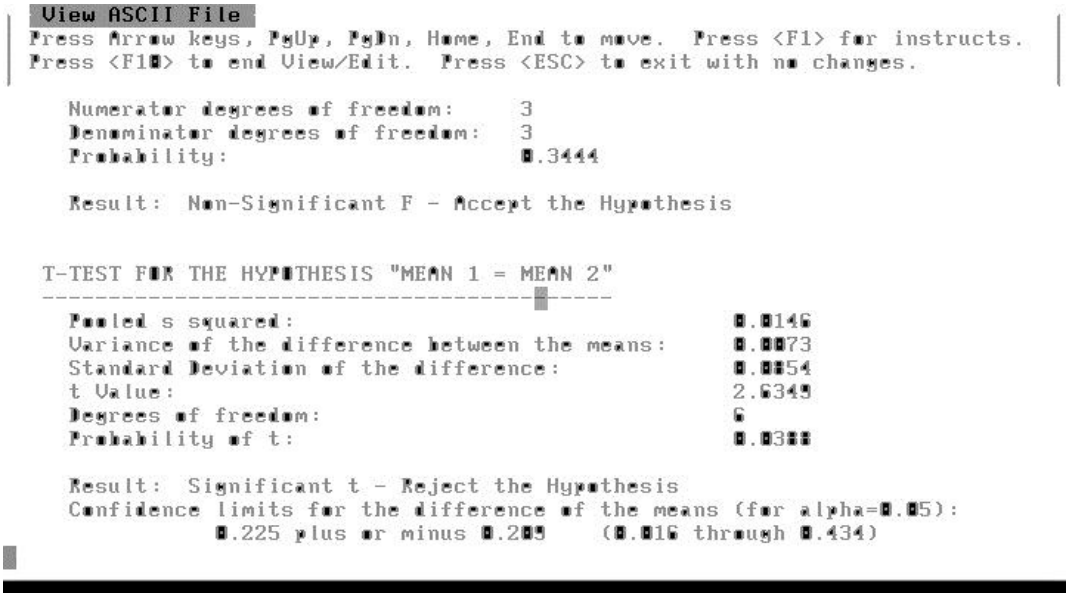


```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSA+&k0S
   Title:      1

   Function: T-TEST

SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
-----------                          -----------
  Variable 1 : t1                      Variable 3 : t3
  Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
  Mean:                  2.57          Mean:                  2.70
  Variance:              0.03          Variance:              0.02
  Standard Deviation:    0.17          Standard Deviation:    0.15

F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
---------------------------------------------------
  F Value:                                1.2563
  Numerator degrees of freedom:           3
  Denominator degrees of freedom:         3
```



```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.3362

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis

 T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
 -------------------------------------------
   Pooled s squared:                              0.025
   Variance of the difference between the means:  0.0125
   Standard Deviation of the difference:          0.1137
   t Value:                                      -1.753
   Degrees of freedom:                            6
   Probability of t:                              0.125

   Result:  Non-Significant t - Accept the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
            0.200 plus or minus 0.27    (-0.07 through 0.47)
```

ภาพผนวกที่ 3 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน



ภาพผนวกที่ 4 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSA2+&k0S
   Title:

   Function: T-TEST

SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
----------                           ----------
  Variable 1 : 1                       Variable 2 : 2
  Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
  Mean:                670.00          Mean:                775.00
  Variance:            133.33          Variance:             86.67
  Standard Deviation:   11.55          Standard Deviation:    9.31

F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
---------------------------------------------------
  F Value:                          1.5385
  Numerator degrees of freedom:     3
  Denominator degrees of freedom:   3
```

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.7320

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis

T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
-------------------------------------------
  Pooled s squared:                          110.0000
  Variance of the difference between the means:   55.0000
  Standard Deviation of the difference:            7.4162
  t Value:                                       -14.1582
  Degrees of freedom:                              6
  Probability of t:                                0.0000

  Result:  Significant t - Reject the Hypothesis
  Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
           105.000 plus or minus 18.147    (86.853 through 123.147)
```

ภาพผนวกที่ 5 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSA2+&k0S
   Title:

   Function: T-TEST


 SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
 ----------                           ----------
   Variable 1 : 1                       Variable 3 : 3
   Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
   Mean:                 670.00         Mean:                 705.00
   Variance:             133.33         Variance:             125.33
   Standard Deviation:    11.55         Standard Deviation:    11.37


 F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
 ---------------------------------------------------
   F Value:                             1.0305
   Numerator degrees of freedom:        3
   Denominator degrees of freedom:      3
```

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.5006

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis


 T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
 -------------------------------------------
   Pooled s squared:                          131.3333
   Variance of the difference between the means:   65.6667
   Standard Deviation of the difference:           8.1035
   t Value:                                       -4.3191
   Degrees of freedom:                             6
   Probability of t:                               0.0050

   Result:  Significant t - Reject the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
            35.000 plus or minus 19.829    (15.171 through 54.829)
```

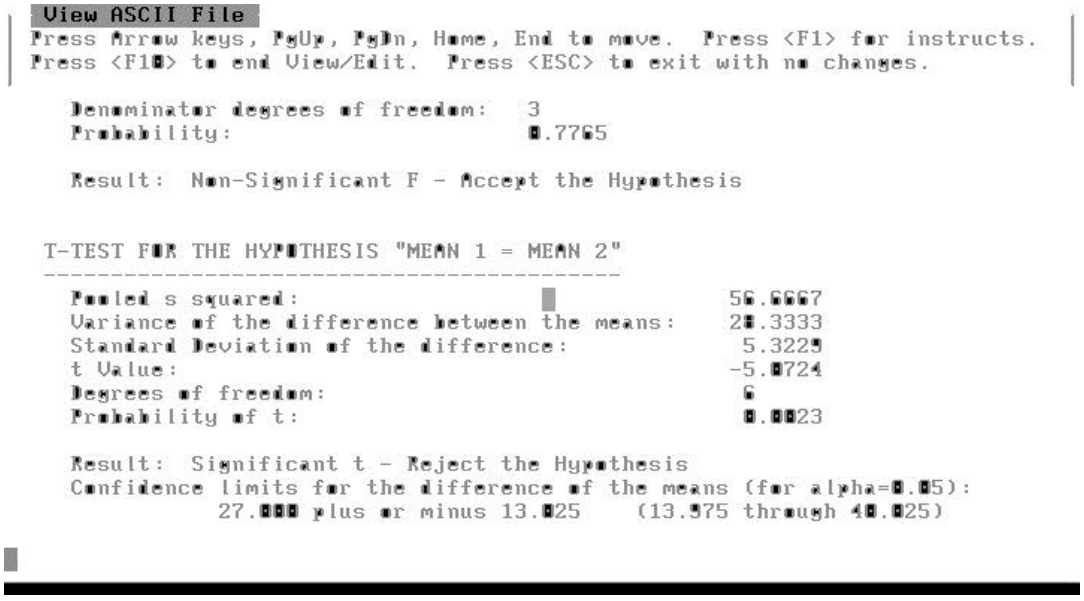
ภาพผนวกที่ 6 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน

```
View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSM2+&k0S
   Title:

   Function: T-TEST


SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
----------                           ----------
  Variable 2 : 2                       Variable 3 : 3
  Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
  Mean:                775.00          Mean:                705.00
  Variance:             86.67          Variance:            125.33
  Standard Deviation:    9.31          Standard Deviation:   11.37


F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
---------------------------------------------------
  F Value:                              1.4523
  Numerator degrees of freedom:         3
  Denominator degrees of freedom:       3
```

```
View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.7501

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis


T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
-------------------------------------------
   Pooled s squared:                          100.0000
   Variance of the difference between the means:   54.0000
   Standard Deviation of the difference:            7.3485
   t Value:                                         9.5258
   Degrees of freedom:                              6
   Probability of t:                                0.0001

   Result:  Significant t - Reject the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
              70.000 plus or minus 17.9381    (52.0619 through 87.9381)
```

ภาพผนวกที่ 7 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  ←&k0S←&k2GUSA3←&k0S
   Title:

   Function: T-TEST


 SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
 ----------                           ----------
   Variable 1 : 1                       Variable 2 : 2
   Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
   Mean:                  96.00         Mean:                 123.00
   Variance:              66.67         Variance:              46.67
   Standard Deviation:     8.16         Standard Deviation:     6.83


 F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
 ---------------------------------------------------
   F Value:                             1.4286
   Numerator degrees of freedom:        3
   Denominator degrees of freedom:      3
```



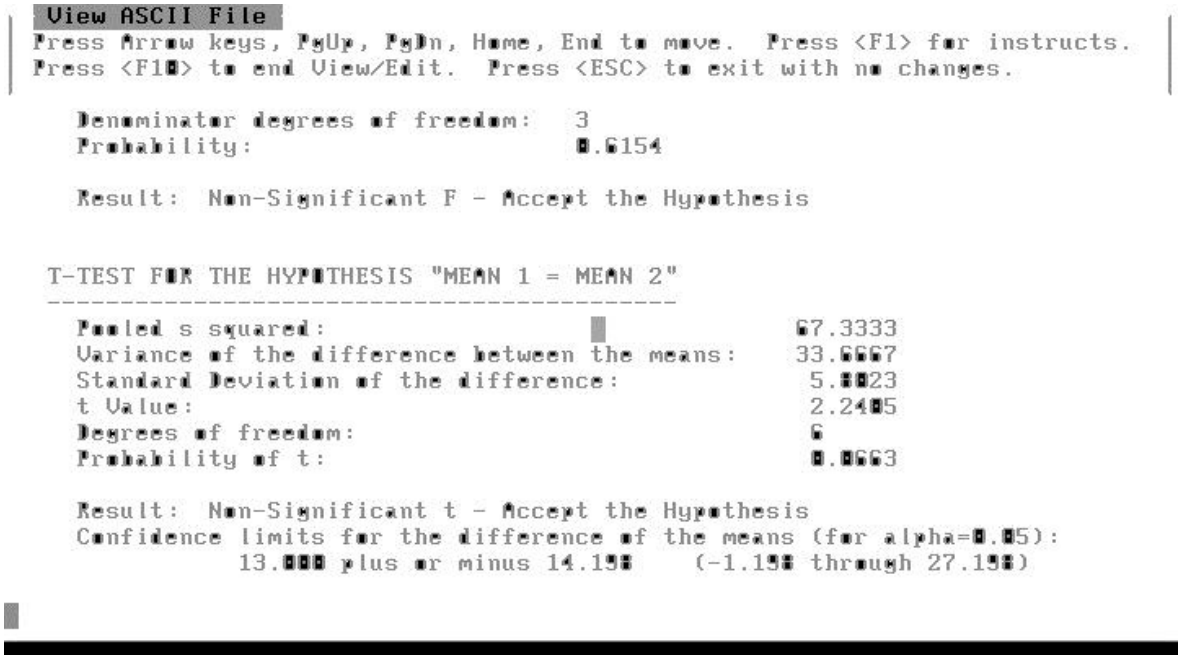
```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.7765

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis


 T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
 -------------------------------------------
   Pooled s squared:                              56.6667
   Variance of the difference between the means:  28.3333
   Standard Deviation of the difference:           5.3229
   t Value:                                       -5.0724
   Degrees of freedom:                             6
   Probability of t:                               0.0023

   Result:  Significant t - Reject the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
            27.000 plus or minus 13.025    (13.975 through 40.025)
```

ภาพผนวกที่ 8 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSA3+&k0S
   Title:

   Function: T-TEST

 SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
 ----------                           ----------
   Variable 1 : 1                       Variable 3 : 3
   Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
   Mean:                  96.00         Mean:                 110.00
   Variance:              66.67         Variance:              00.00
   Standard Deviation:     8.16         Standard Deviation:    9.38

 F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
 ---------------------------------------------------
   F Value:                           1.3200
   Numerator degrees of freedom:      3
   Denominator degrees of freedom:    3
```

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.8245

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis

 T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
 -------------------------------------------
   Pooled s squared:                          77.3333
   Variance of the difference between the means:   38.6667
   Standard Deviation of the difference:           6.2183
   t Value:                                       -2.2514
   Degrees of freedom:                             6
   Probability of t:                               0.0653

   Result:  Non-Significant t - Accept the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
            14.000 plus or minus 15.216    (-1.216 through 29.216)
```

ภาพผนวกที่ 9 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวงเมล็ด ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกนาดำ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

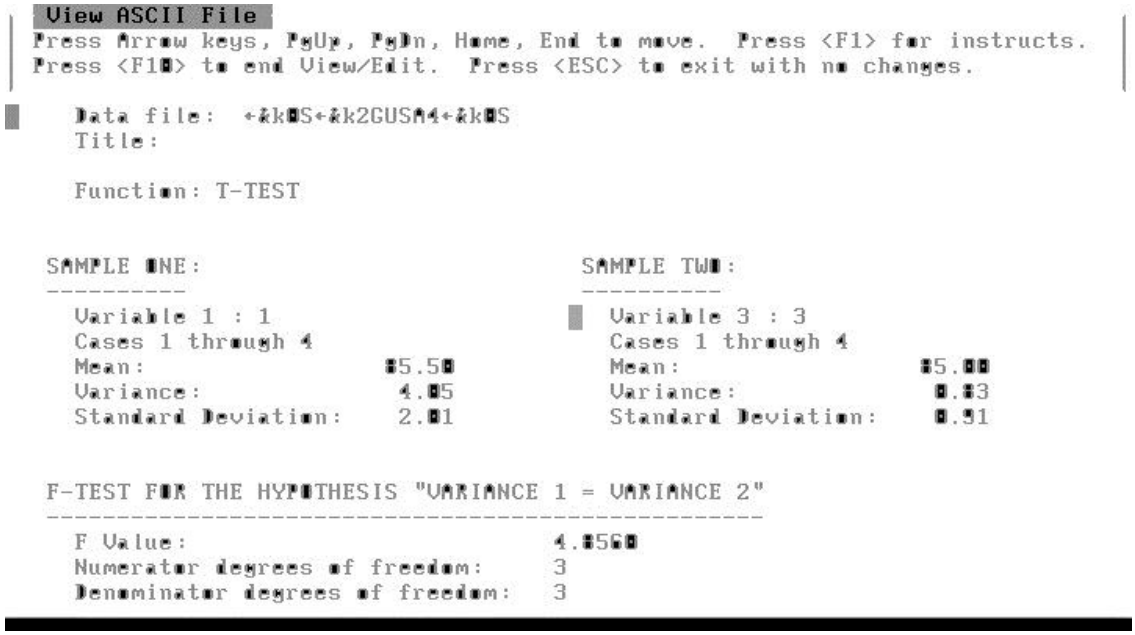


ภาพผนวกที่ 10 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่าน

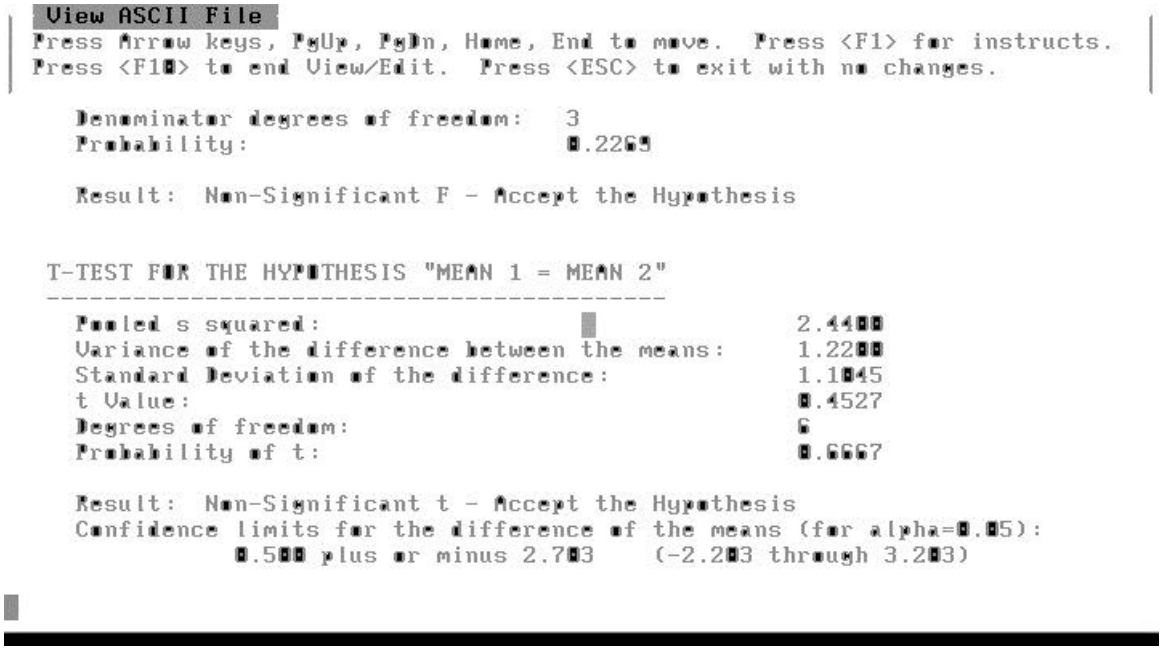
```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  +&k0S+&k2GUSM4+&k0S
   Title:

   Function: T-TEST

SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
----------                           ----------
  Variable 1 : 1                       Variable 2 : 2
  Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
  Mean:                 05.50          Mean:                06.20
  Variance:              4.05          Variance:             2.19
  Standard Deviation:    2.01          Standard Deviation:   1.48

F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
---------------------------------------------------
  F Value:                          1.8450
  Numerator degrees of freedom:     3
  Denominator degrees of freedom:   3
```

```
 View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.6275

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis

T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
-------------------------------------------
  Pooled s squared:                          3.1200
  Variance of the difference between the means:     1.5600
  Standard Deviation of the difference:             1.2490
  t Value:                                         -0.5605
  Degrees of freedom:                               6
  Probability of t:                                 0.5955

  Result:  Non-Significant t - Accept the Hypothesis
  Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
            0.700 plus or minus 3.056    (-2.356 through 3.756)
```

ภาพผนวกที่ 11 รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบนาหว่านและนาดำ

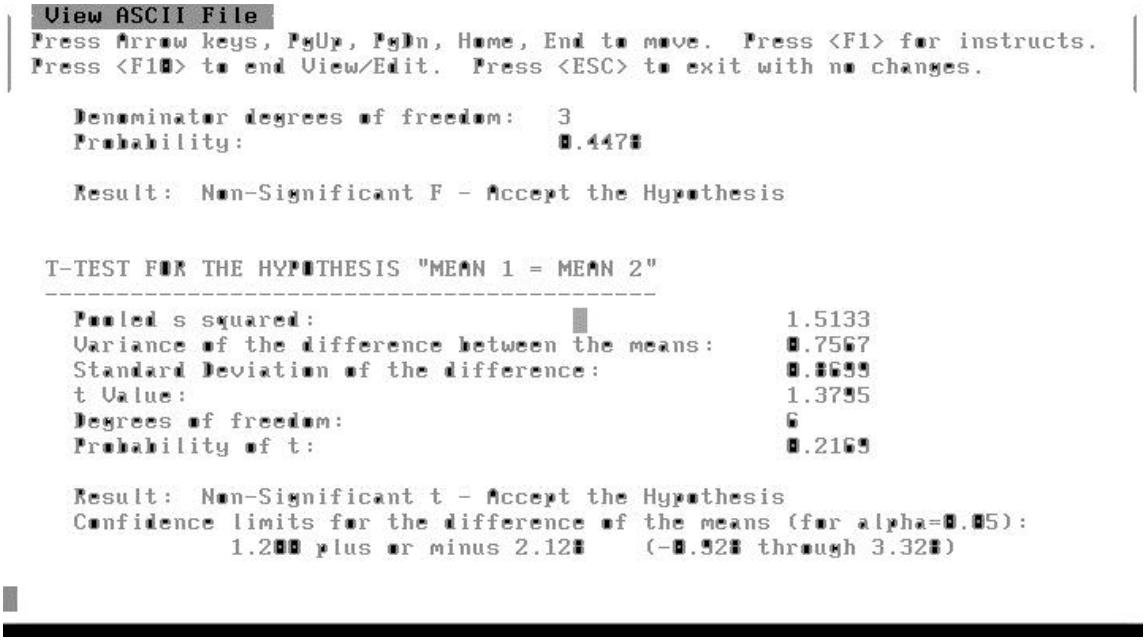


```
View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Data file:  ←&k0S←&k2GUSA4←&k0S
   Title:

   Function: T-TEST

  SAMPLE ONE:                          SAMPLE TWO:
  ----------                           ----------
    Variable 1 : 1                       Variable 3 : 3
    Cases 1 through 4                    Cases 1 through 4
    Mean:                  05.50         Mean:                  05.00
    Variance:               4.05         Variance:               0.03
    Standard Deviation:     2.01         Standard Deviation:     0.91

  F-TEST FOR THE HYPOTHESIS "VARIANCE 1 = VARIANCE 2"
  ---------------------------------------------------
    F Value:                                4.0560
    Numerator degrees of freedom:           3
    Denominator degrees of freedom:         3
```



```
View ASCII File
Press Arrow keys, PgUp, PgDn, Home, End to move.  Press <F1> for instructs.
Press <F10> to end View/Edit.  Press <ESC> to exit with no changes.

   Denominator degrees of freedom:   3
   Probability:                      0.2265

   Result:  Non-Significant F - Accept the Hypothesis


T-TEST FOR THE HYPOTHESIS "MEAN 1 = MEAN 2"
-------------------------------------------
   Pooled s squared:                                  2.4400
   Variance of the difference between the means:      1.2200
   Standard Deviation of the difference:              1.1045
   t Value:                                           0.4527
   Degrees of freedom:                                6
   Probability of t:                                  0.6667

   Result:  Non-Significant t - Accept the Hypothesis
   Confidence limits for the difference of the means (for alpha=0.05):
             0.500 plus or minus 2.703    (-2.203 through 3.203)
```

ภาพผนวกที่ 12รายละเอียดการวิเคราะห์ t-test การจับคู่เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกนาดำ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 300 กิโลกรัมต่อไร่ปลูกแบบนาหว่าน



ภาพผนวกที่ 13 พิธีเปิดโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 14 พิธีเปิดงานไถกลบตอซังของโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 15 พิธีเปิดโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 16 การฝึกอบรมผู้นำเกษตรกรโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 17 แปลงทดลองสาธิตนาดำโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 18 แปลงทดลองสาธิตนาหว่านโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 19 แปลงทดลองสาธิตของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 20 แปลงทดลองสาธิตของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ภาพผนวกที่ 21 เก็บเกี่ยวผลผลิตแปลงทดลองสาธิตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาพผนวกที่ 22 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ภาพผนวกที่ 23 เกษตรกรนวดข้าวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตต่อไร่ในแปลงทดลองสาธิต