ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
หลักสูตรปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในชุดดินบางกอกที่ปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์

The Increasing of Green Manuring and Rock Phosphate to Growth and Yield of Rice (Khao Dawk Mali 105, KDL105) on Bangkok Soil Series under Organic Agricultural System

โดย

นางสาวภัทรสุดา รองแก้ว
นางสาวสิริวรรณ บุตรสามาลี

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล ถวิลถึง)
อาจารย์ที่ปรึกษา

หลักสูตรรับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)
ประธานบริการหลักสูตรปฐพีวิทยา

23 / พ.ย. / 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในชุดดินบางกอกที่ปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์

The Increasing of Green Manuring and Rock Phosphate to Growth and Yield of Rice (Khao Dawk Mali 105, KDL105) on Bangkok Soil Series under Organic Agricultural System

โดย

นางสาวภัทรสุดา รองแก้ว
นางสาวสิริวรรณ บุตรสามาลี

เสนอ
หลักสูตรปฐพีวิทยา
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่องภาษาไทย	ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในชุดดินบางกอกที่ปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ	The Increasing of Green Manuring and Rock Phosphate to Growth and Yield of Rice (Khao Dawk Mali 105, KDL105) on Bangkok Soil Series under Organic Agricultural System
โดย	นางสาวภัทรสุดา รองแก้ว
	นางสาวสิริวรรณ บุตรสามาลี
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
หลักสูตร	ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.นุกูล ถวิลถึง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ และผลต่อคุณสมบัติของดิน โดยทำการทดลองในกระถางวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) ประกอบด้วย 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีการใส่ปุ๋ยตามอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ (N-P_2O_5-K_2O, 8-5-2) ดังนี้ (i) อัตราปุ๋ย 1 เท่า (ii) อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า (iii) อัตราปุ๋ย 2 เท่า (iv) อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า (v) อัตราปุ๋ย 3 เท่า (vi) อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า (vii) อัตราปุ๋ย 4 เท่า (viii) อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า และ (ix) อัตราปุ๋ย 5 เท่า โดยใช้ชุดดินบางกอก จำนวน 15 kg/กระถาง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตตามอัตราที่กำหนดก่อนการปลูกข้าว 7 วัน ปลูกข้าวโดยใช้ต้นกล้าอายุ 1 เดือน จำนวน 4 ต้นต่อจับ รักษาระดับน้ำกระถางให้อยู่ในระดับ 5 ซม. ทำการกำจัดโรคแมลงโดยใช้น้ำส้มควันไม้น้ำยาใบสูบ เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวอายุครบ 50 วัน เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตของข้าว องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว ผลผลิตของข้าว ความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงของธาตุอาหาร และวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน

จากการทดลองพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อ pH ของดิน, อินทรียวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) มีความแตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียม (K) ในดิน โดยพบว่า pH ของดิน ในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 เท่า มี pH สูงสุด (6.89) ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 4 เท่า ให้ปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด (2.14%) ตำรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด (87.7 mg/kg, 2697 mg/kg) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมพบว่า สูงที่สุดในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 เท่า (2550 mg/kg) ส่วนองค์ประกอบของผลผลิตข้าวพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้ความสูง และจำนวนรวงมีความแตกต่างกันแต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนัก 1000 เมล็ด และเปอร์เซ็นเมล็ดเต็ม โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จาก 3 ถึง 5 เท่า ให้ความสูงและจำนวนรวงใกล้เคียงกัน โดยพบความสูงอยู่ในช่วง 135-139 ซม. และจำนวนรวงอยู่ในช่วง 37.3-47.6 รวงต่อกระถาง ส่วนน้ำหนัก 1000 เมล็ด เฉลี่ย 23.9 กรัม และเปอร์เซ็นเมล็ดเต็มเฉลี่ย 84.0 กรัม ส่วนผลผลิตของข้าวพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟาง อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่ 3 ถึง 5 เท่า ให้น้ำหนักเมล็ดไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตตั้งแต่ 1493-1643 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนน้ำหนักฟางพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้น้ำหนักฟางสูงที่สุด 1981 กิโลกรัมต่อไร่ กรณีของสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟางพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่ 1.5 ถึง 4.5 เท่า มีค่าใกล้เคียงกัน (0.9-1.01) ส่วนผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงธาตุอาหาร พบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ไม่ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (N, P, K) ในเมล็ดและฟางข้าวแตกต่างกัน โดยพบว่ามีความเข้มข้นของ N, P, K เฉลี่ย 0.857, 0.538, 0.413% สำหรับเมล็ด และ 0.298, 0.578, 2.54% สำหรับฟาง ส่วนการดูดดึงธาตุอาหารของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า มีการเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้อัตราการดูดดึงธาตุอาหารสูงที่สุด ซึ่งมีการดูดดึง N, P, K 14.20, 8.26, 5.54 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับเมล็ด 7.47, 56.06, 54.70 สำหรับฟางตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุกูล ถวิลถึง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ปรึกษา ชี้แนะ ติดตามความก้าวหน้าในการจัดทำปัญหาพิเศษ ให้ความช่วยเหลือหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของอาจารย์ที่ปรึกษาท่านนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำให้กำลังใจ ตลอดการศึกษาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการทดลอง และอำนวยความสะดวกด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการทดลองเป็นอย่างดี

ขอบคุณและขอบใจ พี่ เพื่อน และน้องภาควิชาปฐพีวิทยาทุกคน ที่คอยถามไถ่ด้วยความห่วงใย และเป็นกำลังใจตลอดเวลา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจสำคัญ จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ภัทรสุดา รองแก้ว

สิริวรรณ บุตรสามาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทยัดย่อ	III
คำนิยม	V
สารบัญเรื่อง	VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาคผนวก	IX
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	25
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของข้าวขาวดอกมะลิ 105	9
1.2	สมบัติของดินชุดบางกอก	10
1.3	แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นบน (0–25 ซม.) และดินชั้นล่าง (25–50 ซม.) ของพื้นที่ทั้งหมดในประเทศไทย ยกเว้นพื้นที่น้ำและพื้นที่ภูเขา	12
1.4	อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อปริมาณธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีของดิน	14
1.5	อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดิน	15
1.6	แสดงอิทธิพลของระบบการปลูกพืชต่อคุณภาพเมล็ดถั่วเหลือง	17
1.7	ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อปริมาณและคุณภาพพริก (*Capsicum annuum L.*)	17
1.8	คุณสมบัติของดินในระบบเกษตรอินทรีย์กับระบบเกษตรเคมี	19
1.9	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและกำมะถันในดินฟาร์มระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเคมี	20
1.10	อิทธิพลระบบการปลูกพืชต่อความสมบูรณ์ คุณสมบัติทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของดิน และจุลินทรีย์ดินที่ระดับความลึก 0 – 10 ซม.	21
1.11	คุณสมบัติของดินปลูกพืชอาหารสัตว์ระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเกษตรเคมี	23
2.1	วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และ Rock Phosphate	28
3.1	ค่าการวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการปลูก	33
3.2	ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อความเขียวของข้าว	34
3.3	ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อจำนวนกอของข้าว	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.4 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว	36
3.5 ผลผลิตของข้าว	38
3.6 ความเข้มข้นของธาตุอาหาร	39
3.7 การดูดดึงของธาตุอาหาร	40
3.8 ค่าการวิเคราะห์สมบัติดินสมบัติดินหลังการปลูก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงค่าการวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการปลูก	48
2	แสดงผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อความเขียวของข้าว	49
3	แสดงผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อจำนวนกอของข้าว	50
4	แสดงองค์ประกอบของผลผลิตของข้าว	51
5	แสดงผลผลิตของข้าว	52
6	แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหาร	53
7	แสดงการดูดดึงของธาตุอาหาร	54
8	แสดงค่าการวิเคราะห์สมบัติดินสมบัติดินหลังการปลูก	55
9	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว	56
10	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตของข้าว	71
11	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลผลผลิต	77
12	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงของธาตุอาหาร	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
13	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลค่าการวิเคราะห์สมบัติดินสมบัติดินหลังการปลูก	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

เกษตรอินทรีย์เป็นระบบการเกษตรทางเลือก (Alternative Agriculture) เป็นระบบการผลิตซึ่งคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม การรักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ (Langley et al., 1983;Klonsky and Totrte, 1998; Thompson, 1998; Bulluck et al., 2002) ในการผลิตพืชภายใต้ระบบการเกษตรอินทรีย์นั้น ผลผลิตที่ได้จะต้องมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม คือ ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด เช่น สารเคมีป้องกันและกำจัดโรค แมลงศัตรูพืชและวัชพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชรวมถึงปุ๋ยเคมีด้วย ดังนั้นวิธีที่จะเพิ่มธาตุอาหารในดินเพื่อรักษาผลผลิตของพืชให้ยั่งยืนจึงต้องอาศัยการทดแทนโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และวัสดุธรรมชาติบางชนิดเท่านั้น(ออมทรัพย์, 2546)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินจะมีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์โดยรวมดีขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งดินมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Doran, 1995; Drinkwater,et al., 1995; Bulkuck et al., 2002; Berry and Karlen, 1993; Liebig and Doran, 1999) ระบบการเกษตรภายใต้ระบบการเกษตรแบบอินทรีย์นั้นต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และวัสดุธรรมชาติแทนการใช้ปุ๋ยเคมีนั้น ยังมีข้อจำกัดของวิธีการจัดการและคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หลายอย่าง เช่น ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารและเวลาที่ใช้ย่อยสลาย (mineralization) แตกต่างกัน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ปริมาณธาตุอาหารต่อหน่วยน้ำหนักต่ำ ซึ่งเวลาใช้จริงในไร่นาจะทำให้ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากจึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์อาจมีธาตุอาหารบางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และปุ๋ยอินทรีย์ยังมีปริมาณธาตุอาหารต่างๆไม่แน่นอนซึ่งขึ้นอยู่กับสถานที่และฤดูปลูก ยกตัวอย่างเช่น ในการใช้ปุ๋ยพืชสด เกษตรกรจะต้องเตรียมแปลงปลูกพืชสำหรับใช้ทำเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนการปลูกพืชหลักเสียก่อน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยสภาพแวดล้อมในการจัดการและเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น คือ ธาตุไนโตรเจน ขณะที่ธาตุอาหารชนิดอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและธาตุอาหารรองอาจจะมีในปริมาณที่จำกัด ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความไม่สมดุลของปริมาณธาตุอาหารโดยรวม (Nguyen et al., 1995; Greenland, 2000; Loes and Ogaard, 2001; Gosling and Shepherd, 2005) จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้แนะนำให้มีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ก่อนนำไปใช้เพื่อเป็นการใช้ในปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์นั้นต้องอาศัยผู้ชำนาญการเพราะเครื่องมือในการวิเคราะห์มีราคาสูงและต้องใช้ห้องปฏิบัติที่ได้รับมาตรฐาน ซึ่งในทางปฏิบัติอาจทำได้ยากและจะเป็นการเพิ่มภาระของค่าใช้จ่ายสำหรับเกษตรกรด้วย จากปัญหาและอุปสรรคที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะเป็นสาเหตุทำให้ดินภายใต้ระบบการเกษตรอินทรีย์ไม่มีการจัดการที่ดีพอ และถ้าหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำอยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้ดินมีสมบัติที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (มานัสและคณะ, 2547; Trewavas, 2004) หรือถ้ากรณีที่ดำเนินการไปแล้วเป็นระยะเวลายาวนาน อาจจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืชต่างๆที่อยู่สะสมในดินเกิดความไม่สมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน ซึ่งธาตุอาหารบางชนิดที่สะสมอยู่ในดินในปริมาณมากเกินไปก็อาจจะเคลื่อนย้ายไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ซึ่งในที่สุดอาจจะส่งผลเสียต่อคุณภาพ ปริมาณของผลผลิตของพืชและสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันผลิตผลของเกษตรแบบอินทรีย์กำลังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีโอกาสที่จะเพิ่มศักยภาพในการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์เพื่อจำหน่ายภายในประเทศและออกสู่ตลาดโลกได้ โดยเฉพาะการผลิตข้าวอินทรีย์ (Organic rice) ข้าวเป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic Farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต หากมีความจำเป็น แนะนำให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติและสารสกัดจากพืชที่ไม่มีพิษต่อคน หรือไม่มีสารพิษตกค้างปนเปื้อนในผลิตผลในดินและน้ำขณะเดียวกันเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ทำให้ได้ผลิตผลข้าวที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยจากอันตรายของผลตกค้างสงผลให้ผู้บริโภคมีสุขอนามัยและคุณภาพชีวิตที่ดี อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ในปัจจุบัน ยังมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นถ้าหากมีการศึกษาผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในระดับที่สูงขึ้นอาจจะสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้มากกว่าในสภาพปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวภายใต้การปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) การตรวจเอกสาร

1.1 ข้าวอินทรีย์ (Organic rice)

ข้าวอินทรีย์ (Organic rice) เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic Farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่างๆเป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต หากมีความจำเป็นแนะนำให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติ และสารสกัดจากพืชที่ไม่มีพิษต่อคน หรือไม่มีสารพิษตกค้างปนเปื้อนในผลิตผลในดินและน้ำ ในขณะเดียวกันก็เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมทำให้ได้ผลิตผลข้าวที่มีคุณภาพดีปลอดภัยจากอันตรายของผลตกค้างส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขอนามัยและคุณภาพชีวิตที่ดี

ข้าวอินทรีย์เป็นการผลิตข้าวที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด หรือสารสังเคราะห์ต่างๆ รวมไปถึงปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืชในทุกขั้นตอนการผลิตเน้นการใช้สารอินทรีย์จากธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดในการขยายตัวของการผลิต คือ ความเข้มงวดในการตรวจสอบรับรองว่าเป็นข้าวอินทรีย์อย่างแท้จริง ซึ่งไทยได้กำหนดมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ในปี 2543 และจัดตั้งสำนักงานมาตรฐานอินทรีย์เพื่อเป็นองค์กรในการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานพืชอินทรีย์

1.2 สถานการณ์การผลิตข้าวอินทรีย์ในประเทศไทย

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 เป็นต้นมา กรมวิชาการเกษตรได้ให้การสนับสนุนบริษัทในเครือสยามไชยวิวัฒน์และบริษัทในเครือนครหลวงค้าข้าวจำกัดดำเนินการผลิตข้าวอินทรีย์โดยให้คำปรึกษาแนะนำ และประสานงานกับทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง มีเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือโดยเฉพาะจากจังหวัดพะเยา และเชียงรายขอเข้าร่วมโครงการเป็นจำนวนมาก หลังจากได้คัดเลือกเกษตรกรที่มีคุณสมบัติเหมาะสมไว้เพียงบางส่วนเพื่อเข้าร่วมโครงการแล้วได้มีการชี้แจงให้เกษตรกรเข้าใจหลักการและขั้นตอนการผลิตข้าวอินทรีย์ที่ถูกต้อง การจัดทำข้อตกลงและการยอมรับนำไปปฏิบัติตามหลักการการผลิตข้าวอินทรีย์ รวมทั้งจัดนักวิชาการออกติดตามให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนของการผลิต จากการดำเนินงานตั้งแต่ฤดูกาลผลิตปี 2535 เป็นต้นมา มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการประมาณปีละ 100 รายในพื้นที่ประมาณ 4,000 ไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 400-500 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตรวมประมาณปีละ 2,000 ตัน นอกจากนี้ยังมีองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ให้การสนับสนุนเกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ ผลิตข้าวอินทรีย์รวมทั้งมีบริษัทเอกชนผลิตข้าวอินทรีย์จำหน่ายโดยตรง เช่น บริษัทลัดดาจำกัด เป็นต้น

1.3 หลักการผลิตข้าวอินทรีย์

การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิดเป็นต้นว่าปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดจนสารเคมีที่ใช้รมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บการผลิตข้าวอินทรีย์นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจากสารพิษแล้วยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน

การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุอินทรีย์ในไร่นาหรือจากแหล่งอื่นควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมมีความต้านทานโดยธรรมชาติรักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว เพื่อทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น การปฏิบัติเช่นนี้ก็สามารถทำให้ต้นข้าวที่ปลูกให้ผลผลิตสูงในระดับที่น่าพอใจ

หลักการและวิธีการผลิตข้าวอินทรีย์มีดังนี้

1) **การเลือกพื้นที่ปลูก** เลือกพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูง ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูก ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูง และห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร พื้นที่ที่จะใช้ในการผลิตข้าวโดยปกติมีการตรวจสอบหาสารตกค้างในดินหรือในน้ำ

2) **การเลือกใช้พันธุ์ข้าว** พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกและให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ต้านทานโรค แมลงที่สำคัญ และมีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์ การผลิตข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ขาวดอกมะลิ และ กข ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่มีคุณภาพเมล็ดดีเป็นพิเศษ

3) **การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว** เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตจากแปลงผลิตพันธุ์ข้าวที่ได้รับการดูแลอย่างดี มีความงอกแรงผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช หากจำเป็นต้องป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์อนุโลมให้นำมาแช่ในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำก่อนนำไปปลูก

4) **การเตรียมดิน** วัตถุประสงค์หลักของการเตรียมดิน คือสร้างภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว ช่วยควบคุมวัชพืช โรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าวบางชนิด การเตรียมดินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติดินและสภาพแวดล้อมในแปลงนาก่อนปลูกโดยการไถดะ ไถแปร คราด และทำเทือก

5) **วิธีการปลูก** การปลูกข้าวแบบปักดำ จะเหมาะสมที่สุดกับการผลิตข้าวอินทรีย์ เพราะการเตรียมดิน ทำเทือก การรักษาระดับน้ำขังในนาจะช่วยควบคุมวัชพืชได้ และการปลูกกล้าข้าวลงดินจะช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ข้าวสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย เนื่องจากในการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิด โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี จึงแนะนำให้ใช้ระยะปลูกถี่กว่าระยะปลูกที่แนะนำสำหรับการปลูกข้าวโดยทั่วไปเล็กน้อย คือ ประมาณ 20x20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 5 ต้นต่อกอ และใช้ระยะปลูกแคบกว่านี้ หากดินนามีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ในกรณีที่ต้องปลูกล่าหรือปลูกหลังจากช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวแต่ละพันธุ์ และมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน แนะนำให้เปลี่ยนไปปลูกวิธีอื่นที่เหมาะสม

6) การจัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ การจัดการดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้วัสดุอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

6.1) การจัดการดิน

ก. ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรียวัตถุ และจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์

ข. ไม่นำชิ้นส่วนของพืชที่ไม่ใช้ประโยชน์โดยตรงออกจากแปลงนาแต่ควรนำวัสดุอินทรีย์จากแหล่งใกล้เคียงใส่แปลงนาให้สม่ำเสมอทีละเล็กละน้อย

ค. เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินโดยการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วในที่ว่างในบริเวณพื้นที่นาตามความเหมาะสม แล้วใช้อินทรียวัตถุที่เกิดขึ้นในระบบไร่นาให้เกิดประโยชน์ ต่อการปลูกข้าว

ง. ไม่ควรปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่าก่อนการปลูกข้าวและหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว แต่ควรปลูกพืชคลุมดินโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วพร้า โสน เป็นต้น

จ. ป้องกันการสูญเสียหน้าดินเนื่องจากการชะล้าง โดยใช้วัสดุคลุมดิน พืชคลุมดิน และควรมีการไถพรวนอย่างถูกวิธี

ฉ. ควรวิเคราะห์ดินนาทุกปี แล้วแก้ไขภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ประมาณ 5.5 - 6.5) ถ้าพบว่าดินมีความเป็นกรดสูง แนะนำให้ใช้ปูนมาร์ล ปูนขาว หรือขี้เถ้าไม้ปรับปรุงสภาพดิน

6.2) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ทุกชนิด และพยายามแสวงหาปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติมาใช้อย่างสม่ำเสมอ ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติที่ควรใช้ ได้แก่

ก. ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ ได้แก่มูลสัตว์ต่างๆ ซึ่งอาจนำมาจากภายนอก หรือจัดการผลิตขึ้นในบริเวณไร่นา นอกจากนี้ท้องนาในชนบทหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมักจะปล่อยให้เป็นที่เลี้ยงสัตว์ โดยให้แทะเล็มตอซังและหญ้าต่างๆ มูลสัตว์ที่ถ่ายออกมาปะปนกับเศษซากพืช ก็จะเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ปุ๋ยหมัก ควรจัดทำในพื้นที่นาหรือบริเวณที่อยู่ไม่ห่างจากแปลงนามากนัก เพื่อความสะดวกในการใช้ ควรใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อช่วยการย่อยสลายได้เร็วขึ้น และเก็บรักษาให้ถูกต้องเพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร

ค. ปุ๋ยพืชสด ควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ควรปลูกก่อนการปักดำข้าว ในระยะเวลาพอสมควร เพื่อให้ต้นปุ๋ยพืชสดมีช่วงการเจริญเติบโตเพียงพอที่จะผลิตมวลพืชสดได้มาก มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนสูงและไถกลบต้นปุ๋ยพืชสดก่อนการปลูกข้าวตามกำหนดเวลา เช่น โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) ควรปลูกก่อนปักดำข้าวประมาณ 70 วัน โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 7 กิโลกรัมต่อไร่ หากจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสช่วยเร่งการเจริญเติบโต แนะนำให้ใช้หินฟอสเฟตบดละเอียดใส่ตอนเตรียมดินปลูก แล้วไถกลบต้นโสนขณะมีอายุประมาณ 55 วันหรือก่อนการปักดำข้าวประมาณ 15 วัน

6.3) การใช้อินทรียวัตถุบางอย่างทดแทนปุ๋ยเคมี

ก. แหล่งธาตุไนโตรเจนเช่น แหนแดง สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว กากเมล็ดสะเดา เลือดสัตว์แห้ง กระดูกป่น เป็นต้น

ข. แหล่งธาตุฟอสฟอรัส เช่น หินฟอสเฟต กระดูกป่น มูลไก่ มูลค้างคาว กากเมล็ดพืช ขี้เถ้าไม้ สาหร่ายทะเล เป็นต้น

ค. แหล่งธาตุโพแทสเซียม เช่น ขี้เถ้า และหินปูนบางชนิด

ง. แหล่งธาตุแคลเซียม เช่น ปูนขาว โดโลไมท์ เปลือกหอยป่น กระดูกป่น เป็นต้น

7) **ระบบการปลูกพืช** ปลูกข้าวอินทรีย์เพียงปีละครั้ง โดยเลือกช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมกับข้าวแต่ละพันธุ์ และปลูกพืช หมุนเวียนโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วก่อนและหลังการปลูกข้าว อาจปลูกข้าวอินทรีย์ร่วมกับพืชตระกูลถั่ว ก็ได้ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม

8) **การควบคุมวัชพืช** หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิดในการควบคุมวัชพืช แนะนำให้ควบคุมวัชพืชโดยวิธีกล เช่น การเตรียมดินที่เหมาะสม วิธีการทำนาที่ลดปัญหาวัชพืช การใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน การถอนด้วยมือ วิธีเขตกรรมต่างๆ การใช้เครื่องมือ รวมทั้งการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

9) **การป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูพืช** หลักการสำคัญของการป้องกันกำจัดโรคแมลง และสัตว์ศัตรูข้าวในการผลิตข้าวอินทรีย์ มีดังนี้

ก. ไม่ใช้สารสังเคราะห์ในการป้องกันกำจัดโรคแมลง และสัตว์ศัตรูข้าวทุกชนิด

ข. ใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน

ค. การปฏิบัติด้านเขตกรรม เช่น การเตรียมแปลง กำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม ใช้อัตรา เมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคแมลง และสัตว์ศัตรูข้าว การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสมดุลของธาตุอาหารพืชการจัดการน้ำ เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดี สมบูรณ์และแข็งแรง สามารถลดการทำลายของโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับการระบายของโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เช่น การจำจัดวัชพืช การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคโดยใช้ปูนขาว หรือกำมะถันผงที่ไม่ ผ่านกระบวนการทางเคมี และควรปรับสภาพดินไม่ให้เหมาะสมกับการระบาดของโรค

จ. การรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ โดยส่งเสริมการเผยแพร่ขยายปริมาณของแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และศัตรูธรรมชาติ เพื่อช่วยควบคุมแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว

ฉ. การปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา เช่น ตะไคร้หอม

ช. หากมีความจำเป็นอนุญาตให้ใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม ใบแคฝรั่ง เป็นต้น

ซ. ใช้วิธีกล เช่น ใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก ใช้กาวเหนียว

ฌ. ในกรณีที่ใช้สารเคมีกำจัดควรกระทำโดยทางอ้อม เช่นนำไปผสมกับเหยื่อล่อในกับดักแมลง หรือใช้สารพิษกำจัดสัตว์ศัตรูข้าว ซึ่งจะต้องใช้อย่างระมัดระวัง และต้องกำจัดสารเคมีที่เหลือรวมทั้งศัตรูข้าวที่ถูกทำลายโดยเหยื่อพิษอย่างถูกวิธี หลังจากปฏิบัติเสร็จแล้ว

10) **การจัดการน้ำ**ระดับน้ำมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางลำต้น และการให้ผลผลิตของข้าวโดยตรง ในระยะปักดำจนถึงแตกกอ ถ้าระดับน้ำสูงมากจะทำให้ต้นข้าวสูงเพื่อหนีน้ำทำให้ต้นอ่อนแอและล้มง่าย ในระยะนี้ควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ประมาณ 5 เซนติเมตร แต่ถ้าต้นขาดน้ำจะทำให้วัชพืชเติบโตแข่งกับต้นข้าวได้ ดังนั้นระดับน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดฤดูปลูกควรเก็บรักษาไว้ที่ประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7 - 10 วัน จึงระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน และพื้นนาแห้งพอเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว

1.4 ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa L.* อยู่ในวงศ์ Gramineae ข้าวหอมมะลิอินทรีย์เป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าวในทุกขั้นตอนการผลิต และในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต (สถาบันวิจัยข้าว,2547) ลักษณะทั่วไปของข้าวขาวดอกมะลิ105 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง ต้นข้าวสูงประมาณ 140-150 เซนติเมตรข้าวจะออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม และสุกแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายน ของทุกปี เปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลส ประมาณ 12-17% ให้ผลผลิตเฉลี่ยทั่วประเทศ 363 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร,2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. เป็นข้าวต้นสูง เก็บเกี่ยวง่าย 2. ทนแล้งได้ดีพอสมควร ปลูกเป็นข้าวไร่ได้ 3. เมล็ดข้าวสารใส แข็งแกร่ง คุณภาพการขัดสีดี 4. คุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม และอ่อนนิ่ม 5. อายุค่อนข้างเบา เก็บเกี่ยวได้เร็ว 6. ขายได้ราคาดีกว่าข้าวพันธุ์อื่น 7. นวดง่าย เนื่องจากเมล็ดหลุดร่วงจากรวงง่าย 8. ทนต่อดินเปรี้ยวและดินเค็ม	1. ต้นข้าวอ่อน ล้มง่าย ปลูกได้เฉพาะนาปีเท่านั้น (เนื่องจากเป็นข้าวที่ไวต่อแสง) 2. น้ำหนักเมล็ดเบา ผลผลิตค่อนข้างต่ำ 3. ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคไหม้ โรคใบสีส้ม โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคใบหงิก(จู๋) 4. ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และ หนอนกอ 5. ทรงกอแผ่ ถ้าแก่สุกงอมเกินไปจะเกี่ยวยาก

ที่มา : วิฑูรย์,2545

1.5 ชุดดินบางกอก (Bangkok Series: Bk)

กลุ่มชุดดินที่ 3

การจำแนกดิน Very-fine, smectitic, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts

การกำเนิด ตะกอนน้ำทะเลผสมกับตะกอนลำน้ำ ซึ่งพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

การซึมผ่านน้ำ ช้า

พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำนา

การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคกลางตอนใต้ และพบบ้างในภาคใต้

การจัดเรียงชั้นดิน Ap-Bssg-Bg-BCg-Cg

ลักษณะและสมบัติของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ มักพบจุดประสีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-6.5) ดินบนตอนล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทาเข้มหรือสีเทาปนน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.0) ดินล่างตอนล่างในระดับความลึก 1-1.5 เมตร จะพบดินเลนสีน้ำเงินที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ มีเปลือกหอยปะปนตลอด จะพบรอยไถลในดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 สมบัติของชุดดินบางกอก

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์
0-25	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินสมุทรปราการ และชุดดินบางเลน

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ มีน้ำท่วมขังในฤดูฝน ลึก 20-30 ซม. นาน 3-4 เดือน

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ทำนา ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้นทั้งยังเพิ่มแร่ธาตุอาหารในดินให้แก่พืชอีกด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน,2548)

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.1 ดินในระบบเกษตรอินทรีย์ควรมีลักษณะและสมบัติอย่างไร

เซอร์ อัลเบร์ต โฮวาร์ด(1943) ได้ศึกษาระบบเกษตรกรรมแบบพื้นเมืองของประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น และอินเดีย พร้อมทั้งวางหลักการเกษตรอินทรีย์ที่สำคัญไว้เป็นครั้งแรก โดยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของดิน"สุขภาพที่ดีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนพื้นโลก สุขภาพที่ดีมีความเกี่ยวข้องกับดิน พืช สัตว์ และมนุษย์ ซึ่งจะเชื่อมโยงประสานซึ่งกันและกัน ความอ่อนแอและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับดิน จะมีผลกระทบตามมาต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมด" (วรรณลดา, 2545) เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบเกษตรกรรมแบบองค์รวม ที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน การรักษาแหล่งน้ำให้สะอาด และความหลากหลายทางชีวภาพ ทำการผลิตโดยอาศัยหลักการและขบวนการของระบบนิเวศ (วิฑูรย์และเจษณี, 2546)

พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ (มีธาตุอาหารพืชต่างๆในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมและสมดุล) เป็นตัวชี้วัดถึงความสำเร็จในการผลิตพืชอินทรีย์สูง(กรมวิชาการเกษตร, 2543) โดยเฉพาะดินที่เกิดขึ้นตามสภาพธรรมชาติภายใต้ป่าปกคลุม มีดินชั้นบนลึก 15-30 ซม. จะมีอินทรียวัตถุอยู่มากและยังไม่เคยถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนจากมนุษย์(สรสิทธิ์ และคณะ,2540) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของดินกับป่า โดยเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินในป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้งในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นป่าที่มีความสำคัญ และเป็นตัวแทนของป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กฤตยาภรณ์ และคณะ, 2546) ผลการศึกษา คุณลักษณะทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความพรุน การซาบซึมน้ำ และความชื้นของดิน มีค่าสูงสุดในป่าดิบแล้ง ส่วนปริมาณกรวด และความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูงสุดในป่ารอยต่อ คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าสูงสุดในป่าเต็งรัง อินทรียวัตถุในดินมีอิทธิพลอย่างสูงในการควบคุมและกำหนดสมบัติทางเคมีของดิน กายภาพ และทางชีวภาพของดิน Hodges(1991) วิจัยถึงบทบาทของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในฟาร์มเกษตรอินทรีย์ และได้ข้อสรุปว่า อินทรียวัตถุในดินเป็นหัวใจสำคัญของความอุดมสมบูรณ์ของดินในการทำเกษตรอินทรีย์ อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั่วประเทศขณะนี้ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่าร้อยละ 2 ไม่น้อยกว่า 191 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ60 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ(กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) ทำให้ดินมีศักยภาพในการผลิตค่อนข้างต่ำ ในบางพื้นที่เคยได้ผลผลิต 100 ถังต่อไร่ ลดลงเหลือเพียง 30 ถังต่อไร่ อ้อยจากที่เคยได้ผลผลิต 15-20 ตันต่อไร่ ก็ลดลงเหลือ 8–9 ตันต่อไร่ หรือมันสำปะหลัง เดิมเคยได้ผลผลิต 4–5 ตันต่อไร่ ลดเหลือเพียง 2 ตันต่อไร่เท่านั้น พานิชย์(2546) ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดได้ว่าดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทยของนวลศรีและคณะ (2544a) ที่เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากการสำรวจดินทั่วประเทศของกรมพัฒนาที่ดิน โดยเลือกเฉพาะสมบัติทางเคมีหลักๆที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน และเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างกลางและระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 96.98 ในดินชั้นบน (0–25 ซม.) และร้อยละ 97.67 ในดินชั้นล่าง (25-50) ของพื้นที่ทั้งหมด โดยไม่นับรวมพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่เป็นภูเขา โดยพบว่าพื้นที่ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งดินบนและดินล่าง กระจายอยู่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 1.3) ส่วนระดับปริมาณธาตุอาหารที่พืชใช้ประโยชน์ได้นั้นจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่และกลุ่มดิน โดยเฉลี่ยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ < 6 มก./กก. สูงถึงร้อยละ 61.7 ในดินชั้นบน และร้อยละ 81.5 ในดินชั้นล่าง (นวลศรีและคณะ,2544b) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้นบนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ส่วนดินชั้นล่างมีน้อยกว่าดินชั้นบน โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสาเหตุสำคัญจากวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ(นวลศรีและคณะ,2544c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นบน (0 – 25 ซม.) และดินชั้นล่าง (25 – 50 ซม.) ของพื้นที่ทั้งหมดในประเทศไทย ยกเว้นพื้นที่น้ำและพื้นที่ภูเขา

ระดับ	ดินชั้นบน(0 – 25 ซม.)		ดินชั้นล่าง(25 – 50 ซม.)	
	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละ
ต่ำ	107,601,406.92	48.71	162,906,124.09	72.93
ปานกลาง	109,035,557.86	48.81	55,264,542.33	24.74
สูง	6,741,159.59	3.02	5,207,457.95	2.33

ที่มา: (ผนวลศรีและคณะ, 2544a)

การปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูง นอกจากดินต้องมีความอุดมสมบูรณ์แล้ว ยังต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอีก 2 อย่างคือ ดินต้องมีสภาพทางกายภาพและสภาพทางเคมีที่เหมาะสม โดยที่ระดับธาตุอาหารพืช สภาพทางกายภาพ และสภาพทางเคมี ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญอย่างเท่าเทียมกันต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่สมบูรณ์ของพืช(สรสิทธิ์และคณะ,2540) ซึ่งแนวคิดนี้ได้รับการยอมรับจาก ปิยะ(2546) ผู้ซึ่งศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินมาอย่างต่อเนื่อง และได้แสดงให้เห็นว่าสภาพทางกายภาพของดินมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสามารถกับการให้ผลผลิตพืชของดิน นอกจากนี้ก็ได้เพิ่มสมบัติทางชีวภาพเข้าไปพร้อมทั้งเรียกดินที่มีสมบัติทั้ง 4 ประการนี้ว่า ผลผลิตดินซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการผลิตพืช ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ จึงมิได้มุ่งเน้นถึงปริมาณแร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการเท่านั้น แต่จะต้องเป็นดินที่มีชีวิต หมายความว่า ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ได้ต้องมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อดินหลายกลุ่ม มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระบบรากพืชในดิน รวมถึงอินทรีย์วัตถุในดินด้วย(วรรณลดา, 2545) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพกับเกษตรอินทรีย์ โดยมุ่งเน้นระบบนิเวศวิทยาของดินเป็นหลัก Scialabba and Hattam (2003) ได้สรุปผลการศึกษาถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศของดินที่มีชีวิตดังนั้น 1) การเกิดดินและสภาพที่ส่งเสริมของดิน ของไส้เดือนดินและปลวกที่ช่วยย่อยซากพืช และทำให้ธาตุอาหารออกซิเจน และน้ำเกิดการหมุนเวียน 2) การจัดการของเสีย โดยแบคทีเรียและเชื้อรา ช่วยเปลี่ยนเศษชิ้นส่วนอินทรีย์สารให้เป็นธาตุอาหาร และลดความเป็นพิษในระบบนิเวศวิทยา 3) ความมีเสถียรภาพของดิน โดยไส้เดือนดิน ปลวก และจุลินทรีย์ดินมีอิทธิพลต่อลักษณะทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดการพังทลายของดินและน้ำท่วมและ 4) การมีมวลชีวภาพในปริมารที่สูง อีกทั้งจำนวนจุลินทรีย์มากมายในดินระบบอินทรีย์ ช่วยเสริมสร้างศักยภาพ การเก็บรักษาคาร์บอนของดิน

1.6.2 อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

อินทรียวัตถุมีบทบาทสำคัญมากต่อการปรับปรุงบำรุงดิน โดยเฉพาะดินเขตร้อนที่มีอินทรียวัตถุต่ำและมีการปลูกพืชติดต่อกันยาวนาน เมื่ออินทรียวัตถุผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยสมบูรณ์แล้วจะกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในดิน (Delate et al., 2003a) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินที่ปลูกพริกอินทรีย์ ด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอัตรา 0, 9 และ 18 กก.N/ไร่ เปรียบเทียบกับดินที่ปลูกพริกด้วยอัตราแนะนำ ตามระบบเกษตรเคมี พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา9 กก.N/ไร่ ไม่ได้ช่วยให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนเตรทและโพแทสเซียมในดินสูงขึ้นแต่เมื่อเพิ่มเป็นอัตรา 18 กก./ไร่ ทั้งที่ใส่ในรูปปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวและปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพอินทรีย์ที่มีแคลเซียม มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้น ระหว่าง 15-32, 21-32, และ 12-27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ขณะที่แปลงใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ มีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวเพิ่มขึ้นเพียง 6-15 และ 8-12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไนเตรทและโพแทสเซียมในดินลดลงไปอีก 8-58 เปอร์เซ็นต์และ 2-15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่1.4) ในทำนองเดียวกันพบว่าการใช้หญ้าสับและ ถั่วโคลเวอร์ (Clover) เป็นวัสดุคลุมดินในแปลงปลูกผักอินทรีย์ ช่วยทำให้ดินบนมีปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น 13, 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม (Riley et al.,2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Manda et al.,2003b) ที่พบว่าดินเคยปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ติดต่อกันมาไม่น้อยกว่า 3 ปี จะมีอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเด่นชัด ทั้งในดินบน (0-15 ซม.) และดินล่าง (15 -30 ซม.) สำหรับปริมาณไนโตรเจนนั้นพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ดินบนมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 13.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เพิ่มขึ้น 1.9–11.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินล่างนั้นไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่1.5)

Bulluck et al.(2002) ทดลองใส่ปุ๋ยหมักอินทรีย์ในแปลงปลูกพืชในระบบเกษตรเคมีติดต่อกันไม่น้อยกว่า5 ปี และแปลงที่เคยปลูกพืชระบบเกษตรอินทรีย์ติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยปลูกแคนตาลูปและข้าวโพด ผลปรากฏว่า ดินระบบเกษตรอินทรีย์มีความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส และโบรอน สูงขึ้นกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเด่นชัด นอกจากนี้จากการทดลองใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และสารปรับปรุงดิน ยังส่งผลให้ดินมีศักยภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจน (Potentially

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mineralizable N) สูงถึง 100.5 mg NO_3-N kg^{-1} ในขณะที่แปลงใส่ปุ๋ยเคมี มีเพียง 46.8- 64.3 mg NO_3-N kg^{-1} อย่างไรก็ตามปริมาณไนโตรเจนในดินนอกจากจะผันแปรตามระบบการปลูกพืชแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูกด้วย เช่น แปลงที่ปลูกมะเขือเทศอินทรีย์จะมี NO_3-N และ NH_4-N ต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี ในขณะที่แปลงปลูกข้าวโพดอินทรีย์กลับมาปริมาณไนโตรเจนทั้ง 2 รูปสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Poudel et al.,2002)

ตารางที่ 1.4 อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อปริมาณธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีของดิน

การใส่ปุ๋ย	ปริมาณธาตุอาหารในดิน				
	pH	อินทรียวัตถุ (%)	ไนเตรท (ppm)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)
ระบบอินทรีย์					
แปลงควบคุมอินทรีย์ (organic compost)	7.77 (0%)	1.1 (0%)	1.77 (0%)	146.8 (0%)	66.8 (0%)
ปุ๋ยหมัก อัตรา 18 กก.N/ไร่ (organic compost)	7.75 (-0.26%)	1.45 (32%)	1.47 (-17%)	194 (32%)	75.0 (12%)
ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเสริมแคลเซียม อัตรา 9 กก.N/ไร่ (organic – Bio-cal+ compost)	7.49 (-3.60)	1.07 (-3%)	1.40 (-21%)	154 (5%)	57.5 (-14%)
ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเสริมแคลเซียม อัตรา 18 กก.N/ไร่ (organic – Bio-cal+ compost)	7.74 (-0.39%)	1.27 (15%)	2.05 (16%)	177.8 (21%)	85.0 (27%)
ระบบทั่วไป					
ไม่ใส่ปุ๋ย+สารกำจัดศัตรูพืช (conventional control)	7.74 (-0.39%)	1.15 (5%)	1.62 (-8%)	182.0 (24%)	65.3 (-2%)
ปุ๋ยเคมี 18–10–31.5 กก.NPK/ไร่+สารกำจัดศัตรูพืช (conventional fertilizer)	7.79 (0.26%)	1.17 (6%)	0.75 (-58%)	158.0 (8%)	57.0 (-15%)
ปุ๋ยเคมี 18–10–31.5	7.81	1.27	1.32	164.0	58.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กก.NPK/ไร่+สารกำจัดศัตรูพืช+ปูนขาว90กก./ไร่ (conventional fertilizer+lime)	(0.51%)	(15%)	(-25%)	(12%)	(-12%)

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Delate et al., 2003a)

ตารางที่ 1.5 อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในดิน

ปุ๋ย	ปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น(%)หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวสาลี			
	อินทรียวัตถุ		ไนโตรเจน	
	0 – 15 ซม.	15 – 30 ซม.	0 – 15 ซม.	15 – 30 ซม.
ไม่ใส่ปุ๋ย	0% (0.81%)	0% (0.468%)	0% (0.053%)	0% (0.81%)
Sesbania rostrata 2.5 ตัน/ไร่	6.3% (0.861%)	9.2% (0.511%)	13.2% (0.060%)	11.4% (0.0.39%)
Sesbania aculeate 2.9ตัน/ไร่	4.7% (0.848%)	9.0% (0.510%)	13.2% (0.060%)	11.4% (0.037%)
ถั่วเขียว 3.2 ตัน/ไร่	4.2% (0.844%)	8.8% (9.0%)	13.2% (0.060%)	5.7% (0.037%)
ปุ๋ยเคมี 9.6 กก.N/ไร่	1.1% (0.819%)	1.9% (0.477%)	1.9% (0.54%)	5.7% (0.037%)
ปุ๋ยเคมี 17.2 กก.N/ไร่	4.7% (0.848%)	6.2% (0.492%)	11.3% (0.59%)	11.4% (0.039%)

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Mandal et al. 2003)

1.6.3 ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตพืช

การศึกษาอิทธิพลระบบเกษตรอินทรีย์ต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตพืช พบว่า การใช้หญ้าสับและถั่วโคลเวอร์ (Cover) อัตรา 1.92 ตัน/ไร่ เป็นวัสดุคลุมดินส่งผลผลิตผักอินทรีย์ ทั้ง Redbeet และกะหล่ำปลีสีขาว เพิ่มขึ้นจาก 4.32 เป็น 5.28 กก./ไร่ และ 7.04 เป็น 8.96 กก./ไร่ ตามลำดับ(Riley *et. al.*2003) ในขณะที่รายงานวิจัยส่วนหนึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพลต่อผลผลิตเพียงเล็กน้อย แต่มีผลกระทบอย่างเด่นชัด คือ คุณภาพของผลผลิตพืชอินทรีย์ ดังรายงาน Roinnila. *et. al* (2003) ที่ทดลองใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในรูปต่างๆ จำนวน 3 รูป คือ 1) มูลวัวเหลว 2) มูลวัวหมัก 3) มูลวัวแห้ง และ 4 ปุ๋ยเคมี ให้กับฝรั่ง ติดต่อกัน 3 ปี (1995-1997) ในอัตราต่างๆกัน 3 อัตรา คือ 1.) อัตราต่ำ (6.4–4.8 – 8 กก./ไร่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) อัตราปานกลาง (12.8 – 9.6 – 16 กก. NPK/ไร่) และ 3) อัตราสูง (25.6 – 19.2 – 32 กก./Nไร่) พบว่า ในการปลูกมันฝรั่งในปีแรกและปีที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีผลผลิตจะเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นแต่ในปีที่ 3 กลับพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความแตกต่างจากมันฝรั่งมีผลผลิตสูงกว่าแปลงควบคุม ในเรื่องคุณภาพผลผลิตกลับพบว่าคุณภาพมันฝรั่งที่อินทรีย์มีความแตกต่างจากมันฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเด่นชัด กล่าวคือ มันฝรั่งอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (%Dry matter) และเปอร์เซ็นต์แป้ง (%Starch) สูงกว่ามันฝรั่งใส่ปุ๋ยเคมี ดังนั้น จึงให้ผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกัน แม้การใส่ปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงกว่าก็ตามสำหรับปริมาณ ฟอสฟอรัส, แมกนีเซียม แคลเซียม และโซเดียมในมันฝรั่งไม่มีความแตกต่างกัน แต่ที่แตกต่างอย่าเด่นชัด คือ มันฝรั่งอินทรีย์มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่ามันฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยเคมีซึ่งตรงข้ามกับความเข้มข้นของปุ๋ยไนเตรทที่เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น (25 – 48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในขณะที่มันฝรั่งอินทรีย์มีความเข้มข้นของไนเตรทต่ำกว่าอย่างเด่นชัด (25–32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ซึ่ง Letourneau *et. al.* (1996) รายงานไว้เช่นเดียวกันว่าเนื้อเยื่อต้นมะเขือเทศที่ปลูกด้วยระบบอินทรีย์จะมีปริมาณไนเตรทเฉลี่ย 2.87 ± 0.14 ซึ่งต่ำกว่าระบบการปลูกพืชที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีทั่วไป ซึ่งมีไนเตรทเฉลี่ย 3.52±0.13 และ Delate (2003b) พบว่าถั่วเหลืองที่ปลูกด้วยระบบเกษตรอินทรีย์แม้จะให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากระบบปลูกพืชทั่วไป แต่กลับพบว่า เมล็ดถั่วเหลืองอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสุงกว่าเมล็ดถั่วเหลืองจากระบบเกษตรเคมี ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดถั่วเหลืออินทรีย์มีค่าต่ำกว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกด้วยระบบเคมี ดังแสดงในตารางที่ 1.6

Delate et al.(2003a) ได้ศึกษาอิทธิพลของระบบการปลูกพืชต่อผลผลิตและคุณภาพพริกหวานอินทรีย์ (*Capsicum annuumm* L.) โดยทำการทดลองติดต่อกันในระยะเวลานาน 3 ปี (1998–2000) ในสภาพไร่ซึ่งมีปัจจัยการทดลองดังนี้ 1) แปลงควบคุมอินทรีย์ (Organic control) 2) ปุ๋ยหมัก 18 กก.N/ไร่ (Organic compost) 3) ปุ๋ยอินทรีย์เสริมแคลเซียมร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 162 กก./ไร่ (Organic–Bio–Cal + compost) 5) ไม่ใส่ปุ๋ย + สารกำจัดศัตรูพืช (Convertional fertilizer + lime) ผลจากการศึกษาในปีแรกพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีทุกอัตรา ทำให้น้ำหนักสด (Fresh weight) ต่อต้น และจำนวนผลพริกที่ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดต่อต้น (Number of marketable peper) สูงกว่าแปลงควบคุมทั้ง 2 ระบบการปลูกพืช ส่วนในปีที่ 2 และ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนให้น้ำหนักสดพริกต่อต้นเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด แต่อย่างไรก็ตามพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้น้ำหนักสดต่อต้นของพริกไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพลเด่นชัดต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนผลที่ได้มารฐานความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการของตลาดต่อต้น ทั้งนี้เนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีจำนวนผลเสียจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงต่ำกว่าแปลงควบคุมและการใส่ปุ๋ยเคมี ดังแสดงในตารางที่ 1.7

ตารางที่ 1.6 แสดงอิทธิพลของระบบการปลูกพืชต่อคุณภาพเมล็ดถั่วเหลือง

ระบบปลูกพืช	คุณภาพเมล็ดถั่วเหลือง				
	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อใย	น้ำมัน	โปรตีน	ความชื้น
ระบบปลูกพืชทั่วไป (ข้าวโพด-ถั่วเหลือง)	21.7b	4.63	18.68a	37.000b	8.85
ระบบปลูกพืชอินทรีย์ (ข้าวโพด- ถั่วเหลือง– Oats/Alfalfa)	22.03a	4.63	18.23b	37.10b	8.95
ระบบปลูกพืชอินทรีย์ (ข้าวโพด-ถั่วเหลือง– Oats/Alfalfa - Alfalfa)	21.84ab	4.63	17.93a	37.61a	9.05
ระบบปลูกพืชอินทรีย์ (ถั่วเหลือง– ข้าวสาลี)	21.48c	4.60	18.00b	37.93a	9.00
LSD(0.05)	0.21	NS	0.34	0.40	NS

ที่มา: Delate (2003b)

ตารางที่ 1.7 ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อปริมาณและคุณภาพพริก (*Capsicum annuum* L.)

การใส่ปุ๋ย	1998		1999		2000	
	น้ำหนักสด (g)	จำนวนผลที่ได้มาตรฐานของตลาด	น้ำหนักสด (g)	จำนวนผลที่ได้มาตรฐานของตลาด	น้ำหนักสด (g)	จำนวนผลที่ได้มาตรฐานของตลาด
แปลควบคุมอินทรีย์ (oganic control)	19.0c	25.1c	128.7cde	16.3	122.4cd	7.48ab
ปุ๋ยหมัก 18 กก.N/ไร่ (oganic compost)	22.4a	38.7abc	142.5bc	18.7	133bc	10.20a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

162กก.N/ไร่ + 9 กก.N/ไร่(Organic–Bio–Cal + compost)	19.6c	26.6bc	125.9de	18.2	128.8bcd	8.86ab
162กก.N/ไร่+18 กก.N/ไร่(Organic–Bio-Cal+compost)	20.8b	41.3ab	153.0ab	21.4	130.8bcd	9.36ab
ไม่ใส่ปุ๋ย+สารกำจัดศัตรูพืช (Convertional control)	19.0c	25.5c	117.3e	16.4	120.6d	6.24c
ปุ๋ย 18- 10-31.5 กก.NPK/ไร่+สารกำจัดสัตรูพืช (Convertional fertilizer)	20.0bc	47.1a	163.0a	15.9	155.1d	7.24bc
ปุ๋ย 18- 10-31.5 กก.NPK/ไร่+สารกำจัดสัตรูพืช+ปูนขาว90 กก./ไร่ (Convertional fertilizer+lime)	20.0bc	44.6a	163.8a	18.2	165.9a	7.28bc

ที่มา: ดัดแปลงจาก Delate et.al.(2003)

1.6.4 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์

Gosling and Shepherd (2004) ศึกษาด้วยการสุ่มตัวอย่างดินจากแปลงพืชอาหารสัตว์ระบบเกษตรอินทรีย์ในประเทศอังกฤษ ที่ทำติดต่อกันมาระหว่าง 15-54 ปี โดยเปรียบเทียบระหว่างระบบเกษตรอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยอัตราต่ำและสูงกับระบบเกษตรเคมีที่มีการจัดการต่างๆ ในลักษณะเดียวกันพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินระบบเกษตรอินทรีย์ทั้งที่ได้รับปุ๋ยอัตราต่ำและสูงมีแนวโน้มสูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมี ดังแสดงในตารางที่ 1.8 Bulluck *et al.* (2002) พบเช่นเดียวกันว่าดินในระบบเกษตรอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมีราว 42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Wells. *et al.* (2000) ที่พบว่าดินที่ปลูกพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อกันมานาน 4 ปี จะมีปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงกว่าระบบการปลูกพืชแบบ Agfact, District practice และ Objective กล่าวคือ ดินในระบบเกษตรอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าระบบอื่นๆ ดังกล่าว 56.8, 24.2 และ 29.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่า 47.8, 15.6 และ 29.1 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงกว่า 106.7, 34.6 และ 105.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าไนโตรเจนและกำมะถันทั้งหมดในดินฟาร์มระบบเคมีมีปริมาณสูงกว่าระบบฟาร์มอินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 1.10 ระบบเกษตรอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมี ในทางตรงข้าม Nguyen et al.(1995) พบว่าไนโตรเจนและกำมะถันทั้งหมดในดินฟาร์มระบบเคมีมีปริมาณสูงกว่าระบบฟาร์มอินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 1.9

ตารางที่1.8 คุณสมบัติของดินในระบบเกษตรอินทรีย์กับระบบเกษตรเคมี

	ระบบเกษตรอินทรีย์		ระบบเกษตรเคมี	P
	ได้รับปุ๋ยอัตราสูง	ได้รับปุ๋ยอัตราต่ำ		
Organic matter(%)	41.4 ± 18.67	37.6 ± 16.89	35.8 ± 13.12	0.78
Total N(%)	2.8 ± 1.22	2.8 ± 1.02	2.6 ± 0.96	0.76
pH	6.90 ± 0.59	7.04 ± 0.48	7.46 ± 0.51	0.04
Available P (ppm)	27.88 ± 13.15	24.88 ± 10.80	42.25 ± 22.99	0.003
Exchangeable K (ppm)	141.00 ± 91.64	123.88 ± 50.23	212.75 ± 81.66	0.04

ที่มา: (Gosling and Shepherd, 2004)

Poudel *et. al.*(2002) รายงานว่าดินแปลงที่ปลูกมะเขือเทศในระบบเกษตรอินทรีย์ติดต่อกันมานาน 4 ปี จะมีปริมาณไนโตรเจนในรูปที่พืชดูดใช้ได้ (NO_3-N + NH_4) เพียง 22.5 ppm ในขณะที่ดินระบบเกษตรเคมีมีปริมาณไนโตรเจนในรูปดังกล่าวสูงถึง 33.6 ppm หรือสูงกว่า 48.8 เปอร์เซ็นต์ ในทางตรงข้ามพบว่า ดินในแปลงปลูกข้าวโพดอินทรีย์กับมีปริมาณไนโตรเจนในรูปที่พืชดูดใช้ได้ (39.9 ppm) สูงกว่าดินปลูกข้าวโพดในระบบเคมี เช่น Schjonning *et. al.* (2002) พบว่าดินปลูกพืชอาหารสัตว์ด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 53 ปี เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราเศษหนึ่งส่วนสองของอัตราปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ที่ใส่ให้กับระบบเกษตรเคมีจะมีฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นองค์ประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 8 ppm ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 80 ppm และ 59 ppm ตามลำดับ ซึ่ง ppm ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าดินในระบบเกษตรเคมี (มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆในรูปดังกล่าว เท่ากับ 50 ppm,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

346 ppm และ 120 ppm ตามลำดับ) 525 เปอรร์เซ็นต์, 333 เปอร์เซ็นต์ และ 103 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Gosling and Shepherd (2004) ที่พบว่าดินระบบเกษตรอินทรีย์ 51.5-69.8 เปอร์เซ็นต์และ 50.9–71.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1.8 แต่มีบางงานวิจัยพบว่า ถ้าระบบเกษตรอินทรีย์ได้รับปุ๋ยในอัตราเท่ากับระบบเกษตรอินทรีย์ได้รับปุ๋ยในอัตราเท่ากับระบบเกษตรเคมีจะส่งผลทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียมและแคลเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในระบบเคมีราว 20–76.8 เปอร์เซ็นต์, 38.9–94.7 เปอร์เซ็นต์ และ 68.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Schjonning *et. al.* 2002, Wellss. *et. al.* 2000) แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าธาตุอาหารต่างๆ ในดินระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเกษตรเคมีมีปริมาณไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการและอายุฟาร์ม (Phelan *et. al.*1995)

ตารางที่ 1.9 ปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัสและกำมะถันในดินฟาร์มระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเคมี

ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ระดับความลึก 0 – 75 เซ็นติเมตร	สภาพอากาศแบบ mollic Haplaquept		สภาพอากาศแบบ Udic Ustochrept	
	ระบบอินทรีย์	ระบบเคมี	ระบบอินทรีย์	ระบบเคมี
ปริมาณ N ทั้งหมด (%)	0.30 ± 0.013	0.31 ± 0.15	0.29 ± 0.013	0.33 ± 0.013
ปริมาณ P ทั้งหมด (%)	10.33 ± 22	1013 ± 23	1010 ± 39	1280 ± 23
P ในรูปเป็นประโยชน์ (ppm)	19.0±0.90	20.5 ± 0.85	12 ± 15.6	20.5 ± 1.2
ปริมาณ S ทั้งหมดในดิน (ppm)	4.18 ± 11.8	422.5 ± 13.2	369 ± 15.6	395.5 ±6.8

ที่มา: (Nguyen et al., 1995)

1.6.5 อิทธิพลระบบเกษตรอินทรีย์กับคุณสมบัติทางเคมีของดิน

คุณสมบัติทางเคมีของดินมีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ การดูดซับและการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารในดิน ดังนั้น จึงมีการศึกษาถึงผลกระทบของระบบการปลูกพืชต่อเคมีของดิน ดังมีรายงานว่าดินในระบบเกษตรอินทรีย์จะมีค่า pH ระหว่าง 5.75 – 7.04 (Gosling and Shepherd.2004, Schjonning *et. al.* 2002,Wellss A.T. *et al.* 2000, Nguyen *et. al.* 1995) ซึ่งค่า pH ช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้อาจเนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมากและมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงจึงส่งผลให้ดินมีสภาพทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า pH (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2541) ดังงานทดลองของ Gosling and Shepherd.(2004) ที่พบว่าระบบเกษตรกินทรีย์ดินจะมีค่า pH ระหว่าง 6.9–7.01 แม้จะได้รับปุ๋ยอินรีย์อัตราแตกต่างกันถึง 1 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเกษตรเคมีที่ได้รับปุ๋ยในอัตราเท่ากันจะพบว่า ดินในระบบเคมีจะมีค่า pH เท่ากับ 7.46 ซึ่งสูงกว่าค่า pH ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ แต่มีบางรายงานพบว่าดินในระบบเกษตรอินทรีย์จะมีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) สูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมี (Dumareseq and Greene,2001) แต่อย่างไรก็ตามค่า pH ของดินทั้งสองระบบอาจสูงต่ำแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และการจัดการฟาร์ม (Phelan *et. al.* 1995) สำหรับค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกหรือค่า CEC (Cation exchangeable capacity) ของดินนั้น มีรายงานวิจัยพบว่าค่า CEC ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์จะมีค่าสูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมีราว 11–72 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1.10 และ 1.11

1.6.6 คุณสมบัติทางกายภาพของดินในระบบเกษตรอินทรีย์

Schjonning *et. al.* (2002) รายงานว่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเกษตรเคมีไม่มีความแตกต่างกัน คือ มีค่าระหว่าง 1.35-1.54 กรัม/เซ็นติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1.11 แต่งานวิจัยของ Bulluck *et. al.* (2002) พบว่าระบบเกษตรอินทรีย์ช่วยทำให้ช่องว่างในดินเหนียวเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ที่มีค่าลดลงประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเกษตรเคมี ซึ่ง Dumaresq and Greene (2001) ได้รายงานไว้เช่นเดียวกันว่าดินในระบบเกษตรอินทรีย์จะมีความพรุน (Porosity) สูงกว่าดินในระบบเกษตรเคมีนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าดินระบบเกษตรอินทรีย์จะมีค่าความคงทนของเมล็ดดิน (Aggregate starbility) สูงกว่าดินในระบบเคมีระหว่าง 28- 43% ดังแสดงในตารางที่ 1.8 และ 1.9 (Schjonning et al. 2002,Wellss *et. al.* 2000)

ตารางที่ 1.10 อิทธิพลระบบการปลูกพืชต่อความอุดมสมบูรณ์ คุณสมบัติทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของดิน และจุนลินทรีย์ดินที่ระดับความลึก 0–10 เซ็นติเมตร

ระบบการปลูกพืช	OM(%)	Total N (%)	Total P (ppm)	Bray P (ppm)	Microbail biomas carbon (µg/g)	Aggregate starbility
DP	14.9 ab	0.115 b	810 b	361 c	147.0 a	0.35 a
Ag	11.8 a	0.090 a	530 a	203 ab	178.5 a	0.30 a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Obj	14.3 ab	0.103 a	530 a	210 ab	150.5 a	0.33 a
Org	18.5 bc	0.133 bc	1090 c	168 a	214.9 b	0.43 b
Ev	20.7 c	0.147 c	970 bc	244 b	248.2 b	0.43 b

ระบบการปลูกพืช	pH	EC (dS/m)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Al (ppm)	Effective CEC
DP	4.85a	1.5b	370a	370a	48a	2a	14b	449a
Ag	5.73bc	1.0a	368a	368a	76a	2a	5ab	465a
Obj	5.49b	3.3d	485a	485a	84a	2a	3a	595a
Org	6.03c	1.4b	621b	621b	148b	6c	2a	801b
EV	5.80bc	1.7c	626b	626b	142b	4c	1a	804b

ที่มา: Wellss et al.(2000)

หมายเหตุ:

ระบบปลูกพืช	การไถ	การใส่ปุ๋ย	การกำจัดศัตรูพืช	การให้น้ำ
DP = District practice	เพิ่ม 1 เท่า	ปุ๋ยสูตรเคมีสูงกว่าอัตราที่แนะนำ	สารเคมีและเขตกรรม	สปริงเกอร์
Ag = Agfact	ลดลง 1 เท่า	ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ	สารเคมีและเขตกรรม	น้ำหยด
Obj = Objective	ไม่ไถ	ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	คลุมแปลงด้วยพลาสติก	น้ำหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		โดยให้ร่วมไปกับระบบน้ำ	และสารเคมี	
Org = Organic	ไถเพียงเล็กน้อย	ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและหินฟอสเฟต	เขตกรรม ปลูกพืชหมุนเวียน และพืชคลุมดิน	น้ำหยด
Ev = Evolving	ไม่ไถ	ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยละลายใส่ไปพร้อมกับระบบน้ำและใช้ปุ๋ยที่ปลดปล่อยอย่างช้าๆ	พืชคลุมดิน ปลูกพืชหมุนเวียน และสารเคมี	น้ำหยด

ตารางที่ 1.11 คุณสมบัติของดินปลูกพืชอาหารสัตว์ระบบเกษตรอินทรีย์และระบบเกษตรเคมี

คุณสมบัติดิน	ระบบอินทรีย์ได้รับปุ๋ยเศษหนึ่งส่วนสองของระบบเกษตรเคมี		ระบบอินทรีย์ได้รับอัตราเท่ากับระบบเกษตรเคมี	
	ระบบอินทรีย์	ระบบเคมี	ระบบอินทรีย์	ระบบเคมี
Organic mater(%)	2.4	2.8	3.9	3.5
pH($CaCl_2$)	6.7	6.7	6.7	7.1
Exchangeable K (ppm)	80	346	390	325
Exchangeable Mg (ppm)	59	120	207	149
Available P (ppm)	8	50	39	47
Cation exchang capacity (mmol/kg)	132	110	178	160
Bulk density (g/cm^3)	1.54	1.54	1.35	1.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aggregate starbility	0.51	0.36	0.87	0.68
Biomass carbon (µg/g)	229	171	682	501
Filamentous fungi(cfux10^4/g soil)	15.0	13.8	30.8	30.9
Yeast fungi (cfux10^4/g soil)	2.89	7.87	15.3	15.3
Penicillium spp (cfux10^4/g soil)	6.64	2.58	-	-

ที่มา: Schjonning et al (2002) (P=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บและเตรียมตัวอย่างดิน เช่น พลั่วตักดิน แท่งเจาะดิน ถุงพลาสติก ครกโกร่งบดดิน จอบ ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร ยางรัด Permanent maker ฯลฯ
2. เครื่องเขย่า (INNOVA 23000)
3. เครื่อง pH meter (Model HI 8424)
4. เครื่อง EC meter (Model HI 8733)
5. เครื่อง Spectrophotometer (Milton Roy Spectronic 21 MV Visible)
6. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Model Hitachi Z8200)
7. เครื่องบดตัวอย่างพืช (Thomas-Wiley Laboratory Mill Model 4)
8. เครื่องกลั่นไนโตรเจน Distillation apparatus (Gerhardt Model Vapodest 2)
9. เครื่อง Chlorophyll Meter (Minolta รุ่น SPAD-502)
10. เครื่องชั่ง (SARTORUS Model BP 121S, BP 3100S)
11. เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer GENIE 2) รุ่น G650E ยี่ห้อ Scientific Industries
12. ตู้เผาตัวอย่างพืช (Carbolite Model AAF 1100)13. ตู้อบ (WTB Binder)
13. ตู้ดูดควัน (Fume Hood Model Top Lab)
14. เตาให้ความร้อน (Barnstead 2200 Series Aluminum Top Hot Plate, 240V.)
15. เตาย่อยตัวอย่างพืช (Digestion Heater)
16. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
17. อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป

สารเคมี

1. Ammonium acetate
2. Ammonium fluoride
3. Ammonium molybdate
4. Ammonium paramolybdate
5. Ammonium metavanadate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Ascobic acid
7. Boric acid – indicator solution
8. Bray-II
9. Bromocresol green
10. Buffer pH 4, pH 7
11. Copper Sulphate (Cupric Sulfate) Pentahydrate
12. Ferrous sulfate
13. Hydrochloric acid
14. Metallic selenium
15. Methyl red
16. Nitric acid
17. O-phenanthroline indicator
18. Potassium dichromate
19. Potassium sulfate หรือ Sodium sulfate
20. Reagent A
21. Reagent B
22. Salt mixture
23. Sodium chloride
24. Sodium hydroxide
25. Standard solution (K,Ca, Mg)
26. Standard solution P
27. Strontium chloride
28. Sulfuric acid
30. น้ำกลั่น
31. น้ำส้มควันไม้
32. ยาสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิธีดำเนินงาน

2.2.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ,CRD) ประกอบด้วย 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับ	อัตราปุ๋ย (กก./ไร่)			
	อัตราปุ๋ย(จำนวนเท่าที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร)	N	P_2O_5	K_2O
1	1 เท่า	8	5	2
2	1.5 เท่า	12	7.5	3
3	2 เท่า	16	10	4
4	2.5 เท่า	20	12.5	5
5	3 เท่า	24	15	6
6	3.5 เท่า	28	17.5	7
7	4 เท่า	32	20	8
8	4.5 เท่า	36	22.5	9
9	5 เท่า	40	25	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และ Rock Phosphate

ตารางที่ 2.1 วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และ Rock Phosphate

ตำรับ	อัตราปุ๋ย(กก./ไร่)				อัตราปุ๋ย/กระถาง(g/15กก)			โสน นน แห้ง	โสน นน สด
	อัตราปุ๋ย	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	กรัม/กระถาง	กรัม/กระถาง
1	1 เท่า	8	5	2	0.486	0.304	0.121	18.54	61.19
2	1.5 เท่า	12	7.5	3	0.792	0.455	0.182	27.81	91.79
3	2 เท่า	16	10	4	0.972	0.607	0.243	37.09	122.38
4	2.5เท่า	20	12.5	5	1.215	0.759	0.304	46.36	152.98
5	3 เท่า	24	15	6	1.457	0.911	0.364	55.63	183.58
6	3.5 เท่า	28	17.5	7	1.700	1.063	0.425	64.90	214.17
7	4 เท่า	32	20	8	1.943	1.215	0.486	74.17	244.77
8	4.5 เท่า	36	22.5	9	2.186	1.366	0.547	83.44	275.37
9	5 เท่า	40	25	10	2.429	1.518	0.607	92.72	305.96
								รวม	1652.19
								นน.ทั้งหมด	4956.58

ปุ๋ยได้จากโสน		ปุ๋ยที่ต้องเพิ่ม		ปุ๋ยที่ต้องเพิ่ม	
P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	RP(g)	KCL
0.136	0.336	0.168	-0.046	5.59	0
0.204	0.504	0.252	-0.069	8.39	0
0.272	0.672	0.335	-0.093	11.18	0
0.340	0.84	0.419	-0.116	13.980	0
0.408	1.009	0.503	-0.139	16.77	0
0.476	1.177	0.587	-0.162	19.57	0
0.544	1.345	0.671	-0.185	22.36	0
0.612	1.513	0.755	-0.208	25.16	0
0.68	1.681	0.839	-0.231	27.95	0

โสน ความชื้น=330%

%N	%P	%K
2.620	0.32	1.45
N	P_2O_5	K_2O
2.620	0.733	1.813

2.2.2 สถานที่ทำการทดลอง

เรือนทดลองดาดฟ้าชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2.2.3 การเตรียมกระถางทดลองและวิธีการปลูกข้าว

1) เก็บดินชุดบางกอก ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) เตรียมกระถางทดลอง โดยตากดินให้แห้ง หลังจากผสมดินให้เข้ากันดีแล้ว ชั่งดินใส่กระถางทดลอง กระถางละ 15 kg

3) ทำดินให้เป็นโคลน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หินฟอสเฟต ตามอัตราที่กำหนด

4) หลังจาก 7 วัน ทำการปักดำข้าวขาวมะลิ 105 อายุ 1 เดือน โดยใช้ต้นกล้า 4 ต้นต่อจับ

5) รักษาระดับน้ำในกระถางให้อยู่ในระดับ 5 ซม. ในทุกตำรับการทดลอง

6) การป้องกันกำจัดแมลงและโรคของข้าว โดยฉีดน้ำส้มควันไม้และน้ำใบยาสูบ

7) เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวอายุครบ 50 วัน (วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554)

8) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ได้แก่ วัดคลอโรฟิลด์ จำนวนการแตกกอ จำนวนรวงต่อกระถาง ความสูงในขณะการเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มเมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตเมล็ดที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์และผลผลิตของฟางข้าว

2.2.4 การวิเคราะห์ดิน

การเก็บตัวอย่างดิน (ก่อนและหลัง) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ดังนี้

- ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) : วิเคราะห์โดยใช้วิธี electrometry ซึ่งเป็นการวัดค่า pH ของดินโดยใช้ pH meterในอัตราส่วนของดินต่อน้ำ 1:1

- ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำพอดี และวัดที่ 25 องศาเซลเซส (EC) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Electical conductivity Meter ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5

- ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%OM) : วิเคราะห์โดยใช้วิธี Wet Oxidation ของ Walkley and Black โดยการ Oxidation คาร์บอนให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย $K_2Cr_2O_7$ และ H_2So_4 แล้ววัดปริมาณ $Cr_2O_7^{-2}$ ที่เหลือโดยการไทเทรตด้วย Reducing agent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) : วิเคราะห์โดยใช้สารละลาย Bray II เป็นน้ำยาสกัด วัดค่า % Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 882 nm.

- ปริมานเบสที่แลกเปลี่ยนได้โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม (K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) : สกัดดินด้วย NH_4OA_c pH 7.0 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ K ,Ca, Mg โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer

2.2.5 การวิเคราะห์พืช

การเก็บตัวอย่างพืช (ฟางข้าว,เมล็ด,ราก) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ดังนี้

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) : วิเคราะห์โดยใช้วิธี Kjeldahl ย่อยสลายพืชแบบ Wet Oxidation

- ปริมานฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) : วิเคราะห์โดยใช้วิธี Dry Ashing แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ P ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 420 nm.

- ปริมานโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมด (Total K, Ca, Mg) : ย่อยสลายโดยวิธี Acid Mixture แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ K ,Ca, Mg โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การแปลความหมายผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน

1) ความเป็นกรดด่างของดิน (Soil pH)

ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด เป็นด่างของดิน (Land Classification Division และ FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

2) ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน (Electrical Conductivity; EC)

วัดโดยวิธีการสกัดดินด้วยที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้ววัดสารละลายที่สกัดได้ เรียกว่า EC extract (ECe)

ค่าการนำไฟฟ้า ($dS\ m^{-1}$)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S\ cm^{-1}$)	ระดับความเค็ม
<2	<2000	ไม่เค็ม
2-4	2000-4000	เค็มเล็กน้อย
4-8	4000-8000	เค็มปานกลาง
8-16	8000-16000	เค็มมาก
>16	>16000	เค็มจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระดับอินทรียวัตถุ (Organic Matter; OM)

ระดับอินทรียวัตถุ (Organic Matter) (% Organic Carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (VL)	< 0.5
ต่ำ (L)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0-1.5
ปานกลาง (M)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง (HM)	2.5-3.5
สูง (H)	3.5-4.5
สูงมาก (VH)	> 4.5

4) ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (USDA)

ธาตุอาหารพืช	ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช (mg kg^{-1})				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ฟอสฟอรัส (P)	<3	3-10	11-15	15-45	>45
โพแทสเซียม (K)	<30	30-60	61-90	91-120	>120
แคลเซียม (Ca)	<400	400-1000	1001-2000	2001-4000	>4000
แมกนีเซียม(Mg)	<36	36-120	121-365	366-975	>975
กำมะถัน (S)*	<5	5-10	11-20	21-30	>30

* สำหรับค่ามาตรฐานของกำมะถันในดินไม่ค่อยจะมีผู้ศึกษามากนัก ส่วนใหญ่จะศึกษาวิจัยกำมะถันในพืชมากกว่า ดังนั้น จึงนำค่ามาตรฐานของห้องปฏิบัติการของ Albion Laboratories, Inc. มาใช้ในการจัดระดับกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย Analysis of Varlance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics Version 20.0 รันบนระบบปฏิบัติการ Windows 7 Ultimate 32 bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 สมบัติดินก่อนการปลูก

จากการวิเคราะห์ดินดังแสดงใน (ตารางที่ 3.1) พบว่า ดินมีความเป็นกรด–ด่าง (pH 1:1) อยู่ในระดับกรดจัด (5.51) การนำไฟฟ้าของดิน (EC 1:5) อยู่ในระดับที่ไม่มีความเค็ม 835 (µs/cm) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (% OM) อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.46) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับสูง (30.8 mg/kg) และมีด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable base) โพแทสเซียม (K) อยู่ในระดับสูงมาก (525 mg/kg) แคลเซียม (Ca) อยู่ในระดับสูง (3199 mg/kg) แมกนีเซียม (Mg) อยู่ในระดับสูงมาก (1948 mg/kg)

ตารางที่ 3.1 สมบัติดินทางเคมีก่อนการปลูก

ดินก่อนการปลูก	pH 1:1	EC 1:5(µs/cm)	OM(%)	P(mg/kg)	exchangeable base(mg/kg)		
					K	Ca	Mg
	5.51	835	1.46	30.8	525	3199	1948

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.2 การเจริญเติบโตของข้าว

3.2.1 ความเขียวและจำนวนกอ

ความเขียว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลองไม่ส่งผลให้ความเขียวในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่า ความเขียวอยู่ในช่วง 31.7–42.3 (ตารางที่ 3.2) อย่างไรก็ตามพบว่า ความเขียวจากสัปดาห์ที่ 4-6 ความเขียวและจำนวนกอเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 ตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) ให้ความเขียวสูงสุด (40.4) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 4, 5, 6, 7 และ 9 ในขณะที่ตำรับที่ 1-3 มีความเขียวต่ำกว่า 6 ตำรับที่กล่าวมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 5 พบว่า ตำรับที่ 9 (5 เท่า) ให้ความเขียวสูงสุด (40.8) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับที่ 6, 7 และ 8 ในขณะที่ตำรับที่ 2 (1.5 เท่า) ให้ความเขียวต่ำสุด (30.0) และสัปดาห์ที่ 6 พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) ให้ความเขียวสูงสุด (35.9) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับที่ 5, 6, 7 และ 9 ในขณะที่ตำรับที่ 2 (1.5 เท่า) ให้ความเขียวต่ำสุด (29.7)

ตารางที่ 3.2 ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยพืชสด) และหินฟอสเฟตต่อความเขียวของข้าว

ตำรับ	Management	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
		ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	31.7a	38.2a	33.2a	34.1bcd	33.5c	31.2bc
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	35.1a	40.0a	37.2a	31.7d	30.0d	29.7c
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	35.1a	40.1a	37.4a	32.6cd	34.6bc	29.9c
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	35.5a	37.5a	36.5a	37.6abc	35.1bc	30.6bc
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	33.7a	40.6a	35.0a	39.4ab	36.7bc	31.8abc
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	36.2a	42.3a	39.7a	39.5ab	38.0ab	34.2abc
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	33.2a	42.2a	34.2a	40.0ab	37.8ab	32.1abc
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	36.8a	41.1a	40.5a	40.4a	37.7ab	35.9a
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	36.1a	38.5a	35.4a	40.0ab	40.8a	35.2ab
F-test		ns	ns	ns	*	**	*

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จำนวนกอ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลองไม่ส่งผลให้จำนวนกอในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 (ตารางที่ 3.3) มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่าจำนวนกออยู่ในช่วง 5-9 ในสัปดาห์ที่ 1 และ 23-29 ในสัปดาห์ที่ 3 อย่างไรก็ตาม พบว่า จำนวนกอจากสัปดาห์ที่ 4-6 จำนวนกอเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า จำนวนกอสูงสุดอยู่ในตำรับที่ 5 (3 เท่า) (49.0 กอต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 2, 4, 6, 7, 8 และ 9 ที่กล่าวมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนจำนวนกอรองลงมาอยู่ในตำรับที่ 7 (4 เท่า) (46.6 กอต่อกระถาง) และตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้จำนวนกอต่ำสุด (31.3 กอต่อกระถาง) ส่วนในสัปดาห์ที่ 5 พบว่า ในตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) ให้จำนวนกอสูงสุด (37.3 กอต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 5, 6, 7, และ 9 ส่วนตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้จำนวนกอต่ำสุด (23.0 กอต่อกระถาง) และสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ตำรับที่ 7 (4 เท่า) ให้จำนวนกอสูงสุด (39.6 กอต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตำรับที่ 3, 5, 6, 8 และ 9 ที่กล่าวมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่ตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้จำนวนกอต่ำสุด (24.6 กอต่อกระถาง)

ตารางที่ 3.3 ผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อจำนวนกอของข้าว

ตำรับ	Management	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
		จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	7.66a	16.6a	23.0a	31.3c	23.0e	24.6c
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	9.33a	21.6a	29.6a	40.0abc	29.0d	27.6bc
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	8.33a	19.0a	31.6a	36.3bc	30.3cd	31.3abc
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	7.00a	16.0a	25.3a	41.0ab	30.6bcd	29.3bc
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	8.66a	18.6a	29.6a	49.0a	35.6ab	35.0ab
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	8.00a	19.0a	31.6a	40.3abc	32.6abcd	36.3ab
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7.00a	15.0a	28.3a	46.6a	35.0abc	39.6a
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	5.33a	13.6a	25.3a	44.6ab	37.3a	32.6abc
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	5.33a	11.6a	27.0a	45.0ab	34.0abcd	34.6ab
F-test		ns	ns	ns	*	**	*

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.3 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

3.3.1 ความสูงของต้นข้าว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในตำรับการทดลองส่งผลให้ความสูงของต้นข้าว (ตารางที่ 3.4) ในตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) มีความสูงสุด (139 ซม.) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 4, 5, 6, 7 และ 9 รองลงมาตำรับ 2 และ 3 (1.5 เท่า, 2เท่า) ตามลำดับ (126,127 ซม.) ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ให้ความสูงของข้าวต่ำสุด คือ ตำรับที่ 1 (1เท่า) (118 ซม.) อย่างไรก็ตามพบว่า ทุกตำรับการทดลองมีความสูงของต้นข้าวต่ำกว่าค่าโดยปกติ รายงานโดยกรมส่งเสริมการเกษตร (140-150 ซม.) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากระยะเวลาในการปลูกข้าวใช้เวลาสั้นเกินไป (50 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 จำนวนรวงต่อกระถาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง (ตารางที่ 3.4) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P<0.01) โดยพบว่า ตำรับที่ 9 (5 เท่า) มีจำนวนรวงสูงสุด (47.6 รวงต่อกระถาง) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับที่ 5 (3 เท่า) และ 7 (4 เท่า) รองลงมา 4, 6 และ 8 (37.3-38.3 รวงต่อกระถาง) ส่วนตำรับที่ให้จำนวนรวงต่ำสุด คือ ตำรับที่ 1 (1 เท่า) คือ (27.3 รวงต่อกระถาง)

3.3.3 น้ำหนัก 1000 เมล็ด, %เมล็ดเต็ม, %เมล็ดลีบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง จำนวนรวงต่อกระถาง เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (ตารางที่ 3.4) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่า น้ำหนัก 1000 เมล็ดอยู่ในช่วง 23.5-24.5 เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มอยู่ในช่วง 81.0–87.6 และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบอยู่ในช่วง 12.3-20.6

ตารางที่ 3.4 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

ตำรับ	Management	ความสูง (ซม.)	จำนวนรวงต่อกระถาง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด(g)	%เต็ม	%ลีบ
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	118c	27.3d	23.7a	82.6a	17.3a
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	127b	31.3cd	24.2a	86.6a	13.3a
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	126b	34.0bc	23.7a	81.0a	19.0a
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	132ab	38.0b	23.6a	85.0a	15.0a
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	137a	44.3a	23.5a	87.6a	12.3a
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	136a	38.3b	24.5a	83.3a	16.6a
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	135a	45.3a	24.1a	82.0a	18.0a
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	139a	37.3b	24.2a	85.6a	14.3a
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	138a	47.6a	24.0a	82.3a	20.6a
ค่าเฉลี่ย		132	38.2	23.9	84.0	16.3
F-test		**	**	ns	ns	ns

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ผลผลิตของข้าว

น้ำหนักเมล็ด/น้ำหนักฟาง/สัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟาง

จากการทดลองเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้ น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟางข้าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.5) โดยพบว่าตำรับที่ 9 (5 เท่า) ให้น้ำหนักเมล็ด (99.7 กรัมต่อกระถาง, 1643 กิโลกรัมต่อไร่) สูงสุด และน้ำหนักฟาง (120 กรัมต่อกระถาง, 1981กิโลกรัมต่อไร่) สูงสุด โดยพบว่า ในตำรับที่ 9 (5 เท่า) ให้น้ำหนักเมล็ดสูงสุด (99.7 กรัมต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 5, 6, 7 และ 8 รองลงมาตำรับที่ 2, 3 และ 4 (70.3-83.7 กรัมต่อกระถาง) ส่วนตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้น้ำหนักเมล็ดต่อกรัมต่ำสุด (49.4 กรัมต่อกระถาง) ส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ พบว่าตำรับที่ 9 (5 เท่า) ให้น้ำหนักเมล็ดต่อไร่สูงสุด (1643 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ 5, 6, 7 และ 8 รองลงมาตำรับที่ 2, 3 และ 4 (1158-1380 กิโลกรัมต่อไร่) และในตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ต่ำสุด (813 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนน้ำหนักฟางสูงสุด (120 กรัมต่อกระถาง) รองลงมาคือตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) (120 กิโลกรัมต่อกระถาง) ส่วนตำรับที่ 1 (1 เท่า) ให้น้ำหนักฟางต่อกระถางต่ำสุด (58.9 กิโลกรัมต่อกระถาง) และน้ำหนักฟางต่อไร่ พบว่า ตำรับที่ 9 (5 เท่า) ให้น้ำหนักฟางต่อไร่สูงสุด (1981 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมา คือ ตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) (1686 กิโลกรัมต่อไร่) ในขณะที่ตำรับที่ 1 (1 เท่า) น้ำหนักฟางต่อไร่ต่ำสุด (971 กิโลกรัมต่อไร่) ในขณะที่สัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟาง พบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง ในตำรับที่2 (1.5 เท่า) ให้สัดส่วนเมล็ดสูงสุด (1.01) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับที่ 3, 4, 5, 6 , 7 และ 8 ส่วนตำรับที่ 9 (5เท่า) มีค่าสัดส่วนระหว่างเมล็ด/ฟาง ต่ำสุด (0.83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ผลผลิตของข้าว

ตำรับ	Management	น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 14%		น้ำหนักฟาง		สัดส่วนระหว่างเมล็ด/ฟาง
		g/กระถาง	kg/ไร่	g/กระถาง	kg/ไร่	
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	49.4e	813e	58.9e	971e	0.839b
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	70.3d	1158d	69.4de	1145d	1.01a
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	80.9cd	1334cd	80.3cd	1324cd	1.00a
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	83.7bcd	1380bcd	84.9bcd	1400bcd	0.877a
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	96.1ab	1584ab	99.5b	1640b	0.967a
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	90.6abc	1493abc	91.1bc	1502bc	0.994a
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	98.0ab	1615ab	101b	1680b	0.968a
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	94.0abc	1549abc	102b	1686b	0.920ab
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	99.7a	1643a	120a	1981a	0.833b
F-test		**	**	**	**	*

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงของธาตุอาหาร

3.5.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลองไม่ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเมล็ดและฟางข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.6) โดยพบว่า ไนโตรเจนในเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.786-0.942% ความเข้มข้นไนโตรเจนในฟางอยู่ระหว่าง 0.177-0.378% ส่วนความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดอยู่ในช่วง 0.434-0.643% ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในฟางอยู่ในช่วง 0.316-1.44% ส่วนความเข้มข้นโพแทสเซียม พบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อเฉพาะความเข้มข้นโพแทสเซียมในเมล็ดเท่านั้นแต่ไม่ส่งผลต่อความเข้มข้นโพแทสเซียมในฟางข้าว โดยพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 2 เท่า ตำรับที่ 3 มีค่าสูงสุด (0.466%) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับตำรับที่ 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 ส่วนตำรับที่มีการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 4.5 เท่า ตำรับที่ 8 ต่ำสุดใกล้เคียงกับตำรับที่ 9 (5 เท่า) และอย่างไรก็ตาม พบว่า ความเข้มข้นโพแทสเซียมในฟาง อยู่ในช่วง 2.28-2.77%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.6 ความเข้มข้นของธาตุอาหาร

ตำรับ	Management	N(%)		P(%)		K(%)	
		เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	0.826a	0.345a	0.4962a	0.581a	0.436a	2.28a
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	0.786a	0.300a	0.434a	1.44a	0.414ab	2.33a
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	0.786a	0.312a	0.636a	0.558a	0.466a	2.54a
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	0.836a	0.356a	0.519a	0.474a	0.423ab	2.48a
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	0.869a	0.177a	0.608a	0.378a	0.406ab	2.40a
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	0.920a	0.199a	0.4934a	0.547a	0.425ab	2.76a
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	0.838a	0.335a	0.643a	0.316a	0.446a	2.61a
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	0.942a	0.283a	0.482a	0.387a	0.348b	2.77a
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	0.9109a	0.378a	0.529a	0.519a	0.355b	2.71a
ค่าเฉลี่ย		0.857	0.298	0.538	0.578	0.413	2.54
F-test		ns	ns	ns	ns	*	ns

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.5.2 การดูดดึงของธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้มีการดูดดึงไนโตรเจน (เมล็ดและฟางข้าว) ฟอสฟอรัส (เมล็ด) โพแทสเซียม (เมล็ด) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.7) แต่ไม่ส่งผลทำให้การดูดดึงฟอสฟอรัสในฟางข้าวและโพแทสเซียมในฟางข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า เมื่อมีการเพิ่มอัตราปุ๋ยจะส่งผลให้มีการดูดดึงธาตุอาหาร (N, P, K) สูงตามไปด้วย โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า (ตำรับที่ 9) จะให้การดูดดึงไนโตรเจนในเมล็ดและในฟางข้าวสูงที่สุด (14.20, 7.47 กิโลกรัมต่อไร่) และตำรับที่ 7 (4 เท่า) ฟอสฟอรัสในเมล็ด (9.95 กิโลกรัมต่อไร่) โพแทสเซียมในเมล็ด (6.84 กิโลกรัมต่อไร่) สูงสุด อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับ 3, 4, 5, 6, 8 และ 9 ส่วนฟอสฟอรัสในฟางข้าวอยู่ในช่วง 26.11-90.33 และโพแทสเซียมในฟางข้าวอยู่ในช่วง 22.66-54.70 ส่วนตำรับที่ให้การดูดดึงธาตุอาหารต่ำที่สุด คือ ตำรับที่ 1 (1 เท่า) ดังนั้นจึงพบว่า การใส่ปุ๋ยในอัตรา1 เท่า จึงให้อัตราการดูดดึงธาตุอาหารในเมล็ดและฟางข้าวต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 การดูดดึงของธาตุอาหาร

ตำรับ	Management	N Uptake(kg/ไร่)		P Uptake(kg/ไร่)		K Uptake(kg/ไร่)	
		เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	6.34d	3.34b	3.77c	26.11a	3.36d	22.16a
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	8.62cd	3.43b	4.77bc	90.33a	4.54cd	26.66a
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	9.91c	4.14b	7.97ab	40.56a	5.88ab	33.63a
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	10.99bc	5.08ab	6.79abc	35.96a	5.50bc	34.06a
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	13.03ab	2.75b	9.12a	35.03a	6.08ab	40.26a
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	13.00ab	2.95b	6.84abc	44.63a	5.98ab	41.73a
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	12.76ab	5.61ab	9.95a	29.13a	6.84a	44.83a
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	13.73ab	4.50ab	7.17abc	36.73a	5.11bc	47.70a
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	14.20a	7.47a	8.26ab	56.06a	5.54abc	54.70a
F-test		**	*	*	ns	*	ns

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.6 สมบัติดินหลังการปลูก

ความเป็นกรด–ด่างของดิน (pH)

จากการวิเคราะห์ดินพบว่า pH หลังการปลูก ดินมี pH เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3.8) เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการปลูก (5.51) (ตารางที่3.1) โดยพบว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในตำรับที่ 1 (1 เท่า) มีการเพิ่ม pH สูงสุด (6.89) และตำรับที่มีการเพิ่ม pH ต่ำสุด คือ ตำรับที่ 9 (5 เท่า) (6.24)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ดินมี EC (ตารางที่3.8) อยู่ในระดับที่ไม่มีความเค็ม (524-896 µm/cm) โดยตำรับที่ 9 (5 เท่า) สูงสุด (896 µm/cm) อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนตำรับการทดลองที่มี EC รองลงมาคือตำรับที่ 4 (2.5 เท่า) (665 µm/cm) และตำรับที่มี EC ต่ำสุด คือ ตำรับที่ 2 (1.5 เท่า) (524 µm/cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สมบัติดินหลังปลูกดินการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.8) ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.76-2.14%) โดยพบว่าตำรับที่ 7 (4 เท่า) มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด (2.14%) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากตำรับที่ 2, 6, 8 และ 9 ในขณะที่ตำรับ 1, 3, 4 และ 5 มีริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 5 ตำรับที่กล่าวมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่ 9 (5 เท่า) มีปริมาณอินทรียวัตถุรองลงมา (2.12%) ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด คือ ตำรับที่ 1 (1 เท่า) (1.76%) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ของดินก่อนการปลูก (1.46%) จะเห็นได้ว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สมบัติดินหลังการปลูกดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) (ตารางที่ 3.8) อยู่ในระดับสูงมาก (60.9 – 87.7 mg/kg) จากการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง พบว่า ในตำรับที่ 9 (5 เท่า) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) (87.7 mg/kg) อย่างไรก็ตามมีความแตกต่างจากตำรับที่ 2, 4, 6, 7 และ 8 ในขณะที่ตำรับที่ 1, 3 และ 5 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ต่ำกว่า 6 ตำรับที่กล่าวมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์รองลงมา คือ ตำรับที่ 8 (4.5 เท่า) (87.5 mg/kg) และในตำรับที่ 1 (1 เท่า) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ต่ำสุด คือ (60.9 mg/kg)

โพแทสเซียม (K)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สมบัติหลังการปลูกดินปริมาณโพแทสเซียม (K) อยู่ในระดับสูงมาก (326-372 mg/kg) จากการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตำรับการทดลอง (ตารางที่ 3.8) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่ 9 (5 เท่า) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด (372 mg/kg) รองลงมา คือ ตำรับที่ 2 (1.5 เท่า) (356 mg/kg) และในตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด คือ ตำรับที่ 5 (3 เท่า) (326 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการปลูก (525 mg/kg) พบว่า มีปริมาณลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียม (Ca)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ดินมีปริมาณแคลเซียม (Ca) (ตารางที่ 3.8) อยู่ในระดับสูง (2213-2697 mg/kg) อย่างไรก็ตามมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียม (Ca) สูงสุด คือ ตำรับที่ 9 (5 เท่า) (2697 mg/kg) รองลงมา คือ ตำรับที่ 1 (1เท่า) (2446 mg/kg) ส่วนตำรับที่มีปริมาณแคลเซียม (Ca) ต่ำสุด คือ ตำรับที่ 3 (2 เท่า) (2213 mg/kg)

แมกนีเซียม (Mg)

จากการวิเคราห์ข้อมูลพบว่า ดินมีปริมาณแมกนีเซียม (Mg) (ตารางที่ 3.8) อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก (213-2550 mg/kg) โดยพบว่า ตำรับที่ 1 (1 เท่า) มีค่าสูงสุด (2550 mg/kg) อย่างไรก็ตามมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนในตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซียม (Mg) รองลงมาคือ ตำรับที่ 2 (1.5 เท่า) (855 mg/kg) และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ต่ำสุด คือ ตำรับที่ 4 (2.5เท่า) (213 mg/kg)

ตารางที่ 3.8 สมบัติดินหลังปลูก

ตำรับ	Management	pH 1:1	EC 1:5(µs/cm)	OM(%)	P(mg/kg)	exchangeable base(mg/kg)		
						K	Ca	Mg
1	อัตราปุ๋ย 1 เท่า	6.89a	598a	1.76d	60.9d	355a	2446ab	2550a
2	อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	6.66b	524a	2.08ab	70.9abcd	356a	2266b	855b
3	อัตราปุ๋ย 2 เท่า	6.52bc	546a	1.86cd	68.8bcd	338a	2213b	233b
4	อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	6.41cd	665a	1.80d	73.4abcd	351a	2196b	213b
5	อัตราปุ๋ย 3 เท่า	6.55bc	533a	1.88bcd	67.3cd	326a	2245b	240b
6	อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6.27d	567a	2.01abc	75.4abcd	335a	2216b	253b
7	อัตราปุ๋ย 4 เท่า	6.42cd	645a	2.14a	84.9abc	349a	2441ab	243b
8	อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	6.34cd	574a	2.08ab	87.5ab	338a	2318b	235b
9	อัตราปุ๋ย 5 เท่า	6.24d	896a	2.12a	87.7a	372a	2697a	270b
F-test		**	ns	*	*	ns	*	**

หมายเหตุ :ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) สรุปผลการทดลอง

4.1 สมบัติทางเคมีของดิน

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อ pH ของดิน อินทรียวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) มีความแตกต่างกันแต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียม (K) ในดิน โดยพบว่า pH ในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1 เท่ามีการเพิ่ม pH สูงสุด (6.89) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุพบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 4 เท่า ให้อินทรียวัตถุสูงสุด (2.14%) ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า (2.12%) ในกรณีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (87.7 mg/kg) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์ 4 เท่า และ 4.5 เท่า (84.9 และ 87.5 mg/kg) ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ไม่ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมมีความแตกต่างกัน โดยพบในช่วง 326-372 mg/kg ส่วนปริมาณแคลเซียมพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้แคลเซียมมีความแตกต่างกัน โดยพบว่า ในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 5 เท่า ให้ปริมาณแคลเซียมสูงสุด (2697 mg/kg) ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้ปริมาณแมกนีเซียมมีความแตกต่างกัน โดยพบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 เท่า ให้ปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด (2550 mg/kg)

4.2 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้ความสูง จำนวนรวง มีความแตกต่างกันแต่ไม่ส่งผลต่อ น้ำหนัก1000 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม โดยพบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 4.5 เท่า ให้ความสูงสูงสุด (139 ซม.) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3, 3.5, 4 และ 5 เท่า โดยพบความสูงอยู่ในช่วง 135-138 ซม. ส่วนจำนวนรวงสูงที่สุด คือ ตำรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า (47.6รวงต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3 เท่า และ 4 เท่า ส่วนน้ำหนัก 1000 เมล็ด อยู่ในช่วง 23.5-24.5 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มอยู่ในช่วง 81.0–87.6

4.3 ผลผลิตของข้าว

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดน้ำหนักฟางและสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟางมีความแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้ผลผลิตสูงสุด (99.7 กรัมต่อกระถาง หรือ 1643 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3, 3.5, 4 และ 4.5 เท่า ซึ่งให้ผลผลิตตั้งแต่ 1493-1615

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนน้ำหนักฟาง พบว่า ตำรับที่ให้น้ำหนักฟางสูงสุด คือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า เช่นเดียวกับน้ำหนักเมล็ดโดยให้น้ำหนักฟาง 1981 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟาง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่ 1.5-4.5 เท่า มีค่าใกล้เคียงกับ (0.9-1.01)

4.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงของธาตุอาหาร

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงธาตุอาหารพบว่า การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ไม่ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (N, P, K) ในเมล็ดและฟางข้าวแตกต่างกัน โดยพบว่ามีความเข้มข้นของ N, P, K เฉลี่ย 0.857, 0.538, 0.413% สำหรับเมล็ด และ 0.298, 0.578, 2.54% สำหรับฟาง ส่วนการดูดดึงธาตุอาหารของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า มีการเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 เท่า ให้อัตราการดูดดึงธาตุอาหารสูงที่สุด ซึ่งมีการดูดดึง N, P, K 14.20, 8.26, 5.54 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับเมล็ด 7.47, 56.06, 54.70 สำหรับฟางตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2545). การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมพัฒนาที่ดิน.2548 ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลางของประเทศไทย สำนักสำรวจดินและการวางแผนใช้ที่ดิน. กรุงเทพฯ 69 หน้า

มานัส ลอศิริกุล, ประเสริฐ กาญจนา. 2547. การจัดการดินระบบเกษตรอินทรีย์ด้วยปุ๋ยอินทรีย์. ใน : ผลงานวิจัยเรื่องเกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี : ดินในระบบเกษตรอินทรีย์. 1-24

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2547. หลักการและแนวทางเกษตรอินทรีย์ : เกษตรอิทรีย์ทำอย่างไรจึงได้รับการรับรอง. ถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 1-43

ชาญ มงคล. 2536. เรื่องข้าว. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์. กรมการฝึกหัดครู. 17-63

เสถียร ฉันทะ. 2549. ข้าวมารดาแห่งธัญพืชของคนอุษาคเนย์ การจัดการความหลากหลายพันธุ์ข้าวของกลุ่ม

ชาติพันธุ์. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ชั้น5 อาอาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 1-12

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์ เพื่อตรวจรับมาตรฐานสินค้า พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพ, 1-200

ประเทศ สิทธิยศ.2526. รูปแบบ(prototype) ข้าวขึ้นน้ำที่ให้ผลผลิตสูง.วารสารวิชาการเกษตร.ปีที่1(มค.-เมย.2526): หน้า47-49

พัชรี แสงจันทร์.2542. การศึกษาสมบัติทางชีวเคมีของดินร้อยเอ็ดและดินพิมายที่ได้รับวัสดุอินทรีย์. วารสาร เกษตรศาสตร์(วิทย์) ปีที่33 ฉบับที่3:หน้า 313-327

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541 การตัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.123 หน้า.กรมวิชาการเกษตร.สาระน่ารู้การผลิตพืชอินทรีย์.(http://www.doa.go.th/learning/organic/crop_Product.htmi.

ดำริ ถาวรมาศ และสุทิน คล้ายมนต์ 2541. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ.กลุ่มงายวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่,กองปฐพีวิทยา.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 48 หน้า.

สาวิตรี รังสิภัทร, อรุรี ยุวนิยม , ;วิทยา สุริยานนท์ และ นันทกา แสงจันทร์.2547. ปัจจัยที่มีอิทธพลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุในการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของหมอดินอาสา ผู้นำเกษตรกร และเกษตรกร ตำบลทุ่งกุลา อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด.ว. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 1:1-22.

วิลฑูรย์ ปัญญษกุล และ เจษณี สุขจิรัตติกาล. 2546 สถานการณ์เกษตรอินทรีย์ไทยอินทรีย์โลก. มูลนิธิสายใย แผ่นดิน. 129 หน้า

(LTAR) site. Department of Horticulture and Agronomy,Iowa Stae University. U.S.A Gosling P. and M.Shepherd.2004. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium.Agri.Ecosystem and Environment.xx:xxx-xxx.

Griffin,T.S. and O.B.Hesterman.1991.Potato response to legume and fertilizer nitrogen sources Agron.J.83:1004-1012.

Aude E. , K.Tybirk., M.B. Pedesen.2003. Vegetation diversity of conventional and orgnic hedgerows in Denmark. Agri. Ecosystems and Environment.99:135-147

Bulluck,L.R.,M.Brosius,G.K.Evanylo,and J.B.Ristano .2002 Organic and synthetic fertility Amendment influence soil microbial,physical and chemical properties on organic and conventional farms. Applied soil Ecology.19: 147-160

Celik, I., I. Ortas and S. Kilic. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxeret soil.Soil&Tillage Research.xxx:xxx-xxx

Delate, K., H.Friedrich,and V.Lawson.2003a. oganic pepper production systems using compost and cover crop. Biol. Agri.Hortiulture.21:131-150

Delate,K.2003b Comparison of organic and conventional crops at the Neely – kinyon long- term Agroeccological Research Particular reference to phosphorus and potassium. Agri. Ecosystem and Environment.xx:xxx-xxx

Griffin,T.S. and O.B. Hesterman.1991.Potato response to legume and fertilizer nitrogen sources.Agon.J.83:1004-1012.

Gustafson G.M., E.Salomon,S.Jonsson, S. Steneck.2003. Fluxes of K, P, and organic dairy farming system through feed, animals,manure,and urine a case study at Ojebyn,Sweeden.Europ.J.Agronomy.20:89-99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการปลูก

ดินก่อนการปลูก	pH 1:1	EC 1:5(µs/cm)	OM(%)	P(mg/kg)	exchangeable base(mg/kg)		
					K	Ca	Mg
	5.51	835	1.46	30.8	525	3199	1948

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อความเขียวของข้าว

Management	ตำรับ	ซ้ำ	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
			ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว	ความเขียว
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	26.0	36.2	34.1	28.6	33.0	27.6
	1	2	34.3	39.5	37.2	33.6	32.4	31.4
	1	3	34.8	38.9	28.3	40.1	35.2	34.7
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	35.0	42.2	37.5	27.8	28.7	29.0
	2	2	36.3	41.0	39.7	34.9	32.2	28.8
	2	3	34.0	36.8	34.4	32.5	29.1	31.3
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	36.8	39.8	37.7	26.7	34.8	29.2
	3	2	37.0	38.4	38.1	33.9	34.4	31.1
	3	3	31.6	42.3	36.4	37.4	34.6	29.5
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	39.3	32.9	37.1	35.8	31.9	28.8
	4	2	32.6	40.1	37.1	39.4	38.4	33.0
	4	3	34.8	39.7	35.3	37.7	35.1	30.2
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	35.1	41.5	36.2	37.6	38.6	33.2
	5	2	30.7	40.8	33.5	41.1	35.0	31.6
	5	3	35.4	39.5	35.5	39.6	36.7	30.7
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	37.4	41.9	40.2	40.1	37.0	32.6
	6	2	34.4	39.6	40.1	38.5	37.4	35.0
	6	3	36.8	45.5	38.8	39.9	39.6	35.2
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	36.9	42.6	41.6	38.2	38.2	30.6
	7	2	35.7	44.2	26.2	40.2	36.4	33.2
	7	3	27.0	39.9	34.8	41.6	38.8	32.7
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	37.3	39.7	39.9	39.5	36.3	30.6
	8	2	36.4	40.4	42.3	41.6	38.0	37.0
	8	3	36.7	43.2	39.3	40.3	39.0	40.2
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	38.2	40.9	38.9	39.0	44.2	34.9
	9	2	37.2	39.6	33.1	38.8	39.5	34.0
	9	3	33.0	35.1	34.3	42.2	38.9	36.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงผลของการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และหินฟอสเฟตต่อจำนวนกอของข้าว

Management	ตำรับ	ซ้ำ	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
			จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ	จำนวนกอ
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	8	16	23	32	24	25
	1	2	9	20	28	29	24	26
	1	3	6	14	18	33	21	23
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	9	21	28	38	31	29
	2	2	11	27	34	37	27	30
	2	3	8	17	27	45	29	24
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	10	21	38	40	32	35
	3	2	9	16	31	32	30	31
	3	3	6	20	26	37	29	28
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	9	18	36	38	33	38
	4	2	7	15	21	44	31	26
	4	3	5	15	19	41	28	24
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	14	26	37	45	38	39
	5	2	4	13	24	48	33	37
	5	3	8	17	28	54	36	29
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	11	20	37	46	31	42
	6	2	5	14	24	38	34	33
	6	3	8	23	34	37	33	34
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	10	17	34	51	38	46
	7	2	6	14	30	47	37	40
	7	3	5	14	21	42	30	33
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	6	14	27	51	41	38
	8	2	3	9	21	38	33	32
	8	3	7	18	28	45	38	28
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	6	13	32	53	34	34
	9	2	7	12	33	45	36	40
	9	3	3	10	16	37	32	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงองค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

Management	ตำรับ	ซ้ำ	ความสูง (ซม.)	จำนวนรวงต่อกระถาง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด	%เต็ม	%ลีบ
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	122	26	24.6	88	12
	1	2	116.5	29	23.7	83	17
	1	3	117	27	22.9	77	23
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	129	32	26.7	89	11
	2	2	127	31	21.8	87	13
	2	3	126.5	31	24.1	84	16
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	124.5	38	23.6	77	23
	3	2	128	31	24.2	85	15
	3	3	127	33	23.5	81	19
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	125	37	24.2	85	15
	4	2	140	38	23	92	8
	4	3	133.5	39	23.6	78	22
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	141	42	24.6	80	20
	5	2	136	45	23	89	11
	5	3	136	46	23	94	6
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	137	42	24	76	24
	6	2	132.5	35	25.1	87	13
	6	3	141	38	24.5	87	13
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	141	46	24.5	77	23
	7	2	136.5	45	23.3	84	16
	7	3	130	45	24.5	85	15
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	138	45	24.8	86	14
	8	2	140.5	37	23.5	85	15
	8	3	139	30	24.4	86	14
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	139	46	25	84	16
	9	2	139	51	23.4	88	21
	9	3	137	46	23.7	75	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงผลผลิตของข้าว

Management	ตำรับ	ซ้ำ	น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 14%		น้ำหนักฟาง		สัดส่วนระหว่างเมล็ด/ฟาง
			g/กระถาง	kg/ไร่	g/กระถาง	kg/ไร่	
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	48.89	806	62.33	1027	0.784
	1	2	52.57	866	56.26	927	0.934
	1	3	46.67	769	58.30	961	0.801
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	71.28	1175	69.09	1139	1.03
	2	2	70.87	1168	68.66	1132	1.03
	2	3	68.77	1133	70.64	1164	0.974
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	86.35	1423	82.27	1356	1.05
	3	2	78.01	1286	79.73	1314	0.978
	3	3	78.49	1294	79.07	1303	0.993
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	80.18	1321	85.02	1401	0.943
	4	2	95.39	1572	94.83	1563	1.01
	4	3	75.70	1248	75.11	1238	1.01
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	105.60	1740	111.77	1842	0.945
	5	2	97.06	1600	93.58	1542	1.04
	5	3	85.69	1412	93.32	1538	0.918
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	94.31	1554	99.47	1639	0.948
	6	2	78.73	1297	84.31	1389	0.934
	6	3	98.88	1630	89.72	1479	1.10
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	105.12	1732	118.6	1955	0.886
	7	2	90.60	1493	88.93	1466	1.02
	7	3	98.30	1620	98.36	1621	1.00
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	107.72	1775	118.27	1949	0.911
	8	2	90.31	1488	91.89	1514	0.983
	8	3	83.97	1384	96.86	1596	0.867
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	95.79	1579	130.44	2150	0.734
	9	2	104.33	1719	116.92	1927	0.892
	9	3	99.04	1632	113.26	1867	0.874

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหาร

Management	ตำรับ	ซ้ำ	N(%)		P(%)		K(%)	
			เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	0.878	0.311	0.341	0.316	0.378	2.34
	1	2	0.751	0.345	0.392	0.338	0.455	2.55
	1	3	0.849	0.379	0.756	1.09	0.477	1.97
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	0.755	0.307	0.471	3.47	0.421	2.18
	2	2	0.756	0.314	0.365	0.317	0.398	2.37
	2	3	0.849	0.281	0.469	0.557	0.425	2.44
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	0.723	0.311	0.471	0.613	0.453	2.46
	3	2	0.754	0.313	0.856	0.392	0.520	2.97
	3	3	0.882	0.313	0.583	0.671	0.425	2.19
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	0.757	0.283	0.473	0.582	0.442	2.64
	4	2	0.938	0.474	0.556	0.341	0.396	1.80
	4	3	0.814	0.313	0.528	0.499	0.432	3.00
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	0.876	0.031	0.497	0.553	0.355	3.26
	5	2	0.849	0.157	0.827	0.290	0.486	2.40
	5	3	0.883	0.343	0.501	0.290	0.377	1.54
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	0.880	0.095	0.529	0.472	0.456	3.12
	6	2	0.909	0.125	0.613	0.699	0.443	2.60
	6	3	0.971	0.377	0.340	0.472	0.378	2.57
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	0.721	0.313	0.825	0.342	0.450	3.27
	7	2	0.878	0.315	0.526	0.365	0.426	2.39
	7	3	0.915	0.377	0.580	0.242	0.463	2.19
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	0.879	0.063	0.554	0.529	0.352	3.54
	8	2	0.942	0.378	0.501	0.291	0.337	2.31
	8	3	1.01	0.410	0.393	0.342	0.357	2.47
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	0.944	0.347	0.474	0.471	0.334	3.72
	9	2	1.00	0.378	0.614	0.446	0.402	2.41
	9	3	0.785	0.410	0.500	0.641	0.329	2.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงการดูดดึงของธาตุอาหาร

Management	ตำรับ	ซ้ำ	N Uptake(kg/ไร่)		P Uptake(kg/ไร่)		K Uptake(kg/ไร่)	
			เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ฟาง
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	6.69	3.20	2.59	3.24	2.88	24.0
	1	2	6.16	3.20	3.22	17.3	3.74	23.6
	1	3	6.18	3.64	5.50	57.8	3.47	18.9
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	8.41	3.49	5.24	216	4.68	24.8
	2	2	8.36	3.55	4.04	19.6	4.40	26.8
	2	3	9.10	3.27	5.03	35.4	4.56	28.4
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	9.77	4.22	6.37	45.5	6.13	33.3
	3	2	9.18	4.12	10.4	28.3	6.33	39.0
	3	3	10.8	4.08	7.14	47.9	5.20	28.6
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	9.47	3.97	5.91	44.8	5.53	37.0
	4	2	13.9	7.40	8.23	29.2	5.86	28.1
	4	3	9.62	3.87	6.25	33.9	5.11	37.1
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	14.4	0.579	8.18	56.0	5.85	60.1
	5	2	12.9	2.42	12.5	24.6	7.37	37.0
	5	3	11.8	5.28	6.69	24.5	5.04	23.7
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	12.9	1.55	7.77	42.4	6.70	51.2
	6	2	11.1	1.73	7.51	53.3	5.43	36.1
	6	3	15.0	5.58	5.24	38.2	5.83	37.9
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	11.8	6.12	13.5	36.5	7.38	63.9
	7	2	12.4	4.62	7.45	29.4	6.04	35.1
	7	3	14.1	6.11	8.91	21.5	7.12	35.5
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	14.8	1.23	9.32	56.3	5.92	68.9
	8	2	13.3	5.72	7.06	24.1	4.75	34.9
	8	3	13.1	6.55	5.14	29.8	4.67	39.3
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	14.1	7.47	7.07	55.6	4.99	80.1
	9	2	16.4	7.28	10.0	47.0	6.56	46.5
	9	3	12.1	7.66	7.73	65.6	5.09	37.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 แสดงค่าการวิเคราะห์สมบัติดินสมบัติดินหลังการปลูก

Management	ตำรับ	ซ้ำ	pH 1:1	EC 1:5(µs/cm)	OM(%)	P(mg/kg)	exchangeable base(mg/kg)		
							K	Ca	Mg
อัตราปุ๋ย 1 เท่า	1	1	6.98	585	1.76	53.2	343	2530	3000
	1	2	6.96	418	1.86	61.5	352	2685	2300
	1	3	6.75	791	1.67	68.1	370	2125	2350
อัตราปุ๋ย 1.5 เท่า	2	1	6.75	607	2.15	87.3	360	2300	2100
	2	2	6.71	319	2.01	68.1	344	2175	230
	2	3	6.52	648	2.08	57.3	364	2325	235
อัตราปุ๋ย 2 เท่า	3	1	6.56	529	1.93	70.3	338	2325	240
	3	2	6.45	501	1.74	68.1	329	2140	220
	3	3	6.56	610	1.93	68.1	347	2175	240
อัตราปุ๋ย 2.5 เท่า	4	1	6.36	463	1.80	72.6	351	2095	220
	4	2	6.31	694	1.80	70.3	331	2335	190
	4	3	6.56	838	1.80	77.4	371	2160	230
อัตราปุ๋ย 3 เท่า	5	1	6.52	492	1.88	70.3	338	2350	235
	5	2	6.50	490	1.89	68.1	299	2210	220
	5	3	6.63	617	1.88	63.7	342	2175	265
อัตราปุ๋ย 3.5 เท่า	6	1	6.07	457	2.01	89.9	329	2230	275
	6	2	6.35	433	2.29	63.7	340	2070	250
	6	3	6.39	811	1.74	72.6	336	2350	235
อัตราปุ๋ย 4 เท่า	7	1	6.37	519	2.13	75.0	332	2670	220
	7	2	6.45	662	2.14	87.3	348	2375	260
	7	3	6.45	755	2.16	92.6	368	2280	250
อัตราปุ๋ย 4.5 เท่า	8	1	6.34	489	2.08	77.4	315	2345	235
	8	2	6.46	684	2.14	89.9	344	2310	235
	8	3	6.24	549	2.02	95.3	357	2300	235
อัตราปุ๋ย 5 เท่า	9	1	6.25	697	2.10	77.4	348	2695	240
	9	2	6.24	1095	2.14	98.1	396	2700	300
	9	3	6.30	973	2.14	89.9	371	2715	260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMR ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
สัปดาห์ที่1ความเขียว	Between Groups	65.459	8	8.182	.790	.618
	Within Groups	186.507	18	10.361		
	Total	251.965	26			
สัปดาห์ที่1จำนวนกอ	Between Groups	46.519	8	5.815	.831	.587
	Within Groups	126.000	18	7.000		
	Total	172.519	26			
สัปดาห์ที่2ความเขียว	Between Groups	69.847	8	8.731	1.339	.287
	Within Groups	117.393	18	6.522		
	Total	187.241	26			
สัปดาห์ที่2จำนวนกอ	Between Groups	230.741	8	28.843	1.913	.121
	Within Groups	271.333	18	15.074		
	Total	502.074	26			
สัปดาห์ที่3ความเขียว	Between Groups	140.573	8	17.572	1.529	.216
	Within Groups	206.793	18	11.489		
	Total	347.367	26			
สัปดาห์ที่3จำนวนกอ	Between Groups	218.296	8	27.287	.610	.758

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Within Groups	804.667	18	44.704		
	Total	1022.963	26			
	Between Groups	290.407	8	36.301	3.597	.011
สัปดาห์ที่4ความเขียว	Within Groups	181.653	18	10.092		
	Total	472.061	26			
	Between Groups	717.185	8	89.648	3.656	.011
สัปดาห์ที่4จำนวนกอ	Within Groups	441.333	18	24.519		
	Total	1158.519	26			
	Between Groups	238.214	8	29.777	8.001	.000
สัปดาห์ที่5ความเขียว	Within Groups	66.993	18	3.722		
	Total	305.207	26			
	Between Groups	449.630	8	56.204	7.945	.000
สัปดาห์ที่5จำนวนกอ	Within Groups	127.333	18	7.074		
	Total	576.963	26			
	Between Groups	125.625	8	15.703	2.741	.036
สัปดาห์ที่6ความเขียว	Within Groups	103.107	18	5.728		
	Total	228.732	26			
	Between Groups	518.963	8	64.870	2.564	.046
สัปดาห์ที่6จำนวนกอ	Within Groups	455.333	18	25.296		
	Total	974.296	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูง	Between Groups	1176.352	8	147.044	10.122	.000
	Within Groups	261.500	18	14.528		
	Total	1437.852	26			

สัปดาห์ที่ 1 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1 เท่า	3	31.7000
4 เท่า	3	33.2000
3 เท่า	3	33.7333
1.5 เท่า	3	35.1000
2 เท่า	3	35.1333
2.5 เท่า	3	35.5667
5 เท่า	3	36.1333
3.5 เท่า	3	36.2000
4.5 เท่า	3	36.8000
Sig.		.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 1 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4.5 เท่า	3	5.3333
5 เท่า	3	5.3333
2.5 เท่า	3	7.0000
4 เท่า	3	7.0000
1 เท่า	3	7.6667
3.5 เท่า	3	8.0000
2 เท่า	3	8.3333
3 เท่า	3	8.6667
1.5 เท่า	3	9.3333
Sig.		.123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 2 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.5 เท่า	3	37.5667
1 เท่า	3	38.2000
5 เท่า	3	38.5333
1.5 เท่า	3	40.0000
2 เท่า	3	40.1667
3 เท่า	3	40.6000
4.5 เท่า	3	41.1000
4 เท่า	3	42.2333
3.5 เท่า	3	42.3333
Sig.		.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 2 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5 เท่า	3	11.6667	
4.5 เท่า	3	13.6667	
4 เท่า	3	15.0000	15.0000
2.5 เท่า	3	16.0000	16.0000
1 เท่า	3	16.6667	16.6667
3 เท่า	3	18.6667	18.6667
2 เท่า	3	19.0000	19.0000
3.5 เท่า	3	19.0000	19.0000
1.5 เท่า	3		21.6667
Sig.		.057	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 3 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1 เท่า	3	33.2000	
4 เท่า	3	34.2000	34.2000
3 เท่า	3	35.0667	35.0667
5 เท่า	3	35.4333	35.4333
2.5 เท่า	3	36.5000	36.5000
1.5 เท่า	3	37.2000	37.2000
2 เท่า	3	37.4000	37.4000
3.5 เท่า	3	39.7000	39.7000
4.5 เท่า	3		40.5000
Sig.		.054	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 3 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1 เท่า	3	23.0000
2.5 เท่า	3	25.3333
4.5 เท่า	3	25.3333
5 เท่า	3	27.0000
4 เท่า	3	28.3333
1.5 เท่า	3	29.6667
3 เท่า	3	29.6667
2 เท่า	3	31.6667
3.5 เท่า	3	31.6667
Sig.		.182

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 4 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1.5 เท่า	3	31.7333			
2 เท่า	3	32.6667	32.6667		
1 เท่า	3	34.1000	34.1000	34.1000	
2.5 เท่า	3		37.6333	37.6333	37.6333
3 เท่า	3			39.4333	39.4333
3.5 เท่า	3			39.5000	39.5000
4 เท่า	3			40.0000	40.0000
5 เท่า	3			40.0000	40.0000
4.5 เท่า	3				40.4667
Sig.		.400	.085	.057	.344

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 4 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1 เท่า	3	31.3333		
2 เท่า	3	36.3333	36.3333	
1.5 เท่า	3	40.0000	40.0000	40.0000
3.5 เท่า	3	40.3333	40.3333	40.3333
2.5 เท่า	3		41.0000	41.0000
4.5 เท่า	3		44.6667	44.6667
5 เท่า	3		45.0000	45.0000
4 เท่า	3			46.6667
3 เท่า	3			49.0000
Sig.		.054	.072	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 5 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1.5 เท่า	3	30.0000			
1 เท่า	3		33.5333		
2 เท่า	3		34.6000	34.6000	
2.5 เท่า	3		35.1333	35.1333	
3 เท่า	3		36.7667	36.7667	
4.5 เท่า	3			37.7667	37.7667
4 เท่า	3			37.8000	37.8000
3.5 เท่า	3			38.0000	38.0000
5 เท่า	3				40.8667
Sig.		1.000	.074	.070	.086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 5 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1 เท่า	3	23.0000				
1.5 เท่า	3		29.0000			
2 เท่า	3		30.3333	30.3333		
2.5 เท่า	3		30.6667	30.6667	30.6667	
3.5 เท่า	3		32.6667	32.6667	32.6667	32.6667
5 เท่า	3		34.0000	34.0000	34.0000	34.0000
4 เท่า	3			35.0000	35.0000	35.0000
3 เท่า	3				35.6667	35.6667
4.5 เท่า	3					37.3333
Sig.		1.000	.051	.067	.051	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 6 ความเขียว

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.5 เท่า	3	29.7000		
2 เท่า	3	29.9333		
2.5 เท่า	3	30.6667	30.6667	
1 เท่า	3	31.2333	31.2333	
3 เท่า	3	31.8333	31.8333	31.8333
4 เท่า	3	32.1667	32.1667	32.1667
3.5 เท่า	3	34.2667	34.2667	34.2667
5 เท่า	3		35.2000	35.2000
4.5 เท่า	3			35.9333
Sig.		.053	.053	.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนกอ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1 เท่า	3	24.6667		
1.5 เท่า	3	27.6667	27.6667	
2.5 เท่า	3	29.3333	29.3333	
2 เท่า	3	31.3333	31.3333	31.3333
4.5 เท่า	3	32.6667	32.6667	32.6667
5 เท่า	3		34.6667	34.6667
3 เท่า	3		35.0000	35.0000
3.5 เท่า	3		36.3333	36.3333
4 เท่า	3			39.6667
Sig.		.095	.078	.087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูง

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1 เท่า	3	118.5000		
2 เท่า	3		126.5000	
1.5 เท่า	3		127.5000	
2.5 เท่า	3		132.8333	132.8333
4 เท่า	3			135.8333
3.5 เท่า	3			136.8333
3 เท่า	3			137.6667
5 เท่า	3			138.3333
4.5 เท่า	3			139.1667
Sig.		1.000	.069	.086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRTด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F
จำนวนรวงต่อกระถาง	Between Groups	1085.407	8	135.676	12.418
	Within Groups	196.667	18	10.926	
	Total	1282.074	26		
น้ำหนัก1000เมล็ด	Between Groups	2.656	8	.332	.298
	Within Groups	20.080	18	1.116	
	Total	22.736	26		
เปอร์เซนต์เมล็ดเต็ม	Between Groups	126.963	8	15.870	.558
	Within Groups	512.000	18	28.444	
	Total	638.963	26		
เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ	Between Groups	181.630	8	22.704	.881
	Within Groups	464.000	18	25.778	
	Total	645.630	26		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sig.
จำนวนรวงต่อกระถาง	Between Groups	.000
	Within Groups	
	Total	
น้ำหนัก1000เมล็ด	Between Groups	.957
	Within Groups	
	Total	
เปอร์เซนต์เมล็ดเต็ม	Between Groups	.798
	Within Groups	
	Total	
เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ	Between Groups	.551
	Within Groups	
	Total	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนรวงต่อกระถาง

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1 เท่า	3	27.3333			
1.5 เท่า	3	31.3333	31.3333		
2 เท่า	3		34.0000	34.0000	
4.5 เท่า	3			37.3333	
2.5 เท่า	3			38.0000	
3.5 เท่า	3			38.3333	
3 เท่า	3				44.3333
4 เท่า	3				45.3333
5 เท่า	3				47.6667
Sig.		.156	.336	.157	.257

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก1000เมล็ด

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3 เท่า	3	23.5333
2.5 เท่า	3	23.6000
1 เท่า	3	23.7333
2 เท่า	3	23.7667
5 เท่า	3	24.0333
4 เท่า	3	24.1000
1.5 เท่า	3	24.2000
4.5 เท่า	3	24.2333
3.5 เท่า	3	24.5333
Sig.		.322

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์เมล็ดเต็ม

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2 เท่า	3	81.0000
4 เท่า	3	82.0000
5 เท่า	3	82.3333
1 เท่า	3	82.6667
3.5 เท่า	3	83.3333
2.5 เท่า	3	85.0000
4.5 เท่า	3	85.6667
1.5 เท่า	3	86.6667
3 เท่า	3	87.6667
Sig.		.197

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3 เท่า	3	12.3333
1.5 เท่า	3	13.3333
4.5 เท่า	3	14.3333
2.5 เท่า	3	15.0000
3.5 เท่า	3	16.6667
1 เท่า	3	17.3333
4 เท่า	3	18.0000
2 เท่า	3	19.0000
5 เท่า	3	20.6667
Sig.		.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRTด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลผลผลิต

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Graingpot	Between Groups	6373.810	8	796.726	12.512	.000
	Within Groups	1146.191	18	63.677		
	Total	7520.001	26			
Graingrai	Between Groups	1730720.667	8	216340.083	12.518	.000
	Within Groups	311092.000	18	17282.889		
	Total	2041812.667	26			
Strawgpot	Between Groups	8410.731	8	1051.341	11.980	.000
	Within Groups	1579.644	18	87.758		
	Total	9990.375	26			
Strawgrai	Between Groups	2284869.333	8	285608.667	11.978	.000
	Within Groups	429217.333	18	23845.407		
	Total	2714086.667	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GrainStraw	Between Groups	.113	8	.014	3.221	.019
	Within Groups	.079	18	.004		
	Total	.192	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graingpot

Duncan

Tr	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1 T	3	49.3767				
1.5 T	3		70.3067			
2 T	3		80.9500	80.9500		
2.5 T	3		83.7567	83.7567	83.7567	
3.5 T	3			90.6400	90.6400	90.6400
4.5 T	3			94.0000	94.0000	94.0000
3 T	3				96.1167	96.1167
4 T	3				98.0067	98.0067
5 T	3					99.7200
Sig.		1.000	.065	.081	.063	.225

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graingrai

Duncan

Tr	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1 T	3	813.6667				
1.5 T	3		1158.6667			
2 T	3		1334.3333	1334.3333		
2.5 T	3		1380.3333	1380.3333	1380.3333	
3.5 T	3			1493.6667	1493.6667	1493.6667
4.5 T	3			1549.0000	1549.0000	1549.0000
3 T	3				1584.0000	1584.0000
4 T	3				1615.0000	1615.0000
5 T	3					1643.3333
Sig.		1.000	.065	.081	.063	.225

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Strawgpot

Duncan

Tr	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1 T	3	58.9633				
1.5 T	3	69.4633	69.4633			
2 T	3		80.3567	80.3567		
2.5 T	3		84.9867	84.9867	84.9867	
3.5 T	3			91.1667	91.1667	
3 T	3				99.5567	
4 T	3				101.9633	
4.5 T	3				102.3400	
5 T	3					120.2067
Sig.		.187	.069	.197	.054	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Strawgrai

Duncan

Tr	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1 T	3	971.6667				
1.5 T	3	1145.0000	1145.0000			
2 T	3		1324.3333	1324.3333		
2.5 T	3		1400.6667	1400.6667	1400.6667	
3.5 T	3			1502.3333	1502.3333	
3 T	3				1640.6667	
4 T	3				1680.6667	
4.5 T	3				1686.3333	
5 T	3					1981.3333
Sig.		.186	.070	.198	.055	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GrainStraw

Duncan

Tr	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5 T	3	.8333	
1 T	3	.8397	
4.5 T	3	.9203	.9203
3 T	3		.9677
4 T	3		.9687
2.5 T	3		.9877
3.5 T	3		.9940
2 T	3		1.0070
1.5 T	3		1.0113
Sig.		.144	.154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRTด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารและการดูดดึงของธาตุอาหาร

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PerNGrain	Between Groups	.078	8	.010	1.667	.175
	Within Groups	.106	18	.006		
	Total	.184	26			
PerNStraw	Between Groups	.115	8	.014	1.297	.305
	Within Groups	.199	18	.011		
	Total	.314	26			
PerPGrain	Between Groups	.131	8	.016	.779	.626
	Within Groups	.378	18	.021		
	Total	.509	26			
PerPStraw	Between Groups	2.752	8	.344	.915	.526
	Within Groups	6.766	18	.376		
	Total	9.518	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerKGrain	Between Groups	.037	8	.005	2.829	.032
	Within Groups	.029	18	.002		
	Total	.066	26			
PerKStraw	Between Groups	.815	8	.102	.300	.956
	Within Groups	6.106	18	.339		
	Total	6.921	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerNGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	3	.7863	
2	3	.7867	
1	3	.8260	.8260
4	3	.8363	.8363
7	3	.8380	.8380
5	3	.8693	.8693
9	3	.9097	.9097
6	3	.9200	.9200
8	3		.9437
Sig.		.077	.114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerNStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5	3	.1770
6	3	.1990
8	3	.2837
2	3	.3007
3	3	.3123
7	3	.3350
1	3	.3450
4	3	.3567
9	3	.3783
Sig.		.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerPGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	3	.4350
8	3	.4827
6	3	.4940
1	3	.4963
4	3	.5190
9	3	.5293
5	3	.6083
3	3	.6367
7	3	.6437
Sig.		.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerPStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7	3	.3163
5	3	.3777
8	3	.3873
4	3	.4740
9	3	.5193
6	3	.5477
3	3	.5587
1	3	.5813
2	3	1.4480
Sig.		.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerKGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
8	3	.3487	
9	3	.3550	
5	3	.4060	.4060
2	3	.4147	.4147
4	3	.4233	.4233
6	3	.4257	.4257
1	3		.4367
7	3		.4463
3	3		.4660
Sig.		.051	.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PerKStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1	3	2.2867
2	3	2.3300
5	3	2.4000
4	3	2.4800
3	3	2.5400
7	3	2.6167
9	3	2.7133
6	3	2.7633
8	3	2.7733
Sig.		.380

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NUptakeGrain	Between Groups	168.068	8	21.009	9.602	.000
	Within Groups	39.382	18	2.188		
	Total	207.450	26			
NUptakeStraw	Between Groups	54.769	8	6.846	2.578	.045
	Within Groups	47.796	18	2.655		
	Total	102.565	26			
PUptakeGrain	Between Groups	92.914	8	11.614	2.852	.031
	Within Groups	73.303	18	4.072		
	Total	166.217	26			
PUptakeStraw	Between Groups	9129.113	8	1141.139	.749	.650
	Within Groups	27431.902	18	1523.995		
	Total	36561.015	26			
KUptakeGrain	Between Groups	24.380	8	3.048	6.369	.001
	Within Groups	8.612	18	.478		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Total	32.993	26			
KUptakeStraw	Between Groups	2552.554	8	319.069	1.805	.142
	Within Groups	3182.247	18	176.791		
	Total	5734.801	26			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NUptakeGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1 T	3	6.3433			
1.5 T	3	8.6233	8.6233		
2 T	3		9.9167		
2.5 T	3		10.9967	10.9967	
4 T	3			12.7667	12.7667
3.5 T	3			13.0000	13.0000
3 T	3			13.0333	13.0333
4.5 T	3			13.7333	13.7333
5 T	3				14.2000
Sig.		.075	.078	.055	.299

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NUptakeStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3 T	3	2.7597	
3.5 T	3	2.9533	
1 T	3	3.3467	
1.5 T	3	3.4367	
2 T	3	4.1400	
4.5 T	3	4.5000	4.5000
2.5 T	3	5.0800	5.0800
4 T	3	5.6167	5.6167
5 T	3		7.4700
Sig.		.076	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUptakeGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1 T	3	3.7700		
1.5 T	3	4.7700	4.7700	
2.5 T	3	6.7967	6.7967	6.7967
3.5 T	3	6.8400	6.8400	6.8400
4.5 T	3	7.1733	7.1733	7.1733
2 T	3		7.9700	7.9700
5 T	3		8.2667	8.2667
3 T	3			9.1233
4 T	3			9.9533
Sig.		.078	.074	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUptakeStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1 T	3	26.1133
4 T	3	29.1333
3 T	3	35.0333
2.5 T	3	35.9667
4.5 T	3	36.7333
2 T	3	40.5667
3.5 T	3	44.6333
5 T	3	56.0667
1.5 T	3	90.3333
Sig.		.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KUptakeGrain

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1 T	3	3.3633			
1.5 T	3	4.5467	4.5467		
4.5 T	3		5.1133	5.1133	
2.5 T	3		5.5000	5.5000	
5 T	3		5.5467	5.5467	5.5467
2 T	3			5.8867	5.8867
3.5 T	3			5.9867	5.9867
3 T	3			6.0867	6.0867
4 T	3				6.8467
Sig.		.051	.120	.142	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KUptakeStraw

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1 T	3	22.1667	
1.5 T	3	26.6667	
2 T	3	33.6333	33.6333
2.5 T	3	34.0667	34.0667
3 T	3	40.2667	40.2667
3.5 T	3	41.7333	41.7333
4 T	3	44.8333	44.8333
4.5 T	3	47.7000	47.7000
5 T	3		54.7000
Sig.		.054	.104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics Version 20.0 ของข้อมูลค่าการวิเคราะห์สมบัติดิน สมบัติดินหลังการปลูก

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH	Between Groups	.956	8	.120	9.918	.000
	Within Groups	.205	17	.012		
	Total	1.161	25			
EC	Between Groups	237504.654	8	29688.082	1.148	.383
	Within Groups	439684.000	17	25863.765		
	Total	677188.654	25			
OM	Between Groups	.408	8	.051	1.226	.342
	Within Groups	.511	8	.064	5.425	.001
	Within Groups	.212	18	.012		
	Total	.723	26			
P	Within Groups	1526.185	17	89.776		
	Total	3559.765	25			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K	Between Groups	3879.385	8	484.923	1.504	.228
	Within Groups	5482.000	17	322.471		
	Total	9361.385	25			
Ca	Between Groups	514305.449	8	64288.181	2.948	.029
	Within Groups	370729.167	17	21807.598		
	Total	885034.615	25			
Mg	Between Groups	14189494.872	8	1773686.859	11.440	.000
	Within Groups	2635716.667	17	155042.157		
	Total	16825211.538	25			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5 เท่า	2	6.2450			
3.5 เท่า	3	6.2700			
4.5 เท่า	3	6.3467	6.3467		
2.5 เท่า	3	6.4100	6.4100		
4 เท่า	3	6.4233	6.4233		
2 เท่า	3		6.5233	6.5233	
3 เท่า	3		6.5500	6.5500	
1.5 เท่า	3			6.6600	
1 เท่า	3				6.8967
Sig.		.098	.061	.177	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EC

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.5 เท่า	3	524.67	
3 เท่า	3	533.00	
2 เท่า	3	546.67	
3.5 เท่า	3	567.00	
4.5 เท่า	3	574.00	
1 เท่า	3	598.00	598.00
4 เท่า	3	645.33	645.33
2.5 เท่า	3	665.00	665.00
5 เท่า	2		896.00
Sig.		.371	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OM

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1 T	3	1.7633			
2.5 T	3	1.8000			
2 T	3	1.8667	1.8667		
3 T	3	1.8833	1.8833	1.8833	
3.5 T	3		2.0133	2.0133	2.0133
1.5 T	3			2.0800	2.0800
4.5 T	3			2.0800	2.0800
5 T	3				2.1267
4 T	3				2.1433
Sig.		.229	.134	.055	.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1 เท่า	3	60.933			
3 เท่า	3	67.367	67.367		
2 เท่า	3	68.833	68.833	68.833	
1.5 เท่า	3	70.900	70.900	70.900	70.900
2.5 เท่า	3	73.433	73.433	73.433	73.433
3.5 เท่า	3	75.400	75.400	75.400	75.400
4 เท่า	3		84.967	84.967	84.967
4.5 เท่า	3			87.533	87.533
5 เท่า	2				87.750
Sig.		.122	.064	.050	.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3 เท่า	3	326.33	
3.5 เท่า	3	335.00	
2 เท่า	3	338.00	338.00
4.5 เท่า	3	338.67	338.67
4 เท่า	3	349.33	349.33
2.5 เท่า	3	351.00	351.00
1 เท่า	3	355.00	355.00
1.5 เท่า	3	356.00	356.00
5 เท่า	2		372.00
Sig.		.101	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ca

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.5 เท่า	3	2196.67	
2 เท่า	3	2213.33	
3.5 เท่า	3	2216.67	
3 เท่า	3	2245.00	
1.5 เท่า	3	2266.67	
4.5 เท่า	3	2318.33	
4 เท่า	3	2441.67	2441.67
1 เท่า	3	2446.67	2446.67
5 เท่า	2		2697.50
Sig.		.094	.066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mg

Duncan

Treat	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.5 เท่า	3	213.33	
2 เท่า	3	233.33	
4.5 เท่า	3	235.00	
3 เท่า	3	240.00	
4 เท่า	3	243.33	
3.5 เท่า	3	253.33	
5 เท่า	2	270.00	
1.5 เท่า	3	855.00	
1 เท่า	3		2550.00
Sig.		.106	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้