สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ ฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ด และปุ๋ยหมักฟางข้าว ก่อนทำการทดลอง

ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินนาก่อนทำการทดลอง ซึ่งพื้นที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ของเกษตรกรตำบลดอนยอ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก เถ้าลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง รวมทั้งมีการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักฟางข้าวคือฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ดมาแล้ว และปุ๋ยหมักฟางข้าว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนทำการทดลอง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาทั้งลักษณะสมบัติทางกายภาพ และลักษณะสมบัติทางเคมี ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (Plant available water) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณซิลิกอนทั้งหมด ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4.1.2 ลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์

การศึกษาลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ทำการศึกษาทั้งลักษณะสมบัติทางกายภาพและลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของสิ่งทดลองก่อนจะทำการศึกษาผลของสิ่งทดลองที่เติมลงในแปลงทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนทำการทดลอง มี 2 พารามิเตอร์ คือ ความหนาแน่นรวมของเถ้าลอยลิกไนต์และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (ตารางที่ 4.1) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม

ความหนาแน่นรวมของเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเท่ากับ 1.19 กรัม/ลบ.ซม.

2) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้มีค่าเท่ากับ 1.65 %โดยน้ำหนัก

4.1.2.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี

การศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ ทำการศึกษาพารามิเตอร์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ และปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ (ตารางที่ 4.1) มีผลการศึกษาดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเท่ากับ 11.82

2) ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้

ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 349.98 ppm SiO_2

3) ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้

ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้มีค่าเท่ากับ 202.95 ppm SiO_2

4.1.3 ลักษณะสมบัติทางเคมีของฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ด

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ดมีค่าเท่ากับ 7.16

2) ปริมาณซิลิกอนทั้งหมด

ปริมาณซิลิกอนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 10.69 % Crude Si

4.1.4 ลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักฟางข้าว

การศึกษาลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักฟางข้าว ทำการศึกษาทั้งสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของสิ่งทดลองก่อนจะทำการศึกษาผลของสิ่งทดลองที่เติมลงในแปลงทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

4.1.4.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนทำการทดลอง มี 2 พารามิเตอร์ คือ ความหนาแน่นรวมของเถ้าลอยลิกไนต์และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (ตารางที่ 4.3) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม

ความหนาแน่นรวมของปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับ 0.17 กรัม/ลบ.ซม.

2) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับ 2.76 % โดยน้ำหนัก

4.1.4.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี

ลักษณะสมบัติทางเคมีที่ศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนทำการทดลอง มี 2 พารามิเตอร์ คือ ความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณซิลิกอนทั้งหมด (ตารางที่ 4.2) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับ 7.73

2) ปริมาณซิลิกอนทั้งหมด

ปริมาณซิลิกอนทั้งหมดของปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับ 12.72 % Crude Si

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์

ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	เถ้าลอยลิกไนต์
▪ **ลักษณะสมบัติทางกายภาพ**	
ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลบ.ซม.)	1.19
ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (%โดยน้ำหนัก)	1.65
▪ **ลักษณะสมบัติทางเคมี**	
ความเป็นกรดเป็นด่าง	11.82
ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ (ppm SiO_2)	349.98
ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ (ppm SiO_2)	202.95

ตารางที่ 4.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ด และลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปุ๋ยหมักฟางข้าว

ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ด	ปุ๋ยหมักฟางข้าว
■ **ลักษณะสมบัติทางกายภาพ**		
- ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลบ.ซม.)	-	0.17
- ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (%โดยน้ำหนัก)	-	2.76
■ **ลักษณะสมบัติทางเคมี**		
- ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.16	7.73
- ปริมาณ Crude Silicon (%)	10.69	12.72

4.2 ลักษณะสมบัติของดินนา

การศึกษาลักษณะสมบัติของดินนาที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง และดินหลังเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยทำการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (Plant available water) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด ปริมาณเหล็กทั้งหมด ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ ปริมาณเหล็กที่ละลายได้ และปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้ โดยมีการศึกษาสมบัติดินนาก่อนเติมสิ่งทดลองเป็นระยะเริ่มต้นในการประเมินปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารและโอกาสที่ข้าวสามารถดูดดึงธาตุต่างๆ ไปใช้ในการเจริญเติบโต มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ลักษณะสมบัติของดินนาก่อนเติมสิ่งทดลอง

ในการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนทำการทดลอง (ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง) เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อนทำการเติมสิ่งทดลอง โดยทำการศึกษาทั้งลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

4.2.1.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ในการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนทำการทดลอง (ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง) ทำการศึกษา 2 พารามิเตอร์ คือ ความหนาแน่นรวมของดิน และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (ตารางที่ 4.3) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม

ทำการศึกษาความหนาแน่นของดินระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง 2 ระดับความลึก คือ ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่ามีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.20 กรัม/ลบ.ซม. และ 1.48 กรัม/ลบ.ซม. ตามลำดับ

2) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินระยะก่อนเติมสิ่งทดลองพบว่าที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 2.03 %โดยน้ำหนัก และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 1.59 %โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 4.3 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง

ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนทำการทดลอง	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง
■ **ความหนาแน่นรวม**	
- ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (กรัม/ลบ.ซม.)	1.20
- ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (กรัม/ลบ.ซม.)	1.48
■ **ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้**	
- ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (%โดยน้ำหนัก)	2.03
- ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (%โดยน้ำหนัก)	1.59

4.2.1.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี

การศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนาระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการบอกถึงความสม่ำเสมอของพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาว่ามีความสม่ำเสมอในทุกหน่วยทดลอง โดยรายละเอียดของผลการศึกษาที่ได้มีดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในทุกหน่วยทดลองพบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.77^{NS}) และอยู่ในช่วง 4.16-4.38 (ตารางที่ 4.5)

2) ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอลูมินัมทั้งหมดของดินในทุกหน่วยทดลองพบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 2.51^{NS}) มีค่าอยู่ในช่วง 980.17-1,508.33 ppm Al (ตารางที่ 4.6)

3) ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ของดินในทุกหน่วยทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 2.92^{NS}) และอยู่ในช่วง 10.10-18.92 ppm Al (ตารางที่ 4.7)

4) ปริมาณเหล็กทั้งหมด

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณเหล็กทั้งหมดของดินในทุกหน่วยทดลองพบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.38^{NS}) มีค่าอยู่ในช่วง 158.83-188.50 ppm Fe (ตารางที่ 4.8)

5) ปริมาณเหล็กที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณเหล็กที่ละลายได้ของดินในทุกหน่วยทดลองพบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.82^{NS}) มีค่าอยู่ในช่วง 47.73-67.33 ppm Fe (ตารางที่ 4.9)

6) ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณแมงกานีสทั้งหมดของดินในทุกหน่วยทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.34^{NS}) และมีปริมาณแมงกานีสทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.10-9.03 ppm Mn (ตารางที่ 4.10)

7) ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้ของดินในทุกหน่วยทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.83^{NS}) มีค่าอยู่ในช่วง 5.21-7.17 ppm Mn (ตารางที่ 4.11)

8) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินในทุกหน่วยทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 2.32^{NS}) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 152.21-208.44 ppm P (ตารางที่ 4.12)

9) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินในทุกหน่วยทดลองพบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.27^{NS}) มีค่าอยู่ในช่วง 11.39-12.27 ppm P (ตารางที่ 4.13)

ดังนั้นสรุปได้ว่าดินที่ทำการศึกษาในดินระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง มีความสม่ำเสมอของลักษณะสมบัติดินกันในทุกหน่วยทดลอง

4.2.2 ลักษณะสมบัติของดินระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง

ความสำคัญที่ทำการศึกษาในระยะนี้ เนื่องจากระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง เป็นระยะเวลาหลังจากที่เติมสิ่งทดลองแล้วสิ่งทดลองทำปฏิกิริยากับสารละลายดินได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินคงที่ (ทัศนีย์ อัตตะนันท์, 2534) และเป็นระยะเริ่มต้นในการประเมินปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารและโอกาสที่ข้าวสามารถดูดดึงธาตุต่างๆ ไปใช้ในการเจริญเติบโต ทั้งนี้ในการศึกษาระยะนี้ทำการศึกษาเพียงลักษณะสมบัติทางเคมีเท่านั้น

4.2.2.1 ลักษณะสมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีที่ศึกษาในระยะนี้ทำการศึกษาความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสที่ละลายได้ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

เมื่อพิจารณาความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง (ตารางที่ 4.5) พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั้งหมดในทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.92^{NS}) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 4.36-4.73 ทั้งนี้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละตำรับทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (pH 4.63) พบว่าการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเท่ากับดินเดิม (4.63) และพบว่าการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (pH 4.36) และปุ๋ยหมักฟางข้าว (pH 4.49) มีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง แต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (pH 4.73) และการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (pH 4.71) มีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (pH 4.63) อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2) ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด

ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด ที่สกัดด้วย HNO_3 : $HClO_4$ = 2 : 1 และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่าปริมาณอลูมินัมทั้งหมดของดินในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.6) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.69^{NS}) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบตำรับทดลองอื่นๆ กับดินเดิม พบว่าในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (885.33 ppm Al) เถ้าลอยลิกไนต์ (1,193.17ppm Al) ปุ๋ยหมักฟางข้าว (1,084.50ppm Al) และปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (1,194.67ppm Al) มีปริมาณอลูมินัมทั้งหมดต่ำกว่าดินเดิม (1,217.00ppm Al) สำหรับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (1,296.83ppm Al) มีปริมาณอลูมินัมทั้งหมดสูงกว่าดินเดิม

3) ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้

ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ ที่สกัดด้วย DTPA และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่าปริมาณอลูมินัมทั้งหมดของดินในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.7) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.88^{NS}) แต่พบว่าปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ ได้ในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีปริมาณของอลูมินัมที่ละลายได้มากที่สุด (9.18ppm Al) เมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (6.94ppm Al) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (6.87ppm Al) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (7.82ppm Al) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (6.35ppm Al) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (6.48ppm Al)

4) ปริมาณเหล็กทั้งหมด

ปริมาณเหล็กทั้งหมด ที่สกัดด้วย HNO_3 : $HClO_4$ = 2 : 1 และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) ปริมาณอลูมินัมทั้งหมดของดินในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.8) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 3.03^{NS}) แต่ทั้งนี้ปริมาณเหล็กทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในทุกตำรับทดลองมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (103.83 ppm Fe) ซึ่งปริมาณเหล็กทั้งหมดที่ได้จากการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์มีค่ามากที่สุด (171.67 ppm Fe) สำหรับปริมาณเหล็กทั้งหมดในดินเมื่อเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณลดลงตามลำดับ (168.50ppm Fe 146.67 ppm Fe 136.33 ppm Fe และ 121.00 ppm Fe ตามลำดับ)

5) ปริมาณเหล็กที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาปริมาณเหล็กที่ละลายได้ ที่สกัดด้วย DTPA และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่าปริมาณเหล็กทั้งหมดของดินในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.9) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.18^{NS}) ทั้งนี้พบว่าปริมาณเหล็กที่ละลายได้ในตำรับทดลองดินเดิมมีปริมาณของเหล็กที่ละลายได้มากที่สุด (26.93ppm Fe) เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (21.78ppm Fe) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (23.25ppm Fe) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (22.77ppm Fe) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (20.61ppm Fe) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (26.33ppm Fe) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบในตำรับทดลองที่มีการเติมสิ่งทดลองพบว่าการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ส่งผลให้มีปริมาณเหล็กที่ละลายได้มากที่สุด

6) ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด

ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด ที่สกัดด้วย HNO_3 : $HClO_4$ = 2 : 1 และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่าปริมาณเหล็กทั้งหมดของดินในทุกตำรับ

ทดลอง (ตารางที่ 4.10) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.10^{NS}) แต่เมื่อเปรียบเทียบแต่ละตำรับทดลองพบว่าการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์มีปริมาณแมงกานีสสูงที่สุด (9.22 ppm Mn) รองลงมาคือ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณได้มีค่า 8.12 ppm Mn 7.81 ppm Mn 7.33 ppm Mn และ 6.93 ppm Mn ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองดินเดิมนั้น มีค่าเท่ากับ 8.51 ppm Mn

7) ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้

ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้ ที่สกัดด้วย DTPA และวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่าปริมาณเหล็กที่ละลายได้ ของดินในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.11) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 3.01^{NS}) แต่เมื่อเปรียบเทียบแต่ละตำรับทดลองพบว่าดินเดิมมีปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้มากที่สุด (7.79ppm Mn) รองลงมาคือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณที่ได้มีค่า 6.66 ppm Mn 5.78 ppm Mn 5.56 ppm Mn 5.48 ppm Mn และ 4.51 ppm Mn ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสในระยะ 14 วัน หลังการเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ไม่มีผลทำให้ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสทั้งหมดในดินมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกันกับปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีส ที่ละลายได้ก็มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

8) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ที่สกัดด้วย HNO_3 : $HClO_4$ = 2 : 1 และวัดปริมาณด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินนา (ตารางที่ 4.12) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value =3.36*) พบว่าตำรับทดลองปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (145.33 ppm P) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (141.06ppm P) สำหรับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (128.20ppm P) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (122.64 ppm P) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (111.16ppm P) และดินเดิม (107.03 ppm P)

9) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ทำการศึกษาในรูป P_2O_5 โดยสกัดด้วย Bray II และวัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer (ตารางที่ 4.13) พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 16.49*) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (23.49 ppm P) การเติมปุ๋ยเคมี (21.02ppm P) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (16.17 ppm P) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (16.11ppm P) ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (13.96ppm P) และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (14.92ppm P) ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกันกับดินเดิมและการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียวก็มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็ไม่แตกต่างกัน

4.2.3 ลักษณะสมบัติของดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ศึกษาวิจัยในระยะนี้ทำการศึกษาความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณอลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสที่ละลายได้ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ในการศึกษาลักษณะสมบัติในระยะนี้เป็นการบอกถึงปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่จากการที่พืชดูดดึงไปใช้ตลอดระยะการเจริญเติบโตของข้าว จนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเป็นธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นข้าวในฤดูกาลทำนาครั้งต่อไป มีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

4.2.3.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพที่ศึกษา คือ ความหนาแน่นรวมและปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (ตารางที่ 4.4)โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมของดิน 2 ระดับความลึก คือที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตรพบว่า การเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ไม่มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินในระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 2 ระดับความลึก (F-value = 2.32^{NS} และ F-value = 1.52^{NS} ตามลำดับ) ทั้งนี้ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 1.28-1.46 กรัม/ลบ.ซม. กล่าวคือ การเติมสิ่งทดลอง

(ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเมื่อเทียบกับดินเดิม (1.46 กรัม/ลบ.ซม.) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (1.37 กรัม/ลบ.ซม.) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (1.34 กรัม/ลบ.ซม.) มีค่าความหนาแน่นลดลงอย่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (1.36 กรัม/ลบ.ซม.) สำหรับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (1.28 กรัม/ลบ.ซม.) ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่น และมีความหนาแน่นรวมของดินลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (1.44 กรัม/ลบ.ซม.)

สำหรับความหนาแน่นรวมของดินที่ระยะ 15-30 เซนติเมตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F-value = 1.52^{NS}) ในทุกตำรับทดลอง เช่นเดียวกับความหนาแน่นรวมในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (1.47 กรัม/ลบ.ซม.) และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (1.45 กรัม/ลบ.ซม.) ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (1.51 กรัม/ลบ.ซม.) และดินเดิม (1.55 กรัม/ลบ.ซม.) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (1.51 กรัม/ลบ.ซม.) ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (1.54 กรัม/ลบ.ซม.)

2) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F-value = 1.09^{NS}) และมีค่าอยู่ในช่วง 0.55-0.94 %โดยน้ำหนัก ทั้งนี้พบว่าตำรับที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ หรือปุ๋ยหมักฟางข้าว มีปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม เช่นเดียวกับปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.42^{NS}) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.45-0.69 %โดยน้ำหนัก โดยในตำรับที่มีการเถ้าลอยลิกไนต์ หรือปุ๋ยหมักฟางข้าว ก็มีแนวโน้มทำให้ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม ยกเว้นการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

4.2.3.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี

ลักษณะสมบัติทางเคมีที่ศึกษาวิจัยในระยะนี้ทำการศึกษาความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสที่ละลายได้ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้ผลดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง

เมื่อพิจารณาความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.5) พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั้งหมดในทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (F-value = 1.62^{NS}) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3.92-4.39 ทั้งนี้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละตำรับทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (pH 4.10) พบว่าการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (pH 3.92) และปุ๋ยหมักฟางข้าว (pH 3.98) มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงแต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (pH 4.39) เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (pH 4.15) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (pH 4.12) มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (pH 4.10) อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2) ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด

เมื่อพิจารณาปริมาณอลูมินัมทั้งหมดในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.6) พบว่าปริมาณอลูมินัมทั้งหมดไม่แตกต่าทางสถิติ (F-value = 0.56^{NS}) แค่การเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ส่งผลให้ปริมาณอลูมินัมทุกตำรับทดลองเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับดินเดิม (1,097.12 ppm Al) โดยการเติมปุ๋ยเคมี การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์มีปริมาณอลูมินัมเท่ากับ 1,167.00 ppm Al 1,265.33 ppm Al 1,182.00 ppm Al 1,229.83 ppm Al และ 1,238.50 ppm Al ตามลำดับ

3) ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.7) พบว่าปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 3.03^{NS}) ทั้งนี้การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (7.23ppm Al) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (6.89 ppm) มีปริมาณที่พืชสามารถดูดดึงต่ำกว่าดินเดิม (7.54ppm Al) สำหรับการเติมปุ๋ยเคมี การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณที่ละลายได้สูงกว่าดินเดิม โดยปริมาณที่ได้เท่ากับ 10.63 ppm Al 8.48 ppm Al และ 9.19 ppm Al ตามลำดับ

4) ปริมาณเหล็กทั้งหมด

ปริมาณเหล็กทั้งหมดในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.8) พบว่าปริมาณเหล็กทั้งหมดไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.67^{NS}) ทั้งนี้การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (141.00 ppm Fe) มีปริมาณเหล็กทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับทดลอง และรองลงมาคือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (136.00 ppm Fe) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (122.17

ppm Fe) ก ารเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (119.50 ppm Fe) การเติมปุ๋ยเคมี (116.67 ppm Fe) และดินเดิม (116.33 ppm Fe) ตามลำดับ

5) ปริมาณเหล็กที่ละลายได้

ปริมาณเหล็กที่ละลายได้ (ตารางที่ 4.9) พบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.83^{NS}) โดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (74.13 ppm Fe) มีปริมาณเหล็กที่ละลายได้มากที่สุด และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (58.33 ppm Fe) มีปริมาณน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับทุกตำรับทดลอง ส่วนการเติมปุ๋ยเคมี (72.07 ppm Fe) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (74.13 ppm Fe) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (71.20 ppm Fe) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (75.53 ppm Fe) มีปริมาณสูงกว่าดินเดิม (66.53 ppm Fe) อย่างไรก็ตามปริมาณเหล็กทั้งหมดก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

6) ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด

เมื่อพิจารณาปริมาณแมงกานีสทั้งหมด (ตารางที่ 4.10) พบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 2.40^{NS}) โดยปริมาณแมงกานีสทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.8-16.69 ppm ทั้งนี้ การเติมปุ๋ยเคมี (9.11 ppm Mn) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (9.48 ppm Mn) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (8.17 ppm Mn) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (11.17 ppm Mn) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (11.69 ppm Mn) มีผลทำให้ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดที่พบในดินมากกว่าดินเดิม (71.20 ppm Mn) แต่ไม่มีความต่างทางสถิติ

7) ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้

ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้ (ตารางที่ 4.11) พบว่ามีปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้มีปริมาณไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 2.37^{NS}) ทั้งนี้ในทุกตำรับทดลองมีปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้มากกว่าดินเดิม (5.06 ppm Mn) ยกเว้นการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (5.00 ppm Mn) ที่มีแนวโน้มของปริมาณแมงกานีสต่ำกว่าดินเดิม โดยการเติมปุ๋ยเคมี การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ มีปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้เท่ากับ 6.89 ppm Mn 5.47 ppm Mn 6.81 ppm Mn และ 5.45 ppm Mn ตามลำดับ

ทั้งนี้อาจสรุปได้ว่า ปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต หลังจากที่เติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ล้วนไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสทั้งหมดในดิน กล่าวคือ ปริมาณที่ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกันกับปริมาณอลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสที่ละลายได้ก็ไม่แตกต่างกทางสถิติเช่นกัน

8) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 3.36*) ทั้งนี้การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (168.34 ppm P) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (129.14 ppm P) และดินเดิม (112.47 ppm P) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (153.28 ppm P) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (149.34 ppm P) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (143.97 ppm P) รวมทั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับดินเดิม (112.47 ppm P)

9) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4.13) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 3.57*) ทั้งนี้ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (11.89 ppm P) มีปริมาณมากที่สุดและเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (9.84 ppm P) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (8.63 ppm P) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (9.78 ppm P) และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (9.37 ppm P) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับดินเดิม (6.50 ppm P)

ตารางที่ 4.4 ความหนาแน่นรวม และปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลบ.ซม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (%โดยน้ำหนัก)	
	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต		ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต	
	ระดับความลึก 0-15 ซม.	ระดับความลึก 15-30 ซม.	ระดับความลึก 0-15 ซม.	ระดับความลึก 15-30 ซม.
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	1.46	1.55	0.55	0.52
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	1.36	1.51	0.70	0.45
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	1.37	1.47	0.72	0.65
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	1.44	1.54	0.65	0.69
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	1.34	1.45	0.65	0.52
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	1.28	1.51	0.94	0.62
F-value	2.32^{NS}	1.52^{NS}	1.09^{NS}	1.42^{NS}
CV	5.48 %	3.64 %	30.89 %	23.26 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	4.38	4.63	4.10
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	4.24	4.36	3.92
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	4.27	4.73	4.39
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	4.29	4.49	3.98
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	4.34	4.71	4.15
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	4.16	4.63	4.12
F-value	0.77^{NS}	1.92^{NS}	1.62^{NS}
CV	3.58 %	3.87 %	5.32 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.6 ปริมาณอลูมินัมทั้งหมดของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณอลูมินัมทั้งหมด (ppm Al)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	980.17	1,217.00	1,097.12
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	1,503.33	885.33	1,167.00
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	1,151.67	1,193.17	1,265.33
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	1,508.33	1,048.50	1,182.00
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	1,391.17	1,194.67	1,229.83
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	1,442.50	1,296.83	1,238.50
F-value	2.51^{NS}	1.69^{NS}	0.56^{NS}
CV	17.72 %	17.31 %	11.77 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.7 ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณอลูมินัมที่ละลายได้ (ppm Al)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	10.10	6.94	7.54
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	18.92	9.18	10.63
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	13.42	6.87	8.48
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	16.71	7.82	9.19
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	17.22	6.35	7.23
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	16.78	6.48	6.89
F-value	2.92^{NS}	1.88^{NS}	3.03^{NS}
CV	21.10 %	18.53 %	16.84 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.8 ปริมาณเหล็กทั้งหมดของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณเหล็กทั้งหมด (ppm Fe)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	172.67	103.83	116.67
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	173.67	136.33	116.33
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	158.83	146.17	136.00
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	188.50	121.00	122.17
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	180.83	168.50	141.00
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	182.33	171.67	119.50
F-value	0.38^{NS}	3.03^{NS}	0.67^{NS}
CV	16.44 %	18.70 %	8.66 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.9 ปริมาณเหล็กที่ละลายได้ของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณเหล็กที่ละลายได้ (ppm Fe)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	51.13	26.93	66.53
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	50.00	21.78	72.07
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	67.33	23.25	74.13
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	47.73	22.77	58.33
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	52.60	20.61	71.20
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	63.53	26.33	73.53
F-value	1.82^{NS}	1.18^{NS}	0.83^{NS}
CV	18.61 %	17.01 %	16.16 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.10 ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด (ppm Mn)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	9.03	8.51	7.80
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	7.98	6.93	9.11
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	7.89	7.33	9.48
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	8.11	8.12	8.17
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	7.65	9.22	11.17
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	7.10	7.81	11.69
F-value	1.34^{NS}	1.10^{NS}	2.40^{NS}
CV	11.77 %	17.11 %	18.40 %

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.11 ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้ของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณแมงกานีสที่ละลายได้(ppm Mn)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	7.17	7.79	5.06
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	6.31	4.51	6.89
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	5.21	6.66	5.00
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	6.99	5.56	5.47
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	6.64	5.48	6.81
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	6.26	5.78	5.45
F-value	0.83^{NS}	3.01^{NS}	2.37^{NS}
CV	20.63 %	18.70 %	16.57 %

หมายเหตุ: NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.12 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ppm P)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	152.21^{a}	107.03^{c}	112.46^{c}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	208.44^{a}	122.64^{ab}	168.34^{a}
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	158.99^{a}	111.16^{c}	129.14^{bc}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	197.67^{a}	128.20^{ab}	143.97^{abc}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	186.78^{a}	141.06^{a}	149.34^{ab}
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	166.91^{a}	145.33^{a}	153.28^{ab}
F-value	2.32^{NS}	3.36*	3.36*
CV	14.35 %	11.62 %	12.94 %

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ppm P)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 หลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	11.51 ^{a}	13.96 ^{b}	6.50 ^{c}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	11.39 ^{a}	22.91 ^{a}	9.37 ^{abc}
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	12.01 ^{a}	14.92 ^{b}	11.89 ^{a}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	11.95 ^{a}	20.26 ^{a}	9.78 ^{ab}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	12.27 ^{a}	23.49 ^{a}	8.63 ^{bc}
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	12.07 ^{a}	21.77 ^{a}	9.84 ^{ab}
F-value	0.27 ^{NS}	15.56*	3.57*
CV	9.61 %	9.25 %	17.32 %

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3 ปริมาณซิลิกอนในดิน และต้นข้าว (ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว)

การวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกอนเมื่อมีการเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) เพื่อทราบโอกาสในการเป็นแหล่งธาตุเสริมประโยชน์ และปริมาณการสะสมซิลิกอนในส่วนต่างๆ ของข้าวเพื่อเป็นแนวทางในการหมุนเวียนธาตุเสริมประโยชน์ลงสู่ดินอีกครั้ง

4.3.1 ปริมาณซิลิกอนในดินนา

การวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนในดิน ทำการวิเคราะห์ 3 ระยะการทดลอง คือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ (สกัดด้วย 1 *N* acetic acid sodium acetate pH 4) และซิลิกอนที่ละลายได้ (สกัดด้วย 0.005 M DTPA) ทั้งนี้ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้และละลายได้นั้นน่าจะเป็นปริมาณที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ เนื่องจากปริมาณซิลิกอนที่วิเคราะห์ได้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างปริมาณของซิลิกอนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ปริมาณซิลิกอนในฟางข้าว และการตอบสนองของข้าวต่อการใส่แคลเซียมซิลิเกต (Hallmark et al.,1982) มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง

เพื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นของปริมาณซิลิกอนที่อยู่ในดินเริ่มต้นก่อน เนื่องจากซิลิกอนเป็นธาตุที่มีอยู่ในเปลือกโลกในปริมาณที่มากเป็นอันดับสอง (Ponnamperuma, 1978) ทั้งนี้ดินที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์มาแล้วในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งได้ผลดังนี้

1) ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณซิลิกอนสกัดได้ของดินในทุกหน่วยทดลอง (ตารางที่ 4.14) ซึ่งเสนอปริมาณซิลิกอนในรูปซิลิกา (SiO_2) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.28^{NS}) และมีปริมาณซิลิกอนสกัดได้อยู่ในช่วง 42.43-45.66 ppm SiO_2

2) ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ของดินในทุกหน่วยทดลอง (ตารางที่ 4.15) ซึ่งเสนอปริมาณซิลิกอนในรูปกรดโมโนซิลิซิก ($Si(OH)_4$) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 0.31^{NS}) และอยู่ในช่วง 47.29-50.40 ppm $Si(OH)_4$

4.3.1.2 ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง

การวิเคราะห์ในระยะนี้ก็เนื่องมาจากเป็นระยะเริ่มต้นในการประเมินปริมาณความเป็นประโยชน์ของซิลิกอนและโอกาสที่ข้าวสามารถดูดดึงซิลิกอนไปช่วยเสริมความเป็นประโยชน์ให้ข้าวในการเจริญเติบโต

1) ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้

เมื่อพิจารณาปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ในรูป SiO_2 ที่สกัดด้วย 1*N* acetic acid sodium acetate pH 4 และวัดปริมาณด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer พบว่าปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ของดิน (ตารางที่ 4.14) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value =16.23*) โดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณซิลิกอนในรูปซิลิกา (84.84 ppm SiO_2) มากกว่าตำรับทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (78.58 ppm SiO_2) ทำให้ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (71.56 ppm SiO_2) และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (60.96 ppm SiO_2) สำหรับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (47.43 ppm SiO_2) ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม (46.48 ppm SiO_2)

2) ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้

ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ในรูปกรดโมโนซิลิซิก ($Si(OH)_4$) ที่สกัดด้วย DTPA และวัดปริมาณด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer เมื่อพิจารณาปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ของดิน (ตารางที่ 4.15) พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value =9.22*) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (73.84 ppm $Si(OH)_4$) มีปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้มากกว่าตำรับทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (65.45 ppm $Si(OH)_4$) และการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (65.91 ppm $Si(OH)_4$) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (57.96 ppm $Si(OH)_4$) ส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (50.38 ppm $Si(OH)_4$) และดินเดิม (49.63 ppm $Si(OH)_4$)

จะเห็นได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้และปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวก็มีแนวโน้มส่งผลให้ซิลิกอนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและดินเดิม

4.3.1.2 ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

เป็นระยะที่บอกการคงเหลือของซิลิกอนเมื่อพืชสิ้นสุดการดูดดึงซิลิกอนไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตแล้ว และยังคงเหลือเป็นแหล่งธาตุอาหารเบื้องต้นในการปลูกข้าวครั้งต่อไป

1) ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ในดินระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 4.14) พบว่าปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ (F-value = 61.35*) โดยการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (82.81 ppm SiO_2) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (68.72 ppm SiO_2)

การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (67.52 ppm SiO_2) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (58.81 ppm SiO_2) ก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันเมื่อเทียบกับดินเดิม (39.08 ppm SiO_2) ส่วนการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (43.76 ppm SiO_2) ไม่มีผลทำให้ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม

2) ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้

เมื่อพิจารณาปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ (ตารางที่ 4.15) พบว่าปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 25.24*) โดยที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (68.87 ppm $Si(OH)_4$) ส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (63.94 ppm $Si(OH)_4$) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (61.64 ppm $Si(OH)_4$) และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (55.06 ppm $Si(OH)_4$) ก็มีปริมาณซิลิกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (46.08 ppm $Si(OH)_4$) ทั้งนี้การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้คงเหลืออยู่ในดินมากกว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว ส่วนการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (47.23 ppm $Si(OH)_4$) ไม่ส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม

แสดงว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้และปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ในขณะที่การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวไม่มีผลทำให้ปริมาณซิลิกอนของดินเพิ่มขึ้น

4.3.2 ปริมาณซิลิกอนในราก ลำต้น และเมล็ดข้าวของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

การวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนในราก ลำต้น และเมล็ดข้าว ซึ่งในพืชจะวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกอนด้วยวิธีการวิเคราะห์ Crude Silicon ในพืช (Yoshida et al., 1976) เพื่อหาปริมาณการสะสมซิลิกอนในส่วนต่างๆ ของข้าวซึ่งปริมาณที่ได้อยู่รูป % Crude Si ปริมาณซิลิกอนที่ในพืชที่วิเคราะห์ได้ในรูปของ Crude Silicon จะมีส่วนของตะกอนเหล็ก อลูมินัม และไททาเนียมปนอยู่ด้วย

1) ปริมาณซิลิกอนในรากข้าว

เมื่อพิจารณาปริมาณซิลิกอนในรากข้าวพบว่า มีปริมาณซิลิกอน (ตารางที่ 4.16) ไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 5.27^{NS}) โดยปริมาณซิลิกอนที่พบอยู่ในช่วง 4.81-5.94 % Crude Si โดยพบว่าการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (5.94 % Crude Si) ปริมาณซิลิกอนที่มีการ

เติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (5.56 % Crude Si) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (5.54 % Crude Si) มีปริมาณซิลิกอนที่พบมากกว่าดินเดิม (4.90 % Crude Si) ตามลำดับ ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (4.84 % Crude Si) และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (8.81 % Crude Si) มีปริมาณซิลิกอนที่พบน้อยกว่าดินเดิม อย่างไรก็ตามปริมาณซิลิกอนที่พบในรากข้าวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2) ปริมาณซิลิกอนในลำต้น

ปริมาณซิลิกอนในต้นข้าว (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 8.13*) ทั้งนี้พบว่าการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (19.13 % Crude Si) และการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (18.08 % Crude Si) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (13.71 % Crude Si) สำหรับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (15.70 % Crude Si) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (16.97 % Crude Si) และ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (17.34 % Crude Si) ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับดินเดิม

แสดงว่าการเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ในทุกตำรับทดลองมีผลทำให้การสะสมซิลิกอนในต้นข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) ปริมาณซิลิกอนในเมล็ดข้าว

ในการวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนในเมล็ดข้าวจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณซิลิกอนในข้าวสาร และปริมาณซิลิกอนในแกลบ

- ปริมาณซิลิกอนในข้าวสาร

เมื่อพิจารณาปริมาณซิลิกอนในข้าวสาร (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีปริมาณซิลิกอนอยู่ในช่วง 0.106-0.145 % Crude Si แต่พบว่าปริมาณซิลิกอนที่พบในข้าวสารไม่แตกต่างทางสถิติ (F-value = 1.08^{NS}) โดยที่ในทุกตำรับทดลองมีปริมาณซิลิกอนที่พบมากกว่าดินเดิม (0.106 % Crude Si) ทั้งนี้พบว่าการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (0.145 % Crude Si) มีการสะสมซิลิกอนมากที่สุด รองลงมาคือการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ เมื่อเทียบกับดินเดิม ซึ่งปริมาณที่พบเท่ากับ 0.144 % Crude Si 0.143 % Crude Si 0.133 % Crude Si 0.126 % Crude Si ตามลำดับ

- ปริมาณซิลิกอนในแกลบ

ปริมาณซิลิกอนที่พบในแกลบ (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีปริมาณซิลิกอนที่พบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 10.45*) ซึ่งปริมาณซิลิกอนที่พบเมื่อเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (14.72 % Crude Si) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับทุกตำรับทดลอง สำหรับปริมาณซิลิกอนในการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ (12.55

% Crude Si) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (12.23 % Crude Si) และการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (12.49 %SiO_2) มีปริมาณที่พบไม่แตกต่างทางสถิติ แต่พบว่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (9.49 % Crude Si) และดินเดิม (9.58 % Crude Si)

4.4 ผลผลิตข้าวเปลือกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

4.4.1 ผลผลิตข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ความชื้น 14% ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการปรับปรุงดินนา และเป็นแหล่งธาตุอาหารให้แก่ต้นข้าวของสิ่งทดลองได้แก่ ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว

เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวเปลือก (ตารางที่ 4.17) พบว่าน้ำหนักผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อมีการเติมสิ่งทดลองส่งผลให้น้ำหนักของผลผลิตในแต่ละตำรับทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 24.39*) การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (616.50 กิโลกรัม/ไร่)ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 ไม่แตกต่างทางสถิติกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (575.56 กิโลกรัม/ไร่) ส่วนการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (446.95 กิโลกรัม/ไร่) พบว่าให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 สูงกว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (388.10 กิโลกรัม/ไร่ และ 416.38 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ดินเดิม (350.17 กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 ต่ำที่สุด

4.4.2 อัตราส่วนรากต่อลำต้น (Root/Shoot ratio) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

อัตราส่วนรากต่อลำต้นในระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4.17) เป็นการหาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน โดยให้ส่วนของต้นข้าวเป็นส่วนเหนือดิน และนับตั้งแต่โคนข้อที่ 2ของต้นข้าวลงไปถึงรากข้าวเป็นส่วนใต้ดิน เพื่อทราบอัตราส่วนของการเจริญเติบโตของต้นข้าวในส่วนเหนือดินและใต้ดินหลังเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว)

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนรากต่อลำต้นที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่าอัตราส่วนรากต่อลำต้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 4.81*) เมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิมและกับตำรับทดลองอื่นๆ พบว่า ในตำรับทดลองดินเดิมมีค่าอัตราส่วนรากต่อลำต้นมากที่สุด (0.33) สำหรับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (0.26) มีค่าอัตราส่วนรากต่อลำต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (มีค่า 0.25 0.24 และ0.17

ตามลำดับ) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (มีค่า 0.16)

4.5 คุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

การหาคุณภาพการสีของข้าว โดยนำข้าวเปลือกที่มีระดับความชื้น 12-14% ไปทำการสี ในการสีข้าวเมื่อกะเทาะเปลือกข้าวออกจะได้ข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องที่ได้ไปขัดรำออกแล้ว จะได้ข้าวสาร จากนั้นจึงนำข้าวสารไปคัดแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก ด้วยเครื่องคัดแยก (Sizing divider) ในกระบวนการนี้จะคัดแยกข้าวหักออก ทำให้ได้ข้าวสารที่ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด รวมกับต้นข้าว ทั้งนี้ข้าวเต็มเมล็ดคือ เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมิได้มีส่วนใดหักออกเลย ส่วนต้นข้าวคือ เมล็ดข้าวที่หัก และมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ดซึ่งคิดเป็น 10 ส่วน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546)

คุณภาพการสีข้าวพิจารณาได้จากร้อยละของข้าวเต็มเมล็ดรวมกับต้นข้าว (ตารางที่ 4.16) พบว่า คุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 5.64*) โดยการเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ (ร้อยละ 50.80 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) มีคุณภาพการสีของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 43.07 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) และดินเดิม (ร้อยละ 40.69 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 48.24 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์(ร้อยละ 46.75 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 44.75 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว)

อย่างไรก็ตามเมื่อนำคุณภาพการสีของข้าวแต่ละตำรับทดลองมาจัดให้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพการสี (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546) พบว่าในตำรับทดลองดินเดิม การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพการสีของข้าวดี (อยู่ในช่วงร้อยละ 40-50 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) ในขณะที่การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพการสีดีมาก (มากกว่าร้อยละ 50 ของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว)

สำหรับสีของเมล็ดข้าวสารหรือการวัดความขาวของข้าวสาร (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 41.86-43.93% ซึ่งเป็นช่วงความขาวปกติของพันธุ์ข้าวหอมมะลิ ทั้งนี้ความขาวของข้าวสารไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.27^{NS}) แสดงให้เห็นว่าการเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความขาวของเมล็ดข้าวสารอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.14 ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ (ppm SiO_2)		
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	45.21 ^{a}	46.48 ^{d}	39.08 ^{d}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	45.16 ^{a}	47.43 ^{d}	43.76 ^{d}
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	42.43 ^{a}	71.56 ^{bc}	67.52 ^{b}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	42.86 ^{a}	60.96 ^{c}	58.81 ^{c}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	44.41 ^{a}	78.58 ^{ab}	68.72 ^{b}
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	45.66 ^{a}	84.84 ^{a}	82.81 ^{a}
F-value	0.28 ^{NS}	16.23*	61.35*
CV	10.00 %	10.62 %	6.12 %

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.15 ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ของดิน 3 ระยะคือ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับทดลอง	ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้					
	ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง		ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง		ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต	
	ppm $Si(OH)_4$	ppm SiO_2 [1]	ppm $Si(OH)_4$	ppm SiO_2 [1]	ppm $Si(OH)_4$	ppm SiO_2 [1]
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	48.50 [a]	31.70 [a]	49.63 [c]	32.44 [c]	46.08 [d]	30.12 [d]
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	49.16 [a]	32.13 [a]	50.38 [c]	32.93 [c]	47.23 [d]	30.87 [d]
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	47.66 [a]	31.15 [a]	65.45 [ab]	42.78 [ab]	55.06 [c]	35.99 [c]
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	47.29 [a]	30.91 [a]	57.96 [bc]	37.88 [bc]	61.64 [b]	40.29 [b]
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	50.40 [a]	32.94 [a]	65.91 [ab]	43.08 [ab]	63.94 [ab]	41.79 [ab]
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	49.16 [a]	32.13 [a]	73.84 [a]	48.26 [a]	68.87 [a]	45.01 [a]
F-value	0.31 [NS]		9.22*		25.24*	
CV	7.20 %		9.02 %		5.59 %	

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4) [1] หมายถึง ปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ ซึ่งเปลี่ยนให้อยู่ในรูป SiO_2 (ppm SiO_2) คำนวณได้จาก ppm $Si(OH)_4$ × 0.65

ตารางที่ 4.16 คุณภาพการสี ความขาวของเมล็ด และปริมาณซิลิกอนในราก ลำต้น เมล็ดข้าวสาร และแกลบ

ตำรับการทดลอง	คุณภาพการสี (%ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว)	ความขาวเมล็ดข้าวสาร (%)	ปริมาณซิลิกอน (% Crude Si)			
			ราก	ลำต้น	เมล็ดข้าวสาร	แกลบ
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	40.69 ^{c}	43.0 ^{a}	4.90 ^{a}	13.71 ^{c}	0.106 ^{a}	9.58 ^{c}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	48.24 ^{ab}	42.2 ^{a}	4.81 ^{a}	15.70 ^{bc}	0.126 ^{a}	9.49 ^{c}
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	43.07 ^{bc}	43.9 ^{a}	4.84 ^{a}	16.97 ^{ab}	0.143 ^{a}	12.55 ^{b}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	44.75 ^{ab}	43.1 ^{a}	5.56 ^{a}	17.34 ^{ab}	0.133 ^{a}	12.23 ^{b}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	50.83 ^{a}	41.9 ^{a}	5.54 ^{a}	18.08 ^{a}	0.144 ^{a}	12.49 ^{b}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	46.75 ^{ab}	43.5 ^{a}	5.94 ^{a}	19.13 ^{a}	0.145 ^{a}	14.72 ^{a}
F-value	5.64*	1.27 ^{NS}	5.27 ^{NS}	8.13*	1.08 ^{NS}	10.45*
CV	5.82 %	2.80 %	15.98 %	6.88 %	23.72 %	9.04 %

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.17 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกที่ความชื้น 14% อัตราส่วนรากต่อลำต้น ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

ตำรับทดลอง	ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (กิโลกรัม/ไร่)	อัตราส่วนรากต่อลำต้น ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	350.17^{c}	0.33^{a}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี	575.56^{a}	0.16^{c}
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์	388.10^{bc}	0.26^{ab}
ดินเดิม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว	416.38^{bc}	0.24^{abc}
ดินเดิม+ปุ๋ยเคมี+เถ้าลอยลิกไนต์	616.50^{a}	0.25^{abc}
ดินเดิม +ปุ๋ยหมักฟางข้าว+เถ้าลอยลิกไนต์	446.95^{b}	0.17^{bc}
F-value	24.39*	4.81*
CV	8.05 %	19.21 %

หมายเหตุ : 1) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธี DMRT

2) * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับปริมาณซิลิกอนในดินและต้นข้าว (ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กับปริมาณซิลิกอนในดินและต้นข้าว ทั้งนี้ในต้นข้าวจะหาความสัมพันธ์ทั้งในราก ลำต้น และเมล็ดข้าว โดยในเมล็ดข้าวจะแบ่งออกเป็นแกลบและเมล็ดข้าวสาร ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติโดยการหาสหสัมพันธ์ (Correlation)

4.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในดิน

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวพันธ์ปทุมธานี 1 กับปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้และปริมาณที่ละลายได้ของดินทั้ง 3 ระยะการทดลองซึ่งได้แก่ ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (รูปที่ 4.1-4.6) พบว่ามีเพียงปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ของดินระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลองเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสี ($y = 33.478 + 0.3094x$ มีค่า $r = 0.692^*$) และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนที่ละลายได้ของดินระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลองมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กับปริมาณซิลิกอนที่สกัดได้ของดินระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง รวมทั้งปริมาณซิลิกอนทั้งหมดและปริมาณที่ละลายได้ของดินระยะก่อนเติมสิ่งทดลองและระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่มีความสัมพันธ์กัน

4.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในต้นข้าว

การหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในต้นข้าวเพื่อดูความสัมพันธ์ของคุณภาพการสีข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กับการสะสมซิลิกอนในต้นข้าวในส่วนต่างๆ ทั้งนี้จะแบ่งต้นข้าวออกเป็น 3 ส่วนคือ ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว

4.6.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในราก

เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้จากคุณภาพการสี (ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) มาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนที่พบในราก (ตารางที่ 4.18) พบว่าคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในรากไม่มีความสัมพันธ์กัน

4.6.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในลำต้น

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในลำต้น (ตารางที่ 4.18) พบว่าคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในลำต้นมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($y = 34.886 + 0.6613x$ มีค่า $r = 0.760^*$)

4.6.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในเมล็ดข้าว

การหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในเมล็ดข้าว จะแบ่งออกเป็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในข้าวสาร และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในแกลบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในข้าวสาร

เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้จากคุณภาพการสีมาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนที่พบในข้าวสาร (รูปที่ 4.9) พบว่าคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในข้าวสารไม่มีความสัมพันธ์กัน

2) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในแกลบ

เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้จากคุณภาพการสีมาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนที่พบในแกลบ (ตารางที่ 4.18) พบว่าคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนในแกลบไม่มีความสัมพันธ์กัน

อาจสรุปได้ว่าเมื่อนำคุณภาพการสีของข้าวกับปริมาณซิลิกอนที่พบมาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับปริมาณซิลิกอนในดิน และต้นข้าว (ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่ามีเพียงปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่พบในดินในระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง กับปริมาณซิลิกอนที่พบในต้นข้าวเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับปริมาณซิลิกอน (SiO_2) ในดิน

ปริมาณซิลิกอนในดิน	y = a + bx	r
■ ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช		
- ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	y = 37.525 + 0.2575x	0.340
- ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	y = 33.478 + 0.3094x	0.692*
- ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต	y = 34.065 + 0.3121x	0.667
■ ปริมาณซิลิกอนทั้งหมด		
- ระยะก่อนเติมสิ่งทดลอง	y = 41.305 + 0.1058x	0.320
- ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	y = 37.887 + 0.1206x	0.689
- ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต	y = 38.673 + 0.1172x	0.660

หมายเหตุ : * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับปริมาณซิลิกอน (SiO_2) ในราก ลำต้น เมล็ดข้าวสาร และแกลบ

ปริมาณซิลิกอน	y = a + bx	r
ราก	y = 39.225 + 1.2335x	0.474
ลำต้น	y = 34.886 + 0.6613x	0.760*
เมล็ดข้าวสาร	y = 36.836 + 66.627x	0.647
แกลบ	y = 39.248 + 0.5464x	0.525

หมายเหตุ : * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับเชื่อมั่น 95%