สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะสมบัติของดินนา เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวก่อนทำการทดลอง

ลักษณะสมบัติของดินนา ทั้งลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมี จากพื้นที่ศึกษาวิจัย เถ้าลอยลิกไนต์ จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง และปุ๋ยหมักฟางข้าวซึ่งทำจากฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด ก่อนทำการทดลองต้องทำการศึกษาเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน ความเป็นกรด-ด่าง ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) ธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (ซิลิกอน) และอินทรียวัตถุ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1.1 ลักษณะสมบัติของดินนาก่อนทำการทดลอง

1) ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของดินมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชนับตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนกระทั่งให้ผลผลิต ถ้าดินมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมจะเป็นข้อจำกัดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชจะดูดดึงขึ้นไปใช้ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาลักษณะทางกายภาพที่สำคัญ ดังนี้

1.1) เนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. โดยศึกษาสัดส่วนโดยมวลของอนุภาค 3 กลุ่มขนาด คือ ทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนอนุภาค (%) ทั้ง 3 กลุ่มขนาด (Sand, Silt และ Clay) (ตารางที่ 4.1) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.27^{NS}, 1.93^{NS} และ 2.07^{NS} ตามลำดับ) และมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว เพราะมีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวเกิน 40 % (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1.2) ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available water)

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน คำนวณจากผลต่างของระดับความชื้นของดินที่ความจุสนาม (Field Capacity - ความดัน 0.3 bar) กับจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point - ความดัน 15 bar) โดยปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-5 ซม. และ 15-30 ซม. มีค่าเท่ากับ 2.03 % และ 1.59 % ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 สัดส่วนอนุภาคและประเภทเนื้อดินของดินนาก่อนทำการทดลอง

ตำรับทดลอง	สัดส่วนอนุภาค (%)			ประเภทเนื้อดิน
	Sand	Silt	Clay	
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	30.52	24.58	44.90	Clay
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	25.33	28.96	45.71	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	30.30	25.94	43.75	Clay
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	29.21	25.61	45.19	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	27.95	20.59	51.45	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	25.50	26.91	47.59	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	25.03	23.51	51.46	Clay
F-value	1.27^{NS}	1.93^{NS}	2.07^{NS}	
CV (%)	13.32	13.16	8.06	

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

2) ลักษณะสมบัติทางเคมี

2.1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินนาก่อนทำการทดลอง (ตารางที่ 4.2) ในทุกตำรับทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.63^{NS}) และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วง 4.16 – 4.49 ซึ่งจัดได้ว่ามีค่าความเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามปทานุกรมปฐพีวิทยา (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541: ตารางภาคผนวกที่ ผ.1)

2.2) ปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary nutrient elements)

ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาก่อนทำการทดลองประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) (ตารางที่ 4.3) พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 0.50^{NS}, 1.52^{NS} และ 0.82^{NS} ตามลำดับ) และอยู่ในช่วง 0.140-0.149 % 11.50 – 12.99 ppm และ 95.16-106.64 ppm ตามลำดับ

2.3) ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (Beneficial nutrient)

ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ของดินก่อนทำการทดลอง คือ ซิลิกอน (Si) โดยวัดในรูปกรดโมโนซิลิซิก (Monosilicic acid; $Si(OH)_4$) ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่อยู่ในสารละลายดิน (ตารางที่ 4.4) พบว่าปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 0.38^{NS}) และอยู่ในช่วง 49.45-52.70 ppm

2.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินนาก่อนทำการทดลอง อยู่ในช่วง 0.93-1.02 % (ตารางที่ 4.5) และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 0.87^{NS}) ปริมาณอินทรียวัตถุก่อนทำการทดลองของดินนาจัดได้ว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545 : ตารางภาคผนวกที่ ผ.5)

ตารางที่ 4.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินนาที่ระยะก่อนทำการทดลอง ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ระยะ		
	ก่อนทดลอง	14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	เก็บเกี่ยว
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	4.38	4.63	4.44
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	4.24	4.36	4.25
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	4.27	4.73	4.60
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	4.29	4.49	4.38
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	4.34	4.71	4.66
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	4.16	4.63	4.54
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	4.49	4.72	4.67
F-value	1.63 ^{NS}	2.12 ^{NS}	2.56 ^{NS}
CV (%)	3.35	3.59	3.71

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

ตารางที่ 4.3 ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาก่อนทำการทดลอง

ตำรับทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาก่อนทำการทดลอง		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5; ppm)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O; ppm)
ดินเดิม (เคยเดิมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.140	12.85	102.24
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.147	12.99	95.16
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.141	11.62	102.40
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.149	12.12	106.64
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.145	12.97	98.12
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.146	12.41	100.40
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	0.144	11.50	105.08
F-value	0.50^{NS}	1.52^{NS}	0.82^{NS}
CV (%)	5.54	9.98	7.45

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

ตารางที่ 4.4 ปริมาณธาตุซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ของดินนาที่ระยะก่อนทำการทดลอง ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ ($Si(OH)_4$; ppm) ที่ระยะ		
	ก่อนทดลอง	14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	เก็บเกี่ยว
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	50.73	51.90 ^{d}	46.06 ^{d}
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	51.40	52.69 ^{d}	47.79 ^{d}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	49.84	68.44 ^{bc}	63.25 ^{bc}
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	49.45	60.61 ^{cd}	57.58 ^{c}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	52.70	68.93 ^{bc}	65.53 ^{b}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	51.40	77.22 ^{ab}	71.82 ^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	49.61	79.66 ^{a}	74.54 ^{a}
F-value	0.38 ^{NS}	13.17 *	29.59 *
CV (%)	6.62	8.03	5.78

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

ตารางที่ 4.5 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินนาที่ระยะก่อนทำการทดลอง ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) ที่ระยะ		
	ก่อนทดลอง	14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง	เก็บเกี่ยว
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.93	0.96 ^{c}	0.87 ^{c}
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.98	0.99 ^{bc}	0.95 ^{bc}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.95	1.00 ^{bc}	1.01 ^{b}
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.94	1.08 ^{ab}	1.16 ^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.99	1.02 ^{bc}	1.04 ^{b}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	1.00	1.09 ^{ab}	1.18 ^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	1.02	1.13 ^{a}	1.19 ^{a}
F-value	0.87 ^{NS}	3.60 *	13.04 *
CV (%)	6.28	5.30	5.68

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

4.1.2 ลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ก่อนทำการทดลอง

ลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ก่อนทำการทดลอง (ตารางที่ 4.6) คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ อินทรียวัตถุ ความหนาแน่นรวม ความชื้นภาคสนาม จุดเหี่ยวถาวร ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ และอัตราการไหลซึมของน้ำ มีค่าเท่ากับ 11.82, 0.014 %, 2.39 ppm, 214 ppm, 324.55 ppm, 0.03 %, 1.19 g/cm^3, 47.40 %, 45.75 %, 1.65 % และ 4.45 ซม./ชม. ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 สมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์

สมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
pH (ดิน:น้ำ = 1:2)	11.82
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.014
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5; ppm)	2.39
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O; ppm)	214
ซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ ($Si(OH)_4$; ppm)	324.55
อินทรียวัตถุ (%)	0.03
ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)	1.19
ความชื้นภาคสนาม (%)	47.40
จุดเหี่ยวถาวร (%)	45.75
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (%)	1.65
อัตราการไหลซึมของน้ำ (ซม./ชม.)	4.45

4.1.3 ลักษณะสมบัติของฟางข้าวและปุ๋ยหมักฟางข้าวก่อนทำการทดลอง

ลักษณะสมบัติของฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดก่อนนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก (ตารางที่ 4.7) คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณ Crude Si มีค่าเท่ากับ 7.16, 0.70 %, 0.012 %, 0.94 % และ 10.69 % ตามลำดับ

ลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักฟางข้าวก่อนทำการทดลอง (ตารางที่ 4.7) คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณ Crude Si อินทรียวัตถุ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 7.73, 1.61 %, 0.074 %, 1.32 %, 12.72 %, 32.33% และ 11.68 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ลักษณะสมบัติของฟางข้าวและปุ๋ยหมักฟางข้าวก่อนทำการทดลอง

พารามิเตอร์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	
	ฟางข้าว	ปุ๋ยหมัก
pH (พืช:น้ำ = 1:5)	7.16	7.73
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.70	1.61
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.012	0.074
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	0.94	1.32
ซิลิกอน (Crude silicon ; %)	10.69	12.72
อินทรียวัตถุ (%)	-	32.33
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	-	11.68

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

4.2 ลักษณะสมบัติของดินนาหลังเติมสิ่งทดลอง

4.2.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินนาหลังเติมสิ่งทดลอง

ลักษณะทางกายภาพของดินนาทำการศึกษาในระยะเก็บเกี่ยว คือ เนื้อดิน และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1) เนื้อดิน (Soil texture)

สัดส่วนของอนุภาคดินนาหลังเติมสิ่งทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม. (ตารางที่ 4.8) ในทุกตำรับทดลอง พบว่าสัดส่วนอนุภาค (%) ทั้ง 3 กลุ่มขนาด (Sand, Silt และ Clay) ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 0.57^{NS}, 0.33^{NS} และ 0.87^{NS} ตามลำดับ) อยู่ในช่วง 24.89-31.44 %, 25.75-27.77 % และ 42.25-48.13 % ตามลำดับ และมีประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียว

2) ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available water)

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินนาที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. (ตารางที่ 4.9) ในทุกตำรับทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.08^{NS} และ 1.15^{NS} ตามลำดับ) และมีค่าอยู่ในช่วง 0.62 – 0.78 % และ 0.51 - 0.62 % ตามลำดับ โดยตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ หรือปุ๋ยหมักฟางข้าว ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินนามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม หรือการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

อาจกล่าวได้ว่า การเติมสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อดินและปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนอนุภาคและประเภทเนื้อดินของดินนาระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	สัดส่วนอนุภาค (%)			เนื้อดิน
	Sand	Silt	Clay	
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	31.44	26.31	42.25	Clay
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	24.89	26.99	48.13	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	30.73	26.73	42.54	Clay
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	31.21	25.75	43.04	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	29.47	26.92	43.62	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	30.35	27.03	42.62	Clay
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	26.57	27.77	45.66	Clay
F-value	0.57^{NS}	0.33^{NS}	0.87^{NS}	
CV (%)	19.78	7.14	9.12	

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

ตารางที่ 4.9 ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินนาระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (%)	
	0-15 ซม.	15-30 ซม.
ดินเดิม (เคยเดิมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.66	0.55
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.62	0.51
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.72	0.54
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.69	0.62
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.65	0.55
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.78	0.60
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	0.75	0.59
F-value	1.08^{NS}	1.15^{NS}
CV (%)	13.59	10.96

หมายเหตุ : NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

4.2.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนาหลังเติมสิ่งทดลอง

ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินหลังเติมสิ่งทดลองต่างๆ ลงในดินนา ได้แก่ เถ้าลอยลิกไนต์ อัตรา 2 ตัน/ไร่ ปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 2 ตัน/ไร่ และ ปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 40 กก./ไร่ 46-0-0 อัตรา 15 กก./ไร่ จะบ่งชี้ถึงความสามารถในการเป็นแหล่งธาตุอาหารให้กับต้นข้าว ประกอบด้วย ความเป็นกรดเป็นด่าง ธาตุอาหารหลัก (ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) ธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (ซิลิกอน) และอินทรียวัตถุ โดยทำการศึกษา 2 ระยะ คือ ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง และระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1) ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง

ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) ทำปฏิกิริยากับสารละลายดิน เพื่อให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินคงที่ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531) โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

1.1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินนาที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง (ตารางที่ 4.2) ในทุกตำรับทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 2.12^{NS}) และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วง 4.36-4.73 โดยการเติมปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์มีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2) ปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary nutrient elements)

ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง (ตารางที่ 4.10) ประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) มีผลการศึกษาดังนี้

1.2.1) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินนา เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ

F-value = 7.66*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ (อักษร ab) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร b เดียวกัน) แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างจากการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (อักษร bc) ขณะที่ตำรับทดลองดินเดิม และเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำกว่าทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร d และ cd ตามลำดับ)

อาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยเคมีมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2.2) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินนาเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 23.91*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร ab) นอกจากนี้การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อักษร b) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่วนดินเดิม เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร c เดียวกัน) และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยเคมีมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2.3) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินนา เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 13.15*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร b) ส่วนดินเดิม และเมื่อเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร c เดียวกัน) และมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

1.3) ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (Beneficial nutrient)

ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ของดิน คือ ซิลิกอน (Si) ซึ่งวัดในรูปกรดโมโนซิลิซิก (% $Si(OH)_4$) (ตารางที่ 4.4) พบว่า ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 13.17*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร ab) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร bc เดียวกัน) แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (อักษร ab) และการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว ส่วนดินเดิม และเมื่อเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร d เดียวกัน) และมีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

1.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินนา (%) (ตารางที่ 4.5) เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 3.60*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ขณะที่การเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร bc เดียวกัน) แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกับการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่วนดินเดิมมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (อักษร c) แต่ไม่แตกต่างจากเมื่อเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และและเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม เมื่อเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

2) ระยะเก็บเกี่ยว

ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่ระยะเก็บเกี่ยวจะบ่งชี้ถึงปริมาณธาตุอาหารที่เหลือจากการที่พืชดูดดึงไปใช้ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต และความสามารถในการเป็นแหล่งธาตุอาหารให้กับต้นข้าวในการทำนาครั้งต่อไป ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

2.1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4.2) ในทุกตำรับทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 2.56^{NS}) และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 4.25-4.67 โดยการเติมปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลงเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์มีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2) ปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary nutrient elements)

ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4.11) ประกอบด้วยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) มีผลการศึกษาดังนี้

2.2.1) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินนา เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีคงเหลือสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 15.02^{*}) และไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (อักษร b) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติแต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน ส่วนดินเดิม และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร d เดียวกัน) และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.2) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินนาเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับ ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีคงเหลือสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 5.58*) ส่วนการเติมปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (กลุ่มอักษร b เดียวกัน) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างแต่ไม่มีนัยสำคัญกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (กลุ่มอักษร bc เดียวกัน) ส่วนดินเดิมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่าทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร c)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.3) โพแทสเซียม (Exchangeable potassium)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินนาเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีคงเหลือสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร a และ F-value = 49.59*) และไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (อักษร b) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน ขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (อักษร c) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร d เดียวกัน)

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

2.3) ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (Beneficial nutrient)

ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ของดิน คือ ซิลิกอน (Si) ซึ่งวัดในรูปกรดโมโนซิลิซิก (% $Si(OH)_4$) (ตารางที่ 4.4) พบว่า ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีคงเหลือสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a และ F-value = 29.59*) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (อักษร b) มีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (อักษร bc) ขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว (อักษร c) มีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน ส่วนดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร d เดียวกัน) และมีปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

2.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินนา (ตารางที่ 4.5) เมื่อเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a เดียวกันและ F-value = 13.04*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร b เดียวกัน) และไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อักษร bc) แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน ส่วนดินเดิมมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (อักษร c) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม การเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 4.10 ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง

ตำรับทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5 ; ppm)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O ; ppm)
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.174^{d}	13.96^{c}	131.40^{c}
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.201^{ab}	21.02^{b}	140.71^{c}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.178^{cd}	14.92^{c}	176.64^{ab}
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.190^{bc}	16.11^{c}	162.60^{b}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.195^{b}	23.49^{ab}	182.76^{ab}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.193^{b}	16.17^{c}	186.84^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	0.209^{a}	25.88^{a}	194.28^{a}
F-value	7.66*	23.91*	13.15*
CV (%)	5.19	8.76	6.82

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

ตารางที่ **4.11** ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินนาระยะเก็บเกี่ยว		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5 ; ppm)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O ; ppm)
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.126^{c}	9.65^{c}	88.08^{d}
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.172^{ab}	14.27^{b}	91.68^{d}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.134^{c}	12.33^{bc}	154.36^{ab}
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.161^{b}	12.80^{bc}	126.64^{c}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.168^{ab}	14.07^{b}	150.40^{b}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.170^{ab}	13.09^{bc}	157.24^{ab}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	0.182^{a}	18.83^{a}	167.36^{a}
F-value	15.02*	5.58*	49.59*
CV (%)	5.86	14.97	5.96

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

4.3 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกข้าวพันธุ์ปทุมธานี1

ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งธาตุอาหารให้กับต้นข้าวของดินเดิม และสิ่งทดลองที่เติมลงในดิน ได้แก่ เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี ในขณะที่ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพของธาตุอาหารจากดินเดิมและสิ่งทดลองที่เติมลงในดินนาในการนำไปสร้างเป็นผลผลิต

4.3.1 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (Grain yield)

ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (ตารางที่ 4.12) เมื่อเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 56.15*) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (กลุ่มอักษร b เดียวกัน) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (อักษร bc) ไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญแต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน ส่วนดินเดิม (อักษร c) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นแต่ไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แสดงว่าสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองดินเดิม โดยที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกสูงสุด

4.3.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest Index)

ดัชนีการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (ตารางที่ 4.12) ในแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-value = 1.44^{NS}) และดัชนีการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.46-0.52 แสดงว่าการเติมสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว) ไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของดัชนีการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 แต่มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.12 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกและดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1

ตำรับทดลอง	ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (กก./ไร่)	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	350.17 ^{c}	0.46
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	610.65 ^{a}	0.51
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	388.10 ^{bc}	0.46
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	411.25 ^{b}	0.52
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	665.97 ^{a}	0.47
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	446.95 ^{b}	0.48
ดินเดิม+เถ้าลอยลิกไนต์+ปุ๋ยหมักฟางข้าว+ปุ๋ยเคมี	664.77 ^{a}	0.50
F-value	56.15*	1.44^{NS}
CV (%)	6.26	6.45

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

4.4 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวระยะเก็บเกี่ยว

4.4.1 ปริมาณธาตุอาหารหลัก

ปริมาณธาตุอาหารหลักของฟางข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4.13) ประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) มีผลการศึกษาดังนี้

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฟางข้าว เมื่อเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 23.38*) สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว (อักษร b) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฟางข้าวไม่แตกต่างจากการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร bc) ส่วนดินเดิม และการเติมเถ้าลอย

ลิกไนต์เพียงอย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฟางข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร c เดียวกัน) และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฟางข้าวต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฟางข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในฟางข้าว เมื่อเติมปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 9.77*) สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร ab) ขณะที่การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว (อักษร b) มีปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในฟางข้าวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพียงอย่างเดียว (อักษร bc) ส่วนดินเดิม มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในฟางข้าวต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร c)

อาจกล่าวได้ว่าสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total potassium)

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในฟางข้าว เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 5.42*) และไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ขณะที่การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อักษร bc) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในฟางข้าวไม่แตกต่างจากดินเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อักษร c) แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในฟางข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิมและเมื่อเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

4.4.2 ปริมาณธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (Beneficial nutrient)

ธาตุอาหารเสริมประโยชน์ที่ทำการศึกษา คือ ซิลิกอน (Si) โดยวัดในรูป Crude Si (%) (ตารางที่ 4.13) พบว่า เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณ Crude Si ในฟางข้าวสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value = 3.04*) แต่ไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร ab เดียวกัน) ส่วนดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีปริมาณ Crude Si ในฟางข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร b) และไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน

อาจกล่าวได้ว่าตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าว ส่งผลให้ปริมาณ Crude Silicon สะสมอยู่ในฟางข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม และการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 4.13 ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าวระยะเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1

ตำรับทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าวระยะเก็บเกี่ยว (%)			
	ไนโตรเจนทั้งหมด	ฟอสฟอรัสทั้งหมด	โพแทสเซียมทั้งหมด	ซิลิกอน
ดินเดิม (เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์เมื่อปี พ.ศ. 2544)	0.496 ^{c}	0.055 ^{c}	2.11 ^{c}	10.12 ^{b}
ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี	0.690 ^{a}	0.075 ^{a}	2.25 ^{bc}	9.66 ^{b}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์	0.505 ^{c}	0.062 ^{bc}	2.43 ^{ab}	13.22 ^{ab}
ดินเดิม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.553 ^{bc}	0.064 ^{b}	2.36 ^{ab}	11.23 ^{ab}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.713 ^{a}	0.074 ^{a}	2.38 ^{ab}	13.72 ^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว	0.583 ^{b}	0.069 ^{ab}	2.59 ^{a}	14.08 ^{a}
ดินเดิม + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว + ปุ๋ยเคมี	0.730 ^{a}	0.077 ^{a}	2.56 ^{a}	13.85 ^{a}
F-value	23.38 *	9.77 *	5.42 *	3.04 *
CV (%)	5.84	6.52	5.20	15.26

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

2. * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %