ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพาราในดินชุดท่าแซะ

Effects of Organic and Chemical Fertilizers Utillization on Rubber Growth and Yield in Tha-sae Soil Series

ของ

นางอุษา ศรีใส

ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๑๑๑๕

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๒ กรมพัฒนาที่ดิน

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ

ตำแหน่งเลขที่ ๑๑๑๕

ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๒ กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วิธีดำเนินการ	26
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	30
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551	32
2	ขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (ที่ 170 เซนติเมตรจากระดับพื้นดิน) ทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2551	33
3	สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองแปลงยางพารา ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551	34
4	สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551	39
5	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	43
6	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-พ.ศ. 2550	44
7	เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551	47
8	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 3)	47
9	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 3)	48
10	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	53
11	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	54
12	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	55

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินช่วงเวลา 0 -12 สัปดาห์	43
2	ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางกับผลผลิต	49
3	ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางกับผลผลิต	49
4	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549–2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 2)	52

\

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ชานอ้อยผสมมูลไก่	69
2	ปริมาณธาตุอาหารพืชของน้ำหมักชีวภาพ (เปอร์เซ็นต์)	69
3	ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	70
4	ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	70
5	ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	71
6	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 0 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	71
7	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 2 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	72
8	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 4 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	72
9	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 6 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	73
10	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 8 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	73
11	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 10 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	74
12	ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 12 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551	74
13	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	75
14	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	75
15	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่1)	76
16	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่2)	76

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
17	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	77
18	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	77
19	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	78
20	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	78
21	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	79
22	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	79
23	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	80
24	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2549	80
25	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2550 ปีที่ 2	81
26	สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2551 ปีที่ 3	81
27	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	82
28	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	82
29	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 3)	83
30	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	83
31	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	84
32	ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	84
33	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	85
34	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	86
35	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	87
36	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	88
37	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	89

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
38	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	90
39	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	91
40	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	92
41	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	93
42	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	94
43	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	95
44	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ **2)**	96
45	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	97
46	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	98
47	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	99
48	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	100
49	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	101
50	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	102
51	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประจำเดือน	103
52	อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือน (องศาเซลเซียส)	103
53	เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย	103

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)	104
2	ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)	105
3	ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)	105

ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพาราในดินชุดท่าแซะ

อุษา ศรีใส เศกสิน ศรีใส สุชน คชาทอง

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๒ กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

ผลผลิตน้ำยางขึ้นอยู่กับปัจจัยการใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยในสวนยางเป็นเรื่องสำคัญ ปัจจุบันมีการใส่ปุ๋ยหลายประเภทในสวนยาง ดังนั้น จึงทำการศึกษาผลการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของยางพารา สมบัติทางเคมีและชีวภาพของดิน ตลอดทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทำการทดลอง 3 ปี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 6 ตำรับ 4 ซ้ำ คือ 1) ควบคุม 2) ใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา (สูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ 5) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ และ 6) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์กับน้ำหมักชีวภาพ ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีค่าสูงสุดทั้ง 3 ปีการทดลอง (361.2, 331.2 และ 318.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ) และมีค่าใกล้เคียงกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (331.1, 322.5 และ 303.7 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ) ในขณะที่ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด (202.0, 198.2 และ 217.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส กำมะถัน และจำนวนแบคทีเรียรวมของดินสูงขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนในดินอยู่ได้นานกว่า สำหรับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบแทนสูงสุด เนื่องจากปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงดินและค่าแรงใส่ปุ๋ยน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมต้องเพิ่มค่าปุ๋ยและค่าแรง ทำให้มีต้นทุนแพงขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ดังนั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพสามารถใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสวนยางได้ เพราะให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินขึ้นอีกด้วย

คำหลัก ยางพารา ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี น้ำหมักชีวภาพ ดินชุดท่าแซะ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 48-51-04-12-02104022-102-04-03

Effects of Organic and Chemical Fertilizers on Rubber Growth and Yield in Tha-Sae Soil Series

Usa Srisai Saksin Srisai Suchon Kachatong

Land Development Regional Office 12 **Land Development Department**

Abstract

The experiment was conducted at Ban Napong Tambon Kortaew Ampur Muang Songkhla province for 3 years. The objectives were to observe the effectiveness of using chemical fertilizer, organic fertilizer and bio-extract to growth and yield of rubber, test the chemical and biological properties of soil, and analyze the economic return. Randomized Complete Block Design was used. There were 4 replicates with 6 treatments as follow: 1) no fertilizer, 2) solely chemical fertilizer, 3) half rate of chemical fertilizer and combined with organic fertilizer, 4) half rate of chemical fertilizer combined with organic fertilizer and also Bio-extract, 5) half rate of chemical fertilizer with Bio-extract, and 6) Organic fertilizer with Bio-extract. The result showed that application of chemical fertilizer gave the highest yield (361.2, 331.2 and 318.2 Kilogram per Rai per Year in year 1, 2 and 3 respectively), and the yield was not significantly different, compare with the treatment that used half rate of chemical fertilizer combined with organic fertilizer and also Bio-extract (331.1, 322.5 and 303.7 Kilogram per Rai per Year in year 1, 2 and 3 respectively). While the control treatment gave the lowest average yield (202.0, 198.2 and 217.2 Kilogram per Rai per Year in year 1, 2 and 3 respectively). However, using organic fertilizer with chemical fertilizer increased organic matter, phosphorous, sulfur, and also promoted total soil bacteria, N-mineralization. The treatment using chemical fertilizer gave the highest economic return, because of lower amount chemical fertilizer and laber. Therefore, using chemical fertilizer with organic fertilizer and Bio-extract was recommended for rubber production, because it gave similar yield, compared with chemical fertilizer treatment, and also increased soil fertility.

Keyword Rubber, Organic fertilizer, Chemical fertilizer and Bio-extract

Reserch Record No. 48-51-04-12-02104022-102-04-03

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย นำรายได้ทางการเกษตรเข้าสู่ประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ และมีความต้องการของตลาดโลกสูง ขณะนี้ประเทศไทยได้ทำการขยายพื้นที่ไปยังส่วนต่างๆของประเทศ จากเดิมยางพาราปลูกเพียงในภาคใต้และภาคตะวันออก เนื่องจากยางพาราเป็นพืชที่ให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุนในอดีตที่ผ่านมาจึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ยางพารายังเป็นพืชที่มีศักยภาพในการพัฒนาและสร้างมูลค่าเพิ่มเป็นผลิตภัณฑ์ยางพาราได้หลากหลาย ทำให้มีความต้องการยางพาราเพิ่มสูงขึ้นในตลาดโลก และประเทศไทยมีสภาพพื้นที่และภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการปลูกยางพารา แต่ปัจจุบันชาวสวนยางต้องมีภาระค่าใช้จ่ายสูงในการบำรุงสวนยาง เนื่องจากต้องใช้ปุ๋ยเคมีเป็นต้นทุนในการผลิตประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด (นุชนารถ, 2543) และราคาปุ๋ยเคมีสูงขึ้นตามราคาน้ำมันในตลาดโลก การหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินหรือน้ำหมักชีวภาพซึ่งมีฤทธิ์เป็นฮอร์โมนร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งให้ธาตุอาหารที่เพียงพอต่อพืช จัดเป็นทางเลือกของชาวสวนยางในการบำรุงดินทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ ทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารในดินไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ไม่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ หากพื้นที่ใดมีวัตถุดิบซึ่งเป็น อินทรียสารและมีแรงงานในพื้นที่ นับว่าเป็นข้อได้เปรียบในการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ นอกจากปุ๋ยอินทรีย์สามารถให้ธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน แล้วยังสามารถปล่อยจุลธาตุซึ่งพืชมีความจำเป็นต้องใช้ แม้ต้องการในปริมาณน้อยก็ตาม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; สุมาลี, 2536) จุดเด่นของปุ๋ยอินทรีย์คือ การปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้ช่องน้ำและช่องอากาศเหมาะสมกับการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและรากพืช นอกจากนี้ยังช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชประจุบวกที่เป็นด่างไม่ให้เกิดการชะล้างออกจากดินสู่ระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีผิวหน้าสัมผัสมากและมีประจุไฟฟ้าลบเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีที่ละลายน้ำได้เร็วและง่าย เช่น ปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม (ฉวีวรรณและคณะ, 2543) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมียังมีผลต่อการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักซึ่งยางพารามีความต้องการสูง

การใช้ปุ๋ยเพื่อบำรุงต้นยางในสวนยางเป็นเรื่องสำคัญ แหล่งอาหารพืช คือปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในปัจจุบันมีราคาแพง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้องเสียเงินออกนอกประเทศ หากมองในภาพรวมของประเทศในระดับพื้นที่ นอกจากเกษตรกรต้องมีต้นทุนการผลิตสูงจากการใช้ปุ๋ยเคมีแล้ว การใช้ปุ๋ยเคมีเกินความจำเป็นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ และลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางและสิ่งมีชีวิตในดินซึ่งต้องการความชื้นและออกซิเจนในการเจริญเติบโตและการเกิดกิจกรรมซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช หรือมีผลทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ได้ เช่น การมีอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ซึ่งอาจมีผลต่อธาตุอาหารหลักที่สำคัญของพืชได้ เช่น ความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันในดิน เนื่องจากการปลดปล่อยธาตุเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์พืชสามารถนำไปใช้ได้ เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งพลังงาน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอาจเป็นทางเลือกในการลดต้นทุนของเกษตรกรได้ แต่การลดปุ๋ยเคมีควรพิจารณาถึงอัตราที่

เหมาะสม เช่น ความต้องการธาตุอาหารพืชกับธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน หากลดการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปจะทำให้ดินขาดความสมดุลของธาตุอาหาร อาจทำให้ผลผลิตของยางพาราลดลง ดังนั้นจึงควรศึกษาผลการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อนำไปสู่การใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดที่เหมาะสมต่อไป โดยไม่ลดผลผลิตยางพาราแต่เป็นการส่งเสริมผลผลิตให้สูงขึ้น เป็นทั้งการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้มีความยั่งยืนตลอดไป

ปุ๋ย

หมายถึง วัตถุหรือสารที่ใส่ลงดินเป็นธาตุอาหารพืช เพื่อให้พืชได้ธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการและให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ตามความในพระราชบัญญัติ พ.ศ.2518 ได้ให้คำจำกัดความไว้ คือ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ซึ่งเกิดโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นสำหรับเป็นธาตุอาหารพืชได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) อำนาจ (2548) กล่าวว่า ปุ๋ย หมายถึงวัสดุหรือสารที่ใส่ลงในดินในวัสดุปลูกพืชหรือพ่นบนดินหรือใส่ในต้นพืช โดยมีความประสงค์ทำให้พืชได้รับธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นในปริมาณที่เพียงพอ และสมดุลตามที่พืชต้องการ

ปุ๋ยเคมี

หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอนินทรีย์สังเคราะห์ และตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 เป็นปุ๋ยที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมีจากวัตถุที่เป็นอนินทรียสารชนิดต่างๆ ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันออกไป การพิจารณาว่าปุ๋ยชนิดใดมีสมบัติเหมาะกับวัตถุประสงค์และเหตุการณ์ เป็นเรื่องที่สำคัญในการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพ ปุ๋ยเคมีทุกชนิดจำเป็นต้องมีการรับประกันปริมาณธาตุปุ๋ยที่มีอยู่ในปุ๋ย โดยปริมาณไนโตรเจนบอกเป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ โดยปุ๋ยเคมีไนโตรเจน และโพแทสเซียมมีสมบัติละลายน้ำได้ง่าย พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสละลายน้ำยากและมักถูกตรึงอยู่ในอนุภาคดิน หรือตรึงกับอะลูมินัมและเหล็กในดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำ โดยพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีในชนิดปุ๋ยที่ถูกต้องในปริมาณที่เหมาะสม ใส่ให้กับพืชในระยะที่เหมาะสมและมีวิธีการใส่ที่ถูกต้อง ปุ๋ยเคมีที่สำคัญได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-6) โพแทสเซียมคลอไรด์ (60-0-0) เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ข้อดีของปุ๋ยเคมีคือมีธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ อำนาจ (2548) กล่าวว่า ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 44 เท่าของปุ๋ยหมัก หรือกล่าวได้ว่าต้องใช้ปุ๋ยหมักไม่น้อยกว่า 44 กิโลกรัมจึงจะเพิ่มผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี 1 กิโลกรัม ปุ๋ยอนินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชที่มีต้นกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิตหรืออยู่ในรูปของอนินทรียสารหรือแร่ธาตุ เป็นสารประกอบทางเคมีซึ่งได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน คือ แอมโมเนียมซัลเฟต และยูเรีย สำหรับปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส ได้แก่ ปุ๋ยหินฟอสเฟต ดับเบิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียม ได้แก่ โพแทสเซียมคลอไรด์ ปุ๋ยเคมีนอกจากให้ธาตุหลักแล้ว อาจให้ธาตุรองด้วย (นุชนารถ, 2550) ปุ๋ยเคมีช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมี เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนที่จะปลดปล่อยให้พืชใช้ได้ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน การใส่ปุ๋ยเคมีในแง่การเพิ่มอินทรียวัตถุเป็นผลจากการที่พืชได้รับปุ๋ยมีการสร้างลำ

ต้น ใบ และรากมากกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย พืชมีมวลชีวภาพสูงกว่า จึงเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินมากกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินทำให้ดินมีไนโตรเจนที่จะปลดปล่อยให้พืชใช้ได้เพิ่มขึ้นด้วย เพราะอินทรียวัตถุมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนการเพิ่มฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเกิดจากธาตุอาหารเหล่านั้นจากการใส่ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่พืชทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตพืชหรือผลิตภาพของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย โดยแปลงที่เคยใส่ปุ๋ยเคมีระยะยาวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราปุ๋ยที่ใส่ประจำปี นอกจากนี้ปุ๋ยเคมีสามารถใช้ปรับปรุงให้ดินมีธาตุอาหารชนิดต่างๆเหมาะสมกับความต้องการของพืช เช่น หากดินมีโพแทสเซียมเพียงพอสำหรับพืชแล้ว แต่ขาดไนโตรเจนอย่างรุนแรงและขาดฟอสฟอรัสเพียงเล็กน้อย สามารถปรับปรุงดินโดยให้ใส่ปุ๋ยที่ไม่มีโพแทสเซียมเลย มีไนโตรเจนมาก และมีฟอสฟอรัสเล็กน้อย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปรับปรุงให้ดินมีธาตุอาหารชนิดต่างๆในปริมาณที่สมดุลกันได้ ข้อดีอีกประการหนึ่งของปุ๋ยเคมี คือสามารถใช้เพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินในเวลาที่ตรงกับความต้องการของพืช เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีหรือเป็นประโยชน์ต่อพืชตามเวลาที่กำหนด จึงสามารถใส่ให้ตรงกับเวลาที่พืชต้องการได้ (อำนาจ, 2548)

ปุ๋ยอินทรีย์

หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ซากพืชซากสัตว์ ของเหลือและผลพลอยได้จากโรงงาน ตะกอนน้ำทิ้งและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากครัวเรือน มีธาตุอาหารต่ำกว่าปุ๋ยเคมี นิยมบอกปริมาณทั้งหมดของธาตุอาหารแทนการบอกเฉพาะส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (อำนาจ, 2548)

ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดิน ทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช มีธาตุอาหารซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ครบถ้วน เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกย่อยสลายธาตุอาหารต่างๆจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆเป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารอันเกิดจากการชะล้าง และมีผลตกค้างอยู่ในดินได้นาน ทำให้พืชสามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง (Cation Exchange Capacity; CEC) เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี สารฮิวมัสในปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีประจุลบจะดูดยึดอนุภาคของธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกได้ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี และช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางชนิด เช่น อะลูมินัม แมงกานีส และโซเดียม เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนในดินซึ่งจะส่งเสริมให้ระบบรากของพืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ทำให้รากดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นและทำให้อนุภาคหยาบๆเกาะตัวกันดีขึ้นในกรณีเป็นดินทราย ส่วนดินเหนียวทำให้มีความร่วนซุย ความหนาแน่นลดลง ไม่แข็งจัดเมื่อแห้ง ลักษณะดังกล่าวจะลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดินเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในการเพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้ธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมาได้ แต่ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัดเรื่องธาตุอาหารพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมีในน้ำหนักปุ๋ยเท่ากัน และถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงเห็นผลช้า

กว่าปุ๋ยเคมีและควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลาที่พืชต้องการได้ยาก สำหรับการใช้ต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืช และมีปัญหาเรื่องค่าขนส่งทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น และไม่สามารถปรับแต่งปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะสมกับดินและพืชได้ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากซากพืชและซากสัตว์ ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆมีสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารพืชชนิดต่างๆผันแปรในช่วงที่แคบมากเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี ดังนั้น จึงไม่สามารถใช้ปรับสมดุลของธาตุอาหารในดินได้ ตัวอย่างเช่น หากดินขาดธาตุฟอสฟอรัส แต่ดินมีไนโตรเจนอยู่เพียงพอหรือใกล้เคียงจะเพียงพอ หากใส่ปุ๋ยมูลไก่ลงไปในดินเพื่อที่จะให้มีฟอสฟอรัสเพียงพอแก่พืช จะส่งผลทำให้ดินมีไนโตรเจนมากเกินไป การไม่สามารถปรับธาตุอาหารพืชในดินให้สมดุลได้ ไม่เพียงแต่จะทำให้ได้ผลผลิตต่ำแล้ว ยังทำให้พืชสะสมธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไป (กรมวิชาการเกษตร, 2549) นอกจากนี้ ปุ๋ยอินทรีย์อาจมีธาตุโลหะหนักและสารพิษอื่นๆติดมา เช่น ปุ๋ยหมักที่ทำจากขยะอาจมีธาตุโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอทติดมาเป็นจำนวนมากได้ หากขยะที่นำมาหมักเป็นปุ๋ยที่มีธาตุโลหะดังกล่าวปะปนอยู่ (อำนาจ, 2548)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ลงไปในดิน ทำให้ปริมาณอาหารและพลังงานตลอดจนสภาพแวดล้อมของจุลินทรีย์ดีขึ้น เช่น การระบายอากาศ ความชื้น ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของฉวีวรรณและวรรณลดา (2540) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินเป็นการเพิ่มระดับอินทรียวัตถุในดิน เป็นการส่งเสริมให้ดินมีสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินโดยจุลินทรีย์จะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของธาตุอาหารพืช และเซลล์จุลินทรีย์ประกอบด้วยอะมิโนแอซิด (Amino acid-N) จะสามารถย่อยสลายเป็นธาตุอาหารออกมาในดินได้ (Marumoto *et al.*, 1977) นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น แมงกานีสหรืออะลูมินัมในดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยยับยั้งและควบคุมเชื้อโรคพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) สายพิณ (2547) รายงานว่าการใส่เศษซากพืชสัตว์ลงไปในดิน ทำให้ปริมาณแบคทีเรีย แอคติโนมัยซีส เชื้อรา และอะโซโตแบคเตอร์ (*Azotobact*er) รวมทั้งเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (Dehydrogenase) เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ผลพลอยได้ของการเกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน จะเกิดเป็นเส้นใยของเชื้อรา และสารประกอบที่เป็นเมือกหรือสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีผลทำให้อนุภาคดินเกาะตัวเชื่อมเป็นเม็ดดิน และการใส่เศษซากพืชจากพืชปุ๋ยสดในดิน มีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันเพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในชุดดินกำแพงแสนมีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลให้จุลินทรีย์กลุ่มย่อยสลายเซลลูโลส อะโซโตแบคเตอร์ จุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และจุลินทรีย์ที่แปรสภาพไนโตรเจนในดิน เพิ่มปริมาณสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีอย่างใดอย่างหนึ่ง และกิจกรรมเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวหรือการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ทั้งชุดดินระยอง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินชัยบาดาล ซึ่งเป็นตัวแทนของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื้อดินเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางเนื้อดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และความอุดมสมบูรณ์สูงเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด ซึ่งการมีกิจกรรมจุลินทรีย์สูง มีผลโดยตรงทำให้

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชสูง (สายพิณ, 2547) ในชุดดินระยอง กำแพงแสน และชุดดินชัยบาดาล การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.3, 6.9 และ 6.6 จำนวนล็อกกรัมดิน[1/] เป็น 7.0, 7.7 และ 7.1 จำนวนล็อกต่อกรัมของดินตามลำดับ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมัก 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีแบคทีเรียไนตริไฟอิงสูงกว่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นเฮกเทอโรโทป (Heterotroph) ใช้สารอินทรีย์เป็นทั้งแหล่งคาร์บอนและพลังงาน สำหรับดีไฮโดรจีเนสเป็นเอนไซม์ที่บ่งถึงกิจกรรมโดยรวมของเชื้อจุลินทรีย์ในดินและการหายใจของจุลินทรีย์ดินเนื่องจากการเกิดกระบวนการออกซิเดชันทางชีวเคมีของสารประกอบอินทรีย์โดยทั่วไปเกิดจากกระบวนการดีไฮโดรจีนีชัน (Dehydrogenation) โดยกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (สุมาลี, 2536) ซึ่งหากมีเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนสมากแสดงว่าดินมีจุลินทรีย์สูง และกรมพัฒนาที่ดิน (2553) รายงานการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้กิจกรรมดีไฮโดรจีนีชันสูงขึ้น

บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดิน

สมบัติทางกายภาพ

เนื่องจากอินทรีย์สารในปุ๋ยอินทรีย์มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคที่พอเหมาะ เมื่อใส่ลงดินทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดี ความหนาแน่นลดลง ไม่แข็งจัดเมื่อแห้ง แต่อย่างไรก็ตามผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินได้ผลไม่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของปุ๋ยที่ใช้ และอัตราการสลายตัวขององค์ประกอบอินทรียสารในปุ๋ย (สุมาลี, 2536) Gosling and Shepherd (2005) รายงานว่า การเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดินในรูปแบบต่างๆ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ส่งผลให้สมบัติทางด้านกายภาพของดิน เช่น โครงสร้างของดิน (Soil structure) ความหนาแน่น (Bulk density) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) การระบายน้ำและความพรุน (Porosity) และการซึมผ่านของน้ำลงไปในดิน (Permeability) ของดินดีขึ้น เนื่องจากอินทรียวัตถุที่มีในปุ๋ยอินทรีย์ช่วยทำให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นก้อน (Aggregation) ซึ่งการจับตัวเป็นเม็ดของดิน จะมีประโยชน์มากเพราะช่วยให้ดินร่วนซุยขึ้น ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารได้รวดเร็ว และปุ๋ยอินทรีย์มีสมบัติช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้มากกว่าปุ๋ยเคมีเนื่องจากปุ๋ยเคมีไม่มีอินทรียวัตถุ (กรมวิชาการเกษตร, 2549) อำนาจ (2548) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยอัตราที่แนะนำ คือ 8-4-4 กิโลกรัม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อไร่ต่อปี (ซึ่งเป็นอัตราใกล้กับอัตราสูงสุดที่จะไม่ทำให้ผลผลิตลดลง) ทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินลดลง 0.04 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่การใส่ปุ๋ยหมักอัตราสูงจำนวน 12 ตันต่อไร่ ทำให้ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินลดลง 0.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมากกว่ากว่าการใส่ปุ๋ยเคมีถึง 2 เท่าตัว

[1/] จำนวนล็อก (Log no.) เท่ากับจำนวน 10^6

สมบัติทางเคมี

ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และสลายตัวให้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุสูง จึงมักปรากฏผลต่อสมบัติทางเคมีของดินในลักษณะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนประกอบทางโมเลกุลของสารที่มีตำแหน่งของการแลกเปลี่ยนประจุธาตุอาหารในปริมาณสูง จึงมักเจือจางความเข้มข้นของไอออนที่อยู่บริเวณรอบๆ และควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีในดินให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงไปมาอย่างฉับพลัน จึงช่วยให้พืชเจริญเติบโตสม่ำเสมอดีขึ้น และในปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดอาจมีปริมาณธาตุอาหารบางธาตุสูงมากและมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแคบจึงสลายตัวง่าย อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปจะไม่พบว่า ผลตกค้างจากปุ๋ยอินทรีย์ปรากฏผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีดีและคณะ (2533) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักลงในดินมีแนวโน้มต่อการเพิ่มอินทรียวัตถุและมีบทบาทต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม การเพิ่มระดับความเป็นกรดด่างของดิน และเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ ซึ่งหากปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชที่ตอบสนองต่อธาตุอาหารในดิน (ดำริ, 2521) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารที่ไม่มีหรือมีน้อยมากในปุ๋ยเคมี คือ ธาตุอาหารเสริม (อำนาจ, 2548)

สมบัติทางชีวภาพ

ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใส่ลงในดินจะช่วยเพิ่มกิจกรรมและปริมาณจุลินทรีย์ดินพวกเฮกเทอโรโทป ทำให้เกิดกิจกรรมทางชีวเคมีในดินขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ล้วนมีผลโดยตรงต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน และทำให้มีการหมุนเวียนธาตุอาหารในรูปต่างๆไว้ไม่ให้สูญหายไปในเวลาอันสั้น เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบคาร์บอน ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงส่งเสริมจุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทปให้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น โดยจุลินทรีย์ดังกล่าวจะปลดปล่อยธาตุอาหารอนินทรียสาร นอกจากปุ๋ยหมักซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการเพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์แล้ว ยังมีความสัมพันธ์ส่งเสริมโดยตรงกับการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช (ศุภมาศ, 2546; ดำริ, 2521) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยส่งเสริมจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นประโยชน์แก่พืช เช่น แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ แบคทีเรียละลายฟอสเฟต ในขณะที่ปุ๋ยเคมีไม่มีสารที่ให้สารประกอบคาร์บอนแก่จุลินทรีย์จึงไม่มีผลต่อจุลินทรีย์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวนมากจะช่วยลดการใส่ปุ๋ยเคมีลงได้ ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินได้มากกว่าปุ๋ยเคมี แต่ต้องคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (อำนาจ, 2548) ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีข้อด้อยในเรื่องค่าใช้จ่าย เนื่องจากต้องใช้แรงงานและค่าขนส่งสูง (ประเสริฐและคณะ, 2529) สุมาลี (2536) กล่าวว่า แม้ปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทต่อการควบคุมสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เนื่องจากมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่ปุ๋ยเคมีไม่มีอินทรียวัตถุหรือสารที่จะให้อินทรียวัตถุ จึงไม่มีผลทางตรงในการเพิ่มสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ แต่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และรากของพืช เมื่อพืชตายลงและหรือถูกไถกลบลงในดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน มากกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมี

บทบาทสารอินทรีย์ต่อจุลินทรีย์

อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยเศษซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังและสารสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน อินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจนที่สำคัญของจุลินทรีย์ รูปของอินทรียวัตถุในดินมีทั้งโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น สารฮิวมิก ลิกนิน เซลลูโลส จนถึงพวกที่มีขนาดเล็ก เช่นน้ำตาลบางชนิด กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์บางชนิด เป็นต้น ในการเน่าเปื่อยของอินทรียวัตถุในดินเป็นผลจากการที่จุลินทรีย์นำเอาคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุมาใช้เปลี่ยนเป็นสารประกอบของเซลล์ และคาร์บอนบางส่วนเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้ปริมาณสารคาร์บอนในอินทรียวัตถุลดลงเรื่อยๆ ซึ่งอัตราการสูญหายของคาร์บอนดังกล่าว บ่งชี้ถึงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ได้ (อัจฉรา, 2549) การลดลงของอินทรียวัตถุมีผลโดยตรงต่อการลดของผลผลิตพืช (Sancherz, 1976) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินเป็นการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเกิดการย่อยสลายอินทรียสารให้อยู่ในรูปของอนินทรีย์ จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายเซลลูโลสโดยการผลิตเอนไซม์เซลลูโลส และให้ฮิวมัสเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งในการย่อยสลายดังกล่าวเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ต่างๆ สารประกอบที่เป็นเมือก (Slimy material) และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา การแปรสภาพจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (สารอินทรีย์) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สารอนินทรีย์) เช่น รูปอนุมูลแอมโมเนียม ซึ่งเป็นรูปที่พืชดูดนำไปใช้ได้ยากให้อยู่ในรูปไนไตรต์และในที่สุดเป็นไนเตรท ซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายโดยกิจกรรมเชื้อจุลินทรีย์ไนโตรโซโมเนส และไนโตรแบคเตอร์ (Alexander, 1977) นอกจากนี้กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการย่อยสลายอินทรีย์สาร เช่น กรดแลคติก ซิตริก และไกลโคลิก ทำให้ความเป็นประโยชน์ฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตอยู่ในรูปฟอสเฟต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สุมาลี, 2536) Alexander (1977) รายงานว่าการเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองหลายชนิด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินส่วนใหญ่เกิดจากจุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทปซึ่งใช้อินทรีย์สารเป็นแหล่งอาหารและพลังงานในการเจริญเติบโต และการเกิดกิจกรรมตลอดจนการปลดปล่อยธาตุอาหารจากอินทรีย์สารไปเป็นรูปอนินทรีย์ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารที่ปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ พืชสามารถนำไปใช้ได้ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต ช่วยดูดซับธาตุอาหารพืช แต่ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัดคือปริมาณธาตุอาหารต่ำ ในการปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ต้องอาศัยกิจกรรมจุลินทรีย์ ฉวีวรรณและคณะ (2539) รายงานว่าในชุดดินระยองพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตสูงสุด ในชุดดินระยอง กำแพงแสน และชุดดินชัยบาดาล การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.3, 6.1 และ 6.6 จำนวนล็อกต่อกรัมดิน เป็น 7.0, 7.7 และ 7.1 จำนวนล็อกต่อกรัมดิน ตามลำดับ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีแบคทีเรียไนตริไฟอิงสูงกว่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นพวกเฮกเทอโรโทป ใช้สารอินทรีย์เป็นทั้งแหล่งคาร์บอนและพลังงาน สำหรับดีไฮโดรจีเนสเป็นเอนไซม์ที่บ่งถึงกิจกรรมโดยรวมของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

และการหายใจของจุลินทรีย์ดิน เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันทางชีวเคมีของสารประกอบอินทรีย์ของจุลินทรีย์ดิน โดยทั่วไปเกิดจากกระบวนการดีโฮโดรจีเนชันโดยกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส และรายงานว่าในชุดดินระยอง กำแพงแสน และชัยบาดาล มีค่าแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลส เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก 4 ตันต่อไร่ ทั้ง 3 ชุดดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในชุดดินกำแพงแสนมีแนวโน้มให้จุลินทรีย์กลุ่มย่อยสลายเซลลูโลสและอะโซโตแบคเตอร์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่แปรสภาพไนโตรเจนในดิน และจุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มปริมาณสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์อย่างใดอย่างหนึ่ง และกิจกรรมเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวหรือการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีค่าสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ทั้งชุดดินระยอง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินชัยบาดาล ซึ่งเป็นตัวแทนของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื้อดินเป็นดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางเนื้อดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และความอุดมสมบูรณ์สูงเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด ซึ่งการมีกิจกรรมจุลินทรีย์มีผลโดยตรง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชสูง (สุมาลี, 2536; สายพิณ, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับอัจฉรา (2549) รายงานว่า ปริมาณแบคทีเรียขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดินหรืออินทรียสารที่ใส่ในดิน โดยเฉพาะแบคทีเรียเฮกเทอโรโทปซึ่งได้แหล่งของคาร์บอนและพลังงานจากสารประกอบอินทรีย์และเมื่อใส่อินทรียวัตถุลงในดิน ปริมาณของแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในระยะ 4-5 เดือนแรกของการย่อยสลายอินทรียสารและอินทรียวัตถุ

เนื่องจากแบคทีเรียในดินมีปริมาณมากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น จึงมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์สารและอินทรียวัตถุในดิน การแปรสภาพของธาตุอาหารพืช (Nutrient transformation) ซึ่งได้แก่ กระบวนการมิเนอรัลไรเซชันเป็นการแปรสภาพสารประกอบอินทรีย์ให้อยู่ในรูปอนินทรีย์ และกระบวนการอิมโมบิไลเซชันซึ่งแปรสภาพสารประกอบอนินทรีย์ให้อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์เพื่อเป็นองค์ประกอบของเซลล์แบคทีเรีย และกระบวนการไนตริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการออกซิไดซ์ แอมโมเนียม ให้เป็นไนไตรต์ และเปลี่ยนต่อไปเป็นไนเทรตเป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ หมายถึงสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากส่วนของพืชหรือสัตว์โดยผ่านกระบวนการหมักที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ และมีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพผันแปรเป็นอย่างมากในระหว่างวัสดุที่ใช้หมัก น้ำหมักชีวภาพจึงไม่เข้าข่ายที่จัดว่าเป็นปุ๋ยชีวภาพได้ (อำนาจ, 2548) น้ำหมักชีวภาพเกิดจากกระบวนการหมักเศษวัสดุอินทรีย์ภายใต้สภาพมีอากาศและไม่มีอากาศ เป็นการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยกระบวนการย่อยทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ได้ธาตุอาหารพืชออกมาในลักษณะค่อนข้างคงรูป การผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้สารเร่งจุลินทรีย์สามารถทำให้กิจกรรมย่อยสลายเกิดได้เร็ว โดยกรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ใช้ สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษคือเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ไขมัน ช่วยลดกลิ่นเหม็นระหว่างการหมักและเพิ่มการละลายธาตุอาหารในการหมักอินทรีย์สารในเวลาสั้นและได้คุณภาพซึ่งเจริญได้ในสภาพเป็นกรด ประกอบด้วยจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ แบคทีเรียผลิตกรด แลคติค แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีน แบคทีเรียย่อยสลายไขมัน และแบคทีเรียละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข)

องค์ประกอบและสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

ออมทรัพย์และคณะ (2547) รายงานว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ประกอบด้วย ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส แล้วแต่ละชนิดวัตถุดิบการผลิต นอกจากนี้ยังพบสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ฮอร์โมนพืช 3 กลุ่ม คือ กลุ่มออกซิน (Auxin) พบกรดอินโดล-3-แอซีติก (IAA) จำนวนน้อยมากจนถึง 2.37 พีพีเอ็ม (ppm) กลุ่มจิบเบอร์เรลลิน (Gibberillin) พบจิบเบลลินแอซิค (GA3)ในพืชตั้งแต่ 18-140 พีพีเอ็ม และกลุ่มไซโตไคเนส (Cytokinins) พบซีเอติน (Zeation) และไคเนติน (Kinetin) น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงมีค่านำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 6-7 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร และมีความเป็นกรดเป็นด่าง ระหว่าง 3.5-5.5 ปลดปล่อยธาตุอาหารหรือเอนไซม์ปริมาณน้อย (กรมวิชาการเกษตร, 2549) โดยทั่วไปน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ออมทรัพย์และคณะ (2547) รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์จะมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช การใช้ก่อนนำไปฉีดพ่นกับพืชต้องผสมน้ำทำให้เจือจาง ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ใบไหม้หรือตายได้ การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้เพื่อเสริมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์เท่านั้น และควรใช้ร่วมกับปุ๋ยทางดิน เช่น ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่เพียงพอ

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ การย่อยสลายอินทรีย์ในสภาพไม่มีออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์ ความเป็นกรดเป็นด่าง ช่วงความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้าต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างก๊าซมีเทน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน สารอินทรีย์ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในอัตรา 25:1 และสารยังยับยั้งสารพิษ (Inhibiting and Toxic materials) เช่น กรดไขมันระเหยได้ก๊าซไฮโดรเจนหรือแอมโมเนีย สามารถทำให้กระบวนการย่อยสลายในสภาพไม่มีออกซิเจนหยุดชะงัก และลักษณะของสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นสำหรับกระบวนการย่อยสลาย มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง (ชุติมณฑน์, 2553)

บทบาทน้ำหมักชีวภาพในการปรับปรุงดิน

การใช้น้ำหมักชีวภาพอาจมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ (Bonciarelli, 1977) และมีแนวโน้มทำให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินบางประการ เช่น การเกิดของเม็ดดินดีขึ้น (ศุภมาศ, 2546) และการใช้ฉีดพ่นทางใบต้องทำให้เจือจางก่อนใช้เนื่องจากมีความเข้มข้นสูงอาจทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ศึกษาการใช้น้ำหมักชีวภาพพบว่าช่วยเร่งให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น เนื่องจากประกอบด้วยสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด เช่น ออกซิเจน ไซโตไคนิน จิบเบอร์เรลลิน กรดแลคติด กรดฮิวมิก และวิตามินบี นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยน้ำตาล น้ำย่อย แอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เซลล์จุลินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสดหรืออวบน้ำ ร่วมกับน้ำตาลโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่ต้องการอากาศ เมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ อาหาร

ฮอร์โมน วิตามิน และกรดอะมิโนต่างๆ องค์ประกอบหรือสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจะแตกต่างขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการหมัก เช่น ปลา หอยเชอรี่ ผักอวบน้ำ หรือผลไม้ต่างๆ อำนาจ (2548) รายงานว่าการใช้ น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลดี ก็ต่อเมื่อดินมีธาตุอาหารพืชครบถ้วน เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพเพียงชนิดเดียวมีธาตุอาหารน้อยเกินไป จนไม่สามารถให้ธาตุอาหารให้แก่พืชได้มากพอ และกล่าวว่าน้ำหมักชีวภาพมีสรรพคุณเหมือนฮอร์โมนพืชมากกว่าที่จะให้ธาตุอาหาร และกล่าวว่าหากจะใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลพืชจะต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ถูกต้องจะต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีหากดินขาดธาตุอาหารบางธาตุ จึงกล่าวได้ว่าการใส่น้ำหมักชีวภาพช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช การใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงชนิดเดียวไม่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช หากต้องการใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผล ต้องใช้เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารครบถ้วนและเพียงพอแล้วเท่านั้น ดังนั้นควรใส่ปุ๋ยทั้งเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่กับการใส่น้ำหมักชีวภาพ

ยางพารา

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ถ้านำไปปลูกในพื้นที่ดินเลวจะทำให้การเจริญเติบโตไม่ดี ผลผลิตต่ำ ยางพาราเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารสูง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับสูงมีผลทำให้ผลผลิตยางพาราสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในระดับที่ต่ำ เนื่องจากธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของลำต้นของพืช และเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำยางพารา (นุชนารถ, 2543) เพราะฉะนั้นการใช้ปุ๋ยในสวนยางพาราจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยเฉพาะหากสวนยางซึ่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและปลูกพืชต่อเนื่องเป็นเวลานาน ในพื้นที่ต้องมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปี อุณหภูมิ 26-30 องศาเซลเซียส (สุภมิตร, 2550) และความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 แต่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 3.8-6.0 ในดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่า 0.08 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 10 พีพีเอ็ม และหากปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 15 พีพีเอ็ม จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยบำรุงดิน ในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณธาตุอาหารในดินเพียงพอ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ร้อยละ 25 (นุชนาถ, 2550) หากมีการปรับปรุงดินให้เหมาะสมทั้งทางกายภาพและเคมีสามารถเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนและลดการใช้สารเคมี การใส่อินทรียวัตถุลงไปในดินช่วยลดความเป็นกรดของดินอันเกิดเนื่องจากใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเป็นเวลาติดต่อกันโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุ (ชนวน, 2534) Stevenson (1986) รายงานว่ามีการปลดปล่อยของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถันจากเศษซากพืชเมื่อใส่ลงไปในดินเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน นอกจากนี้ Palm (1989) รายงานว่าอินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินโดยเฉพาะ ความจุแลกเปลี่ยนไอออน โครงสร้างของดิน สถานภาพของธาตุและเป็นแหล่งอาหารของพวกจุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทปซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารเป็นพวกมีบทบาทสำคัญมากที่สุดในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ สมศักดิ์ (2528) รายงานว่าการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในดินมีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนประชากรขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของอาหาร ปริมาณของอาหาร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ทำให้ยางพาราสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงดินให้คงสภาพธาตุ

อาหารให้เพียงพอกับความต้องการพืช เมื่อต้นยางเปิดกรีดได้แล้ว ยังมีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยต่อไปทุกปี เพื่อให้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับยางพาราหลังเปิดกรีดคือ ไนโตรเจน 300 กรัมต่อต้นต่อปี ฟอสฟอรัส 50 กรัมต่อต้นต่อปี โพแทสเซียม 180 กรัมต่อต้นต่อปี หรือปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีในยางพารา จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควรทำจากวัสดุที่หาง่ายจากท้องถิ่น หากมีแรงงานในครัวเรือนจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ แต่ควรใช้ควบคู่กับปุ๋ยเคมีทั้งสองชนิด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในระยะแรกอาจจะได้ผลดี เนื่องจากอาจมีธาตุอาหารพืชตกค้างอยู่ในดิน แต่ในระยะยาวยางพาราซึ่งเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารสูงอาจเกิดการขาดแคลนธาตุอาหารได้ และขาดความสมดุลของธาตุอาหารทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราลดลงได้ (นุชนารถ, 2550)

ความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกยาง ยางพาราเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง หรือปานกลางและสามารถปรับตัวได้ในสภาพของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกยางย่อมแตกต่างกันขึ้นกับ วัตถุกำเนิดดิน ซึ่งส่งผลต่อสมบัติของดินในแต่ละเขตปลูกยาง ทั้งทางเคมีและกายภาพ และสถานะธาตุอาหารจะแตกต่างกันตามชุดดิน การให้ผลผลิตยางขึ้นกับพันธุ์ยางและอายุของต้นยาง (นุชนารถและคณะ, 2549) ธาตุอาหารในดินมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของส่วนที่ให้ผลผลิตของต้นยาง เช่น เปลือกและท่อน้ำยาง นอกจากธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองแล้ว พืชยังมีความต้องการจุลธาตุซึ่งต้องการปริมาณน้อย จุลธาตุส่วนใหญ่จะมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆของต้นยาง ถึงแม้ว่าดินบางชนิดอาจมีจุลธาตุในปริมาณเพียงพอ แต่พืชจะสามารถดูดธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับพืชหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน อินทรียวัตถุ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืช (Nutrient interaction) ในดินที่มีสภาพเหมาะสม ยางพาราสามารถเปิดกรีดได้เร็วและให้ผลตอบแทนสูง นอกเหนือจากการเลือกใช้พันธุ์ยางแล้ว การจัดการดินและการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมมีส่วนส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพารา

หากไม่มีการใส่ปุ๋ยกลับคืนสู่ดินอาจทำให้ผลผลิตยางพาราลดลงได้ในเวลาไม่นาน โดยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง 1 ตัน ยางพาราใช้ธาตุไนโตรเจน 20 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม โพแทสเซียม 25 กิโลกรัม แคลเซียม 4 กิโลกรัม แมกนีเซียม 5 กิโลกรัม และซัลเฟอร์ 2 กิโลกรัมไปจากดิน (นุชนารถ, 2550) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับโสภาและคณะ (2538) รายงานว่าการดูดใช้ธาตุอาหารพืชของยางพาราคิดจากผลผลิตยางแห้ง 400 กิโลกรัมต่อไร่ ต้องใช้ไนโตรเจน 9.6 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 4.8 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 0.4 กิโลกรัมต่อไร และแมกนีเซียม 1.6 กิโลกรัมต่อไร่ และการทดลองของสุนทรีและจินตณา 2549 รายงานว่าในการเก็บเกี่ยวเนื้อยางแห้ง 392 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีส่วนประกอบธาตุไนโตรเจน 4.03 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ฟอสฟอรัส 0.22 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โพแทสเซียม 1.19 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แคลเซียม 0.008 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และแมกนีเซียม 0.26 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราและเพื่อรักษาระดับความสมบูรณ์ด้านปริมาณธาตุอาหารในดินเพื่อให้ผลผลิตยั่งยืน ในการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพารา เกษตรกรต้องลงทุนค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ย ทั้งปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยอินทรีย์ และค่าแรงงานประมาณร้อยละ 40 ของต้นทุนการผลิตซึ่งเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูง (นุชนารถ, 2543) ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงควรส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกันให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และสถานการณ์ของเศรษฐกิจเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ปุ๋ยกับยางพาราในสัดส่วนของธาตุอาหารที่ยางพาราต้องการและเหมาะสมกับดิน

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับยางพารา

ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบของพืช ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนและสารที่ให้พลังงาน สำหรับโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน มีความสำคัญต่อขบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆในพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับยางพารามีหน้าที่และความสำคัญต่อยางพาราแตกต่างกัน ดังนี้

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของต้นยางและผลผลิต พืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโตและเขียวสดขึ้นทันทีเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชสามารถสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโพรโทพลาซึมไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ทำให้พืชมีใบสีเขียว สามารถสังเคราะห์แสงได้ดี นอกจากนั้น ไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งประกอบกันเป็นโปรตีนชนิดต่างๆที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ และโคเอนไซม์เพื่อเร่งปฏิกิริยาต่างๆ รวมทั้งกระบวนการสร้างน้ำยางที่เกิดขึ้นในพืช ในน้ำยางสดจะมีโปรตีนทั้งหมดประมาณร้อยละ1 (Nair, 2000) ปัจจุบันพบว่ามีกรดอะมิโนมากกว่า 20 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในโปรตีนของพืช นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่างๆซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆในพืชให้ดำเนินไปอย่างเป็นปกติ ในนิวคลีโอโปรตีน (Nucleoprotein) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สารดังกล่าวเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในโครโมโซมทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในระบบการถ่ายทอดพันธุกรรม และมีอยู่ในสารคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ใบไม้มีสีเขียวและมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนั้นยังเป็นสารประกอบที่สำคัญอีกมากมายของพืช เช่น อะดีโนซีน (Adenosine) ไตรฟอสเฟต (ATP) และวิตามิน

ธาตุไนโตรเจนในดินเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทป ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารให้อยู่ในรูปอนินทรียสารซึ่งอยู่ในรูปแอมโมเนียม และไนเตรท ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ต้นยางติดต่อกันมีผลต่อการเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบยางและการเพิ่มผลผลิตของยางพารา ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นมากต่อผลผลิตยางพารา ซึ่งยางพาราหลังเปิดกรีดมีความต้องการไนโตรเจนระดับสูง หากไนโตรเจนไม่เพียงพอจะเกิดอาการที่แสดงให้เห็นคือ ขนาดของใบเล็กกว่าปกติ จำนวนใบน้อย ขนาดลำต้นเล็ก แคระแกร็น สีผิวของเปลือกกร้าน และแข็งกว่าต้นปกติทำให้กรีดยากใบสีเขียวแกมเหลือง หากเป็นรุนแรงอาการจะปรากฏให้เห็นในใบยางฉัตรแรกของต้น (นุชนารถ, 2543) และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับสูงทำให้ผลผลิตของต้นยางสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่ำ (นุชนารถ, 2550)

ไนโตรเจนในดินชั้นบนโดยทั่วไปอยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน ส่วนประกอบทางเคมีของอินทรีย์ไนโตรเจนยังไม่ทราบอย่างเด่นชัด เนื่องจากอินทรีย์ไนโตรเจนหลายชนิดที่รวมอยู่กับสารอื่นในดินอย่างสลับซับซ้อน จากการสกัดหรือไฮโดรลิซีส (Hydrolysis) สารประกอบอินทรีย์พบว่ามีกรดอะมิโนรวมตัวกับสารประกอบอื่นอยู่ในดินมากมาย และมีกรดอะมิโนที่อยู่อย่างอิสระในดินน้อยมาก (0.2–40 พีพีเอ็ม) นอกจากนี้พบสารพวกน้ำตาลที่มีหมู่อะมิโน เช่น กาแลคโตซามีน พิวรีน และ ไพริมีดีนที่แตกตัวมาจากกรดนิวคลีอิค พวกกรดอะมิโนที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อนอยู่ในดินมีประมาณ 20-50 เปอร์เซ็นต์ของฮิวมัส อินทรีย์ไนโตรเจนในรูปเหล่านั้นสามารถสลายตัวอย่างรวดเร็วในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่สลายตัวช้ามากในดิน ซึ่งมีสมมุติฐานว่าโปรตีนสามารถรวมตัวได้ซับซ้อนกับส่วนที่ไม่ใช่ไนโตรเจนของฮิวมัส เช่น สารประกอบเชิงซ้อนโปรตีนลิกนิน ลิโกโปรตีน ทำให้โปรตีนทนทานต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ หรือโปรตีนในดินมักจะแทรกอยู่ในระหว่างผลึกของอนุภาคดินเหนียว ประกอบกับเอนไซม์ที่จะย่อยโปรตีน (Proteolytic enzyme) อาจแทรกอยู่ระหว่างผลึกอนุภาคดินเหนียวเช่นกัน จึงทำให้กิจกรรมเอนไซม์ย่อยโปรตีนในดินมีประสิทธิภาพต่ำหรือไม่มีเลย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจน ในสภาพแปลงมีค่าวัดได้น้อยกว่าการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ สำหรับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพของอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย คือ แอมโมนิไฟเออร์ โดยสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่สามารถใช้ได้ดีคือกรดอะมิโนโปรตีน จุลินทรีย์พวกนี้มีอยู่ในดินประมาณ 10^5-10^7 เซลล์ต่อดินแห้ง 1 กรัม ส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปของเกลือแอมโมเนียมถูกนำไปใช้ได้ง่ายโดยแบคทีเรีย แอทิโมมัยซีส และเชื้อรา โดยเฉพาะแอมโมเนียมอิออนที่ละลายอยู่ในน้ำและดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียว แต่ส่วนที่ถูกตรึงอยู่ระหว่างผลึกของอนุภาคดินเหนียวส่วนใหญ่จุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ จุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทปจะใช้แอมโมเนียก่อน แล้วจึงใช้ไนเทรต (สายพิณ, 2547) สำหรับการละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนต่อพืชมีมาก เมื่อมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5.5-8.5 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข)

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของอะดีโนซีนไตรฟอสเฟตซึ่งต้องใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง (Costa *et al*., 2006; Scott *et al*., 2003) เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกและนิวคลีโอโปรตีน มีความจำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์ สร้างองค์ประกอบ และการสืบพันธุ์ของเซลล์ ช่วยการเจริญเติบโตของราก นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในเซลล์พืชและจุลินทรีย์โดยทั่วไปในดิน ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลักที่พืชต้องการ ปริมาณฟอสเฟตในดินแบ่งเป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตและอินทรีย์ฟอสเฟต โดยอินทรีย์ฟอสเฟตมีน้อยหรือมากขึ้นกับปริมาณของอินทรียวัตถุ แต่ในธรรมชาติมีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากรูปอินทรีย์เป็นรูปอนินทรีย์น้อยมาก กระบวนการที่พืชดูดกินไอออนฟอสเฟตมีอัตราวดเร็วเมื่อเทียบกับอัตราเร็วของกระบวนการปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตจากสารฟอสเฟตที่เป็นของแข็งให้มาอยู่ในสารละลายดิน แต่อย่างไรก็ตามการที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ แสดงว่าอัตราเร็วของกระบวนการปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตออกสู่สารละลายดินมีความเพียงพอต่อความต้องการของพืช ปัจจัยที่กำหนดกระบวนการปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตออกสู่สารละลายดิน เช่น

1) ปฏิกิริยาดิน ในสภาพที่ดินเป็นกรดมาก เมื่อไอออนฟอสเฟตออกมาสู่สารละลายดิน จะเกิดปฏิกิริยาผันกลับทำให้เหล็กหรืออะลูมินัมไฮดรอกไซด์ไปจับกับไอออนฟอสเฟต เกิดเป็นเหล็กฟอสเฟตหรืออะลูมินัมฟอสเฟตซึ่งละลายน้ำยากขึ้น ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสต่อพืชมีมากที่สุดเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินประมาณ 6.5-7.5

2) ชนิดของสารฟอสเฟต ได้แก่ พวกสารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชช้ามาก เช่น แร่ อะพาไทต์ ชนิดต่างๆ สารเชิงซ้อนอายุมากของเหล็กฟอสเฟต แมงกานีสฟอสเฟต และอะลูมินัมฟอสเฟต พวกสารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชช้า คือ สารละลายได้น้อย ได้แก่ สารประกอบที่เกิดใหม่พวกเหล็กฟอสเฟต แมงกานีสฟอสเฟต อะลูมินัมฟอสเฟต และออกตาแคลเซียมฟอสเฟต (Octa Calcium Phosphate) และพวกสารที่พร้อมจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ แคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต Ca $(H_2\ PO_4)_2$ และแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($CaHPO_4$) สามารถละลายได้ดี

3) ปริมาณของแคตไอออนและสารประกอบที่ทำปฏิกิริยากับไอออนฟอสเฟต ได้แก่ ไอออนของเหล็กและอะลูมินัมที่ละลายในดิน และไฮดรัสออกไซด์ของเหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีส ซึ่งบางครั้งไอออนฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับไฮดรัสออกไซด์ของธาตุเหล่านั้น ทำให้ฟอสเฟตถูกตรึงในดิน เกิดการละลายได้ยากขึ้น และพืชใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

4) แร่ดินเหนียวซิลิเกต (Silicate clay mineral) แร่ดินเหนียวพวกเคโอลีไนต์ (Kaolinite) มอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillionite) และอิลไลต์ (Illite) สามารถตรึงฟอสเฟตได้โดยที่แร่ประเภทนี้ทำปฏิกิริยากับไอออนฟอสเฟต โดยกระบวนการ ไอออนฟอสเฟตเข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) ที่อยู่รอบผิวผลึกของแร่ซิลิเกต แล้วไอออนฟอสเฟตจะทำปฏิกิยากับอะลูมินัม หรือเหล็กที่อยู่ในโครงสร้างของแร่ซิลิเกต ไอออนฟอสเฟตจึงกลายเป็นองค์ประกอบของแร่ดินเหนียว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

การตรึงฟอสฟอรัสทำให้ฟอสเฟตที่ละลายจะถูกตรึงในดินประมาณ 75 - 90 เปอร์เซ็นต์ให้อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำยากต่อพืชจะนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งอำนาจการตรึงฟอสฟอรัส ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณไอออนบวกและสารประกอบของเหล็กและอะลูมินัม ปริมาณไฮดรอกไซด์เหล็กและอะลูมินัม และปริมาณของดินเหนียวต่างๆเป็นต้น ดังนั้นการจัดการดินเกี่ยวกับฟอสฟอรัสในดินเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากดินส่วนใหญ่ของภาคใต้เป็นดินกรด เกิดจากการมีฝนตกชุก ทำให้ประจุบวกที่เป็นด่างถูกชะล้างออกจากดิน วิธีการจัดการดินเพื่อรักษาธาตุฟอสฟอรัสไว้ในดินที่สามารถจัดการเองได้ง่ายและสะดวก คือ การเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินเสมอ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 10 พีพีเอ็ม การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสแก่ต้นยางในดิน สามารถเพิ่มผลผลิตได้ ลักษณะที่ต้นยางขาดฟอสฟอรัสที่เห็นได้ชัด คือ พืชเจริญเติบโตช้ามีสีม่วงปรากฏให้เห็นก่อน บริเวณหลังใบมีสีเหลืองน้ำตาล หลังจากนั้นยอดใบจะแห้งลงมาเป็นสีน้ำตาลแดงลุกลามลงมาจากส่วนปลาย ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลนั้นจะหดตัวม้วนขึ้น นุชนารถ (2550)

โพแทสเซียม

เป็นองค์ประกอบสำคัญของเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์และการสร้างโปรตีน แป้ง ช่วยลำเลียงแป้งและน้ำตาล ควบคุมรักษาความเป็นกรดเป็นด่าง ควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ ช่วยให้ทุกส่วนของต้นพืชและระบบรากแข็งแรง ทนต่อโรคและแมลง ดังนั้นธาตุโพแทสเซียมจึงช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ในน้ำยางที่มีโพแทสเซียมสูงเชื่อว่าจะทำให้ผลผลิตสูง โดยมีรายงานว่า ผลผลิตและอัตราการไหลของน้ำยางจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทซมากขึ้น (Watson, 1989 อ้างโดย Sethuraj, 1992) โดยทั่วไปโพแทสเซียมมักจะมีเพียงพอในดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูง ปัญหาการขาดโพแทสเซียมมักพบทั่วไปกับยางที่เปิดกรีดแล้วที่ปลูกในดินทราย (Shorrocks, 1964) ดังนั้น เนื้อดินจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดิน สำหรับยางพาราต้องการธาตุโพแทสเซียมสูงเพื่อเพิ่มผลผลิตของยางพารา อย่างไรก็ตามการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้การดูดธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของต้นยางเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ปริมาณธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมในยางลดลง ในระยะที่ยางให้ผลผลิต ต้นยางมีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง ดินที่มีโพแทสเซียมสูง เมื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้การดูดธาตุฟอสฟอรัสสูง ทำให้ผลผลิตยางสูงขึ้นด้วย การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางและผลผลิตยางลดลง หรืออีกทางหนึ่งการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางเพิ่มแต่จะไม่มีผลทำให้ผลผลิตยางเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยให้แก่ต้นยางจำเป็นต้องคำนึงถึงความสมดุลของธาตุอาหาร ต้นยางที่ขาดโพแทสเซียมจะแสดงอาการใบเหลืองซีดทั่วทั้งใบ โดยจะเริ่มจากยอดและขอบใบ หากขาดรุนแรงจะเห็นสีเหลืองซีดทั่วทั้งต้น (นุชนารถ, 2550) การละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมต่อพืชมีมาก เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมากกว่า 5.5 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมมีความสำคัญเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์มีแมกนีเซียมถึง 2.7 เปอร์เซ็นต์ ทำหน้าที่เป็นตัวนำฟอสเฟต ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาฟอสฟอริเลชั่น (Phosphorylation) และทำหน้าที่เกี่ยวกับการพองตัวของพลาสมา ในของเหลวในเซลล์ ทำให้พลาสมา อยู่ในสภาพแขวนลอย เพราะว่าหากพลาสมาไม่พองตัวจะเกิดจุดสีขาว (Neurotic spot) ดังจะพบเสมอในพืชที่ขาดแมกนีเซียม และแมกนีเซียมมีส่วนในการสร้างน้ำมันเมื่ออยู่ร่วมกับกำมะถันทำให้ปริมาณน้ำมันในพืชเพิ่มขึ้นมาก และเป็นตัวปลุกฤทธิ์ (Activator) ให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอริซึมของคาร์โบไฮเดรตและวัฏจักรกรดซิตริก (Citric acid cycle) ซึ่งสำคัญในการหายใจของเซลล์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของยางพารา การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมถึงแม้ว่ามีผลทำให้โพแทสเซียมในใบยางลดลง แต่จะมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้นยางที่ให้ผลผลิตสูง แมกนีเซียมเป็นตัวส่งเสริม และยับยั้ง เอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำยาง แมกนีเซียมยังเกี่ยวข้องกับเสถียรภาพของลูทอยด์ โดยที่หากลูทอยด์มีเสถียรภาพต่ำทำให้ลูทอยด์แตกและมีการปลดปล่อยแมกนีเซียมออกมา มีผลทำให้เนื้อยางจับตัวเป็นก้อน เกิดการอุดตันท่อน้ำยางมีเวลาการไหลน้ำยางน้อย ทำให้ผลผลิตต่ำ (Karthikakuttyamma *el al*., 2000) ดังนั้นแมกนีเซียมจึงมีผลค่อนข้างซับซ้อนต่อการให้ผลผลิตยางพารา ดินปลูกยางส่วนใหญ่มี

แมกนีเซียมเพียงพอ สำหรับระดับวิกฤตของแมกนีเซียมในดินอยู่ที่ 0.30 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อ 100 กรัม หากดินมีแมกนีเซียมน้อยกว่านี้จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม อาการขาดแมกนีเซียมจะเกิดที่ใบแก่ก่อน เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช เมื่อพืชได้รับแมกนีเซียมไม่เพียงพอจะเคลื่อนย้ายแมกนีเซียมที่สะสมที่ใบแก่ไปยังใบอ่อน ลักษณะอาการขาดแมกนีเซียมคือ ขอบใบและพื้นที่ระหว่างเส้นใบมีสีเหลืองเห็นได้ชัดแต่เส้นใบยังเขียวอยู่ (นุชนารถ, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับ Weerasuriya and Yogaratnam (1989) รายงานว่าการใส่แมกนีเซียมช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งยางอย่างมีนัยสำคัญจาก 11 กรัมต่อต้นต่อปี เป็น 20 กรัมต่อต้นต่อปี ในพันธุ์ RRIC 103 และการละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุแมกนีเซียมต่อพืชได้มากเมื่อมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-8.5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

กำมะถัน

กำมะถันมีอยู่ในดินในรูปซัลเฟตไอออน ($SO_4^{=}$) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณของไอออนซัลเฟต มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดี กำมะถันที่อยู่ในรูปของอินทรียวัตถุถูกปลดปล่อยออกมาในรูปซัลไฟต์ก่อนเป็นรูปซัลเฟต กำมะถันที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์จะถูกรีดิวส์ก่อนเป็นไฮโดรเจนซัลไฟต์ (H_2S) แล้วจึงถูกออกซิไดส์เป็นซันไฟต์ ($SO_3^{=}$) และเป็นซัลเฟต ($SO_4^{=}$) ตามลำดับ กระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ชนิดเฮกเทอโรโทป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ฉะนั้นความเป็นประโยชน์ของกำมะถันเกิดได้เมื่อมีอินทรียวัตถุในดิน ในดินที่ขาดกำมะถันทางหนึ่งในการแก้ไข คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดิน สำหรับความเป็นประโยชน์ของธาตุกำมะถันต่อพืชควรมีในดินมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) ความสำคัญของกำมะถันต่อการเจริญเติบโตของพืช คือมีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ และเป็นองค์ประกอบของไวตามินบี1 (Thiamine) โคเอนไซม์เอ (Coenzyme A) และกลูไธโอน (Gluthione) นอกจากนี้กำมะถันมีผลทางอ้อมต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืช และมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

แคลเซียม

แคลเซียมมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ มีความจำเป็นในการแบ่งเซลล์และเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ ทำหน้าที่ช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรงและควบคุมการเคลื่อนย้ายของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ นอกจากนั้นแคลเซียมยังมีหน้าที่เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตและการยืดตัวของราก รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ในยางพาราแคลเซียมมีบทบาทที่สำคัญต่อเสถียรภาพและการไหลของน้ำยาง (Krishnakurmar and Potty, 1992) และควบคุมการขยายเซลล์รากให้เหมาะสม และมีบทบาทต่อการสร้างโปรตีนโดยการส่งเสริมการดูดไนโตรเจนมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดินกรด ส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีระดับวิกฤตอยู่ที่ 0.3 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อ100 กรัม แต่ส่วนใหญ่ในพื้นที่สวนยางไม่พบการขาดแคลเซียม เนื่องจากยางพาราสามารถปรับตัวให้อยู่ในภาวะซึ่งมีแคลเซียมต่ำ (นุชนารถ, 2550) เมื่อประเมินธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตยางพาราในรูปน้ำยางและเนื้อไม้ในแต่ละรอบของการปลูกยาง พบว่า มีการเคลื่อนย้ายแคลเซียมออกไปมากที่สุด คือ 1,260 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ในขณะที่สูญเสียไนโตรเจน

โพแทสเซียม และแมกนีเซียมเพียง 755, 833 และ 945 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ(Karthikakuttyamma *et al*., 2000) แม้ว่ามีการสูญเสียแคลเซียมไปกับไม้ยางมากกว่าธาตุอาหารหลัก ในปัจจุบันยังไม่มีการใช้ปุ๋ยแคลเซียมโดยตรงกับยางพารา แต่ยางจะได้รับจากแคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบในหินฟอสเฟตที่ใช้รองก้นหลุม (สถาบันวิจัยยาง, 2553) อย่างไรก็ตาม เมื่อปลูกยางหลายๆรอบ ทำให้ดินกรดซึ่งปกติมีแคลเซียมต่ำอยู่แล้วมีแคลเซียมลดลงในระดับที่ไม่เพียงพอและต้องเพิ่มให้กับดินโดยระดับที่เพียงพอของแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 0.30 เซนติโมลประจุต่อดิน 1 กิโลกรัม (นุชนารถ, 2550) แคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในท่ออาหารได้ยาก จึงแสดงอาการขาดบริเวณที่กำลังเจริญเติบโต เช่น ปลายราก ยอด และผล ต้นยางพาราที่ขาดแคลเซียมปลายและขอบใบจะค่อยๆ ไหม้ตาย โดยทั่วไปมักมีสีขาวถึงสีน้ำตาลอ่อน ในต้นยางที่ยังไม่แตกกิ่งจะแสดงอาการที่ฉัตรบนหรือใบอ่อน และกรณีที่ขาดรุนแรงก็จะตายจากยอด (died back) ในต้นยางที่โตแล้วจะแสดงอาการกับใบในที่ร่มในตอนล่างของทรงพุ่ม และไม่เกิดกับใบที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ (Karthikakuttyamma *et al*., 2000)

การปลดปล่อยไนโตรเจน (N-mineralization)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการปริมาณมาก แต่ดินส่วนใหญ่โดยเฉพาะดินในเขตร้อนมักขาดไนโตรเจน เนื่องจากไนโตรเจนมีการแปรสภาพตลอดเวลาโดยมีจุลินทรีย์ดินเป็นตัวกระทำ ในการแปรสภาพต่างมีความสมบูรณ์ในตัวของแต่ละกระบวนการ และเกิดต่อเนื่องจากกระบวนการหนึ่งไปยังอีกกระบวนการหนึ่ง โดยที่ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหนึ่งอาจเป็นแหล่งอาหารของอีกกระบวนการหนึ่ง การแปรสภาพของไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่เป็นกระบวนการทางชีววิทยา (Biological process) เป็นกระบวนการที่ต้องมีเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ดินจึงสามารถเกิดขึ้นได้ (อัจฉรา, 2549) สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในมวลชีวภาพและอินทรียวัตถุทุกรูปแบบเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของไนโตรเจนในดินธรรมชาติ สารประกอบไนโตรเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทางพร้อมกัน คือ กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน ผลที่ได้คือ แอมโมเนียมและไนเตรท ในทางตรงกันข้ามไนโตรเจนอาจถูกดึงกลับไปอยู่ในรูปองค์ประกอบภายในเซลล์จุลินทรีย์ (สุมาลี, 2536) การแปรสภาพจากอนินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ดูดเอาอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินไปใช้เพื่อสร้างเซลล์ใหม่ เมื่อมีการเติมสารอินทรีย์สารลงไปในดินจุลินทรีย์จะเข้าไปทำการย่อยสลายอินทรียสารนั้น การย่อยสลายนี้เป็นเพราะจุลินทรีย์ต้องการธาตุต่างๆจากอินทรียสารไปสร้างเซลล์ ธาตุใดที่มีมากเกินพอในอินทรียสารดังกล่าวจุลินทรีย์จะปลดปล่อยออกมา แต่หากธาตุใดมีไม่เพียงพอจุลินทรีย์จะเอาธาตุนั้นจากสารละลายดิน เช่น ในกรณีของไนโตรเจนจึงพบสองกระบวนการเมื่อใส่อินทรียสารลงในดิน กล่าวคือเมื่อใส่อินทรียสารที่มีไนโตรเจนสูงพบว่า ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินสูงขึ้นเนื่องจากกระบวนการปลดปล่อย แต่หากใส่อินทรียสารที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำจะพบว่าอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินลดลง บางครั้งการลดลงนี้มีมากจนพืชแสดงอาการขาดไนโตรเจน กระบวนการที่จุลินทรีย์นำเอาอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินไปใช้ เรียกว่า อิมโมบิไลเซชัน เป็นกระบวนการขาดไนโตรเจนชั่วคราว และมีความสำคัญต่อการเกษตรเพราะทำให้ดินขาดไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะในขณะที่กระบวนการกำลังเกิดขึ้นอย่างรุนแรง (อัจฉรา, 2549)

การปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นได้ในอัตราเร็วต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในอินทรีย์สารและสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความชื้นดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณธาตุอาหาร และอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนของอินทรียวัตถุ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การไถกลบพืชปุ๋ยสดทำให้ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแอมโมเนียม และไนเตรท การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินทำให้จุลินทรีย์ดินเกิดกิจกรรมปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมา การเพิ่มอินทรียวัตถุสามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดิน (สุมาลี, 2536) ซึ่งตรงกับรัตติญาและคณะ (2552) กล่าวว่า ประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่เป็นวัตถุดิบในปุ๋ยอินทรีย์จะถูกใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ในกระบวนการปลดปล่อย ดังนั้นการเติมอินทรียวัตถุลงในดินเป็นการให้แหล่งพลังงานและคาร์บอนโดยตรงแก่สิ่งมีชีวิตในดินโดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ดิน โดยธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินออกมาโดยเฉพาะธาตุอาหารหลักคือไนโตรเจน การปลดปล่อยไนโตรเจนเป็นการเปลี่ยนจากอินทรีย์ไนโตรเจนในอินทรียวัตถุไปเป็นอนินทรีย์โดยการย่อยสลายของแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ เกิดเอนไซม์และปลดปล่อยแอมโมเนียมในรูปของสารละลายในดินขึ้น ในสภาพน้ำขังแอมโมเนียมในสารละลายดินสามารถเกิดการสูญเสียได้ โดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน โดยการออกซิไดซ์ไนโตรเจนจากรูปไนไตรต์หรือไนเตรทกลายเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยแบคทีเรีย สำหรับแอมโมเนียมอิออนซึ่งมีสมบัติเป็นประจุบวกจะดูดยึดกับผิวอนุภาคดินที่เป็นประจุลบ หรือการสูญเสียในรูปก๊าซแอมโมเนียหรือการสูญเสีย แอมโมเนียม ไนไตรต์ และ ไนเตรท ทำให้ดินมีภาวะขาดไนโตรเจนชั่วขณะ ซึ่งมักเกิดในดินที่มีอินทรียวัตถุอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้าง

ในการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใส่ลงไปในดินจะมีการปลดปล่อยสารอนินทรีย์ออกมา โดยจุลินทรีย์ดินซึ่งใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน อินทรีย์สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก จุลินทรีย์ย่อยสลายง่ายและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่มีโมเลกุลค่อนข้างสลับซับซ้อนก็ถูกย่อยสลายอย่างช้าๆ และบางส่วนของโมเลกุลที่ถูกย่อยสลายไปแล้วแต่ยังมีวงแหวนอะโรมาติก (Aromatic ring) ที่ซับซ้อนอยู่อาจรวมตัวกับอนุมูลต่างๆเกิดเป็นสารฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุในดิน ในดินในขณะที่อินทรีย์สารต่างๆกำลังถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์นั้น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หากเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วเป็นอัตราที่ช้าและสม่ำเสมอมากกว่า (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การย่อยสลายอินทรีย์ที่สมบูรณ์ไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารสลายตัวโดยการทำงานของจุลินทรีย์ไปอยู่ในรูปแอมโมเนียและเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม หลังจากลงดินแล้วแอมโมเนียมถูกเปลี่ยนโดยแบคทีเรียไนตริไฟอิง เป็นไนเตรทพืชสามารถดูดไนโตรเจนได้ทั้งในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรท (พรพิมลและคณะ, 2528) อินทรียสารที่ใส่ลงสู่ดินผ่านขั้นตอนของการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินจนกลายเป็นสารที่เรียกใหม่ว่า อินทรียวัตถุ อัตราการย่อยสลายบ่งบอกระดับความยากง่ายของการแปรรูปของสารประกอบอินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุในดินแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลำดับขั้นตอนการถูกย่อยสลาย ได้แก่ กลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็ว (Active fraction) กลุ่มที่มีการแปรรูปช้า (Slow fraction) และกลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย (Passive fraction) อินทรียวัตถุในดินในขณะหนึ่งๆมีทั้ง

สามกลุ่มในสัดส่วนมากน้อย ขึ้นกับสัดส่วนของอัตราการใส่เพิ่มอินทรีย์สารเทียบกับอัตราการสูญเสียจากการถูกย่อยสลาย

การปลดปล่อยไนโตรเจน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง, 2551; อัจฉรา, 2549) คือ

ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการอะมิไนเซชัน (Aminization) เป็นกระบวนการย่อยสลายสารประกอบพวกโปรตีน โดยจุลินทรีย์หลายชนิดในกลุ่มเฮกเทอโรโทป โดยจุลินทรีย์ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายโปรตีน โดยขั้นตอนสุดท้ายและปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในรูปของสารอะมีน (Amines) กรดอะมิโน (Amino acid) และยูเรีย (Urea) ในกระบวนการย่อยสลายโปรตีนทำให้จุลินทรีย์ได้พลังงาน ส่วนสารอะมีนและกรดอะมิโนที่เกิดขึ้นนั้น บางส่วนถูกนำมาสร้างเซลล์พืชและจุลินทรีย์ดิน และบางส่วนถูกแปรสภาพโดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (Ammonification) หรือกระบวนการเกิดแอมโมเนียเป็นกระบวนการทางชีววิทยาที่อนินทรีย์ไนโตรเจนเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนีย หรือ แอมโมเนียมอิออน โดยหลังจากขั้นตอนที่ 1 สารอะมีน และกรดอะมิโนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการอะมิไนเซชัน จุลินทรีย์ย่อยสลายต่อซึ่งปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายของกระบวนการนี้คือการไฮโดรลิซิสของหมู่อะมิโนปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในรูปของแอมโมเนียม จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการนี้มีทั้งประเภทใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นตอนที่ 3 ไนตริฟิเคชัน (Nitrification) คือการแปรสภาพแอมโมเนียมไปเป็นไนไตรต์และไนเทรต หรือกระบวนการเกิดแอมโมเนียม เป็นกระบวนการที่แอมโมเนียมที่ได้จากกระบวนการที่ 2 ถูกเปลี่ยนให้เป็นไนเทรต โดยจุลินทรีย์ผ่านปฏิกิริยาที่เรียกว่า Biological oxidation ซึ่งกระบวนการเกิดไนเทรต นี้มี 2 ปฏิกิริยาเกิดขึ้นต่อเนื่องกันโดยการกระทำของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม ซึ่งเรียกกันว่า แบคทีเรียไนตริไฟอิงหรือไนโตรแบคเตอร์ (Nitrobacter)ในดินที่มีการระบายอากาศดีไนโตรเจนอยู่ในรูปของไนเทรต ซึ่งพืชสามารถเจริญเติบโตได้แม้ได้รับเฉพาะไนเทรตเพียงอย่างเดียว เมื่อไนเทรตเข้าสู่เซลล์พืชถูกริดิวซ์จนเป็นแอมโมเนียมแล้วจึงเข้ารวมกับสารอินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน (ยงยุทธ, 2552)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการ (Nitrogen Mineralization)

1. องค์ประกอบของปุ๋ยอินทรีย์

องค์ประกอบของอินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการมิเนอร์รัลไลเซชัน เนื่องจากวัสดุอินทรีย์ทั้งหลายมีส่วนผสมของน้ำตาล โปรตีน ไขมัน ลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน เฮมิเซลลูโลสเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วยหน่วยน้ำตาล 50-150 หน่วยสามารถย่อยได้ง่ายโดยจุลินทรีย์ ส่วนเซลลูโลสเป็นโพลีเมอร์ใหญ่มากและประกอบด้วยน้ำตาล 1,000-10,000 หน่วยซึ่งยากต่อการย่อยสลาย (Diana *et al*., 2009) เซลลูโลสเป็นสารประกอบอินทรีย์ส่วนใหญ่ของพืชที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ สำหรับลิกนินเป็นผนังเซลล์ยากต่อการถูกย่อยสลาย จากรายงานของ (Dick *et al*.,1988) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้มูลสัตว์ปีกเป็นวัตถุดิบสามารถเกิดกระบวนการมิเนอร์รัลไลเซชัน ได้ดีกว่าการใช้กากตะกอนน้ำเสีย (Sewage sludges) เป็นวัตถุดิบและจากรายงานของสุมาลี (2536) กล่าวว่าองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่นำมาทำปุ๋ย เช่น เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose), เซลลูโลส (Cellulose) และลิกนิน (Lignin) ทำ

ให้ปุ๋ยเกิดกระบวนการมิเนอร์รัลไลเซชัน ได้แตกต่างกัน วัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของลิกนินสูง ทำให้ยากต่อการสลายตัวจึงทำให้กระบวนการมิเนอร์รัลไลเซชันเกิดขึ้นต่ำ (Trinsoutrot *et al*., 2000; Stevenson, 1986) วัตถุดิบที่สลายตัวง่าย ได้แก่ ฟางข้าว ผักตบชวา เศษหญ้าสด เศษผัก พืชตระกูลถั่วต่างๆ เช่น ต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว โสน ปอเทือง ฯลฯ มีกระบวนการปลอดปล่อยไนโตรเจนได้เร็วกว่าวัตถุดิบที่สลายตัวยาก ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ทลายปาล์มน้ำมัน และจากรายงานของจันทร์จรัสและคณะ (2550) ได้ศึกษาปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจน จากมูลโคในช่วง 0, 1, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ของการหมัก โดยผสมดินกับมูลโคขุนและมูลโคเลี้ยงปล่อยในอัตราที่ให้ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 100 มิลลิกรัม ไนโตรเจนต่อกิโลกรัมหมักที่ระดับความชื้นสนาม พบว่ามูลโคขุนมีการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่สูงกว่ามูลโคเลี้ยงปล่อย และปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาของการหมักเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 4 จากนั้นจึงลดลง และจากรายงานของ Robert and Hertz (2008) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีการย่อยสลายในอัตราช้าและมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆโดยใช้เวลาในการย่อยสลายนานหลายเดือนหรือเป็นปี

2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N)

Stevenson (1986) รายงานว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เป็นตัวควบคุมบทบาทของไนโตรเจนในดิน โดยปกติปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฮิวมัสจะมีอยู่ประมาณ 5.0-5.5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนมีอยู่ประมาณ 50-58 เปอร์เซ็นต์ ในอินทรีย์สารที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20:1 จะเกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนจากเศษซากพืช (Douglas *et al*., 2001) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสำคัญมากสำหรับกระบวนการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ ประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่มีในวัตถุดิบถูกใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ ส่วนที่เหลือถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสร้างพลังงาน โดยเซลล์จุลินทรีย์เหล่านั้นมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 50 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 5 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักแห้ง ดังนั้นควรใช้วัสดุที่มีไนโตรเจน 2–4 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนมาทำปุ๋ยอินทรีย์ หากวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้างจะทำให้เกิดกระบวนการอิมโมบิไลเซชัน แทนที่ (Ahmad *et al.,* 2007) การเกิดอิมโมบิไลเซชัน เกิดเนื่องจากในดินมีค่าไนโตรเจนต่ำ จุลินทรีย์ดึงไนโตรเจนไนเตรทไปจากดินเพื่อใช้ในการเพิ่มกิจกรรมและจำนวน จึงแย่งไนโตรเจนทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนในพืชได้ ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและปลดปล่อยคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ไปในอากาศ ทำให้คาร์บอนลดปริมาณลงและกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง ปริมาณของคาร์บอนในอินทรียวัตถุลดลง ในขณะที่ไนโตรเจนยังคงอยู่ในดิน เมื่อกระบวนการย่อยสลายดำเนินไปจนถึงที่สุดปริมาณคาร์บอนจะลดลงมากจนกลายเป็นตัวจำกัดจำนวนของจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ตายลง ทำให้กิจกรรมย่อยสลายเกิดขึ้นในอัตราที่ช้ามาก ไนโตรเจนในขณะนั้นมีปริมาณมากเหลือเกินความต้องการใช้ของจุลินทรีย์จึงเหลือให้พืชนำไปใช้ได้ ฉะนั้นการที่ใส่อินทรียวัตถุที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้างจะทำให้ดินขาดไนโตรเจนอยู่ระยะหนึ่งจนสิ้นสุดการสลายตัว (ปรัชญาและคณะ, 2540) อย่างไรก็ดี แม้กระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุจะปลดปล่อยไนโตรเจนให้ดินได้ แต่อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนอาจไม่เร็วพอที่ทันกับความต้องการใช้ของพืชทางการเกษตรได้

จึงจำเป็นต้องมีการเติมไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมีโดยตรง หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงพอ ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพื่อไม่ให้พืชขาดไนโตรเจน

3. อุณหภูมิและความชื้นในดิน

อุณหภูมิและความชื้นในดินมีผลต่อการเกิด ไนโตรเจนมิเนอร์ไลเซชัน ในดินมาก (Cabrera *et al.*, 2005) รายงานว่ากระบวนการ ไนโตรเจนมิเนอร์ไลเซชัน เกิดได้สูงสุดที่อุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นในดินแห้งเกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนน้อย และในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะขาดออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนเท่านั้นที่มีชีวิตอยู่ได้

4. เนื้อดิน

ดินที่มีอนุภาคเล็ก เนื้อดินเป็นดินเหนียวกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน เกิดได้น้อยกว่าอนุภาคดินขนาดใหญ่ เนื่องจากดินที่มีอนุภาคดินเหนียวดินขาดช่องว่างระหว่างดิน(Chae and Tabatabai, 1986)

5. อัตราการใช้ที่แตกต่างกัน

อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน มีผลทำให้เกิดกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน ที่แตกต่างกัน (อัจฉรา, 2549) จากการทดลองเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 60, 40 และ 20 มิลลิกรัมต่อเฮกตาร์ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 84 วัน พบว่าเกิดกระบวนการการปลดปล่อยไนโตรเจน 722, 513 และ 441 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (Kara *et al*., 2006) จากการทดลองของอรพินท์ (2541) พบว่าการใช้ซากพืชตระกูลถั่วลงในดินทำให้ธาตุไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น ไม่ว่าเป็นการไถกลบหรือการคลุมดินเป็นเวลา 2 ปี การไถกลบทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เกิดขึ้นภายหลังการบ่มดิน สำหรับกระบวนการ ปลดปล่อยไนโตรเจนระยะแรกมีแอมโมเนียมและไนเทรตเกิดขึ้นมากกว่าในระยะหลัง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของเศษซากพืชได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทีริก กรดอะลิฟาติก กรดฟุโนลิก ฯลฯ รวมทั้งก๊าซเอทิลีน มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (สมศักดิ์, 2528)

บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพารา

การใช้ปุ๋ยโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพการนำไปใช้ของพืชแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยและชนิดของธาตุอาหารแต่ละธาตุ สำหรับปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารเป็นไปอย่างช้าๆแต่คงอยู่ในดินได้นาน แตกต่างกับปุ๋ยเคมีทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี ในปุ๋ยอินทรีย์ต้องเปลี่ยนรูปจากสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน โดยจุลินทรีย์พวกเฮกเทอโรโทป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ในปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ในการเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยน ส่งเสริมให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีได้มากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่ปลดปล่อยธาตุอาหารได้รวดเร็ว แต่ประสิทธิภาพการดูดใช้แต่ละธาตุในปุ๋ยเคมีแตกต่างกัน ซึ่งไนโตรเจนมีประสิทธิภาพการดูดใช้ร้อยละ 30-50 ที่เหลือจะถูกชะล้าง ระเหย และการระเหิดไปจากดิน ส่วนประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัส จากปุ๋ยเคมีอยู่ระหว่างร้อยละ 10-30 ที่เหลือจะติดไปกับตะกอนดินที่ถูกกัดกร่อนและถูกพัดพารวมทั้งถูกตรึงไว้ในดิน สำหรับโพแทสเซียมมีประสิทธิภาพการดูดใช้ร้อยละ 20-40

ดังนั้นจึงควรมีการจัดการดินให้มีสภาพเหมาะสม วิธีการหนึ่งคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีราคาแพง ซึ่งจะส่งผลให้ต้นยางพาราสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (นุชนารถและคณะ, 2549) สุวัฒน์และคณะ (2534) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอัตรา 1,000 กิโลกรัมหรือปุ๋ยผสมสูตร 10-5-6 อัตราปกติ 60 กิโลกรัมอย่างเดียวสามารถให้ขนาดลำต้นของต้นกล้ายางแตกต่างกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างเด่นชัด และเมื่อลดปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักเหลือเพียงครึ่งหนึ่งร่วมกับปุ๋ยผสมสูตรดังกล่าวเพียง 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราปกติ ทำให้กล้ายางเจริญเติบโตได้สูงกว่าการใช้ปุ๋ยผสมอัตราแนะนำบำรุงเพียงอย่างเดียว ซึ่งชี้ให้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถทำให้การใช้ปุ๋ยผสมหรือปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โสภาและคณะ (2535) รายงานว่าในต้นกล้ายางอายุ 3 ปี เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราปกติร่วมกับปุ๋ยหมัก 3 กิโลกรัมทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางสูงสุด ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างชัดเจนกับวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย กรมพัฒนาที่ดิน (2551) รายงานว่าปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติในการดูดซับธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกได้ดี ซึ่งธาตุอาหารที่สลายออกมาเร็วและมากเกินไปของปุ๋ยเคมีทำให้พืชนำไปใช้ไม่ทันเกิดการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกจากดินปุ๋ยหมักจะดูดซับไว้ จากการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับหินฟอสเฟตทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ช่วยในการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินและรากพืช ทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ในตำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวทำให้พืชสามารถเจริญได้ดีกว่าตำรับซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และจากการทดลองของโสภาและคณะ (2535) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 3 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำสามารถลดปุ๋ยเคมีลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเปิดกรีดได้เมื่อต้นยางอายุ 6 ปี และรายงานว่า ผลผลิตของพืชแซมทุกชนิดในตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำของแต่ละพืชให้ผลผลิตมากที่สุด นอกจากนี้โสภาและคณะ (2541) รายงานการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีใช้กับต้นยางก่อนเปิดกรีดทำให้ต้นยางเจริญเติบโตได้ดี และสามารถเปิดกรีดได้ก่อนกำหนดในเขตปลูกยางเดิม สุวัฒน์และคณะ (2534) รายงานผลการทดลองว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-5-14 อัตรา 500 กรัมต่อต้นต่อปี (50 เปอร์เซ็นต์ตามคำแนะนำ) ร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (2-5 ตันต่อไร่ต่อปี) ให้ผลผลิตเนื้อยางแห้งสูงสุดและเพิ่มขนาดลำต้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันจำนวน 2 ปี ผลผลิตจะใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 20 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของต้นยางได้ดีขึ้น ทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและลดปุ๋ยเคมีลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราแนะนำ ลิขิตและคณะ (2534) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักดินพรุ อัตรา 19 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (1.4 ตันต่อไร่ต่อปี) ใส่ในหลุมระหว่างแถวยาวร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 12-5-14 อัตรา 75 เปอร์เซ็นต์จากคำแนะนำ สามารถช่วยให้การเจริญเติบโตของต้นยางและผลผลิตเนื้อยางแห้งดีขึ้นได้ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำเพียงอย่างเดียว และชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉพาะปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก เมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยให้ต้นยางเจริญเติบโตดีและมีผลผลิตยางเพิ่มขึ้นช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้อย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ นุชนารถและคณะ (2543) รายงานว่าอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์รองก้นหลุมมีผลต่อความชื้นในดินบริเวณหลุมช่วงแล้งในต้นยางอ่อนอายุ

12 เดือนที่ปลูกในเขตแห้งแล้ง โดยปุ๋ยอินทรีย์มีผลช่วยเพิ่มขนาดรอบลำต้นเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองวิธีการไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความชื้นสูงกว่าในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และในหลุมที่มีปริมาตรใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูงกว่ามีความชื้นสูงกว่าในหลุมที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาตรน้อยกว่า และในเขตแห้งแล้งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นยางได้ (สมเจตน์และคณะ, 2531) การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างและส่งเสริมให้สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น ช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไม่ให้สูญเสีย และทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสามารถอุ้มน้ำไว้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สุมาลี (2536) กล่าวว่าปุ๋ยอินทรีย์มีสมบัติในการดูดซับอาหารที่มีประจุบวกที่เป็นด่างไว้ได้ดี เช่น ช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชที่ละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีอย่างรวดเร็วบางส่วนไว้ แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อย ทำให้ต้องใช้ปริมาณมากเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์จึงควรทำจากวัสดุที่หาง่าย มีอยู่แล้วจากท้องถิ่น จึงจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ การใช้ปุ๋ยให้ได้ผลดีควรใช้ควบคู่กันไปทั้งสองชนิด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในระยะแรกอาจได้ผลผลิตดีแต่ในระยะยาวยางพาราซึ่งเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารสูงอาจเกิดการขาดแคลนธาตุอาหารได้ และขาดความสมดุลของธาตุอาหารทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราลดลงได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของยางพาราการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของยางพารา และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเมื่อมีการใช้ปุ๋ย เมื่อเป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยในสวนยางต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พื้นที่แปลงต้นยางพันธุ์ RRIM เปิดกรีดแล้ว อายุ 10 ปี ประมาณ 11 ไร่ จำนวน 76 ต้นต่อไร่
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 เป็นปุ๋ยผสมสูตรแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ปี 2541 ในต้นยางหลังเปิดกรีด โดยปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 หนัก 100 กิโลกรัม ได้จากการผสมแม่ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 จำนวน 60 กิโลกรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 18-46-0 จำนวน 10 กิโลกรัม และโพแทสเซียมคลอไรด์ สูตร 0-0-60 จำนวน 30 กิโลกรัม
3. น้ำมันเชื้อเพลิง
4. น้ำหมักชีวภาพ
5. ปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐาน Q กรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)
6. เครื่องมือและวัสดุต่างๆ
   6.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า
   6.2 อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลผลผลิตน้ำยาง
   6.3 อุปกรณ์ในการวัดขนาดรอบลำต้น
   6.4 ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
   6.5 อุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดิน ใบยาง และปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อนำตัวอย่างดิน ปุ๋ยอินทรีย์ และใบยางไปวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ใบยาง และปุ๋ยอินทรีย์

วิธีการ

1. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) โดยพืชทดสอบ คือยางพาราอายุ 10 ปี ระยะปลูก 3x7 เมตร เปิดกรีดครึ่งลำต้น กรีดวันเว้นวัน จำนวนวันกรีด 60 วันต่อปี ระยะเวลาทดลอง 3 ปี ทำการทดลอง 6 ตำรับ 4 ซ้ำ คือ

ตำรับที่ 1 (T1) = แปลงควบคุม

ตำรับที่ 2 (T2) = ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

ตำรับที่ 3 (T3) = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)+ปุ๋ยอินทรีย์ (อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)

ตำรับที่ 4 (T4) = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)+ปุ๋ยอินทรีย์ (อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) + น้ำหมักชีวภาพ (จำนวน 5 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง)

ตำรับที่ 5 (T5) = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)+น้ำหมักชีวภาพ (จำนวน 5 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง)

ตำรับที่ 6 (T6) = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)+น้ำหมักชีวภาพ (จำนวน 5 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง)

โดยทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีก่อนการทำการทดลองดังนี้ ตามวิธีรายงาน สมศักดิ์ (2537)

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง (ดิน:น้ำ = 1:1) โดยใช้ pH meter
2) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl
3) อินทรียวัตถุ (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black
4) แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca^{2+}, Mg^{2+}และ K^{+}) โดยใช้ 1 N NH_4OAc pH 7 เป็นสารสกัด
5) กำมะถันที่สกัดได้ (Extractable SO_4^{2-}) โดยเปลี่ยนกำมะถันในดินให้อยู่ในรูปของสารละลาย โดยการสกัดด้วยสาร 0.01 M $Ca(H_2PO_4)_2$ และวัดความเข้มข้นของ SO_4^{2-} ในสารละลาย โดยการวัดความขุ่นโดยการเติม $BaCl_2$ ลงไป แล้ววัดความขุ่นที่เกิดจาก $BaSO_4$
6) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ด้วยวิธี Bray No. II
7) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchangeable Capacity; CEC) โดยวิธี Ammonium Acetate method

2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามความต้องการธาตุอาหารพืชของต้นยางพารา ในแปลงทดลอง และปุ๋ยเคมีจำนวน 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และใส่น้ำหมักชีวภาพ 2 ครั้งต่อเดือน จำนวน 5 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง
3. วัดเส้นรอบลำต้นก่อนทดลอง บันทึกข้อมูล ที่ 170 เซนติเมตรจากพื้นดิน (โสภาและคณะ, 2546)
4. เก็บผลผลิตเฉลี่ย เก็บข้อมูลเดือนละ 8 ครั้ง จำนวน 2 เดือน รวมทั้งสิ้น 16 ครั้ง (ในวันฝนตก ไม่เก็บข้อมูลและ เก็บข้อมูลหลังใส่น้ำหมักชีวภาพ) โดยเก็บผลผลิตในรูปยางก้อนนำมาผึ่งลมให้แห้งในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีใช้เวลา 15 วัน และหักเปอร์เซ็นต์ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ตามมาตรฐานสากล ผลผลิตเฉลี่ย คือ น้ำหนักเนื้อยางแห้ง (โสภาและคณะ, 2546)
5. วัดเส้นรอบลำต้นของต้นยางพาราหลังการทดลองทุกสิ้นปี จำนวน 3 ปี (ปีละ 1 ครั้ง)
6. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดินหลังการทดลองเสร็จสิ้น (วิธีการเดียวกับก่อนการทดลอง)
7. วิเคราะห์หาแอมโมเนียมและไนเทรตเพื่อศึกษาปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจน โดยนำตัวอย่างดินมาสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ในอัตราส่วนของดินต่อโพแทสเซียมคลอไรด์ เท่ากับ 1:10 แล้วกรองสารละลายที่กรองได้ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณของแอมโมเนียมและไนเทรต โดยวิธี Steam Distillation (Breamner, 1996)
8. วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในใบยางหลังการเก็บเกี่ยวน้ำยาง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม
9. วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพ
10. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม IRRIstat เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของผลผลิตยาง ขนาดลำต้น ปริมาณการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจน ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบยาง

การดูแลและปฏิบัติในแปลงทดลอง

พื้นที่แปลงทดลอง ปลูกยางพันธุ์ RRIM ระยะปลูก 7 x 3 เมตร จำนวน 76 ต้นต่อไร่ ต้นยางเปิดกรีดแล้วอายุ 10 ปี ใช้ระบบกรีดครึ่งลำต้น กรีดวันเว้นวัน ใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลอง ปุ๋ยเคมีใช้ปุ๋ยผสมสูตร 30-5-18 อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใส่อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามความต้องการธาตุอาหารพืชของยางพาราในดิน (ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับยางพาราหลังเปิดกรีดคือ ไนโตรเจน 300 กรัมต่อต้นต่อปี ฟอสฟอรัส 50 กรัมต่อต้นต่อปี โพแทสเซียม 180 กรัมต่อต้นต่อปี นุชนารถ (2543) ใส่ปุ๋ยบริเวณโคนต้นถึงทรงพุ่มต้น ส่วนปุ๋ยเคมีใส่ระหว่างแถวยาง ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1. การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินให้กระจายให้คลอบคลุมทั่วทั้งแปลงก่อนการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับการทดลอง โดยการเก็บตัวอย่างดิน ก่อนขุดเจาะดินต้องเอาหญ้าเศษพืชหรือวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกเสียก่อน แล้วใช้พลั่วขุดหลุมดินเป็นรูปตัววี (V) ลึกในแนวดิ่งประมาณ 15 เซนติเมตร หรือในระดับไถพรวน แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงก้นหลุมแล้วเก็บตัวอย่างดินขุดตรงกลางจากบนลงล่าง และเก็บตัวอย่างดินชั้นล่างที่ระดับ 15-30 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินที่สุ่มไปผึ่งลมให้แห้งประมาณ 500 กรัมต่อตัวอย่าง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) บดตัวอย่างดิน ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตรเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก กำมะถันที่สกัดได้ และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2. การเก็บตัวอย่างใบพืช

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชเพื่อตรวจสอบระดับความเข้มข้นของธาตุอาหาร เป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชเพื่อให้ทราบถึงระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช เพื่อได้ทราบถึงสถานะธาตุอาหารในพืชนั้นๆ การเก็บตัวอย่างต้องเก็บให้เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด ในปริมาณที่มากพอที่จะนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และต้องทำเครื่องหมายต้นพืชที่เก็บตัวอย่าง เพื่อได้เก็บตัวอย่างจากต้นเดิมได้ถูกต้อง หลีกเลี่ยงการเก็บส่วนพืชที่เปื้อนสิ่งเจือปน มีโรค และแมลงเข้าทำลาย และใบที่กำลังร่วงและแห้งตาย หลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างพืชในบริเวณซึ่งมีสภาพแตกต่างจากสภาพพื้นที่โดยรอบทั่วไป เช่น บริเวณหินหรือกรวดมาก และนำตัวอย่างพืชไปเช็ดให้สะอาด นำตัวอย่างพืชไปอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด ขนาดของตัวอย่างพืชที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ โดยทั่วไป คือ ขนาดน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ปิดจุกให้สนิทป้องกันอากาศเข้า (พิชิต, 2539) สำหรับการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบยาง เก็บจากต้นยางที่ทำเครื่องหมายไว้ เก็บทั้งหมดจำนวน 24 ตัวอย่าง จากการทดลองมี 6 ตำรับ 4 ซ้ำ ตัวอย่างละ 24 ใบ (จาก 1 plot มี 6 ต้น เก็บตัวอย่างต้นละ 4 ใบ) เก็บตัวอย่างใบเมื่อใบยางอายุ 3-6 เดือนหลังจากผลัดใบ เวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บคือ 100 วันหลังจากที่ผลิใบใหม่ เพราะเป็นช่วงที่ธาตุอาหารในใบยางเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เก็บตัวอย่างเวลาเช้าวันที่มีแสงแดด โดยเก็บใบของกิ่งในร่มที่ระดับต่ำสอง

ข้างของทรงพุ่มในระหว่างแถวข้างละกิ่ง เก็บใบคู่ล่างของฉัตรแรกใช้กรรไกรเก็บเกี่ยวผลผลิตด้ามยาวเพื่อตัดกิ่งของใบที่ต้องการเก็บตัวอย่าง หลังจากเก็บตัวอย่างใบยางแล้ว ทำความสะอาดใบ ซึ่งหากมีการปนเปื้อนจะมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ และนำตัวอย่างใบยางไปอบ (นุชนารถและคณะ, 2549) ถ้าทิ้งไว้ปริมาณธาตุอาหารในใบเปลี่ยนแปลง (ลิขิตและคณะ, 2525) ใบยางที่อบแห้งแล้วนำไปบดเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในห้องปฏิบัติการ

3. การเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์

เก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชทั้งหมด ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความชื้น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน

4. **บันทึกค่าใช้จ่าย**

ทำการบันทึกค่าใช้จ่าย ต้นทุน ทั้งต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ในแต่ละตำรับ ตลอดการทดลองเพื่อนำมาหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ทั้ง 3 ปี

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2548
สิ้นสุด ธันวาคม พ.ศ. 2551

สถานที่ดำเนินการ สถานที่ตั้ง บ้านนาป่อง ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลผลิตเฉลี่ย

ในปีที่ 1 ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมี (T2) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในตำรับที่ 3 และในตำรับที่ 4 ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ อาจเป็นเพราะว่าธาตุอาหารที่ได้รับจากปุ๋ยทั้ง 3 ตำรับดังกล่าวมีเพียงพอต่อการผลิตน้ำยาง โดยนุชนารถ (2543) รายงานว่า ยางพาราหลังการเปิดกรีดต้องการไนโตรเจน 300 กรัมต่อต้นต่อปี ฟอสฟอรัส 50 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียม 180 กรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ธาตุไนโตรเจน 150 กรัมต่อต้นต่อปี ฟอสฟอรัส 25 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียม 90 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต้นต่อปี ให้ไนโตรเจน 176 กรัมต่อต้นต่อปี ฟอสฟอรัส 35.2 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียม 97.2 กรัมต่อต้นต่อปี (ปุ๋ยอินทรีย์มีไนโตรเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.44 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.22 เปอร์เซ็นต์) จากสมบัติก่อนการทดลองพบว่าดินในแปลงทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีจึงตอบสนองต่อผลผลิตยางพาราและผลการทดลองในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) มีค่าผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับแปลงควบคุม (T1) ซึ่งมีค่าต่ำสุด ซึ่งอาจเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวไม่ช่วยเพิ่มผลผลิตได้ดีเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารปริมาณน้อยและค่อยๆปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชในช่วงแรกของการใช้

ในปีที่ 2 ในตำรับควบคุมมีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด สำหรับในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) ให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพในตำรับที่ 4 และมีค่าสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ใส่น้ำหมักชีวภาพ และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพมีค่าผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ แต่การใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมด้วยมีแนวโน้มให้ผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มให้ผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ผลผลิตในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวหรือปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5 และ T6 ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งสองตำรับมีค่าต่ำกว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งตำรับใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) ไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3)

ในปีที่ 3 ในตำรับควบคุม (T1) มีผลผลิตต่ำสุด และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) ให้ผลผลิตสูงสุด และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งตำรับใส่น้ำหมักชีวภาพ และตำรับไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4 และ T3 ตามลำดับ) แต่มีแนวโน้มว่าในตำรับที่ใส่น้ำหมักชีวภาพให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกันทั้งในปีที่ 1 ปีที่ 2 และ ปีที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการใส่น้ำหมักชีวภาพไม่มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มช่วยส่งเสริมผลผลิตให้สูงขึ้นหากมีธาตุอาหารจากปุ๋ยเพียงพอ และจากผลการทดลองกล่าว

ได้ว่า ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมด้วย (T4) ให้ผลผลิตยางไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) ให้ผลผลิตต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวใส่เต็มอัตรา (T2) และให้ผลผลิตต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) มีค่าผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม) ซึ่งมีค่าต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรามีธาตุอาหารไม่พอเพียงต่อการผลิตน้ำยาง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการผลิตน้ำยาง (ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 หากใช้ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ได้ธาตุไนโตรเจน 300 กรัม และปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุไนโตรเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใส่ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ได้ธาตุไนโตรเจน 176 กรัม โดยความต้องการของยางพาราหลังเปิดกรีด ต้องการไนโตรเจน 300 กรัมต่อต้นต่อปี (24 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) ฟอสฟอรัส 50 กรัมต่อต้นต่อปี (4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และโพแทสเซียม 180 กรัมต่อต้นต่อปี (14.4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)

จากการทดลองทั้ง 3 ปี พบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดให้แก่ต้นยางมีผลทำให้ผลผลิตต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยทุกชนิด การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำเต็มอัตรามีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด อาจเนื่องจากปุ๋ยเคมีสามารถอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วกว่าและการปลดปล่อยธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงแรกอาจไม่ทันกับความต้องการของพืช จึงทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี สุมาลี (2536) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ รัตติญาและคณะ (2552) รายงานว่าความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นจากการปลดปล่อยของปุ๋ยหมักมูลโค และเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตของผักกาดเขียว กวางตุ้ง (ด้านความสูงและจำนวนใบ) และผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากมูลโค และYogaratnam and Werasuriya (1984) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมช่วยเพิ่มผลผลิตยางพารา และเมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี จากการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมี 30-5-18 อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สอดคล้องกับทดลองของโสภา (2544) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปปุ๋ยหมัก 40 กิโลกรัมต่อต้นปี ร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 500 กรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลผลิตเนื้อยางแห้ง อัตราการเพิ่มขนาดลำต้นต่อปีใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว และสุวัฒน์และคณะ (2534) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 10-5-9 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เกิดผลสำเร็จของการติดตาและขนาดรอบลำต้นของต้นยางในแปลงกล้ายางมีค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีผสม สูตร 10-5-9 อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ชนิดเดียว หรือการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยหมัก 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ชนิดเดียว นั่นคือการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการเจริญเติบโตหากมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และเป็นทิศทางเดียวกับการทดลองของธงชัยและนภวรรณ (2554) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ปริมาณ 600 กรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย

ของยางพันธุ์ RRIM มีแนวโน้มใกล้เคียงการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ชนิดเดียว ปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ตารางที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551

ตำรับ	ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)		
	2549	2550	2551
T1 = ควบคุม	202.0 c	198.2 d	217.2 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	361.2 a	331.2 a	318.2 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	329.0 ab	287.2 b	296.5 a
T4 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	331.1 ab	322.5 ab	303.7 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	306.3 b	249.7 c	233.5 bc
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	240.0 bc	243.0 c	272.2 b
CV (%)	21.5	9.1	12.7

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (ที่ 170 เซนติเมตรจากระดับพื้น)

ขนาดรอบลำต้นเฉลี่ยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากลักษณะพื้นที่มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงทดลอง (ตารางที่ 2) แสดงว่าการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับ ไม่มีผลต่อขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย ทั้งนี้อาจเนื่องจากในต้นยางในระยะเปิดกรีดแล้ว ต้นยางจะดึงธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ได้รับไปใช้ในการผลิตน้ำยางมากกว่านำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งสอดคล้องกับปราโมทย์และคณะ (2547) รายงานว่าในกรณีต้นยางพาราก่อนเปิดกรีดการใส่ปุ๋ยเคมีมีผลในทางบวกกับการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์ หากต้นยางพาราเปิดกรีดสามารถให้ผลผลิตแล้ว พืชจะนำธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ลงดินไปใช้เพื่อผลิตน้ำยางมากกว่าการเจริญเติบโตทางลำต้น และในต้นยางพาราที่มีลำต้นขนาดใหญ่ทำให้ปริมาณน้ำยางมากขึ้นด้วย (นุชนารถ, 2543) ในปีพ.ศ. 2550และ ปีพ.ศ. 2551 ยางพารามีลำต้นเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1 เซนติเมตร สอดคล้องกับรายงานของ Dissanayake and Mithrasena (1986) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทำให้ต้นยางมีเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (ที่ 170 เซนติเมตรจากระดับพื้นดิน) ทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2551

ตำรับที่	ขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)		
	2549	2550	2551
T1 = ควบคุม	71.0 a	72.2 a	73.0 a
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	70.2 a	72.0 a	73.0 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	70.5 a	71.6 a	72.5 a
T4 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	70.5 a	71.9 a	72.2 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	70.5 a	71.8 a	72.2 a
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	70.5 a	71.3 a	72.2 a
CV (%)	1.6	1.1	1.1

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

สมบัติทางเคมีของดินก่อนทดลอง

Site characterization

เป็นดินลึก สีน้ำตาล มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินเป็นกรด มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แปลงทดลองมีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินชุดดินท่าแซะ พื้นที่แปลงมีความเหมาะสมกับการทำการทดลอง เนื่องจากมีความสม่ำเสมอเป็นดินที่ระดับน้ำใต้ดินลึก การระบายน้ำดี อุ้มน้ำได้ปานกลาง ดินมีความชื้น 14.8 เปอร์เซ็นต์ เป็นแปลงยางอายุ 10 ปี ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราเก่าอายุมาก 30 ปี ทำการโค่นยางและปลูกยางใหม่ ฉะนั้นจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อทดแทนธาตุอาหารที่สูญเสียในรูปน้ำยางจากแปลงยางและการสูญเสียธาตุอาหารพืชของดินในรูปการชะล้างสู่ระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีฝนตกชุก และอากาศร้อน

สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด (ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.1) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ 1.36 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนรวมต่ำ (0.05 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณต่ำมาก (4.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าต่ำ (22.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินมีค่าต่ำ (3.46 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อดิน 100 กรัม) ดังตารางที่ 3 ซึ่งจัดว่าเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ หากไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินจะทำให้ต้นยางไม่สามารถเติบโตและสร้างผลผลิตได้เพียงพอ และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานระดับวิกฤติความต้องการธาตุอาหาร พบว่าธาตุอาหารหลักซึ่งยางพารามีความจำเป็นต้องนำไปใช้ประโยชน์เพื่อสร้างผลผลิต ได้แก่ธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ตลอดทั้งค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤติ ดังนั้นจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อคงธาตุอาหารในดินให้เพียงพอกับความต้องการของพืช เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของยางพารา

(ระดับวิกฤติความต้องการธาตุอาหารของยางพาราในดินมี ดังนี้ อินทรียวัตถุ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 0.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 11.0 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 15 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 11 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อดิน 100 กรัม และแมกนีเซียม 0.30 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อดิน 100 กรัม (นุชนารถ, 2543)

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองแปลงยางพารา ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551

ธาตุอาหารเฉลี่ย	ค่าวิเคราะห์	การแปลผล
เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ	1.36	ปานกลาง
เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด	0.05	ต่ำ
ความเป็นกรด เป็นด่าง (1:1 ; ดิน : น้ำ)	5.1	กรดจัด
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) (mg/kg)	4.01	ต่ำ
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	22.04	ต่ำ
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (meq/100g)	3.46	ต่ำ
กำมะถันที่สกัดได้ (mg/kg)	12.83	ปานกลาง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (meq/100g)	0.33	ต่ำ
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (meq/100g)	0.72	ต่ำ

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 ปี พ.ศ. 2548

สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

ไนโตรเจนทั้งหมด

ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนรวมเฉลี่ยสูงขึ้นหลังการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำสูตรไนโตรเจนสูงลงในดินโดยตรงจำนวน 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตและที่เหลือยังคงตกค้างในดิน ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) มีไนโตรเจนในดินสูงกว่าก่อนทดลอง เนื่องจากทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์สามารถให้ธาตุไนโตรเจนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มมีค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดินน้อยกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) อาจเป็นเพราะว่าน้ำหมักชีวภาพมีส่วนช่วยในการปลดปล่อยไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมด้วยมีค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยเหลือในดินต่ำกว่า และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) มีแนวโน้มมีค่าต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) อาจเนื่องจากไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวมีโอกาสสูญเสียโดยการชะล้างและระเหยสู่อากาศได้มากกว่า ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ เนื่องจากอินทรียวัตถุจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชในดินไว้ได้ และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียวอัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมีค่า

ไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดินต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ชนิดเดียว เต็มอัตราตามคำแนะนำ ซึ่งส่งผลผลิตให้ผลิตยางต่ำด้วย ในปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีธาตุไนโตรเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.44 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.22 เปอร์เซ็นต์ หากต้องการให้ยางพาราได้รับธาตุอาหารใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียว อัตรา 16 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือ 1,216 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งมีปริมาณมากทำให้เสียค่าแรงสูงในการใส่ปุ๋ย หากไม่มีแรงงานในครอบครัว หรือแรงงานราคาถูกอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย

จากการทดลอง อาจตั้งข้อสังเกตว่ายางพาราใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีเพื่อสร้างผลผลิตได้ดี เนื่องจากในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราตามคำแนะนำ ยางพาราสามารถให้ผลผลิตสูงสุด แต่ค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยมีแนวโน้มอยู่ในดินสูงกว่าตำรับอื่นอาจเป็นเพราะว่า มีธาตุไนโตรเจนเหลือค้างอยู่ในดินหลังจากการใส่ปุ๋ยเคมี 3 ปี ในขณะที่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีค่าผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา แต่มีค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยที่มีอยู่ในดินหลังการทดลองต่ำกว่า นั่นคือ พืชสามารถดูดไนโตรเจนในดินไปใช้ อาจแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และใส่น้ำหมักชีวภาพช่วยส่งเสริมให้ยางพาราสามารถนำธาตุไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ในการสร้างผลผลิตได้ จึงทำให้มีไนโตรเจนคงเหลืออยู่ในดินน้อย หากมองในแง่การนำไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ของพืชให้คุ้มค่าไม่มีธาตุอาหารเหลือตกค้างในดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี น่าจะส่งผลดีต่อการใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพืชมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงชนิด นุชนารถ (2543) กล่าวว่าระดับวิกฤตธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับยางพาราในดิน คือ ไนโตรเจน 0.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลองเห็นได้ว่า ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยเพียงพอสำหรับการให้ผลผลิตยางพาราและมีเหลืออยู่ในดิน สำหรับตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีไนโตรเจนรวมเฉลี่ยหลังการทดลองอยู่ในดินน้อย แต่ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา แสดงว่าต้นยางสามารถนำไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ มิฉะนั้นแล้วพืชอาจเกิดการขาดธาตุไนโตรเจนในดินได้ เนื่องจากมีไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินน้อย

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง อาจเนื่องจากฟอสฟอรัสในดินกรดมักถูกตรึง ทำให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ในตำรับที่ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มมีค่าต่ำสุด และในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด อาจได้ฟอสฟอรัสจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ลงดินโดยตรง และส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำหมักชีวภาพ โดยในน้ำหมักชีวภาพมีแบคทีเรียที่ละลาย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในกระบวนการผลิตทำให้ได้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) สอดคล้องกับ Bonciarell (1977) รายงานว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพอาจทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีแนวโน้มฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย อาจเนื่องจากฟอสฟอรัสถูกตรึงในดินได้ง่ายในดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงดินทำให้มีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นในดิน อินทรียวัตถุมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มที่สามารถแยกตัวเป็นแอนไอออนเป็นจำนวนมาก กลุ่มไอออนเหล่านี้ของอินทรียวัตถุจะไปแย่งที่กับไอออนฟอสเฟตในการที่จะถูกดูดซับอยู่ที่พื้นผิวของสารคอลลอยด์อื่นๆ เป็นการดูดยึดแบบไบโพล่าร์ทำให้ฟอสเฟตถูกตรึงน้อยลงโดยอินทรียวัตถุ และในบางกรณีแอนไอออนขนาดเล็กที่เกิดจากอินทรียวัตถุ เข้าไปอยู่ในระหว่างผลึกต่อผลึกของแร่ดินเหนียว เกิดการแย่งที่ไม่ให้ไอออนฟอสเฟตเข้าไปอยู่ในผลึก ทำให้การตรึงของฟอสเฟตลดลง หรือในกรณีเมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวและเปลี่ยนรูปเกิดกรดอินทรีย์ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลง ภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสมากขึ้น ทำให้ไอออนของเหล็กและอะลูมินัมมากขึ้นในสารละลายดิน แต่ในขณะเดียวกันการสลายตัวของอินทรียสารทำให้เกิดการจับไดไฮดรอกซี (chelation) กับไอออนของเหล็กและอะลูมินัม ทำให้ไม่เหลือที่จะไปจับกับไอออนฟอสเฟต ฟอสเฟตจึงไม่ถูกตรึงในดินที่มีปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งในดินปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดพร้อมกันไม่ใช่ปฏิกิริยาใดปฏิกิริยาหนึ่ง

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

หลังการทดลอง ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยที่เป็นประโยชน์สูงสุด ในตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวค่าโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพไม่มีผลต่อโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน อาจเนื่องจากน้ำหมักชีวภาพมีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (จากการวิเคราะห์พบว่า น้ำหมักชีวภาพมีค่าโพแทสเซียม 0.07 เปอร์เซ็นต์) ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มว่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยใกล้เคียงกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียวจะได้ธาตุโพแทสเซียมน้อยหากเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี โดยในปุ๋ยอินทรีย์ธาตุโพแทสเซียม มีค่า 1.22 เปอร์เซ็นต์ หากใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ได้โพแทสเซียม 97.6 กรัมต่อต้นต่อปี แต่ในปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ใส่ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ได้โพแทสเซียม 180 กรัมต่อต้นต่อปี

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

จากการวิเคราะห์ดินหลังการใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลองเปรียบเทียบทั้ง 6 ตำรับพบว่า ในตำรับควบคุม มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่าเดิมซึ่งจัดว่าเป็นกรด แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพมีความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าควมเป็นกรดเป็นด่าง 5.3 ทั้งนี้อาจเนื่องจากอินทรียวัตถุจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยยกระดับความเป็นกรดเป็นด่าง และช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; สุมาลี, 2536) ส่วนในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราชนิดเดียว (T2) ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับอำนาจ (2548) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของปุ๋ยเคมีว่า เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้สารละลายที่เป็นกรด หรือเป็นด่าง เช่น แอมโมเนียมซัลเฟตมีสมมูลย์กรดเท่ากับ 110 กิโลกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อปุ๋ย 100 กิโลกรัม หมายความว่า ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมทำให้เกิดกรดในปริมาณที่ต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 110 กิโลกรัม จึงจะทำลายกรดนั้นให้หมดได้ หรือปุ๋ยแคลเซียมไนเตรทมีสมมูลด่างเท่ากับ 203 กิโลกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนต หมายความว่าปุ๋ยนี้ 100 กิโลกรัมทำให้เกิดด่างได้เทียบเท่ากับแคลเซียมคาร์บอเนต 203 กิโลกรัม หรือปุ๋ยเคมีบางชนิดไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

อินทรียวัตถุ

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลังการทดลอง พบว่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นในตำรับซึ่งไม่ใส่ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (T1) ซึ่งมีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยเท่าเดิม (1.36 เปอร์เซ็นต์) ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (T3) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราและน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มให้ค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา (T2) อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับโสภาและคณะ (2535) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงชนิดเดียวและตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ย นุชนารถ (2543) รายงานว่า ระดับวิกฤตอินทรียวัตถุที่เพียงพอสำหรับยางพาราในดินคือ 1.0 เปอร์เซ็นต์ จึงนับว่าระดับอินทรียวัตถุในดินหลังการทดลองมีเพียงพอทุกตำรับการทดลอง

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

แมกนีเซียมเฉลี่ยหลังการทดลองพบว่า ทุกตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเพียงชนิดเดียว ค่าแมกนีเซียมหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนทดลอง และมีเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของยางพารา (ค่าระดับวิกฤต 0.30 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อ 100 กรัม)

กำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้

กำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยหลังการทดลองพบว่า ในตำรับที่ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (T1) มีค่าต่ำสุด (T1) ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ(T4) พบว่า มีแนวโน้มว่ามีกำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพช่วยเพิ่มกำมะถันให้อยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์มากขึ้น (SO_4^{2-}) และมีแนวโน้มให้ค่าใกล้เคียงตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) แสดงว่า น้ำหมักชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณ $S0_4^{2-}$ ในดิน ซึ่งสอดคล้องกับออมทรัพย์และคณะ (2547) รายงานว่าน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารน้อยมาก โดยกำมะถันจากน้ำหมักชีวภาพซึ่งผลิตจากผลไม้มี 0.008-0.54 เปอร์เซ็นต์ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มค่ากำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินมีค่าสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจเนื่องจากกำมะถันส่วนใหญ่ถูกปลดปล่อยจากรูปอินทรีย์ไปสู่รูปอนินทรีย์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ซึ่งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินเป็นการเพิ่มอินทรียสารให้แก่ดินโดยตรง Alexander (1977) กล่าวว่าหากจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรียสารในสภาพมีออกซิเจนจะได้กำมะถันในรูปของ เอสเตอร์ และรูปของกรด อะมิโนต่างๆที่สำคัญได้แก่ ซีสทีน(Cystine), ซีสทีรีน(Cysteline), เมทีโอนีน(Methionine) เป็นต้น กำมะถันในรูปที่เป็นประโยชน์ คือ ซัลเฟต สำหรับกำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้หลังการทดลองมีค่าเพียงพอสำหรับยางพาราทุกตำรับ

แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย จากการเปรียบเทียบสมบัติของดิน ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ชัดเจน ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรามีแนวโน้มมีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว ทั้งในตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากได้แคลเซียมจากการปลดปล่อยจาก ไฟติน (Phytin) และ แคลเซียมแพคเทต (Calcium Pectate) ของอินทรียสารโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (สมศักดิ์, 2528)

ดินส่วนมากในภาคใต้แม้ว่าเป็นดินกรด แต่ไม่ขาดแคลนแคลเซียมต้นยางมีธาตุแคลเซียมที่นำไปใช้ประโยชน์เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ซึ่งระดับวิกฤตของธาตุแคลเซียมสำหรับยางพารา คือ 0.30 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อ100 กรัมดิน (นุชนารถ, 2543) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสมบัติทางเคมีของดินที่ทำการทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลองมีปริมาณแคลเซียมในดินเหนือระดับวิกฤตความต้องการธาตุอาหารของยางพาราทุกตำรับการทดลองยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราและน้ำหมักชีวภาพ (T5)

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)

ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีค่าสูงขึ้นกว่าก่อนทำการทดลอง ยกเว้นในตำรับควบคุมซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ก่อนการทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกจากการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินโดยตรง โดยเฉพาะตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทำให้มีค่า ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง เนื่องจากอินทรียวัตถุมีโครงสร้างเป็นประจุลบทำให้สามารถดูดยึดธาตุประจุบวกในดินได้ดี

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551

ธาตุอาหารเฉลี่ย	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ความเป็นกรด เป็นด่าง (1:1; ดิน:น้ำ)	5.1	5.1	5.3	5.3	5.1	5.2
เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ	1.36	1.43	1.82	1.84	1.43	1.69
เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด	0.05	0.24	0.13	0.06	0.07	0.08
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) (mg/kg)	4.2	7.6	7.8	8.2	7.6	5.0
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	22.01	38.12	26.13	27.14	22.58	22.05
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (meq/100g)	3.44	4.29	4.55	4.59	4.21	3.62
กำมะถันที่สกัดได้ (mg/kg)	12.81	13.45	14.89	14.92	13.48	14.10
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (meq/100g)	0.33	0.34	0.35	0.35	0.34	0.33
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (meq/100g)	0.73	0.74	0.82	0.79	0.69	0.72

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2551

การปลดปล่อยไนโตรเจน (N-Mineralization)

ในสัปดาห์แรก ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด รองลงคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ในช่วงแรกหลังใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีทั้งเต็มอัตรา (T2) และปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) กล่าวว่า ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนจะเริ่มเกิดขึ้นหลังจากสัปดาห์แรกของการใส่ปุ๋ย และในตำรับซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยทุกชนิดดินมีค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพในตำรับที่ 6 ทุกตำรับการทดลองมีค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยน้อย แสดงว่ามีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในดินน้อยในสัปดาห์แรก

ในสัปดาห์ที่ 2 มีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่าสัปดาห์ที่ 0 ทุกตำรับ โดยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยสูงสุด (31.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) การใส่ปุ๋ยเคมีลงดินจะมีแอมโมเนียม และไนเทรต เพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์มากในสัปดาห์ที่ 2 และจะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ต่อมา รองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) และจากผลการทดลองในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวใส่ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) มีแนวโน้มให้ค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีการ

ปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำสุด และจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าในสัปดาห์ที่ 2 การปลดปล่อยไนโตรเจนในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เริ่มมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วและมีอัตราลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา

ในสัปดาห์ที่ 4 ผลการทดลองมีแนวโน้มการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 2 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา (T2) มีค่าลดลงจากสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งตรงกับคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) และสุมาลี (2536) รายงานว่าปุ๋ยเคมีไนโตรเจนจะละลายน้ำได้ดีและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ดีในวันที่ 7–14 หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง ในสัปดาห์ที่ 4 ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) ให้ค่าแอมโมเนียม และไนเทรตสูงสุดในดิน รองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา (T2) ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวหรือตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีเพียงชนิดเดียวใส่ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพและตำรับควบคุมมีค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในตำรับควบคุมมีแนวโน้มอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำสุด (1.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สอดคล้องกับพิทยากร (2551) รายงานว่า อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนของดินในสภาพที่มีพืชพรรณและการใช้ที่ดิน เช่น ป่าไม้ธรรมชาติ ทุ่งหญ้า ป่าสักปลูกใหม่ และป่าสักปลูกเก่า เกิดขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2-4 หลังจากนั้นจะลดต่ำลง จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินจะค่อยๆลดลงในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีโดยไม่ลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับปุ๋ยเคมี

ในสัปดาห์ที่ 6 ค่าแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพมีค่าสูงสุด (T4) และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และมีแนวโน้มว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพมีค่าสูงกว่าตำรับซึ่งไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ อาจเป็นเพราะว่าน้ำหมักชีวภาพทำให้เกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนได้ดีในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของชุติมณฑน์ (2553) รายงานว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพอัตรา 1 : 8 ทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์มีค่าสูงกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) แต่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวตามคำแนะนำมีแนวโน้มให้ค่าต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวใส่ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) ดินมีค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) อาจเป็นเพราะในปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวมีการปลดปล่อยแอมโมเนียม และไนเทรต ช้ากว่าการการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนของปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจเป็นข้อเสียของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียวในบางครั้งต่อพืชได้ นั่นคือทำให้ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนไม่ทันเวลาตามความต้องการของพืช และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพมีค่าสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวหรือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ นั้นแสดงว่าน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มให้ผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในทางบวกในกรณีที่มีธาตุอาหารพืชเพียงพอในดิน และในตำรับควบคุม (T1) มีค่าแอมโมเนียม และไนเทรตเฉลี่ยต่ำสุด ในสัปดาห์ที่ 6 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรามีแนวโน้มมีค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนลดต่ำลง เนื่องจากปุ๋ยเคมีชนิด

เดียวมีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 ต่อจากนั้นในสัปดาห์ต่อไปจะมีค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนลดลงอย่างรวดเร็ว

สัปดาห์ที่ 8 ค่าแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ย มีค่าลดลงจากสัปดาห์ที่ 6 ทุกตำรับ ยกเว้นในตำรับควบคุม จากผลการทดลองในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตสูงสุด การใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมด้วยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราและปุ๋ยอินทรีย์ส่งเสริมให้ดินปลดปล่อยแอมโมเนียม และไนเทรตได้มากกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) ในสัปดาห์นี้การปลดปล่อยไนโตรเจนของตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราตามคำแนะนำ (T2) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราตามคำแนะนำ มีแนวโน้มให้ค่าแอมโมเนียมและไนเตรทเฉลี่ยสูงกว่า สำหรับการปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำสุดจากการทดลองคือในตำรับควบคุม และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มช่วยให้มีแอมโมเนียม และไนเทรตคงอยู่ในดินนานขึ้น

สัปดาห์ที่ 10 มีค่าแอมโมเนียมและไนเทรต เฉลี่ยลดลงจากสัปดาห์ที่ 8 การทดลองพบว่าตำรับใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราตามคำแนะนำ (T2) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับ ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) โดยตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) มีแนวโน้มมีแอมโมเนียม และไนเทรตอยู่ในดินสูงกว่าตำรับอื่น และอาจกล่าวได้ว่าในสัปดาห์ที่ 10 การปลดปล่อยไนโตรเจนมีอัตราที่ใกล้เคียงกันทุกตำรับ ยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตอยู่ในดินสูงสุด และในตำรับซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยทุกชนิด (T1) มีการปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำสุด

สัปดาห์ที่ 12 มีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยลดลงจากสัปดาห์ที่ 10 ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีค่าต่ำสุด และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด การใส่น้ำหมักชีวภาพในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มส่งเสริมให้มีการปลดปล่อยไนโตรเจนมากกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ สำหรับผลการทดลองในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มมีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่า ในสัปดาห์นี้ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำเต็มอัตรา (T2) มีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตที่ปลดปล่อยออกมาในดินน้อยกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยทุกตำรับอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) มีการปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราและมีค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนได้น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราด้วย นั่นอาจเพราะในการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราสามารถให้ค่าไนโตรเจนทั้งหมดได้สูงกว่าไนโตรเจนที่ได้จากการใส่ปุ๋ยครึ่งอัตราจึงทำให้มีไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากกว่า ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาต่ำสุด และจากผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 แสดงให้เห็นว่า มีแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยในดินลดลงมาก การใส่น้ำหมักชีวภาพทุกๆ 2 สัปดาห์ อาจมีผลต่อกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนซึ่งอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูก

เปลี่ยนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งจะเห็นได้ว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนในตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มค่าสูงกว่าในตำรับซึ่งไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดที่ 0 - 12 สัปดาห์

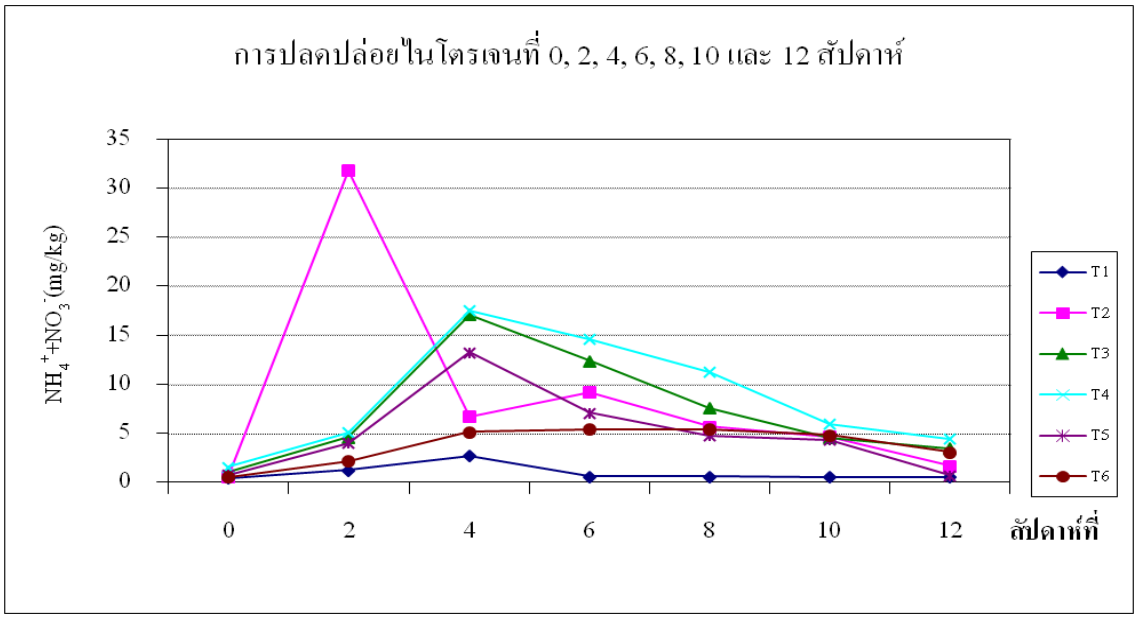
ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกจากการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา (T2) มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 และรองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) ปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยออกมา 15.89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี รองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยออกมา 14.34 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี หลังจากนั้นในสัปดาห์ต่อมาในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรามีปริมาณแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยลดลงในสัปดาห์ต่อมาอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 12 มีค่าน้อยกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยให้ค่าแอมโมเนียมและไนเทรต เฉลี่ยอยู่ในดินเป็นช่วงระยะเวลานานกว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ในตำรับดังกล่าว (T3 และ T4 ตามลำดับ) พบแอมโมเนียมและไนเทรตสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 และมีค่าปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากดิน 348.9 และ 467.0 เปอร์เซ็นต์ของตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา (T3 และ T4 ตามลำดับ) และในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากดินใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) คิดเป็น 271.34, 211.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี และในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีค่าไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากดิน 29.87 เปอร์เซ็นต์ของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

การที่การปลดปล่อยไนโตรเจนของการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าสูงสุด โดยมีค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้หลังการทดลองในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรามีค่าสูงสุด อาจเนื่องจากมีไนโตรเจนเหลือตกค้างจากการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนสูตรสูง และมีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตเฉลี่ยที่ได้ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเพียงชนิดเดียวได้จากการละลายน้ำของปุ๋ยเคมีโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสทำให้มีแอมโมเนียมและไนเทรต เฉลี่ยสูงและลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่าตำรับอื่นหลังสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งพืชสามารถจะนำไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตหรือสร้างผลผลิตได้ และเห็นได้ว่าค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้หลังการทดลองในตำรับนี้มีค่าต่ำกว่าตำรับอื่น (นอกจากตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด) แสดงว่าการเกิดกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นสอดคล้องกับค่าไนโตรเจนรวมเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้ในดิน ในตำรับซึ่งใส่อินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีการปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและนานกว่าการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีชนิดเดียว ดังกราฟรูปที่ 1 และผลการทดลองแสดงได้ว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินเป็นปฏิภาคโดยตรงกับผลผลิตยางพารา นั่นคือ ในตำรับที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินสูง ผลผลิตที่ได้รับสูงเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของชุติมณฑน์ (2553) รายงานว่าเมื่อมีการปลดปล่อยไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินมากขึ้นเท่าใด พืชจะสามารถดูดอาหารไปใช้ได้มากขึ้น และส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น และการทดลองของ Wang *and Li* (2004) รายงานว่า ในตำรับเมื่อมีแอมโมเนียมและไนเทรตมากขึ้น ทำให้ผลผลิตกะกล่ำปลีสูงขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	ค่าเฉลี่ย NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)						
	Wk 0	Wk 2	Wk 4	Wk 6	Wk 8	Wk 10	Wk 12
T1 = ควบคุม	0.42 d	1.21 d	1.78 c	0.56 e	0.57 d	0.54 c	0.49 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	0.56 cd	31.79 a	7.13 c	9.18 bc	5.66 c	4.65 b	1.64 c
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.02 b	4.56 b	24.88 b	12.36 ab	7.54 b	4.54 b	3.47 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	1.54 a	5.05 b	33.30 a	14.62 a	11.23 a	5.95a	4.45 a
T5 = ½- ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	0.76 c	3.95 bc	3.14 c	7.08 c	4.77 c	4.28 b	0.69 d
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	0.50 d	2.17 cd	5.31 c	5.37 d	5.36 c	4.80 b	3.07 b
CV (%)	19.5	16.2	35.1	27.3	12.6	14.0	21.7

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินช่วงเวลา 0 -12 สัปดาห์

จากกราฟแสดงให้เห็นการปลดปล่อยไนโตรเจนของการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตราเกิดขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 และเกิดขึ้นมากกว่าตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังจากสัปดาห์ที่สองการปลดปล่อยไนโตรเจนลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และใส่น้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มการปลดปล่อยไนโตรเจนมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์แต่ไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวตลอดเวลา 4-12 สัปดาห์

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย โดยวิธี Standard Plate Count (Kaspar and Tiedje, 1994) ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในดินในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด (ตำรับควบคุม) มีค่าต่ำสุดทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 และค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) ในปีที่1 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) ทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มว่ามีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุด ในปีที่ 2 ของการทดลองมีแนวโน้มว่ามีอัตราแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าในปีที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีซึ่งใส่ลงไปในดินจุลินทรีย์ดินได้ใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน จากการทดลองพบว่าในตำรับซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว ซึ่งตรงกับฉวีวรรณและคณะ(2539) รายงานว่าในตำรับใส่ปุ๋ยหมัก 4 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในดินเพิ่มสูงขึ้นกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเมื่อปลูกข้าวโพดเป็นพืชหลัก สอดคล้องกับ Tale (1995) รายงานว่า ปริมาณแบคทีเรียจะสูงขึ้นเมื่อมีสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นในดิน เนื่องจากสารอินทรีย์เหล่านั้นเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานของจุลินทรียดิน

ตารางที่ 6 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-พ.ศ.2550

ตำรับ	แบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย ($X10^6$ โคโลนีต่อกรัม)	
	2549	2550
T1 = ควบคุม	2.15 c	2.23 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	2.85 b	2.80 b
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.30 a	3.33 a
T4 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์+ น้ำหมักชีวภาพ	3.48 a	3.63 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	2.33 c	2.78 b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.28 a	3.40 a
CV (%)	6.80	6.30

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ ในปี 3 ไม่ได้เก็บตัวอย่างดินเนื่องมาจากมีน้ำท่วมขังพื้นที่

ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบยางพาราเฉลี่ย

ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม มีผลต่อการเจริญเติบโตทางกายวิภาคของเปลือกลำต้นยางพารา ผลผลิต และการงอกเปลือกใหม่ (นุชนารถ, 2543) จากการทดลองพบว่าค่าไนโตรเจนเฉลี่ย โพแทสเซียมเฉลี่ย จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในใบยางพารามีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตยางพารา จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบยางพารา พบว่าในปีที่ 1 มีไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางมีค่าสูงสุดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา ซึ่งธาตุอาหารเหล่านั้นอาจได้โดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตรสูงเต็มอัตรา ต่อมาในปีที่ 2 และปีที่ 3 พบไนโตรเจนมีค่าสูงสุดในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา และในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ มีค่าไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ สำหรับธาตุโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ในใบยาง พบว่ามีค่าสูงสุดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราซึ่งอาจได้จากการใส่ปุ๋ยเคมีโดยตรงทั้ง 3 ปี ในปีแรกและปีที่ 3 ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และใส่น้ำหมักชีวภาพมีโพแทสเซียมในใบยางไม่แตกต่างทางสถิติกับใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่น้ำหมักชีวภาพในปีที่ 3 มีค่าโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ในใบสูงกว่าในตำรับซึ่งไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในปีที่ 2 ทั้งสองตำรับไม่แตกต่างทางสถิติ ในตำรับซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราชนิดเดียวหรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับการใส่น้ำหมักชีวภาพมีค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางไม่แตกต่างทั้ง 3 ปี และมีค่าต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นได้ว่าค่าไนโตรเจนเฉลี่ย และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพารามีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตที่ได้รับตรงกับนุชนารถ (2543) รายงานว่ายางพาราเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจน และโพแทสเซียมสูงในการผลิตน้ำยาง และจากการทดลองแสดงให้เห็นเมื่อธาตุโพแทสเซียมในดินสูงขึ้น ค่าโพแทสเซียมในใบที่วิเคราะห์ได้มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสุนทรีและจินตณา (2549) กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินและใบยางเป็นไปในลักษณะเชิงเส้นตรงค่า $r = 0.56$ เมื่อมีการใส่ปุ๋ย และสอดคล้องกับการทดลองของสมยศและคณะ (2536) รายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่วิเคราะห์ได้จากดินว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่วิเคราะห์ได้จากใบยาง แต่โพแทสเซียมมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์จากค่าที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช สำหรับฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้พบว่าทุกตำรับมีค่าใกล้เคียงกันทุกตำรับยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องจากต้นยางดูดธาตุฟอสฟอรัสจากการใส่ปุ๋ยเคมีไปใช้โดยตรง และมีค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยในใบต่ำสุดในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด การใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราชนิดเดียวลงในดินทำให้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบยางมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของนุชนารถ (2542) รายงานว่าโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา พบว่าค่าแมกนีเซียมในใบยางลดลง และเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพค่าแมกนีเซียมในใบยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด (ตำรับควบคุม) มีแนวโน้มมีค่าไนโตรเจน

ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราต่ำสุด ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับผลผลิตที่ได้รับมีค่าต่ำสุดสำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพมีค่าไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (ได้ธาตุไนโตรเจน 150 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียม 90 กรัมต่อต้นต่อปี) และปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สามารถให้ธาตุอาหารใกล้เคียงกันและเพียงพอสำหรับการผลิตน้ำยางของต้นยาง (ไนโตรเจน 176 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียม 97.6 กรัมต่อต้นต่อปี) ซึ่งยางพาราต้องการไนโตรเจน 300 กรัมต่อต้นต่อปี และโพแทสเซียมต้องการ 180 กรัมต่อต้นต่อปี (นุชนารถ, 2543) นอกจากธาตุอาหารซึ่งได้จากปุ๋ยอินทรีย์โดยตรงแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีบทบาทส่งเสริมการเป็นประโยชน์ของปุ๋ยเคมีได้ด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราชนิดเดียวมีแนวโน้มให้แคลเซียมในใบพืชลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Weerasuriya and Yogaratnam (1989) รายงานว่าเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีโพแทสเซียมลงดินจะมีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมในใบยางลดลง

สำหรับน้ำหมักชีวภาพมีธาตุอาหารปริมาณน้อย แต่มีฤทธิ์เป็นฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (ออมทรัพย์และคณะ, 2547) โดยน้ำหมักชีวภาพไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตยางพาราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการสอบถามเกษตรกรผู้กรีดยางพาราในแปลงทดลองได้รายงานว่า สามารถกรีดยางได้ง่ายขึ้นเนื่องจากเปลือกยางนิ่มขึ้นไม่แข็ง ทั้งนี้อาจเพราะฮอร์โมนในน้ำหมักชีวภาพ (ออมทรัพย์และคณะ, 2547) ช่วยขยายเซลล์เปลือกลำต้นยางพาราซึ่งอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต นุชนารถ (2543) รายงานว่าระดับวิกฤติธาตุอาหารในใบยาง (เปอร์เซ็นต์) คือ ธาตุไนโตรเจน 3.21 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.20 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1.26 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.20 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551

ตำรับ	ธาตุอาหารพืชในใบยางพาราเฉลี่ยต่อน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)		
	P	Ca	Mg
T1 = ควบคุม	0.13 (ต่ำ)	0.49	0.18 (ต่ำ)
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	0.26 (สูง)	0.53	0.18 (ต่ำ)
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	0.24 (ปานกลาง)	0.55	0.22 (ปานกลาง)
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	0.25 (ปานกลาง)	0.53	0.24 (สูง)
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	0.24 (ปานกลาง)	0.50	0.23 (ปานกลาง)
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	0.23 (ปานกลาง)	0.51	0.20 (ต่ำ)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 3)

ตำรับ	(เปอร์เซ็นต์)ไนโตรเจนในใบยางพาราต่อน้ำหนักแห้ง		
	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551
T1 = ควบคุม	2.53 c	2.38 d	2.33 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	3.64 a	3.48 a	3.60 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.14 b	3.38 ab	3.51 a
T4 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์+ น้ำหมักชีวภาพ	3.60 a	3.50 a	3.65 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.11 b	3.02 c	3.18 b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.17 b	3.11 bc	3.15 b
CV (%)	5.40	6.50	6.30

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

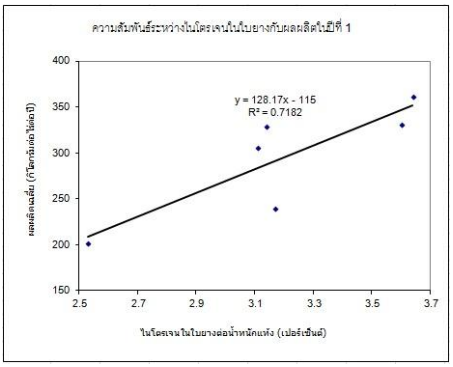
ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549-2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 3)

ตำรับ	(เปอร์เซ็นต์)โพแทสเซียมในใบยางพาราต่อน้ำหนักแห้ง		
	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551
T1 = ควบคุม	1.04 d	1.06 d	1.05 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.91 a	1.94 a	1.92 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.72 b	1.73 b	1.66 b
T4 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์+ น้ำหมักชีวภาพ	1.79 ab	1.75 b	1.87 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	1.37 c	1.33 c	1.39 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	1.36 cd	1.32 c	1.37 c
CV (%)	8.2	5.9	9.0

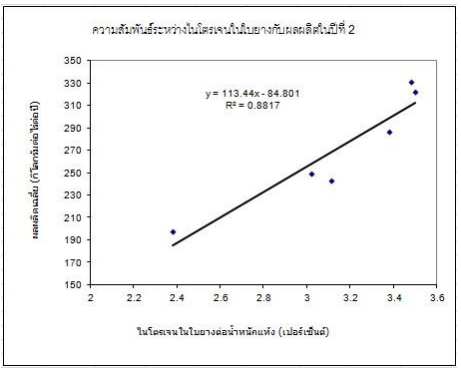
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี MRT

ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชในใบยางพารากับผลผลิต

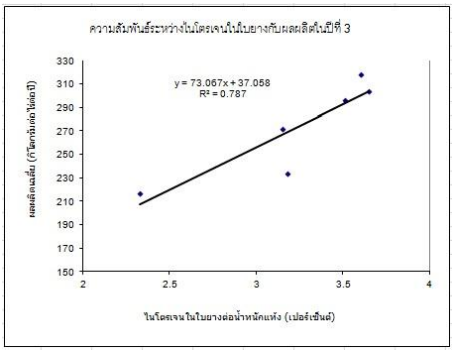
การวิเคราะห์หา ความสัมพันธ์ (Regression) ระหว่างไนโตรเจนในใบยางพารากับผลผลิตยางพาราเฉลี่ย ทั้ง 3 ปี พบว่า ไนโตรเจนในใบยางมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิต นั่นคือหากปริมาณไนโตรเจนในใบยางพาราเพิ่มขึ้นผลผลิตยางพาราจะสูงขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในใบยางกับผลผลิตเป็นไปในลักษณะเส้นตรงเชิงเส้นดังสมการ $y = -128.17x-115$ ($r^2=0.7182$) ในปีที่ 1 และ $y = 113.44x-84.801$ ($r^2=0.8817$) ในปีที่ 2 และปีที่ 3 ดังสมการ $y = 73.067x+37.058$ ($r^2=0.787$) และโพแทสเซียมในใบยางพารามีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตยางพาราเฉลี่ยทั้ง 3 ปี นั่นคือ หากโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราเพิ่มขึ้นผลผลิตยางพาราจะสูงขึ้นด้วย โดยความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมในใบยางกับผลผลิตเป็นไปในลักษณะเส้นตรงเชิงเส้นดังสมการ $y = 173.29x+29.485$ ($r^2=0.8753$) ในปีที่ 1 และ $y = 149.1x+ 45.089$ ($r^2=0.9543$) ในปีที่ 2 และปีที่ 3 ดังสมการ $y = 113.6x+98.223$ ($r^2=0.8789$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของนุชนารถ (2543) รายงานว่ายางพาราเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมในการสร้างผลผลิต ดังกราฟภาพที่แสดง



ปีที่ 1

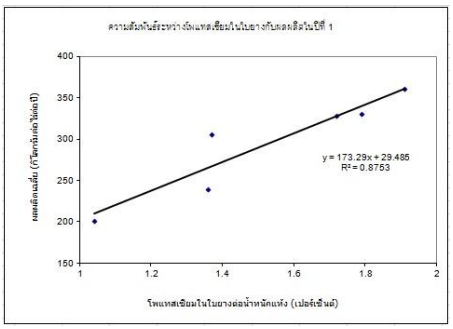


ปีที่ 2

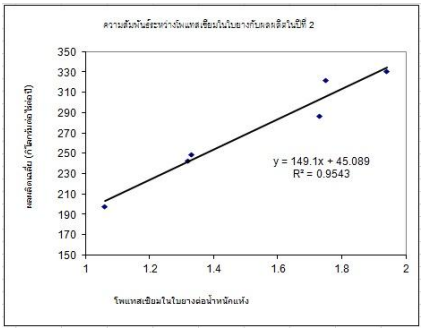


ปีที่ 3

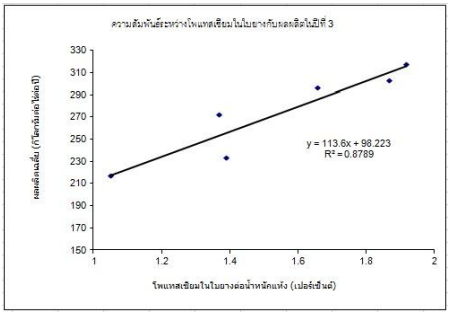
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางกับผลผลิต



ปีที่ 1



ปีที่ 2



ปีที่ 3

ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางกับผลผลิต

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จำแนกต้นทุนเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่

ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายประเภทนี้ เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มหรือลดได้ในช่วงระยะเวลาการผลิตพืช เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร ค่าเช่าอุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น ต้นทุนผันแปรยังจำแนกตามลักษณะของการใช้จ่ายของเกษตรกรผู้ผลิต ได้เป็นต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสดเป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่จ่ายออกไปจริง เป็นเงินสด และต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่ประเมินไว้ในรายการที่ไม่ได้เป็นจริง เช่น ค่าแรงงานตนเองและครอบครัว ค่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้จากปีการผลิตก่อน

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

ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ในตำรับควบคุม (T1) ซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่ำสุด เป็นเงิน 8,005.50 บาทต่อไร่ต่อปี ในตำรับที่ 2 ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 เต็มอัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงสุดเฉลี่ยเป็นเงิน 19,288.70 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 15,571.20 บาท รองลงมาได้แก่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (1/2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) และน้ำหมักชีวภาพ (T4) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยเฉลี่ย 15,189.30 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมา ได้แก่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 15,149.30 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมาได้แก่ตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 8,601.50 บาทต่อไร่ต่อปี จะเห็นได้ว่าในปีที่ 1 ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) ให้ค่าสูงสุด เนื่องจากมีต้นทุนค่าแรงงานใส่ปุ๋ยเคมีต่ำสุด (76 บาทต่อไร่ต่อปี) และต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีต่ำว่าต้นทุนปุ๋ยอินทรีย์ และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด (361.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) ทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยสูงสุด ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยรองจากตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา เนื่องจากมีต้นทุนค่าวัสดุปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพต่ำกว่าตำรับอื่น ในเรื่องค่าแรงงานใส่ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพต่ำกว่าตำรับอื่นยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา (T4) มีต้นทุนค่าแรงงานใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมัก

ชีวภาพ (722 บาทต่อไร่ต่อปี) และต้นทุนวัสดุปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพ และผลผลิตที่ได้รับมีค่าต่ำกว่าผลผลิตในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (331 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) จึงทำให้มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่ำกว่าเล็กน้อยกับตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพเพิ่มเติม (T4) เนื่องจากแม้ว่าในตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) มีค่าต้นทุนผันแปรของการใส่น้ำหมักชีวภาพเพิ่มเติมสูงกว่าตำรับซึ่งไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพเป็นเงิน 126.00 บาทบาทไร่ต่อปี แต่ในตำรับซึ่งใส่น้ำหมักชีวภาพ (T4) มีมูลค่าผลผลิตสูงกว่า (T3) อยู่ 166 บาทต่อไร่ต่อปี จึงทำให้มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรของใน (T4) มากกว่า (T3) เป็นเงิน 40 บาทต่อไร่ต่อปี ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด (T1) มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากผลผลิตต่ำสุด (202 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวร่วมกับการใส่น้ำหมักชีวภาพ (T6) มีผลตอบแทนต่ำเมื่อเทียบกับตำรับอื่นยกเว้นตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด เนื่องจากมีต้นทุนสูงในเรื่องวัสดุปุ๋ยอินทรีย์ (1,824 บาทต่อไร่ต่อปี) ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (50 บาทต่อไร่ต่อปี) และค่าแรงงานสูง (ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 684 บาทต่อไร่ต่อปี) จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว (ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมีถูกกว่า) ในขณะที่ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวหรือการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (ยกเว้นตำรับควบคุม) จึงทำให้มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำ

ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยปีที่ 2 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T2) มีค่าสูงสุด (16,798.70 บาทต่อไร่ต่อปี) สอดคล้องกับปีที่ 1 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจรองลงมาคือ ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 14,483.80 บาทต่อไร่ต่อปี ผลผลิตเฉลี่ยในตำรับ 4 มีค่าสูงกว่าตำรับอื่น ยกเว้นตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา (T2) รองลงมาคือตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร 11,679.90 บาทต่อไร่ต่อปี ซึ่งหากเปรียบเทียบผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรพบว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าเมื่อไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ (T3) สอดคล้องกับผลการทดลองในปีที่ 1 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) มีค่าต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งตำรับซึ่งใส่และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพเนื่องจากมีผลผลิตต่ำกว่า แสดงว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสมสามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียวในอัตราที่มีธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช เนื่องจากมีค่าแรงในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูง สำหรับในตำรับควบคุม (T1) มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุด เนื่องจากมีค่าผลผลิตต่ำสุดสอดคล้องกับผลการทดลองในปีที่ 1

ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในปีที่ 3 ทุกตำรับมีค่าสอดคล้องกับผลการทดลองในปีที่ 2 ยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเดียวอัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T6) มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยสูงกว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T5) เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมีค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ

จากการทดลองทั้ง 3 ปี พบว่า ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงขึ้น หากมองรวมไปถึงสมบัติของดินที่ดี นอกเหนือจากการพิจารณาเพียงผลผลิตที่ได้รับเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม จึงควรเป็นแนวทางการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรได้ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของธงชัยและนภวรรณ (2544) กล่าวว่าในพื้นที่ยางกรีด 1 ไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ปริมาณ 600 กรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย 31,848 บาทต่อไร่ต่อปี (จากผลผลิตเฉลี่ย 232.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) มีค่ามากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีรายได้เฉลี่ย 27,912 บาทต่อไร่ต่อปี (จากผลผลิตเฉลี่ย 265.4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ราคายางแผ่นดิบ 120 บาทต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 10 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทนเฉลี่ย (บาท/ไร่/ปี)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
รวมต้นทุนการผลิต						
1. ต้นทุนผันแปร						
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร						
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	1,854.40	927.20	927.20	927.20	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	1,824.00	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-	50.00	50.00	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	-	76.00	646.00	722.00	114.00	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,760.50**	**10,690.90**	**12,157.70**	**12,283.70**	**9,851.70**	**11,318.50**
2. ต้นทุนคงที่						
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**9,444.20**	**11,374.60**	**12,841.40**	**12,967.40**	**10,535.40**	**12,002.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)	202.00	361.20	329.00	331.00	306.30	240.00
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)	**16,766.00**	**29,979.60**	**27,307.00**	**27,473.00**	**25,422.90**	**19,920.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด	**11,889.30**	**23,172.50**	**19,033.10**	**19,073.10**	**19,455.00**	**12,485.30**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร	**8,005.50**	**19,288.70**	**15,149.30**	**15,189.30**	**15,571.20**	**8,601.50**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางที่ 11 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
รวมต้นทุนการผลิต						
1. ต้นทุนผันแปร						
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร						
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	1,854.40	927.20	927.20	927.20	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	1,824.00	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-	50.00	50.00	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	-	76.00	646.00	722.00	114.00	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,760.50**	**10,690.90**	**12,157.70**	**12,283.70**	**9,851.70**	**11,318.50**
2. ต้นทุนคงที่						
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**9,444.20**	**11,374.60**	**12,841.40**	**12,967.40**	**10,535.40**	**12,002.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)	198.20	331.20	287.20	322.50	249.70	243.00
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)	**16,450.60**	**27,489.60**	**23,837.60**	**26,767.50**	**20,725.10**	**20,169.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด	**11,573.90**	**20,682.50**	**19,033.10**	**19,073.10**	**14,757.20**	**12,734.30**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร	**7,690.10**	**16,798.70**	**11,679.90**	**14,483.80**	**10,873.40**	**8,850.50**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางที่ 12 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
รวมต้นทุนการผลิต						
1. ต้นทุนผันแปร						
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร						
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	1,854.40	927.20	927.20	927.20	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	1,824.00	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-	50.00	50.00	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	-	76.00	646.00	722.00	114.00	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,760.50**	**10,690.90**	**12,157.70**	**12,283.70**	**9,851.70**	**11,318.50**
2. ต้นทุนคงที่						
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**9,444.20**	**11,374.60**	**12,841.40**	**12,967.40**	**10,535.40**	**12,002.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)	217.20	318.20	296.50	303.70	233.50	272.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)	**18,027.60**	**26,410.60**	**24,609.50**	**25,207.10**	**19,380.50**	**22,592.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด	**13,150.90**	**19,603.50**	**16,335.60**	**16,807.20**	**13,412.60**	**15,157.90**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร	**9,267.10**	**15,719.70**	**12,451.80**	**12,923.40**	**9,528.80**	**11,274.10**

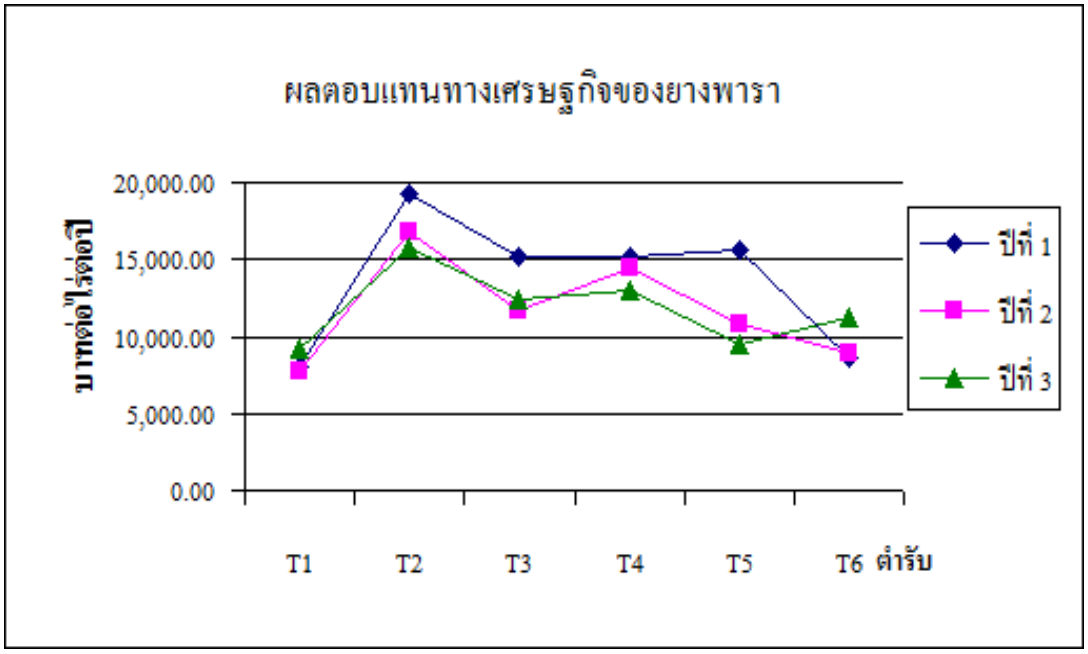
หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท



ภาพที่ 4 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549–2551 (ปีที่ 1-ปีที่ 2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทั้งใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ โดยในตำรับที่ใส่น้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราหรือปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียวร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมีค่าต่ำกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งในตำรับใส่น้ำหมักชีวภาพและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ และในตำรับไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด (T1) มีแนวโน้มผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดทุกปีการทดลอง ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) ในปีแรก ปีที่ 2 และปีที่ 3 มีผลผลิตคิดเป็นร้อยละจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี เท่ากับ 91.13, 86.71 และ 93.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หากเพิ่มการใส่น้ำหมักชีวภาพในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T4) มีผลผลิตคิดเป็นร้อยละจากตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเท่ากับ 91.6, 97.37 และ 95.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตได้หากใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราตามคำแนะนำชนิดเดียว และจากการทดลองเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรสูงครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สามารถให้ธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช สามารถใช้เป็นแนวทางการลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้

2. การเจริญเติบโตของต้นยางโดยวัดจากขนาดรอบลำต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดตามตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อขนาดของลำต้น อาจเนื่องจากมีการดึงธาตุอาหารพืชไปสร้างน้ำยางในต้นยางระยะเปิดกรีดแล้วมากกว่านำไปใช้ในการเจริญเติบโต

3. ปริมาณธาตุอาหารในดิน ก่อนการทดลองดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และหลังการทดลอง ปริมาณธาตุอาหารในดินหลังการทดลองมีค่าอินทรียวัตถุสูงขึ้น ไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และค่ากำมะถันที่สกัดได้ เพิ่มขึ้นทุกตำรับยกเว้นตำรับควบคุม สำหรับแมกนีเซียมและแคลเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และในตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส กำมะถัน และความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

4. ไนโตรเจนในใบยางพบว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีค่าสูงสุดในปีที่ 1 ต่อมาในปีที่ 2 และปีที่ 3 พบว่า ไนโตรเจนในใบยางมีค่าสูงสุดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราและการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ การใส่น้ำหมักชีวภาพหรือไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์มีไนโตรเจนในใบยางไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าน้ำหมักชีวภาพทำให้มีค่าสูงกว่าเมื่อไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับธาตุโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ในใบยางพบว่ามีค่าสูงสุดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราซึ่งอาจได้จากการใส่ปุ๋ยเคมีโดยตรง ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งใส่น้ำหมักและไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพมีค่าโพแทสเซียมในใบยางไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียวเต็มอัตรา (ในปีที่ 1 และ ปีที่ 3) แต่ในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มมีค่าในใบยางสูงกว่า สำหรับฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้พบว่าทุกตำรับมีค่าใกล้เคียงกันทุกตำรับ

ยกเว้นในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีแนวโน้มค่าฟอสฟอรัสสูงสุด ซึ่งอาจเนื่องจากต้นยางดูดธาตุฟอสฟอรัสจากการใส่ปุ๋ยเคมีไปใช้ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบยางมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตยางเฉลี่ย ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งในรูปปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินช่วยเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของยางพารา โดยเฉพาะดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย และหากพืชได้รับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมไม่เพียงพอจะทำให้ผลผลิตลดลงได้ ค่าโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าโพแทสเซียมที่มีในใบยาง การใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราชนิดเดียวมีแนวโน้มทำให้แคลเซียมในใบยางลดลง การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ชนิดเดียว จำนวน 1 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อาจทำให้แมกนีเซียมในใบยางต่ำลง แต่หากใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 8 กิโลกรัมต่อต่อปีร่วมกับปุ๋ยเคมีดังกล่าวครึ่งอัตรา ทำให้แมกนีเซียมในใบยางสูงขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว

5. ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในดิน พบว่าในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพมีค่าสูงสุดทั้ง 2 ปี ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในดินในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด (ตำรับควบคุม) มีค่าต่ำสุด ในปีที่1 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T3) แต่ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) มีแนวโน้มมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุด ในปีที่ 2 ของการทดลองมีแนวโน้มว่ามีอัตราแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าในปีที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีซึ่งใส่ลงไปในดินซึ่งจุลินทรีย์ดินได้ใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน จากการทดลองพบว่าในตำรับซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยต่ำสุด

6. การปลดปล่อยไนโตรเจน (N-mineralization) มีแนวโน้มเกิดสูงสุดในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ (T4) ในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 12 ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราชนิดเดียว การเกิดแอมโมเนียม และไนเทรต สูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 อาจได้จากการใส่ปุ๋ยเคมีโดยตรง ซึ่งมีความเป็นประโยชน์มากในสัปดาห์ที่ 2 หลังการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับคณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา (2541) รายงานว่าความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยเคมีจะเกิดสูงสุดใน 7 วันแรกถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังการใช้ปุ๋ยเคมี หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว จากการทดลองเห็นได้ว่าความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในดิน และจากผลการทดลองในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีการปลดปล่อยไนโตรเจนและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยต่ำสุด

7. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่าทั้ง 3 ปีการทดลอง การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดทั้ง 3 ปี เนื่องจากมีต้นทุนค่าวัสดุปุ๋ยเคมีต่ำกว่าปุ๋ยอินทรีย์และค่าแรงการใส่ปุ๋ยเคมีต่ำกว่าและให้ผลผลิตสูงสุด ในตำรับซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดในตำรับควบคุมให้ผลผลิตต่ำสุด ส่งผลให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำไม่คุ้มกับการลงทุนและเวลาที่เสียไป หากไม่มีการใส่ปุ๋ยลงดินเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงขึ้นในปีต่อไป โดยเฉพาะในตำรับซึ่งเพิ่มการใส่น้ำหมักชีวภาพในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา

ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลตอบแทนเหนือกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพเนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่า และตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราหรือปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกับน้ำหมักชีวภาพให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยทั้งสองอย่างร่วมกันทั้งใส่และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ จากผลตอบแทนทางเศรษฐกิจทั้ง 3 ปี เห็นได้ว่า เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีได้ผลตอบแทนสูงสุด เนื่องจากต้นทุนปุ๋ยเคมีและค่าแรงงาน การใส่ปุ๋ยถูกกว่าปุ๋ยอินทรีย์ หากพิจารณาแต่เพียงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้รับ การใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราแนะนำน่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่ถ้าต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้านสมบัติทางชีวภาพ และเคมีของดินแล้ว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพช่วยส่งเสริมให้สมบัติดินดังกล่าวดีขึ้นกว่าการใช้เพียงปุ๋ยเคมีชนิดเดียว แม้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยกับปุ๋ยเคมี ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้น หากพื้นที่ใดมีวัสดุอินทรีย์ภายในชุมชน เช่น มูลสัตว์ ทลายปาล์ม ขี้เถ้าไม้ยางพารา กากขี้แป้ง (ของเสียจากโรงงานน้ำยางข้น) ของเสียจากโรงงานปลากระป๋อง สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ เป็นการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่มีความสนใจ และต้องการทำปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหารในดินให้เพียงพอกับความต้องการอาหารยางพารานับว่าสำคัญมาก ดังนั้นจึงควรใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 อัตรา ½ กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยอินทรีย์ที่มีไนโตรเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.44 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.22 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งเพียงพอกับความต้องการธาตุอาหารพืชของยางพารา และสามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. การใส่ปุ๋ยเคมีสูตรสูงเต็มอัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (สูตร30-5-18) อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลผลิตเฉลี่ยยางพาราสูงสุดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ไนโตรเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.44 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K_2O) 1.22 เปอร์เซ็นต์ ค่าโดยการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ) อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทั้งใส่หรือไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมด้วย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกันในปริมาณธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการพืชสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และสามารถให้ผลผลิตเกือบทัดเทียมกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพิจารณาการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมได้

2. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในตำรับซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรามีค่าสูงสุด เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตสูงสุดและมีค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมีต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยเคมีแม้เพียงใส่ปริมาณน้อยสามารถให้ธาตุอาหารหลักได้เท่ากับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากได้ และสามารถควบคุมสมดุลธาตุอาหารพืชได้ตามความต้องการอาหารพืช และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากทำให้มีต้นทุนค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูงกว่าปุ๋ยเคมี หากเกษตรกรมีแรงงานในครัวเรือนและแหล่งวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในท้องถิ่น จะทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้

3. การปรับปรุงสมบัติดินในระยะยาว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สามารถให้ธาตุรองและจุลธาตุนอกเหนือจากธาตุหลักได้ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารและพลังงานให้กับจุลินทรีย์ดิน ซึ่งจุลินทรีย์ดินเหล่านี้ช่วยทำให้เกิดกิจกรรมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน และอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ช่วยดูดซับธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกด่างได้ ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารจากดินได้ยากขึ้น ซึ่งหากมองในระยะ

ยาวการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีช่วยส่งเสริมสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพให้แก่ดินได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยเพียงชนิดหนึ่งชนิดใด

4. การพิจารณาการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรควรคำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารพืช ควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตราตามความต้องการธาตุอาหารพืช และการใส่น้ำหมักชีวภาพซึ่งมีฤทธิ์เป็นฮอร์โมนจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงชนิดเดียวแม้ให้ผลผลิตสูงสุดและสามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดก็ตาม แต่หากเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยพบว่าปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทส่งเสริมสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดินให้ดีขึ้นหลังการทดลองซึ่งอาจเป็นผลดีในการผลิตพืชในระยะยาวต่อไป ในแง่มีความยั่งยืนกว่า

ประโยชน์ที่ได้รับ

ผลการศึกษาได้นำไปประยุกต์ใช้ในการวางระบบการพัฒนาที่ดินในด้านการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนยางพาราพืชเศรษฐกิจสำคัญภาคใต้ ทั้งในด้านธาตุอาหารและสมบัติทางชีวภาพของดิน โดยในปัจจุบันเกษตรกรชาวสวนยางมีความกระตือรือร้น ให้ความสนใจใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพ เนื่องจากมีความเชื่อว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงดินได้ ประกอบกับเกษตรกรมีวัตถุดิบการทำปุ๋ยหมักภายในท้องถิ่น เช่น กากขี้แป้ง ทลายปาล์ม ขี้เถ้าไม้ยาง และขี้เลื่อยไม้ยางพารา เป็นต้น หากนำไปใช้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้และเป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างยั่งยืน ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงสามารถใช้ยืนยันผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพในสวนยางได้ สามารถใช้เป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และเคมีร่วมกับน้ำหมักชีวภาพในสวนยางต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 57 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ระเบียบกรมพัฒนาที่ดินว่าด้วยการใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร พ.ศ. 2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 64 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. อินทรียวัตถุในดิน. หน้า 5-17. *ใน* คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ก. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์และแปลผล. หน้า 88-89. *ใน* คู่มือกรมพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ข. จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพ กรมพัฒนาที่ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 152-154.

กรมวิชาการเกษตร. 2549. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 162 หน้า.

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

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิโรจน์ และวรรณลดา สุนันทพงศ์. 2540. การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน. หน้า 32-59. *ใน* คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ พิทยากร ลิ่มทอง และเสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์. 2539. ผลของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางชีวภาพของดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน *ใน* รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 28 หน้า.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิโรจน์ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2543. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการปรับปรุงบำรุงดินชุดสตึกและการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด. *ใน* เอกสารวิชาการกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

ชนวน รัตนะวราหะ. 2534. เกษตรยั่งยืนเกษตรกรรมกับธรรมชาติ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 28 หน้า.

ดำริ ถาวรมาศ. 2521. บทบาทของอินทรียวัตถุในดินกับการปลูกพืช. หน้า 88-99. *ใน* รายงานผลงานวิจัยกองพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ:เทคนิคการผลิตการใช้ประโยชน์. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 300 หน้า.

ธงชัย คำโครต และนภวรรณ เลขะวิพัฒน์. 2544. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในสวนยางพาราภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วาราสารอิเล็กทรอนิกส์ 7 ตุลาคม-ธันวาคม 2554. 7 หน้า.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2542. การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพารา. สถาบันยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 116 หน้า.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2543. การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 80 หน้า.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2550. การใช้ปุ๋ยกับยางพาราอย่างมีประสิทธิภาพ. หน้า 91-120. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

นุชนารถ กังพิสดาร รัศมี สุรวาณิช วันเพ็ญ พฤกษ์วิวัฒน์ สุเมธ พฤกษ์วรุณ พิเชษฐ ไชยพาณิชย์ สุริยะ คงศิลป์ อนุสรณ์ แรมลี และชำนาญ บุญเลิศ. 2549. การพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตยาง. หน้า 49-68. *ใน* รายงานผลงานวิจัยดีเด่นประจำปี 2548 การประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2549. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ สองเมือง วิทยา ศรีทานันท์ ทรงชัย วัฒนพายัพกุล ธีรพันธ์ แพทยารักษ์ แพรพรรณ กุลนทีทิพย์ และชอบ คณะฤกษ์. 2529. การศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีระนิเวศน์ของข้าวและคุณสมบัติของดิน. หน้า 52-58. *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ยข้าว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

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

ปราโมทย์ สุวรรณมงคล เกรียงศักดิ์ พันธุ์มณี ลิขิต นวลศรี นุชนารถ กังพิสดาร และชำนาญ บุญเลิศ. 2547. ศึกษาการตอบสนองของยางอ่อนต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในชุดดินคอหงษ์. หน้า 169-189. *ใน* รายงานผลการทดลองปี 2547 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปรีดี ดีรักษา พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ เทอดศักดิ์ ศุภสารัมย์ และปรัชญา ธัญญาดี. 2533. การใช้ปุ๋ยหมักอัตราต่างๆร่วมกับปุ๋ยเคมีบำรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 78-80.

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

พิชิต พงษ์สกุล. 2539. แนวทางการเก็บ การเตรียม และการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช. วารสารดินและปุ๋ย 18(2):76-90.

พิทยากร ลิ่มทอง. 2551. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารพืชบางชนิดในดินของสภาพพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 56-59.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 529 หน้า.

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

ลิขิต นวลศรี สมศักดิ์ พุกพิบูลย์ นุชนารถ กังพิสดาร โสภา โพธิวัตถุธรรม และยุบล ลิมจิตติ. 2534. ปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตยางพารา. *ใน* รายงานประชุมกลุ่มยางพารา ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 หน้า.

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

ศุภมิตร ลิมปิชัย. 2550. เทคโนโลยีการปลูกสร้างสวนยาง *ใน* เอกสารความรู้วิชาการยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 22 หน้า.

สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

สมเจตน์ ประทุมมินทร์ ปราโมทย์ สุวรรณมงคล และเสมอ สมนาค. 2531. ศึกษาเปรียบเทียบการปลูกยางพาราโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ในดินร่วนปนทราย. ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา สถาบันวิจัยยาง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 14 หน้า.

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

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด. กรุงเทพฯ. 193 หน้า.

สมยศ สินธุระหัส อุดร เจริญแสง สุทัศน์ ด่านสกุลพล และพิเชษฐ ไชยพานิชย์. 2536. ความสัมพันธ์ธาตุอาหาร K, Ca, Mg ในดินและใบยางเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยยาง. ฐานข้อมูลรายงานผลการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 7 หน้า.

สายพิณ ไชยนันทน์. 2547. จุลินทรีย์ในดิน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. หน้า 162-166.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 300 หน้า.

สุวัฒน์ ทองมิตร สุนัย จินดารัตน์ โสภา โพธิวัตถุธรรม ลิขิต นวลศรี และชุมสินธ์ ทองมิตร. 2534. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสวนยางหลังเปิดกรีด. หน้า 32-48. *ใน* รายงานการประชุมกลุ่มยาง. ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สุนทรี ยิ่งชัชวาล และจินตณา บางจั่น. 2549. ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(4):353- 364.

โสภา โพธิวัตถุธรรม. 2544. แนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสวนยาง. หน้า 32-58. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2544. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

โสภา โพธิวัตถุธรรม เวท ไทยนุกูล และลิขิต นวลศรี. 2535. ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของต้นยางชำถุง. หน้า 21-36. *ใน* รายงานผลวิจัยการจัดการดินปุ๋ยและน้ำในการประชุมกลุ่มยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

โสภา โพธิวัตถุธรรม สมพร พันธ์พณาสกุล และอภิชาต จงสกุล. 2538. ศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางอ่อนที่ปลูกในดินเหนียว. หน้า 22-31. *ใน* รายงานผลการประชุมกลุ่มยางพารา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

โสภา โพธิวัตถุธรรม สมพร พันธ์พณาสกุล สุภะ สังข์แก้ว และอภิชาต จงสกุล. 2541. ศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางอ่อน. หน้า 25-38. *ใน* รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2541 (เล่ม1) สถาบันวิจัยยาง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

โสภา โพธิวัตถุธรรม อนุสรณ์ แรมลี โอสา จิตจักร. 2546. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตยาง. หน้า 67-98. *ใน* รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

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

อรพินท์ สุริยพันธุ์. 2541. ผลของพืชตระกูลถั่วที่ใช้ไถกลบและตัดคลุมดินที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนในดิน. วารสารดินและปุ๋ย 20:16-23.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 349 หน้า.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี สมพร อิศรานุรักษ์ สุนันทา ชมภูนิช ภาวนา ลิกขนานนท์ นิตยา กันหลง รังสี เจริญสถาพร และรัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. 2547. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ(ตอนที่ 1) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 51 หน้า.

อัจฉรา เพ็งหนู. 2549. จุลชีววิทยาของอินทรีย์สารและอินทรียวัตถุในดิน. หน้า 12-14. *ใน* เอกสารคำสอนวิชาจุลชีววิทยาของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ . สงขลา.

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

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

Alexander, M. 1977. Introduction to soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New York. 467 page.

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

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

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

Costa, B.M.T. da, J.D. Keasling, C.M. McMahan and K. Cornish. 2006. Magnesium ion regulation of in vitro rubber biosynthesis by *Parthenium argentatum* Gray. Phytochemistry 67:1621-1628.

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

Dick, R.P., P.E. Rasmuussen and E.R. Kerle. 1988. Influence of long-term residue management on soil enzyme activities in relation to chemical properties of wheat fallow system. J. Biology and Fertility of Soils. 159-164.

Dissanayake, D. A., M. P. Rae and U. Mithrasena. 1986. Influence of fertilizers on growth and mineral composition of *Hevea* seedlings grown in the field nursery. J. Rubb. Res. Inst. 6:32-46.

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

Gosling, P. and M, Shepherd. 2005. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming system in England, with particular reference to phosphorus and potassium. **A**griculture Ecosystems and Environment. 105:425-432.

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

Kaspar, H. F. and T.M. Tieje. 1994. Microbiological and Biochemical Properties. pp. 223-243. *In* Methods of Soil Analysis Part 2, SSSA Book Series No. 5.

Karthikakuttyamma, M., M. Joseph and A. N. S. Nair. 2000. Soil and nutrition. pp. 170-198. *In* Natural Rubber: Agromanagement and Crop Proceeeing. Rubber Research Institute of India. Kottayam.

Krishnakurmar, A. K. and S. N. Potty. 1992. Nutrition of *Hevea.* pp. 239-262. *In* Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. Amsterdam.

Marumoto, T., H. Kai, T. Yoshida and T. Harada. 1977. Relationship between and accumulation of Soil organic matter becoming decomposable due to drying of soil and microbial cells. J. Soil Science and Plant Nutrition 23:1-8.

Nair, N. U. 2000. Biochemistry and physiology of latex production. pp. 249-260. *In* Natural Rubber:Agromanagement and Crop Proceeeing. Rubber Research Institute of India. Kottayam.

Palm, C. 1989. Soil Organic matter and biology. First training workshop on Acid Tropical soils management and land development Practices. IBSRAM Technical Notes No.2. Bangkok. 128 p.

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

Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils in the Tropics. John Wiley and Sons, Inc. New York. 618 page.

Scott, D. J., B. M. Costa, T. da, S. C. Espy, J. D. Keasling and K. Cornish. 2003. Activation and inhibition of rubber transferases by metal cofactors and pyrophosphate substrates. Phytochemistry 64:123-134.

Sethuraj, M. R. 1992. Yield Component in *Hevea Brasiliensis*. pp. 137-163. *In* Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. Amsterdam.

Shorrocks, V. M. 1964. Mineral Deficiencies in *Hevea* and Associated Cover Plants. Rubber Research Institute. Kuala Lumpur. 129 p.

Stevenson, F.J. 1986. Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrient. A Wiley-Inter Science Publication John Wiley and Son. New York. 380 p.

Tale, R.L. 1995. Soil Microbiology. John Wiley & Son, Inc. New York. 94 p.

Trinsoutrot, I., S. Recous, B. Bentz, M. Lineres, D. Cheneby and B. Nicolardot. 2000. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. J. Soil Science 64:918-926.

Wang, Z. and S. Li. 2004. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. J. Plant Nutrition 27(3):539-556.

Weerasuriya, S. M. and N. Yogaratnam. 1989. Effects of potassium and magnesium on leaf and bark nutrient contents of young *Hevea brasiliensis*. J. Rubb. Res. Inst. 69:1-20.

Yogaratnam, N. and S. M.Werasuriya. 1984. Fertililizer Responses in mature *Hevea* under Sri Lankan condition. J. Rubber.Res.Inst. Sri Lanka 62:19-39.

ภาคผนวก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีปุ๋ยอินทรีย์ก่อนเริ่มการทดลอง วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ผลิตจากปุ๋ยหมักชานอ้อยผสมมูลไก่

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ชานอ้อยผสมมูลไก่

สมบัติทางเคมี	ค่าที่วิเคราะห์ได้
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	28
ความเป็นกรดเป็นด่าง	6.9
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	2.2
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.44
โพแทสเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	1.22
แคลเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	2.52
แมกนีเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	3.0
กำมะถันทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.54

ที่มา : ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารพืชของน้ำหมักชีวภาพ (เปอร์เซ็นต์)

EC	N	P	K	Ca	Mg	S	pH
18.2	0.28	0.20	0.07	0.21	0.06	0.06	3.47

ที่มา : ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตารางผนวกที่ 3 ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	201	193	202	212	202c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	361	362	371	351	361.2a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	325	337	333	321	329ab
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	332	349	311	332	331ab
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	301	302	317	305	306.2b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	256	323	192	189	240 bcc
CV(%)					21.5

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 4 ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	201	184	234	174	198.2d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	301	340	352	332	331.2a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	289	298	320	242	287.2b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	278	347	347	318	322.5ab
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	175	268	285	271	249.7c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	224	268	282	198	243.0c
CV (%)					9.1

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 5 ผลผลิตเฉลี่ยของยางพาราทำการทดลอง ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	282	174	201	212	217.2c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	352	252	338	331	318.2a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	301	272	331	282	296.5a
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	312	253	329	321	303.7a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	212	230	302	190	233.5bc
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	222	268	320	279	272.2ab
CV (%)					12.7

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 6 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 0 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	0.43	0.48	0.39	0.38	0.42 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	0.52	0.51	0.58	0.63	0.56 cd
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.02	1.00	0.94	1.12	1.02 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	1.65	1.84	1.02	1.67	1.54 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	0.81	0.71	0.68	0.87	0.76 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	0.52	0.48	0.58	0.43	0.50 d
CV (%)					19.5

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 7 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 2 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	1.92	2.01	0.43	0.48	1.21 a
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	33.81	28.92	30.12	34.32	31.79 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.23	4.52	5.58	4.92	4.56 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	4.39	4.92	5.68	5.21	5.05 b
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.58	3.98	3.42	4.82	3.95 bc
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	2.06	2.16	2.28	2.18	2.17 cd
CV(%)					16.2

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 8 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 4 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	1.28	2.48	2.01	1.36	1.78 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	5.91	8.72	7.22	6.69	7.13 c
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	21.85	30.24	28.51	18.96	24.88 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	20.98	30.58	38.82	42.82	33.30 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	2.56	3.21	4.01	2.81	3.14 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	2.98	3.42	8.10	6.78	5.31c
CV (%)					35.1

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 9 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 6 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	0.49	0.82	0.43	0.52	0.56 e
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	6.02	8.78	5.82	16.11	9.18 bc
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	10.28	12.81	14.38	11.98	12.36 ab
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	13.42	14.56	15.68	14.82	14.62 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	4.81	5.72	9.83	7.98	7.08 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	5.21	5.48	6.29	4.50	5.37 d
CV (%)					27.3

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 10 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 8 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	0.68	0.43	0.48	0.72	0.57 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	5.45	6.72	5.41	4.98	5.66 c
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	7.43	6.92	7.53	8.29	7.54 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	9.91	10.21	12.34	12.46	11.23 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	4.38	4.43	4.98	5.29	4.77 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	4.63	4.71	5.29	6.81	5.36 c
CV (%)					12.6

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 11 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 10 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	0.48	0.52	0.49	0.68	0.54 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	4.98	4.32	5.01	4.30	4.65 b
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.21	5.32	5.21	4.42	4.54 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	5.90	5.49	5.61	6.83	5.95 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	4.32	3.81	4.44	4.56	4.28 b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	4.63	5.53	4.81	4.43	4.85 b
CV (%)					14.0

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 12 ค่าการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ 12 สัปดาห์ ของดินเมื่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2551

ตำรับ	NH_4^+ และ NO_3^- (mg / kg Soil)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	0.43	0.69	0.41	0.43	0.49 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.30	1.98	1.28	2.01	1.64 c
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	2.50	3.20	4.30	3.90	3.47 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.80	3.90	5.20	4.90	4.45 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	0.58	0.98	0.58	0.63	0.69 d
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	2.20	2.40	3.90	3.80	3.07 b
CV (%)					21.70

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ตำรับ	แบคทีเรียทั้งหมด ($X10^6$ โคโลนีต่อกรัม)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	2.30	2.10	1.80	2.40	2.15 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	3.00	2.90	2.80	2.70	2.85 b
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.20	3.30	3.30	3.40	3.30 a
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.40	3.50	3.60	3.40	3.48 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	2.40	2.60	2.10	2.20	2.33 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.20	3.20	3.60	3.10	3.28 a
CV (%)					6.80

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ตำรับ	แบคทีเรียทั้งหมด ($X10^6$ โคโลนีต่อกรัม)				
	R1	R2	R3	R4	ค่าเฉลี่ย
T1 = ควบคุม	2.40	2.10	2.00	2.40	2.23c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	2.90	2.40	2.90	3.00	2.80b
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.20	3.40	3.40	3.30	3.33a
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.70	3.60	3.50	3.70	3.63a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.00	2.90	2.80	2.40	2.78b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.50	3.40	3.30	3.40	3.40a
CV (%)					6.30

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่1)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย(%)
T1 = ควบคุม	2.20	2.88	2.58	2.49	2.53 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	3.82	3.62	3.72	3.42	3.64 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.33	3.04	3.12	3.20	3.17b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.62	3.78	3.54	3.48	3.60 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.12	3.23	3.21	2.90	3.11 b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.21	3.38	3.10	3.01	3.17 b
CV (%)					5.40

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 16 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่2)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย (%)
T1 = ควบคุม	2.31	2.50	2.43	2.21	2.38 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	3.30	3.78	3.49	3.38	3.48 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.32	3.52	3.18	3.52	3.38 ab
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.72	3.28	3.42	3.61	3.50 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.01	3.31	2.54	3.22	3.02 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	3.25	3.08	2.83	3.29	3.11 bc
CV (%)					6.50

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 17 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย (%)
T1 = ควบคุม	2.48	2.34	2.42	2.10	2.33 c
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	3.68	3.08	3.87	3.78	3.60 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	3.48	3.24	3.65	3.67	3.51 a
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	3.48	3.61	3.82	3.72	3.65 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	3.32	3.28	3.18	2.94	3.18 b
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	2.98	3.21	3.42	3.02	3.15 b
CV (%)					6.30

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 18 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	1.04	1.03	1.10	0.98	1.04 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.95	1.98	1.88	1.85	1.91a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.79	1.74	1.52	1.83	1.72b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	1.69	1.82	1.88	1.76	1.79ab
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	1.27	1.09	1.65	1.45	1.37 cd
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	1.16	1.39	1.39	1.49	1.36
CV (%)					

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 19 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	1.00	1.08	1.12	1.05	1.06 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.95	1.94	1.96	1.92	1.94 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.93	1.76	1.56	1.68	1.73 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	1.74	1.83	1.84	1.60	1.75 b
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	1.43	1.37	1.29	1.22	1.33 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	1.26	1.32	1.41	1.30	1.32 c
CV (%)					5.9

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 20 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในใบยางพาราในแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา หลังการทดลองปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ตำรับ	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
T1 = ควบคุม	1.01	1.00	1.20	1.00	1.05 d
T2 = ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.88	1.97	1.95	1.87	1.92 a
T3 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + ปุ๋ยอินทรีย์	1.56	1.51	1.80	1.76	1.66 b
T4 = T3 + น้ำหมักชีวภาพ	1.64	1.89	1.98	1.97	1.87 a
T5 = ½ ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ + น้ำหมักชีวภาพ	1.42	1.35	1.10	1.52	1.39 c
T6 = ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ	1.16	1.53	1.49	1.29	1.37 c
CV (%)					9.0

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 21 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

REGRESSION EQUATION:

Y= -121.0 + 130 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	129.826016	38.9994979	3.33*

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	202.0	207.5	-5.5
2	361.2	351.6	9.6
3	329.0	290.6	38.4
4	331.0	346.4	-15.4
5	306.2	282.8	23.4
6	240.0	290.6	-50.6

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 22 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

REGRESSION EQUATION:

Y= -84.8 + 113 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	113.439786	20.7757546	5.46**

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	198.2	185.2	13.0
2	331.2	310.0	21.2
3	287.2	298.6	-11.4
4	322.5	312.2	10.3
5	249.7	257.8	-8.1
6	243.0	268.0	-25.0

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 23 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

REGRESSION EQUATION:

Y= 37.1 + 73 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	73.0666483	19.0061121	3.84*

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	217.2	207.3	9.9
2	318.2	300.1	18.1
3	296.5	293.5	3.0
4	303.7	303.8	-0.1
5	233.5	269.4	-35.9
6	272.2	267.2	5.0

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 24 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

REGRESSION EQUATION:

Y= 29.3 + 173 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	173.406836	32.6593045	5.31**

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	202.0	209.6	-7.6
2	361.2	360.5	0.7
3	329.0	327.6	1.4
4	331.0	339.7	-8.7
5	306.2	266.9	39.3
6	240.0	265.1	-25.1

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 25 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2550 ปีที่ 2

REGRESSION EQUATION:

Y= 40.6 + 153 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	153.167385	21.1242675	7.25**

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	198.2	202.9	-4.7
2	331.2	337.7	-6.5
3	287.2	305.5	-18.3
4	332.5	308.6	23.9
5	249.7	244.3	5.4
6	243.0	242.7	0.3

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 26 สมการความสัมพันธ์ regression ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2551 ปีที่ 3

REGRESSION EQUATION:

Y= 98.2 + 114 (X1)

	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-TEST
[X1]	113.602599	21.0877535	5.39**

OBS'N NO.	OBSERVED Y	EXPECTED Y	RESIDUAL
1	217.2	217.5	-0.3
2	318.2	316.3	1.9
3	296.5	286.8	9.7
4	303.7	310.7	-7.0
5	233.5	256.1	-22.6
6	272.2	253.9	18.3

Press <F1> for previous page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 27 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	16318.4503393630	16318.4503393630	28.19 **
RESIDUAL	4	2315.3696606370	578.8424151592	
TOTAL	5	18633.8200000000		

R^2 = .88** R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .84**

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 28 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	13163.1539701964	13163.1539701964	52.57 **
RESIDUAL	4	1001.4993631370	250.3748407842	
TOTAL	5	14164.6533333334		

R^2 = .93** R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .91**

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 29 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับไนโตรเจนในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 3)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	7215.92350244418	7215.92350244418	29.02 **
RESIDUAL	4	994.57149755581	248.64287438895	
TOTAL	5	8210.49500000000		

R^2 = .88** R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .85**

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 30 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	13691.7112564627	13691.7112564627	11.08 *
RESIDUAL	4	4942.1087435372	1235.5271858843	
TOTAL	5	18633.8200000000		

R^2 = .73* R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .67*

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 31 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	11524.4612595609	11524.4612595609	29.81 **
RESIDUAL	4	1546.1920737724	386.5480184431	
TOTAL	5	13070.6533333334		

R^2 = .88** R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .85**

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 32 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับโพแทสเซียมในใบยาง พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ANALYSIS OF VARIANCE

SV	DF	SS	MS	F
REGRESSION	1	6461.64904296344	6461.64904296344	14.78 *
RESIDUAL	4	1748.84595703655	437.21148925914	
TOTAL	5	8210.49500000000		

R^2 = .79* R^2 (ADJUSTED FOR DF)= .73*

Press <F1> for previous page, <F2> for next page, <F3> to quit viewing.

ตารางผนวกที่ 33 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ตำรับควบคุม (T1)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18			-
- ปุ๋ยอินทรีย์			-
- น้ำหมักชีวภาพ			-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย			-
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรง (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	4,872.00	3,888.50	8,760.50
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	4,876.70	4,567.50	9,444.20
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**202.00**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**16,766.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**11,889.30**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**8,005.50**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ(1 กระสอบมี 50 กิโลกรัมๆละ 24.4 บาท)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 34 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T 2)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	1,854.40	-	1,854.40
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	76.00	-	76.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรง (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	6,802.40	3,888.50	10,690.90
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	6,807.10	4,567.50	11,374.60
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**361.20**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**29,979.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**23,172.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**19,288.70**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัมๆละ 24.4 บาท)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 35 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา + ปุ๋ยอินทรีย์ (T3)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	646.00	-	646.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	8,269.20	3,888.50	12,157.70
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	8,273.90	4,567.50	12,841.40
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**329.00**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**27,307.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**19,033.10**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**15,149.30**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัมๆละ 24.4 บาท)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)
ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 36 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา +ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T4)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	722.00	-	722.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	8,395.20	3,888.50	12,283.70
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	8,399.90	4,567.50	12,967.40
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**331.00**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**27,473.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**19,073.10**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**15,189.30**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 37 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา+น้ำหมักชีวภาพ (T5)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	114.00	-	114.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	5,963.20	3,888.50	9,851.70
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	5,967.90	4,567.50	10,535.40
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**306.30**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**25,422.90**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**19,455.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**15,571.20**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 38 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

รายการ	สำหรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T6)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	-	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	684.00	-	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	7,430.00	3,888.50	11,318.50
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	7,434.70	4,567.50	12,002.20
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**240.00**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**19,920.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**12,485.30**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**8,601.50**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 39 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับควบคุม (T 1) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	-	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	-	-	-
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	4,872.00	3,888.50	8,760.50
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	4.70	679.00	683.70
รวมต้นทุนทั้งหมด	4,876.70	4,567.50	9,444.20
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**198.20**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**16,450.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**11,573.90**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**7,690.10**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 40 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T 2) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	1,854.40	-	1,854.40
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	76.00	-	76.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**6,802.40**	**3,888.50**	**10,690.90**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**6,807.10**	**4,567.50**	**11,374.60**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	331.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**27,489.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**20,682.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**16,798.70**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)
ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 41 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา + ปุ๋ยอินทรีย์ (T 3) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	646.00	-	646.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,269.20**	**3,888.50**	**12,157.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**8,273.90**	**4,567.50**	**12,841.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	287.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**23,837.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**15,563.70**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**11,679.90**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 42 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา +ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T4) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	722.00	-	722.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,395.20**	**3,888.50**	**12,283.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**8,399.90**	**4,567.50**	**12,967.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**322.50**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**26,767.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**18,367.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**14,483.80**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 43 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา+น้ำหมักชีวภาพ (T5)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	114.00	-	114.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**5,963.20**	**3,888.50**	**9,851.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**5,967.90**	**4,567.50**	**10,535.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	**249.70**
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**20,725.10**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**14,757.20**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**10,873.40**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 44 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป่อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T6)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	-	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	684.00	-	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**7,430.00**	**3,888.50**	**11,318.50**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**7,434.70**	**4,567.50**	**12,002.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	243.00
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**20,169.00**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**12,734.30**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**8,850.50**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 45 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ตำรับควบคุม (T 1)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	-	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	-	-	-
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**4,872.00**	**3,888.50**	**8,760.50**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**4,876.70**	**4,567.50**	**9,444.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	217.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**18,027.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**13,150.90**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**9,267.10**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 46 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ตำรับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (T 2) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	1,854.40	-	1,854.40
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	76.00	-	76.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**6,802.40**	**3,888.50**	**10,690.90**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**6,807.10**	**4,567.50**	**11,374.60**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	318.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**26,410.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**19,603.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**15,719.70**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 47 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา + ปุ๋ยอินทรีย์ (T 3) ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	-	-	-
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	646.00	-	646.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,269.20**	**3,888.50**	**12,157.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**8,273.90**	**4,567.50**	**12,841.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	296.50
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**24,609.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**16,335.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**12,451.80**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 48 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป้อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา +ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T4)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	722.00	-	722.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เติมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**8,395.20**	**3,888.50**	**12,283.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**8,399.90**	**4,567.50**	**12,967.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	303.70
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**25,207.10**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**16,807.20**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**12,923.40**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 49 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	ตำรับใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา+น้ำหมักชีวภาพ (T5)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	927.20	-	927.20
- ปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	114.00	-	114.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**5,963.20**	**3,888.50**	**9,851.70**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**5,967.90**	**4,567.50**	**10,535.40**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	233.50
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**19,380.50**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**13,412.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**9,528.80**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 50 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากแปลงทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ณ บ้านนาป๋อง ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

รายการ	สำหรับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ +น้ำหมักชีวภาพ (T6)		
	ต้นทุนและผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
รวมต้นทุนการผลิต			
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1 ค่าวัสดุการเกษตร			
- ปุ๋ยเคมี สูตร 30-5-18	-	-	-
- ปุ๋ยอินทรีย์	1,824.00	-	1,824.00
- น้ำหมักชีวภาพ	50.00	-	50.00
1.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ย	684.00	-	684.00
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (เพื่อใช้เดิมเครื่องตัดวัชพืชหรือดูแลแปลง)	15.00	-	15.00
1.4 ค่าแรงคนงาน (บาท/ไร่/ปี) (ดูแลแปลงและเก็บผลผลิต ฯลฯ)	4,642.00	3,888.00	8,530.00
1.5 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	50.00	-	50.00
1.6 ค่าขนส่งผลผลิต	81.00	0.50	81.50
1.7 ดอกเบี้ยเงินกู้	84.00	-	84.00
รวมต้นทุนผันแปร	**7,430.00**	**3,888.50**	**11,318.50**
2. ต้นทุนคงที่			
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	-	424.00	424.00
2.2 ค่าภาษีที่ดิน	4.70	-	4.70
2.3 ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร	-	255.00	255.00
รวมต้นทุนคงที่	**4.70**	**679.00**	**683.70**
รวมต้นทุนทั้งหมด	**7,434.70**	**4,567.50**	**12,002.20**
ผลผลิตยางเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่/ปี)		-	272.20
ราคาผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อไร่		-	83.00
รวมมูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่/ปี)			**22,592.60**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด			**15,157.90**
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร			**11,274.10**

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีสูตร 30-5-18 ราคา 1,220 บาท ต่อกระสอบ (1 กระสอบมี 50 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (1 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 76 บาทต่อไร่(ค่าแรงงาน 1 บาท/น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

: ค่าแรงใส่น้ำหมักชีวภาพ 76 บาท ต่อไร่ (1,000 ลิตร จ้าง 200 บาท 1 ไร่ ใช้ 380 ลิตร)

: ค่าแรงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (8 กิโลกรัม/ ต้น/ ปี) เป็นเงิน 608 บาท/ไร่ (ค่าแรง 1 บาท/ น้ำหนักปุ๋ย 1 กิโลกรัม)

ปุ๋ยอินทรีย์ราคากิโลกรัมละ 3 บาท

ตารางผนวกที่ 51 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประจำเดือน

ประจำปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวมทั้งปี
2549	69.5	119.3	106.7	126.7	153.1	197.7	41.7	36.5	91.4	171	303.8	190	1607.4
2550	316	7.3	70.6	89.6	203	113.6	146.6	38	125.8	363.8	217.1	169.8	1861.2
2551	103	55.1	36.7	96.6	137.3	258.9	189.7	212.4	82.7	235.5	104.4	396.9	1909.2
เฉลี่ย	162.8	60.6	71.3	104.3	164.5	190.1	126.0	95.6	100.0	256.8	208.4	252.2	1792.6

ตารางผนวกที่ 52 อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือน (องศาเซลเซียส)

ประจำปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวมทั้งปี
2549	26.8	27.5	28.0	28.6	27.9	28.1	28.3	28.7	27.4	27.6	27.7	27.7	27.9
2550	26.8	27.5	28.0	28.5	27.9	28.1	28.3	28.7	27.4	27.5	27.7	27.7	27.9
2551	26.9	27.5	28.0	28.5	27.9	28.1	28.3	28.6	27.3	27.5	27.7	27.7	27.8

ตารางผนวกที่ 53 เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

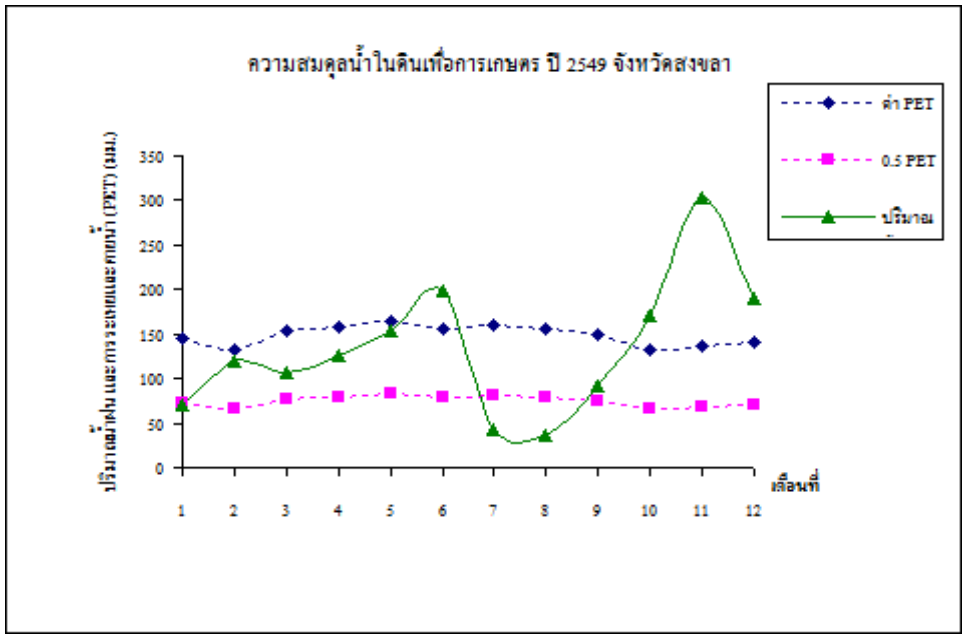
ประจำปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวมทั้งปี
2549	27	27	28	29	28	28	28	29	27	28	28	28	28
2550	27	27	28	29	28	28	28	29	27	28	28	28	28
2551	27	27	28	29	28	28	28	29	27	28	28	28	28

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา

ภาพผนวก

ค่าสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร

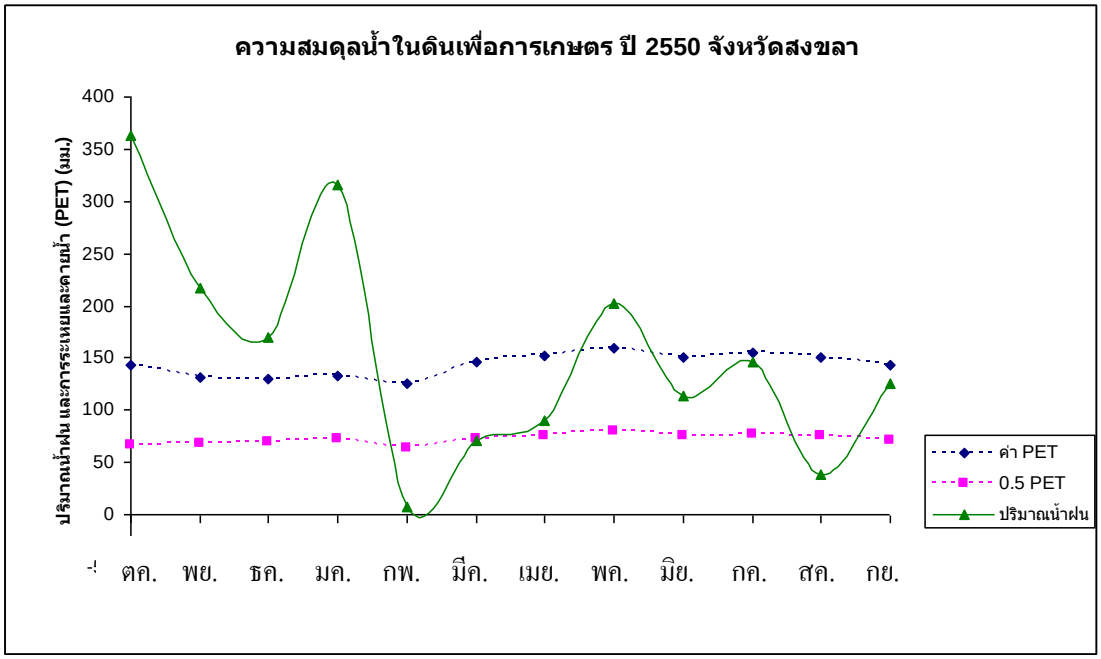
ในปี 2549 จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำ สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำฝนสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของยางเพียงพอ เนื่องจากยางพาราต้องการปริมาณน้ำฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จำนวน 120-150 วันต่อปี (ศุภมิตร, 2550) จากกราฟแสดงถึงปริมาณน้ำฝนมีมากกว่าค่าคายระเหยของน้ำตลอดปี คงมีในช่วงระยะสั้นประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมเท่านั้น ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนลดลงอาจทำให้ดินมีความชื้นลดลง



ภาพผนวกที่ 1 ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2549 (ปีที่ 1)

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาชายฝั่งตะวันออก (2556)

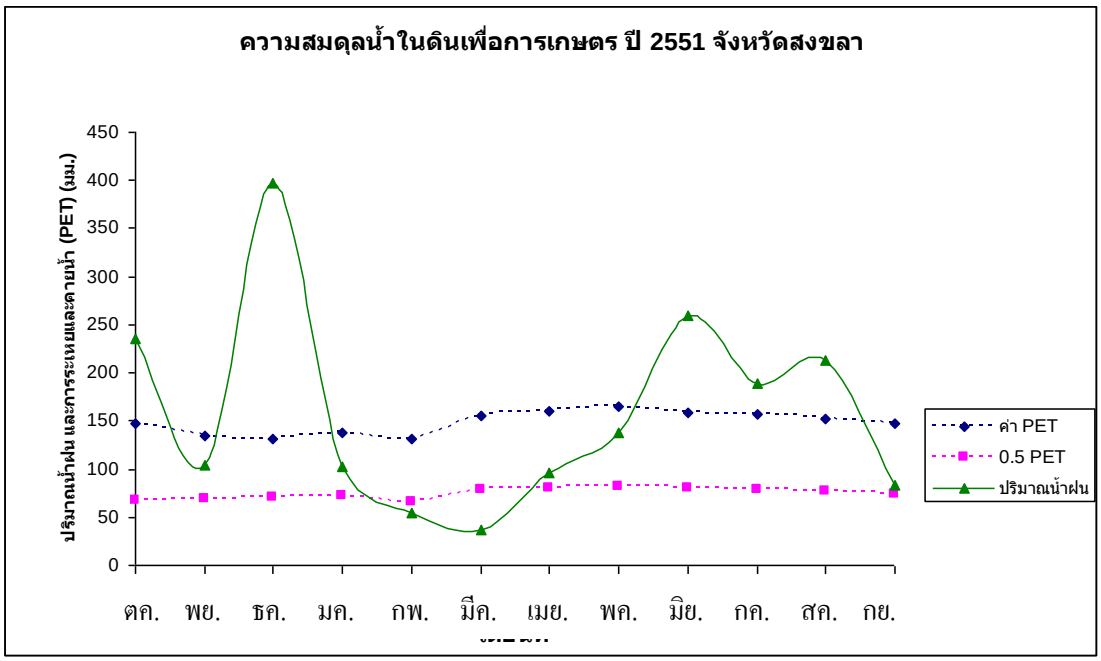
ในปี 2550 จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำ สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำฝนสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของยางเพียงพอ เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนมีมากกว่าค่าคายระเหยของน้ำตลอดปี คงมีในช่วงระยะสั้นประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคมเท่านั้น ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนลดลงอาจทำให้ดินมีความชื้นลดลง



ภาพผนวกที่ 2 ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2550 (ปีที่ 2)

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาชายฝั่งตะวันออก (2556)

ในปี 2551 จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำ สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำฝนสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของยางเพียงพอ เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนมีมากกว่าค่าคายระเหยของน้ำเกือบตลอดปี แต่ในช่วงระยะสั้นประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนเท่านั้น ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนลดลงอาจทำให้ดินมีความชื้นลดลง



ภาพผนวกที่ 3 ค่าความสมดุลน้ำในดินทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2551 (ปีที่ 3)

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาชายฝั่งตะวันออก (2556)