การใช้วัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

Utilization of Organic Materials, Lime and Mineral Fertilizer on Soil Properties and Growth of Oil Palm Seedling

อภิเชษฐ ทองส่ง

Apichet Thongsong

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Soil Resources Management
Prince of Songkla University

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้วัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ผู้เขียน นายอภิเชษฐ ทองส่ง

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
.....	.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา เพ็งหนู)
	.....กรรมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์)
.....	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์)
	.....กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้วัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
ผู้เขียน	นายอภิเชษฐ ทองส่ง
สาขาวิชา	การจัดการทรัพยากรดิน
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อสมบัติบางประการของดินกรดชุดดินอ่าวลึก (Very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiudox) และการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (control), ปฏิบัติตามแบบเกษตรกร (farmer practice),ใส่โดโลไมต์ที่ความต้องการปูน pH 6.0 (D) และใช้วัสดุอินทรีย์ 3 ชนิด อัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร คือ ขุยมะพร้าว (C) แกลบ (R) และเส้นใยปาล์มน้ำมัน (P) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-12-17-2 ($N-P_2O_5-K_2O+MgO$) 4 อัตรา คือ ไม่ใส่ปุ๋ย (F_0), 72 กรัมต่อถุง (F_L), 106 กรัมต่อถุง (F_M) และ 140 กรัมต่อถุง (F_H) รวม 26 ตำรับทดลอง คือ control, farmer practice, $D+C_{25}+F_0$, $D+C_{25}+F_L$, $D+C_{25}+F_M$, $D+C_{25}+F_H$, $D+C_{35}+F_0$, $D+C_{35}+F_L$, $D+C_{35}+F_M$, $D+C_{35}+F_H$, $D+R_{25}+F_0$, $D+R_{25}+F_L$, $D+R_{25}+F_M$, $D+R_{25}+F_H$, $D+R_{35}+F_0$, $D+R_{35}+F_L$, $D+R_{35}+F_M$,$D+R_{35}+F_H$, $D+P_{25}+F_0$, $D+P_{25}+F_L$, $D+P_{25}+F_M$, $D+P_{25}+F_H$, $D+P_{35}+F_0$, $D+P_{35}+F_L$, $D+P_{35}+F_M$, $D+P_{35}+F_H$ ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนอราอายุ 4 เดือน ในถุงดำพลาสติกขนาด 16 x 18 นิ้ว ดูแลจนกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 9 เดือน ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและราก ความสูง จำนวนใบ ความยาวแกนทางใบ และขนาดรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สูงกว่าตำรับควบคุม ($P\leq0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น โดยตำรับ $D+R_{35}+F_H$ ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและรากกล้าปาล์มน้ำมันสูงสุด คือ 285.07 กรัมต่อถุง รองลงมาเป็นตำรับ $D+R_{25}+F_H$ คือ 280.16 กรัมต่อถุง และตำรับ $D+P_{25}+F_M$ คือ 274.86 กรัมต่อถุง ตามลำดับ และพบว่าน้ำหนักแห้งต่ำในตำรับควบคุมและในตำรับที่ใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และไม่ใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีน้ำหนักแห้งเพียง 51.67 – 93.68 กรัมต่อถุง ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของทางใบที่ 3 เมื่อกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และกำมะถันในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมี และมากกว่าตำรับควบคุม สำหรับแคลเซียม พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทุกตำรับทดลอง โดยมีความเข้มข้น 5.53 – 8.05 กรัมต่อกิโลกรัม

ในขณะที่แมกนีเซียมของทุกตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่น้อยกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

จากการศึกษาสมบัติของดินหลังการทดลอง พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเป็นกรดด่างของดินลดลงจาก 6.0 และอยู่ในช่วงความเป็นกรดด่างของดิน 4.56 – 5.84 และมีแนวโน้มลดต่ำลงตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ทุกตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ทำให้ อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจาก 15.76 กรัมต่อกิโลกรัม เป็น 27.32 – 44.43 กรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้น และมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับควบคุม

การใช้โดโลไมต์ และวัสดุอินทรีย์จากแกลบหรือเส้นใยปาล์มน้ำมันอัตรา 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 106 กรัมต่อถุง ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตไม่ต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 140 กรัมต่อถุง และสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันลงได้ 34 กรัมต่อถุง

Thesis Title	Utilization of Organic Materials, Lime and Mineral Fertilizer on Soil Properties and Growth of Oil Palm Seedling
Author	Mr. Apichet Thongsong
Major Program	Soil Resources Management
Academic Year	2009

ABSTRACT

The experiment was conducted to study the effect of dolomite, some organic materials and mineral fertilizer on the growth of oil palm seedlings and some properties of Ao Luek soil series (Very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiudox). The experiment was arranged in a completely randomized design with 4 replications : unamended (control), farmer practice, application of dolomite to raise soil pH at 6.0 (D) and application of 3 types of organic materials at the rate of 25% and 35% by volume ; coir dust (C), rice husk (R), and oil palm mesocarp (P) with 4 rates of mineral fertilizer grade 12-12-17-2 ($N-P_2O_5-K_2O+MgO$) ; without fertilizer (F_0), 72 g bag^{-1} (F_L), 106 g bag^{-1} (F_M) and 140 g bag^{-1} (F_H) total 26 treatments as follow : Control, Farmer practice, $D+C_{25}+F_0$, $D+C_{25}+F_L$, $D+C_{25}+F_M$, $D+C_{25}+F_H$, $D+C_{35}+F_0$, $D+C_{35}+F_L$, $D+C_{35}+F_M$, $D+C_{35}+F_H$, $D+R_{25}+F_0$, $D+R_{25}+F_L$, $D+R_{25}+F_M$, $D+R_{25}+F_H$, $D+R_{35}+F_0$, $D+R_{35}+F_L$, $D+R_{35}+F_M$, $D+R_{35}+F_H$, $D+P_{25}+F_0$, $D+P_{25}+F_L$, $D+P_{25}+F_M$, $D+P_{25}+F_H$, $D+P_{35}+F_0$, $D+P_{35}+F_L$, $D+P_{35}+F_M$, $D+P_{35}+F_H$. Tenera oil palm seedling (4 months) was used in this experiment. Growth of oil palm was recorded monthly and dry matter weight was harvested when oil palm seedlings were 9 months after planting. The results showed that shoot and root dry weights, seedling height, total leaf number, frond length and stem circular of oil palm seedling increased when dolomite plus organic materials with mineral fertilizer were applied, and was significantly ($P \leq 0.05$) higher than those of the unamended treatment, and increased steadily with increasing rate of mineral fertilizer. The maximum shoot and root dry weight (285.07 g bag^{-1}) was obtained in $D+R_{35}+F_H$ treatment, followed by the $D+R_{25}+F_H$ treatment (280.16 g bag^{-1}) and $D+P_{25}+F_M$ treatment (274.86 g bag^{-1}), respectively. Low shoot and root dry weights (51.67 - 93.68 g bag^{-1}) were obtained in control treatment and all organic materials amending without fertilizer treatments. Leaf nutrients analysis from frond number three was conducted at 9 months after seed planting

and found that N, P, K and S contents were increased with increasing mineral fertilizer rate and they were higher than those of the unamended treatment. Height contents of Ca in leaves of 5.53 – 8.05 g kg^{-1} and Mg contents were not significantly different in all treatments which were applied with organic materials and mineral fertilizer. Application of organic materials and mineral fertilizer could decreased soil pH from 6.0 to 4.56 – 5.84, however, soil organic matter increased from 15.76 g kg^{-1} to 27.32 – 44.43 g kg^{-1}. In addition, total N, available P, exchangeable K, Ca, Mg and extractable S contents in soils were also increased when dolomite, organic materials and mineral fertilizer were applied and was significantly ($P \leq 0.05$) higher than those of the unamended treatment.

The growth of oil palm seedling was not significantly different when the soils were amended by using dolomite and rice husk or oil palm mesocarp 25 % by volume with 106 g bag^{-1} or 140 g bag^{-1} of mineral fertilizer, therefore the decrease of mineral fertilizer application 34 g bag^{-1} for oil palm seedling can be managed to save the cost of oil palm seedling production.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ ด้วยการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดในด้านต่างๆ ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไข จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา เพ็งหนู ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องในด้านการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ และวิชาการด้านต่างๆ ให้ ขอบคุณ คุณธีระพงศ์ จันทรนิยม และคุณประกิจ ทองคำ ที่ให้ความช่วยเหลือ และข้อแนะนำในการทำงานวิจัย และบริษัทเปา-รงค์ ออยล์ปาล์ม จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ต้นพันธุ์กล้าปาล์มน้ำมัน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านงานธุรการ ตลอดจนขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยส่วนหนึ่งจากสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และทุนบัณฑิตศึกษาสงขลานครินทร์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณยิ่ง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุวรรณ์ และคุณแม่มะลิวัลย์ ทองส่ง รวมถึงทางครอบครัวทุกท่าน ผู้ซึ่งสนับสนุนให้มีโอกาสทางการศึกษา ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดมา ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อภิเชษฐ ทองส่ง

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
รายการรูปภาคผนวก	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	17
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	18
วัสดุ	18
อุปกรณ์	20
วิธีการทดลอง	20
3. ผลการทดลอง	27
4. วิจารณ์ผลการทดลอง	59
5. สรุป และข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	85
ประวัติผู้เขียน	91

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. การให้ปุ๋ยเคมีต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนถึงอายุ 12 เดือน..... 7
2. สมบัติดินที่เหมาะสมในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน..... 11
3. พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของดิน..... 21
4. พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุอินทรีย์..... 21
5. พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปูนโดโลไมต์..... 22
6. แผนการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและสมบัติของดิน เมื่อใส่วัสดุปูนโดโลไมต์ วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี..... 24
7. สมบัติเบื้องต้นบางประการของดินชุดอ่าวลึก..... 27
8. สมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ผสมเป็นวัสดุปลูก..... 28
9. สมบัติทางเคมีของวัสดุปูนโดโลไมต์..... 28
10. น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือนหลังปลูก.... 33
11. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน..... 37
12. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อจำนวนทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน.... 38
13. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความยาวแกนทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน..... 39
14. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อขนาดรอบโคนต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน... 40
15. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันในทางใบที่ 3 ของกล้าปาล์มน้ำมัน..... 45
16. ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมแคลเซียม และแมกนีเซียมในทางใบที่ 3 ของกล้าปาล์มน้ำมัน..... 46
17. ความเป็นกรดด่างของดินก่อน – หลังปลูก และปริมาณกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน..... 49
18. ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก..... 52
19. อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก..... 55
20. โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ กำมะถันที่สกัดได้ และอินทรียวัตถุในดินหลังปลูก..... 58
21. น้ำหนักแห้งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้วัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมี..... 75

รายการรูป

รูปที่ หน้า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนโดโลไมต์ที่ใช้บ่มดินกับความเป็นกรดด่างของดิน 29
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างของดินกับปริมาณกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 61
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างของดินกับปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน..... 62
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินกับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน..... 64
5. ความสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินกับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน..... 64
6. ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุในดินกับไนโตรเจนทั้งหมดในดิน..... 67
7. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในใบกับความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ..... 70
8. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในใบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ..... 71
9. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ..... 71

รายการรูปภาคผนวก

รูปที่ หน้า

1. สภาพพื้นที่และการวางระบบการให้น้ำแบบ Sprinkler ในแปลงกล้าปาล์มน้ำมัน..... 86
2. สภาพทั่วไปและลักษณะการวางตำรับการทดลองต่าง ๆ..... 86
3. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และขุยมะพร้าว 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลางและอัตราสูง..... 87
4. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และขุยมะพร้าว 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง..... 87
5. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และแกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรา กลาง และอัตราสูง..... 88
6. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และแกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรา กลาง และอัตราสูง..... 88
7. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตรา ต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง..... 89
8. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตรา ต่ำ, อัตรา กลาง และอัตราสูง..... 89
9. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ ร่วมกับขุยมะพร้าว, แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี..... 90
10. กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ ร่วมกับขุยมะพร้าว, แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี..... 90

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในระดับประเทศและระดับโลก ประเทศไทยมีการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างแพร่หลายและมีการปลูกมากในพื้นที่ภาคใต้ โดยในแต่ละปีมีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว นับตั้งแต่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าในครั้งแรกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2511 ซึ่งมีพื้นที่ปลูกเพียง 1,600 ไร่ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) และเพิ่มขึ้นเป็น 3.2 ล้านไร่ ในปี 2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีนโยบายในการเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มให้เพียงพอกับความต้องการบริโภค และนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน ส่งผลให้มีความต้องการต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวนมาก เพื่อนำไปปลูกในพื้นที่ใหม่ และปลูกทดแทนในสวนปาล์มน้ำมันที่หมดอายุหรือให้ผลผลิตไม่คุ้มการลงทุน การเลือกใช้ต้นกล้าที่สมบูรณ์และแข็งแรง จะช่วยให้การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในแปลงมีความสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการดูแลลดลง และยังช่วยให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตได้ตรงตามลักษณะของสายพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน การผลิตต้นกล้า ลักษณะของต้นกล้า และความสมบูรณ์แข็งแรงของต้นกล้า

การเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันในระยะแรกนับเป็นช่วงที่มีความสำคัญมาก จำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด เนื่องจากต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกโดยทั่วไปได้มาจากเมล็ดโดยตรง ต้นกล้าในระยะแรกมักจะอ่อนแอ ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง (ชูจิต และคณะ, 2535) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลต้นกล้าอย่างใกล้ชิดในสถานเพาะชำ จนต้นกล้าอายุ 8 – 12 เดือน ซึ่งเหมาะต่อการนำไปปลูกในแปลง (เอกชัย, 2548) การดูแลรักษาต้นกล้าปาล์มน้ำมันให้สามารถเจริญเติบโตสมบูรณ์ได้ดีนั้น นอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีแล้ว การนำวัสดุอินทรีย์และสารปรับปรุงบำรุงดิน (soil amendment) มาใช้เป็นวัสดุปลูกในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันให้ดีขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์สามารถปลดปล่อยให้แร่ธาตุอาหารพืชอย่างช้า ๆ สามารถดูดซับน้ำรักษาความชื้นของดิน และดูดซับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ได้ นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีมีการถ่ายเทอากาศสะดวก (ปรัญญา และคณะ, 2540) ส่งเสริมให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์แข็งแรง ถุงปลูกมีน้ำหนักเบาลง

2. การตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันชนิดเดียวที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าพืชน้ำมันอื่น ๆ ทุกชนิด และสามารถผลิตได้เฉพาะในเขตพื้นที่ปลูกจำกัดแบบร้อนชื้นที่อยู่ระหว่างเส้นละติจูด 10 องศาเหนือ-ใต้ ปัจจุบันมีประเทศที่เพาะปลูกพืชนี้ จำนวน 42 ประเทศ จากจำนวนทั้งหมดทั่วโลก 223 ประเทศ ในปี 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูก 3.2 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในทางภาคใต้ของประเทศไทย จังหวัดที่มีการเพาะปลูกมากใน 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง คิดเป็นร้อยละ 31, 25, 18, 4, และ 3 ตามลำดับ ของพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548)

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับปาล์ม (Palmae หรือ Recaceae) ตระกูลย่อย (Sub-family) เดียวกับมะพร้าว คือ *Cocoideae* สกุล *Elaeis* (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่, 2549) ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ

Elaeis guineensis (African oil palm)

Elaeis oleifera (South American oil palm)

Elaeis odora (American oil palm)

โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญดังนี้ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548 ; กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่, 2549)

2.1.1 ราก ปาล์มน้ำมันระบบรากเกิดขึ้นตรงฐานโคนของลำต้นเป็นระบบแขนง (adventitious root system) แบ่งออกเป็นประมาณ 4 ชุด ได้แก่ primary root, secondary root, tertiary root และ quaternary root รากชุดต่าง ๆ ทำหน้าที่ช่วยค้ำจุนลำต้น ดูดซับน้ำและธาตุอาหาร

2.1.2 ลำต้น มีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอกมีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ซึ่งใน 2 – 3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นแล้วจึงจะมีการเจริญทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25 – 50 เซนติเมตรต่อปี

2.1.3 ใบ หรือทางใบ ประกอบด้วยแกนทางใบ ก้านใบ และใบย่อยซึ่งเกิดจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของลำต้น บริเวณดังกล่าวจะมีจุดกำเนิดตาใบมากกว่า 50 ตาใบ ในปาล์มที่มีอายุ 5 – 6 ปี จำนวนใบหรือทางใบของปาล์มน้ำมันที่ผลิตแต่ละปีประมาณ 30 – 40 ทางใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20 – 25 ทางใบ

2.1.4 ช่อดอก ปาล์มน้ำมันจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุ 2 – 3 ปี หลังจากการปลูกลงในแปลงแล้วช่อดอกจะเกิดจากตาดอกบริเวณซอกโคนก้านใบ จะใช้เวลาพัฒนาจนถึงดอกบานประมาณ 33 – 34 เดือน และมีโอกาสที่จะเกิดเป็นช่อดอกเพศผู้ เพศเมีย หรือในบางโอกาสเกิดเป็นดอกผสมหรือกะเทยได้ ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อายุพืช สภาพแวดล้อม และการจัดการ

2.1.5 ผลและเมล็ด ปาล์มน้ำมันที่มีอายุเต็มที่แล้วสามารถให้ผลประมาณ 1,600 ผลต่อทะลาย ผลปาล์มเป็นแบบ drupe ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (exsocarp) เปลือกชั้นกลางหรือกาบ (mesocarp) ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันอยู่ทั้งสองส่วนรวมเรียกว่า pericarp และมีชั้นในสุดเป็นกะลา (endocarp) ถัดจากส่วนนี้ไปก็เป็นส่วนของเมล็ด ซึ่งประกอบด้วย เนื้อในเมล็ด (kernel หรือ endosperm) ซึ่งมีน้ำมันอยู่เช่นกัน และส่วนของคัพภะ (embryo) ผลและเมล็ดเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่จะให้น้ำมัน

2.1.6 สีของผล ผลของปาล์มน้ำมันโดยทั่วไปเมื่อยังอ่อนอยู่จะมีสีน้ำตาลดำ เมื่อสุกจะมีสีแดง เนื่องจากมีรงควัตถุ (carotenoids) อยู่ใน pericarp ส่วนที่โคนผลจะไม่มีสี ผลที่มีสีแบบนี้เรียกว่า nigescens แบ่งออกเป็น rubro–nigescens (สุกสีแดงตลอดผล) และ rutilo–nigescens (สุกสีเหลืองอ่อน)

2.2 สถานการณ์ปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน

ประเทศไทยผลิตปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 5 ของโลก โดยประเทศผู้ผลิตปาล์มน้ำมันรายใหญ่ คือ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ซึ่งคิดเป็น 82.56 เปอร์เซ็นต์ ของการผลิตทั้งหมดทั่วโลก ประเทศที่นำเข้ารายใหญ่ คือ อินเดีย ประชาคมยุโรป จีน และปากีสถาน ซึ่งนำเข้าน้ำมันปาล์ม รวม 55.22 เปอร์เซ็นต์ ของการค้าน้ำมันปาล์มของโลก (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ พื้นที่พืชไร่, 2549) ประเทศไทยผลิตปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจเป็นอันดับ 2 รองลงมาจากยางพารา และผลิตปาล์มน้ำมันได้ประมาณ 2.8 ตันต่อไร่ โดยในปี 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมัน ประมาณ 2.663 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 จำนวน 449,547 ไร่ มีผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน ประมาณ 6.389 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ประมาณ 1,387,313 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อกำลังการผลิตของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ในปัจจุบันมีความต้องการน้ำมันปาล์มประมาณ 10.81 ล้านตันต่อปี (พรชัย, 2549) เนื่องจากในช่วง 2–3 ปีที่ผ่านมารัฐบาลได้ส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูก และสนับสนุนให้ปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีเพื่อทดแทนต้นปาล์มพันธุ์ไม่ดีที่มีอายุมากกว่า 20 ปี และมีแผนพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มที่สามารถนำผลิตภัณฑ์ไปเป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซล และเชื้อเพลิงเมทานอลใช้กับเครื่องยนต์ (เอกชัย, 2548) ปัจจุบันรัฐบาลมียุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันปี พ.ศ. 2547–2572 เพื่อมุ่งสู่การเป็นผู้ผลิตและส่งออกน้ำมันปาล์มเคียงคู่ผู้นำในระดับโลกอย่างประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย รวมทั้งนโยบายกำหนดให้ปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานทดแทนของประเทศ ตั้งเป้าขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 10 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2572 โดยจะปลูกเพิ่มปีละ 400,000 ไร่ แบ่งระยะเวลาดำเนินการเป็น 5 ระยะ ระยะละ 5 ปี ในช่วง 5 ปีแรก ตั้งเป้าขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศจาก 2.04 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2547 เป็น 3.67 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2552 โดยจะดำเนินการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีในเขตนาร้าง 0.888 ล้านไร่ ไร่ร้าง 0.156 ล้านไร่ และปลูกปาล์มน้ำมันแทนยางพาราในเขตที่ไม่เหมาะสมในการปลูกยางพารา 0.462 ล้านไร่ (พรชัย, 2549) จะเห็นได้ว่ามีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความต้องการต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวนมากในแต่ละปี

2.3 ความสำคัญของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ที่นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันคือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (Tenera) ซึ่งได้จากการผสมระหว่างพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา (Pisifera) กับแม่พันธุ์ดูรา (Dura) และผ่านการทดสอบความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูก (ธีระ และคณะ, 2544) ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องผ่านการเพาะชำที่ถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อจะให้ได้ต้นกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดี มีคุณภาพ ถึงแม้ว่าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นำมาปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ชนิดงอกแล้ว (germinated seed) พร้อมที่จะเกิดเป็นต้นกล้า (เอกชัย, 2548) แต่ต้องได้รับการดูแลอย่างดีในด้านการจัดการแปลงเพาะกล้าและการดูแลรักษา

การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะแรกนับเป็นช่วงที่มีความสำคัญมาก ต้องดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด เพราะต้นกล้าระยะแรกอ่อนแอ ง่ายต่อการทำลายของโรคและแมลง ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การปลูกต้นกล้าที่มีขนาดเล็กเกินไปในแปลงปลูกจะมีผลเสียมากกว่าผลดี เพราะการดูแลรักษาอาจไม่ทั่วถึง เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีระยะปลูกที่ห่างจำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก (ชูจิต และคณะ, 2535)

2.4 การอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จำเป็นต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ได้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ดีมีคุณภาพ สมบูรณ์แข็งแรง โดยการเพาะเมล็ดปาล์มน้ำมันสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีที่สุด คือ การเพาะโดยใช้ถุงพลาสติก (เกียรติเกษตร และคณะ, 2531) รูปแบบทั่วไปและขนาดถุงที่ใช้เพาะกล้าปาล์มน้ำมันทำได้ 2 วิธี คือ การเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว (single stage nursery) และการเพาะกล้าแบบอนุบาล 2 ครั้ง (double stage nursery) ซึ่งโดยทั่วไปการเพาะกล้าแบบอนุบาล 2 ครั้ง เป็นวิธีที่นิยมในการใช้ผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าวิธีแรก (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) โดยมีขั้นตอนการอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมันแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังนี้

2.4.1 ระยะอนุบาลแรก (pre-nursery)

เป็นการดูแลรักษาต้นกล้าประมาณสามเดือนแรกในเรือนเพาะชำที่ถาวรหรือชั่วคราวที่มีอายุคงทนไม่น้อยกว่าหนึ่งปี โดยเพาะชำกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 23 เซนติเมตร หนาอย่างน้อย 250 เกจ (gauge) (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) ควรเป็นถุงพลาสติกที่มีคุณภาพดี มีรูระบายน้ำด้านข้าง และด้านใต้ขนาด 4 มิลลิเมตร (เกียรติเกษตร และคณะ, 2531) โดยปกติแล้วการเจริญเติบโตของต้นอ่อนปาล์มน้ำมันต้องใช้วัสดุปลูก (media) ที่มีสมบัติทางฟิสิกส์ที่ดีและเหมาะสม โดยเฉพาะความร่วนซุยและการอุ้มน้ำ จึงอาจมีการใช้ดินผสมกับทรายในอัตราที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามถ้าหากแปลงเพาะมีการจัดการน้ำที่ดีและเพียงพอก็อาจใช้หน้าดินธรรมดามาบรรจุลงในถุงพลาสติกขนาดเล็กก็ได้ (พรชัย, 2549) ก่อนบรรจุดินควรกลับข้างเอาด้านในออก เพื่อให้สามารถตั้งถุงได้มั่นคง เมื่อบรรจุเสร็จแล้วทำการรดน้ำ หลังจากดินในถุงยุบตัวลง เพิ่มดินให้มีระดับเท่าเดิม ก่อนที่จะวางถุงบนพื้นเรือนเพาะชำควรราดพื้นด้วยยาฆ่าแมลง เพื่อทำลายพวกจิ้งหรีดและไส้เดือน (เอกชัย, 2548) การวางถุงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในเรือนเพาะชำควรวางตามแนวทิศตะวันออกและตะวันตกเพื่อให้ได้ร่มอย่างมีประสิทธิภาพ การนำเมล็ดลงเพาะ เมล็ดที่งอกพร้อมแล้วควรจะทำการเพาะทันที โดยใช้ปลายนิ้วทำหลุมแล้วหยอดเมล็ดลงไปโดยให้ยอดสีขาวขึ้นด้านบนและปลายของรากสีน้ำตาลลงด้านล่าง วางเมล็ดให้ลึกจากผิวดิน 2 เซนติเมตร พร้อมกับนำดินปิดและกดเบา ๆ เพื่อให้ดินจับเมล็ดไว้ให้แน่นไม่เกิดมีช่องว่าง รดน้ำตามทันที หลังจากปลูกเมล็ดเสร็จควรจะมีระดับดินในถุงเพาะอยู่ต่ำจากขอบถุง 1 เซนติเมตร (เกียรติเกษตร และคณะ, 2531)

2.4.2 ระยะอนุบาลหลัก (main nursery)

เป็นการดูแลต้นกล้าอายุตั้งแต่สามเดือน จนถึงนำไปปลูกในแปลงปลูกจริง ซึ่งมีอายุต้นกล้าตั้งแต่ 8 – 14 เดือน การเพาะต้นกล้าในระยะนี้เป็นการเพาะต้นกล้าระยะหลัง ซึ่งเกิดจากการย้ายต้นกล้าจากถุงพลาสติกขนาดเล็กที่เพาะเลี้ยงในแปลงเพาะระยะแรกมาแล้ว 2 – 3 เดือน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ดินและพื้นที่กว้างขึ้น โดยทำการเพาะชำต้นกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาดไม่ต่ำกว่า 40 x 45 เซนติเมตร (16 x 18 นิ้ว) เป็นถุงขนาดใหญ่พอที่จะใช้เลี้ยงต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้จนถึงอายุหนึ่งปี มีความหนาอย่างน้อย 500 เกจ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) และใช้ดินประมาณ 10 – 15 กิโลกรัมต่อถุง อาจใช้หน้าดินอย่างเดียวหรือมีการใช้วัสดุผสมร่วมด้วย (พรชัย, 2549) การจัดวางถุงในระยะนี้ควรวางเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าห่างกันประมาณ 75 เซนติเมตร (เกียรติเกษตร และคณะ, 2531) การย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีใบจริงเกิดขึ้น 3 – 4 ใบ ต้องไม่ให้ต้นกล้าถูกกระแทกหรือช้ำ การย้ายปลูกควรใช้ดินเดิมจากถุงขนาดเล็ก โดยการฉีกถุงพลาสติกออกแล้ววางต้นกล้าลงในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ กลบดินให้แน่น โดยให้ต้นกล้าตั้งตรงไม่เอียง และควรมีการทำร่มเงาพรางแสงให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในระยะ 1 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก ซึ่งนิยมใช้ทางใบมะพร้าวหรือทางใบปาล์มน้ำมันเสียบลงในถุงเพื่อทำร่มเงา (พรชัย, 2549)

สำหรับการเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว ใช้ถุงพลาสติกสีดำขนาดไม่ต่ำกว่า 40 x 45 เซนติเมตร (16 x 18 นิ้ว) หนาอย่างน้อย 500 เกจ ตั้งแต่ระยะเริ่มเพาะกล้าจนกระทั่งปาล์มน้ำมันมีอายุประมาณ 10 – 14 เดือน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548)

2.4.3 การให้ปุ๋ยในการอนุบาลกล้าปาล์มน้ำมัน

ในระยะการอนุบาลแรก (ช่วงอายุปาล์มสามเดือนแรก) จะมีการให้ปุ๋ยน้ำทางใบกับกล้าปาล์มน้ำมันตามลักษณะอาการของกล้าปาล์มที่เริ่มขาดธาตุอาหารนั้น ๆ โดยทั่วไปหากดินที่ใช้ในการเพาะกล้ามีสมบัติดี ในระยะนี้อาจไม่ต้องให้ปุ๋ยน้ำทางใบ เนื่องจากในระยะ 6 สัปดาห์แรกหลังจากเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะใช้อาหารจากส่วนของเนื้อในเมล็ด (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) เมื่อมีการแตกใบอ่อนที่เป็นใบจริงและรากจริงแล้ว ต้นปาล์มน้ำมันจะใช้ธาตุอาหารและน้ำจากภายนอก ในช่วงเวลานี้รากจะดูดธาตุอาหารและน้ำในขณะที่ใบจริงจะสังเคราะห์แสง ปริมาณความต้องการธาตุอาหารจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุและขนาดของต้นปาล์มน้ำมัน (พรชัย, 2549) ในระยะการอนุบาลแรกควรให้ปุ๋ยทางน้ำโดยการใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-6-4 (N-P-K-Mg) ละลายน้ำในอัตรา 7 กรัมต่อน้ำ 4 ลิตร สำหรับฉีดพ่นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 100 ต้น ใช้ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบในช่วงอนุบาลแรก ทุก ๆ เดือน (Kushairi and Rajanaidu, 2000) การอนุบาลกล้าปาล์มน้ำมันจำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยที่มีคุณภาพ ปริมาณที่เหมาะสมไม่ควรมากหรือน้อยจนเกินไป การให้ปุ๋ยที่มากเกินไปอาจจะทำให้ใบและหน่อของต้นกล้าเกิดอาการไหม้ซึ่งอาจจะ

ตารางที่ 1 การให้ปุ๋ยเคมีต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนถึงอายุ 12 เดือน

ระยะ	อายุต้นกล้า (สัปดาห์)	อัตราปุ๋ยต่อต้น		ปุ๋ย
		ต่ำ	สูง	
1 – 2 ใบ	3-6	ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบตามอัตราแนะนำ		15-15-15
2 – 5 ใบ	6-16	5 กรัม ต่อ 2 สัปดาห์	5 กรัม ต่อ 2 สัปดาห์	12-12-17-2
	20-32	15 กรัม ต่อ 4 สัปดาห์	8-10 กรัม ต่อ 2 สัปดาห์	12-12-17-2
	36-44	20 กรัม ต่อ 4 สัปดาห์	30 กรัม ต่อ 4 สัปดาห์	12-12-17-2
	>48	30 กรัม ต่อ 4 สัปดาห์	35-40 กรัมต่อ 4 สัปดาห์	12-12-17-2

ที่มา : Gillbanks (2003)

ในระยะการอนุบาลหลักควรผสมปุ๋ยฟอสเฟสกับดินที่ใช้ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันโดยใช้ปุ๋ยฟอสเฟส (P_2O_5) จำนวน 300 กรัม ผสมกับดิน 1 ตัน เพื่อเป็นการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (Mutert *et al.*, 1999) การใช้ปุ๋ยในระยะอนุบาลหลักอาจมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากช่วงอนุบาลแรก ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของปุ๋ยผสม ความถี่ และอัตราในการใส่ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-6-4 (N-P-K-Mg) ในช่วง 5 เดือนแรกหลังการย้ายกล้าจากช่วงอนุบาลแรก ควรใส่ในอัตรา 7 กรัมต่อต้น ในช่วง 2 เดือนแรก และเพิ่มเป็น 2 เท่าในเดือนที่ 3 หลังการย้ายกล้าปาล์มน้ำมัน ในเดือนที่ 6 เปลี่ยนใช้ปุ๋ยสูตรอื่น โดยมีการเพิ่มธาตุอาหารจุลธาตุ ใส่ปุ๋ย 15-12-17-4+TE (N-P-K-Mg+Trace elements) ในอัตรา 14 กรัมต่อต้น และใส่เพิ่มขึ้นเป็น 21 กรัม ในเดือนที่ 7 ถึงเดือนที่ 10 และหลังจากนั้นควรมีการดูแลกำจัดวัชพืชออกจากถุงกล้าปาล์มบ่อย ๆ (Kushairi and Rajanaidu , 2000)

ในระยะการอนุบาลหลัก (ตั้งแต่ปาล์มมีอายุสามเดือนขึ้นไป) การให้ปุ๋ยเม็ดผสมแก่กล้าปาล์มน้ำมันมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ ปุ๋ยผสมที่นิยมใช้มี 2 ชนิด (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) คือ ปุ๋ยผสมชนิดที่ 1 : 15-15-6-4 (N-P-K-Mg) ปุ๋ยผสมชนิดที่ 2 : 12-12-17-2+TE (N-P-K-Mg+Trace elements)

ปริมาณการใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดที่มีการแนะนำไว้ขึ้นอยู่กับอายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้การพิจารณาใช้ปุ๋ยจำเป็นต้องสังเกตลักษณะอาการขาดธาตุอาหารต่าง ๆ ในกล้าปาล์มน้ำมันด้วย การจัดการปุ๋ยที่ดีและเหมาะสมจะต้องคำนึงถึงปริมาณใส่ที่เหมาะสมไม่น้อยหรือมากจนเกินไป เพราะการใช้ปุ๋ยเท่ากับเป็นต้นทุนการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วย วิธีการใส่ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ หว่านรอบต้นในถุงพลาสติก โดยพยายามหลีกเลี่ยงที่จะทำให้เม็ดปุ๋ยไปถูกกับต้นหรือใบปาล์มน้ำมัน และต้องมีการให้น้ำทันทีภายหลังการใส่ปุ๋ยและรักษาระดับความชื้นดินอย่างสม่ำเสมอ (พรชัย, 2549 ; Gillbanks, 2003)

2.4.4 การให้น้ำกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำสำหรับนำมาใช้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องเป็นน้ำสะอาด ไม่เป็นอันตรายสำหรับต้นกล้า หากไม่มีความมั่นใจควรเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ตรวจสอบเสียก่อน ในการให้น้ำแก่ต้นกล้าต้องคำนวณความต้องการน้ำของต้นกล้าก่อนที่จะให้น้ำแก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (Heriansyas and Tan, 2005) การให้น้ำในแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่น ระบบโปรยน้ำ แบบสปริงเกลอร์ ระบบสายยาง เป็นต้น ปริมาณความต้องการน้ำของกล้าปาล์มน้ำมันในแปลงเพาะที่อายุต่าง ๆ กัน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) ดังนี้

กล้าปาล์มน้ำมันอายุ 0 – 2 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 4 มิลลิเมตรต่อวัน
กล้าปาล์มน้ำมันอายุ 2 – 4 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 5 มิลลิเมตรต่อวัน
กล้าปาล์มน้ำมันอายุ 4 – 6 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 7 มิลลิเมตรต่อวัน
กล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 – 8 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 10 มิลลิเมตรต่อวัน

การให้ปริมาณน้ำกล้าปาล์มน้ำมันที่ไม่เพียงพอจะเกิดผลเสียหายมาก ต้นกล้าจะเจริญเติบโตช้าผิดปกติ และแสดงอาการผิดปกติปรากฏให้เห็นในลักษณะต่าง ๆ กัน ต้นอ่อนและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เป็นระยะที่ต้นต้องการความชื้นสูงและสม่ำเสมอ ดังนั้นการวางระบบน้ำจึงนับได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมาก การที่ดินขาดน้ำจะทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันขาดน้ำ ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโต หรือบางกรณีอาจตายได้ (พรชัย, 2549)

2.4.5 การคัดทิ้งกล้าปาล์มน้ำมันผิดปกติ

การคัดทิ้ง หมายความถึง การคัดทิ้งต้นกล้าผิดปกติ และควรทำลายทิ้ง ซึ่งการคัดทิ้งลักษณะผิดปกติเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญมากสำหรับแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันทุก ๆ แปลง เนื่องจากจะส่งผลกระทบในระยะยาวต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเมื่อถูกนำไปปลูกในแปลงปลูก ดังนั้นหากต้นกล้าใดมีลักษณะผิดปกติหรือคาดว่าน่าจะเป็นลักษณะผิดปกติ ให้ทำการคัดทิ้งทันที (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548 ; เอกชัย , 2548) ในการคัดทิ้งลักษณะผิดปกตินั้นควรดำเนินการ 2 ครั้ง คือ เมื่อกล้าปาล์มมีอายุได้ 3 เดือน และ 6 เดือนซึ่งเป็นระยะที่สังเกตลักษณะผิดปกติได้ชัดเจน หากกล้าปาล์มมีอายุมากกว่า 10 เดือนการสังเกตลักษณะผิดปกติต่าง ๆ จะยากมาก

การคัดทิ้งในระยะแรก ลักษณะผิดปกติในกล้าปาล์มน้ำมันที่จำเป็นต้องคัดทิ้งในระยะอนุบาลแรก (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548 ; เอกชัย, 2548) ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันที่ผิดปกติมีดังนี้

ใบเรียวแคบ (narrow leaf) ลักษณะอาการใบเรียวแคบ เป็นอาการที่สังเกตพบได้ง่าย ซึ่งมีลักษณะใบคล้ายพืชตระกูลหญ้า

ยอดและใบบิดเบี้ยว (twisted shoot and twisted leaf) ลักษณะอาการใบขดม้วนและยอดโค้งงอเป็นอาการที่เกิดจากการปลูกเมล็ดงอกสลับด้านระหว่างรากกับยอด

ใบม้วนรองเส้นกลางใบ (rolled leaf) ลักษณะอาการแผ่นใบม้วนด้านตั้งของเส้นกลางใบคล้ายกับเข็มหรือตะปู

ใบม้วนย่น (crink leaf) ลักษณะอาการใบม้วนย่นเป็นอาการซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ขาดน้ำ ขาดธาตุโบรอน และปัจจัยทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

ต้นแคระแกร็น (stunted seedling) ลักษณะอาการต้นเล็กแคระแกร็นเจริญเติบโตช้าซึ่งเกิดจากการปลูกเมล็ดลึกเกินไป

ใบกึ่งกลางขอด (collante) ลักษณะอาการใบไม่คลี่ตรงกึ่งกลางใบ ส่วนใหญ่จะเกิดกับใบลักษณะสองแฉก ซึ่งเกิดจากต้นกล้าขาดน้ำ

ลักษณะอาการทั้งหมดนี้จะพบเมื่อต้นกล้ามีอายุตั้งแต่ 4 สัปดาห์ขึ้นไปหลังการเพาะเมล็ดงอก สำหรับการคัดทิ้งควรเริ่มต้นเมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ยังมีลักษณะต้นกล้าที่ต้องคัดทิ้ง คือ ต้นกล้าที่มีเชื้อราเข้าทำลายอย่างรุนแรง เช่น โรค blast, anthracnose และ curvularia เป็นต้น

การคัดทิ้งในระยะอนุบาลหลัก ลักษณะอาการ ที่ผิดปกติในระยะอนุบาลหลักที่จำเป็นต้องคัดทิ้ง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548 ; เอกชัย, 2548) มีดังนี้

ใบย่อยไม่คลี่ (juvenile seedling) ใบแบบขนนก (pinnate leaf) ไม่คลี่ออกเป็นใบย่อยหรือคลี่ออกเป็นบางส่วน ซึ่งส่วนมากอาการของใบย่อยไม่คลี่จะคล้ายกับปาล์มเป็นหมันกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้ เมื่อนำไปปลูกจะให้ผลผลิตต่ำกว่ากล้าปาล์มน้ำมันปกติมาก

ต้นสูงชะลูดหรือต้นเป็นหมัน (upright or sterile seedling) กล้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะทางใบที่ทำมุมแคบมาก ทางใบตั้งตรงและมองดูแข็ง ส่วนทางใบด้านล่างทำมุมกว้างมากกับลำต้น และต้นจะสูงชะลูด เมื่อนำกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้ปลูกในแปลง จะให้ผลผลิตต่ำมาก จนถึงไม่ให้ผลผลิต

ต้นเล็กแคระแกร็น (runt) ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและพัฒนาช้ากว่าปกติซึ่งทำให้ต้นมีขนาดเล็กและแคระแกร็นเมื่อนำกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้ไปปลูกในแปลง จะให้ผลผลิตต่ำมาก

ใบเกิดใหม่สั้น (flat top seedling) ลักษณะของกล้าปาล์มน้ำมันในด้านความสูงแล้วด้านบนเป็นเส้นตรงซึ่งเกิดจากใบที่เกิดใหม่ สั้นกว่าใบเก่า ดังนั้น ส่วนยอดของต้นจะไม่ยืดยาวออกมา ทำให้มองเห็นด้านบนเท่ากัน

ทางใบตกและต้นอ่อนแอ (limp form) ลักษณะของกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้จะอ่อนแอและทางใบลู่ลงหรือทางใบตก ซึ่งทำให้สังเกตเห็นลักษณะเหมือนกับลักษณะใบเกิดใหม่ สำหรับระยะเวลาของการแสดงอาการนี้ ค่อนข้างสั้น อย่างไรก็ตาม พบว่าเมื่อนำกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้ไปปลูกผลผลิตจะลดลงจากต้นกล้าปกติประมาณ 40.8 เปอร์เซ็นต์

ใบย่อยแน่นทึบ (short internode) จะปรากฏในใบรูปขนนก โดยใบย่อยจะอยู่ชิดแน่นและส่วนมากแผ่นของใบย่อยจะกว้างกว่าปกติ ทำให้มองเห็นทางใบมีใบย่อยแน่นทึบ เมื่อนำกล้าปาล์มน้ำมันชนิดนี้ไปปลูกในแปลง ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 73.3 เปอร์เซ็นต์

ใบย่อยห่างกัน (wide internode) ระยะระหว่างใบย่อยบนทางใบแบบขนนกจะห่างกันมากกว่าปกติ ทำให้มีลักษณะสูงโปร่งกว่าปกติ

ใบย่อยแคบ (narrow pinnae) ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันมีใบย่อยเรียวแคบใบมีสีเขียวซีดกว่าต้นปกติและทางใบค่อนข้างทำมุมแคบกับต้น เมื่อนำไปปลูกในแปลงจะให้ผลผลิตต่ำมาก

ใบด่าง (chimera) คือ ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันแสดงอาการใบขาวซีด ซึ่งเป็นอาการของการไม่มีคลอโรฟิลล์ ซึ่งอาการใบขาวซีดนี้ เกิดจากพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน ส่วนใหญ่จะแสดงอาการ ก่อนกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 4 เดือนหลังจากปลูก

2.5 วัสดุปลูกที่ใช้ในการเพาะกล้า

วัสดุปลูก (growing media) หมายถึง วัสดุใด ๆ ที่เป็นอินทรียวัตถุ หรืออนินทรียวัตถุหรือทั้งสองอย่างผสมกันและนำมาปลูกพืชให้เจริญงอกงามได้เป็นปกติ วัสดุที่ใช้ เช่น ดิน ทราย ใบไม้ผุ ขี้เลื่อย ปุ๋ยหมัก เปลือกไม้สับ แกลบ ขุยมะพร้าว หรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น (วัชระ, 2537)

2.5.1 แหล่งที่มาของวัสดุปลูก

วัสดุที่ใช้ในการนำมาเป็นวัสดุปลูกส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุเหลือใช้ประเภทต่าง ๆ และมีปริมาณเหลือทิ้งในแต่ละปีจำนวนมากสามารถจำแนกเป็นแหล่งใหญ่ (วรรณลดา และ ฉวีวรรณ, 2540) ดังนี้

1) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไปและหลายรูปแบบ เช่น ฟางข้าว ส่วนของลำต้น ใบ และเปลือกของพืชชนิดต่าง ๆ ต้นและเปลือกถั่วชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

2) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนา เพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรม โดยการแปรรูปผลผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จึงก่อให้เกิดวัสดุเหลือใช้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมากมายหลายชนิด เช่น แกลบจากโรงสีข้าว ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อย ขุยมะพร้าวจากโรงงานบางประเภท ขุยหรือทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ซึ่งในแต่ละปีจะมีวัสดุเหล่านี้เป็นจำนวนมากที่เป็นส่วนเหลือใช้จากโรงงานและมีการผลิตที่ต่อเนื่อง ราคาถูก ซึ่งเหมาะต่อการนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชเพื่อให้เกิดประโยชน์

3) วัสดุเหลือใช้จากบ้านเรือน ในเขตชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมักจะมีปัญหาในด้านวัสดุเหลือใช้ซึ่งได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบ้านเรือน เศษขยะรวมทั้งใบไม้และเศษหญ้า มาเป็นวัสดุปลูกได้โดยนิยมนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักก่อนนำมาปลูกพืช

2.5.2 วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการเพาะกล้า

การใช้วัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเพาะต้นกล้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า จะทำให้ได้ต้นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมเมื่อทำการย้ายกล้าไปปลูกในแปลง ซึ่งวัสดุที่สามารถใช้ในการเพาะกล้ามีดังนี้

1) ดิน โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในดินหลายชนิด คุณลักษณะของดินที่สำคัญซึ่งนำมาใช้พิจารณาความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ได้แก่ เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว ที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง ชั้นดินมีความลึกของชั้นหน้าดินมากกว่า 75 เซนติเมตร ไม่มีชั้นดินดาน มีความสามารถในการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึก 75 – 100 เซนติเมตร และดินมีความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ประมาณ 4 – 6 (ธีระ และคณะ, 2544) การเพาะเลี้ยงกล้าปาล์มน้ำมันควรใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมีการระบายน้ำดี มีการถ่ายเทอากาศและรากสามารถชอนไชได้ดี ควรใช้ดินร่วนปนทราย แต่ถ้าเป็นดินเหนียวควรผสมด้วยทรายหยาบแม่น้ำ (ทรายน้ำจืด) ในอัตรา 2 : 3 (เอกชัย, 2548) ดินที่ใช้เพาะกล้าปาล์มน้ำมันควรใช้ดินบน 0–15 เซนติเมตร ต้องมีการระบายน้ำดี ร่อนดินผ่านตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อแยกเศษหินและวัสดุอื่นที่มีขนาดใหญ่ออก (Rankine and Fairhurst, 1998) ซึ่งสมบัติดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติดินที่เหมาะสมในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน

สมบัติดิน	ช่วงที่เหมาะสม
pH	> 4.5
Sand content (%)	30 – 60
Clay content (%)	25 – 45
Organic carbon (%)	2 – 3
Total N (%)	0.15 –0.20
P Bray I (mg/kg)	> 25
Exchangable K (cmol/kg)	> 0.2
Exchangable Mg (cmol/kg)	> 0.4

ที่มา : Rankine และ Fairhurst (1998)

2) แกลบ (rice husk) เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวเปลือก หรือตำข้าวเปลือกเป็นวัตถุแข็งและมีขนแข็ง ๆ มีคมตามข้าง ๆ ยื่นออกมา ดังนั้นอาจต้องระมัดระวังเมื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืช เพราะอาจทำอันตรายต่อลำต้นที่ยังอ่อนอยู่ได้ จากการศึกษาผลพลอยได้จากการสีข้าวเปลือก 1 ตัน จะได้ข้าวสาร 435.58 กิโลกรัม ปลายข้าวสาร 220.62 กิโลกรัม รำละเอียด

2.1) แกลบมีประโยชน์ในการปรับปรุงโครงสร้างของดินซึ่งจะทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ช่วยให้น้ำและอากาศถ่ายเทหมุนเวียนได้สะดวก จึงนิยมใช้แกลบเป็นวัสดุผสมในการทำวัสดุเพาะปลูก โดยเฉพาะการปลูกไม้ถุง แปลงเพาะชำ ตลอดจนเป็นวัสดุคลุมดิน นอกจากนี้แกลบยังสามารถช่วยลดความเค็มของดินได้เพราะแกลบจะทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ซึ่งจะช่วยลดการระเหยของน้ำใต้ดินที่มีความเค็มไม่ให้ขึ้นมาสู่ผิวดิน

2.2) เมื่อแกลบสลายตัวจะให้ธาตุอาหารพืชบางอย่างแก่ดิน เช่น ซิลิกา โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส โดยเฉพาะซิลิกามีถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ในแกลบ ซึ่งจะทำให้พืชแข็งแรงไม่ล้มง่าย และมีความต้านทานต่อโรคและแมลง พิทยากร และ ฉวีวรรณ (2540) ได้ทำการศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารในแกลบ พบว่า แกลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ย่อยสลายยาก อย่างไรก็ตาม แกลบมีธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบ ดังนี้ คือ มีปริมาณไนโตรเจน 0.36 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัส 0.09 เปอร์เซ็นต์ (P_2O_5) และมีโพแทสเซียม 1.08 เปอร์เซ็นต์ (K_2O) นอกจากนี้แกลบยังเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้ มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อย และเกิดการอัดตัวไม่มากนัก (อิทธิสุนทร, 2549)

3) ขุยมะพร้าว (coir dust) เป็นวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวนี้เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าวที่ได้จากการทุบหรือใช้เครื่องจักรตีเอาเฉพาะส่วนของเส้นใยของกาบมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมนี้ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้มีทั้ง ขุยมะพร้าว เศษของเส้นใย กาบมะพร้าวสับ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้ (สมลักษณ์, 2541) หรือได้จากโรงงานทำเบาะและที่นอน สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับเพาะกล้า หรือเป็นวัสดุผสมเพาะปลูกพืชต่าง ๆ ขุยมะพร้าวมีประโยชน์ในการปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้น มีความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร เพิ่มความสามารถในการระบายน้ำและอากาศในดิน (อุมาวดี, 2546) มีความยืดหยุ่นตัวดี ไม่อัดแน่น รากพืชสามารถเจริญได้ดี (สนั่น, 2526 อ้างโดย เมธิน, 2536) เมื่อขุยมะพร้าวผ่าน

4) เส้นใยปาล์มน้ำมัน (oil palm mesocarp) ในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ทะลายสดปาล์มน้ำมันทั้งหมดจะถูกส่งเข้าโรงงานสกัดน้ำมันออกจากทะลายซึ่งในกระบวนการดังกล่าวจากทะลายปาล์มสด 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีวัสดุเหลือจากกระบวนการ เป็นเส้นใยปาล์มน้ำมัน ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเศษเหลือจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับปลูกพืชได้ โดยเฉพาะเส้นใยปาล์มน้ำมัน เนื่องจากภาคใต้ของประเทศไทยมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจำนวนมากจึงก่อให้เกิดวัสดุส่วนเหลือจากโรงงานในแต่ละปี เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังมีในปริมาณสม่ำเสมอ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตตลอดปี เส้นใยปาล์มน้ำมันนอกจากจะนำมาใช้ปรับปรุงด้านสมบัติทางกายภาพของดินต่าง ๆ เช่น ช่วยให้ดินมีความร่วนซุยขึ้น ดูดยึดน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ยังมีสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืช จากการวิเคราะห์เส้นใยปาล์มน้ำมันเบื้องต้น พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารทั้งธาตุอาหารหลักและรองดังนี้ ไนโตรเจน 0.94 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.10 เปอร์เซ็นต์ (P_2O_5) โพแทสเซียม 0.52 เปอร์เซ็นต์ (K_2O) แคลเซียม 0.30 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.15 เปอร์เซ็นต์

5) ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน (empty fruit bunches)

ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีปริมาณมากในแต่ละปี โดยจากผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถให้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันถึง 28 เปอร์เซ็นต์ ประมาณการผลผลิตทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันในปี 2546 ที่ไทยผลิตได้มากถึง 1,372,840 ตันต่อปี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน, 2548) จะเห็นได้ว่าปริมาณของทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในแต่ละปีมีเป็นจำนวนมาก จึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพโดยการนำมาหมักเป็นปุ๋ยหมักและสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จากรายงานของ Redshaw (2003) พบว่า มีปริมาณความแปรปรวนของปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน จะมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมมากที่สุดมีปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมเล็กน้อยส่วนฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อยมากและยังมีธาตุอาหารจุลภาคประกอบอยู่อีกด้วย (B, Cu, Zn และ Fe) และจากการศึกษาของ Gurmit Singh และคณะ(1989) อ้างโดย Redshaw (2003) พบว่า ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันมีธาตุอาหารสะสม ดังนี้ คือ ไนโตรเจน 0.80 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.096 เปอร์เซ็นต์

2.6 ผลของวัสดุปลูกต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช

การใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ลงสู่ดินโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินที่ใช้ปลูกพืชซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในปัจจุบัน เมื่อได้เติมวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ลงสู่ดินแล้ววัสดุเหล่านี้ถูกย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชสู่ดิน ในขณะเดียวกัน ยังเป็นการส่งเสริมให้สมบัติต่าง ๆ ของดินดีขึ้น มีความพร้อมและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชต่อไปด้วย (ธงชัย, 2546) นอกจากนั้นการใช้วัสดุอินทรีย์ยังสามารถเพิ่มผลผลิตและเป็นการลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีได้บางส่วน ซึ่งจากการศึกษาของ นลินี และคณะ (2547) ในการใช้แกลบและถ่านแกลบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงสีข้าวมาใช้ประโยชน์ต่อการปลูกข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักจากแกลบ 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัม มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ โพแทสเซียมที่สกัดได้ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ประเสริฐ และคณะ (2541) ได้ทำการทดลองใช้แกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าการใช้แกลบอัตรา 500 - 1000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัม ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากแปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) จาก 34.7 เป็น 44.2 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ขี้เถ้าแกลบ 500 - 1000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากแปลงควบคุมจาก 37.7 เป็น 41.5 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าการนำวัสดุอย่างแกลบมาใช้ประโยชน์สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้

พิสมัย และคณะ (2537) ศึกษาวัสดุและอัตราการผสมดินเพื่อชำยางในถุง พบว่า การใช้ดินผสมปุ๋ยคอก 2 : 1 และ 3 : 1 ดิน : ปุ๋ยคอก : ขุยมะพร้าวในอัตรา 1 : 1 : 1 มีผลทำให้ต้นยาง RRIM 600 ที่นำไปปลูกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุในอัตราส่วนอื่นเมื่อยางอายุครบ 6 เดือน

อริสรา (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุ ขุยมะพร้าวผสมทรายอัตราส่วน 1 : 1 พบว่ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุปลูกดังกล่าวมีความสูงมากที่สุดในทุกระยะเวลาตลอดการทดลอง ส่วนผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุ ขุยมะพร้าวผสมแกลบขี้ไก่ อัตรา 1 : 1 ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 0.83 กิโลกรัมต่อต้น เห็นได้ว่า ขุยมะพร้าวและแกลบขี้ไก่เป็นวัสดุที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถอุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดีและมีน้ำหนักเบา เยาวภา และคณะ (2548) รายงานว่าผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันนี้มีผลต่อความสูงและจำนวนข้อต่อต้น ในการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด คือ การปลูกต้นถั่วเหลืองฝักสดในวัสดุประเภท ขุยมะพร้าว จะให้ขนาดเฉลี่ยทรง

การใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ขุยมะพร้าว แกลบ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน ขี้เลื่อย ลงไปในดินเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ซึ่งอินทรียวัตถุมีประโยชน์ดังต่อไปนี้ (ปรัญญา และคณะ, 2540)

1) ให้ธาตุอาหารพืชครบทุกตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชต่าง ๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอินทรียวัตถุที่ใส่ลงไป

2) ช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง และธาตุอาหารพืชเหล่านั้น จะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้ เป็นการช่วยให้ปุ๋ยเคมีที่เราใส่ลงไปมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวคือ ธาตุอาหารพืชละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีบางส่วนที่พืชดูดนำไปใช้ไม่ทัน อินทรียวัตถุจะดูดซับเอาไว้มิให้สูญเสียไปจากดิน

3) ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพให้ดีขึ้น ดินมีการจับตัวกันเป็นก้อนได้ดี ร่วนซุย และการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น

4) ช่วยให้จุลินทรีย์ในดินทำงานได้ดี และมีปริมาณมากขึ้น ทำให้กระบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของจุลินทรีย์มากขึ้น และจุลินทรีย์ช่วยเปลี่ยนแปลงสภาพธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อจุลินทรีย์เหล่านี้ตายไปก็จะเน่าเปื่อยผุพัง ปลดปล่อยสารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อไปอีกด้วย

5) เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

6) ลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น แมงกานีส หรือ อะลูมินัม

7) เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน ทำให้จุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น จุลินทรีย์ดินที่เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งและควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน

2.7 การปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุปูน

การลดความเป็นกรดในดินที่นิยมโดยทั่วไป คือ การใส่ปูน วัสดุปูนที่ใช้สำหรับปรับปรุงดินเพื่อยกระดับความเป็นกรดด่างของดินให้สูงขึ้น ได้แก่ สารประกอบออกไซด์ สารประกอบไฮดรอกไซด์ และสารประกอบคาร์บอเนต ของแคลเซียม และแมกนีเซียม (สุมาลี, 2536)

สารประกอบคาร์บอเนต ได้แก่ หินปูนแคลไซด์ ($CaCO_3$) หินปูนโดโลไมต์ (dolomitic limestone) ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 50 – 90 เปอร์เซ็นต์ พบสะสมอยู่เป็นชั้นหนา 4 – 6 เมตรใต้ผิวดินชุดดินลพบุรี และชุดดินตาคลี นอกจากนี้เป็นหินปูนบดจากหินปูนแคลไซด์ และโดโลไมต์ที่บดละเอียด

สารประกอบออกไซด์ ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) มีความบริสุทธิ์ 85 – 98 เปอร์เซ็นต์ ได้จากการเผาหินปูนแคลไซด์ และโดโลไมต์

สารประกอบไฮดรอกไซด์ ได้แก่ ปูนขาว ($Ca(OH)_2$ หรือ $Mg(OH)_2$) มีความบริสุทธิ์ 95 – 96 เปอร์เซ็นต์ ได้จากการเผาหินปูนแคลไซด์ และโดโลไมต์แล้วพรมน้ำ

เมื่อใส่วัสดุปูนลงไปในดินในสภาพที่มีความชื้น จะแตกตัวให้ OH^- หรือ CO_3^{2-} แล้วแต่วัสดุปูนที่ใส่ ทำปฏิกิริยากับ H^+ ในสารละลายดินกรดเพื่อให้เกิดเป็นกลาง ส่วน Ca^{2+} จะเข้าไปแทนที่พวกกรดที่ถูกดูดซับที่คอลลอยด์ดิน (potential acidity) ทั้ง Al^{3+} และ H^+ เพื่อให้ออกมาทำปฏิกิริยากับ OH^- จนกระทั่งปริมาณของ Al^{3+} และ H^+ ลดลงตามปริมาณปูนที่ใช้ ทำให้ความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มขึ้น (สุมาลี, 2536) ดังสมการ

$$CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2+} + H_2CO_3^-$$

$$H^+ \text{ (สารละลายดิน)} + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$$

$$2Al\text{–soil} + 3CaCO_3 + 3H_2O \rightleftharpoons 3Ca\text{–soil} + 2Al(OH)_3 + 3CO_2$$

2.8 ผลของวัสดุปูนต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช

การปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุปูน (lime material) เพื่อยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ให้สูงขึ้นจนถึงระดับที่ธาตุอาหารพืชในดินสามารถละลายออกมาในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้สูงสุด และลดความสามารถในการละลายของธาตุอาหารที่เป็นพิษต่อพืช เช่น อะลูมินัม เหล็ก และแมงกานีสได้ อีกทั้งเป็นการเพิ่มธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมให้กับดินอีกทางหนึ่ง (สุมาลี, 2536 ; เจริญ และคณะ, 2540 ; สรัญญา, 2548) การใช้ปูนโดโลไมต์ ซึ่งมีแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสามารถเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะในกรณีดินที่มีระดับแคลเซียม และแมกนีเซียมต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอื่น ๆ

ประสิทธิภาพของปูนในการปรับปรุงดินขึ้นกับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ชนิดของปูน ขนาดของอนุภาคปูน (particle size) ความสามารถในการสะเทินกรด (neutralize) ซึ่งเป็นสมบัติทางเคมีที่จะใช้กำหนดคุณภาพของปูนชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาว่าปูนชนิดนั้น ๆ 100 หน่วยน้ำหนักจะมีจำนวนเท่ากับปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่บริสุทธิ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า percent calcium carbonate equivalent หรือ CCE ปูนโดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$) มีค่าการทำให้เป็นกลางเท่ากับ 109 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปูนขาว (($Ca(OH)_2$) และแคลเซียมออกไซต์ (CaO) มีค่าการทำให้เป็นกลาง 136 เปอร์เซ็นต์ และ 179 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

กำชัย และคณะ (2540) รายงานว่าการใช้หินฝุ่น ปูนขาว และโดโลไมต์ อัตรา 300 กิโลกรัม CCE/ไร่ ในดินกรดชุดสันป่าตอง ทำให้ผลตกค้างในดิน 3 ปี และให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าการไม่ใช้ปูนอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตาม การใช้ปูนโดโลไมต์ทำให้ผลผลิตข้าวโพดสูงสุด เนื่องจากโดโลไมต์มีองค์ประกอบของแมกนีเซียมปนอยู่ด้วยจึงทำให้มีแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ซึ่งในดินกรดทั่วไปมักมีปริมาณแมกนีเซียมในดินต่ำ สรัญญา (2548) รายงานว่า การใช้วัสดุปูน

ชัยรัตน์ และวิเชียร (2539) รายงานว่าการใส่ปูนในอัตรา 325 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วฮามาต้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำหนักแห้งของพืชเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใส่ปูน จาก 650 เป็น 975 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้นจาก 1,625 เป็น 1,950 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ในสภาพเกินปูนดินมักมีความเป็นกรดด่างของดินเป็นด่าง ทำให้ขาดจุลธาตุในดิน และการใส่ปูนในปริมาณที่เกินพอทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

การใส่ปูนในดินกรดในอัตราที่เหมาะสม ธาตุอาหารพืชสามารถละลายออกมาในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต แต่ถ้าใส่ปูนในอัตราที่มากเกินไป (over liming) โดยเฉพาะในดินกรดที่มีความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (buffering capacity) ค่อนข้างต่ำ เช่น ดินที่มีเนื้อหยาบ ในสภาพเกินปูนส่งผลให้ผลผลิตพืชลดลง (เจริญ และคณะ, 2540)

von Uexkull (1986) รายงานว่าการใส่ปูนในดินอันดับอุลติซอลส์อัตรา 4 ตันต่อเฮกตาร์ พบว่า ผลผลิตของอ้อยลดลงอย่างชัดเจนแม้ว่าความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ของความอิ่มตัวด้วยอะลูมินัมลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณของปูนที่เพิ่มขึ้นทำให้แคลเซียมในดินเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณของโพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และโบรอนในดินลดลง และฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพราะเกิดเป็นสารประกอบฟอสเฟตของแคลเซียมซึ่งละลายน้ำยาก การเจริญเติบโตของพืชจึงลดลง

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ ปูนโดโลไมต์ วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ

3.2 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน เมื่อมีการปรับปรุงดินโดยใช้ปูนโดโลไมต์ วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ

1.1 ชุดดินอ่าวลึก
1.2 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า (Tenera)
1.3 ปูนโดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$)
1.4 ปุ๋ยเคมีผสมสูตร 12-12-17-2
1.5 ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0)
1.6 ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
1.7 ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0)
1.8 ปุ๋ยร๊อคฟอสเฟต (0-3-0)
1.9 ปุ๋ยคีเซอร์ไรต์ ($MgSO_4 \cdot 4H_2O$)
1.10 ขุยมะพร้าว (coir dust)
1.11 แกลบ (rice husk)
1.12 เส้นใยปาล์มน้ำมัน (oil palm mesocarp)
1.13 ถุงดำพลาสติก
1.14 กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid : 98 % (w/w) H_2SO_4)
1.15 กรดเพอร์ครอริก (Perchloric acid : 70 % (w/w) $HClO_4$)
1.16 กรดไนทริก (Nitric acid : 65 % (w/w) HNO_3)
1.17 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid : 37 % (w/w) HCl)
1.18 กรดบอริก (Boric acid : H_3BO_3)
1.19 กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid : $C_6H_8O_6$)
1.20 แอมโมเนียมฟลูออไรด์ (Ammonium fluoride : NH_4F)
1.21 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH)
1.22 โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate : $K_2Cr_2O_7$)
1.23 เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต (Ferrous ammonium sulphate hexahydrate : $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$)
1.24 แมกนีเซียมออกไซด์ (Megnesium oxide: MgO)
1.25 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide : 25 % (w/w) NH_4OH)

1.26 แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$)

1.27 สทรอนเทียมคลอไรด์ (Strontium choride : $SrCl_2\cdot 6H_2O$)

1.28 แลนทานัมคลอไรด์ (Lanthanum chloride : 99.9 % (w/w) $LaCl_3\cdot xH_2O$)

1.29 แอมโมเนียมไนเทรต (Ammonium nitrate : NH_4NO_3)

1.30 โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride : KCl)

1.31 โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (Potassium fluoride : KF)

1.32 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate : KH_2PO_4)

1.33 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH)

1.34 แคลเซียมเททราไฮโดรเจนฟอสเฟตไดออร์โธฟอสเฟตโมโนไฮเดรต ($Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O$)

1.35 แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride : $CaCl_2$)

1.36 แมกนีเซียมคลอไรด์ (Megnesium chloride : $MgCl_2$)

1.37 โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate : Na_2SO_4)

1.38 แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium sulphate : $(NH_4)_2SO_4$)

1.39 โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride : NaCl)

1.40 กลีเซอรอล (Glycerol : 99.5 % (w/w) $C_3H_8O_3$)

1.41 เอธานอล (Ethanol : 95 % (w/w) C_2H_5OH)

1.42 แบเรียมคลอไรด์ (Barium chloride : $BaCl_2$)

1.43 แมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium sulphate : $MgSO_4$)

1.44 แอมโมเนียมเมทาวาเนเดต (Ammonium metavanadate : NH_4VO_3)

2. อุปกรณ์

2.1 พลั่วตักดิน
2.2 ถุงดำพลาสติกสำหรับปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน
2.3 ตู้อบตัวอย่างพืช (hot air oven)
2.4 เครื่องย่อยตัวอย่าง (digestion block)
2.5 เครื่องเขย่า (table rotary shaker)
2.6 เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)
2.7 เครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter)
2.8 เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (conductivity meter)
2.9 เครื่องกลั่นไนโตรเจน (nitrogen distillation apparatus)
2.10 เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (visible spectrophotometer)
2.11 เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ (flame photometer)
2.12 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer)
2.13 เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01 กรัม
2.14 เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.0001 กรัม
2.15 เครื่องบดตัวอย่างพืช
2.16 ตะแกรงร่อนดิน

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน และการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างดินกรดชุดดินอ่าวลึก (Ao Luek series : Very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiudox) ซึ่งเป็นตัวแทนดินแดงที่มีการปลูกกล้าปาล์มน้ำมันกันอย่างแพร่หลาย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ สุ่มเก็บที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากแปลงปลูกยางพาราของเกษตรกรบ้านช่องหาร ต.วังมะปรางเหนือ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง หลังจากผึ่งดินในที่ร่มให้แห้ง ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร แบ่งตัวอย่างดินที่ผึ่งลมให้แห้งส่วนหนึ่งก่อนที่จะนำไปปลูกมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 2 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์สมบัติของดินตามวิธีวิเคราะห์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
pH	pH meter ดิน:น้ำ=1:5 (จำเป็น, 2547)
Lime requirement	Vietch method (จำเป็น, 2547)
Organic matter	Walkley and Black (จำเป็น, 2547)
Total N	Kjeldahl method (จำเป็น, 2547)
Exchangeable Ca	1 M NH_4OAc pH 7 Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)
Exchangeable Mg	1 M NH_4OAc pH 7 Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)
Exchangeable K	1 M NH_4OAc pH 7 Flame photometer (จำเป็น, 2547)
Exchangeable Na	1 M NH_4OAc pH 7 Flame photometer (จำเป็น, 2547)
Extractable SO_4^{2-} S	0.01 M $Ca(H_2PO_4)_2$ Turbidimetric method (จำเป็น, 2547)
Available P	Bray II, Molybdinum blue method (จำเป็น, 2547)
Exchangeable Acidity	1 M KCl Titration (จำเป็น, 2547)
Exchangeable Al	1 M KCl Titration (จำเป็น, 2547)
Soil texture	Hydrometer (วรรณา, 2538)

3.2 การเตรียม และวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์

วัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด คือ ขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยนำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดด้วยเครื่องบดให้ละเอียด นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการตามวิธีวิเคราะห์ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุอินทรีย์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
pH	pH meter วัสดุปลูก:น้ำ=1:5 (จำเป็น, 2547)
EC (เดซิซีเมน / เมตร)	Electrical conductivity วัสดุปลูก:น้ำ=1:5 (จำเป็น, 2547)
Organic carbon (กรัม / กิโลกรัม)	Walkley and Black (จำเป็น, 2547)
Total N (กรัม / กิโลกรัม)	Kjeldahl method (จำเป็น, 2547)
Total P (กรัม / กิโลกรัม)	Yellow molybdovanadophosphoric acid method (จำเป็น, 2547)
Total K (กรัม / กิโลกรัม)	Flame photometer (จำเป็น, 2547)
Total Ca (กรัม / กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)
Total Mg (กรัม / กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)
Total S (กรัม / กิโลกรัม)	Visible Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)
C/N ratio	Organic carbon/ Total N

3.3 การวิเคราะห์วัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดินปูนโดโลไมต์ ที่จำหน่ายในท้องตลาดนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีโดยหน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามวิธีการวิเคราะห์ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปูนโดโลไมต์

ธาตุอาหาร	วิธีวิเคราะห์
Ca (เปอร์เซ็นต์)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
Mg (เปอร์เซ็นต์)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
S (เปอร์เซ็นต์)	Visible Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
Fe (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
Mn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
Cu (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)
Zn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C, 1990)

3.4 การปรับความเป็นกรดด่างของดินด้วยวัสดุปูนโดโลไมต์

ก่อนปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องทราบปริมาณของวัสดุปูนที่แท้จริงที่สามารถยกระดับความเป็นกรดด่างของดินเป็น 6.0 โดยการใส่วัสดุปูนโดโลไมต์อัตรา 0.5, 0.75, 1, 1.25 และ 1.50 เท่าของความต้องการปูนที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ (0.2628, 0.3941, 0.5255, 0.6569, 0.7883 กรัม ตามลำดับ) ผสมกับดิน 0.5 กิโลกรัม นำไปบ่มในสภาพเรือนกระจก ให้ความชื้นดินในระดับความชื้นสนาม (field capacity) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นนำดินดังกล่าวไปวัดความเป็นกรดด่าง เลือกอัตราวัสดุปูนที่ทำให้ความเป็นกรดด่างของดินใกล้เคียงกับ 6.0 มากที่สุด

3.5 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและสมบัติของดินเมื่อใส่วัสดุปูน วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ

3.5.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) โดยใช้วัสดุปูนโดโลไมต์ยกระดับความเป็นกรดด่างของดินเป็น 6.0 เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์ คือ ขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันผสมในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมีการให้ปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ กัน ประกอบด้วย 26 ตำรับทดลอง แต่ละตำรับทดลองทำ 4 ซ้ำ ซึ่งสามารถแจงแจงรายละเอียด ดังตารางที่ 6 สำหรับตำรับทดลองแบบเกษตรกร มีการจัดการดังนี้ คือไม่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 160 กรัมต่อถุง ดังนี้ คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 76.40 กรัมต่อถุง 0-0-60 อัตรา 43.3 กรัมต่อถุง 18-46-0 อัตรา 13.54 กรัมต่อถุง 0-3-0 อัตรา 15.40 กรัมต่อถุง และคีเซอไรต์ ($MgSO_4 \cdot 4H_2O$) 11.36 กรัมต่อถุง

ตารางที่ 6 แผนการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและสมบัติของดินเมื่อใช้วัสดุปูนโดโลไมต์ วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี

ตำรับทดลอง	ปูนโดโลไมต์	ปุ๋ยเคมี (12-12-17-2)	วัสดุอินทรีย์ (เปอร์เซ็นต์)		
	(กรัมต่อถุง)	(กรัมต่อถุง)	ขุยมะพร้าว	แกลบ	เส้นใยปาล์ม
control	–	–	–	–	–
farmer practice	–	*	–	35	–
$D+C_{25}+F_0$	5.9268	–	25	–	–
$D+C_{25}+F_L$	5.9268	72	25	–	–
$D+C_{25}+F_M$	5.9268	106	25	–	–
$D+C_{25}+F_H$	5.9268	140	25	–	–
$D+C_{35}+F_0$	5.1366	–	35	–	–
$D+C_{35}+F_L$	5.1366	72	35	–	–
$D+C_{35}+F_M$	5.1366	106	35	–	–
$D+C_{35}+F_H$	5.1366	140	35	–	–
$D+R_{25}+F_0$	5.9268	–	–	25	–
$D+R_{25}+F_L$	5.9268	72	–	25	–
$D+R_{25}+F_M$	5.9268	106	–	25	–
$D+R_{25}+F_H$	5.9268	140	–	25	–
$D+R_{35}+F_0$	5.1366	–	–	35	–
$D+R_{35}+F_L$	5.1366	72	–	35	–
$D+R_{35}+F_M$	5.1366	106	–	35	–
$D+R_{35}+F_H$	5.1366	140	–	35	–
$D+P_{25}+F_0$	5.9268	–	–	–	25
$D+P_{25}+F_L$	5.9268	72	–	–	25
$D+P_{25}+F_M$	5.9268	106	–	–	25
$D+P_{25}+F_H$	5.9268	140	–	–	25
$D+P_{35}+F_0$	5.1366	–	–	–	35
$D+P_{35}+F_L$	5.1366	72	–	–	35
$D+P_{35}+F_M$	5.1366	106	–	–	35
$D+P_{35}+F_H$	5.1366	140	–	–	35

เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F_0 = ไม่ใส่ปุ๋ย F_L = ปุ๋ยอัตราต่ำ F_M= ปุ๋ยอัตรากลาง F_H = ปุ๋ยอัตราสูง

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยที่ใช้อ้างอิงปุ๋ยอัตราสูงจาก Gillbanks (2003) โดย

กล้าปาล์มอายุ 4-7 เดือน

ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ (12-12-17-2) 4 กรัม/ 2 สัปดาห์/ถุง

ปุ๋ยเคมีอัตรากลาง (12-12-17-2) 7 กรัม/ 2 สัปดาห์/ถุง

ปุ๋ยเคมีอัตราสูง (12-12-17-2) 10 กรัม/2 สัปดาห์/ถุง

กล้าปาล์มอายุ 8-12 เดือน

ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ (12-12-17-2) 20 กรัม/4 สัปดาห์/ถุง

ปุ๋ยเคมีอัตรากลาง (12-12-17-2) 25 กรัม/4 สัปดาห์/ถุง

ปุ๋ยเคมีอัตราสูง (12-12-17-2) 30 กรัม/4 สัปดาห์/ถุง

* 21-0-0 อัตรา 76.40 กรัมต่อถุง, 0-0-60 อัตรา 43.3 กรัมต่อถุง, 18-46-0 อัตรา 13.54 กรัมต่อถุง, 0-3-0 อัตรา 15.40 กรัมต่อถุง, และคีเซอไรต์ 11.36 กรัมต่อถุง

3.5.2 การปลูกกล้าปาล์มน้ำมันและการดูแลรักษา

นำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8.25 และ 7.15 กิโลกรัม สำหรับผสมวัสดุอินทรีย์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ บรรจุถุงทั้ง 104 ถุง ใส่วัสดุปูนโดโลไมต์ในอัตราที่ทำให้ความเป็นกรดด่างใกล้เคียง 6.0 มากที่สุดแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปล่อยจากที่สูง 5 เซนติเมตรให้กระแทกพื้นจำนวน 6 ครั้ง เติมน้ำจนได้ความชื้นในดินที่ระดับความชื้นสนาม ปล่อยให้วัสดุปูนโดโลไมต์ทำปฏิกิริยากับดินเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วจึงผสมวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในอัตราตามตำรับการทดลอง บรรจุถุงดำพลาสติกขนาด 16 x 18 นิ้ว ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันในถุง ถุงละ 1 ต้นในสิ่งทดลองต่าง ๆ โดยใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์เทเนอร่าอายุ 4 เดือน ตลอดการทดลองให้น้ำกล้าปาล์มน้ำมันวันละ 2 ครั้งในปริมาณ 7-10 มิลลิเมตรต่อวัน ให้ปุ๋ยเคมีผสมในอัตราต่าง ๆ ตามตำรับการทดลองและดูแลรักษากำจัดวัชพืชตามความจำเป็น

3.5.3 การบันทึกข้อมูล

วัดความสูงของต้นปาล์มน้ำมันจากโคนต้นถึงจุดสูงสุด จำนวนทางใบและอัตราการเพิ่มของจำนวนทางใบ ความยาวแกนทางใบ และวัดขนาดรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมันของทุก ๆ 1 เดือน จนต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน ตัดต้นกล้าปาล์มน้ำมันชั่งน้ำหนักต้นสดน้ำหนักราก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ บันทึกน้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักแห้งของราก

3.5.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชและดินหลังปลูก

นำตัวอย่างพืชและดินวิเคราะห์ธาตุอาหาร เพื่อศึกษาความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้เมื่อมีการใช้วัสดุปูนและวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการเพาะเลี้ยงกล้าปาล์มน้ำมัน โดยตัวอย่างดินวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง (pH) ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม อะลูมินัม และกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, Mg, K, Na, Al, acidity) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) กำมะถันที่สกัดได้ (extractable SO_4^{2-}-S) และ อินทรียวัตถุ (organic matter) โดยใช้วิธีที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 3 สำหรับตัวอย่างต้นกล้าปาล์มน้ำมัน นำส่วนของทางใบที่ 3 ของกล้าปาล์มน้ำมัน (Rambe *et al*., 2007) ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดด้วยเครื่องบดให้ละเอียด นำมาวิเคราะห์ ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยการย่อยตัวอย่างพืชในกรดผสมไนตริกและเปอร์คลอริก (3:1 ; V/V) จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์ดังที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 4 ในขั้นตอนการวิเคราะห์วัสดุปลูก

3.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple's Range Test (DMRT)

4. สถานที่ทำการวิจัย

4.1 เรือนกระจกคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. สมบัติของดิน วัสดุอินทรีย์ และวัสดุปรับปรุงดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และกายภาพบางประการของชุดดินอ่าวลึก ซึ่งเป็นดินกรดที่มีการใช้ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอย่างแพร่หลาย พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีปฏิกิริยาเป็นกรด (pH 5.04) ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ คือ มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ ส่วนปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมมีค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ดินยังมีปริมาณอะลูมินัมและกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมบัติเบื้องต้นบางประการของดินชุดอ่าวลึก

สมบัติดิน	วิธีการ	ค่าวิเคราะห์
pH	1:5, soil : water	5.04
Organic matter	Walkley and Black	15.42 กรัม/กิโลกรัม
Total N	Kjeldahl method	0.82 กรัม/กิโลกรัม
Available P	Bray II	2.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Exch. Ca	1 M NH_4OAc pH 7	0.63 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch. Mg	1 M NH_4OAc pH 7	0.36 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch. K	1 M NH_4OAc pH 7	0.14 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch. Na	1 M NH_4OAc pH 7	0.05 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch. Al	1 M KCl	1.04 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch. Acidity	1 M KCl	1.22 เซนติโมล/กิโลกรัม
Extr.SO_4^{2-} - S	0.01 M CaH_2PO_4	24.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Texture	Hydrometer	Clay

สำหรับวัสดุอินทรีย์ คือ ขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน มีธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน แตกต่างกันตามชนิดของวัสดุอินทรีย์ โดยเส้นใยปาล์มน้ำมันมีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงสุด 10.12 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าขุยมะพร้าว และแกลบ ที่มีไนโตรเจน 4.64 และ 6.90 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับขุยมะพร้าวมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบหลักสูงมากสุด คือ 15.17 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 8 สมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ผสมเป็นวัสดุปลูก

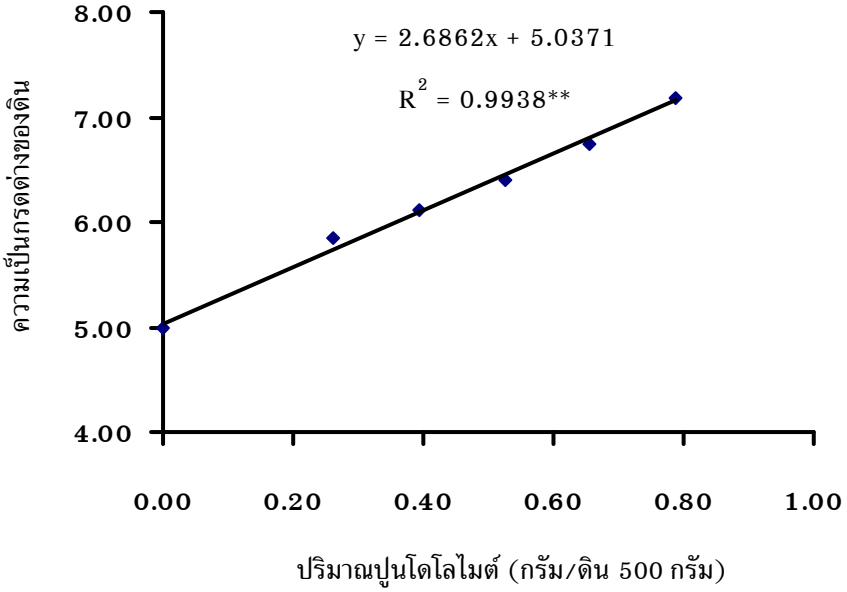
พารามิเตอร์	วัสดุอินทรีย์		
	ขุยมะพร้าว	แกลบ	เส้นใยปาล์มน้ำมัน
pH	6.05	6.45	6.64
EC (dS/m)	1.41	0.86	1.15
Organic Carbon (กรัม/กิโลกรัม)	426.02	383.91	475.71
Total N (กรัม/กิโลกรัม)	4.64	6.90	10.12
Total P (กรัม/กิโลกรัม)	0.52	1.28	1.33
Total K (กรัม/กิโลกรัม)	15.17	2.58	5.08
Total Ca (กรัม/กิโลกรัม)	2.30	2.77	4.17
Total Mg (กรัม/กิโลกรัม)	0.75	0.95	1.80
Total S (กรัม/กิโลกรัม)	2.82	2.99	2.82
C/N ratio	91.18	55.64	47.01

ตารางที่ 9 สมบัติทางเคมีของวัสดุปูนโดโลไมต์

ธาตุอาหาร	ปูนโดโลไมต์
Ca (เปอร์เซ็นต์)	22.54
Mg (เปอร์เซ็นต์)	10.98
S (เปอร์เซ็นต์)	< 0.10
Fe (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	1810.27
Mn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	345.65
Cu (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	10.23
Zn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	27.86

2. การปรับความเป็นกรดด่างของดินด้วยวัสดุปูนโดโลไมต์

จากการบ่มดินด้วยวัสดุปูนโดโลไมต์เป็นเวลา 3 สัปดาห์เพื่อปรับความเป็นกรดด่างของดินจาก 5.04 ให้ได้ความเป็นกรดด่างของดิน 6.0 โดยการใส่วัสดุปูนโดโลไมต์อัตรา 0.5, 0.75, 1.0, 1.25 และ 1.50 เท่าของความต้องการปูนที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ (0.2628, 0.3941, 0.5255, 0.6569, 0.7883 กรัมตามลำดับ) ในดิน 500 กรัม พบว่า ต้องใส่ปูนโดโลไมต์ในอัตรา 0.3592 กรัม ผสมกับดิน 500 กรัม ทำให้ความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มจาก 5.04 เป็นประมาณ 6.0 ดังรูปที่ 1 จากนั้นได้นำอัตราดังกล่าวใช้ในการปรับความเป็นกรดด่างของดินเพื่อการปลูกกล้าปาล์มน้ำมันต่อไป



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนโดโลไมต์ที่ใช้บ่มดินกับความเป็นกรดด่างของดิน

3. การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

3.1 น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการทดลอง พบว่า การใส่วัสดุปูนโดโลไมต์เพื่อปรับความเป็นกรดด่างของดินเป็น 6.0 ร่วม กับวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินหรือตำรับควบคุม (control) การใส่ปูนโดโลโมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{35}+F_H$) ให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้า

เมื่อเปรียบเทียบการใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วงระหว่าง 180.89 – 217.05 กรัมต่อถุง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวซึ่งมีน้ำหนักแห้งต่ำมาก คือ 32.49 และ 31.17 กรัมต่อถุง ในตำรับ $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

การใช้ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันสูงกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว โดยในตำรับที่มีการใช้แกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้น้ำหนักแห้งมีค่าระหว่าง 198.21 – 227.52 กรัมต่อถุง และใกล้เคียงกับการใช้แกลบอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ ให้น้ำหนักแห้งระหว่าง 197.59 – 229.43 กรัมต่อถุง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบเพียงอย่างเดียวและตำรับควบคุม ที่ให้น้ำหนักแห้ง 56.44, 60.33 และ 59.65 กรัมต่อถุง ในตำรับ $D+R_{25}+F_0$, $D+R_{35}+F_0$ และ control ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

สำหรับตำรับที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันอัตรา 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 192.95 – 225.32 กรัมต่อถุง สำหรับตำรับที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ทำให้ได้น้ำหนักแห้งระหว่าง 195.22 – 223.15 กรัมต่อถุง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวที่มีน้ำหนักแห้งเพียง 66.34 และ 57.78 กรัมต่อถุง ในตำรับ $D+P_{25}+F_0$ และ $D+P_{35}+F_0$ ตามลำดับ ดังตารางที่ 10 และพบว่าน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการแบบเกษตรกร (farmer practice) ที่มีการปฏิบัติโดย ไม่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และมีการใช้แกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 160 กรัมต่อถุง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 191.99 กรัมต่อถุง ต่ำกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่ใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 140 กรัมต่อถุง และมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ คือ ให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 180.89 – 198.21 กรัมต่อถุง (ตารางที่ 10)

3.2 น้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นในตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวและตำรับควบคุม เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของต้น โดยมีค่าระหว่าง 41.66 – 55.65 กรัมต่อถุง และใกล้เคียงกับตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ 50.74 กรัมต่อถุง โดยที่การใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{35}+F_H$) ทำให้น้ำหนักแห้งรากกล้าปาล์มน้ำมันสูงสุด คือ 55.65 กรัมต่อถุง และตำรับ $D+C_{35}+F_0$ น้ำหนักแห้งกล้าปาล์มน้ำมันต่ำสุด คือ 20.49 กรัมต่อถุง ดังตารางที่ 10

เมื่อเปรียบเทียบตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พบว่าน้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าระหว่าง 43.78 – 49.25 กรัมต่อถุง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวในอัตรา 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+C_{25}+F_0$) คือ 22.42 กรัมต่อถุง และตำรับทดลองที่ใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+C_{35}+F_0$) คือ 20.49 กรัมต่อถุง ดังตารางที่ 10

สำหรับการใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีพบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ คือ น้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นโดยมีค่าระหว่าง 41.66 – 55.65 กรัมต่อถุง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับที่มีการใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียว คือ 24.85 และ 29.97 กรัมต่อถุง ในตำรับ $D+R_{25}+F_0$ และ $D+R_{35}+F_0$ ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

สำหรับในตำรับทดลองที่มีการใช้ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ พบว่า มีน้ำหนักแห้งของรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 42.16 – 51.95 กรัมต่อถุง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวที่ให้น้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันเท่ากับ 27.34 กรัมต่อถุง ในตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+P_{25}+F_0$) และ 26.11 กรัมต่อถุง ในตำรับที่ใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+P_{35}+F_0$) ดังตารางที่ 10 และมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับควบคุมที่มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 29.42 กรัมต่อถุง สำหรับตำรับทดลองที่ปฏิบัติตามแบบเกษตรกรมีน้ำหนักแห้งของรากมีค่าเท่ากับ 50.74 กรัมต่อถุง (ตารางที่ 10)

3.3 น้ำหนักพืชรวม

การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวและไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักพืชรวม (ส่วนเหนือดิน+ราก) ของกล้าปาล์มน้ำมันใกล้เคียงกับตำรับควบคุมที่ให้น้ำหนักแห้งพืชรวม 89.07 กรัมต่อถุง ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวที่ให้น้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 81.28 – 93.68 กรัมต่อถุง ในขณะที่การใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวและไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ได้น้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันต่ำในตำรับ $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ คือ 54.91 และ 51.67 กรัมต่อถุง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับควบคุม ดังตารางที่ 10

สำหรับการใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ พบว่าทำให้ได้น้ำหนักแห้งรวมสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ($P\leq0.05$) ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ได้น้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น โดยตำรับที่มีการใช้แกลบอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{35}+F_H$) ทำให้ได้น้ำหนักแห้งรวมสูงสุด คือ 285.07 กรัมต่อถุง (ตารางที่ 10) สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักพืชรวมมีค่า 227.46 – 266.30 กรัมต่อถุง การใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักพืชรวมระหว่าง 239.24 – 285.07 กรัมต่อถุง และตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีน้ำหนักพืชรวมมีค่าระหว่าง 237.08 – 274.86 กรัมต่อถุง ดังตารางที่ 10 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงการใช้วัสดุอินทรีย์ในอัตราต่าง ๆ พบว่าการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีแนวโน้มทำให้ได้น้ำหนักแห้งรวมของกล้าปาล์มน้ำมันต่ำกว่าการใช้ขุยมะพร้าว 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มทำให้ กล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตสูงกว่าการใช้ขุยมะพร้าว และตำรับทดลองที่ปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{25}+F_H$ และ $D+R_{35}+F_H$) ทำให้กล้าปาล์มน้ำมันให้น้ำหนักแห้งของพืชรวมสูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำทุกตำรับทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการแบบเกษตรกร ที่มีการปฏิบัติโดยไม่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และมีการใช้แกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 160 กรัมต่อถุง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งพืชรวม 242.73 กรัมต่อถุง ในขณะที่ตำรับทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำทุกตำรับทดลอง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งของพืชรวมมีค่าระหว่าง 227.46 – 243.36 กรัมต่อถุง ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือนหลังปลูก

ตำรับทดลอง	นน.ส่วนเหนือดิน	นน.ราก	นน.ส่วนเหนือดิน+ราก
	(กรัม/ถุง)		
control	59.65 ± 2.49 f	29.42 ± 2.05 e	89.07 ± 1.00 h
farmer practice	191.99 ± 10.61 de	50.74 ± 2.26 abcd	242.73 ± 11.70 cdefg
$D+C_{25}+F_0$	32.49 ± 1.00 g	22.42 ± 1.12 e	54.91 ± 2.17 i
$D+C_{25}+F_L$	192.38 ± 11.36 de	43.78 ± 3.49 bcd	236.16 ± 14.53 fg
$D+C_{25}+F_M$	198.19 ± 7.46 bcde	48.83 ± 6.36 abcd	247.02 ± 11.51 cdefg
$D+C_{25}+F_H$	217.05 ± 13.85 abcd	49.25 ± 4.13 abcd	266.30 ± 15.12 abcdef
$D+C_{35}+F_0$	31.17 ± 1.04 g	20.49 ± 1.08 e	51.67 ± 1.80 i
$D+C_{35}+F_L$	180.89 ± 11.20 e	46.57 ± 2.19 abcd	227.46 ± 10.12 g
$D+C_{35}+F_M$	202.43 ± 7.29 abcde	46.52 ± 2.86 abcd	248.46 ± 8.36 bcdefg
$D+C_{35}+F_H$	208.72 ± 9.18 abcd	46.72 ± 3.21 abcd	255.68 ± 11.70 abcdefg
$D+R_{25}+F_0$	56.44 ± 1.43 f	24.85 ± 1.28 e	81.28 ± 2.55 hi
$D+R_{25}+F_L$	198.21 ± 11.74 bcde	45.15 ± 1.69 bcd	243.36 ± 11.38 cdefg
$D+R_{25}+F_M$	219.06 ± 4.96 abcd	55.30 ± 2.20 a	274.36 ± 5.31 abc
$D+R_{25}+F_H$	227.52 ± 12.67 a	52.65 ± 3.97 ab	280.16 ± 15.06 ab
$D+R_{35}+F_0$	60.33 ± 2.46 f	29.97 ± 1.51 e	90.30 ± 3.43 h
$D+R_{35}+F_L$	197.59 ± 1.50 bcde	41.66 ± 1.38 d	239.24 ± 2.75 defg
$D+R_{35}+F_M$	221.77 ± 12.14 abc	49.71 ± 4.54 abcd	271.47 ± 16.43 abcd
$D+R_{35}+F_H$	229.43 ± 11.40 a	55.65 ± 1.70 a	285.07 ± 10.81 a
$D+P_{25}+F_0$	66.34 ± 1.24 f	27.34 ± 1.00 e	93.68 ± 2.17 h
$D+P_{25}+F_L$	192.95 ± 7.06 de	44.14 ± 3.88 bcd	237.08 ± 6.88 efg
$D+P_{25}+F_M$	222.92 ± 8.77 abc	51.95 ± 2.90 abc	274.86 ± 11.24 abc
$D+P_{25}+F_H$	225.32 ± 4.48 ab	44.76 ± 4.26 bcd	270.08 ± 8.10 abcde
$D+P_{35}+F_0$	57.78 ± 1.09 f	26.11 ± 1.33 e	83.88 ± 2.29 hi
$D+P_{35}+F_L$	195.22 ± 14.50 cde	42.55 ± 4.43 bcd	237.77 ± 17.97 efg
$D+P_{35}+F_M$	219.75 ± 7.72 abcd	42.16 ± 2.73 cd	261.90 ± 6.63 abcdef
$D+P_{35}+F_H$	223.15 ± 7.86 ab	43.41 ± 1.89 bcd	266.56 ± 8.14 abcdef
F-test	**	**	**
C.V. (%)	10.13	14.38	11.05

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

3.4 ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (seedling height)

ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันวัดจากส่วนของโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมันจนถึงปลายยอดของทางใบที่สูงสุด ผลจากการทดลอง พบว่า ในช่วงต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 4 – 5 เดือนหลังปลูกตำรับทดลองต่าง ๆ ยังไม่มีผลทำให้ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเริ่มตอบสนองต่อตำรับทดลองเมื่ออายุ 6 – 9 เดือน โดยตำรับที่มีการใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง มีอิทธิพลทำให้ต้นกล้าที่อายุ 9 เดือนมีความสูงสูงสุด ($D+R_{35}+F_H$) คือ มีความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 114.25 เซนติเมตร รองลงมาเป็นตำรับที่มีการใช้วัสดุปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{25}+F_H$) มีความสูง 111.75 เซนติเมตร ในขณะที่ตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ($D+C_{35}+F_0$) ทำให้กล้าปาล์มน้ำมันมีความสูงน้อยสุด คือ 52.50 เซนติเมตร และพบว่าการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีความสูงใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุ 9 เดือนในช่วง 100.75 – 109.00 เซนติเมตร โดยมีความสูงใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ 102.00 เซนติเมตร สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้แกลบเป็นวัสดุปลูกอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีนั้น พบว่า ต้นกล้าสามารถเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ขุยมะพร้าวซึ่งทำให้ต้นกล้ามีความสูงในช่วง 103.75 – 114.25 เซนติเมตร และใกล้เคียงกับการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกที่มีความสูงระหว่าง 101.50 – 109.50 เซนติเมตร โดยการใช้วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกันทำให้ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีความสูงระหว่าง 52.50 – 72.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

3.5 จำนวนทางใบทั้งหมด (total leaf number)

จำนวนทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นกล้า โดยในช่วงต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 4 – 5 เดือนหลังปลูก ตำรับทดลองต่าง ๆ มีจำนวนทางใบทั้งหมดของต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเริ่มตอบสนองต่อตำรับทดลองเมื่ออายุ 6 – 9 เดือน โดยในตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกตำรับมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนทางใบที่ใกล้เคียงกัน ในทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 12) โดยจะมีจำนวนทางใบเมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 9 เดือนในช่วง 16.25 – 18.00 ทางใบต่อต้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กับในตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวและตำรับควบคุม

สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เมื่ออายุครบ 9 เดือน พบว่ามีการสร้างจำนวนทางใบระหว่าง 16.25 – 17.50 ทางใบต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการสร้างจำนวนทางใบต่ำกว่าในตำรับควบคุม (13.00 ทางใบต่อต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีจำนวนทางใบ 11.25 และ 10.75 ทางใบต่อต้น ในตำรับ $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ ตามลำดับ

การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เมื่ออายุครบ 9 เดือนพบว่ามีการสร้างจำนวนทางใบระหว่าง 16.50 – 18.00 ทางใบต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใช้แกลบเพียงอย่างเดียว คือ 12.75 ทางใบต่อต้น และมีการสร้างจำนวนทางใบใกล้เคียงกันกับตำรับทดลองที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีค่าระหว่าง 16.75 – 17.75 ทางใบต่อต้น และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ 16.50 ทางใบต่อต้น สำหรับตำรับที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว ($D+P_{25}+F_0$ และ $D+P_{35}+F_0$) มีจำนวนทางใบทั้งหมด 13.00 และ 12.25 ทางใบต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

3.6 ความยาวแกนทางใบ (frond length)

ความยาวแกนทางใบเป็นค่าความยาวของแกนทางใบที่ 3 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันนับจากใบยอดที่คลี่เปิดเต็มที่แล้ว ผลการทดลอง พบว่า เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 5 เดือนหรือหลังให้ตำรับทดลอง 1 เดือน ความยาวของแกนทางใบในทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อต้นกล้าอายุ 7 – 9 เดือนตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกตำรับมีความยาวของแกนทางใบเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นกล้าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม โดยจะมีความยาวของแกนทางใบ เมื่อต้นกล้าอายุครบ 9 เดือนในช่วง 48.00 – 53.75 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร คือ 48.88 เซนติเมตร (ตารางที่ 13)

สำหรับตำรับทดลองที่ปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรผสมเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เมื่อกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 9 เดือนพบว่า มีความยาวแกนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความยาวแกนทางใบระหว่าง 48.00 – 51.75 เซนติเมตร และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวที่มีความยาวแกนทางใบ 26.50 และ 26.25 เซนติเมตร ในตำรับ $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ ตามลำดับ สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้แกลบเป็นวัสดุปลูกนั้นพบว่าการใช้แกลบ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ผสมเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความยาวแกนทางใบมีค่าระหว่าง

3.7 เส้นรอบโคนต้น (stem circular)

เส้นรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็นค่าที่บ่งถึงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอีกค่าหนึ่งที่วัดขนาดรอบโคนต้นกล้าบริเวณโคนต้นส่วนที่กว้างที่สุด ผลการทดลอง พบว่า เส้นรอบโคนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในช่วงเดือนแรกหลังการให้ตำรับทดลองเริ่มมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยมีแนวโน้มมีขนาดเส้นรอบโคนต้นเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น และเมื่อกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุ 9 เดือน พบว่า การใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกมีแนวโน้มทำให้มีการเจริญเติบโตทางด้านรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่ำกว่าการใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมัน สำหรับตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกันขนาดรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุครบ 9 เดือน พบว่า มีขนาดรอบโคนต้นมีค่าระหว่าง 21.95 – 23.00 เซนติเมตร และการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทำให้มีขนาดรอบโคนต้น 11.52 และ 11.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดรอบโคนต้นต่ำกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่มีขนาดเส้นรอบโคนต้น 14.25 เซนติเมตร

สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้ปูนโดโลไมต์และแกลบอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เมื่ออายุครบ 9 เดือน พบว่ามีขนาดรอบโคนต้นระหว่าง 22.40 – 24.00 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใช้แกลบเพียงอย่างเดียว คือ 13.73 และ 14.58 เซนติเมตร ในตำรับ $D+R_{25}+F_0$ และ $D+R_{35}+F_0$ ตามลำดับ การใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีขนาดเส้นรอบโคนต้นระหว่าง 22.08 – 23.75 เซนติเมตร และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ มีขนาดเส้นรอบโคนต้น 22.43 เซนติเมตร สำหรับตำรับที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว คือ ตำรับทดลอง $D+P_{25}+F_0$ และ $D+P_{35}+F_0$ มีขนาดรอบโคนต้น 15.03 และ 13.90 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 11 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความสูง (ซม.) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ตำรับทดลอง	อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (เดือน)					
	4	5	6	7	8	9
control	39.93	48.38	50.50 abc	57.53 b	62.80 d	69.25 d
farmer practice	39.43	47.88	51.72 abc	67.75 a	82.00 abc	102.00 c
$D+C_{25}+F_0$	39.68	47.40	49.68 bc	51.28 bc	52.38 ef	58.00 e
$D+C_{25}+F_L$	41.20	50.33	52.20 abc	66.38 a	80.05 c	102.25 c
$D+C_{25}+F_M$	39.83	46.70	51.38 abc	68.25 a	83.05 abc	107.50 abc
$D+C_{25}+F_H$	43.45	50.50	55.90 a	70.43 a	85.75 abc	109.00 abc
$D+C_{35}+F_0$	38.53	46.48	47.68 c	48.50 c	49.25 f	52.50 e
$D+C_{35}+F_L$	40.88	49.10	52.63 abc	66.13 a	80.75 bc	100.75 c
$D+C_{35}+F_M$	39.30	47.40	53.47 abc	67.28 a	81.00 bc	105.50 bc
$D+C_{35}+F_H$	40.05	47.93	52.63 abc	66.57 a	83.25 abc	106.50 abc
$D+R_{25}+F_0$	41.70	47.88	50.60 abc	52.00 bc	58.00 de	67.00 d
$D+R_{25}+F_L$	39.75	50.58	53.53 abc	70.55 a	82.25 abc	105.75 bc
$D+R_{25}+F_M$	41.13	50.25	54.43 ab	71.28 a	84.75 abc	107.50 abc
$D+R_{25}+F_H$	42.75	52.98	56.40 a	71.50 a	89.13 ab	111.75 ab
$D+R_{35}+F_0$	39.40	46.45	49.68 bc	54.53 bc	60.50 d	70.50 d
$D+R_{35}+F_L$	38.05	47.40	51.38 abc	66.96 a	81.28 bc	103.75 bc
$D+R_{35}+F_M$	40.20	48.38	53.65 ab	67.33 a	84.40 abc	107.75 abc
$D+R_{35}+F_H$	41.58	49.18	55.88 a	72.85 a	90.00 a	114.25 a
$D+P_{25}+F_0$	37.50	47.13	49.63 bc	57.25 b	62.98 d	72.50 d
$D+P_{25}+F_L$	39.13	48.10	52.60 abc	69.20 a	81.88 abc	104.00 bc
$D+P_{25}+F_M$	40.68	49.10	53.10 abc	72.48 a	85.63 abc	108.50 abc
$D+P_{25}+F_H$	40.58	49.97	56.33 a	72.13 a	86.63 abc	109.50 abc
$D+P_{35}+F_0$	38.80	47.45	50.87 abc	55.50 b	60.80 d	69.75 d
$D+P_{35}+F_L$	39.53	50.38	53.35 abc	69.80 a	81.15 bc	101.50 c
$D+P_{35}+F_M$	42.83	51.95	56.45 a	72.90 a	86.75 abc	107.50 abc
$D+P_{35}+F_H$	39.63	50.35	54.58 ab	71.25 a	87.13 abc	109.25 abc
F-test	ns	ns	*	**	**	**
C.V. (%)	8.48	6.43	6.67	6.64	6.32	5.74

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

ตารางที่12 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูนและปุ๋ยเคมีต่อจำนวนทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ตำรับทดลอง	อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (เดือน)					
	4	5	6	7	8	9
control	5.75	7.25	8.25 b	10.25 c	11.25 d	13.00 d
farmer practice	5.50	7.25	9.25 a	12.00 ab	14.00 bc	16.50 bc
$D+C_{25}+F_0$	5.50	7.00	8.00 b	9.25 cd	10.25 de	11.25 ef
$D+C_{25}+F_L$	5.50	7.50	9.50 a	12.00 ab	14.00 bc	16.25 c
$D+C_{25}+F_M$	5.50	7.25	9.25 a	11.75 b	13.75 c	16.50 bc
$D+C_{25}+F_H$	5.75	7.75	9.75 a	12.75 ab	14.75 abc	17.25 abc
$D+C_{35}+F_0$	5.50	7.00	7.50 b	8.50 d	9.75 e	10.75 f
$D+C_{35}+F_L$	5.75	7.00	9.50 a	12.00 ab	14.00 bc	16.75 abc
$D+C_{35}+F_M$	5.75	7.75	9.25 a	12.25 ab	14.25 abc	17.25 abc
$D+C_{35}+F_H$	5.75	7.50	9.25 a	12.25 ab	14.50 abc	17.50 abc
$D+R_{25}+F_0$	5.75	7.00	8.00 b	9.50 cd	10.75 de	12.75 d
$D+R_{25}+F_L$	5.75	7.25	9.25 a	11.75 b	13.75 c	16.50 bc
$D+R_{25}+F_M$	6.00	7.75	10.00 a	13.00 a	15.25 a	17.75 ab
$D+R_{25}+F_H$	6.00	7.75	10.00 a	12.50 ab	15.25 a	18.00 a
$D+R_{35}+F_0$	5.50	7.00	8.25 b	9.75 c	11.25 d	12.75 d
$D+R_{35}+F_L$	5.75	7.25	9.25 a	12.00 ab	14.25 abc	16.75 abc
$D+R_{35}+F_M$	5.50	7.25	9.25 a	12.25 ab	14.25 abc	17.50 abc
$D+R_{35}+F_H$	6.00	7.75	10.00 a	12.75 ab	15.00 ab	17.75 ab
$D+P_{25}+F_0$	5.50	7.00	8.00 b	10.00 c	11.25 d	13.00 d
$D+P_{25}+F_L$	5.50	7.50	9.50 a	11.75 b	14.00 bc	16.75 abc
$D+P_{25}+F_M$	6.00	7.50	9.50 a	12.25 ab	14.25 abc	17.00 abc
$D+P_{25}+F_H$	6.00	7.75	9.75 a	13.00 a	15.25 a	17.75 ab
$D+P_{35}+F_0$	5.50	7.00	7.75 b	9.50 cd	11.00 d	12.25 de
$D+P_{35}+F_L$	6.00	7.75	9.50 a	12.00 ab	14.25 abc	17.25 abc
$D+P_{35}+F_M$	5.75	7.25	9.50 a	12.00 ab	14.50 abc	17.25 abc
$D+P_{35}+F_H$	5.50	7.50	9.50 a	12.25 ab	14.75 abc	17.75 ab
F-test	ns	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	8.37	6.43	6.31	5.72	5.29	4.94

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 13 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความยาวแกนทางใบ (ซม.) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ตำรับทดลอง	อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (เดือน)				
	5	6	7	8	9
control	19.70	19.75	22.43 cde	26.20 b	32.75 c
farmer practice	18.45	19.78	25.68 abc	34.63 a	48.88 ab
$D+C_{25}+F_0$	19.05	19.65	20.23 de	23.00 bc	26.50 d
$D+C_{25}+F_L$	20.73	20.30	25.58 abc	34.38 a	48.25 b
$D+C_{25}+F_M$	18.75	18.80	25.63 abc	33.88 a	50.75 ab
$D+C_{25}+F_H$	21.53	22.35	28.35 a	36.45 a	51.75 ab
$D+C_{35}+F_0$	18.68	18.28	19.15 e	19.88 c	26.25 d
$D+C_{35}+F_L$	19.93	20.28	25.70 abc	34.00 a	48.00 b
$D+C_{35}+F_M$	19.80	20.60	26.53 ab	35.00 a	48.13 b
$D+C_{35}+F_H$	19.45	20.08	26.25 ab	34.63 a	50.00 ab
$D+R_{25}+F_0$	19.63	19.80	21.78 de	23.75 bc	32.00 c
$D+R_{25}+F_L$	19.48	19.68	25.73 abc	33.63 a	50.75 ab
$D+R_{25}F_M$	20.85	21.35	27.13 a	36.38 a	52.63 ab
$D+R_{25}+F_H$	20.78	20.97	27.08 a	37.25 a	52.25 ab
$D+R_{35}+F_0$	18.95	19.93	22.18 cde	25.85 b	31.13 c
$D+R_{35}+F_L$	19.78	19.92	25.60 abc	34.90 a	50.75 ab
$D+R_{35}+F_M$	20.85	21.38	26.55 ab	34.70 a	51.38 ab
$D+R_{35}+F_H$	19.55	20.10	27.10 a	36.80 a	53.75 a
$D+P_{25}+F_0$	18.95	19.75	23.03 bcd	26.50 b	33.00 c
$D+P_{25}+F_L$	18.80	19.15	26.45 ab	35.28 a	50.38 ab
$D+P_{25}+F_M$	19.33	19.83	27.93 a	37.03 a	53.38 ab
$D+P_{25}+F_H$	19.60	19.48	26.98 a	35.58 a	52.00 ab
$D+P_{35}+F_0$	19.75	20.43	22.45 cde	25.98 b	31.50 c
$D+P_{35}+F_L$	19.80	19.73	25.70 abc	33.83 a	49.50 ab
$D+P_{35}+F_M$	21.28	21.60	26.60 ab	36.03 a	53.13 ab
$D+P_{35}+F_H$	19.55	20.60	26.33 ab	35.88 a	52.75 ab
F-test	ns	ns	**	**	**
C.V. (%)	7.89	9.44	8.78	8.19	7.02

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 14 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อขนาดรอบโคนต้น (ซม.) ของกล้าปาล์มน้ำมัน

ตำรับทดลอง	อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (เดือน)					
	4	5	6	7	8	9
control	5.20	7.45 cde	8.89 c	10.65 cd	12.83 d	14.25 d
farmer practice	5.48	8.02 bc	10.35 ab	13.48 ab	17.70 bc	22.43 bc
$D+C_{25}+F_0$	5.18	7.10 e	8.20 d	9.00 e	10.95 e	11.52 e
$D+C_{25}+F_L$	5.20	8.00 bcd	10.28 b	13.60 ab	17.33 c	21.95 c
$D+C_{25}+F_M$	5.15	8.05 ab	10.25 b	13.60 ab	17.58 bc	22.50 bc
$D+C_{25}+F_H$	5.45	8.35 ab	10.58 ab	14.35 a	18.45 ab	22.98 abc
$D+C_{35}+F_0$	5.20	7.00 e	8.08 d	8.98 e	10.93 e	11.80 e
$D+C_{35}+F_L$	5.30	7.98 bcd	10.18 b	13.05 b	17.38 c	22.17 c
$D+C_{35}+F_M$	5.48	8.03 bc	10.33 ab	13.45 ab	17.65 bc	22.55 bc
$D+C_{35}+F_H$	5.15	8.08 ab	10.43 ab	13.68 ab	17.70 bc	23.00 abc
$D+R_{25}+F_0$	5.13	7.23 e	8.33 cd	9.88 d	12.13 d	13.78 d
$D+R_{25}+F_L$	5.38	8.00 bcd	10.35 ab	13.95 ab	17.38 c	22.55 bc
$D+R_{25}+F_M$	5.40	8.28 ab	10.53 ab	14.18 a	18.53 ab	23.25 abc
$D+R_{25}+F_H$	5.38	8.68 a	11.00 a	14.38 a	18.65 a	23.95 a
$D+R_{35}+F_0$	5.43	7.43 de	8.45 cd	10.15 cd	12.43 d	14.58 d
$D+R_{35}+F_L$	5.40	8.15 ab	10.30 ab	13.93 ab	17.50 c	22.40 bc
$D+R_{35}+F_M$	5.18	8.20 ab	10.40 ab	14.05 a	18.08 abc	23.25 abc
$D+R_{35}+F_H$	5.45	8.53 ab	10.68 ab	14.23 a	18.53 ab	24.00 a
$D+P_{25}+F_0$	5.25	7.25 e	8.65 cd	10.95 c	12.98 d	15.03 d
$D+P_{25}+F_L$	5.15	8.13 ab	10.35 ab	13.70 ab	17.45 c	22.08 c
$D+P_{25}+F_M$	5.40	8.40 ab	10.70 ab	14.10 a	18.13 abc	23.72 ab
$D+P_{25}+F_H$	5.45	8.58 ab	10.83 ab	14.28 a	18.45 ab	23.75 ab
$D+P_{35}+F_0$	5.23	7.25 e	8.58 cd	10.25 cd	12.33 d	13.90 d
$D+P_{35}+F_L$	5.35	8.10 ab	10.38 ab	13.88 ab	17.60 bc	22.18 c
$D+P_{35}+F_M$	5.18	8.08 ab	10.35 ab	14.10 a	18.25 abc	23.28 abc
$D+P_{35}+F_H$	5.40	8.25 ab	10.45 ab	14.15 a	18.18 abc	23.33 abc
F-test	ns	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.91	4.64	4.18	4.28	3.44	4.03

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

4. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกล้าปาล์มน้ำมัน

4.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่ 3 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 9 เดือน พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 15) โดยตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มทำให้มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสูงกว่าการใช้ขุยมะพร้าวเล็กน้อย โดยตำรับทดลองที่ปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์ และใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบระหว่าง 29.72 – 31.70 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้แกลบเป็นวัสดุปลูกนั้นพบว่าการใช้แกลบ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ผสมเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมีค่าระหว่าง 30.61 – 33.91 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์ และใช้วัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ 30.60 – 32.21 กรัมต่อกิโลกรัม และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ 33.01 กรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม พบว่า มีค่าสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวซึ่งมีความเข้มข้นของไนโตรเจนระหว่าง 15.95 – 19.07 กรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 15.81 กรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 15 อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุอินทรีย์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

4.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับไนโตรเจนในใบ คือ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 15) โดยตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในช่วง 1.96 – 2.60 กรัมต่อกิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับควบคุมที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเพียง 1.11 กรัมต่อกิโลกรัม โดยการใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ผสมเป็นวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสระหว่าง 2.00 – 2.42 กรัมต่อกิโลกรัม และตำรับที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียว คือ ตำรับทดลอง $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 1.14 และ 1.42 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4.3 ความเข้มข้นของกำมะถันในใบ

กำมะถันในใบกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 2.10 – 4.55 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 15) โดยมีค่าความเข้มข้นของกำมะถันต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 2.10 กรัมต่อกิโลกรัม และต่ำกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์เป็นวัสดุปลูก โดยมีค่ากำมะถันสูงสุดในตำรับที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+P_{35}+F_H$) โดยมีความเข้มข้นของกำมะถัน 4.55 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใช้วัสดุอินทรีย์อัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรไม่ทำให้มีค่ากำมะถันในใบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกมีค่าความเข้มข้นของกำมะถันในพืชในช่วง 3.23 – 4.14 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุปลูก คือ มีค่าระหว่าง 3.41 – 4.19 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกนั้น พบว่า มีความเข้มข้นของกำมะถันมีค่าระหว่าง 3.05 – 4.55 กรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าใกล้เคียงกับในตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรที่มีความเข้มข้นของกำมะถัน 3.74 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 15)

4.4 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ

ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 16) โดยตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองทำให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 15.22 – 17.87 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าตำรับควบคุม (13.30 กรัมต่อกิโลกรัม) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรมีความเข้มข้นของโพแทสเซียม คือ 15.08 กรัมต่อกิโลกรัม ตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบในช่วง

4.5 ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ

ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 5.53 – 8.05 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 16) โดยตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวและไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้มีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในใบสูง โดยมีค่าระหว่าง 6.46 – 8.05 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับในตำรับควบคุมที่มีความเข้มข้นของแคลเซียม 7.36 กรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทุกตำรับทดลองมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าในช่วง 5.53 – 6.71 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีการใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์นั้นมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีค่า 6.05 – 8.05 กรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าสูงในตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินโดยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เพียงอย่างเดียวและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีค่าแคลเซียมในใบ 8.05 และ 7.94 กรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับทดลอง $D+R_{25}+F_0$ และ $D+R_{35}+F_0$ ตามลำดับ

การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีค่าระหว่าง 6.00 – 8.02 กรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมสูงในตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินโดยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เพียงอย่างเดียวและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ 8.02 และ 7.82 กรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับทดลอง $D+P_{25}+F_0$ และ $D+P_{35}+F_0$ ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ 7.36 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 16)

4.6 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ

ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และมีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมีค่าระหว่าง 2.78 – 3.30 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 16) และมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร คือ 2.79 กรัมต่อกิโลกรัม และพบว่ามีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงในตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และผสมกับวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ 4.36 และ 4.85 กรัมต่อกิโลกรัมในตำรับทดลอง $D+C_{25}+F_0$ และ $D+C_{35}+F_0$ ตามลำดับ และใกล้เคียงกับตำรับที่ใช้แกลบเพียงอย่างเดียว ในตำรับทดลอง $D+R_{25}+F_0$ และ $D+R_{35}+F_0$ คือ 4.89 และ 5.10 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับตำรับทดลองที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียม 4.51 และ 4.86 กรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับทดลอง $D+P_{25}+F_0$ และ $D+P_{35}+F_0$ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ 4.35 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 15 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันในใบที่ 3 ของกล้าปาล์มน้ำมัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน
	(กรัม / กิโลกรัม)		
control	15.81 ± 0.95 e	1.11 ± 0.04 e	2.10 ± 0.09 d
farmer practice	33.01 ± 0.86 abcd	1.96 ± 0.08 d	3.74 ± 0.27 abc
$D+C_{25}+F_0$	16.93 ± 1.21 e	1.14 ± 0.02 e	3.54 ± 0.31 abc
$D+C_{25}+F_L$	30.09 ± 0.65 bcd	2.00 ± 0.04 cd	3.23 ± 0.20 bc
$D+C_{25}+F_M$	31.20 ± 1.24 abcd	2.25 ± 0.29 abcd	3.54 ± 0.48 abc
$D+C_{25}+F_H$	31.60 ± 1.03 abcd	2.23 ± 0.04 abcd	4.14 ± 0.48 ab
$D+C_{35}+F_0$	15.95 ± 0.44 e	1.42 ± 0.12 e	3.87 ± 0.27 abc
$D+C_{35}+F_L$	29.72 ± 0.81 d	2.19 ± 0.15 abcd	3.46 ± 0.22 bc
$D+C_{35}+F_M$	29.95 ± 1.65 cd	2.24 ± 0.24 abcd	3.95 ± 0.23 abc
$D+C_{35}+F_H$	31.70 ± 2.05 abcd	2.42 ± 0.40 abc	3.66 ± 0.34 abc
$D+R_{25}+F_0$	18.90 ± 0.14 e	1.36 ± 0.04 e	3.41 ± 0.44 bc
$D+R_{25}+F_L$	30.61 ± 0.89 abcd	1.97 ± 0.09 cd	3.92 ± 0.20 abc
$D+R_{25}+F_M$	32.10 ± 1.22 abcd	2.21 ± 0.05 abcd	3.73 ± 0.20 abc
$D+R_{25}+F_H$	33.91 ± 1.63 a	2.48 ± 0.27 ab	4.14 ± 0.32 ab
$D+R_{35}+F_0$	19.07 ± 0.35 e	1.51 ± 0.06 e	3.97 ± 0.24 abc
$D+R_{35}+F_L$	31.03 ± 1.08 abcd	2.10 ± 0.06 bcd	3.56 ± 0.44 abc
$D+R_{35}+F_M$	33.56 ± 0.63 ab	2.57 ± 0.19 a	4.19 ± 0.37 ab
$D+R_{35}+F_H$	33.27 ± 0.55 abc	2.60 ± 0.10 a	4.09 ± 0.43 abc
$D+P_{25}+F_0$	17.59 ± 0.90 e	1.15 ± 0.07 e	3.05 ± 0.18 c
$D+P_{25}+F_L$	30.60 ± 1.09 abcd	1.98 ± 0.12 cd	3.41 ± 0.48 bc
$D+P_{25}+F_M$	31.27 ± 0.80 abcd	2.11 ± 0.06 bcd	3.61 ± 0.26 abc
$D+P_{25}+F_H$	31.93 ± 0.67 abcd	2.36 ± 0.21 abcd	4.17 ± 0.28 ab
$D+P_{35}+F_0$	18.29 ± 0.93 e	1.29 ± 0.01 e	3.59 ± 0.27 abc
$D+P_{35}+F_L$	29.99 ± 1.19 cd	2.18 ± 0.08 abcd	3.94 ± 0.25 abc
$D+P_{35}+F_M$	31.26 ± 0.64 abcd	2.20 ± 0.12 abcd	4.09 ± 0.26 abc
$D+P_{35}+F_H$	32.21 ± 0.86 abcd	2.42 ± 0.09 abc	4.55 ± 0.29 a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	7.60	13.57	17.71

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 16 ผลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุปูน และปุ๋ยเคมีต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบที่ 3 ของกล้าปาล์มน้ำมัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
		(กรัม / กิโลกรัม)	
control	13.30 ± 0.50 e	7.36 ± 0.14 abc	4.35 ± 0.19 b
farmer practice	15.08 ± 0.48 abcde	6.47 ± 0.70 abc	2.79 ± 0.18 c
$D+C_{25}+F_0$	14.50 ± 0.38 bcde	6.46 ± 0.24 abcd	4.36 ± 0.32 b
$D+C_{25}+F_L$	15.53 ± 0.42 abcd	6.15 ± 0.32 cd	3.25 ± 0.09 c
$D+C_{25}+F_M$	15.38 ± 0.97 abcd	6.42 ± 0.35 abcd	3.04 ± 0.10 c
$D+C_{25}+F_H$	15.91 ± 0.62 abc	5.53 ± 0.22 d	2.78 ± 0.21 c
$D+C_{35}+F_0$	14.54 ± 0.53 bcde	6.71 ± 0.08 abcd	4.85 ± 0.41 ab
$D+C_{35}+F_L$	16.05 ± 0.71 abc	6.70 ± 0.63 abcd	3.17 ± 0.07 c
$D+C_{35}+F_M$	16.24 ± 0.84 ab	6.59 ± 0.51 abcd	3.06 ± 0.21 c
$D+C_{35}+F_H$	16.47 ± 1.04 ab	6.31 ± 0.41 bcd	3.30 ± 0.11 c
$D+R_{25}+F_0$	12.53 ± 0.59 e	8.05 ± 0.14 a	4.89 ± 0.07 ab
$D+R_{25}+F_L$	15.99 ± 0.52 abc	6.68 ± 0.31 abcd	3.12 ± 0.11 c
$D+R_{25}+F_M$	16.52 ± 1.04 ab	6.16 ± 0.49 cd	2.80 ± 0.07 c
$D+R_{25}+F_H$	17.56 ± 1.14 a	6.05 ± 0.76 cd	2.91 ± 0.25 c
$D+R_{35}+F_0$	12.93 ± 0.51 de	7.94 ± 0.27 ab	5.10 ± 0.05 a
$D+R_{35}+F_L$	15.22 ± 0.67 abcd	6.99 ± 0.51 abcd	2.99 ± 0.10 c
$D+R_{35}+F_M$	16.03 ± 0.55 abc	6.10 ± 0.13 cd	3.06 ± 0.15 c
$D+R_{35}+F_H$	17.87 ± 0.80 a	6.12 ± 0.25 cd	3.20 ± 0.11 c
$D+P_{25}+F_0$	14.54 ± 0.89 bcde	8.02 ± 0.43 a	4.51 ± 0.19 b
$D+P_{25}+F_L$	16.38 ± 0.32 ab	6.86 ± 0.50 abcd	3.26 ± 0.15 c
$D+P_{25}+F_M$	15.82 ± 0.87 abc	7.32 ± 0.59 abc	3.21 ± 0.20 c
$D+P_{25}+F_H$	17.37 ± 0.87 a	6.00 ± 0.84 cd	2.83 ± 0.39 c
$D+P_{35}+F_0$	14.06 ± 0.70 bcde	7.82 ± 0.71 ab	4.86 ± 0.10 ab
$D+P_{35}+F_L$	16.20 ± 1.01 ab	6.54 ± 0.72 abcd	2.96 ± 0.07 c
$D+P_{35}+F_M$	15.86 ± 0.31 abc	7.12 ± 0.45 abcd	3.13 ± 0.15 c
$D+P_{35}+F_H$	16.85 ± 1.02 ab	7.19 ± 0.51 abcd	3.20 ± 0.14 c
F-test	**	**	**
C.V. (%)	10.42	14.18	10.66

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

5. สมบัติของดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

5.1 ความเป็นกรด – ด่างของดิน (soil pH)

การใส่ปูนโดโลไมต์ทุกตำรับทดลองและบ่มดินก่อนปลูกพืชทำให้ความเป็นกรดด่างของดินก่อนปลูกกล้าปาล์มน้ำมันสูงขึ้นจากเดิม 5.04 เป็นระดับใกล้เคียง 6.0 ในทุกตำรับการทดลอง ซึ่งมีความเป็นกรดด่างของดินในช่วง 5.83 – 6.06 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับตำรับควบคุมและตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรที่มีความเป็นกรดด่างของดินเพียง 5.01 และ 5.02 ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

เมื่อปลูกกล้าปาล์มน้ำมันจนอายุครบ 9 เดือน พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินลดลง ในทุกตำรับทดลองโดยตำรับทดลองที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีจะทำให้ความเป็นกรดด่างของดินลดลงน้อยมาก ทำให้มีค่าความเป็นกรดด่างของดินหลังการทดลองในช่วง 5.50 – 5.84 โดยมีค่าความเป็นกรดด่างของดินสูงสุดในตำรับ $D+P_{35}+F_0$ คือ 5.84 และต่ำสุดในตำรับ $D+R_{35}+F_H$ คือมีความเป็นกรดด่างของดิน 4.56 และพบว่าค่าความเป็นกรดด่างของดินมีแนวโน้มลดลงตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น โดยตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าความเป็นกรดด่างของดินหลังปลูกมีค่า 4.61 – 5.64 การใส่ปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าความเป็นกรดด่างของดินในช่วง 4.56 – 5.62 และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าความเป็นกรดด่างของดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันระหว่าง 4.80 – 5.84 สำหรับตำรับทดลองควบคุมและตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรมีค่าความเป็นกรดด่างของดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่า 4.98 และ 4.93 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17

5.2 ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity : exch. acidity)

ตำรับทดลองที่มีการใช้ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง คือตำรับ $D+C_{25}+F_H$, $D+C_{35}+F_H$, $D+R_{25}+F_H$, $D+R_{35}+F_H$ และ $D+P_{25}+F_H$, $D+P_{35}+F_H$ ทำให้มีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้สูงตามลำดับ คือ 1.01, 1.03, 0.85, 0.97, 0.85 และ 0.74 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ($cmol(+)kg^{-1}$) ซึ่งมีค่าสูงกว่าในตำรับควบคุม คือ 0.69 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุดในตำรับ $D+P_{35}+F_0$ เพียง 0.11 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 0.65 – 1.03 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 0.52 – 0.97 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และตำรับทดลองที่มีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดที่

5.3 อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน (exchangeable aluminum : exch. Al)

การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพียงอย่างเดียวในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ($D+C_{25}+F_0$, $D+C_{35}+F_0$, $D+R_{25}+F_0$, $D+R_{35}+F_0$, $D+P_{25}+F_0$, $D+P_{35}+F_0$) ทำให้อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 0.07 – 0.19 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ซึ่งน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมซึ่งมีค่า 0.56 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 19)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในตำรับทดลองที่ใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 0.45 – 0.71 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่าง 0.33 – 0.66 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่าทำให้มีปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีค่าระหว่าง 0.29 – 0.57 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร คือ 0.44 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 17 ความเป็นกรดด่างของดินก่อน – หลังปลูก และปริมาณกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	pH ก่อนปลูก 1 : 5	pH หลังปลูก 1 : 5	ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล / กิโลกรัม
control	5.01 ± 0.01 c	4.98 ± 0.01 cde	0.69 ± 0.11 cde
farmer practice	5.02 ± 0.01 c	4.93 ± 0.06 def	0.61 ± 0.11 def
$D+C_{25}+F_0$	5.99 ± 0.07 ab	5.50 ± 0.05 b	0.23 ± 0.04 gh
$D+C_{25}+F_L$	5.89 ± 0.06 ab	4.88 ± 0.15 defg	0.69 ± 0.69 cde
$D+C_{25}+F_M$	5.87 ± 0.06 ab	4.92 ± 0.08 def	0.65 ± 0.10 def
$D+C_{25}+F_H$	5.89 ± 0.03 ab	4.61 ± 0.06 gh	1.01 ± 0.07 ab
$D+C_{35}+F_0$	5.90 ± 0.03 ab	5.64 ± 0.11 ab	0.25 ± 0.08 gh
$D+C_{35}+F_L$	5.90 ± 0.02 ab	4.95 ± 0.08 cdef	0.65 ± 0.12 def
$D+C_{35}+F_M$	5.91 ± 0.06 ab	4.91 ± 0.09 def	0.74 ± 0.10 bcde
$D+C_{35}+F_H$	5.83 ± 0.03 b	4.67 ± 0.07 fgh	1.03 ± 0.04 a
$D+R_{25}+F_0$	5.83 ± 0.02 b	5.51 ± 0.07 b	0.24 ± 0.03 gh
$D+R_{25}+F_L$	5.93 ± 0.07 ab	4.93 ± 0.09 def	0.59 ± 0.11 def
$D+R_{25}+F_M$	5.89 ± 0.06 ab	4.89 ± 0.10 defg	0.72 ± 0.07 cde
$D+R_{25}+F_H$	5.89 ± 0.06 ab	4.57 ± 0.17 h	0.85 ± 0.10 abcd
$D+R_{35}+F_0$	5.92 ± 0.10 ab	5.62 ± 0.03 ab	0.16 ± 0.03 gh
$D+R_{35}+F_L$	6.02 ± 0.12 ab	5.06 ± 0.04 cde	0.52 ± 0.07 ef
$D+R_{35}+F_M$	5.91 ± 0.09 ab	4.80 ± 0.10 efgh	0.62 ± 0.08 def
$D+R_{35}+F_H$	6.06 ± 0.03 a	4.56 ± 0.11 h	0.97 ± 0.15 abc
$D+P_{25}+F_0$	5.91 ± 0.05 ab	5.76 ± 0.06 ab	0.12 ± 0.02 gh
$D+P_{25}+F_L$	5.90 ± 0.09 ab	5.14 ± 0.06 cd	0.40 ± 0.07 fg
$D+P_{25}+F_M$	5.91 ± 0.04 ab	5.09 ± 0.08 cde	0.55 ± 0.07 ef
$D+P_{25}+F_H$	5.84 ± 0.03 b	4.86 ± 0.21 defg	0.85 ± 0.07 abcd
$D+P_{35}+F_0$	6.04 ± 0.02 ab	5.84 ± 0.04 a	0.11 ± 0.01 h
$D+P_{35}+F_L$	5.93 ± 0.08 ab	5.23 ± 0.02 c	0.39 ± 0.08 fgh
$D+P_{35}+F_M$	5.94 ± 0.05 ab	5.03 ± 0.05 cde	0.55 ± 0.04 ef
$D+P_{35}+F_H$	6.05 ± 0.06 a	4.80 ± 0.05 efgh	0.74 ± 0.06 bcde
F-test	**	**	**
C.V. (%)	2.02	3.59	11.05

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

5.4 ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen : total N)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 0.82 กรัมต่อกิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง ซึ่งมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกมีค่าระหว่าง 0.99 – 1.38 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับในตำรับทดลองที่ใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ที่มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันระหว่าง 0.90 – 1.34 กรัมต่อกิโลกรัม และการใช้วัสดุอินทรีย์ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีแนวโน้มมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ตารางที่ 18)

สำหรับตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 0.90 – 1.10 กรัมต่อกิโลกรัม ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์นั้นทำให้มีไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกสูงกว่าการใช้ขุยมะพร้าวโดยมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าระหว่าง 1.10 – 1.29 กรัมต่อกิโลกรัม และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุดโดยมีค่าระหว่าง 1.21 – 1.38 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรที่มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 1.30 กรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 18

5.5 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus : avai. P)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีการสะสมของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าสูงสุดในตำรับทดลองที่มีการใส่โดโลไมต์และใช้แกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{25}+F_H$) คือ 267.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่ำสุดในตำรับควบคุมที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียง 4.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ($D+C_{25}+F_0$, $D+C_{35}+F_0$, $D+R_{25}+F_0$, $D+R_{35}+F_0$, $D+P_{25}+F_0$, $D+P_{35}+F_0$) โดยมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระหว่าง 4.84 – 9.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18)

สำหรับตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง พบว่า มีการสะสมฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ในดินในปริมาณสูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ และใช้วัสดุอินทรีย์

5.6 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium : exch. K)

ตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าในตำรับควบคุมที่มีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด คือ 0.12 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดในตำรับทดลองที่มีการใส่โดโลไมต์และใช้แกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{25}+F_H$) คือ 0.52 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก คือ 0.31 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 18)

สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์อัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 0.33 – 0.42 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกระหว่าง 0.18 – 0.52 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ทำให้มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 0.19 – 0.49 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ไนโตรเจนทั้งหมด กรัม / กิโลกรัม	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มิลลิกรัม / กิโลกรัม	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล / กิโลกรัม
control	0.82 ± 0.02 k	4.52 ± 0.44 g	0.12 ± 0.01 f
farmer practice	1.30 ± 0.06 abcd	94.60 ± 4.24 f	0.31 ± 0.03 cde
$D+C_{25}+F_0$	0.90 ± 0.02 jk	4.84 ± 0.33 g	0.33 ± 0.05 bcde
$D+C_{25}+F_L$	0.99 ± 0.04 ij	131.06 ± 16.93 e	0.40 ± 0.06 abcd
$D+C_{25}+F_M$	1.04 ± 0.02 ghi	208.69 ± 10.04 d	0.42 ± 0.04 abc
$D+C_{25}+F_H$	1.05 ± 0.03 ghi	259.34 ± 4.73 a	0.38 ± 0.03 abcd
$D+C_{35}+F_0$	1.03 ± 0.07 efghi	7.23 ± 0.92 g	0.33 ± 0.03 bcde
$D+C_{35}+F_L$	1.02 ± 0.02 hij	159.69 ± 12.58 e	0.40 ± 0.02 abcd
$D+C_{35}+F_M$	1.10 ± 0.03 fghi	214.92 ± 5.60 bcd	0.40 ± 0.03 abcd
$D+C_{35}+F_H$	1.07 ± 0.03 ghi	244.96 ± 12.69 ab	0.37 ± 0.03 abcd
$D+R_{25}+F_0$	1.18 ± 0.03 defg	7.03 ± 0.53 g	0.18 ± 0.02 ef
$D+R_{25}+F_L$	1.10 ± 0.03 fghi	149.85 ± 16.87 e	0.37 ± 0.04 abcd
$D+R_{25}+F_M$	1.14 ± 0.04 efgh	210.62 ± 6.91 cd	0.36 ± 0.04 abcd
$D+R_{25}+F_H$	1.13 ± 0.04 efghi	267.47 ± 15.11 a	0.52 ± 0.14 a
$D+R_{35}+F_0$	1.29 ± 0.05 abcd	9.74 ± 0.66 g	0.18 ± 0.01 ef
$D+R_{35}+F_L$	1.26 ± 0.03 abcde	154.88 ± 11.53 e	0.38 ± 0.02 abcd
$D+R_{35}+F_M$	1.29 ± 0.09 abc	225.95 ± 8.33 bcd	0.51 ± 0.04 a
$D+R_{35}+F_H$	1.22 ± 0.04 cdef	242.96 ± 9.06 abc	0.49 ± 0.04 ab
$D+P_{25}+F_0$	1.21 ± 0.02 cdef	6.46 ± 0.13 g	0.19 ± 0.01 ef
$D+P_{25}+F_L$	1.25 ± 0.03 abcde	160.20 ± 4.59 e	0.40 ± 0.07 abcd
$D+P_{25}+F_M$	1.22 ± 0.03 cdef	214.27 ± 7.26 bcd	0.37 ± 0.02 abcd
$D+P_{25}+F_H$	1.24 ± 0.03 bcdef	239.02 ± 11.67 abcd	0.45 ± 0.12 abc
$D+P_{35}+F_0$	1.34 ± 0.05 abc	8.26 ± 0.57 g	0.24 ± 0.01 def
$D+P_{35}+F_L$	1.35 ± 0.04 abc	155.13 ± 16.23 e	0.38 ± 0.04 abcd
$D+P_{35}+F_M$	1.37 ± 0.08 ab	223.75 ± 12.13 bcd	0.45 ± 0.02 abc
$D+P_{35}+F_H$	1.38 ± 0.04 a	242.80 ± 18.81 abc	0.49 ± 0.04 ab
F-test	**	**	**
C.V. (%)	7.15	13.52	11.05

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

5.7 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium : exch. Ca)

ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูกมีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าในตำรับควบคุมที่มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด คือ 0.87 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดในตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร คือ 4.33 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 19)

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มลดต่ำลง ตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นโดยตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์ร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 2.37 – 3.92 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน

การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์อัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกมีค่าระหว่าง 1.94 – 3.24 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่าง 1.52 – 3.25 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ทำให้มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 1.86 – 3.92 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ดังตารางที่ 19

5.8 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium : exch. Mg)

ตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์ ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้หลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 0.36 – 0.64 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรที่มีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก 0.36 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 0.32 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 19) ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ มีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระหว่าง 0.49 – 1.49 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ มีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 0.38 – 1.25 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์ มีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 0.36 – 1.36 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน

สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวเป็นวัสดุปลูกและไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า หลังการทดลองทำให้มีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง คือ มีค่าระหว่าง 0.92 – 1.49 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และสูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (0.32 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน) และตำรับที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกตำรับการทดลอง ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล / กิโลกรัม	แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล / กิโลกรัม	แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล / กิโลกรัม
control	0.56 ± 0.08 abcde	0.87 ± 0.13 h	0.32 ± 0.01 h
farmer practice	0.44 ± 0.05 bcde	4.33 ± 0.71 a	0.36 ± 0.03 gh
$D+C_{25}+F_0$	0.19 ± 0.04 fghi	2.72 ± 0.34 bcdefg	1.21 ± 0.08 bc
$D+C_{25}+F_L$	0.46 ± 0.13 abcde	2.52 ± 0.53 cdefg	0.58 ± 0.15 efg
$D+C_{25}+F_M$	0.45 ± 0.11 bcde	2.60 ± 0.35 cdefg	0.60 ± 0.09 efg
$D+C_{25}+F_H$	0.71 ± 0.09 a	1.94 ± 0.10 efgh	0.49 ± 0.05 efgh
$D+C_{35}+F_0$	0.17 ± 0.01 ghi	3.24 ± 0.28 abcd	1.49 ± 0.08 a
$D+C_{35}+F_L$	0.46 ± 0.09 abcde	3.12 ± 0.53 abcdef	0.62 ± 0.08 ef
$D+C_{35}+F_M$	0.52 ± 0.09 abcde	3.01 ± 0.28 bcdef	0.64 ± 0.08 e
$D+C_{35}+F_H$	0.69 ± 0.03 ab	2.58 ± 0.16 cdefg	0.49 ± 0.02 efgh
$D+R_{25}+F_0$	0.17 ± 0.04 ghi	2.37 ± 0.32 cdefg	0.92 ± 0.06 d
$D+R_{25}+F_L$	0.47 ± 0.12 abcde	1.97 ± 0.39 defgh	0.48 ± 0.10 efgh
$D+R_{25}+F_M$	0.49 ± 0.08 abcde	1.75 ± 0.29 gh	0.41 ± 0.07 efgh
$D+R_{25}+F_H$	0.59 ± 0.11 abcd	1.52 ± 0.16 gh	0.39 ± 0.03 efgh
$D+R_{35}+F_0$	0.14 ± 0.02 hi	3.25 ± 0.17 abcd	1.25 ± 0.04 bc
$D+R_{35}+F_L$	0.33 ± 0.08 defghi	3.08 ± 0.36 bcdef	0.53 ± 0.11 efgh
$D+R_{35}+F_M$	0.42 ± 0.09 bcdef	3.02 ± 0.46 bcdef	0.60 ± 0.09 efg
$D+R_{35}+F_H$	0.66 ± 0.13 abc	2.02 ± 0.07 defgh	0.38 ± 0.01 fgh
$D+P_{25}+F_0$	0.10 ± 0.01 hi	3.50 ± 0.38 abc	1.12 ± 0.10 cd
$D+P_{25}+F_L$	0.29 ± 0.08 efghi	2.76 ± 0.25 bcdefg	0.52 ± 0.07 efgh
$D+P_{25}+F_M$	0.42 ± 0.08 bcdef	2.40 ± 0.46 cdefg	0.44 ± 0.08 efgh
$D+P_{25}+F_H$	0.57 ± 0.06 abc	1.86 ± 0.25 fgh	0.36 ± 0.06 gh
$D+P_{35}+F_0$	0.07 ± 0.03 i	3.92 ± 0.21 ab	1.36 ± 0.08 ab
$D+P_{35}+F_L$	0.29 ± 0.06 efghi	3.18 ± 0.53 abcde	0.58 ± 0.06 efg
$D+P_{35}+F_M$	0.35 ± 0.03 defgh	3.12 ± 0.15 abcdef	0.55 ± 0.05 efgh
$D+P_{35}+F_H$	0.44 ± 0.08 bcde	2.59 ± 0.69 cdefg	0.47 ± 0.07 efgh
F-test	**	**	**
C.V. (%)	38.68	27.82	22.51

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

5.9 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium : exch. Na)

ตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์ทุกตำรับทดลองมีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 0.19 – 0.28 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 20) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกรที่มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูก 0.21 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และ พบว่า มีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 0.16 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 0.23 – 0.28 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 0.19 – 0.22 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์ มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ระหว่าง 0.19 – 0.23 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ดังตารางที่ 20

5.10 กำมะถันที่สกัดได้ (extractable sulfur : extr. SO_4^{2-} – S)

ปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม คือ 24.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินสูงสุดในตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร คือ 69.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับทดลอง (ตารางที่ 20)

สำหรับตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์อัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินหลังปลูกมีค่าระหว่าง 28.48 – 34.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่ากำมะถันที่สกัดได้ในดินมีค่าระหว่าง 31.06 – 40.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ทำให้มีกำมะถันที่สกัดได้ในดินมีค่าระหว่าง 30.15 – 45.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 20

5.11 อินทรียวัตถุ (organic matter : O.M.)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์จาก ขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน โดยมีค่าสูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่มีอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกต่ำสุดเพียง 15.75 กรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใช้วัสดุอินทรีย์เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 20) สำหรับตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับ

ตารางที่ 20 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ กำมะถันที่สกัดได้ และอินทรียวัตถุในดินหลังปลูก (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล/ กิโลกรัม	กำมะถันที่สกัดได้ มิลลิกรัม/ กิโลกรัม	อินทรียวัตถุในดิน กรัม/ กิโลกรัม
control	0.16 ± 0.01 e	24.04 ± 0.87 g	15.75 ± 0.65 h
farmer practice	0.21 ± 0.01 cde	69.85 ± 7.18 a	32.64 ± 2.31 cdefg
$D+C_{25}+F_0$	0.26 ± 0.03 abc	30.27 ± 2.09 efg	37.23 ± 1.14 bcde
$D+C_{25}+F_L$	0.23 ± 0.01 abcd	30.51 ± 3.05 defg	37.69 ± 1.27 bc
$D+C_{25}+F_M$	0.24 ± 0.00 abcd	28.51 ± 1.40 fg	37.16 ± 1.11 bcde
$D+C_{25}+F_H$	0.24 ± 0.02 abcd	30.00 ± 1.97 efg	37.43 ± 1.35 bcd
$D+C_{35}+F_0$	0.28 ± 0.02 a	28.48 ± 1.45 fg	42.25 ± 1.73 ab
$D+C_{35}+F_L$	0.26 ± 0.01 abc	30.75 ± 1.05 defg	40.64 ± 2.79 ab
$D+C_{35}+F_M$	0.27 ± 0.01 ab	34.38 ± 2.18 defg	43.25 ± 1.09 a
$D+C_{35}+F_H$	0.26 ± 0.01 abc	32.77 ± 1.38 defg	44.43 ± 0.27 a
$D+R_{25}+F_0$	0.22 ± 0.01 bcd	32.49 ± 1.19 defg	29.92 ± 0.56 fg
$D+R_{25}+F_L$	0.19 ± 0.01 de	34.14 ± 1.88 defg	28.39 ± 2.00 fg
$D+R_{25}+F_M$	0.21 ± 0.00 cd	35.29 ± 1.81 cdef	27.99 ± 1.53 fg
$D+R_{25}+F_H$	0.22 ± 0.03 bcd	40.62 ± 5.48 bcde	28.65 ± 1.09 fg
$D+R_{35}+F_0$	0.22 ± 0.00 bcd	31.06 ± 1.19 defg	33.53 ± 1.17 cdef
$D+R_{35}+F_L$	0.20 ± 0.01 de	32.37 ± 1.08 defg	31.77 ± 1.99 efg
$D+R_{35}+F_M$	0.22 ± 0.01 cd	39.11 ± 4.50 bcdef	33.57 ± 3.81 cdef
$D+R_{35}+F_H$	0.22 ± 0.01 bcd	39.94 ± 6.63 bcde	30.81 ± 1.13 fg
$D+P_{25}+F_0$	0.22 ± 0.02 bcd	30.15 ± 0.65 efg	27.32 ± 0.80 g
$D+P_{25}+F_L$	0.20 ± 0.01 de	31.87 ± 2.98 defg	28.39 ± 1.70 fg
$D+P_{25}+F_M$	0.19 ± 0.00 de	33.68 ± 3.48 defg	27.70 ± 1.89 g
$D+P_{25}+F_H$	0.22 ± 0.01 cd	34.52 ± 4.05 defg	28.81 ± 1.30 fg
$D+P_{35}+F_0$	0.23 ± 0.02 bcd	38.21 ± 1.24 bcdef	32.32 ± 0.91 cdefg
$D+P_{35}+F_L$	0.22 ± 0.01 cd	41.39 ± 1.49 bcd	32.08 ± 1.59 defg
$D+P_{35}+F_M$	0.21 ± 0.02 cd	45.92 ± 5.03 b	32.53 ± 2.52 cdefg
$D+P_{35}+F_H$	0.23 ± 0.02 abcd	45.66 ± 3.87 bc	31.17 ± 1.22 fg
F-test	**	**	**
C.V. (%)	13.98	18.01	10.19

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อ D = ปูนโดโลไมต์ C = ขุยมะพร้าว R = แกลบ P = เส้นใยปาล์ม F = อัตราปุ๋ยเคมี

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมบัติของดินและการดูดใช้ธาตุอาหารพืช

1.1 ความเป็นกรดด่างของดิน

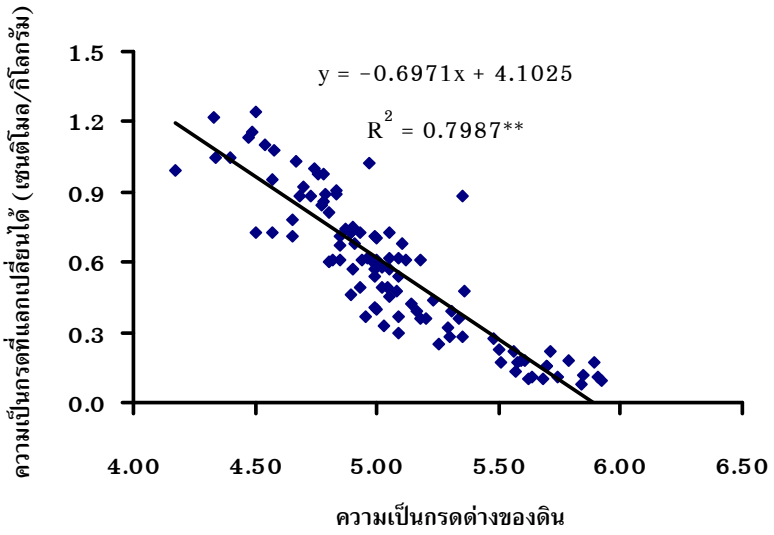
ชุดดินอ่าวลึกที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันกันอย่างแพร่หลาย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คือ มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันต่ำ ดินมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.04) และมีปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 1.04 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 7) จัดว่ามีระดับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง (Landon, 1991) ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อมีการบ่มดินด้วยปูนโดโลไมต์ปรับความเป็นกรดด่างของดินจาก 5.04 เป็น 6.0 พบว่า ต้องใส่ปูนโดโลไมต์ที่ระดับ 0.3592 กรัมต่อดิน 500 กรัม เพื่อปรับความเป็นกรดด่างของดินให้ได้ 6.0 (รูปที่ 1) รวมทั้งมีการใส่วัสดุอินทรีย์ จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันและใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่ม ทำให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มมากขึ้น และอะลูมินัมมีการละลายออกมาลดลง ทำให้การดูดกินธาตุอาหารของรากพืชเพิ่มขึ้นส่งผลให้ดินมีสภาพเหมาะสมต่อการปลูกพืช (Havlin *et al*., 2005) การใส่ปูนโดโลไมต์ก่อนการปลูกกล้าปาล์มน้ำมันทำให้มีความเป็นกรดด่างของดินในช่วง 5.83 – 6.06 ซึ่งเป็นช่วงความเป็นกรดด่างของดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืช

เมื่อปลูกกล้าปาล์มน้ำมันเป็นเวลา 5 เดือน จนต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุครบ 9 เดือน พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินหลังการทดลองลดลงทุกตำรับการทดลองโดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.56 – 5.84 (ตารางที่ 17) และมีแนวโน้มมีค่าความเป็นกรดด่างของดินลดลงตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไปในดินติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะให้ผลตกค้างของความเป็นกรดเกิดขึ้นกับดินนั้น โดยเฉพาะปุ๋ยที่มีเกลือของแอมโมเนียมรูปต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ทั้งนี้แอมโมเนียมเมื่ออยู่ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะถูกออกซิไดซ์ (oxidize) ให้กลายเป็นไนเทรตโดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) และขณะที่เปลี่ยนเป็นไนเทรตก็จะปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ออกมาซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ตำรับทดลองที่มีการให้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นทำให้การดูดกินธาตุอาหารของรากพืชสูงกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดด่างของดินลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในสารละลายดิน เมื่อรากพืชดูดใช้ธาตุอาหารในรูปของประจุบวกที่เป็นด่าง (basic cation) เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม จากสารละลายดิน รากพืชจะปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกมาแลกเปลี่ยนกับไอออน

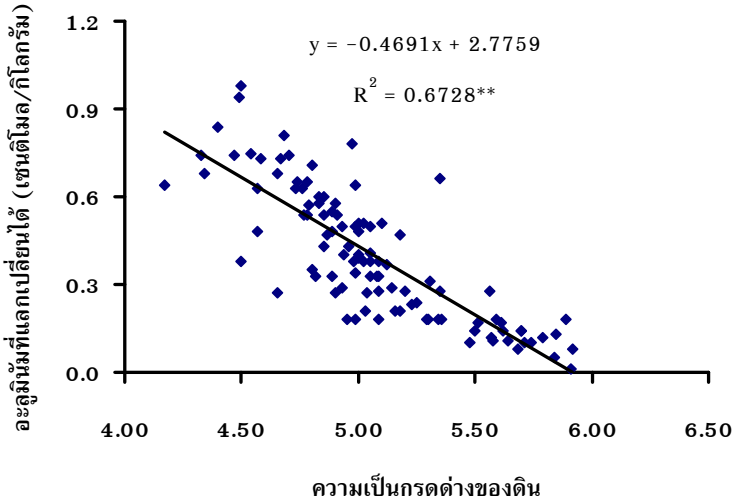
1.2 ความเป็นกรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

การใส่ปูนโดโลไมต์ นอกจากเพิ่มแคลเซียม แมกนีเซียมให้กับดินและทำให้ความเป็นกรดด่าง ของดินสูงขึ้นแล้ว ยังลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำรับทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและมีการใช้ปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน หลังการทดลองพบว่าทำให้มีค่าความเป็นกรดด่างของดินลดลงเพียงเล็กน้อย คือ อยู่ในช่วง 5.50 – 5.84 ส่งผลให้สามารถลดความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ของดินลดลงอยู่ในช่วง 0.11 – 0.25 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 17) และลดความเป็นพิษของอะลูมินัมโดยมีค่าอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วง 0.07 – 0.19 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 19) และต่ำกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่มีค่ากรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.69 และ 0.56 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ตามลำดับ เนื่องจากการใส่อินทรียวัตถุลงในดินกรดสามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมได้ กรดอินทรีย์จากอินทรียวัตถุ เช่น กรดซิตริก (citric acid) กรดฟูลวิก (fulvic acid) ทำปฏิกิริยากับอะลูมินัมเป็น Al – citrate และ Al – fulvate (Hue *et al*.,1986) เช่นเดียวกับที่ Takahashi และคณะ (1995) รายงานว่า สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในสารละลายดิน ได้แก่ ฮิวมัส (humus) และสารอะโลโฟนิก (allophonic materials) สามารถทำปฏิกิริยากับอะลูมินัมเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้อะลูมินัมในสารละลายดินลดลง สรัญญา และคณะ (2548) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกในดินจนทำให้ดินมีอินทรียวัตถุถึง 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปูนโดโลไมต์มีส่วนช่วยทำให้ความเป็นกรดของดิน และปริมาณอะลูมินัมในดินลดลงอย่างชัดเจน โดยการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้เกิดการตกตะกอนร่วมของอะลูมินัม หรือเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะลูมินัมกับอินทรียวัตถุลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในสารละลายดินได้ โดยตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุอินทรีย์ในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีแนวโน้มทำให้สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมลงได้ดีกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์อัตรา 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร นอกจากนั้นการใส่ปูนโดโลไมต์ยังเป็นการเพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมให้กับดินอีกด้วย ส่งผลให้กรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลง (ตารางที่ 17 และ ตารางที่ 19) สอดคล้องกับสรัญญา และคณะ (2550) รายงานว่า การใส่ปูนขาวและปูนโดโลไมต์เพื่อปรับความเป็นกรดด่างของดินให้สูงขึ้นเป็น 5.5 สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดินและยังเป็นการเพิ่มแคลเซียม และแมกนีเซียมให้กับดินอีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของอัตราปุ๋ยเคมีทุกตำรับการทดลองทำให้มีผลตกค้างเป็นกรดทำให้มีค่าความเป็นกรดด่างของดินลดต่ำลงตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณกรด และอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความ

ความเป็นกรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นโดยตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงทำให้ดินมีกรดที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 0.74 – 1.03 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และมีค่าอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.44 – 0.71 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำรับควบคุมที่มีค่ากรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.69 และ 0.56 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผลตกค้างของความเป็นกรดจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไปในดินอย่างต่อเนื่องทำให้ความเป็นกรดด่างของดินลดต่ำลงส่งผลให้อะลูมินัมละลายออกมามาก (Havlin *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตาม ระดับความเป็นกรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันมากนัก เนื่องจากมีรายงานว่าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความเป็นกรดด่างของดินประมาณ 5.0 – 5.5 (Paramananthan, 2003) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีกรดและอะลูมินัมสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ความสามารถในการทนทานอะลูมินัมได้ของกล้าปาล์มน้ำมันซึ่งอาจปรับตัวโดยการสร้างกรดอินทรีย์และขับออกมาบริเวณรอบ ๆ รากพืชเพื่อจับกับอะลูมินัมไอออน ทำให้ดินมีความเป็นกรดด่างของดินต่ำลง เช่นเดียวกับยางพาราและกระถินเทพาที่ปลดปล่อยกรดซิทริก มะม่วงหิมพานต์ปลดปล่อยกรดออกซาเลต (Onthong, 2000) ส่งผลให้ความเป็นกรดด่างของดินลดลง แต่สภาพกรดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันมากนัก ทั้งในด้านความสูง จำนวนใบ ความยาวแกนทางใบ และเส้นรอบโคนต้น ทั้งนี้การเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างของดินกับปริมาณกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างของดินกับปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

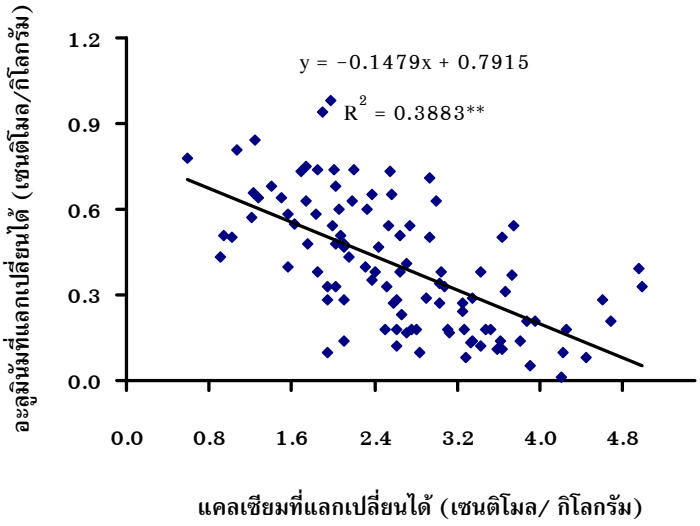
1.3 แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับควบคุมมีค่าต่ำ คือ 0.87 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปูนโดโลไมต์และไม่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ที่ทำให้มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากปูนโดโลไมต์ ในสภาพที่มีความชื้นในดินจะแตกตัวให้แคลเซียมแก่ดินโดยตรง ซึ่งจะแทนที่พวกกรดที่ถูกดูดซับที่คอลลอยด์ดินทั้ง Al^{3+} และ H^{+} เพื่อให้ออกมาทำปฏิกิริยากับ OH^{-} ทำให้ปริมาณของ Al^{3+} และ H^{+} ลดลงส่งผลให้ความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มขึ้น (สุมาลี, 2536 ; เจริญ และคณะ, 2540) ทำให้ธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่ได้รับการปรับปรุงดินโดยวัสดุปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เจริญเติบโตดีกว่าที่ไม่ปรับปรุงดิน โดยแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นในดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยมีค่า $R^2 = 0.3883^{**}$ (รูปที่ 4) อย่างไรก็ตาม ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินโดยการใส่วัสดุปูนโดโลไมต์ร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยจึงดูดใช้แคลเซียมในปริมาณต่ำจึงมีการสะสมของแคลเซียมในดินในปริมาณสูง

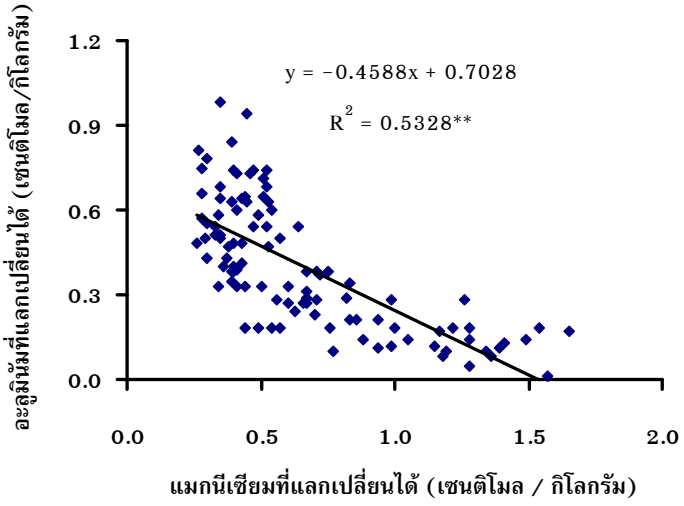
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับควบคุมมีค่าต่ำสุด คือ 0.32 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ซึ่งต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์ทุกอัตรา และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์และไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลอง ที่มีการสะสมของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูง เนื่องจากปูนโดโลไมต์ที่ใส่นั้น นอกจากจะมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบแล้วยังมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับควบคุมมีค่าต่ำสุด คือ 0.12 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับวัสดุอินทรีย์ทุกอัตรา โดยตำรับทดลองที่มีการใส่โดโลไมต์และใช้ปุ๋ยเคมีทุกตำรับทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 0.36 – 0.52 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน และใกล้เคียงกับตำรับที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเพียงอย่างเดียวและไม่ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 0.33 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน (ตารางที่ 18) ทั้งนี้เนื่องจากขุยมะพร้าวมีองค์ประกอบหลักเป็นโพแทสเซียมสูงสุดถึง 15.17 กรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าแกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 2.58 และ 5.08 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีแนวโน้มทำให้มีค่า แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่โดโลไมต์ และวัสดุอินทรีย์ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินกับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินกับอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

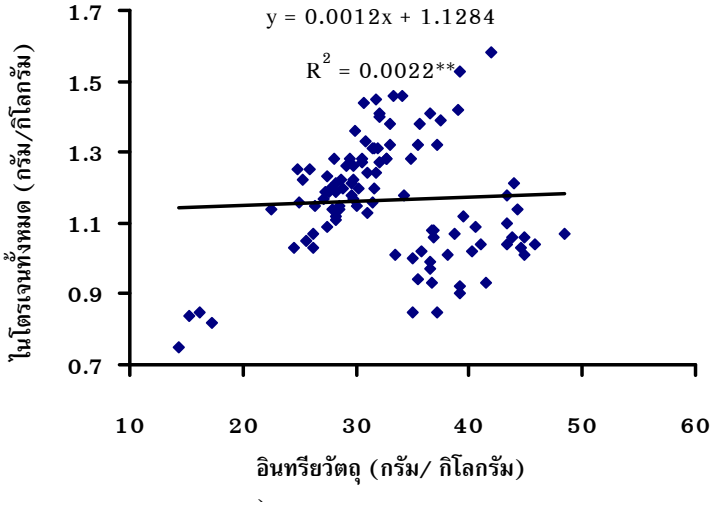
1.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่ามีแนวโน้มมีการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นในตำรับทดลองที่มีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสดุอินทรีย์ทุกตำรับทดลอง โดยมีปริมาณสะสมอยู่ในช่วง 131.06 – 267.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 94.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกร (ตารางที่ 18) ซึ่งอยู่ในระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงมาก (Landon, 1991) เนื่องจากการให้ปุ๋ยฟอสเฟตในปริมาณสูงและต้นกล้าปาล์มน้ำมันดูดใช้ฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตน้อย จึงเหลือสะสมอยู่ในดินจำนวนมาก แสดงถึงการให้ปุ๋ยฟอสเฟตสูงเกินความจำเป็น ซึ่งอาจลดการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตสำหรับการจัดการปุ๋ยกล้าปาล์มน้ำมันได้ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับ จำเป็น และคณะ (2550) รายงานว่าภายหลังการทดลองปลูกต้นกล้าลองกองเป็นเวลา 1 ปี พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลองมาก เพราะได้เติมฟอสฟอรัสลงไปอย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากฟอสฟอรัสถูกพืชดูดไปใช้ได้น้อยจึงสะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ความเป็นกรดและอะลูมินัมในดินยังมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินที่มีสภาพเป็นกรดโดยเฉพาะในตำรับควบคุมซึ่งไม่มีการปรับปรุงดินมีความเป็นกรดด่างของดินหลังปลูก 4.98 ซึ่งเป็นกรดจัดและมีอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง คือ 0.56 เซนติโมลของประจุต่อกิโลกรัมของดิน ทำให้ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดเพียง 4.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณอะลูมินัมที่สูงก็ทำให้พืชขาดฟอสฟอรัสได้เนื่องจากอะลูมินัมจะรวมตัวกับฟอสฟอรัสเป็นอะลูมินัมฟอสเฟตตกตะกอนหรือถูกยึดไว้ในดินอย่างแข็งแรง (von Uexkull, 1986)

จากผลการทดลอง เมื่อมีการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ มีแนวโน้มทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม หลังการปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันในอัตรา 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในระดับเดียวกันทุกตำรับทดลองมีการสะสมของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18) นอกจากนั้น ตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 106 กรัมต่อถุง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 140 กรัมต่อถุง ทั้งนี้เนื่องจากตำรับทดลองที่ให้ปุ๋ยเคมีอัตรา 140 กรัมต่อถุง มีค่าความเป็นกรดด่างของดินลดลงมากส่งผลให้มีปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงจึงทำให้ลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินได้ (Havlin *et al*., 2005)

1.5 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

พืชโดยทั่วไปต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณมาก จึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่รากพืชดูดใช้ในรูปไนเตรตและแอมโมเนียมไอออน ซึ่งดินโดยทั่วไปมักมีอยู่ในปริมาณน้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2547) โดยไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีค่าต่ำสุดในตำรับควบคุม (0.82 กรัมต่อกิโลกรัม) และมีค่าสูงสุดในตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์ และวัสดุอินทรีย์จากเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+P_{35}+F_H$) คือ 1.38 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราวัสดุอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยการใช้วัสดุอินทรีย์อัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรสามารถทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุอินทรีย์ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด โดยการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุอินทรีย์มีแนวโน้มทำให้มีไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกมีค่าสูงสุดในช่วง 1.21 – 1.38 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยปาล์มน้ำมันมีไนโตรเจนทั้งหมดเป็นองค์ประกอบสูงสุดถึง 10.12 กรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าขุยมะพร้าว และแกลบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 4.64 และ 6.90 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งการใช้แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์มีไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกมีค่าระหว่าง 1.10 – 1.29 กรัมต่อกิโลกรัม และต่ำสุดในตำรับทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ คือมีค่าระหว่าง 0.90 – 1.10 กรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรียที่มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงสุด คือ 91.18 (ตารางที่ 8) ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว จุลินทรีย์จะใช้สารคาร์บอนและไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์จำนวนมากแต่มีไนโตรเจนอย่างจำกัดทำให้ไม่สามารถย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ได้รวดเร็ว เมื่อผสมวัสดุอินทรีย์เหล่านี้ลงไปในดิน จุลินทรีย์ก็มักไปดึงเอาไนโตรเจนในดิน เช่น NH_4^+ หรือ NO_3^- ไปใช้สร้างองค์ประกอบของเซลล์เป็นการทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดปริมาณลงจนอาจทำให้พืชขาดธาตุไนโตรเจนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2547) ตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกจึงมีไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูก อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยมีค่า $R^2 = 0.0022^{**}$ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุในดินกับไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

1.6 กำมะถันที่สกัดได้ในดิน

กำมะถันที่สกัดได้ในดินหลังปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีปริมาณสูงสุดในตำรับทดลองที่มีการปฏิบัติตามแบบเกษตรกร คือ 69.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยเคมีในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) และคีเซอไรต์ ($MgSO_4 \cdot 4H_2O$) ซึ่งมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ 24 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงทำให้มีการสะสมกำมะถันในดินปริมาณสูง สำหรับตำรับทดลองอื่น ๆ ที่มีกำมะถันที่สกัดได้ในดินสูงอาจเนื่องมาจากมีกำมะถันปนอยู่ในปุ๋ยที่ใส่และอาจได้กำมะถันจากการสลายตัวของขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีกำมะถันในปริมาณ 2.82, 2.99 และ 2.82 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับตำรับควบคุมมีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ต่ำสุดเพียง 24.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 20) เนื่องจากไม่มีการใช้ปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน

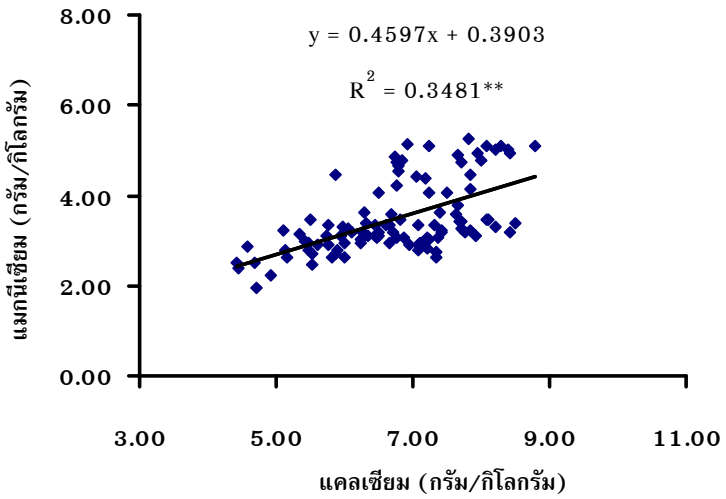
1.7 อินทรียวัตถุในดิน

ดินชุดอ่าวลึกเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างต่ำ คือ 15.42 กรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากดินในเขตร้อนโดยทั่วไป มีฝนตกชุกเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อกับการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้อินทรียวัตถุสลายตัวได้รวดเร็ว และมีการเคลื่อนย้ายสูญหายไปจากดินได้อย่างรวดเร็ว ด้วยจากการที่มีฝนตกชุกตลอดจนไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปให้แก่ดินจึงทำให้ดินโดยทั่วไปมีอินทรียวัตถุในปริมาณต่ำ (ปรัชญา และคณะ, 2540) แต่เมื่อมีการปรับปรุงดินและมีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันในการผสมเป็นวัสดุปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน หลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า การใช้วัสดุอินทรีย์

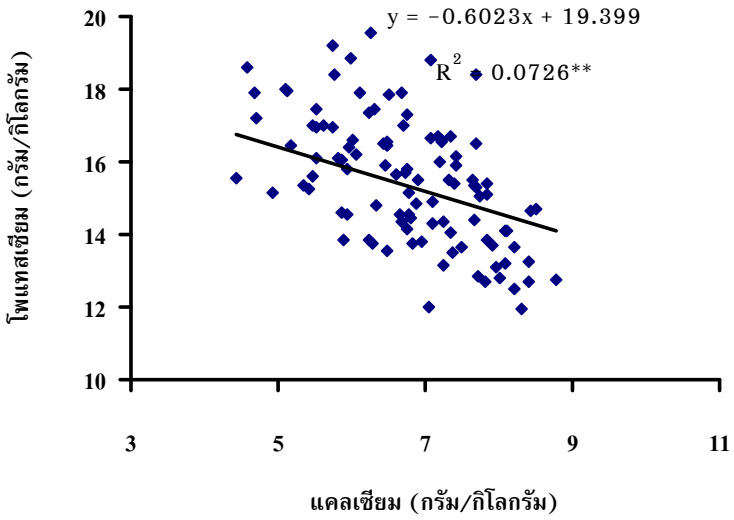
อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์อัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุยังสามารถลดพิษของอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินได้อีกด้วย

2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกล้าปาล์มน้ำมัน

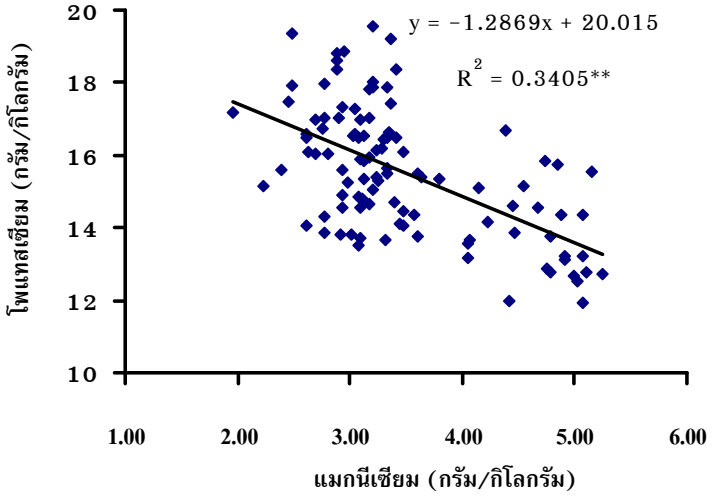
การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และกำมะถันในใบกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นกว่าตำรับควบคุม (ตารางที่ 15 และ 16) และสอดคล้องกับการทดลองของ Rambe และคณะ (2007) รายงานว่าระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 3 ในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีในระดับมาตรฐาน คือ มีความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 30.5, 2.07 และ 17.5 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในการทดลองนี้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบใกล้เคียงกับตำรับที่มีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์ และใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ มีไนโตรเจน ระหว่าง 29.72 – 33.91 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 1.97 – 2.60 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 15) และโพแทสเซียม 15.22 – 17.87 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 16) อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกันมีค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบใกล้เคียงกัน แต่จะ



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในใบกับความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในใบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ

3. การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

เนื่องจากดินชุดอ่าวลึกเป็นดินที่มีสภาพเป็นกรด (pH 5.04) มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช และมีอินทรียวัตถุในดินต่ำ คือ 15.42 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 7) การใส่ปูนโดโลไมต์เพื่อปรับความเป็นกรดด่างของดินจาก 5.04 ให้สูงขึ้นเป็น 6.0 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ คือ ขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแตกต่างไปจากตำรับควบคุม เนื่องจากวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดมีค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนค่อนข้างสูง คือ 91.8, 55.7 และ 47.0 ในขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เหล่านี้จุลินทรีย์จะใช้สารคาร์บอนและไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์จำนวนมากแต่มีไนโตรเจนอย่างจำกัดทำให้ไม่สามารถย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ได้รวดเร็ว เมื่อผสมวัสดุอินทรีย์เหล่านี้ลงไปในดิน จุลินทรีย์ก็มักไปดึงเอาไนโตรเจนในดิน เช่น NH_4^+ หรือ NO_3^- ไปใช้สร้างองค์ประกอบของเซลล์เป็นการทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดปริมาณลงจนอาจทำให้พืชขาดธาตุไนโตรเจนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุอินทรีย์เพียง 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้งในส่วนของความสูง จำนวนใบทั้งหมด ความยาวแกนทางใบ และเส้นขนาดรอบโคนต้น รวมทั้งน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และรากสูงกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสดุอินทรีย์ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น การใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปลูก มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันสูงกว่าการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ เนื่องจากในช่วงแรกของการปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า การใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์ปาล์มน้ำมันจะชะงักการเจริญเติบโต

เนื่องจากขุยมะพร้าวมีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง (91.18) ในช่วงแรกของการย่อยสลายจึงมักขาดไนโตรเจน หรือไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในทำนองเดียวกันกับการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร อย่างไรก็ตาม ตำรับทดลองที่มีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้วัสดุอินทรีย์ทุกตำรับมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบทั้งหมด ความยาวแกนทางใบ และเส้นขนาดรอบโคนต้น ไม่มีความแตกต่างกัน

การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่าง ๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยการเปลี่ยนแปลงทางการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะสังเกตได้ชัดเจนที่สุด คือ จำนวนการสร้างใบใหม่ ลักษณะของใบ และความยาวของทางใบใหม่ (สุรกิตติ และคณะ, 2547) ซึ่งจากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยการสร้างใบในระยะเริ่มต้นจะมีการสร้างทางใบค่อนข้างช้า และใบใน

4. ความเหมาะสมของการใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ระหว่างตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของตำรับที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้แกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{35}+F_H$) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 220.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม และสูงกว่าการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+P_{25}+F_H$ และ $D+P_{35}+F_H$) ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 203.22 และ 199.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการใช้ขุยมะพร้าว 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+C_{25}+F_H$ และ $D+C_{35}+F_H$) ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 198.98 และ 187.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 21) ต่ำกว่าการใช้วัสดุอินทรีย์จากแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง

นอกจากนี้ตำรับทดลองที่มีการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้ได้น้ำหนักแห้งลดต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม และมีค่าลดลงต่ำสุด (-41.99 เปอร์เซ็นต์) ในตำรับทดลองที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียว 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+C_{35}+F_0$) รองลงมาคือ ตำรับที่มีการใส่ปูนโดโลไมต์และใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียว 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ($D+C_{25}+F_0$) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่ลดลง -38.35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับตำรับควบคุม สำหรับการใช้ปูนโดโลไมต์ร่วมกับแกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักระหว่าง -8.75 ถึง 5.18 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดสามารถลดน้ำหนักถุงปลูกลงได้ และทำให้สะดวกในการขนย้ายถุงปลูกลงไปในแปลงอนุบาลและขนย้ายต้นกล้าไปปลูกในแปลง สุรกิตติ และคณะ (2547) รายงานว่าการบรรจุดินปลูกเพียงอย่างเดียวจะมีน้ำหนักถุง

การจัดการแบบเกษตรกร (Farmer) ที่มีการใช้แกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น 2.03 บาทต่อต้น ให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 172.52 เปอร์เซ็นต์ (เทียบกับตำรับควบคุม) ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้โดโลไมต์และแกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ ($D+R_{25}+F_L$) ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มขึ้น 173.22 เปอร์เซ็นต์ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าที่ 1.75 บาทต่อต้น รวมทั้งยังใกล้เคียงกับการใช้โดโลไมต์และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ ($D+P_{25}+F_L$) ที่ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น 166.17 เปอร์เซ็นต์ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าที่ 1.79 บาทต่อต้น (ตารางที่ 21) แสดงถึงการจัดการดินที่สามารถใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันในสัดส่วน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นวัสดุปรับปรุงดินร่วมกับโดโลไมต์ และใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ เป็นทางเลือกในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า แต่ให้การเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันใกล้เคียงกับการจัดการแบบเกษตรกร อย่างไรก็ตามถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตกล้าปาล์มน้ำมันให้มีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ก็ควรเพิ่มอัตราปุ๋ยเป็นอัตรากลาง (106 กรัมต่อถุง) ร่วมกับการใช้โดโลไมต์และแกลบหรือเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร การใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดินทำให้ต้นทุนการผลิตสูงสุด เนื่องจากขุยมะพร้าวมีราคาแพง 1,200 บาทต่อตัน เมื่อเทียบกับแกลบ 500 บาทต่อตัน และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 800 บาทต่อตัน โดยที่แนวโน้มของการเจริญเติบโตจากการใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันสูงกว่าการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดิน ในกรณีที่ต้องการลดน้ำหนักถุงปลูกกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อสะดวกต่อการขนย้ายก็สามารถเพิ่มวัสดุอินทรีย์ได้เป็น 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งจะได้กล้าปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้วัสดุอินทรีย์ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร แต่ต้นทุนการผลิตสูงกว่า

เนื่องจากในภาพรวม พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเจริญเติบโตสูงสุด ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่สูงขึ้นซึ่งให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราปานกลาง และยังเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ถ้าคำนึงถึงผลตอบแทนที่ได้รับในแง่ของผลผลิตและความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเลือกใช้ปุ๋ยเคมีอัตราปานกลาง (106 กรัมต่อถุง) ก็สามารถให้ผลผลิตหรือมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูง (140 กรัมต่อถุง) ซึ่งเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ถึง 34 กรัมต่อถุง หรือคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในภาพรวมระดับประเทศที่มีการผลิตกล้าปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมากก็สามารถใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้เป็นจำนวนมาก สำหรับวัสดุอินทรีย์นั้นสามารถใช้ได้ทั้งขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมันที่สัดส่วน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยการใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มทำให้กล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ขุยมะพร้าวและยังมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า

ตารางที่ 21 น้ำหนักแห้งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้วัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมี

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ ถุง)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเทียบกับควบคุม (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)	ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น/ต้น (บาท)
Control	89.07	–	–	–
Farmer	242.73	153.66	172.52	2.03
$D+C_{25}+F_0$	54.91	-34.16	-38.35	0.61
$D+C_{25}+F_L$	236.16	147.09	165.14	2.19
$D+C_{25}+F_M$	247.02	157.95	177.33	2.94
$D+C_{25}+F_H$	266.30	177.23	198.98	3.69
$D+C_{35}+F_0$	51.67	-37.40	-41.99	0.85
$D+C_{35}+F_L$	227.46	138.39	155.37	2.43
$D+C_{35}+F_M$	248.46	159.39	178.95	3.18
$D+C_{35}+F_H$	255.68	166.61	187.06	3.93
$D+R_{25}+F_0$	81.28	-7.79	-8.75	0.17
$D+R_{25}+F_L$	243.36	154.29	173.22	1.75
$D+R_{25}+F_M$	274.36	185.29	208.03	2.50
$D+R_{25}+F_H$	280.16	191.09	214.54	3.25
$D+R_{35}+F_0$	90.30	1.23	1.38	0.22
$D+R_{35}+F_L$	239.24	150.17	168.60	1.80
$D+R_{35}+F_M$	271.47	182.40	204.78	2.55
$D+R_{35}+F_H$	285.07	196.00	220.05	3.30
$D+P_{25}+F_0$	93.68	4.61	5.18	0.21
$D+P_{25}+F_L$	237.08	148.01	166.17	1.79
$D+P_{25}+F_M$	274.86	185.79	208.59	2.54
$D+P_{25}+F_H$	270.08	181.01	203.22	3.29
$D+P_{35}+F_0$	83.88	-5.19	-5.83	0.29
$D+P_{35}+F_L$	237.77	148.7	166.95	1.87
$D+P_{35}+F_M$	261.90	172.83	194.04	2.62
$D+P_{35}+F_H$	266.56	177.49	199.27	3.37

หมายเหตุ คำนวณจาก

ราคาปูนโดโลไมต์	1,800 บาทต่อตัน	ราคาแกลบ	500 บาทต่อตัน
ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 12-12-17-2	22,000 บาทต่อตัน	ราคาขุยมะพร้าว	1,200 บาทต่อตัน
ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0	8,200 บาทต่อตัน	ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมัน	800 บาทต่อตัน
ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60	12,400 บาทต่อตัน	ราคาปุ๋ยคีเซอไรต์	9,500 บาทต่อตัน
ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0	17,800 บาทต่อตัน	ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 0-3-0	2,600 บาทต่อตัน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุป

1.1 การปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์และมีการใช้วัสดุอินทรีย์จากขุยมะพร้าว แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้เนื่องจากวัสดุอินทรีย์เหล่านี้มีธาตุอาหารน้อยและย่อยสลายได้ยากจึงไม่สามารถทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแตกต่างจากตำรับควบคุม

1.2 การใส่ปูนโดโลไมต์และใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดเดียวกันในสัดส่วน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการใช้แกลบและเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรทำให้กล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตใกล้เคียงกันในตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีระดับเดียวกัน และมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุอินทรีย์

1.3 การใช้วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดสามารถทำให้สมบัติของดินหลังการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยเฉพาะ อินทรียวัตถุ และไนโตรเจนในดินเพิ่มสูงขึ้นสูงกว่าตำรับที่ไม่มีการปรับปรุงดิน แต่การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ดินมีผลตกค้างเป็นกรด ค่าความเป็นกรดด่างของดินที่ลดต่ำลงส่งผลให้กรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องยังทำให้มีการสะสมของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในปริมาณสูงเกินความจำเป็นอีกด้วย

1.4 การใส่ปูนโดโลไมต์และใช้แกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ($D+R_{35}+F_H$) ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันดีที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม ยังมีทางเลือกอื่นโดยสามารถใช้โดโลไมต์และวัสดุอินทรีย์จากแกลบหรือเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรากลาง (106 กรัมต่อถุง) ก็สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน และ สามารถทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ไม่ต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูง (140 กรัมต่อถุง) ทำให้สามารถลดปุ๋ยเคมีในการผลิตได้ถึง 34 กรัมต่อถุง ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมากในภาพรวมของประเทศได้ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 การปรับปรุงดินเพื่อปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันควรมีการใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงจะสามารถ ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ดี

2.2 การเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ควรคำนึงถึงราคา การหาได้ของวัสดุอินทรีย์ในท้องถิ่น เนื่องจากอาจมีค่าใช้จ่ายสูงในการขนส่งและต้นทุนการผลิต

2.3 การใช้ปุ๋ยเคมีควรพิจารณาลดปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตให้เหมาะสมกับความต้องการของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องจากมีการสะสมของฟอสฟอรัสมากเกินความจำเป็นและสามารถลดต้นทุนในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่. 2549. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพ ฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

กำชัย กาญจนธรเศรษฐ์, บรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์, จุมพล ยูวะนิยม และ เจริญ เจริญจำรัสชีพ. 2540. การศึกษาชนิดของวัสดุปรับสภาพความเป็นกรดของชุดดินสันป่าตองสำหรับระบบการปลูกข้าวโพดตามด้วยถั่วดำ. กรุงเทพ ฯ : กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์, มโนธรรม สัจจ์ถาวร, อดุลย์ พงศ์สุวรรณ, บรรณ บูรณะ และลิขิต เอียดแก้ว. 2531. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพ ฯ : มิตรสยาม.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 น.

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, สายใจ กิ้มสงวน และณรงค์ มะลี. 2550. ผลการใช้ปูนขาว ยิปซัมและโพแทสเซียมคลอไรค์ต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง. ว.สงขลานครินทร์ 29 (3) : 655-667.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธรเศรษฐ์ และเมธิน ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรุงเทพ ฯ : กรมพัฒนาที่ดิน.

ชูจิต มามีวัฒนะ, วัชรี บุญช่วย, สุทธิศักดิ์ ยังวนิชเศรษฐ และชาย โพรวิส. 2535. ศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันเทเนอร่าที่ได้รับปุ๋ยอัตราและระยะเวลาต่างกัน. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และวิเชียร จาฏุพจน์. 2539. การประเมินความอุดมสมบูรณ์และความต้องการธาตุอาหารของพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วในชุดดินคอหงส์. ว.สงขลานครินทร์. 18 : 35 – 42.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม สำหรับลักษณะทางเกษตรของปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์. 23 (ฉบับพิเศษ) : 691 – 704.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม และประกิจ ทองคำ. 2544. การผลิตเมล็ดพันธุ์และการอนุบาลต้นกล้า. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 2(3) : 5 –10.

นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, กิตติ บุญเลิศนิรันดร์, ระวีวรรณ สุวรรณศร และสุชาดา บุญเลิศนิรันดร์. 2547. รายงานการวิจัย : การพัฒนาแกลบและถ่านแกลบจากโรงสีข้าวเพื่อใช้ประโยชน์ในการเกษตรกรรม. วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

บุญส่ง ไกรศรพรสรร และจำเป็น อ่อนทอง. 2545. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกองในระยะต่าง ๆ. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 33 (6) : 253 – 263.

ประเสริฐ สองเมือง, วิทยา ศรีนานันท์, กรีพล ลิ้มสมวงศ์, อนนท์ สุขสวัสดิ์, ดิเรก อินตาพรหม, กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุศล. 2541. การใช้แกลบและขี้เถ้าแกลบเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. รายงานการวิจัย. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา วาสนานุกูล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน. หน้า 1-13. *ใน* การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์. 2532. แกลบกับการปรับปรุงบำรุงดิน. ว.พัฒนาที่ดิน. 27 : 33 – 34.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2549. คัมภีร์ปาล์มน้ำมันพืชเศรษฐกิจเพื่อบริโภคและอุปโภค. กรุงเทพ ฯ : มติชน.

พิทยากร ลิ่มทอง และ ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2540. ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก.หน้า 75-87. *ใน* การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนา ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

พิสมัย จันทุมา, ปราโมทย์ สุวรรณมงคล, อารักษ์ จันทุมา, เฉลิมพงษ์ ขาวช่วง, พิบูลย์ เพ็ชร์ยิ่ง, สว่างรัตน์ สมนาค. 2537. ศึกษาวัสดุและอัตราการผสมดินเพื่อชำยางในถุง. ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา กลุ่มวิจัยและพัฒนาการผลิตยาง สถาบันวิจัยยาง.

มานพ ตัณฑะเตมีย์. 2542. ดินเค็มชายทะเลของประเทศไทยและการปรับปรุง. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ. กรุงเทพ ฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เมธิน ศิริวงศ์. 2536. อิทธิพลของวัสดุปลูก ภาชนะปลูก และปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์สีดาในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ. 424 น.

เยาวภา จิระเกียรติกุล, ปรินดา ศรีรัตนะ และสุพรรณี ศรีหะนันท์. 2548. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดในระบบ substrate culture. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13 : 63 – 70.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2540. การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา. น.15-30. *ใน* การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วรรณา เลี้ยววาริน. 2538. คู่มือการวิเคราะห์ดินและปุ๋ย. สงขลา : หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิเชียร จาฏุพจน์. 2550. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัชระ สินเอี่ยม. 2537. วัสดุผสมใช้ปลูกพืชในภาชนะ. ว.พัฒนาที่ดิน. 32 : 47-49.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จ : การผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารัก วงษ์กุดเลาะ. 2541. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพ ฯ : กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร.

สมลักษณ์ ศรีฉ่ำ. 2541. วัสดุปลูกจากผักตบชวา. โครงงานวิศวกรรม : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรัญญา ดำอำภัย. 2548. ผลของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอนภาคใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สรัญญา ดำอำภัย, จำเป็น อ่อนทอง และชัยรัตน์ นิลนนท์. 2548. ผลของปุ๋ยคอกและปูนโดโลไมต์ต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอน. ว.สงขลานครินทร์ 27 (3) : 727-737.

สรัญญา ดำอำภัย, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และจำเป็น อ่อนทอง. 2550. ผลของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอนภาคใต้ของประเทศไทย. ว.สงขลานครินทร์. 29 (1) : 117-131.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

สุรกิตติ ศรีกุล, สุพร ฆังคมณี และวัชรี ศรีรักษา. 2747. การผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. หน้า 115 – 138. *ใน* ปาล์มน้ำมัน. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.กรุงเทพ ฯ. 170 น.

เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และนวลจันทร์. 2540. ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก. น. 49-62. *ใน* การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

อริสรา ทาแกง. 2546. การศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมะเขือเทศที่ปลูกในระบบหยดสารละลาย. ว.วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 22 : 46 – 57.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549. การปลูกพืชในวัสดุปลูก. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อุมาวดี ลิ้มเสถียรกุล. 2546. การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ red oak ที่ปลูกในวัสดุขุยมะพร้าวผสมทรายเมื่อได้รับธาตุอาหารไนโตรเจน แคลเซียม และโพแทสเซียมในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : เพ็ท-แพล้นพับลิชชิ่ง.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (ed. Helrich K.) Virginia : A.O.A.C.

Gillbanks, R.A. 2003. Standard agronomic procedures and practices. *In* Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yieids. (eds. T. Fairhurst., and Hardter, R.) pp.115-149, Oxford : Oxford Graphic Printers Pte Ltd.

Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 2005. Soil Fertility and Fertilizers : An Introduction to Nutrient Management. 7th ed. Prentice Hall. New Jersey. 515p.

Heriansyas and Tan, C.C. 2005. Nursery practices for production of superior oil palm planting materials. The Planter 81 : 159 – 171.

Hue, N.V., Graddock, G.R. and Adam, F. 1986. Effect of organic acid on aluminum toxicity in subsoils. Soil Sci. Am. J. 50 : 28 – 34.

Jones, J. B., Jr. 1998. Plant Nutrition Manual. Boca Raton : CRC Press.

Kushairi, A. and Rajanaidu, N. 2000. Breeding populations, seed production and nursery management In Advances In Oil Palm Research (eds. Y. Basiron, B.S. Jalani and K.W.Chan) pp. 39-96. Malaysia : Smart Print & Stationer Sdn. Bhd.

Landon, J.R. 1991. Booker Tropical Soil Manual. Booker Agriculture International Limited. New York. 474 p

Mutert, E., Esquivez, A.S., de los Santos, A.O. and Cervantes, E.O. 1999. The oil palm nursery : Foundation for High Production. Batter Crops Internationnal, 13 : 39-44.

Onthong, J. 2000. Mechanisms of tropical plants to tolerate to low available phosphorus soil. Ph.D. Thesis. Hokkaido University. Japan.

Paramananthan, S. 2003. Land Selection for Oil Palm *In* Oil Palm : Management for Large and Sustainable Yields. (ed. T. Fairhurst. and Hardter, R.) pp.27-58. Oxford Graphic Printers Pte Ltd. Oxford. 382 p.

Rambe, E.F., Bahari, T., Azis, A., Kang Kong, C. and Sidhu, M. 2007. Further evaluation of bio-compounds, organic supplements and specialty fertilizers for use in oil palm nurseries. The Planter 83 : 233 – 250.

Rankine, I and Fairhurst, T.H. 1998. Field handbook : Oil Palm Series Vol I Nurseries. Singapore : Potash and Phosphate Institute.

Redshaw, M. 2003. Utilization of field residues and mill by-products. *In* Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields. (eds. T. Fairhurst., and Hardter, R.) pp.307-320, Oxford : Oxford Graphic Printers Pte Ltd.

Takahashi, T., Fukuoka, T. and Dahlgren. R.A. 1995. Aluminum solubility and release rates from soil horizon dominated by aluminum-humus complexes. Soil Sci. Plant Nutr. 41:119-131.

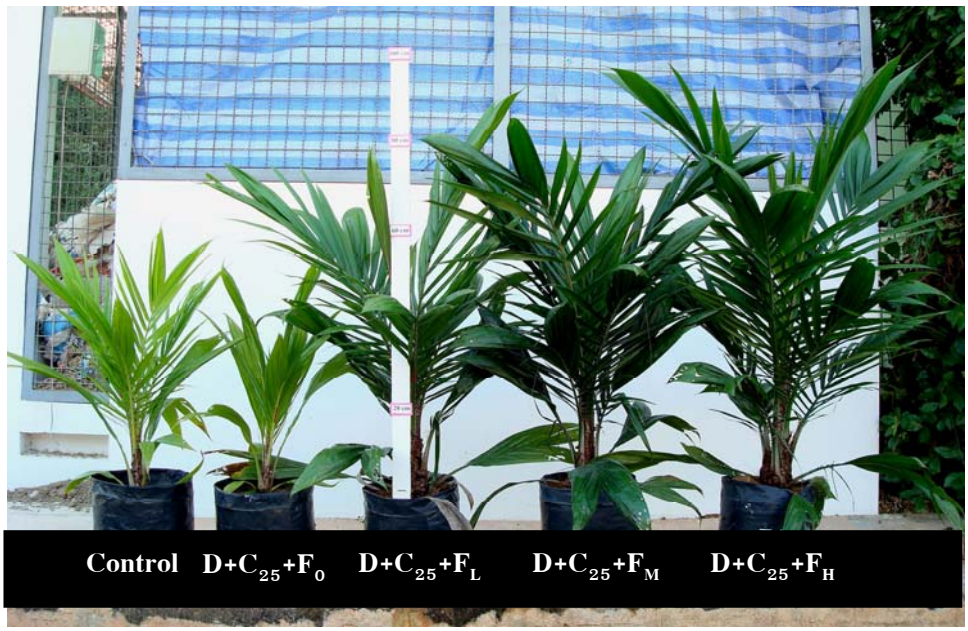
von Uexkull, H. R. 1986. Efficient fertilizer use in acid upland soils of the humid tropics. Rome : FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bull. 10.

von Uexkull, H. R. 1990. Fertilizers of oil palms. *In* Oil Palm : Fertilizer and Plantation Management. Paper presented for the Management of Oil Palm Plantations for Estate Managers in Southern Thailand at Veing Tong Hotel, Krabi, 28-30 March 1989. pp. 66 -.79. Research and Development Office, Prince of Songkla University. Songkhla. 218p.

ภาคผนวก

รูปภาคผนวกที่ 1 สภาพพื้นที่และการวางระบบการให้น้ำแบบ Sprinkler ในแปลงกล้าปาล์มน้ำมัน

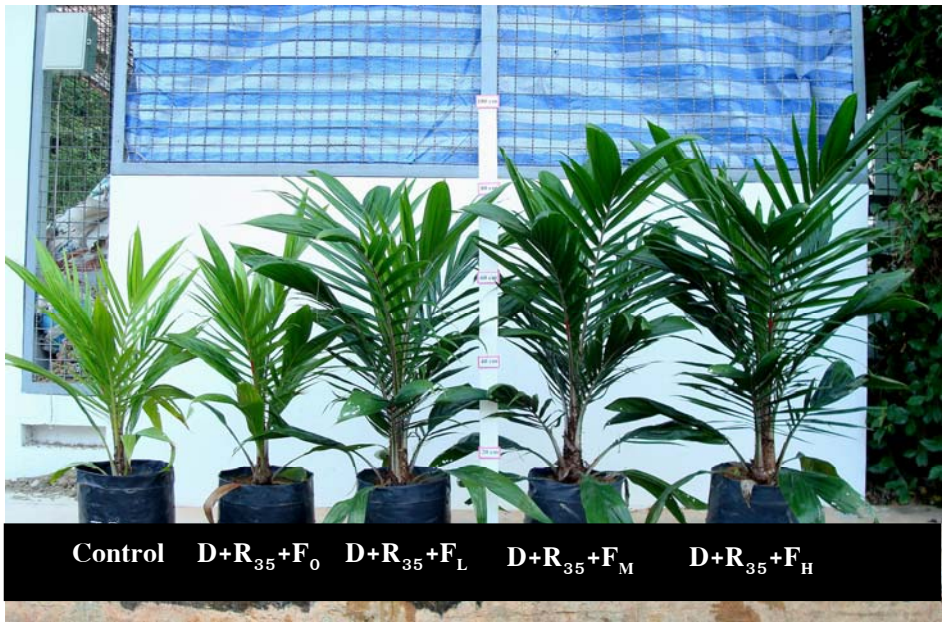
รูปภาคผนวกที่ 2 สภาพทั่วไปและลักษณะการวางตำรับการทดลองต่าง ๆ



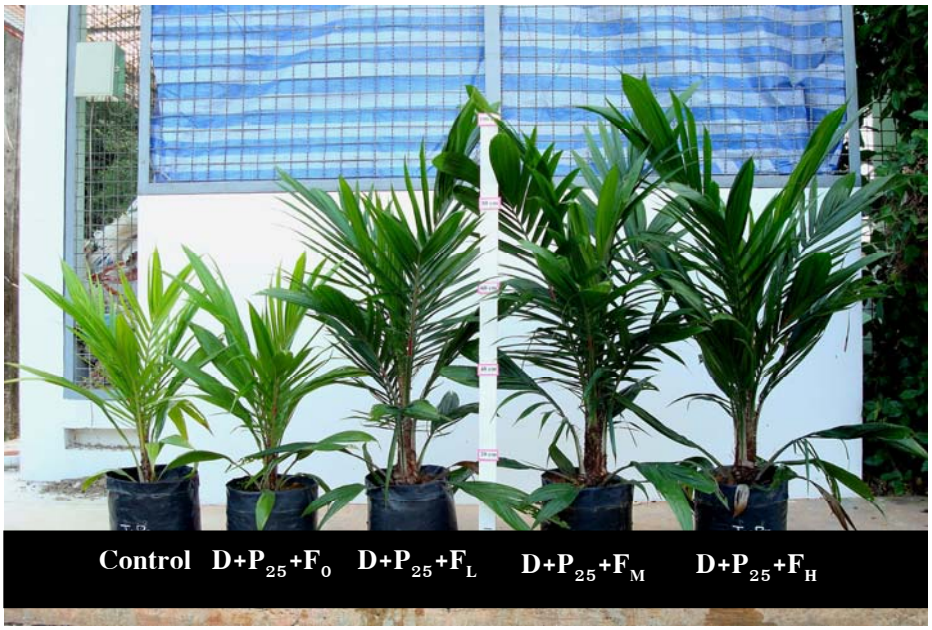
รูปภาคผนวกที่ 3 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และขุยมะพร้าว 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)

รูปภาคผนวกที่ 4 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และขุยมะพร้าว 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)

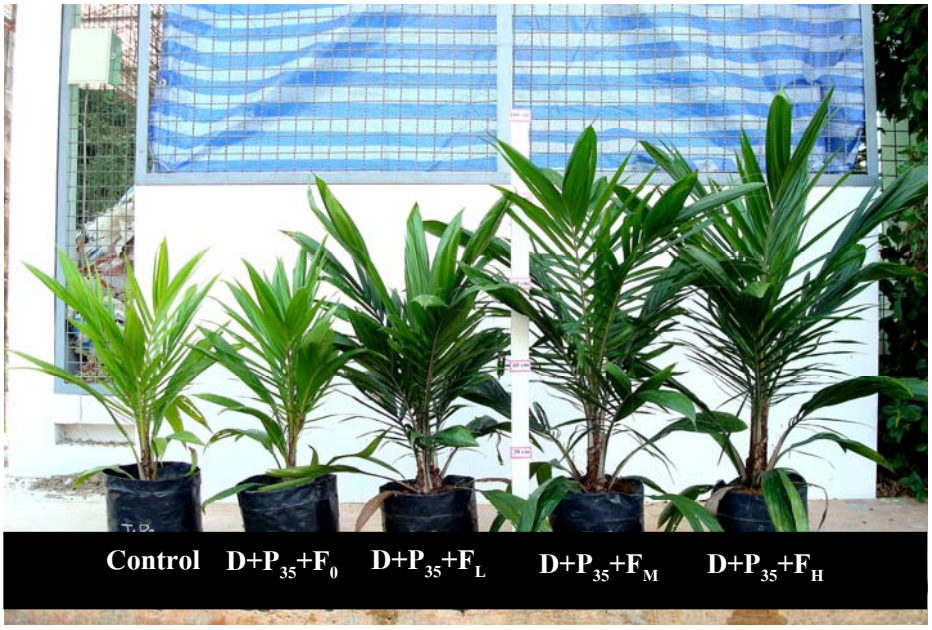
รูปภาคผนวกที่ 5 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และแกลบ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)



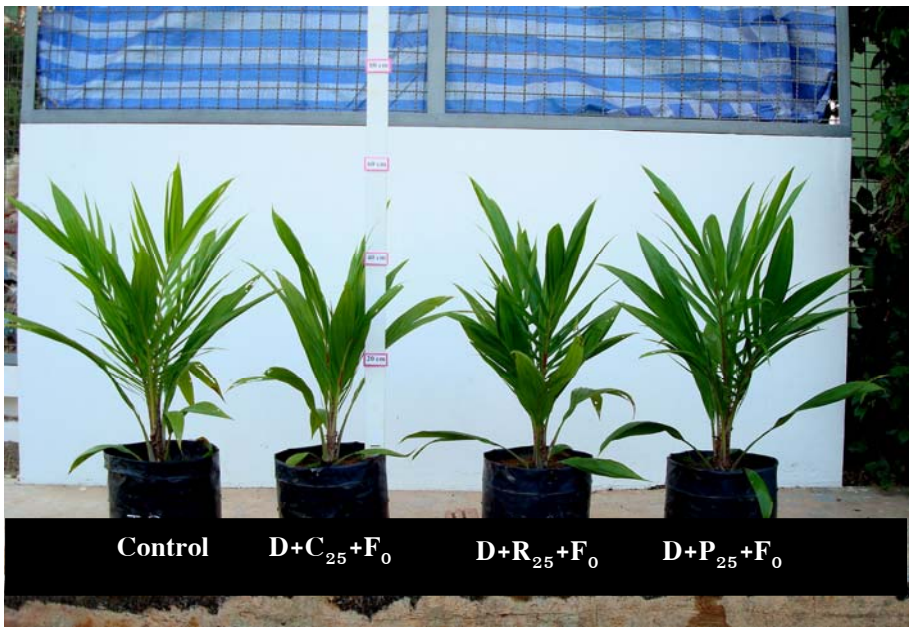
รูปภาคผนวกที่ 6 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และแกลบ 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)



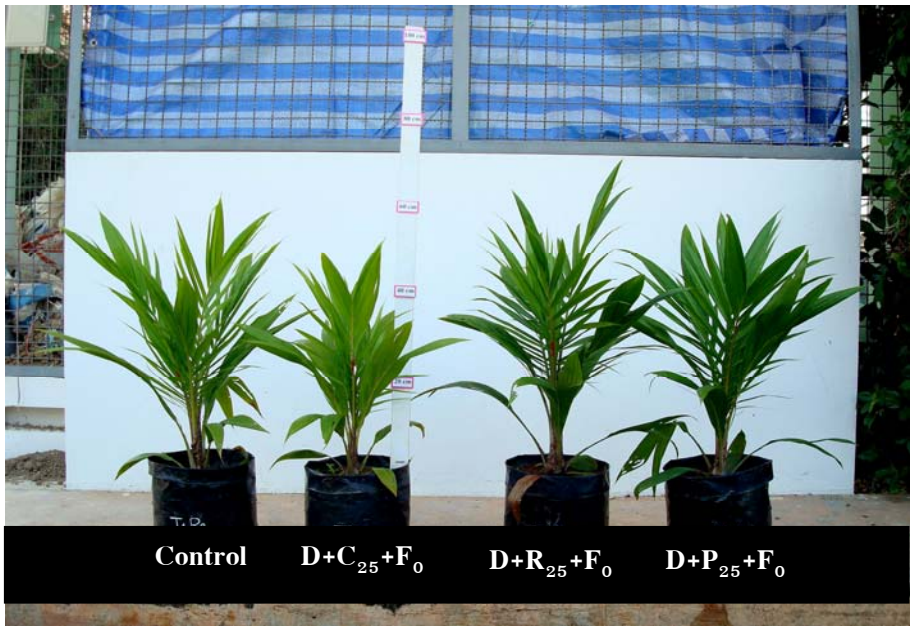
รูปภาคผนวกที่ 7 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)



รูปภาคผนวกที่ 8 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ, อัตรากลาง และอัตราสูง (ดูจากซ้ายไปขวา)



รูปภาคผนวกที่ 9 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับขุยมะพร้าว, แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ดูจากซ้ายไปขวา)



รูปภาคผนวกที่ 10 กล้าปาล์มน้ำมันเมื่ออายุครบ 9 เดือน ในตำรับทดลองควบคุม, ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับขุยมะพร้าว, แกลบ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ดูจากซ้ายไปขวา)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายอภิเชษฐ ทองส่ง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4910620069

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

ทุนการศึกษา

1. ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยวิทยานิพนธ์ สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ทุนบัณฑิตศึกษาสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

1. อภิเชษฐ ทองส่ง, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และจำเป็น อ่อนทอง. 2552. ผลของวัสดุอินทรีย์ โดโลไมต์ และปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 40(2) : 229 – 244.