รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

Development and Research on Appropriate Technologies of Oil Palm Production in the Lower South

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวบุญณิศา ฆังคมณี
Miss Bunnisa Khangkhamanee

ปี พ.ศ. 2560

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

Development and Research on Appropriate Technologies of Oil Palm Production in the Lower South

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวบุญณิศา ฆังคมณี
Miss Bunnisa Khangkhamanee

ปี พ.ศ. 2560

คำปรารภ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างนี้ เป็นโครงการวิจัยหนึ่งในแผนงานวิจัยการพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างที่เป็นงานวิจัยที่แก้ปัญหาด้านการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งการจัดทำโครงการวิจัยได้มาจากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานทางการเกษตรและวิเคราะห์พื้นที่จนได้ประเด็นปัญหา และนำมาปรับใช้และทดสอบความเหมาะสมกับพื้นที่ จนเกิดเป็นโครงการวิจัยนี้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำปรารภ	ก
สารบัญ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
ผู้วิจัย	1
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	1
บทนำ	1
บทคัดย่อ	2
กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง	5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	41

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้ากิจกรรม/การทดลอง และคณะผู้วิจัยทุกการทดลองในโครงการวิจัยนี้ ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองให้เสร็จสิ้นตามกำหนดเวลา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง ที่ให้ความกรุณาให้พื้นที่ทำแปลงทดลอง และทุกหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนข้อมูลด้านการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ และผู้บริหารสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 ผู้บริหารกรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและสนับสนุน ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยไปด้วยดี

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
Development and Research on Appropriate Technologies of Oil Palm Production in the Lower South

บุญณิศา ฆังคมณี[1] และอาริยา จูดคง[1]
Bunnisa Khangkhamanee[1] and Arriya Joodkong[1]

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ:

Benefit cost ratio (BCR), Minimum retail rate (MRR), Silica (SiO_2), Available phosphorus (Avail. P), Available potassium (Avai. K), Available Silica (Avail. SiO_2), Exchangeable potassium (Exch. K), Exchangeable magnesium (Exch. Mg), Organic matter (OM), Total nitrogen (T-N), Total phosphorus (T-P), Total potassium (T-K), Total boron (T-B), Total magnesium (T-Mg), Dolomite ($CaMgCO_3$), magnesium sulfate ($MgSO_4$), Randomized complete block design (RCBD), Nitric acid (HNO3), Sulfuric acid (H_2SO_4), Perchloric acid ($HClO_4$), Duncan's multiple range test (DMRT)

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารสูง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการผลิตทะลายสด และมีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารออกไปกับผลผลิตในปริมาณมาก (เกริกชัย, 2547) เมื่อมีการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องและเหมาะสม ทำให้ปาล์มน้ำมันแสดงอาการขาดธาตุอาหารพืช ผลผลิตต่ำ และมีต้นทุนการผลิตสูงเป็นค่าปุ๋ยถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Rankine and Fairhurst, 1998) แต่ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันและการจัดการธาตุอาหารพืชยังมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมบัติของดิน (Uexkull and Fairhurt, 1991) โดยปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทะลายสดเป็นระยะเวลานานๆ ไม่ต่ำกว่า 20 ปีติดต่อกัน ทำให้ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ลดลง เนื่องจากปริมาณซิลิกอนสูญเสียไปกับพืชในทุกๆ ครั้งที่เก็บเกี่ยว ซึ่งอาจมีผลทำให้ขาดแคลนธาตุซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริม (Beneficial elements) ถึงแม้จะพบมากในดินแต่ส่วนใหญ่จะเป็นซิลิกอนในรูปที่ไม่ละลายน้ำพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถ้าพืชอยู่ในสภาพที่มีปัจจัยต่างๆ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (ชอบ และจินตนา, 2550) ซิลิคอนมีประโยชน์ต่อพืชหลายประการ เช่น ช่วยปรับโครงสร้างของดิน ช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น ช่วยให้ใบตั้งชัน (Erectness) ลำต้นแข็งไม่ล้มง่าย ป้องกันเชื้อโรคเข้าในรากและใบ ป้องกันความเป็นพิษจากอะลูมิเนียม แมงกานีส เหล็ก และแคดเมียม นอกจากนี้ สามารถช่วยให้พืชดูดซึมธาตุอาหารพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Synder et al., 2007; ยงยุทธ, 2552) ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ซิลิกอนอย่างแพร่หลายในแปลงปาล์มน้ำมัน แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลการใช้ซิลิกอนที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังมีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นธาตุอาหารที่เหมาะสำกรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่ำเพราะถูกตรึงในดิน โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบต่างๆ ในดินได้ดี จึงทำให้ดินส่วนใหญ่มีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย จึงเป็นฟอสฟอรัสที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ประพิศ, 2534)

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8

ประกอบกับส่วนใหญ่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับปาล์มน้ำมัน นิยมใช้หินฟอสเฟตซึ่งเป็นแหล่งฟอสฟอรัสต้นทุนต่ำ แต่ปัญหาการใช้หินฟอสเฟต คือ ประสิทธิภาพการใช้ต่ำ (Khasawneh and Doll, 1979) จึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพให้ปาล์มน้ำมันสามารถใช้ฟอสฟอรัสได้เพิ่มขึ้นจากแหล่งสำรองในดิน และจากหินฟอสเฟต โดยแนวทางที่น่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันได้ คือ การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เพื่อทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุซิลิกอนสำหรับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องเหมาะสม และการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุฟอสฟอรัสสำหรับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องเหมาะสม จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตปาล์มน้ำมัน

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมัน ทำการทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง ระหว่าง ตุลาคม 2556-กันยายน 2560 โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 5 และ 7 ปี ปลูกในดินเหนียว ชุดดินแกลง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design ซึ่งการศึกษาระดับการใช้ซิลิกอน ประกอบด้วย 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ 2) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี 3) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,000 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี 4) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี ส่วนการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ประกอบด้วย 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้ 1) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ 2) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 3) 75 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 4) 50 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 5) เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนตามผลการวิเคราะห์ใบ จากการทดลอง พบว่า การใช้ซิลิกอนร่วมกับการให้ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบเพียงอย่างเดียว โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบจริงสูงสุด คือ 26.27 ตารางเซนติเมตร และ 8.9 ตารางเมตรต่อทางใบ โดยมีปริมาณผลผลิตระหว่างปีที่ 2-4 อยู่ที่ 3,196, 3,671 และ 3,483 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนในการทดลองการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต พบว่า การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ของ ผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบสูงสุด คือ 7.41 ตารางเมตรต่อทางใบ และมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูง 2,824 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็น 109.88 เปอร์เซ็นต์ของกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + การใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด 2,849 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็น 110.86 เปอร์เซ็นต์ ของกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ กรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีค่าอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากัน คือ 2.04

แต่อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของการใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีค่าสูงสุด คือ 486.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีอัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) 409.75 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ กรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + ใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุด

Abstract

Development and Research on Appropriate Technologies of Oil Palm Production in the Lower South. The objective of this study was to increase the growth and yield of oil palm. This experimental was established in October 2013-September 2017 at Phattalung Agricultural Research and Development Centre. 5 and 7 years oil palm of Suratthani 2 variety was studied. Its was cultivated in Klang soil series. The design of this experiment was Randomized Completely Block (RCBD) consisted of 5 replications, 4 treatments, as follows: 1) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis. 2) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs+ 500 mg of SiO_2/tree/year. 3) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis + 1,000 mg of SiO_2/tree/year. 4) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis + 1,500 mg of SiO_2/tree/year. For study on the effects of utilization of Phosphate Solubilizing Microorganism, It design was a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications and 5 treatments namely, 100 % of rock phosphate by the leaf recommendation fertilizer: 100 % RP), combination of 100 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 100 % RP+PSM, combination of 100 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 100 % RP+PSM, combination of 75 % RP and phosphate solubilizing microorganism:75 % RP+PSM, combination of 50 % RP phosphate solubilizing microorganism: 50 % RP+PSM and combination of 25 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 25 % RP+PSM. The 5 treatments apply to add nitrogen, potassium, magnesium, and boron fertilizers by the leaf recommendation fertilizer. The resulted for the effect of silicon we was found that oil palm trees were treated by silicon with chemical fertilizer based on oil palm leafs could be more increase the growth and yields than only treated by chemical fertilizer applied. It was shown that oil palm trees were treated by 1,500 mg of SiO_2+chemical fertilizer based on oil palm leafs analysis had the highest cross sectional area of oil palm fronds (8.94 m^2) and the highest leaf area index (26.27 cm^2) of oil palm. Yields of oil palm in the 2^{nd}-4^{th} year was 3,196 3,371 and 3,483 kg/rai, respectively. In addition The results revealed that 75%RP+PSM tended to the highest leaf area of 7.41 square meter. The highest average fresh fruit bunch of 100 % RP + PSM (2,849 kg./rai/year) was equivalent to 110.86 % of 100 % RP followed by 75 % RP + PSM (2,824 kg./rai/year) which was equivalent to 109.88 % of 100%RP. For economic

benefit, the results indicated that the highest benefit cost ratio (BCR) of 75 % RP + PSM and 100 % RP + PSM were equal (2.04) and higher than 25 % + PSM, 100 % RP and 50 % + PSM (1.96, 1.93, 1.87 respectively). The highest Marginal Rate of Return (MRR) of 75 % RP + PSM was 486.48 % follow by 100 % RP + PSM with 409.75 %. In addition, 75 % RP + PSM application significantly increased the available phosphorus in the soil compared to other treatments. Therefore, Oil palm production grown on Klaeng Soil Series in Phatthalung province can be applied 75 % RP + PSM for high yield and good profit.

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

Development and Research on Plant Nutrient Management for Oil Palm Production in The Lower South

บุญณิศา ฆังคมณี[1] อาริยา จูดคง[1] สุปราณี มั่นหมาย[2] สรัญญา ช่วงพิมพ์[1] พิรุณ ติระพัฒน์[1]
สรัตนา เสนาะ[2] และลักษมี สุภัทรา[1]
Bunnisa Khangkhamanee[1] Arriya Joodkong[1] Supanee Munmai[2] Saraya Choungpim[1]
Pilun Tirapat[1] Sarattana Sanoh[2] and Laksami Suphatthra[1]

คำสำคัญ: การจัดการธาตุอาหารพืช ซิลิกอน ปุ๋ยชีวภาพ ปาล์มน้ำมัน จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต
Key words: Plant nutrient management, Silicon, Bio-fertilizer, *Elaeis guineensis* Jacq. Phosphate solubilizing microorganisms

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมัน ทำการทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง ระหว่าง ตุลาคม 2556-กันยายน 2560 โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 5 และ 7 ปี ปลูกในดินเหนียว ชุดดินแกลง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design ซึ่งการศึกษาระดับการใช้ซิลิกอน ประกอบด้วย 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ 2) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี 3) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,000 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี 4) ให้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี ส่วนการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ประกอบด้วย 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้ 1) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ 2) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 3) 75 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 4) 50 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 5) เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนตามผลการวิเคราะห์ใบ จากการทดลอง พบว่า การใช้ซิลิกอนร่วมกับการให้ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบเพียงอย่างเดียว โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมต่อซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบจริงสูงสุด คือ 26.27 ตารางเซนติเมตร และ 8.94 ตารางเมตรต่อทางใบ โดยมีปริมาณผลผลิตระหว่างปีที่ 2-4 อยู่ที่ 3,196, 3,671 และ 3,483 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในการทดลองการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต พบว่า การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
[2] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบสูงสุด คือ 7.41 ตารางเมตรต่อทางใบ และมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูง 2,824 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็น 109.88 เปอร์เซ็นต์ของกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + การใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด 2,849 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็น 110.86 เปอร์เซ็นต์ ของกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ กรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีค่าอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากัน คือ 2.04 แต่อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR)

Abstract

Development and research on plant nutrient management for oil palm production in the Lower South. The objective of this study was to increase the growth and yield of oil palm. This experimental was established in October 2013-September 2017 at Phattalung Agricultural Research and Development Centre. 5 and 7 years oil palm of Suratthani 2 variety was studied. Its was cultivated in Klang soil series. The design of this experiment was Randomized Completely Block (RCBD) consisted of 5 replications, 4 treatments, as follows: 1) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis. 2) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs+ 500 mg of SiO_2/tree/year. 3) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis + 1,000 mg of SiO_2/tree/year. 4) treat by chemical fertilizer was applied based on oil palm leafs analysis + 1,500 mg of SiO_2/tree/year. For study on the effects of utilization of Phosphate Solubilizing Microorganism, It design was a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications and 5 treatments namely, 100 % of rock phosphate by the leaf recommendation fertilizer: 100 % RP), combination of 100 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 100 % RP+PSM, combination of 100 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 100 % RP+PSM, combination of 75 % RP and phosphate solubilizing microorganism:75 % RP+PSM, combination of 50 % RP phosphate solubilizing microorganism: 50 % RP+PSM and combination of 25 % RP and phosphate solubilizing microorganism: 25 % RP+PSM. The 5 treatments apply to add nitrogen, potassium, magnesium, and boron fertilizers by the leaf recommendation fertilizer. The resulted for the effect of silicon we was found that oil palm trees were treated by silicon with chemical fertilizer based on oil palm leafs could be more increase the growth and yields than only treated by chemical fertilizer applied. It was shown that oil palm trees were treated by 1,500 mg of SiO_2+chemical fertilizer based on oil palm leafs analysis had the highest cross sectional area of oil palm fronds (8.94 m^2) and the highest leaf area index (26.27 cm^2) of oil palm. Yields of oil palm in the 2^{nd}-4^{th} year was 3,196 3,371 and 3,483 kg/rai, respectively. In addition The results revealed that 75%RP+PSM tended to the

highest leaf area of 7.41 square meter. The highest average fresh fruit bunch of 100 % RP + PSM (2,849 kg./rai/year) was equivalent to 110.86 % of 100 % RP followed by 75 % RP + PSM (2,824 kg./rai/year) which was equivalent to 109.88 % of 100%RP. For economic benefit, the results indicated that the highest benefit cost ratio (BCR) of 75 % RP + PSM and 100 % RP + PSM were equal (2.04) and higher than 25 % + PSM, 100 % RP and 50 % + PSM (1.96, 1.93, 1.87 respectively). The highest Marginal Rate of Return (MRR) of 75 % RP + PSM was 486.48 % follow by 100 % RP + PSM with 409.75 %. In addition, 75 % RP + PSM application significantly increased the available phosphorus in the soil compared to other treatments. Therefore, Oil palm production grown on Klaeng Soil Series in Phatthalung province can be applied 75 % RP + PSM for high yield and good profit.

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารสูง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการผลิตทะลายสด และมีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารออกไปกับผลผลิตในปริมาณมาก (เกริกชัย, 2547) เมื่อมีการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องและเหมาะสม ทำให้ปาล์มน้ำมันแสดงอาการขาดธาตุอาหารพืช ผลผลิตต่ำ และมีต้นทุนการผลิตสูงเป็นค่าปุ๋ยถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Rankine and Fairhurst, 1998) แต่ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันและการจัดการธาตุอาหารพืชยังมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมบัติของดิน (Uexkull and Fairhurt, 1991) โดยปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทะลายสดเป็นระยะเวลานานๆ ไม่ต่ำกว่า 20 ปีติดต่อกัน ทำให้ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ลดลง เนื่องจากปริมาณซิลิกอนสูญเสียไปกับพืชในทุกๆ ครั้งที่เก็บเกี่ยว ซึ่งอาจมีผลทำให้ขาดแคลนธาตุซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริม (Beneficial elements) ถึงแม้จะพบมากในดินแต่ส่วนใหญ่จะเป็นซิลิกอนในรูปที่ไม่ละลายน้ำพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถ้าพืชอยู่ในสภาพที่มีปัจจัยต่างๆ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (ชอบ และจินตนา, 2550) ซิลิคอนมีประโยชน์ต่อพืชหลายประการ เช่น ช่วยปรับโครงสร้างของดิน ช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น ช่วยให้ใบตั้งชัน (Erectness) ลำต้นแข็งไม่ล้มง่าย ป้องกันเชื้อโรคเข้าในรากและใบ ป้องกันความเป็นพิษจากอะลูมิเนียม แมงกานีส เหล็ก และแคดเมียม นอกจากนี้ สามารถช่วยให้พืชดูดซึมธาตุอาหารพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Synder et al., 2007; ยงยุทธ, 2552) ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ซิลิกอนอย่างแพร่หลายในแปลงปาล์มน้ำมัน แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลการใช้ซิลิกอนที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังมีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นธาตุอาหารที่เหมาะสำกรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่ำเพราะถูกตรึงในดิน โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบต่างๆ ในดินได้ดี จึงทำให้ดินส่วนใหญ่มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย จึงเป็นฟอสฟอรัสที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ประพิศ, 2534) ประกอบกับส่วนใหญ่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับปาล์มน้ำมัน นิยมใช้หินฟอสเฟตซึ่งเป็นแหล่งฟอสฟอรัสต้นทุนต่ำ แต่ปัญหาการใช้หินฟอสเฟต คือ ประสิทธิภาพการใช้ต่ำ (Khasawneh and Doll, 1979) จึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพให้ปาล์มน้ำมันสามารถใช้ฟอสฟอรัสได้เพิ่มขึ้นจากแหล่งสำรองในดิน และจากหินฟอสเฟต โดยแนวทางที่น่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันได้ คือ การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เพื่อทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุซิลิกอนสำหรับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องเหมาะสม และการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการ

จัดการธาตุฟอสฟอรัสสำหรับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องเหมาะสม จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตปาล์มน้ำมัน

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ศึกษาระดับการใช้ซิลิกอนที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ โดยใช้ซ้ำละ 24 ต้น

กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย

1. ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ
2. ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี
3. ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,000 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี
4. ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ + ซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี

วิธีปฏิบัติ

1. คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุ 5 ปี มีสภาพพื้นที่และดินคล้ายคลึงกัน แต่ละต้นมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน

2. วางผังแปลงตามกรรมวิธีและทำเครื่องหมายตามแผนการทดลองในแปลงทดลอง เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนในดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และเก็บตัวอย่างใบ (ทางใบที่ 17) เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการ ดังนี้

2.1 <u>วิธีวิเคราะห์ดิน</u>

เก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน (Disturbed soil sample) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร รอบทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน 4 ทิศต่อต้น โดยเก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง (พฤศจิกายน 2556) และหลังการทดลองทุกปี (มกราคม 2558 (ปีที่ 1) มกราคม 2559 (ปีที่ 2) มกราคม 2560 (ปีที่ 3) และกันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง)) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม โดยวิธีการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ดังนี้

1) ปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965)

2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยใช้วิธีหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544) แล้วนำค่าปริมาณอินทรียวัตถุคูณด้วย 0.05

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544)

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) สกัดโดย 1 N NH_4OAc, pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Flame spectrophotometer (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544)

5) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1 N NH_4OAc, pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (Jackson, 1960)

2.2 วิธีวิเคราะห์พืช

เก็บตัวอย่างใบย่อยคู่กลางจำนวน 6 คู่ จากทางใบที่ 17 โดยเก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง (พฤศจิกายน 2556) และหลังการทดลองทุกปี (มกราคม 2558 (ปีที่ 1) มกราคม 2559 (ปีที่ 2) มกราคม 2560 (ปีที่ 3) และกันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง)) แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันโดยวิธีการ ดังนี้

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) วิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Kgeldahl digestion method (กองปฐพีวิทยา, 2544)

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing ทำให้เกิดสีด้วย Vanadomolybdate วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Yoshida et al., 1972; ปรีดา และคณะ, 2536)

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total potassium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing วัดปริมาณโดยวิธี Flame photometer (ไพลิน, 2530)

4) ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (Total magnesium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing วัดปริมาณโดยวิธี Atomic absorption spectrophotometer (ไพลิน, 2530)

5) ปริมาณโบรอนทั้งหมด (Total boron) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing ทำให้เกิดสีด้วย Curcumin วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร (Yoshida et al., 1972; กองปฐพีวิทยา, 2544)

2.3 วิธีวิเคราะห์ Silicon

การวิเคราะห์ซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดิน สกัดดินด้วยน้ำยาสกัด 1*N* acetic acid sodium acetate ที่มี pH 4 แล้วทำให้สารละลายที่สกัดสีน้ำเงิน โดยทำปฏิกิริยากับน้ำยา Ammonium molydate และ Sodium sodium sulfite แล้ววัดหาปริมาณซิลิกาที่เป็นประโยชน์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ Wavelength 700 นาโนเมตร (ไพลิน, 2530)

การวิเคราะห์ Crude silicon ในพืช เก็บตัวอย่างใบย่อยคู่กลางจำนวน 6 คู่ จากทางใบที่ 17 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนในใบ โดยย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วยกรดผสม HNO_3+H_2SO_4+$HClO_4$ จนได้สารละลายใส กรอง แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง ปล่อยไว้จนแห้ง แล้วนำกระดาษกรองที่มีตะกอนใส่ใน Nickel crucible ปิดฝา Crucible นำไปเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักตะกอนเป็น Crude Si (ไพลิน, 2530)

3. นำผลการวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) มาคำนวณปริมาณธาตุอาหารโดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตตามเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบของกรมวิชาการเกษตร โดยนำผลการวิเคราะห์ใบไปกำหนดการใส่ปุ๋ย ดังนี้

ถ้าผลการวิเคราะห์ใบปาล์ม มีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช อยู่ในช่วงระดับวิกฤต ต้องใส่ปุ๋ยในอัตราเดิมตามปกติ

ถ้าระดับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบน้อยกว่าค่าต่ำสุดของระดับวิกฤต ควรเพิ่มปุ๋ยให้ธาตุอาหารชนิดนั้นอีกร้อยละ 25 ของอัตราเดิม

ถ้าระดับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบสูงกว่าค่าสูงสุดของระดับวิกฤต ควรลดปุ๋ยให้ธาตุอาหารชนิดนั้นอีกร้อยละ 20 ของอัตราเดิม

4. กรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนโดยใช้อัตราตามผลการวิเคราะห์ใบ โดยใส่ในบริเวณรอบรัศมีทรงพุ่มโดยใส่ 3 ครั้งต่อปี ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 และใส่ซิลิกอนตามกรรมวิธีที่กำหนด แบ่งใส่ 3 ครั้งต่อปี โดยใส่ในบริเวณรอบรัศมีทรงพุ่ม

5. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

6. ปฏิบัติดูแลรักษา ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบปาล์มน้ำมันก่อนการทดลองแต่ละปีเพื่อใช้ประเมินการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ

กรรมวิธี	T-N (%)				T-P (%)				T-K (mg/kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	2.29	2.42	3.02	2.25	0.13	0.15	0.14	0.12	0.98	0.61	0.84	0.88
2	2.29	2.62	3.23	2.27	0.13	0.15	0.14	0.12	0.98	0.64	0.9	0.94
3	2.29	2.56	3.2	2.34	0.13	0.15	0.14	0.13	0.98	0.62	0.86	0.89
4	2.29	2.5	3.06	2.32	0.13	0.15	0.14	0.12	0.98	0.62	0.8	0.9
ระดับ	2.28-2.94				0.142-0.189				0.81-1.32			

หมายเหตุ: เริ่มการทดลองปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมและโบรอนในใบก่อนการทดลองแต่ละปีเพื่อใช้ประเมินการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ

กรรมวิธี	T-Mg (%)				T-B (mg/kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	0.43	0.4	0.29	0.36	13	15	19	24
2	0.43	0.42	0.3	0.38	13	16	20	25
3	0.43	0.39	0.29	0.37	13	15	19	23
4	0.43	0.44	0.31	0.38	13	15	20	24
ระดับวิกฤต	0.24-0.42				14.25-26.25			

การบันทึกข้อมูล

1. ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และซิลิกอน

2. ค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน (ทางใบที่ 17) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม โบรอน และซิลิกอน

ตารางที่ 3 อัตราปุ๋ย 21-0-0, 0-3-0 และ 0-0-60 (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ที่ใส่ตามผลการวิเคราะห์ใบในแต่ละกรรมวิธีตลอดการทดลอง 4 ปี

กรรมวิธี	21-0-0 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				0-3-0 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				0-0-60 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	5	5	4	6.3	1.9	1.5	1.9	1.9	4	5	4	5
2	5	5	4	6.3	1.9	1.5	1.9	1.9	4	5	4	5
3	5	5	4	5	1.9	1.5	1.9	1.9	4	5	4	5
4	5	5	4	5	1.9	1.5	1.9	1.9	4	5	5	5

หมายเหตุ: ปีก่อนการทดลองมีการใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 5.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ปุ๋ย 0-3-0 อัตรา 1.2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 4.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ตารางที่ 4 อัตราปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) และโบเรท (กรัมต่อต้นต่อปี) ที่ใส่ตามผลการวิเคราะห์ใบในแต่ละกรรมวิธีตลอดการทดลอง 4 ปี

กรรมวิธี	คีเซอร์ไรท์ (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				โบเรท (กรัม/ต้น/ปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	0.8	1.0	1.0	1.0	100	80	80	80
2	0.8	1.0	1.0	1.0	100	80	80	80
3	0.8	1.0	1.0	1.0	100	80	80	80
4	0.8	0.8	1.0	1.0	100	80	80	80

หมายเหตุ: ปีก่อนการทดลองมีการใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ อัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และโบเรท อัตรา 80 กรัมต่อต้นต่อปี

3. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน (จำนวนทางใบเพิ่ม พื้นที่หน้าตัดแกนทาง พื้นที่ใบจริง) โดยวัดการเจริญเติบโตหลังการทดลองทุกปี (สิงหาคม 2557 (ปีที่ 1) สิงหาคม 2558 (ปีที่ 2) สิงหาคม 2559 (ปีที่ 3) และกันยายน 2559 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง) โดยมีวิธีการ ดังนี้

3.1 <u>จำนวนทางใบเพิ่ม</u> นับจำนวนทางใบที่สร้างขึ้นใหม่ โดยนับลงมาตามชั้นของการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมัน (ชั้นของการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมันชั้นละ 8 ทางใบ) โดยการทำเครื่องหมายทางที่ 1 ในรอบการวัดการเจริญเติบโตครั้งใหม่ นับชั้นหรือรอบของทางใบลงมา จนถึงชั้นของทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตที่ผ่านมา จากนั้นดูว่าตรงกับทางใบที่เท่าไรของรอบการวัดการเจริญเติบโตในรอบที่ผ่านมา รวบรวมทางใบที่เพิ่มขึ้นใหม่ โดยการทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตรอบใหม่ จากนั้นนับจำนวนทางใบลงไปจนตรงถึงทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตที่ผ่านมา

3.2 <u>พื้นที่หน้าตัดแกนทาง</u> วัดพื้นที่หน้าตัดแกนทางที่ทางใบปาล์มน้ำมันที่มาตรฐาน คือ ทางใบที่ 17 วัดความกว้างของแกนทางในตำแหน่งใบย่อยล่างสุดของโคนทาง (มีลักษณะคล้ายหนาม ปกติใบย่อยล่างสุดของโคนทางมักไม่ตรงกันทั้ง 2 ข้าง ให้เลือกข้างที่ต่ำสุด) วัดความลึกในตำแหน่งเดียวกันกับความกว้าง

พื้นที่หน้าตัดแกนทาง = ความกว้าง x ความลึก

3.3 <u>พื้นที่ใบจริง</u> วัดทางใบปาล์มน้ำมันที่มาตรฐาน คือทางใบที่ 17

พื้นที่ใบจริง = พื้นที่ใบสัมพัทธ์ x 0.55

พื้นที่ใบสัมพัทธ์ (Relative leaf area) = 2n x b

กำหนดให้ n คือ จำนวนใบย่อย 1 ด้านของก้านทาง

b คือ ค่าเฉลี่ยของความกว้างใบย่อย x ค่าเฉลี่ยความยาวใบย่อย

4. ปริมาณผลผลิตต่อปี (จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลาย ผลผลิตทะลายสด) โดยบันทึกข้อมูลผลผลิตระหว่างเดือนสิงหาคม 2557-กันยายน 2558 (ปีที่ 2) สิงหาคม 2558-กันยายน 2559 (ปีที่ 3) และสิงหาคม 2559-กันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง) โดยไม่เก็บข้อมูลผลผลิตในระหว่างตุลาคม 2556-กรกฎาคม 2557 เนื่องจากเป็นระยะเริ่มการทดลอง ซึ่งในการทดลองปีที่ 1 ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีครบถ้วนในเดือนกรกฎาคม 2557 ดังนั้น ข้อมูลผลผลิตในช่วงเดือนตุลาคม 2556-กรกฎาคม 2557 จึงไม่ได้เป็นผลจากกรรมวิธีทดลองในครั้งนี้ จึงเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตในเดือนสิงหาคม 2557

5. การระบาดของโรคและแมลง

6. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ IRRISTAT และวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ (Duncan's multiple range test; DMRT)

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลาตุลาคม: 2556-กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง: แปลงปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง
ห้องปฏิบัติการดิน-ปุ๋ย-พืช กลุ่มพัฒนาและตรวจสอบปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8
ห้องปฏิบัติการเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2. ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยใช้ซ้ำละ 30 ต้น

กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย

1) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ (100 % RP)
2) 100 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (100 % RP + PSM)
3) 75 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (75 % RP + PSM)
4) 50 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลการวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (50 % RP + PSM)
5) 25 เปอร์เซ็นต์ของหินฟอสเฟตตามผลวิเคราะห์ใบ + จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (25 % RP + PSM)

วิธีปฏิบัติ

1. คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุ 7 ปี มีสภาพพื้นที่และดินคล้ายคลึงกัน แต่ละต้นมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน

2. วางผังแปลงตามกรรมวิธีและทำเครื่องหมายตามแผนการทดลองในแปลงทดลอง เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตในดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และเก็บตัวอย่างใบ (ทางใบที่ 17) เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการ ดังนี้

2.1 <u>วิธีวิเคราะห์ดิน</u>

เก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน (Disturbed soil sample) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร รอบทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน 4 ทิศต่อต้น โดยเก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง (พฤศจิกายน 2556) และหลังการทดลองทุกปี (มกราคม 2558 (ปีที่ 1) มกราคม 2559 (ปีที่ 2) มกราคม 2560 (ปีที่ 3) และกันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง)) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม โดยวิธีการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ดังนี้

1) ปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965)

2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยใช้วิธีหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley and black titration (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544) แล้วนำค่าปริมาณอินทรียวัตถุคูณด้วย 0.05

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544)

4) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus) ย่อยสลายโดยวิธี Wet digestion โดย HNO^{-}_{3}: $HClO_4$ (2:1) ทำให้เกิดสีด้วย Vanadomolybdate วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Jackson, 1960)

5) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) สกัดโดย 1 N NH_4OAc, pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Flame spectrophotometer (Jackson, 1960; กองปฐพี, 2544)

6) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1 N NH_4OAc, pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (Jackson, 1960)

2.2 <u>วิธีวิเคราะห์พืช</u>

เก็บตัวอย่างใบย่อยคู่กลางจำนวน 6 คู่ จากทางใบที่ 17 โดยเก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง (พฤศจิกายน 2556) และหลังการทดลองทุกปี (มกราคม 2558 (ปีที่ 1) มกราคม 2559 (ปีที่ 2) มกราคม 2560 (ปีที่ 3) และกันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง)) แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันโดยวิธีการ ดังนี้

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) วิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Kgeldahl digestion method (กองปฐพีวิทยา, 2544)

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing ทำให้เกิดสีด้วย Vanadomolybdate วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Yoshida et al., 1972; ปรีดา และคณะ, 2536)

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total potassium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing วัดปริมาณโดยวิธี Flame Photometer (ไพลิน, 2530)

4) ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (Total magnesium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing วัดปริมาณโดยวิธี Atomic absorption spectrophotometer (ไพลิน, 2530)

5) ปริมาณโบรอนทั้งหมด (Total boron) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี Dry ashing ทำให้เกิดสีด้วย Curcumin วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร (Yoshida et al., 1972; กองปฐพีวิทยา, 2544)

2.4 <u>วิธีวิเคราะห์จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในดิน</u>

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-10 เซนติเมตร บริเวณรอบทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน (บริเวณที่ใส่จุลินทีย์ละลายฟอสเฟต) 4 ทิศ แล้วนำไปวิเคราะห์โดยวิธี Total plate count ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose yeast extract agar เทหนา 2 ชั้น โดยมีตะกอน $CaHPO_4$ เป็นส่วนประกอบชั้นบน เพาะจุลินทรีย์แบบจุดบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส วัดวงใสเมื่อบ่มได้ 3 วัน

นำผลการวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 5 และตารางที่ 6) มาคำนวณปริมาณธาตุอาหารโดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตตามเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบของกรมวิชาการเกษตร โดยนำผลการวิเคราะห์ใบไปกำหนดการใส่ปุ๋ย ดังนี้

- ถ้าผลการวิเคราะห์ใบปาล์ม มีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช อยู่ในช่วงระดับวิกฤต ต้องใส่ปุ๋ยในอัตราเดิมตามปกติ
- ถ้าระดับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบน้อยกว่าค่าต่ำสุดของระดับวิกฤต ควรเพิ่มปุ๋ยให้ธาตุอาหารชนิดนั้นอีกร้อยละ 25 ของอัตราเดิม
- ถ้าระดับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบสูงกว่าค่าสูงสุดของระดับวิกฤต ควรลดปุ๋ยให้ธาตุอาหารชนิดนั้นอีกร้อยละ 20 ของอัตราเดิม

กรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนโดยใช้อัตราตามผลการวิเคราะห์ใบ โดยใส่ในบริเวณรอบรัศมีทรงพุ่มโดยใส่ 3 ครั้งต่อปี และใส่ปุ๋ยฟอสเฟตตามกรรมวิธีที่กำหนด ดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

กรรมวิธีที่มีการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตโดยใส่ในอัตรา 100 กรัมต่อต้น 1 ครั้งในปีเริ่มการทดลอง (ปี 2557) ใส่โดยการคลุกกับหินฟอสเฟตแล้วหว่านบริเวณรอบทรงพุ่ม

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

ปฏิบัติดูแลรักษา ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบปาล์มน้ำมันก่อนการทดลองแต่ละปีเพื่อใช้ประเมินการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ

กรรมวิธี	T-N (%)				T-P (%)				T-K (mg/kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	1.860	2.425	2.435	2.080	0.110	0.113	0.108	0.085	0.530	1.008	0.820	0.838
100%RP+PSM	1.860	2.498	2.425	1.980	0.110	0.115	0.113	0.085	0.530	0.867	0.940	0.878
75%RP+PSM	1.860	2.488	2.568	1.928	0.110	0.113	0.113	0.080	0.530	0.815	0.883	1.028
50%RP+PSM	1.860	2.435	2.528	1.958	0.110	0.115	0.108	0.083	0.530	0.818	0.822	0.823
25%RP+PSM	1.860	2.433	2.493	1.948	0.110	0.115	0.113	0.070	0.530	0.963	0.815	0.813
ระดับวิกฤต	2.28-2.94				0.142-0.189				0.81-1.32			

หมายเหตุ: เริ่มการทดลองปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมและโบรอนในใบก่อนการทดลองแต่ละปีเพื่อใช้ประเมินการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ

กรรมวิธี	T-Mg (%)				T-B (mg/kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	0.420	0.388	0.225	0.363	16	15	18	19
100%RP+PSM	0.420	0.388	0.188	0.338	16	18	18	19
75%RP+PSM	0.420	0.393	0.153	0.298	16	16	16	18
50%RP+PSM	0.420	0.413	0.228	0.373	16	17	16	18
25%RP+PSM	0.420	0.398	0.218	0.370	16	18	18	19
ระดับวิกฤต	0.24-0.42				14.25-26.25			

การบันทึกข้อมูล

1. ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม

2. ค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน (ทางใบที่ 17) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอน

3. ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในดิน

ตารางที่ 7 อัตราปุ๋ย 21-0-0, 0-3-0 และ 0-0-60 (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ที่ใส่ตามผลการวิเคราะห์ใบในแต่ละกรรมวิธีตลอดการทดลอง 4 ปี

กรรมวิธี	21-0-0 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				0-3-0 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				0-0-60 (กิโลกรัม/ต้น/ปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	6.25	6.25	6.25	6.87	1.50	1.88	2.34	2.93	5.0	5.0	5.0	5.0
100%RP+PSM	6.25	6.25	6.25	6.87	1.50	1.88	2.34	2.93	5.0	5.0	5.0	5.0
75%RP+PSM	6.25	6.25	6.25	6.87	1.13	1.41	1.76	2.20	5.0	5.0	5.0	5.0
50%RP+PSM	6.25	6.25	6.25	6.87	0.75	0.94	1.17	1.47	5.0	5.0	5.0	5.0
25%RP+PSM	6.25	6.25	6.25	6.87	0.38	0.47	0.59	0.73	5.0	5.0	4.0	4.0

หมายเหตุ: ปีก่อนการทดลองมีการใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 5.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ปุ๋ย 0-3-0 อัตรา 1.2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 4.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ตารางที่ 8 อัตราปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) และโบเรท (กรัมต่อต้นต่อปี) ที่ใส่ตามผลการวิเคราะห์ใบในแต่ละกรรมวิธีตลอดการทดลอง 4 ปี

กรรมวิธี	คีเซอร์ไรท์ (กิโลกรัม/ต้น/ปี)				โบเรท (กรัม/ต้น/ปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	1.0	1.0	1.25	1.25	80	80	80	80
100%RP+PSM	1.0	1.0	1.25	1.25	80	80	80	80
75%RP+PSM	1.0	1.0	1.25	1.25	80	80	80	80
50%RP+PSM	1.0	1.0	1.25	1.25	80	80	80	80
25%RP+PSM	1.0	1.0	1.25	1.25	80	80	80	80

หมายเหตุ: ปีก่อนการทดลองมีการใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ อัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และโบเรท อัตรา 80 กรัมต่อต้นต่อปี

4. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน (จำนวนทางใบเพิ่ม พื้นที่หน้าตัดแกนทาง พื้นที่ใบจริง) โดยวัดการเจริญเติบโตหลังการทดลองทุกปี (สิงหาคม 2557 (ปีที่ 1) สิงหาคม 2558 (ปีที่ 2) สิงหาคม 2559 (ปีที่ 3) และกันยายน 2559 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง) โดยมีวิธีการ ดังนี้

4.1. <u>จำนวนทางใบเพิ่ม</u> นับจำนวนทางใบที่สร้างขึ้นใหม่ โดยนับลงมาตามชั้นของการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมัน (ชั้นของการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมันชั้นละ 8 ทางใบ) โดยการทำเครื่องหมายทางที่ 1 ในรอบการวัดการเจริญเติบโตครั้งใหม่ นับชั้นหรือรอบของทางใบลงมา จนถึงชั้นของทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตที่ผ่านมา จากนั้นดูว่าตรงกับทางใบที่เท่าไรของรอบการวัดการเจริญเติบโตในรอบที่ผ่านมา รวบรวมทางใบที่เพิ่มขึ้นใหม่ โดยการทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตรอบใหม่ จากนั้นนับจำนวนทางใบลงไปจนตรงถึงทางใบที่ 1 ของรอบวัดการเจริญเติบโตที่ผ่านมา

4.2. <u>พื้นที่หน้าตัดแกนทาง</u> วัดพื้นที่หน้าตัดแกนทางที่ทางใบปาล์มน้ำมันที่มาตรฐาน คือ ทางใบที่ 17 วัดความกว้างของแกนทางในตำแหน่งใบย่อยล่างสุดของโคนทาง (มีลักษณะคล้ายหนาม ปกติใบย่อยล่างสุดของโคนทางมักไม่ตรงกันทั้ง 2 ข้าง ให้เลือกข้างที่ต่ำสุด) วัดความลึกในตำแหน่งเดียวกันกับความกว้าง

พื้นที่หน้าตัดแกนทาง = ความกว้าง x ความลึก

4.3 <u>พื้นที่ใบจริง</u> วัดทางใบปาล์มน้ำมันที่มาตรฐาน คือ ทางใบที่ 17

พื้นที่ใบจริง = พื้นที่ใบสัมพัทธ์ x 0.55

พื้นที่ใบสัมพัทธ์ (Relative leaf area) = 2n x b

n คือ จำนวนใบย่อย 1 ด้านของก้านทาง

b คือ ค่าเฉลี่ยของความกว้างใบย่อย x ค่าเฉลี่ยความยาวใบย่อย

5. ปริมาณผลผลิตต่อปี (จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลาย ผลผลิตทะลายสด) โดยบันทึกข้อมูลผลผลิตระหว่างเดือนสิงหาคม 2557-กันยายน 2558 (ปีที่ 2) สิงหาคม 2558-กันยายน 2559 (ปีที่ 3) และสิงหาคม 2559-กันยายน 2560 (ปีที่ 4: สิ้นสุดการทดลอง) โดยไม่เก็บข้อมูลผลผลิตในระหว่างตุลาคม 2556-กรกฎาคม 2557 เนื่องจากเป็นระยะเริ่มการทดลอง ซึ่งในการทดลองปีที่ 1 ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีครบถ้วนในเดือนกรกฎาคม 2557 ดังนั้น ข้อมูลผลผลิตในช่วงเดือนตุลาคม 2556-กรกฎาคม 2557 จึงไม่ได้เป็นผลจากกรรมวิธีทดลองในครั้งนี้ จึงเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตในเดือนสิงหาคม 2557

6. ต้นทุนการผลิต รายได้ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

7. การระบาดของโรคและแมลง

8. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ IRRISTAT และวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ DMRT

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา: ตุลาคม 2556-กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง: แปลงปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง ห้องปฏิบัติการดิน-ปุ๋ย-พืช กลุ่มพัฒนาและตรวจสอบปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์ดิน และห้องปฏิบัติการเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศึกษาระดับการใช้ซิลิกอนที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มผลผลิต ปาล์มน้ำมัน

1. สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระดับที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน มีปริมาณไนโตรเจนปานกลาง ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีในระดับสูง (Rankine and Fairhurst, 1998) (ตารางที่ 9) และมีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินระดับต่ำ (20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 9 สมบัติของดินก่อนการทดลอง ที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2556

สมบัติของดิน	ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง	ระดับเหมาะสมปานกลางสำหรับปาล์มน้ำมัน
pH (1:1)	5.3	4.2
OM (%)	1.9	1.5
T-N (%)	0.1	0.075
Avai.P (mg/kg)	8	20
Avai.K (mg/kg)	38	100
Exch.Mg (cmol$_c$/kg)	1.8	0.25
soil texture	Clay	Clay

2. ปริมาณซิลิกอนหลังการทดลอง

หลังการใส่ซิลิกอนร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบในกรรมวิธีที่ 2-4 ให้กับปาล์มน้ำมันในแต่ละปี พบว่า หลังการการใส่ในปีที่ 1 และ 3 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปีที่ 2 และ 4 ปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินในแต่กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปีที่ 2 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอนอัตรา 1,000 มิลลิกรัมซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปีที่ 4 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอนอัตรา 1,000 มิลลิกรัมซิลิกอนต่อต้นต่อปี และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอนอัตรา 1,500 มิลลิกรัมซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 4 ปี พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 10) โดยปกติค่าวิกฤติของปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินอยู่ที่ 95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ชอบ และจินตนา, 2542) ส่วนปริมาณ Crude silicon ในใบปาล์มน้ำมัน หลังการใส่ซิลิกอนร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบในกรรมวิธีที่ 2-4 ให้กับปาล์มน้ำมันในแต่ละปี พบว่า หลังการการใส่ในปีที่ 1, 3 และ 4 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ Crude silicon ในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปีที่ 2 ในแต่กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณ Crude silicon ในใบในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 4 ปี พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ Crude silicon ในใบ ระหว่าง 4.01-4.85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในข้าว พบว่า ระดับเหมาะสม คือ 5-10 เปอร์เซ็นต์ซิลิกอน (Doberman and Fairhurst, 2000)

ตารางที่ 10 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อปริมาณซิลิกา (SiO_2) ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินและใบ (Crude silicon) หลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	Avail. SiO_2 (mg/Kg)				Crude silicon (%)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	31.63	30.54 c	22.01	17.80 b	4.68	4.01 b	2.41	4.17
2	34.83	33.14 b	22.39	18.10 b	4.81	4.27 b	2.86	4.57
3	35.53	36.46 a	22.35	20.90 a	4.73	4.10 b	2.73	4.56
4	36.75	35.45ab	23.70	20.80 a	4.85	4.67 a	3.07	4.78
C.V. (%)	7.6	5.4	13.7	4.6	3.5	6.5	15.5	7.2
F-Test	ns	**	ns	**	ns	**	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3. สมบัติของดินบางประการหลังการทดลอง

3.1 ปฏิกิริยาดิน

ค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีระดับ pH ของดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยทุกกรรมวิธีมีค่าปฏิกิริยาดินระดับที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน โดยมีค่าระหว่าง 4.20-4.80 (Rankine and Fairhurst, 1998)

ตารางที่ 11 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อค่าปฏิกิริยาดินและปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	pH (1:1)				N (%)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	4.58	4.25	4.48	4.24	0.068	0.075	0.102	0.096
2	4.62	4.23	4.62	4.25	0.060	0.075	0.094	0.094
3	4.80	4.28	4.60	4.20	0.064	0.078	0.094	0.096
4	4.66	4.55	4.63	4.37	0.066	0.076	0.100	0.112
C.V. (%)	3.2	4.5	2.9	5.6	15.8	13.9	17.2	15.5
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3.2 ปริมาณไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในแต่ละปีทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปีที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในระดับต่ำกว่า 0.075 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในระดับเหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) ดังตารางที่ 11

3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในปีที่ 1 และ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปีที่ 2 และ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปีที่ 2 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปีที่ 4 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,000 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 4 ปี พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 12)

3.4 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีปริมาณโพแทสเซียมในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปีที่ 1 และ 2 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณโพแทสเซียมตกค้างอยู่ในดินระดับต่ำมาก แต่ในปีที่ 3 และ 4 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงกว่า 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Rankine and Fairhurst, 1998) ดังตารางที่ 12

3.5 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน

ปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีปริมาณแมกนีเซียมในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณแมกนีเซียมตกค้างอยู่ในดินระดับสูงมากและมีการสะสมเพิ่มขึ้นในทุกปี ดังตารางที่ 12 โดยมีโดยมีปริมาณแมกนีเซียมในดินสูงกว่า 0.30 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (Rankine and Fairhurst, 1998)

ตารางที่ 12 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	Avail.P (mg/Kg)				Avail.K (mg/Kg)				Exch.Mg (cmol/Kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	4	3.2 b	6.7	5.9 c	65	83	232	323	1.16	1.21	1.33	1.75
2	4.4	3.4 b	7.2	6.9 c	65	96	251	324	1.18	1.2	1.3	1.62
3	4.5	4.0 b	6.8	11.2 a	60	91	239	330	1.25	1.35	1.44	1.76
4	4.6	5.4 a	7.3	9.9 b	59	99	255	342	1.3	1.31	1.42	1.7
C.V. (%)	25.1	22.8	20.2	11	13.9	13	7.3	8.4	14.4	14.3	15.7	8.1
F-Test	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

4. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบหลังการทดลอง

4.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของไนโตรเจนในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปีที่ 1, 2 และ 3 ทุกกรรมวิธีความเข้มข้นของไนโตรเจนอยู่ในระดับเพียงพอ โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันระหว่าง 2.28-2.94 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) แต่หลังการทดลองในปีที่ 4 ในทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันต่ำ โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำกว่า 2.28 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม หลังการทดลองปีที่ 4 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่มีการใส่ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มสูงสุด ดังตารางที่ 13

4.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปีที่ 1 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสระดับเพียงพอ โดยช่วงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันในระดับเพียงพอมีค่าระหว่าง 0.142-0.189 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) แต่หลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 ในทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันระดับต่ำ โดยมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.142 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) ดังตารางที่ 13

4.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองในปีที่ 1, 2 และ 3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปีที่ 1 ทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันระดับต่ำ แต่ในปีที่ 2 และ 3 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมระดับเพียงพอโดยมีค่าระหว่าง 0.81-1.32 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) ส่วนหลังการทดลองในปีที่ 4 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,000 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 13

4.4 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองในปีที่ 1, 2 และ 3 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันระดับเพียงพอสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยมีค่าระหว่าง 0.24–0.42 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) ส่วนหลังการทดลองในปีที่ 4 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 14

4.5 ความเข้มข้นของโบรอนในใบ

ความเข้มข้นของโบรอนในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองในปีที่ 1, 2 และ 4 ความเข้มข้นของโบรอนในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) และทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของโบรอนระดับเพียงพอโดยมีค่าระหว่าง 14.25-26.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Uexkull and Fairhurst, 1991) ส่วนหลังการทดลองในปีที่ 3 ความเข้มข้นของโบรอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีความเข้มข้นของโบรอนในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 13 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง หลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี

กรรมวิธี	T-N (%)				T-P (%)				T-K (%)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	2.418	3.018	2.250	2.104	0.146	0.138	0.120	0.114	0.612	0.842	0.876	1.182 b
2	2.616	3.226	2.266	2.200	0.148	0.140	0.122	0.120	0.642	0.902	0.940	1.010 c
3	2.556	3.200	2.340	2.210	0.150	0.136	0.126	0.116	0.618	0.858	0.892	1.372 a
4	2.502	3.064	2.324	2.266	0.148	0.136	0.124	0.118	0.622	0.816	0.896	1.280 ab
C.V. (%)	8.5	10.0	7.7	6.8	4.8	5.0	8.6	6.8	8.9	16.2	19.2	8.1
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมและโบรอนในใบปาล์มน้ำมัน พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง หลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี

กรรมวิธี	T-Mg (%)				T-B (g/Kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	0.40	0.29	0.37	0.31 b	15	19	24 b	16
2	0.42	0.30	0.38	0.34 b	16	20	25 a	17
3	0.40	0.29	0.37	0.32 b	15	19	23 c	17
4	0.42	0.31	0.39	0.39 a	15	20	24 b	17
C.V. (%)	8.9	12.0	9.1	6.9	4.2	8.8	4.3	4.8
F-Test	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

5.1 จำนวนทางใบเพิ่ม

จำนวนทางใบเพิ่มของปาล์มน้ำมันในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีทางใบเพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีทางใบเพิ่มขึ้น 24-35 ทางใบต่อปี (ตารางที่ 15) ซึ่งเป็นจำนวนทางใบเพิ่มในระดับปกติของการเกิดทางใบของปาล์มน้ำมัน (การสร้างใบใหม่ของปาล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับอายุของต้นปาล์มน้ำมันและสภาพแวดล้อม) ปกติอัตราการเกิดทางใบใหม่จะอยู่ประมาณ 18-40 ทางใบต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

5.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง

พื้นที่หน้าตัดแกนทางของปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางไม่มีความแตกต่างกันทาง โดยในแต่ละกรรมวิธีมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางเพิ่มขึ้นทุกปี จากปีที่ 1 มีพื้นที่ใบ 12.68-13.90 ตารางเซนติเมตร ในปีที่ 2, 3 และ 4 เพิ่มเป็น 18.01–19.12, 21.28–25.04 และ 22.40–26.27 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยมาตรฐานปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่อายุ 5 ปี ควรมีพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 16.9 ตารางเซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) แต่กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มทำให้มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ดังตารางที่ 15

5.3 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองทั้ง 4 ปี ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละกรรมวิธีมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นทุกปี จากปีที่ 1 มีพื้นที่ใบ 3.85-4.35 ตารางเมตรต่อทางใบ ในปีที่ 2, 3 และ 4 เพิ่มเป็น 4.83-5.42, 6.46-7.20 และ 7.96-8.94 ตารางเมตรต่อทางใบ ตามลำดับ โดยหลังการทดลองปีที่ 4 (อายุ 8 ปี) กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีพื้นที่ใบ 8.4 ตารางเมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่อายุ 9 ปี มีพื้นที่ใบ 8.7 ตารางเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ดังตารางที่ 15

ตารางที่15 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2558-2560

กรรมวิธี	จำนวนทางใบเพิ่ม			พื้นที่หน้าตัดแกนทาง(ตร.ซม.)				พื้นที่ใบจริง (ตร.ม./ทางใบ)			
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	27	25	32	12.74	18.01	22.04	22.40	3.85	4.83	6.46	7.96
2	28	26	35	13.82	18.30	22.32	24.69	4.29	5.40	6.90	8.10
3	28	24	34	12.68	18.05	21.28	24.98	3.85	4.86	6.85	8.45
4	27	25	34	13.90	19.12	25.04	26.27	4.35	5.42	7.20	8.94
C.V. (%)	5.2	7.3	4.9	15.5	12.7	13.3	14.7	14.6	12.7	11.5	12.2
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6. ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

6.1 น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ย

น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละกรรมวิธีมีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปี จากปีที่ 2 มีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ย 47.85-9.16 กิโลกรัมต่อทะลาย ในปีที่ 3 และ4 เพิ่มเป็น 9.25-10.1 และ 11.44-13.83 กิโลกรัมต่อทะลาย ตามลำดับ ดังตารางที่ 16 ดังนั้น การซิลิกอนไม่มีผลทำให้น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น แต่การที่น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมอย่างต่อเนื่องทุกปี

6.2 จำนวนทะลายเฉลี่ย

จำนวนทะลายเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีจำนวนทะลายเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละกรรมวิธีมีจำนวนทะลายเฉลี่ยลดลงทุกปี จากปีที่ 2 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 14.6-17.8 ทะลาต่อต้นต่อปี ในปีที่ 3 และ 4 ลดเป็น 14.0-15.4 และ 10.8-12.6 ทะลายต่อต้นต่อปี ตามลำดับ ดังตารางที่ 16 โดยสังเกตพบว่า ปาล์มที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมากแต่ทะลายมีขนาดเล็ก และเมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้นจะมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อยลงแต่ขนาดทะลายจะใหญ่ขึ้น โดยจำนวนทะลายต่อต้นกับน้ำหนักทะลายมีสหสัมพันธ์ทางลบกัน (กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 16 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2558-2560

กรรมวิธี	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)			จำนวนทะลายเฉลี่ย (ทะลาย /ต้น/ปี)			ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)		
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
1	9.16	9.48	13.21	14.6	14.0	10.8	2765 c	3207 c	3006 d
2	7.85	9.25	11.44	16.6	15.4	12.6	2897 bc	3309 bc	3200 c
3	8.06	10.1	13.83	16.6	14.2	11.0	3003 b	3477 ab	3301 b
4	7.86	10.0	13.49	17.8	15.2	12.2	3196 a	3671 a	3483 a
C.V. (%)	16.7	14.7	12.4	15.4	13.3	13.5	3.9	4.8	1.5
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

6.3 ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย

ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า หลังการทดลองปีที่ 2, 3 และ 4 ผลผลิตทะลายเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) ผลผลิตทะลายเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 4 มีปริมาณผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่ำกว่าในปีที่ 3 เนื่องจากหลังการทดลองในปีที่ 3 (ช่วงการทดลองปีที่ 4) มีปัญหาน้ำท่วมขัง ส่งผลให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงน้ำท่วมขังทำให้ผลผลิตทะลายสดต่ำกว่าปีที่ 3

2. ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน

1. สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระดับที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน มีปริมาณไนโตรเจนปานกลาง ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในระดับสูง ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีในระดับสูง (Rankine and Fairhurst, 1998) (ตารางที่ 17) และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตดั้งเดิมในดิน 1.2 x 10^5 cfu/g.soil แต่ประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตค่อนข้างต่ำ โดยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตดั้งเดิมที่มีอยู่ในดินมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำในการละลายฟอสเฟตทั้งหมดในดิน ดังนั้น ดินก่อนการทดลองจึงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงแม้จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูง

ตารางที่ 17 สมบัติของดินก่อนการทดลอง ที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2556

สมบัติของดิน	ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง	ระดับเหมาะสมปานกลางสำหรับปาล์มน้ำมัน
pH (1:1)	5.22	4.2
OM (%)	1.91	1.5
T-N (%)	0.1	0.075
Avai.P (mg/kg)	4	20
T-P (mg/kg)	778	250
Avai.K (mg/kg)	52	100
Exch.Mg ($cmol_c$/kg)	0.6	0.25
soil texture	Clay	Clay

2. ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตหลังการทดลอง

หลังการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (RPS003F) ร่วมกับหินฟอสเฟตในกรรมวิธีที่ 2-5 ให้กับปาล์มน้ำมันในแต่ละปี พบว่า หลังการการใส่ในปีที่ 1 และปีที่ 2 จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (RPS003F) สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และมีปริมาณ $2.0x10^4$-$5.0 x10^4$ cfu/g.Soil ซึ่งมีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟต ส่วนหลังการทดลองปีที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (RPS003F) ในดินมีปริมาณลดลงเหลือเพียง $3.00x10^3$-$7.0 x10^3$ cfu/g.Soil เนื่องจากแปลงทดลองมีน้ำท่วมขังติดต่อกัน 100 วัน (รูปผนวกที่ 1) ส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีปริมาณลดลง เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศอย่างมาก ดังนั้น การทดลองปีที่ 4 จึงดำเนินการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (RPS003F) ในกรรมวิธีที่ 2-5 อีก 1 ครั้ง ในอัตรา 100 กรัมต่อต้น และพบว่าในดินมีปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (RPS003F) $6.0x10^4$-$2.9 x10^5$ cfu/g.Soil ซึ่งมีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟต โดยคุณสมบัติของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตของกรมวิชาการเกษตร ไม่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ สัตว์ พืช สามารถมีชีวิตอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้ในดินชุดดินต่างๆ และมีกิจกรรมการละลายฟอสเฟตที่ตรึงอยู่ในดิน ทั้งรูปอนินทรีย์และอินทรีย์ฟอสฟอรัส ปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับหินฟอสเฟต สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชได้มากกว่าการใส่เฉพาะหินฟอสเฟต เพิ่มประสิทธิภาพการเป็นปุ๋ยของหินฟอสเฟตให้เห็นอย่างเด่นชัด ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

3. สมบัติของดินบางประการหลังการทดลอง

3.2 ปฏิกิริยาดิน

ค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) ในทุกปีสามารถยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากปริมาณการใส่หินฟอสเฟต (0-3-0) มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งหินฟอสเฟตมีปฏิกิริยาเป็นด่าง (ประภาศรี, 2549) จึงสามารถทำให้ค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ระดับ pH ของดินในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงทุกปีโดยเฉพาะหลังการทดลองปีที่ 4 ทุกกรรมวิธีมีค่าปฏิกิริยาดินระดับต่ำกว่า 4 ซึ่งเป็นระดับที่มีความเหมาะสมต่ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 18 (Rankine and Fairhurst, 1998) ทั้งนี้ เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีปฏิกิริยาเป็นกรด (ประภาศรี, 2549) จึงทำให้ระดับ pH ของดินลดลงได้

ตารางที่ 18 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อค่าปฏิกิริยาดินและปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	pH (1:1)				N (%)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	4.41 a	4.4	4.40 a	3.78 a	0.14	0.11	0.13	0.152 d
100%RP+PSM	4.37 ab	4.37	4.40 a	3.74 a	0.13	0.11	0.13	0.160 cd
75%RP+PSM	4.36 ab	4.36	4.40 a	3.71 ab	0.13	0.1	0.12	0.224 a
50%RP+PSM	4.33 ab	4.28	4.27 b	3.62 bc	0.13	0.1	0.13	0.189 bc
25%RP+PSM	4.27 b	4.25	4.30 ab	3.59 c	0.13	0.1	0.13	0.211 ab
C.V. (%)	1.6	2.4	1.5	1.8	8.6	8.5	7.4	11.1
F-Test	*	ns	*	**	ns	ns	ns	**

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3.2 ปริมาณไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในแต่ละปีทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) แต่สำหรับในปีที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนในดินในกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดแต่ยังเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 18

3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกกรรมวิธีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีการสะสมเพิ่มขึ้นในทุกปี โดยในปีที่ 1 และ 2 ทุกกรรมวิธีทั้งกรรมวิธีที่มีการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและไม่มีการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ในระดับต่ำ แต่ในปีที่ 3 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ในระดับปานกลาง และในปีที่ 4 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ในระดับสูงสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินทั้ง 4 ปี ในแต่กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดยให้ผลในทำนองเดียวกับการศึกษาประสิทธิภาพการละลายฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในชุดดินต่างๆ โดยเชื้อรา พบว่า การเพาะเชื้อรา *Penicillium spp.* ลงในชุดดินต่างๆ ทำให้ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงขึ้นกว่าการไม่เพาะเชื้อรา และเมื่อวิเคราะห์รูปของ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส) พบเช่นกันว่ามีการเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพาะเชื้อรา โดยเฉพาะอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีการเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด (ภาวนา และคณะ, 2551) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสติดต่อกันหลายฤดูปลูกมีผลทำให้มีการสะสมฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากการสูญเสียฟอสฟอรัสโดยการชะล้างมีน้อยมาก

3.6 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีปริมาณโพแทสเซียมในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณโพแทสเซียมตกค้างอยู่ในดินระดับสูงมากและมีการสะสมเพิ่มขึ้นในทุกปี ดังตารางที่ 20 โดยมีโดยมีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงกว่า 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Rankine and Fairhurst, 1998)

3.7 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน

ปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีปริมาณแมกนีเซียมในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณแมกนีเซียมตกค้างอยู่ในดินระดับสูงมากและมีการสะสมเพิ่มขึ้นในทุกปี ดังตารางที่ 20 โดยมีโดยมีปริมาณแมกนีเซียมในดินสูงกว่า 0.30 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (Rankine and Fairhurst, 1998)

ตารางที่ 19 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	T-P (mg/Kg)				Avail.P (mg/Kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	183	239	429	672	6.2 c	5.2 b	5.8 c	7.74 c
100%RP+PSM	175	244	397	667	9.3 ab	6.0 b	9.3 ab	9.96 bc
75%RP+PSM	173	233	366	633	10.1 a	9.7 a	11.6 a	13.90 a
50%RP+PSM	163	217	422	632	4.5 c	5.8 b	9.2 ab	10.64 b
25%RP+PSM	166	240	387	652	6.99 bc	6.1 b	7.0 bc	9.20 bc
C.V. (%)	11.0	7.0	10.2	13.5	22.3	20.0	23.1	15.7
F-Test	ns	ns	ns	ns	**	**	*	**

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 20 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี ในแปลงปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2557-2560

กรรมวิธี	Avail.K (mg/Kg)				Exch.Mg (cmol/Kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	171	389	429	555	0.87	0.60	0.64	1.64
100%RP+PSM	148	334	442	513	0.75	0.63	0.65	1.42
75%RP+PSM	164	393	449	591	0.75	0.51	0.71	1.31
50%RP+PSM	150	362	471	525	0.70	0.38	0.70	1.33
25%RP+PSM	164	352	412	515	1.01	0.50	0.61	1.35
C.V. (%)	9.6	11.2	9.5	18.3	24.1	21.4	14.0	24.9
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

7. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบหลังการทดลอง

7.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของไนโตรเจนในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีความเข้มข้นของไนโตรเจนระดับเพียงพอ ดังตารางที่ 21 โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันระหว่าง 2.28-2.94 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) ยกเว้น หลังการทดลองในปีที่ 3 เนื่องจากมีปัญหาน้ำท่วมขังต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 100 วัน (รูปผนวกที่ 1) ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันไม่สามารถดูดใช้ธาตุอาหารพืชได้อย่างเต็มที่ ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลองปีที่ 3 ในทุกกรรมวิธีจึงมีความเข้มข้นต่ำ โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำกว่า 2.28 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991)

7.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสระดับต่ำ ดังตารางที่ 21 โดยช่วงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันในระดับเพียงพอมีค่าระหว่าง 0.142-0.189 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull and Fairhurst, 1991) แต่หลังการทดลองในปีที่ 3 มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบต่ำมาก เนื่องจากมีปัญหาน้ำท่วมขังต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 100 วัน (รูปผนวกที่ 1) ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันไม่สามารถดูดใช้ธาตุอาหารพืชได้อย่างเต็มที่ ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลองปีที่ 3 ในทุกกรรมวิธีจึงมีความเข้มข้นต่ำกว่าหลังการทดลองปีอื่นๆ

7.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) ทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมระดับเพียงพอโดยมีค่าระหว่าง 0.81-1.32 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull, and Fairhurst, 1991)

7.4 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองในปีที่ 1, 2 และ 3 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปีที่ 1 กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปีที่ 2 และ 3 กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปีที่ 4 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม หลังการทดลองปีที่ 4 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีแนวโน้มสูงสุด (ตารางที่ 22) นอกจากนี้ ทุกกรรมวิธีหลังการทดลองปีที่ 1, 3 และ 4 มีความเข้มข้นแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันในระดับที่เพียงพอโดยมีค่าระหว่าง 0.24-0.42 เปอร์เซ็นต์ (Uexkull, and Fairhurst, 1991)

ตารางที่ 21 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง หลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี

กรรมวิธี	T-N (%)				T-P (%)				T-K (%)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	2.425	2.435	2.080	2.388	0.113	0.108	0.083	0.115	1.008	0.820	0.838	1.050
100%RP+PSM	2.498	2.425	1.980	2.448	0.115	0.113	0.085	0.123	0.867	0.940	0.878	1.118
75%RP+PSM	2.488	2.568	1.928	2.558	0.115	0.113	0.085	0.125	0.815	0.883	1.028	1.175
50%RP+PSM	2.435	2.528	1.958	2.435	0.115	0.108	0.080	0.125	0.818	0.822	0.823	1.083
25%RP+PSM	2.433	2.493	1.948	2.583	0.113	0.113	0.070	0.125	0.963	0.815	0.813	1.125
C.V. (%)	4.6	9.3	6.9	5.1	7.7	9.3	10.0	6.1	10.8	12.8	16.4	8.8
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 22 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมและโบรอนในใบปาล์มน้ำมัน พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง หลังการทดลองต่อเนื่อง 4 ปี

กรรมวิธี	T-Mg (g/Kg)				T-B (g/Kg)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	0.36 b	0.21 ab	0.37 ab	0.24	16	18	19	15
100%RP+PSM	0.36 b	0.19 b	0.31 c	0.26	17	18	19	17
75%RP+PSM	0.38 b	0.15 c	0.32 bc	0.24	16	16	18	17
50%RP+PSM	0.44 a	0.23 a	0.39 a	0.24	17	16	18	18
25%RP+PSM	0.45 a	0.22 ab	0.37 ab	0.27	18	18	19	20
C.V. (%)	7.5	11.2	9.6	10.3	8.0	12.0	6.1	10.9
F-Test	**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

7.5 ความเข้มข้นของโบรอนในใบ

ความเข้มข้นของโบรอนในใบปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า ในทุกปีความเข้มข้นของโบรอนในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 22) และทุกกรรมวิธีมีปริมาณความเข้มข้นของโบรอนระดับเพียงพอโดยมีค่าระหว่าง 14.25-26.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Uexkull and Fairhurst, 1991)

8. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

8.1 จำนวนทางใบเพิ่ม

จำนวนทางใบเพิ่มของปาล์มน้ำมันในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีทางใบเพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีทางใบเพิ่มขึ้น 21-27 ทางใบต่อปี (ตารางที่ 23) ซึ่งเป็นจำนวนทางใบเพิ่มในระดับปกติของการเกิดทางใบของปาล์มน้ำมัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

8.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง

พื้นที่หน้าตัดแกนทางของปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1, 2 และ 3 ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 10.60-21.47 ตารางเซนติเมตร แต่หลังการทดลองปีที่ 4 พบว่า แต่ละกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงสุด (22.53 ตารางเซนติเมตร) และแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุด (17.19 ตารางเซนติเมตร) แต่ทั้ง 2 กรรมวิธีดังกล่าวมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 21.12 20.40 17.69 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 23 อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ทุกกรรมวิธีมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำกว่า

มาตรฐานของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 โดยปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่อายุ 9 ปี (การทดลองปีที่ 3) มีพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 27.9 ตารางเซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

8.3 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันหลังการทดลอง 4 ปี พบว่า หลังการทดลองทั้ง 4 ปี ทุกกรรมวิธีปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละกรรมวิธีมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นทุกปี จากปีที่ 1 มีพื้นที่ใบ 4.23-5.34 ตารางเมตรต่อทางใบ ในปีที่ 2, 3 และ 4 เพิ่มเป็น 5.15-5.84, 6.30-6.88 และ 6.55-7.41 ตารางเมตรต่อทางใบ ตามลำดับ โดยมาตรฐานปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่อายุ 9 ปี ควรมีพื้นที่ใบ 8.7 ตารางเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) แต่อย่างไรก็ตาม ในปีที่ 3 และ 4 กรรมวิธีที่มีการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตทุกอัตรามีแนวโน้มทำให้มีพื้นที่ใบสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตแต่งเพียงอย่างเดียว ดังตารางที่ 23

จากข้อมูลการเจริญเติบโตจะเห็นได้ว่า ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธีต่ำกว่ามาตรฐานของพันธุ์ถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ เนื่องจากแปลงทดลองมีปัญหาน้ำท่วมขังในฤดูฝนของทุกปีโดยมีน้ำท่วมขังต่อเนื่อง 30-100 วันต่อปี (รูปผนวกที่ 1) ทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 23 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2558-2560

	จำนวนทางใบเพิ่ม			พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตร.ซม.)				พื้นที่ใบจริง (ตร.ม./ทางใบ)			
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
100%RP	22	25	27	13.9	16.6	20.4	17.69	4.8	5.43	6.3	6.56
100%RP+	22	26	26	14.7	18.3	21.5	22.53	5.34	5.87	6.82	7.33
75%RP+P	21	26	26	11.6	15.6	20	21.12	4.97	5.84	6.79	7.41
50%RP+P	23	24	24	12.7	15.2	20.5	20.40	4.66	5.48	6.89	7.11
25%RP+P	24	27	24	10.6	15.3	20.3	17.19	4.23	5.15	6.38	6.72
C.V. (%)	10	6.9	9.4	21.7	15.8	13.4	15.9	16.6	10.2	10	10.5
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

9. ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

9.1 น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ย

น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละกรรมวิธีมีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปี จากปีที่ 2 มีน้ำหนักทะลายสดเฉลี่ย 7.20-7.88 กิโลกรัมต่อทะลาย ในปีที่ 3 และ 4 เพิ่มเป็น 8.66-9.25 และ 10.14 -10.60 กิโลกรัมต่อทะลาย ตามลำดับ ดังตารางที่ 24 ดังนั้น การใส่จุลินทรีย์ละลายไม่มีผลทำให้น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น แต่การที่น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมอย่างต่อเนื่องทุกปี

9.2 จำนวนทะลายเฉลี่ย

จำนวนทะลายเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า หลังการทดลองปีที่ 2 และ 3 ในแต่ละกรรมวิธีจำนวนทะลายเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในปีที่ 4 จำนวนทะลายเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีจำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุด 10.5 ทะลายต่อต้นต่อปี และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจำนวนทะลาย 9.5 และ 8.5 ทะลายต่อต้นต่อปี ตามลำดับ แต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ซึ่งมีจำนวนทะลายเท่ากัน คือ 8.0 ทะลายต่อต้นต่อปี และจำนวนทะลายเฉลี่ย 3 ปี ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีจำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุด 13.8 ทะลายต่อต้นต่อปี และแตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ซึ่งมีจำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุด 12.3 ทะลายต่อต้นต่อปี ดังตารางที่ 24

จำนวนทะลายเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 4 มีจำนวนทะลายเฉลี่ยต่ำกว่าในปีที่ 2 และ 3 เนื่องจากหลังการทดลองในปีที่ 3 (ช่วงการทดลองปีที่ 4) มีปัญหาน้ำท่วมขังต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 100 วัน (รูปผนวกที่ 1) ส่งผลให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงน้ำท่วมขังทำให้จำนวนทะลายสะสมต่ำกว่าปีที่ 2 และ 3

ตารางที่ 24 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2558-2560

กรรมวิธี	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)			จำนวนทะลายเฉลี่ย (ทะลาย /ต้น/ปี)				ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)			
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	combined	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	combined
100%RP	7.61	8.66	10.6	15.5	14.8	8.5ab	12.9ab	2705a	2934	2072ab	2570 ab
100%RP+PSM	7.87	9.17	10.5	16.5	15.5	9.5ab	13.8a	2991a	3264	2292ab	2849 a
75%RP+PSM	7.88	9.08	10.3	15.8	15	10.5a	13.8a	2847a	3143	2481a	2824 a
50%RP+PSM	7.2	9.25	10.1	14.8	14	8.0b	12.3b	2418b	2975	1836b	2410 b
25%RP+PSM	7.34	9.29	10.4	17.3	13.8	8.0b	13.0a	2907a	2923	1916b	2582 ab
C.V. (%)	10.6	7.6	12.7	9.3	7.5	14.1	9.8	8.8	9.1	15.9	10.9
F-Test											
Treatment	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*	**
Year							**				**
Treatment*Year							ns				ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

9.4 ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย

ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 พบว่า หลังการทดลองปีที่ 2 และ 4 ผลผลิตทะลายเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้ผลทำนองเดียวกับเมื่อเฉลี่ย 3 ปี ซึ่งผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3 ปี สูงสุด 2,849 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3 ปี ต่ำสุด 2,410 ทะลายต่อต้นต่อปี ส่วนหลังการทดลองปีที่ 3 ผลผลิตทะลายเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีแนวโน้มให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด ตารางที่ 24 ซึ่งให้ผลทำนองเดียวกับปัญจพร และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตกับปาล์มน้ำมันในพื้นที่ศักยภาพภาคใต้ตอนบน ผลการทดลองเบื้องต้นในระยะเวลา 2 ปี พบว่า การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อต้นเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตแต่ไม่ใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

ผลผลิตทะลายเฉลี่ยหลังการทดลองในปีที่ 4 มีปริมาณผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่ำกว่าในปีที่ 2 และ 3 เนื่องจากหลังการทดลองในปีที่ 3 (ช่วงการทดลองปีที่ 4) มีปัญหาน้ำท่วมขังต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 100 วัน (รูปผนวกที่ 1) ส่งผลให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงน้ำท่วมขังทำให้ผลผลิตทะลายสดต่ำกว่าปีที่ 2 และ 3 แต่ถึงอย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าผลผลิตทะลายสดทั้ง 3 ปี มีปริมาณผลผลิตทะลายสดต่ำกว่ามาตรฐานของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสด 3,254 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ เนื่องจากแปลงทดลองมีปัญหาน้ำท่วมขังในฤดูฝนของทุกปีตั้ง 30-100 วันต่อปี (รูปผนวกที่ 1) ทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

10. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ทำให้มีรายได้สุทธิเฉลี่ย 3 ปี สูงสุด 6,687 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมา คือ กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีรายได้สุทธิเฉลี่ย 6,621 บาทต่อไร่ต่อปี ซึ่งทั้ง 2 กรรมวิธีทำให้มีรายได้สุทธิเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีค่าเท่ากันและมีค่าสูงสุด คือ 2.04 ส่วนกรรมวิธีอื่นมีอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) มากกว่า 1 แสดงว่าการผลิตปาล์มน้ำมันเป็นการผลิตที่มีกำไรในทุกกรรมวิธี

อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) จากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีค่า MRR สูงสุด คือ 486.48 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ

จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีค่า MRR 409.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25) แสดงว่าหากปรับเปลี่ยนจากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ มาใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ต้นทุนผันแปรการผลิตเพิ่ม 100 บาท จะทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 486.48 บาท หรือทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 586.48 บาท และหากปรับเปลี่ยนจากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ มาใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ต้นทุนผันแปรการผลิตเพิ่ม 100 บาท จะทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 409.75 บาท หรือทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 509.75 บาท ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีรายได้ต่ำกว่าจากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีรายได้ส่วนเพิ่มจากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 25 ผลของการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมันพันธ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินแกลง จังหวัดพัทลุง ปี 2558-2560

กรรมวิธี	รายได้เฉลี่ย (บาท/ไร่/ปี)				ต้นทุนผันแปร* (บาท/ไร่/ปี)				รายได้สุทธิเฉลี่ย (บาท/ไร่/ปี)				BCR เฉลี่ย	MRR เฉลี่ย(%)
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย		
100%RP	10,928	15,873	8,765	11,855	6,231	6,440	5,760	6,144	4,697	9,433	3,004	5,712	1.93	-
100%RP+PSM	12,084	17,658	9,695	13,146	6,598	6,842	5,936	6,459	5,486	10,816	3,759	6,687	2.04	409.75
75%RP+PSM	11,502	17,004	10,495	13,000	6,457	6,713	5,967	6,379	5,045	10,291	4,527	6,621	2.04	486.48
50%RP+PSM	9,769	16,095	7,766	11,210	6,087	6,546	5,329	5,988	3,681	9,549	2,437	5,222	1.87	-
25%RP+PSM	11,744	15,813	8,105	11,887	6,453	6,472	5,273	6,066	5,291	9,341	2,832	5,821	1.96	-

หมายเหตุ: ราคาผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันเฉลี่ยปี 2558 2559 2560 = 4.04 5.41 และ 4.23 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

ต้นทุนผันแปร คือ ค่าปุ๋ย + ค่ากำจัดวัชพืช + ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต

BCR อัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (รายได้ต่อต้นทุน)

BCR < 1 รายได้น้อยกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นขาดทุน ไม่ควรทำการผลิต

BCR = 1 รายได้เท่ากับรายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นไม่มีกำไรและไม่ขาดทุน มีความเสี่ยงในการผลิต ไม่ควรทำการผลิต

BCR > 1 รายได้มากกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นมีกำไร มีความเสี่ยงน้อย สามารถทำการผลิตได้

MRR อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่มจากการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 100เปอร์เซ็นต์ (รายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้นต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้น)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาระดับการใช้ซิลิกอนที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การใช้ซิลิกอนร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบเพียงอย่างเดียว โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบจริงสูงสุด และมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุดหลังการทดลองในปีที่ 2 (3,196 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) ปีที่ 3 (3,671 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และปีที่ 4 (3,483 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)

2. ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมัน

1. การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบจริงสูงสุด และมีจำนวนทะลายและผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกับการใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต โดยอัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของการใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสูงสุด 486.48 เปอร์เซ็นต์

2. การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุด จึงมีผลทำให้ดินมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตได้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ หลังการทดลองต่อเนื่องปีที่ 4 มีค่าปฏิกิริยาดินต่ำ จึงต้องเพิ่มระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใช้โดโลไมท์ ($CaMgCO_3$) ซึ่งเป็นแหล่งแมกนีเซียมและมีสมบัติในการยกระดับค่าปฏิกิริยาดินแทนการใช้ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ ($MgSO_4$)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยของโครงการซึ่งประกอบด้วย 1 กิจกรรม 2 การทดลอง ผลผลิตที่ได้คือ เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมกับปาล์มน้ำมัน สามารถแนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต ได้แก่ การใช้ซิลิกอนร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ใบเพียงอย่างเดียว โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับซิลิกอน อัตรา 1,500 มิลลิกรัมของซิลิกอนต่อต้นต่อปี มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบจริงสูงสุด และมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุดหลังการทดลองในปีที่ 2 (3,196 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) ปีที่ 3 (3,671 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) และปีที่ 4 (3,483 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)

การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ใบจริงสูงสุด และมีจำนวนทะลายและผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกับการใส่หินฟอสเฟต 100 เปอร์เซ็นต์ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต โดยอัตราส่วนผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของการใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสูงสุด 486.48 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใส่หินฟอสเฟต 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลการวิเคราะห์ใบร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุด จึงมีผลทำให้ดินมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตได้สูงขึ้น และมีข้อเสนอแนะ คือ หลังการทดลองต่อเนื่องปีที่ 4 มีค่าปฏิกิริยาดินต่ำ จึงต้องเพิ่มระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใช้โดโลไมท์ ($CaMgCO_3$) ซึ่งเป็นแหล่งแมกนีเซียมและมีสมบัติในการยกระดับค่าปฏิกิริยาดินแทนการใช้ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ ($MgSO_4$)

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการการปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ. 188 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยชีวภาพและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2548 กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. ม.ป.ป. ปาล์มน้ำมัน 1. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/palmsurat/images/e-book/compressed.pdf [8 มีนาคม 2561].

กองปฐพีวิทยา. 2544. เอกสารวิชาการคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

เกริกชัย ธนรักษ์. 2547. การประเมินความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน. วารสารดินและปุ๋ย. 26 (4): 190-203.

ชอบ คณะฤกษ์ และจินตนา หัสวายุกุล. 2550. ผลการวิจัยการใช้ซิลิกอนในการเกษตร. ว. เคหการเกษตร. 31 (11): 190-197.

ประพิศ แสงทอง. 2534. อนินทรีย์และอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน. ว. ดินและปุ๋ย. 13 (2): 142-152.

ประภาศรี จงประดิษนันท์. 2549. สถานการณ์ตลาดและการเลือกใช้ปุ๋ยธาตุรองและจุลธาตุอย่างชาญฉลาด. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ปัญหาธาตุอาหารรอง-จุลธาตุในดินและการแก้ไข, สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ. 27 หน้า.

ปัญจพร เลิศรัตน์, เกริกชัย ธนรักษ์, ชัชธนพร เกื้อหนุน และสุปรานี มั่นหมาย. 2556. ศึกษาการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันในพื้นที่ศักยภาพการผลิตภาคใต้ตอนบน. รายงานความก้าวหน้าแผนงานวิจัยปาล์มน้ำมัน. ณ โรงแรมแกรนด์ปาล์มรีสอร์ท อ.ปราณบุรี. ประจวบคีรีขันธ์, 12-13 มีนาคม 2556.

ไพลิน เหล็กคง. 2530. เอกสารเสริมทางวิชาการเรื่องธาตุอาหารพืชรวมหลักการเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์พืชบางชนิด. กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืชและผลิตผล กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

ภาวนา ลิกขนานนท์, วิทยา ธนานุสนธิ์, ประพิศ แสงทอง และสุปรานี มั่นหมาย. 2551. จากหิ้งสู่ห้างผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุเสริมประโยชน์ *ใน:* ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. หน้า 361-387.

สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง. 2561. สถิติข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 2557-2560. สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง: พัทลุง.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ราคาสินค้าเกษตรรายเดือน. สืบค้นจาก: http://oae.go.th/download/price/monthlyprice/Horticulture/palm.pdf [25 ตุลาคม 2560]

Doberman, A. and T. H. Fairhurst, 2000. Rice: nutrien disorders & nutrien management. Tham sin chee: Canada. 203 p.

Jackson, M. L. 1960. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc.Englewood Cliffs, New Jersy. 498 p.

Khasawneh, F. E. and E. C. Doll. 1979. The use of phosphate rock for direct application to soils. Adv.Agron 30: 159-206.

Peech, M. 1965. Hydrogen-iron activity. *In:* Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J. L. White and F. E. Clarj, eds. Method of Soil Analysis Part 2. America Society of Agronomy .Inc., Publisher Madison. Wisconsin: USA. pp. 914-926.

Rankine, I. and T. H. Fairhurst. 1998. Field Handbook: Oil Palm Series (Mature). Potash and Phosphate Institute. Oxford Graphic Printers Pte. Ltd.: Singapore.

Snyder, G. H., V. V. Matichenkov and L. E. Datnoff. 2007. Silicon. *In:* A.V. Barker and D. J. Pilbleam, eds. Handbook of plant nutrition. CRC Press: New York. pp..551-568.

Uexkull, V. H. R. and T. H. Fairhurst, 1991. Fertilizing for high yield and quality: The oil palm. international potash institute, Worblaufen-Bern/Switzerland. 79 p.

Yoshida, S. 1975. The physiology of silicon in rice. Technical Bullentin No. 25. Food Fert. Tech. Centre., Taipei: Taiwan.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และวันฝนตกของแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน ปี พ.ศ.2557-2560 ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

เดือน	ปี 2557		ปี 2558		ปี 2559		ปี 2560	
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)
มกราคม	49.5	19	45.3	12	220.4	16	1044	23
กุมภาพันธ์	2.6	2	5.7	2	37.1	6	64.4	9
มีนาคม	0.1	1	12.8	1	1.5	2	157.8	8
เมษายน	73.8	8	164.2	8	5.2	1	202.7	15
พฤษภาคม	79.3	11	136.5	8	104.2	12	164.3	13
มิถุนายน	90.2	8	94.2	10	79.4	12	142.9	13
กรกฎาคม	27.1	10	185.5	15	188.9	16	32.3	6
สิงหาคม	98	14	88.2	12	48.7	11	140.6	16
กันยายน	132.1	11	174.6	14	20.4	9	139.2	21
ตุลาคม	341.9	24	222.1	17	159.6	16	134.5	15
พฤศจิกายน	505.4	23	571.8	28	312.6	22	330.1	27
ธันวาคม	742.4	21	344.3	19	997.4	22	1044	23
รวม	2,142.40	152	2,045.20	146	2,175.40	145	3596	189

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง (2561)

ตารางผนวกที่ 2 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับปาล์มน้ำมัน

ค่าวิเคราะห์	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
pH (ดิน:น้ำ; 1:5)	< 3.5	4.0	4.2	5.5	> 5.5
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	< 0.08	1.2	1.5	2.5	> 2.5
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	< 8	15	20	25	>25
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	< 32	80	100	120	>120
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (เซนติโมล/กก.)	< 0.08	0.20	0.25	0.30	> 0.30
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (เซนติโมล/กก.)	< 0.08	0.20	0.25	0.30	> 0.30

ที่มา: Rankine and Fairhurst (1998)

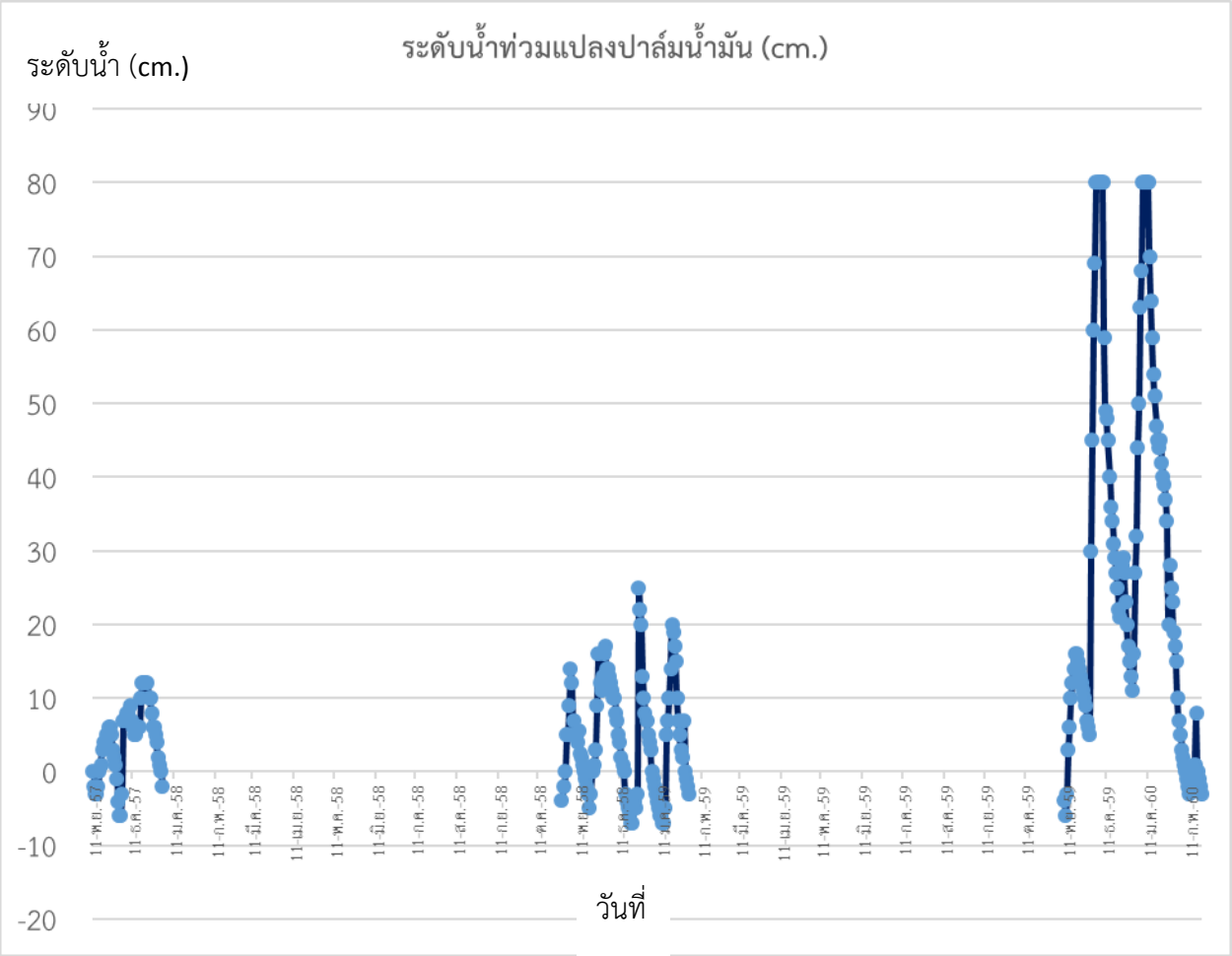
ตารางผนวกที่ 3 ระดับเหมาะสมของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 ที่ปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 6 ปี

ธาตุอาหาร	ขาด	เหมาะสม	เกิน	ช่วงเหมาะสม±ส่วนเบี่ยงเบน*
N (%)	< 2.30	2.40-2.80	> 3.00	2.28-2.94
P (%)	< 0.14	0.15-0.18	> 0.25	0.142-0.189
K (%)	< 0.75	0.90-1.20	> 1.60	0.81-13.2
Mg (%)	< 0.20	0.25-0.40	> 0.70	0.24-0.42
B (mg/kg)	< 8	15-25	> 40	14.25-26.25

ที่มา: Uexkull and Fairhurst (1991)

*ช่วงเหมาะสม ± ส่วนเบี่ยงเบน เป็นค่าที่เหมาะสมใช้สำหรับประเมินการใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ โดยหากผลวิเคราะห์ใบอยู่ในช่วงให้ใส่ปุ๋ยอัตราเดิม แต่หากผลวิเคราะห์ใบต่ำกว่าช่วงให้ใส่ปุ๋ยอัตราเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ของอัตราเดิม ในขณะที่ หากผลวิเคราะห์ใบสูงกว่าช่วงให้ใส่ปุ๋ยอัตราลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ของอัตราเดิม

รูปผนวกที่ 1 ระดับน้ำท่วมแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 (เซนติเมตร) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2557-กุมภาพันธ์ 2560 จ.พัทลุง



หมายเหตุ: ระดับน้ำ < 0 เซนติเมตร คือ น้ำไม่ท่วมแปลง
ระดับน้ำ > 0 เซนติเมตร คือ น้ำท่วมแปลง
วัดระดับน้ำจากร่องน้ำในแปลงทดลองช่วงฤดูฝน 3 ช่วง คือ 11 พฤศจิกายน 2557-2 มกราคม 2558 29 ตุลาคม 2558-1 กุมภาพันธ์ 2559 9 พฤศจิกายน 2557-20 กุมภาพันธ์ 2560 ส่วนช่วงวันอื่นๆ ระหว่างทำการทดลองเป็นช่วงที่ไม่มีน้ำท่วมแปลง