อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO)และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

วิภาวรรณ สายคำยศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ธันวาคม 2562

อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO)และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

วิภาวรรณ สายคำยศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ธันวาคม 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

Effect of Chemical and Granular Organic Fertilizer with Hormone Mixed Formula (HO) and Chemical Fertilizer Applied with Calcium Hydroxide on soil properties and Yield Promotion of Oil Palm

Wipawan Saikumyod

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science Program (Natural Resources and Environmental Management)
faculty of Science and Technology Uttaradit Rajabhat University
December 2019

Copyright of Uttaradit Rajabhat University

วิทยานิพนธ์ เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO)และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

ของ

วิภาวรรณ สายคำยศ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....

( )

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

()

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และเลขานุการ

.....	.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด ทุ่นใจ)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำหลักสูตร	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
.....	.....
(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จั่นจีน)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO)และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน
ผู้วิจัย	วิภาวรรณ สายคำยศ
ปริญญา	หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่ส่งผลต่อสมบัติของดินและผลผลิตของปาล์มน้ำมันวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น รวม 24 ต้น ดังนี้ T1 ไม่ใส่สารและไม่ใส่ปุ๋ย (control), T2 ปูนขาว ($Ca(OH)_2$),T3 ปุ๋ยเคมี15-15-15, T4 ปุ๋ยเคมี 15-15-15+ปูนขาว, T5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)+ปูนขาว และ T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาวตามลำดับ โดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ซีพีเทเนอร่าที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 5 ปี เป็นพืชทดสอบระยะปลูก 9x9x9 เมตร ชุดดินท่ายางในแปลงของเกษตรกรหมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ต.ไทยชนะศึก อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย ระหว่างเดือนพฤษภาคม-ธันวาคม 2558 การใส่ปูนขาว 5.8 กิโลกรัม/ต้น ตามผลการวิเคราะห์ความต้องการปูนของดินโดยใส่ครั้งเดียวแล้วรดน้ำก่อนใส่ปุ๋ย 30 วันการใส่ปุ๋ยอัตรา 6 กิโลกรัม/ต้น แบ่งใส่ 3 ครั้งในเดือนมิถุนายน, สิงหาคมและตุลาคม โดยแบ่งใส่ในสัดส่วนร้อยละ 50 : 25 : 25 โดยน้ำหนักตามลำดับทำการบันทึกและรวบรวมสภาพภูมิอากาศบริเวณทำการทดลอง วิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพและสมบัติด้านเคมีบางประการของดินก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1), ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) และปุ๋ยเคมี บันทึกการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต บันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการศึกษาพบว่าดินก่อนการทดลองมีความเป็นกรดรุนแรงมาก pH 4.4 แต่ภายหลังการใช้T5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)+ปูนขาวและ T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดสามารถปรับปรุง pH เพิ่มขึ้นเป็น 6.1 และ 6.2

ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) มีธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่อย่างครบถ้วนในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารหลักในระดับสูงแต่ไม่มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่เลย อิทธิพลของปุ๋ยที่มีต่อการปรับปรุงสมบัติของดินพบว่า T5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)+ปูนขาว และ T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว สามารถปรับปรุงสมบัติด้านเคมีของดินให้ดีขึ้นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเพราะมีอินทรีย์วัตถุ (OM) ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมหลงเหลืออยู่ในดินเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง ทางด้านกายภาพของดินพบว่า T5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)+ปูนขาวและT6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว มีประสิทธิภาพสูงสุดทำให้ความหนาแน่นรวม (Db) ของดินลดลงจึงทำให้ความพรุน (E%) และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (WC%) เพิ่มขึ้นลักษณะเช่นนี้เป็นประโยชน์ต่อการดูดธาตุอาหารของพืชและช่วยปรับปรุงนิเวศน์ทางดินในแปลงปลูกอีกด้วย

ผลการบันทึกการเจริญเติบโตของพืชพบว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) แสดงผลสูงสุดในด้านความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนทางใบ ในทุกรายการแต่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีเพราะปาล์มมีอายุมากแล้ว (5 ปี) และเป็นช่วงให้ผลผลิตแล้วส่วนผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทางด้านจำนวนทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนักผลต่อทะลายและผลผลิตต่อไร่พบว่า กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2และT1 ตามลำดับ โดยได้ผลผลิตเฉลี่ย 3,353.0, 2,952.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2 และ 1,410.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านต้นทุนการผลิตและผลกำไรพบว่ากรรมวิธีที่ได้ผลกำไรสูงสุดได้แก่ T6, T5, T3, T4, T1และT2 คิดเป็นมูลค่า 9,933.0, 7,977.4, 6,947.5, 6,864.0, 2,856.0 และ 2,711.0 บาท/ไร่ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงสรุปได้ว่า T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว แล้วสามารถปรับปรุงสมบัติของดินและนิเวศน์ของดินในแปลงปลูกให้ดีขึ้น เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุลดความเป็นกรด (pH) ให้กับดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชได้อย่างครบถ้วนและสมดุล คุณสมบัติของดินเหล่านี้จึงทำให้T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว ได้ผลผลิตและมีกำไรสูงสุด

คำสำคัญ : ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO), ปุ๋ยเคมี, ปูนขาว

Abstract

Title	Effect of Chemical and Granular Organic Fertilizer with Hormone Mixed Formula (HO) and Chemical Fertilizer Applied with Calcium Hydroxide on soil properties and Yield Promotion of Oil Palm
Author	Wipawan Saikumyod
Degree	Master of Science Program (Natural Resources and Environmental Management)
Advisor	Assistant Professor Dr. Chanphen Chumsang
Co-Advisor	Associate Professor Dr.Pumisak Intanon

The purpose of this research was to study effects of chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula (HO) and chemical fertilizer applied with Calcium Hydroxide on soil properties and yield promotion of oil palms. The research design was Randomized Complete Block Design (RCBD) includes 4 times of 6 processes which were formula of T1: control, T2: Ca (HO) 2, T3: 15-15-15, T4: 15-15-15+Ca (HO) 2, T5: HO-1+ Ca (HO) 2, T6: HO-2+ Ca (HO) 2. The sample used was 24 C.P. Tenera oil palms that were 5 years of yield planted on 9x9x9 meters of cultivated area in Moo 6, Ban Thancha-om, Tungsaliam District, Sukhothai between May – December 2015. The oil palms were given 5.8 Kg. of Ca (HO) once each and then watered 30 days before applying fertilizer. 6 kg. of fertilizer per one palm was applied at 3 different times – in June, August and October – in proportion 50:25:25 respectively to weight ratio. The experiment also includes records of the weather in the experiment area, growth rate, yield promotion, and profit and cost. Then physical and chemical properties of the HO-1, Ho-2 and chemical fertilizer were analyzed as well as soil properties before and after the experiment. ANOVA and DMRT at the level of 95% confidence were the parameters used for statistical analysis.

The results revealed that the pH in soil before the experiment was 4.4, then it increased to 6.1 and 6.2 after using T5 and T6 respectively. Moreover, the HO-1 and HO-2 contain primary and secondary macronutrients as well as micronutrients, while chemical fertilizer only contains high level of primary macronutrients. The effects of fertilizer on soil showed that T5 and T6 could improve chemical properties compared with the chemical fertilizer because of OM, primary macronutrients, secondary macronutrients and micronutrients that had remained in soil after the experiment. In addition, soil properties that used T5 and T6 was decreased in Db and increased in E% and WC% which was helpful to absorb macronutrients and soil fertility. The results also revealed that the growth rate of the oil palms that used the HO-1 and HO-2 were the highest in height, trunk size and the number of leaves. In terms of yield promotion and profit, T6, T5, T4, T3, T2, T1 produced 3,353.0, 2,953.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2 and 1,410.7 Kg./Rai (1,600 m^2) respectively, while T6, T5, T3, T4, T1 and T2 made profit of 9,933.0, 7,977.4, 6,947.5, 6,864.0, 2,856.0 and 2,711.0 Baht/Rai respectively. In conclusion, T6 formula could improve soil properties, increase pH, and contain macronutrients which make it produce the highest amount of palms as well as make the highest profit.

Keyword : Chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula (HO), Chemical Fertilizer, Calcium Hydroxide

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้มีพระคุณหลายท่านหลายหน่วยงานซึ่งข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและรองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ การทดลองวิจัย การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขรูปเล่ม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้ใหญ่สมศรี เกษตรกรหมู่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อให้ใช้สวนปาล์มน้ำมันเพื่อทำการทดลองและช่วยเหลืองานภาคสนามมาโดยตลอด จนสามารถเก็บข้อมูลการทดลองได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณนางสาวโสภินภา นันตา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่ให้การช่วยเหลือทางด้านการค้นคว้าเอกสาร ให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกัลยาณมิตรที่ดีตลอดช่วงการศึกษาในหลักสูตรมหาบัณฑิต ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านจนสามารถมีโอกาสศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาในครั้งนี้ ทั้งการให้กำลังใจและค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ตามเป้าหมาย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ประโยชน์อันเกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขออุทิศเป็นกุศลให้บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิภาวรรณ สายคำยศ

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

สมมติฐานของการวิจัย 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

แนวคิดเกี่ยวกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 9

แนวคิดเกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน 11

แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของดินกรด (Characterization of Acid Soil) 43

แนวคิดเกี่ยวกับปูนขาว (Lime) 48

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 54

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย 66
วัสดุอุปกรณ์ 66
วิธีดำเนินการวิจัย 67
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตรปาล์มน้ำมัน 2 สูตร 67
วิธีการปั้นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) 69
ขั้นตอนที่ 2 การนำปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ไปทดสอบกับปาล์มน้ำมัน 70
การบันทึกข้อมูลการทดลอง 71
การรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่ทำการทดลอง 71
การวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีบางประการของดินก่อนและหลังการทดลอง 71
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี 72
การวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลอง 72
บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตปาล์มน้ำมัน (ปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี) 74
บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน(ปาล์มอายุ 5 ปี) 74
บันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป 75
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ 75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 76
สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นทดลอง 76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง 77
ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี 79
การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดิน (pH) ในแต่ละเดือน 80
ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน (Vegetative Growth) 82
การเจริญเติบโตทางด้านความสูง 82
การเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้น 83
การเจริญเติบโตทางด้านจำนวนทางใบ 84

การวิเคราะห์ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต 85
จำนวนทะลาย/ต้น 85
น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 86
น้ำหนักผลสด/ทะลาย 87
ผลผลิต/ไร่ 88
การบันทึกต้นทุนการผลิต รายได้และกำไรแบบสังเขป 89
ผลการบันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป 91
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 93
สรุปผลการวิจัย 93
อภิปรายผล 94
ข้อเสนอแนะ 102
บรรณานุกรม 104
ภาคผนวก 112
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน 113
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ย 137
ภาคผนวก ค ภาพประกอบการวิจัย 150
ประวัติย่อผู้วิจัย 153

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกับปุ๋ยเคมีทั่วไป..... 10

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อทะลายสดของปาล์มน้ำมันใน 2 สถานที่ 12

ตารางที่ 3 ผลการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มอายุ 11 และ 12 ปี 13

ตารางที่ 4 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3 ชนิดปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนมจังหวัดกระบี่ 15

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราต่างกัน..... 16

ตารางที่ 6 ผลของการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันอายุ 11 และ 12 ปีที่ปลูกในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ 18

ตารางที่ 7 น้ำหนักผล ความยาวผลและน้ำหนักเปลือกผลของอินทผลัมที่ฉีดพ่นด้วยโบรอนและไม่ฉีดพ่นด้วยโบรอน 21

ตารางที่ 8 ปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปี แรกที่ปลูกในดินต่างกัน..... 22

ตารางที่ 9 ปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตสำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปี แรกที่ปลูกในดินต่างกัน..... 23

ตารางที่ 10 ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมคอลไรด์สำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปีแรกที่ปลูกในดินที่ต่างกัน..... 24

ตารางที่ 11 ปริมาณปุ๋ยคีเซอร์ไรท์สำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปีแรกที่ปลูกในดินที่ต่างกัน 25

ตารางที่ 12 อัตราปุ๋ยที่แนะนำเพื่อการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน 27

ตารางที่ 13 การจัดจำแนกปาล์มน้ำมันตามหลักอนุกรมวิธาน..... 29

ตารางที่ 14 จำนวนใบอ่อนของปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างกัน..... 34

ตารางที่ 15 ระยะการพัฒนาของช่อดอกและผลปาล์ม..... 35

ตารางที่ 16 ระยะการพัฒนาของช่อดอกในปาล์มน้ำมัน..... 36

ตารางที่ 17 ลักษณะที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด..... 37

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมชั้นที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด 38

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะของประชากรปาล์มน้ำมัน 39
ตารางที่ 20 มาตรฐานในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน..... 40
ตารางที่ 21 สมบัติของดินและตัวอย่างชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน..... 41
ตารางที่ 22 ค่าปริมาณปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดของดินตามลักษณะเนื้อดิน..... 49
ตารางที่ 23 ค่า CCE ของวัสดุปูนเพื่อการเกษตรชนิดต่าง ๆ 51
ตารางที่ 24 ขนาดอนุภาคของวัสดุปูนเพื่อการเกษตร..... 52
ตารางที่ 25 มาตรฐานปูนเพื่อการเกษตร 53
ตารางที่ 26 วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง 69
ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนและหลังการทดลอง..... 78
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี..... 80
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (pH)และการเปลี่ยนแปลง ในทุก 30 วัน..... 81
ตารางที่ 30 ความสูงต้นปาล์มน้ำมัน (เมตร)..... 82
ตารางที่ 31 ขนาดลำต้นของปาล์มน้ำมัน (เซนติเมตร) 83
ตารางที่ 32 จำนวนทางใบ (ใบ) 84
ตารางที่ 33 จำนวนทะลาย/ต้น..... 85
ตารางที่ 34 น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 86
ตารางที่ 35 น้ำหนักผลสด/ทะลาย..... 87
ตารางที่ 36 ผลผลิต/ไร่ 88
ตารางที่ 37 สรุปค่าใช้จ่ายในการปลูกปาล์มน้ำมันแบบสังเขป..... 89
ตารางที่ 38 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิต รายได้และกำไรแบบสังเขป..... 90
ตารางที่ 39 ต้นทุนการผลิตรายได้และกำไรในการปลูกปาล์มน้ำมัน/ไร่..... 91

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 8
ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO) 10
ภาพที่ 3 รากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 30
ภาพที่ 4 ดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน 33
ภาพที่ 5 การตอบสนองของพืชต่อดินที่มี pH ไม่เหมาะสมพืชที่อยู่ในกลุ่ม calcifuges 44
ภาพที่ 6 สภาพการละลายธาตุอาหารในช่วง pH ต่าง ๆ 46
ภาพที่ 7 แผนผังแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน 71
ภาพที่ 8 อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝน 76
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาดิน (pH) ในทุก 30 วัน 81
ภาพที่ 10 ความสูงต้นปาล์มน้ำมัน 82
ภาพที่ 11 ขนาดลำต้นปาล์มน้ำมัน 83
ภาพที่ 12 จำนวนทางใบปาล์มน้ำมัน 84
ภาพที่ 13 จำนวนทะลาย/ต้น 85
ภาพที่ 14 น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 86
ภาพที่ 15 น้ำหนักผลสด/ทะลาย 87
ภาพที่ 16 ผลผลิต/ไร่ 88
ภาพที่ 17 ต้นทุนการผลิตรายได้และกำไรในการปลูกปาล์มน้ำมัน/ไร่ 92

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกามีการนำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2472 โดยปลูกเป็นปาล์มประดับที่สถานีทดลอง จังหวัดสงขลาและสถานีกสิกรรมพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี (สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน, 2553, น.2) ไทยจัดเป็นผู้ผลิตปาล์มน้ำมันที่สำคัญของทวีปเอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยปี 2557 มีพื้นที่ผลิตทั้งสิ้น 4.15 ล้านไร่ ผลผลิต 13.33 ล้านตัน และมีความต้องการเพื่อบริโภค 936,045 ตันมีศักยภาพในการผลิตเป็นอันดับ 3 รองจากประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียซึ่งมีกำลังในการผลิต 25.9 ล้านตัน และ18.20 ล้านตัน ตามลำดับ โดยปลูกมากที่สุดในพื้นที่ภาคใต้ร้อยละ 88 ให้ผลผลิตได้ 11.4 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559, น.17) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ซึ่งผลผลิตที่ได้สามารถนำมาแปรรูปเพื่อการอุปโภคบริโภคในรูปของน้ำมันพืชและวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารอื่น ๆ เช่น บะหมี่ นมข้นหวาน ครีมและเนยเทียม (อเนก ลิ่มศรีวิไล, 2554, น.76) รวมถึงการนำมาใช้เพื่อการผลิตพลังงานทดแทนไบโอดีเซลซึ่งจากสถิติพบว่าไทยมีมูลค่าการนำเข้าสินค้าเชื้อเพลิงประมาณร้อยละ 20 และมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น (รัฐศักดิ์ พลสิงห์, 2553, น.75)

ดังนั้น รัฐบาลจึงมีนโยบายสนับสนุนการขับเคลื่อนสินค้าการเกษตรอาหารและพลังงานทดแทน โดยได้มีการจัดร่างยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม พ.ศ. 2558-2569 โดยได้กำหนดวิสัยทัศน์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันมีความยั่งยืน เพื่อความมั่นคงทางด้านอาหารและพลังงานที่สะอาดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยมีเป้าหมายในการขยายพื้นที่ปลูกปีละ 250,000 ไร่หรือเพิ่มขึ้นจาก 4.5 ล้านไร่เป็น 7.5 ล้านไร่ การปลูกทดแทนสวนปาล์มเก่าปีละ 30,000 ไร่ รวม 3.6 แสนไร่ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 350,000 ตันและเพิ่มอัตราน้ำมัน (OER.) เป็น 20% ส่วนในด้านอุปสงค์คือการสนับสนุนน้ำมันปาล์มเพื่อการบริโภคเพิ่มขึ้นเป็น 1.35 ล้านตัน การใช้น้ำมันปาล์มเพื่อเป็นพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นเป็น 2.60 ล้านตันและการรักษาระดับการส่งออกน้ำมันปาล์มที่ 3-7 แสนตัน ภายในปี 2569 โดยได้แบ่งแนวทางการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะเร่งด่วน คือการบริหารจัดการสต็อกเพื่อรักษาระดับราคาการกำหนดพื้นที่เหมาะสมและขึ้นทะเบียนและรวมข้อมูลสารสนเทศระบบ การนำมาตรฐานปาล์มน้ำมันมาบังคับใช้ ระยะสั้น (ระยะ 1-3 ปี) คือการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสนับสนุนการผลิตพลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่องการบริหารจัดการให้ราคาปาล์มน้ำมัน ผลักดันให้เกิดมาตรฐานน้ำมันปาล์ม ASPO (ASEAN Sustainable Palm Oil : ASPO)

การผลักดันพระราชบัญญัติปาล์มน้ำมันและมีโครงสร้างในการขับเคลื่อนและการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและต่อยอดงานวิจัยเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง ระยะปานกลาง (ระยะ 3-5 ปี) คือ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม การจัดทำระบบโลจิสติกส์ การผลักดันการดำเนินการขององค์กรและกองทุนพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มภายใต้พระราชบัญญัติปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มและการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่ม การพัฒนาชิ้นส่วนเครื่องยนต์เพื่อรองรับการใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นและระยะยาว (ระยะ 5-12 ปี) คือการใช้มาตรฐาน ASPO และผลักดันการสร้างตรา การพัฒนาเทคโนโลยีแปรรูปปาล์มน้ำมันประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูง เช่น อุตสาหกรรมโอลิโอเคมีจึงทำให้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557, น 2.; ณัชชา บูรณสิงห์, 2558, น.3) เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลและองค์การบริหารส่วนจังหวัดสุโขทัยจึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นโดยการแจกจ่ายพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้กับเกษตรกรและมีการนำเข้าพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากต่างประเทศถึง 12 สายพันธุ์เพื่อทำการปลูกทดสอบที่เทิดไทยฟาร์มในเขตอำเภอเมืองสุโขทัย (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.78) ซึ่งพื้นที่หมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ก็เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการปลูกปาล์มน้ำมัน ลักษณะพื้นที่โดยรวมของหมู่บ้านธารชะอมเป็นที่ราบตามเนินเขาซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ มีอาชีพหลักคือการทำไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย ทำนา และสวนปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยมีทั้งที่ให้ผลผลิตและยังไม่ให้ผลผลิตถึงอย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นพื้นที่ปลูกใหม่ส่วนใหญ่ผลผลิตต่อไร่จึงต่ำและด้วยลักษณะดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่บ้านธารชะอม เป็นชุดดินท่ายางซึ่งหน้าดินตื้นถึงชั้นหินมีสีน้ำตาลอมเหลืองมีความเป็นกรดจัดอินทรียวัตถุและความอุดมสมบูรณ์ต่ำความสามารถในการซาบซึมน้ำต่ำซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวที่ต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่สูงเนื่องจากระบบรากที่หาอาหารบริเวณผิวดินจึงส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารต่ำกว่าพืชใบเลี้ยงคู่โดยทั่วไปซึ่งในการเก็บเกี่ยวผลผลิต 1,000 กิโลกรัมจะสูญเสียธาตุไนโตรเจน (N) 2.94, ฟอสฟอรัส (P) 0.44, โพแทสเซียม (K) 3.71, แมกนีเซียม (Mg) 0.77, และแคลเซียม (Ca) 0.81 กิโลกรัม ตามลำดับ (Fairhurst Mutert, 1999, p.29)

ด้วยเหตุนี้เพื่อเพิ่มผลผลิตเกษตรกรจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยถึง 3 ครั้ง/ปี ตั้งแต่ต้นฤดูฝน-กลางฤดูฝน-ปลายฤดูฝนตามระยะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันโดยเน้นปุ๋ยเคมีเป็นหลักและใช้ในปริมาณมากติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้ดินขาดความสมดุล ความอุดมสมบูรณ์และอินทรียวัตถุในดินลดลง ดินแสดงความเป็นกรดและเสื่อมสภาพส่งผลต่อความสามารถในการแพร่กระจายของรากและการดูดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน ปฏิกิริยาดินหรือความเป็นกรด

(Soil pH) มีผลต่อการควบคุมการละลายของธาตุอาหารโดยทำให้ธาตุอาหารละลายออกมาได้น้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยปกติพืชจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง pH 5.5-7.0 ซึ่งเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548, น.215) ดินกรดจะส่งผลให้พืชขาดธาตุอาหารจำพวก ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และโมลิบดีนัม (นวรัตน์ อุดมประเสริฐ, 2558, น.111) ในทางตรงกันข้ามในสภาพกรดจะสามารถละลายธาตุเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม ออกมาได้มากจึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของระบบรากพืชและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (ศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู, 2557, น.103-112) จึงกลายเป็นข้อจำกัดอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและทำให้ผลผลิตลดลง การใส่ปูนทางการเกษตรเพื่อลดความเป็นกรดของดินจึงเป็นวิธีที่สะดวกปฏิบัติได้ง่ายและนิยมใช้เป็นการทั่วไปเพราะเห็นผลเร็ว วิธีใช้คือให้ปูนสัมผัสกับดินให้มากที่สุดในสภาพที่มีความชื้นซึ่งจะทำให้ดินเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วทำให้การใช้ปูนเกิดประสิทธิภาพสูง (เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ, และเมธิน ศิริวงศ์, 2540, น.40)

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าความเป็นกรดของดินในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและพื้นที่ปลูกพืชอื่น ๆ ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางด้านกาย เคมีและชีวภาพของดิน ความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารของพืช เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับปาล์มน้ำมันปูนขาวเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งในอีกหลายๆชนิดที่มีความเป็นด่างสูงสามารถนำมาใช้ปรับปรุงความเป็นกรดของดินได้ ปูนขาวได้มาจาก Calcareous Materials เช่น Limestone, Chalk แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1. พวกออกไซด์ (Oxide) ได้แก่ CaO และ MgO พวก CaO (Quicklime หรือ Burned Lime) เป็นพวกที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาในดินได้มาจากการนำหินปูนเปลือกหอยมาเผา 2. พวกไฮดรอกไซด์ (Hydroxide) สารประกอบประเภทนี้ได้แก่ $Ca(OH)_2$ และ $Mg(OH)_2$ พวก $Ca(OH)_2$ (Hydrated Lime หรือ Slaked Lime) ได้จากการทำปฏิกิริยาของน้ำกับ burned Lime 3.พวกคาร์บอเนต (Carbonate) สารประกอบประเภทนี้ได้แก่ หินปูน ($CaCO_3$) และหินโดโลไมท์ $CaMg(CO_3)_2$ ได้มาจากภูเขาหินปูน โดยการนำมาบดให้มีขนาดเล็กผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh ผลที่เกิดขึ้นเมื่อใส่ปูนในดินกรดเมื่อใส่ปูนลงไปในดินกรดที่เปียกชื้นจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างปูนกับสารละลายดิน (Soil Solution) ซึ่งอิ่มตัวด้วย CO_2 ไม่ว่าจะใส่ปูนในรูปสารประกอบใดก็ตามท้ายที่สุดปูนจะอยู่ในรูปของคาร์บอเนต เช่น แคลเซียมไบคาร์บอเนต ($Ca(HCO_3)_2$) สารประกอบไบคาร์บอเนตจะแตกตัวให้แคตไอออนที่เป็นเบส (Basic Cation) เช่น Ca^{++} และไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) ซึ่งแคตไอออนดังกล่าวจะเข้าไปไล่ที่ Adsorbed H (หรือ Potential Acidity) ที่ถูกดูดซับอยู่พื้นผิวของคอลลอยด์ดิน H^+ ที่ถูกไล่ที่ออกมานี้จะทำปฏิกิริยากับไบคาร์บอเนต (HCO^{-3}) กลายเป็น H_2CO_3 หรือ H_2O และ CO_2 เมื่อเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวอย่างต่อเนื่องหลังจากใส่ปูนลงไปในดินจะทำให้ดินกรดมี Adsorbed H ลดลงและมี Ca หรือ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลทำให้ดินมีอัตราร้อยละอิ่มตัวด้วยเบส (Base Saturation Percentage) สูงขึ้นและ pH ของดินก็จะสูงขึ้นด้วย

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิดที่พืชจำเป็นและต้องการในปริมาณที่เหมาะสมมาผสมกับอินทรียวัตถุ สารปรับปรุงดิน จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้าใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาษี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.18; สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.106; ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552, น.141) ด้วยเหตุนี้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีสมบัติแบบองค์รวมจึงมีธาตุอาหารหลัก-รองเสริม-เสริมอย่างครบถ้วน ช่วยลดปัญหาการขาดธาตุอาหารของพืช และช่วยปรับสภาพดิน (pH) ช่วยปรับโครงสร้างดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชไปพร้อม ๆ กันจึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้นกว่าปุ๋ยเคมี การวิจัยของ พรทิพย์ ภาษี, วิทยา ตรีโลเกศ, เกษสุดา เดชภิมล, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2556, น.35) พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีโดยได้ผลผลิตสูงสุดที่ 6,140 กิโลกรัม/ไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดที่ 27.9 % ในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีผลผลิต 1,380 กิโลกรัม/ไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้ง 20.9 % เมื่อใส่ในปริมาณเท่ากัน 50 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2555, น.105) ที่พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่าปุ๋ยเคมี และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กมลชนก ห่วงมี, วิภาวรรณ สายคำยศ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2555, น.125) ที่พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสามารถเพิ่มผลผลิตพริกได้มากกว่าปุ๋ยเคมี เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้น จากการรายงานดังกล่าวแล้วข้างต้นเป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่เศรษฐกิจอายุสั้นเช่น ข้าว ข้าวโพด พืชผัก ฯลฯ เป็นส่วนใหญ่ ส่วนพืชน้ำมันซึ่งเป็นพืชที่ใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมาก เช่น ปาล์มน้ำมันนั้นยังไม่มีรายงานในขณะที่ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ใช้ปุ๋ยมาก และต้องการธาตุอาหารมากอย่างสมดุลทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จึงจะได้ผลผลิตสูงปาล์มน้ำมันเป็นพืชพลังงานที่รัฐบาลให้การส่งเสริมให้มีการปลูกทั่วประเทศอยู่แล้ว โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือตอนล่างนั้นองค์การบริหารส่วนจังหวัดสุโขทัยได้มีการส่งเสริมปลูกกระจายทั่วทั้งจังหวัดประมาณห้าหมื่นไร่เพื่อให้เป็นศูนย์กลางการปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือตอนล่างอยู่ในขณะนี้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อการปรับปรุงความเป็นกรดของดิน สมบัติดินอื่น ๆ การเจริญเติบโต และผลผลิตปาล์มน้ำมัน เพื่อให้สามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้อย่างมั่นคง และเป็นการอนุรักษ์นิเวศน์ทางดินในแปลงปลูก โดยทำการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สูตรปาล์มน้ำมันขึ้นมา 2 สูตรเรียกว่า HO-1 และ HO-2 แล้วนำไปทดสอบเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในแปลงปลูก

ของเกษตรกรหมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ทั้งนี้เพราะเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมาก โดยทำการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันและต้นทุนการผลิตรวมถึงกำไรขาดทุนแบบสังเขป ทั้งนี้เพื่อเป็นนวัตกรรมใหม่หรือทางเลือกใหม่ในการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันและรักษาสภาพแปลงปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มอินทรียวัตถุ (OM) เพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินและลดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไปพร้อม ๆ กับการใส่ปุ๋ยอีกด้วย

คำถามการวิจัย

1. การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวส่งผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันแตกต่างกันอย่างไร
2. การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวส่งผลต่อต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีผลต่อการปรับสภาพดิน (pH) และความอุดมสมบูรณ์ของดิน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
3. เพื่อศึกษาต้นทุนและผลกำไรที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาว

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่

เป็นการวิจัยในปาล์มน้ำมันพันธุ์ ซีพีเทเน่อราในหมู่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ในสวนปาล์มของเกษตรกรอายุต้นปาล์ม 5 ปี ที่ให้ผลผลิตแล้ว

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีอัตรา 6 กิโลกรัม/ต้น เมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวอัตรา 5.8 กิโลกรัม/ต้น ตามผลการวิเคราะห์ความต้องการปูนของดินการดูแลปาล์มน้ำมันเป็นการปลูกภายใต้สภาพน้ำฝน แต่มีการรดน้ำเสริมเมื่อฝนทิ้งช่วงเกิน 3 วัน

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระหว่างปี 2558 – 2560

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น (Independent Variables) ได้แก่ ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ปุ๋ยเคมี และปูนขาว

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้สมบัติทางด้านกายภาพของดินประกอบด้วย ความหนาแน่นรวม (Db), ความพรุน (E%) และปริมาณน้ำในดิน (WC%) สมบัติทางด้านเคมี ประกอบด้วย ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณไนโตรเจน (N), ปริมาณฟอสฟอรัสที่ (P), ปริมาณโพแทสเซียม (K), ปริมาณแคลเซียม (Ca), ปริมาณแมกนีเซียม (Mg),ปริมาณกำมะถัน (S), ปริมาณเหล็ก (Fe), ปริมาณทองแดง (Cu), ปริมาณสังกะสี (Zn), ปริมาณแมงกานีส (Mn), อินทรียวัตถุ (OM), ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปาล์มน้ำมัน หมายถึง ปาล์มพันธุ์ ซีพีเทเน่อรา (CP Tenera) ชื่อภาษาอังกฤษ Oil palm จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae (Corley & Tinker, 2003, p.27) ที่มีการเพาะปลูกในพื้นที่ หมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย อายุต้นปาล์ม 5 ปี ให้ผลผลิตแล้ว

2. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) หมายถึง เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่ผลิตขึ้นจากวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิดที่พืชจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณที่เหมาะสมตามชนิดพืชผสมกับอินทรียวัตถุ สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร, สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกัน แล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาษี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.18; สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.106; ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552, น.141)

3. ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดโดยมีสัดส่วนของธาตุที่พืชดูดได้ ไนโตรเจน (NH_4^+) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ร้อยละ 15 กิโลกรัม ตามลำดับ

4. ปูนขาว หมายถึง ปูนประเภทไฮดรอกไซด์ (Hydroxide) ของแคลเซียม ($Ca(OH)_2$)

สมมติฐานของการวิจัย

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สูตรสำหรับเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันร่วมกับปูนขาว จะสามารถปรับปรุงบำรุงดินให้ดีขึ้นและสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันได้สูงกว่าปุ๋ยเคมี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

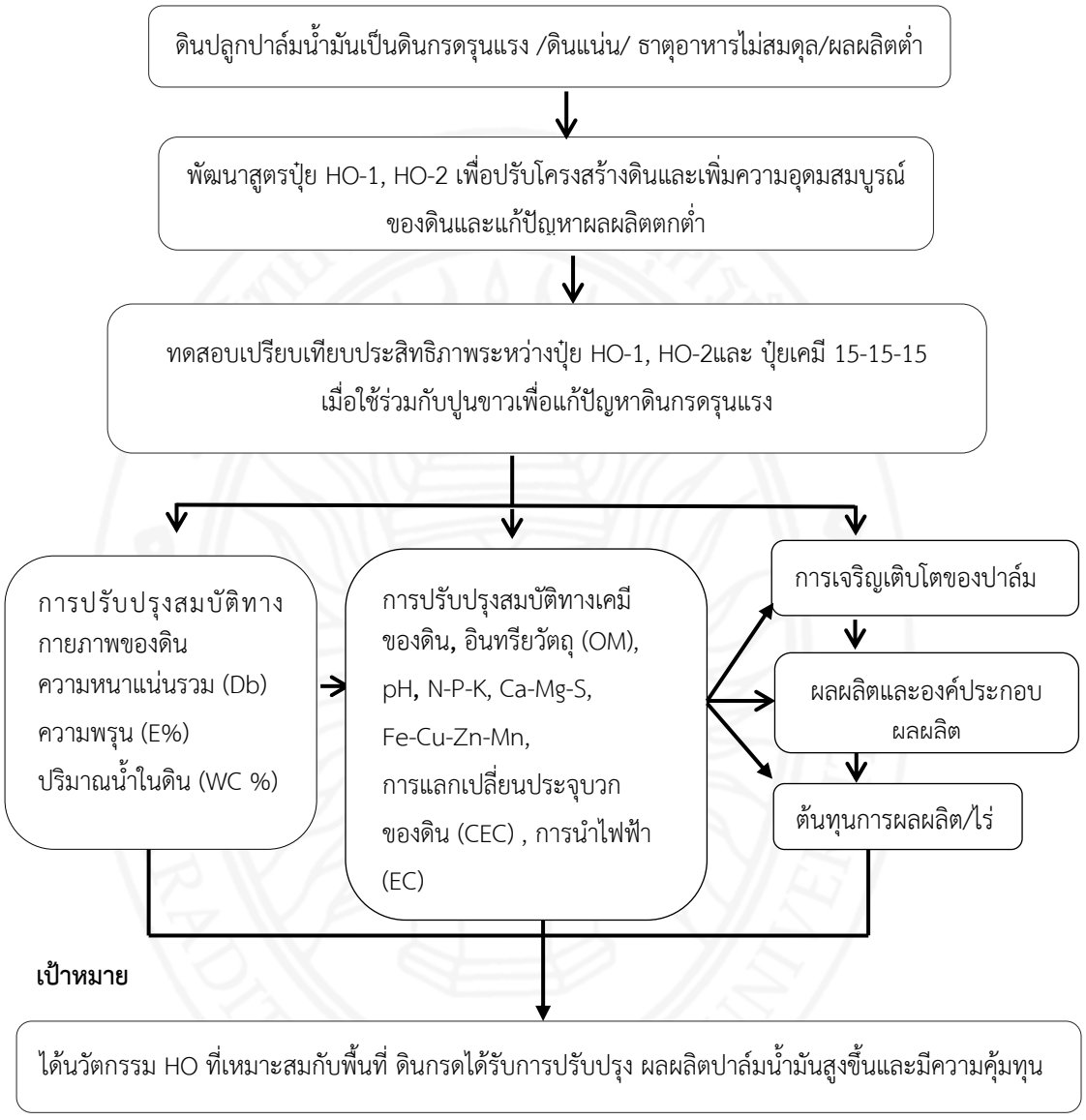
1. เป็นนวัตกรรมการจัดการปุ๋ยร่วมกับปูนขาวในดินที่มีความเป็นกรดรุนแรงและอุดมสมบูรณ์ต่ำให้สามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้

2. ได้นวัตกรรมสูตรปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)ที่เหมาะสมสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

3. เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดินได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ระบบผลิตจึงมีความมั่นคง

4. เป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรเพื่อส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันและขยายผลไปยังพื้นที่อื่น ๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

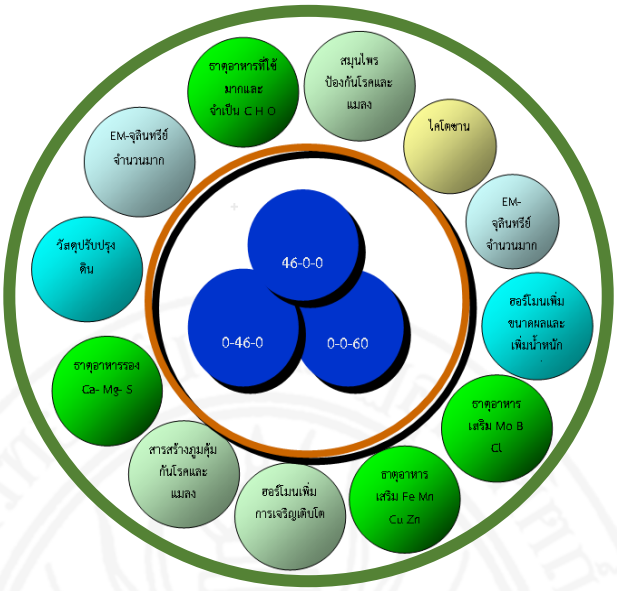
การวิจัยเรื่อง อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีผลต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาสรุปรวมนำเสนอเนื้อหาตามลำดับหัวข้อตามรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม
2. แนวคิดเกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน
2. แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของดินกรด
3. แนวคิดเกี่ยวกับปูนขาว
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552, น.111) ได้พัฒนาปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตพืชทั้งทางปริมาณและคุณภาพโดยมุ่งเน้นการผลิตที่มีความยั่งยืน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงได้พัฒนาปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมที่ให้ธาตุอาหารครบแบบสมดุลตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดผสมกับฮอร์โมนพืช (อินทรีย์) และเป็นปุ๋ยที่ช่วยปรับปรุงดินทั้งทางกายภาพ-เคมี-ชีวภาพไปพร้อม ๆ กัน เรียกว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (Chemical And Granular Organic Fertilizer With Hormone mixed formula) หรือ HO หมายถึง การนำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นทั้ง 16 ธาตุตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ ผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับปรุงดิน สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วเคลือบด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) หมายถึง เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิดที่พืชจำเป็นและต้องการในปริมาณที่เหมาะสมมาผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552, น.141; สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น.106)



ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) กับปุ๋ยเคมีทั่วไป

รายการเปรียบเทียบ	ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม	ปุ๋ยเคมีทั่วไป
มีธาตุอาหารหลักครบ N – P - K	มี	มี
มีธาตุอาหารรองและเสริม Ca,Mg,S - Fe,Zn,Cu,Mn,B,Mo,Cl	มีครบถ้วน 10 ชนิดที่พืชจำเป็น	ไม่มี/ต้องฉีดเสริม
มีฮอร์โมนเข้มข้นเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต	มี	ไม่มี/ต้องฉีดเสริม
มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM)	มี	ไม่มี
มีสารลดความเป็นกรดและปรับสภาพดิน	มี	ไม่มี (ทำให้ดินเป็นกรด)
มีสารปรับโครงสร้างดินให้ดีขึ้น	มี	ไม่มี
มีสารธรรมชาติช่วยป้องกันโรคและแมลง	มี	ไม่มี
มีสารอินทรีย์โพลิเมอร์ ช่วยให้พืชแข็งแรงและดูดธาตุอาหารได้ดี	มี	ไม่มี
ลักษณะการปลดปล่อยธาตุอาหาร	ปุ๋ยละลายช้า	ปุ๋ยละลายเร็ว
การสูญเสียธาตุอาหาร	น้อย	มาก

ที่มา: ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552, น.26

แนวคิดเกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารเช่นเดียวกับพืชปลูกอื่น ๆ ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปมี 16 ชนิด จำแนกตามลักษณะความต้องการของปาล์มน้ำมันที่ปลูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.8) คือ

1. ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการในปริมาณมาก
2. ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันได้รับจากน้ำและอากาศ
3. ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันมีความต้องการไม่มากนัก

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ปาล์มต้องการใช้ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ๆ และเมื่อทำการปลูกในดินที่ขาดธาตุอาหารกลุ่มนี้มักจะแสดงอากาศผิดปกติสำหรับธาตุอาหารในกลุ่มนี้มี 5 ชนิด คือ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แมกนีเซียม (Mg) และโบรอน (B)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ปาล์มน้ำมันได้รับจากน้ำและอากาศ ธาตุในกลุ่มนี้มี 3 ชนิด คือ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ปาล์มน้ำมันต้องการไม่มากนักและมักไม่แสดงอาการขาดในดินที่ปลูก สำหรับธาตุอาหารในกลุ่มนี้มี 8 ชนิด คือ แคลเซียม (Ca), กำมะถัน (S), คลอรีน (Cl), ทองแดง(Cu), แมงกานีส (Mn), โมลิบดีนัม (Mo), สังกะสี (Zn) และเหล็ก (Fe)

สำหรับธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน คือ ธาตุอาหารกลุ่มที่ 1 จำนวน 5 ชนิด ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอน ในจำนวนนี้จัดเป็นธาตุอาหารหลักจำนวน 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนธาตุแมกนีเซียมเป็น ธาตุอาหารรอง ในขณะที่โบรอนเป็นธาตุอาหารเสริมมีการรายงานว่าธาตุอาหารในกลุ่มที่ 1 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน และมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ธาตุไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการเป็นปริมาณมากไนโตรเจน ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของใบจากการรายงานของ เกริกชัย ธนรักษ์ (2554, น.192) พบว่าไนโตรเจนมีผลต่อพื้นที่ของใบ สีของใบ อัตราการเกิดใหม่และการดูดซึมธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมันในทำนองเดียวกัน พบว่าจำนวนทะลาย ผลผลิตทะลายและน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากธาตุไนโตรเจนมีผลต่ออัตราการสร้างใบของปาล์มน้ำมัน ซึ่งมุมทางใบที่เกิดขึ้นเป็นที่เกิดของตาดอกที่จะพัฒนาไปเป็นทะลายต่อไป (สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, และชาย โฆรวิส, 2544, น.181) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ผลผลิต

ทะลายสดเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากการศึกษาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในภาคใต้ตอนบน พบว่าแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ และแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่อำเภอ ศีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 0.263 กิโลกรัม/ต้น/ปี และกลุ่มที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งเป็นสภาพควบคุมทำการวัดผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน 2 สถานที่ทำให้ผลผลิตทะลายสด มีมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยดังตารางที่ 2 โดยการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 0.263 กิโลกรัม/ต้น/ปี ให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ มีผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 130.37 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตสดเท่ากับ 113.45 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทำนองเดียวกันกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.263 กิโลกรัม/ต้น/ปี ให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน อำเภอศีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 90.36 กิโลกรัม/ต้น/ปีจึงเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตทะลายสดมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีประสิทธิภาพทำให้ผลผลิตทะลายสดเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 9-12 %

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อทะลายสดของปาล์มน้ำมันใน 2 สถานที่

สถานที่	ปุ๋ย N (กิโลกรัม/ต้น/ปี)		% ที่เพิ่มขึ้น
	0	0.263	
เขาพนม กระบี่	113.45	130.37	9
ศีรีรัฐนิคม สุราษฎร์ธานี	90.36	101.49	12

ที่มา: สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และชาย โฆรวิส, 2543, น.151

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และชาย โฆรวิส (2543, น.125) ทำการทดลองการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ ระหว่างปี 2538-2542 โดยแบ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ 1. ไม่ใส่ 2. ใส่ในอัตรา 0.236 กิโลกรัม/ต้น/ปี 3. ใส่ในอัตรา 0.525 กิโลกรัม/ต้น/ปี 4. ใส่ในอัตรา 1.050 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทำการเก็บเกี่ยวข้อมูลผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลายสด และน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 11 และ 12 ปี ผลการทดสอบพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันอายุ 12 ปี มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสด

จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายมากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่ต่ำกว่าโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 1.050 กิโลกรัม/ต้น/ปี ให้แก่ปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 12 ปีมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 136.86 กิโลกรัม/ต้น/ปี และมีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 25.34 กิโลกรัม/ต้น แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่ำ

ตารางที่ 3 ผลการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มอายุ 11 และ 12 ปี

อัตรา (กิโลกรัม/ต้น/ปี	ผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม/ต้น/ปี)		จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)		น้ำหนักทะลาย (กิโลกรัม/ต้น)	
	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี
0	99.02	107.69	4.83	4.65	20.73	23.52
0.263	102.73	119.01	5.22	4.87	19.68	24.45
0.525	99.14	131.91	5.17	5.65	19.42	23.35
1.050	95.80	136.68	4.25	5.40	22.59	25.34

ที่มา: สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และชาย โฆรวิส, 2543, น.125

ธาตุฟอสฟอรัส

ธาตุฟอสฟอรัสจัดเป็นธาตุอาหารอีกธาตุหนึ่งที่ปาล์มน้ำมันมีความต้องการในปริมาณมาก สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และจำเป็น อ่อนทอง (2540, น.181) จากการรายงานพบว่าธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในใบปาล์มมีผลสัมพันธ์กับจำนวนของทะลาย ผลผลิตทะลายและน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันโดยธาตุฟอสฟอรัสในใบมีปริมาณสูงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนทะลาย ผลผลิตทะลาย และน้ำหนักทะลาย สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสแก่ปาล์มน้ำมันเป็นสิ่งที่จำเป็น (กรมวิชาการเกษตร, 2548, น.112) ได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่ปาล์มน้ำมัน จำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดินโดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่ปาล์มตามค่าการวิเคราะห์ดินได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม 1. ดินเมื่อวิเคราะห์แล้วมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่า 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัมให้ใส่ปุ๋ย P_2O_5 ในปริมาณ 840 กรัม 2. ดินเมื่อวิเคราะห์แล้วมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 15-45 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ใส่ปุ๋ย P_2O_5 ในปริมาณ 420 กรัม 3. ดินเมื่อวิเคราะห์แล้วมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า 45 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ให้ใส่ปุ๋ย P_2O_5 ในปริมาณ 210 กรัม การใส่ฟอสฟอรัสลดลงการใส่ปุ๋ยแยกตามลักษณะเนื้อดินจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1. ดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียวในกลุ่มนี้แบ่งกลุ่มปาล์มน้ำมันออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตและกลุ่มปาล์มน้ำมันที่ยังไม่ให้ผลผลิตสำหรับกลุ่มที่ยังไม่ให้ผลผลิตให้ใส่ P_2O_5 เท่ากับ 150 กรัม ส่วนที่ให้ผลผลิตใส่ P_2O_5 เท่ากับ 700 กรัม 2. ดินทรายหรือดินร่วนปนทรายแบ่งกลุ่มปาล์มน้ำมันที่ใส่เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ให้ผลผลิตและกลุ่มที่ยังไม่ให้ผลผลิตโดยกลุ่มที่ให้ผลผลิตใส่ปุ๋ย P_2O_5 เท่ากับ 700 กรัม ในขณะที่ปาล์มน้ำไม่ให้ผลผลิตเท่ากับ 150 กรัม ฉะนั้นในการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ แก่ปาล์มควรพิจารณาผลการวิเคราะห์ดินและลักษณะของเนื้อดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันจึงทำให้การใส่ปุ๋ยให้แก่ปาล์มน้ำมันตรงตามความต้องการ

การใส่ธาตุฟอสฟอรัสให้แก่ปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส จากการรายงานของ สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และชาย โพธิวิส (2543, น.153) พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวน 2 ชนิด คือ ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 1.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี และปุ๋ยหินฟอสเฟต อัตรา 2.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี ให้แก่ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ และพื้นที่อำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีผลผลิตทะลายสดมากกว่าการไม่ใช่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้ง 2 ชนิดโดยผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในอำเภอเขาพนมที่ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต อันตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี เท่ากับ 141.47 กิโลกรัม/ต้น/ปี และที่ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตอัตรา 2.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี ที่มีผลผลิตทำลายสดเท่ากับ 144.74 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งมากกว่าผลผลิตทะลายสดของการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีผลผลิตเท่ากับ 118.80 กิโลกรัม/ต้น/ปี และเมื่อพิจารณาผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอคีรีรัฐนิคม พบว่าปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี เท่ากับ 170.90 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีผลผลิตเท่ากับ 149.28 กิโลกรัม/ต้น/ปี จึงเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่ปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตทะลายสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวน 3 ชนิด คือ การใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอย่างเดียวการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหินฟอสเฟตมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสภาพควบคุมจากการศึกษาการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวน 3 ชนิด คือ การใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตอย่างเดียวและการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหินฟอสเฟตให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่แบ่งเป็น 10 กรรมวิธี (Treatment) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3 ชนิดปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนมจังหวัดกระบี่

กรรมวิธี (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต	0	0.5	1.0	2.0	0	0	0	0	0	0
ปุ๋ยหินฟอสเฟต	0	0	0	0	2.0	4.0	8.0	0	0	0
ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหินฟอสเฟต	0	0	0	0	0	0	0	0.5+2.0	1.0+2.0	0.5+4.0

ที่มา: สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส, 2544, น.60

ทำการวัดค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลาย ผลการทดสอบพบว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกกรรมวิธีตั้งแต่กรรมวิธีที่ 2 ถึงกรรมวิธีที่ 10 มีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสภาพควบคุมโดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในกรรมวิธีที่ 2-10 มีผลผลิตทะลายสดอยู่ระหว่าง 134.90-151.96 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งมีผลผลิตทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีผลผลิตทะลายสดต่ำสุด เท่ากับ 118.80 กิโลกรัม/ต้น/ปี เมื่อพิจารณาจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในกรรมที่ 2-10 มีจำนวนทะลายอยู่ ระหว่าง 6.21-6.74 ทะลาย/ต้น/ปี ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีจำนวนทะลายต่ำสุด เท่ากับ 5.56 ทะลาย/ต้น/ปี และจากการพิจารณาน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 9 ที่มีน้ำหนักทะลายระหว่าง 21.70-51.43 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งมีน้ำหนักทะลายมากว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีน้ำหนักทะลาย เท่ากับ 21.43 กิโลกรัม/ต้น/ปี การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งใส่แยกกันของปุ๋ยฟอสฟอรัส 2 ชนิด คือ การใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต และการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหินฟอสเฟตมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราต่างกัน

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยของปาล์มน้ำมัน อายุ11-12 ปี		
	ผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)	น้ำหนักทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี)
T1	118.80	5.56	21.43
T2	140.45	6.21	22.75
T3	141.47	6.21	22.73
T4	136.90	6.42	51.43
T5	144.74	6.14	23.55
T6	151.96	3.57	23.28
T7	141.97	6.54	21.70
T8	144.90	6.42	22.80
T9	136.60	6.74	20.81
T10	134.90	6.21	21.80

ที่มา: สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส, 2544, น.60

ธาตุโพแทสเซียม

ธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักอีกชนิดหนึ่งที่ปาล์มน้ำมันมีความต้องการในปริมาณมากโดยธาตุโพแทสเซียมมีผลโดยตรงต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันสำหรับความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่ปาล์มน้ำมันต้องการและอยู่ในระดับ 1.5-1.8% (ยงยุทธ โอสถสภา 2547, น.163) สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ภิญโญ มีเดช, สุรกิตติ ศรีกุล, และชาย โฆรวิส (2540, น.182) รายงานว่า ผลผลิตและน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นธาตุโพแทสเซียมในใบมีปริมาณเพิ่มขึ้นทำนองเดียวกันที่ กรมส่งเสริมการเกษตร (2545, น.57) รายงานว่า โพแทสเซียมมีผลโดยตรงต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันโดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับปริมาณของโพแทสเซียมอย่างเหมาะสมทำให้ผลผลิตในรูปของทะลายปาล์มมีขนาดใหญ่และมีจำนวนของทะลายปาล์มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ได้รับปริมาณของโพแทสเซียมไม่เหมาะสม

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการปฏิบัติรักษาอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มนั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2548, น.112) ได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกโดยทั่วไปโดยใช้เกณฑ์พิจารณาแบ่งเป็น

2 ลักษณะ คือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแล้วการใส่ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดินโดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มน้ำมันมาวิเคราะห์ดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ 1. ดินที่เมื่อวิเคราะห์แล้วมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ใส่ปุ๋ย K_2O ปริมาณ 1,400 กรัม 2. ดินที่วิเคราะห์แล้วมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 50-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ใส่ปุ๋ย K_2O ปริมาณ 700 กรัม และ 3. ดินที่เมื่อวิเคราะห์แล้วมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ใส่ปุ๋ย K_2O ปริมาณ 350 กรัมส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มน้ำมันตามลักษณะเนื้อดินจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. ดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียวในกลุ่มนี้แบ่งกลุ่มปาล์มน้ำมันที่ใส่ปุ๋ยออกเป็น 2 พวกคือ ปาล์มที่ยังไม่ให้ผลผลิต และปาล์มที่ให้ผลผลิตแล้วสำหรับปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิตให้ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 150 กรัม ในขณะที่ปาล์มให้ผลผลิตแล้วให้ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 700 กรัม 2. ดินทรายหรือดินร่วนปนทรายแบ่งกลุ่มปาล์มที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมออกเป็น 2 พวก คือ ปาล์มที่ยังไม่ให้ผลผลิต และปาล์มที่ให้ผลผลิตแล้ว โดยปาล์มยังไม่ให้ผลผลิตให้ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 450 กรัม ในขณะที่ปาล์มให้ผลผลิตแล้วให้ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 2,100 กรัม

จึงเห็นได้ว่าในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มควรพิจารณา 2 ประเด็นที่สำคัญที่สุด คือ การวิเคราะห์ดิน และตามลักษณะของเนื้อดินที่ปลูกปาล์มน้ำมัน จึงทำให้การใส่ปุ๋ยให้แก่ปาล์มตรงกับความต้องการของปาล์ม และทำให้ปาล์มไม่แสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียมในการปลูกปาล์ม เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแล้วมีผลทำให้ปาล์มมีผลผลิตทะลายสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ผลการศึกษาการใส่ธาตุโพแทสเซียมที่มีผลกระทบต่อผลผลิตทะลายสดปาล์มที่มีอายุระหว่าง 11-13 ปี ที่ปลูกใน 2 พื้นที่ของภาคใต้พื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ และอำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี แบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและกลุ่มที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 1.8 K_2O/ต้น/ปี

ผลการทดสอบพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 1.8 กิโลกรัม K_2O/ต้น/ปี ทำให้ปาล์มที่ปลูกมีผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 119.88 กิโลกรัม/ต้น/ปี ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีผลผลิตเท่ากับ 113.45 กิโลกรัม/ต้น/ปี ของการปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ เมื่อพิจารณาการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่อำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 18 กิโลกรัม K_2O/ต้น/ปี ทำให้ปาล์มมีผลผลิตทำลายสด เท่ากับ 101.01 กิโลกรัม /ต้น/ปี ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 90.33 กิโลกรัม/ต้น/ปี จึงเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มที่ปลูกในทั้งสองสถานที่มีผลผลิตทะลายสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

การทดลองการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2538-2542 ทำโดยแบ่งใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็น 4 กรรมวิธี คือ 1. การไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซึ่งเป็นสภาพควบคุม 2. การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0.9 กิโลกรัม K_2O/ต้น/ปี

3. การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 1.8 กิโลกรัม K_2 O/ต้น/ปี และ 4. การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 3.6 กิโลกรัม K_2 O/ต้น/ปี ทำการเก็บ ข้อมูลผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 11 และ 12 ปี

ผลการทดสอบพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสดจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และการเพิ่มระดับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทำลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายมากกว่าการใส่ปุ๋ยระดับต่ำโดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 3.6 กิโลกรัม K_2 O/ต้น/ปี ให้แก่ปาล์มน้ำมันอายุ 12 ปีมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 127.62 กิโลกรัม/ต้น/ปี และมีจำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.57 ทะลาย/ต้นปี ดังตารางที่ 6

ทำนองเดียวกันที่มี ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมมิตร สังข์แก้ว (2544, น. 672) รายงานว่าการใส่ปุ๋ย K_2O ในอัตราที่สูงให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่าการใส่ปุ๋ย K_2O ในอัตราต่ำโดยการใส่ปุ๋ย K_2O อัตรา 2.4 กิโลกรัม/ต้น/ปี ให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 8 ปีมีผลผลิตทำลายสดเฉลี่ย 327.79 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่าการใส่ปุ๋ย K_2O อัตรา 1.2 กิโลกรัม/ต้น/ปี ที่มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 301.80 กิโลกรัม/ต้น/ปี จากการทดลองสอบการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ปาล์มน้ำมันจึงสรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตทะลายสดจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่สูงมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่ำ

ตารางที่ 6 ผลของการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันอายุ 11 และ 12 ปีที่ปลูกในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่

อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม/ ต้น/ ปี)	ผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม/ ต้น/ปี)		จำนวนทะลาย (ทะลาย/ ต้น/ปี)		น้ำหนักทะลาย (กิโลกรัม/ต้น)	
	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี	อายุ 11 ปี	อายุ 12 ปี
0	8708	116.92	4.05	4.77	21.53	24.82
0.9	105.34	125.73	5.09	5.20	20.72	24.16
1.8	96.55	125.19	4.77	5.10	20.85	25.52
3.6	107.72	127.62	5.57	5.51	19.50	23.16

ที่มา: สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส, 2543, น.125

ธาตุแมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และจำเป็น อ่อนทอง (2540, น.172) รายงานว่า ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมในใบที่เพิ่มขึ้นมีส่งผลทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลง สำหรับความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมใบที่เหมาะสมเท่า 0.23 % มีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตเท่ากับ 141.21 กิโลกรัม/ต้น/ปี คิดเป็น 3.22 ตัน/ไร่ การที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงทำให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงเนื่องจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ดังนั้นการวัดค่าความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมในใบสามารถนำมาคาดคะเนและประเมินผลผลิตของปาล์มน้ำมันในอนาคตได้ เพราะความสมดุลของธาตุอาหารที่มีในใบของปาล์มน้ำมันสามารถกำหนดผลผลิตของปาล์มน้ำมันได้

ยงยุทธ โอสถสภา (2547, น.163) รายงานว่าปาล์มน้ำมันมีความต้องการธาตุแมกนีเซียมอยู่ระหว่าง 0.30-0.35 % ถ้าปาล์มน้ำมันได้รับธาตุแมกนีเซียมน้อยกว่า 0.30 % ถือว่าขาด สำหรับธาตุแมกนีเซียมในดินนั้นควรมีปริมาณ 0.25-0.40 cmol/kg ซึ่งอยู่ในปริมาณที่เพียงพอไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นมาอีกถ้าหากมีธาตุแมกนีเซียมในดินน้อยกว่า 0.24 cmol/kg ดินดังกล่าวมีธาตุแมกนีเซียมในปริมาณน้อยมากซึ่งควรทำการเพิ่มปุ๋ยแมกนีเซียมลงไปเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของปาล์มน้ำมันซึ่งการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันและมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด

จากการรายงานของ สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ภิญโญ มีเดช, สุรกิตติ ศรีกุล, และชาย โฆรวิส, (2540, น. 175-179) ทำการทดสอบโดยการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม (ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์) ที่ระดับต่าง ๆ ที่มีผลต่อจำนวนทะลาย ผลผลิตทะลายและน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยแบ่งการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมเป็น 4 กรรมวิธี คือ T1 ไม่ใส่ปุ๋ย T2 การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 1.5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ซัลเฟตอัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น/ปี T3 การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 1.5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ซัลเฟตอัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น/ปี และปุ๋ยคีเซอร์ไรท์อัตรา 1.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี (1.5-1-2-0 กิโลกรัม/ต้น/ปี) และ T4 การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 1.5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ซัลเฟตอัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น/ปี และปุ๋ยคีเซอไรต์อัตรา 1.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี (1.5-1-3-1.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี)

ผลการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมให้แก่ปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่ T4 มีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีจำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุด 7.3 ทะลาย/ต้น/ปี และมีผลผลิตทะลาย 139.30 กิโลกรัม/ต้น/ปี และการไม่ใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ T2 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 6.4 ทะลาย/ต้น/ปี และมีผลผลิตทะลายเฉลี่ย 129.70 กิโลกรัม/ต้น/ปี ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 5.4 ทะลาย/ต้น/ปี

และมีผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 83.04 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมทุกระดับมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักทะลายไม่แตกต่างกันแต่การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมมีผลทำให้น้ำหนักทะลายมากกว่าการไม่ใส่ ซึ่งการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมในระดับที่สูงกว่าการไม่ใส่และการใส่ในระดับต่าง ๆ ทำให้ผลผลิตและจำนวนทะลายสูงขึ้น

ธาตุโบรอน

ธาตุโบรอนเป็นอาหารเสริมที่มีความจำเป็นต่อพืชทุกชนิดและพืชแต่ละชนิดต้องการธาตุโบรอนที่น้อยมากและมีความแตกต่างการโดยปาล์มน้ำมันมีความต้องการโบรอน 10-20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ยงยุทธ โอสถสภา, 2547, น.163) และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางใบปริมาณโบรอนของทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันพบว่าทางใบที่ 17 เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการโบรอนของปาล์มน้ำมันและการใส่ปุ๋ยโบรอนให้แก่ปาล์มน้ำมันเพื่อป้องกันการขาดธาตุโบรอนในปาล์มน้ำมันที่ปลูกโบรอนที่พืชดูดไปใช้อยู่ในรูปของกรดบอริกเป็นหลัก สำหรับหน้าที่ของโบรอนต่อพืชและปาล์มมี 3 ลักษณะ ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (2547, น.11) คือ 1. มีหน้าที่เกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ที่สร้างขึ้นใหม่ 2. มีหน้าที่เกี่ยวกับการทำงานของเนื้อเยื่อบริเวณผิวราก โดยเกี่ยวกับการทำหน้าที่ของเซลล์ เมมเบรนบริเวณผิวรากทำให้มีการดูดซึมไอออนธาตุต่าง ๆ เป็นไปอย่างปกติ 3. มีหน้าที่เกี่ยวกับการผสมเกสรและการเจริญของท่อละอองเกสรโดยโบรอนมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาและสร้างเซลล์ใหม่ การใส่โบรอนให้แก่ปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าการไม่ใส่ให้แก่ปาล์ม ชัยกฤษ์ มณีพงษ์ (2534, น.578) รายงานว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุโบรอนมีการเจริญเติบโตของใบและการให้ผลผลิตน้อยกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่มีความสมบูรณ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการขาดธาตุโบรอนทำให้ใบมีลักษณะผิดปกติจนทำให้ใบมีการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารได้น้อยลง ผลสุดท้ายทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตลดลง ทำนองเดียวกันที่ กรมส่งเสริมการเกษตร (2545, น. 59) รายงานว่า โบรอนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันโดยการปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพที่ดินมีโบรอนเพียงพอทำให้ใบมีลักษณะปกติและทำให้ปาล์มน้ำมันที่ปลูกมีผลผลิตมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่ขาดโบรอน นอกจากมีผลต่อปาล์มน้ำมันแล้วโบรอนยังมีผลต่อการเจริญเติบโตพืชวงศ์ปาล์ม (Aceraceae) อื่นด้วยสำหรับการขาดธาตุโบรอนในมะพร้าว พบว่ามะพร้าวจะมีลักษณะใบคล้ายตะขอ (hook leaf) (Broschat, 2005, p.1) ซึ่งแสดงอาการเช่นเดียวกับปาล์มน้ำมันนอกจากนี้ใบของมะพร้าวยังมีอาการผิดปกติบางลักษณะ เช่น การมีใบเป็นรูปตัว V หรือรูปสามเหลี่ยม (V shape) ซึ่งมีอาการขาดธาตุโบรอนแบบนี้มีสาเหตุ 2 ประการ คือ 1. การปลูกในดินที่มีการขาดธาตุโบรอนและ 2. การปลูกในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากจนเกินไป (Broschat, 2005, p.3) โดยปริมาณน้ำฝนมากกว่า 3,500 มิลลิกรัม/ปี นอกจากมีผลต่อการเจริญเติบโตแล้วโบรอนยังมีผลต่อการพัฒนาเมล็ด

จากการศึกษาการให้โบรอนแก่อินทผาลัมโดยทำการแบ่งเป็น 3 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่โบรอน กรรมวิธี 2 การฉีดพ่น boric acid อัตรา 1,500 ppm และกรรมวิธี 3 การฉีดพ่น boric acid อัตรา 2,500 ppm ทำการวัดคุณภาพของผลจำนวน 3 ลักษณะ คือ น้ำหนักผล ความยาวผลและน้ำหนักเปลือกผล ผลการทดลองพบว่า อินทผาลัมมีคุณภาพผลมากกว่ากรรมวิธีควบคุมและการฉีดพ่นโบรอนในระดับความเข้มข้นของโบรอนที่สูงกว่า ดังตารางที่ 7 กล่าวว่าการฉีดพ่นโบรอนมีผลทำให้คุณภาพของอินทผาลัมทั้ง 3 ลักษณะมากกว่าการไม่ฉีดพ่นและการฉีดพ่นที่มีความเข้มข้นมากกว่าดังนั้นในการปลูกพืชวงศ์ปาล์มไม่ควรปล่อยให้มีการขาดธาตุโบรอน ถ้าทำการวิเคราะห์ดินแล้วพบว่าดินที่ปลูกขาดธาตุโบรอนให้ดำเนินการใส่ปุ๋ยโบรอน เกริกชัย ธนรักษ์ (2547, น. 194) รายงานว่าการใส่บอแรกซ์ อัตรา 50 กรัม/ต้น/ปี ให้กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกในปีที่ 1-6 และเมื่อปาล์มน้ำมันเข้าสู่ระยะให้ผลผลิตควรมีการใส่ปุ๋ยโบรอนไปเรื่อย ๆ โดยใส่ในอัตรา 50 กรัม/ต้น/ปี โดยการใส่บริเวณรอบโคนต้น

ตารางที่ 7 น้ำหนักผล ความยาวผลและน้ำหนักเปลือกผลของอินทผลัมที่ฉีดพ่นด้วยโบรอนและไม่ฉีดพ่นด้วยโบรอน

กรรมวิธี	คุณลักษณะของผลการศึกษา		
	น้ำหนักผล (g)	ความยาว (cm)	น้ำหนักเปลือกผล (g)
กรรมวิธี 1	10.8	4.5	11.6
กรรมวิธี 2	15.5	5.2	14.2
กรรมวิธี 3	12.3	5.0	12.8

ที่มา: Khayyat, Tafazoli, Eshghi, & Rajaee, 2007, p.291

การขาดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

การขาดธาตุไนโตรเจน

สำหรับความต้องการธาตุไนโตรเจนของปาล์มน้ำมันแสดงอาการผิดปกติที่ใบและลำต้น โดยอาการผิดปกติของใบที่ขาดธาตุไนโตรเจน คือใบมีรูปร่างผิดปกติ มีผลต่อพื้นที่ใบ สีของใบและอัตราการเกิดใบใหม่ลดลง ส่วนอาการผิดปกติของลำต้นที่ขาดธาตุไนโตรเจนมีลำต้นเตี้ยแคระ มีผลผลิตทะลายลดลง ต้นอ่อนแอง่ายต่อการเข้าทำลายของศัตรู (เกริกชัย ธนรักษ์, 2547, น.192) ในการแก้ไขปัญหาการขาดไนโตรเจนของปาล์มน้ำมันทำได้โดยการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 1-5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทั้งนี้การใส่ไนโตรเจนในอัตราใดขึ้นอยู่กับชนิดดินที่ปลูกโดยในปีที่ 1

ของการปลูกปาล์มน้ำมันมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของดินและเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเฉพาะดินที่ใช้ในการปลูกปาล์มน้ำมันที่เป็นดินทรายมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าดินชนิดอื่น ๆ โดยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10.50 กิโลกรัม/ต้น/ปี ดังนั้นเพื่อให้การปลูกปาล์มน้ำมันในดินชนิดต่าง ๆ ได้ผลยิ่งขึ้น

ตารางที่ 8 ปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปีแรกที่ปลูกในดินต่างกัน

อายุปาล์ม (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม/ต้น)				
	ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง	ดินพรุ	ดินกรด	ดินทราย
1	1.25	1.00	1.00	1.00	2.50
2	2.50	2.00	2.50	2.20	3.00
3	3.52	2.00	2.50	3.00	5.00
รวม	7.25	5.00	6.00	6.20	10.50
รวม 3 ปี	165.30	114.0	139.80	141.36	239.40

ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19

การขาดธาตุฟอสฟอรัส

ปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของใบและลำต้น จากการรายงานพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลดลง โดยทำให้ใบที่สร้างใหม่มีทางใบสั้นและผิดปกติ สำหรับความผิดปกติของลำต้นลำต้นมีขนาดเล็ก การขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลกระทบต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันทำให้ทะลายมีขนาดเล็กกว่าต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัสปกติ การแก้ไขปัญหาการขาดธาตุฟอสฟอรัสในปาล์มน้ำมันทำได้โดยการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟตอัตรา 1-5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยสูตร 18-46-0 อัตราการให้ขึ้นอยู่กับชนิดดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันโดยในปีที่ 1 ของการปลูกปาล์มน้ำมันมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณที่ต่างกันและเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเฉพาะดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันที่เป็นดินทรายมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณมากกว่าดินชนิดอื่นโดยมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวม 8.70 กิโลกรัม/ต้น/3ปี หรือ 198.36 กิโลกรัม/ไร่/3 ปี เพื่อให้การปลูกปาล์มน้ำมันในดินชนิดต่าง ๆ ได้ผลดียิ่งขึ้นจึงควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ

ตารางที่ 9 ปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตสำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปี แรกที่ปลูกในดินต่างกัน

อายุปาล์ม (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม/ต้น)				
	ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง	ดินพรุ	ดินกรด	ดินทราย
1	0.50	0.60	1.00	0.90	0.90
2	0.75	0.90	1.20	0.90	1.10
3	1.00	1.10	1.50	1.10	1.30
รวม	2.25	2.60	3.70	2.90	8.70
รวม 3 ปี	51.30	59.28	84.36	66.12	198.36

ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19

การขาดธาตุโพแทสเซียม

เป็นธาตุอาหารที่ทำหน้าที่ในการทำให้ปาล์มน้ำมันมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและทนทานต่อเชื้อสาเหตุโรค การได้รับธาตุโพแทสเซียมอย่างเพียงพอมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีการสร้างทะลายที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนเพิ่มขึ้นสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพดินทรายและดินพรุซึ่งการปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพดินที่มีปัญหาทั้งสองลักษณะทำให้ประสบกับปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียมโดยการขาดธาตุโพแทสเซียมส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงสำหรับอาการผิดปกติของการขาดธาตุโพแทสเซียมในปาล์มน้ำมันมี 4 ลักษณะ คือ ลักษณะเป็นจุดสีส้มตามใบอาการใบเหลืองหรืออาการกลางทรงพุ่มเหลือง ตุ่มแผลสีส้มและอาการแถบใบขาว 1. ลักษณะเป็นจุดสีส้มตามใบ อาการผิดปกติในกลุ่มนี้พบบนทางใบปาล์มน้ำมันใบย่อยที่อยู่ด้านล่างโดยในระยะแรกเป็นจุดสีเหลืองซีด มีรูปร่างไม่แน่นอนและเมื่อเป็นรุนแรงจุดสีเหลืองเปลี่ยนเป็นสีส้มและเนื้อเยื่อเกิดอาการแห้งตายตรงส่วนกลางของจุดสีส้ม (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.15) 2. อาการใบเหลืองหรืออาการกลางทรงพุ่มเหลือง อาการในกลุ่มนี้พบบนใบย่อยของปาล์มน้ำมันตรงตำแหน่งทางใบกลางใบจนถึงทางใบล่างโดยมีอาการสีเหลืองส้มและถ้าเป็นรุนแรงทำให้ใบย่อยของทางใบล่างมีอาการแห้งเพิ่มมากขึ้นและถ้ารุนแรงมากทำให้ใบที่มีอาการผิดปกตินี้ตายในที่สุด 3. อาการตุ่มแผลสีส้ม อาการนี้พบบนใบย่อยตำแหน่งทางใบล่างของปาล์มน้ำมันโดยใบที่มีอาการจะมีความผิดปกติ 2 ระยะ คือ ระยะแรกและระยะรุนแรง (เกริกชัย ธนรักษ์, 2547, น.193-194) สำหรับอาการผิดปกติของใบในระยะแรกเป็นแถบสีเขียวมะกอกซึ่งต่างจากใบปกติที่เป็นสีเขียวและเมื่อขาดธาตุโพแทสเซียมรุนแรงขึ้นทำให้ใบย่อยเปลี่ยนสีเป็นสีเลืองส้มหรือสีน้ำตาลส้มและถ้าเป็นรุนแรง

มากขึ้นทำให้ใบตายและร่วงหล่นใบ 4. อาการแถบใบขาว อาการนี้มักพบในปาล์มน้ำมันที่มีอายุระหว่าง 3-6 ปี โดยทำให้ใบมีลักษณะคล้ายแท่งดินสอและพบตรงใบย่อยของใบกลางในปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี (2548, น.15) รายงานว่า อาการแถบใบขาวในปาล์มน้ำมันมีสาเหตุจากความไม่สมดุลของธาตุอาหารในลำดับ 2 ลักษณะ คือ 1. ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารไนโตรเจนมากเกินไปและ 2. ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุโบรอนน้อยเกินไปซึ่งจะเห็นได้ว่าปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุโพแทสเซียมมีอาการผิดปกติของใบมากถึง 4 ลักษณะด้วยกันเพื่อให้การปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการขาดธาตุโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน การแก้ไขปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียมในปาล์มน้ำมันทำได้โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 1-5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตราการใส่ขึ้นอยู่กับชนิดดินที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 10 โดยในปีที่ 1 ของการปลูกปาล์มน้ำมันมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณที่ต่างกันและเพิ่มขึ้นในในปีที่ 2 และ3 ตามลำดับ โดยเฉพาะดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันที่เป็นดินทรายมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณรวม 8.70 กิโลกรัม/ต้น/3 ปี เพื่อให้การปลูกปาล์มน้ำมันในดินต่างชนิดได้ผลดียิ่งขึ้นจึงควรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

ตารางที่ 10 ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมคอลไรด์สำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปีแรกที่ปลูกในดินที่ต่างกัน

อายุปาล์ม	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม/ต้น)				
(กิโลกรัม/ต้น/ปี)	ดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ	ดินที่อุดมสมบูรณ์สูง	ดินพรุ	ดินกรด	ดินทราย
1	0.50	0.50	1.50	1.00	1.20
2	2.50	1.80	2.50	2.50	3.50
3	3.00	2.30	4.00	2.50	4.00
รวม	6.50	4.60	8.00	6.00	8.70

ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19.

การขาดธาตุแมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารเพียงชนิดเดียวที่ปาล์มน้ำมันมีความต้องการในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตสำหรับอาการผิดปกติของปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุแมกนีเซียมส่วนใหญ่เกิดกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่มีปัญหาสำหรับดินที่ก่อให้เกิดปัญหาทำให้ขาดธาตุแมกนีเซียมมี 2 ชนิด คือ ดินทรายและดินกรด (เกริกชัย ธนรักษ์, 2547, น.194) อาการขาดธาตุแมกนีเซียมที่พบในปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่พบที่ใบโดยเฉพาะทางใบล่างโดยใบมีอาการผิดปกติ คือ มีสีเขียวซีดและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม

และเรียกอาการของใบที่ผิดปกตินี้ว่า ทางใบสีส้ม สำหรับอาการผิดปกติของทางใบสีส้มมี 2 ระยะ คือ ระยะแรงและระยะรุนแรงใบมีสีซีดคล้ายสีเขียวมะกอก ในขณะที่ระยะรุนแรงใบจะมีสีจากสีเหลืองไปเป็นสีเหลืองเข้ม (ศูนย์วิจัยพันธุ์ปาล์มสุราษฎร์ธานี, 2548, น.14) จึงเห็นได้ว่าปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุแมกนีเซียมแสดงอาการผิดปกติบริเวณทางใบล่างโดยทำให้เกิดอาการทางใบสีส้ม ฉะนั้นในการปลูกปาล์มน้ำมันจึงไม่ควรปล่อยให้ปาล์มน้ำมันขาดธาตุแมกนีเซียม

Rankine & Fairhurst (1999, p.14) รายงานว่า การขาดธาตุโบรอนในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันเนื่องจากสภาพแวดล้อมบางประการที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน คือ 1. การมีปริมาณของแมกนีเซียมที่ปาล์มน้ำมันนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย 2. การปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพพื้นที่ที่ มีปริมาณฝนตกต่อปี มากกว่า 3,500 มิลลิเมตร 3. ดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยกว่า 0.3 cmol/kg 4. ดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นดินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำสำหรับการแก้ไขอาการขาดธาตุแมกนีเซียมของปาล์มน้ำมันทำได้โดยการใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ (MgO_4) อัตรา 2-5 กิโลกรัม/ต้น/ปี แบ่งใส่เป็น 2 ครั้ง/ปี ในการใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกมีความแตกต่างกันไปตามชนิดดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 11 โดยเฉพาะการปลูกปาล์มน้ำมันในดินทรายที่ต้องใส่ปุ๋ยคีเซอไรต์เป็นปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 3.80 กิโลกรัม/ต้น/3ปี หรือ 86.64 กิโลกรัม/ไร่/3ปี ดังนั้นในการใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ควรใส่ให้เหมาะสมกับดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันสำหรับแหล่งของปุ๋ยแมกนีเซียมมี 2 ชนิด คือ คีเซอร์ไรท์ที่มีปริมาณ MgO ร้อยละ 26

ตารางที่ 11 ปริมาณปุ๋ยคีเซอร์ไรท์สำหรับปาล์มน้ำมัน 3 ปีแรกที่ปลูกในดินที่ต่างกัน

อายุปาล์ม	ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม/ต้น)			
	ดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ	ดินที่อุดมสมบูรณ์สูง	ดินกรด	ดินทราย
1	0.50	-	0.30	1.00
2	1.00	-	0.30	1.40
3	1.00	0.70	0.70	1.40
รวม (กิโลกรัม/ต้น/3 ปี)	2.50	0.70	1.30	3.80
รวม (กิโลกรัม/ไร่/3ปี)	57.00	15.96	29.67	86.64

ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19

การขาดธาตุโบรอน

โบรอนมีหน้าที่หลักต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอยู่ 3 ประการ คือ หน้าที่เกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ที่สร้างขึ้นใหม่หน้าที่เกี่ยวกับการทำงานของเนื้อเยื่อบริเวณผิวรากและหน้าที่เกี่ยวกับการผสมเกสรและการเจริญของท่อละอองเกสร (ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2547, น.11) ดังนั้นเมื่อปาล์มน้ำมันขาดธาตุโบรอนจึงส่งผลต่อหน้าที่หลักอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าโบรอนเป็นธาตุอาหารเสริมที่ปาล์มน้ำมันมักประสบปัญหาการขาดธาตุเสมอโดยโบรอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และปราณี สุวรรณรัตน์, 2551, น.19) สำหรับอาหารผิดปกติที่สำคัญ เช่น ใบอ่อนที่เกิดใหม่ไม่พัฒนาและใบมีอาการหงิกงอผิดรูปร่าง (ชัยกฤษ์ มณีพงษ์, 2534, น.576) รากยืดออกน้อย (ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2547, น.11) สำหรับอาการที่สามารถสังเกตได้ชัดเจนบนใบของปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุโบรอน คือ ใบยอดไม่ค่อยเจริญเติบโตคลี่ออกน้อยหรือคลี่ออกแต่ปลายใบมีการโค้งหักเป็นรูปตะขอถ้าขาดธาตุโบรอนในระดับที่รุนแรงทำให้ใบมีรูปร่างผิดปกติและใบย่น (เกริกชัย ธนรักษ์, 2547, น.15)

Broschat (2007, p.115) รายงานว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุโบรอนมีอาการผิดปกติอยู่หลายลักษณะเมื่อจำแนกตามอาการผิดปกติที่ปรากฏบนส่วนต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมันได้เป็น 3 กลุ่มคือ 1. อาการผิดปกติที่เกิดกับใบ เช่น ใบมีลักษณะโปร่งแสง ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติ ใบมีลักษณะคล้ายตะขอ ใบม้วนเข้าหากัน 2. อาการผิดปกติที่เกิดกับทางใบ เช่น ทางใบสั้นกว่าปกติ ทางใบมีจำนวนน้อยกว่าปกติและ 3. อาการผิดปกติที่เกิดกับช่อดอกและผลอ่อน เช่น ทำให้ช่อดอกมีลักษณะไหม้และผลอ่อนร่วงก่อนกำหนด

ชัยกฤษ์ มณีพงษ์ (2534, น.576-577) รายงานว่า อาการผิดปกติของปาล์มน้ำมันที่เกิดจากสาเหตุของการขาดธาตุโบรอนที่เกิดปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไนจีเรีย มาเลเซียและโคลัมเบียไว้ดังนี้ ปาล์มน้ำมันในประเทศไนจีเรียที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุโบรอนมีอาการผิดปกติของใบที่เรียกว่าใบก้างปาล โดยใบก้างปาลนี้มีลักษณะเป็นใบขนาดเล็กกว่าใบปกติ มีแผงใบแยกเป็นสองง่ามเห็นชัดเจน มีก้านใบสั้นและแผ่นใบสั้นกุดและใบผิดปกติมีความยาวของใบน้อยกว่าใบปกติที่มีอายุเท่ากันประมาณ 10 เท่า และใบที่ผิดปกตินี้มีการเกาะกลุ่มกันแน่นตรงตำแหน่งที่เกิดใบใหม่ของต้น ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกบนดินที่ขาดโบรอนในโคลัมเบีย พบว่าใบย่อยของต้นปาล์มน้ำมันที่ขาดโบรอนมีขนาดเล็กกว่าปกติรวมถึงใบย่อยมีรูปร่างผิดปกติและใบสร้างใหม่มีจำนวนลดลงการที่ใบของปาล์มน้ำมันมีรูปร่างผิดปกติและใบมีขนาดเล็ก ส่งผลให้ลดประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงที่มีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตลดลงนากจากนี้ยังมีผลต่อการทำให้รากและใบมีลักษณะผิดปกติแล้ว การขาดโบรอนในปาล์มน้ำมันยังมีผลต่อการผสมเกสรและการเจริญ

ของท่อละอองเกสร (Saleem, Khanif, Ishak, Samsuri, & Hafeez, 2011, p.294) โดยทำให้ท่อละอองเกสรเจริญเติบโตผิดปกติมีอาการพองและปริแตกไม่มีการยืดตัวนอกจากนี้การขาดโบรอนยังทำให้เนื้อเยื่อบริเวณท่อละอองเกสรผิดปกติ (ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2547, น.12)

ถ้าเกิดการขาดธาตุโบรอนในระดับที่รุนแรงมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีใบและทางใบที่ผิดปกติ และมีผลทำให้การผสมเกสรของปาล์มน้ำมันเกิดน้อยลง ทำให้การติดผลของปาล์มน้ำมันน้อยลงและทำให้น้ำหนักทะลายสดและปริมาณน้ำมันต่อทะลายลดลง การที่ปาล์มน้ำมันเกิดการขาดธาตุโบรอนเนื่องจากดินที่ใช้ปลูกมีปริมาณของโบรอนไม่เพียงพอ (Broschat, 2005, p.3) การแก้ไขปัญหาการขาดธาตุโบรอนของปาล์มน้ำมันทำได้โดยการใส่โบเรตอัตรา 1-5 กิโลกรัม/ต้น/ปี ในการใส่ปุ๋ยโบเรตให้แก่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกมีความแตกต่างกันไปตามชนิดที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะการปลูกปาล์มน้ำมันในดินทรายที่ต้องใส่ปุ๋ยโบเรตเป็นปริมาณมากที่สุดเท่ากัน 0.39 กิโลกรัม/ต้น/3 ปี หรือ 8.90 กิโลกรัม/ไร่/ 3ปี ดังนั้นในการใส่ปุ๋ยโบเรตควรใส่ให้เหมาะสมกับดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันเช่นเดียวกับปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 12 อัตราปุ๋ยที่แนะนำเพื่อการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน

อายุปาล์ม	รอบการใช้	สูตรปุ๋ย	อัตรา/กิโลกรัม/ต้น
รองก้นหลุม	ก่อนต้นฝน	0-3-0	0.1
ปีที่ 1	ต้นฝน	21-0-0	0.3
	กลางฝน	16-11-14	0.2
	ปลายฝน	16-11-14	0.3
ปีที่ 2	ต้นฝน	25-7-7	0.2
	กลางฝน	16-11-14	0.5
	ปลายฝน	21-0-0	0.5
ปีที่ 3	ต้นฝน	16-11-14	0.5
	กลางฝน	13-13-21	0.5
	ปลายฝน	0-0-60 และโบรอน	1.0,100 กรัม
ปีที่ 4	ต้นฝน	13-13-21	0.5
	กลางฝน	16-11-14	0.6
	ปลายฝน	0-0-60 และโบรอน	1.0,100 กรัม

ตารางที่ 12 (ต่อ)

อายุปาล์ม	รอบการใช้	สูตรปุ๋ย	อัตรา/กิโลกรัม/ต้น
ปีที่ 5	ต้นฝน	21-0-0	0.3
	กลางฝน	16-11-14	0.2
	ปลายฝน	16-11-14	0.3
ปีที่6	ต้นฝน	25-7-7	0.2
	กลางฝน	16-11-14	0.5
	ปลายฝน	21-0-0	0.5
ปีที่7	ต้นฝน	16-11-14	0.5
	กลางฝน	13-13-21	0.5
	ปลายฝน	0-0-60 และโบรอน	1.0,100 กรัม
ปีที่ 8	ต้นฝน	13-13-21	0.5
	กลางฝน	16-11-14	0.6
	ปลายฝน	0-0-60 และโบรอน	1.0,100 กรัม

ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19

อนุกรมวิธานของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในชั้นมอนอคอทีลีโดเนต (Class Monocoteledonate) ชื่อสามัญ Oil palm จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae (Corley & Tinker, 2003, p.27) สำหรับปาล์มน้ำมันเป็นพืช ที่สำคัญและมีลักษณะที่เด่นหลายประการ คือ

1. มีใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นใบแบบ Pinnate leaves
2. มีหนามแหลมอยู่ตรงปลายใบและทะลาย
3. มีลำต้น monoecious plant มีเกสรตัวผู้ดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกันแต่อยู่คนละตำแหน่ง
4. มีความสามารถในการให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดทั้งปีปาล์มน้ำมันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Elaeis guineensis Jacq. มีจำนวนโครโมโซม 2n = 32 การจำแนกปาล์มน้ำมันตามหลักอนุกรมวิธานจากอาณาจักรที่ใหญ่ที่สุดไปจนถึง สปีชีส์ที่เล็กที่สุด ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การจัดจำแนกปาล์มน้ำมันตามหลักอนุกรมวิธาน

อันดับ	ชื่อภาษาอังกฤษ
อาณาจักร	Plant Kingdom
อาณาจักรย่อย	Cormobiota
ดิวิชัน	Spermatophyta
ดิวิชันย่อย	Agiospermae
คลาส	Monocotyledoneae
อันดับ	Arecales
วงศ์	Arecaceae
วงศ์ย่อย	Cocosoideae
สกุล	Elaeis
ชนิด	guineensis

ที่มา: Corley & Tinker, 2003, p.27

การจำแนกปาล์มน้ำมัน

เกณฑ์ในการจำแนกปาล์มน้ำมันได้แก่ การจำแนกตามชนิดของปาล์มน้ำมัน การจำแนกตามขนาดของเมล็ด การจำแนกตามความงอกของเมล็ด การจำแนกตามจำนวนเนื้อในเมล็ดต่อเมล็ด การจำแนกตามลักษณะทะลาย การจำแนกตามลักษณะผล การจำแนกตามเปอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกตัวเมียและการจำแนกตามจำนวนและคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมัน

พฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

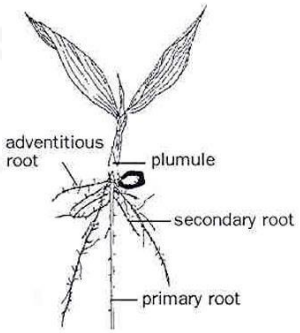
ปาล์มน้ำมันประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ดังนี้

ราก (Root)

เป็นระบบรากฝอย (Fibrous Root System) ในระยะต้นกล้าปาล์มน้ำตรงบริเวณข้อมีรากแขนง (Adventitious root) แตกออกจากลำต้นส่วนล่าง สำหรับระยะต้นกล้าสามารถจำแนกรากออกได้ 2 พวก คือ รากที่เจริญจากคัพภะโดยตรง เรียกว่าราก ชุดแรก (Primary root) และรากที่แตกแขนงมาจากรากอื่น ๆ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น Secondary root, Tertiary root และ Quaternary root รากของต้นปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ (2541, น.15) รายงานว่า รากของปาล์มน้ำมันแบ่งออกเป็น 3 ชุด คือ รากที่เจริญตามแนวนอน รากที่เจริญตามแนวลึกและรากอากาศ สำหรับรากที่เจริญตามแนวนอนเป็นรากที่เจริญตามแนวนอนออกไปจากลำต้นปาล์มน้ำมันเป็นระยะ 15-20 เมตร ส่วนรากที่เจริญ

ตามแนวลึกเป็นรากที่เจริญลงไปยังชั้นใต้ผิวดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 50 เมตร ในขณะที่รากอากาศเป็นรากที่เจริญมาจากโคนต้นของปาล์มน้ำมันทำหน้าที่ถ่ายเทอากาศระหว่างรากกับบรรยากาศรอบรากโดยรากของปาล์มน้ำมันในแต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกันไป (Corley & Tinker, 2003, p.114) ปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดนั้นมีขนาดของรากที่แตกต่างกันโดยการศึกษาปริมาณรากของปาล์มน้ำมัน 3 พันธุ์ คือ MK10, MK22 และ MK 04 พบว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์ MK 10 มีปริมาณรากสูงที่สุด รองลงมา MK04 และ MK22 ตามลำดับ

สำหรับรากของปาล์มน้ำมันมีหน้าที่หลักในการดูดธาตุอาหารและน้ำเพื่อทำการส่งต่อไปยังต้นและใบโดยประสิทธิภาพของการดูดน้ำของรากขึ้นอยู่กับปัจจัย 5 ประการ คือ ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม (ชนิดของดินและสภาพภูมิอากาศ) และปัจจัยด้านการจัดการที่ดิน (ปริมาณน้ำ สภาพการขาดน้ำและพันธุ์ที่ใช้ในการปลูก) สำหรับรากของปาล์มน้ำมันมีการกระจายตัวระหว่าง 0.1 เมตร ไปจนถึง 1.6 เมตร เมื่อลำต้นโตรากจะมีการแพร่กระจายอยู่ห่างจากลำต้นต่างกันออกไป โดยรากร้อยละ 80 กระจายอยู่บริเวณดินที่มีความลึก 20-50 เซนติเมตร และมีเพียงบางส่วนที่ลึกกว่า 1 เมตร ซึ่งจะมีความหนาแน่นบริเวณโคนต้นในรัศมี 1.5-2.0 เมตรจากการรายงาน (Jourdan &Rey, 1997, p.39) รากของปาล์มที่มีอายุ 10 ปี มีอยู่ด้วยกัน 8 ชนิดโดยแต่ละชนิดนั้นมีการแพร่กระจายในระดับผิวดินที่แตกต่างกันแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ รากที่แพร่กระจายที่ระดับความลึกน้อยกว่า 0.50 เมตรมี 3 ชนิด ได้แก่ primary horizontal roots, upward growing secondary vertical root และ superical tertiart root 0.5-1.0 เมตรมี 2 ชนิดได้แก่ quaternary root และ deep tertiary root เมตร และ 1 เมตรมี 3 ชนิดได้แก่ downward growing primary vertical root, secondary vertical root และ downward growing secondary vertical root และพบว่ารากส่วนใหญ่ของปาล์มน้ำมันอายุ 10 ปีมีการแพร่กระจายที่ระดับผิวดิน (0.5 เมตร) มากกว่าระดับอื่น ๆ 0.5 เมตรส่วนใหญ่รากของปาล์มน้ำมันจะมีความหนาแน่นอยู่ที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 รากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ที่มา: ภาควิชาพืชไร่ วิทยาลัยเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (ม.ป.ป.)

ลำต้น (Stem)

ลำต้นของปาล์มน้ำมันสามารถจำแนกได้ 2 ระยะ คือการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง และการเจริญเติบโตทางด้านความสูงโดยการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างเป็นการเจริญเติบโตที่ทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่เป็นลำต้นส่วนโคนมีลักษณะเป็นรูปกรวยคว่ำสำหรับการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเป็นการเจริญเติบโตที่ทำให้ลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นและมีการเพิ่มขึ้นของความสูงโดยทำการพิจารณาจากจำนวนของลำต้นที่เหนือดิน (Trunk) ต้นปาล์มน้ำมันที่มีการผ่านการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างและความยาวแล้วเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มักพบว่าส่วนของเนื้อเยื่อเจริญมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-12 เซนติเมตร อยู่ตรงตำแหน่งศูนย์กลางของปลายยอดและเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีส่วนประกอบอื่นห่อหุ้มเอาไว้โดยมีส่วนของจุดกำเนิดใบอ่อนและฐานของใบหุ้มอยู่เมื่อลำต้นของปาล์มมีอายุประมาณ 12 ปีของการเจริญเติบโตลำต้นมีกาบใบหุ้มเอาไว้เหมือนกับพืชยืนต้นในวงศ์ปาล์มบางชนิด เช่น หมาก ทำให้สามารถมองเห็นลำต้นแท้จริงได้อย่างชัดเจนจนกว่ากาบใบจะหลุดจากลำต้น เมื่อกาบใบแก่และหมดอายุมีผลทำให้กาบใบที่อยู่ด้านล่างหลุดร่วง และสามารถมองเห็นได้ชัดเจนสำหรับพืชวงศ์ปาล์มที่สามารถมองเห็นลำต้นได้ชัดเจน เช่น มะพร้าวและปาล์มประดับต้นปาล์มน้ำมันมีความสูงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับอายุที่ปลูกโดยปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากจะมีความสูงที่มากกว่าปาล์มอายุน้อย ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง (2548, น.26) รายงานว่า ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 20 ปีมีความสูงสุดอยู่ระหว่าง 15-18 เมตรและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้สูงสุดอยู่ระหว่าง 30-38 เซนติเมตร และมีการเพิ่มความสูงได้ปีละ 50 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ร่วมด้วย สำหรับการแตกใบออกจากลำต้นปาล์มน้ำมันมีลักษณะเวียนเป็นเกลียวรอบลำต้นโดยสามารถพบการแตกของใบรอบลำต้นปาล์มน้ำมันได้ 2 รูปแบบ คือ การเวียนเป็นเกลียวรอบลำต้นทางด้านขวาและด้านซ้ายไปขาวลำต้นปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีความสูงอยู่ระหว่าง 15-20 เมตร

ใบ (leaf)

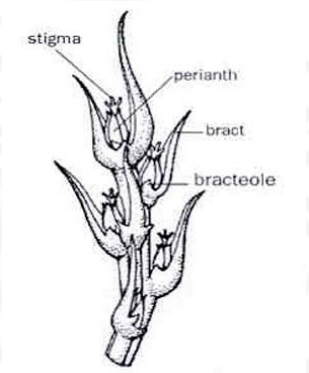
ใบของปาล์มน้ำมันเป็นแบบ pinnate ส่วนประกอบของใบประกอบด้วยทางใบ (Leaf Stalk) สำหรับทางใบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แกนกลางใบและก้านใบสำหรับแกนกลางใบ (Rachis) ทำหน้าที่รองรับใบย่อยและก้านใบ (Petiole) อยู่ที่ส่วนโคนติดกับลำต้นทางใบของปาล์มน้ำมันมีลักษณะเด่นที่สามารถสังเกตได้ชัดเจนอยู่ 2 ลักษณะ คือ ความยาวของทางใบและโคนของทางใบโดยทางใบมีความยาวอยู่ระหว่าง 7-10 เมตร ในขณะที่การโค้งของทางใบอยู่ในลักษณะที่ไม่สมดุลกันโดยทางใบที่อยู่ด้านบน (Adaxial Face) มีความโค้งมากกว่าทางใบด้านล่าง (Abaxial Face) ปาล์มน้ำมันมีส่วนสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ แกนกลางใบและก้านทางใบ อรรัตน์ วงศ์ศรี และศิริชัย มามีวัฒนะ (2548, น.16) รายงานว่า ส่วนแกนกลางใบของปาล์มน้ำมันประกอบด้วยใบย่อยอยู่ระหว่าง 100-160 คู่ แต่ละย่อยมีความยาวตั้งแต่ 100-120 เซนติเมตร และความกว้างตั้งแต่ 4-6 เซนติเมตร ซึ่งใบของของ

ปาล์มน้ำมันจะมีการพัฒนาแบ่งเป็น 2 ระยะที่สำคัญ คือ ใบที่เจริญเติบโตในระยะ 0-2 ปีและใบที่เจริญเติบมากกว่า 2 ปี โดยในแต่ละระยะมีการพัฒนาการที่สำคัญดังนี้ ใบที่เจริญเติบโตในระยะ 0-2 ปี ใบมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มตายอดเอาไว้ 45 ใบ แต่ละใบทำหน้าที่ห่อหุ้มตายอดเป็นระยะเวลา 2 ปี ในขณะที่ใบเจริญเติบโตมากกว่า 2 ปี มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วกลายเป็นใบที่มีลักษณะแหลมคล้ายหอกในระยะแรกใบย่อยยังไม่คลี่โผล่พ้นออกจากส่วนยอดของลำต้น และเมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งใบย่อยนี้จะคลี่ออกมาจนหมด

ช่อดอกและดอก (Inflorescence and Flower)

ช่อดอกของปาล์มน้ำมันเป็นแบบ compound spike มีการพัฒนามาจากตาบริเวณมุมใบ (Leaf Axil) เป็นช่อดอกที่แยกคนละตำแหน่งแต่อยู่บนต้นเดียวกันโดยแยกเป็นช่อดอกตัวเมียและช่อดอกตัวผู้สำหรับช่อดอกของปาล์มน้ำมันมีกาบหุ้ม (Spate) เอาไว้ซึ่งมี 2 อัน คือ กาบหุ้มด้านนอก (Outer Spathe) และกาบหุ้มด้านใน (Inner Spathe) แกนช่อดอกของปาล์มน้ำมันมีขนาดใหญ่ประกอบด้วยก้านช่อดอก (Peduncle) แยกกันคนละตำแหน่งช่อดอกของปาล์มน้ำมันมีความยาวประมาณ 30-35 เซนติเมตรช่อดอกของปาล์มน้ำมันจำแนกเป็น 2 พวกคือ ช่อดอกตัวเมียและช่อดอกตัวผู้ ช่อดอกทั้งสองพวกมีความแตกต่างกันในด้านความยาวของช่อดอกและลักษณะของปลายช่อดอกซึ่งเป็นลักษณะที่สังเกตด้วยตาเปล่าได้ชัดเจน โดยช่อดอกตัวผู้มีความยาวมากกว่าช่อดอกตัวเมีย ส่วนปลายช่อดอกตัวผู้มีลักษณะไม่แหลมในขณะที่ปลายช่อดอกของตัวเมียลักษณะแหลม ช่อดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน เมื่อพิจารณาตามความยาวของช่อดอกพบว่า ความยาวสั้นกว่าช่อดอกตัวผู้ภายในช่อดอกตัวเมีย ประกอบด้วยกลุ่มดอกย่อยดอกตัวเมียซึ่งประกอบด้วยดอกย่อย จำนวน 3 ดอก คือ ดอกย่อยด้านบน 2 ดอก ซึ่งเป็นดอกตัวผู้ที่ไม่ทำหน้าที่ (Rudimentary Androecium) และดอกย่อยที่ไม่มีก้านดอก (Sessile Flower) 1 ดอกสำหรับดอกย่อยที่ไม่มีก้านดอกแต่ละดอกมีกาบดอกย่อย (Bract) ซึ่งมีลักษณะแหลมทำหน้าที่รองรับดอกตัวเมียที่อยู่ตรงกลางของกลุ่มดอก และยังประกอบด้วยกาบดอกย่อย (Bracteole) จำนวน 2 อันอยู่ด้านข้าง ถัดเข้าไปด้านในของชั้นของ perianth จำนวน 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ ดังภาพที่ 3 โดยชั้นนี้ทำหน้าที่ห่อหุ้มดอกตัวผู้ และชั้นถัดเข้ามาเป็นชั้นของรังไข่ (Ovary) ซึ่งจำนวนช่อง 3 คาร์เพลแต่ในจำนวน 3 คาร์เพลมีเพียง 1 คาร์เพลเท่านั้นที่พัฒนา และส่วนของรังไข่ยังประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่ง คือ ส่วนของยอดเกสรตัวเมียที่ไม่มีก้าน (Sessile Stigma) มีขนและตรงบริเวณปลายยอดมีการแยกเป็น 3 แฉก ดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมันเมื่อบานจะมีสีเหลือง หลังจากผสมเกสรแล้วมีการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีแดง โดยทั่วไปดอกของปาล์มน้ำมันมีการบานประมาณ 1-2 วัน ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง (2548, น.27) รายงานว่า ช่อดอกตัวเมียหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยช่อดอกย่อยจำนวนมากกว่า 110 ช่อดอกย่อย และในแต่ละช่อดอกย่อยมีดอกเป็นจำนวนมากกว่า 4,000 ดอก ช่อดอกตัวผู้มีก้านช่อดอกยาวกว่าช่อดอกตัวเมีย แขนงของช่อดอกมีลักษณะเป็น

ทรงกระบอกในช่อดอกตัวผู้ 1 ช่อประกอบด้วย กลุ่มดอกย่อย และดอกย่อยต่างกัน โดยมีกลุ่มดอกย่อยประมาณ 160 กลุ่มดอกย่อย และมีดอกย่อยจำนวนดอกต่อช่อดอกย่อยเท่ากับ 785 ดอกต่อช่อดอกย่อยหรือมีจำนวนดอกประมาณ 126,000 ดอก ต่อช่อดอกส่วนการบานของช่อดอกตัวผู้ เริ่มจากส่วนโคนของก้านช่อดอกขึ้นไปด้านบน ใช้เวลาบานทั้งช่อดอกประมาณ 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ



ภาพที่ 4 ดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน

ที่มา: ภาควิชาพืชไร่ วิทยาลัยเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (ม.ป.ป.)

ผลและเมล็ด (Fruit and Seed)

ผลของปาล์มน้ำมันมีลักษณะเฉพาะโดยเป็นผลที่มีลักษณะแข็ง เรียกว่า drupe และมีการเกิดเป็นช่อ เรียกว่า ทะลาย (Bunch) ผลมีรูปร่างเป็นรูปไข่ส่วนปลายของผลมีลักษณะโป่งออก มีความยาวประมาณ 2-5 เซนติเมตรและมีน้ำหนักประมาณ 5-30 กรัม ผลของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในแต่ละพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกันสำหรับรูปร่างของทะลายปาล์มน้ำมันเป็นรูปไข่ เช่นเดียวกับรูปร่างของผลโดยทะลายแต่ละทะลายมีความยาวประมาณ 50-60 เซนติเมตร มีความกว้างประมาณ 35-40 เซนติเมตร มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 10-30 กิโลกรัม และมีจำนวนผลปาล์มทะลายประมาณ 1,500-1,600 ผล นอกจากนี้ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง (2548, น.28) รายงานว่า ปาล์มน้ำมันโดยทั่วไปนั้นสามารถผลิตทะลายสดได้ไม่ควรต่ำกว่า 12 ทะลาย/ต้น/ปี และมีจำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมแล้วอยู่ระหว่าง 500-4,000 ผลและมีจำนวนต่อทะลายเฉลี่ย 1,600 ผล/ทะลาย สำหรับการสุกแก่ของผลปาล์มน้ำมันเริ่มสุกแก่เมื่อสุกแก่แล้วผลมีการหลุดร่วงจากทะลาย ดังนั้น เพื่อให้การเก็บเกี่ยวได้ผลและป้องกันผลร่วงควรดำเนินการเก็บเกี่ยวผลในทะลายที่มีการสุกแก่เต็มที่ทั้งทะลายและก่อนผลร่วงซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมันสำหรับการสุกแก่ของผลปาล์มน้ำมันเริ่มสุกแก่จากส่วนของปาล์มทะลายไปยังส่วนโคนของทะลายเมื่อสุกแก่แล้วผลมีการหลุดร่วงจากทะลาย ดังนั้นเพื่อให้การเก็บเกี่ยว

ได้ผลและป้องกันการหลุดร่วงควรดำเนินการเก็บเกี่ยวผลในทะลายที่มีการสุกแก่เต็มที่ ทั้งทะลายและก่อนผลร่วงซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน นอกจากมีการหลุดร่วงของผลปาล์มน้ำมันที่สุกด้วย ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฏีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ (2541, น.18) รายงานว่า ผลของปาล์มน้ำมันโดยทั่วไปเมื่อยังอ่อนอยู่มีสีน้ำตาลดำ และเมื่อสุกแก่มีสีแดงการที่ปาล์มน้ำมันมีสีปรากฏให้เห็นเนื่องจากมีรงค์วัตถุอยู่ใน pericarp ในขณะที่ส่วนโคนผลไม่มีสีสำหรับผลที่สุกแก่แล้วสามารถแบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่ม คือ 1. ผลที่เมื่อสุกแก่แล้วมีสีแดงตลอดผล เรียกผลแบบนี้ว่า rubro–nigrescens type และ 2. ผลที่เมื่อสุกแก่แล้วมีสีเหลืองอ่อน เรียกผลแบบนี้ว่า rutilo– nigrescens type

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นของปาล์มน้ำมันเริ่มตั้งแต่เมล็ดปาล์มน้ำมันเริ่มงอกไปจนถึงระยะออกดอก ปาล์มน้ำมันในแต่ละอายุมีจำนวนใบอ่อนต่างกัน ชัยกฤษ์ มณีพงษ์, (2534, น.190) รายงานว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไนจีเรียมีการสร้างใบอ่อนในแต่ละอายุที่ต่างกัน ดังตารางที่ 14 โดยเริ่มตั้งแต่อายุ 2 ปีที่มีการสร้างใบอ่อนจำนวน 18 ใบ และมีจำนวนใบอ่อนสูงสุดเท่ากับ 29 ใบที่อายุ 5-6 ปี และหลังจากนั้นปาล์มน้ำมันมีการสร้างใบอ่อนลดลง

ตารางที่ 14 จำนวนใบอ่อนของปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างกัน

อายุ (ปี)	จำนวนใบอ่อน
2	18
3	27
4	27
5	29
6	29
7	28
8	25
9	23
10	23
11	24
12	21

ที่มา: ชัยฤกษ์ มณีพงษ์, 2534, น.190

ปาล์มน้ำมันที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่มีทางใบหรือที่เรียกว่า Frond เกิดขึ้นที่รอบยอด (Crown) โดยมีจำนวนประมาณ 40-50 ทางใบและมีทางใบอ่อนที่กำลังพัฒนาจากเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดประมาณ 50 ทางโดยเฉลี่ยแล้วปาล์มน้ำมันต้นหนึ่งมีการสร้างทางใบเดือนละ 2 ทาง สำหรับการเจริญเติบโตของทางใบแต่ละทางใช้เวลา 36 เดือนและปรากฏให้เห็นเป็นยอดแหลมโผล่ออกมา และหลังจากนั้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเมื่อทางใบหนึ่งคลี่ออกจะมีทางใบถัดไปในรูปยอดแหลมเกิดขึ้นมาแทนเป็นลำต้น

ส่วนการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ของปาล์มน้ำมันเริ่มตั้งแต่ระยะออกดอกไปจนถึงเมล็ดสุกแก่ ปาล์มน้ำมันมีระยะพัฒนาของช่อดอกแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอายุหลังออกดอก ดังตารางที่ 15 โดยปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะออกดอกไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวจำแนกได้เป็น 5 ระยะ คือ 1. ระยะเริ่มออกดอก ใช้เวลาตั้งแต่ 0-12 เดือนหลังออกดอก 2. ระยะกำหนดเพศใช้เวลาตั้งแต่ 13 เดือนเป็นต้นไปจนถึงอายุ 24 เดือนหลังออกดอก 3. ระยะดอกบาน เริ่มตั้งแต่อายุ 34 เดือนหลังออกดอก 4. ระยะถ่ายละอองเกสร เริ่มตั้งแต่ 35-36 เดือนหลังออกดอกและ 5. ระยะเก็บเกี่ยว ปาล์มน้ำมันมีอายุ 44 เดือนหลังออกดอก

ตารางที่ 15 ระยะการพัฒนาของช่อดอกและผลปาล์ม

อายุหลังออกดอก (เดือน)	ระยะการพัฒนา
0-12	ระยะเริ่มออกดอก
13-24	ระยะกำหนดเพศ
34	ระยะดอกบาน
35-36	ระยะถ่ายละอองเกสร
44	ระยะเก็บเกี่ยว

ที่มา: ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง, 2548, น. 29

Corley & Tinker (2003, p.144) รายงานว่าการพัฒนาของช่อดอกในปาล์มน้ำมัน จำแนกได้เป็น 9 ระยะ ดังตารางที่ 16 ซึ่งแต่ละระยะใช้เวลาแตกต่างกันเริ่มตั้งแต่ ระยะ 0 เป็นระยะเริ่มสร้างช่อดอกใช้เวลา 27-35 เดือนก่อนถ่ายละอองเกสรไปจนถึงระยะ 9 เป็นระยะถ่ายละอองเกสร

ตารางที่ 16 ระยะการพัฒนาของช่อดอกในปาล์มน้ำมัน

ระยะการพัฒนาของช่อดอก	จำนวนเดือนก่อนและการถ่ายละอองเกสร
0 ระยะเริ่มสร้างช่อดอก	27-35
1 ระยะสร้างกาบหุ้มด้านนอก	20-28
2 ระยะสร้างกาบหุ้มด้านใน	18-26
3 ระยะสร้างกาบดอกย่อยชุดที่ 1	17-25
4 ระยะสร้างกาบดอกย่อยชุดที่ 4	15-20
5 ระยะสร้างดอกย่อย	11-15
6 ระยะการพัฒนาของดอกย่อย	8-11
7 ระยะหลุดร่วงของดอกย่อย	3-6
8 ระยะถ่ายละอองเกสร	0

ที่มา: Corley & Tinker, 2003, p.114

พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน (ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ, 2541, น.39) จำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันออก 3 ชนิด คือ ดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอร่า สำหรับพันธุ์ปาล์มน้ำมันชนิดดูราเป็นปาล์มน้ำมันที่มีกะลาค่อนข้างหนา โดยขนาดของกะลาอยู่ระหว่าง 2-8 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 17 มีเปลือกที่หนาและเนื้อในหนาในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันใช้แม่พันธุ์เป็นชนิดดูราสำหรับผลิตลูกผสมเทเนอร่า ส่วนปาล์มน้ำมันฟิสิเฟอราเป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันอยู่ระหว่าง 25-30% มีกะลาบางเปลือกนอกหนากว่าพันธุ์ดูรา แต่มีข้อจำกัด คือ ผลมีขนาดที่เล็ก ช่อดอกตัวเมียเป็นหมันและมีผลผลิตค่อนข้างต่ำการใช้ปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอราเป็นพันธุ์พ่อในการผลิตลูกผสมเทเนอร่าในขณะที่ปาล์มน้ำมันชนิดเทอเนอร่าเป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์แม่ดูราและพันธุ์พ่อเป็นฟิสิเฟอราเทเนอร่า เป็นชนิดของปาล์มน้ำมันที่มีเปลือกสำหรับอัดน้ำมันเป็นจำนวนมาก เนื้อนอกและในมีปริมาณน้ำมันมากมีกะลาบางมีทะลายที่หนักกว่าพ่อและแม่พันธุ์

ตารางที่ 17 ลักษณะที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด

ลักษณะ	พันธุ์ปาล์ม		
	ดูรา	ฟิสิเฟอรา	เทเนอร่า
ความหนากะลา (มม.)	2.8	0.5-4	บางมาก
เส้นใยรอบกะลา	มี	มี	มี
ผล/ทะลาย (%)	60	60	เป็นหมัน
เปลือกนอก/ผล (%)	60-65	75-85	92-97
กะลา/ผล (%)	4-20	3-28	3-8
น้ำมัน/เปลือกนอก (%)	50	50	50
น้ำมัน/ทะลาย (%)	18-19	22-25	25-30

ที่มา : ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฏีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ, 2541, น. 39

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ (2544, น.711) ทำการศึกษาองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 3 ชนิด คือ ดูรา ฟิสิเฟอรา และเทเนอร่า ลักษณะที่สำคัญ คือ น้ำหนักผล ความหนาของเนื้อชั้นนอก/ผล ความหนาของกะลา/ผล ความหนาของเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล จำนวนทะลายน้ำหนักทะลายและน้ำหนักผลซึ่งผลการทดลองพบว่าปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 18 สำหรับปาล์มลูกผสมมีค่ามากกว่าพ่อแม่พันธุ์ 2 ลักษณะ คือความหนาของเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล และน้ำหนักผล สำหรับลักษณะความหนาของเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล พบว่าลูกผสมพันธุ์เทเนอร่ามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 47.3% โดยดูรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.0% ในขณะที่พิสิเฟอรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.6 % ในขณะที่ลักษณะน้ำหนักผล พบว่าลูกผสมพันธุ์เทเนอร่ามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 100.2 กิโลกรัม/ปี โดยดูรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.4 กิโลกรัม/ปี ในขณะที่พิสิเฟอรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.4 กิโลกรัม/ปี

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมชั้นที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด

ลักษณะที่ประเมิน	ระดับ	ชนิดของปาล์มน้ำมันที่ทดสอบ		
		ดูรา	เทเนอร่า	พิสิเฟอรา
น้ำหนักผล (กรัม)	ค่าเฉลี่ย	13.5	10.9	8.4
	ช่วง	6.3-30.3	4.1-98.9	3.7-94.6
ความหนาของเนื้อชั้นนอก/ผล (%)	ค่าเฉลี่ย	30.4	40.4	74.1
	ช่วง	13.2-48.8	13.3-90.8	32.7-100
ความหนาของกะลา/ผล (%)	ค่าเฉลี่ย	24.8	12.3	0
	ช่วง	11.0-39.7	2.6-35.8	0-2.3
ความหนาของเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล (%)	ค่าเฉลี่ย	45.0	47.3	25.6
	ช่วง	24.3-85.8	6.6-81.9	0-46.3
จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)	ค่าเฉลี่ย	7.3	7.6	6.4
	ช่วง	2.0-13.7	1.3-17.3	0.3-20.7
น้ำหนักทะลาย (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย	13.0	12.7	8.9
	ช่วง	3.6-25.5	4.6-35.6	1.3-41.7
น้ำหนักผล (ตัน/ปี)	ค่าเฉลี่ย	98.4	100.2	70.4
	ช่วง	27.5-204.1	13.4-237.5	17-182.6

ที่มา: ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2544, น.711

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และนิทัศน์ สองศรี (2552, น.30) ได้ศึกษาลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะของประชากรปาล์มน้ำมันชั้นที่ 2 จำนวน 3 ชนิดคือ ดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอร่า การศึกษามี 13 ลักษณะ คือ น้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมันทั้งหมด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายปาล์มเฉลี่ย ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ ความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย จำนวนใบย่อย ความกว้างโคนทางใบและความหนาโคนทางใบ ผลการศึกษาพบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่ามีค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ดีกว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์ดูราและพิสิเฟอรา เช่น น้ำหนักทะลายปาล์มทั้งหมด (77.4 กิโลกรัม/ต้น/ปี) และจำนวนทะลาย (4.2 ทะลาย/ต้น/ปี) ดังตารางที่ 19 จึงเห็นได้ว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่ามีลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตใน 2 ลักษณะ คือ น้ำหนักทะลายปาล์มทั้งหมดและจำนวนทะลายมากกว่าปาล์มน้ำมันอีก 2 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมมีผลผลิตสูงกว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์พ่อแม่

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะของประชากรปาล์มน้ำมัน

ลักษณะ	ปาล์มที่ใช้ทดสอบ					
	ดูรา		เทเนอร่า		พิสิเฟอรา	
	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด
น้ำหนักทะลายทั้งหมด (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	65.7	4.7-173.9	77.4	8.0-237.4	54.8	3.5-213.5
จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)	3.6	0.5-10.0	4.2	0.5-10.0	3.8	0.5-10.5
น้ำหนักทะลายปาล์ม (กิโลกรัม/ต้น/ปี)	19.1	7.7-47.8	19	7.5-37.5	14.1	4.9-23.1
ความสูงต้น (เซนติเมตร)	515.5	300-685.0	519.5	348-705	535.5	412-687
ความยาวทางใบ (เซนติเมตร)	530.1	376-653	536.3	363-741	556	437-677
พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)	7.6	4.2-12.5	7.7	3.7-15.3	8.1	3.9-11.8
น้ำหนักแห้งใบ (กิโลกรัม)	3.3	1.6-6.1	3.5	1.6-6.7	4.0	2.1-5.6
ความกว้างใบย่อย (เซนติเมตร)	5.8	3.8-7.8	5.8	3.9-8.0	5.9	4.2-8.2
ความยาวใบย่อย (เซนติเมตร)	70.2	51.5-94.2	69.8	51.4-90.4	73.6	60-89
จำนวนใบย่อย	339.3	270-424	339.6	192-424	343.4	268-398
ความกว้างโคนทางใบ (เซนติเมตร)	7.9	5.3-12	8.2	4.2-12	9.0	6.0-11.3
ความหนาโคนทางใบ (เซนติเมตร)	3.7	2.4-5.4	3.9	2.7-5.7	4.1	3.0-5.1

ที่มา: อังคณา โชติวัฒนศักดิ์, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และนิทัศน์ สองศรี, 2552, น.30

การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

หลังจากการผสมเกสรไปแล้ว 5-6 เดือน ผลปาล์มน้ำมันจะเริ่มสุกสามารถเกี่ยวเกี่ยวได้ แต่การนับอายุปาล์มน้ำมันอาจนับผิดพลาด ดังนั้นการเข้าไปสังเกตร่วมกับการคำนวณอายุเป็นวิธีที่ดีที่สุดการนับอายุจะทำได้โดยการนับตำแหน่งทางใบ ซึ่งช่อดอกตัวเมียปาล์มน้ำมันที่ได้รับการผสมนี้จะอยู่ในซอกของทางใบที่รองรับทะลายสุกซึ่งจะเป็นทางใบที่อีก 5 -6 เดือน ผลปาล์มน้ำมันก็จะสุก ดังนั้นทางใบที่รองรับทะลายสุกก็จะเป็นทางใบที่ 33-37 ขึ้นไปทางใบนี้จะเป็นทางใบในแนวเรียงจาก

ทางใบที่ 1, 9, 17, 25 และ 33 เรื่อยมา ส่วนการดูลักษณะของผลปาล์มน้ำมันนั้นจะทำได้ก็คือ ผลปาล์มน้ำมันในทะลายจะมีสีแดง โดยจะเปลี่ยนจากสีดำหรือสีม่วงดำ ผลน้ำมันจะร่วงลงดิน ถ้าร่วงหล่น 10-20 ผล/ทะลาย ถือว่าสุกพอดี เมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุและลักษณะประกอบที่แสดงว่าสุกพอก็จะทำการเก็บเกี่ยวทันที

รอบการเก็บเกี่ยว

อยู่ในช่วง 10-20 วัน แล้วแต่ฤดูกาล โดยเฉลี่ยประมาณ 15 วัน/ครั้ง การเก็บเกี่ยวช้าหรือเร็วเกินไปจะมีผลต่อผลผลิตและคุณภาพ รวมทั้งเปอร์เซ็นต์น้ำมันในส่วนของเปลือกและเนื้อในทะลาย ปาล์มน้ำมันมีอายุ 20-21 สัปดาห์ ผลปาล์มที่พัฒนาได้อย่างสมบูรณ์จะมีประมาณ 85 % ที่เหลือเป็นผลที่เป็นหมันและผลที่ไม่ได้รับการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ในทะลายปาล์มน้ำมันที่พิจารณาว่าสุกพอเหมาะสำหรับเก็บเกี่ยวจะมีผลในทะลายที่มีสภาพการสุกทางสรีรวิทยาประมาณ 85 % ที่เหลือในทะลายเดียวกันจะมีผลผลิตเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการร่วงหล่นเกิดขึ้นในช่วงเวลานี้ ซึ่งความถี่ในการเก็บเกี่ยวระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันในแต่ละครั้งจะมีรอบการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันออกไปบางสวนสามารถเก็บเกี่ยว 2 ครั้ง/เดือน ในขณะที่สวนเล็กลงมาจะมีรอบการเก็บเกี่ยวที่ถี่ขึ้น ซึ่งรอบการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเปลี่ยนแปรงตามช่วงฤดูกาล ซึ่งโดยทั่วไปแล้วรอบของการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุดขึ้นอยู่กับมาตรฐานการสุกและดัชนีการเก็บเกี่ยว คือ จำนวนผลที่ร่วงถ้าปล่อยให้ผลร่วงมากเกินไปความถี่ในการเก็บเกี่ยวก็จะน้อยเกินไป จะส่งผลให้สูญเสียคุณภาพน้ำมันถ้าความถี่ในการเก็บเกี่ยวสูงเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองแรงงานและมีแนวโน้มที่จะเก็บเกี่ยวทะลายที่ยังไม่สุกได้ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำมันต่ำ ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 มาตรฐานในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

ลักษณะของทะลาย	สภาพแวดล้อมของการพัฒนาทะลาย	
	สภาพปกติทั่วไป	สภาพฤดูฝน
ทะลายยังไม่สุก	เปลือกแข็งและดำ ไม่มีผลร่วง	เปลือกแข็งและดำ ไม่มีผลร่วง
ทะลายที่ใกล้สุก	เปลือกสีส้มปนดำ ผลร่วงน้อยกว่า 10 ผล	เปลือกสีส้มปนดำ ผลร่วงน้อยกว่า 10 ผล
ทะลายที่สุกพอดี	เปลือกสีส้มสด ผลร่วง 10 ผล	เปลือกสีส้มเข้มผลร่วงมากกว่า 10 ผล
ทะลายที่สุกมากเกินไป	สีเปลือกเหมือนระยะที่ 3 ผลร่วงมากกว่า 50 ผล	สีเปลือกเหมือนระยะที่ 3 ผลร่วงมากกว่า 50 ผล
ทะลายเน่า	ผลร่วงมากกว่า 1 ใน 3 ของทะลาย	ผลร่วง 1 ใน 3 ของทะลาย
ทะลายเปล่า	ไม่มีผล	ไม่มีผล

ที่มา: สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และเกริกชัย ธนวักษ์, 2548, น.235-252

โดยกรมส่งเสริมสินค้าเกษตร กรมการค้าภายในได้กำหนดมาตรฐานปาล์มที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ ดังนี้

1. ทะลายปาล์มน้ำมันมีผลสีแดงและร่วงหลุดจากทะลาย 10-20 ลูก/ทะลาย
2. ปาล์มน้ำมันที่ทะลายสุกเกิน คือปาล์มน้ำมันที่มีการหลุดร่วงของผลมากกว่าร้อยละ 40
3. ปาล์มน้ำมันดิบ คือ ทะลายที่ผลยังมีสีม่วงหรือดำ
4. สิ่งเจือปน คือ ทะลายเปล่าที่ไม่มีผล หิน ดิน และทราย

การเลือกพื้นที่ปลูกปาล์ม

สภาพดินที่มีผลต่อการเจริญของปาล์มน้ำมันทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและส่วนที่อยู่ใต้ดิน ดินที่ใช้ในการปลูกปาล์มน้ำมันมี 2 ชนิดตามความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน คือ ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน คือ ดินร่วน วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร, พิชิต พงษ์สกุล, สายทิพย์ แสงกุล, และสุจิตรา สุรภาพไมตรี (2540, น.84) รายงานว่า ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน คือ ดินร่วนจนถึงดินร่วนเหนียว การซึมของน้ำและการระบายน้ำดี และมีความเป็นกรด-ด่าง 4.0-6.0 ทำนองเดียวกันที่ ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฏีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ (2541, น.35) รายงานว่า ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันมีลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1. มีความลาดชันน้อยกว่า 12 % 2. มีหน้าตัดดินอย่างน้อย 75 เซนติเมตรและไม่มีชั้นดินดาน 3. เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินเหนียว 4. มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง สำหรับดินที่ไม่เหมาะสมประกอบไปด้วยกลุ่มชุดดินที่ 26, 39, 51และ53 ซึ่งมีความเหมาะสม ดังตารางที่ 21 เช่น กลุ่มดินที่ 26 ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย สีของดินมี 3 สี สีน้ำตาล เหลือง และแดงมีค่า pH 4.5-5.5 ประกอบด้วย 10 ชุดดิน ชุดดินพัง ภูเก็ต ท้ายเหมือง ห้อยโป่ง อ่าวลึก ปะทิว กระบี่ ลำภูรา และปากจั่น (ชัยกฤษ์ มณีพงษ์, 2534, น.124-125)

ตารางที่ 21 สมบัติของดินและตัวอย่างชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน

กลุ่มดิน	ลักษณะดิน	สีของดิน	pH	จำนวนชุดดิน
26	ดินร่วนปนทราย	น้ำตาล เหลือง แดง	4.5-5.5	10
39	ดินร่วนปนทราย	น้ำตาล เหลือง แดง	4.5-5.5	4
51	ดินร่วนปนเศษหิน	น้ำตาล แดงปนเหลือง	5.0-5.5	5
53	ดินร่วนปนเหนียว	น้ำตาล แดงปนเหลือง	5.0-5.5	5

ที่มา: สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และเกริกชัย ธนวักษ์, 2548, น.39

ลักษณะดินที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

ดินที่ไม่เหมาะสมและสมควรจะต้องหลีกเลี่ยงสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันมีลักษณะดังต่อไปนี้

ดินที่มีการระบายน้ำเลว

ดินหลายชนิดอาจกลายเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลวได้ถ้าหากอยู่ใกล้กับลำธาร แม่น้ำ ฯลฯ ที่มีระดับสูงหรืออาจเป็นเพราะโครงสร้างของดิน กรณีแรกแก้ไขอาจทำได้โดยวิธีทางวิศวกรรมเท่านั้น แต่ในกรณีหลังซึ่งมีตัวอย่างมาแล้วมากรายซึ่งการระบายน้ำออกจากดินนี้เป็นไปได้ยากกว่าแม้ว่าจะได้ใช้วิธีการฝังท่อระบายน้ำให้ลูกและทำการระบายน้ำบ่อย ๆ แล้วก็ตาม ดินเหล่านี้มักจะพบได้ในบริเวณแผ่นดินใหญ่ที่ไกลทะเลออกไปและมีลักษณะเป็นลอนคลื่นทั้งในประเทศมาเลเซียและบราซิล อิทธิพลของการระบายน้ำออกไปจากดินที่เลวนี้ส่งผลกระทบทางลบต่อปาล์มที่อายุน้อยเป็นอย่างมาก ถ้าหากสามารถระบายน้ำออกจากดินเหล่านี้ในช่วงที่ต้นปาล์มน้ำมันยังเล็กอยู่ในปีแรก ๆ ได้แล้ว การเจริญเติบโตและผลผลิตทางสวนปาล์มน้ำมันในระยะหลังก็อาจทำให้น่าพอใจได้ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะระบบรากของต้นปาล์มน้ำมันสามารถทำให้เกิดการแห้งรอบ ๆ บริเวณรากได้เพราะมีการคายน้ำที่ใบอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้มีการดูดน้ำเข้าไปทดแทนน้ำที่สูญเสียไป

ดินลูกรัง

ดินที่มีเม็ดดินกลม ๆ มีเม็ดกรวดแต่บางครั้งก็อาจพบเป็นชั้นหนาใต้ดินหรืออาจพบได้ที่ผิวหน้าดินเพราะเกิดการชะล้างพังทะลายของผิวดินบนออกไปหมดแล้วก็ได้ดินที่มีลูกรังปนบ้างเล็กน้อยอาจเป็นดินที่เหมาะสมได้แต่ถ้าหากมีลูกรังอยู่ในลักษณะก้อนโต ๆ และมีเป็นจำนวนมากหรืออยู่เป็นแผ่นศิลาแลงใต้ผิวดินตื้น ๆ แล้วจะทำให้ลดเนื้อที่รากลงมากและทำให้ดินแห้งอย่างรวดเร็วมากในช่วงที่อากาศแห้ง ดังนั้นต้นปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินประเภทนี้อาจกระทบแล้งอย่างรุนแรงได้แม้แต่เขตที่มีภูมิอากาศโดยปกติมีภาวะสมดุลของน้ำเป็นที่น่าพอใจ

ดินชายฝั่งทะเลที่เป็นทรายจัด

ต้นปาล์มน้ำมันไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินทรายจัดของชายฝั่งทะเลทั้ง ๆ ที่ในดินนี้มะพร้าวเจริญเติบโตและให้ผลผลิตน่าพอใจดินทรายจัดนี้พบได้บ่อย ๆ ในบริเวณที่ลึกเข้าไปในแผ่นดินใหญ่และดินทั้งสองบริเวณนี้ล้วนไม่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มพอ ๆ กัน

ดินพรุลึก

แม้ว่าต้นปาล์มน้ำมันจะเจริญเติบโตในระยะแรกในดินที่มีชั้นผิวหนา 90-120 เซนติเมตร อยู่บนดินล่างที่เป็นดินเหนียว แต่การยืนต้นอยู่รอดได้อย่างน่าพอใจของต้นปาล์มที่ปลูกบนพื้นที่หนา 250 เซนติเมตรหรือมากกว่านั้นกระทำได้ยากมาก การหดตัวของพื้นที่จะเกิดขึ้นเมื่อระบายน้ำออกไปจากพื้นที่ และต้นปาล์มน้ำมันจะไม่สามารถสร้างระบบรากที่ดีและเพียงพอเพื่อพยุงหรือยึดเหนี่ยวเนื้อดินอย่างแข็งแรงพอในดินเหล่านี้ต้นปาล์มจะเอนไปในทุกทิศทาง ผลผลิตมักจะต่ำเข้าไปรวบรวมผลผลิตได้ยาก

ดินที่ไม่เหมาะสมอื่น

มีดินที่ไม่เหมาะสมอื่น ๆ อีกเล็กน้อยโดยปกติจะพบได้เฉพาะบางแห่งดินที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นดินประเภทเดียวกันกับดินที่มีการปลูกยางพารา กล่าวคือ มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ ไนโตรเจนต่ำถึงปานกลาง ส่วนโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ที่ปานกลางถึงต่ำแต่อย่างไรก็ตามดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันอาจจะมีระดับความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันออกไปได้อย่างกว้างขวาง

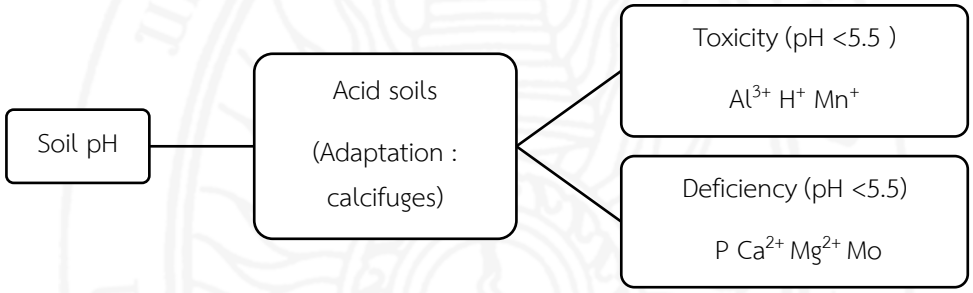
แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของดินกรด (Characterization of Acid Soil)

ส่วนประกอบจากหินต้นกำเนิดจะมีอิทธิพลอย่างมาก แต่การกระจายตัวของดินกรดและดินด่างทั่วโลกมีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิอากาศและเขตแดน ดินกรดครอบคลุมประมาณ 30% ของแผ่นดินโลกและส่วนใหญ่เป็นดินป่ามีเพียง 45% เท่านั้นที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกและน้อยกว่านั้นอีกที่ใช้สำหรับพืชเขตร้อนที่มีอายุหลายปี (Uexkull & Mutert, 1995, p.8) ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีการชะล้างสูงตั้งแต่ป่าดิบชื้นในเขตร้อนไปจนกระทั่งเขตภูมิอากาศอบอุ่นดังที่พบได้ในอเมริกาใต้ แคนนาดา แอฟริกากลาง ยูเรเซียตอนเหนือ เอเชียตอนใต้และบางส่วนของออสเตรเลีย ในพื้นที่เหล่านี้ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาพอากาศและแคตไอออนพื้นฐาน เช่น แคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) และโพแทสเซียม (K^{+}) จะถูกชะล้างไปจากชั้นดิน คงเหลืออยู่เพียงสารที่มีความเสถียรมากกว่าซึ่งอุดมไปด้วยธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์และแคตไอออนที่เป็นกรด เช่น H^{+} และ Al^{3+} ในความเข้มข้นสูงดินที่ถูกชะล้างสูงในเขตร้อนมักถูกจัดเป็น Ultisols, Andisols และ Oxisols ในขณะที่ดินกรดส่วนมากในเขตอบอุ่นและเขตหนาวดินกรดที่สำคัญในมุมมองของพืชสวนคือดินในเขตร้อน (นวรัตน์ อุดมประเสริฐ, 2558, น.111)

ดินกรด (Acid Soils)

ดินกรด เป็นดินที่มี pH ของสารละลายดินต่ำกว่าค่าความเป็นกรด (pH <7) แต่ดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรง คือ ดินที่มี pH<5.5 และมีอันตรายต่อพืชโดยอาจทำให้เกิดการขาดธาตุหรือทำให้เกิดการเป็นพิษของไอออน (Marschner, 1995, p.125) ดินกรดส่วนใหญ่จะขาดธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), ฟอสฟอรัส (P) และโมลิบดีนัม (Mo) ในดินแร่ที่มีความเป็นกรดสูงมาก ๆ กิจกรรมของไฮโดรเจนไอออนจะสูงมากซึ่งสามารถเป็นพิษต่อพืชได้และมีผลต่อกลไกการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น ATPase ที่เกาะอยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์ นอกจากนี้ดินกรดยังเพิ่มความสามารถในการละลายของแมงกานีส (Mn^{2+}) และอะลูมิเนียม (Al^{3+}) นำไปสู่การเป็นพิษต่อพืชความเป็นพิษของอะลูมิเนียมและแมงกานีสมีอันตรายต่อพืชแตกต่างกันไป ความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมีอันตรายต่อรากโดยส่งผลในทางลบต่อการพัฒนาของรากและทำให้จำกัดการดูดน้ำและแร่ธาตุของพืชถึงแม้ความ

เป็นพิษของอะลูมิเนียมจะแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด แต่โดยทั่วไปความเป็นพิษของอะลูมิเนียมที่มีต่อรากทำให้เกิดความเสียหายกับเนื้อเยื่อเจริญปลายราก คล้ายกับผลจากการขาดธาตุแคลเซียม ทำให้ระบบรากมีลักษณะอ้วนสั้น ในขณะที่ pH ของดินลดลงนั้นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ชนิดต่าง ๆ จะลดลงแต่มีการเพิ่มขึ้นของอะลูมิเนียมอิสระ (Free Al^{3+}) ความทนทานของพืชแต่ละชนิดต่อความเป็นพิษของอะลูมิเนียมขึ้นอยู่กับโครงสร้างและการทำหน้าที่ของราก ในขณะที่ความเป็นพิษของแมงกานีสถูกควบคุมโดยความสามารถของกิ่งในการควบคุมไม่ให้มีการสะสมในใบที่น่าสนใจคือมีรายงานว่า แมกนีเซียมสามารถเพิ่มความทนทานต่อพิษของแมงกานีสในข้าวสาลี ดังนั้นพิษของอะลูมิเนียมและแมงกานีสสามารถทำให้บรรเทาเบาบางลงได้ด้วยการเพิ่ม pH ของสารละลายดินขึ้นหรืออาจเติมแคลเซียมในกรณีของอะลูมิเนียมและแมกนีเซียมในกรณีของแมงกานีส



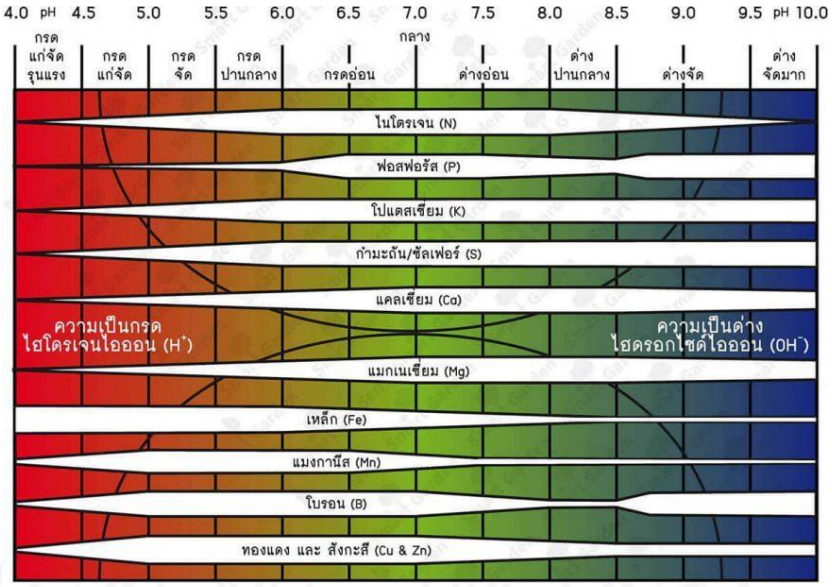
ภาพที่ 5 การตอบสนองของพืชต่อดินที่มี pH ไม่เหมาะสมพืชที่อยู่ในกลุ่ม calcifuges
ที่มา: ดัดแปลงจาก นวรัตน์ อุดมประเสริฐ, 2558, น.112

การตอบสนองของพืชต่อดินที่มี pH ไม่เหมาะสมพืชที่อยู่ในกลุ่ม calcifuges มีวิวัฒนาการขึ้นมาในสภาวะแวดล้อมที่เป็นกรดจัด พืชพวกนี้จึงทนต่อระดับแคลเซียมต่ำละความเป็นกรดสูงและมีการปรับกลไกความทนทานต่ออะลูมิเนียมซึ่งอาจเป็นความทนทานหรือการหลีกเลี่ยงต่อสภาวะเครียดนั้น (Marschner, 1995, p.132) ในขณะเดียวกันพืชพวกนี้ก็ต้องมีกลไกที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดและใช้ประโยชน์จากแมกนีเซียม แคลเซียมและฟอสฟอรัสซึ่งอยู่ในความเข้มข้นต่ำมากในดิน อย่างไรก็ตามพืชไม่สามารถทนต่อสภาวะแบบนี้ได้และจำเป็นต้องมีการปรับ pH สูงขึ้นและมีความเข้มข้นของธาตุอาหารเพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาที่ดี

ความเป็นกรด-ด่างที่ไม่เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (Non-optimal pH: Nutrient Availability)

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืชเปลี่ยนแปลงไปตามค่า pH ของสารละลายดิน ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเป็นประโยชน์มากที่สุดที่ช่วง pH เป็นกรดเล็กน้อย ซัลเฟอร์ (S), แคลเซียม (Ca) และโมลิบดีนัม (Mo) มีความคล้ายคลึงกันคือมีความเป็นประโยชน์น้อยกว่าที่สภาวะเป็นกรดแต่เมื่อ pH เพิ่มขึ้นความเป็นประโยชน์ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วยตรงกันข้าม จุลธาตุ (Micronutrient) เช่น แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) จะละลายได้ดีกว่าในสภาวะที่เป็นกรด แต่เมื่อ pH เพิ่มขึ้นความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเหล่านี้กลับลดลงธาตุเหล็ก (Fe) และโพแทสเซียม (K) มีความเป็นประโยชน์ที่เหมาะสมในช่วย pH ที่ค่อนข้างกว้างแต่จะมีความเป็นประโยชน์ลดลงที่ค่า pH เป็นกรดและเป็นด่างส่วนโบรอน (B) แมงกานีส (Mn) และฟอสฟอรัส (P) จะคล้ายคลึงกันคือมีความเป็นประโยชน์น้อยที่สุดที่ค่า pH เป็นด่างเล็กน้อย (pH 7-8) แต่จะมีความเป็นประโยชน์สูงกว่าที่ pH สูงและต่ำกว่านั้นสำหรับความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน (N) ค่อนข้างจะสลับซับซ้อนกว่า

เนื่องจากความเป็นประโยชน์ของมันขึ้นอยู่กับปริมาณของไนเทรตและแอมโมเนียมในสารละลายดิน รวมไปถึงปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ nitrification และการตรึงก๊าซไนโตรเจนซึ่งขึ้นอยู่กับ pH ด้วยโดยทั่วไปความเป็นเป็นประโยชน์มักจะสูงที่สุดที่ช่วง pH เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อยดังนั้นจึงไม่มีช่วงที่เฉพาะเจาะจงใดที่ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารทุกชนิดจะเหมาะสมที่สุดแต่ pH เป็นกรดเล็กน้อยจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารส่วนใหญ่สูงที่สุด **(**A. Läuchli & S.R. Grattan, 2012, p. 194) ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายดินไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่เท่านั้นแต่ยังเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและลักษณะอื่น ๆ ของดินด้วยดังนั้นพืชจึงอาจประสบกับสภาวะขาดธาตุอาหารได้ ขึ้นอยู่ช่วงเวลาของปีหรือตำแหน่งที่รากพืชอยู่ซึ่งในบริเวณที่รากอยู่นั้นลักษณะทางเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยาของดินยากที่จะเหมือนกันทั้งหมดดังนั้นการเจริญเติบโตและการดึงธาตุอาหารมาใช้ของรากจึงเกิดขึ้นในบริเวณที่มีสภาพเหมาะสมที่สุดถึงแม้ว่าค่า pH ของสารละลายดินจะมีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารไม่ทางตรงก็ทางอ้อมแต่มีธาตุอาหารบางชนิดที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง โดยเฉพาอย่างยิ่งในสิ่งแวดล้อมทางการเกษตร ซึ่งได้แก่ แคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)



ภาพที่ 6 สภาพการละลายธาตุอาหารในช่วง pH ต่าง ๆ
ที่มา: สมาร์ท การ์เด้น, 2559

Calcium Nutrition (Ca)

แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในกลุ่มของมหธาตุ มีหน้าที่สำคัญในการสร้างผนังเซลล์ เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์โดยทั่วไปแคลเซียมมักจะอยู่ในสภาพพร้อมเป็นประโยชน์สำหรับพืชในช่วง pH ค่อนข้างกว่า แคลเซียมอาจเป็นส่วนประกอบของเกลือแร่หลายชนิดในดิน แต่รูปที่เป็นประโยชน์นั้นจะต้องอยู่ในรูปที่ละลายได้เท่านั้น ซึ่งในดินที่มีสภาวะกรดจัดและด่างจัดจะมีแคลเซียมในรูปที่เป็นอิสระน้อยมาก ใน pH ต่ำดินส่วนใหญ่จะขาดแคลเซียมเนื่องจากการชะล้างของแคตไอออนที่เป็นด่างจากดิน นากจากนี้ในดินกรดจะมีการลำเลียง polyvalent cations ซึ่งได้แก่ แคลเซียม (Ca^{2+}), แมกนีเซียม (Mg^{2+}), สังกะสี (Zn^{2+}) และแมงกานีส (Mn^{2+}) เข้าสู่ระบบรากน้อยลง (Marschner, 1995, p.250) นอกจากนี้การที่ pH ลดต่ำ ลงจนมีค่าเป็นกรดจัดจะไปยับยั้งการดูดแคตไอออนต่าง ๆ รวมไปถึงแคลเซียมที่เข้าสู่ราก เนื่องจากความผิดปกติของโปรตอนของ H^+-ATPase ที่ยึดกับเยื่อหุ้มเซลล์ในทางตรงกันข้ามที่ pH สูงจนเป็นด่างจัดการรวมตัวเป็นเกลือแร่ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ซึ่งไม่สามารถละลายน้ำ เช่น แคลเซียมฟอสเฟตและแคลเซียมคาร์บอเนต ดังนั้นในสภาวะที่ดินมีความเป็นกรด-ด่างจัดนั้นจึงส่งผลต่อการขาดธาตุแคลเซียม การแก้ไขสภาวะขาดธาตุแคลเซียมในดินกรดและดินด่างสามารถทำได้โดยการให้แคลเซียมทั้งทางตรงและทางอ้อม ในดินกรดการให้ปูนขาวหรือยิปซัมจะให้แคลเซียมในรูปพร้อมนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งถือเป็นการให้แคลเซียมทางตรง โดยปูนขาวจะละลายในดินกรดทำให้ pH สูงขึ้นและทำให้เกิดแคลเซียม

รูปอิสระและอีกหนึ่งวิธีคือการให้แคลเซียมในรูปของไนเทรตในกรณีที่ดินขาดที่แคลเซียมและไนโตรเจน

Phosphorus Nutrition (P)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชต้องการในปริมาณค่อนข้างสูง จึงถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มธาตุอาหารหลัก (macronutrients) แต่ในดินมีธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช เนื่องจากธาตุฟอสฟอรัสถูกตรึงหรือเปลี่ยนรูปได้ง่ายกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก ฟอสฟอรัสทำหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานของเซลล์พืชอยู่ในรูปของฟอสเฟตไอออน (PO_4^{2-}) ซึ่งอยู่ในท่อลำเลียงน้ำและอยู่ในเซลล์พืชเป็นวัตถุดิบของกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ ในเซลล์และควบคุมระดับความเป็นกรดด่างในขั้นตอนการลำเลียงน้ำในเซลล์ แหล่งเริ่มต้นของฟอสฟอรัสนั้นได้มาจากหินแร่ธรรมชาติซึ่งเป็นทรัพยากรที่ใช้หมดได้ และไม่หมุนเวียนในช่วงระยะเวลาสั้น นับได้ว่าธาตุฟอสฟอรัสนั้นมีความสำคัญกับวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นธาตุหนึ่ง โดยทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของพืชด้วย (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544, น.63) โดยทั่วไปการขาดฟอสฟอรัสในพืชที่เจริญเติบโตในดินด่างมีสาเหตุหลักมาจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดมีปริมาณต่ำมาก และระดับความชื้นในดินต่ำทำให้การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสถูกจำกัดและมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากถูกจำกัดด้วย (Marschner, 1995, p.172) ฟอสฟอรัสในสารละลายดินนั้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสเฟต และมีความเข้มข้นน้อยกว่า 1μM พืชจะตอบสนองต่อการขาดฟอสฟอรัสโดยภาพรวมคือมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นลดลง

Iron Nutrition (Fe)

ธาตุเหล็ก (Fe) เป็นจุลธาตุที่สำคัญมากอย่างหนึ่งความเป็นกรดด่างของดินมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กต่อพืช pH ของดินที่เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กอยู่ที่ประมาณ 5.5-6.5 ดินที่มีความเป็นด่างมาก เช่น calcareous soil ซึ่งมี pH สูงกว่า 7.5 จะทำให้เกิดภาวะขาดธาตุเหล็กในพืชหลายชนิด ซึ่งการขาดธาตุเหล็กเป็นจะทำให้เกิดภาวะขาดธาตุเหล็กในพืชหลายชนิด โดยเฉพาะการปลูกใน calcareous soil ซึ่งมีความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กต่ำ (Vose, 1982, p.240) ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อความเป็นประโยชน์ของเหล็กต่ำแตกต่างกันไป ดังนั้นความเข้มข้นของเหล็กจึงขึ้นอยู่กับ pH ของดินการเพิ่ม pH จาก 4 เป็น 8 ส่งผลให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ลดจาก 10^{-8} เป็น 10^{-20} M ธาตุเหล็กจะถูกไฮโดรไลซ์อย่างรวดเร็วในสารละลายได้เป็นสารประกอบ hydrolysis products ต่าง ๆ เช่น $Fe(OH)^{+}_{2}$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)^{-}_{4}$ สารประกอบเหล่านี้รวมกับ Fe^{3+} เรียกเป็น total soluble inorganic Fe ซึ่งจะเห็นได้ว่า total soluble inorganic Fe จะมีความสามารถในการละลายที่ต่ำสุดที่ pH ประมาณ 7.4-8.5 การขาดธาตุเหล็กในพืชซึ่งทำให้เกิดอาหาร chlorosis นั้นเกิดจากหลายสาเหตุ เช่นการระบายอากาศในดิน

ไม่ดีความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ในดินสูงการดูดธาตุเหล็กได้ไม่เพียงพอและการยับยั้งการเคลื่อนย้ายของธาตุเหล็กจากรากไปสู่ต้น ซึ่งในทางตรงกันข้ามการปลดปล่อยกรดอินทรีย์จากรากทำให้การเคลื่อนย้ายของเหล็กในดินและความสามารถในการละลายเหล็กดีขึ้นใน calcareous soil ที่ดินมีความชื้นสูงและมีการระบายอากาศไม่ดีก่อให้เกิดการขาดธาตุเหล็กอย่างรุนแรง เนื่องจากการแลกเปลี่ยนที่ผิดปกติและมีการสะสมของไบคาร์บอเนต

แนวคิดเกี่ยวกับปูนขาว (Lime)

ปูนขาวเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งในอีกหลายๆชนิดที่สามารถนำมาปรับปรุงสมบัติของดิน ปูนขาวได้มาจาก Calcareous Materials เช่น Limestone, Chalk โดยปูนขาวที่ใช้ในงานปรับปรุงคุณภาพของดินนั้นมี 3 ชนิดได้แก่

1. พวกออกไซด์ (Oxide) สารประกอบประเภทนี้ได้แก่ CaO และ MgO พวก CaO (Quicklime หรือ bumed Lime) เป็นพวกที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาในดินได้มาจากการนำหินปูนเปลือกหอยมาเผา

2. พวกไฮดรอกไซด์ (Hydroxide) สารประกอบประเภทนี้ได้แก่ $Ca(OH)_2$ และ $Mg(OH)_2$ พวก $Ca(OH)_2$ (Hydrated Lime หรือ Slaked Lime)ได้จากการทำปฏิกิริยาของน้ำกับ bumed Lime

3. พวกคาร์บอเนต (Carbonate) สารประกอบของปูนประเภทนี้ได้แก่ หินปูน ($CaCO_3$) และหินโดโลไมท์ ($CaMg(CO_3)_2$) ได้มาจากภูเขาหินปูน โดยการนำมาบดให้มีขนาดเล็กผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh

ความต้องการปูน

ปริมาณปูนที่ใส่เพื่อปรับ pH ให้ได้ตามที่ต้องการเรียกว่าความต้องการปูน (Lime Requirement) ซึ่งจะแตกต่างกันตามปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดที่อยู่ในดินแม้ว่าดินจะมี pH เท่ากันหากต้องการปรับ pH ให้สูงเท่ากันแต่ปริมาณปูนที่ใช้อาจแตกต่างกันดังนั้นการวัด pH ทำให้ทราบว่าดินมี pH เหมาะสมต่อการปลูกพืชหรือไม่ แต่ไม่สามารถจะบอกถึงปริมาณปูนที่ต้องการใส่เพื่อปรับ pH ให้เหมาะสมได้โดยทั่วไปแล้วดินเนื้อละเอียดและมีอินทรียวัตถุสูงมีความสามารถในการทนทานการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีจึงต้องใช้ปูนจำนวนมากเพื่อปรับ pH ให้ได้ตามที่ต้องการ ในขณะที่ดินเนื้อหยาบ pH จะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงต้องระมัดระวังเรื่องการใส่ปูนเพราะหากใส่ปูนมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อพืชคือทำให้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ที่เป็นประโยชน์กับพืชในดินลดต่ำลงทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเพราะจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งจะละลายน้ำได้ยาก และแคลเซียมที่มีอยู่สูงเกินไปจะขัดขวางการดูดซึมโบรอนของพืชโดยทั่วไป

การใส่ปูนเพื่อปรับ pH ของดินเป็น 6.5 แต่ถ้าเป็นดินกรดเขตร้อนควรปรับ pH ประมาณ 5.5 เพราะ pH ระดับนี้ก็สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นข้อจำกัดต่อการปลูกพืชได้ ถึงแม้ว่าการใส่ปูนปริมาณมากกว่านี้ก็ไม่ได้ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

ตารางที่ 22 ค่าปริมาณปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดของดินตามลักษณะเนื้อดิน

pH	กิโลกรัม/ไร่			
	ดินทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินเหนียวและดินร่วนเหนียว
5.0	200	300	400	500
4.5	700	800	1,000	1,100
4.0	1,100	1,300	1,800	2,100
3.5	1,600	2,000	2,500	3,000
3.0	2,200	2,800	3,200	4,000

ที่มา : โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.), น.23

ปูนที่ใช้แก้ความเป็นกรดมีอยู่หลายชนิด ค่าที่แสดงในตารางเป็นปริมาณของปูนบดละเอียดที่ควรใช้กิโลกรัม/ไร่ ถ้าหากไม่ใช้หินปูนบดละเอียด แต่ใช้หินปูนชนิดอื่นแทนให้ใช้ค่าต่อไปนี้เพื่อแลกเปลี่ยนเป็นปริมาณของปูนชนิดอื่นที่ต้องการดังนี้

1. ปูนขาว = ตัวเลขในตาราง X 0.74 กิโลกรัม/ไร่
2. หินปูนเผา = ตัวเลขในตาราง X 0.56 กิโลกรัม/ไร่
3. โดโลไมต์ = ตัวเลขในตาราง X 0.92 กิโลกรัม/ไร่
4. ดินมาร์ล = ตัวเลขในตาราง X 1.25 กิโลกรัม/ไร่

ผลการใส่ปูนไปในดินกรด

เมื่อใส่ปูนลงไปในดินกรดที่เปียกชื้นสิ่งแรกที่จะเกิดขึ้นคือการทำปฏิกิริยากันระหว่างปูนกับสารละลายดิน (Soil Solution) ซึ่งอิ่มตัวด้วย CO_2 ไม่ว่าจะใส่ปูนในรูปสารประกอบใดท้ายที่สุดจะอยู่ในรูปของคาร์บอเนต เช่น แคลเซียมไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) สมการที่ 1, 2 และ 3

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2 \quad 1$$

$$CaO + H_2O \rightleftharpoons Ca(OH)_2 \quad 2$$

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2 + 2H_2O \quad 3$$

$$Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2HCO^-_3 \quad 4$$

สารประกอบไบคาร์บอเนตจะแตกตัวให้แคตไอออนที่เป็นเบส (Basic Cation) เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{++}) และแคลเซียมไบคาร์บอเนต (HCO^{-}_{3}) ดังสมการที่ 4 ซึ่งแคตไอออนดังกล่าวจะเข้าไปไล่ที่ adsorbed H (หรือ potential acidity) ที่ถูกดูดซับอยู่พื้นผิวของคอลลอยด์ H^{+} ที่ถูกไล่ที่ออกมานี้จะทำปฏิกิริยากับ HCO_3^{-} กลายเป็น H_2CO_3 หรือ H_2O และ CO_2 สมการที่ 5

$$H^{+} + HCO^{-}_{3} \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2 \qquad 5$$

ปฏิกิริยาดังได้กล่าวมานี้ เมื่อเกิดขึ้นต่อเนื่องหลังจากใส่ปูนลงไปในดินจะทำให้ดินกรดมี adsorbed H ลดลงและมี Ca หรือ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลทำให้ดินมีอัตราร้อยละอิ่มตัวด้วยเบส (Base Saturation Percentage) สูงขึ้น และ pH ของดินก็จะสูงขึ้นด้วย

ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน

ความเป็นกรดของดินแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. สภาพกรดจริง (Active Acidity : H^{+}) ที่อยู่ในสารละลายดินและ 2. สภาพกรดแฝง (Potential Acidity : H^{-}) หรือ adsorbed H ที่ดูดซับบนผิวคอลลอยด์โดยทั่วไป potential acidity จะมีอยู่มากในสภาพกรดจริง และทั้งสองส่วนนี้จะมีความสมดุลกันการที่จะทำให้ดินกรดมีปฏิกิริยาเป็นกลางจำเป็นที่ใช้ปูนหรือสารที่เป็นด่างในปริมาณที่เท่ากันกับสภาพกรดรวม (Total Acidity) ของดินในการทำปฏิกิริยากับ OH^{-} ของด่างที่ใส่ลงไป จะทำปฏิกิริยากับ H^{+} ที่อยู่ในสารละลายดินหรือส่วนที่เป็นสภาพกรดจริงเมื่อ H^{+} ที่มีอยู่ในสารละลายดินพร่องไปก็จะทำให้ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดลดลงสภาพกรดแฝง และส่วนที่เป็นสภาพกรดจริงนั้นเสียไป H^{+} ที่อยู่ในรูปของแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้หรือสภาพกรดแฝงก็จะถูกปลดปล่อยออกมาแทนที่ H^{+} ในสารละลายดินที่เสียไป ปฏิกิริยาเช่นนี้จะดำเนินไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ยังมี OH^{-} อยู่ในสารละลายดิน ในขณะที่ H^{+} ทำปฏิกิริยากับ OH^{-} จากด่างที่ใส่ลงไป ปริมาณของสภาพกรดแฝงก็จะลดลงเรื่อย ๆ จึงทำให้ระดับ pH ของดินค่อยๆเพิ่มขึ้นจนกระทั้ง pH เป็นกลาง (pH 7.0) นั้นคือ H^{+} และ HO^{-} ในสารละลายดินเท่ากันพอดี ถ้าใส่ด่างมากเกินไป pH ของดินก็จะสูงกว่า 7 ได้เหมือนกัน

ดังนั้นในการยกระดับ pH ของดินส่วนใหญ่ให้สูงขึ้นนั้นจะเห็นได้ว่าขึ้นอยู่กับส่วนของ H^{+} ที่เป็นสภาพกรดแฝง (potential acidity) เป็นส่วนใหญ่ ดินกรดที่ระดับ pH เท่ากันปริมาณความต้องการด่างที่มายกระดับ pH ของดินให้เป็นกลางไม่จำเป็นต้องเท่ากันเสมอไปการพิจารณาปริมาณของด่างที่จะใส่ลงไปในดินจึงจำเป็นต้องพิจารณาจากระดับของกรดแฝงเป็นสำคัญถ้าสภาพกรดแฝงของดินมีน้อย ความต้องการด่างก็น้อยและ pH ของดินก็จะเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างรวดเร็วสำหรับสภาพกรดแฝงของดินจะมากน้อยแค่ไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน หรือ C.E.C (Cation Exchange Capacity) ของดินเมื่อดินมีความเป็นกรดสูงค่า C.E.C ก็จะสูงตามไปด้วย

บัฟเฟอร์ (Buffer) ซึ่งมีสมบัติของสารที่เป็นกรดอ่อน (Weak Acid) หรือ ด่างอ่อน (Weak Base) ซึ่งสามารถต้านการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ดินเดิมให้เปลี่ยนคุณสมบัติของสารบัฟเฟอร์เหมือนกัน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณความต้องการของการด่างและความเร็วในการเปลี่ยนระดับ pH ของดิน ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของบัฟเฟอร์ของดินนั้นจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพกรดแฝงและ C.E.C ของดินนั้น ๆ ดินที่มีค่า C.E.C สูงเมื่อเป็นกรดจะมีสภาพกรดแฝงสูงนั้นคือ ดินที่มีความจุบัฟเฟอร์หรือความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินสูงตามไปด้วย

ความหมายของ CCE, TNP และ Lime requirement

สมมูลแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate Equivalent) หรือที่เรียกย่อว่า CCE หมายถึง ค่าการทำให้เป็นกลางของปูน (Total Neutralizing Power หรือ TNP) ของวัสดุจำพวกปูนหรือค่าสมมูลแคลเซียมคาร์บอเนตของวัสดุปูนไลม์หรือหินปูนโดโลไมต์เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของสารชนิดนั้น ๆ ในการลบล้างหรือสะเทิน (Neutralized) ฤทธิ์ความเป็นกรดของดินเมื่อเทียบกับปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่บริสุทธิ์ที่กำหนดให้มีค่าซีซีอีเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งก็หมายความว่าสำหรับปูนขาวที่มีค่าซีซีอีเท่ากับร้อยละ 110 จะมีความสามารถในการลบล้างความเป็นกรดของดินได้ดีกว่าปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่บริสุทธิ์ ซึ่งแสดงว่าปูนขาวหรือแคลเซียมออกไซด์มีสมบัติในเชิงเคมีเพื่อแก้ความเป็นกรดของดินดีกว่าปูนแคลเซียมคาร์บอเนตเล็กน้อย

ตารางที่ 23 ค่า CCE ของวัสดุปูนเพื่อการเกษตรชนิดต่าง ๆ

ชนิดวัสดุ	CCE (%)	pH
ปูนเผา (CaO)	129	12.4
ปูนขาว [$Ca(OH)_2$]	125	12.4
หินปูนบด ($CaCO_3$)	98	9.5
ตะกรันหรือเบสิคแสล ($CaSiO_3$)	67-71	-
โดโลไมต์ [$CaMg(Co_3)_2$]	95-108	-
คัลไซต์ ($CaCO_3$)	100	-
ปูนมาร์ล	80-90	8.3
หินปูนฝุ่น	70-104	-
เปลือกหอยเผา	104	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก เจริญ เจริญจำรัสชีพ, 2540, น.75

ความหยาบละเอียดของวัสดุปูน ขนาดของปูนที่มีผลต่อความเร็วในการทำปฏิกิริยาของปูนกับดิน ปูนที่มีความละเอียดมากจะมีประสิทธิภาพสูงถ้าขนาดของปูนยิ่งเล็กจะยิ่งดีเพราะโอกาสที่จะสัมผัสกับดินได้มากขึ้นแต่อย่างไรก็ตามในการใช้วัสดุปูนเพื่อการเกษตรโดยทั่วไปควรใช้วัสดุปูนที่มีขนาดแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะว่าในส่วนที่ละเอียดจะทำปฏิกิริยาได้รวดเร็ว ส่วนที่หยาบขึ้นมาจะค่อย ๆ ทำปฏิกิริยากับดินอย่างช้า ๆ และดำเนินไปได้เป็นเวลานาน ๆ ทำให้ไม่ต้องทำการใส่ปูนบ่อย ๆ การกำหนดขนาดของวัสดุปูน นั้นนิยมใช้บอกกันเป็นเมซ (Mesh) ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้บอกขนาดของรูตะแกรงร่อน (Seive) ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ขนาดอนุภาคของวัสดุปูนเพื่อการเกษตร

ขนาดตะแกร่งร่อน (Mesh)	ขนาดอนุภาค (มิลลิเมตร)
8	2.38
10	2.0
20	0.84
40	0.42
60	0.25
80	0.177
100	0.149
140	0.105

ที่มา: เจริญ เจริญจำรัสชีพ และรสมาลิน ณ ระนอง, 2542, น.18

ตารางที่ 25 มาตรฐานปูนเพื่อการเกษตร

เนื้อปูน	มาตรฐาน			
	CCE(%)	ขนาดอนุภาค	% ความชื้น	pH
โดโลไมท์	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 และ CaO ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 และ MgO ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15	ผ่านตะแกรงร่อน 80 เมซไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก	ไม่เกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.0
ปูนมาร์ล	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และ CaO ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40	ผ่านตะแกรงร่อน 8 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 โดยน้ำหนัก และในจำนวนนั้นต้องผ่านตะแกรงร่อน 80 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก	ไม่เกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.0
หินปูนบด/ปูนฝุ่น	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และ CaO ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40	ผ่านตะแกรงร่อน 8 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ผ่านตะแกรงร่อน 80 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก	ไม่เกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.0
ปูนขาว	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 100 และ CaO ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50	ผ่านตะแกรงร่อน 80 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก	ไม่เกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.0
ยิปซัม	เป็นยิปซัมจากธรรมชาติและมีปริมาณ $CaSO_4.2H_2O$ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก	ผ่านตะแกรงร่อน 8 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก และในจำนวนนั้นต้องผ่านตะแกรงร่อน 60 เมซ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก	ไม่เกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.0

ที่มา: เจริญ เจริญจำรัสชีพ และรสมาลิน ณ ระนอง, 2542, น.15

การปรับปรุงความเป็นกรดของดินและผลที่มีต่อการดูดธาตุอาหารของพืช

ดินที่มีระดับ pH ต่ำกว่า 5.0 ถือว่ามีความเป็นกรดอย่างมากเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืชเมื่อใส่ปูนจนถึงระดับที่ pH เหมาะสม สมบัติทางเคมีของดินหลายประการจะเปลี่ยนแปลงด้วยธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่น

1. เพิ่ม Ca และ Mg ให้มีปริมาณมากพอที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช
2. ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะในสภาพดินกรดจะตรึงฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของเหล็กฟอสเฟตและอลูมิเนียมฟอสเฟต
3. ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหมาะสมจุลินทรีย์จะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารต่าง ๆ ออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. ลดความเป็นพิษของโลหะหนักเพราะโลหะหนัก เช่น แคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, นิเกิล และสังกะสี ละลายได้ดีในดินที่เป็นกรดที่มี pH สูงกว่า 6.5 ทำให้ความเป็นพิษของโลหะหนักลดลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สกุลรัตน์ แสนปุตะวงษ์ และสรพงค์ เบญจศรี (2559) ได้ทำการศึกษาการให้ปุ๋ยในอัตราที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ปาล์มอายุ 6 ปี เป็นพืชทดสอบประกอบด้วยปุ๋ย 7 อัตรา อัตราละ 3 แปลงย่อย รวม 21 แปลง โดยอัตราที่ 1: ใส่ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟส (18-46-0) โฟแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) คีเซอไรต์ (27%MgO, 23%S) และโบเรต ในอัตรา 2,040, 1,050, 2,800, 700 และ 56 กรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ อัตราที่ 2: ใส่ 70% ของการใส่ในอัตราที่ 1 อัตราที่ 3: ใส่ 130% ของการใส่ในอัตราที่ 1 อัตราที่ 4: ใส่ตามค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินและใบ โดยใส่ยูเรีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟส โฟแทสเซียมคลอไรด์ คีเซอไรต์ และโบเรต ในอัตรา 2,040, 1,050, 3,792, 1,500 และ 56 กรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ อัตราที่ 5: ใส่ 70% ของการใส่ในอัตราที่ 4 อัตราที่ 6: ใส่ 130% ของการใส่ในอัตราที่ 4 และอัตราที่ 7: ใส่เหมือนเกษตรกรปฏิบัติ การใส่ปุ๋ยของเกษตรกรในแปลงทดลองอำเภอทุ่งสง มีการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง/ปีวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยในอัตราที่ 4 ซึ่งได้จากค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและในใบ เป็นอัตราที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยให้พื้นที่ใบเฉลี่ย 19.35 $ม^2$ และน้ำหนักแห้งทางใบเฉลี่ย 2.35 กิโลกรัม และให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันสูงสุด โดยให้จำนวนทะลายเฉลี่ย 3.45 ทะลายต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ย 13.03 ต่อทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย 18.97 กิโลกรัมต่อต้น

ต่อเดือนซึ่งการให้ปุ๋ยโดยพิจารณาจากการประเมินสถานภาพของธาตุอาหารก่อนการจัดการปุ๋ยสามารถลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยลงได้

ณัฐกานต์ พวงซ้อน (2558) ได้ทำการศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสารปรับปรุงดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 (ปีที่ 2) ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 9 กรรมวิธี ๆ 3 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 4 x 5 ตร.ม. โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 เป็นพืชทดสอบประกอบด้วยกรรมวิธีดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน (control) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IFDOA-100%) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับซีโอไลต์อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-100%+Z50) กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับพัมมิซอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-100%+P50) กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับพอลิอครีลามีดอัตรา 3 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-100%+PAM3) กรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน (IFDOA-75%) กรรมวิธีที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับซีโอไลต์อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-75%+Z50) กรรมวิธีที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับพัมมิซอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-75%+P50) กรรมวิธีที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับพอลิอครีลามีดอัตรา 3 กิโลกรัม/ไร่ (IFDOA-75%+PAM3) ทำการศึกษา 1. เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่า pH ของดิน ค่าการนาไฟฟ้าของดิน (ECe) ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินส่วนการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน คือ เนื้อดิน ค่าความจุสนาม (Field Capacity, FC) และค่าจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point, PWP) ส่วนค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Moisture Capacity, AMCA) คำนวณจาก AWCA = FC-PWP 60% K_2O) 2. การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21% N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่ออายุ 2 และ 4 เดือน หลังปลูก 3. การใส่วัสดุปรับปรุงดิน แบ่งใส่ 2 ครั้ง พร้อมกับปุ๋ยเคมี โดยผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยเคมี จากนั้นใส่ในหลุมระหว่าง 4. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือน หลังปลูก ได้แก่ ความสูงของต้นและจำนวนกิ่งต่อต้น เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวต่อต้นน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัว เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวสด ปริมาณแป้งต่อพื้นที่ น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) 5. วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในหัวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลต์อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ความสูงต้นและจานวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับพัมมิซ

อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับพอลิอคริลามีดอัตรา 3 กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลต์อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น เปอร์เซ็นต์แป้ง ปริมาณแป้งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับพัมมิซอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับพอลิอคริลามีดอัตรา 3 กิโลกรัม/ไร่

ณฐมน กันธิยะ และศุภธิดา อ่ำทอง (2557) โดยทำการศึกษาผลของชนิดดินระดับความชื้นและค่า pH ของดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การปลูกข้าวโดยให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง นอกจากเป็นวิธีในการปลูกข้าวในพื้นที่ขาดแคลนน้ำแล้ว ยังลดการปลดปล่อยมีเทนสู่บรรยากาศและส่งผลให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์มากขึ้นโดยเฉพาะ P ในสารละลายดิน อีกทั้งยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นหรือลดลง จะส่งผลต่อการดูดใช้ P ของข้าว วัตถุประสงค์ของการเสนองานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของชนิดของดิน การจัดการน้ำต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ (P-fractions) และความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ต่อ P โดยวางแผนการทดลองแบบ 3×3 factorial in RCBD ปัจจัยที่ 1 คือชนิดดิน ประกอบด้วย 3 ชนิดดิน ได้แก่ ดินหางดง (Hd) น้ำพอง(Ng) และสรรพยา(Sa) และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความชื้น 3 รูปแบบ ได้แก่ เปียกสลับแห้งรักษาความชื้นที่ 0.3 บาร์ (AWD0.3) เปียกสลับแห้งรักษาระดับความชื้นของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (AWDsat.) และขังน้ำเหนือดิน (WL) 5 ซม. ผลการศึกษาพบว่า ชนิดของดินหางดง (Hd) พบ P ในส่วนอะลูมินัมฟอสเฟต (Al-P), เหล็กฟอสเฟต (Fe-P), รีดักแตนท์ฟอสเฟต (P-Red) ปริมาณที่สูง ดินสรรพยา (Sa) พบ P ในส่วนสารละลายฟอสฟอรัสในดิน (P-solution), แคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) ปริมาณที่สูง สำหรับผลของความชื้นระดับต่าง ๆ พบว่า การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งจะมีปริมาณ P-fractions ในส่วน P-solution, Fe-P และ Ca-P ปริมาณที่สูงกว่าการจัดการน้ำแบบน้ำขัง เนื่องจากการเปลี่ยนรูปของเหล็กในดิน ปฏิสัมพันธ์ของ P-fractions กับค่า pH พบว่าเมื่อ pH สูงขึ้น P-solution และ Al-P ในดินจะปริมาณสูงด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อ pH ในดินลดลง พบว่าปริมาณ Fe-P, P-Red, Ca-P สูงขึ้น

ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ และพัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ (2557) ได้ทำการศึกษาคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่า การจำแนกพันธุ์จากกลุ่มตัวอย่างเป็นพันธุ์เทเนอร่า 91.67 % เป็นพันธุ์ดูรา 8.33% สำหรับสัดส่วนของทะลายปาล์มสุกและจำนวนทะลายปาล์มดิบที่ตัดส่งลานเทพบว่า ส่วนใหญ่เป็นทะลายสุก แต่การสุกของทะลายไม่เต็มที่ประมาณ 60-80 % ส่วนทะลายปาล์มที่มีน้ำหนักระหว่าง 3-25 กิโลกรัม ส่วนใหญ่ขนาดทะลายอยู่ระหว่าง 5-9 กิโลกรัม คิดเป็น 64.94 % ของตัวอย่างทั้งหมด ในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันทะลายพบว่าทั้งจังหวัดมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันของทะลาย 12.90 % สำหรับองค์ประกอบผลผลิตของทะลาย

ระหว่างอำเภอพบว่า อำเภอทุ่งสง มีจำนวนผลต่อทะลายสูงสุดคือ 72.55% และอำเภอท่าศาล มีปริมาณน้ำมันต่อทะลายสูงสุดคือ 22.38 %

ศิราณี วงศ์กระจ่าง (2557) ได้ทำการศึกษาผลของปูนและปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินกรด (ชุดดินคอหงส์) เป็นการทดลองในสภาพกระถางวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำประกอบด้วย 1. ควบคุม (ไม่มีการใส่ปูนขาวและปุ๋ยหมัก) 2. ใส่ปูนเท่ากับ ½ ความต้องการปูนของดินร่วมกับปุ๋ยหมัก 4 ตัน/ไร่ 3. ใส่ปูนเท่ากับ ½ ความต้องการปูนของดินร่วมกับปุ๋ยหมัก 6 ตัน/ไร่ 4. ใส่ปูนเท่ากับความต้องการปูนของดินร่วมกับปุ๋ยหมัก 4 ตัน/ไร่ และ 5. ใส่ปูนเท่ากับความต้องการปูนของดินร่วมกับปุ๋ยหมัก 6 ตัน/ไร่ ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์อินทรีย์ 2 โดยเก็บข้อมูลความสูงของต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและ pH ของดินเมื่อ 42 วันหลังปลูก ผลการทดลองพบว่า การใส่ปูนที่เท่ากับความต้องการปูนของดินร่วมกับปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ต้นข้าวโพด มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยมีความสูงของต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุดค่า pH ในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู (2557) ดินกรด เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปัญหาทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกพืชปัญหาอาจเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินสภาพทางภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยให้เกิดการชะล้างพังทะลายและจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ใช้ดินไม่ถูกต้องโดยพื้นที่ทำการเกษตรในภาคใต้มีพื้นที่ประมาณ 27 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ดินเป็นกรดเนื่องจากสภาพภูมิอากาศภาคใต้เป็นแบบร้อนชื้น ฝนตกชุกทำให้ธาตุอาหารสำคัญถูกชะล้างจึงส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินคือขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ สังกะสี เป็นต้น ฟอสฟอรัสจะละลายออกมาในสารละลายดินได้น้อยแม้จะมีการใส่ปุ๋ยจึงเป็นข้อจำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืช หากต้องการใช้ประโยชน์จากดินเพื่อการเพาะปลูกจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงดิน เช่น การใส่ปุ๋ย และการใส่วัสดุปูน เพื่อทำให้ดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มีธาตุอาหารในดินเพิ่มมากขึ้นจนสามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้

ศรุตา อินทรภู่ และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาน้ำหมักชีวภาพคุณภาพสูง เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาน้ำหมักชีวภาพคุณภาพสูงสูตรเร่งผลผลิต เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ปลูกข้าวเป็นอาชีพหลักในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและเคมีสังเคราะห์ในรูปธาตุอาหารเสริม และฮอร์โมนเสริมให้น้อยลงโดยพัฒนาน้ำชีหมักชีวภาพคุณภาพสูงเพื่อกระตุ้นการออกรวงและสะสมแป้งและน้ำตาลภายในเมล็ดให้มากขึ้นทำการผลิตน้ำหมักชีวภาพคุณภาพสูงขึ้นมา 4 สูตรเพื่อให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพทั่วไปที่เกษตรกรนิยมผลิตใช้ ประกอบด้วย สูตรที่ 1 (RR1), สูตรที่ 2 (RR2), สูตรที่ 3 (RR3), สูตรที่ 4 (RR4)

เมื่อการหมักสมบูรณ์แล้วนำมาทดสอบกับการปลูกข้าว ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งการเจริญเติบโต (สูตร V) ที่ได้มีการวิจัยไว้ก่อนหน้านี้แล้ว วางแผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ รวม 15 แปลงย่อย ขนาดแปลงย่อย 4 X 8 เมตร แบบนาหว่านน้ำตมอัตราเมล็ดพันธุ์ 25 กิโลกรัม/ไร่ ใช้ข้าวพันธุ์ กข 41 เป็นพืชทดสอบ ประกอบด้วย T1 (กรรมวิธีควบคุม,ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพสูตร V) ,T2 (น้ำหมักชีวภาพสูตร V + น้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งผลผลิต RR1), T3 (น้ำหมักชีวภาพสูตร V + น้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งผลผลิต RR2), T4 (น้ำหมักชีวภาพสูตร V + น้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งผลผลิต RR3), T5 (น้ำหมักชีวภาพสูตร V+ น้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งผลผลิต RR4) อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพทุกชนิดคือ 30 cc/ น้ำ 20ลิตร ระหว่างเดือนพฤษภาคม – พฤศจิกายน 2554 ที่หมู่ 9 ต.ท่าโรง อ.เมือง จ.พิษณุโลก วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีที่มีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุด คือ T4 เท่ากับ 10.9 % โดยน้ำหมักชีวภาพคุณภาพสูงสูตรเร่งผลผลิต มีอิทธิพลอย่างโดดเด่นต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในด้านความยาวรวง น้ำหนัก/รวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดดี/รวง และผลผลิต/ไร่ เป็นต้น ผลการทดลองสรุปได้ว่า กรรมวิธีที่เหมาะสำหรับการผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตสูงและปลอดภัยต่อผู้บริโภคคือT5 (น้ำหมักชีวภาพสูตร V + น้ำหมักชีวภาพสูตรเร่งผลผลิต RR4) ได้ผลผลิตสูง 773.3 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการผลิตข้าวให้มีความยั่งยืน

พรทิพย์ ภาษี, วิทยา ตรีโลเกศ, เกษสุดา เดชภิมล และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังโดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์อีดำ (พันธุ์พื้นเมือง) เป็นพืชทดสอบที่ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกปี 2555 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 32 แปลงย่อยโดยพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สำหรับมันสำปะหลัง จำนวน 7 สูตร ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมพบว่ามีธาตุอาหารหลักอยู่ในสัดส่วน (Ratio) ของ N : P : K= 1 : 1 : 0.6 แต่มีแคลเซียม (Ca), กำมะถัน (S), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพบว่า T4 (HO-4) มีการเจริญเติบโตสูงสุด องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น ความยาวหัว ขนาดหัว น้ำหนักสดต่อหัว น้ำหนักหัวสดต่อต้นพบว่า T4 (HO-4) แสดงผลสูงสุดและได้ผลผลิตสูงสุด 6,140 กิโลกรัม/ไร่ และสูงกว่าปุ๋ยเคมี (3,680 กิโลกรัม/ไร่) ส่วนกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดได้แก่ T3 (27.9%) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ T4 (26.9%) สูงกว่าปุ๋ยเคมี (23.9 %) ส่วนกรรมวิธี T0 (Control) ได้ผลผลิตต่ำสุด 1,380 กิโลกรัม/ไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด 20.9% ตามลำดับ

นารี พันธุ์จินดาวรรณ, นุจรี บุญแปลง, และวรรณิศา พลัดบุญทอง (2556) ทำการศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินและใบและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินรังสิต ศึกษาในส่วนของสมบัติดินปลูกปาล์มน้ำมันและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกแบบยกร่องในชุดดินรังสิตคัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันจากปริมาณผลผลิตและความสมบูรณ์ของต้นโดยเลือกต้นที่สมบูรณ์ 1 สวนและสวนไม่สมบูรณ์ 1 สวน ของเกษตรกร อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ในปี 2554 ทำการคัดเลือกต้นปาล์มที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาสวนละ 10 ต้น ทำการเก็บตัวอย่างดิน 2 ครั้งเก็บที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ต้นละ 4 จุด แล้วนำมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี การเก็บตัวอย่างใบปาล์มทำการเก็บทุก 2 เดือน จำนวน 5 ครั้งจากต้นเดียวกันกับที่ทำการเก็บตัวอย่างดินโดยเก็บจากทางใบที่ 17 ด้านละ 3 ใบย่อยนำมาตัดเอาเฉพาะส่วนกลางใบยาว 6 นิ้วแล้วนำไปทำการวิเคราะห์หาธาตุอาหารในใบ พบว่าดินทั้ง 2 สวนมี pH เป็นกรดสูงและมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง มี P, K, CaและMg สูงส่วนจุลธาตุอาหารพบว่าสวนที่สมบูรณ์มี Fe, Mn, Cu, Zn และ B สูงและ EC สูงด้วยในขณะสวนที่ไม่สมบูรณ์มีธาตุ Fe สูงแต่มี Mn, Cu, Zn, B และ EC ปานกลางสำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานยกเว้น Ca ที่มีระดับเพียงพอต่อความต้องการของพืชจึงพบเห็นอาการขาด K, Mg และ B ที่ใบสมบูรณ์มีผลผลิตสูงกว่าสวนที่ไม่สมบูรณ์ที่มีอายุต้นเท่ากันและเมื่อต้นอายุมากขึ้นปริมาณผลผลิตก็เพิ่มขึ้น

ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาษี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2555) การศึกษานี้เป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราอย่างเหมาะสมและยั่งยืนประกอบด้วย 2 การทดลองในแบบ RCBD โดยใช้ต้นยางสายพันธุ์ RRIM 600 อายุ 1 ปีและ 4 ปี ในแปลงเกษตรกรเป็นพืชทดสอบประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นรวมทั้งหมด 20 ต้น ดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ยแปลงเปรียบเทียบ (VCO), T1 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (VHo-1), T2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (VHo2), T3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (VHo3), และ T4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (VCH) ตามลำดับการใส่ปุ๋ยยางอายุ1 ปีใส่อัตรา 300 กรัม /ต้น/ปี และยางอายุ 4 ปี ใส่อัตรา 1,000 กรัม /ต้น/ปี ตามลำดับ ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ 1. สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง 2. การวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง 3. วิเคราะห์คุณสมบัติด้านเคมีบางประการของปุ๋ย 4. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของยางพารา ผลการศึกษาพบว่าสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองอยู่ในสภาวะปกติเหมือนทุกปีผลจากการวิเคราะห์ดินพบว่าดินก่อนและหลังการทดลองมีไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกันผลการวิเคราะห์ปุ๋ยพบว่าธาตุไนโตรเจนแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธี T4 (46%), T3 (8.56%), T2 (8.39%) และT1 (7.39%) ตามลำดับธาตุฟอสฟอรัสแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธี T3 (8.15%), T2 (7.16%), T1 (6.31%) และT4 (0.00%) ตามลำดับธาตุโพแทสเซียมแสดงออกมาสูงสุดกรรมวิธี T3 (4.05%), T1 (3.58%), T2 (3.26%) และT4 (0.00%) ตามลำดับ

ส่วนธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมพบว่ามีอยู่ครบถ้วนในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแต่ไม่พบในปุ๋ยเคมี (T4) ผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบของยางพาราอายุ 1 ปี ในด้านความสูงต้นขนาดลำต้นและจำนวนฉัตรพบว่าT3, T1, T2, T4 และT0 แสดงผลสูงสุดตามลำดับและในในยางพาราอายุ 4 ปี พบว่า T3, T4, T2, T1 และT0 แสดงผลสูงสุดตามลำดับเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยแล้วพบว่า T3 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการส่งเสริมทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราช่วงอายุ 1-4 ปี

กมลชนก ห่วงมี, วิภาวรรณ สายคำยศ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2555) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนูโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำโดยทำการปลูกในกระถางเบอร์ 12 กระถางละ 1 ต้น ประกอบด้วย T0 ไม่ใส่ปุ๋ย, T1 ปุ๋ยเคมี 15-15-15, T2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, T3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 และ T4 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 ใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีในอัตรา 300 กรัม/กระถาง ผลการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดลำต้นพบว่า T2 แสดงผลออกมาสูงสุดส่วนจำนวนกิ่งและใบแสดงผลออกมาสูงสุดใน T3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในทุกรายการที่บันทึก เช่น จำนวนดอก/ต้น จำนวนผลสดรวม/ต้น จำนวนผลสุกรวม/ต้น น้ำหนักผลสด/ผล น้ำหนักผลสดรวม/ต้น น้ำหนักผลแห้ง/ผล น้ำหนังผลแห้งรวม/ต้น พบว่า T3 แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธีอื่น ๆ เนื่องจากองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีความสมดุลมีธาตุอาหารที่ครบถ้วนทั้งธาตุอาหารหลัก รองและเสริมในระดับที่สูงมีสารสร้างภูมิต้านทาน สารปรับปรุงดินและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จึงสรุปผลได้ว่าสามารถนำไปใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บงกชกรณ์ อาณานุกร, วนิดา งามเงิน, และมาลี รัตชนะ (2555) ทดสอบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพซุปเปอร์พด.2 เพื่อการปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพัฒนาที่ดินจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยทดสอบในปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปีพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในตำบลคลองไทร อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 7 วิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ พบว่าวิธีการที่ให้ผลดีที่สุดต่อความอุดมสมบูรณ์ดินการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันคือวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 24กิโลกรัม/ต้น/ปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพซุปเปอร์พด.2 ความเข้มข้น 1:200 ทุก 21 วัน ผลการศึกษาพบว่าดินมีความเป็นกรดลดลงมากที่สุด ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น 0.86 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น 12.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น 51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันมากที่สุด 45 ทางใบ จำนวนใบย่อยเฉลี่ยต่อทางใบเพิ่มขึ้น 38 ใบย่อยต่อทางใบ ความยาวทางใบเฉลี่ยต่อต้นเพิ่มมากที่สุด 106 เซนติเมตร มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 9 ทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 23 กิโลกรัม จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

อัตรา 24 กิโลกรัม/ต้น/ปี ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพซุปเปอร์พด.2 ความเข้มข้น 1:200 ทุก 21 วัน มีรายได้สุทธิสูงสุด 7,321.34 บาทต่อไร่ต่อปี

อรัญญ์ ขันติยวิชย์, อุชฎา สุขจันทร์, และวิสุทธิ์ กีปทอง (2553) ได้ทำการศึกษาการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในภาวการณ์ควบคุมน้ำ และธาตุอาหารที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จังหวัดขอนแก่น โดยทำการทดลอง 2 การทดลอง คือ ศึกษาพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 2 สายพันธุ์ คือ สุราษฎร์ธานี 2 และพันธุ์ลูกผสมแทนซาเนีย วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 กรรมวิธี ๆ 2 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ชุดดินร้อยเอ็ด กรรมวิธีที่ 2 ชุดดินสีทน และกรรมวิธีที่ 3 ชุดดินวาริน ผลการทดลองพบว่า ปาล์มอายุ 14 เดือน พันธุ์ลูกผสมแทนซาเนียในชุดดินสีทน จะมีความสูง 202.2 เซนติเมตร และรอบวงโคนต้นเท่ากับ 62.5 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปาล์มอายุ 16 เดือนเข้าสู่ฤดูฝน พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในชุดดินวาริน มีความสูง 332.0 เซนติเมตรแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออายุ 20 เดือน การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยมีพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในชุดดินวารินนั้นมีความสูง 348.0 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนพันธุ์ลูกผสมแทนซาเนียในชุดดินสีทน มีความสูง 361.3 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชัยรัตน์ นิลนนท์และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มโดยทำการทดลองกับปาล์มอายุ 8 ปี ในดินนาท่าม จังหวัดตรัง ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 10 ปี ในชุดดินชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานีและทดลองปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 9 ปีที่ปลูกในดินชุดท่าแซะ จังหวัดกระบี่ เป็นการทดลองต่อเนื่องตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541-2544 โดยทุกแปลงทดลองจะมีระยะปลูก 9*9*9 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCBD 7 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ T1 (อัตราปุ๋ยใส่ตามเกษตรกร), T2 (ใส่ 40 % ของอัตราใน T4), T3 (ใส่ 70 % ของอัตราใน T4), T4 (ใส่ยูเรีย 2910 กรัม/ต้น, diammonium phosphate 1500 กรัม/ต้น potassium chloride 4000 กรัม/ต้น kieserite 1000 กรัม/ต้น borate 80 กรัม/ต้น), T5 (ใส่ 130% ของอัตราใน T4), T6 (ใส่ 170% ของอัตราใน T4) และT7 (ใส่ปุ๋ยตามการรวิเคราะห์ดินอัตราเดียว T3 แล้วเพิ่ม kieserite 1000 กรัม/ต้น) บันทึกข้อมูลผลผลิต 20 ต้น ในการทดลอง จังหวัดตรัง ผลพบว่าแปลง T5 และ T6 จะมีปริมาณธาตุอาหารในใบสูงโดยเฉพาะ N P และ K ซึ่งอยู่ในช่วง 2.4-2.7%, 0.16-0.18% และ 1.10-1.15% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณ Ca และ Mg ในใบมีค่าลดลงเหลือ 0.63-0.73% และ 0.23-0.30% ตามลำดับ ในช่วงท้ายของการทดลองมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณซัลเฟอร์และโบรอนในใบเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตราสูง โดยมีค่าประมาณ 0.19-0.22 %และ 16-22 มิลลิกรัม./กิโลกรัม ตามลำดับผลผลิตน้ำหนักทะลายสดเพิ่มในช่วงอายุ 6 ปี ของการทดลอง พบว่า T1 น้ำหนักทะลายสดสะสม 471 กิโลกรัม/ต้น T2 น้ำหนักทะลายสดสะสม 488 กิโลกรัม/ต้น T6 น้ำหนักทะลายสดสะสม 749 กิโลกรัม/ต้น มีน้ำหนักทะลายสดสะสมสูงสุด

การทดลองระยะที่ 2 ปรับอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ T7 มีผลผลิตเพิ่มขึ้น 95% เมื่อเปรียบเทียบปุ๋ยแบบเกษตรกร แปลงทดลองจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีปริมาณธาตุอาหารในใบ N P และ K ของ T1- T6 ในช่วงสุดท้ายของการทดลองคือ 2.4-2.7%, 0.16-0.18% และ 0.93-1.12% ตามลำดับ ปริมาณ Ca และ Mg ในใบT5 T6 มีค่าลดลงเหลือ 0.65-0.73% และ 0.20-0.26% ตามลำดับ ในช่วงท้ายของการทดลองไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจนของปริมาณธาตุอาหารในใบ มีความใกล้เคียงกันของน้ำหนักทะลายสดสะสมซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในการทดลองจังหวัดกระบี่ ผลพบการวิจัยว่าแปลง T5 และ T6 จะมีปริมาณธาตุอาหารในใบสูงโดยเฉพาะ N และP ซึ่งอยู่ในช่วง 2.30-2.50%และ 0.17-0.19 % เมื่อเทียบกับ 2.11-2.30 % และ 0.15-0.17% ใน T1 และ T2 ตามลำดับ สำหรับ K มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยในแปลงที่ใส่ปุ๋ยในอัตราสูง โดยมีค่าประมาณ 0.95-1.07% ปริมาณ Ca และ Mg ในใบมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับ T2 และ Control โดยลดเหลือ 0.71-0.80%และ 0.21-0.27% ตามลำดับสำหรับ S มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น แต่ไม่แตกต่างกัน ปริมาณ B มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในแปลงที่ใส่ในอัตราสูงสุดช่วง 16-27 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผลผลิตที่เป็นน้ำหนักทะลายสดสะสมมีการเพิ่มขึ้นในอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจาก 730 กิโลกรัม/ต้น ในT1 เป็น 736 824 859 909 และ 894 กิโลกรัม/ต้น ใน T2, T3, T4, T5 และ T6 ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในกรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักทะลายสดสะสมเพียง 264 กิโลกรัม/ต้น

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์, จำเป็น อ่อนทอง, และชัยรัตน์ นิลนนท์ (2545) ทำการวิจัยผลของความเป็นกรดเป็นด่างของดินและจุลธาตุบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารพืชในยางพาราโดยทำการทดสอบการเพิ่มค่าพีเอสของชุดดินรือเสาะเป็นดินร่วนปนเหนียวทำการเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์และจุลธาตุบางชนิด คือ เหล็ก สังกะสีและทองแดงโดยทำการศึกษาการเจริญเติบโตสถานะของธาตุอาหารพืชในใบและการดูดธาตุอาหารของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ทำการปลูกในกระถางวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย T1 (ไม่ใส่สารใด ๆ), T2 (ใส่แต่จุลธาตุอาหาร) T3 (ใส่ปูนเพื่อปรับพีเอสเป็น 6.0 ร่วมกับ N-P-K Mg-S), T4 (ใส่ปูนเพื่อปรับพีเอสเป็น 7.5 ร่วมกับ N-P-K Mg-S), T5 (ใส่ปูนเพื่อปรับพีเอสเป็น 6.0 +เหล็ก), T6 (ใส่ปูนเพื่อปรับพีเอสเป็น 6.0 +เหล็ก+สังกะสี) และ T7 (ใส่ปูนเพื่อปรับพีเอสเป็น 6.0 +เหล็ก+สังกะสี+ทองแดง) ทำการย้ายต้นยางอายุ 1 เดือนลงในกระถางบรรจุดิน 30 กิโลกรัม ดินกรด (pH 3.89) ที่ใช้บ่มด้วยปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 2 สัปดาห์โดยใส่ปูนปริมาณ 1.5 เท่าของค่าที่คำนวณได้คือใส่ในอัตรา 55.56 และ 135.59 กรัม/กระถาง เพื่อทำการปรับ pH เป็น 6.0 และ 7.5 ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ทำการใส่จุลธาตุอาหารคำนวณจาก N-P-K Mg-S อัตรา 64, 40, 32, 0.96 และ 0.64 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 6.15, 3.85, 3.08, 0.09 และ 0.06 กรัม/กระถาง กรรมวิธีที่ใส่จุลธาตุใส่เหล็ก สังกะสีและทองแดงอัตรา 0.4, 0.96 และ 0.64 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 0.04, 0.092 และ 0.062 กรัม/กระถาง โดยการแบ่งใส่ 3 ครั้งครั้งแรกใส่ก่อนปลูก ครั้งที่ 2 และ

3 ใส่หลักจากย้ายปลูก1 และ 3 เดือนตามลำดับโดยให้น้ำที่ระดับความชื้นระหว่าง 20-40 เซนติบาร์ ทำการบันทึกข้อมูลโดยทำการวัดศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 20 เซนติเมตร หลังย้ายปลูกและหลังการย้ายปลูก 9 เดือน วัดความสูง หาพื้นที่ใบวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ ชั่งน้ำหนักสดและแห้งส่วนเหนือดินวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในลำต้น ก้านและใบคำนวณการดูดธาตุอาหารที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มพีเอสดิน โดยใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำให้ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและการดูดธาตุอาหารต่าง (ยกเว้นแคลเซียม) อย่างไรก็ตามใส่ปูนร่วมกับธาตุเหล็กมีแนวโน้มทำให้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน รวมทั้งการดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มค่า pH ของดินกรดที่ปลูกยางพาราด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณมากจึงน่าจะไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาวะแข่งขันการดึงดูดและความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะสัดส่วนระหว่างแคลเซียมกับแมกนีเซียมและแคลเซียมกับทองแดงสูงมาก

ดนัย วรรณวนิช (2546) ได้ทำการศึกษาการลดความเป็นพิษของอลูมินัมในดินกรดโดยการใช้ปูน ยิปซัม และอินทรียวัตถุ โดยดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดดินรังสิต ชุดดินองครักษ์ และชุดดินเสนา เก็บในช่วงความลึก 0- 15 เซนติเมตร นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วนำไปบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร (9 mesh) บรรจุดินลงในกระถาง กระถางละ 10 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 5 ตำรับ การทดลอง 4 ซ้ำ โดยแต่ละชุดดินมีตำรับการทดลองดังนี้ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ตำรับที่ 2 ใส่ปูนขาว ตามค่าปริมาณความต้องการของดิน ตำรับที่ 3 ใส่ยิบซัม ตามค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยหมัก 250 กรัม ตำรับที่ 5 ใส่ปูนขาวผสมปุ๋ยหมักใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15-15 อัตรา 20 กรัมต่อกระถาง ปลูกข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ กระถางละ 3 เมล็ดรดน้ำให้ชุ่มปล่อยข้าวโพดโตประมาณ 15 วัน ถอนให้เหลือกระถางละ 1 ต้นเมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตจนออกไหมตัดข้าวโพด หาปริมาตรราก และนำข้าวโพดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 –70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่และเก็บข้อมูลในด้านต่าง ๆ คือ น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพด, น้ำหนักแห้งของราก, ปริมาณอลูมินัมในพืช และปริมาณอลูมินัมในดิน ผลการศึกษาพบว่า ชุดดินที่มีปริมาณอลูมินัมในดินสูง (ชุดดินรังสิต) การใส่วัสดุปรับปรุงดินลงไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งปูนขาวผสมปุ๋ยหมักทำให้ความเป็นพิษของอลูมินัมลดลงอย่างชัดเจนมีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักแห้งของต้นน้ำหนักแห้งรากและปริมาตรของราก ส่วนชุดดินที่มีปริมาณอลูมินัมในดินต่ำ (ชุดดินองครักษ์และชุดดินเสนา) การตอบสนองของข้าวโพดที่ต่อวัสดุปรับปรุงดินไม่เด่นชัด

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมมิตร สังข์แก้ว (2544) ได้ทำการศึกษาผลของระดับปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันโดยทำการทดลองกับปาล์มอายุ 8 ปี ซึ่งปลูกในดินชุดทาม ระยะปลูก8.5*8.5*8.5 เมตร

วางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 กรรมวิธี ๆ 3 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือระดับปุ๋ย P มี 2 ระดับคือ 0.4 และ 0.8 กิโลกรัม P_2O_5/ต้น/ปี และระดับปุ๋ย K มี 2 ระดับคือ 1.2 และ 2.4 กิโลกรัม K_2O/ต้น/ปี โดยทุกการทดลองใส่ N ในอัตรา 0.8 กิโลกรัม N/ต้น/ปี ทำการบันทึกการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันระยะ 4 ปีติดต่อกัน พบว่าปุ๋ย P และ K ในระยะต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในลักษณะการเพิ่มจำนวนทางใบ แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ และจำนวนใบย่อยของทางใบที่ 17 เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันพบว่าการใช้ K ในอัตราสูงมีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน โดยเริ่มสังเกตเห็นความแตกต่างตั้งแต่ปีที่ 2,3 และ 4 ของการทดลอง ส่วนการใช้ปุ๋ย P ในระดับต่าง ๆ พบว่าการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันมีความแปรปรวนในแต่ละปี เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม พบว่าการใช้ปุ๋ย P อัตรา 0.4 กิโลกรัม P_2O_5/ต้น/ปี และ K อัตรา 1.2 กิโลกรัม K_2O/ต้น/ปี ร่วมกับ N ในอัตรา 0.8 กิโลกรัม N/ต้น/ปีทำให้ผลตอบแทนกำไรสูงสุด แม้ว่าอัตราปุ๋ยดังกล่าวจะทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตต่ำสุด

สุพิศ ทองศรีนุช (2541) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผลของปาล์มน้ำมัน โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสายพันธุ์ Dura x Pisifera คือลูกผสม D x R CMR อายุ 8 ปี ระยะปลูก 6*6 เมตรจำนวน 120 ต้น วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการทดลอง 3 กรรมวิธีๆละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น โดยทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือ ฤดูที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย และฤดูที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีแก่หน่วยทดลองต่าง ๆ จำนวน 15 อัตรา คือ หน่วยเปรียบเทียบ N 800 กรัม/ต้น N 1600 กรัม/ต้น P 400 กรัม/ต้น P 800 กรัม/ต้น K 1800 กรัม/ต้น K 2400 กรัม/ต้น N:P:K 800:400:1800, 800:400:2400, 800:800:1800 ,800:800:2400 ,1600:400:1800 ,1600:400:2400 ,1600:800:1800 และ 1600:800:2400 กรัม/ต้น ทำการศึกษาดินและการเจริญเติบโต 3 การทดลอง คือ ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของดิน ศึกษาด้านแร่ธาตุอาหารและศึกษาผลกระทบของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาการและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในการทดลองฤดูกาลที่ 1 เช่นเดียวกับคุณสมบัติเคมีและทางฟิสิกส์ของดินในฤดูกาลที่ 2 สำหรับการศึกษาด้านแร่ธาตุอาหารในดินพบว่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยหน่วยการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงก็จะมีการสะสมของ แร่ธาตุอาหารสูงด้วย คือ การให้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส: โพแทสเซียม อัตรา1600:800:2400 และ1600:400:2400 กรัม/ต้น และการให้ปุ๋ยเคมีในอัตราดังกล่าวยังมีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของน้ำมันปาล์มอย่างมีค่าทางสถิติด้านอัตราทางใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม ความหนาเปลือกราก และขนาดท่อน้ำ ท่ออาหาร การพัฒนาการของปาล์มน้ำมันด้านจำนวนช่อดอกตัวผู้ และน้ำหนักดอกตัวผู้ พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส: โพแทสเซียม อัตรา 1600:800:2400 กรัม/ต้น และ

ฟอสฟอรัส 800 กรัม/ต้น ส่งเสริมการพัฒนาได้ดีที่สุด ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน พบว่าจำนวนผล/ทะลาย น้ำหนักเฉลี่ย/ผล น้ำหนักทะลายผลสด น้ำหนักเนื้อ/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ส่วนเปลือกนอกและส่วนเนื้อใน จะตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยเคมี ไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส: โพแทสเซียม อัตรา 1600:800:2400 กรัม/ต้นและฟอสฟอรัส 800 กรัม/ต้น

เจริญ เจริญจำรัสชีพ และคณะ (2541) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงดินเปรี้ยวชุดดินรังสิตโดยการใช้ปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ปูนมาร์ล (อัตรา 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0) ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา (50 75 100 และ 125 กิโลกรัม/ไร่) จากผลการศึกษา 2 ปี พบว่าปูนมาร์ลมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการแตกหน่อของหน่อไม้ฝรั่ง คือ การไม่ใช้ปุ๋ยมาร์ลได้ผลผลิตที่ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยมาร์ลในทุกอัตราถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยเคมีก็ตามและพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปูนมาร์ลกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ คือการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับปูนมาร์ลอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ พบว่าให้ผลผลิตสูงสุดในปีแรก711 กิโลกรัม/ไร่ และถ้าใช้ปุ๋ย ในอัตราสูงขึ้นเป็น 75-100 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับใส่ปูนในอัตรา 1.0 และ 05. ตัน/ไร่ จะได้ผลผลิตสูงสุดการใช้ปุ๋ยในอัตรา125 กิโลกรัม 3/ไร่ ร่วมกับปูนมาร์ลอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ได้ผลผลิต 808 กิโลกรัม/ไร่ และ 1,177 กิโลกรัม/ไร่ ในปีที่ 2 ซึ่งเมื่อถ้าทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า ผลผลิตในปีแรกให้ผลตอบแทนไม่สูงนักคือได้รายได้สุทธิ 8,392บาท/ไร่ เมื่อใช้ปูนมาร์ล 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 125 กิโลกรัม/ไร่ และปีที่ 2 ได้ผลตอบแทนสูงสุด 16,035 บาท/ไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีในทุกอัตราให้ผลกำไรตอบแทนต่ำกว่าต้นทุน และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดินหลังการใส่ปุ๋ยมาร์ลทำให้ค่า pH ปรับตัวสูงขึ้น มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้นและเหล็กและอลูมินัมที่สกัดได้มีน้อยลงตามอัตราการใส่ปูน และอัตราการใส่ปุ๋ยที่สูงขึ้น

บทที่ 3
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 สูตรเพื่อใช้ในการทดลอง
2. ขั้นตอนการทดลองปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาวที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินบางประการและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

วัสดุอุปกรณ์

1. พันธุ์ปาล์มน้ำมันซีพี เทเนอร่าอายุ 5 ปี
2. น้ำสกัดสมุนไพร
3. ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ
4. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ
5. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)
6. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)
7. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
8. ปูนขาว ($Ca(OH)_2$)
9. Soil Core
10. ไม้สเกลวัดความสูง
11. สมุดบันทึก
12. กล้องบันทึกภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตรปาล์มน้ำมัน 2 สูตร

การเตรียมน้ำสกัดสมุนไพร

เตรียมไว้ก่อน 1 เดือน สำหรับการผลิตถัง 200 ลิตร อ้างอิงตามกรรมวิธี (ศรุตา อินทรภู่ และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556, น.185-193)

วัสดุและส่วนผสมน้ำสกัดสมุนไพร

1. ตะไคร้ 10 กิโลกรัม
2. ข่าแก่จัด 10 กิโลกรัม
3. สะเดา 10 กิโลกรัม
4. ยาสูบ 5 กิโลกรัม
5. ใบมะกรูด 5 กิโลกรัม
6. พด.7 2 ซอง
7. กากน้ำตาล 10 ลิตร
8. น้ำสะอาด 200 ลิตร
9. ถัง 200 ลิตร 1 ถัง

วิธีการผลิตน้ำสกัดสมุนไพร

1. ทำการสับวัตถุดิบให้ละเอียดแล้วผสมกันเตรียมไว้
2. ผสมเชื้อพด. 7 จำนวน 2 ซองผสมกับน้ำ 20 ลิตรทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเทลงในถังหมัก
3. เติมกากน้ำตาล จำนวน 10 ลิตร ที่ละลายด้วยน้ำ 20 ลิตร ผสมกันให้ดีแล้วเทลงถังหมัก
4. นำวัตถุดิบที่สับละเอียดมาเทลงในถังหมักแล้วเติมน้ำให้เกือบเต็ม คนให้เข้ากันให้ดี
5. ปิดฝาให้สนิทหมักไว้ 30 วัน หมั่นคนถังอย่างน้อยวันละ 1-2 ครั้ง เมื่อครบ 30 วันแล้วกรองเอาน้ำไปใช้ในการเข้าสูตร

การเตรียมฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ

เตรียมไว้ก่อน 1 เดือน สำหรับการผลิตถัง 200 ลิตร อ้างอิงตามกรรมวิธี (ศรุตา อินทรภู่ และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556, น.185-193)

วัสดุและส่วนผสมฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ

1. กล้วยน้ำว้าสุก 15 กิโลกรัม
2. ฟักทองแก่จัด 15 กิโลกรัม
3. มะเขือเทศ 10 กิโลกรัม
4. พด. 2 2 ซอง

5. กากน้ำตาล 10 ลิตร
6. น้ำสะอาด 200 ลิตร
7. ถัง 200 ลิตร 1 ถัง

วิธีการผลิตฮอร์โมนอินทรีย์น้ำหรือฮอร์โมนพืช

1. ทำการสับวัตถุดิบให้ละเอียดแล้วผสมกันเตรียมไว้
2. ผสมเชื้อพด. 2 จำนวน 2 ซองผสมกับน้ำ 20 ลิตรทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเทลงในถังหมัก
3. เติมกากน้ำตาล จำนวน 10 ลิตร ที่ละลายด้วยน้ำ 20 ลิตร ผสมกันให้ดีแล้วเทลงถังหมัก
4. นำวัตถุดิบที่สับละเอียดมาเทลงในถังหมักแล้วเติมน้ำให้เกือบเต็ม คนให้เข้ากันให้ดี
5. ปิดฝาให้สนิทหมักไว้ 30 วัน หมั่นคนถังอย่างน้อยวันละ 1-2 ครั้ง เมื่อครบ 30 วันแล้วกรองเอาน้ำไปใช้ในการเข้าสูตร

การเตรียมปุ๋ยน้ำชีวภาพ

เตรียมไว้ก่อน 1 เดือน สำหรับการผลิตถัง 200 ลิตร อ้างอิงตามกรรมวิธี (ศรุตา อินทรภู่และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556, น.185-193)

วัสดุและส่วนผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพ

1. ปลาหมัก 30 กิโลกรัม
2. หอยเชอรี่ 10 กิโลกรัม
3. กากน้ำตาล 10 ลิตร
4. พด. 2 2 ซอง
5. กากน้ำตาล 10 ลิตร
6. น้ำสะอาด 200 ลิตร
7. ถัง 200 ลิตร 1 ถัง

วิธีการผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพ

1. ทำการสับวัตถุดิบให้ละเอียดแล้วผสมกันเตรียมไว้
2. ผสมเชื้อพด. 2 จำนวน 2 ซองผสมกับน้ำ 20 ลิตรทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเทลงในถังหมัก
3. เติมกากน้ำตาล จำนวน 10 ลิตร ที่ละลายด้วยน้ำ 20 ลิตร ผสมกันให้ดีแล้วเทลงถังหมัก
4. นำวัตถุดิบที่สับละเอียดมาเทลงในถังหมักแล้วเติมน้ำให้เกือบเต็ม คนให้เข้ากันให้ดี
5. ปิดฝาให้สนิทหมักไว้ 30 วัน หมั่นคนถังอย่างน้อยวันละ 1-2 ครั้ง เมื่อครบ 30 วันแล้วกรองเอาน้ำไปใช้ในการเข้าสูตร

การเตรียมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

1. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)
2. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)

ตารางที่ 26 วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

สูตรปุ๋ย	วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (โดยน้ำหนัก/กิโลกรัม)						ผลรวม (กิโลกรัม)
	ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยหมัก EM	สารปรับปรุงดิน	น้ำสกัดสมุนไพร	ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ	ปุ๋ยน้ำชีวภาพ	
HO-1	20	15	35	15	10	5	100
HO-2	35	15	20	15	10	5	100

ที่มา: ดังแปลงมาจาก ชวลิต รักษาริกรณ์, 2556, น.39

วิธีการปั้นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อใช้ในการทดลอง

1. ชั่งวัสดุผสมสูตรรวมทั้งปุ๋ยเคมีตามสัดส่วนของแต่ละสูตรเพื่อเพิ่มธาตุอาหารหลักให้กับสูตรปุ๋ย และพอเพียงตามชนิดพืช สำหรับสูตรเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน (HO-1, HO-2) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ตามสัดส่วนในดังตารางที่ 26

2. ทำการกรองและชั่งตวงน้ำสกัดสมุนไพร ฮอร์โมนน้ำและปุ๋ยน้ำชีวภาพ ที่เตรียมไว้ 1 เดือนล่วงหน้าแล้ว นำมาผสมกันตามปริมาตรในดังตารางที่ 26 หรือผสมกันในสัดส่วน 3 : 2 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ เรียกว่า น้ำประสาน

3. นำเม็ดปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมสูตรตามสัดส่วนในข้อ 2 ขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยน้ำประสาน เพื่อให้วัสดุได้ความชื้นและปั้นขึ้นเป็นเม็ดบนจานปั้นทำการโรยด้วยผงวัสดุที่ให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมและปล่อยให้หมุนกลิ้งไปจนขึ้นเม็ดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร จึงหยุดจานปั้นแล้วนำเม็ดปุ๋ยไปตากลมให้แห้ง เรียกว่า เม็ดปุ๋ยฮอร์โมน

4. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนจากข้อ 3 มาขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยน้ำประสานให้ชุ่มแล้วโรยด้วยผงวัสดุปรับปรุงความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนจานปั้นปล่อยให้หมุนกลิ้งไปจนเม็ดปุ๋ยขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตรแล้วจึงหยุดจานปั้นและนำเม็ดปุ๋ยไปตากลมให้แห้ง

5. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 4 มาขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารเพื่อเคลือบผิวเม็ดปุ๋ยแล้วปล่อยให้กลิ้งบนจานปั้นประมาณ 10 นาทีจนกระทั่งเม็ดปุ๋ยอัดแน่นและมีรูปร่างกลมดีแล้วจึงหยุดจานปั้นนำเม็ดปุ๋ยไปตากแดดเป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง ความชื้นเม็ดปุ๋ยจะอยู่ประมาณ 15-17 % เรียกว่า ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

6. นำปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) จากข้อ 5 ที่แห้งสนิทดีแล้วมาเข้าเครื่องคัดแยกขนาดเม็ดปุ๋ยแล้วบรรจุกระสอบ ๆ ละ 50 กิโลกรัม สามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 1 ปี

ขั้นตอนที่ 2 การนำปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ไปทดสอบกับปาล์มน้ำมัน

วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นรวม 24 ต้น โดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ ซีพีเทเน่อราอายุ 5 ปีของเกษตรกรที่ปลูกไว้แล้วเป็นพืชทดสอบประกอบด้วยกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี 1 ไม่ใส่สารและไม่ใส่ปุ๋ย (Control) อัตรา

กรรมวิธี 2 ใส่ปูนขาว ($Ca(OH)_2$)

กรรมวิธี 3 ปุ๋ยเคมี 15-15-15

กรรมวิธี 4 ปุ๋ยเคมี 15-15-15+ปูนขาว

กรรมวิธี 5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)+ปูนขาว

กรรมวิธี 6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)+ปูนขาว

วิธีการจัดการในการใส่ปูนขาวและปุ๋ยตามกรรมวิธี

1. การใส่ปูนขาวทำการใส่ครั้งเดียวก่อนใส่ปุ๋ยเคมี 30 วันในเดือนพฤษภาคม 2558 พรวนดินแล้วรดน้ำ เพื่อปรับสภาพให้เป็นกลางจากผลการวิเคราะห์ดินเบื้องต้นพบว่ามี pH 4.4 จึงคำนวณปริมาณปูนขาวในอัตรา 466 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 5.8 กิโลกรัม/ต้น (Brady, 1974, p.639) การใส่ปูนขาวโดยวิธีหว่านรอบทรงพุ่มและพรวนดินกลบจึงรดน้ำให้ชุ่ม

2. การปลูกปาล์มระยะปลูก 9x9x9 = 20 ต้น/ไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยทุกชนิดตามกรรมวิธีในอัตรา 120 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 6 กิโลกรัม/ต้น โดยแบ่งใส่ 3 ครั้งในสัดส่วน 50 (3 kg) : 25 (1.5 kg) : 25 (1.5 kg) % โดยน้ำหนัก ในช่วงต้นฝน กลางฝนและปลายฝน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548, น.17-19)

3. การคุมโคนต้นปาล์ม เป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้งจะทำการตัดแต่งใบปาล์มที่คลุมผิวดินออกหรือเพื่อให้สะดวกต่อการใส่ปุ๋ย ภายหลังใส่ปุ๋ยเคมีรอบรัศมีทรงพุ่มแล้วเพื่อป้องกันการชะละล้างธาตุอาหารและเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินจึงใช้ใบปาล์มที่ตัดแต่งกิ่งเหล่านั้นคลุมโคนต้น

4. การรดน้ำ ปกติเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติแต่ในกรณีฝนทิ้งช่วงเกิน 3 วันทำการรดน้ำโดยสายยางจากบ่อน้ำตื้นที่เกษตรกรขุดไว้ในแปลงตั้งแต่เริ่มปลูกปาล์มน้ำมัน

T1R1	T6R1	T1R3	T6R2	T5R3
T3R1	T2R1	T3R2	T2R3	T4R4
T4R1	T1R1	T4R4	T1R4	T2R2
T1R2	T3R3	T6R4	T5R4	
T2R2	T6R2		T3R4	
T4R2	T5R2			

ภาพที่ 7 แผนผังแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน

การบันทึกข้อมูลการทดลอง

การรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่ทำการทดลอง

ทำการรวบรวมอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่ทำการทดลองโดยการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศของจังหวัดสุโขทัย เนื่องจากครอบคลุมพื้นที่ทำการทดลองและมีข้อมูลที่บันทึกอย่างละเอียดอยู่แล้ว

การวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีบางประการของดินก่อนและหลังการทดลอง

1. การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดิน นำตัวอย่างดินชั่งน้ำหนักในอัตราส่วนดินต่อน้ำ (1:5) นำไปเขย่า 30 นาที แล้ววัดด้วยเครื่องวัด pH (pH Meter)

2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน แบบ Wet Oxidation ตามวิธี Kjeldahl Method

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) โดยทำการสกัดดินด้วย Bray II แล้วทำให้เกิดสีโดย Colorimetric Method

4. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) วิเคราะห์โดยการชะล้างดินด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 แล้วนำสิ่งสกัดที่ได้ (Leachate) ที่ได้ไปวัดวิเคราะห์หา K Ca Mg และ Na ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยวิธี NH_4 OAc and Atomic absorption spectroscopy (AAS)

5. ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ NH_4 OAc and Atomic absorption spectroscopy (AAS) และธาตุกำมะถันโดยวิธีการ In house method based on DOA 2/2552

6. ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Fe, Cu, Zn, Mn) ทำการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสโดยวิธีการ Diethylene Triamine Penta Acetic Acid (DTPA)

7. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter) นำตัวอย่างดินที่ทำให้แห้ง (Air Dry) บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร แล้วนำดิน แล้วนำดินไปหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งหมดโดยวิธี Wet Oxidation ของ Walkley and Black

8. ความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (Cation Exchange Capacity : CEC) นำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วทำการวิเคราะห์หาค่า CEC โดย Peech โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1N NH_4 OAc pH 7.0 แล้วล้างดินด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แทนที่ด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ Acidified NaCl Solution และนำสารละลายที่ได้จากการกรองไปทำการกลั่นต่อไป

9. การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity, EC) โดยใช้เครื่อง High Accuracy 3-in-1 Digital Conductivity, TDS รุ่น AZ-3in1 มาทำการวัดตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี

1. การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ทำการวัดค่า pH ในอัตรา 1 : 2 โดยใช้เครื่อง pH Meter โดยทำการคาริบเบทอุปกรณ์ที่ pH 7 จึงสามารถทำการวัดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้

2. ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ซึ่งทำการวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธีการ Micro Kjedahl Method ฟอสฟอรัสโดยวิธีการ Barton method และ โฟแทสเซียมโดยวิธีการ Flame photometer

3. ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS) และธาตุกำมะถันโดยวิธีการ Turbidimetric method

4. ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Fe, Cu, Zn, Mn) ทำการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

5. ความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (Cation Exchange Capacity CEC) นำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วทำการวิเคราะห์หาค่า CEC โดย Peech โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1N NH_4 OAc pH 7.0 แล้วล้างดินด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แทนที่ด้วย 10เปอร์เซ็นต์ Acidified NaCl Solution และนำสารละลายที่ได้จากการกรองไปทำการกลั่นต่อไป

6. การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity, EC) ทำการวัดค่า EC ในอัตรา 1: 2 โดยใช้เครื่อง High Accuracy 3-in-1 Digital Conductivity, TDS รุ่น AZ-3in1

การวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลอง

1. ปริมาณน้ำในดิน (Soil Water Content) ความชื้นของดินหาได้จากการนำตัวอย่างดินบนที่บรรจุอยู่ใน Soil Core ขนาด 100 cm^3 ทั้ง 24 ต้นทั้งหมด 24 จุดมาอบที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงขึ้นไปแล้วนำมาชั่งและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ซึ่งหมายถึงสัดส่วนของ

น้ำที่มีอยู่ในดินนั้น ๆ ต่อสัดส่วนของดินแห้ง (น้ำหนักของส่วนของ Solid) แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยสูตรดังนี้

$$\text{Water content (WC\%)} = \frac{\text{Ww } (g)}{\text{Ws } (g)} \times 100$$

เมื่อ Ww น้ำหนักน้ำในดิน (กรัม) = W2- W3

เมื่อ Ws น้ำหนักดินแห้ง (กรัม) = W3- W1

เมื่อ : Ww = น้ำหนักน้ำในดิน (กรัม)

Ws = น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)

W1 = น้ำหนักCore (กรัม)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างดินเปียก+Core (กรัม)

W3 = น้ำหนักตัวอย่างดินแห้ง+Core (กรัม)

2. ความหนาแน่นของดิน (Db) ซึ่งหมายถึงน้ำหนักของดินแห้ง (Solid) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรรวมของดิน = ปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็ง+ปริมาตรของส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน) ดินโดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 1.0-1.8 ก./ลบ.ซม. ดินชั้นบนจะมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยประมาณ 1.3 ก./ลบ.ซม. (บุญชุม เปียแดง, วรรณา จันทร์คง, นารี สุทธปรีดา, และเกษมศรี ซับซ้อน, 2526, น.14) นำตัวอย่างดินโดย Soil Core ขนาด 100 cm^3 ทั้ง 24 ต้นทั้งหมด 24 จุดมาอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้สูตร ดังนี้

$$Db = \frac{Msd}{Vts}$$

เมื่อ : Db = ความหนาแน่นรวมของดิน

Msd = มวลของดิน หาได้จากการนำเอาดินแห้งไปชั่งมีหน่วยเป็นกรัมหรือปอนด์

Vts = ปริมาตรรวมของดินหาได้จากการนำเอาดินแห้งไปแทนที่น้ำมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรหรือลูกบาศก์ฟุต

3. ความพรุนรวมของดิน (E%) หมายถึงเปอร์เซ็นต์ของสัดส่วนระหว่างปริมาตรของสิ่งที่ไม่ใช่ของแข็งและปริมาตรรวมของดิน(ปริมาตรรวมของดิน = ปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็ง+ปริมาตรของส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน) ซึ่งได้จากการใช้ Soil Core ขนาด 100 cm^3 ในการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–10 เซนติเมตร แล้วทำการคำนวณหาความพรุนรวมของดินได้จากสูตร ดังนี้

$$E = \frac{Vns \times 100}{Vb}$$

เมื่อ : E = ความพรุนของดิน
Vns = ปริมาตรที่ไม่ใช่ของแข็ง
Vb = ปริมาตรทั้งหมดของดิน

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตปาล์มน้ำมัน (ปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี)

1. ความสูงของต้น โดยใช้ไม้สเกลวัดความสูงจากผิวดินไปจนถึงปลายยอดที่ตั้งอยู่กลางต้นในจุดสูงสุด แล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นเมตร (เมตร)

2. ขนาดของลำต้น โดยใช้ตลับเมตรวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเนื้อจากผิวดิน 10 เซนติเมตร แล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร (เซนติเมตร)

3. จำนวนทางใบ โดยการนับด้วยสายตาในใบที่แผ่ขยายเต็มที่ในหนึ่งต้นรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นใบ (ใบ)

บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน(ปาล์มอายุ 5 ปี)

1. จำนวนทะลาย/ต้น โดยการนับจำนวนทะลายที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในแต่ละครั้งรวมกันในหนึ่งต้นแล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นทะลาย (ทะลาย)

2. น้ำหนักทะลายเฉลี่ย โดยการชั่งน้ำหนักทะลายที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้จากต้นมาชั่งน้ำหนักของแต่ละทะลาย(น้ำหนักรวมของผลและซังทะลาย) ในหนึ่งต้นแล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม (กิโลกรัม)

3. น้ำหนักผลสด/ทะลาย โดยการนำทะลายปาล์มมาได้มาทำการกะเทาะเอาผลปาล์มออกจากซังให้เหลือเฉพาะส่วนของผลแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักผลเฉลี่ยต่อทะลาย (ไม่มีซังทะลาย) แล้วหาค่าเฉลี่ยต่อกรรมวิธีมีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม (กิโลกรัม)

4. ผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม/ไร่)โดยการชั่งน้ำหนักทะลายที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ต่อต้นทั้งหมดในหนึ่งต้นรวมกันทั้งหมด 4 ต้นต่อกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลผลิตต่อต้น(กิโลกรัม) แล้วใช้

ค่าดังกล่าวนี้ไปคูณกับจำนวนต้นต่อไร่ตามแผนการปลูก 9x9x9 เมตรจึงมีจำนวน 20 ต้นต่อไร่ ดังนั้นจึงนำผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กิโลกรัม) x 20 (ต้น) คำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (กิโลกรัม)

บันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป

เป็นการบันทึกข้อมูลแบบสังเขปเพื่อเป็นการเปรียบเทียบหรือการบันทึกค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรต้องจ่ายเมื่อผลิตปาล์มน้ำมันในระดับครัวเรือนกับค่าพันธุ์ต้นปาล์มที่เริ่มปลูก เมื่อคิดคำนวณกับรายรับอันเกิดจากผลผลิตที่เกิดขึ้นแบบสังเขปเท่านั้นส่วนต้นทุนคงที่อื่น ๆ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ไม่ได้นำมาคำนวณเป็นต้นทุนด้วยในครั้งนี้ ดังนี้

1. ต้นทุนปุ๋ย/ต้น หรือ บาท/ไร่
2. ต้นทุนค่าพันธุ์ ปาล์ม
3. ต้นทุนค่าไถเตรียมแปลงปลูก
4. ต้นทุนค่าแรงดูแลรักษา (ใส่ปุ๋ย ฉีดยาฆ่าแมลง และวัชพืช)
5. ค่าสารเคมีปราบศัตรูพืช (แมลง และวัชพืช)
6. ต้นทุนค่าวัสดุปรับปรุงดิน ปุ๋ยคอกวัสดุอินทรีย์ สารปรับปรุงบำรุงดิน
7. ต้นทุนค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต
8. ต้นทุนค่าขนส่ง
9. ต้นทุนค่าพลังงาน

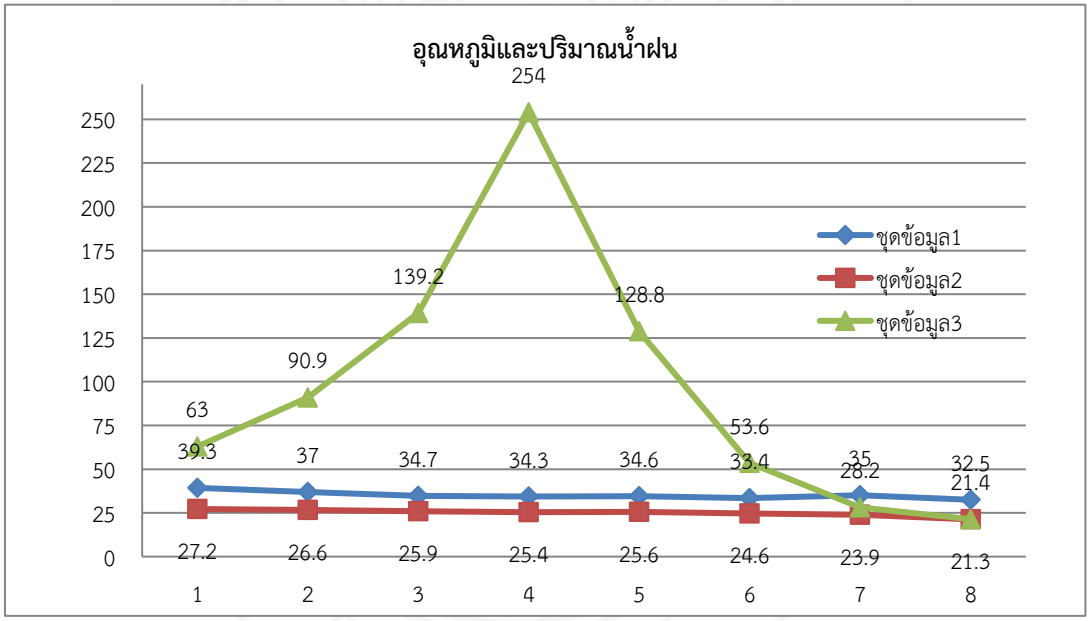
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นทดลอง

สภาพภูมิอากาศในระหว่างเดือน พฤษภาคม - ธันวาคม 2558 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนโดยทำการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอุตุนิยมวิทยาอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ซึ่งสถานีตรวจวัดครอบคลุมสถานที่ทำการทดลองพบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม 2558 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 39.3°C และอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยสุดอยู่ที่ 21.3 °C ส่วนปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคม 254 มิลลิเมตร ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 21.4 มิลลิเมตร การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนถือว่ากระจายตัวดีกราฟเป็นรูปสามเหลี่ยม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝน

ที่มา: สถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสุโขทัย, 2558

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินในแปลงของเกษตรกร หมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ชุดดินท่ายาง มีลักษณะดินตื้นถึงชั้นหินมีสีน้ำตาลอมเหลือง คุณสมบัติของดินก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีธาตุอาหารหลักต่ำถึงต่ำมากทั้งไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) แต่ธาตุอาหารหลักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6 (HO-2) ส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในระดับต่ำแต่ภายหลังการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6 (HO-2) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าดินก่อนการทดลองส่วนใหญ่จะมีสภาพเป็นกรดรุนแรง (pH 4.4) แต่ภายหลังการทดลองในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับปูนขาวความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6(HO-2) เพิ่มจาก pH 4.4 กรดรุนแรง เป็นกรดเล็กน้อย pH 6.1 ในขณะที่แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว (T4) ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มจาก pH 4.4 เป็น pH 5.7 เป็นต้น

ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในดินก่อนการทดลองพบว่าอยู่ในระดับต่ำมาก (0.574 %) แต่ภายหลังการทดลองพบว่าอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของใบปาล์มที่คลุมโคนต้นและองค์ประกอบอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO) เป็นสำคัญ ดังนั้นในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6 (HO-2) ระดับอินทรียวัตถุได้เพิ่มจาก 0.574 % เป็น 0.741 และ 0.744 % ตามลำดับ ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ดินก่อนการทดลองพบว่าอยู่ในระดับต่ำ (2.62 cmol/kg) แต่ภายหลังการทดลองแสดงค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5(HO-1)และT6(HO-2) เพิ่มเป็น 7.71 และ 7.95 cmol/kg ตามลำดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดินก่อนการทดลองพบว่า 0.53 ds/m^{-1} แต่ภายหลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นมากโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และ T6 (HO-2) เพิ่มเป็น 0.68 ds/m^{-1} เท่ากันทั้งสองกรรมวิธีคุณสมบัติทางด้านกายภาพของดินพบว่าในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยความหนาแน่นรวมของดิน (Db) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (T1) 1.55 g/cm^3 โดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และ T6 (HO-2) ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงเหลือเพียง 1.48 g/cm^3 แสดงให้เห็นว่าความอัดแน่นของดินลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าความพรุนรวมของดิน (E%) ที่พบว่าดินก่อนการทดลองมีค่าความพรุน 25.45 % แต่ภายหลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และ T6 (HO-2) เพิ่มเป็น 33.12 และ 33.27% ตามลำดับ สอดคล้องกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (WC%) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับT1 (แปลงควบคุม) ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ

18.87% ในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6 (HO-2) เพิ่มเป็น 24.26% และ 24.38% ตามลำดับ ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนและหลังการทดลอง

คุณสมบัติของดิน			ดินก่อนทดลอง	ดินหลังทดลอง					
				T1	T2	T3	T4	T5	T6
ธาตุอาหารหลัก	N	%	0.482	0.493	0.592	0.651	0.653	0.951	0.954
	P	%	0.0003	0.0005	0.00045	0.0052	0.0054	0.0062	0.0064
	K	%	0.0005	0.00051	0.00053	0.0057	0.0058	0.0076	0.0078
ธาตุอาหารรอง	Ca	mg/kg	4.389	3.465	5.274	4.245	6.240	8.245	8.440
	Mg	mg/kg	1.255	1.256	2.972	2.363	4.365	6.963	6.965
	S	mg/kg	0.203	0.204	0.296	0.396	0.398	1.656	1.658
ธาตุอาหารเสริม	Fe	mg/kg	5.853	5.855	6.121	6.257	6.259	10.659	12.980
	Cu	mg/kg	0.012	0.013	0.016	0.017	0.019	0.067	0.067
	Zn	mg/kg	1.445	1.453	1.457	1.522	1.574	5.766	5.774
	Mn	mg/kg	1.955	1.956	2.290	2.776	2.780	4.376	4.390
Organic Matter (OM) %			0.574	0.612	0.614	0.690	0.691	0.741	0.744
(pH) ดิน:น้ำ = 1:2			4.4	4.5	5.6	4.6	5.8	6.1	6.2
C.E.C. (cmol/kg) 1 meq/100g = 1cmol/kg			2.62	2.62	3.85	5.32	5.52	7.71	7.95
EC. ที่อุณหภูมิ 25°C (ds/m^{-1})			0.53	0.52	0.61	0.65	0.66	0.68	0.68
Water content (WC) %			18.89	18.87	19.67	21.85	21.87	24.26	24.38
Bulk Density (Db) g/cm^3			1.55	1.55	1.53	1.51	1.51	1.48	1.48
Porosity (E) %			25.45	25.46	28.56	30.10	30.20	33.12	33.27

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีและฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และHO-2) สำหรับปาล์มน้ำมันที่ให้ผลิตแล้วผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีและฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรพบว่าค่า pH ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5(HO-1)และT6(HO-2) มีค่าเป็นกลาง-ด่างเล็กน้อย pH 7.2-7.6 ในขณะที่ปุ๋ยเคมี (T3-T4) แสดงค่าความเป็นกรดเล็กน้อย pH 6.2 ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) มีปริมาณสูงสุดในปุ๋ยเคมี (15-15-15) จึงมีธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดอยู่ปริมาณที่สูงคือ 15% เท่ากันแต่ไม่พบธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่เลย ส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) มีไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.061, 6.540 และ6.451% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2(HO-2) มีไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 10.960, 10.302 และ10.415% ตามลำดับ

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) มีธาตุอาหารรอง แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 6.540, 1.526 และ0.050% ตามลำดับและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2(HO-2) มีธาตุอาหารรอง แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 7.970, 1.628 และ0.055 ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2(HO-2) พบว่ามีธาตุเหล็ก (Fe) อยู่ในปริมาณมากที่สุดทั้งสองสูตรแต่ไม่พบธาตุอาหารเสริมเหล่านี้เลยในปุ๋ยเคมี (T4) เลยเช่นกัน ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) แสดงค่าสูงสุดในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2 (HO-2) 21.84 cmol/kg, ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) 21.84 cmol/kg และปุ๋ยเคมี 10.54 cmol/kg ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าการนำไปไฟฟ้า (EC) ของดินที่พบว่ามีค่าสูงสุดในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2(HO-2) 1.57 ds/m^{-1}, ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) 1.55 ds/m^{-1} และปุ๋ยเคมี 1.44 ds/m^{-1} ตามลำดับ ผลที่แสดงออกมากล่าวได้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้งสองสูตร T5 (HO-1)และT6(HO-2) มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมครบถ้วนในปริมาณมากแบบสมดุลตามความจำเป็นของพืช ในขณะที่ปุ๋ยเคมี (15-15-15) ที่มีแต่ธาตุอาหารหลัก N-P-K เพียงอย่างเดียว ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี

คุณสมบัติปุ๋ย			สูตรปุ๋ย		
			เคมี 15-15-15	HO-1	HO-2
ธาตุอาหารหลัก	N	%	15	7.061	10.960
	P	%	15	6.540	10.302
	K	%	15	6.451	10.415
ธาตุอาหารรอง	Ca	mg/kg	0	6.540	7.970
	Mg	mg/kg	0	1.526	1.628
	S	mg/kg	0	0.050	0.055
ธาตุอาหารเสริม	Fe	mg/kg	0	21.74	47.24
	Cu	mg/kg	0	0.049	0.023
	Zn	mg/kg	0	1.523	1.679
	Mn	mg/kg	0	1.325	1.750
pH			6.2	7.2	7.6
C.E.C. (cmol/kg)			10.54	18.62	21.84
EC. ที่อุณหภูมิ 25°C (ds/m^{-1})			1.44	1.55	1.57

การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดิน (pH) ในแต่ละเดือน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดิน (pH)ในแต่ละเดือนพบว่า การจัดการด้วยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว ทำให้pH ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น 1 เดือนภายหลังการใส่ปูนขาว โดยการเปรียบเทียบและพบว่ากรรมวิธีปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T5 (HO-1) และT6(HO-2) สามารถปรับสภาพความเป็นกรดได้สูงสุดจาก pH 5.5 เป็น pH 6.1 และ 6.2 ตามลำดับได้ตั้งแต่เดือนที่ 3 เป็นต้นไปตลอดช่วงการทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 29 และภาพที่ 9

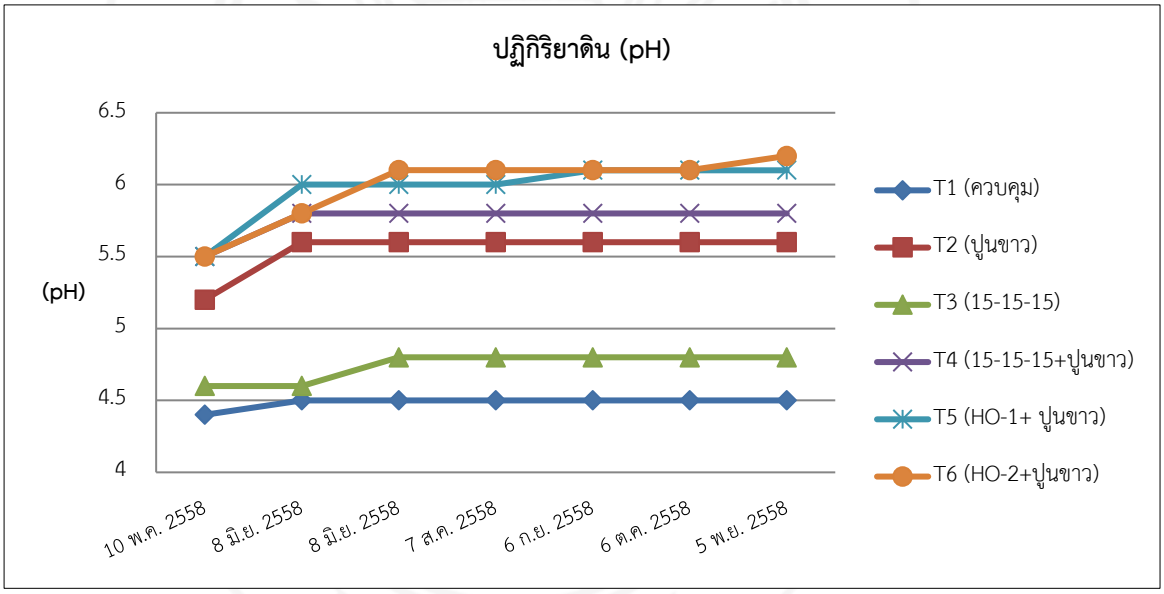
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (pH)และการเปลี่ยนแปลง ในทุก 30 วัน

กรรมวิธี	10 พ.ค58	8 มิ.ย58	8 ก.ค.58	7 ส.ค.58	6 ก.ย.58	6 ต.ค58	5 พ.ย58
T1 (ควบคุม)	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
T2 (ปูนขาว)	5.2	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
T3 (15-15-15)	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	5.5	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
T5 (HO-1+ปูนขาว)	5.5	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1
T6 (HO-2+ปูนขาว)	5.5	5.8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2
F-Test	ns	*	*	*	*	*	*

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาดิน (pH) ในทุก 30 วัน

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน (Vegetative Growth)

การเจริญเติบโตทางด้านความสูง

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีความสูงสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T2, T3, T4 และ T1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.95, 6.95, 6.89, 5.96, 5.87 และ5.74 เมตร ตามลำดับแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 30 และภาพที่ 10

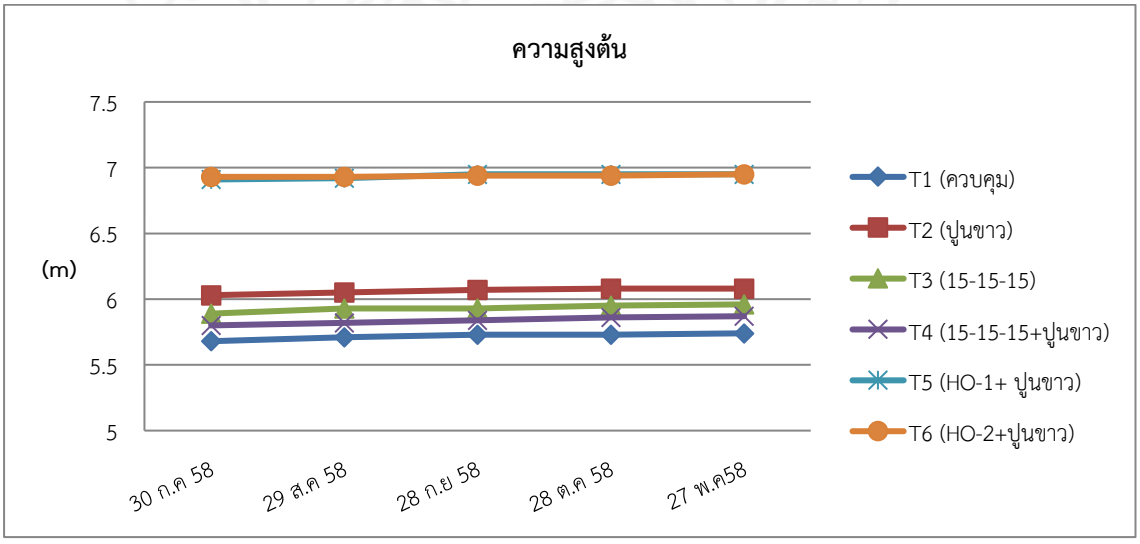
ตารางที่ 30 ความสูงต้นปาล์มน้ำมัน (เมตร)

กรรมวิธี	30 ก.ค. 58	29 ส.ค.58	28 ก.ย. 58	28 ต.ค. 58	27 พ.ค. 58
T1 (ควบคุม)	5.68	5.71	5.73	5.73	5.74
T2 (ปูนขาว)	6.03	6.05	6.07	6.08	6.08
T3 (15-15-15)	5.89	5.93	5.93	5.95	5.96
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	5.80	5.82	5.84	5.86	5.87
T5 (HO-1+ปูนขาว)	6.91	6.92	6.95	6.95	6.95
T6 (HO-2+ปูนขาว)	6.93	6.93	6.94	6.94	6.95
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 10 ความสูงต้นปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้น

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T3, T4, T2และT1 ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.97, 12.86, 12.79, 12.78, 12.67 และ12.55 เซนติเมตร ตามลำดับแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 31 และภาพที่ 11

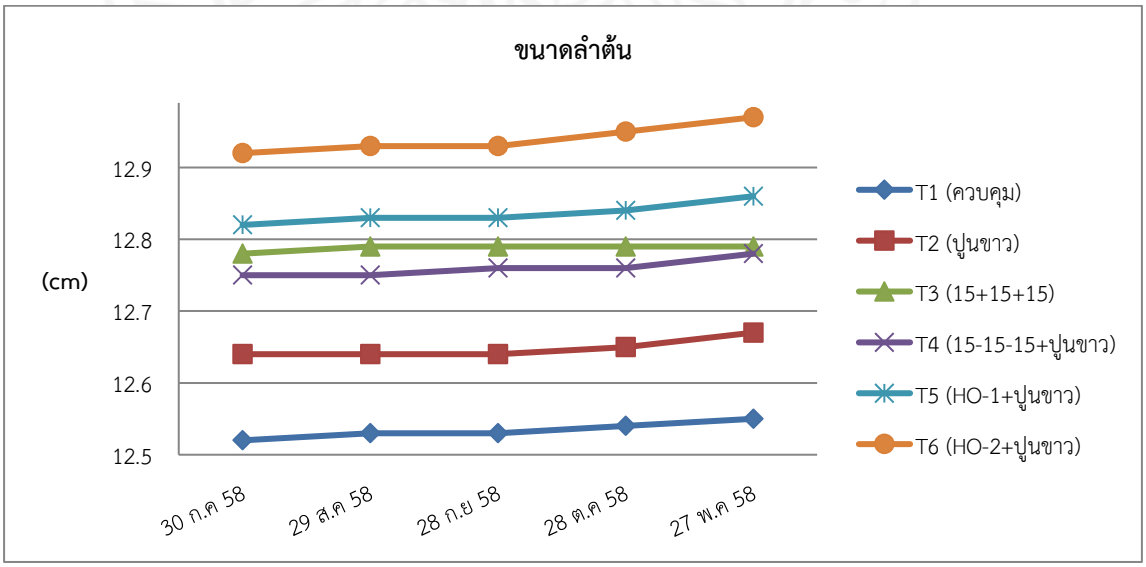
ตารางที่ 31 ขนาดลำต้นของปาล์มน้ำมัน (เซนติเมตร)

กรรมวิธี	30 ก.ค. 58	29 ส.ค.58	28 ก.ย. 58	28 ต.ค. 58	27 พ.ค. 58
T1 (ควบคุม)	12.52	12.53	12.53	12.54	12.55
T2 (ปูนขาว)	12.64	12.64	12.64	12.65	12.67
T3 (15-15-15)	12.78	12.79	12.79	12.79	12.79
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	12.75	12.75	12.76	12.76	12.78
T5 (HO-1+ปูนขาว)	12.82	12.83	12.83	12.84	12.86
T6 (HO-2+ปูนขาว)	12.92	12.93	12.93	12.95	12.97
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns

ns = Not Significant difference

*, ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 11 ขนาดลำต้นปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตทางด้านจำนวนทางใบ

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนทางใบสูงสุด ได้แก่ T5, T6, T4, T3, T2และT1ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.2, 35.9, 35.4, 34.6, 33.6 และ 33.6 ใบ ตามลำดับแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 32 และภาพที่ 12

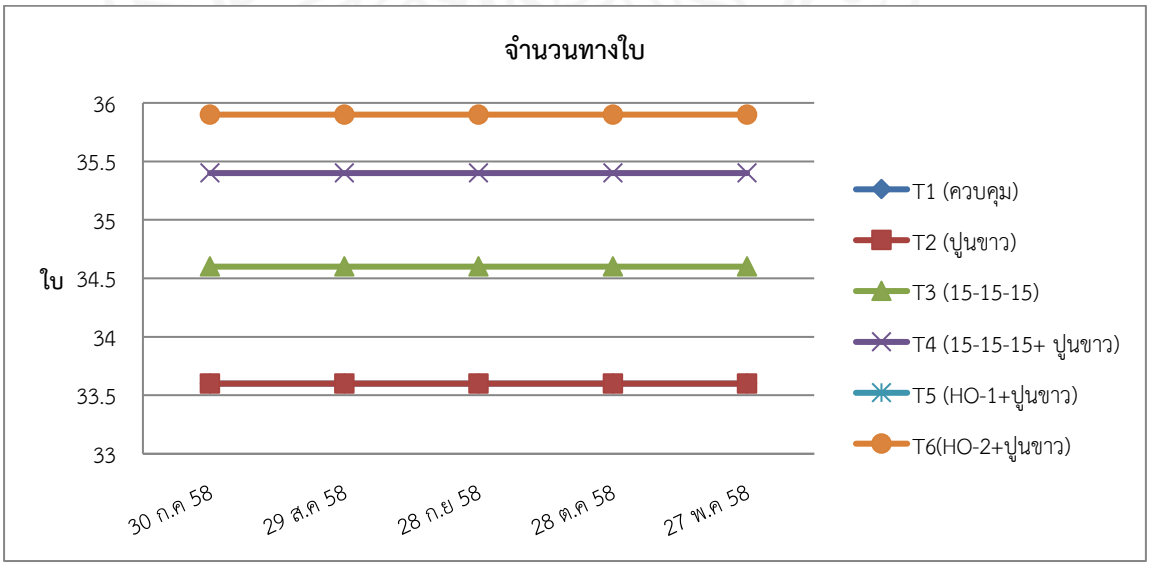
ตารางที่ 32 จำนวนทางใบ (ใบ)

กรรมวิธี	30 ก.ค. 58	29 ส.ค.58	28 ก.ย. 58	28 ต.ค. 58	27 พ.ค. 58
T1 (ควบคุม)	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
T2 (ปูนขาว)	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
T3 (15-15-15)	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4
T5 (HO-1+ปูนขาว)	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
T6 (HO-2+ปูนขาว)	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 12 จำนวนทางใบปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

จำนวนทะลาย/ต้น

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนทะลาย/ต้นสูงสุด ได้แก่ T6 และ T5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 ทะลาย/ต้น เท่ากัน ส่วน T4 และ T3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 ทะลาย/ต้นเท่ากัน และ T2 และ T1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 ทะลาย/ต้นเท่ากัน เป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่มที่มีการจัดการปุ๋ยทั้งปุ๋ย HO และปุ๋ยเคมีก็ตาม (T3-T6) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการจัดการปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 33 และภาพที่ 13

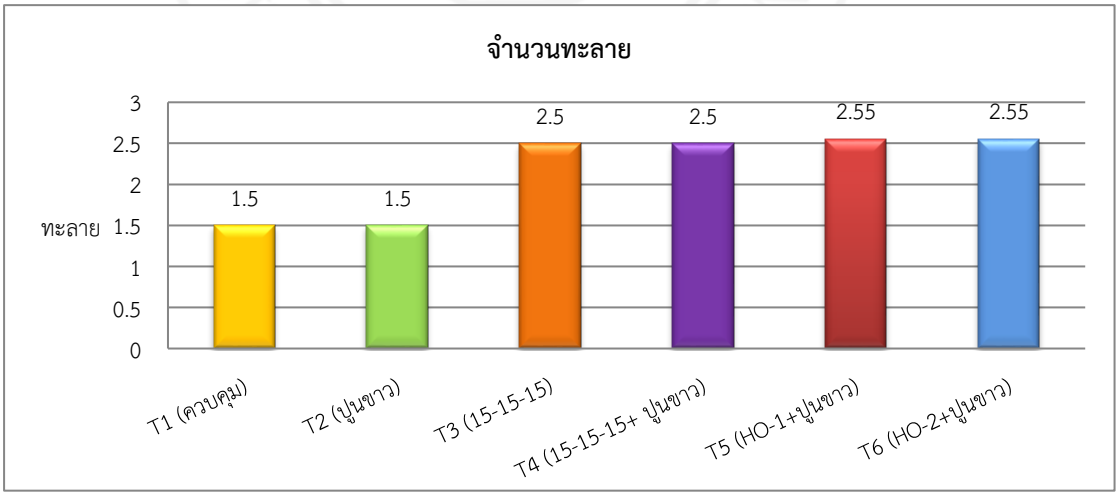
ตารางที่ 33 จำนวนทะลาย/ต้น

	กรรมวิธี	ทะลาย
	T1 (ควบคุม)	1.50b
	T2 (ปูนขาว)	1.50b
	T3 (15-15-15)	2.50a
	T4 (15-15-15+ปูนขาว)	2.50a
	T5 (HO-1+ปูนขาว)	2.55a
	T6 (HO-2+ปูนขาว)	2.55a
	F-Test	*

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 13 จำนวนทะลาย/ต้น

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2และT1 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.80, 12.50, 9.65, 9.50, 5.30และ5.20 กิโลกรัมตามลำดับโดยกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T6 และ T5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตารางที่ 34 และภาพที่ 14

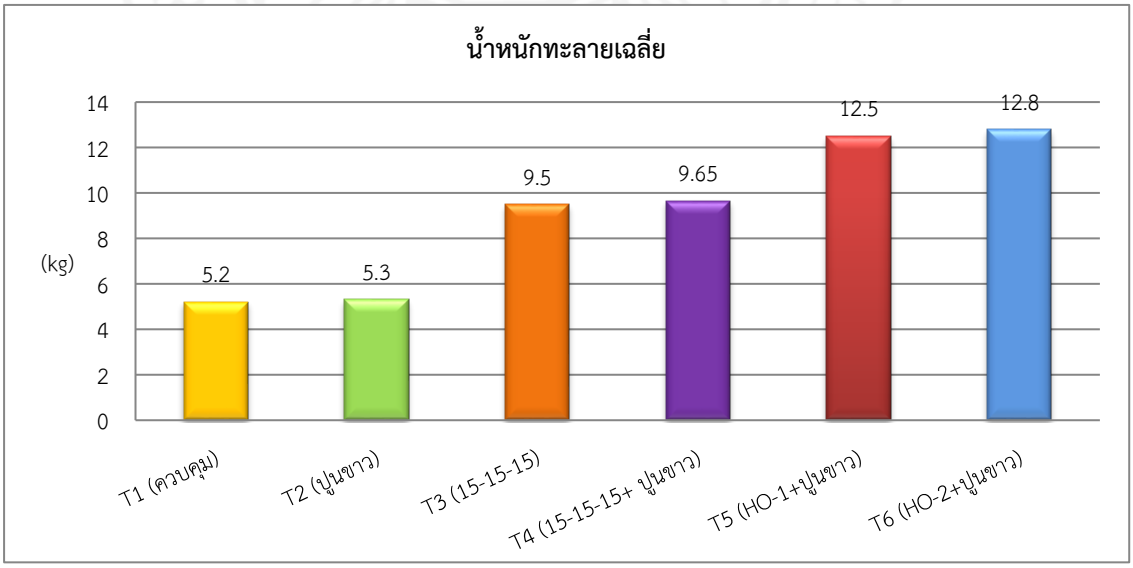
ตารางที่ 34 น้ำหนักทะลายเฉลี่ย

กรรมวิธี	กิโลกรัม
T1 (ควบคุม)	5.20c
T2 (ปูนขาว)	5.30c
T3 (15-15-15)	9.50b
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	9.65b
T5 (HO-1+ปูนขาว)	12.50a
T6 (HO-2+ปูนขาว)	12.80a
F-Test	*

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 14 น้ำหนักทะลายเฉลี่ย

น้ำหนักผลสด/ทะลาย

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักผลสด/ทะลายสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2และT1 ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.6, 8.1, 7.8, 7.6, 6.6และ6.4 กิโลกรัม ตามลำดับโดยกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T6 และ T5แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตารางที่ 35 และภาพที่ 15

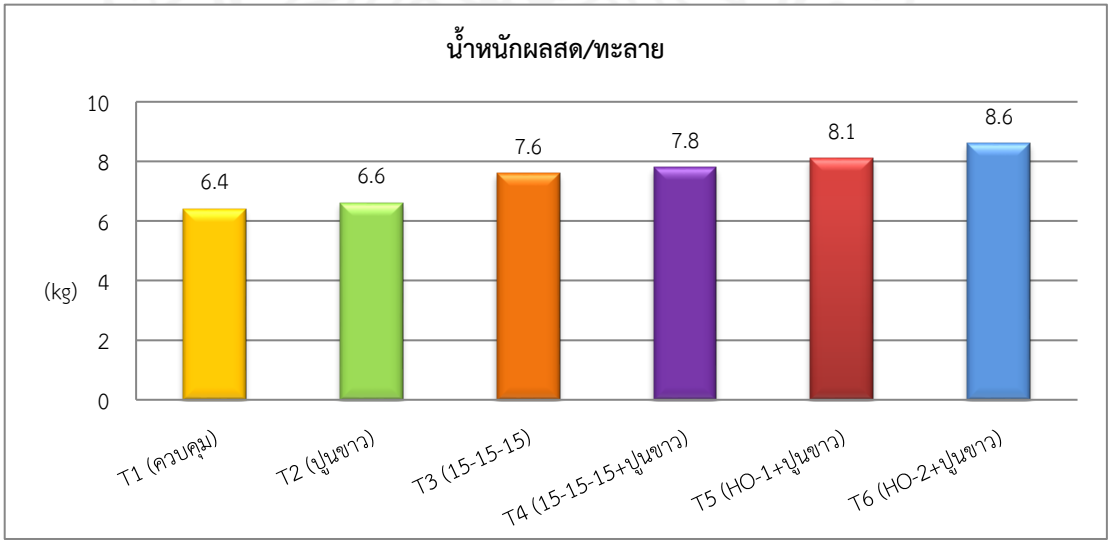
ตารางที่ 35 น้ำหนักผลสด/ทะลาย

กรรมวิธี	กิโลกรัม
T1 (ควบคุม)	6.4c
T2 (ปูนขาว)	6.6c
T3 (15-15-15)	7.6b
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	7.8b
T5 (HO-1+ปูนขาว)	8.1a
T6 (HO-2+ปูนขาว)	8.6a
F-Test	*

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 15 น้ำหนักผลสด/ทะลาย

ผลผลิต/ไร่

จากการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว พบว่ากรรมวิธีที่มีผลผลิตต่อไร่สูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2และT1 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,353, 2,952.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2และ1,410.7 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 36 และภาพที่ 16

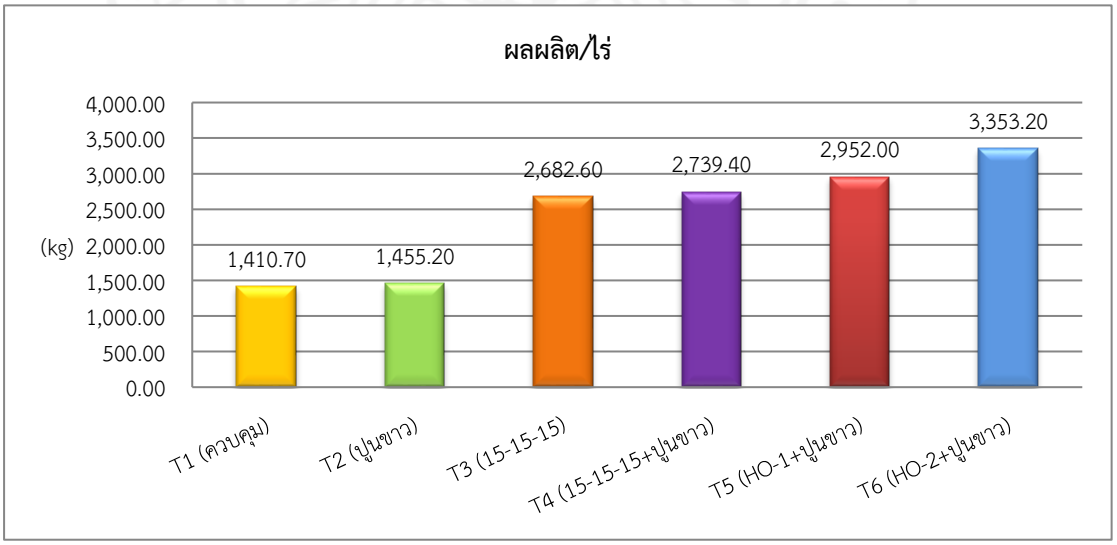
ตารางที่ 36 ผลผลิต/ไร่

กรรมวิธี	กิโลกรัม
T1 (ควบคุม)	1,410.7c
T2 (ปูนขาว)	1,455.2c
T3 (15-15-15)	2,682.6b
T4 (15-15-15+ปูนขาว)	2,739.4b
T5 (HO-1+ปูนขาว)	2,952.0b
T6 (HO-2+ปูนขาว)	3,353.2a
F-Test	*

ns = Not Significant difference

* , ** = Significant difference at P≤ 0.05 and P≤0.01

Values followed by difference letter are significant difference according to DMRT.



ภาพที่ 16 ผลผลิต/ไร่

การบันทึกต้นทุนการผลิต รายได้และกำไรแบบสังเขป

ตารางที่ 37 สรุปค่าใช้จ่ายในการปลูกปาล์มน้ำมันแบบสังเขป

รายการ	จำนวนเงิน(บาท/ไร่)
ค่าแรง	
ค่าแรงพ่นยากำจัดวัชพืช	80
ค่าแรงใส่ปุ๋ยและพ่นยา	120
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต(ตัดและขนทะลายขึ้นรถ)*	500
รวมค่าแรง	700
ค่าจ้างในการไถพรวนดินรวมเชื้อเพลิง ไร่ละ	350
ค่าจ้างเหมาขนส่งผลผลิต	500 บาท/ตัน
ค่าวัสดุ	
ค่าต้นพันธุ์140บ/ต้น (ปลูก21ต้น/ไร่ระยะปลูก 9x9x9เมตร)	2,940.0
ค่ายาคุมวัชพืชไกลโฟเซต	120.0
รวมค่าวัสดุรวม (เหมือนกันทุกกรรมวิธี)	3,060.0
ค่าวัสดุตามกรรมวิธี	
ค่าปูนขาว 3.5 บาท x 105 กิโลกรัม (21ต้น x 5 กิโลกรัม)	367.50
ค่าปุ๋ย 15-15-15 กระสอบละ 900 บาท (21 ต้น x 6 กิโลกรัม x 18 บาท)	2,268.0
ค่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร(HO-1) กระสอบละ 880 บาท (21 ต้น x 6 กิโลกรัม x 17.60 บ)	2,217.6
ค่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร(HO-2) กระสอบละ 900 บาท (21 ต้น x 6 กิโลกรัม x 18 บาท)	2,268.0
ค่าใช้สอยอื่น ๆ	
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ร่วมกันทุกกรรมวิธี	
- ค่าน้ำมันรถไถพรวน 1.5 ลิตร/ไร่	37.50
- ค่าน้ำมันเครื่องปั๊มน้ำ เครื่องพ่นยา	50
ค่าใช้สอยอื่น ๆ รวม	87.50

ตารางที่ 38 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิต รายได้และกำไรแบบสังเขป

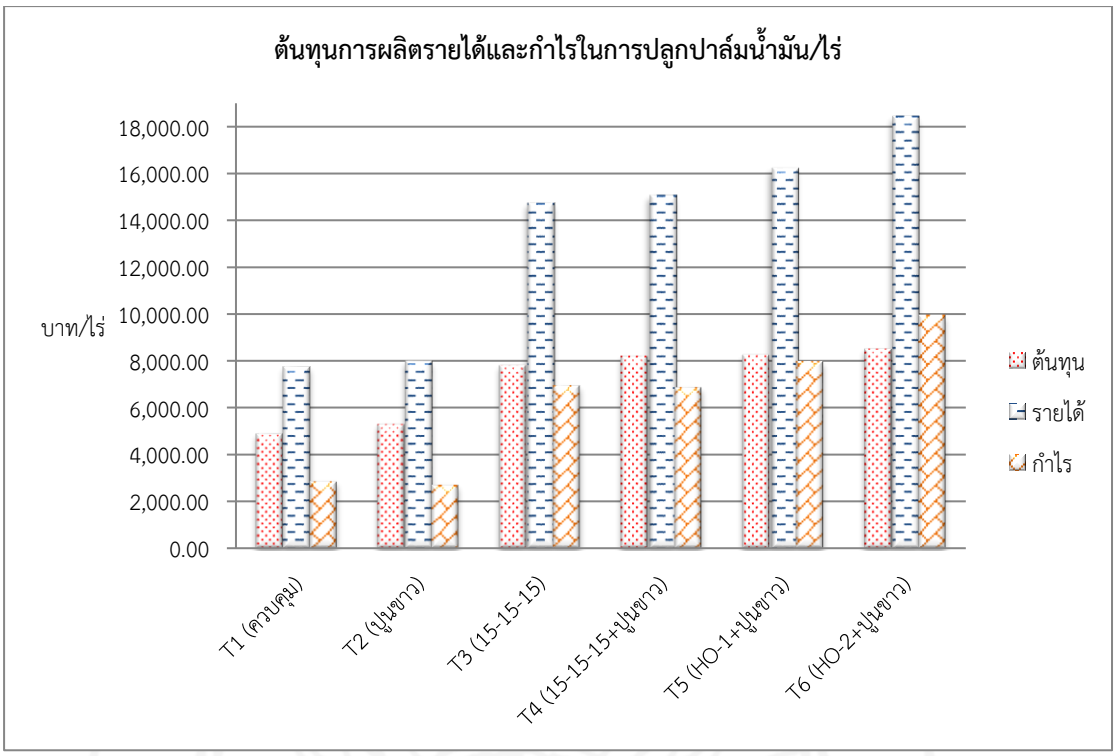
รายการ/กรรมวิธี	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1. ปริมาณผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม) ของปาล์มอายุ 5 ปี	1,410.7	1,455.2	2,682.6	2,739.4	2,952.0	3,353.2
2. ค่าแรง						
2.1 ค่าแรงทั่วไป (บาท/ไร่)	700	700	700	700	700	700
2.2 ค่าจ้างเหมาไถพรวนรวมค่าแรง	350	350	350	350	350	350
2.3 ค่าจ้างเหมาขนส่งผลผลิตรรวมค่าแรง	705.35	727.6	1,341.3	1,369.7	1,476.0	1,676.6
3. ค่าวัสดุ						
3.1 ค่าวัสดุรวม (บาท/ไร่)	3,060	3,060	3,060	3,060	3,060	3,060
3.2 ค่าปูนขาว	-	367.50	-	367.50	367.50	367.50
3.3 ค่าปุ๋ยเคมีและปุ๋ย HO	-	-	2,268.00	2,268.00	2,217.60	2,268.00
4. ค่าใช้สอยอื่น ๆ (บาท/ไร่)	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50
5. รวมต้นทุน (บาท/ไร่)	4,902.85	5,292.6	7,806.8	8,202.7	8,258.6	8,509.6
6. รวมรายได้ (ขาย 5.50 บาท/กิโลกรัม)	7,758.85	8,003.6	14,754.3	15,066.7	16,236.0	18,442.6
7. กำไร (บาท/ไร่)	2,856.0	2,711.0	6,947.5	6,864.0	7,977.4	9,933.0

ตารางที่ 39 ต้นทุนการผลิตรายได้และกำไรในการปลูกปาล์มน้ำมัน/ไร่

รายการ/กรรมวิธี	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1. ปริมาณผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม/ไร่)	1,410.7	1,455.2	2,682.6	2,739.4	2,952.0	3,353.2
2. ค่าแรง	1755.35	1777.6	2391.3	2419.7	2526	2726.6
3. ค่าวัสดุ	3,060	3,428	5,328	5,696	5,645	5,696
4. ค่าใช้สอยอื่น ๆ	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50	87.50
5. รวมต้นทุน (บาท/ไร่)	4,902.85	5,292.6	7,806.8	8,202.7	8,258.6	8,509.6
6. รายได้ (ขาย 5.50 บาท/กิโลกรัม)	7,758.85	8,003.6	14,754.3	15,066.7	16,236.0	18,442.6
7. กำไร (บาท/ไร่)	2,856.0	2,711.0	6,947.5	6,864.0	7,977.4	9,933.0

ผลการบันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป

ต้นทุนการผลิตแบบสังเขปซึ่งประกอบด้วย ค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าใช้สอยอื่น ๆ ดังตารางที่ 37 ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุน (บาท/ไร่) สูงสุดจนถึงต่ำสุดได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2 และ T1 ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ย 8,509.6, 8,258.6, 8,202.7, 7,806.8, 5,292.6 และ4,902.85 บาท/ไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาคำนวณรายได้อันเกิดจากผลผลิตเมื่อขายปาล์มน้ำมันในราคา 5.50 บาท/กิโลกรัม แล้วพบว่ากรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2 และT1 ตามลำดับ มีกำไรเฉลี่ย 18,442.6, 16,236.0, 15,066.7, 14,754.3, 8,003.6 และ7,758.85 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อนำต้นทุนมาหักออกจากรายได้พบว่า กรรมวิธีที่มีกำไรสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T3, T4, T1 และ T2 ตามลำดับมีกำไรเฉลี่ย 9,933.0, 7,977.4, 6,947.5, 6,864.0, 2,856.0 และ2,711.0 บาท/ไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 38 และภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ต้นทุนการผลิตรายได้และกำไรในการปลูกปาล์มน้ำมัน/ไร่

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาว ที่มีผลต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมันมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี เมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีผลต่อการปรับสภาพดิน (pH) และความอุดมสมบูรณ์ของดิน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
3. เพื่อศึกษาต้นทุนและผลกำไรที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาว

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองและดินก่อนและหลังการทดลองสรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และHO-2) มีธาตุอาหารครบถ้วนแบบสมดุลทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมและวัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ ในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีเพียงธาตุอาหารหลักเท่านั้นในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และ HO-2) จึงมีธาตุอาหารหลงเหลือในแปลงปลูกภายหลังการทดลองจำนวนมาก
2. ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพต่อการปรับสภาพความเป็นกรด (pH) ของดินเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวได้แก่กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และ HO-2) โดยพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) มีประสิทธิภาพสูงสุดและแสดงผลได้เร็วกว่าปุ๋ยเคมี
3. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และ HO-2) นอกจากปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH)ของดิน แล้วยังช่วยปรับปรุงสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ของดินเช่น เพิ่มอินทรียวัตถุ (OM) ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และมีผลทางอ้อมในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความพรุน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
4. ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ร่วมกับปูนขาวได้แก่กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1และ HO-2) โดยพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) มีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตามทางด้าน

การเจริญเติบโตทางลำต้นใบนั้นทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติเนื่องจากปาล์มมีอายุ 5 ปี และให้ผลผลิตแล้ว

5. ในด้านต้นทุนการผลิตและผลกำไร/ไร่ ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพต่อต้นทุนการผลิต รายรับและผลกำไร/ไร่ พบว่ากรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุดได้แก่ T6 (3,353), T5 (2,952.0), T4 (2,739.4), T3 (2,682.6), T2 (1,455.2) และ T1 (1,410.7) กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เมื่อหักต้นทุนการผลิตออกแล้วพบว่า กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ T6 (9,933.0), T5 (7,977.4), T3 (6,947.5), T4 (6,864.0), T1 (2,856.0) และ T2 (2,711.0) บาท/ไร่ ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

จากการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม – ธันวาคม 2558 ปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจอากาศอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสุโขทัย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการทดลองอยู่แล้ว ซึ่งสถานีตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่ทำการทดลอง พบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม 2558 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 39.3°C และอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยสุดอยู่ที่ 21.3°C ส่วนปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคม 254 มิลลิเมตร ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 21.4 มิลลิเมตร ในด้านการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนถือว่ากระจายตัวดีโดยฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคมมากขึ้นและสูงสุดในเดือนสิงหาคม และเริ่มลดลงจนถึงเดือนธันวาคม สัมพันธ์กับการใส่ปุ๋ยที่ใส่ต้นฝน (มิถุนายน) กลางฝน (สิงหาคม) และปลายฝน (ตุลาคม) เป็นอย่างดีกราฟปริมาณน้ำฝนจึงเป็นรูปสามเหลี่ยมสอดคล้องกับช่วงทำการทดลอง อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปีในปี 2558 ถือว่าน้อยกว่าปกติ จึงต้องมีการให้น้ำด้วยระบบสายยางเสริม เมื่อฝนทิ้งช่วง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นชุดดินท่ายาง ภายในหมู่ที่ 6 บ้านธารชะอม ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย มีลักษณะดินตื้นถึงชั้นหินมีสีน้ำตาลอมเหลืองมีกรวดและเศษหินก้อนหินปนอยู่ตอนบนประมาณ 15-34% ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2557) ซึ่งคุณสมบัติของดินก่อนการทดลองดินแสดงความเป็นกรดรุนแรงมากมีธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปริมาตรต่ำถึงปานกลาง จึงส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Marschner, 1995, p.275) แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง โดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และT6) พบว่า มีธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นแสดงผลในระดับปานกลาง ส่วนธาตุอาหารรอง

และธาตุอาหารเสริมก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในระดับต่ำ แต่ภายหลังการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5และT6) ทั้งนี้เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้นเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เป็นองค์ประกอบอยู่จำนวนมาก ดังตารางที่ 1 และเมื่อปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) มีสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า จึงส่งผลให้มีธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต่อการเจริญเติบโตหลายชนิดหลงเหลือในดินมากกว่าปุ๋ยเคมี ชวลิต รักษาริกรณ์, (2556, น.103) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระหว่างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) พบว่าระดับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในดินภายหลังการทดลองจำนวนมาก ส่วนปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) สูงกว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1) นั้น ดังตารางที่ 28 เป็นผลมาจากองค์ประกอบของสูตรปุ๋ย HO-2 มีระดับความเข้มข้นขององค์ประกอบของสูตรระดับสูงกว่าสารองค์ประกอบของปุ๋ย HO-1 ประมาณ 1 เท่านั้นเอง จึงมีผลทำให้ระดับธาตุอาหารที่หลงเหลือในดินแตกต่างกันดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี (T3 และ T4) สูตร 15-15-15 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองพบว่า ธาตุอาหารหลักไนโตเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ธาตุอาหารรองและเสริมแทบไม่เพิ่มขึ้นเลย ดังตารางที่ 27 ทั้งนี้เพราะปุ๋ยเคมีนั้นมีเฉพาะธาตุอาหารหลักไม่มีธาตุอาหารรองและเสริมเป็นองค์ประกอบ ภายหลังการทดลองธาตุอาหารรองและเสริม จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการใส่ปุ๋ยซึ่งตรงกันข้ามกับกลุ่มที่เป็นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และ T6) ซึ่งพบว่ามีธาตุอาหารรองและเสริมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนผลที่แสดงออกมาจากการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมขึ้นมาทั้ง 2 สูตรนั้นสามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินและพืชได้

การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาดินหรือความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน พบว่าดินก่อนการทดลองมีสภาพเป็นกรดรุนแรงมาก ซึ่งดินในลักษณะนี้มีความเป็นพิษของอะลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และซัลไฟด์ ส่งผลให้ขาดธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, ม.ป.ป.) แต่ภายหลังการทดลองในกรรมวิธีที่มีการใส่ปูนขาวร่วมด้วยทุกกรรมวิธีพบว่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเพิ่มขึ้นความเป็นกรดลดลงโดยเฉพาะในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และ T6) ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงจากสภาพ pH 4.4 เป็น pH 6.1 และ pH 6.2 ตามลำดับ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดดังกล่าวพบว่า การใส่ปูนขาวในทุกกรรมวิธีสามารถยกระดับ pH ได้ภายในเวลา 1-2 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับศิราณี วงศ์กระจ่าง (2557, น.312) ที่ทำการทดสอบผลของปูนขาวและปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินกรด การใส่ปูนที่เท่ากับความต้องการปูนของดินทำให้ดินมีค่าเฉลี่ย pH ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณปูนที่ใส่ ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปูนขาว ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในสภาพกรดรุนแรงมาก

สภาพเหมือนก่อนการทดลอง สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และ T6) เกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วหรือลดความเป็นกรดได้อย่างรวดเร็วกว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวนั้น ดังตารางที่ 29 สามารถกล่าวได้ว่าเป็นผลเกิดจากองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และ HO-2) นั้น ในกระบวนการปั้นเม็ดและองค์ประกอบของสูตร มีวัสดุปรับปรุงดินเป็นส่วนประกอบ และวัสดุเหล่านี้ที่ให้ธาตุแคลเซียมอยู่ในปริมาณสูง เมื่อนำมาใช้ร่วมกับปูนขาว โสภิตา คำหาญ (2546, น.6) จึงแสดงปฏิกิริยารวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลของ pH ที่เกิดขึ้นระหว่างปุ๋ย HO-2 ที่แสดงผลออกมาได้รวดเร็วกว่าปุ๋ย HO-1 ทั้งนี้เพราะมีระดับความเข้มข้นของวัสดุปรับปรุงดินเป็นองค์ประกอบพื้นฐานมากกว่านั้นเองหรือมีธาตุแคลเซียม (Ca) ซึ่งแสดงความเป็นด่างเป็นองค์ประกอบในสูตรมากกว่านั้นเองจึงสามารถกล่าวได้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ทั้ง 2 สูตรสามารถปรับปรุงความเป็นกรด (pH) ของดินไปพร้อม ๆ กับการให้ธาตุอาหารแก่พืชอย่างสมดุลทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ช่วยฟื้นฟูสภาพดินในแปลงปลูกให้เหมาะต่อการปลูกพืชอีกด้วย ดังตารางที่ 1 และดังตารางที่ 28

ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในดินก่อนการทดลองพบว่าอยู่ในระดับต่ำมาก (0.574 %) แต่ภายหลังการทดลองพบว่าอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีทั้งนี้เนื่องมาจากในแต่ละกรรมวิธีนั้นมีการคุมต้นปาล์มน้ำมันด้วยใบปาล์มน้ำมันภายหลังการตัดใบ เมื่อใบปาล์มย่อยสลายจึงทำให้อินทรียวัตถุมีค่ามากขึ้นสอดคล้องกับ ภิญโญ มีเดช, ชาย โฆรวิส, สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุทธิศักดิ์ ยังวนิชเศรษฐ, และอรพินธ์ อินทรีย์แก้ว (2539, น.102) ใช้วัสดุอินทรีย์จากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันคลุมดิน ตั้งแต่เริ่มปลูกปาล์มถึงอายุ 8 ปีส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในทุกระดับความลึกของชั้นดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และT6) นั้นระดับอินทรียวัตถุได้เพิ่มเป็น 0.741–0.744 % ตามลำดับ ซึ่งเหนือกว่าปุ๋ยเคมีเล็กน้อยทั้งนี้เนื่องจากในองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 2 สูตรนั้นมีวัสดุอินทรีย์ (OM) ที่ได้มาจากปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้วเป็นองค์ประกอบพื้นฐานเมื่อร่วมกับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการย่อยสลายของใบปาล์มจึงทำให้ระดับของอินทรียวัตถุใน T5และT6 สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุระหว่างปุ๋ย HO-2 ที่แสดงผลออกมาสูงกว่าปุ๋ย HO-1 ทั้งนี้เพราะ HO-2 มีระดับความเข้มข้นขององค์ประกอบอินทรีย์สารที่สูงกว่าปุ๋ย HO-1 นั้นเอง

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการเก็บ Cation มากกว่าซึ่งค่า CEC ในอุดมคตินั้นควรมีค่าระหว่าง 10-18 cmol/kg (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2554, น.49) ในดินก่อนการทดลองพบว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำ (2.62 cmol/kg) ภายหลังการทดลองพบว่าในทุกกรรมวิธีมีค่า CEC เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มกรรมวิธีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และ T6) เพิ่มเป็น 7.71-7.95 cmol/kg ผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่า ในดินที่มีการใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ทั้ง 2 สูตรนั้นจะปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตต่อพืช

ได้มากกว่า และมีกลุ่มธาตุที่เป็นปูนซึ่งเป็นประจุบวกเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก จึงทำให้ค่า CEC ในดินสูงขึ้นค่า CEC ที่สูงขึ้นมีผลทำให้ดินสามารถดูดซับประจุในดินได้ดีสามารถกักเก็บธาตุอาหารของพืชในดินซึ่งอยู่ในรูปประจุไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (Lehmann et al., 2003, p.354) มากกว่ากลุ่มปุ๋ยเคมี และมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยการใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ทั้ง 2 สูตร นอกจากจะปลดปล่อยธาตุอาหารประจุบวกให้กับดินแล้วยังเพิ่มการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน ซึ่งมีผลดีต่อการรักษาธาตุอาหารไว้ในดินไม่ถูกชะล้างไปตามแรงดึงดูดของโลก เป็นการรักษาและปรับสภาพสมบัติด้านเคมีของดินให้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้กับพืชอีกด้วย

ค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า (EC) ในดินก่อนทำการทดลองพบว่ามีค่า EC ที่ 0.53 ds/m^{-1} และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และ T6) โดยเพิ่มเป็น 0.68 ds/m-1 เท่ากัน ซึ่งผลที่แสดงออกมาบ่งบอกให้รู้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5 และT6) มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาสูงสุดมากกว่ากลุ่มปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีควบคุม

สมบัติทางด้านกายภาพของดินพบว่า ก่อนการทดลองดินมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (WC%) 18.89% ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Db) 1.55 g/cm^3 และค่าความพรุนของดิน (E%) 25.45% ภายหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นรวมในกรรมวิธีควบคุม (T1) 1.55g/cm^3 และกับกรรมวิธีอื่น ๆ พบว่า กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T5และT6) ดินได้รับการปรับปรุงอย่างเด่นชัด โดยพบว่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง(1.48g/cm^3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความพรุนรวมของดิน (E%) และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (WC%) ที่พบว่าความพรุนของดินเพิ่มจาก 25.45% เป็น 33.12% และ33.27% ตามลำดับ และสอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (WC%) ที่เพิ่มขึ้นจาก 18.89% เป็น 24.26%และ24.38% ตามลำดับ ดังตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของดินที่แสดงออกมา เช่นนี้อภิปรายได้ว่าเป็นผลมาจากองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 2 สูตร ผลิตมาจากวัสดุที่หลากหลาย เช่น อินทรียวัตถุ น้ำหมักชีวภาพ (EM) ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ วัสดุปรับปรุงดินเป็นองค์ประกอบเมื่อปุ๋ย HO ย่อยสลายในดินจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นอิทธิพลมาจากอินทรีย์วัตถุ จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และธาตุอาหารพืชที่มีอย่างสมดุลจากส่วนประกอบของปุ๋ย HO ร่วมถึงการคลุมดินด้วยใบปาล์มน้ำมัน เป็นต้น เมื่อโครงสร้างได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นกล่าวคือ การเกิดเม็ดดิน (Aggregation) มากขึ้นในชั้นดิน จึงทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ความพรุนมากขึ้น การระบายน้ำและอากาศดีขึ้น แต่ดินสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ทำให้สภาพทางกายภาพของดินมีความเหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหารพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548, น.81) ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของดินที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 2 สูตร (HO-1 และ HO-2) สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น

ฟื้นฟูสภาพดินอัดแน่น และนิเวศน์ทางดินที่ไม่เหมาะสมให้ดีขึ้นพร้อม ๆ กับการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชแบบสมดุล เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมี

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 2 สูตร (HO-1และHO-2) และปุ๋ยเคมีพบว่าค่า pH ของกลุ่มปุ๋ยHO มีค่าเป็นกลางและด่างเล็กน้อย pH 7.2-7.6 ในขณะที่ปุ๋ยเคมี T3 และT4 แสดงค่าความเป็นกรดเล็กน้อย pH 6.2 ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) มีปริมาณสูงสุดในปุ๋ยเคมี (15-15-15) ซึ่งมีธาตุอาหารหลักร้อยละ 15 เท่ากัน โดยน้ำหนักส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1(HO-1) มีไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.061, 6.540 และ6.451% ตามลำดับและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2 (HO-2) มีไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 10.960, 10.302 และ10.415% ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารรองในกรรมวิธีมีปุ๋ยเคมีนั้นพบว่าไม่มีเป็นส่วนประกอบอยู่เลย แต่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1 (HO-1) มีธาตุอาหารรองแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 6.540, 1.526 และ 0.050 mg/kg ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2 (HO-2) มีธาตุอาหารรองแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 7.970, 1.628 และ 0.055 mg/kg ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารเสริม ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารเสริมที่สำคัญพบว่า ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-1 (HO-1) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร-2 (HO-2) มีธาตุเหล็ก (Fe) อยู่ในปริมาณมากที่สุดทั้ง 2 สูตร แต่ไม่พบธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมีเลยเช่นกัน ดังตารางที่ 28

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยที่แสดงออกมาเป็นไปตามเป้าหมายในการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ทั้งนี้เพราะเป็นปุ๋ยที่มุ่งเน้นให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอย่างครบถ้วนและสมดุล ส่งผลให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินไปพร้อม ๆ กับการใส่ปุ๋ย โดยการปรับสภาพดินและโครงสร้างดินให้มีความสามารถในการผลิตที่มั่นคง อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์แปลงปลูกและสิ่งแวดล้อมให้สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ปุ๋ย HO-1และ HO-2 ที่แสดงออกมา ซึ่งมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมอย่างครบถ้วน ทำให้มีค่า CEC สูงขึ้น มีสารปรับปรุงดินสามารถลดความเป็นกรด pH ให้กับดินได้ ดินมีความพรุน และร่วนซุยมากขึ้น บ่งบอกว่าโครงสร้างดินดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการวิจัยพัฒนาปุ๋ย HO เพื่อทำการทดสอบการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันของพื้นที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินไม่เหมาะสม ในชุดดินท่ายาง อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ซึ่งเป็นพื้นที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันจำนวนมาก

ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) แสดงค่าสูงสุดในการวิเคราะห์ปุ๋ย HO-2 (21.84 cmol/kg), ปุ๋ย HO-1 (21.84 cmol/kg) และปุ๋ยเคมี (10.54 cmol/kg) ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าการนำไปไฟฟ้า (EC) ที่สูงสุดในปุ๋ย HO-2 (1.57 ds/m) ปุ๋ย HO-1 (1.55 ds/m) และปุ๋ยเคมี (1.44 ds/m) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้งสองสูตร (HO-1 และ HO-2) มีธาตุอาหารอยู่เป็นจำนวนมาก ตอบสนองต่อความจำเป็นของพืช ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการพัฒนาสูตรปุ๋ย HO ในขณะที่ปุ๋ยเคมี15-15-15มีถึงแม้จะมีธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ในปริมาณสูง แต่ก็ขาดธาตุอาหารที่จำเป็นอื่น ๆ รวมถึงขาดองค์ประกอบที่จะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดินได้ จึงมีค่า CEC และ EC ต่ำกว่ากลุ่มปุ๋ย HO ดังตารางที่ 28

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปูนขาวร่วมกับกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) และร่วมกับปุ๋ยเคมี

ผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปูนขาวร่วมกับกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) และร่วมกับปุ๋ยเคมี จากผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของปุ๋ยแต่ละชนิดทางด้านความสูงต้น ขนาดลำต้น และจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงแม้กลุ่มปุ๋ย HO จะแสดงค่าสูงสุดในทุกรายการก็ตาม ผลที่แสดงออกมากล่าวได้ว่าเนื่องจากว่าปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองมีอายุ 5 ปี มีความสูงต้นอยู่ระหว่าง 5.74-6.95 เมตร และให้ผลผลิตแล้วการพัฒนาการทางด้านความสูง ลำต้นและใบ (Vegetative Phase) จึงเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ดังตารางที่ 30 โดยเฉลี่ยความสูงของต้นปาล์มจะเพิ่มขึ้นเพียงปีละ 50 เซนติเมตร เท่านั้น ซึ่งอัตราความสูงของต้นปาล์มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ปาล์มระยะการปลูก (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง, 2548, น.26) การเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้นพบว่า มีค่าสูงสุดในกลุ่มปุ๋ยHO (T5 และ T6) มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 12.86-12.97 นิ้ว/ต้น ซึ่งการขยายขนาดลำต้นในแต่ละเดือนเกิดขึ้นน้อยมาก ดังตารางที่ 31 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นลักษณะการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในระยะ 3 ปีแรก จะเป็นการพัฒนาทางด้านขนาดลำต้นอย่างรวดเร็วมากกว่าด้านความสูงโดยลำต้นจะขยายฐานให้ใหญ่ขึ้นแต่หลังจาก 3 ปี ไปแล้วการพัฒนาทางด้านลำต้นก็จะหยุดลงหรือเป็นไปอย่างช้า ๆ เพราะเป็นพืชที่ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญในระบบท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหารเหมือนกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่ว ๆ ไป (อติโรจน์ ปพัฒน์เปรมสิริ, 2560) ส่วนการเจริญทางด้านจำนวนทางใบพบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 33.3-36.2 ใบ/ต้น และแสดงค่าสูงสุดในกรรมวิธีที่ T5 ปุ๋ย HO-1

ผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) รวมกับปูนขาวนั้นส่งผลให้ปฏิกิริยาดิน (pH) ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นและปลดปล่อยธาตุอาหารได้อย่างสมดุลดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว นอกจากนั้นในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

(HO-1 และHO-2) จากองค์ประกอบของสูตรที่สามารถปรับปรุงดินได้ทั้งทางกายภาพโดยเฉพาะโครงสร้างดิน และการเพิ่มของอินทรียวัตถุและสามารถปรับปรุงสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ได้ดีไปพร้อม ๆ กับการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชได้อย่างสมดุล จึงมีผลต่อการดูดและลำเลียงธาตุอาหารขึ้นสู่ต้นพืช การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินให้ดีขึ้นก็มีส่วนช่วยทำให้ธาตุอาหารถูกใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู (2557, น.111) นอกจากนั้นการใส่ปูนขาวโดยตรงจะส่งผลให้ pH ของดินปรับระดับเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อปริมาณปูนขาวที่ใส่ลงไปนั้นเพียงพอต่อความต้องการของปูนของดิน แต่อย่างไรก็ตามการปรับสภาพดินเพียงอย่างเดียวหากบริเวณดินนั้นไม่มีธาตุอาหารอย่างสมบูรณ์ทั้งธาตุอหารหลักและธาตุอาหารรอง เช่น ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) แล้วย่อมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารหลักสำคัญของปาล์มน้ำมันที่อยู่ในช่วงให้ผลผลิตแล้วต้องการในปริมาณมาก เพราะธาตุฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับจำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ยและผลผลิตทะลาย/ต้น (สุนีย์ นิเทศพัตรพวศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส, 2538, น.164) อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณที่น้อยมากในสภาวะดินทั่วไปเมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจนและโพแทสเซียม ปกติดินจะมีฟอสฟอรัสเพียง 0.06% เนื่องจากฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548, น.295) ดังนั้น ในสภาวะที่ดินแสดงความเป็นกรดก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสให้มาอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนั้นโดยธรรมชาติแล้วธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จะเกิดเป็นสารประกอบกับธาตุอื่น ๆ ได้ทุกช่วง pH และไม่ละลาย (ตกผลึก) เป็นผลให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสถูกจำกัดและค่า pH ยังมีผลต่อรูปที่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอีกด้วย (Troeh & L.M. Thompson. 2005, p.212) ดังนั้นค่า pH ที่เหมาะสมเพื่อทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นโดยการใส่ปูนขาวเพื่อยกระดับ pH ให้สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์มากขึ้น (ศิราณี วงศ์กระจ่างและบัญชา รัตนรทู, 2557, น.107) นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากวัสดุอินทรีย์ ซากพืช และใบปาล์ม ในการคุมโคนเป็นวัสดุที่ช่วยในการปรับปรุงดินมีแนวโน้มในการช่วยลดการตรึงฟอสฟอรัสในดินได้อีกด้วยเนื่องจากการการย่อยสลายอินทรียวัตถุจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่มีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จากที่กล่าวมากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) จึงตอบโจทย์ทั้งในด้านการปรับสภาพ pH การปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างครบถ้วนและการปรับปรุงโครงสร้างดินให้มีสภาพทางกายภาพดีขึ้น ส่งเสริมการดูดธาตุอาหารของพืชให้ดียิ่งขึ้นเป็นต้น

ผลการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปูนขาวร่วมกับกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) และร่วมกับปุ๋ยเคมี

จากการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพบว่า กรรมวิธีที่ได้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2, T1 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,353, 2,952.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2 และ1,410.7 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 36 ผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่าดินในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันที่มีการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีร่วมกับการใส่ปูนขาวสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปูนขาวเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) และปุ๋ยเคมีและแล้วพบว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO-1 และHO-2) ให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมีแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติ โดยเฉพาะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) ที่มีระดับสารเป็นองค์ประกอบที่เข้มข้นกว่าปุ๋ย HO-1 จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าทั้งในด้านระดับธาตุอาหาร ประสิทธิภาพต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินและการปรับปรุงสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดินดังกล่าวแล้วข้างต้น

เมื่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นก็จะมีผลต่อการดูดธาตุอาหารของพืชให้สูงขึ้น ในขณะที่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) มีทั้งธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) และธาตุอาหารเสริม (Fe-Cu-Zn-Mn-B) อย่างครบถ้วนสมดุล พืชจึงดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นทำให้การสร้างคลอโรฟิลล์มากขึ้น การเจริญเติบโตมากขึ้นโดยเฉพาะ การสร้างจำนวนทางใบซึ่งเป็นที่อยู่ของคลอโรฟิลล์มากขึ้นทำให้การสร้างอินทรีย์สารภายในต้นพืชจากิโลกรัมระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) สูงขึ้นจึงทำให้การสะสมอินทรีย์สารมากขึ้น (Dry matter หรือ Photosynthate) จึงมีผลทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นสูงสุดด้วยเหตุนี้ กรรมวิธี T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) จึงมีองค์ประกอบผลผลิตสูงสุดอาทิ จำนวนทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนักผลสด/ทะลายและผลผลิตต่อไร่สูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตารางที่ 33–36

ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตของปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปูนขาวร่วมกับกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1 และHO-2) และร่วมกับปุ๋ยเคมี

ในด้านต้นทุนการผลิตพบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปัจจัยการผลิตมากขึ้นทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วยดังตารางที่ 38 อย่างไรก็ตามเมื่อผลผลิตเพิ่มขึ้นก็จะทำให้รายได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อขายปาล์มน้ำมัน (น้ำหนักผลสดรวมซังทะลาย) กิโลกรัมละ 5.50 บาท พบว่ากรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุดได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2 และ T1 ตามลำดับคิดเป็นมูลค่า 18,442.6, 16,236.0, 15,066.7, 14,754.3, 8,003.6 และ 7,758.85 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อนำต้นทุนการผลิตมาหักออกจากรายได้พบว่า กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ T6, T5, T3, T4, T1 และ T2 ตามลำดับคิดเป็นมูลค่ากำไรเฉลี่ย 9,933.0, 7,977.4, 6,947.5, 6,864.0, 2,856.0 และ 2,711.0 บาท/ไร่

ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมี (ดังตารางที่ 38, ภาพที่ 17) ผลที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) นั้นให้ผลผลิต รายได้ และกำไรมากกว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1) และมากกว่าปุ๋ยเคมี (15-15-15) โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) นั้น ถึงแม้จะมีราคาต้นทุนปุ๋ยเท่ากับปุ๋ยเคมี แต่ด้วยสมบัติปุ๋ยแบบองค์รวมจึงทำให้ปุ๋ยมีลักษณะที่โดดเด่นและมีประสิทธิภาพมากกว่าปุ๋ยเคมี ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้น ส่งผลทำให้มีรายได้และกำไรมากขึ้นตามไปด้วย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิเคราะห์ผลของปุ๋ยที่มีต่อสมบัติทางชีวภาพและจุลินทรีย์ดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาสูตรปุ๋ยในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการผลิตพืชให้ที่มั่นคงยิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาวัสดุคลุมโคนให้หลากหลายชนิดมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความชื้นในดิน โดยเฉพาะในช่วงที่ฤดูฝนทิ้งช่วง และเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน
3. ควรมีการวัดทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นละเอียดยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกริกชัย ธนรักษ์. (2547). การประเมินความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน. *วารสารดินและปุ๋ย,* 26, 190-203.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, และรสมาลิน ณ ระนอง. (2542). *การใช้วัสดุปูนเพื่อการเกษตรเพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ, และเมธิน ศิริวงศ์. (2540). *การจัดการดินกรดในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, รสมาลิน ณ ระนอง, สุรชัย หมื่นสังข์, ศรีชัย นิร์เทียม, จุมพล ยุวนิยม, และนงคราญ มณีวรรณ. (2541). การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัดโดยการใช้ปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *คู่มือชุดตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่าง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสภิตา คำหาญ. (2546). *แหล่งแคลเซียมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วลิสงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอบุลราชธานี.

กมลชนก ห่วงมี, วิภาวรรณ สายคำยศ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนู. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร,* 5(2), 125- 136.

กรมวิชาการเกษตร. (2548). *เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรกรและสหกรณ์. .

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2545). *ปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (ม.ป.ป). *ข้อมูลการจัดการดิน ดินเปรี้ยว.* สืบค้น 18 ธันวาคม 2559, จาก http://www.ldd.go.th/Web_Soil/Page.htm

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชวลิต รักษาริกรณ์. (2556). *อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตน้ำยางพารา*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาษี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพารา. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร,* 20(3), 18-28.

ชัยกฤษ์ มณีพงษ์. (2534). *ปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. (2547). โบรอนกับปาล์มน้ำมัน. *จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน,* 5(3), 11-13.

ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงษ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และปราณี สุวรรณรัตน์. (2551). สภาพการทำสวนและการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารดินและปุ๋ย,* 30, 12-22.

ณฐมน กันธิยะ, และศุภธิดา อ่ำทอง. (2557). ผลของชนิดของดิน ระดับความชื้นและค่า pH ของดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ. *วารสารแก่นเกษตร,* 42 (ฉบับพิเศษ 2), 314-321.

ณัชชา บูรณสิงห์. (2558). *ปาล์มน้ำมัน : ผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการผลิตไฟฟ้า.* สืบค้น 25 ธันวาคม 2558, จาก file:///C:/Users/It-Station/Downloads/Documents/hi2558-056.pdf

ณัฐกานต์ พวงช้อน. (2558). *การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสารปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 (ปีที่ 2)*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดนัย วรรณวนิช. (2546). การลดความเป็นพิษของอลูมินัมในดินกรดโดยใช้ปูนยิบซัมและอินทรียวัตถุ. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมเกียรติ สีสอง. (2548). *เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, และสมมิตร สังข์แก้ว. (2544). ผลของระดับปุ๋ย P และ K ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. *วารสารสงขลานครินทร์ วทท.,* 23 (ฉบับพิเศษ), 661-677.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์, และยงยุทธ เชื้อมงคล. (2544). การกระจายตัว สหสัมพันธ์และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. *วารสารสงขลานครินทร์,* 23 705-715.

นวรัตน์ อุดมประเสริฐ. (2558). *สรีรวิทยาของพืชภายใต้สภาวะเครียด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารี พันธุ์จินดาวรรณ, นุจรี บุญแปลง, และวรรณิศา พลัดบุญทอง. (2556). ผลของแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณธาตุอาหารและคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้. ใน *การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรในโลกที่เปลี่ยนแปลง*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บงกชกรณ์ อาณานุกร, วนิดา งามเงิน, และมาลี รัตชนะ. (2555). *การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพซุปเปอร์พด.2 เพื่อการปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพัฒนาที่ดิน จ.สุราษฎร์ธานี*. สุราษฎร์ธานี: สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี.

บุญชุม เปียแดง, วรรณา จันทร์คง, นารี สุทธปรีดา, และเกษมศรี ซับซ้อน. (2526). *ปฐพีวิทยา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรปทุมธานี.

พรทิพย์ ภาษี, วิทยา ตรีโลเกศ, เกษสุดา เดชภิมล, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2556). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง. ใน *การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรในโลกที่เปลี่ยนแปลง*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัชรี ธีรจินดาขจร. (2554). *คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมี.* ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาควิชาพืชไร่ วิทยาลัยเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ม.ป.ป). *บทปฏิบัติการที่ 18.* สืบค้น 10 กุมภาพันธ์ 2558, จาก http://agri.kps.ku.ac.th/agron/main.php?pg=chapter&et_id=18&e_id=1

ภิญโญ มีเดช, ชาย โฆรวิส, สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุทธิศักดิ์ ยังวนิชเศรษฐ, และอรพินธ์ อินทรีย์แก้ว. (2539). อิทธิพลของทะลายเปล่าปาล์มน้ำามันและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี 2539*. จันทบุรี.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). *เทคโนโลยีปุ๋ย*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). *การศึกษาความเป็นไปได้เพื่อพัฒนาและส่งเสริมประกอบอาชีพทางการเกษตร กรณีการส่งเสริมการผลิตปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุโขทัย*. (รายงานผลการวิจัย). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2547). หลักการใช้ปุ๋ยกับยางพาราและปาล์มน้ำมัน. *วารสารดินและปุ๋ย,* 26, 149-168.

ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์, และพัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์. (2557). คุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารแก่นเกษตร,* 42(ฉบับพิเศษ 1), 417-422.

รัฐศักดิ์ พลสิงห์. (2553). ปาล์มน้ำมัน เส้นทางสู่ยุคพลังงานทดแทนไบโอดีเซล. *หนังสือพิมพ์กสิกร,* 83(4), 74-91.

วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร, พิชิต พงษ์สกุล, สายทิพย์ แสงกุล, และสุจิตรา สุรภาพไมตรี. (2540). *เอกสารวิชาการทิศทางการใส่ปุ๋ยเพื่อพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยากรมวิชาการเกษตร.

ศรุตา อินทรภู่, และภูมิศักดิ์ อินทนน์. (2556). การพัฒนาน้ำหมักชีวภาพคุณภาพสูงเพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าว. ใน *การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรในโลกที่เปลี่ยนแปลง*. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฏีรัตน์, และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเบาะ. (2541). *เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน*. กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. .

ศิราณี วงศ์กระจ่าง. (2557). ผลของปูนและปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินกรด (ชุดดินคอหงส์). *วารสารแก่นเกษตร,* 42(ฉบับพิเศษ 2), 309-313.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง, และบัญชา รัตนีทู. (2557). การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนและอินทรียวัตถุ. *วารสารมหาวิทยาลัยนาราธิวาสราชครินทร์,* 6(1), 103-112.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. (2548). *เอกสารวิชาการลำดับที่ 6/2548 คู่มือปาล์มน้ำมัน.* สุราษฎร์ธานี: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 7 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สกุลรัตน์ แสนปุตะวงษ์, และสรพงค์ เบญจศรี. (2559). ศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน. *วารสารแก่นเกษตร,* 44(ฉบับพิเศษ 1), 788- 795.

สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน. (2553). *ปาล์มน้ำมัน : การปรับปรุงขยายพันธุ์การปลูกและการจัดสวน โครงการชุดความรู้ ม.อ. เล่ม 2/2553.* กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

สมาร์ท การ์เด้น. (2559). *ค่า pH มีผลต่อพืชอย่างไร*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2559, จาก https://www.thailandsmartgarden.com

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2557.* กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). *การศึกษาเศรษฐกิจสินค้าปาล์มน้ำมัน เพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน กรณีศึกษา: สาธารณรัฐอินโดนีเซียและสหพันธรัฐมาเลเซีย*. กรุงเทพฯ: สำนัก

งานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. (2557). *ลักษณะและสมบัติของชุดดินหลักในภาคกลาง*. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/INDEX.HTM

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, และชาย โฆรวิส. (2543). การจัดการธาตุอาหารในสวนปาล์มน้ำมัน. *วารสารดินและปุ๋ย,* 22, 146-162.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ภิญโญ มีเดช, สุรกิตติ ศรีกุล, และชาย โฆรวิส. (2540). *ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างธาตุโพแทสเซียมและธาตุแมกนีเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่าซึ่งปลูกในดินร่วนปนทราย* (รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540). สุราษฎร์ธานี: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร สุราษฎร์ธานี.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, และชาย โฆรวิส. (2544). ความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินอ่าวลึกและดินร่วนปนทราย. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2544.* อุบลราชธานี: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อุบลราชธานี.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และจำเป็น อ่อนทอง. (2540). อิทธิพลของธาตุ N P K และ Mg ต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินอ่าวลึก. *วารสารดินและปุ๋ย,* 13, 164-174.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส. (2543). ความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินอ่าวลึก. *วารสารดินและปุ๋ย,* 22, 117-129.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส. (2544). ชนิดและอัตราปุ๋ยฟอสเฟตที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินอ่าวลึก. *วารสารดินและปุ๋ย,* 23, 54-67.

สุนีย์ นิเทศพัตรพวศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และชาย โฆรวิส. (2538). อิทธิพลของธาตุ N, P, K และ Mg ต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินคอหงส์. *วารสารวิชาการเกษตร*, 13(3), 164-174.

สุพิศ ทองศรีนุช. (2541). *อิทธิพลของปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผลของปาล์มน้ำมัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, และเกริกชัย ธนวักษ์. (2548). *เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. *วารสารแก่นเกษตร*, 40(4), 105-109.

อเนก ลิ่มศรีวิไล. (2554). ความสำคัญของการพัฒนาปาล์มน้ำมัน: เพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิตของพลังงานทดแทน. *วารสารแก่นเกษตร,* 39(ฉบับพิเศษ2), 31-34.

อติโรจน์ ปพัฒน์เปรมสิริ. (2560). *โครงสร้างพืช (plant structure).* สืบค้น 15 สิงหาคม 2560, จาก http://www.scimath.org/lesson-biology/item/7039-plant-structure

อรรัตน์ วงศ์ศรี, และศิริชัย มามีวัฒนะ. (2548). *เอกสารวิชาการ ปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรัญญ์ ขันติยวิชย์, อุชฎา สุขจันทร์, และวิสุทธิ์ กีปทอง. (2553). *การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในภาวการณ์ควบคุมน้ำและธาตุอาหาร* (รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี 2553 เล่ม 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และสถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และนิทัศน์ สองศรี. (2552). สหสัมพันธ์อิทธิพลทางตรงและอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน(Elaeis guineensis Jacq.). *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,* 40, 25-34.

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์, จำเป็น อ่อนทอง, และชัยรัตน์ นิลนนท์. (2545). ผลของความเป็นกรดเป็นด่างของดินและจุลธาตุบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารพืชในยางพารา. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า,* 32(3), 36-44.

A. Läuchli, & S.R. Grattan. (2012). *Soil pH Extremes*. United Kingdom: Plant Stress Physiology CAB International. Wallingford.

Brady, N. C. (1974). *The Nature and properties of Soil, 8th Edition*. New York: Macmillan Publishing

Broschat, T. K. (2007). Boron deficiency symptoms in palms. *Palms,* 51(3), 115-126.

Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2003). *The Oil Palm. (4th Edition)*. Oxford: Blackwell Publishing.

Fairhurst, T. H., Mutert., E. (1999). The oil palm - fact file. *Better Crops International.,* 13(1), 28-29.

Jourdan, C., & Rey, H. (1997). Architecture and development of the oil-palm (Elaeis guineensis Jacq.) root system. *Plant and soil,* 189, 33-48.

Khayyat, M., Tafazoli, E., Eshghi, S., & Rajaee, S. (2007). Effect of nitrogen boron potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of data palm. *American-Eurasian Agriculture and Environmental Sciences,* 2(3), 289-296.

Lehmann, J., J. P. da Silva Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. Zech, & B. Glaser. (2003). Nutrient

availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and soil,* 249(2), 343–357.

Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants 2nd Edition*. New York: Academic Press.

Rankine, I., & Fairhurst, T. H. (1999). Management of phosphorus potassium and magnesium in mature oil palm. *Better Corps International,* 13(1), 10-15.

Saleem, M., Khanif, Y. M., Ishak, F., Samsuri, A. W., & Hafeez, B. (2011). Importance of Boron for Agriculture Productivity: A Review *Agricultural Science and Soil Science,* 1(18), 293-300.

Troeh, F. R., & L.M. Thompson. (2005). *Soils and Soil Fertility,* 6th *Edition*. Blackwell Publishing: United States of America.

Von Uexkull, H. R., & Mutert, E. (1995). Global extent, development and economic impact of acid soil. *Plant and soil,* 171, 1-15.

Vose, P. B. (1982). Iron nutrition in plants: a world overview. *Plant Nutrition,* 5(4-7), 233-249.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน

การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ดิน : น้ำ อัตรา 1:1

อุปกรณ์

1. เครื่อง pH meter
2. เครื่องชั่ง
3. บีกเกอร์ขนาด 50 ml
4. แท่งแก้วคนสาร
5. กระบอกฉีดน้ำ
6. ช้อนตวง
7. กระบอกตวง 25 ml

สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ pH 7

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดินตัวอย่าง 10g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 ml
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 10ml ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันหลายๆครั้งตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที
3. นำสารละลายดินไปวัด pH ด้วยเครื่องวัด pH

ตารางที่ 40 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดด่างของดิน

ระดับ	ช่วง pH water, 1:1
เป็นกรดที่มีความรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก(very strongly alkaline)	>9.0

การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

อุปกรณ์

1. Balance
2. Graduate pipet 10 ml
3. volumetric pipet 10,20 ml
4. Beaker 50, 100, 500, 1,000, 5,000 ml
5. Erlenmeyer flask 125 ml
6. Volumetric flask 100, 1,000 ml
7. Funnel
8. Cylinder 20 ml
9. stirring rod
10. Burette 50 ml
11. wash bottle
12. Hot plate
13. Desiccator
14. Digestion apparatus
15. Distillation apparatus

สารเคมี

1. Mixed indicator
2. 2% H_3BO_3-indicator solution
3. catalyst mixture
4. 40%NaOH
5. Std.0.005N H_2SO_4
6. Std. 100 ppm NH^{4+}

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 2g ใส่ Kjeldahl digestion flask
2. เติม catalyst mixture ประมาณ 1 g

3. เติม 10 ml conc. H_2SO_4 เข้าเตาอบย่อย 360 °C จนกระทั่งสารละลายไม่มีสีและส่วนดินมีสีขาว

4. ทำ back โดยใช้ catalyst mixture 1 g และเติม 10 ml conc. H_2SO_4 นำไปย่อย

5. ปิดเครื่องทิ้งให้เย็นแล้วนำออกจากเตา

6. เติมน้ำกลั่น 10 ml แล้วนำมาปรับปริมาตรโดยเทสารละลายตัวอย่างผ่านกรวยลงใน Volumetric flask 100 ml ใช้น้ำกลั่นฉีดล้าง digestion flask ทีละน้อย ๆ 3-4 รอบแล้วทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดพลาสติก

7. ขั้นตอนในการกลั่นตัวอย่างทำได้โดย pipet สารละลายตัวอย่าง 20 ml ใส่ distillation flask เติมสารละลาย 40% NaOH 10 ml เข้าเครื่องกลั่น

8. นำ Erlenmeyer flask 125 ml มี 2% H_3BO_3-indicator 10 ml รอง condenser ของเครื่องกลั่นโดยใช้ปลายของ condenser จุ่มลงใน H_3BO_3-indicator

9. กลั่นจนปริมาตรของสารละลายใน Erlenmeyer flask ที่รองรับใต้ condenser มีปริมาตรประมาณ 75 ml

10. นำสารละลายที่กลั่นไป titrate กับ std. 0.005 N H_2SO_4 ที่จุดยุติได้สารละลายสีม่วง-แดงจดปริมาณของ std. 0.005N H_2SO_4 ที่ใช้ คำนวณ Total N

สูตรคำนวณ

$$\text{Total N(\%)} = \frac{0.014x\ (A - B) \times C \times D \times 100}{\text{Aliq (ml)} \times \text{wt. of soil (g)}}$$

$$\text{Total N(\%)} = 0.014x\ (A - B) \times C \times D \times 100$$

A = ml std. H_2SO_4 sample

B = ml std. H_2SO_4 Black

C = N std H_2SO_4

D = Final volume (ml)

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P) โดยวิธี Bray II

อุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 50 ml
2. Test tube
3. Filter paper No.5; 11 cm
4. Pipette
5. Auto dilutor
6. Volumetric flask 50, 1,000 ml
7. Beaker 1,000 ml
8. Spectrophotometer

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด Bray II (0.03 *N* NH_4F, 0.1 *N* HCl) ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (ammonium fluoride, NH_4F) 11.10 กรัม ในน้ำกลั่น 8ลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl) ลงไป 86 มิลลิลิตร แล้วปรับให้มีปริมาตร 10 ลิตร ปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 1.5-1.6

2. Stock solution (Reagent A : Sulfuric-molybdate-tartrate solution) ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate, $[(NH_4)6Mo_7O_{24}.4H_2O]$) 50 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท (antimony potassium tartrate, $KSbO.C_4H_4O_6$) 1.213 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร (ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นแต่ต้องไม่เกิน 60 °C) เมื่อละลายเข้ากันดีแล้ว เทใส่ในบีกเกอร์ที่ใส่แอมโมเนียมโมลิบเดต คนให้เข้ากันอีกครั้ง ค่อยๆเติมกรดซัลฟูริกเข้นข้น (conc. H_2SO_4) 700มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เทลงในขวด Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เทเก็บไว้ในขวด polyethylene หรือ ขวด pyrex สีน้ำตาลและเก็บไว้ในที่มืดและเย็น น้ำยานี้ทิ้งไว้ได้นาน 6 เดือน

3. น้ำยา develop สี (Working solution, Reagent B) ละลาย ascorbic acid 1.76 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 1,600 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ข้อ (2) ลงไป 40 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาตร 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำมาใช้ สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 มก./กิโลกรัม P ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4 ที่อบให้แห้งที่ 40 °C นาน 2 ชั่วโมง)

0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นพอสมควร ปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก 1-2 หยด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

5. นำสารละลายมาตรฐาน ข้อ (4) มาทำ standard set ให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 15 มก./กิโลกรัม P ด้วยน้ำยาสกัด

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างดิน1.0 กรัมใส่ในขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำยา Bray II 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง No.5 ขนาด 11.0 cm.

3. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ในข้อ (2) อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่าโดยใช้ Auto-dilutor)ลงในหลอดแก้วทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร

4. ทำ blank และชุดของสารละลายมาตรฐาน (standard set) เช่นเดียวกับข้อ (3)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดินตัวอย่างดิน 1.0 g ใส่ Erlenmeyer flask 50 ml

2. เติมสารสกัด Bray II 10 ml เขย่า 1 นาที กรองด้วย Filter paper No.5; 11 cm

3. ปิเปตสารสกัด สกัด Bray II อัตรา 1 ส่วน : working solution 16 ส่วน ลงใน Test tube ทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมงนำไปอ่านค่าความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ช่วงคลื่น 882 Nanometre

4. ทำ black และชุดของเครื่องละลายมาตรฐาน เช่นเดียวกับข้อ 3

สูตรคำนวณ

$$\text{Available P} = \frac{B \times DF(\text{sample}) \times X}{A \times}$$

$$\text{Available P} = B \times DF(\text{sample}) \times X$$

A = น้ำยาสกัดตัวอย่างดิน (g)

B = น้ำยาสกัด (ml)

X = ค่าที่อ่านได้เมื่อวัดกับ standard set

DF = อัตราส่วนที่เจือจาง

หากไม่มีการเจือจาง

$$\text{Available P} = \frac{B \times X}{A}$$

$$\text{Available P} = B \times X$$

การวิเคราะห์หา โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

อุปกรณ์

1. Balance
2. Beaker 50, 100,600 ml
3. Cylinder 50, 100 ml
4. Erlenmeyer flask 250 ml, Rubber stopper
5. pipet 1 ml
6. Volumetric pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10, 50 ml
7. Volumetric flask 100, 1,000 ml
8. Funnel ; dia. 75 mm & Support
9. Filter paper No.5; dia. 125 mm
10. Shaker
11. Desiccator
12. Flame photometer
13. Atomic absorption spectrophotometer

สารเคมี

1. 1N NH_4 OAc pH 7
2. Stock standard solution
   2.1 Std. 1000 ppm K
   2.2 Std. 1000 ppm Ca
   2.3 Std. 1000 ppm Mg
3. Lanthanum solution (1000 ppm)
4. Intermediate standard solution (100 ppm)
5. Working standard solutions
   5.1 K : 0-2-4-6-8-10 ppm
   5.2 Ca : 0-1-2-3-4-5 ppm
   5.3 Mg: 0-0.2-0.4-0.6-0.8-1.0 ppm

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 5 g ใส่ลงใน Erlenmeyer flask 250 ml
2. pipet น้ำยาสกัด 1N NH4 OAc pH 7 50 ml ใส่ลงในตัวอย่างดิน
3. เปิดจุกยางเขย่าด้วยเครื่อง 30 นาที นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง No.5 เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก
4. นำสารที่กรองได้ไปทำการวัดความเข้มข้นของ K Ca และ Mg โดยเปรียบเทียบกับ working standards ด้วย Atomic absorption spectrophotometer

สูตรคำนวณ

$$\text{Exch. K/Ca/Mg} = \frac{\text{ppm}}{\text{form curve}} \times \frac{\text{Extract ant (ml)}}{\text{Wt. of soil (g)}} \times \frac{\text{Final volume (ml)}}{\text{Aliq (ml)}}$$

Exch. K/Ca/Mg = Extract ant (ml)

การวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

อุปกรณ์

1. Balance
2. Beaker 50, 100, 300 ml
3. Erlenmeyer flask 250 ml, Rubber stopper
4. Volumetric pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10, 50 ml
5. Volumetric flask 25, 100 1,000 ml
6. Graduate pipet 5 ml
7. Funnel ; dia. 75 mm & Support
8. Filter paper No.2; dia. 125 mm
9. Wash bottle
10. Desiccator
11. Shaker
12. spectrophotometer

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด Sulfur (500 ppm P)
2. Gelatin-$BaCl_2$ solution
3. Std. 1000 ppm S
4. Intermidiate standard solution (50 ppm S)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 10 g ใส่ .Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml
2. Pipet น้ำยาสกัด Sulfur 50 ml ใส่ตัวอย่างดิน
3. ปิดด้วยจุกยาง เขย่าด้วยเครื่อง 30 นาที
4. กรองตัวอย่างโดยใช้กระดาษกรอง No.2 เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก
5. Pipet สารละลายตัวอย่าง 10 ml ใส่ Volumetric flask ขนาด 25 ml
6. เติม Gelatin-BaCl2 solution 1 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
7. ปิดจุกเขย่าสารละลายให้เข้าใจจะได้สารละลายที่มีสีขาวขุน
8. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

9. นำมาวัดความเข้มข้นด้วย spectrophotometer ใช้ wave length 420 nm

10. เตรียม Working standard0-2-4-6-8-10 ppm S โดย pipet std.50 ppm S ปริมาตร 0-1-2-3-4-5 ml ใส่ Volumetric flask ขนาด 25 ml เติมน้ำยาสกัด 5 ml

สูตรคำนวณ

$$\text{Exch. S} = \frac{\text{ppm}}{\text{form curve}} \times \frac{\text{Extract ant (ml)}}{\text{Wt. of soil (g)}} \times \frac{\text{Final volume (ml)}}{\text{Aliq}}$$

$$\text{Exch. S} = \text{Extract ant (ml)}$$

การวิเคราะห์หา เหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสี ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

อุปกรณ์

1. Balance
2. Beaker 25, 50, 250 ml
3. Erlenmeyer flask 125 ml, Rubber stopper
4. Funnel; dia. 75 mm & Support
5. Automatic Pipet 1 ml
6. Volumetric pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10, 50 ml
7. Volumetric flask 100 1,000 ml
8. Filter paper No.5; dia. 125 mm
9. Wash bottle
10. Desiccator
11. Shaker
12. Atomic absorption spectrophotometer

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด 0.005 M DTPA pH 7.3
2. Stock standard solution
   - 2.1 Std. 1000 ppm Fe
   - 2.2 Std. 1000 ppm Mn
   - 2.3 Std. 1000 ppm Cu
   - 2.4 Std. 1000 ppm Zn
3. Intermidiate standard solution (100 ppm)
4. Working standard solutions
   - 4.1 Fe : 0-2-4-6-8-10 ppm
   - 4.2 Mn : 0-1-2-3-4-5 ppm
   - 4.3 Cu : 0-1-2-3-4-5 ppm
   - 4.4 Zn : 0-0.5-1-1.5-2-2.5 ppm

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 10 g ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 125 ml
2. Pipet น้ำยาสกัด (0.005 M DTPA pH 7.3) ใส่ตัวอย่างดิน
3. ปิดด้วยจุกยาง เขย่าด้วยเครื่อง 2 ชั่วโมง
4. กรองตัวอย่างโดยใช้กระดาษกรอง No.5 เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก
5. วัดความเข้มข้นของ Fe, Mn, Cu และ Zn ด้วย Atomic absorption spectrophotometer เปรียบเทียบกับ working standards โดยใช้ wave length

สูตรคำนวณ

$$\text{Exch. Fe/Mn/Cu/Zn} = \frac{\text{ppm}}{\text{form curve}} \times \frac{\text{Extract ant (ml)}}{\text{Wt. of soil (g)}} \times \frac{\text{Final volume (ml)}}{\text{Aliq.}}$$

$$\text{Exch. Fe/Mn/Cu/Zn} = \text{Extract ant (ml)}$$

วิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter : OM)

การวิเคราะห์ปริมาณของอินทรียวัตถุในดินนิยมใช้วิธีของ Walkley และ Black ซึ่งมีหลักกิโลกรัมดังนี้คือ

1. ใช้ oxidizingagent ($K_2Cr_2O_7$) ที่มากเกินพอทำปฏิกิริยากับ reducing agent ที่มีอยู่ในดินจนหมดซึ่งในที่นี้หมายถึงอินทรีย์คาร์บอน
2. reducing agent ($FeSO_4.7H_2O$ or $Fe(NH_4)_2(SO4)_2.6H_2O$) ทำปฏิกิริยากับ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือ
3. ทำ blank อีกครั้งโดยไม่รวมดินตัวอย่าง
4. ปริมาณของ $FeSO_4$ ที่ทำปฏิกิริยากับ $K_2Cr_2O_7$ ใน blank จะนำมาคำนวณความเข้มข้นที่แท้จริงของ $FeSO_4$
5. เนื่องจากปริมาณของ easily oxidizable material ที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นเพียงการวัด reducing power ของดิน

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท (Potassium dichromate) 1N โพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) อบที่ 105°C 98.0 g ละลายในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาณ 2L
2. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulphate) 0.5 N เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต [$Fe(NH_4)_2(SO4)_2.6H_2O$] 400 g ละลายในน้ำกลั่นพอสมควรเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป50 mL ทำให้มีปริมาตร 2L
3. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์ 0.025M เฟอร์รัสซัลเฟต [$FeSO_4.7H_2O$] 0.7 g และออร์โทฟีแนนโทรลีน 1.48 g ละลายในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาณ 100 mL
4. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 g ใส่ในขวดชมพู่ ขนาด 250 mL
2. ปิเปตต์ สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท1 N 10 mL
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 mL เขย่าขวดแก้วเบาๆเป็นเวลา 1-2 นาทีตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
4. เติมน้ำกลั่น ประมาณ 50 mL ทิ้งไว้ให้เย็น
5. หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟีแนนโทรลีน 5 หยด

6. ไทเทรตด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 N เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

7. บันทึกปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมท และเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้

8. ทำ Blank เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ดิน

สูตรคำนวณ

$$\% \text{ organic carbon (O.C.)} = \frac{10 \text{ X (B-S) X } 100 \text{ X } 3 \text{ X } 100 \text{ X N}}{\text{B X } 77 \text{ X } 1000 \text{ X}}$$

$$\% \text{ organic carbon (O.C.)} = 10 \text{ X (B-S) X } 100 \text{ X } 3 \text{ X } 100 \text{ X N}$$

$$\% \text{ organic matter (O.M.)} = \frac{10 \text{ X (B-S) X } 100 \text{ X } 100 \text{ X } 3 \text{ X } 100 \text{ X N}}{\text{B X } 77 \text{ X } 58 \text{ X } 1000 \text{ X}}$$

$$\% \text{ organic matter (O.M.)} = 10 \text{ X (B-S) X } 100 \text{ X } 100 \text{ X } 3 \text{ X } 100 \text{ X N}$$

$$\% \text{ (OM)} = \% \text{ O.C. X } 1.724$$

$$\% \text{ (OM)} = \% \text{ O.C. X } 1.724$$

N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท

B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับ Blank (mL)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน

W = น้ำหนักดิน (g)

ตารางที่ 41 ระดับอินทรียวัตถุ (organic matter)

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก(VL)	< 0.5
ต่ำ(L)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ(ML)	1.0-1.5
ปานกลาง(M)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง(MH)	2.5-3.5
สูง(H)	3.5-4.5
สูงมาก(VH)	>4.5

การวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

อุปกรณ์

1. ขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มล.
2. ขวดกรอง (Filtering flask) ขนาด 500 มล.
3. ขวดกลั่น (Kjeldahl flask) ขนาด 800 มล.
4. ขวดพลาสติกทนกรดทนด่างขนาด 10 และ 20 ลิตร
5. กรวยบุชเนอร์ (Buchner funnel)
6. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5
7. เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)
8. เครื่องกลั่น (Distillation apparatus)
9. บิวเรต (Burette) ขนาด 50 มล.
10. เครื่องกวน (Magnetic stirrer)

สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรท (NH_4OAc) 1M pH 7.0
2. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1 M pH 7.0
3. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.25 M
4. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 10 % acidified
5. เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) 95 %
6. สารละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 3 %
7. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator solution)
8. สารละลายฟีนอลฟทาลีน (phenolphthalein) 1 %
9. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) 0.10 M
10. สารละลายกรดเกลือหรือกรดไฮโดรริก (HCl) 0.1 M
11. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 M
12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 %
13. โพแตสเซียมไฮโดรเจนพะทาเลท (Potassium hydrogen phthalate)

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรท (Ammonium acetate, NH_4OAc) 1M pH 7.0 เตรียมโดยใส่น้ำกลั่นประมาณ 16 ลิตรในขวดพลาสติกทนกรดทนด่างขนาด 20 ลิตร เติมกรดกลาเชียลอะซิติก (glacial acetic acid, 99.5 %) 1,136 มล. และสารละลายแอมโมเนีย (NH_3 solution, NH_4OH, 25 %) 1,500 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรประมาณ 19 ลิตร ผสมน้ำยาทั้งสองให้เข้ากัน ปรับ pH ของน้ำยาให้เป็น pH 7.0 โดยใช้สารละลายแอมโมเนียหรือกรดกลาเชียลกรดอะซิติก แล้วจึงปรับปริมาตรให้เป็น 20 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium chloride, NH_4Cl) 1 M pH 7.0 ละลาย NH_4Cl 1 กิโลกรัม ในน้ำกลั่น 18 ลิตร ปรับ pH เป็น 7.0 ด้วย NH_3 solution หรือ กรด HCl แล้วจึงเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 19 ลิตร

3. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.25 M pH 7.0 ตวง 2.5 ลิตร. NH_4Cl 1 M (สารละลายข้อ 2) ใส่ในน้ำกลั่น 7 ลิตร แล้วปรับ pH เป็น 7.0 แล้วจึงปรับปริมาตรเป็น 10 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl) 10 % acidified เตรียมโดยละลาย NaCl 2กิโลกรัม ในน้ำกลั่น 18 ลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 8.35 มล. คนให้ละลาย แล้วทำให้เป็น 20 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

5. สารละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 3 % ค่อยๆ ละลายกรดบอลิก 600 กรัม ในน้ำกลั่นอุณหภูมิประมาณ 50 – 60 0C จนกรดบอริกละลายหมด จึงปรับปริมาตรทั้งหมดเป็น 20 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

6. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator solution) ละลายโบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) 0.22 กรัม และเมทธิลเรด (methyl red) 0.075 กรัม ใน 95 % เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 96 มล. ที่ใส่ 3.5 มล. ของ 0.1 M NaOH ไว้แล้ว

7. สารละลายฟีนอลฟทาลีน (phenolphthalein) 1 % ละลายฟีนอลฟทาลีน 1 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มล.

8. สารละลายกรดเกลือหรือกรดไฮโดรริก (HCl) 0.1 M เจือจางกรดเกลือเข้มข้น 82.7 มล. ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 10 ลิตร

9. สารละลาย $AgNO_3$ 0.1 M ละลายซิลเวอร์ไนเตรท 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. เก็บสารละลายนี้ในขวดสีชา

10. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 M ละลาย NaOH 40 กรัม ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 10 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

11. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 % ละลาย NaOH 4 กิโลกรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 10 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

12. การ Standardization NaOH ด้วยโพแตสเซียมไฮโดรเจนพะทาเลท (potassium hydrogen phthalate) ชั่งโพแตสเซียมไฮโดรเจนพะทาเลท (Potassium hydrogen phthalate, KHP, [C_6H_4 (COOK) COOH], น้ำหนักกิโลกรัมรัมสมมูลย์ 204.23 กรัม) ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ^{0}C ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ประมาณ 0.4 กรัม บันทึกน้ำหนัก KHP ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 125 มล. เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 มล. เขย่าจนละลายหมดจึงไปไตเตรทกับสารละลาย 0.1 M NaOH ที่เตรียมไว้ในข้อ 8 โดยเติม 1 % phenolphthalein 2 - 3 หยด ไตเตรทจนสารละลายเปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีชมพูซึ่งเป็นจุดยุติ (end point) คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย NaOH จากสูตร

$$\text{Normality ของ NaOH} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของโพแตสเซียมไฮโดรเจน x 1000}}{\text{น้ำหนักกิโลกรัมกรัมสมมูลย์ของกรด KHP x ปริมาตรของNaOH}}$$

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ใน ขวดชมพู่ ขนาด 125 มล. เติม 1 M pH 7.0 NH_4OAc 50 มล. เขย่าให้เข้ากันดี ทิ้งไว้ค้างคืน

2. นำมากรองโดยใช้กรวยบุชเนอร์ (Buchner funnel) ต่อเข้ากับขวดกรอง ใช้กระดาษกรอง Whatman No. 5 จำนวน 1 แผ่น (หรือใช้ No. 42 จำนวน 1 แผ่น หรือ No. 1 จำนวน 2 แผ่นแทนกันได้) ล้างตัวอย่างดินด้วย 1 M NH_4OAc pH 7.0 ทีละน้อยหลาย ๆ ครั้ง จนได้ปริมาตรเกือบ 100 มล. นำสารละลายที่กรองได้นี้ถ่ายใส่ Volumetric flask แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. เก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณ exchangeable cations Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+ และ K^+ ต่อไป

3. ล้างตัวอย่างดินในกรวยบุชเนอร์ ในข้อ.2 ต่อด้วย 1 M NH_4OAc pH 7.0 อีก 5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 20 มล.

4. ล้างตัวอย่างดินต่อด้วย 1 M NH4Cl pH 7.0 5 ครั้ง ๆ ละ 20 มล.

5. ล้างตัวอย่างดินต่อด้วย 0.25 M NH_4Cl pH 7.0 ประมาณ 20 มล. 1 ครั้ง

6. ล้างด้วย ethyl alcohol 95 % อีก 5 - 6 ครั้ง ๆ ประมาณ 20 มล. ทุกครั้งที่ล้างใช้กระบอกฉีด ฉีดล้างตัวอย่างดินที่อาจติดค้างอยู่ที่ปาก buchner funnel ให้ลงไปรวมอยู่ในกรวยให้หมด สารละลายที่ได้จากข้อ 3 - ข้อ 6 เททิ้งไป การล้างด้วย alcohol เพื่อล้างแอมโมเนียมส่วนเกินที่ดินไม่ได้แลกเปลี่ยนออกให้หมด ซึ่งทดสอบได้จากปริมาณคลอไรด์ไม่มีหลงเหลืออยู่ในดิน โดยหยดสารละลาย $AgNO_3$ 0.1 M 1 - 2 หยด ลงในสารละลายที่รองรับมาจาก buchner funnel โดยตรงยังไม่ได้หยดลงสู่ขวดกรอง ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้นแสดงว่ายังล้างแอมโมเนียมไม่หมด

ต้องล้างตัวอย่างดินด้วย ethyl alcohol 95 % ต่อไปอีก แล้วทดสอบคลอไรด์ใหม่ดังที่กล่าวมาแล้ว จนไม่มีตะกอนสีขาวนั่นแสดงว่าล้างแอมโมเนียมหมดแล้ว)

7. เปลี่ยนขวดกรองใหม่สำหรับรองรับสารละลายใหม่ ล้างตัวอย่างดินที่ยังอยู่ในกรวยบุชเนอร์ ในข้อ 6 ด้วย acidified NaCl 10 % แต่ละครั้งที่ล้างให้ใส่สารละลาย NaCl ให้ท่วมตัวอย่างดินจนกระทั่งได้สารลายที่กรองได้ (leachate) ประมาณ 300-350 มล.

8. ถ่ายได้สารลายที่กรองได้ใส่ในขวดกลั่น ล้างขวดกรองด้วยน้ำกลั่นและเทน้ำที่ล้างรวมลงไปในขวดกลั่น

9. นำขวดกลั่นไปกลั่น โดยเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 % ลงไปในขวดกลั่นให้มากเกินพอ (ประมาณ 30 มล.) โดยมีสารละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 3% ประมาณ 30 มล. ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 500 มล.คอยรองรับสารละลายที่กลั่นออกมาได้ และในสารละลายกรดบอริกนี้ใส่อินดิเคเตอร์ผสมประมาณ 5 หยด ใช้เวลากลั่น ประมาณ 40 - 45 นาที หรือจนกลั่นได้สารละลายประมาณ 250-275 มล.

10. นำสารละลายที่กลั่นได้ในขวดชมพู่ที่รองรับไปไตเตรทกับสารละลายกรดเกลือ 0.1 N จุดยุติ คือ สีของอินดิเคเตอร์ในสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง บันทึกปริมาตรของกรดเกลือที่ใช้ไตเตรท แล้วนำมาคำนวณค่า CEC

11. นำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10 % ที่ใช้ล้างดินมากลั่นเป็น Blank โดยทำเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน

สูตรคำนวณ

$$\text{CEC (cmol/kg)} = \frac{(T - B) \times N \times 100 \times AD / OD}{\text{Sample wt. (gm.)}}$$

T = ปริมาตรกรดเกลือที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างดิน

B = ปริมาตรกรดเกลือที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือมีหน่วยเป็นนอร์มัลลิตี (normality)

AD/OD = อัตราส่วนน้ำหนักดินกับดินอบแห้ง (airdried / oven - dried ratio)

ตารางที่ 42 ระดับการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

CEC, cmol/kg	ระดับ
< 5	ต่ำมาก
5 – 15	ต่ำ
15 – 25	ปานกลาง
25 – 40	สูง
> 40	สูงมาก

การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC)

อุปกรณ์

1. Balance
2. Beaker 25, 50, 100 ml
3. Plastic beaker 500 ml
4. Volumetric flask 1,000 ml
5. Spatula
6. Stirring rod
7. Wash bottle
8. Cylinder 50 ml
9. Buchner funnel
10. Suction flask
11. Vacuum pump
12. Thermometer
13. Conductivity meter

สารเคมี

1. 0.01 N KCl

วิธีวิเคราะห์

1. ตักดิน 300-400 g ใส่ Beaker พลาสติกขนาด 500 ml
2. ค่อยๆฉีดน้ำลงไปคนดินด้วย spatula จนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ
3. ถ่ายดินที่อิ่มตัวใส่ใน Buchner funnel ที่มี Suction flask รองรับ
4. เปิด Vacuum pump เพื่อดูดสารส่วนที่เป็นของเหลวดินออกมา
5. นำของเหลวไปวัดค่า Conductivity meter ทำการ calibrate เครื่องด้วย 0.01 N KCl

ตารางที่ 43 ค่าคงที่ในการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าคงที่
15	1.25
16	1.22
17	1.19
18	1.16
19	1.14
20	1.11
21	1.09
22	1.06
23	1.04
24	1.02
25	1.00
26	0.98
27	0.96
28	0.94
29	0.93
30	0.91
31	0.89
32	0.87
33	0.86
34	0.84
35	0.83

ภาคผนวก ข
วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ย

การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total N)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ตู้ดูดควัน (Hood)
3. เครื่องย่อยของเคลดาล (Kjeldahl digestion apparatus) หรือเตาย่อยชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะสี่เหลี่ยมมีช่องบรรจุหลอด (Digestion block หรือ heat block)
4. เครื่องกลั่นของเคลดาล (Kjeldahl distillation apparatus)
5. หลอดแก้ว (Distilling unit)
6. หลอดแก้ว Kjeldahl flask ขนาด 800 ml หรือ หลอดแก้ว Digestion tube ขนาด 250 ml
7. ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 ml หรือ 250 ml
8. บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml
9. ปิเปต (Pipette) หรือ กระบอกตวง (Cylinder)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
2. เกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Commercial grade NaOH) อัตราส่วน 1:1 เตรียมจากเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กิโลกรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ A.R.grade 40 % เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
3. กรดบอริก (Boric acid) 3 % เตรียมจากิโลกรัมรดบอริก 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 ลิตร
4. สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) ประกอบด้วย 3.5 กรัม ของ K_2SO_4 และ 3.5 มก. ของ Se หรือ Mixed catalyst ที่ประกอบด้วย K_2SO_4, $CuSO_4 \cdot 10H_2O$ และ Se ในอัตราส่วน 100:10:1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) เตรียมได้จากการละลาย 0.22 กรัม bromocresol green และ 0.075 กรัม methyl red ละลายใน 95% ethyl alcohol จำนวน 96 มล. เติม NaOH 0.1 M ปริมาตร 3.5 มล. ผสมเข้าด้วยกัน
6. สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 M เตรียมโดย ไทเทรตกับสารละลายด่างที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนโดยสารละลายด่างได้ถูก standardize ด้วย potassium acid phthalate สูตรโมเลกุล $KHC_8H_4O_4$ มีความบริสุทธิ์สูงมาก เกือบไม่ดูดความชื้นเลยเป็น primary standard

ควรอบให้แห้งด้วยการอบที่ 120°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ phenolphthalein เป็นindicator หรืออาจเตรียมโดย ไทเทรตกับ $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใช้ methyl red เป็น indicator

วิธีวิเคราะห์

การย่อยสลาย (digestion)

1. ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5-1.00 กรัม (ผ่านการอบที่ 65- 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 ml หรือหลอดย่อย digestion tube ขนาด 250 มล. เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด

2. เติม conc. H_2SO_4 20 มล. ลงใน Kjeldahl flask หรือ 15 ml ลงในหลอดแก้ว

3. ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) โดยวิธีเดียวกัน

4. นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus ใช้อุณหภูมิประมาณ100°C– 250°C–400°C หรือ digestion block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400°C จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

การกลั่น (distillation)

1. เครื่อง Kjeldahl : ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มล. ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล. หยด Mixed indicator 4-5 หยด นำไปวางรองรับ distillate จากเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริก แล้วเติมสารละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1:1) จำนวน 50 มล. ลงใน Kjeldahl flask ที่มีสารละลายตัวอย่าง ทำการกลั่น (ประมาณ 1 ชม.) จนได้ปริมาตร 250 มล. แล้วนำไปไทเทรต

2. เครื่องกลั่นสำหรับ block : ใส่สารละลายกรดบอริก 25 มล. ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml หยดMixed indicator 4-5 หยด ในทำนองเดียวกันเติมสารละลายด่าง (NaOH 40%) ลงในหลอดแก้ว ที่มีสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มล. จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 มล. ใช้เวลาประมาณ 7-10 นาที แล้วนำไปไทเทรต

การไทเทรต

ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย HCl มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 Mจนกระทั่งสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีม่วง (purple) คือจุดยุติ (end point) ไทเทรต blank ในทำนองเดียวกัน

สูตรคำนวณ

$$\% N = \frac{(a-b)c \times 1.401}{G}$$

a = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

b = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรต blank

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (molar)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำหมักชีวภาพ วิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน แต่จะต้องเขย่า แล้วใช้กระบอกตวง ตวงสารตัวอย่างประมาณ 2-5 มล. (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพนั้น) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนต่อไป

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Total P)

อุปกรณ์

1. UV-Spectrophotometer
2. Hot plate
3. เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ขวดปริมาตร (volumetric flask) 25 mL และ 1000 mL
5. กระบอกตวง (cylinder)

สารเคมี

1. น้ำยาที่ทำให้เกิดสี ammonium vanadomlybdate หรือ Barton is reagent

1.1 น้ำยา A เตรียมจากสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 25 g ในน้ำกลั่น 400 ml

1.2 น้ำยา B เตรียมจากแอมโมเนียมเมตาวานาเดท 1.25 g ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 ml ทิ้งให้เย็นเติมกรด HNO_3 เข้มข้น ลงไป 250 ml นำ A และ B มาผสมกันปรับปริมาตร 1 L

2. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Std. P) 50 mg/L

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียม working standard โดยปิเปต 0 1 2 3 และ 4 ml จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 mg/L ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 ml เติม Barton 5 ml ปรับให้เป็น 25 ml เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0 2 4 6 และ 8 mg/L

2. เตรียมสารละลายตัวอย่าง ดูดสารละลายตัวอย่าง 5 ml ที่ผ่านการย่อยลงใน volumetric flask ขนาด 25 ml เติม Barton 5 ml ปรับให้เป็น 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

3. อุ่นเครื่อง UV-Spectrophotometer 30 นาที ตั้ง wave length 420 nm. ทำ Standard curve จาก working standard 0 2 4 6 และ 8 mg/L ก่อนแล้วจึงวัด blank

4. วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ความเข้มของสีจะตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง

สูตรคำนวณ

$$\text{Total P (\%)} = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

$$\text{Total P(\%)} = r \times 100 \times d.f. \times 100$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วย ppm

d.f. = dilution factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Total K)

อุปกรณ์

1. Flame photometer
2. KCl AR. Grade
3. conc.HNO_3
4. เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียม Stock standard solution (1000 ppm K) ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบ 110 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 g ละลายในน้ำกลั่น 200 ml เติมกรดไนตริกเข้มข้น 12 ml ปรับด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อเตรียม standard solution ที่มีความเข้มข้น 100 ppm K โดยการปิเปต 10 ml จาก stock solution 1000 ppm K ลงใน Volumetric flack 100 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 ml

2. เตรียม working standard solution ที่มีความเข้มข้นเป็น 0 2 4 6 และ 8 ppm ปรับปริมาตรของสารละลายในขวดวัดปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน แล้วเตรียมเป็น Standard K ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

3. ทำการวัดความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง Flame photometer

สูตรคำนวณ

$$\text{Total K (\%)} = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 \, S}$$

$$\text{Total K (\%)} = r \times 100 \times d.f. \times 100$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วย ppm

d.f. = dilution factor เช่น 10/1 หรือ 20/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

การวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียม (Total Ca และ Total Mg)

อุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrophotometer
2. เครื่องแก้วที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ
3. $SrCl_2.6H_2O$
4. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมและแมกนีเซียม

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายสทรอนเซียมคลอไรด์ ($SrCl_2.6H_2O$) ความเข้มข้น 1,500 ppm จำนวน 2 ลิตร

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8,10 ppm ตามลำดับ และสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm ตามลำดับ เจือจางสารละลายมาตรฐานทั้งสองด้วย $SrCl_2.6H_2O$ 1,500 ppm ปรับปริมาตรเป็น 100 ลบ.ซม.

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ที่ผ่านการย่อยสลาย) 1.00 ลบ.ซม. เจือจางด้วย $SrCl_2.6H_2O$ ความเข้มข้น 1,500 ppm จำนวน 10 - 30 ลบ.ซม.

4. สารละลายที่เตรียมได้ นำไปวัดปริมาณแคลเซียมทั้งหมด และวัดปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ปฏิบัติตามวิธีการใช้ของเครื่อง

5. สารละลายที่วัดได้ควรมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน ถ้าสารละลายที่วัดได้มีค่าสูงกว่าสารละลายมาตรฐาน จะต้องเจือจางสารละลายให้มากขึ้น แต่ถ้าสารละลายที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน จะต้องลดการเจือจางลง

สูตรคำนวณ

1. การคำนวณการคำนวณหาปริมาณแคลเซียม Ca ในสารละลายตัวอย่าง

$$\% Ca = \frac{(r-b) \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 \times s}$$

$$\%CaO = \% Ca \times 1.4$$

r-b = ค่าที่อ่านได้ (หน่วยเป็น ppm) - blank

s = น้ำหนักตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)

d.f. = dilution factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น 1 :10, 1 : 50 หรือ 1 : 100

2. การคำนวณหาปริมาณแมกนีเซียม Mg ในสารละลายตัวอย่าง

$$\% \text{ Mg} = \frac{(\text{r-b}) \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{106 \times \text{s}}$$

$$\% \text{ MgO} = \%\text{Mg} \times 1.66$$

r-b = ค่าที่อ่านได้ (หน่วยเป็น ppm) - blank

s = น้ำหนักตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)

d.f. = dilution factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น 1 :10, 1 : 50 หรือ 1 : 100

การวิเคราะห์กำมะถัน (Total S)

อุปกรณ์

1. UV-Spectrophotometer
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
4. อุปกรณ์เครื่องแก้วที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ

สารเคมี

1. Ammonium acetate (2M) ชั่ง CH_3COONH_4 154.20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. Barium chloride ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$)
3. Gum acacia 0.25 % - ละลาย gum acacia 0.25 g ในน้ำกลั่นที่อุ่น 100 มล.
4. Standard solution (1000 มก./ลิตร) ชั่ง K2SO4 ที่อบแห้งแล้วที่ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หนัก 5.4340 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 200 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บที่อุณหภูมิ 4°C
5. การเตรียม intermediate standard solution (100 มก./ลิตร) ปิเปต 10 มล. Stock standard solution 1000 มก./ลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียม working standard – ปิเปต 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. จากสารละลายกำมะถันมาตรฐาน 100 มก./ลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. เติมสารละลายCH_3COONH_4 5 มล. และเติม $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 1 กรัม เขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาทีและเติม gum acacia 1 มล. ลงในแต่ละขวด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ S เป็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มก./ลิตร
2. ปิเปตสารละลาย blank พร้อมทั้งสารละลายตัวอย่าง 5-10 มล. ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. เติมสารละลาย CH_3COONH_4 5 มล. และเติม $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 1 กรัม เขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาทีและเติม gum acacia 1 มล. ลงในแต่ละขวด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น

3. นำไปวัดเปอร์เซ็นต์ความขุ่นด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm. โดยอ่านจาก working standard ก่อนในช่วงเวลาไม่เกิน 30 นาที แล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งสารละลายตัวอย่าง

สูตรคำนวณ

$$\% S = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง หน่วยเป็น ppm

s = น้ำหนักตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)

d.f.= dilution factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น 1:5, 1:10

การวิเคราะห์เหล็ก แมลกานิส สังกะสีและทองแดง (Total Fe Mn Zn และ Cu)

อุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrophotometer
2. สารละลายมาตรฐาน Fe Mn Zn และ Cu

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน (working standard solution)
   1.1 Fe = 0 2 4 6 8 10 ppm
   1.2 Mn= 0 1 2 3 4 5 ppm
   1.3 Zn= 0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 ppm
   1.4 Cu= 0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 ppm

   เจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 ml
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่นจำนวน 10 ml
3. สารละลายที่เตรียมได้ นำมาวัดค่า Fe/Mn/Zn/Cu ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

สูตรคำนวณ

$$\% \text{ Fe/Mn/Zn/Cu} = \frac{(r\text{-}b) \times 100 \times d.f.}{s}$$

r-b = ค่าที่อ่านได้ (ppm) - blank

s = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง (g)

d.f. = dilution factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น 1:10, 1:50

วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

อุปกรณ์

1. pH meter
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4 และ 7

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 5 g เติมน้ำกลั่น 10 ml ในกรณีที่ปุ๋ยดูดซับน้ำมากให้เพิ่มน้ำกลั่นเป็น 10 ml เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จนสารละลายแยกชั้น
2. เปิดเครื่อง pH meter ทำการ warm เครื่องประมาณ 15 นาที
3. ตัวอย่างปุ๋ยในสารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4 และ 7 ในการ calibrate เครื่อง
4. นำตัวอย่างปุ๋ยมาวัดค่า pH

วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity ; EC)

อุปกรณ์

1. Electrical Conductivity meter
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องเขย่า
4. conductivity calibration solution 1413 µS/cm (25 °C) และ conductivity calibration solution 12880 µS/cm (25 °C)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 3 g เติมน้ำกลั่น 30 ml (อัตรา 1:10) เขย่าให้เข้ากันประมาณ 30 นาที ด้วยเครื่องแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จนสารแยกชั้น
2. Conductivity calibration solution 1413 และ 12880 µS/cm (25 °C) ในการ calibrate เครื่อง
3. นำปุ๋ยไปวัดค่า EC ในหน่วย Decisiemen per meter : dS/m

ภาคผนวก ค
ภาพประกอบการวิจัย

ภาพที่ 18 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ซีพีเทอเนอร่าอายุ 5 ปี

ภาพที่ 19 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ภาพที่ 20 ปุ๋ยที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพที่ 21 การเตรียมแปลงทดลอง

ภาพที่ 22 การใส่ปูนขาวเพื่อทำการทดลอง

ภาพที่ 23 การใส่ปุ๋ยเพื่อทำการทดสอบ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	วิภาวรรณ สายคำยศ
วัน เดือน ปี เกิด	10 กรกฎาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร
ที่อยู่ปัจจุบัน	241 หมู่ 9 ตำบลแก่งโสภา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65000
ผลงานตีพิมพ์	"อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน" ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 16 มหาวิทยาลัยนเรศวร
รางวัลที่ได้รับ	การนำเสนอภาคบรรยาย "ยอดเยี่ยม"