# ผลของซีรัมน้ำยางพาราต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

นางสาวนฤมล ทิมทอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# EFFECT OF LATEX SERUM ON GROWTH OF OIL PALM SEEDLINGS AT PRE-NURSERY STAGE

Miss Narumon Thimthong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของซีรัมน้ำยางพาราต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก |
| โดย | นางสาวนฤมล ทิมทอง |
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ |

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ธาริน โล่ห์ตระกูล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.นิตยา นักระนาด มิลน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นฤมล ทิมทอง: ผลของซีรัมน้ำยางพาราต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก. (Effect of Latex Serum on Growth of Oil Palm Seedlings at Pre-Nursery Stage) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 176 หน้า.

ซีรัมน้ำยางพาราเป็นน้ำเสียจากการผลิตยางสกิมของโรงงานผลิตน้ำยางข้น ซึ่งปัจจุบันต้องบำบัดก่อนปล่อยออกจากโรงงานและมักมีกลิ่นเน่าเหม็น แต่สมบัติทางเคมีน่าจะประยุกต์ใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนอราระยะอนุบาลแรกได้ จึงวางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ มี 7 ตำรับทดลอง ประกอบด้วยการเติมซีรัมน้ำยางพารา การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี 4 อัตรา การเติมปุ๋ยเคมี และดินเดิมไม่เติมสิ่งทดลอง โดยหนึ่งหน่วยทดลองคือถุงเพาะชำขนาด 6×9 นิ้ว

ผลการศึกษา พบว่า การเติมซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีการเติบโต (จำนวนใบ ขนาดลำต้น ความสูงลำต้น ความกว้างและความยาวใบ) เป็นปกติและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับการเติมปุ๋ยเคมี อีกทั้งมีจำนวนใบมากกว่าการเติมปุ๋ยเคมี เมื่อเติบโตครบระยะอนุบาลแรก (3 เดือน) ทั้งนี้สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา พบว่า มีฤทธิ์เป็นกรด (pH 4.57) มีค่าการนำไฟฟ้า 53.98 $dSm^{-1}$ มีธาตุอาหารคือ ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) 1,398 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($P_2O_5$) 223.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($K_2O$) 2,076 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (MgO) 36.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเติมซีรัมน้ำยางพาราลงดินส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P K) ธาตุอาหารรอง (Mg) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุครบระยะอนุบาลแรกแล้วปริมาณธาตุอาหาร (P K Mg) ในดินมีมากกว่าการเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งยังคงมีเพียงพอต่อการเติบโตในระยะอนุบาลหลัก

กล่าวได้ว่าซีรัมน้ำยางพารามีศักยภาพเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้ ไม่ว่าจะประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีก็ตาม

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต นฤมล ทิมทอง

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

## #5187184720: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORDS: LATEX SERUM / OIL PALM SEEDLINGS

NARUMON THIMTHONG: EFFECT OF LATEX SERUM ON GROWTH OF OIL PALM SEEDLINGS AT PRE-NURSERY STAGE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. ORAWAN SIRIRATPIRIYA, D.Sc., 176 pp.

Latex serum is an effluent which be separated from skim latex in concentrated latex factory. It composted with nutrient, odorous and must be treated before released to environment. But chemical properties of latex serum might be applied as nutrient sources for pre-nursery *Tenera* oil palm seedlings. So the experiments in randomized complete block design (RCBD) were conducted with 3 replicated and 7 treatment (latex serum, latex serum mixed with chemical fertilizer 4 applications, chemical fertilizer and control). The research unit was plantation bag size 6×9 inch.

The results showed that growth (number of leaves, width of leaf, long of leaf, stem girth and plant height) of pre-nursery oil palm applied with latex serum were normal and nonsignificant difference ($p \geq 0.05$) from that of chemical fertilizer, including number of leaves oil palm applied with latex serum had more. The latex serum was acidic substance. (pH 4.57). Its electro conductivity was 53.98 $dSm^{-1}$. The content of major elements, nitrogen 1,398 mg/l, phosphorus 223.3 mg/l, potassium 2,076 mg/l and minor element, magnesium 36.5 mg/l. When applying latex serum into soil resulted in increased those plant nutrient significantly ($p \leq 0.05$). Besides, the accumulation of phosphorus, potassium and magnesium in the soil at pre – nursery stage (3 monts), were significant ($p \leq 0.05$) highly than applied with chemical fertilizer sufficient for the next stage of growth.

It can be conclude that, its potential of latex serum can be utilized for pre-nursery oil palm seedling as nutrient sources either applied only latex serum or latex serum mixed with chemical fertilizer.

Field of Study : Environmental Science Student's Signature Narumon Thimthong

Academic Year : 2009 Advisor's Signature Orawan Siriratpiriya

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา แนวคิดต่างๆ รวมทั้งโอกาสที่ดีทั้งในด้านการทำงานและการศึกษาจนมีผลทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร, รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ธาริน โล่ห์ตระกูล และ ดร.นิตยา นักระนาด มิลน์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เสียสละเวลาร่วมเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้ข้อคิดเห็นคำแนะนำ และชี้แนะแนวทางต่างๆเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ คุณอนุชิต จิโรจโชติชัย กรรมการผู้จัดการบริษัทอินเตอร์รับเบอร์ ลาเท็คซ์ จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมทั้งขอขอบคุณพนักงานของบริษัทอินเตอร์รับเบอร์ ลาเท็คซ์ และบริษัท เอนไวน์แลป แอนคอนซัลแทนต์ จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ที่พัก พื้นที่การวิจัย พื้นที่ทำงาน การอำนวยความสะดวกต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งระหว่างการปฏิบัติงานในพื้นที่วิจัย

กราบขอบพระคุณ คุณแฉล้ม พริ้มจรัส ผู้อำนวยการกลุ่มงานวิเคราะห์ดิน และเจ้าหน้าที่ส่วนวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการปฏิบัติงานทางห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างในงานวิจัย

กราบขอบพระคุณ คุณเกริกชัย ธนรักษ์, คุณ คุณอรพิน หนูทอง และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล คำแนะนำต่างๆ และวิเคราะห์ตัวอย่าง

กราบขอบพระคุณ คุณวลีพร ศรีเพ็ญประภา และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการ และการวิเคราะห์ตัวอย่าง

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ และคุณสุนันทา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ดูแล และอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานเป็นอย่างดียิ่ง และกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัยบางส่วน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ นายเทียม ทิมทอง คุณแม่ นางละเมียด ทิมทอง ที่ส่งเสริมให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความอบอุ่น ความช่วยเหลือและให้โอกาสลูกสาวคนนี้เป็นอย่างดีเสมอมาอย่างหาที่เปรียบไม่ได้ ขอบคุณนางสาวศศิธร ทิมทอง น้องสาวที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจพี่สาวในทุกเวลา ขอกราบขอบพระคุณคุณตา คุณยาย คุณปู่ คุณย่า และญาติๆทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาที่ดี และขอขอบคุณนายคณาวุฒิ อินทร์แก้ว ที่ให้กำลังใจ เป็นที่ปรึกษา และคอยช่วยเหลือจนทำให้การปฏิบัติงานในพื้นที่วิจัยและการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดี

ตลอดจนคุณอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รักยิ่งสืบไป

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฌ |
| สารบัญรูป..... | ฎ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | |
| 2.1 ซีรัมน้ำยางพารา..... | 5 |
| 2.2 ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน..... | 20 |
| 2.3 ธาตุอาหารสำหรับปาล์มน้ำมัน..... | 45 |
| 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... | |
| 3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย..... | 60 |
| 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาวิจัย..... | 60 |
| 3.3 วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย..... | 62 |
| 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง..... | |
| 4.1 สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา..... | 68 |
| 4.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร..... | 74 |
| 4.3 ผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา)..... | 109 |
| 4.4 ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของซีรัมน้ำยางพาราสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก..... | 132 |
| 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง..... | 138 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 144 |

**สารบัญ (ต่อ)**

**หน้า**

รายการอ้างอิง..... 146
ภาคผนวก ..... 154
ภาคผนวก ก..... 155
ภาคผนวก ข..... 160
ภาคผนวก ค..... 162
ภาคผนวก ง..... 172
ภาคผนวก จ..... 176
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 193

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2 - 1 | ปริมาณธาตุอาหารในน้ำซีรัม | 6 |
| 2 - 2 | ปริมาณของสารต่างๆที่อยู่ในน้ำซีรัมซึ่งแยกออกมาจากหางน้ำยาง | 6 |
| 2 - 3 | องค์ประกอบทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราและซีรัมน้ำยางพาราโปรตีนต่ำ | 7 |
| 2 - 4 | องค์ประกอบของน้ำยางสด | 15 |
| 2 - 5 | ลักษณะน้ำเสียในโรงงานำยางข้น | 20 |
| 2 - 6 | คุณสมบัติดินที่เหมาะสำหรับการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน | 22 |
| 2 - 7 | เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตปาล์มน้ำมันที่สำคัญ ปี 2548 – 2550 | 32 |
| 2 - 8 | ปาล์มน้ำมัน : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2550 – 2551 | 34 |
| 2 - 9 | การผสมข้ามระหว่างปาล์มน้ำมันแบบต่างๆ จะเกิดการกระจายตัวในรุ่นลูก | 40 |
| 2 - 10 | ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ชนิด *E. guineensis* | 40 |
| 2 - 11 | แสดงลักษณะของฝน ภูมิอากาศและความชื้นของดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน | 42 |
| 2 - 12 | ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน | 43 |
| 2 - 13 | ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยในแปลงอนุบาลแรก | 49 |
| 2 - 14 | ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงอนุบาลหลักตามอายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 50 |
| 2 - 15 | การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 1-3 ปี | 51 |
| 2 - 16 | การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 4-8 ปี | 52 |
| 2 - 17 | การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 9 ปี หรือมากกว่า | 53 |
| 2 - 18 | ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับปาล์มน้ำมัน | 55 |
| 3 - 1 | ตำรับการทดลองในการศึกษาวิจัยการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อเติมซีรัมน้ำยางพารา | 61 |
| 3 - 2 | ปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราแต่ละสัปดาห์ | 64 |
| 3 - 3 | พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน และซีรัมน้ำยางพารา | 68 |
| 4 - 1 | สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา | 73 |

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4 - 2 | สมบัติทางเคมีของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง | 79 |
| 4 - 3 | ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในรอบ 3เดือน เมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร | 84 |
| 4 - 4 | ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร ในรอบ 3 เดือน เมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร | 85 |
| 4 - 5 | ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการสะสมธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 95 |
| 4 - 6 | ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการสะสมธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร | 96 |
| 4 - 7 | ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละตำรับการทดลอง | 104 |
| 4 - 8 | ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก | 117 |
| 4 - 9 | ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตกับปริมาณธาตุอาหารที่ดูดดึง | 132 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2 - 1 | กระบวนการผลิตน้ำยางข้น และการผลิตยางสกิม | 8 |
| 2 - 2 | ปริมาณน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำยางข้น | 9 |
| 2 - 3 | ส่วนประกอบต่างๆของน้ำยางสด หลังการปั่นแยก | 16 |
| 4 - 1 | การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร ในรอบ 3 เดือน | 83 |
| 4 - 2 | การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในรอบ 3 เดือน | 83 |
| 4 – 3 | ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหาร (N, P, K, Mg, Zn) ในแต่ละตำรับทดลอง | 101 |
| 4 – 4 | ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหาร (N, P, K, Mg, Zn) ในแต่ละตำรับทดลอง | 105 |
| 4 – 5 | ศักยภาพของซีรัมน้ำยางพาราต่อสมบัติทางเคมีของดิน | 107 |
| 4 – 6 | ศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพารา | 108 |
| 4 – 7 | เปรียบเทียบการสะสมจำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง | 110 |
| 4 – 8 | เปรียบเทียบความกว้างใบที่ 1 2 3 4 และ 5 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง | 112 |
| 4 – 9 | เปรียบเทียบความยาวใบที่ 1 2 3 4 และ 5 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง | 114 |
| 4 – 10 | เปรียบเทียบความสูงลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง | 115 |
| 4 – 11 | เปรียบเทียบขนาดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง | 116 |
| 4 – 12 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 121 |
| 4 – 13 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 123 |
| 4 – 14 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 125 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4 – 15 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 127 |
| 4 – 16 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงสังกะสีกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 129 |
| 4 – 17 | ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหารตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร) ของซีรัมน้ำยางพารา | 134 |
| 4 – 18 | ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมีของซีรัมน้ำยางพาราหรือซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี | 135 |
| 4 – 19 | ค่าสัมพัทธ์ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหาร) ของซีรัมน้ำยางพารา เมื่อกำหนดให้ปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 100 | 136 |
| 4 – 20 | ค่าสัมพัทธ์ธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลอง เมื่อกำหนดให้การเติมปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหาร) ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 100 | 137 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติ สัดส่วนร้อยละ 31.29 และมีการส่งออกยางธรรมชาติ สัดส่วนร้อยละ 35.17 เป็นอันดับหนึ่งของโลก มากกว่าประเทศอินโดนีเซีย ที่มีสัดส่วนการผลิตและการส่งออกร้อยละ 27.86 และ 33.08 ตามลำดับ และมากกว่าประเทศมาเลเซีย ที่มีสัดส่วนการผลิตและการส่งออกร้อยละ 10.91 และ 12.58 ตามลำดับ ขณะที่อุตสาหกรรมการแปรรูปยางธรรมชาติที่มีการส่งออกเป็นอันดับ 3 ของประเทศคืออุตสาหกรรมน้ำยางข้น มีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 22.72 รองจากยางแท่ง (ร้อยละ 34.46) และยางแผ่นรมควัน (ร้อยละ 25.19) (สมาคมยางพาราไทย, 2549) โดยที่กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำยางข้นของแต่ละโรงงานมีหลายขั้นตอนที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมาก เท่ากับ 4.15 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิตน้ำยางข้น หรือ 19.39 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิตยางสกิม (นฤเทพ บุญเรืองขาว, 2550) น้ำเสียเหล่านี้เกิดจากการล้างทำความสะอาดน้ำยางบริเวณบ่อรับน้ำยางสด และการล้างหัวปั่นยาง เกิดจากกระบวนการสกิมที่เกิดซีรัมน้ำยางพารา น้ำจากเครื่องรีดยางและน้ำล้างทำความสะอาด และเกิดจากการล้างทำความสะอาดถังน้ำยางข้น ลักษณะของน้ำเสียจะมีปัญหา COD BOD ไนโตรเจนสูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) เนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้และสารเคมีประเภทแอมโมเนียที่เติมเพื่อรักษาสภาพของน้ำยางสด (อาภรณ์ รักเกิด, 2542) อีกทั้งน้ำเสียจากการจับตัวที่มีกรดซัลฟิวริค อยู่มากจะทำให้น้ำเสียมีปัญหาเรื่องซัลเฟต หากปล่อยน้ำเสียเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ (วรรณฤดี หวั่นเซ่ง, 2549) รวมทั้งในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียมักมีกลิ่นเน่าเหม็น เป็นปัญหากับชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียงโรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544) นอกจากนั้นปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นยังเป็นปัญหาในการจัดการ และเป็นค่าใช้จ่ายของโรงงานผลิตน้ำยางข้นอีกด้วย

โดยที่น้ำเสียส่วนหนึ่งเป็นซีรัมน้ำยางพาราเกิดขึ้นจากการจับตัวหางน้ำยางด้วยกรดซัลฟิวริคในการผลิตยางสกิมซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544) กระบวนการผลิตยางสกิมก่อให้เกิดซีรัมน้ำยางพาราประมาณร้อยละ 24 ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมดจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น หรือโดยทั่วไปในส่วนของน้ำยางจะมีเนื้อยางอยู่ประมาณ ร้อยละ30 ส่วนที่เหลือร้อยละ 70 ก็คือส่วนที่เป็นซีรัมน้ำยางพารา ซีรัมน้ำยางพาราเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรด (pH 4.57) จะถูกรวบรวมลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียและปล่อยทิ้งปีละหลายแสนตัน (รุจิรัตน์ ภารศิลป์, 2542) แต่มีการศึกษา พบว่า ซีรัมน้ำยางพารามีส่วนประกอบของ โปรตีน ไนโตรเจน แอมโมเนียจากแอมโมเนียมซัลเฟต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอื่นๆ ประกอบอยู่

ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้ เช่น ใช้เลี้ยงแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการปลูกพืชพันธุ์บางชนิดได้ (Sharifuddin and Zaharah, 2009; John et al., 2006; รุจิรัตน์ ภารศิลป์, 2542; กรองแก้ว สาครรัตน์, 2545 ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, 2551)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชในสกุล *Elaies* เริ่มมีการนำมาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2460 เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่สามารถผลิตแปรรูปนำไปใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายทั้งที่เป็นอาหาร (food) และไม่ใช่อาหาร (non-food) อีกทั้งยังสามารถผลิตเป็นแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันที่กำลังจะหมดไป ปัจจุบันการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการปลูกพืชพลังงานและเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกร โดยเฉพาะจังหวัดในภาคใต้ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งจังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมาก 5 อันดับแรกของประเทศ คือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช และประจวบคีรีขันธ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีระยะเวลาในการเติบโตและให้ผลผลิตที่ยาวนานมากกว่า 25 ปี และมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากระบบรากของปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารต่ำกว่าพืชใบเลี้ยงคู่โดยทั่วไป จึงจำเป็นต้องให้ธาตุอาหารแก่ปาล์มน้ำมันในอัตราสูงกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548; von Uexkull and Fairhurst, 1991) ดังนั้นปุ๋ยจึงเป็นปัจจัยหลักของต้นทุนการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีอาจสูงถึงร้อยละ 60 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดูแลสวนปาล์ม (เกริกชัย ธนรักษ์, 2549) เป็นปัญหากับเกษตรกรชาวสวนปาล์มเป็นอย่างมาก

ทั้งนี้ศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเกือบทั้งหมดถูกกำหนดจากกล้าปาล์มที่มีอายุช่วง 12 เดือนแรก ตั้งแต่การเพาะเมล็ดในถุงเพาะชำจนถึงต้นกล้าปาล์มน้ำมันซึ่งต้องการปุ๋ยเพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงและสมบูรณ์ (von Uexkull and Fairhurst, 1991) พร้อมที่จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีในแปลงปลูก โดยทั่วไปการเพาะกล้าปาล์มน้ำมันมี 2 แบบคือ แบบอนุบาลครั้งเดียว (single stage nursery) และแบบอนุบาลสองครั้ง (double stage nursery) ซึ่งเป็นที่นิยมมากกว่าเนื่องจากสะดวกในการดูแลรักษาต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างทั่วถึง และตรวจสอบต้นกล้าผิดปกติได้ง่าย โดยจะมีการคัดต้นกล้าที่ผิดปกติทิ้งในระยะอนุบาลแรกก่อนที่จะเข้าสู่ระยะอนุบาลหลักและจะคัดต้นกล้าที่มีอาการผิดปกติทิ้งอีกครั้งในระยะอนุบาลหลักก่อนที่จะนำต้นกล้าปาล์มน้ำมันปลูกลงแปลง ทำให้ได้รับผลผลิตต้นกล้าสมบูรณ์แข็งแรง ส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันมีผลผลิตได้เร็วยิ่งขึ้นและให้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอทุกต้นในแปลงปลูก ช่วยยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้นและสามารถลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันลงได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545; กรมวิชาการเกษตร, 2547; ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548; สุรกิตติ ศรีกุล,สุพร มังคมณี และวัชรี ศรีรักษา, 2547)

ขณะที่ซีรัมน้ำยางพาราซึ่งเป็นน้ำเสียส่วนหนึ่งของโรงงานผลิตน้ำยางข้นมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืชประกอบอยู่ โดยจากการศึกษาของ Sharifuddin and Zaharah (2009) พบว่า ซีรัมน้ำยางพารามีส่วนประกอบของแหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืช ดังนี้ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี และทองแดง เท่ากับ 718, 43, 461, 28, 133, 0.63 และ 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณของสารต่างๆที่อยู่ในน้ำซีรัมซึ่งแยกออกมาจากหางน้ำยางของรุจิรัตน์ ภารศิลป์ (2542) ก็พบว่า ประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมด 57 มิลลิกรัมต่อลิตร, ฟอสฟอรัสทั้งหมด 890 มิลลิกรัมต่อลิตร, โพแทสเซียมทั้งหมด 1,070 มิลลิกรัมต่อลิตร, ฟอสเฟต 2,723 มิลลิกรัมต่อลิตร, ซัลเฟต 1,646 มิลลิกรัมต่อลิตร, แคลเซียม 2.15 มิลลิกรัมต่อลิตร, แมกนีเซียม 2.74 มิลลิกรัมต่อลิตร, สังกะสี 114.5 มิลลิกรัมต่อลิตร, เหล็ก 1.45 มิลลิกรัมต่อลิตร, แมงกานีส 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร, ทองแดง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร, และตะกั่ว 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ กรองแก้ว สาครรัตน์ (2545) พบว่า ซีรัมน้ำยางพารามีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นแหล่งธาตุอาหาร ดังนี้ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.725 %, แอมโมเนียมไนโตรเจน 4,727 มิลลิกรัมต่อลิตร, ฟอสเฟต 72 มิลลิกรัมต่อลิตร, โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 3,469 มิลลิกรัมต่อลิตร ซัลเฟต 15.77 มิลลิกรัมต่อลิตร, แคลเซียม 4.15 มิลลิกรัมต่อลิตร, แมกนีเซียม 26.85 มิลลิกรัมต่อลิตร, สังกะสี 154 มิลลิกรัมต่อลิตร, ทองแดง 0.054 มิลลิกรัมต่อลิตร, เหล็ก 1.66 มิลลิกรัมต่อลิตร, และแมงกานีส 0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้นน่าจะสามารถประยุกต์ใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกที่จะส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเติบโตได้

ดังนั้น จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งที่จะศึกษาวิจัยถึงการนำซีรัมน้ำยางพารามาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน นับเป็นการจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ สามารถลดค่าใช้จ่ายและลดการใช้พลังงานที่ต้องสูญเสียไปในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม สามารถป้องกันการเกิดมลพิษของแหล่งน้ำธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกแหล่งธาตุอาหารให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่าและยั่งยืนต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา
2. เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร
3. เพื่อศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ซีรัมน้ำยางพารา

### 2.1.1 การเกิดซีรัมน้ำยางพารา

ซีรัมน้ำยางพารา เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางสกิมจากหางน้ำยาง เป็นของเหลวที่เกิดภายหลังจากการคัดแยกเนื้อยางออกแล้ว ด้วยวิธีการตกตะกอนหางน้ำยางด้วยกรดฟอร์มิกหรือกรดซัลฟิวริคเพื่อให้เนื้อยางที่อยู่ในหางน้ำยางจับตัวเป็นก้อน โดยจะมีปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content: DRC) อยู่ประมาณ ร้อยละ 4 - 6 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ทั้งนี้หลังจากตกตะกอนยางสกิมซีรัมน้ำยางพาราที่เกิดขึ้น จะถูกรวบรวมและปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานต่อไป

### 2.1.2 สมบัติของซีรัมน้ำยางพารา

ซีรัมน้ำยางพารามีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มากมาย ได้แก่ เกลือของแอมโมเนีย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและแร่ธาตุต่างๆ เช่น แมกนีเซียม คอปเปอร์ โซเดียม เหล็ก เป็นต้น (ธีรยศ วิทิตสุวรรณกุล และระพีพรรณ วิทิตสุวรรณกุล, 2538 อ้างใน รุจิรัตน์ ภารศิลป์ , 2542) ส่งผลให้น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตมีค่า BOD และ COD สูงมาก เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆทั้งหมดของน้ำยางพาราที่เป็นซีรัมจะรวมตัวสะสมกันอยู่ในน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต (กมล หมื่นพล, 2545)

**ตารางที่ 2 - 1 :** ปริมาณธาตุอาหารในน้ำซีรัม (Sharifuddin and Zaharah, 2009)

| Element | Mixed Concentrate / Cuplump (mg/kg) |
|---|---|
| Nitrogen | 718 |
| Phosphate | 43 |
| Potassium | 461 |
| Magnesium | 28 |
| Calcium | 133 |
| Zinc | 0.63 |
| Copper | 0.20 |

ซีรัมน้ำยางพารามีส่วนประกอบที่เป็นแหล่งธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และตะกั่ว เป็นต้น ดังปรากฏในตารางที่ 2.1.2-1, 2.1.2-2 และ 2.1.2-3 (Sharifuddin and Zaharah, 1989; รุจิรัตน์ ภารศิลป์, 2542; และกรองแก้ว สาครรัตน์, 2545)

**ตารางที่ 2 - 2 :** ปริมาณของสารต่างๆที่อยู่ในน้ำซีรัมซึ่งแยกออกมาจากหางน้ำยาง (รุจิรัตน์ ภารศิลป์, 2542)

| ตัวแปร | จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง | | | | ค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม * (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (ก./ล.) | 58 | 58 | 56 | 57 | < 100 |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.) | 913.3 | 823.3 | 933.3 | 890.0 | - |
| โพแทสเซียมทั้งหมด (มก./ล.) | 1,095 | 1,015 | 1,100 | 1,070 | - |
| ฟอสเฟต (มก./ล.) | 2,795 | 2,519 | 2,856 | 2,723 | - |
| ซัลเฟต (มก./ล.) | 1,645 | 1,649 | 1,643 | 1,646 | - |
| แคลเซียม (มก./ล.) | 2.64 | 1.86 | 1.95 | 2.15 | - |
| แมกนีเซียม (มก./ล.) | 3.17 | 2.06 | 2.98 | 2.74 | - |
| สังกะสี (มก./ล.) | 117.8 | 117.2 | 99.25 | 114.5 | < 5.0 |
| เหล็ก (มก./ล.) | 9.02 | 1.12 | 1.22 | 1.45 | - |
| แมงกานีส (มก./ล.) | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | < 5.0 |
| ทองแดง (มก./ล.) | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | < 1.0 |
| ตะกั่ว (มก./ล.) | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | < 0.2 |

**หมายเหตุ :*** ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) ออกตามความใน พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ. 2525 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 2 - 3 :** องค์ประกอบทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราและซีรัมน้ำยางพาราโปรตีนต่ำ (กรองแก้ว สาครรัตน์, 2545)

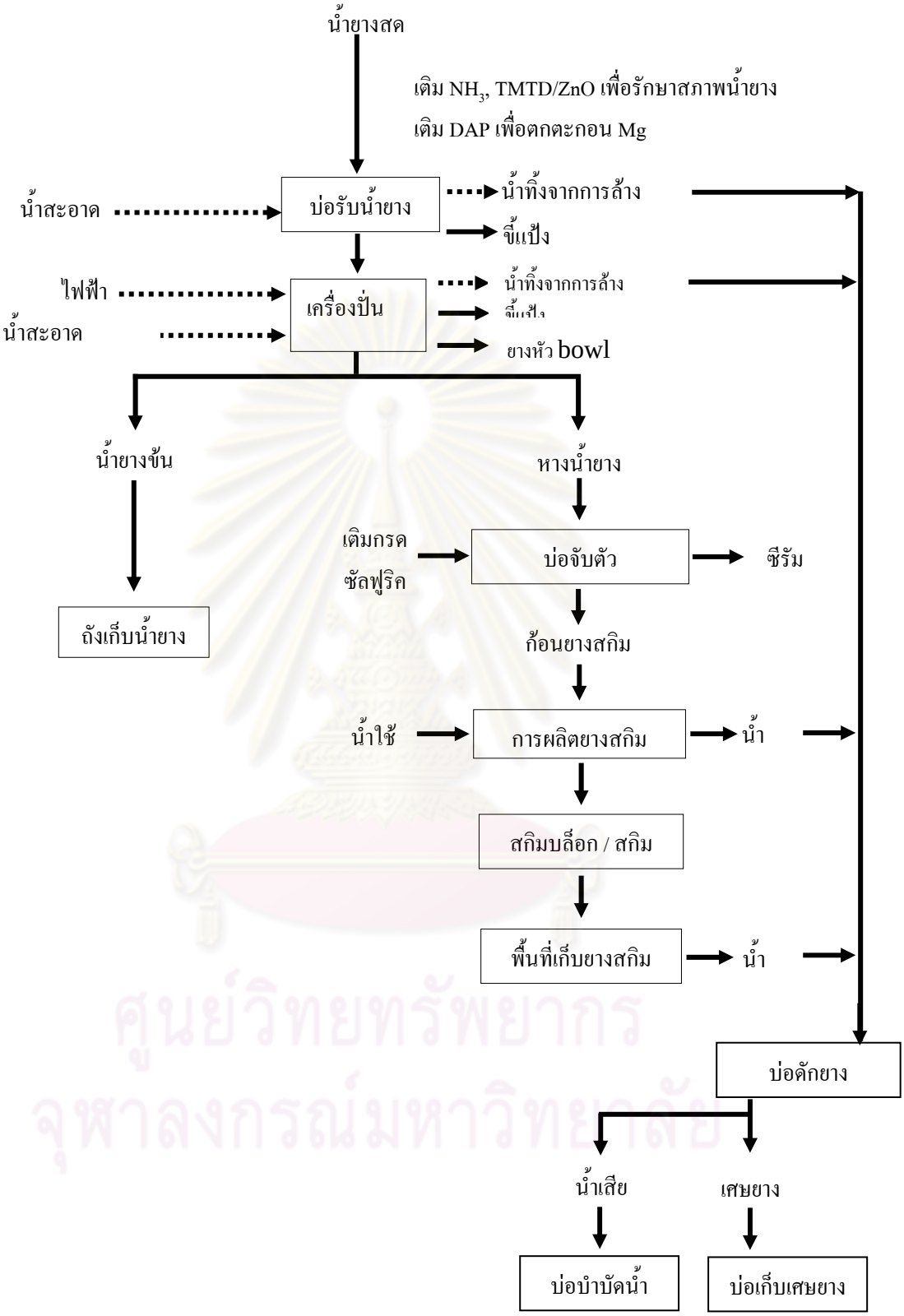
| องค์ประกอบทางเคมี | ซีรัมน้ำยางพารา | ซีรัมน้ำยางพาราโปรตีนต่ำ |
|---|---|---|
| ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | 0.725 | 0.636 |
| แอมโมเนียมไนโตรเจน (ppm) | 4,727 | 5,318 |
| ฟอสเฟต (ppm) | 72 | 50 |
| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) | 3,469 | 3,297 |
| ซัลเฟต (ppm) | 15.77 | 15.90 |
| แคลเซียม (ppm) | 4.15 | 3.06 |
| แมกนีเซียม (ppm) | 26.85 | 4.21 |
| สังกะสี (ppm) | 154 | 110 |
| ทองแดง (ppm) | 0.054 | 0.055 |
| เหล็ก (ppm) | 1.66 | 1.27 |
| แมงกานีส (ppm) | 0.16 | 0.08 |

### 2.1.3 กระบวนการผลิตยางสกิม

การผลิตยางสกิมจากหางน้ำยางที่เกิดภายหลังการผลิตน้ำยางข้น โดยการรวบรวมหางน้ำยางที่ผ่านการไล่แอมโมเนียแล้วลงสู่บ่อจับตัวน้ำยาง เติมด้วยกรดซัลฟิวริคหรือ กรดฟอร์มิกเพื่อคัดแยกเนื้อยางออก ทิ้งไว้ 1 คืนเพื่อให้ยางจับตัว เมื่อยางจับตัวแล้วจึงตัดยางเป็นก้อนเล็กๆ จะได้ก้อนยางสกิม สามารถนำไปผลิตเป็นยางสกิมเครพหรือสกิมบล็อกเพื่อจำหน่ายต่อไป (รูปที่ 2 – 1)

1) การผลิตยางสกิมเครพ โดยการนำก้อนยางสกิมผ่านเครื่องตัดให้เป็นก้อนและล้างน้ำเพื่อชำระกรดออก จากนั้นรีดยางให้เป็นแผ่นและนำไปอบในเตาอบแล้วบรรจุหีบห่อ

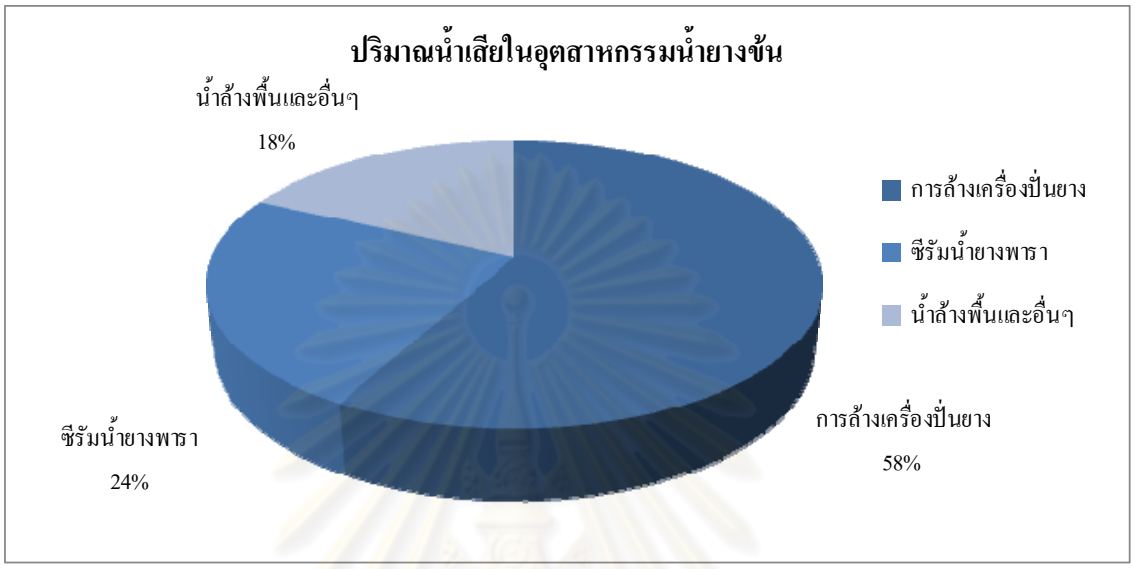
2) การผลิตยางสกิมบล็อก โดยการนำก้อนยางสกิมผ่านเครื่องตัดให้เป็นก้อนและล้างน้ำเพื่อชำระกรดออก จากนั้นรีดยางให้เป็นแผ่นและนำยางไปตัดด้วยเครื่องตัดย่อยแล้วนำไปอบในเตาอบ นำมาอัดแท่งและบรรจุหีบห่อ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544; กรมควบคุมมลพิษ, 2548; รุจิรัตน์ ภารศิลป์, 2542; วลัยพร ผ่อนผัน, 2547)




**รูปที่ 2 -1 :** กระบวนการผลิตน้ำยางข้น และกระบวนการผลิตยางสกิม (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

### 2.1.4 ปริมาณการเกิดซีรัมน้ำยางพาราจากกระบวนการผลิต

สัดส่วนของซีรัมน้ำยางพาราเกิดขึ้น ประมาณร้อยละ 24 ของน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้น ดังแสดงในรูปที่ 2 - 2




**รูปที่ 2 -2 :** ปริมาณน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำยางข้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2546)

### 2.1.5 ผลกระทบของซีรัมน้ำยางพาราต่อสภาพแวดล้อม

ซีรัมน้ำยางพาราเป็นน้ำเสียส่วนหนึ่งของโรงงานผลิตน้ำยางข้น โดยโรงงานผลิตน้ำยางข้นส่วนใหญ่ต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากในกระบวนการผลิต ส่งผลให้เกิดน้ำเสียที่มีลักษณะค่าความสกปรก ความเข้มข้นของไนโตรเจน แอมโมเนีย และซัลเฟตจากการเติมกรดซัลฟิวริคที่ใช้ในการจับยางสกิมในปริมาณสูง หากปล่อยน้ำเสียดังกล่าวลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียงหรือแล่งน้ำตามธรรมชาติอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อมลพิษของแหล่งน้ำ ตามมา เช่น ปัญหาความเข้มข้นของซัลเฟตทำให้เกิดกระบวนการบำบัดน้ำแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic treatment system) น้ำที่ผ่านการบำบัดมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟล์ ($H_2S$) ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนและยับยั้งกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติ ส่วนแอมโมเนียที่มีความเข้มข้นสูงหากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะส่งผลทำให้สัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตบางชนิดในแหล่งน้ำนั้นตาย (Tekasakul, P and Tekasakul, 2006; thong Van et al., 2007) อีกทั้งน้ำทิ้งที่มีไนโตรเจนสูงจะทำให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงจากกระบวนการออกซิไดซ์เพื่อเปลี่ยนรูปไนโตรเจนเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรีย ซึ่งไนเตรทเร่งการเติบโตของพืชและสาหร่าย ส่งผลให้แหล่งน้ำเกิดปรากฏการณ์สาหร่ายเจริญเติบโต นอกจากนี้หากมีการนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งที่ไม่ได้มาตรฐานนี้ไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคจะส่งผลกระทบต่อการสูญเสียทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการที่ต้องใช้พลังงานและงบประมาณในการบำบัด

น้ำเสีย และอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพ เช่นไนเตรทเป็นสาเหตุของโรค Methemoglobinemia ในเด็กทารก (Asia and Akporhonor, 2007; Rungruang and Babel, 2008)

### 2.1.6 การจัดการและการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพารา

ปัจจุบันซีรัมน้ำยางพาราที่เกิดขึ้นหลังจากตกตะกอนหางน้ำยางเพื่อผลิตยางสกิมแล้วจะถูกรวบรวมลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน โดยจะรวบรวมน้ำเสียพักไว้ที่บ่อดักเศษยางก่อนในขั้นแรก เพื่อให้เศษยางลอยขึ้นมา แล้วเศษยางนี้จะถูกเกี่ยวขึ้นมาขายแต่ได้ราคาที่ต่ำมาก จากนั้นจะผ่านน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544) เพื่อบำบัดน้ำเสียและนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ภายในโรงงานหรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติต่อไป อย่างไรก็ตามน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นที่มีส่วนหนึ่งเป็นซีรัมน้ำยางพารา มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช และมีการศึกษาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำเสียของอุตสาหกรรมน้ำยางข้นและซีรัมน้ำยางพาราทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ดังนี้

Rubber Research Institute of Malaya ; RRIM (1975) รายงานว่าน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นเมื่อทำการเจือจาง สามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับนาข้าวได้ ขณะที่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสมนี้ยังเป็นประโยชน์ในการลดต้นทุนในด้านปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสมดุลของธาตุอาหาร ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีความจำเป็นด้วย

พิมพรรณ ตันสกุล และอารักษ์ จันทศิลป์ (2531) ทำการเลี้ยง *Spirulina* sp. ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง พบว่า น้ำทิ้งจากโรงงานยางที่ไม่เจือจางทำให้ *Spirulina* sp.เติบโตดีที่สุด และทดลองเติมธาตุอาหารหลักบางตัวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกันลงในน้ำทิ้งโรงงานยาง พบว่า อัตราการเติบโตของ *Spirulina* sp. สูงสุดเมื่อเพิ่ม โซเดียมไนเตรท ($NaNo_3$) ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการเพิ่ม $K_2HPO_4$ และ $K_2SO_4$ นั้นไม่จำเป็นต่อการเติบโตของ *Spirulina* sp. และการเติบโตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของ $K_2HPO_4$ และ $K_2SO_4$ เพิ่มขึ้น

Lau, Subbramaniam และ Tajima (1989) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากซีรัม โดยใช้ซีรัมในรูปของปุ๋ยน้ำ โดยเตรียมสูตรอาหารของปุ๋ยน้ำซีรัมที่มีสูตรอาหาร N: P: K เป็น 8: 8: 8 เทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าปุ๋ยน้ำซีรัมสามารถใช้ได้ดีกับผักที่มีใบ เช่น ผักโขม (spinach) ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่า 76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี และเมื่อทำการทดลองปลูกผัก Sawi (*Brassica juncea*) โดยใช้ปุ๋ยน้ำซีรัมที่ผสมกับปุ๋ยมูลไก่เทียบกับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยมีระดับของสารอาหารเท่ากัน พบว่า ปุ๋ยน้ำซีรัมที่ผสมกับปุ๋ยมูลไก่จะให้ผลผลิตที่สูงกว่าเทียบกับการปลูกด้วยปุ๋ยเคมี เมื่อปลูกในดินปนทราย และดินเหนียว

Nordin และ Mohd (1992) ทำการทดลองเลี้ยง *Schizosaccharomyces* sp.ในซีรัม โดยใช้ความเข้มของยีสต์ปริมาณสูงสุด 7 กรัมต่อลิตรซีรัม เลี้ยงไว้ประมาณ 30 ชั่วโมงในซีรัมที่เกิดจากกรดซัลฟิวริค และ 48 ชั่วโมง ในซีรัมที่เกิดจากกรดฟอร์มิก ค่าเฉลี่ยการเติบโตของยีสต์เท่ากับ 0.027 ต่อชั่วโมง และภายหลังการทดลองปรากฏว่าเมื่อผ่านไป 4 วันสามารถทำให้ ค่า COD ของน้ำเสียยางสกิมลดลง ประมาณร้อยละ 80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพาะเลี้ยงยีสต์ในน้ำเสียเป็นแนวทางในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานยางได้อีกทางหนึ่ง

Oiki และคณะ (1996) ทำการทดลองหาอิทธิพลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของ *Bifidobacterium bifidum* โดยทำการเลี้ยงในสูตรอาหารที่เสริมด้วยผงซีรัมที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ปาเปน (papain – digested NRSP) เทียบกับสูตรอาหารปกติที่ไม่เสริมด้วยผงซีรัม พบว่าซีรัมในรูปผงมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Bifidobacterium* อย่างมากเช่นเดียวกับเมื่อเลี้ยงในสูตรอาหารปกติที่มีเคซีน (casein) ซึ่งการเติมน้ำซีรัมในรูปผงลงในสูตรอาหารนั้นจะช่วยเพิ่มขบวนการสร้างเมตาบอลิซึมและผลผลิตให้มากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า แอมโมเนียซัลเฟตซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำซีรัมจะช่วยในการเจริญเติบโตโดยการเป็นแหล่งไนโตรเจนของ *Bifidobacterium*

John และคณะ (2006) พบว่าน้ำเสียจากอุตสาหกรรมยางธรรมชาติสามารถทำให้แบคทีเรีย ยีสต์ และราเจริญเติบโตได้ จึงมีความเป็นไปได้และเหมาะสมที่จะนำ quebrachitol และ protein จากซีรัมน้ำยางพารา และแอมโมเนียส่วนเกินจากน้ำยางสกิม กลับมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าโดยการนำไปเลี้ยงสาหร่ายที่สามารถเป็นอาหารของสัตว์น้ำ อีกทั้งนำกลับไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรที่เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช สามารถลดการใช้ปุ๋ยซึ่งเป็นปัจจัยหลักของต้นทุนการผลิต ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชพันธุ์ต่างๆได้ เช่น พืชวงศ์ถั่ว ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และข้าว เป็นต้น

รุจิรัตน์ ภารศิลป์ (2542) ทำการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมยาง ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยางแท่ง STR5L และโรงงานผลิตน้ำยางข้น ด้วยวิธีทางเคมี และประยุกต์ใช้น้ำซีรัมที่แยกได้จากน้ำทิ้งของโรงงานผลิตน้ำยางข้นมาใช้สำหรับเพาะเห็ดนางฟ้า พบว่าเมื่อเติมซีรัม 2-10% ผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราจะให้ผลผลิตสูงกว่าสูตรอาหารพื้นฐาน (ขี้เลื่อย: น้ำ = 100: 20) ถึง 25% และเมื่อใช้น้ำซีรัม 3% และรำ 5% จะให้ผลผลิตสูงอย่างมีนัยสำคัญประมาณ 30% เมื่อเทียบกับสูตรอาหารปกติ (สูตรอาหารพื้นฐาน+รำ 5%+ยูเรีย0.3%) นอกจากนี้ปริมาณสังกะสีในดอกเห็ดมีค่าเฉลี่ย 60 มิลลิกรัม/ กิโลกรัมอาหาร ซึ่งต่ำกว่ากำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2529

กรองแก้ว สาครรัตน์ (2545) ทำการศึกษาการใช้ซีรัมจากน้ำยางข้น และซีรัมจากน้ำยางข้นโปรตีนต่ำเป็นปุ๋ยให้กับต้นกล้าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลการ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแสดงว่าการใช้ซีรัมจากน้ำยางพาราทำให้ปริมาณไนโตรเจนในฟาง และเมล็ดของข้าวทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีผลต่อความเข้มข้นของสังกะสีในฟาง เมล็ด และดินที่ใช้ปลูก ซึ่งสรุปได้ว่าซีรัมจากน้ำยางพาราที่มีปริมาณไนโตรเจนเป็นปุ๋ยในการปลูกข้าวที่ให้ผลผลิตข้าวสูงสุดและช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดและฟางด้วย

Sharifuddin และ Zaharah (2009) ได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์จากของเสียอินทรีย์และระบบธรรมชาติในการเกษตรกรรมของมาเลเซีย พบว่าน้ำเสียจากยางพารามีธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยได้ โดยมีส่วนประกอบของธาตุอาหารในน้ำเสีย ดังนี้คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี และทองแดง จากข้อมูลธาตุอาหารแสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกปาล์มน้ำมันและพืชพันธุ์บางชนิดได้ ซึ่งการนำไปประยุกต์ใช้สามารถเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมันได้มากกว่า 20% และยางพารา 5 – 10%

ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม (2551) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากส่วนของซีรัมน้ำยางพาราเพื่อการผลิตสาหร่ายคลอเรลลา พบว่า คลอเรลลาที่เติบโตในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตร จะมีความหนาแน่นของเซลล์สูงสุด และนำผลไปศึกษาต่อโดยการเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีก็พบว่าการเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายคลอเรลลาที่ได้จากการเลี้ยงด้วยซีรัมน้ำยางที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตที่สูงกว่า และสามารถเลี้ยงได้นานกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

ประชาคมวิจัย (2551) รายงานการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ซึ่งได้มีการนำเอาส่วนที่เป็นซีรัมไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในรูปของธาตุอาหารสำหรับผลิตแบคทีเรียสาหร่ายเซลล์เดียว และแพลงก์ตอนสัตว์ที่สามารถเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำเศรษฐกิจ และจากการศึกษาเท่าที่ผ่านมา พบว่า การนำเอาซีรัมมาใช้ประโยชน์ในด้านนี้ สามารถประยุกต์ใช้ได้กับการเพาะเลี้ยงทั้งสัตว์น้ำจืดและสัตว์ทะเล เช่น การอนุบาลลูกปลากดเหลืองจากไรแดงที่ผลิตจากน้ำยางทำให้มีอัตราการรอดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ หรือการนำเอาซีรัมจากน้ำยางไปเลี้ยงไรน้ำเค็ม และผลิตแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเสริมชีวนะ (probiotics) แล้วนำไปเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ทำให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มมากขึ้นและลดต้นทุนในการเลี้ยงลง นอกจากนั้นยังมีการประยุกต์ใช้ซีรัมจากน้ำยางพาราเพื่อการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจวัยอ่อน เช่น ลูกกุ้งก้ามกราม และลูกปูม้า เป็นต้น

### 2.1.7 อุตสาหกรรมน้ำยางข้น

น้ำยางข้น หมายถึง น้ำยางที่ไล่เอาหางน้ำยางออกไป เพื่อทำให้ความเข้มข้นของเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content) ตามธรรมชาติข้นตัว โดยให้มีเนื้อยางแห้งร้อยละ 60 ของน้ำหนักทั้งหมด เพื่อลดการปนเปื้อนจากสารบางอย่างที่มีอยู่ในน้ำยางที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง ความสะดวกในนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเพื่อความสะดวกในการขนส่ง จึงมีแปรรูปจากน้ำยางสดเป็นน้ำยางข้นเหมาะสมกับการนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ (รัตน์ เพชรจันทร, 2527; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

น้ำยางสด เป็นส่วนของไซโตพลาสซึมที่อยู่ภายในท่อน้ำยางของต้นยางพารา สามารถทำให้ไหลออกมาจากท่อน้ำยางได้โดยวิธีกรีดหรือเจาะ จะพบนิวเคลียสจำนวนมากติดอยู่ข้างๆท่อน้ำยาง แต่ไม่ค่อยพบปะปนอยู่ในส่วนของน้ำยางหลังกรีด เป็นไปได้ว่านิวเคลียสนี้มีส่วนสำคัญในการควบคุมกระบวนการสร้างน้ำยางขึ้นมา (สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

น้ำยางสดจากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นข้น (คล้ายน้ำนม) หรือสีครีม มีสภาพเป็นคอลลอยด์ (Colloid) โดยมีอนุภาคยางแขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในตัวกลางที่เรียกว่า ซีรัม (Serum) สีของน้ำยางขึ้นอยู่กับพันธุ์ยาง มีความหนาแน่นระหว่าง 0.975 – 0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความเป็นกรดด่าง 6.5 – 7.0 ส่วนประกอบของสารต่างๆดังกล่าวจะไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง การกรีด และฤดูกาล ซึ่งต้องนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้น เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ และมีคุณภาพที่สม่ำเสมอกว่าน้ำยางสด อย่างไรก็ตามองค์ประกอบของน้ำยางสดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ตารางที่ 2 - 4 คือ (รัตน์ เพชรจันทร, 2527; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

1) ส่วนที่เป็นเนื้อยาง (Dry Rubber Content: DRC)

เป็นสารประกอบไฮโดรเจนที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม สูตรเคมี คือ $(C_5H_8)_n$ เรียกชื่อทางเคมีว่า Polyisoprene หน่วยย่อยดังกล่าวเมื่อเกิดการเชื่อมโยงเป็นโมเลกุล จะเรียงตัวกันในแบบ sis – configuration เรียกชื่อโมเลกุลยางว่าเป็น sis – 1,4 polyisoprene (ยาง 1 โมเลกุล ประกอบด้วย isoprene 2,000 – 5,000 หน่วย) รูปร่างของอนุภาคยางมีรูปร่างทั้งทรงกลมและทรงรีคล้ายลูกแพร์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.02 – 0.03 ไมครอน โมเลกุลมีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำ มีประจุไฟฟ้าที่ผิวเป็นลบ เคลื่อนที่แบบบราวเนียนไปมาตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีโลหะบางชนิด เช่น Mg K Cu ปนอยู่ในส่วนของยางประมาณร้อยละ 0.05 (รัตน์ เพชรจันทร, 2527; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

2) ส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยาง (Non Rubber Content)

- ส่วนที่เป็นน้ำ (Aqueous phase) หรือที่เรียกว่า ซีรัมของน้ำยาง มีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารประกอบพวกแป้งและน้ำตาล สารเหล่านี้จะถูกแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นกรดไขมัน เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรพิออนิก ทำให้น้ำยางเสียความคงตัวและจับตัวกันเป็นก้อน

โปรตีนและกรดอะมิโน ที่สำคัญได้แก่ แอลฟาบลูโบลิน และฮีวิน ซึ่งแอลฟาบลูโบลินนั้นจะเป็นส่วนที่พบมากในน้ำยางสด มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายในสารละลายของเกลือของกรดของด่าง สำหรับฮีวินจะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำเพียงประมาณ 10,000 และสามารถละลายน้ำได้

- ส่วนของลูทอยด์และสารอื่นๆ (Lutoid and Other Particulate Phase) ลูทอยด์หรือที่เรียกว่าวิสคอยด์ (Viscoid) เป็นส่วนประกอบในน้ำยางสดซึ่งถูกรายงานเป็นครั้งแรกโดยโฮลแมนและแวนกิลล์ ในปี ค.ศ. 1984 โดยได้ทำการหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) น้ำยางสด และพบว่าน้ำยางแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งมีสีขาวและประกอบด้วยอนุภาคของยางเป็นส่วนมาก อีกส่วนมีสีเหลืองแยกอยู่ชั้นล่าง มีประมาณ 20 – 30 % ของปริมาณทั้งหมด จากการศึกษาพบว่าส่วนชั้นล่างเป็นอนุภาคที่ไม่เกาะกันแน่นมีความแตกต่างจากอนุภาคยางซึ่งเรียกว่าลูทอยด์ เนื่องจากเข้าใจว่าเป็นตัวทำให้เกิดสีเหลือง (มาจากคำว่า Luteous ที่แปลว่า สีเหลืองเข้ม) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 5 ไมครอนซึ่งใหญ่กว่าอนุภาคยาง ผลของลูทอยด์ คือ เมื่อทำการแปรรูปน้ำยางสดให้เป็นน้ำยางข้นด้วยการหมุนเหวี่ยงนั้นจะต้องเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง แอมโมเนียที่เติมลงไปนั้นจะรวมตัวกับลูทอยด์และแมกนีเซียมฟอสเฟตตกตะกอนเป็นตมสีน้ำตาลและสีขาวแยกออกจากเนื้อยางและเกาะรวมกันอยู่ด้านล่างสุดของเครื่องหมุนเหวี่ยง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหมุนเหวี่ยงลดลงต้องคอยถอดล้างเอาตมเหล่านี้ออก

- อนุภาคเฟรย์ – วิสลิง (Frey – Wyssiling) ซึ่งมีลักษณะกลมสีเหลืองเข้ม และมีอนุภาคใหญ่กว่าอนุภาคของยาง มีความหนาแน่นมากกว่าเล็กน้อย มีสารคาโรตินอยด์ (Carotinoid) ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดสีเหลืองเข้ม การที่ชั้นล่างของน้ำยางมีสีเหลืองนั้นเนื่องมาจากอนุภาคเฟรย์ – วิสลิงมากกล่าลูทอยด์ น้ำยางข้นที่ได้จากการหมุนเหวี่ยงโดยการเติมแอมโมเนียจะไม่พบอนุภาคเฟรย์ – วิสลิงอยู่ด้วย อาจเป็นเพราะอนุภาคเหล่านี้ถูกแยกออกจากยางและละลายอยู่ในส่วนของซีรัม (เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547; เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ, 2547; รัตน์ เพชรจันทร, 2527; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

**ตารางที่ 2 - 4 :** องค์ประกอบของน้ำยางสด (ปนัดดา คำรัตน์, 2545)

| องค์ประกอบของน้ำยาง | ร้อยละ (โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ส่วนที่เป็นเนื้อยาง | 36 |
| ส่วนที่ไม่ใช่ยาง | 65 |
| - ส่วนที่เป็นน้ำ | 55 |
| - ส่วนของลูทอยด์และสารอื่นๆ | 10 |

หากนำน้ำยางสดมาปั่นด้วยความเร็วสูงประมาณ 20,000 รอบต่อนาที จะสามารถแยกน้ำยางออกได้เป็น 4 ส่วน เรียงจากด้านบนถึงด้านล่าง (รูปที่ 2 – 3) ดังนี้

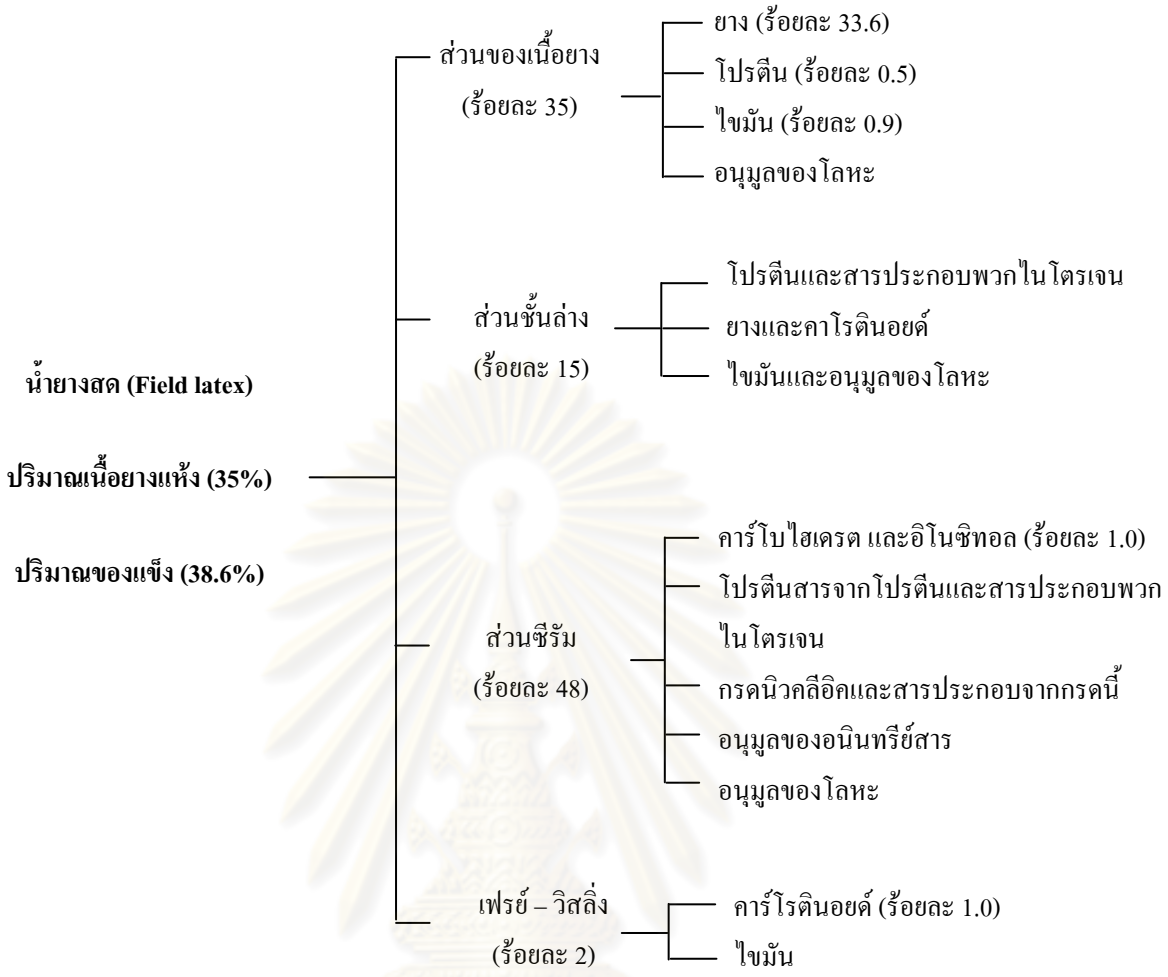
1) ส่วนของเนื้อยาง อยู่ด้านบนสุด มีลักษณะเป็นครีมสีขาว เป็นอนุภาคของยางอาจมีของแข็งอื่น เช่น อนุมูลของโลหะอื่นเจือปนอยู่บ้างเล็กน้อย

2) อนุภาคเฟรย์ – วิสลิ่ง มักติดอยู่กับเนื้อยางมีลักษณะเป็นอนุภาคเช่นเดียวกับยางแต่มีสีเหลืองเวลาปั่นมักอยู่ในส่วนของซีรัม

3) ซีรัม จะมีสีใสปนเหลือง เป็นฟองได้ง่าย ส่วนใหญ่ประกอบด้วย โปรตีน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และแมกนีเซียม

4) ตะกอนสีเหลืองหรือขาว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารพวกลูทอยด์ จะอยู่ล่างสุด ส่วนใหญ่เป็นพวก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัสและขี้แป้ง (เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547; เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ, 2547; รัตน์ เพชรจันทร, 2527; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**รูปที่ 2 -3 :** ส่วนประกอบต่างๆของน้ำยางสด หลังการปั่นแยก (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

### 2.1.7.1 กระบวนการผลิตน้ำยางข้น

#### 1) การรักษาสภาพน้ำยางสดที่จะนำไปผลิตเป็นน้ำยางข้น

น้ำยางสดจะถูกรักษาสภาพไม่ให้จับตัว ด้วยการเติมแอมโมเนีย และ TMTD/ZnO เพื่อป้องกันน้ำยางเสียสภาพ จากการจับตัวภายในเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงหลังจากการกรีดยาง ซึ่งการเสียสภาพดังกล่าวเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องมาจากปฏิกิริยาของแบคทีเรียในน้ำยางกับสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่น้ำยาง ดังนั้นก่อนนำน้ำยางสดไปผลิตเป็นน้ำยางข้น จำเป็นต้องมีการรักษาสภาพน้ำยางให้คงสถานะเป็นน้ำยาง สารเคมีที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ แอมโมเนีย เนื่องจากแอมโมเนียเป็นตัวการสำคัญที่กีดขวางการเจริญของแบคทีเรียที่ปะปนในน้ำยาง แต่การใช้แอมโมเนียเพียงอย่างเดียวไม่สามารถป้องกันการเพิ่มจำนวนกรดไขมันระเหยให้ระยะยาวได้ จึงมีการใช้แอมโมเนียรวมกับสารช่วยบางชนิด ซึ่งเป็น secondary preservative เช่น ZnO, tetramethyl

thiuram disulfide (TMTD) เป็นต้น เพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนกรดไขมันระเหยได้ดีกว่าการใช้แอมโมเนียตามลำพัง โดย ZnO มีความสามารถทำลายแบคทีเรียในน้ำยางได้ การใช้ ZnO 0.05 เปอร์เซ็นต์กับแอมโมเนีย 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำยาง จะรักษาจำนวนกรดไขมันระเหยให้ได้คงที่นานถึง 2 อาทิตย์ และได้มีการทดลองพบว่าการใช้ ZnO ร่วมกับ TMTD/ZnO ในอัตรา 0.025 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักยาง ร่วมกับแอมโมเนีย 0.2 - 0.35 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักยาง จะรักษาน้ำยางสดที่มี VFA No. ตั้งแต่แรกต่ำกว่า 0.02 ไว้ได้นานถึง 10 วัน (เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547; วลัยพร ผ่อนผัน, 2547; เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ, 2547; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

**2) การรวบรวมน้ำยางสด**

น้ำยางสดเมื่อถึงโรงงานผลิตน้ำยางข้นจะผ่านการกรองผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช (Mesh) ลงสู่ถังรวม และนำตัวอย่างน้ำยางสดไปทดสอบหาปริมาณเนื้อยางแห้ง หากน้ำยางสดนั้นมีปริมาณเนื้อยางแห้งน้อยกว่าร้อยละ 25 จะไม่นำไปผลิตน้ำยางข้น เมื่อทราบปริมาณว่าเหมาะสมแล้วจึงรีบผ่านแก๊สแอมโมเนียลงสู่ยาง หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางซึ่งปริมาณธาตุแมกนีเซียมในน้ำยางสดจะแปรปรวน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง การใส่ปุ๋ย ตลอดจนฤดูกาล หากทดสอบพบว่าน้ำยางมีปริมาณแมกนีเซียมสูง ก็ให้เติม DAP โดยปกติจะเติม DAP 1.0-1.5 กิโลกรัม/น้ำยางสด 1 ตัน (น้ำยางสดก่อนนำไปปั่นควรมีแมกนีเซียมน้อยกว่า 50 ppm on total solid เมื่อปั่นข้นแล้วควรมีแมกนีเซียมไม่เกิน 20 ppm on total solid) แล้วปล่อยทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เกิดการตกตะกอนของแมกนีเซียมโดยที่ DAP จะทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมเกิดเป็น ammonium phosphate (ทั้งนี้ถ้าแมกนีเซียมในน้ำยางมีปริมาณมากจะทำให้น้ำยางสูญเสียความคงตัวต่อเครื่องกล (ลด Mechanical Stability Time, MST) อันเนื่องมาจากการฟอร์ม magnesium higher fatty acid soaps ที่ไม่ละลายน้ำ) และสิ่งสกปรกต่างๆลงสู่ก้นถัง ตะกอนเหล่านี้จะถูกแยกออกจากน้ำยางหลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างน้ำยางมาทดลองหาจำนวนกรดไขมันระเหย (เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำยางได้รักษาสภาพเพียงพอที่จะนำไปผลิตเป็นน้ำยางเข้มข้นได้ น้ำยางที่มีการรักษาสภาพดีพอจะต้องมีจำนวนกรดไขมันระเหยไม่เกินกว่า 0.05 และน้ำยางที่จำนวนกรดไขมันระเหยสูงกว่านี้จะไม่ใช้ผลิตเป็นน้ำยางเข้มข้น) และนำไปปั่นต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2548; เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547; วลัยพร ผ่อนผัน, 2547; เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ, 2547)

**3) วิธีการผลิตน้ำยางข้น**

การผลิตน้ำยางข้นมีหลายวิธีการ ดังนี้

- วิธีระเหยน้ำ น้ำยางเข้มข้นที่ได้มีความคงสภาพเป็นน้ำยางดีมาก จึงเหมาะสำหรับการที่จะต้องขนย้ายน้ำยางไปไกลๆ และเหมาะกับการนำไปผลิตวัตถุสำเร็จรูปประเภทที่ต้องใส่สารเพิ่ม (filter) จำนวนมาก เช่น การผลิตกาว latex-cement

- วิธีการทำให้เกิดครีม โดยเติม creaming agent ต่างๆ เช่น sodium alginate, locust bean gum, gum karaya, gum tragacanth เป็นต้น เพื่อทำหน้าที่พอกหรือเคลือบผิวของอนุภาคยางให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และลอยสู่ผิวหน้าของน้ำยางได้ เป็นวิธีที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองเวลา แต่สามารถให้น้ำยางข้นที่บริสุทธ์และมีโปรตีนน้อย

- วิธีแยกด้วยไฟฟ้า อนุภาคยางที่แขวนลอยในซีรั่มต่างๆ ถูกห่อหุ้มด้วยคาร์บ๊อกซิลิกอิออนประจุลบ ดังนั้น จึงสามารถที่จะอาศัยไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการแยกส่วนของเนื้อยางจากซีรั่มได้ โดยจุ่มไฟฟ้าที่มีขั้วบวกลงในน้ำยางที่ได้เติมสารเคมีช่วยทำให้น้ำยางคงตัวไว้แล้วอนุภาคยางจะค่อยๆ เคลื่อนไปรวมอยู่ทางขั้วบวก และลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของน้ำยางในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของอนุภาคยางต่ำกว่าความหนาแน่นของเซรุ่ม วิธีนี้เป็นวิธีที่ยุ่งยากและไม่ประหยัดจึงไม่เป็นวิธีที่นิยมกัน

- วิธีการปั่น เป็นวิธีที่มีการใช้กันโดยทั่วไปอย่างกว้างขวางมากที่สุดในการผลิตน้ำยางข้น สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ทำการผลิตน้ำยางข้นโดยวิธีการปั่นเพียงอย่างเดียว (กรมควบคุมมลพิษ, 2548; เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547; วลัยพร ผ่อนผัน, 2547; เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ, 2547; สถาบันวิจัยยาง, 2536; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

### 2.1.5.2 การเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น นอกเหนือจากปริมาณผลผลิตยางพาราซึ่งเป็นผลผลิตหลักจากการผลิตแล้ว ยังมีน้ำเสียและของเสียต่างๆ ที่อยู่ในรูปของของแข็งเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตด้วย อาจกล่าวได้ว่า ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจะเกิดของเสีย ซึ่งสามารถจำแนกได้ เป็น 4 ประเภท คือ

1) น้ำเสีย น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมี BOD เฉลี่ย 2,390 มก./ล. มี SS เฉลี่ย 2,414 มก./ล. และมี pH เฉลี่ย 8.88 ขณะที่น้ำเสียจากการผลิตยางสกิมเครพมีค่า $BOD_5$ เฉลี่ย 10,489 มก./ล. มี SS เฉลี่ย 728 มก./ล. และมี pH เฉลี่ย 4.47 (ตารางที่ 2 – 5)

2) ของเสียของแข็งที่เป็นเนื้อยางตกค้างสะสมในบ่อดักยาง (rubber trap) และในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งมักเป็นเนื้อยางที่รวมตัวกันมีความบริสุทธิ์ต่ำเนื่องจากมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในน้ำเสียในปริมาณสูง

3) ของเสียของแข็งในรูปเนื้อยางที่ตกค้างในทางระบายน้ำ และภาชนะที่ใช้บรรจุยางต่างๆที่มีการกำจัดออกมา

4) ของเสียของแข็งที่เรียกว่า “กากขี้แป้ง” ได้จากการตกตะกอนจากถังพักน้ำยางและจากการปั่นน้ำยาง ประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่างๆ ส่วนใหญ่เป็นพวก ฝุ่น ทราย เปลือกไม้ และแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต (กรมควบคุมมลพิษ, 2548; เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543)

#### 2.1.5.3 น้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น

น้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นมีจุดกำเนิดแตกต่างกันดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

1) บ่อรับน้ำยางสด เกิดจาก น้ำล้างทำความสะอาดรถบรรทุกน้ำยางสดของชาวสวน น้ำล้างทำความสะอาดบ่อรับน้ำยาง และน้ำเสียจากการล้างทำความสะอาดน้ำยางสดที่หกเลอะขณะถ่ายน้ำยางสดลงบ่อรับน้ำยางสด

2) การปั่นยาง เกิดจาก น้ำล้างหัวปั่นน้ำยาง ต้องล้างทุก 2-3 ชั่วโมง เนื่องจากการอุดตันของหัวปั่นน้ำยางและการอุดตันของขี้ยางที่ท่อจ่ายน้ำยาง และน้ำเสียจากการล้างน้ำยาง ที่ล้นจากเครื่องปั่นน้ำยาง ระหว่างกระบวนการปั่นยาง

3) กระบวนการสกิม เกิดจาก น้ำซีรัม ซึ่งมีปริมาณเนื้อยาง DRC 4-6 % ส่วนประกอบที่เหลือเป็นน้ำหลังจากตกตะกอนยางสกิมแล้ว น้ำซีรัมจะถูกปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำจากเครื่องรีดยาง เป็นน้ำที่ฉีดพ่นในการรีดยางเพื่อล้างกรดซัลฟูริกที่ติดอยู่ที่ยางสกิม เพื่อให้ยางสกิมที่ได้มีคุณภาพดี และน้ำล้างจากการทำฝอย เป็นน้ำที่ฉีดสู่ถาดรับยางฝอยเพื่อรักษาสภาพยางฝอยให้เหมาะก่อนเข้าถาดอบแห้ง

4) ถังน้ำยางข้น เกิดจาก น้ำจากการล้างทำความสะอาดถังเพื่อลดการปนเปื้อนของน้ำยางข้น

**ตารางที่ 2 - 5** : ลักษณะน้ำเสียในโรงงานน้ำยางข้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

| ลักษณะ | น้ำเสีย |
|---|---|
| พีเอช | 5.72 |
| อุณหภูมิ (° C) | 30.0 |
| บีโอดี (มก./ลิตร) | 4,430 |
| ซีโอดี (มก./ลิตร) | 7,996 |
| ของแข็งแขวนลอย (มก./ลิตร) | 1,128 |
| ซัลไฟด์ทั้งหมด (มก./ลิตร) | < 1 |
| ซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (มก./ลิตร) | < 1 |
| ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มก./ลิตร) | < 1 |
| ซัลเฟต (มก./ลิตร) | 1,102 |

## 2.2 ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเกือบทั้งหมดถูกกำหนดจากกล้าปาล์มที่มีอายุช่วง 12 เดือนแรก คือ เริ่มจากกล้าปาล์มถึงการเริ่มปลูกลงในแปลง การเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงของปาล์มหรือพืชยืนต้นเกือบทุกชนิดจะเป็นผลเนื่องมาจากการปลูกต้นกล้าและคัดเลือกต้นกล้าที่ดี การปลูกที่ถูกต้องโดยมีจำนวนต้นที่ปลูกต่อพื้นที่เหมาะสม ดังนั้นการดำเนินการจัดการในช่วงกล้าปาล์มที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพราะการแก้ไขสิ่งที่ผิดพลาดต่างๆจะกระทำได้ยากเมื่อปาล์มโตแล้ว (von Uexkull and Fairhurst, 1991; ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ. 2548; สุรกิตติ ศรีกุล และคณะ, 2542)

### 2.2.1 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ปัจจัยหลักในการทำสวนปาล์มน้ำมันที่เกษตรกรจะต้องยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติ คือ การจัดการให้ได้ผลผลิตคุ้มค่าต่อการลงทุนให้เร็วที่สุด การจัดการแปลงเพาะที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง พร้อมที่จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในแปลงปลูก และส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันมีผลผลิตได้เร็วยิ่งขึ้น ช่วยให้ต้นปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอทุกต้น เนื่องจากได้คัดต้นผิดปกติทิ้งก่อนที่จะนำไปปลูกในแปลง และยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ตลอดจนสามารถลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันลง

ดังนั้นการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันจึงเป็นขั้นตอนหนึ่งของการทำสวนปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญและต้องมีการจัดการที่ดีตั้งแต่ในขั้นตอนของการจัดหาเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันจนกระทั่งต้นกล้าเติบโตและพร้อมที่จะไปลงในแปลงปลูก อีกทั้งการที่จะปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ผลผลิตสูงจะต้องเป็นปาล์มพันธุ์ดี และต้องปลูกในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสม มีภูมิอากาศอำนวยต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน นอกจากนั้นจะต้องดูแลรักษาใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเพียงพอ จึงจะทำให้ได้รับผลตอบแทนสูง

**2.2.1.1 การจัดการเมล็ดพันธุ์**

เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูกเป็นการค้าคือพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า ที่จำหน่ายเป็นการค้า จากแหล่งผลิต มี 3 แบบ ดังนี้

1) เมล็ดพันธุ์แห้ง (dry seeds)

เมล็ดพันธุ์ชนิดนี้ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการทำลายระยะการพักตัว (seed dormancy) ซึ่งจะต้องนำมาทำลายระยะการพักตัวโดยการอบความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 – 90 วัน จากนั้นจะต้องนำเมล็ดไปเพาะให้งอกซึ่งใช้เวลาประมาณ 20 – 45 วัน

2) เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการทำลายระยะการพักตัว (pre – heated seeds)

เมล็ดพันธุ์ชนิดนี้ผ่านขั้นตอนการอบความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 – 90 วันมาแล้ว เหลือเพียงแต่ขั้นตอนการนำเมล็ดไปเพาะในห้องเพาะประมาณ 20 – 45 วัน

3) เมล็ดพันธุ์ที่งอกแล้ว (germinated seeds)

เมล็ดพันธุ์ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะไม่ต้องนำเมล็ดมาผ่านขั้นตอนต่างๆในกระบวนการทำให้เมล็ดงอกที่มีความยุ่งยากและไม่สามารถควบคุมอัตราการงอกของเมล็ดได้ ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์ที่งอกแล้วอย่างสมบูรณ์จะมีส่วนประกอบ 4 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนยอด (plumule) ส่วนราก (radicle) ส่วนสะสมอาหารเพื่อการเจริญเติบโตในระยะแรกของต้น (endosperm หรือ kernel) และส่วนกะลา (shell) ซึ่งส่วนยอดและรากที่จะเจริญเติบโตต่อไปจะเชื่อมติดกับส่วนสะสมอาหารในช่วง 10 สัปดาห์แรกของการพัฒนา ถ้าส่วนดังกล่าวหลุดออกจากกันจะทำให้ต้นกล้าตายได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547; บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548)

**2.2.1.2 การเลือกสถานที่แปลงเพาะ**

1) ควรตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำและมีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปี เพราะต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่สูงมาก 12.5 มิลลิเมตรต่อวัน

2) ควรเป็นพื้นที่ที่มีการระบายน้ำอย่างดี หรือมีร่องระบายน้ำเพื่อไม่ให้น้ำท่วมขัง และสามารถไหลลงสู่พื้นที่เก็บน้ำแล้วนำน้ำกลับมาใช้ได้อีก ตลอดจนพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึงในฤดูน้ำหลาก

3) ควรตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันและมีการคมนาคมสะดวก เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต้นกล้าและลดความเสียหายของต้นกล้า

4) ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพดินซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเหมาะสำหรับนำมาเป็นวัสดุเพาะต้นกล้า

5) สถานที่ตั้งเหมาะสม สะดวกต่อการรักษาความปลอดภัยและไม่มีการบังแสงแดดจากต้นไม้ใหญ่ (เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548; กรมวิชาการเกษตร, 2547; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

**ตารางที่ 2 – 6 :** คุณสมบัติดินที่เหมาะสำหรับการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์ และคณะ. 2548)

| คุณสมบัติดิน | ช่วงที่เหมาะสม |
|---|---|
| pH in water | >4.5 |
| Sand content (%) | 30-60 |
| Clay content (%) | 25-45 |
| Organic carbon (%) | 2-3 |
| Total N(%) | 0.15-0.20 |
| Total P Bray I (mg/kg) | >25 |
| Exchangeable K (cmol/kg) | >0.2 |
| Exchangeable Mg (cmol/kg) | >0.4 |

หมายเหตุ mg/kg = ppm และ cmol/kg = meq/100g
(meq/100g หมายถึง milliequivalent/ดิน 100 กรัม)

### 2.2.2 การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน

รูปแบบการจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่ประสบผลสำเร็จและปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ไอวอรี่โคสต์ อินโดนีเซีย และคอสตาริกา มี 2 รูปแบบ คือ การเพาะต้นกล้าแบบอนุบาล 2 ครั้ง (double stage

nursery) และการเพาะกล้าอนุบาลแบบครั้งเดียว (single stage nursery) เนื่องจากการจัดการแปลงเพาะทั้ง 2 รูปแบบนี้มีผลกระทบต่อต้นกล้าน้อยที่สุด และมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเพาะต้นกล้าแบบอื่นๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2547; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

**2.2.2.1 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันแบบอนุบาลครั้งเดียว**

การเพาะต้นกล้าแบบนี้ เป็นที่นิยมปฏิบัติในประเทศแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันในแอฟริกาตะวันตก และลาตินอเมริกา เป็นวิธีที่นำเมล็ดงอกลงเพาะในถุงพลาสติกขนาด 38 × 46 เซนติเมตร (15 × 18 นิ้ว) โดยไม่ต้องผ่านระยะอนุบาลแรก (pre – nursery) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับระยะอนุบาลหลัก (main – nursery) ของรูปแบบการเพาะแบบอนุบาลสองครั้ง และมีการปฏิบัติดูแลรักษาเหมือนกับกี่ดูแลรักษาตามอายุการพัฒนาของต้นกล้าในแบบอนุบาลสองครั้งทุกประการ แต่จะแตกต่างกันตรงที่การเพาะต้นกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียวมีการให้ร่มเงาในช่วงอายุ 0 - 10 สัปดาห์แรกของการเพาะเมล็ด โดยการนำวัสดุพรางแสงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ เช่น ตาข่ายพลาสติกที่ผูกติดกับลวดมาติดไว้กับถุงปลูกโดยให้ทิศทางการบังแสงด้านทิศตะวันออก – ตก

**ข้อดีของการเพาะต้นกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว**

1) ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีกว่าการเพาะแบบอนุบาลสองครั้ง เพราะต้นกล้าไม่ได้รับการกระทบกระเทือนจากการย้ายปลูกซึ่งสามารถลดระยะเวลาการเพาะต้นกล้าลงได้ 1 - 2 เดือน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้

2) ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในเรื่องการซื้อถุงพลาสติกขนาดเล็กและการใช้แรงงานในการปลูกเมล็ดงอกลงถุงเล็ก ตลอดจนไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการย้ายต้นปาล์มลงปลูกในถุงใหญ่

**2.2.2.2 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันแบบอนุบาลสองครั้ง**

การจัดการรูปแบบนี้เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในประเทศมาเลเซีย โดยมีการปฏิบัติดูแลรักษาต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 2 ระยะ คือ

1. ระยะอนุบาลแรก (Pre – nursery) เริ่มตั้งแต่นำเมล็ดงอกเพาะในถุงพลาสติกสีดำขนาดเล็ก 13 × 18 หรือ 15 × 23 เซนติเมตร (5 × 7 หรือ 6 × 9 นิ้ว) หนา 0.06 มิลลิเมตร ในแปลงเพาะที่มีวัสดุพรางแสงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ถุงพลาสติกเมื่อบรรจุดินแล้วมีน้ำหนักประมาณ 4 กิโลกรัม จากนั้นดูแลรักษาจนต้นกล้ามีอายุ 12 – 14 สัปดาห์ หรือต้นกล้าสร้างใบได้จำนวน 3 – 5 ใบ จึงย้ายลงปลูกในถุงพลาสติกขนาดใหญ่

2. ระยะอนุบาลหลัก (Main – nursery) เริ่มจากการย้ายต้นกล้าจากระยะอนุบาลแรกอายุ 12 – 14 สัปดาห์ ลงปลูกในถุงขนาดใหญ่ขนาด 38 × 45 เซนติเมตร (15 × 18 นิ้ว) หนา 0.12 มิลลิเมตร เมื่อบรรจุดินแล้วมีน้ำหนักประมาณ 18 – 20 กิโลกรัม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของดินที่นำมาบรรจุถุง ดูแลรักษาต้นกล้าจนมีอายุ 10 – 14 เดือน จากนั้นสามารถย้ายต้นกล้าที่สมบูรณ์ลงปลูกในแปลงจริงได้

**ข้อดีของการเพาะต้นกล้าแบบอนุบาลสองครั้ง**

1) สะดวกในการดูแลรักษาต้นกล้าในระยะเริ่มต้น 0 – 14 สัปดาห์แรก เพราะแปลงเพาะมีขนาดเล็ก

2) ในระยะเริ่มต้น 0 – 14 สัปดาห์ มีการใช้แรงงานและการให้น้ำน้อยกว่าการเพาะแบบอนุบาลครั้งเดียว

3) สามารถคัดต้นกล้าที่ผิดปกติและไม่สมบูรณ์ได้ง่ายและได้ผลดีมากที่สุด และสามารถลดพื้นที่สำหรับเพาะต้นกล้าในระยะอนุบาลหลักได้

4) ในกรณีที่ต้องเพาะต้นกล้าแบบต่อเนื่องทุกปีและมีพื้นที่แปลงเพาะจำกัด การมีระยะอนุบาลแรกทำให้ลดการใช้พื้นที่ลงถ้าต้นกล้าต้นใหญ่ยังจำหน่ายไม่หมด ทำให้สามารถเพาะต้นกล้าได้อย่างต่อเนื่อง

### 2.2.2.3 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรก

1. การบรรจุดินในถุง ขนาดของถุงสำหรับเพาะเมล็ดควรมีขนาด 13 × 18 หรือ 15 × 23 เซนติเมตร (5 × 7 หรือ 6 ×9 นิ้ว) มีความหนา 0.06 มิลลิเมตร ถุงจะต้องมีรูระบายน้ำด้านข้างและด้านใต้ถุง ดินที่ใช้เพาะต้นกล้าปาล์มควรใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี มีการถ่ายเทอากาศแก่รากดี ควรใช้ดินร่วนปนทราย แต่ถ้าเป็นดินเหนียวควรผสมด้วยทรายหยาบแม่น้ำในอัตรา 2: 3 หรือผสมด้วยวัสดุปลูกอื่น เช่น แกลบ หรือขุยมะพร้าว อัตราส่วน 2: 1 (ดิน 2 ส่วนต่อวัสดุปลูก 1 ส่วน) ข้อควรระวังคือ ต้องใช้ดินร่วนปนเหนียวที่ไม่แตกออกจากกันเวลาที่ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงใหญ่ ถ้าดินแตกออกจากกันจะทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อระบบรากของต้นกล้าและส่งผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต (transplanting shock) การบรรจุดินควรอัดดินให้แน่นพอสมควร บรรจุดินล่วงหน้าก่อนการเพาะเมล็ดประมาณ 7 วัน หลังทำการบรรจุดินลงในถุงแล้วทำการรดน้ำเพื่อให้ดินยุบ หลังจากดินในถุงยุบตัวลงเติมดินให้อยู่ในระดับเสมอปากถุง

2. การปลูกเมล็ดงอกลงถุงเพาะชำ ทำหลุมให้ลึกประมาณ 2 เซนติเมตร โดยใช้ปลายนิ้ว แล้วนำเมล็ดงอกลงปลูก โดยให้ส่วนยอดที่มีสีขาวขึ้นด้านบน และปลายสีน้ำตาลคือรากลงด้านล่าง ซึ่งถ้าหากมีการวางในตำแหน่งที่สลับกันโดยนำยอดชี้ลงและรากชี้ขึ้นจะทำให้ต้นกล้าที่ได้ผิดปกติโดยมีอาการต้นและยอดบิดเบี้ยว ที่ต้องทำการคัดทิ้งต่อไป หลังจากวางเมล็ดงอกลงในถุงแล้วกลบหลุมด้วยดินและคลุมด้วยขุยมะพร้าวเพื่อรักษาความชื้นของดินในถุงเพาะชำ เมื่อปลูกเสร็จควรรดน้ำให้ชุ่มทันที ตรวจสอบการกลบดินอย่าให้ยอดโผล่ ยอดสีเขียวอ่อนจะเริ่มโผล่ให้เห็นหลังจากปลูกแล้วประมาณ 9 – 14 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2545; กรมวิชาการเกษตร,2547; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545; บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548; ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล วินา ภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ, 2541; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2547; สุรกิตติ ศรีกุล และคณะ, 2542; สถาบันวิจัยพืชสวน, 2546; สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม, 2545)

### 2.2.3 การจัดการดูแลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

#### 2.2.3.1 ระยะอนุบาลแรก

**1) การพรางแสง** ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะอ่อนแอต่อแสงแดดมากโดยเฉพาะยอดอ่อนและใบอ่อน ซึ่งจะปรากฏอาการยอดและใบไหม้ (sun scorch) หรือมีใบเรียวแคบกว่าปกติและเจริญเติบโตช้า ดังนั้นในช่วง 10 สัปดาห์แรกของการเจริญเติบโตจะต้องมีการทำร่มเงา เพื่อให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างเป็นปกติ โดยต้องมีการทำโรงเรือนที่ถาวร หรือชั่วคราวให้อายุคงทนอยู่ได้ไม่ต่ำกว่าหนึ่งปี วัสดุพรางแสงควรเป็นตาข่ายพลาสติกที่สามารถลดความเข้มแสง (light intensity) ได้ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยในระยะอนุบาลแรกจะต้องก่อสร้างโรงเรือนเพื่อติดตั้งตาข่ายพรางแสงให้สูงกว่าระดับพื้นดินประมาณ 2 เมตร แต่ควรหลีกเลี่ยงการให้ร่มเงาที่มากเกินไปเพราะจะทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันยืดตัว (etiolation) เพื่อรับแสง ซึ่งเป็นเหตุให้ต้นกล้าอ่อนแอ ยอดและใบหักได้ง่าย ตลอดจนทำให้อัตราการเข้าทำลายของเชื้อราสูงขึ้น

**2) การให้น้ำ** การให้น้ำในระยะอนุบาลแรกมีความสำคัญมาก ถ้าต้นกล้าได้รับน้ำไม่เพียงพอจะทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตช้า มีอาการผิดปกติ เช่น ใบย่น (crinkled lelaf) และอ่อนแอต่อโรค ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกต้องการน้ำ 0.20 – 0.30 ลิตรต่อต้นต่อวัน หรือประมาณ 125 ลิตรต่อ 500 ต้นต่อวัน (Turner and Gillbanks, 1982) ควรให้น้ำวันละ 2 ครั้ง โดยให้เพียงพอทั่วถุงในเวลาเช้า และเย็นถ้าวันใดมีฝนตกมากกว่า 10 มิลลิลิตร สามารถงดการให้น้ำในวันที่ฝนตกได้

**3) การให้ปุ๋ย** เมื่อใบแรกของต้นกล้าพัฒนาเต็มที่ หรือประมาณสัปดาห์ที่ 4 หลังปลูกควรเริ่มใส่ปุ๋ย และให้ปุ๋ยทุกสัปดาห์จนกว่าจะย้ายต้นกล้าไปปลูกในระยะอนุบาลหลัก โดยวิธีการให้ปุ๋ยในรูปสารละลาย หรือปุ๋ยทางใบ

**4) การกำจัดวัชพืช** ควรกำจัดวัชพืชออกจากถุงเพาะโยใช้มือถอน สำหรับในเรือนเพาะชำขนาดใหญ่สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชระหว่างแถวได้ แต่ห้ามใช้สารกำจัดวัชพืชจำพวกฮอร์โมน 2,4-D ในเรือนเพาะชำเพราะจะทำให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงแก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการให้ปุ๋ยในระยะอนุบาลแรก**

1) ควรเลือกใช้ปุ๋ยที่มีคุณภาพสูง เพื่อหลีกเลี่ยงอาการใบไหม้ที่เกิดจากปุ๋ยคุณภาพไม่ดี

2) หลังการให้ปุ๋ยทุกครั้งควรให้น้ำตามในปริมาณเล็กน้อย เพื่อล้างปุ๋ยที่ติดค้างบนใบออกให้หมด เพื่อหลีกเลี่ยงอาการใบไหม้

3) การให้ปุ๋ยควรให้ในช่วงเช้าหรือเย็น และไม่ควรให้ปุ๋ยในช่วงที่มีแสงแดดจัด

4) ควรละลายปุ๋ยในถังขนาดใหญ่ให้มีปริมาณเพียงพอที่จะใช้รดต้นกล้า ซึ่งการละลายปุ๋ยควรทำก่อนที่จะใช้อย่างน้อย 4 ชั่วโมงเพื่อให้ปุ๋ยละลายได้หมด และก่อนใช้ควรคนสารละลายให้เข้ากันอย่างดี เพื่อจะได้มีปริมาณเนื้อปุ๋ยเท่ากัน

**2.2.3.2 ระยะอนุบาลหลัก**

**1) การย้ายปลูกต้นกล้าในระยะอนุบาลหลัก** ก่อนทำการย้ายต้นกล้าควรให้น้ำในถุงใหญ่ก่อน 1 วัน เพื่อให้ดินมีความชื้นพอเหมาะ ขุดดินในถุงใหญ่ขนาดความกว้างและความลึกที่พอดีกับขนาดของถุงขนาดเล็ก ทำการย้ายต้นกล้าปลูกลงในถุงขนาดใหญ่โดยใช้มีดกรีดถุงพลาสติกตามแนวยาวของถุง นำต้นกล้าออกจากถุงโดยพยุงดินที่ติดกับรากของต้นกล้าให้ดีอย่าให้ดินที่หุ้มรากของต้นกล้าแตกออก นำวางลงในหลุมที่เตรียมไว้ คลุมดินปากถุงด้วยขุยมะพร้าวเพื่อรักษาความชื้นของดินภายในถุงเพาะชำ ในขั้นตอนการปลูกนี้ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะอาจทำให้ต้นกล้าได้รับความกระทบกระเทือน ส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการเจริญเติบโตช้า ควรหลีกเลี่ยงช่วงอากาศที่ร้อนจัด เมื่อปลูกเสร็จต้องให้น้ำทันที และไม่ควรปลูกลึกหรือตื้นเกินไป

**2) การให้น้ำ** น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ที่มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของต้นกล้า ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต สำหรับในระยะอนุบาลหลักต้นกล้ามีความต้องการน้ำ 12.5

มิลลิเมตรต่อวัน (ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วต้นกล้าจะได้รับน้ำ 2 – 3 ลิตรต่อต้นต่อวัน) ควรแบ่งให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงเช้าและเย็น

**3) การให้ปุ๋ย** การให้ปุ๋ยในระยะอนุบาลหลักควรให้ปุ๋ยทุกๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งอายุครบ 48 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงใส่ทุกๆ 3 สัปดาห์ และหากดินที่ใช้เพาะต้นกล้านั้นมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือเป็นดินชั้นล่างควรจะใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรต์ทุกๆ 6 – 8 สัปดาห์เพื่อให้ธาตุแมกนีเซียม และควรเริ่มใส่ปุ๋ยโบแรกซ์ในช่วงต้นกล้าอายุ 24 สัปดาห์เพื่อให้ธาตุโบรอน การใส่ปุ๋ยควรมีความระมัดระวังเพราะถ้าใส่ปุ๋ยถูกใบอ่อนของต้นกล้าจะทำให้เกิดรอยไหม้ วิธีใส่ปุ๋ยควรโรยปุ๋ยให้สูงจากดินไม่เกิน 5 เซนติเมตร และโรยรอบๆโคนต้น เป็นวงแหวนห่างจากโคนประมาณ 5 – 7 เซนติเมตร หลีกเลี่ยงการใส่ปุ๋ยที่มากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เป็นพิษต่อต้นกล้า ก่อนการย้ายต้นกล้าในระยะอนุบาลหลักไปปลูกในแปลงปลูก 2 สัปดาห์ควรงดการให้ปุ๋ยทั้งหมด

**4) การกำจัดวัชพืช** ควรทำทุกๆเดือนโดยการถอนด้วยมือ และควรเพิ่มดินลงในถุงที่ยุบตัวลง วัชพืชระหว่างถุงเพาะชำควรกำจัดด้วยสารเคมีและควรป้องกันไม่ให้โคนต้นกล้า (กรมวิชาการเกษตร,2547; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545; บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548; สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม, 2545; สุรกิตติ ศรีกุล และคณะ, 2542; สถาบันวิจัยพืชสวน, 2546; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2547)

### 2.2.4 การคัดทิ้งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผิดปกติ

การคัดทิ้ง (culling) หมายถึงการคัดต้นกล้าผิดปกติออกจากต้นกล้าที่สมบูรณ์แล้วต้องทำลายทิ้งไป ถ้ามีการคัดทิ้งอย่างถูกต้อง จะทำให้ผลผลิตของสวนปาล์มน้ำมันสูงสม่ำเสมอ ส่งผลให้คุ้มค่าต่อการลงทุน เป็นการลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลกำไรให้เจ้าของแปลงในที่สุด โดยยึดหลักในการคัดทิ้งว่า “ถ้าต้นกล้ามีลักษณะที่น่าจะผิดปกติให้คัดทิ้งทันที”

- ในระยะอนุบาลแรกคัดทิ้งประมาณร้อยละ 15
- ในระยะอนุบาลหลักคัดทิ้งประมาณร้อยละ 5

อาจสรุปได้ว่าเมื่อนำเมล็ดปาล์มมาเพาะ 100 เมล็ด จะได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรงผ่านวิธีการคัดเป็นอย่างดีประมาณ 80 ต้น ส่วนอีก 20 ต้น เป็นต้นกล้าที่ตายและผิดปกติอันเนื่องมาจากกรรมวิธีในการผลิตเมล็ดพันธุ์ พันธุกรรม และสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่นภูมิอากาศ การดูแลรักษา การให้น้ำ ความต้องการธาตุอาหาร เป็นต้น

**ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการคัดทิ้งต้นกล้า**

1) ระดับความรู้ของผู้จัดการแปลงเพาะ ตลอดจนความเข้าใจในการคัดทิ้งต้นกล้า

2) คุณภาพแหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของต้นพ่อแม่พันธุ์ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในขณะที่เมล็ดพัฒนาเจริญเติบโตในทะลายปาล์ม

3) การควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์

4) ภาชนะบรรจุและสภาพการขนส่งเมล็ดพันธุ์

5) การดูแลรักษาต้นกล้าในแปลงเพาะ

6) ความรู้และความเข้าใจในการคัดเลือกต้นกล้าที่ดี และต้นกล้าที่ผิดปกติ

**สาเหตุที่ต้องมีการคัดทิ้งต้นกล้า**

**1) ต้นกล้ามีความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม**

เกิดจากการกลายพันธุ์ ถ้าผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์มีการควบคุมคุณภาพการผลิตที่ดี ความแปรปรวนของต้นกล้าในแปลงเพาะไม่ควรเกินร้อยละ 5

**2) ความผิดปกติทางด้านสรีระในขณะผสมเกสร**

ในฤดูฝนการเก็บรักษาละอองเกสรเพื่อใช้ผสมพันธุ์จะมีปัญหาเกี่ยวกับความมีชีวิตของละอองเกสรน้อยมาก แต่ในฤดูแล้งถ้าต้นปาล์มขาดน้ำจะมีผลกระทบต่อคุณภาพและความแข็งแรงของคัพภะในขณะพัฒนา ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่สมบูรณ์ เกิดลักษณะผิดปกติของต้นกล้าได้

**3) เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ**

การควบคุมคุณภาพเมล็ดไม่ดีพอ จะพบเชื้อโรคที่เมล็ด หรือการคัดเลือกเมล็ดไม่ได้มาตรฐานจะได้ต้นกล้าที่อ่อนแอมากขึ้น

**4) การจัดการแปลงเพาะที่ไม่ได้มาตรฐาน**

มักเกิดขึ้นกับแปลงเพาะที่เริ่มดำเนินการใหม่ เพราะผู้ดำเนินการยังขาดความชำนาญและความรู้ในการดูแลรักษา เช่น การให้น้ำ การใช้สารเคมี ซึ่งการดูแลต้นกล้าในแปลงเพาะจะมีผลต่อการให้ผลผลิตเมื่อนำไปปลูกในภายหลัง

**5) ความผิดปกติในการงอกของต้นกล้า**

ความผิดปกติของต้นกล้าบางครั้งอาจเกิดจากเมล็ดงอกผิดปกติหรืออาจเกิดจากวัสดุปลูกไม่เหมาะสมทำให้การเจริญของต้นกล้าในช่วงเริ่มงอกผิดปกติ เช่น วัสดุปลูกมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือด่างเกินไป

**ลักษณะผิดปกติในระยะอนุบาลแรก มีดังต่อไปนี้**

**1) ใบเรียวแคบ (narrowleaf หรือ grass leaf)** มีลักษณะใบคล้ายกับพืชตระกูลหญ้า

**2) ยอดและใบเบี้ยว (twisted shoot and twisted leaf)** ใบขดม้วนและยอดโค้งงอ เป็นอาการที่เกิดจากการปลูกเมล็ดงอกสลับกลับด้านกันระหว่างรากกับยอด

**3) ใบม้วนรอบเส้นกลางใบ (rolled leaf หรือ spike leaf)** แผ่นใบม้วนด้านตั้งรอบเส้นกลางใบ คล้ายกับเข็มหรือตะปู

**4) ใบม้วนย่น (crinkled leaf)** เป็นอาการซึ่งเกิดจากสาเหตุ เช่น ขาดน้ำ ขาดธาตุโบรอน และปัจจัยทางสรีระ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

**5) ต้นแคระแกร็น (stunted seedling)** ต้นเล็กแคระแกร็น เจริญเติบโตช้า ซึ่งเกิดจากการปลูกเมล็ดงอกลึกเกินไป

**6) ใบกึ่งกลางขอด (collante)** ใบไม่คลี่ตรงกึ่งกลางใบ ส่วนใหญ่จะเกิดกับลักษณะ 2 แฉก ซึ่งเกิดจากต้นกล้าขาดน้ำ

ลักษณะอาการทั้งหมดนี้จะพบเมื่อต้นกล้ามีอายุ 4 สัปดาห์ขึ้นไปหลังการเพาะเมล็ดงอก สำหรับการคัดทิ้งควรเริ่มเมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 6 สัปดาห์ และคัดทิ้งอีกครั้งเมื่อ 1 สัปดาห์ก่อนการย้ายปลูก อย่างไรก็ตามลักษณะต้นกล้าที่ต้องคัดทิ้ง คือต้นกล้าที่มีเชื้อราเข้าทำลายอย่างรุนแรง เช่น โรคบลาสต์ โรคแอนแทรคโนส และโรคเคอร์วูลาเรีย เป็นต้น

**ลักษณะผิดปกติในระยะอนุบาลหลัก**

**1) ต้นกล้าที่แคระแกร็น (retarded development)** มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับต้นกล้าส่วนใหญ่ที่มีอายุเท่ากัน

**2) ต้นที่มีลักษณะเป็นหมัน (barron or sterile growth form)** ทางใบเจริญเติบโตผิดปกติกล่าวคือทางใบทำมุมแหลมแคบกับลำต้น ทางใบตั้งตรงไม่โน้มลง

**3) เรือนยอดแจ้ (flat top from)** ทางใบที่แทงออกมาใหม่สั้นไม่พุ่งยาวออกไปเช่นเดียวกับใบเดิมที่ออกมาก่อน ทำให้เห็นลักษณะยอดแคบ

**4) เรือนยอดอ่อน (limp or flaccid form)** ทางใบและใบย่อยมีลักษณะอ่อนลู่โน้มลงต้นมีลักษณะอ่อนลู่และอาจมีลักษณะเตี้ยแคระ

**5) ใบไม่คลี่ (juvenile form)** ใบย่อยที่แก่ไม่คลี่ออก

**6) ปล้องใบย่อยถี่สั้น (short internodes)** ทำให้ใบย่อยที่ออกมามีระยะห่างกัน

**7) ปล้องใบย่อยกว้าง (wide internodes)** ระยะระหว่างใบย่อยบนทางใบแบบขนนกจะห่างกันมากกว่าปกติ ทำให้มีลักษณะทรงต้นโปร่งกว่าปกติ

**8) ใบย่อยแคบ (narrow pinnar)** ใบย่อยแคบและม้วนตามก้านใบ ทำให้มีลักษณะคล้ายเข็ม

**9) ใบย่อยกว้างและสั้น (short broad pinnae)** ปลายใบย่อยมนไม่แหลม

**10) ใบย่อยที่แทรกออกมายางแหลม (acute pinnae insertion)** ที่มีลักษณะแตกต่างจากต้นกล้าส่วนใหญ่ (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2547; สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม, 2545)

### 2.2.5 ข้อมูลทั่วไปปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดบริเวณตะวันตกของแอฟริกา ระหว่างเส้นรุ้งที่ 10 - 12 องศาเหนือและใต้ ดังนั้นในภาษาอังกฤษจึงเรียกปาล์มน้ำมันว่า African oil palm ได้มีการนำเข้ามาสู่ทวีปเอเชียครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2379 โดยนำมาปลูกที่สวนพฤกษชาติสิงคโปร์ และชาวฮอลันดาได้นำปาล์มน้ำมันไปปลูกในประเทศอินโดนีเซียเป็นครั้งแรกที่บอร์กอร์เมื่อ พ.ศ. 2391 และได้ปลูกเป็นสวนปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจเมื่อ พ.ศ. 2460 ที่เกาะสุมาตรา

การปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย พระยาประดิพัทธ์ภูบาลเป็นผู้นำเข้ามาเป็นครั้งแรกประมาณ 60 ปีมาแล้วโดยนำมาจากอินโดนีเซียหรือมาเลเซียแต่ปลูกเป็นไม้ประดับสวยงามที่สถานีทดลองยางคอหงส์ จังหวัดสงขลาและสถานีกสิกรรมพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี ในขณะนั้นปาล์มน้ำมันมีชื่อเรียกที่หลากหลาย ทางภาคใต้เรียกว่า หมากมัน เนื่องจากมีผลขนาดหมากและมีน้ำมันมาก ส่วนทางภาคกลางเรียกว่ามะพร้าวหัวลิง สำหรับการปลูกเป็นการค้านั้นหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณ์ได้ปลูกครั้งแรกประมาณ 1,900 ต้น ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่สองที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลาในปี พ.ศ. 2509 และได้สร้างสวนสาธิตที่นิคมสร้างตนเองควนกาหลง จังหวัดสตูล โดยปาล์มน้ำมันได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้าอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. 2511 ต่อมาเมื่อโครงการปลูกปาล์มน้ำมันประสบความสำเร็จจึงมีบริษัทปลูกปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก (สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง, 2549; ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, 2532)

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ เนื่องจากมีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ทั้งทางด้านการผลิตและการตลาด เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น อีกทั้งน้ำมันปาล์มยังเป็นน้ำมันพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายทั้งในสินค้าอุปโภคและบริโภค ดังนั้นส่วนแบ่งการผลิตน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันพืชโลกจึงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว แต่ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่มีการเพาะปลูกได้เฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นของโลก ปัจจุบันมีประเทศที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน จำนวน 42 ประเทศ จากจำนวนทั้งหมดทั่วโลก 223 ประเทศ ซึ่งแตกต่างจากพืชน้ำมันอื่นที่สำคัญของโลก (ถั่วเหลือง เรพซีด ทานตะวัน และถั่วลิสง) ที่เป็นพืชล้มลุก และสามารถปลูกได้ทั้งในพื้นที่เขตร้อน และเขตอบอุ่น การขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมา แต่การขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นในบางประเทศเท่านั้น คือ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (กรมวิชาการเกษตร,2547; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545)

น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันพืชที่ผลิตได้มากเป็นอันดับหนึ่งในปี 2550 มีสัดส่วนผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของน้ำมันพืชทั้งหมด เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันชนิดเดียวที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าพืชน้ำมันอื่นๆทุกชนิด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสกัดผลปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชน้ำมันยืนต้นอายุกว่า 25 ปี ปลูกมากแถบเอเชีย ประเทศผู้ผลิตน้ำมันปาล์มรายใหญ่ คือ มาเลเซียและอินโดนีเซีย คิดเป็นร้อยละ 82.56 ของการผลิตทั้งหมด และมีผลผลิตน้ำมันปาล์มมากกว่าไทยถึง 15 – 16 เท่าตัว ส่วนประเทศนำเข้าปาล์มน้ำมันรายใหญ่ คือ อินเดีย ประชาคมยุโรป จีน และปากีสถาน ซึ่งนำเข้าน้ำมันปาล์มรวมร้อยละ 55.22 ของการค้าน้ำมันโลกในปี 2545 และปริมาณการนำเข้ามีอัตราการเพิ่มร้อยละ 9.09 ต่อปี ชี้ให้เห็นว่าโลกมีอัตราความต้องการน้ำมันปาล์มมากขึ้นกว่าปริมาณการผลิต (กระทรวงพาณิชย์, 2550; Oil world, 2002 อ้างใน กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 2 – 7 :** เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตปาล์มน้ำมันที่สำคัญ ปี 2548 – 2550 (องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ อ้างใน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

| ประเทศ | เนื้อที่ให้ผล (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rai) | | | ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons) | | | ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs) | | | Country |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2548 | 2549 | 2550 | 2548 | 2549 | 2550 | 2548 | 2549 | 2550 | |
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2005 | 2006 | 2007 | 2005 | 2006 | 2007 | |
| **รวมทั้งโลก** | **80,447** | **82,194** | **86,464** | **173,273** | **180,289** | **190,573** | **2,154** | **2,193** | **2,204** | **World Total** |
| อินโดนีเซีย | 23,063 | 25,750 | 28,625 | 64,255 | 70,000 | 78,000 | 2,786 | 2,718 | 2,725 | Indonesia |
| มาเลเซีย | 22,188 | 23,000 | 23,688 | 75,650 | 75,400 | 77,700 | 3,410 | 3,278 | 3,280 | Malaysia |
| ไนจีเรีย | 20,938 | 19,219 | 19,688 | 8,500 | 8,300 | 8,500 | 406 | 432 | 432 | Nigeria |
| ไทย | 2,026 | 2,374 | 2,663 | 5,003 | 6,175 | 6,390 | 2,469 | 2,828 | 2,399 | Thailand[1/] |
| โคลัมเบีย | 1,060 | 1,031 | 1,031 | 3,273 | 3,200 | 3,200 | 3,088 | 3,104 | 3,104 | Colombia |
| เอกวาดอร์ | 803 | 813 | 844 | 1,930 | 2,000 | 2,100 | 2,403 | 2,460 | 2,488 | Ecuador |
| กานา | 2,033 | 2,081 | 1,875 | 2,025 | 2,097 | 1,900 | 996 | 1,008 | 1,013 | Ghana |
| ไอวารี่ซ์โคด | 1,232 | 1,138 | 1,188 | 1,350 | 1,413 | 1,448 | 1,096 | 1,242 | 1,219 | Cote d'lvoire |
| ปาปัวนิวกินี | 550 | 575 | 600 | 1,300 | 1,350 | 1,400 | 2,364 | 2,348 | 2,333 | Papua New Guinea |
| แคเมอรูน | 363 | 363 | 363 | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 3,581 | 3,581 | 3,581 | Cameroon |
| อื่นๆ | 6,191 | 5,850 | 5,899 | 8,687 | 8,514 | 8,635 | 1,403 | 1,455 | 1,464 | Others |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับประเทศไทยปัจจุบันปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันชนิดเดียวของไทยที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันเพื่อใช้สำหรับการบริโภคและอุปโภคภายในประเทศสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น โดยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นมาไทยสามารถผลิตน้ำมันปาล์มได้ในปริมาณที่เพียงพอใช้ภายในประเทศ และมีการส่งออกน้ำมันปาล์มส่วนที่เหลือออกนอกประเทศบ้าง และในปัจจุบันประเทศไทยได้ทำข้อตกลงเพื่อเปิดเสรีทางการค้าทั้งกรอบพหุภาคี (WTO) กรอบภูมิภาคอาเซียน (อาฟต้า) และกรอบทวิภาคีกับประเทศต่างๆด้วย (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

การผลิตปาล์มน้ำมันของไทยเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะ 15 ปีที่ผ่านมาจากพื้นที่ปลูก 0.834 ล้านไร่ในปี 2536 เป็น 2.739 ล้านไร่ในปัจจุบันหรือเพิ่มขึ้นมากกว่า 3 เท่าตัว จังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมาก ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล ตรัง และประจวบคีรีขันธ์ ตามลำดับ (กระทรวงพาณิชย์, 2550)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 2 – 8** : ปาล์มน้ำมัน : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2550 – 2551 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

| จังหวัด | เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) | | | เนื้อที่ให้ผล (ไร่) | | | ผลผลิต (ตัน) | | | ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2550 | 2551 | % + / - | 2550 | 2551 | % + / - | 2550 | 2551 | % + / - | 2550 | 2551 | % + / - |
| **รวมทั้งประเทศ** | **3,199,914** | **3,622,778** | **13.21** | **2,663,252** | **2,872,836** | **7.87** | **6,389,983** | **9,263,784** | **44.97** | **2,399** | **3,225** | **34.43** |
| **กลาง** | **290,954** | **376,648** | **29.45** | **203,147** | **227,519** | **12.00** | **370,759** | **672,347** | **81.34** | **1,825** | **2,955** | **61.92** |
| **ใต้** | **2,908,960** | **3,246,130** | **11.59** | **2,460,105** | **2,645,317** | **7.53** | **6,019,224** | **8,591,437** | **42.73** | **2,447** | **3,248** | **32.73** |
| ปราจีนบุรี | 47 | 656 | 1,295.74 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ฉะเชิงเทรา | 10,458 | 14,360 | 37.31 | 4,346 | 5,936 | 36.59 | 4,876 | 11,597 | 137.84 | 1,122 | 1,954 | 74.15 |
| สระแก้ว | 10,777 | 11,663 | 8.22 | 954 | 5,609 | 487.95 | 1,008 | 11,694 | 1,060.12 | 1,057 | 2,085 | 97.26 |
| จันทบุรี | 4,611 | 5,080 | 10.17 | 3,786 | 4,561 | 20.47 | 4,967 | 8,455 | 70.22 | 1,312 | 1,854 | 41.31 |
| ตราด | 59,860 | 67,096 | 12.09 | 30,184 | 40,874 | 35.42 | 48,089 | 132,523 | 175.58 | 1,593 | 3,242 | 103.52 |
| ระยอง | 19,928 | 20,965 | 5.20 | 13,843 | 14,092 | 1.80 | 23,812 | 36,357 | 52.68 | 1,720 | 2,580 | 50.00 |
| ชลบุรี | 77,495 | 81,848 | 5.62 | 71,229 | 74,023 | 3.92 | 137,812 | 230,607 | 67.33 | 1,935 | 3,115 | 60.98 |
| กาญจนบุรี | 2,342 | 4,641 | 98.16 | 1,342 | 2,342 | 74.52 | 905 | 3,541 | 291.27 | 674 | 1,512 | 124.33 |
| เพชรบุรี | 2,341 | 2,798 | 19.52 | - | 451 | - | - | 632 | - | - | 1,401 | - |
| **ประจวบคีรีขันธ์**[5] | **103,142** | **168,197** | **63.07** | **77,463** | **79,631** | **2.80** | **149,290** | **236,941** | **58.71** | **1,927** | **2,975** | **54.39** |
| **ชุมพร**[3] | **693,622** | **732,371** | **5.59** | **578,920** | **642,626** | **11.00** | **1,356,638** | **2,171,318** | **60.05** | **2,343** | **3,379** | **44.22** |
| ระนอง | 63,923 | 73,274 | 14.63 | 41,301 | 48,041 | 16.32 | 107,402 | 140,520 | 30.84 | 2,600 | 2,925 | 12.50 |
| **สุราษฎร์ธานี** [2] | **832,285** | **915,255** | **9.97** | **719,527** | **752,749** | **4.62** | **1,770,157** | **2,429,963** | **37.27** | **2,460** | **3,228** | **31.22** |
| พังงา | 89,531 | 102,158 | 14.10 | 77,901 | 81,740 | 4.93 | 170,644 | 232,820 | 36.44 | 2,191 | 2,848 | 29.99 |

**ตารางที่ 2 – 8 (ต่อ)** : ปาล์มน้ำมัน : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2550 – 2551 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

| จังหวัด | เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) | | | เนื้อที่ให้ผล (ไร่) | | | ผลผลิต (ตัน) | | | ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2550** | **2551** | **% + / -** | **2550** | **2551** | **% + / -** | **2550** | **2551** | **% + / -** | **2550** | **2551** | **% + / -** |
| ภูเก็ต | 1,133 | 1,133 | 0.00 | 1,133 | 1,133 | 0.00 | 1,421 | 2,344 | 64.95 | 1,254 | 2,069 | 64.99 |
| **กระบี่** [1] | **834,437** | **965,809** | **15.74** | **763,884** | **806,721** | **5.61** | **2,049,589** | **2,755,306** | **34.43** | **2,683** | **3,415** | **27.28** |
| ตรัง | 102,064 | 109,026 | 6.82 | 83,766 | 90,572 | 8.13 | 207,942 | 258,946 | 24.53 | 2,482 | 2,859 | 15.19 |
| **นครศรีธรรมราช**[4] | **117,164** | **149,164** | **27.31** | **65,728** | **90,345** | **37.45** | **132,198** | **265,264** | **100.66** | **2,011** | **2,936** | **46.00** |
| พัทลุง | 8,894 | 10,088 | 13.42 | 2,375 | 3,221 | 35.62 | 4,347 | 8,252 | 89.83 | 1,830 | 2,562 | 40.00 |
| สงขลา | 19,588 | 24,022 | 22.64 | 17,938 | 19,232 | 7.21 | 37,052 | 50,660 | 36.73 | 2,066 | 2,634 | 27.49 |
| สตูล | 95,782 | 104,539 | 9.14 | 87,353 | 88,083 | 0.84 | 148,681 | 225,730 | 51.82 | 1,702 | 2,563 | 50.59 |
| ยะลา | 5,431 | 7,031 | 29.46 | 898 | 944 | 5.12 | 1,439 | 1,890 | 31.34 | 1,602 | 2,002 | 24.97 |
| นราธิวาส | 35,830 | 39,275 | 9.61 | 19,381 | 19,490 | 0.56 | 31,714 | 47,828 | 50.81 | 1,636 | 2,454 | 50.00 |

**หมายเหตุ :** 1 พื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 1 ของประเทศ
2 พื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 2 ของประเทศ
3 พื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 3 ของประเทศ
4 พื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 4 ของประเทศ
5 พื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 5 ของประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลิตภัณฑ์ของปาล์มน้ำมัน คือ น้ำมันปาล์ม (crude palm oil) น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (kernel palm oil) รวมทั้งกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (palm kernel cake) น้ำมันปาล์มจากเนื้อผลปาล์ม (mesocarp) วิธีการสกัดน้ำมันปาล์มอาจใช้วิธีการ บีบ อัด หรือการใช้ความร้อน น้ำมันปาล์มดิบที่ได้มีลักษณะเหลวมีสิ่งเจือปนและน้ำปนอยู่ ต้องส่งไปยังโรงกลั่นใสซึ่งเป็นโรงงานที่ทำน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์โดยผ่านกระบวนการต่างๆหลายขั้นตอน จนกระทั่งได้น้ำมันปาล์ม (Refined Bleached and Deodorised palm oil) น้ำมันปาล์มที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้หลากหลายประเภท ทั้งการอุปโภคและบริโภค โดยสามารถแบ่งกลุ่มการนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1) อุตสาหกรรมด้านอาหาร น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มประมาณร้อยละ 80 นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น น้ำมันปรุงอาหาร มาการีน น้ำมันสำหรับทอด ไอศกรีมและนมข้นหวาน ขนมปังและเบเกอรี่ คอฟฟี่เมทและนมเทียม และอาหารสัตว์

2) อุตสาหกรรมโอลิโอเคมิคอล น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มประมาณร้อยละ 20 นำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตสินค้าอุปโภค โดยผ่านกระบวนการทางเคมี โดยการผลิตกรดไขมันประเภทต่างๆ ทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น กรดลอริกใช้ทำเป็นเรซินในอุตสาหกรรมสี กรดปาล์มมิติกใช้ในการเลี้ยงเชื้อราเพื่อสกัดเป็นยาปฏิชีวนะ และผสมกับกรดสเตียริกเพื่อทำเทียนไข กรดโอเลอิกใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรดสเตียริกใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง สบู่เด็ก ผสมกับกรดปาล์มมิติกเพื่อทำเทียนไข และกรดลิโนเลอิกใช้เป็นยาฉีดสำหรับลดไขมันในเส้นเลือด นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันปาล์มเพื่อผลิตเมทธิลเอสเทอร์ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำมันปาล์มและเมทธิลอัลกอฮอล์ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟเป็นสารเร่งปฏิกิริยา และมีผลพลอยได้ที่สำคัญและมีมูลค่าสูง คือ กลีเซอรอล (Glycerol) (บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548)

#### 2.2.5.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมัน

**ราก** เป็นระบบรากฝอย (Fibrous Root System) จะกระจายอยู่บริเวณผิวดินลึกไม่เกิน 45 เซนติเมตร มีความหนาแน่นมากในบริเวณส่วนโคนและระยะ 1.5 -2.0 เมตรจากลำต้น การแตกแขนงของรากเริ่มจาก primary root, secondary root, tertiary root และ quaternary root ตามลำดับ โดย quaternary root จะทำหน้าที่ดูดธาตุอาหาร เนื่องจากรากชนิดนี้ไม่มีลิกนินเหมือนรากชนิดอื่นที่มีสารนี้ในส่วนของเนื้อเยื่อ hypodermis ปาล์มน้ำมันไม่มีรากขนอ่อน นอกจากนี้ยังมี hydathodes ที่เกิดจากเนื้อเยื่อชั้น cortex ของราก โผล่เหนือพื้นดินไว้ช่วยในการหายใจในกรณีที่มีน้ำท่วม

**ลำต้น** จุดเจริญของปาล์มน้ำมันมีจุดเดียวคือตายอด ในระยะแรกลำต้นจะเจริญทางด้านกว้าง จนมีขนาดเต็มที่ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ปี ได้เป็นลำต้นใต้ดิน (bole) จากนั้นเป็นการเจริญด้านความสูงเป็นลำต้นเหนือดิน (trunk) ที่มีกาบใบห่อหุ้มอยู่ กาบใบติดอยู่ที่ลำต้นอย่างน้อย 12 ปี ดังนั้นต้นปาล์มน้ำมันที่อายุไม่เกิน 12 ปี จะมีใบคลุมถึงโคนต้น

**ใบ หรือทางใบ** เป็นใบประกอบแบบขนนก ในลักษณะแบบเรียงสลับกันออกเป็นกระจุกที่ปลายยอด กว้าง 3.5 – 5 เซนติเมตร ยาว 45 – 120 เซนติเมตร ต้นปาล์มน้ำมันต้นหนึ่งจะมีใบติดอยู่ประมาณ 40 ใบ ประกอบด้วยแกนทางใบ ก้านใบ และใบย่อย ซึ่งเกิดจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของลำต้นบริเวณดังกล่าวจะมีจุดกำเนิดตาใบอยู่มากกว่า 50 ตาใบ ใบของปาล์มน้ำมันมีลักษณะคล้ายใบมะพร้าว การเกิดทางใบขึ้นอยู่กับอายุของต้น ในปาล์มที่มีอายุน้อยมีอัตราการเกิดทางใบในรอบปีสูงกว่าต้นที่อายุมาก ทางใบจะเกิดเป็นเกลียวรอบลำต้น โดยลักษณะการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมันมี 2 แบบ สามารถสังเกตได้จากรอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นหลังจากการตัดแต่งทางใบออกแล้ว แบบแรก คือ การเกิดทางใบเวียนซ้าย แบบที่สอง คือ การเกิดทางใบแบบเวียนขวา

**ช่อดอก** เกิดจากตาดอกที่บริเวณซอกทางใบที่ติดกับต้น ตาดอกอาจพัฒนาเป็นช่อดอกหรือช่อดอกตัวเมีย ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงมีทั้งช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียแยกคนละช่อแต่อยู่ในต้นเดียวกัน การผลิตทางใบ 1 ทางใบจะมีการเกิดช่อดอก 1 ช่อ ช่อดอกตัวเมีย 1 ช่อดอกมีช่อดอกย่อยและดอกตัวเมียหลายพันดอก เมื่อดอกสุกจะมีสีเหลืองอ่อนและมีน้ำเหนียวๆเกิดขึ้น ระยะการมีชีวิตอยู่ของเกสรตัวเมียประมาณ 3 – 5 วัน ส่วนช่อดอกตัวผู้เกิดขึ้นและพัฒนาเช่นเดียวกับช่อดอกตัวเมีย เริ่มสังเกตว่าเป็นช่อดอกตัวผู้ได้ก็ต่อเมื่อใกล้ถึงเวลาบาน โดยจะอยู่เป็นกลุ่มมีลักษณะคล้ายนิ้วมือ แต่ละช่อจะมีดอกตัวผู้ 700 – 1,200 ดอก เมื่อสุกจะมีสีเหลือง กลิ่นหอม แก่ลงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การพัฒนาช่อดอกตั้งแต่ระยะตาดอกที่อยู่ในซอกทางใบจนถึงระยะเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มได้ ใช้ระยะเวลาประมาณ 44 เดือนหรือ 3 ปีครึ่ง ปาล์มน้ำมันที่มีช่อดอกตัวเมียในรอบปีมากจะให้ผลผลิตสูง การผลิตช่อดอกตัวเมียมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุต้น การบำรุงรักษา การจัดการ ฤดูกาล และสภาพแวดล้อม

**ผลปาล์มน้ำมัน** คือ ดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมเกสรจากเกสรตัวผู้ หลังจากที่ช่อดอกตัวเมียได้รับการผสมเรียบร้อยแล้วประมาณ 6 เดือน ผลปาล์มในทะลายจึงจะสุกพร้อมเก็บเกี่ยวได้ โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันสามารถผลิตทะลายปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 12 ทะลายต่อต้นต่อปี มีน้ำหนักต่อหนึ่งทะลาย 10 – 30 กิโลกรัม จำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมแล้ว 500 – 4,000 ผล โดยเฉลี่ยมีจำนวน 1,600 ผลต่อทะลาย ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 5 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีน้ำหนักต่อผล 3 – 30 กรัม แต่ขึ้นอยู่กับอายุของปาล์มน้ำมัน โดยสังเกตพบว่าปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมากแต่ทะลายมีขนาดเล็ก เมื่อต้นอายุมากขึ้นจะมีจำนวนทะลายต่อต้น

น้อยลงแต่ขนาดทะลายจะใหญ่ขึ้น ผลปาล์มน้ำมันมีรูปร่างคล้ายไข่ ประกอบด้วยเปลือกผลชั้นนอก เนื้อปาล์มชั้นนอก (mesocarp) กะลา เนื้อปาล์มชั้นใน และเอมบริโอ (embryo) ส่วนของผลปาล์มที่นำมาหีบเพื่อสกัดน้ำมันมาใช้ประโยชน์มี 2 ส่วน ส่วนแรกจากเปลือกผลชั้นนอกและเนื้อผลชั้นนอก และส่วนที่สองจากเนื้อผลชั้นในและเอมบริโอ น้ำมันที่หีบออกได้จาก 2 ส่วนนี้มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกันมาก โดยส่วนแรกนิยมนำมาใช้เพื่อการบริโภค ส่วนที่สองนิยมนำมาใช้เพื่อการอุปโภค

**เมล็ดปาล์ม** ประกอบด้วยกะลา เนื้อผลชั้นใน และคัพภะ ใช้สำหรับการขยายพันธุ์ กะลาเป็นส่วนที่แข็ง มีความหนาตามลักษณะประจำพันธุ์ ทางปลายด้านหนึ่งของกะลาสังเกตเห็นรอยแผล 1 – 3 รอย ทำหน้าที่ดูดซับน้ำในระยะที่ทำการเพาะเมล็ด จำนวนรอยแผลขึ้นอยู่กับจำนวนพูของเนื้อผลชั้นในและคัพภะ ดังนั้นในการเพาะเมล็ดปาล์มน้ำมันอาจได้จำนวนต้นกล้าปาล์ม 1– 3 ต้นต่อเมล็ด (ปกติได้เพียง 1 ต้นกล้า) โดยเนื้อผลชั้นในจะเป็นแหล่งให้อาหารแก่กล้าปาล์มในระยะแรกของการพัฒนา และคัพภะจะพัฒนาเป็นต้นกล้าปาล์ม

**ทะลาย** ทะลายปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และผลในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45 -70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่ มีน้ำหนักประมาณ 1 - 60 กิโลกรัม แปรไปตามอายุของปาล์มน้ำมัน และปัจจัยสิ่งแวดล้อมแบบการปลูกเป็นการค้าต้องการทะลายที่มีน้ำหนัก 10 - 25 กก. จำนวนทะลายต่อต้นก็มีความแตกต่างเช่นกัน โดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547; ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์, 2559; สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง, 2549; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

#### 2.2.5.2 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่ช่วงเวลาการออกดอกจะไม่พร้อมกัน เป็นพืชดิพลอยด์มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 32 จัดอยู่ในสกุล *Elaeis* :แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ *E. guineensis*, *E. oleifera* และ *E. odora*

1) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* คำว่า Elaeis มีความหมายตรงกับคำ elaion ซึ่งแปลว่า น้ำมัน ส่วนคำว่า guineensis มีความหมายว่า แหล่งรวบรวมอยู่ที่ ประเทศ Guinea แอฟริกาตะวันตก ลักษณะของ ปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* ให้ผลผลิตทะลายสูง มีน้ำหนักผล เปลือกนอกต่อผลและผลผลิตน้ำมันสูงเป็นปาล์มน้ำมันชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศต่างๆของทวีปแอฟริกาบริเวณตอนกลางและตะวันตกอาจเรียกพันธุ์ปาล์มนี้ว่า African oil palm พันธุ์หรือสายพันธุ์ของปาล์มน้ำมันชนิดนี้สามารถจำแนกออกได้ 3 แบบ (types) คือแบบดูรา แบบเทเนอรา และแบบพิสิเฟอรา

โดยอาศัยความแตกต่างของลักษณะความหนาของกะลา (shell) การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลบริเวณเนื้อนอกปาล์ม (mesocarp) รอบๆกะลา และความหนาของเนื้อนอกปาล์ม ปาล์มน้ำมันแบบพิสิเฟอรา เป็นพันธุ์ที่ไม่ปลูกกันเป็นการค้า เนื่องจากช่อดอกตัวเมียมีโอกาสเป็นหมันสูง ผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตต่ำ แต่มีข้อดีตรงที่ลักษณะของกะลาบาง จึงนิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้ผสมกับแม่พันธุ์ดูราเพื่อผลิตลูกปาล์มผสมปาล์มน้ำมันแบบเทเนอรา ดังนั้นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า คือ พันธุ์แบบดูรา และเทเนอรา โดยเฉพาะพันธุ์แบบเทเนอรามีการปลูกกันอย่างกว้างขวางอยู่ในปัจจุบัน

2) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. oleifera* (เดิมคือ *E.melanococca* หรือ *Corozoo oleifera*) กลุ่มพันธุ์ปาล์มน้ำมันพวกนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศต่างๆ ทางภาคเหนือของลุ่มแม่น้ำอะเมซอนของทวีปอเมริกาใต้ยาวติดต่อไปถึงทวีปอเมริกากลางบริเวณประเทศคอสตาริกา อาจเรียกปาล์มน้ำมันพวกนี้ว่า American oil palm ไม่นิยมปลูกเป็นการค้าเนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้าผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตน้ำมันต่ำกว่าปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* แต่ได้มีการอาศัยลักษณะได้เปรียบบางประการในกลุ่มพันธุ์นี้ เช่น ต้นเตี้ย การเจริญเติบโตช้า เพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในกลุ่ม *E. guineensis* โดยสร้างพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิด ซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้ ปัจจุบันอยู่ระหว่างศึกษาวิจัยในต่างประเทศ

3) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. odora* (ชื่อเดิม คือ *Barcella odora*) มีรายงานพบปาล์มน้ำมันนี้ในบริเวณเดียวกับ *E. oleifera* คือแถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอน บทบาทและความสำคัญของปาล์มน้ำมันในกลุ่มนี้ยังไม่มีรายงาน

สายพันธุ์ของปาล์มน้ำมัน ชนิด *E. guineensis* มีการจำแนกตามความแตกต่างของลักษณะผล (fruit type) เป็นผลเนื่องจากการแสดงออกของยีนควบคุมความหนาของกะลา ซึ่งมี 1 คู่ (single gene) จำแนกออกได้ 3 แบบ (types) ดังต่อไปนี้

- พันธุ์ดูร่า (Dura) ปาล์มน้ำมันดูร่าที่ดีพบในแถบตะวันออกไกล เรียกว่า Deli Dura ซึ่งให้น้ำมันต่อทะลายประมาณร้อยละ 18 – 19 กะลาขนาดปานกลาง 2 – 8 มิลลิเมตร หรือ ร้อยละ 25 – 30 และไม่มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกบาง 35 - 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่น (dominent) Sh+Sh+ เปลือกระหว่างเนื้อนอกที่มีน้ำมันและเนื้อในหนา ปัจจุบันดูร่านี้ใช้เป็นแม่พันธุ์สำหรับผลิตลูกผสมเทเนอร่า

- พันธุ์พิสิเฟอร่า (Pisifera) ยีนควบคุมลักษณะผลแบบนี้เป็นลักษณะด้อย (recessive, Sh-Sh-) ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง เปลือกนอกหนากว่าพันธุ์ดูร่า (5.0 – 100 มิลลิเมตร) เมล็ดในเล็ก มีข้อเสีย คือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (abortion) ทำให้ผลฝ่อลีบ ทะลายเล็กเนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตต่ำมาก ไม่ใช้ปลูกเป็นการค้า แต่เป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ปัจจุบันใช้พันธุ์พิสิเฟอร่านี้เป็นพันธุ์พ่อสำหรับผลิตภัณฑ์ลูกผสม การที่มี

ต้นพิสิเฟอราปรากฏในสวนปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ปลูกเป็นการค้า เป็นตัวบ่งชี้ว่าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันนั้น มาจากแหล่งผลิตที่มีการผลิตลูกผสมที่ไม่ได้มาตรฐาน

- พันธุ์เทเนอร่า (Tenera) เป็นพันธุ์ผสมระหว่าง ดูร่าพันธุ์แม่กับพันธุ์พ่อพิสิเฟอร่า เป็นพันธุ์ที่มีเปลือกสำหรับอัดน้ำมันมาก เนื้อนอกหนาและให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันมาก มีกะลาบาง (0.5 – 4 มิลลิเมตรหรือ 3.0 – 10.0 มิลลิเมตร) มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา ชั้นเปลือกนอกมากร้อยละ 60 - 90 ของน้ำหนักผล และมีน้ำมันทั้งทะลายประมาณร้อยละ 22 – 25 มีทะลายดกกว่าพันธุ์ดูร่า เนื่องจากพันธุ์เทเนอร่ามีคุณสมบัติดีหลายประการจึงมักนิยมปลูกเป็นการค้า (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548; ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

**ตารางที่ 2 - 9 :** การผสมข้ามระหว่างปาล์มน้ำมันแบบต่างๆ จะเกิดการกระจายตัวในรุ่นลูก (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

| คู่ผสม | ประชากรที่ได้ในรุ่นลูก | | |
|---|---|---|---|
| | **DURA (Sh + Sh +)** | **TENERA (Sh + Sh -)** | **PISIFERA (Sh – Sh-)** |
| DURA x PISIFERA | - | 100% | - |
| TENERA x PISIFERA | - | 50% | 50% |
| DURA x TENERA | 50% | 50% | - |
| TENERA x TENERA | 25% | 50% | 25% |

**ตารางที่ 2 – 10 :** ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ชนิด *E. guineensis* (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545)

| ลักษณะ | ดูร่า | เทเนอร่า | พิสิเฟอร่า |
|---|---|---|---|
| 1.ความหนากะลา (มม.) | 2 - 8 | 0.5 - 8 | บางมาก |
| 2.เส้นใยรอบกะลา | | มี | มี |
| 3.ผล/ทะลาย (%) | 60 | 60 | มักเป็นหมัน |
| 4.เปลือกนอก/ผล (%) | 60 - 65 | 75 - 85 | 92 - 97 |
| 5.กะลา/ผล (%) | 4 - 20 | 3 - 28 | 3 - 8 |
| 6.น้ำมัน/เปลือกนอก (%) | 50 | 50 | 50 |
| 7.น้ำมัน/ทะลาย (%) | 18 – 19.5 | 22.5 - 25.5 | 25 - 30 |

ทั้งนี้ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดีได้เพียงพอกับความต้องการจึงต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศในราคาแพง ทำให้เกษตรกรต้องพึ่งตนเองด้วยการจัดหาต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการมาปลูก เนื่องจากขาดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องถึงผลของการใช้พันธุ์ปาล์มที่ไม่ถูกต้องในการเพาะปลูก ส่งผลให้

ผลผลิตต่อไร่และคุณภาพน้ำมันต่ำ และมีผลกระทบต่อสวนปาล์มน้ำมันในระยะยาว (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2548)

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร เป็นหน่วยงานภาครัฐแห่งเดียวที่มีการศึกษาวิจัยในเรื่องการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันอย่างจริงจังมาตั้งแต่ปี 2530 จนถึงปัจจุบันได้มีการผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพดีเด่นได้ตามเกณฑ์มาตรฐานสากล ซึ่งได้รับการรับรองเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ตั้งชื่อว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 - 6 และสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่ปี 2540 เป็นต้นมา ทั้งนี้เพื่อเร่งรัดการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ของไทย ให้สอดคล้องต่อความต้องการของเกษตรกร และลดการนำเข้าจากต่างประเทศด้วย นอกจากนี้เพื่อให้เกษตรกรรายย่อยได้มีโอกาสซื้อต้นกล้า (seedling) ที่ได้มาตรฐาน จากแหล่งที่เชื่อถือได้ และมีราคาถูกไปปลูกเพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิต (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

#### 2.2.5.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการปลูกปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่มีอายุยืนยาว มีอายุเก็บเกี่ยวยาวมากกว่า 20 ปี สามารถเก็บเกี่ยวได้นานเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น เป็นพืชให้ผลผลิตน้ำมันสูง มีการเจริญเติบโตเร็ว แต่ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การจัดการที่ไม่ถูกต้องจะมีผลกระทบต่อผู้ปลูกอย่างมากและยาวนาน ปัจจัยหลักๆที่มีผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการปลูกปาล์มน้ำมัน เช่น

##### 2.2.5.3.1 พื้นที่ปลูก

- สภาพพื้นที่เหมาะสม ควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 300 เมตร ความลาดเทของพื้นที่ร้อยละ 1 – 12 ต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีการระบายน้ำดี ถึงระบายน้ำได้ปานกลาง ถ้าเป็นพื้นที่ต่ำมากต้องยกร่องปลูก

- ฝน เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,800 – 3,000 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีการกระจายตัวของฝนตลอดปี ที่ดีในแต่ละเดือนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่ควรน้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และช่วงฝนมากที่สุดไม่ควรเกิน 400 มิลลิเมตร ช่วงแล้งไม่ควรเกิน 2 เดือน

- แสง ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงสูง ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงต้องการแสงแดดไม่ต่ำกว่า 2,000 ชั่วโมงต่อปี และไม่ควรต่ำกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน (เกริกชัย ธนรักษ์ และนคร สาระคุณ, 2544; อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548; เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548)

**ตารางที่ 2 – 11 :** แสดงลักษณะของฝน ภูมิอากาศและความชื้นของดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน (เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548)

| ลักษณะ พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน | ข้อจำกัดและความเหมาะสม | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เหมาะสม | เหมาะสมเล็กน้อย | เหมาะสมปานกลาง | ไม่เหมาะสม (รุนแรง) | ไม่เหมาะสม (รุนแรงมาก) |
| ปริมาณฝนต่อปี (มิลลิเมตรต่อปี) | > 2,000 | 1,700 – 2,000 | 1,450 – 1,700 | 1,250 – 1,450 | < 1,250 |
| จำนวนเดือนที่แห้งแล้ง | - | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 เดือนขึ้นไป |
| อุณหภูมิสูงเฉลี่ยตลอดปี | > 29 | 27 - 29 | 24 - 27 | 22 - 24 | > 22 |
| อุณหภูมิต่ำเฉลี่ยตลอดปี | > 20 | 22 - 25 | 20 - 22 | 18 - 20 | < 14 |
| อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี | > 25 | 22 - 25 | 20 - 22 | 18 - 20 | < 18 |
| ความลาดเทของพื้นที่ (ร้อยละ) | 0 - 12 | 12 - 3 | 13 - 20 | > 20 | > 38 - 50 |
| การระบายน้ำของดิน | ดี | ปานกลาง | ง่าย | ยาก | ไม่ดี |
| การท่วมขังของน้ำในพื้นที่ | ไม่มี | เล็กน้อย | ไม่มี | ปานกลาง | มาก |

- อุณหภูมิ ในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิที่ต่ำ หรือสูงเกินไปมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันสูง

- ลม ปาล์มน้ำมันไม่ต้องการลมแรง เพราะทรงพุ่มใหญ่จะทำให้ใบแตกฉีกขาด ปาล์มน้ำมันต้องการลมอ่อนๆ เพื่อช่วยในการผสมเกสร

- ดิน ปาล์มน้ำมันต้องการดินร่วน หรือดินร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงอุดมสมบูรณ์สูง มีความลึกของชั้นหน้าดินมากกว่า 75 เซนติเมตร ระบายน้ำได้ปานกลางถึงดี ความเป็นกรด – ด่าง ของดิน (pH) 4.5 – 6

- น้ำ น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งสำหรับการเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดย Hartley (1977) และ Kee and Chew (1991) ได้กล่าวว่าการขาดน้ำมีผลต่อสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตโดยทำให้ปากใบปิด อุณหภูมิในใบสูงขึ้น และส่งผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง การคลี่ของใบช้าลง ช่อดอกเพศเมียต่อเพศผู้ลดลง และทำให้ปริมาณน้ำมันในส่วนเปลือกผลลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภิญโญ มีเดช และคณะ (2541) พบว่าในปาล์มอายุ 4 – 11 ปี การได้รับน้ำมีผลต่อการเพิ่มจำนวนทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ และมีผลต่อผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลาย (เกริกชัย ธนรักษ์, 2549; เกริกชัย ธนรักษ์ และนคร สาระคุณ, 2544; อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548; เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548)

**ตารางที่ 2 -12 :** ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทรา เมษฐ์ และคณะ. 2548)

| ธาตุอาหาร | ปริมาณธาตุอาหารในดิน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| pH (1 : 5, ดิน : น้ำ) | < 3.50 | 4.00 | 4.20 | 5.50 |
| Organic C (%) | < 0.80 | 1.20 | 1.50 | 2.50 |
| Total N (%) | < 0.08 | 0.12 | 0.15 | 0.25 |
| Total P (mg/kg) | < 120 | 200 | 250 | 400 |
| Available P (mg/kg) | < 8 | 15 | 20 | 25 |
| Exchangeable K (cmol/kg) | < 0.08 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| Exchangeable Mg (cmol/kg) | < 0.08 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| Available Cu (mg/kg) | < 4 | < 5 | 5 | > 6 |
| ECEC (cmol/kg) | < 6 | 12 | 15 | 18 |

**หมายเหตุ :** mg/kg = ppm และ cmol/kg = meq/100g

#### 2.2.5.3.2 พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูก

ถือว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการดำเนินกิจการทำสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากหากมีการใช้พันธุ์ที่ไม่ดี ให้ผลผลิตต่ำ จะทำให้ขาดรายได้ที่ควรจะได้รับอย่างมหาศาล การที่จะเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างปลูกจะเป็นการลงทุนที่สูงมาก เพราะการเปลี่ยนพันธุ์ก็เหมือนกับการเริ่มทำสวนใหม่นั่นเอง ในการคัดเลือกพันธุ์จะต้องคำนึงถึงพ่อแม่พันธุ์ดีที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง มีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เช่น จะต้องทนแล้งกรณีปลูกในพื้นที่มีบริเวณน้ำฝนน้อย หรือทนน้ำได้ในกรณีที่ปลูกในพื้นที่น้ำท่วมขัง

**การเลือกซื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมัน** (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552)

a) เลือกซื้อพันธุ์ที่เป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (D x P) ที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์ที่ถูกต้อง

b) พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี ของกรมวิชาการเกษตร ซื้อได้ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

c) พันธุ์ของเอกชน ในประเทศไทยเอกชนที่ได้จดทะเบียนต้นพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน (ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร 30 ธันวาคม 2547) ขณะนี้มี 3

บริษัท ได้แก่ บริษัทยูนิวนิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) จ.กระบี่, ห้างหุ้นส่วนจำกัด โกลด์เด้นเทเนอรา จ.กระบี่, บริษัทเปารงค์ออยปาล์ม จ.นครศรีธรรมราช และพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น จากบริษัท ASD ประเทศคอสตาริก้า, เบนิน, ไอโวรีโคส, ปาปัวนิวกินี

**2.2.5.3.3 การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน**

การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันเป็นพืชอายุยาว มีช่วงการให้ผลผลิตนานมากกว่า 20 ปี โดยปกติเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่อายุประมาณ 3 ปี เมื่ออายุมากขึ้นผลผลิตจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับหนึ่งผลผลิตจะคงที่และรักษาระดับของผลผลิตไว้จนกระทั่งเมื่อปาล์มอายุมากขึ้นผลผลิตจะค่อยๆลดลง ดังนั้นการจัดการสวนปาล์มจึงมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาตามความเหมาะสม (สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง, 2549) ตลอดช่วงอายุของต้นปาล์มสามารถแบ่งระยะของการจัดการได้เป็น 4 ช่วง คือ

**ระยะต้นกล้า (Nursery phase)** เป็นระยะที่เริ่มจากเมล็ดที่งอกแล้ว จนกระทั่งเป็นต้นกล้าที่พร้อมจะนำไปปลูกได้ ใช้เวลาประมาณ 10-18 เดือน ระยะต้นกล้าจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงและสมบูรณ์ดี ลดปัญหาการชะงักการเจริญเติบโตหลังจากกล้า

**ระยะปาล์มน้ำมันเล็ก (Young immature phase)** นับจากตอนปลูกจนถึงปีที่ 3 ซึ่งเริ่มให้ผลผลิต ในระยะนี้ปาล์มน้ำมันจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และต้องการธาตุอาหารมาก เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และสนับสนุนการพัฒนาการของช่อดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่ 2 เป็นต้นไป

**ระยะที่ปาล์มน้ำมันโตเต็มที่ (Young mature phase)** นับจาก 3 ปีหลังจากการปลูกจนกระทั่งถึงปีที่ 9 หรือ 10 (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ในระยะนี้จัดเป็นระยะที่ให้ผลผลิตสูงสุด

**ระยะปาล์มน้ำมันแก่ (Mature phase)** อายุมากกว่า 9 หรือ 10 ปีหลังจากปลูก (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ปาล์มน้ำมัน ส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุ 5-8 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นส่วนใหญ่จะเกิดจากน้ำหนักทะลายเพิ่มขึ้นในขณะที่จำนวนทะลายลดลง (ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ, 2541)

#### 2.2.5.3.4 การเก็บเกี่ยวและตลาด

เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชอุตสาหกรรม ผลผลิตซึ่งได้แก่ทะลายจะถูกนำไปแปรรูปขั้นต้นในโรงงานสกัดน้ำมันเท่านั้น ผู้ปลูกไม่สามารถแปรรูปได้เอง เหมือนยางพารา ดังนั้นพื้นที่ปลูกจึงไม่ควรอยู่ไกลกับโรงงานมากนักเพราะจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการขนส่ง นอกจากนั้นคุณภาพทะลายก็มีผลต่อคุณภาพน้ำมัน เพราะหากเก็บเกี่ยวโดยที่ทะลายยังไม่สุกจะทำให้ได้น้ำมันต่ำ แต่ในทางตรงกันข้าม หากเก็บทะลายช้าผลปาล์มจะร่วงและมีกรดไขมันอิสระสูง ซึ่งทำให้ได้น้ำมันด้อยคุณภาพ (เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548)

## 2.3 ธาตุอาหารสำหรับปาล์มน้ำมัน

### 2.3.1 ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืช คือ ธาตุที่พืชต้องการเพื่อให้ดำรงชีพจรครบชีพจักร โดยไม่มีธาตุใดทำหน้าที่ทดแทนธาตุนั้นได้อย่างสมบูรณ์ และพืชโดยทั่วไปต้องการธาตุนั้น ซึ่งในพืชชั้นสูงมีความจำเป็นต้องดูดธาตุอาหารเข้าสู่ลำต้นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และมีธาตุอาหารจำเป็นอยู่ 17 ธาตุด้วยกัน คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก มังกานีส สังกะสี ทองแดง โมลิบดีนัม คลอรีน และนิกเกิล สามารถแบ่งธาตุอาหารได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ยงยุทธ โอสถสภา, 2552)

1) ธาตุอาหารหลัก หมายถึง ธาตุอาหารพืชที่พืชต้องการในปริมาณที่มาก แต่พืชได้รับจากไม่ค่อยเพียงพอ จึงต้องใส่เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ย ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

2) ธาตุอาหารรอง หมายถึง ธาตุอาหารพืชที่ พืชต้องการน้อยแต่พืชก็ขาดไม่ได้ และไม่มีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วๆไป ได้แก่ ธาตุกำมะถัน แคลเซียม และแมกนีเซียม

โดยที่ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองจัดเป็น “มหัพภาคหรือมหธาตุ” (macronutrients หรือ major elements) ซึ่งพืชต้องการในปริมาณมาก ความเข้มข้นของธาตุโดยน้ำหนักแห้งเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มวัยมากกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พืชแห้ง)

3) ธาตุอาหารจุลภาคเสริมหรือจุลธาตุอาหารหรือธาตุอาหารเสริม (micronutrients หรือ trace elements หรือ minor elements) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่พืชก็ขาดไม่ได้ สะสมในเนื้อเยื่อพืชความเข้มข้นต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พืชแห้ง) ได้แก่ ธาตุคลอรีน โบรอน เหล็ก แมกกานีส สังกะสี ทองแดง โมลิบดีนัม และนิกเกิล

4) พืชได้รับส่วนธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน จากอากาศและน้ำ และคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจนจะรวมตัวกันเป็นสารประกอบที่จำเป็นแก่การเจริญเติบโตของพืช เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น (Vladimir and Harold, 1958; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ยงยุทธ โอสถสภา, 2552)

### 2.3.2 บทบาทและอาการขาดธาตุอาหาร ที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันนำไปใช้ประโยชน์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนแรกนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ อีกส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการติดดอกออกผล ปาล์มน้ำมัน ต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นทั้ง 17 ธาตุเหมือนกับพืชชนิดอื่น ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มตามลักษณะความต้องการของปาล์มน้ำมัน (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2548) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ปาล์มน้ำมันต้องการใช้ในปริมาณมากหรือค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโบรอน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ปาล์มน้ำมันได้รับจากน้ำและอากาศ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ปาล์มน้ำมันต้องการไม่มากนักและมักไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารในดินทั่วๆ ไป ได้แก่ แคลเซียม กำมะถัน คลอรีน ทองแดง แมงกานีส โมลิบดินัม สังกะสี และเหล็ก

อย่างไรก็ตามปาล์มน้ำมันมีความต้องการธาตุอาหารในกลุ่มที่ 1 มากที่สุดและธาตุอาหารในกลุ่มนี้ก็มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีอิทธิพลต่อขบวนการต่างๆ (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2548; Tarmizi and Mohd Tayeb, 2006) และมีความสำคัญ ดังนี้

**1) ไนโตรเจน** มีความสำคัญต่อขบวนการเจริญเติบโตของพืช เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน และเอนไซม์หลายชนิด การใส่ธาตุไนโตรเจน มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตด้านพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง และการสร้างทางใบเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และคณะ 2543) และปาล์มน้ำมันในช่วง Main Nursery และ Immature stage จะตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนมากกว่าต้นปาล์มขนาดใหญ่ (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) ธาตุไนโตรเจนจะส่งเสริมให้พืชดูดใช้ธาตุอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมได้มากขึ้น โดยรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ไนเตรต ($NO_3^-$) และ แอมโมเนียม ($NH_4^+$) (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ปาล์มน้ำมันที่มีการขาดธาตุไนโตรเจน จะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง โดยเฉพาะอัตราการผลิตใบใหม่จะลดลง อาการที่พบได้

ชัดเจน คือ ใบย่อยของทางใบล่างจะเหลือง ใบด้านปราศจากความมัน และใบแข็ง โดยสภาพที่ทำให้ปาล์มน้ำมันขาดไนโตรเจน ได้แก่ ดินที่มีการระบายน้ำเลว น้ำท่วมขัง ราก หรือหน้าดินมีการชะล้าง ดินทรายจัด หรือดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) ส่วนในกรณีที่ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อธาตุอาหารอื่น และทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้ปาล์มอ่อนแอต่อการถูกทำลายจากโรคและแมลงเพิ่มขึ้น (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

**2) ฟอสฟอรัส** มีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ประกอบของเซลล์ และการสืบพันธุ์ ทำหน้าที่เป็นตัวรับและถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่างๆ ในกระบวนการสำคัญ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ เป็นต้น (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2548) และฟอสฟอรัสจะช่วยในการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนของปาล์มน้ำมันด้วย ผลกระทบจากการขาดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่ำ ทางใบสั้น ลำต้นเล็ก และขนาดทะลายเล็ก ดินที่มักขาดฟอสฟอรัส ได้แก่ ดินกรดเกือบทุกชนิด ดินที่หน้าดินถูกชะล้าง แต่โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันไม่ค่อยพบการขาดธาตุฟอสฟอรัส (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) เพราะรากปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำจะมีไมโครไรซา (mycorhiza) อาศัยอยู่ด้วย ซึ่งจะช่วยในการดึงดูดฟอสฟอรัสให้กับปาล์ม อาการขาดฟอสฟอรัสมักไม่แสดงอาการออกมาชัดเจนแต่สังเกตได้จากทางใบสั้นลง และทะลายปาล์มเล็กลง ถ้าขาดฟอสฟอรัสนานๆ ทรงพุ่มจะมีลักษณะคล้ายปิรามิด (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) ส่วนในกรณีที่มีธาตุฟอสฟอรัสในดินมากเกินไป (รวมถึง TSP และ DAP) ซึ่งอาจพบในดินทรายสามารถทำให้เกิดการขาดธาตุทองแดงและสังกะสีในพืชได้ (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

**3) โพแทสเซียม** ปกติปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการโปแตสเซียม มากกว่าไนโตรเจน และต้องการโปแตสเซียมสูงมากกว่าไนโตรเจนมากในช่วงก่อนการให้ผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินกรดจัด (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551) แต่เป็นธาตุที่ปาล์มน้ำมันต้องการสูงสุด และมักจะเป็นธาตุอาหารที่ขาดอยู่เสมอ รูปที่เป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม คือ $K_2O$ (ยงยุทธ โอสถสภา, 2552) มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมัน โพแทสเซียมในพืชมีหน้าที่หลัก คือ ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ สร้างน้ำตาลและเซลลูโลส กระตุ้นการปิดเปิดของปากใบ และการคายน้ำของพืช (สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ และคณะ 2543) นอกจากนี้โพแทสเซียมยังมีส่วนช่วยให้ปาล์มน้ำมันทนทานต่อโรค และความแห้งแล้งได้ดีขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำโดยโพแทสเซียมจะทำให้พืชมีความสามารถในการใช้น้ำจากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) ลักษณะอาการขาดโพแทสเซียมที่พบทั่วไป คือ ลักษณะเป็นจุดสีส้มตามใบ บางครั้งอาจเห็นเป็นจุดเหลืองถึงซีด แต่ถ้าปาล์มได้รับธาตุโพแทสเซียม

มากเกินไป อาจทำให้ปริมาณน้ำมันในผลลดลงและก่อให้เกิดการขาดโบรอนในดินกรดที่มีโบรอนอยู่ต่ำ (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

**4) แมกนีเซียม** มีหน้าที่สำคัญในพืช คือเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวซึ่งทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง ช่วยในกระบวนการสร้างโปรตีนและเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในพืช (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) เป็นตัวควบคุมปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อ และเป็นตัวนำฟอสฟอรัสในการดูดซึมจากรากไปสู่ส่วนต่างๆของพืช การดูดและการเคลื่อนย้ายแมกนีเซียมของพืชเป็นภาวะปฏิปักษ์กับ โพแทสเซียมไอออน ($K^+$) แอมโมเนียมไอออน($NH_4^+$) แคลเซียมไอออน ($Ca^{2+}$) และแมงกานีสไอออน ($Mn^{2+}$) (ยงยุทธ โอสถสภา, 2552) การให้ปุ๋ยที่มีธาตุเหล่านี้มากเกินไปอาจทำให้เกิดการขาดแมกนีเซียมได้ อาการขาดแมกนีเซียมทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตลดลง สังเกตได้ง่ายโดยใบย่อยของทางใบตอนล่าง จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม โดยเฉพาะใบที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง แต่ส่วนใบย่อยที่ไม่สัมผัสของแสงอาทิตย์ จะยังคงมีสีเขียวอยู่ แต่ถ้าขาดรุนแรงใบจะเป็นสีส้มทั้งใบ และแห้งตายเป็นหย่อม (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) สำหรับดินที่มักมีอาการขาดแมกนีเซียม ได้แก่ หน้าดินที่ผ่านการชะล้าง ดินกรด ดินเนื้อทราย หรือดินที่มีปริมาณแคลเซียมสูงมากเกินไป

**5) โบรอน** เป็นธาตุอาหารที่ค่อนข้างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันมาก เป็นธาตุที่เร่งการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่ออ่อน ทำให้ท่อนำละอองเกสรแข็งแรง และช่วยในการงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสร นอกจากนี้ยังควบคุมการทำงานของฮอร์โมนและปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืช (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) การขาดธาตุโบรอนของปาล์มน้ำมันเป็นปัญหาใหญ่ และพบอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย ลักษณะอาการขาดธาตุโบรอนของปาล์มน้ำมันสังเกตได้ ดังนี้ (1) ทางใบยอดจะย่นพับเข้าหากัน ทำให้ใบยอดสั้นผิดปกติ (2) ถ้าอาการขาดไม่รุนแรง ปลายใบจะหักงอคล้ายรูปขอ (hooked leaf) (3) ในอาการขาดที่รุนแรง ใบยอดจะย่น และปลายใบหัก นอกจากนี้จะมีอาการใบเปราะและสีเขียวเข้ม และ (4) ทะลายปาล์มจะมีเมล็ดลีบ หรือมีเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดสูง (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) สำหรับการขาดโบรอนพบได้มากในปาล์มโต ซึ่งอาจเกิดจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมมากเกินไป (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2548)

สำหรับอาการขาดธาตุอาหารอื่นๆ ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง โมลิบดินัมมักไม่ค่อยพบบ่อยนัก และมักจะไม่ค่อยมีความสำคัญ (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) ส่วนอาการที่เกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร อาการเหล่านี้จะพบได้เสมอในปาล์มน้ำมันที่ได้รับธาตุอาหารแต่ละธาตุไม่เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ลักษณะ white stripe ซึ่งจะแสดงอาการเป็นเส้นสีขาวเป็น

ทางยาวในใบย่อยของทางใบอ่อน ลักษณะเช่นนี้ เกิดจากการให้ไนโตรเจนปริมาณสูงแต่ให้โพแทสเซียม และโบรอนไม่เพียงพอ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเกิดควบคู่กับอาการขาดโบรอน

### 2.3.3 ความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีการเติบโตและให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง และให้ผลผลิตสูง ซึ่งมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่สูง ปัจจัยที่มีความสำคัญอันหนึ่งได้แก่ปริมาณธาตุอาหารในดินซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งดินในแต่ละท้องที่มีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินได้ (ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี และพิรัชฌา วาสนานุกูล, ม.ป.ท.) หากต้องการให้ต้นปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ต้องให้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมันอย่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ดังนั้นการทำสวนปาล์มจะต้องใช้ปุ๋ยเป็นจำนวนมากเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) และเนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีอายุยาวกว่า 25 ปี การจัดการสวนปาล์มจึงมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุตามความเหมาะสม (สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง, 2549) โดยตลอดช่วงอายุของต้นปาล์มสามารถแบ่งระยะของการจัดการได้เป็น 4 ช่วง และมีความต้องการและการจัดการธาตุอาหารสำหรับปาล์มน้ำมันที่แตกต่างกัน ดังนี้

#### 1) ระยะต้นกล้า (Nursery phase)

**ตารางที่ 2 -13 :** ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยในแปลงอนุบาลแรก (Pre – nursery) (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

| อายุของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (สัปดาห์) | ชนิดปุ๋ย | อัตราการใช้ |
|---|---|---|
| 4 | 46-0-0 | 40 กรัม+ น้ำ 25 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 5 | 18-46-0 | 75 กรัม+ น้ำ 25 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 6 | 15-15-15/1.2 MgO | 75 กรัม+ น้ำ 25 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 7 | 18-46-0 | 100 กรัม+ น้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 8 | 15-15-15/1.2 MgO | 110 กรัม+ น้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 9 | 18-46-0 | 150 กรัม+ น้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |
| 10 | 15-15-15/1.2 MgO | 150 กรัม+ น้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น |

ระยะต้นกล้าจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงและสมบูรณ์ดี ลดปัญหาการชะงักการเจริญเติบโตหลังจากกล้า มีวิธีการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานคือการใส่ปุ๋ยผสม N, P, K,

Mg ซึ่งเป็นเม็ดที่มีจุลธาตุที่จำเป็นต่อพืชครบทุกตัวกับปาล์มในระยะนี้ ถ้าหากดินที่ใช้เพาะเลี้ยงต้นกล้านั้นมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือเป็นดินล่างก็ควรจะใส่ปุ๋ยคีเซอร์ไรต์ (Kieserite) ทุกๆ 6-8 สัปดาห์ เพื่อให้ธาตุแมกนีเซียมกับต้นกล้า (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

หลังจากสัปดาห์ที่ 10 ไปแล้ว ถ้ายังไม่ได้ทำการย้ายต้นกล้าไปปลูกในแปลงอนุบาลหลัก ควรมีการให้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องทุกๆสัปดาห์จนกว่าจะย้ายปลูก โดยใช้ปุ๋ย 15-15-15/1.2 MgO 150 กรัม+ น้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น

**ตารางที่ 2 -14 :** ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงอนุบาลหลักตามอายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (สุรกิตติ ศรีกุล และคณะ, 2542)

| อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (สัปดาห์) | ชนิดปุ๋ย | อัตราการใช้ (กรัม/ต้น) |
|---|---|---|
| 12 | 18/46/0 | 7 |
| 14 | 13/13/21 | 7 |
| 16 | 15/15/15/1.2 | 7 |
| 18 | 13/13/21 | 7 |
| 20 | 15/15/15 + คีเซอร์ไรต์ (27%) | 10 + 10 |
| 22 | 13/13/21 | 10 |
| 24 | 15/15/15 + 1.2 โบแร็กซ์ (47%) | 10 + 0.5 |
| 26 | 13/13/21 + คีเซอร์ไรต์ | 10 + 10 |
| 28 | 15/15/15/1.2 | 10 |
| 30 | 13/13/21 | 10 |
| 32 | 15/15/15/1.2 | 15 |
| 34 | 13/13/21 + คีเซอร์ไรต์ | 15 + 10 |
| 36 | 15/15/15/1.2 | 20 |
| 38 | 13/13/21 + โบแร็กซ์ | 20 + 0.5 |
| 40 | 15/15/15/1.2 | 20 |
| 42 | 13/13/21 + คีเซอร์ไรต์ | 20 + 15 |
| 44 | 15/15/15/1.2 | 20 |
| 46 | โบแร็กซ์ | 0.50 |
| 48 | 13/13/21 + คีเซอร์ไรต์ | 25 + 20 |
| 51 | 15/15/15/1.2 | 25 |
| 54 | 15/15/15/1.2 | 30 |
| 57 | โบแร็กซ์ | 0.50 |
| 60 | 13/13/21 + คีเซอร์ไรต์ | 30 + 25 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**2) ระยะปาล์มน้ำมันเล็ก (Young immature phase)**

ระยะปาล์มน้ำมันเล็กเป็นระยะที่ปาล์มน้ำมันจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และต้องการปุ๋ยมากขึ้น โดยระยะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 2-4 ปี จะตอบสนองต่อปุ๋ยมากที่สุด ถ้าหากไม่ใส่ปุ๋ยตามปกติก็จะมีผลกระทบมากที่สุด เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะเพิ่มอัตราปุ๋ยเฉพาะเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตในปีที่ 3 ถึงปีที่ 4 ซึ่งหมายความว่าจะส่งผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไปหนึ่งปี (ศักดิ์ศิลป์ โชติกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ, 2541) ในระยะ 36 เดือนแรกนั้น ควรจะให้ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ง่าย (TSP, DAP หรือปุ๋ยฟอสเฟตที่มีอยู่ในปุ๋ยผสม NPK) หรืออาจจะเป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายให้ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ง่าย (Highly reactive rock phosphate) เช่น ปุ๋ยฟอสเฟตชนิด North Carolina Rock Phosphate (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

**ตารางที่ 2 -15 :** การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 1-3 ปี (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

| ปีที่ | เดือนที่ | ปุ๋ย (กรัม/ต้น) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ยูเรีย* | TSP/Rock phosphate** | KCL*** | คีเซอร์ไรต์ | โบเรต | รวม |
| 1 | 0 (ใส่หลุมปลูก) | - | 500 | - | - | - | 500 |
| | 1 | 50 | - | - | - | - | 50 |
| | 3 | 80 | - | - | 100 | - | 180 |
| | 6 | 100 | - | 100 | - | - | 200 |
| | 9 | 150 | 250 | 150 | - | 30 | 580 |
| | 12 | 180 | - | 200 | - | - | 380 |
| | **รวม** | **560** | **750** | **450** | **100** | **30** | **1890** |
| 2 | 15 | 250 | - | - | 250 | - | 500 |
| | 18 | 250 | 500 | 500 | - | 60 | 1310 |
| | 21 | 400 | - | 750 | 250 | - | 1400 |
| | 24 | 600 | 500 | 1000 | - | 60 | 2160 |
| | รวม | 1500 | 1000 | 2250 | 500 | 120 | 5370 |
| 3 | 27 | 750 | - | 1000 | 500 | - | 2250 |
| | 31 | 750 | 1500 | 1000 | - | 90 | 3340 |
| | 36 | 1000 | - | 1000 | 500 | - | 2500 |
| | รวม | 2500 | 1500 | 3000 | 1000 | 90 | 8090 |

* เพิ่มอัตราปุ๋ยยูเรียอีก 20% ถ้าหากพืชคลุมดินไม่มีพืชตระกูลถั่วรวมอยู่ด้วย

** สำหรับปาล์มเล็กควรใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (TSP) หรือไดแอมโมเนียมฟอสเฟต(DAP) ถ้าจะใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟตก็ควรจะเป็นชนิดที่เกิดปฏิกิริยาที่จะให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้สูง (highly reactive rock) เช่น North Carolina Rock phosphate (NCRP)

*** KCL = โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

หมายเหตุ สามารถใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) แทน TSP ได้

### 3) ระยะที่ปาล์มน้ำมันโตเต็มที่ (Young mature phase)

ระยะที่ปาล์มน้ำมันโตเต็มที่จัดเป็นระยะที่ให้ผลผลิตสูงสุด ปาล์มน้ำมันที่ได้รับการดูแลอย่างดีในระยะต้นกล้าและนำไปปลูกอย่างถูกต้องเมื่ออายุเหมาะสม ตลอดจนมีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องนั้น ในปีแรกอาจจะให้ผลผลิตได้มาก แต่ส่วนใหญ่แล้วผลผลิตที่ได้จริงๆอาจจะได้ไม่เต็มที่เนื่องจากในระยะแรกๆนั้นให้ปุ๋ยไม่เพียงพอและอีกประการหนึ่งคือ การตัดทางใบที่ยังสมบูรณ์และเป็นทางใบที่ให้ผลผลิตในระหว่างการกำจัดวัชพืชในระยะ 36 เดือนแรกก่อนที่เริ่มให้ผลผลิต (ศักดิ์ศิลป์ โชติกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ, 2541)

**ตารางที่ 2 -16 :** การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 4-8 ปี (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

| ปีที่ | เดือนที่ | ปุ๋ย (กรัม/ต้น) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ยูเรีย* | TSP/Rock phosphate** | KCL*** | คีเซอร์ไรต์ | โบเรต | รวม |
| 4 | 40 | 1000 | 1500 | 1500 | 500 | 100 | 4600 |
| | 46 | 1000 | - | 1500 | 500 | - | 3000 |
| | รวม | 2000 | 1500 | 3000 | 1000 | 100 | 7600 |
| 5 | 52 | 2000 | 1500 | 2000 | 500 | 80 | 6080 |
| | 58 | 75 | - | 2000 | 500 | - | 3250 |
| | รวม | 2750* | 1500 | 4000 | 1000 | 80 | 9330 |
| 6-8 | ใส่ปีละ 2 ครั้ง | 1,000 | 1500** | 2,000 | 500 | *** | 5000 |
| | | 1,500 | - | 2,000 | 500 | - | 4000 |

* ในระหว่างปีที่ 4 และ 5 อาจจะลดปุ๋ยไนโตรเจนถ้าหากมีพืชตระกูลถั่วยังคงเจริญเติบโตดี

** แนะนำให้ใช้ฟอสฟอรัสในรูปหินฟอสเฟต

*** ในบางกรณีอาจจะใส่โบเรตไปจนปาล์มอายุ 8 ปี

หมายเหตุ สามารถใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) แทน TSP ได้

### 4) ระยะปาล์มน้ำมันแก่ (Mature phase)

ระยะปาล์มน้ำมันแก่เป็นระยะที่ผลผลิตค่อยๆ ลดลง โดยผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นส่วนใหญ่จะเกิดจากน้ำหนักทะลายเพิ่มขึ้นในขณะที่จำนวนทะลายลดลง (ศักดิ์ศิลป์ โชติกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ, 2541) การตอบสนองต่อปุ๋ยในระยะนี้จะเกิดช้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันเล็ก ซึ่งปกติถ้าเป็นปาล์มเล็กเมื่อใส่ปุ๋ยลงไปจะตอบสนองในปีนั้นเลย (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์และคณะ, 2548)

**ตารางที่ 2 -17 :** การใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มที่มีอายุ 9 ปี หรือมากกว่า (กก./ต้น/ปี) (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

| ยูเรีย | TSP/Rock phosphate | KCL | คีเซอไรต์ | โบเรต |
|---|---|---|---|---|
| 2.0-3.5 | 0-1.5 | 1.5-4.0 | 0-1.5 | 0-0.1 |

หมายเหตุ สามารถใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) แทน TSP ได้

### 2.3.4 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

การกำหนดความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันนั้น นิยมใช้ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ มาประกอบเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย เพราะค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่ได้มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต พร้อมทั้งข้อมูลการบันทึกปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละปี และเพื่อความมั่นใจจะต้องมีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความต้องการธาตุอาหาร แล้วนำผลที่ได้ทั้งหมด มาพิจารณาการใส่ปุ๋ย

#### 2.3.4.1 การวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินมีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสำรวจดินก่อนปลูก แต่ไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ดินทุกปี เพื่อใช้ในการพิจารณาการใช้ปุ๋ย เพราะเป็นการยากที่จะเก็บดินที่เป็นตัวแทน ที่จะบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในบริเวณรากปาล์มน้ำมันได้อย่างแท้จริง

#### 2.3.4.2 การวิเคราะห์ใบ

การใช้ค่าผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ เพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และของต้นพืชนั้น มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพืชจำพวกไม้ยืนต้นซึ่งมีการเจริญเติบโตช้า และตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยในระยะเวลาที่นาน และมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นกับปาล์มน้ำมันที่มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ไม่มีระยะพักตัวเหมือนกับไม้ผล (สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช, 2542) และปาล์มน้ำมันมีการให้ผลผลิตควบคู่ไปกับการเกิดของทางใบใหม่อย่างสม่ำเสมอตลอดปี การวิเคราะห์ใบจึงมีความเหมาะสมสามารถใช้เป็นข้อมูลการจัดการปุ๋ยได้ดีกว่า ตลอดจนการเก็บใบปาล์มมาวิเคราะห์สามารถดำเนินการได้ไม่ยาก สามารถเก็บตัวอย่างใบที่เป็นตัวแทนได้ง่ายกว่าการเก็บตัวอย่างดิน และการใส่ปุ๋ยให้แก่ปาล์มน้ำมันที่มีอายุเกิน 36 เดือนหลังลงปลูกในแปลงขึ้นอยู่กับผลวิเคราะห์ใบเป็นส่วนใหญ่ (ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, 2532) ตำแหน่งใบที่เก็บในปาล์มใหญ่ คือ ส่วนกลางของใบย่อยโดยไม่รวมก้านใบย่อย (midrib) จากทางใบที่ 17 ซึ่งมีการนำมาใช้ครั้งแรกโดย Chapman และ Gray 1949 เนื่องจาก

พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในทางใบที่ 17 มีความสัมพันธ์กับผลผลิต (ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และวรรณา เลี้ยววาริณ, 2538) แต่สำหรับปาล์มเล็ก (อายุถึง 3 ปี) จะเก็บใบย่อยจากทางใบที่ 9 (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

### 2.3.5 แหล่งธาตุอาหารสำหรับปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหารเป็นอนินทรียสารที่มีความจำเป็น และมีหน้าที่เฉพาะเจาะจงในขบวนการต่างๆทางชีววิทยาของพืช การขาดธาตุอาหารที่จำเป็นตัวใดตัวหนึ่ง มีผลทำให้ขบวนการต่างๆในต้นพืชไม่สมบูรณ์ ปาล์มน้ำมันก็เหมือนพืชชนิดอื่นที่มีความต้องการธาตุอาหารที่จำเป็น ที่นำไปสู่ผลผลิตทางเศรษฐศาสตร์ขั้นสุดท้ายของปาล์มน้ำมันที่เราต้องการ เช่น ผลผลิตต่อไร่ น้ำมันจากเปลือกนอก และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการจัดการธาตุอาหารให้กับปาล์มน้ำมันอย่างเหมาะสม จากแหล่งต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และการหมุนเวียนของส่วนที่เหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน เช่น ทะลายเปล่า (Empty fruit bunch; EFB) ส่วนที่เหลือใช้จากโรงงาน (Palm oil mill effluent ; POME) (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551) เป็นต้น

#### 2.3.5.1 ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ย หมายถึง วัตถุหรือสารที่เราใส่ลงไปในดินโดยมีความประสงค์ที่จะให้ธาตุอาหาร เพื่อให้พืชได้มีธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการ และให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) “ปุ๋ย” หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรียสังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช (ราชกิจจานุเบกษา, 2550)

“ปุ๋ยเคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี แต่ไม่รวมถึง

1) ปูนขาว ดินมาร์ล ปูนปลาสเตอร์ ยิปซัม โดโลไมต์ หรือสารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

2) สารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา (ราชกิจจานุเบกษา, 2550)

ปัจจุบันมีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน เพราะพืชดูดธาตุอาหารในรูปของเคมี (นันทรัตน์ ศุภกำเนิด, 2551) และปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารสูงมากในการเจริญเติบโต และต้องชดเชยธาตุอาหารต่างๆที่สูญเสียไปเป็นปริมาณมากกับผลผลิตทะลายสดที่เก็บเกี่ยวไปทุกปี จึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณสูงเพื่อชดเชยการสูญเสียธาตุอาหาร (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) โดยที่ปุ๋ยเคมีมีปริมาณธาตุอาหารสูง ใช้นิดเดียวก็เพียงพอกับปริมาณความต้องการ หาซื้อได้ง่าย สะดวกในการใช้ และให้ผลในการใส่รวดเร็ว (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2551) แต่ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และการใช้ปุ๋ยเคมีในระยะเวลานานจะส่งผลกระทบต่อสมบัติดิน เช่นทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ดินแน่นขึ้น หรือปุ๋ยที่มีความเข้มข้นมากอาจเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ดินบางชนิด ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) ปุ๋ยเคมีทั่วๆไปที่ใช้กับปาล์มน้ำมัน ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 2 -18 :** ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับปาล์มน้ำมัน (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551)

| ธาตุอาหาร | ชื่อ | สูตร | ส่วนประกอบ | คุณสมบัติ |
|---|---|---|---|---|
| ไนโตรเจน | แอมโมเนียมไนเตรท | $NH_4NO_3$ | 33 – 34% | ไม่เป็นกรด |
| | แอมโมเนียมคลอไรด์ | $NH_4Cl$ | 28% | เป็นกรด |
| | แอมโมเนียมซัลเฟต | $(NH_4)_2SO_4$ | 21%N,24%S | เป็นกรด |
| | ยูเรีย | $CO(NH_2)_2$ | 46% | เป็นกรด |
| ฟอสฟอรัส | ซิงเกิลซูเปอร์ฟอสเฟต(SSP) | $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ + $CaSO_4.2H_2O$ | 16 – 21%$P_2O_5$, 18-28%CaO,12%S | ละลายเร็ว ไม่เป็นกรด |
| | ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (TSP) | $Ca(H_2PO_4).H_2O$ | 41 – 50%$P_2O_5$,12-20%CaO,1.4%S | ละลายเร็ว,เป็นกรดเล็กน้อย |
| | โมโนแอทโมเนียมฟอสเฟต (MAP) | $NH_4H_2PO_4$ | 51%$P_2O_5$,11%N | ละลายเร็ว,เป็นกรดเล็กน้อย |
| | ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) | $(NH_4)_2HPO_4$ | 46 - 53%$P_2O_5$, 18 - 21%N | ละลายเร็ว,เป็นกรดเล็กน้อย |
| | Partly acidulated rock phosphate | $Ca_3(PO_4)_2$ - | 23 – 26% $P_2O_5$ 46 – 50%CaO | ละลายน้ำมากกว่า30% |
| | Rock phosphate finely powdered | $Ca_3(PO_4)_2$ | 25 – 39% $P_2O_5$ 46 – 50%CaO | ละลายน้ำช้ามาก |
| โปแตสเซียม | โปแตสเซียม คลอไรด์ | KCl | 60%$K_2O$ | Muriate of potash |
| | โปแตสเซียม ซัลเฟต | $K_2SO_4$ | 50%$K_2O$,18%S | |
| แมกนีเซียม | กีเซอร์ไรท์ | $MgSO_4$ | 27%MgO,22%S | ละลายน้ำเร็วมาก |

**ตารางที่ 2 -18 (ต่อ) :** ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับปาล์มน้ำมัน (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551)

| ธาตุอาหาร | ชื่อ | สูตร | ส่วนประกอบ | คุณสมบัติ |
|---|---|---|---|---|
| แมกนีเซียม | โดโลไมท์ | $MgCO_3$+$CaCO_3$ | 30-47%CaO, 2 – 18%MgO | ละลายน้ำช้ามาก ปริมาณMgและ Ca ไม่แน่นอน |
| โบรอน | โบเรท(Borate) | $Na_2B_4O_2.5H_2O$ | 14%B | ละลายดี,เร็ว |
| | โบแรกซ์ | $Na_2B_4O_2.10H_2O$ | 11%B | ละลายดี,เร็ว |

### 2.3.5.2 ปุ๋ยอินทรีย์

"ปุ๋ยอินทรีย์" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ (ราชกิจจานุเบกษา, 2550) ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยเทศบาลที่ทำจากขยะมูลฝอยล้วนๆ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และกากเมล็ดพืชต่างๆ (ยงยุทธ โอสถสภา, 2528) สืบเนื่องมาจากปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงมากขึ้นเป็นลำดับ อีกทั้งคุณภาพไม่ได้มาตรฐานหรือปลอมปนทำให้ปุ๋ยอินทรีย์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น และเกษตรกรนิยมใช้เป็นลำดับ (ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี และพิรัชฌา วาสนานุกูล, ม.ป.ท.) โดยทั่วไปปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำมากและจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ก็ต่อเมื่อมีการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอยู่ในรูปอนินทรีย์ก่อน พืชจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างไรก็ตามปุ๋นอินทรีย์ก็มีประโยชน์ในด้านการปรับปรุงดิน คือ ปรับปรุงให้ดินมีการเกาะตัวเป็นเม็ดดินมีความร่วนซุยทำให้ดินมีการอุ้มน้ำและถ่ายเทอากาศดีขึ้น ช่วยให้รากพืชงอกเจริญเติบโตสามารถดูดน้ำ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้ดีขึ้นพืชสามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ช่วยให้ดินมีการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดินได้ช้า ในกรณีที่ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีการตกค้างเป็นกรด และยังสามารถช่วยปกคลุมดินทำให้ลดการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารในดินจากฝนตกน้ำไหลบ่าได้ สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันนั้นเกษตรกรควรใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี เพราะปุ๋ยอินทรีย์ก็สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ทั้งธาตุหลัก รอง และเสริมออกมาได้ ซึ่งช่วยลดผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยเคมีและเป็นการทำให้ดินมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

### 2.3.5.3 การหมุนเวียนของส่วนที่เหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน

ส่วนต่างๆที่เหลือของปาล์มน้ำมัน เช่น ทะลายเปล่า ทางใบ และขี้เถ้าจากการเผาทะลายปาล์มน้ำมัน ควรใส่กลับคืนลงในดินในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อช่วยในการรักษาธาตุอาหารไม่ให้สูญเสียออกไปมาก เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน และเป็นแหล่งธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันได้ โดยทางใบปาล์มน้ำมันจะผุสลายตัวภายใน 6 – 12 เดือน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) มีธาตุอาหารสะสมประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของธาตุอาหารทั้งหมดที่ปาล์มน้ำมันดูดไปใช้ สามารถช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน (บุญรักษ์ ตุ้ยศิริ และคณะ, 2532) สำหรับทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันในกรณีที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิต 4 ตัน/ไร่ จะให้ทะลายเปล่าหลังหีบน้ำมัน 0.8 ตัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) โดย 1 ตันของทะลายเปล่าเทียบเท่ากับธาตุอาหารในปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 17.6 กิโลกรัม หินฟอสเฟต 2.9 กิโลกรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 18.3 กิโลกรัม และคีเซอร์ไรต์ 4.7 กิโลกรัม (บุญรักษ์ ตุ้ยศิริและคณะ, 2532) ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันนี้เหมาะที่จะใช้รักษาความชุ่มชื้นในดินในพื้นที่แห้งแล้ง และการคลุมดินด้วยทะลายเปล่าช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ส่งผลในดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น คือ ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (กรมวิชาการเกษตร, 2547) นอกจากนี้ขี้เถ้าจากการเผาทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมีธาตุอาหารที่สามารถใช้แทนธาตุโพแทสเซียมได้ดี และช่วยปรับ pH ของดินให้สูงขึ้น และมี $K_2O$ ร้อยละ 32 $P_2O_5$ ร้อยละ 4 และ MgO ร้อยละ 5 (บุญรักษ์ ตุ้ยศิริและคณะ, 2532) โดยทั่วไปผลผลิต 4 ตัน/ไร่ ของทะลายปาล์มสดจะให้เถ้าทะลายปาล์ม 24 กิโลกรัมหลังจากการหีบน้ำมันและเผา (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) สำหรับทางใบและลำต้นของปาล์มน้ำมัน ได้มีการศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบว่า เมื่อนำอินทรียวัตถุจากทางใบและลำต้นของปาล์มน้ำมันในต้นโต ใส่ให้กับปาล์มน้ำมันเล็กสามารถที่จะลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้โดยที่ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของปาล์มน้ำมันด้วย (Khalid, Zin and Anderson, 2000)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำยางข้น เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนอราระยะอนุบาลแรก

## 3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย

### 3.1.1 ภาคสนาม

พื้นที่สวนปาล์มน้ำมันของบริษัทอินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด ตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 200 ไร่

### 3.1.2 ห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง และการวิเคราะห์ทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราและดินดำเนินการเตรียมและวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการของกรมพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี (เขต 11) เลขที่ 3 ซอยท่าทราย ถนนธราธิบดี ตำบลท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

## 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

### 3.2.1 วัสดุอุปกรณ์และสิ่งทดลองที่ใช้ในภาคสนาม เช่น

3.2.1.1 ซีรัมน้ำยางพาราจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.2.1.2 เมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา

3.2.1.3 ดินที่ใช้ในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เป็นดินจากสวนปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 5 ปี ของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ จำกัด ตั้งอยู่กิโลเมตรที่ 17 หมู่ที่ 2 ตำบลท่าโรงช้าง อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จัดอยู่ในชุดดินคลองขุด ตามการจำแนกชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน

3.2.1.4 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 15-15-15/1.2 MgO

3.2.1.5 ถุงพลาสติกสีดำสำหรับใช้เป็นถุงเพาะชำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ขนาด15 × 23 เซนติเมตร (6 × 9 นิ้ว) หนา 500 เกจ

3.2.1.6 วัสดุและอุปกรณ์ในการสร้างโรงเรือนเพาะชำ เช่น ตาข่ายพรางแสงชนิดที่พรางแสงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ เสาโรงเรือน ไม้สำหรับขึ้นโครงโรงเรือน และพลาสติกสำหรับปูพื้นโรงเรือน

3.2.1.7 วัสดุและอุปกรณ์ในการเตรียมดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เช่น ตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก พลั่วตักดิน จอบ ผ้ามุ้งและถุงพลาสติกใสสำหรับตากดิน โกร่งบดดิน ถาดสำหรับรองรับดินที่ผ่านการร่อน

3.2.1.8 วัสดุและอุปกรณ์ในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เช่น พลั่วตักดิน ถังน้ำ ฝักบัวรดน้ำ กระบอกตวง

3.2.1.9 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการวัดการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกและการติดตามค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในภาคสนาม เช่น ตลับเมตร ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ และเครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่างของและความชื้นของดิน รุ่น Model : DM – 15 Takemura

3.2.1.10 วัสดุและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม เช่น ท่อเก็บตัวอย่างดินเสียม พลั่ว ถุงพลาสติก เครื่องชั่งน้ำหนักดิน ยางรัด ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ถังน้ำ และกล่องสำหรับแช่ตัวอย่าง ผ้ามุ้ง และถุงพลาสติกใสสำหรับตากดิน

### 3.2.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

3.2.2.1 เครื่องมือสำหรับการเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่าง เช่น เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (analytical balance) เครื่องเขย่า (mechanical shaker) ตู้ดูดควัน (hood) เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) เครื่องกลั่นไนโตรเจน เครื่องย่อยตัวอย่าง (digestion block) สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เตาแผ่นความร้อน (hot plate) และเตาอบ (oven) และเครื่องเฟลมสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Flame - spectrophotometer)

3.2.2.2 เครื่องแก้วชนิดต่างๆสำหรับการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เช่น ปิเปต บิวเรต บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดปรับปริมาตร ขวดรูปชมพู่ แท่งแก้ว กรวยกรอง กระดาษกรอง กระจกนาฬิกา ถ้วยทนไฟ และขวดแก้ว

3.2.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆที่กำหนดในการทดลองในครังนี้ใช้เคมีภัณฑ์ระดับคุณภาพวิเคราะห์ เช่น Dichromate ($K_2Cr_2O_7$) sulfuric acid ($H_2SO_4$) $Fe(NH_4)_2(SO_4).6H_2O$ O-phenanthroline $FeSO_4.H_2O$ anhydrous $Na_2SO_4$ หรือ $K_2SO_4$ $CuSO_4$ Boric acid ($H_3BO_3$) NaOH bromocresol green methyl red ethanol MgO Devada alloy $(NH_4)_2SO_4$ perchloric acid ($HClO_4$) nitric acid ($HNO_3$) ammonium molybdate $[(NH_4)_6Mo_7O_{24}4H_2O]$ ammoniummetavanadate ($NH_4VO_3$) KCl $KH_2PO_4$ ammonium fluoride ($NH_4F$) potassium antimony tartrate ($KSbO^-C_4H_4O_6$) ascorbic acid $CaCO_3$ ammonium acetate ($NH_4OAc$) diethylenetriaminepenta-acetic acid (DTPA) calcium chloride ($CaCl_2$) triethanolamine (TEA) $CaCl_2 2H_2O$ acetic acid (NaCl) sodium chloride (HCl) hydrochloric acid ($MgSO_4.7H_2O$) magnesium sulphate heptahydrate ($H_3PO_4$) Asbestos Barium diphenylamine sulfonate indicator (BDS)

## 3.3 วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

### 3.3.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

#### 3.3.1.1 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เช่น ข้อมูลเบื้องต้นของปาล์มน้ำมัน ประวัติความสำคัญ สถานการณ์การผลิตการส่งออก ชนิดพันธุ์ปาล์มน้ำมัน พื้นที่ปลูก การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมใช้เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ข้อมูลเบื้องต้นของซีรัมน้ำยางพาราจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น กระบวนการผลิตน้ำยางข้น ลักษณะทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา ปริมาณการเกิดซีรัมน้ำยางพาราจากกระบวนการผลิต การจัดการซีรัมน้ำยางพาราของโรงงานผลิตน้ำยางข้น แหล่งธาตุอาหารและความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ผลกระทบจากการได้รับธาตุอาหารไม่เหมาะสมของปาล์มน้ำมัน

#### 3.3.1.2 สำรวจภาคสนามและกำหนดพื้นที่ศึกษาวิจัย

- สำรวจภาคสนามบริเวณพื้นที่มีสภาพเหมาะสมในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและการปลูกปาล์มน้ำมัน รวมทั้งพื้นที่ใกล้เคียงโรงงานผลิตน้ำยางข้นเพื่อสะดวกต่อการจัดหาและเคลื่อนย้ายสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) โดยพื้นที่ที่คัดเลือกในการทำการศึกษาวิจัย

คือ พื้นที่บริเวณสวนปาล์มน้ำมันของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด ตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ เนื่องจากพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันของโรงงานนี้ อยู่ใกล้โรงงานผลิตน้ำยางข้นของบริษัทเดียวกัน ซึ่งมีกำลังการผลิตน้ำยางข้น 50,000 เมตริกตันต่อปี

- กำหนดพื้นที่ศึกษาวิจัยบริเวณพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเทกซ์ จำกัด โดยการสร้างโรงเรือนขนาด 6×12×12 เมตร สำหรับการเพาะและการอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

### 3.3.2 การวางแผนการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วางแผนการวิจัยแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ (replication) สำหรับ ศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มี 7 ตำรับทดลอง และศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร มี 7 ตำรับทดลอง (ตารางที่ 3-1)

**ตารางที่ 3 - 1 :** ตำรับการทดลองในการศึกษาวิจัยการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อเติมซีรัมน้ำยางพารา

| ตำรับ | รายละเอียด |
|---|---|
| 1 | ดินเดิม (control) |
| 2 | ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี |
| 3 | ดินเดิม + ซีรัม |
| 4 | ดินเดิม + ซีรัม + ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) |
| 5 | ดินเดิม + (ซีรัม : ปุ๋ยเคมี = 1:3) |
| 6 | ดินเดิม + (ซีรัม : ปุ๋ยเคมี = 1:1) |
| 7 | ดินเดิม + (ซีรัม : ปุ๋ยเคมี = 3:1) |

**หมายเหตุ :** - ปุ๋ยเคมี อัตราการใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 3 - 1) ตามความต้องการของต้นกล้าในแต่ละสัปดาห์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)
- ซีรัม, DAP, ซีรัม : ปุ๋ยเคมี อัตราใส่เทียบเท่ากับปริมาณไนโตรเจนที่ต้นกล้าต้องการจากปุ๋ยเคมีในแต่ละสัปดาห์ตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (2547)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มี 21 + 21 = 42 หน่วยทดลอง หนึ่งหน่วยทดลองคือ ถุงเพาะชำขนาด 15 × 23 เซนติเมตร (6 × 9 นิ้ว)

### 3.3.3 การเตรียมการศึกษาวิจัย

#### 3.3.3.1 ดินสำหรับเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและศึกษาการสะสมธาตุอาหาร

เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ที่คัดเลือกในการศึกษาวิจัย (พื้นที่สวนปาล์มน้ำมันของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเทกซ์ จำกัด ตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี) จากนั้นนำตัวอย่างดินมาผึ่งลม (air dry) เมื่อตัวอย่างดินแห้งทำการทุบ ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ที่กำหนด (ตารางที่ 3-3)

#### 3.3.3.2 ซีรัมน้ำยางพารา

สุ่มเก็บตัวอย่างซีรัมน้ำยางพาราปริมาณ 50,000 มิลลิลิตร สำหรับเติมตามตำรับทดลอง (ตารางที่ 3-1) และการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ที่กำหนด (ตารางที่ 3-2) โดยเก็บซีรัมน้ำยางพาราในขณะที่มีกระบวนการผลิต จากนั้นเก็บรักษาในที่เย็น เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราจากการเติบโตของจุลินทรีย์

#### 3.3.3.3 จัดทำโรงเรือนและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการเพาะชำ

เตรียมปรับพื้นโรงเรือนให้ราบ และสร้างโรงเรือนขนาด ขนาด 6×12×2 เมตร มุงด้วยตาข่ายพรางแสงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการเพาะชำ เช่น ถุงพลาสติกเพาะชำสีดำขนาด 15 × 23 เซนติเมตร (6×9 นิ้ว) หนา 500 เกจ เสียม พลั่วตักดิน จอบ ถังน้ำ ฝักบัวรดน้ำ

### 3.3.4 การดำเนินการวิจัย

#### 3.3.4.1 การศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

- **การเพาะชำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

บรรจุดินที่ผ่านการเตรียมตามข้อ 3.3.3.1 จำนวน 4 กิโลกรัมต่อหนึ่งถุงเพาะชำแล้วทำการรดน้ำที่ระดับความจุความชื้นสนาม (field capacity) จากนั้นปลูกเมล็ดงอกลงในถุงเพาะชำ (1 เมล็ดต่อหนึ่งถุงเพาะชำ)

- **การดูแลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

ให้น้ำกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ระดับความจุความชื้นสนาม วันละ 1 ครั้ง ในตอนเช้า (หากวันใดในถุงเพาะชำยังมีความชื้นอยู่ในระดับความจุความชื้นสนามจะไม่ทำการรดน้ำ) ตลอดระยะเวลา 3 เดือน หากมีวัชพืชในถุงเพาะชำกำจัดออกจากถุงด้วยการใช้มือถอน และวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินในถุงเพาะชำทุกสองสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 6 ครั้งตลอดระยะเวลาการศึกษา คือ สัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH and moisture Tester Model : DM – 15 (Takemura)) รวมทั้งในสัปดาห์สุดท้าย (สัปดาห์ที่ 12) เมื่อเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลองก็ทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วยเครื่องวัด pH - meter อีกครั้งในอัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1: 1

- **การเติมสิ่งทดลอง**

การเติมสิ่งทดลองในงานวิจัยนี้เป็นการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัม ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต) ตามตำรับทดลองที่กำหนดดังตารางที่ 3 - 1 บนพื้นฐานของอัตราเติมซีรัมและปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากับปริมาณไนโตรเจน และบนพื้นฐานของอัตราปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟตเทียบเท่ากับปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องการในแต่ละช่วงอายุ (ตารางที่ 3 - 1) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลา 3 เดือน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

สำหรับวิธีการเติมลงไปในถุงเพาะชำ ดังนี้ เติมซีรัมโดยผสมน้ำในปริมาณที่ทำให้ดินมีความชื้นระดับความจุความชื้นสนามแล้วรดให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เช่นเดียวกับการเติมปุ๋ยเคมี เติมปุ๋ยเคมี (46-0-0, 18-46-0 และ15-15-15/1.2 MgO) โดยละลายน้ำปริมาณที่ทำให้ดินมีความชื้นระดับความจุความชื้นสนามแล้วรดให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต โดยละลายน้ำและใส่ร่วมกับซีรัมน้ำยางพาราในปริมาณที่ทำให้ดินมีความชื้นระดับความจุความชื้นสนามแล้วรดให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และการเติมซีรัม: ปุ๋ยเคมี (อัตราส่วน 1:3, 1:1 และ 3:1) โดยนำปุ๋ยเคมีละลายน้ำใส่ร่วมกับซีรัมน้ำยางพาราปริมาณที่ทำให้ดินมีความชื้นระดับความจุความชื้นสนามแล้วรดให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

เริ่มเติมซีรัมน้ำยางพาราสำหรับเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นกล้ามีอายุเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง (เริ่มมีใบที่ 1) จนครบระยะอนุบาลแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (สัปดาห์ที่ 12) โดยมีปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราแต่ละสัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 3 – 2

**ตารางที่ 3 - 2 :** ปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราตามตำรับทดลองตลอดระยะเวลา 3 เดือน

| สัปดาห์ที่ 4 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 46-0-0 / 98 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 98 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 98 | - | - |
| ตำรับที่ 5 | 46-0-0 / 24.5 | 73.5 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 46-0-0 / 49 | 49 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 46-0-0 / 73.5 | 24.5 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 5 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 18-46-0 / 72 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 72 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 72 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 18-46-0 / 54 | 18 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 18-46-0 / 36 | 36 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 18-46-0 / 18 | 54 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 6 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 15-15-15/1.2 MgO / 60 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 60 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 60 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 15-15-15/1.2 MgO / 45 | 15 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 15-15-15/1.2 MgO / 30 | 30 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 15-15-15/1.2 MgO / 15 | 45 | - | - |

**ตารางที่ 3 – 2 (ต่อ) :** ปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราตามตำรับทดลองตลอดระยะเวลา 3 เดือน

| สัปดาห์ที่ 7 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 18-46-0 / 96 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 96 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 96 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 18-46-0 / 72 | 24 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 18-46-0 / 48 | 48 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 18-46-0 / 24 | 72 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 8 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 15-15-15/1.2 MgO / 88 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 88 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 88 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 15-15-15/1.2 MgO / 66 | 22 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 15-15-15/1.2 MgO / 44 | 44 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 15-15-15/1.2 MgO / 22 | 66 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 9 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 18-46-0 / 144 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 144 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 144 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 18-46-0 / 108 | 36 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 18-46-0 / 72 | 72 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 18-46-0 / 36 | 108 | - | - |

**ตารางที่ 3 - 2 (ต่อ) :** ปริมาณการเติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราตามตำรับทดลองตลอดระยะเวลา 3 เดือน

| สัปดาห์ที่ 10 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 15-15-15/1.2 MgO / 120 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 120 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 120 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 15-15-15/1.2 MgO / 90 | 30 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 15-15-15/1.2 MgO / 60 | 60 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 15-15-15/1.2 MgO / 30 | 90 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 11 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 15-15-15/1.2 MgO / 120 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 120 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 120 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 15-15-15/1.2 MgO / 90 | 30 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 15-15-15/1.2 MgO / 60 | 60 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 15-15-15/1.2 MgO / 30 | 90 | - | - |

| สัปดาห์ที่ 12 | สูตรปุ๋ยเคมี / จำนวน (มิลลิกรัม) | ซีรัมน้ำยางพารา (มิลลิกรัม) | DAP (มิลลิกรัม) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ตำรับที่ 1 | - | - | - | - |
| ตำรับที่ 2 | 15-15-15/1.2 MgO / 120 | - | - | - |
| ตำรับที่ 3 | - | 120 | - | - |
| ตำรับที่ 4 | - | 120 | 314.86 | - |
| ตำรับที่ 5 | 15-15-15/1.2 MgO / 90 | 30 | - | - |
| ตำรับที่ 6 | 15-15-15/1.2 MgO / 60 | 60 | - | - |
| ตำรับที่ 7 | 15-15-15/1.2 MgO / 30 | 90 | - | - |

**หมายเหตุ :** - เติมปุ๋ยเคมีและซีรัมน้ำยางพาราตามปริมาณความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจนของต้นกล้าในแต่ละสัปดาห์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)
- เติม DAP ตามปริมาณความต้องการธาตุอาหารฟอสฟอรัสของต้นกล้าในแต่ละสัปดาห์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

- **การวัดการเติบโตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

บันทึกจำนวนใบของต้นกล้า วัดความกว้างใบตรงส่วนที่กว้างที่สุดของแต่ละใบโดยใช้ตลับเมตร วัดความยาวแผ่นใบในส่วนที่ยาวที่สุดของแผ่นใบโดยใช้ตลับเมตร วัดขนาดลำต้นโดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางในระดับโคนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละต้นจำนวน 2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น สังเกตและจดบันทึกอาการผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันตามลักษณะที่กำหนดโดยกรมวิชาการเกษตร (2547) เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน (ระยะอนุบาลแรก)

**3.3.4.2 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินหลังใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร**

- บรรจุดินที่ผ่านการเตรียมตามข้อ 3.3.3.1 จำนวน 4 กิโลกรัมต่อหนึ่งถุงเพาะชำ แล้วทำการรดน้ำที่ระดับความจุความชื้นสนาม นำไปวางไว้ในโรงเรือนเช่นเดียวกับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก
- รดน้ำถุงเพาะชำที่ระดับความจุความชื้นสนาม วันละ 1 ครั้งในตอนเช้า (หากวันใดในถุงเพาะชำยังมีความชื้นอยู่ในระดับความจุความชื้นสนามจะไม่ทำการรดน้ำ) ตลอดระยะเวลา 3 เดือน หากมีวัชพืชในถุงเพาะชำ กำจัดออกจากถุงด้วยการใช้มือถอน และวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินในถุงเพาะชำทุกสองสัปดาห์
- ทำการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัม ปุ๋ยเคมี และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต) เช่นเดียวกับถุงเพาะชำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**3.3.4.3 การเก็บตัวอย่าง**

เก็บตัวอย่างดินจากถุงเพาะชำทั้ง 42 หน่วยทดลอง หลังการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัม ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต) ครบระยะเวลา 3 เดือนซึ่งเป็นระยะอนุบาลแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และเตรียมตัวอย่างดินตามรายละเอียดข้อ 3.3.3.1 เพื่อวิเคราะห์สมบัติเคมีทางห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ที่กำหนด ดังตารางที่ 3-3

**3.3.4.4 พารามิเตอร์ที่ศึกษา**

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดินและซีรัมน้ำยางพาราก่อนการทดลอง และตัวอย่างดินหลังการทดลอง (ระยะเวลา 3 เดือน) ดังตารางที่ 3 – 3

**ตารางที่ 3 - 3 :** พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน และซีรัมน้ำยางพารา

| พารามิเตอร์ | วิธีการวิเคราะห์ | ซีรัม | ดิน |
|---|---|---|---|
| pH | pH meter | + | + |
| อินทรียวัตถุ | Walkley and Black | - | + |
| C.E.C. | Titrimetric method (AOAC) | - | + |
| สภาพการนำไฟฟ้า (EC) | Conductivity meter | + | + |
| ไนโตรเจน (N) | Kjeldahl Method (ปริมาณทั้งหมด) | + | + |
| ฟอสฟอรัส (P) | Bray II (ปริมาณที่เป็นประโยชน์) | - | + |
| | Ascorbic Acid Method (ปริมาณที่เป็นประโยชน์) | + | - |
| โพแทสเซียม (K) | 1 N $NH_4$ OAc pH 7.0(ปริมาณที่แลกเปลี่ยนได้) | - | + |
| | Atomic Absorption Spectrophotometer | + | - |
| แมกนีเซียม (Mg) | Atomic Absorption Spectrophotometer | + | + |
| สังกะสี (Zn) | Atomic Absorption Spectrophotometer | + | + |

**หมายเหตุ:** (+) หมายถึง ทำการวิเคราะห์ (-) หมายถึง ไม่ทำการวิเคราะห์

### 3.3.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) หากพบว่ามีพารามิเตอร์ใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

# ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นเพื่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกครั้งนี้ใช้ซีรัมน้ำยางพาราจากบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด ซึ่งมีกำลังการผลิตเฉลี่ยวันละประมาณ 160 ตันน้ำยางข้น จะเกิดซีรัมน้ำยางพาราขึ้นประมาณ 400 ลูกบาศก์เมตร ทำการศึกษาสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด และทดลองใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ เพื่อศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกและเพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร มีผลการศึกษาวิจัยดังนี้

## 4.1 สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา

ซีรัมน้ำยางพาราที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการผลิตยางสกิมจากหางน้ำยางของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ด้วยวิธีการตกตะกอนหางน้ำยางด้วยกรดซัลฟิวริคภายในรางรวบรวมหางน้ำยาง หลังจากยางจับตัวกันเป็นก้อนแล้วซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 คืน น้ำเสียที่เหลือในราง คือ “ซีรัมน้ำยางพารา” จะถูกรวบรวมลงสู่รางรวบรวมน้ำเสียของโรงงานและเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป (อนุชิต จิโรจโชติชัย, สัมภาษณ์, 3 กรกฎาคม 2552)

การศึกษาสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราเพื่อใช้ประโยชน์ในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาสมบัติทางเคมีด้าน ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ศึกษาสมบัติทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) ธาตุอาหารรอง (แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหาร ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมี (N, P, K และ Mg) ของกรมวิชาการเกษตร (2547) ศึกษาโลหะหนัก (สังกะสี) จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นที่อาจปนเปื้อนในซีรัมน้ำยางพาราและอาจตกค้างอยู่ในดิน หากมีการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เพื่อให้มีความเหมาะสมปลอดภัยโดยไม่เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมดินและการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอันเนื่องมาจากการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา (ตารางที่ 4 - 1) พบว่า

**ความเป็นกรดเป็นด่างและการนำไฟฟ้า**

การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง เป็นการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ($H^+$) ในน้ำ ถ้า pH มีค่าน้อยกว่า 7 แสดงว่าน้ำนั้นมีความเป็นกรด ถ้า pH มีค่ามากกว่า 7 แสดงว่าน้ำนั้นมีความเป็นด่าง สมบัติด้านความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำปกติที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช อยู่ระหว่าง 6.0 – 8.5 ขณะที่ค่า pH ที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้ก็อาจใช้ในการเพาะปลูกได้แต่อาจมีปัญหาอื่นตามมา เช่น ปัญหาความสมดุลของธาตุอาหารพืช ความเป็นพิษของธาตุบางธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การตกตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตหรือสนิมเหล็ก ที่ทำให้ระบบการให้น้ำแก่พืชอุดตันได้ (กรมพัฒนาที่ดิน ข, 2547)

ส่วนการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่แสดงถึงปริมาณไอออนของธาตุต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งคือปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าจึงขึ้นกับปริมาณความเข้มข้น ชนิดและไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน ข, 2547) น้ำที่มีเกลือละลายอยู่ในปริมาณมากย่อมไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืช เนื่องจากทำให้เพิ่มความดันออสโมติกในสารละลายดิน เกิดภาวะแห้งแล้งทางสรีระของพืช และพืชแต่ละชนิดทนต่อความเค็มได้ไม่เท่ากัน โดยน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 0.7 $dSm^{-1}$ จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาความเป็นพิษอันเนื่องมาจากความเค็ม ถ้าน้ำมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 3.0 $dSm^{-1}$ ถือว่าเป็นข้อจำกัดของการใช้น้ำอย่างรุนแรง (อรทัย ศุกรียพงศ์, 2546)

ผลจากการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของซีรัมน้ำยางพาราพบว่าซีรัมน้ำยางพารามีค่า pH เท่ากับ 4.57 ซึ่งจัดว่ามีความเป็นกรด และมีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 53.98 $dSm^{-1}$ จัดว่าอยู่ในระดับที่สูงเกินคำแนะนำ เมื่อพิจารณาตามผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพารามีสมบัติที่ไม่เหมาะสมใช้เป็นน้ำในการเพาะปลูก แต่การใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ย เทียบได้กับการใช้ประโยชน์ในรูปแบบปุ๋ยน้ำชีวภาพ โดยสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำชีวภาพในด้านความเป็นกรดเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้านั้นส่วนใหญ่ค่า pH ของปุ๋ยน้ำชีวภาพจะมีความเป็นกรด อยู่ในช่วง 3.50 – 5.60 และค่าการนำไฟฟ้ามักมีค่าที่สูงเกินมาตรฐาน (กรมวิชาการเกษตร, 2545; ทัศนี เรืองหิรัญ และพนารัตน์ เสรีทวีกุล, 2544 อ้างใน กรมพัฒนาที่ดิน ข, 2547) จึงมีการแนะนำให้เจือจางปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อลดความเค็มลง (สมพร แซ่ลี้, 2547) แสดงให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพารามีสมบัติทางด้านความเป็นกรดเป็นด่างและการนำไฟฟ้าที่คล้ายคลึงในรูปของปุ๋ยน้ำชีวภาพสำหรับใช้ประโยชน์เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชได้ และการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีการผสมน้ำในระดับที่ทำให้ดินมีระดับความจุความชื้นสนาม

**ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้)**

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีด้านธาตุอาหารหลักของซีรัมน้ำยางพารา พบว่าประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 1,398, 223.3 และ 2,076 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพารามีสมบัติทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลักของพืชเป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งไม่น่าจะมีปัญหาต่อการใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เนื่องจากมีธาตุอาหารหลักสำหรับการเติบโตตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตรประกอบอยู่ อีกทั้งพบว่าซีรัมน้ำยางพาราที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ก็มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยมีองค์ประกอบของธาตุอาหารสำหรับพืชเป็นองค์ประกอบอยู่ โดนมีองค์ประกอบของไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมา

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในซีรัมน้ำยางพาราชี้ให้เห็นว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งมากกว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ประมาณ 10 เท่า แต่เมื่อพิจารณาจากความต้องการธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่ามีการแนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0, 18 – 46 - 0 และ 15 – 15 – 15 / 1.2 MgO ในแต่ละสัปดาห์สลับกัน โดยมีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยเคมีกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรก ในปริมาณการเติมธาตุอาหารฟอสฟอรัสมากที่สุด เท่ากับ 1,305.33 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนไนโตรเจน และโพแทสเซียมในปริมาณที่น้อยลงมาเท่ากับ 918 และ 508 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอาจไม่เพียงพอตามคำแนะนำจึงอาจเป็นปัจจัยจำกัดข้อหนึ่งที่ต้องมีการพิจารณา เพื่อป้องกันการได้รับธาตุอาหารไม่สมดุลของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นกล้ามีการเติบโตที่ผิดปกติหรือตายได้

**ธาตุอาหารรอง (แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้)**

ธาตุอาหารรองที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกจำเป็นต้องได้รับเพื่อการเติบโตตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีของกรมวิชาการเกษตร (2547) คือ แมกนีเซียม และจากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา พบว่า มีองค์ประกอบของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่เท่ากับ

36.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจากการที่ซีรัมน้ำยางพารามีธาตุอาหารแมกนีเซียมประกอบอยู่นี้เป็นส่วนช่วยสนับสนุนแนวคิดการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราเพื่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้เป็นอย่างดี เนื่องจากซีรัมน้ำยางพารามีองค์ประกอบของธาตุอาหาร (ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง) ที่ต้นกล้าต้องการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N P K Mg) ประกอบอยู่อย่างครบถ้วน

**โลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น (สังกะสี)**

สังกะสีจัดเป็นโลหะหนักที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหากมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมเกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่ขณะเดียวกันก็เป็นธาตุอาหารจุลภาคหรือธาตุอาหารเสริมที่พืชต้องการปริมาณน้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) และเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นและเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการผิดปกติของปาล์มน้ำมันด้วย (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ซึ่งในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นของโรงงานผลิตน้ำยางข้นนั้นอาจมีการปนเปื้อนของสังกะสีอันเนื่องมาจากกระบวนการเก็บรักษาน้ำยางสดไม่ให้จับตัวเสียสภาพ ด้วยการเติมแอมโมเนียและ TMTD/ZnO (secondary preservative) หลังจากการกรีดยาง โดย ZnO มีความสามารถทำลายแบคทีเรียในน้ำยางได้ (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543) จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการวิเคราะห์สังกะสีในซีรัมน้ำยางพาราเพื่อการประเมินถึงผลกระทบต่อดินและต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในซีรัมน้ำยางพาราพบว่า มีสังกะสีประกอบอยู่เท่ากับ 26.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเกินจากมาตรฐาน เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2549) แต่ทั้งนี้ปริมาณสังกะสีที่อยู่ในซีรัมน้ำยางพารายังคงไม่สามารถระบุได้ว่าจะก่อให้เกิดการสะสมในดินจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของดินหรือต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือไม่ หรือถ้าไม่สะสมในดินอาจมีการไหลชะลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำเช่นเดียวกัน ซึ่งต้องติดตามวิเคราะห์ผลของปริมาณสังกะสีที่ตกค้างในดินภายหลังการทดลองหรือต่อสิ่งแวดล้อมที่มีการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารต่อไป

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารานั้น มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารพืชประกอบอยู่ และมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาล

แรกต้องการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N P K Mg) ประกอบอยู่อย่างครบถ้วน ชี้ให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพาราน่าจะสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มในระยะอนุบาลแรกได้เป็นอย่างดี

**ตารางที่ 4 – 1** : สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา

| สมบัติทางเคมี | | ค่าวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| ความเป็นกรดเป็นด่าง | | 4.57 |
| การนำไฟฟ้า ($dSm^{-1}$) | | 53.98 |
| ธาตุอาหารหลัก | | |
| | ไนโตรเจนทั้งหมด ($mg.l.^{-1}$) | 1,398 |
| | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($P_2O_5$; $mg.l.^{-1}$) | 223.3 |
| | โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($K_2O$; $mg.l.^{-1}$) | 2,076 |
| ธาตุอาหารรอง | | |
| | แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($mg.l.^{-1}$) | 36.5 |
| โลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น | | |
| | สังกะสี ($mg.l.^{-1}$) | 26.10 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร แบ่งการศึกษาทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินที่ไม่มีการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยดินที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม เป็นดินชนิดเดียวกัน แต่ละกลุ่มเติมสิ่งทดลองและทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมือนกัน คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) ธาตุอาหารรอง (แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) และโลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น (สังกะสี) ซึ่งมีวัตถุประสงค์การออกแบบทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมธาตุอาหารจากการเติมซีรัมน้ำยางพาราในดินที่ไม่มีการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทำให้สามารถประเมินศักยภาพและอัตราการใช้ซีรัมน้ำยางพาราได้อย่างเหมาะสมกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้งระยะอนุบาลแรกและระยะอนุบาลหลัก รวมทั้งในต้นปาล์มน้ำมันระยะต่างๆได้ อีกทั้งเพื่อศึกษาการใช้ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ทำให้สามารถประเมินปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก และสามารถประเมินปริมาณธาตุอาหารที่คงเหลืออยู่ในดินสำหรับต้นกล้าในระยะต่อไปได้

### 4.2.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา)

ดินที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลของซีรัมน้ำยางพาราต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เป็นดินจากสวนปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 5 ปี ของบริษัท อินเตอร์รับเบอร์ลาเท็คซ์ จำกัด ตั้งอยู่กิโลเมตรที่ 17 หมู่ 2 ตำบลท่าโรงช้าง อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จัดอยู่ในชุดดินคลองขุด ตามการจำแนกชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2552) โดยดินชุดนี้มีลักษณะดินบนเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลอ่อนหรือเทา มีจุดประสีน้ำตาล ความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4.5 - 5.5 และผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการของดินเดิมก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า

**ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง**

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นการวัดความเข้มข้นของ $H^+$ ที่มีอยู่ในสารละลายดิน (ณรงค์ ชินบุตร, มปท.) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเติบโตของพืชมาก เพราะค่าความเป็นกรดเป็น

ด่างของดินมีอิทธิพลต่อการละลายของธาตุอาหารพืช (พจนีย์ มอญเจริญ, 2544) ทั้งนี้พืชต่างชนิดกันเจริญเติบโตได้ดีในระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่แตกต่างกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันนั้นควรมีค่ามากกว่า 4.5 (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ, 2548)

สำหรับผลการวิเคราะห์สมบัติความเป็นกรดเป็นด่างของดินเดิมนั้น พบว่าดินเดิมเป็นกรดจัด (strongly acid) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) ดังแสดงในภาคผนวกที่ ผง – 5 ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 5.21 (ตารางที่ 4 - 2) ซึ่งถือว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันตามคำแนะนำความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ, 2548)

**ค่าการนำไฟฟ้า**

การวัดสภาพการนำไฟฟ้าของดินเป็นการวัดปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำในดิน โดยดินที่มีปริมาณเกลือละลายอยู่มาก ค่าการนำไฟฟ้าจะสูงขึ้น (ณรงค์ ชินบุตร, มปท.) ทั้งนี้เพื่อต้องการทราบว่าดินมีปริมาณเกลือมากเกินไปจนเป็นอันตรายแก่พืชที่ปลูกหรือไม่ เนื่องจากปริมาณของเกลือที่วัดได้ในดินมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ทำให้พืชแคระแกร็น และถ้ามีปริมาณสูงมากๆจะทำให้พืชเหี่ยวแห้งและตายได้ สาเหตุจากเกิดกระบวนการ plasmolysis คือ น้ำหรือสารละลายในพืชบางส่วนไหลซึมออกมายังสารละลายในดินซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่า และนอกจากทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำและสารละลายอาหารมาใช้ประโยชน์ได้แล้วยังทำให้โครงสร้างของดินเสียไป ทำให้ดินแน่นทึบ น้ำซึมผ่านได้ยาก การถ่ายเทอากาศในดินลดลง ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ผลการวิเคราะห์สมบัติการนำไฟฟ้าของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า ดินมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 2.05 $dSm^{-1}$ (ตารางที่ 4 - 2) ซึ่งจัดว่าเป็นดินที่เค็มน้อยมาก ( 2 - 4 $dSm^{-1}$) ตามค่าการแปลผลของกรมพัฒนาที่ดิน (2552) (ภาคผนวกที่ ผง – 6) ซึ่งเป็นผลดีในด้านการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องจากดินมีค่าความเค็มเหมาะสมไม่น่าส่งผลกระทบต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน**

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน หมายถึง ผลรวมของไอออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้ นิยมบอกในรูปของ cmol $kg^{-1}$ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2551) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเป็น

สมบัติทางเคมีของดินที่สำคัญอย่างหนึ่ง ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ โดยดินที่มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงย่อมมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารไว้ได้มากและปลดปล่อยให้พืชได้มากเช่นกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2544) ขณะที่ดินที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำกว่า 3 cmol $kg^{-1}$ ถือว่ามีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมากตามระดับสากล (พจนีย์ มอญเจริญ, 2544) ก็จะมีความสามารถที่จะดูดยึดแคตไอออนได้น้อย ทำให้ธาตุประจุบวก เช่น $K^{+}$ $Ca^{2+}$ หรือ $Mg^{2+}$ ที่มีอยู่ในดินหรือที่ได้จากการใส่ปุ๋ยก็จะถูกชะล้างสูญเสียไปได้ง่าย (ณรงค์ ชินบุตร, มปท.)

และจากผลการวิเคราะห์สมบัติของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เท่ากับ 5.55 cmol $kg^{-1}$ จัดอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำตามมาตรฐานสากล ดังภาคผนวกที่ ผง - 7 (พจนีย์ มอญเจริญ, 2544) ซึ่งน่าจะไม่มีปัญหาในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องจากมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่า 3 cmol $kg^{-1}$ ที่ยังคงทำให้ดินมีความสามารถดูดยึดแคตไอออนจากสิ่งทดลองหรือปุ๋ยเคมีได้ รวมทั้งไม่ทำให้แคตไอออนที่มีอยู่ในดินถูกชะล้างสูญเสียไปได้ง่าย

**อินทรียวัตถุ**

อินทรียวัตถุในดิน หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ได้จากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรียสารที่รากพืชปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ (กรมพัฒนาที่ดิน ก, 2547) ซึ่งอินทรียวัตถุในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆของดิน อันส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถการให้ผลผลิตของดิน รวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศของแต่ละสภาพแวดล้อมโดยตรง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยอินทรียสารหลายชนิดและเมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัสที่มีบทบาทสำคัญในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน และมีคุณสมบัติเป็นสารเชื่อมอนุภาคดินเข้าด้วยกันเป็นเม็ดดิน ช่วยทำให้ดินมีโครงสร้างคงทนขึ้น ไม่อัดตัวแน่นง่าย มีช่องว่างในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น โดยทั่วไปแล้วปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจึงอาจส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารพืชไนโตรเจนสูง (กรมพัฒนาที่ดิน ก, 2547 และณรงค์ ชินบุตร, มปท.)

สำหรับผลการวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดินก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า ดินมีค่าอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (ภาคผนวกที่ ผง – 1) เท่ากับ ร้อยละ 2.10 ซึ่งไม่เป็นข้อกังวลใจในด้านปริมาณอินทรียวัตถุและน่าจะเป็นผลดีสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในแง่ของ

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โครงสร้างของดิน การระบายน้ำและอากาศ ที่ส่งผลดีต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้)**

ธาตุอาหารพืช คือ ธาตุที่จำเป็นต่อพืชซึ่งพืชต้องใช้ธาตุนั้นเพื่อดำรงชีวิตอยู่ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ย่อมมีธาตุอาหารครบทุกธาตุ สามารถสนองธาตุอาหารเหล่านั้นในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ สมดุลกับความต้องการพืช พืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงย่อมเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงด้วย ส่วนธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุที่พืชต้องการปริมาณมากและมักได้รับจากดินไม่เพียงพอ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท.; พจนีย์ มอญเจริญ, 2544)

และจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า ดินเดิมมีไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 0.57 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินเดิมมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก ดังภาคผนวกที่ ผง – 2 และ ผง - 3 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนเติมสิ่งทดลองกับเกณฑ์การประเมินระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และระดับของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินและแนวทางการบำรุงดินของพืชทั่วไปแล้ว แต่สำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือการปลูกปาล์มน้ำมันแล้วอาจมีความจำเป็นที่จะต้องมีการหาแหล่งธาตุอาหารในดินเพิ่มเติม เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่สูงกว่าพืชทั่วไป เนื่องจากระบบรากของปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารต่ำกว่าพืชใบเลี้ยงคู่โดยทั่วไป (von Uexkull and Fairhurst, 1991)

**ธาตุอาหารรอง (แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้)**

ธาตุอาหารรอง เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการรองลงมาจากธาตุอาหารหลัก ประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน (พจนีย์ มอญเจริญ, 2544) แต่ธาตุอาหารรองที่มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก คือ แมกนีเซียม ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากดินภาคใต้ ซึ่งเป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญของประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นดินกรด มีปริมาณแมกนีเซียมในดินต่ำ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในภาคใต้

ส่วนใหญ่มักแสดงอาการขาดแมกนีเซียม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) เนื่องจากแมกนีเซียมมีหน้าที่มากมายในขบวนการเมตตาโบลิซึมของปาล์มน้ำมัน บทบาทที่สำคัญที่สุดของแมกนีเซียมคือเป็นส่วนประกอบของเม็ดสีสีเขียว หรือคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานแสง มาเป็นพลังงานชีวเคมี ถ้าต้นปาล์มน้ำมันขาดแมกนีเซียมผลผลิตจะลดลง (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551)

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในดินก่อนเติมสิ่งทดลอง พบว่า มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินและทางการบำรุงดินของพืชทั่วไป ดังภาคผนวกที่ ผง - 4 (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท.) แต่สำหรับปาล์มน้ำมันแล้วอาจจำเป็นต้องเพิ่มแหล่งธาตุอาหารแมกนีเซียมให้เพียงพอและเหมาะสมกับปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกและระยะต่างๆต่อไป

**โลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น (สังกะสี)**

สังกะสีเป็นธาตุอาหารจุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริม ที่พืชต้องการปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง สำหรับปาล์มน้ำมันนั้นสังกะสีเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิด และต้องการสังกะสีในการสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้ยังต้องการสังกะสีในขบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์โบเดรต และฮอร์โมน ทั้งยังช่วยรักษาความแข็งแรงของ cell membrane ด้วย (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551) และในการศึกษาครั้งนี้แหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน คือ ซีรัมน้ำยางพาราที่นำมาใช้ อาจมีการปนเปื้อนของสังกะสีจากการกระบวนการผลิตน้ำยางข้น จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่สะสมในดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง เพื่อประเมินความเหมาะสมปลอดภัยของการใช้ซีรัมน้ำยางพาราต่อการตกค้างสะสมของโลหะหนักที่อาจมีผลกระทบต่อดินและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในดินก่อนเติมสิ่งทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (ภาคผนวกที่ ผง – 8) ของชั้นมาตรฐานจุลธาตุในดินที่เป็นประโยชน์ (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท.) แสดงให้เห็นว่าดินเดิมมีปริมาณสังกะสีในระดับที่ไม่เป็นข้อกังวลใจในด้านโลหะหนัก ทั้งนี้จำเป็นต้องติดตามวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในดินหลังการทดลองต่อไป

**ตารางที่ 4 – 2 :** สมบัติทางเคมีของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง

| สมบัติทางเคมี | ค่าวิเคราะห์ |
|---|---|
| ความเป็นกรด – ด่าง | 5.21 |
| การนำไฟฟ้า ($dSm^{-1}$) | 2.05 |
| ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ($cmole(+)kg^{-1}$) | 5.55 |
| อินทรียวัตถุ (%) | 2.10 |
| ธาตุอาหารหลัก | |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | 0.57 |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($P_2O_5$ ; $mg.kg.^{-1}$) | 50 |
| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($K_2O$ ; $mg.kg.^{-1}$) | 140 |
| ธาตุอาหารรอง | |
| แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($mg.kg.^{-1}$) | 207 |
| โลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น | |
| สังกะสี ($mg.kg.^{-1}$) | 1.05 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.2.2 ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อสมบัติทางเคมีของดิน

การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ทำการเติมสิ่งทดลองตามตำรับทดลองที่กำหนดเป็นระยะเวลา 3 เดือน ในดินที่ผ่านการทุบ ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุในถุงเพาะชำจำนวน 4 กิโลกรัม จำนวนทั้งสิ้น 42 ถุงเพาะชำ เพื่อศึกษาการสะสมธาตุอาหาร จำนวน 21 ถุงเพาะชำ และเพื่อศึกษาการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 21 หน่วยเพาะชำ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากการที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกใช้ไปสำหรับการเติบโต อีกทั้งปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในถุงเพาะชำยังสามารถช่วยประเมินความเป็นประโยชน์และความเพียงพอของธาตุอาหารสำหรับระยะอนุบาลหลัก ที่อาจจะไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยสำหรับต้นกล้าหรือลดปริมาณการใช้ปุ๋ยลงได้

#### 4.2.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทดลองภายในถุงเพาะชำ ทุกๆ 2 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 6 ครั้งตลอดระยะเวลาการศึกษา คือ สัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH and moisture Tester Model : DM – 15 (Takemura)) รวมทั้งในสัปดาห์สุดท้าย (สัปดาห์ที่ 12) เมื่อเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลองก็ทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วยเครื่องวัด pH - meter อีกครั้งในอัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ทั้งนี้เนื่องจากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากถุงเพาะชำเพื่อวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแต่ละหน่วยการทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์นั้น อาจทำให้เกิดความกระทบกระเทือนต่อรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่อาจมีผลต่อการเติบโตหรือชะงักการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ (ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, 2552)

การติดตามค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการเติมสิ่งทดลองในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละสัปดาห์ พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงเดียวกัน (รูปที่ 4 - 1) และอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (pH > 4.5 ) (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์ และคณะ, 2548) โดยมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแต่ละตำรับทดลองดังนี้ ตำรับชุดควบคุม (ไม่เติมสิ่งทดลอง) เท่ากับ 6.01 ตำรับการเติมปุ๋ยเคมี เท่ากับ 5.96 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพารา เท่ากับ 5.97 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต เท่ากับ 6.05 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1: 3 เท่ากับ 6.05 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1: 1 เท่ากับ 6.05 และตำรับ

การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 3: 1 เท่ากับ 6.01 ซึ่งอยู่ในช่วง 5.9 – 6.1 (ตารางที่ 4 - 3) จัดอยู่ในระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง (ภาคผนวกที่ ผง – 5) รวมทั้งจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นกรดเป็นด่างทางสถิติก็พบว่าค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละสัปดาห์ระหว่างตำรับทดลองนั้นไม่มีความต่างทางสถิติ (ตัวอักษร a เดียวกัน) F - value = 1.1 (ตารางที่ 4 - 3)

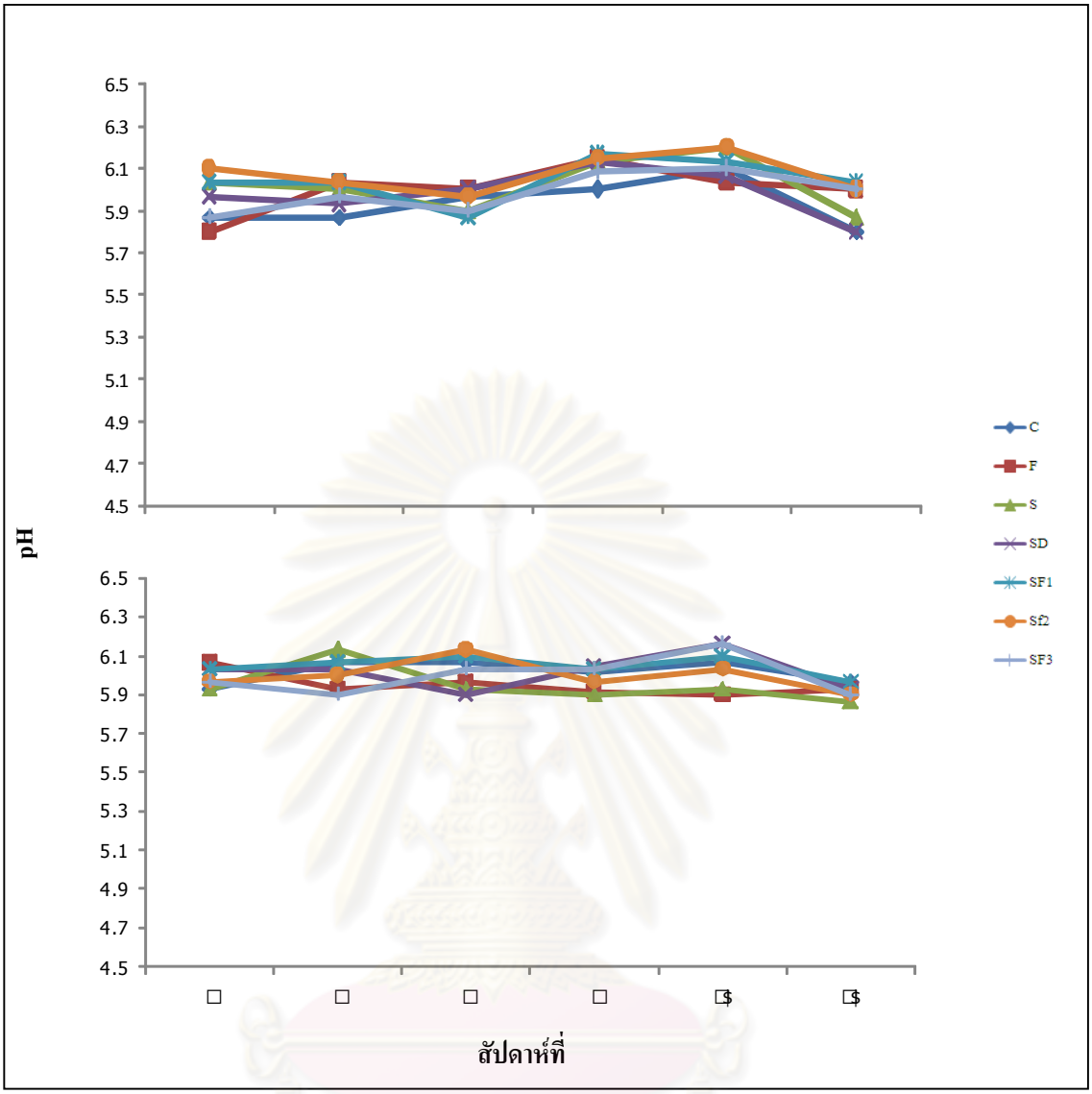
ขณะที่ผลการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทดลองที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารนั้น การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละสัปดาห์ก็มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4 - 2) เหมือนดังในกรณีของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นกรดเป็นด่างทางสถิติก็พบว่าค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดินศึกษาการสะสมธาตุอาหารในแต่ละสัปดาห์ระหว่างตำรับทดลองนั้นไม่มีความต่างทางสถิติ (ตัวอักษร a เดียวกัน) F - value = 1.05 (ตารางที่ 4 - 4) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดินในตำรับทดลองชุดควบคุม (ไม่เติมสิ่งทดลอง) เท่ากับ 5.96 ตำรับการเติมปุ๋ยเคมี เท่ากับ 6.00 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพารา เท่ากับ 6.01 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต เท่ากับ 6.03 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1: 3 เท่ากับ 6.09 ตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1: 1 เท่ากับ 6.06 และตำรับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 3: 1 เท่ากับ 6.02 ซึ่งอยู่ในช่วง 5.9 – 6.1 (ตารางที่ 4 - 4) จัดอยู่ในระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง (ภาคผนวกที่ ผง – 5)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารเมื่อใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH and moisture Tester Model : DM – 15 (Takemura)) จะมีค่าสูงกว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเมื่อวัดด้วยเครื่องมือ pH meter ในอัตราส่วนน้ำ 1: 1 อันเนื่องมาจากวิธีการวัดที่แตกต่างกัน แต่แนวโน้มค่าความเป็นกรดเป็นด่างเมื่อวัดด้วย pH meter นี้ก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละสัปดาห์ที่ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ F - value = 0.31 และF - value = 1.07 (ตารางที่ 4 - 3, 4 - 4) และค่าดังกล่าวก็คงอยู่ในช่วง 4.6 – 5.4 ที่มากกว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (> 4.5) (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

นอกจากนี้เมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราที่มีความเป็นกรดลงดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แต่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินยังคงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สืบเนื่องมาจากความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของ

ดิน ในส่วนของความเป็นกรดแฝงของดิน คือ $H^+$ ที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน ทำหน้าที่เกิดปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนแคตไอออน ประกอบกับสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราที่มีแคตไอออน (โพแทสเซียมและแมกนีเซียม) เป็นองค์ประกอบอยู่มากที่สามารถแลกเปลี่ยนกับ $H^+$ บนพื้นผิวอนุภาคดินได้ อีกทั้งปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารที่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอินทรียวัตถุในดินนี้เองส่งผลให้ดินมีประจุลบ ซึ่งสามารถดูดซับแคตไอออนได้จำนวนหนึ่ง ทำให้มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ดี ไม่ว่าจะมีการเพิ่มสารประกอบที่มีสมบัติเป็นกรดหรือด่างลงไปในดินก็ตาม เป็นเหตุให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเท่านั้น รวมทั้งการเติมซีรัมน้ำยางพาราในรูปแบบของปุ๋ยเคมีคือสัปดาห์ละ 1 ครั้งก็มีส่วนช่วยให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเนื่องมาจากน้ำที่รดให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกวันชะไฮโดรเจนไอออน ($H^+$) จากซีรัมน้ำยางพาราออกไป ดังนั้นการเติมซีรัมน้ำยางพาราจึงทำให้ดินมีสภาพเป็นกรดลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Thompson and Troeh, 1979; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**รูปที่ 4 -1 :** การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร ในรอบ 3 เดือน

**รูปที่ 4 -2 :** การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในรอบ 3 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -3 :** ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในรอบ 3 เดือน เมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

| ตำรับการทดลอง | pH [1] (สัปดาห์ที่) | | | | | | pH [2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 12 |
| C | 5.93[a] | 6.07[a] | 6.07[a] | 6.03[a] | 6.07[a] | 5.97[a] | 4.80[a] |
| F | 6.07[a] | 5.93[a] | 5.97[a] | 6.00[a] | 5.90[a] | 5.93[a] | 4.79[a] |
| S | 5.93[a] | 6.13[a] | 5.93[a] | 6.03[a] | 5.93[a] | 5.87[a] | 4.93[a] |
| SD | 6.03[a] | 6.03[a] | 5.90[a] | 6.10[a] | 6.17[a] | 5.93[a] | 5.01[a] |
| SF1 | 6.03[a] | 6.07[a] | 6.10[a] | 6.07[a] | 6.10[a] | 5.97[a] | 4.76[a] |
| SF2 | 5.97[a] | 6.00[a] | 6.13[a] | 6.10[a] | 6.03[a] | 5.90[a] | 4.64[a] |
| SF3 | 5.97[a] | 5.90[a] | 6.03[a] | 6.03[a] | 6.17[a] | 5.90[a] | 4.88[a] |
| F – value | 0.82[ns] | 0.43[ns] | 1.39[ns] | 0.69[ns] | 1.07[ns] | 0.79[ns] | 0.31[ns] |
| CV% | 0.91 | 1.26 | 1.35 | 0.60 | 1.64 | 0.58 | 2.33 |

หมายเหตุ : [1] วัดด้วย เครื่องมือ Soil pH and moisture Tester Model : DM – 15 (Takemura)

[2] วัดด้วย เครื่องมือ pH meter

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

[*] หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -4 :** ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร ในรอบ 3 เดือน เมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

| ตำรับการทดลอง | pH [1] (สัปดาห์ที่) | | | | | | pH [2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 12 |
| C | 5.87[a] | 5.87[a] | 5.97[a] | 6.03[a] | 6.10[a] | 5.80[a] | 5.36[a] |
| F | 5.80[a] | 6.03[a] | 6.00[a] | 6.17[a] | 6.03[a] | 6.00[a] | 4.70[a] |
| S | 6.03[a] | 6.00[a] | 5.90[a] | 6.17[a] | 6.20[a] | 5.87[a] | 5.39[a] |
| SD | 5.97[a] | 5.93[a] | 6.00[a] | 6.17[a] | 6.07[a] | 5.80[a] | 5.20[a] |
| SF1 | 6.03[a] | 6.03[a] | 5.87[a] | 6.17[a] | 6.13[a] | 6.03[a] | 5.40[a] |
| SF2 | 6.10[a] | 6.03[a] | 5.97[a] | 6.17[a] | 6.20[a] | 6.00[a] | 5.20[a] |
| SF3 | 5.87[a] | 5.97[a] | 5.90[a] | 6.10[a] | 6.10[a] | 6.00[a] | 5.05[a] |
| F – value | 1.04[ns] | 0.60[ns] | 0.67[ns] | 0.58[ns] | 1.06[ns] | 1.62[ns] | 1.07[ns] |
| CV% | 1.69 | 0.95 | 0.83 | 0.83 | 0.96 | 1.59 | 4.45 |

หมายเหตุ : [1] วัดด้วย เครื่องมือ Soil pH and moisture Tester Model : DM – 15 (Takemura)

[2] วัดด้วย เครื่องมือ pH meter

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

[*] หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4.2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($F - value = 293.0^{*}$) ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (8.49 $dSm^{-1}$) และมีแนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่ในช่วง 6.60 – 7.72 $dSm^{-1}$) ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม (เท่ากับ 2.43 และ 1.92 $dSm^{-1}$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4 - 5)

ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($F - value = 363.8^{*}$)ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (8.72 $dSm^{-1}$) และมีแนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่ในช่วง 6.39 – 7.67 $dSm^{-1}$) ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี และดินเดิม (เท่ากับ 2.59 และ 1.94 $dSm^{-1}$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4 - 6)

ทั้งนี้เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าของดิน คือ ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ แคตไอออนต่างๆ เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารานั้นก็มีองค์ประกอบของแคตไอออนเป็นองค์ประกอบอยู่ โดยเฉพาะโพแทสเซียมที่มีปริมาณมากที่สุด จึงส่งผลให้ดินในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพารามีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม

อย่างไรก็ตามดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากการเติมซีรัมน้ำยางพาราจัดเป็นดินที่มีความเค็มน้อยและเค็มปานกลาง ดังภาคผนวกที่ ผง - 6 (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ซึ่งไม่น่าจะมีผลต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันอันเนื่องมาจากความเค็มของดินในด้านการเติบโตของ เช่น ทำให้แคระแกร็น และถ้ามีปริมาณสูงมากๆจะทำให้เหี่ยวแห้งและตาย สาเหตุเนื่องจากกระบวนการ plasmolysis (กรมวิชาการเกษตร, 2544) และเมื่อพิจารณาผลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราก็พบว่า มีการเติบโตอย่างปกติไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองอื่นๆในการทดลอง แสดงให้เห็นว่าระดับของความเค็มของดินยังคงอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดผลกระทบต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่อย่างใด

#### 4.2.2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน (ตารางที่ 4 - 5) พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุทุกตำรับทดลองจัดอยู่ในระดับปานกลาง (อยู่ในช่วงร้อยละ 2.20 – 2.14) ตามมาตรฐานระดับอินทรียวัตถุที่กำหนดในช่วง 1.5 – 2.9 (ภาคผนวกที่ ผง – 1) และปริมาณอินทรียวัตถุของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละตำรับการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตัวอักษร a เดียวกัน) F – value = $1.65^{ns}$ (ตารางที่ 4 - 5) และมีปริมาณอินทรียวัตถุไม่แตกต่างจากดินเดิมก่อนเติมสิ่งทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับปานกลาง (ร้อยละ 2.10)

ส่วนดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารก็มีผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุของดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองอื่น (ตัวอักษร a เดียวกัน) F – value = $0.97^{ns}$ (ตารางที่ 4 - 6) โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง ร้อยละ 2.09 – 2.17 ซึ่งจัดว่ามีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ตามมาตรฐานระดับอินทรียวัตถุที่กำหนดดินที่มีอินทรียวัตถุระดับปานกลางในช่วง 1.5 – 2.9 (ภาคผนวกที่ ผง – 1) และมีปริมาณอินทรียวัตถุไม่แตกต่างจากดินเดิมก่อนเติมสิ่งทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับปานกลาง (ร้อยละ 2.10)

แสดงให้เห็นว่าการเติมซีรัมน้ำยางพาราไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินภายหลังการทดลอง ซึ่งหากมีการประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราในดินที่มีระดับอินทรียวัตถุระดับต่ำ อาจจะไม่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือต้นปาล์มน้ำมันระยะอื่นๆ โดยอาจจำเป็นต้องมีการเพิ่มแหล่งอินทรียวัตถุให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือปาล์มน้ำมันระยะอื่นๆ

#### 4.2.2.4 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากที่สุด (10.06 cmole (+) $kg^{-1}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (F – value = $248.9^{*}$) โดยมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่ในช่วง 7.05 – 7.83 cmole (+) $kg^{-1}$) และมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = $248.9^{*}$) เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีและชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง เท่ากับ 7.39 และ 6.26 cmole (+) $kg^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 5)

สำหรับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร พบว่า ตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เท่ากับ 12.91 cmole (+) $kg^{-1}$ ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (F – value = 54.92*) โดยมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เพิ่มสูงขึ้น ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่ในช่วง 11.41 – 14.95 cmole (+) $kg^{-1}$) และมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (F – value = 54.92*) เมื่อเทียบกับ การเติมปุ๋ยเคมี และดินชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (เท่ากับ 7.78 และ 9.64 cmole (+) $kg^{-1}$) (ตารางที่ 4 - 6)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารจะมีค่ามากกว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แต่ในดินทั้งสองก็มีแนวโน้มของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในทิศทางเดียวกัน คือ เพิ่มขึ้นในดินทดลองทุกตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับการเติมปุ๋ยเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับธาตุอาหารพืชเป็นอย่างมาก เพราะมีส่วนช่วยให้ธาตุอาหารพืช โดยส่วนใหญ่เป็นพวกแคตไอออนในดินไม่ถูกชะล้างให้สูญหายไปจากดินได้ง่ายๆเพราะแคตไอออนดูดยึดที่ผิวของ clay micelle ส่งผลให้แคตไอออนเหล่านี้สามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชอีกด้วย เพราะรากพืชสามารถดูดดึงแคตไอออนที่เป็นธาตุอาหารได้โดยตรงจากพื้นผิวของ clay micelle (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

นั่นแสดงให้เห็นว่า การเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารได้สูงและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลดีต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

**ธาตุอาหารหลัก**

**4.2.2.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด**

เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เท่ากับ 0.47 % ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (0.35 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (F – value = 131.7*) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี และการเติมปุ๋ยเคมี (อักษร b เดียวกัน) ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.46 – 0.47 (ตารางที่ 4 - 5) ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจน

ทั้งหมดของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันยังคงอยู่ในช่วงมากกว่าค่าที่เหมาะสม (0.15-0.20 %) สำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ. 2548)

ส่วนดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารนั้น พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับการเติมปุ๋ยเคมี และการเติมปุ๋ยเคมี ไม่มีความต่างทางสถิติ (F – value = 30.87$^{*}$) (อักษร b เดียวกัน) แต่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมากกว่าตำรับทดลองชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = 30.87$^{*}$) กับตำรับการทดลองชุดควบคุม (ตารางที่ 4 - 6) เช่นเดียวกับดินที่ใช้เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับการเติมปุ๋ยเคมี และการเติมปุ๋ยเคมี มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ 0.65 – 0.67 ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองชุดควบคุม ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 0.45 อย่างไรก็ตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารก็มีปริมาณมากกว่าช่วงที่เหมาะสม (0.15-0.20 %) สำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์ และคณะ, 2548)

นั่นแสดงให้เห็นว่าการเติมซีรัมน้ำยางพาราหรือซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นในปริมาณเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมีบนพื้นฐานความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร

กล่าวได้ว่าซีรัมน้ำยางพาราสามารถใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้ โดยไม่ทำให้ขาดแคลนธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด จากการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารและดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดที่เหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลอง (0.46 – 0.47%) ในปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่เหมาะสม (0.15-0.20 %) สำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลหลักด้วย (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์ และคณะ. 2548)

#### 4.2.2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่า การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP; 18 – 46 - 0) ส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 111.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มากกว่าตำรับทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F –value = 210.5$^{*}$) และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน ซีรัม : ปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1 : 3 (82.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งมากกว่า

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F –value = 210.47*) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 1 : 1 และการเติมซีรัมน้ำยางพารา ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในช่วง 74.84 – 78.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และทั้งหมดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F –value = 210.5*) กับตำรับทดลองที่เติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 3: 1 (63.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (50.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 5)

ส่วนดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน พบว่า มีแนวโน้มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เหมือนกับดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน กล่าวคือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตำรับทดลองที่มีการเติมการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 133.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = 503.8) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นตามลำดับจากมากไปน้อยที่สุด ดังนี้ การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 3 (108.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 1 (91.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 3: 1 และการเติมปุ๋ยเคมี (84.84 และ 84.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (77.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินเดิมชุดควบคุม (58.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 4 - 6)

จากผลการวิเคราะห์ดินภายหลังการทดลอง ชี้ให้เห็นว่า ดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งเกิดจากการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อการเติบโตในระยะอนุบาลแรก อีกทั้งตำรับการทดลองการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด สาเหตุที่มีการใช้ซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟตในการทดลอง เนื่องจากสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารานั้นมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยมากและอาจไม่เพียงพอต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จึงต้องมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ดินก็พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวก็มีปริมาณใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีและส่งผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเหมือนกับการใช้ปุ๋ยเคมีและการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต

ดังนั้นการใช้ซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ที่มากกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (> 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ. 2548) และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ใกล้เคียงและส่งผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้เป็นอย่าง

ดีเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี อีกทั้งยังส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่เหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลองในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลหลักด้วย (> 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

#### 4.2.2.7 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่า การเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเท่ากับ 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = 365.6$^{*}$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี (116.7 – 186.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และทั้งหมดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = 365.6$^{*}$) กับตำรับทดลองการเติมปุ๋ยเคมี และชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 116.7 และ 93.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 5)

อีกทั้งในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารเมื่ออายุครบ 3 เดือน พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่มีค่ามากที่สุด คือตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว เท่ากับ 476.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (F – value = 165.2$^{*}$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี ที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 283.3 – 416.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และทั้งหมดมากกว่าตำรับทดลองชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลองที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 143.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการเติมปุ๋ยเคมีที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 133.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 6) ขณะที่การสะสมโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสะสมธาตุอาหารนี้ทุกตำรับการทดลองมีค่ามากกว่าดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สาเหตุเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

แสดงให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ดินมีการสะสมธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยมีระดับของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่มากกว่าระดับที่เหมาะสมในการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เท่ากับ 0.2 (cmol/kg) (ธีระ เอกสมธราเมษฐ์และคณะ. 2548) และยังส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งเหลืออยู่ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (150 – 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ที่สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันเข้าสู่ระยะอนุบาลหลักได้อีกด้วย

**ธาตุอาหารรอง**

**4.2.2.8 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เป็นธาตุอาหารรองที่มีความสำคัญธาตุหนึ่งสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เป็นธาตุอาหารที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้เป็นธาตุอาหารสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันร่วมกับธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (กรมวิชาการเกษตร, 2547) การเติมซีรัมน้ำยางพาราลงดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 175.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F - value = 66.36^{*}$) กับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี (171.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อยู่ในช่วง 164 - 167 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองชุดควบคุม (192.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสฟเฟต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 177.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 - 5)

ส่วนดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารนั้นทุกตำรับทดลองมีแนวโน้มปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องมาจากการใช้ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในช่วงระยะอนุบาลแรก ทั้งนี้การเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ส่งผลให้ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 343.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F - value = 783.2^{*}$) เมื่อเทียบกับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 1: 1 และ 3: 1 (269.3 และ 313.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินชุดควบคุม (199.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และการเติมปุ๋ยเคมี (185.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 3: 1 (424.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (354.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 6)

แม้ว่าปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่สะสมธาตุอาหารเมื่อเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวจะมีค่าน้อยกว่าการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟตหรือซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 3 แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกแล้ว พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวไม่แสดงอาการผิดปกติหรือมีการเติบโตที่ช้ากว่า

ในตำรับทดลองอื่นแต่อย่างใด นั่นอาจเป็นเพราะปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีเพียงพอในการที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกดูดดึงไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

**โลหะหนักที่เป็นธาตุที่จำเป็น**

**4.2.2.9 ปริมาณสังกะสีที่ตกค้างในดิน**

การเติมซีรัมน้ำยางพาราเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก อาจเป็นการเพิ่มการปนเปื้อนสู่ดินจากโลหะหนัก (สังกะสี) เนื่องมาจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นที่ต้องมีการใช้ ZnO เพื่อรักษาสภาพน้ำยางสด ดังนั้นซีรัมน้ำยางพาราซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจึงอาจมีการปนเปื้อนสังกะสีที่อาจส่งผลต่อดินและต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ จึงต้องมีการพิจารณาต่อเนื่องถึงปริมาณสังกะสีที่ยังคงตกค้างอยู่ในดินว่าภายหลังการเติมสิ่งทดลองมีปริมาณสังกะสีในระดับที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษหรือเพิ่มความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด

ปริมาณสังกะสีที่ตกค้างในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อระยะเวลาครบ 3 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 3: 1 ส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีเหลืออยู่ในดินเท่ากับ 2.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F - value = 69.20^{*}$) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่นๆและการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 2.45 – 2.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมากกว่าดินเดิมชุดควบคุม (1.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว และการเติมปุ๋ยเคมี ซึ่งมีปริมาณของสังกะสีอยู่ในช่วง 2.71 – 2.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 - 5)

สำหรับปริมาณสังกะสีตกค้างในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารนั้น พบว่า ปริมาณสังกะสีที่ตกค้างในดินมีค่ามากกว่าปริมาณสังกะสีในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบในตำรับที่มีการเติมสิ่งทดลองเหมือนกัน เป็นผลมาจากการดูดดึงธาตุอาหาร (สังกะสี) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แต่ทั้งนี้ปริมาณสังกะสีที่ตกค้างในดินของทุกตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมี และตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 2.64 – 2.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F - value = 61.63^{*}$) กับดินเดิมชุดควบคุม ที่มีปริมาณของสังกะสีเท่ากับ 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 - 6)

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเติมซีรัมน้ำยางพารามีผลต่อการสะสมของสังกะสีที่เพิ่มขึ้นในดินทดลอง แต่สังกะสีเป็นธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือปาล์มน้ำมันระยะให้ผลผลิต และปริมาณสังกะสีดังกล่าวข้างต้นจัดอยู่ในระดับปานกลางของสังกะสีในดินที่เป็นประโยชน์ ดังแสดงในภาคผนวก ผง - 8 (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท) อีกทั้งคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานปริมาณสังกะสีที่ยอมรับให้มีในดินไว้ ภาคผนวก ค แต่จากงานวิจัยของ นัยนันทน์ อริยกานนท์ (2550) รายงานว่าปริมาณสังกะสีในดินที่จัดว่าอยู่ในช่วงปกติ คือ 3 – 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสังกะสีในดินที่จัดว่าอยู่ในช่วงวิกฤติ คือ 250 – 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ปริมาณสังกะสีตกค้างในดินภายหลังการทดลองแม้ว่าในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารจะมีปริมาณที่มากกว่าในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แต่ปริมาณสังกะสีก็ยังคงอยู่ในช่วงปกติ คือ 3 – 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ดังนั้นการเติมซีรัมน้ำยางพาราลงดินเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกนั้นจะไม่ส่งผลต่อปริมาณโลหะหนัก (สังกะสี) ที่ปนเปื้อนในดินและอาจเป็นพิษต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก แต่ส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ระดับปานกลาง ดังแสดงในภาคผนวก ผง - 8 (ยงยุทธ โอสถสภา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -5 :** ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการสะสมธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

| ตำรับการทดลอง | สมบัติทางเคมี | | | | ธาตุอาหารหลัก | | | ธาตุอาหารรอง | โลหะหนัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | EC ($dSm^{-1}$) | OM (%) | CEC ($cmole(+)kg^{-1}$) | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Zn (mg/kg) |
| C | 6.01$^{a}$ | 1.93$^{a}$ | 2.14$^{a}$ | 6.26$^{a}$ | 0.35$^{a}$ | 50.16$^{a}$ | 93.33$^{a}$ | 192.3$^{d}$ | 1.02$^{a}$ |
| F | 5.96$^{a}$ | 2.43$^{b}$ | 2.13$^{a}$ | 7.39$^{c}$ | 0.47$^{b}$ | 78.41$^{c}$ | 116.7$^{b}$ | 171.3$^{b}$ | 2.75$^{cd}$ |
| S | 5.97$^{a}$ | 8.49$^{e}$ | 2.14$^{a}$ | 10.06$^{e}$ | 0.47$^{b}$ | 75.08$^{c}$ | 360.0$^{f}$ | 175.7$^{c}$ | 2.71$^{cd}$ |
| SD | 6.05$^{a}$ | 7.72$^{d}$ | 2.12$^{a}$ | 7.05$^{b}$ | 0.47$^{b}$ | 111.2$^{e}$ | 243.3$^{e}$ | 177.7$^{c}$ | 2.60$^{bc}$ |
| SF1 | 6.05$^{a}$ | 6.57$^{c}$ | 2.12$^{a}$ | 7.65$^{d}$ | 0.47$^{b}$ | 82.57$^{d}$ | 163.3$^{c}$ | 167.0$^{a}$ | 2.55$^{bc}$ |
| SF2 | 6.05$^{a}$ | 6.60$^{c}$ | 2.10$^{a}$ | 7.75$^{d}$ | 0.46$^{b}$ | 74.84$^{c}$ | 150. 0$^{c}$ | 167.0$^{a}$ | 2.45$^{b}$ |
| SF3 | 6.01$^{a}$ | 7.58$^{d}$ | 2.10$^{a}$ | 7.83$^{d}$ | 0.47$^{b}$ | 63.17$^{b}$ | 186.7$^{d}$ | 164.0$^{a}$ | 2.86$^{d}$ |
| F – value | 1.11$^{ns}$ | 293.0$^{*}$ | 1.65$^{ns}$ | 248.9$^{*}$ | 131.7$^{*}$ | 210.5$^{*}$ | 365.6$^{*}$ | 66.36$^{*}$ | 69.20$^{*}$ |
| % CV | 0.64 | 44.60 | 0.79 | 15.14 | 9.94 | 24.56 | 48.04 | 5.55 | 26.12 |

หมายเหตุ : C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

$^{*}$ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

$^{ns}$ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -6 :** ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการสะสมธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร

| ตำรับการทดลอง | สมบัติทางเคมี | | | | ธาตุอาหารหลัก | | | ธาตุอาหารรอง | โลหะหนัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | EC ($dSm^{-1}$) | OM (%) | CEC ($cmole(+)kg^{-1}$) | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Zn (mg/kg) |
| C | 5.96[a] | 1.94[a] | 2.17[a] | 9.64[b] | 0.45[a] | 58.06[a] | 143.3[a] | 199.3[b] | 1.07[a] |
| F | 6.00[a] | 2.59[b] | 2.14[a] | 7.78[a] | 0.65[b] | 84.16[c] | 133.3[a] | 185.3[a] | 2.88[b] |
| S | 6.01[a] | 8.72[f] | 2.09[a] | 12.91[d] | 0.66[b] | 77.40[b] | 476.7[e] | 324.3[e] | 2.81[b] |
| SD | 6.03[a] | 7.67[e] | 2.14[a] | 12.28[cd] | 0.66[b] | 133.9[f] | 376.7[c] | 354.0[f] | 2.69[b] |
| SF1 | 6.09[a] | 6.39[c] | 2.13[a] | 14.95[e] | 0.65[b] | 108.3[e] | 283. 3[b] | 424.3[g] | 2.64[b] |
| SF2 | 6.06[a] | 6.82[d] | 2.16[a] | 11.41[c] | 0.67[b] | 91.00[d] | 356.7[c] | 313.0[d] | 2.72[b] |
| SF3 | 6.02[a] | 7.61[e] | 2.14[a] | 12.77[d] | 0.66[b] | 84.84[c] | 416.7[d] | 269.3[c] | 2.92[b] |
| F – value | 1.05[ns] | 363.8[*] | 0.97[ns] | 54.92[*] | 30.89[*] | 503.8[*] | 165.2[*] | 783.2[*] | 61.63[*] |
| % CV | 0.70 | 44.22 | 1.19 | 20.14 | 12.57 | 26.48 | 42.44 | 28.68 | 25.78 |

หมายเหตุ : C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

[*] หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.2.3 ปริมาณการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันศึกษาโดยการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดินภายหลังการทดลองของดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (มีการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน) และดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร (ไม่มีการเพาะต้นกล้าหรือไม่มีการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน) เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งเป็นช่วงระยะอนุบาลแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ธาตุอาหารที่ศึกษาปริมาณการใช้ประโยชน์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันนี้เป็นธาตุอาหารที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละสัปดาห์ ประกอบด้วยธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม รวมทั้งสังกะสีซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องการในปริมาณน้อยแต่อาจมีการปนเปื้อนเนื่องมาจากกระบวนการผลิต

**ไนโตรเจนทั้งหมด**

ภายหลังการเติมสิ่งทดลองในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร พบว่า ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารมีปริมาณมากกว่าดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งเกิดจากการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารไนโตรเจนของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (รูปที่ 4 - 3) โดยมีแนวโน้มธาตุอาหารไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินปริมาณที่ใกล้เคียงกันทุกตำรับการทดลอง ซึ่งมีปริมาณการใช้ประโยชน์อยู่ในช่วงร้อยละ 0.1 – 0.20 อีกทั้งพบว่าปริมาณการใช้ประโยชน์แต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตัวอักษร a เดียวกัน) ($F - value = 6.30^{ns}$) (ตารางที่ 4 - 7)

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์**

ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 3 มีปริมาณสูงที่สุด (25.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมากกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($F - value = 60.30^{*}$) (ตารางที่ 4 - 7) โดยในตำรับทดลองอื่นนั้นการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะมีปริมาณการดูดดึงเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (22.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 1 : 3, 1 : 1 เท่ากับ 21.67, 16.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ อีกทั้งมีปริมาณการดูดดึงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่มีการเติม

ปุ๋ยเคมี (6.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ชุดควบคุม (7.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (2.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (รูปที่ 4 - 3)

ขณะที่ในตำรับทดลองที่เติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณการดูดดึงใช้ประโยชน์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่น้อยกว่าตำรับการทดลองอื่น เนื่องจากในซีรัมน้ำยางพารามีองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยทำให้มีธาตุอาหารที่ต้นกล้านำไปใช้ได้ในปริมาณที่น้อยกว่าตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ต้นกล้าจะได้รับธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากปุ๋ยเคมี

**โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร มีปริมาณมากกว่าดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และมีการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากที่สุดเท่ากับ 230 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 3 : 1 และมีแนวโน้มการดูดดึงโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้ซีรัมร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีสัดส่วนของซีรัมเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4 - 3) ซึ่งมีค่าการดูดดึงอยู่ในช่วง 116.7 – 206.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าการดูดดึงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F –value = 48.10$^{*}$) กับตำรับทดลองการเติมปุ๋ยเคมี (56.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชุดควบคุมที่ไม่เติมสิ่งทดลอง (50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 4 - 7)

**แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

ภายหลังการทดลองเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 3 มีการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด (257.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (รูปที่ 4 - 3) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (F – value = 726.7$^{*}$) (ตารางที่ 4 - 7) เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1: 3 (105.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (175.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมปุ๋ยเคมี (14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชุดควบคุม (7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1 : 1 (146 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (148.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 4 - 7)

**สังกะสี (ธาตุอาหารที่จำเป็น)**

สังกะสีเป็นธาตุอาหารเสริมที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องการในปริมาณน้อย และอาจมีการปนเปื้อนในซีรัมน้ำยางพาราเนื่องมาจากกระบวนการผลิต ภายหลังการทดลองเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการดูดดึงสังกะสีมากที่สุด คือ ตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตราส่วน 3: 1 (0.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (รูปที่ 4 - 3) ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($F - value = 3.12^{*}$) กับตำรับทดลองอื่น ที่มีปริมาณการดูดดึงสังกะสีอยู่ในช่วง 0.06 – 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 - 7)

จากข้อมูลการดูดดึงธาตุอาหาร (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสี) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกชี้ให้เห็นว่าต้นกล้ามีการดูดดึงธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเติบโต จากปริมาณธาตุอาหารในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองต่างๆที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร โดยแต่ละตำรับทดลองมีการดูดดึงใช้ธาตุอาหารอยู่ในช่วง 8 – 16 % (รูปที่ 4 - 4)

พบว่า ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา กล่าวคือ ซีรัมน้ำยางพารามีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด ไนโตรเจนทั้งหมดรองลงมา ซึ่งมีมากกว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามลำดับ อีกทั้งมีองค์ประกอบของสังกะสีเป็นองค์ประกอบอยู่ ส่งผลให้การดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสี ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมซีรัมน้ำยางพาราที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณการดูดดึงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนของปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นและมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีหรือดินเดิม แสดงให้เห็นว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มีผลทำให้ต้นกล้ามีการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือดินเดิม

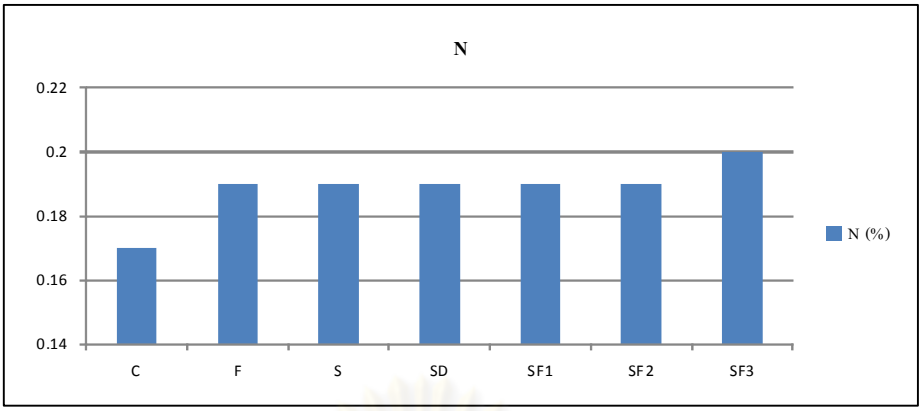
นอกจากนี้การออกแบบการทดลองและสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราก็มีผลต่อการดูดดึงใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพืชเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟตนั้น ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปริมาณสูง ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูงนี้ทำให้

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการสะสมฟอสฟอรัสระดับฟุ่มเฟือย (luxury consumption) เป็นเหตุให้ดินมีระดับความเป็นประโยชน์ของสังกะสีค่อนข้างจำกัด ขัดขวางการดูดสังกะสีที่ราก นอกจากนี้สมบัติของซีรัมน้ำยางพาราที่มีองค์ประกอบของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูงเมื่อมีการใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารก็ส่งผลให้ดินภายหลังการทดลองมีการสะสมปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูงกว่าตำรับทดลองอื่น แต่เมื่อมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง จะมีภาวะปฏิปักษ์ (antagonistic effect) ต่อการดูดดึงแมกนีเซียม รวมทั้งลดการเคลื่อนย้ายของแมกนีเซียมสู่ส่วนเหนือดิน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วยเช่นกัน (ยงยุทธ โอสถสภา, 2552)

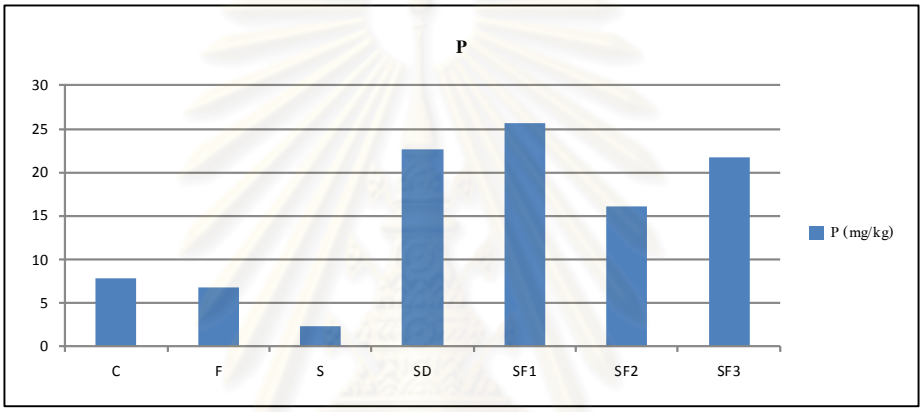
อย่างไรก็ตามผลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อครบระยะอนุบาลแรก (3 เดือน) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับทดลอง แม้ว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มีผลทำให้ต้นกล้ามีการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือดินเดิม แต่พบว่าในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนซีรัมมากกว่าปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีใบที่ 5 ซึ่งแตกต่างจากตำรับทดลองอื่นที่มีเพียงแค่ 4 ใบ

ดังนั้น กล่าวได้ว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และทำให้ต้นกล้ามีการผลิตใบใหม่ที่เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือดินเดิม ซึ่งเป็นผลดีในด้านการเติบโตของต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง และให้ผลผลิตได้รวดเร็วในแปลงปลูกต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**ไนโตรเจนทั้งหมด**

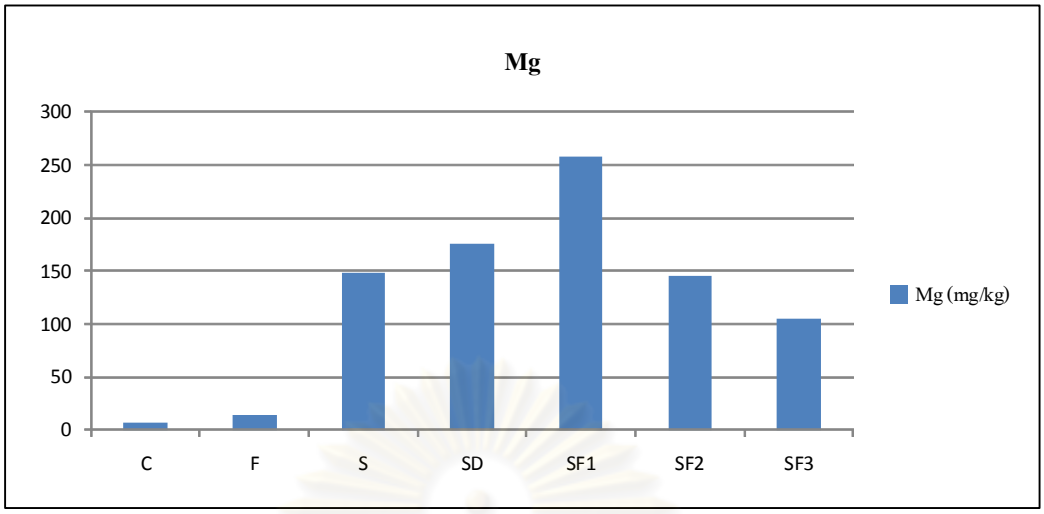



**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์**

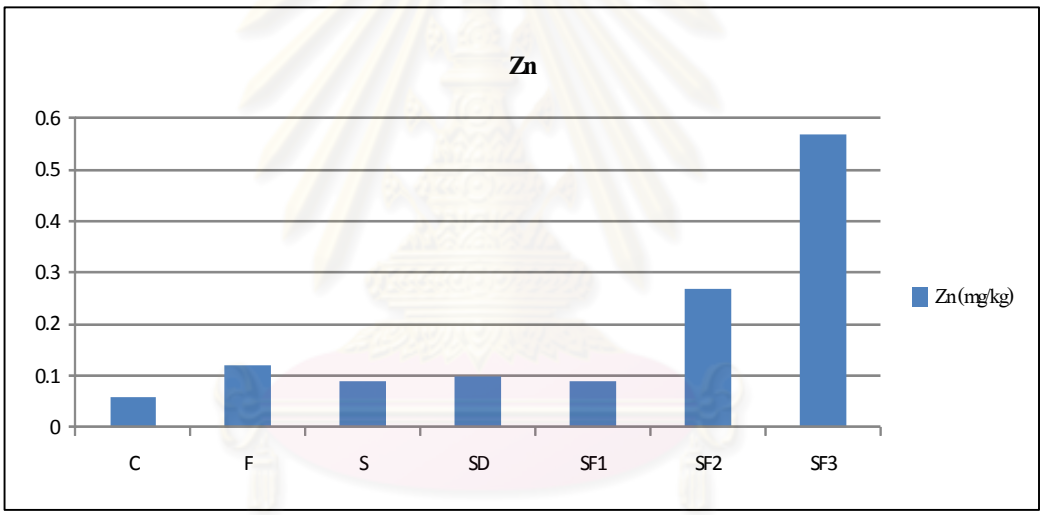
**โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

**รูปที่ 4 -3 :** ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหาร (N, P, K, Mg, Zn) ในแต่ละตำรับทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))



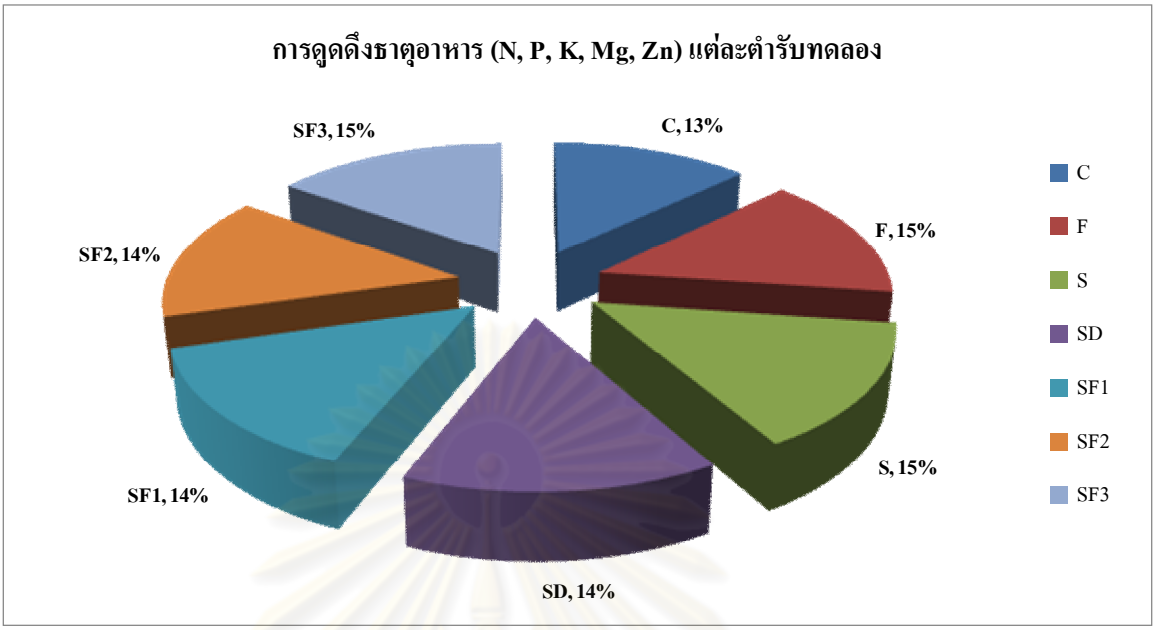

**แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**




**สังกะสี**

**รูปที่ 4 -3 (ต่อ) :** ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหาร (N, P, K, Mg, Zn) ในแต่ละตำรับทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))




**รูปที่ 4 - 4 :** ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารทั้งหมด (N P K Mg Zn) ในแต่ละตำรับทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -7** : ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละตำรับการทดลอง

| ตำรับทดลอง | ธาตุอาหารหลัก | | | ธาตุอาหารรอง | โลหะหนัก |
|---|---|---|---|---|---|
| | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Zn (mg/kg) |
| **C** | 0.1$^{a}$ | 7.89$^{b}$ | 50.00$^{a}$ | 7.00$^{abc}$ | 0.06$^{a}$ |
| **F** | 0.19$^{a}$ | 6.75$^{b}$ | 56.67$^{a}$ | 14.00$^{a}$ | 0.12$^{a}$ |
| **S** | 0.19$^{a}$ | 2.32$^{a}$ | 116.7$^{ab}$ | 148.7$^{abc}$ | 0.09$^{a}$ |
| **SD** | 0.19$^{a}$ | 22.71$^{de}$ | 133.3$^{d}$ | 175.3$^{ab}$ | 0.10$^{a}$ |
| **SF1** | 0.19$^{a}$ | 25.69$^{e}$ | 120.0$^{bc}$ | 257.3$^{c}$ | 0.09$^{a}$ |
| **SF2** | 0.19$^{a}$ | 16.16$^{c}$ | 206.7$^{cd}$ | 146.0$^{bc}$ | 0.27$^{b}$ |
| **SF3** | 0.20$^{a}$ | 21.67$^{d}$ | 230.0$^{d}$ | 105.3$^{ab}$ | 0.57$^{a}$ |
| **F-value** | 6.30$^{ns}$ | 60.30$^{*}$ | 48.10$^{*}$ | 726.7$^{*}$ | 3.12$^{*}$ |
| **% CV** | 19.51 | 61.83 | 52.30 | 73.05 | 98.45 |

หมายเหตุ : C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

$^{*}$ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

$^{ns}$ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.2.4 ศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพารา

ปริมาณธาตุอาหารในดินมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งดินในแต่ละท้องที่มีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินได้ (ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี พิรัชฌา วาสนานุกูล, ม.ป.ท.) โดยที่การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกและในระยะอื่นๆของปาล์มน้ำมันนั้นจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารสำหรับการเติบโตและให้ผลผลิต อีกทั้งปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่สูงกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ภายใต้เงื่อนไขของการจัดการที่ดี ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยเคมี อาจสูงถึง 50 – 70 % ของค่าบำรุงรักษาสวน (เกริกชัย ธนรักษ์, 2551) แต่ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และการใช้ปุ๋ยเคมีในระยะเวลานานจะส่งผลกระทบต่อสมบัติดิน ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น (ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี พิรัชฌา วาสนานุกูล, ม.ป.ท.) รวมทั้งแหล่งธาตุอาหารอื่นที่สามารถทดแทนหรือมีศักยภาพเทียบเท่าปุ๋ยเคมีกำลังเป็นที่นิยมของเกษตรกร

ซีรัมน้ำยางพาราซึ่งเป็นน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น เป็นของเหลือทิ้งประเภทหนึ่งที่มีแหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จะกำหนดผลผลิตและความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมันในระยะอื่นๆได้ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจึงจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารเพื่อการเติบโตที่เหมาะสม โดยธาตุอาหารสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพาราพิจารณาจากสมบัติทางเคมีดิน (pH EC OM CEC) ปริมาณธาตุอาหาร (N P K Mg) ที่สะสมในดินทดลอง (ดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร) ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกันกับดินที่ใช้สำหรับเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เปรียบเทียบกับดินเดิมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง ซึ่งหากซีรัมน้ำยางพารามีศักยภาพสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารได้นั้น ภายหลังการทดลองดินที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารจะต้องมีการสะสมธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในปริมาณที่มากกว่าดินเดิม อีกทั้งต้องมีสมบัติทางเคมีบางประการที่เป็นประโยชน์เอื้อต่อการเติบโตหรือไม่เป็นปัจจัยจำกัดต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขณะที่ผลการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ความเป็นกรดเป็นด่าง (6.01) ค่าการนำไฟฟ้า (87.16 $dSm^{-1}$) มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (12.91 $cmole(+)kg^{-1}$) และปริมาณอินทรียวัตถุ (2.09%) ที่มีสมบัติทางเคมีดินใกล้เคียงหรือมากกว่าดินเดิม

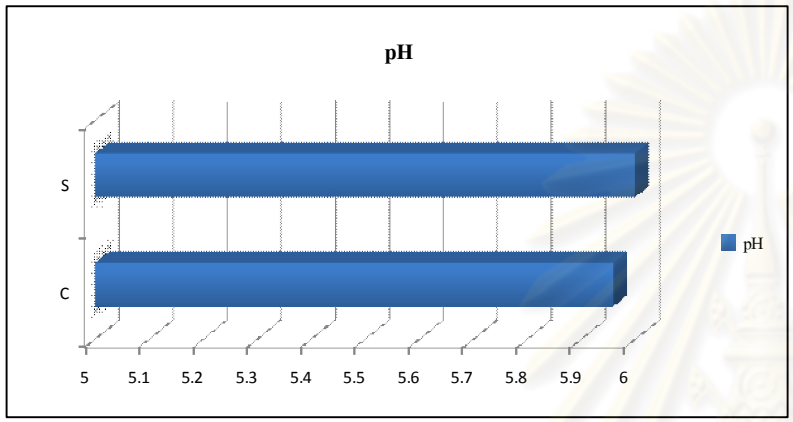
ที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (ความเป็นกรดเป็นด่าง (5.96), ค่าการนำไฟฟ้า (19.36 $dSm^{-1}$), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (9.64 $cmole(+)kg^{-1}$), ปริมาณอินทรียวัตถุ (2.17%)) (รูปที่ 4 - 5)

สรุปได้ว่าการเติมซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ดินภายหลังการทดลองมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น เป็นผลดีต่อดินในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งธาตุอาหาร อีกทั้งมีปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่างที่ใกล้เคียงกับดินเดิมและอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) แม้ว่าจะมีปริมาณค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่า แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันก็มีการเติบโตอย่างปกติเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี

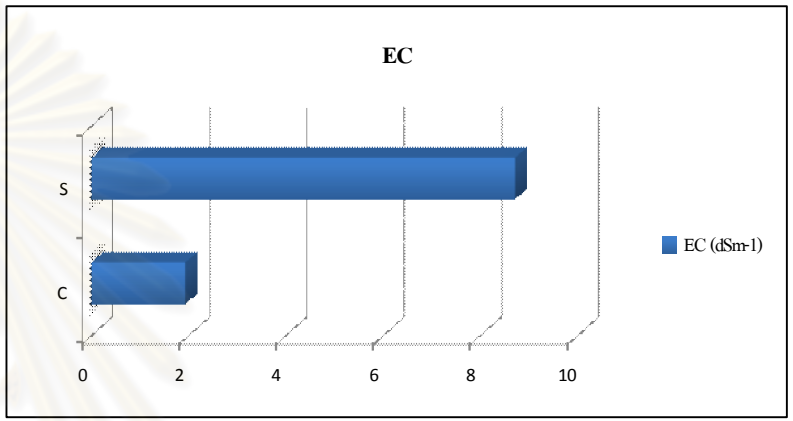
รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์ม (N P K Mg) น้ำมันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหารเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารนั้น พบว่า ดินมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (รูปที่ 4 - 6) เท่ากับ 0.66%, 77.40 และ 476.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณมากกว่าดินเดิมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (0.45%, 58.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, 143.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปริมาณธาตุอาหารรอง คือ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพารามีการสะสมปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 324.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่มีปริมาณมากกว่าดินเดิม (199.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เช่นเดียวกัน(รูปที่ 4 - 6)

นั่นแสดงให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพารามีศักยภาพเพียงพอในการเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้ เนื่องจากมีสมบัติทางเคมีดินที่เหมาะสมและมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับต้นกล้า ส่งผลให้ดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับต้นกล้าเพิ่มมากขึ้น และมีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเติบโตได้ดีไม่มีอาการผิดปกติ

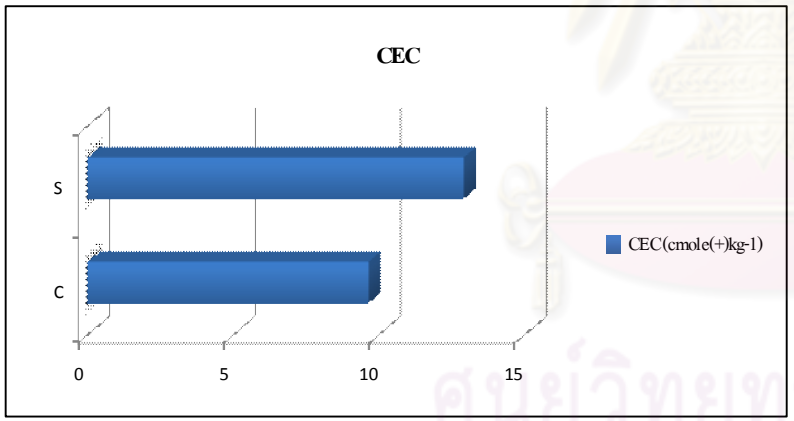
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



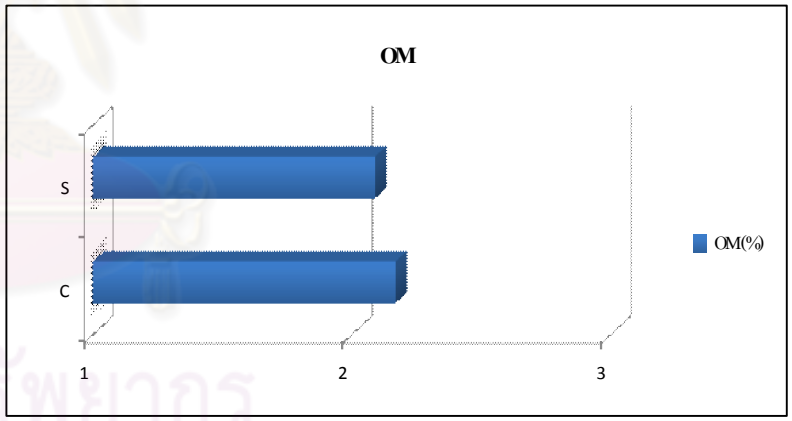

ความเป็นกรดเป็นด่าง




การนำไฟฟ้า




ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

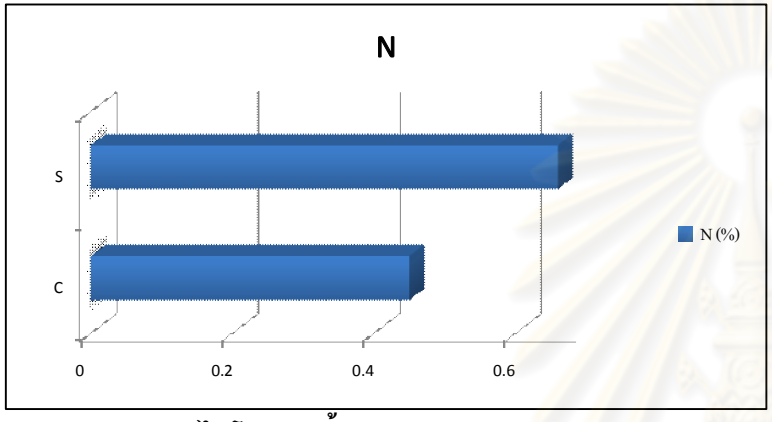



อินทรียวัตถุ

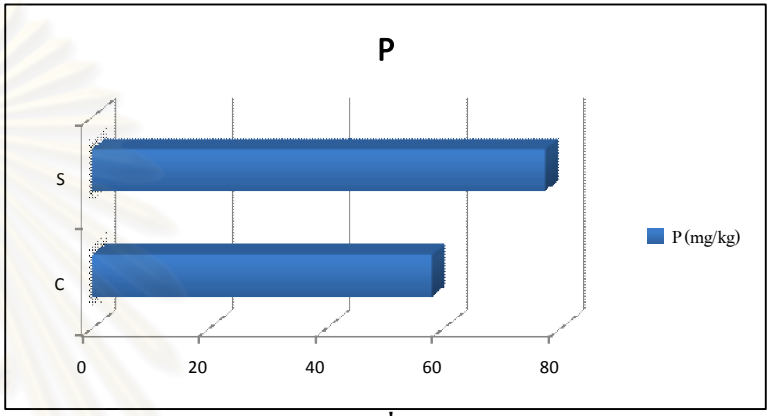
**รูปที่ 4 -5 :** ศักยภาพของซีรัมน้ำยางพาราต่อสมบัติทางเคมีของดิน

**หมายเหตุ :** C= ดินเดิม , S= ดินเดิม + ซีรัม

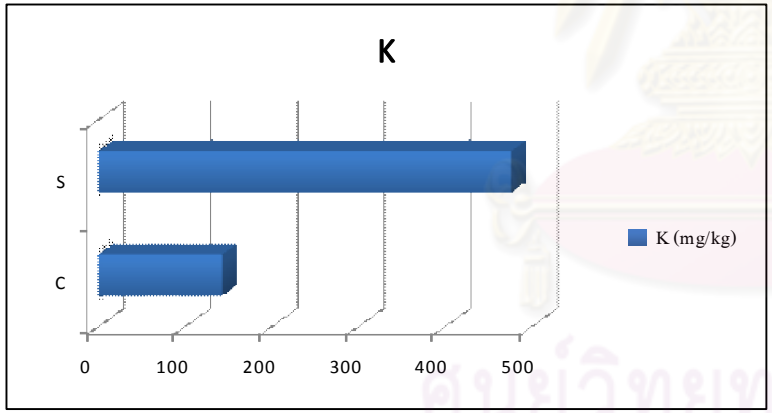
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



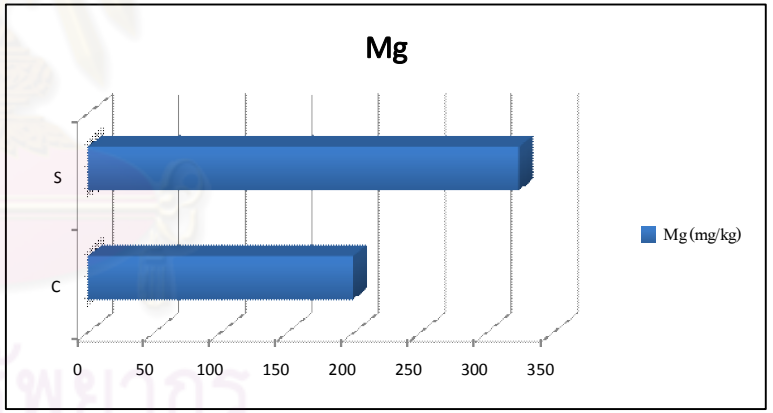

ไนโตรเจนทั้งหมด




ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์




โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้




แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

**รูปที่ 4 -6 :** ศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพารา

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม , S = ดินเดิม + ซีรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.3 ผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา)

ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา และ/หรือปุ๋ยเคมี) ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 3 เดือน ทำการพิจารณาผลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในด้าน จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงของลำต้น และขนาดของลำต้น อีกทั้งพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของธาตุอาหาร (N P K Mg) กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันประกอบด้วย

### 4.3.1 การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพารา เป็นแหล่งธาตุอาหาร

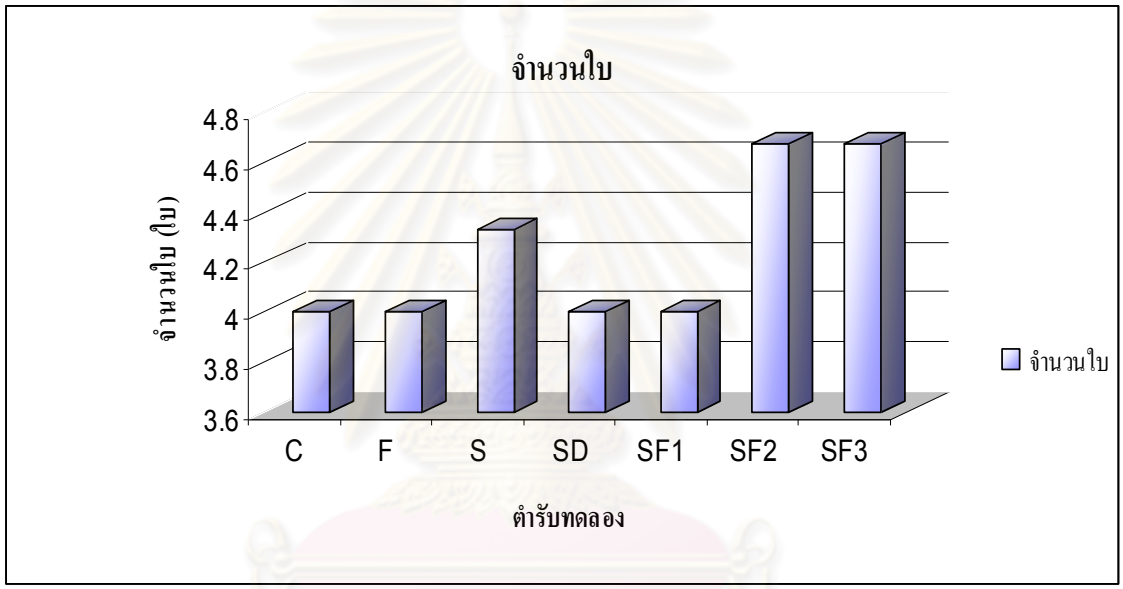
การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เริ่มเมื่อนำเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทอเนราเพาะลงในถุงเพาะชำขนาด 15 × 23 เซนติเมตร (6 × 9 นิ้ว) ภายในโรงเรือนเพาะชำ และทำการดูแลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยการรดน้ำให้กับต้นกล้าในระดับความจุความชื้นสนาม และเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา และ/หรือปุ๋ยเคมี) จนครบระยะเวลา 3 เดือน จากนั้นทำการวัดการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดังนี้ จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงลำต้น และขนาดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ในระหว่างการทดลอง (ระยะเวลา 3 เดือน) ได้มีการสังเกตลักษณะของต้นกล้าปาล์มน้ำมันว่ามีอาการผิดปกติตามลักษณะอาการผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกตามที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำหรือไม่ ซึ่งพบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกตำรับการทดลองไม่แสดงอาการผิดปกติแต่อย่างใด

#### 4.3.1.1 จำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ภายหลังการเติมสิ่งทดลองเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน ต้นกล้ามีจำนวนใบสะสมแตกต่างกันแต่ละต้นอยู่ในช่วง 4 – 5 ใบ สำหรับตำรับทดลองที่มีจำนวนใบสะสมของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากที่สุด เท่ากับ 4.67 ใบ คือ ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1 : 1 และ 3 : 1 ซึ่งมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (4.33 ใบ) และตำรับทดลองอื่นๆ คือ ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1 : 3 ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม ที่มีการสะสมจำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

เท่ากัน เท่ากับ 4 ใบ (รูปที่ 4 - 7) โดยที่การสะสมจำนวนใบในแต่ละตำรับการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด (F – value = 2.11) (ตารางที่ 4 - 8)

อาจกล่าวได้ว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันนั้นสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกได้เป็นอย่างดี โดยทำให้จำนวนใบสะสมของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี อีกทั้งจำนวนใบสะสมภายหลังการทดลองของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกนี้ ก็อยู่ตามมาตรฐานคำแนะนำกรมวิชาการเกษตรที่ระบุว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีจำนวนใบ 3 – 5 ใบ และสามารถย้ายต้นกล้าสู่ระยะอนุบาลหลักได้ (ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, 2552)




**รูปที่ 4 -7** : เปรียบเทียบการสะสมจำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

**4.3.1.2 ความกว้างใบที่ 1 2 3 4 และ 5 สัปดาห์ที่ 4 - 12 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

ความกว้างใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน วัดจากบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดของใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละใบของทุกตำรับทดลอง พบว่าความกว้างใบที่ 1 ของตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีความกว้างมากที่สุด (รูปที่ 4 - 8) โดยมีค่าความกว้างใบเท่ากับ 3.57 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามในทุกตำรับการทดลองรวมทั้งตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีก็มีความกว้างของใบที่ 1 ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 2.00 – 3.57 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F – value = 0.91) (ตารางที่ 4 - 8)

ความกว้างใบที่ 2 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกตำรับการทดลองมีความกว้างมากกว่าใบที่ 1 และในทุกตำรับทดลองมีความกว้างใบที่ 2 ในระดับที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4 - 8) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.77 – 5.00 เซนติเมตร และค่าความกว้างของใบที่ 2 นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด (F – value = 1.00) (ตารางที่ 4 - 8)

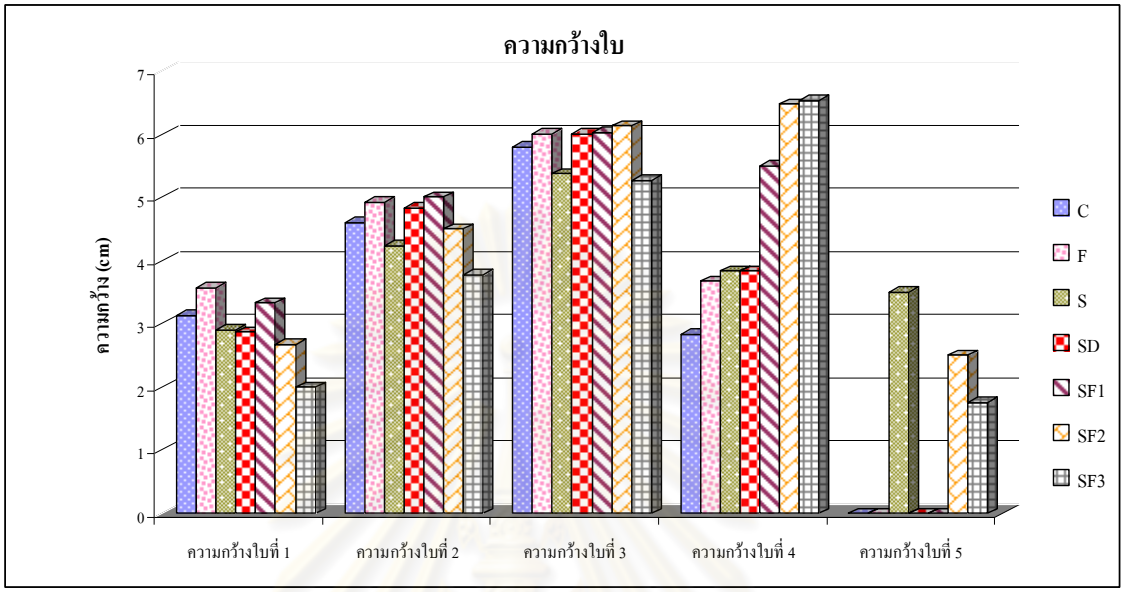
ความกว้างใบที่ 3 ของแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F – value = 0.50) โดยมีค่าความกว้างของใบที่ 3 อยู่ในช่วง 5.27 – 6.13 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 - 8) ซึ่งความกว้างใบที่ 3 นี้ในทุกตำรับการทดลองมีค่ามากกว่าความกว้างใบที่ 1 และ 2 (รูปที่ 4 - 8)

ความกว้างใบที่ 4 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 3 : 1 มีค่าความกว้างของใบมากที่สุด (รูปที่ 4 - 8) เท่ากับ 6.53 เซนติเมตร และมากกว่าตำรับทดลองชุดควบคุมที่เป็นดินเดิม (2.83 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F – value = 1.99) (ตารางที่ 4 - 8) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1 : 1 และ 1 : 3 (6.47 และ 5.50 เซนติเมตร) ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (3.83 เซนติเมตร) ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว (3.83 เซนติเมตร) และตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี (3.67 เซนติเมตร)

เนื่องจากเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน มีเพียงตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 3 : 1, 1 : 1 และตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีใบ 5 ใบ (รูปที่ 4 - 8) โดยมีความกว้างใบ เท่ากับ 1.75, 2.50 และ 3.50 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 8)

จากความกว้างใบของใบที่ 5 แสดงให้เห็นได้ว่าการเติมซีรัมน้ำยางพารามีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือการเติมซีรัมน้ำยางพาร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่มากกว่าหรือเท่ากับ

ปุ๋ยเคมี แม้การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในด้านความกว้างใบของแต่ละใบนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ




**รูปที่ 4 -8 :** เปรียบเทียบความกว้างใบที่ 1 2 3 4 และ 5 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**4.3.1.3 ความยาวใบที่ 1 2 3 4 และ 5 สัปดาห์ที่ 4 - 12 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละตำรับการทดลองมีจำนวนใบสะสม อยู่ในช่วง 4 – 5 ใบ วัดความยาวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละใบ พบว่า ความยาวใบที่ 1 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าความยาวที่ใกล้เคียงกันแต่ละตำรับทดลอง (รูปที่ 4 - 9) โดยมีความยาวอยู่ในช่วง 9.50 – 15.17 เซนติเมตร อีกทั้งความยาวของใบที่ 1 ในแต่ละตำรับทดลองก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F – value = 0.93) (ตารางที่ 4 - 8)

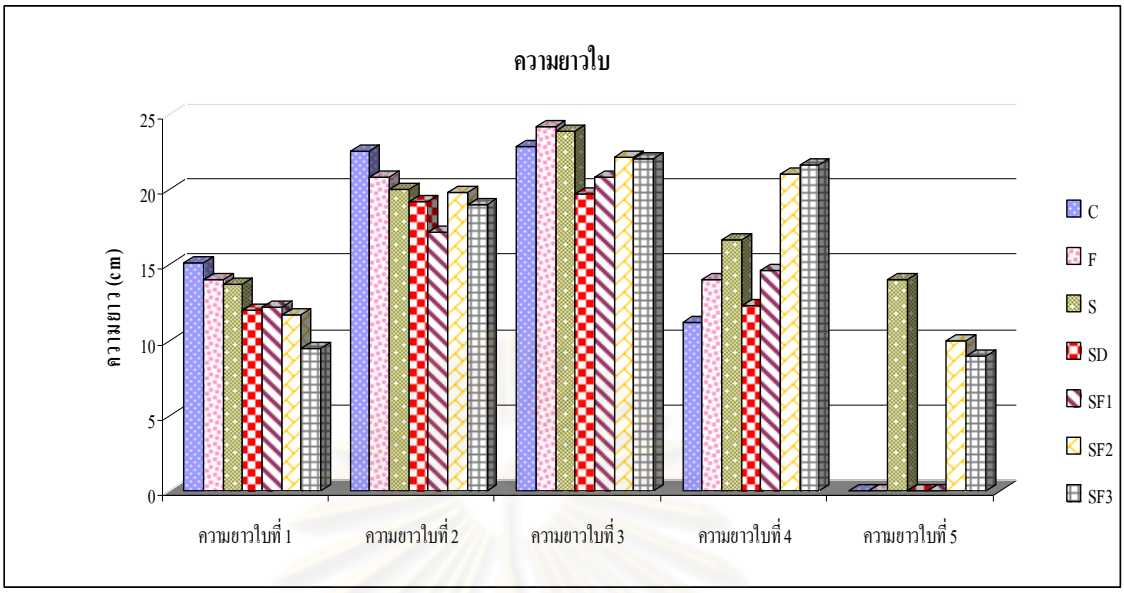
ความยาวใบที่ 2 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกตำรับการทดลองมีค่าความยาวที่ใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าความยาวในใบที่ 1 (รูปที่ 4 - 9) สำหรับตำรับที่มีค่าความยาวใบที่ 2 มากที่สุดคือตำรับทดลองดินเดิมไม่เติมสิ่งทดลอง โดยความยาวใบที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 17.17 – 22.50 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับทดลอง (F – value = 0.84) (ตารางที่ 4 - 8)

ความยาวใบที่ 3 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 19.73 – 24.17 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 - 8) และมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4 - 9) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (F – value = 0.93) โดยตำรับทดลองที่มีความยาวใบที่ 3 มากที่สุด คือ ตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี

ความยาวใบที่ 4 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (F – value = 1.39) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.17 – 21.57 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 - 8) จากการพิจารณา พบว่า กลุ่มตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 3 : 1, 1 : 1 และตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวมีความยาวใบเท่ากับ 21.57, 21.00 และ 16.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากลุ่มตำรับการทดลองอื่น ดังแสดงในรูปที่ 4 - 9

เนื่องจากเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน มีเพียงตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 3 : 1, 1 : 1 และตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีใบ 5 ใบ (รูปที่ 4 - 9) และมีความยาวใบ เท่ากับ 21.57, 21.00 และ 16.67 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 8)

จากการพิจารณาข้อมูลความยาวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สรุปได้ว่า ซีรัมน้ำยางพารามีผลต่อความยาวใบในใบที่ 4 และมีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบที่ 5 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ ในตำรับที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราในอัตราสูงกว่าหรือเทียบเท่าปุ๋ยเคมีและการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีแนวโน้มความยาวใบมากกว่าในใบที่ 4 และส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนใบในใบที่ 5 มากกว่าตำรับทดลองอื่น




**รูปที่ 4 - 9 :** เปรียบเทียบความยาวใบที่ 1 2 3 4 และ 5 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

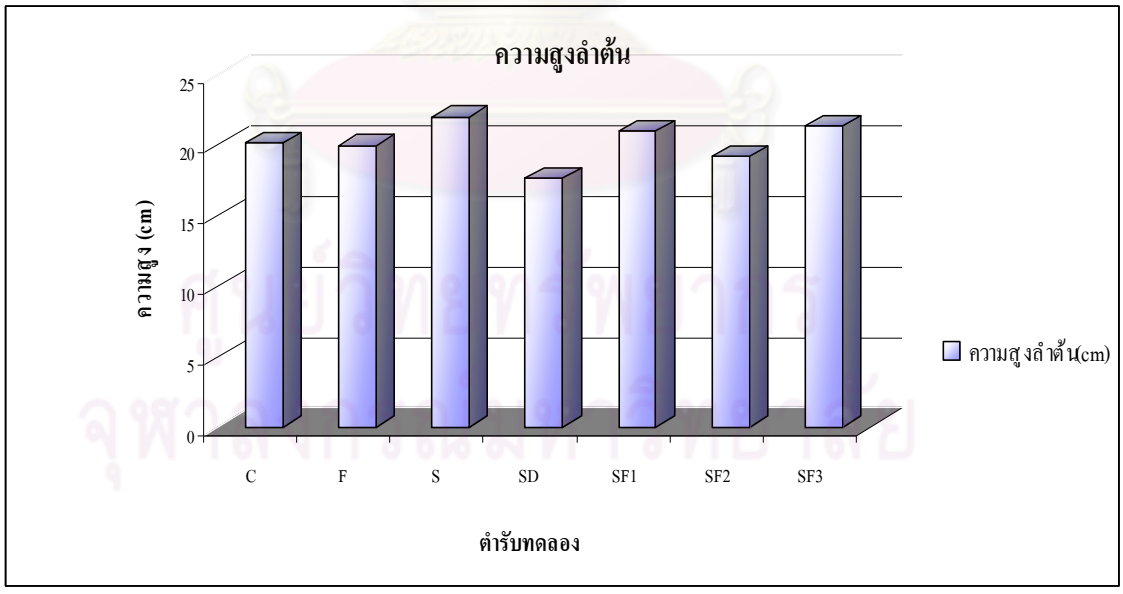
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.3.1.4 ความสูงของลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ความสูงของลำต้นปาล์มน้ำมันเมื่อครบระยะอนุบาลแรก วัดจากโคนต้นจนถึงระดับปลายยอดของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละต้นโดยใช้ตลับเมตร พบว่า การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในด้านความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ (F – value = 0.63) (ตารางที่ 4 - 8) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 17.67 – 22.00 เซนติเมตร แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสูงในแต่ละตำรับการทดลองนั้น ตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสูงมากที่สุดและมากกว่าตำรับทดลองอื่น (รูปที่ 4 - 10)

จากการเปรียบเทียบความสูงของลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกดังแสดงในรูปที่ 4 - 10 แสดงให้เห็นว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีผลทำให้การเติบโตของต้นกล้าในด้านความสูงที่มากกว่าการเติมปุ๋ยเคมี และดินเดิม โดยส่งผลให้ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราซีรัมน้ำยางพาราที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีหรือดินเดิม



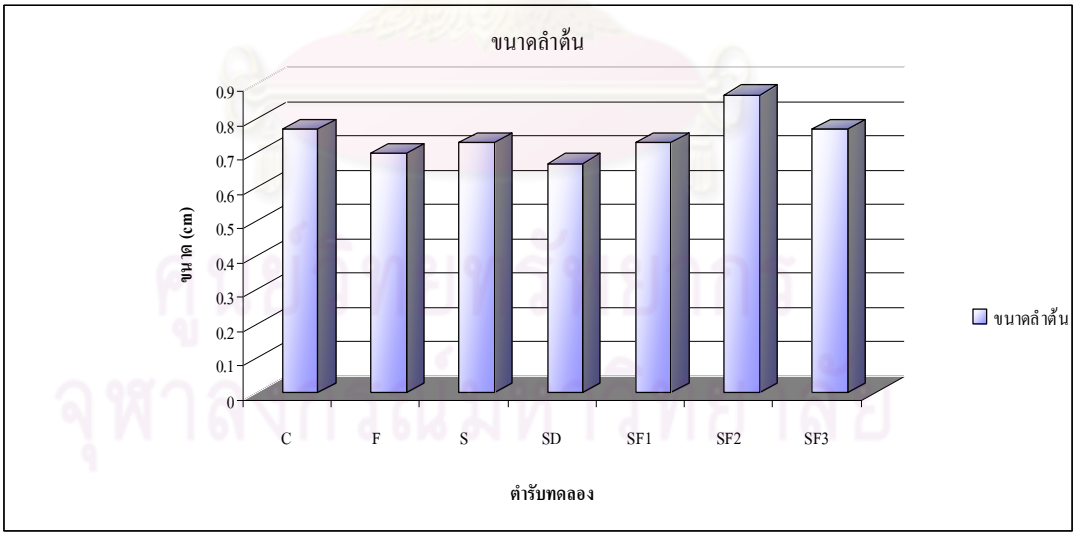

**รูปที่ 4 -10 :** เปรียบเทียบความสูงลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

#### 4.3.1.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขนาดของลำต้นปาล์มน้ำมันโดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางในระดับโคนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละต้นจำนวน 2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน พบว่า ขนาดของลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันของแต่ละตำรับการทดลองมีขนาดของลำต้นที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4 - 11) โดยมีขนาดของลำต้นอยู่ในช่วง 0.67 – 0.87 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 - 8) ซึ่งตำรับทดลองที่มีขนาดของลำต้นมากที่สุด คือตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 1 : 1 อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดของลำต้นทางสถิติในแต่ละตำรับทดลองก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (F – value = 0.60)

จากการพิจารณาเปรียบเทียบขนาดของลำต้นตามรูปที่ 4 - 11 แสดงให้เห็นว่าในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพารา และการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราส่วนต่างๆนั้น ส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีขนาดของลำต้นที่เพิ่มขึ้นและมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ส่งผลต่อขนาดของลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีหรือดินเดิม




**รูปที่ 4 -11 :** เปรียบเทียบขนาดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

**ตารางที่ 4 -8 :** ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

| ตำรับทดลอง | ความกว้างใบ (cm) ใบที่ | | | | | ความยาวใบ (cm) ใบที่ | | | | | จำนวนใบ | ความสูงลำต้น | ขนาดลำต้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| C | 3.13$^{a}$ | 4.60$^{a}$ | 5.80$^{a}$ | 2.83$^{a}$ | 0.00 | 15.17$^{a}$ | 22.50$^{a}$ | 22.83$^{a}$ | 11.17$^{a}$ | 0.00 | 4.00$^{a}$ | 20.17$^{a}$ | 0.77$^{a}$ |
| F | 3.57$^{a}$ | 4.93$^{a}$ | 6.00$^{a}$ | 3.67$^{ab}$ | 0.00 | 14.00$^{a}$ | 20.83$^{a}$ | 24.17$^{a}$ | 14.00$^{a}$ | 0.00 | 4.00$^{a}$ | 20.00$^{a}$ | 0.70$^{a}$ |
| S | 2.90$^{a}$ | 4.23$^{a}$ | 5.37$^{a}$ | 3.83$^{ab}$ | 3.50 | 13.67$^{a}$ | 20.00$^{a}$ | 23.83$^{a}$ | 16.67$^{a}$ | 14.00 | 4.33$^{a}$ | 22.00$^{a}$ | 0.73$^{a}$ |
| SD | 2.87$^{a}$ | 4.83$^{a}$ | 6.00$^{a}$ | 3.83$^{ab}$ | 0.00 | 12.00$^{a}$ | 19.17$^{a}$ | 19.73$^{a}$ | 12.33$^{a}$ | 0.00 | 4.00$^{a}$ | 17.67$^{a}$ | 0.67$^{a}$ |
| SF1 | 3.33$^{a}$ | 5.00$^{a}$ | 6.03$^{a}$ | 5.50$^{ab}$ | 0.00 | 12.17$^{a}$ | 17.17$^{a}$ | 20.83$^{a}$ | 14.67$^{a}$ | 0.00 | 4.00$^{a}$ | 21.00$^{a}$ | 0.73$^{a}$ |
| SF2 | 2.67$^{a}$ | 4.50$^{a}$ | 6.13$^{a}$ | 6.47$^{b}$ | 2.50 | 11.67$^{a}$ | 19.83$^{a}$ | 22.10$^{a}$ | 21.00$^{a}$ | 10.00 | 4.67$^{a}$ | 19.17$^{a}$ | 0.87$^{a}$ |
| SF3 | 2.00$^{a}$ | 3.77$^{a}$ | 5.27$^{a}$ | 6.53$^{b}$ | 1.75 | 9.50$^{a}$ | 19.00$^{a}$ | 22.03$^{a}$ | 21.57$^{a}$ | 9.00 | 4.67$^{a}$ | 21.33$^{a}$ | 0.77$^{a}$ |
| F - value | 0.91$^{ns}$ | 1.00$^{ns}$ | 0.50$^{ns}$ | 1.99$^{*}$ | - | 0.93$^{ns}$ | 0.84$^{ns}$ | 0.93$^{ns}$ | 1.39$^{ns}$ | - | 2.11$^{ns}$ | 0.63$^{ns}$ | 0.60$^{ns}$ |
| CV% | 17.36 | 9.58 | 5.92 | 31.77 | - | 14.76 | 8.34 | 7.10 | 25.52 | - | 7.51 | 7.19 | 8.60 |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

$^{*}$ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

$^{ns}$ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกดูดดึงไปใช้ประโยชน์เพื่อการเติบโต คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม รวมทั้งธาตุอาหารเสริม (สังกะสี) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในซีรัมน้ำยางพารา กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก ในด้าน จำนวนใบ ความสูงของลำต้น ขนาดของลำต้น ความกว้างใบและความยาวใบ โดยศึกษาจากปริมาณความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินกับปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน ภายใต้เงื่อนไขในการทดลองที่เหมือนกัน พบว่า มีความสัมพันธ์กันแยกตามธาตุอาหารแต่ละธาตุ ดังต่อไปนี้

**ไนโตรเจนทั้งหมด**

ความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละตำรับการทดลองดูดดึงและการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก พบว่า การเพิ่มขึ้นของการดูดดึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับ ความกว้างใบที่ 4 กล่าวคือ ความกว้างใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4 - 12)

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์**

ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในด้านความกว้างใบที่ 4 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก กล่าวคือ เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความกว้างใบที่ 4 มีค่าความกว้างใบเพิ่มขึ้น ส่วนในการเติบโตด้านอื่น คือ จำนวนใบ ขนาดของลำต้น ความสูงของลำต้น ความกว้างใบที่ 1, 2, 3 และความยาวใบที่ 1, 2, 3, 4 นั้นไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ ($R^2 < 0.7$) ระหว่างการเติบโตและปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (รูปที่ 4 - 13)

**โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก พบว่า มีความสัมพันธ์กันในด้านจำนวนใบ

ความกว้างและความยาวใบที่ 4 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ขนาดของลำต้นเพิ่มขึ้น จำนวนใบเพิ่มขึ้น และความกว้างและความยาวใบที่ 4 มีค่าความกว้างและความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนในการเติบโตด้าน ความสูงของลำต้น ความกว้างใบที่ 1,2,3 และความยาวใบที่ 1,2,3 นั้นไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ ($R^2 < 0.7$) ระหว่างการเติบโตและปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (รูปที่ 4 - 14)

**แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ ($R^2 < 0.7$) ระหว่างการเติบโตและปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (รูปที่ 4 - 15)

**สังกะสี**

การดูดดึงธาตุอาหารสังกะสีซึ่งเป็นธาตุอาหารเสริมของต้นกล้าปาล์มน้ำมันพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน กล่าวคือ เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีการดูดดึงสังกะสีเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเติบโตของต้นกล้าในด้านจำนวนใบเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4 - 16)

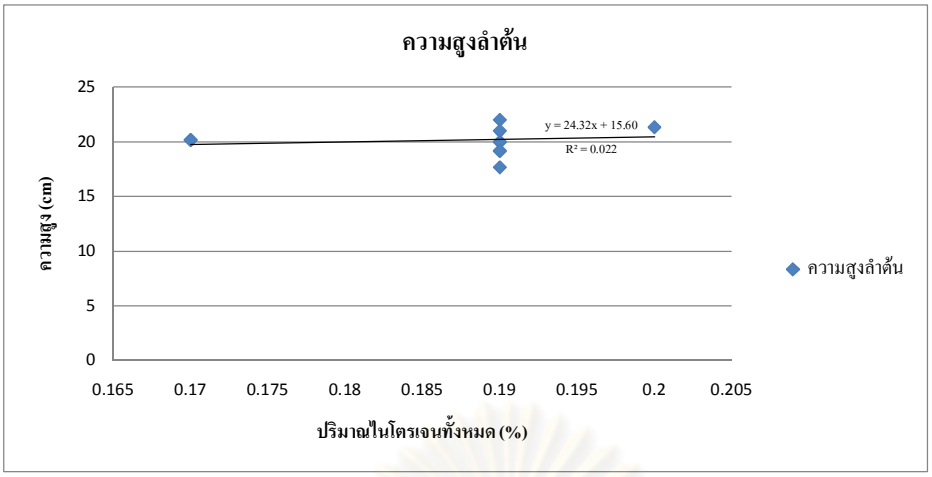
จากความสัมพันธ์ของปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 4 - 9) สรุปได้ว่าธาตุอาหาร ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสี เป็นธาตุอาหารที่ต้นกล้าในระยะอนุบาลแรกมีการดูดดึงเพื่อใช้ในการเติบโตระยะอนุบาลแรก หากดินสำหรับเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันขาดธาตุอาหารดังกล่าวข้างต้นหรือมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของต้นกล้าจะส่งผลกระทบต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอาการผิดปกติจากการได้รับธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกัน และธาตุอาหารแต่ละชนิดก็มีความสัมพันธ์กับการเติบโตในด้านที่แตกต่างกัน แต่จากผลการวิเคราะห์การเติบโตของต้นกล้าก็พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละตำรับการทดลองมีการเติบโตอย่างปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ การเติบโตด้านจำนวนใบ ความกว้างและความยาวของใบที่ 4

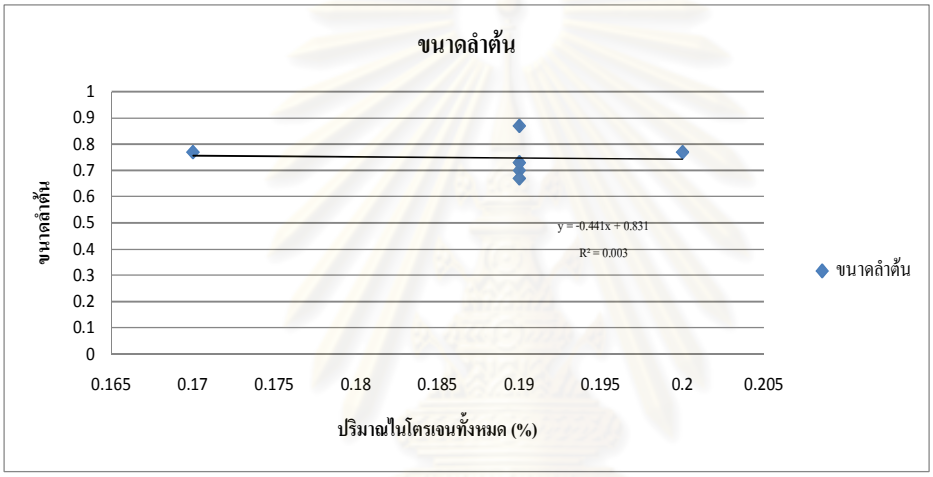
จากการพิจารณา พบว่า การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในด้านจำนวนใบ ความกว้างและความยาวของใบที่ 4 นี้ มีความสัมพันธ์กับการเติมซีรัมน้ำยางพารา กล่าวคือ เมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนซีรัมเท่ากับหรือมากกว่าปุ๋ยเคมี ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเพิ่มจำนวนใบ ความกว้างและความยาวของใบเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีจำนวนใบมากกว่าการเติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าซีรัมน้ำยางพาราช่วยให้ต้นกล้ามีการดูดดึงธาตุอาหารที่สัมพันธ์กับการเติบโตได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และซีรัมน้ำยางพาราสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้อย่างครบถ้วนและเพียงพอสำหรับการดูดดึงใช้ประโยชน์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอย่างเทียบเท่าหรือดีกว่าการเติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม

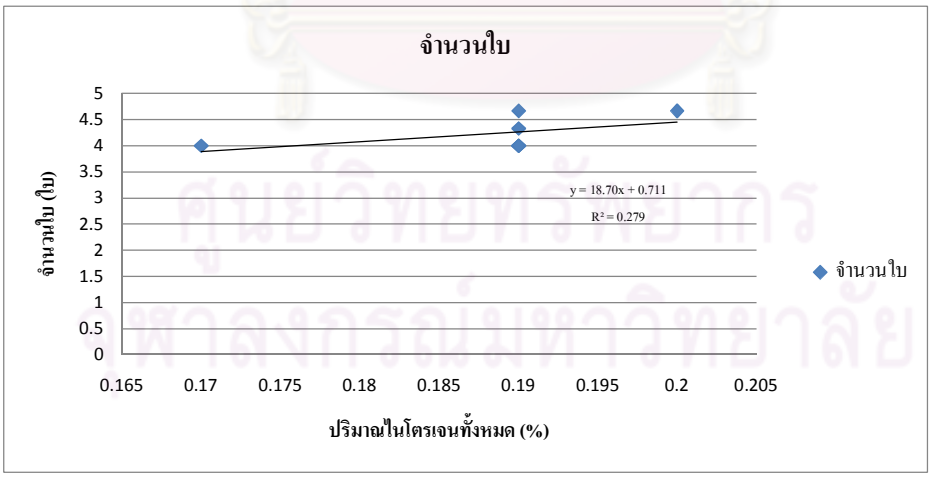
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**ความสูงลำต้น**



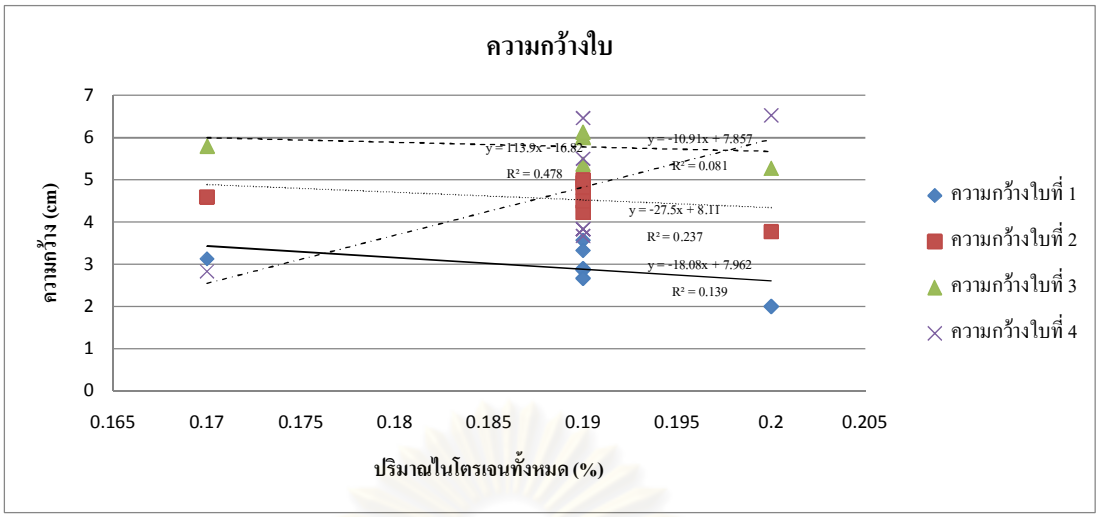

**ขนาดลำต้น**



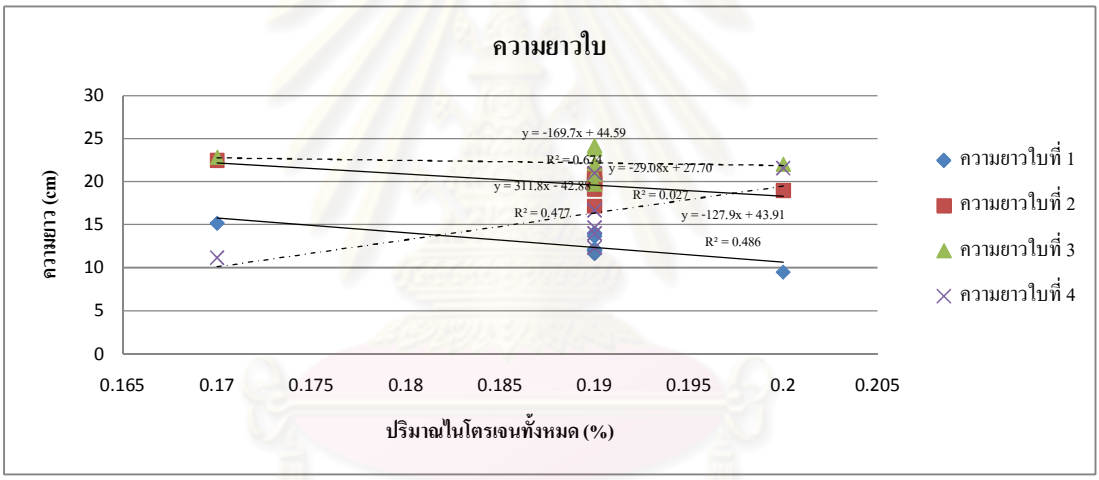

**จำนวนใบ**

**รูปที่ 4 -12 :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



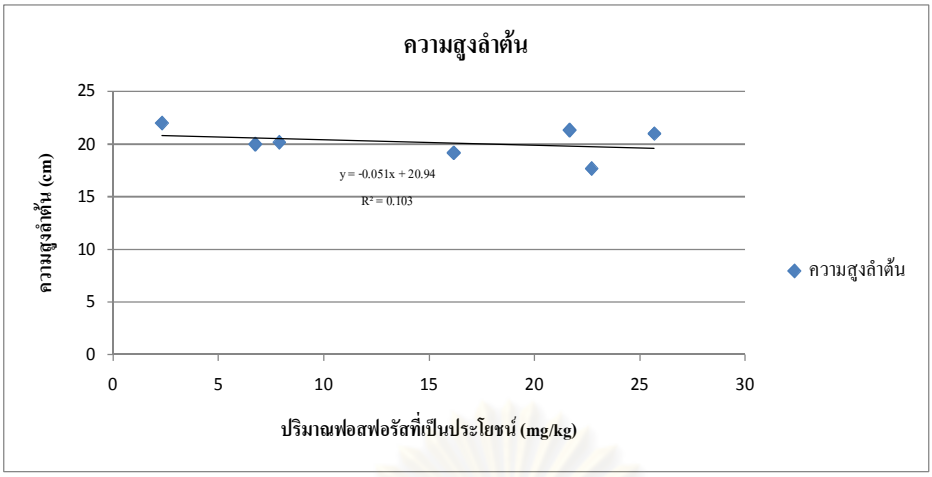

ความกว้างใบ



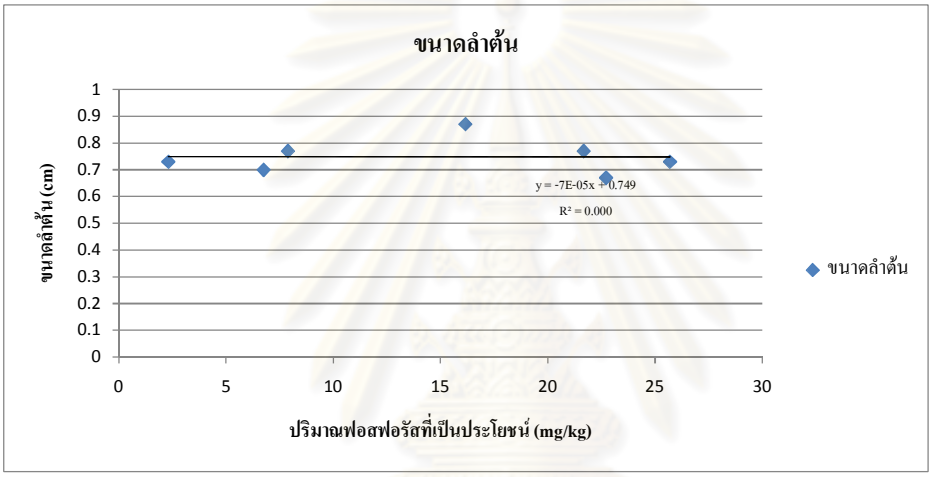

ความยาวใบ

**รูปที่ 4 -12 (ต่อ) :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

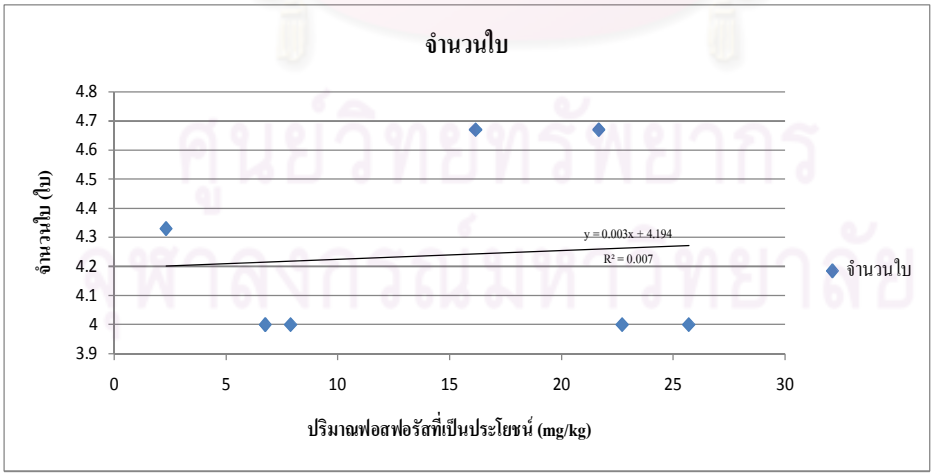
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**ความสูงลำต้น**

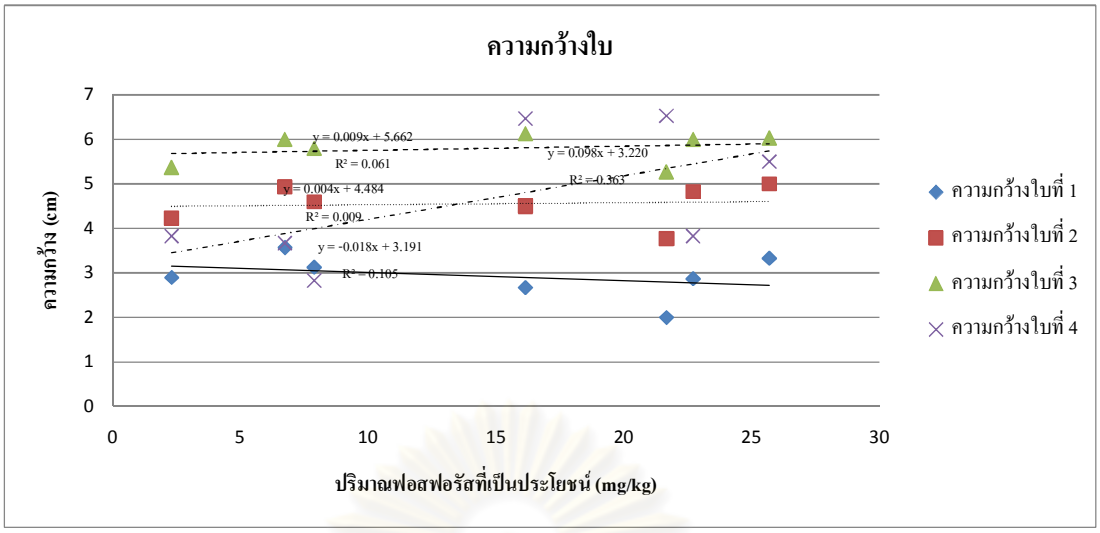



**ขนาดลำต้น**

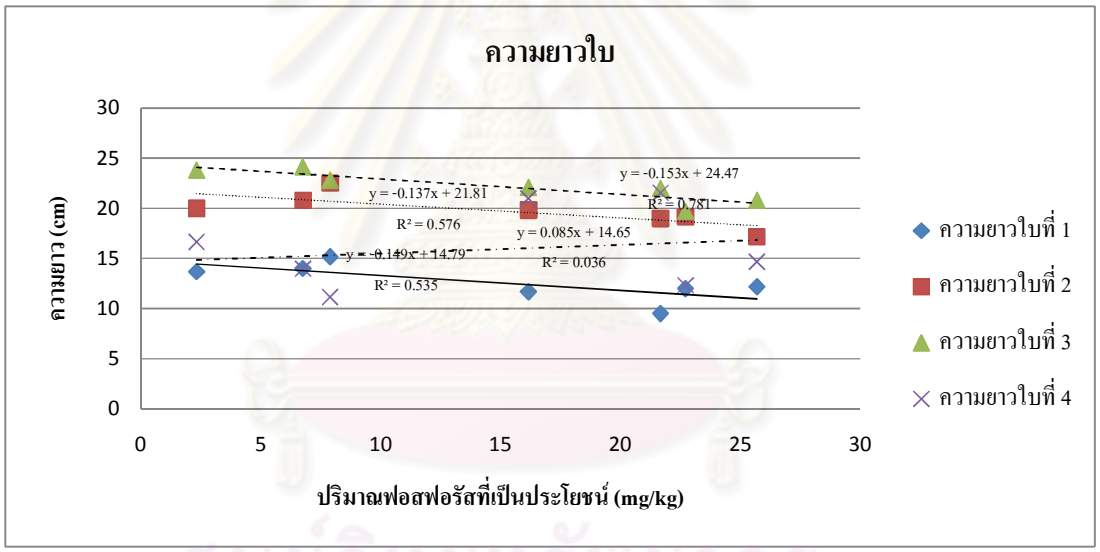



**จำนวนใบ**

**รูปที่ 4 - 13 :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

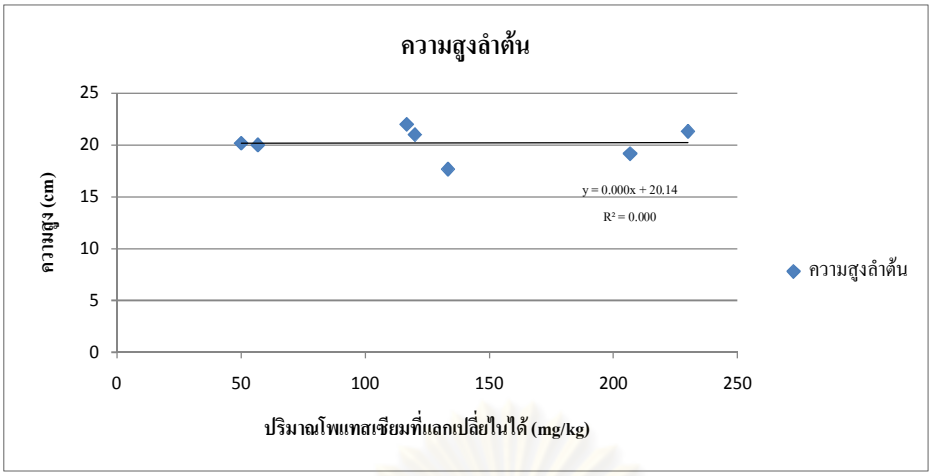



ความกว้างใบ

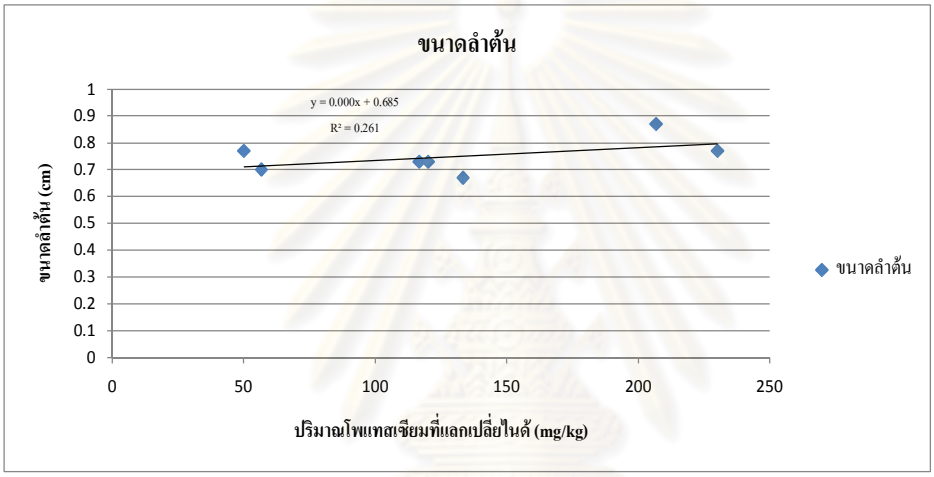



ความยาวใบ

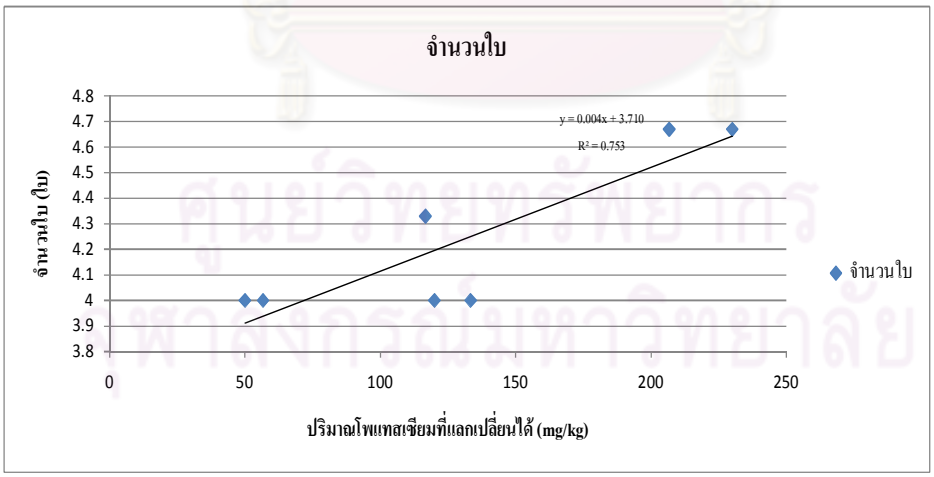
**รูปที่ 4 – 13 (ต่อ) :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน




**ความสูงลำต้น**



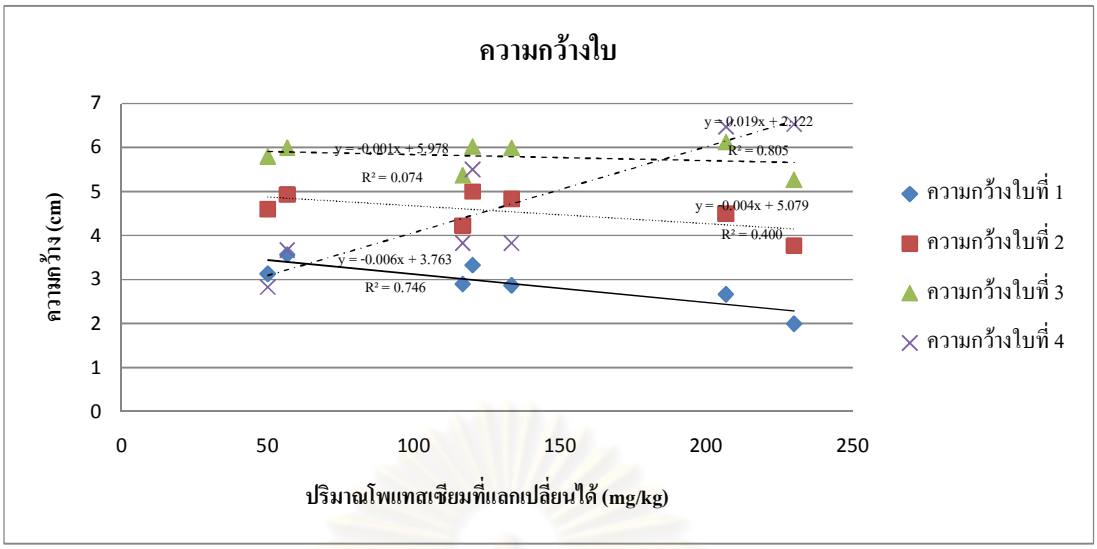

**ขนาดลำต้น**



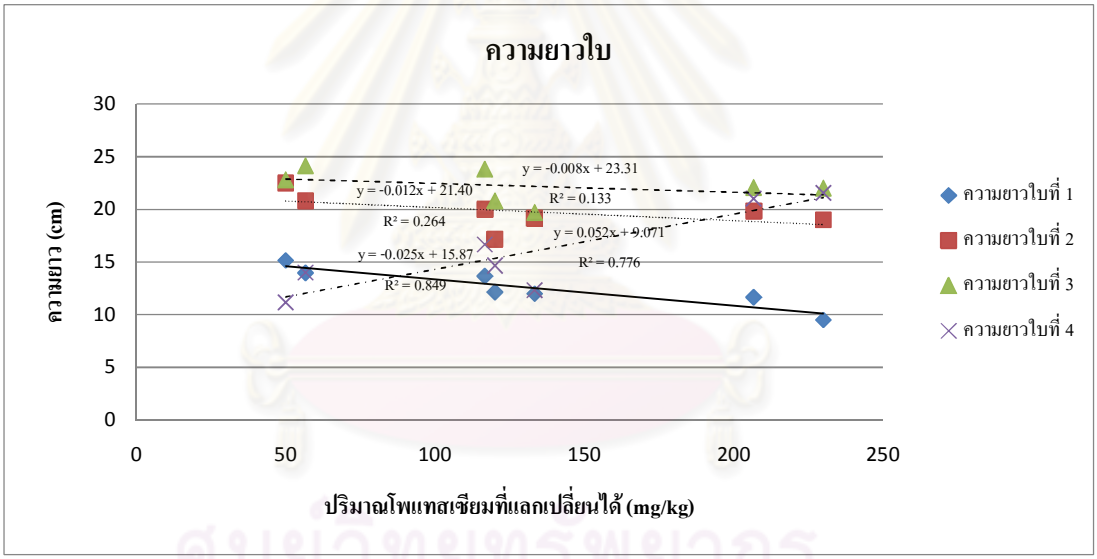

**จำนวนใบ**

**รูปที่ 4 -14 :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

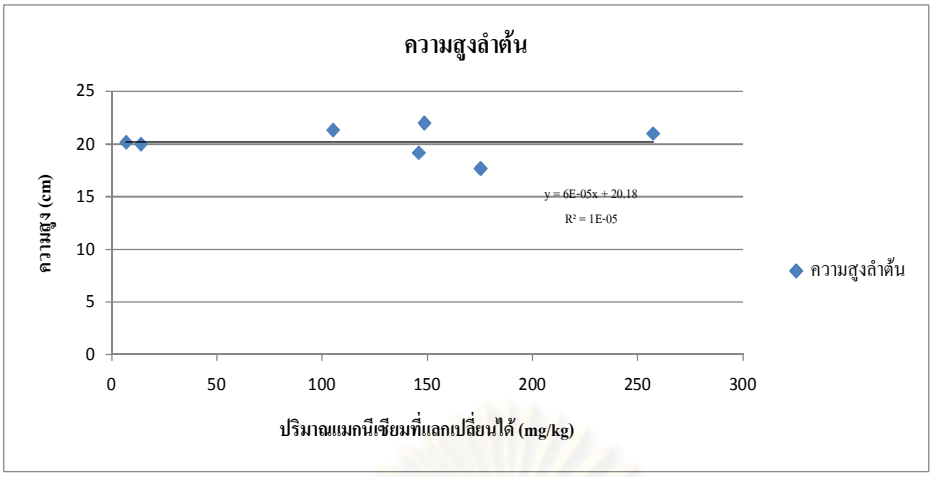



ความกว้างใบ

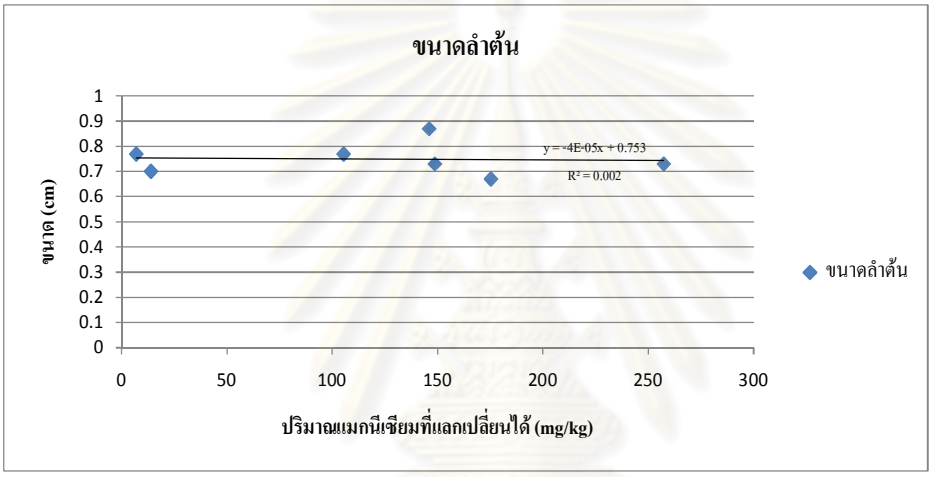



ความยาวใบ

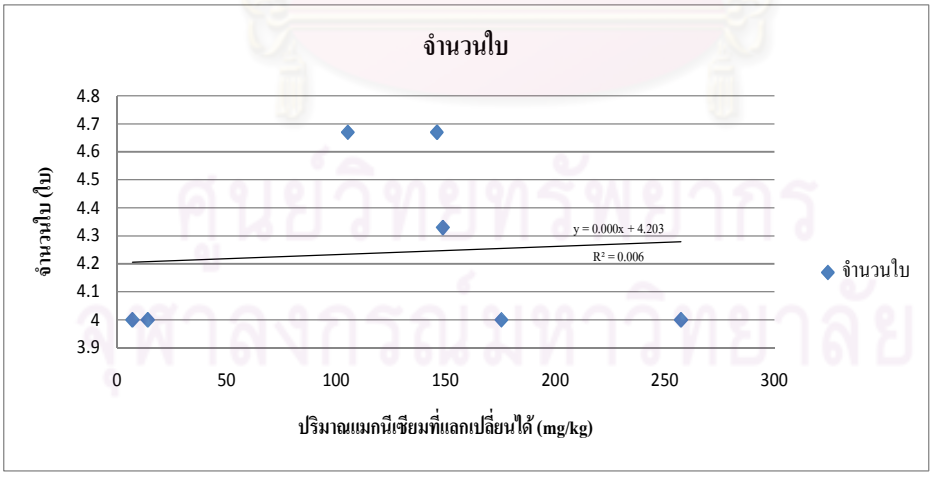
**รูปที่ 4 -14 (ต่อ) :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน




ความสูงลำต้น

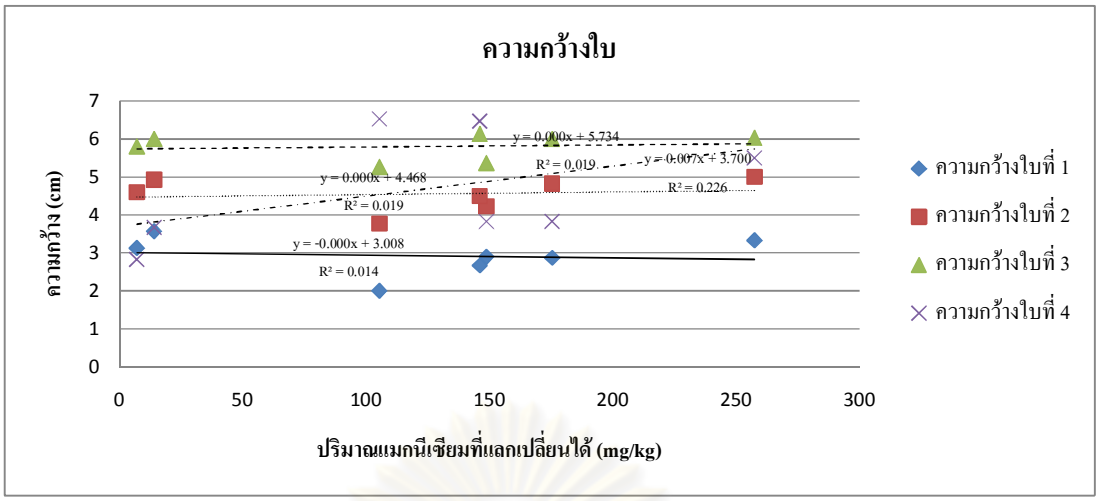



ขนาดลำต้น

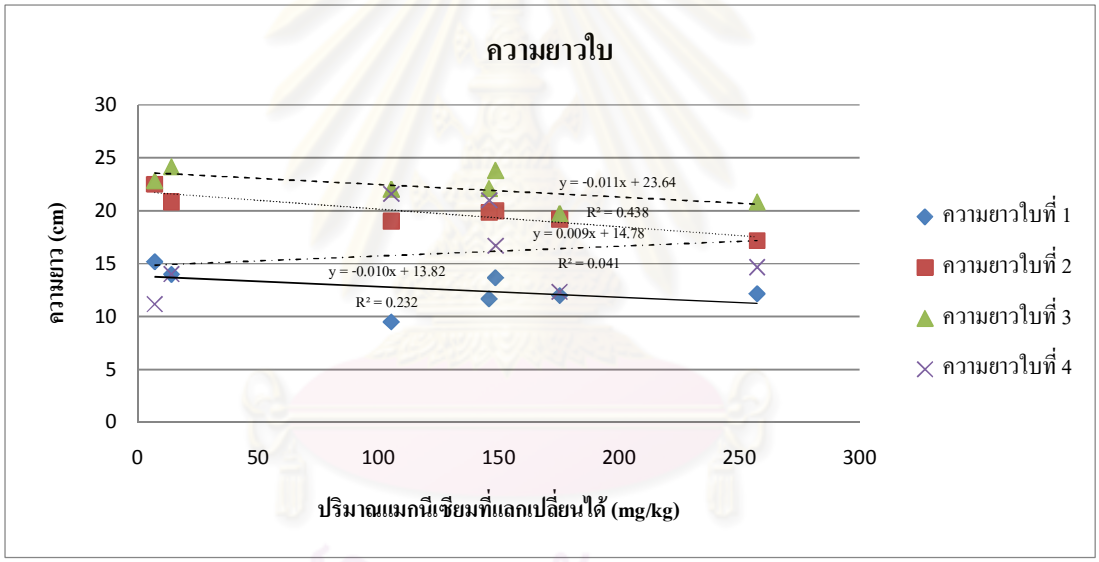



จำนวนใบ

**รูปที่ 4 -15 :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

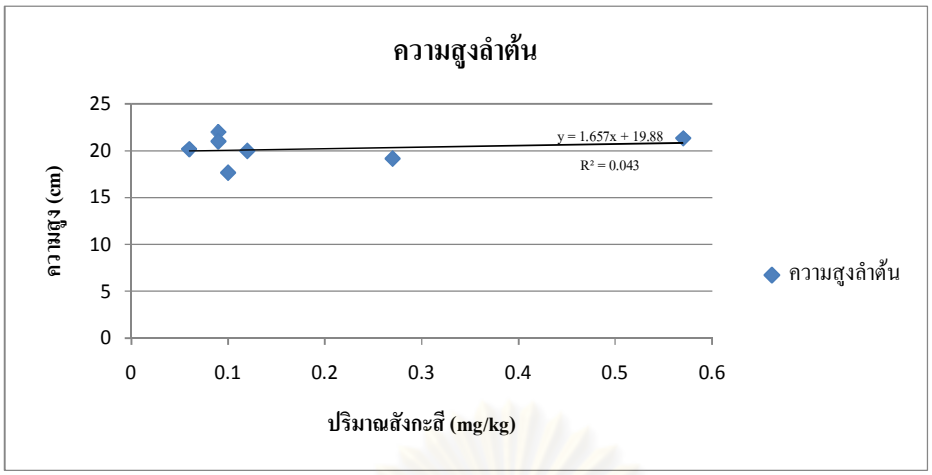



ความกว้างใบ

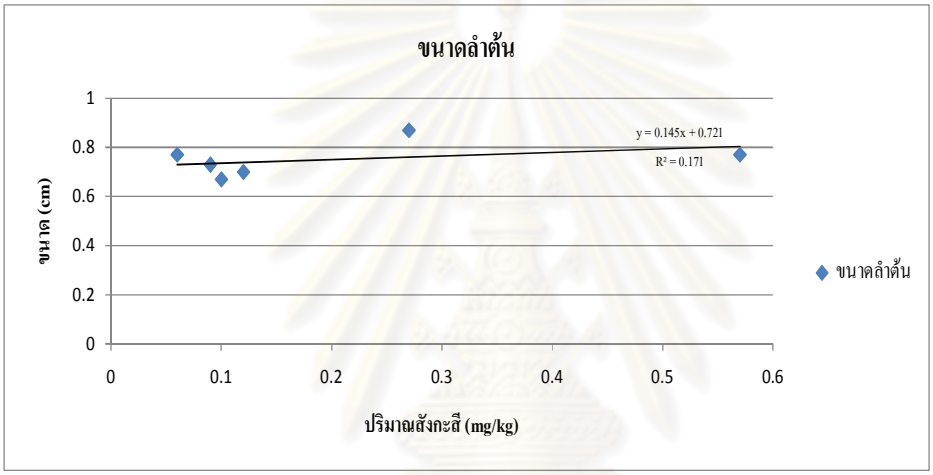



ความยาวใบ

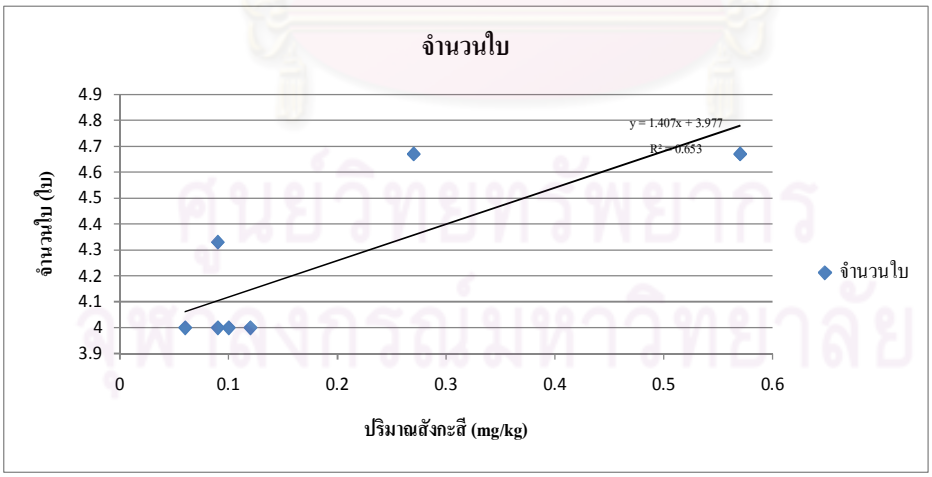
**รูปที่ 4 -15 (ต่อ) :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน




**ความสูงลำต้น**

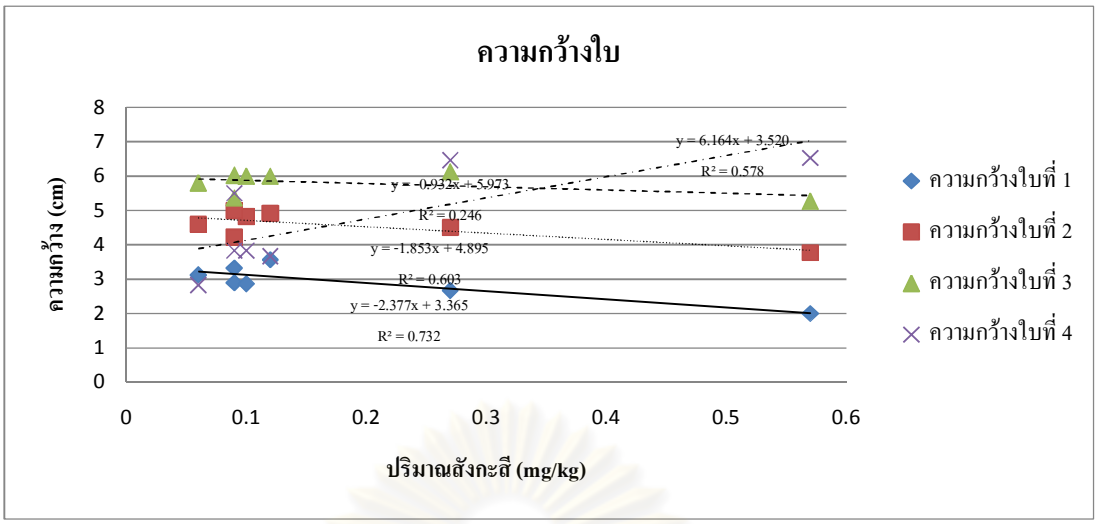



**ขนาดลำต้น**

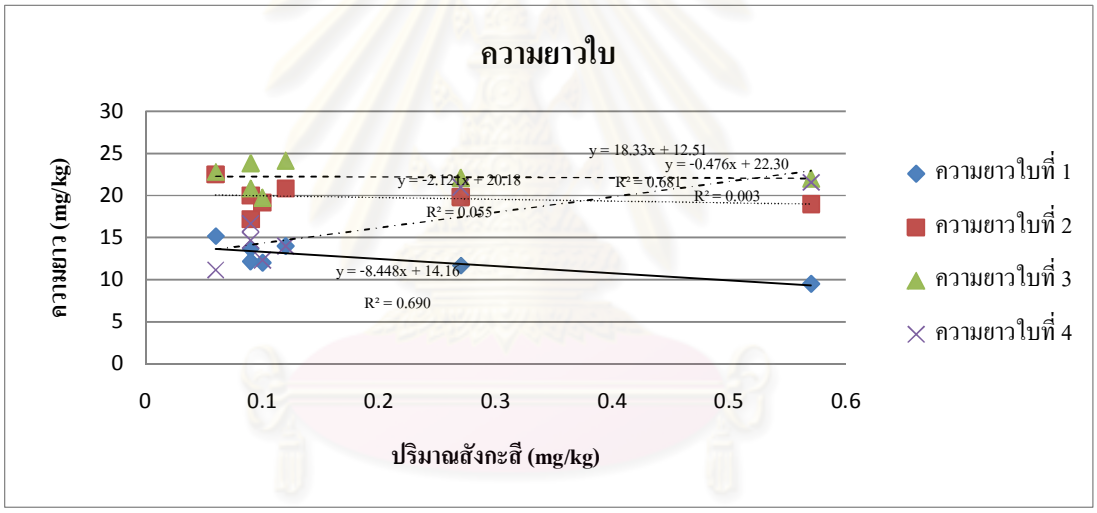



**จำนวนใบ**

**รูปที่ 4 -16 :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงสังกะสีกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน




ความกว้างใบ




ความยาวใบ

**รูปที่ 4 -16 (ต่อ) :** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดดึงสังกะสีกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4 -9 :** ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตกับปริมาณธาตุอาหารที่ดูดดึง

| การเติบโต | การดูดดึงธาตุอาหาร |
|---|---|
| **จำนวนใบ** | โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ |
| | สังกะสี |
| **ความกว้างใบที่ 4** | ไนโตรเจนทั้งหมด |
| | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ |
| | โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ |
| **ความยาวใบที่ 4** | โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.4 ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของซีรัมน้ำยางพาราสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมีของซีรัมน้ำยางพาราเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันนั้นพิจารณาจากการสะสมธาตุอาหารของดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีตามอัตราคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยพิจารณาศักยภาพของความเป็นแหล่งธาตุอาหาร ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ รวมทั้งพิจารณาจากข้อมูลปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร หัวข้อ 4.2 ข้อมูลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก หัวข้อ 4.3 และข้อมูลศักยภาพเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพารา หัวข้อ 4.2.4 ประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกและในต้นปาล์มน้ำมันระยะอื่นๆต่อไป

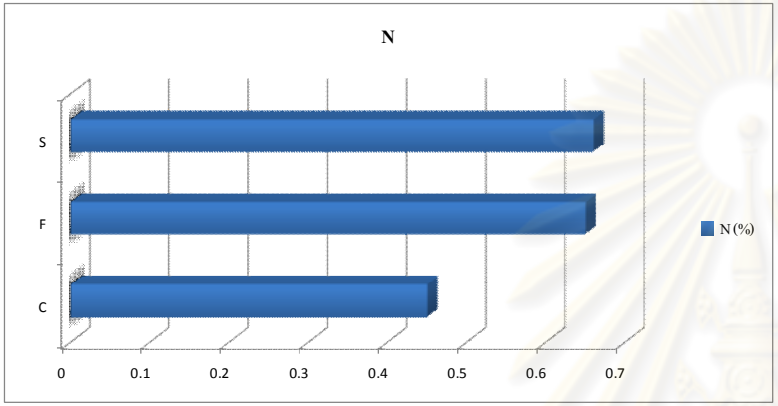
การสะสมธาตุอาหารของตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราภายหลังการทดลองมีการสะสมธาตุอาหารปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.66 %, 77.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, 476.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 324.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีพบว่ามีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.65 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 84.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 133.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 185.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (รูปที่ 4 - 17)

เมื่อทำการพิจารณาการสะสมธาตุอาหารในดินของตำรับทดลองที่มีการประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารจะเห็นได้ว่า ดินภายหลังการทดลองมีปริมาณแหล่งธาตุอาหารที่จำเป็น (P K Mg) ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าปุ๋ยเคมี (รูปที่ 4 - 19) อีกทั้งเมื่อพิจารณาครอบคลุมตำรับทดลองการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1: 3, 1: 1, 3: 1 ประกอบด้วย ชี้ชัดว่าการสะสมปริมาณธาตุอาหารของดินภายหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหาร (N P K Mg) ในปริมาณที่มากกว่าการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (รูปที่ 4 - 18)

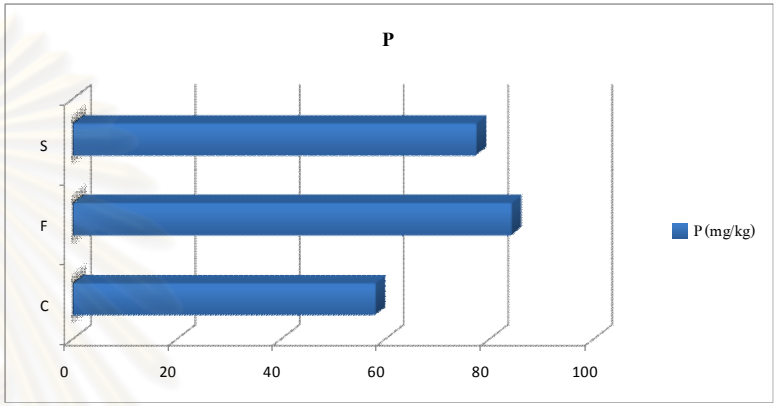
นอกจากนี้การใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร ยังส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่เหลืออยู่ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในปริมาณที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี (รูปที่ 4 - 20) ซึ่งสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลหลักได้ ที่สามารถช่วยลดปริมาณการใส่ปุ๋ยหรือลดชนิดของปุ๋ยเคมีได้

นั่นสามารถยืนยันได้ว่าซีรัมน้ำยางพารามีศักยภาพที่เพียงพอเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้ โดยให้ผลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกอย่างปกติและมีการเติบโตเทียบเท่ากับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งธาตุอาหาร

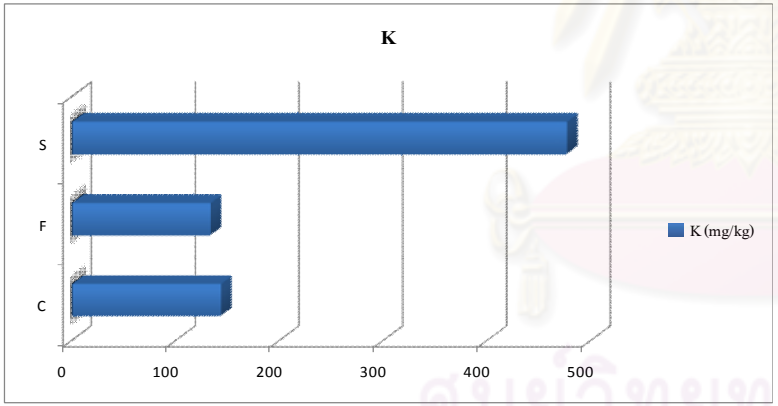
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



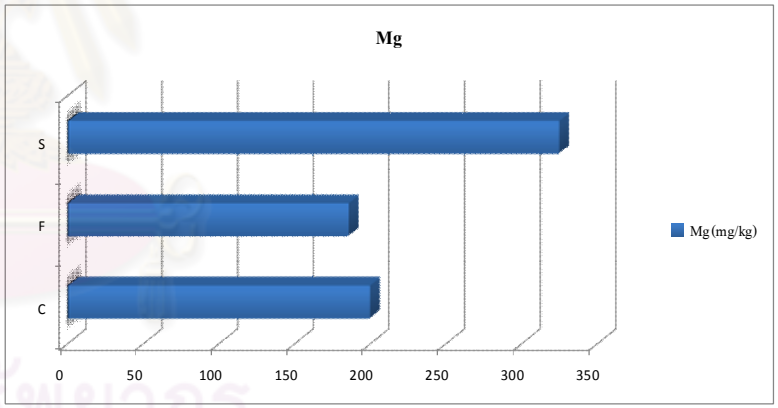

ไนโตรเจนทั้งหมด




ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์



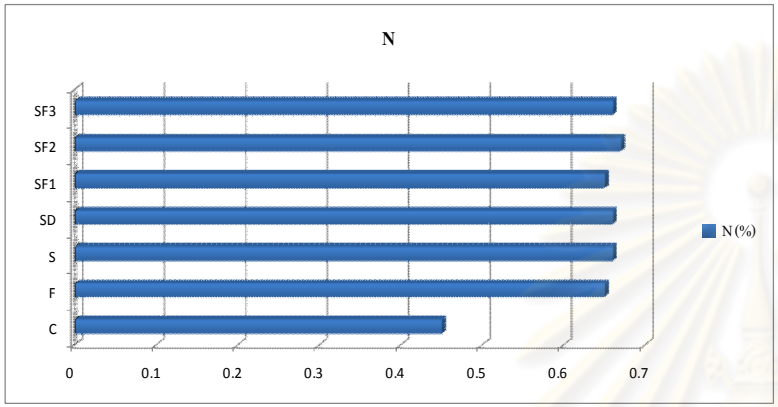

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้



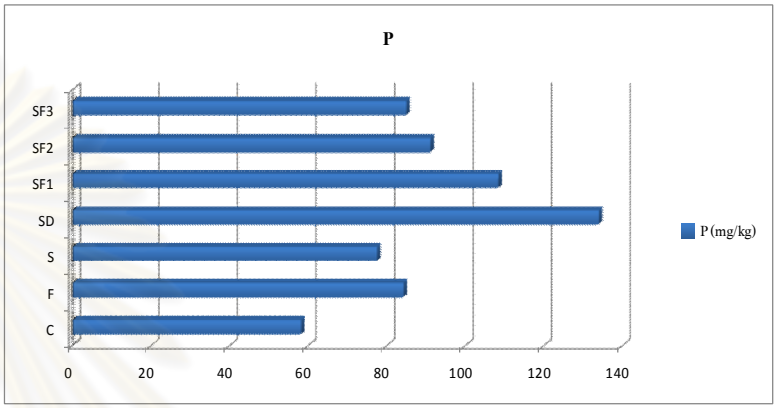

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

**รูปที่ 4 -17 :** ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหารตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร) ของซีรัมน้ำยางพารา

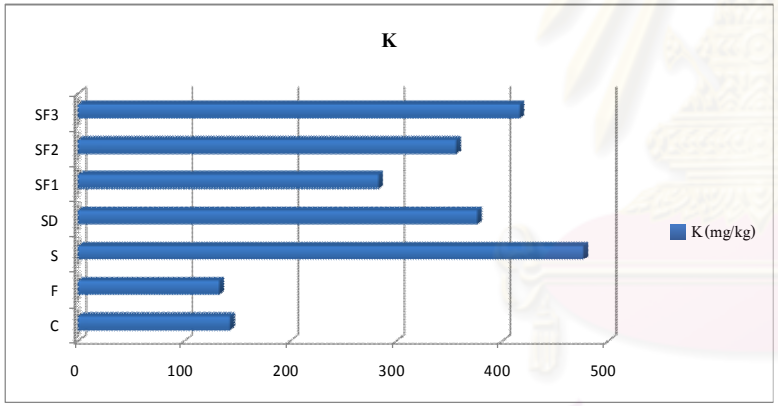
**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม



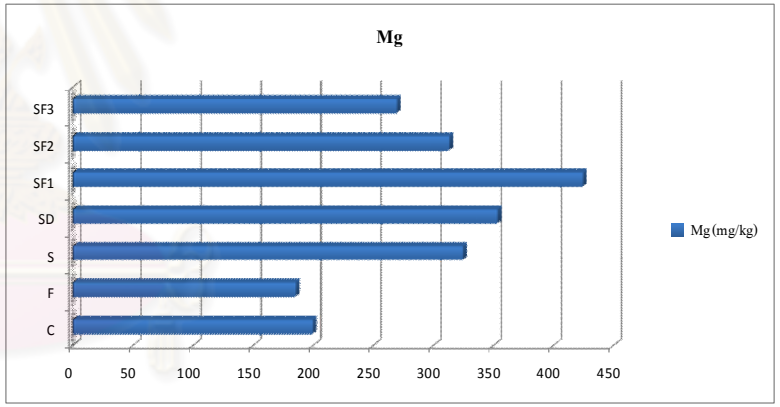

ไนโตรเจนทั้งหมด




ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์



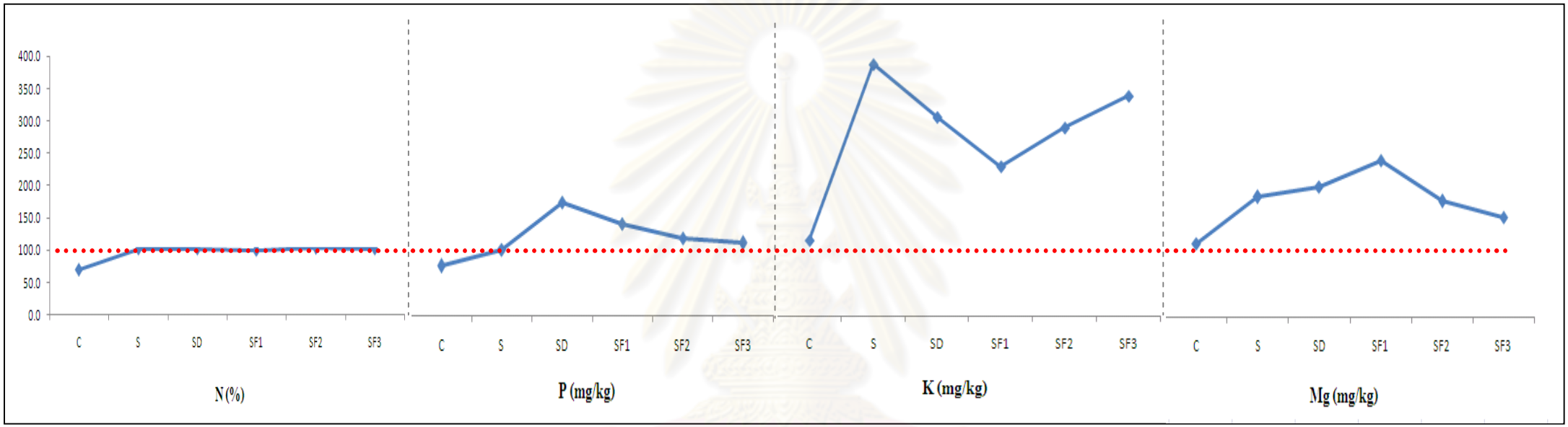

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้




แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

**รูปที่ 4 -18 :** ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมีของซีรัมน้ำยางพาราหรือซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมี

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

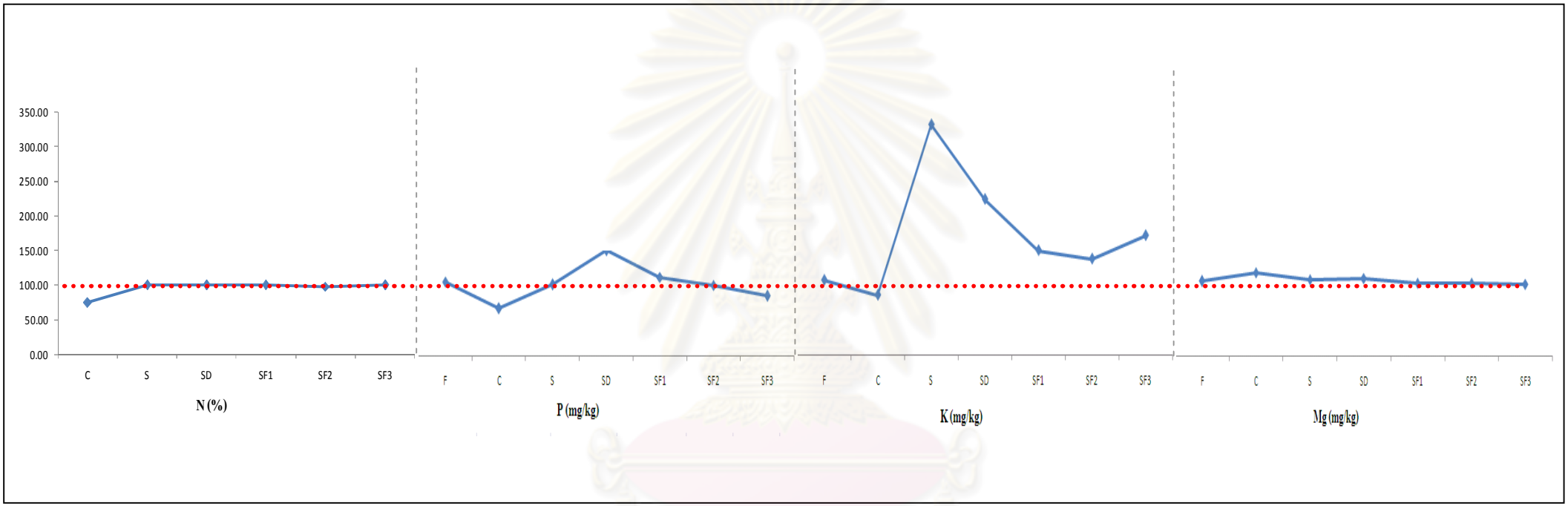



**ไนโตรเจนทั้งหมด** **ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** **โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้** **แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

**รูปที่ 4 -19 :** ค่าสัมพัทธ์ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหาร) ของซีรัมน้ำยางพารา เมื่อกำหนดให้ปริมาณที่ตรวจพบในดินเมื่อเติมปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 100

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**ไนโตรเจนทั้งหมด** **ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** **โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้** **แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้**

**รูปที่ 4 -20 :** ค่าสัมพัทธ์ธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลอง เมื่อกำหนดให้ปริมาณที่ตรวจพบในดินเมื่อเติมปุ๋ยเคมี (ธาตุอาหาร) ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 100

**หมายเหตุ :** C = ดินเดิม, F = ดินเดิม + ปุ๋ยเคมี, S = ดินเดิม + ซีรัม, SD = ดินเดิม + (ซีรัม + ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP)), SF1 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:3)), SF2 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (1:1)), SF3 = ดินเดิม + (ซีรัม + ปุ๋ยเคมี; (3:1))

# บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

### 5.1.1 สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา

ซีรัมน้ำยางพาราจากกระบวนการผลิตยางสกิม ของโรงงานผลิตน้ำยางข้น อินเตอร์รับเบอร์ ลาเท็คซ์ จำกัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4.57 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 53.98 $dSm^{-1}$ มีองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 1,398, 223.3 และ 2,076 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อีกทั้งมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นแหล่งธาตุอาหารรอง คือ แมกนีเซียม เท่ากับ 36.5 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ซีรัมน้ำยางพารายังมีองค์ประกอบของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตและเป็นธาตุอาหารเสริมสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน คือ สังกะสี ในปริมาณเท่ากับ 26.10 มิลลิกรัมต่อลิตร

### 5.1.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเมื่อใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

#### 5.1.2.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา)

สมบัติทางเคมีของดินเดิมก่อนเติมสิ่งทดลองจากพื้นที่ศึกษาวิจัยสวนปาล์มน้ำมันของบริษัทอินเตอร์รับเบอร์ ลาเท็คซ์ จำกัด อายุประมาณ 5 ปี ตั้งอยู่ที่กิโลเมตร 17 หมู่ 2 ตำบลท่าโรงช้าง อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ดินเดิมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 5.21 มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 20.53 $dSm^{-1}$ มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เท่ากับ 5.55 cmol $kg^{-1}$ ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ ร้อยละ 2.10 อีกทั้งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ0.57 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณธาตุอาหารรอง คือ แมกนีเซียม เท่ากับ 207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ดินเดิมมีปริมาณโลหะหนักสังกะสี เท่ากับ 1.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยมากตรวจวัดได้พบในดินทั่วๆไปและยอมรับให้มีในดินเพื่อการเกษตร

### 5.1.2.2 ผลของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อสมบัติทางเคมีของดิน

การเติมซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินและปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ที่จำเป็นต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร โดยการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 1 : 3, 1 : 1 3 : 1 และ ซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินด้านความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.01 – 6.09 ค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 63.90 – 87.16 $dSm^{-1}$ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน อยู่ในช่วง 11.41 – 14.95 cmol $kg^{-1}$และปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในช่วงร้อยละ 2.09 – 2.16 อีกทั้งมีปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ 0.65 – 0.67 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในช่วง 77.40 – 133.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 283.33 – 416.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณการสะสมธาตุอาหารรอง ได้แก่ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 269.33 – 424.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีการสะสมของโลหะหนักสังกะสี อยู่ในช่วง 2.64 – 2.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยมากไม่มีความกังวลใจในเรื่องการปนเปื้อนที่คาดว่าจะเป็นพิษหรือเสี่ยงที่จะเกิดพิษเมื่อเทียบตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) และมาตรฐานของปริมาณสังกะสีในดินที่จัดว่าอยู่ในช่วงปกติ คือ 3 – 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (นัยนันทน์ อริยกานนท์, 2550)

ส่วนการเติมซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินและมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองที่คงเหลือในดินทดลอง โดยการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน 1: 3, 1: 1, 3: 1 และซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินด้านความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.96 -6.05 ค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 65.70 – 84.90 $dSm^{-1}$ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน อยู่ในช่วง 7.05 – 10.06 cmol $kg^{-1}$และปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในช่วงร้อยละ 2.10 – 2.14 อีกทั้งมีปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ 0.35 – 0.47 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในช่วง 63.17 – 111.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 150 – 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณการสะสมธาตุอาหารรอง แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 164 – 177.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีการสะสมของโลหะหนักสังกะสี อยู่ในช่วง 2.45 – 2.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

และมาตรฐานของปริมาณสังกะสีในดินที่จัดว่าอยู่ในช่วงปกติ คือ 3 – 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (นัยนันทน์ อริยกานนท์, 2550)

แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันหรือทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกเติบโตได้ อีกทั้งปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินและเหลืออยู่ในดินภายหลังการทดลองล้วนแล้วแต่อยู่ในระดับที่มากกว่าหรือเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร อีกทั้งไม่ส่งผลต่อปริมาณโลหะหนัก (สังกะสี) ที่ปนเปื้อนในดินที่อาจเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมดินและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

#### 5.1.2.3 ปริมาณการดูดดึงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งเป็นช่วงระยะอนุบาลแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหาร ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสีจากดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สืบเนื่องจากการที่ดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุอาหารที่ตกค้างเหลืออยู่ในดินอยู่น้อยกว่าปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยออกมาจากการเติมสิ่งทดลองของดินที่ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละตำรับทดลองมีปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยมีการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.1 – 0.20 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในช่วงร้อยละ 2.32 – 25.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 230 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 7 – 257.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสี อยู่ในช่วง 0.06 – 0.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพารา กล่าวคือ การดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสี ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มการดูดดึงเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมซีรัมน้ำยางพาราที่เพิ่มขึ้น และมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีหรือดินเดิม ส่วนปริมาณการดูดดึงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมซีรัมน้ำยางพาราร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนของปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นและมากกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีหรือดินเดิม อีกทั้งพบว่าในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนซีรัมมากกว่าปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีใบที่ 5 ซึ่งแตกต่างจากตำรับทดลองอื่นที่มีเพียงแค่ 4 ใบ

กล่าวได้ว่า การใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการดูดดึงธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และทำให้ต้นกล้ามีการเติบโตที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือดินเดิม ซึ่งเป็นผลดีในด้านการเติบโตของต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง และให้ผลผลิตได้รวดเร็วในแปลงปลูกต่อไป

### 5.1.2.4 ศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุอาหารของซีรัมน้ำยางพารา

ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยการเติมซีรัมน้ำยางพารามีผลทำให้ดินภายหลังการทดลอง มีความเป็นกรดเป็นด่าง (6.01) ค่าการนำไฟฟ้า (87.16 $dSm^{-1}$) มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (12.91 $cmole(+)kg^{-1}$) และปริมาณอินทรียวัตถุ (2.09%) ที่มีค่าใกล้เคียงหรือมากกว่าดินเดิมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 5.96 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 19.36 $dSm^{-1}$ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เท่ากับ 9.64 $cmole(+)kg^{-1}$ และปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 2.17

ส่งผลให้ดินภายหลังการทดลองมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น เป็นผลดีต่อดินในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งธาตุอาหาร และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) แม้ว่าจะมีปริมาณค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่า แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันก็มีการเติบโตอย่างปกติเทียบเท่ากับดินเดิมชุดควบคุม

อีกทั้งการเติมซีรัมน้ำยางพาราส่งผลให้ดินภายหลังการทดลองมีปริมาณการสะสมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์ม ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (0.66%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (77.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (476.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (324.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุอาหารเสริมสังกะสี (2.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งมีปริมาณมากกว่าดินเดิมที่ไม่มีการเติมสิ่งทดลอง (N: 0.45%, P: 58.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, K: 143.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Mg: 199.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Zn : 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

นั่นแสดงให้เห็นว่าซีรัมน้ำยางพารามีศักยภาพเพียงพอในการเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้ เนื่องจากมีสมบัติทางเคมีดินที่เหมาะสม และมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม ส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเติบโตได้ดีไม่มีอาการผิดปกติ

**5.1.3 ผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา)**

**5.1.3.1 การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก**

การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ทั้งด้านจำนวนใบ ความสูงลำต้น ขนาดลำต้น ความกว้างใบที่ 1, 2, 3, 4 และความยาวใบที่ 1, 2, 3, 4 ทุกตำรับการทดลองที่เติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) พบว่า ทุกตำรับทดลองมีการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็นไปตามลักษณะการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกโดยไม่มีอาการผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและมีการเติบโตเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี แต่เป็นที่น่าสังเกตได้ว่าการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับการเติมปุ๋ยเคมีส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอัตราการสร้างใบที่ 5 ได้เร็วกว่าการเติมปุ๋ยเคมี เนื่องจากในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองนั้นตำรับทดลองดินเดิมและตำรับที่มีการเติมปุ๋ยเคมีต้นกล้าปาล์มน้ำมันยังไม่มีการสร้างใบที่ 5 อีกทั้งจากการติดตามสังเกต พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะของใบที่เขียวและหนากว่าตำรับทดลองที่เป็นดินเดิมและการเติมปุ๋ยเคมี

ดังนั้น การใช้ซีรัมน้ำยางพาราบนบนพื้นฐานของความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรมีศักยภาพในการเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกได้เป็นอย่างดี และส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเติบโตอย่างเป็นปกติเทียบเท่าหรือดีกว่าการเติมปุ๋ยเคมี

**5.1.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสีเพื่อใช้ในการเติบโต โดยมีความสัมพันธ์ของปริมาณการดูดดึงธาตุอาหารกับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทั้งในด้านของจำนวนใบ ขนาดของลำต้น ความสูงลำต้น ความกว้างใบ และความยาวใบ

ขณะที่การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหาร (N P K Mg) ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรอย่าง

ครบถ้วน คือ การเติบโตด้านจำนวนใบ ความกว้างและความยาวของใบที่ 4 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเติมซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหาร

นั่นแสดงให้เห็นว่า ซีรัมน้ำยางพาราที่นำมาใช้เป็นเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก มีประสิทธิภาพเพียงพอในการเป็นแหล่งธาตุอาหารที่เทียบเท่าหรือดีกว่าการเติมปุ๋ยเคมีและดินเดิม ที่ช่วยให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีการดูดดึงธาตุอาหารที่สัมพันธ์กับการเติบโตได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

### 5.1.4 ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของซีรัมน้ำยางพาราสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

ศักยภาพการทดแทนปุ๋ยเคมีของซีรัมน้ำยางพาราพิจารณาจากศักยภาพของความเป็นแหล่งธาตุอาหาร ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของดินที่ใช้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารภายหลังการทดลองเมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ในตำรับทดลองที่มีการเติมซีรัมน้ำยางพาราเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีตามอัตราคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ดินตำรับทดลองที่เติมซีรัมน้ำยางพารามีปริมาณแหล่งธาตุอาหารต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าปุ๋ยเคมี กล่าวคือ ดินมีการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.61 %, 70.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, 476.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 324.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ขณะที่ตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมีมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.65 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 84.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 133.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 185.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

นั่นสามารถยืนยันได้ว่า ซีรัมน้ำยางพาราที่นำมาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกมีศักยภาพเพียงพอในการทดแทนปุ๋ยเคมี โดยให้ผลการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกอย่างปกติ ไม่ว่าจะมีการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนต่างๆ อีกทั้งยังส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่เหลืออยู่ในดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในปริมาณที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ซีรัมน้ำยางพาราซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของน้ำเสียที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเพียงตัวอย่างสิ่งทดลองจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นที่คัดเลือกมาทำการศึกษาเท่านั่น ซึ่งซีรัมน้ำยางพาราที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นอื่นๆอาจมีความผันแปรของธาตุอาหารที่ไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต กระบวนการจัดการน้ำเสีย แหล่งที่มาของซีรัมน้ำยางพารา อายุของซีรัมน้ำยางพารา และวิธีการเก็บรักษาซีรัมน้ำยางพารา เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาหรือการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันหรือพืชอื่นๆ ควรมีการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราตลอดจนความเป็นพิษของโลหะหนักที่อาจมีการปนเปื้อนก่อน หรือควรมีการติดตามตรวจสอบวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและความเป็นพิษจากโลหะหนักของซีรัมน้ำยางพาราแต่ละโรงงานน้ำยางข้นภายในรอบปี เพื่อดูความคงที่หรือการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราว่ามีปริมาณการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้มีการจัดการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราอย่างเหมาะสมและปลอดภัย

5.2.2 เนื่องจากซีรัมน้ำยางพาราเป็นน้ำเสียส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ซึ่งองค์ประกอบของน้ำยางพารามีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ ที่อาจปนเปื้อนออกมากับน้ำเสียหรือซีรัมน้ำยางพาราด้วย น้ำเสียหรือซีรัมน้ำยางพารานี้จะเกิดการย่อยสลายโปรตีนด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ ส่งผลให้สมบัติทางเคมีของซีรัมน้ำยางพาราเสื่อมสภาพหรือเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงควรมีการทำการศึกษากระบวนการเก็บรักษาซีรัมน้ำยางพาราหรือระยะเวลาการเก็บกักน้ำยางพารา เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราได้อย่างเหมาะสมคุ้มค่าต่อไป

5.2.3 การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกเริ่มเมื่อนำเมล็ดงอกเพาะลงในถุงเพาะชำจนครบระยะเวลา 3 เดือน โดยที่การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกนี้ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของการเติบโตได้ เนื่องจากไม่มีมาตรฐานการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกที่ชัดเจน สามารถบอกได้เพียงอาการผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกเท่านั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างของการเติมสิ่งทดลอง (ซีรัมน้ำยางพารา) ต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาการใช้ซีรัมน้ำยางพาราเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลหลักหรือในปาล์มน้ำมันระยะอื่นๆต่อไป

5.2.4 ดินที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้เป็นเพียงตัวอย่างดิน จากการจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า เป็นดินในชุดคลองขุด ที่คัดเลือกจากพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันเฉพาะจุดเท่านั้น แต่เนื่องจากดินในแต่ละแห่งของประเทศไทยมีลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน จึงควรทำการศึกษาผลของการใช้ซีรัมน้ำยางพาราในดินชุดอื่นๆต่อไป เพื่อการประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราเป็นแหล่งธาตุอาหารในดินชุดนั้นๆอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อระบบเกษตรกรรม

5.2.5 การศึกษาผลของซีรัมน้ำยางพาราต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในครั้งนี้ประยุกต์ใช้ซีรัมน้ำยางพาราบนพื้นฐานความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจนของกรมวิชาการเกษตรเท่านั้น ซึ่งควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์ซีรัมน้ำยางพาราบนพื้นฐานความต้องการธาตุอาหารอื่นๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน หรือการใช้ซีรัมน้ำยางพาราในปริมาณต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอย่างสูงสุดต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**รายการอ้างอิง**

**ภาษาไทย**


กมล หมื่นพล. 2545. ศักยภาพการนำไคโตซานไปใช้แยกเนื้อยางออกจากน้ำยางสกิม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เกสินี ตันติสุวรรณกุล. 2547. ตัวดูดซับที่เตรียมจากดินเหนียวและกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นเพื่อการดูดซับตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกริกชัย ธนรักษ์. 2549. การประเมินความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร “การผลิตปาล์มน้ำมันตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP)” (ชุดที่ 1), หน้า 25 - 42. ณ ห้องประชุมเอนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท.

เกริกชัย ธนรักษ์. 2551. ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับปาล์มน้ำมัน. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร “คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพ”, หน้า 1 – 36. ณ.ห้องประชุมกลุ่มปฐพีวิทยา ชั้น4 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

เกริกชัย ธนรักษ์ และนคร สาระคุณ. 2544. การประเมินความต้องการปุ๋ยปาล์มน้ำมัน. ใน เอกสารการสัมมนาวิชาการปาล์มน้ำมันแห่งชาติ ครั้งที่ 2. ณ โรงแรมธรรมรินทร์ธนา จ.ตรัง.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2549. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

กรองแก้ว สาครรัตน์. 2545. การใช้ซีรัมจากน้ำยางพาราเป็นปุ๋ยในการปลูกข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2547. พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2548. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม. 2551. การใช้ประโยชน์จากส่วนของซีรัมน้ำยางพาราเพื่อการผลิตสาหร่ายคลอเรลลา. ปัตตานี : ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ณรงค์ ชินบุตร. มปท. การแปลผลวิเคราะห์ดินและการจัดการเพื่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

ทัศนี เรืองหิรัญ และพนารัตน์ เสรีทวีกุล. 2544. อ้างใน กรมพัฒนาที่ดิน ข, 2547 คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2551. การจัดการธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่. ปุ๋ย-สารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ssnm.agr.ku.ac.th/main/Know/Ferti.htm [21 มกราคม 2553].

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และวรรณา เลี้ยววาริณ. 2538. การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน. รายงานการวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยวิทยาเขตหาดใหญ่ประเภทกำหนดหัวข้อ. สงขลานครินทร์ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ธีรยศ วิทิตสุวรรณกุล และระพีพรรณ วิทิตสุวรรณกุล. 2538. อุตสาหกรรมยางพารากับปัญหาแวดล้อม. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีและการจัดการสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมในเขตภาคใต้ตอนล่าง. ณ โรงแรมหาดแก้วพริ้นเซสรีสอร์ท จังหวัดสงขลา. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่) อ้างใน รุจิรัตน์ ภารศิลป์. 2542.

นฤเทพ บุญเรืองขาว. 2550. การติดตามตรวจสอบประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมยางพาราในภาคใต้ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2551. ปุ๋ยเคมีเป็นสารพิษจริงหรือ. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 30 เล่มที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน 2551 หน้า 155.

นัยนันทน์ อริยกานนท์. 2550. การศึกษาประสิทธิภาพการสะสมทองแดง สังกะสี และนิกเกิลของวัชพืชในประเทศไทย. รายงานวิจัย ทุนวิจัยกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญรักษ์ ตุ้ยศิริ, สุทธิศักดิ์ ยังวนิชเศรษฐ, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์ และชาย โพธิวิส. 2532. การจัดการดินและการใช้ปุ๋ย. ใน ปาล์มน้ำมัน, หน้า 95-103. สุราษฎร์ธานี : โครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บุษบา ล้อประเสริฐ. 2548. ปาล์มน้ำมัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร.

ปฐพีชล วายุอัคคี. มปท. ดินและปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 5. มปป.

ปนัดดา คำรัตน์. 2545. ประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นในการกำจัดตะกั่วและปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชา นาคะประเวศ, ปรัชญา ธัญญาดี และพิรัชฌา วาสนานุกูล. (ม.ป.ท.). คู่มือการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงบำรุงดิน. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มอินทรียวัตถุและวัตถุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประชาคมวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2551. ศักยภาพของเศษวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากน้ำทิ้งโรงงานแปรรูปยางพาราเพื่อการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จดหมายข่าวราย 2 เดือน ฉบับที่ 10 [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://rescom2006.trf.or.th /display/show_colum_p.php?id_salaban=27 [29 สิงหาคม 2552].

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2549. ปาล์มน้ำมันพืชพลังงานที่ยั่งยืนแห่งอนาคต. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เพชรกะรัต.

พาณิชย์, กระทรวง กรมการค้าภายใน. 2550. การผลิตการตลาดปาล์มน้ำมัน ปี 2550. กรุงเทพมหานคร : สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์.

พิมพรรณ ตันสกุล และอารักษ์ จันทศิลป์. 2531. การเพาะเลี้ยง *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พัฒนาที่ดิน, กรม (ก). 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัฒนาที่ดิน, กรม (ข). 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัฒนาที่ดิน, กรม. 2552. การแปลผลวิเคราะห์ดิน. เอกสารประกอบผลวิเคราะห์ดิน. สุราษฎร์ธานี : กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11.

เพ็ญลักษณ์ เทศสุวรรณ. 2547. ประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นในการกำจัดสีย้อมในน้ำเสียสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจนีย์ มอญเจริญ. 2544. การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย. ใน เอกสารวิชาการกองวิเคราะห์ดิน. ฉบับที่ 2/2544. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภิญโญ มีเดช, สุรกิตติ ศรีกุล, สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ชาย โฆมรวิส และคะนอง คลอดเพ็ง. 2541. การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2540 – 2541. สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์จำกัด.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. มปท. พื้นฐานปฐพีวิทยา เพื่อการเกษตรยั่งยืน. นครปฐม : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ราชกิจจานุเบกษา. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ฉบับที่ 25) พ.ศ. 2547 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th/download/regulation.cfm?task=s9.pdf [2 กุมภาพันธ์ 2553].

ราชกิจจานุเบกษา. 2550. พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : ssnet.doae.go.th/ssnet2/html/prompt/2551/080609_6/2.pdf [21 มกราคม 2553].

รุจิรัตน์ ภารศิลป์. 2542. การบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมยางด้วยวิธีทางเคมีและการประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. 2544. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา อุตสาหกรรมน้ำยางข้น อุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐาน เอสทีอาร์ 20. กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. 2546. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัตน์ เพชรจันทร. 2527. ยางพารา.ใน เอกสารการนิเทศการศึกษา. ฉบับที่ 264 ภาคพัฒนาตำรา และเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วราวุธ ชูธรรมธัช, เกริกชัย ธนรักษ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ศิริชัย มามีวัฒนะ, อรรัตน์ วงศ์ศรี, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน และจินดารัตน์ สิทธิพล. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน ชุดที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วลัยพร ผ่อนผัน. 2547. การใช้ประโยชน์กากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในรูปสารบำรุงดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชาการเกษตร, กรม กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วิชาการเกษตร, กรม. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน. เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 3. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิชาการเกษตร, กรม. 2547. เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณฤดี หวั่นเซ่ง. 2549. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์สำหรับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นโดยการควบคุมค่าโออาร์พี.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม . มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี. 2532. ปาล์มน้ำมัน. สุราษฎร์ธานี : โครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎรานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2547. การควบคุมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน คำแนะนำสถานที่เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ. สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2552. วิชาการปาล์มน้ำมัน.แหล่งข้อมูล : http://it.doa.go.th/palm/linkTechnical/oilpalm.html [11 ตุลาคม 2552].

เศรษฐกิจการเกษตร,สำนักงาน. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และ กิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ. 2541. เอกสารวิชาการเรื่องปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพมหานคร : กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม. 2545. การจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โครงการเร่งรัดการผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (D × P). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2545 – 2549. สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2536. เอกสารวิชาการเรื่อง ยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2546. มาตรฐาน ส่วนขยายพันธุ์ พืชสวน. ฝ่ายติดตามและประเมินผล สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมาคมยางพาราไทย. 2549. สถิติยาง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.thainr.com [29 สิงหาคม 2552].

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช และชาย โฆรวิส. 2543. ความต้องการปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินอ่าวลึก. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2542 – 2543. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, วัชรี ศรีรักษา และคนอง คลอดเพ็ง. 2542. การจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน.ใน เอกสารวิชาการ. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สุรกิตติ ศรีกุล และภิญโญ มีเดช. 2542. การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในภาคใต้.ใน เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการปาล์มน้ำมันแห่งชาติ. ครั้งที่ 1. กรมวิชาการเกษตรและสมาคมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มประเทศไทย ณ โรงแรมสยามธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

สุรกิตติ ศรีกุล,สุพร ฆังคมณี และวัชรี ศรีรักษา. 2547. การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง. 2549. ความรู้เกี่ยวกับการปลูกปาล์มน้ำมัน. พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. นนทบุรี : สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น.

สมพร แซ่ลี้. 2547. การศึกษาวิเคราะห์และทดสอบปุ๋ยน้ำชีวภาพที่มีจำหน่ายในท้องตลาด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ส่งเสริมการเกษตร,กรม. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มส่งเสริมการผลิตยางพาราและปาล์มน้ำมัน ส่วนส่งเสริมการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและยางพารา สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2547. ถาม – ตอบปัญหาเกษตรกร การใส่ปุ๋ยกลีเซอร์ไรด์ใผลอย่างไรต่อต้นปาล์มน้ำมัน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : . http://3w.doae.go.th/webboard/viewtopic.php?p=4112&sid=0334e4ab7c830fa893f2b71a4ebfee00 [3 กุมภาพันธ์ 2552].

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. 2543. การผลิตยางธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปัตตานี : สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

อนุชิต จิโรจน์โชติชัย. กรรมการผู้จัดการบริษัทอินเตอร์รับเบอร์ลาเท็กซ์จำกัด. สัมภาษณ์. 3 กรกฎาคม 2552.

อาภรณ์ รักเกิด. 2542. การประเมินปัญหาไนโตรเจนในน้ำเสียจากโรงงานยางและการกำจัดไนโตรเจนด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้มวลชีวะประเภทเกาะผิว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม .มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เพ็ท -แพล้น พับลิชชิ่ง.

อรทัย ศุกรียพงศ์. 2546. การแปลผลข้อมูลคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร.กรุงเทพ : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

อรรถ สมร่าง, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, พงศ์ธร เพียรพิทักษ์, บุศรินทร์ แสวงลาภ และปิยวรรณ คงประเสริฐ. 2548. คำแนะนำการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

**ภาษาอังกฤษ**

Asia, I.O. and Akporhonor, E.E.. 2007. Characterization and Physicochemical Treatment of Wastewater from Rubber Processing Factory. Full Length Research Paper : International Journal of Physical Sciences Vol. 2 (3), pp. 061-067, March, 2007. Available online at http://www.academicjournals.org/IJPS. ISSN 1992 - 1950 © 2007 Academic Journals.

Hartley C.W.S.. 1977. The Oil Palm. 2 nd Longmans, London. cite in ภิญโญ มีเดช สุรกิตติ ศรีกุล สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ ชาย โพรวิส และคะนอง คลอดเพ็ง. 2541.

Ignatioff, V. and Page, H. J.. 1958. Efficient Use of Fertilizers. Translated by Songmanee, A. and Nakornthap, A.. Thailand: Office of the National Research Council of Thailand

John, C.K.,Wahab, M.H.A., Karim, M.Z., and Pushparajah, E.. 2006. CAB Abstracts; Utilisation of wastes from natural rubber producing factories [online]. Available from : Rubber Research Inst. of Malaysia (RRIM) [15 May 2009].

Kee K.K. and P.S.Chew.. 1991. Oil Palm response to nitrogen and drip irrigation in a wet monsoonal climate in Peninsular Malaysia. PORIM int. Palm Oil Conf – Agriculture.

Cite in ภิญโญ มีเดช สุรกิตติ ศรีกุล สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ ชาย โพธิวิส และคะนอง คลอดเพ็ง. 2541.

Khalid, H., Zin, Z. Z. and Anderson, J. M.. 2000. Soil Nutrient Dynamics and Palm Growth Performance in Relation to Residue Management Practices Following Replanting of Oil Palm Plantations. Journal of Oil Palm Research Vol. 12 No.1, June 2000, p 25-45.

Lau, C.M., Subramaniam, A., and Tajima, Y.. 1989. Recovery and Application of Waste Solids from Natural Rubber Latex Serum. Proc. Rubb Res. Inst Malaysia Rubb Grow Conf Malacca : 525 – 547 cite in รุจิรัตน์ ภารศิลป์. 2542.

Nordin AB Kadir Bakti and Mohd Zin Ab Karim. 1992. Growth of Schizosaccharomyces sp. on skim latex serum. Journal of natural rubber research. Malaysia : Rubber research Institute of Malaysia 7(4) : 275 - 280.

Oiki, H., Sonomoto, K., and Ishizaki, A.. 1996. Stimulation by Natural Rubber Serum Powder of the Growth of *Bifidobacterium bifidum.* J. Fac. Agr 40 (3 – 4) : 271 – 277.

Rubber Research Institute of Malaya. 1975. Treatment and Utilisation of Rubber and Palm Oil Waste. Planter's Bulletin of The Rubber Research Institute of Malaya 139 : 79 – 83. cite in กรองแก้ว สาครรัตน์. 2545.

Rungruang, N and Babel, S. 2008. Treatment of Natural Rubber Processing Wastewater by Combination of Ozonation and Activated Sludge Process. International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2008).

Sharifuddin, H. A. H. and Zaharah, A. R.. 2009. Utilization of Organic Wastes and Natural Systems in Malaysian Agriculture. Malaysia : University of Agriculture.

Tarmizi, A. M. and Mohd Tayeb, D.. 2006. Nutrient Demandes of *Tenera* Oil Palm Planted on Island Soil of Malaysia. Journal of Oil Palm Research 18 p. 204-209.

Tekasakul, P. and Tekasakul, S.. 2006. Environmental problem related to natural rubber production in Thailand. J.Aerosol Res , 21 (2):122-129

Ngoc, V. H., Thi, T. D. D., Thi, M. Y. N., Huynh, T. T. T. T., Dinuriah, I., Sharmin, S., Khai, H. M. and Nguyen Q. H. T.. 2007. Waste Abatment and Management in Natural Rubber Processing. Sector ED 78.20 Industrial Waste Abatement and Management. Asian Institute of Technology : School of Environment, Resources and development.

Thompson, L.M. and Troeh, F. R.. 1979. soils and soil fertility. Fourth edition. New Delhi : TATA McGRAW – HILL.

von Uexkull, H. R. and Fairhurst, T. H.. 1991. Fertilizing for High Yield and Quality "The Oil Palm". Translated by Nilnond C. and Onthong, J.. Thailand : Songklanakarin University.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | 6 |

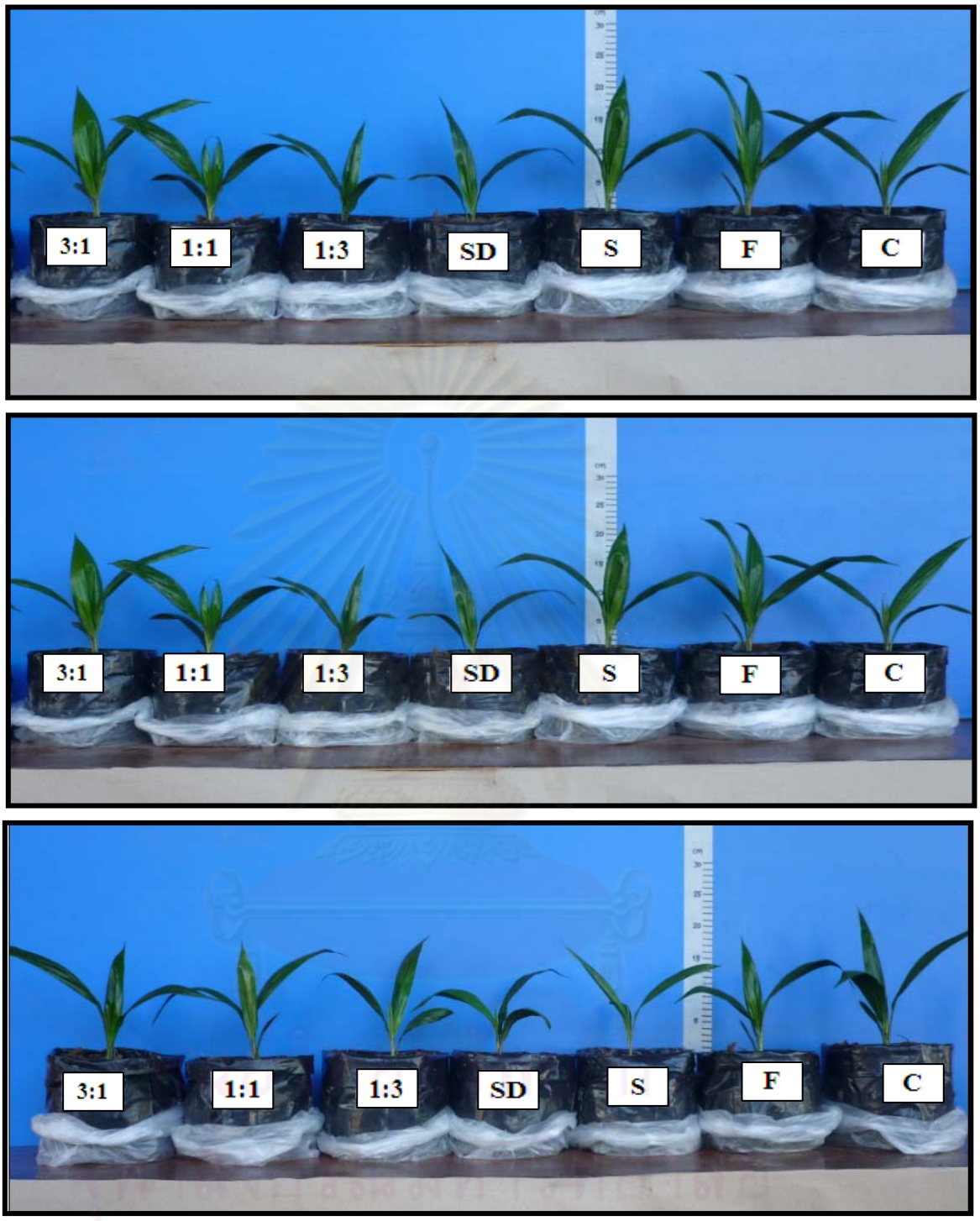
1 แหล่งกำเนิดซีรัมน้ำยางพารา
2 ซีรัมน้ำยางพาราที่ใช้ในการทดลอง
3 การผึ่งดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร
4 การทุบ ร่อนดินเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันและดินศึกษาการสะสมธาตุอาหาร
5 การบรรจุดินลงในถุงเพาะชำ
6 การหาค่าความจุความชื้นสนามของดิน

**รูปที่ ผ-1** การดำเนินการวิจัยในภาคสนาม (การเตรียมดินและสิ่งทดลอง)

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | 6 |

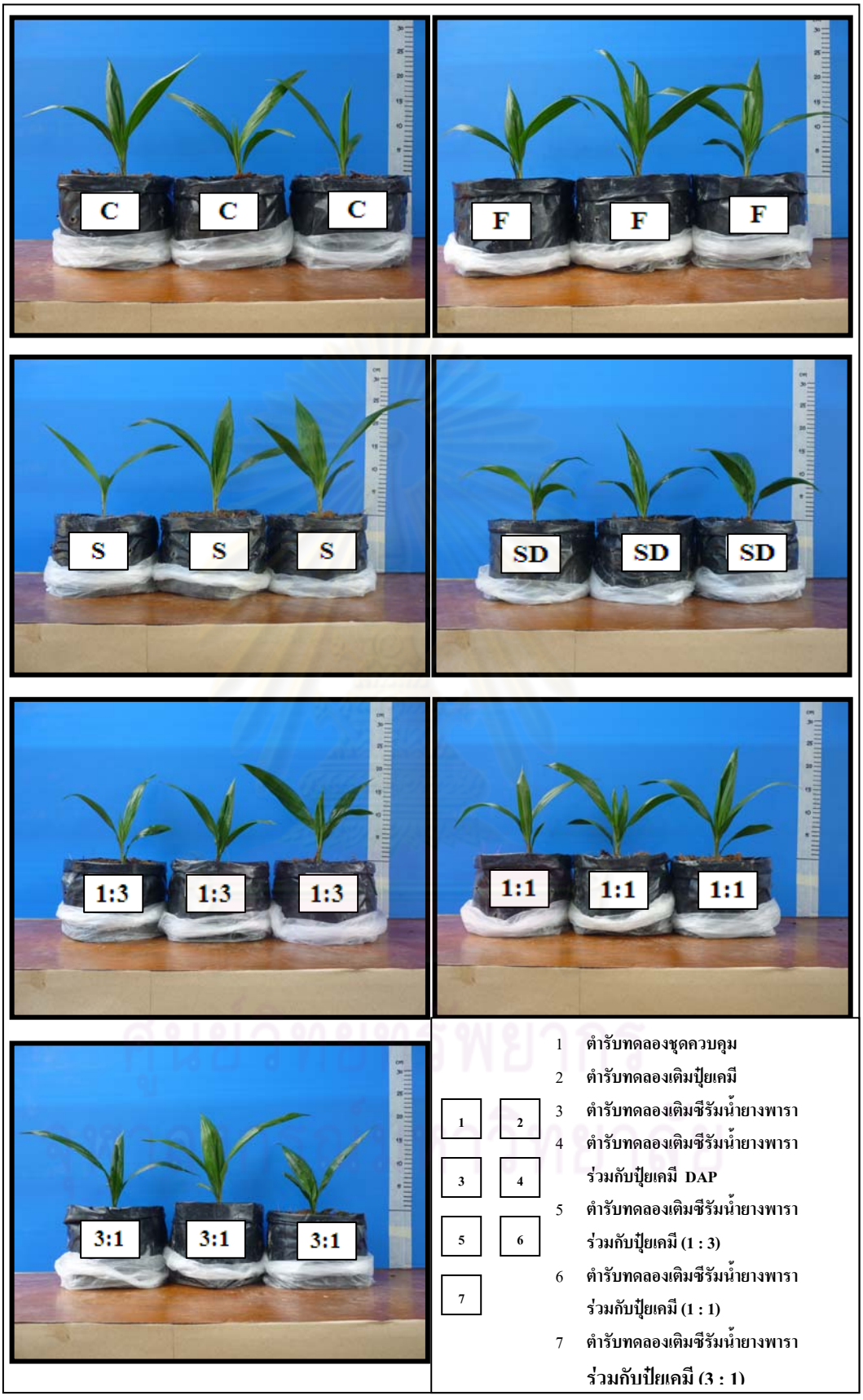
1 เมล็ดงอกปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอรา
2 ขุดหลุมลึกประมาณ 2 เซนติเมตรเพื่อปลูกเมล็ดปาล์มน้ำมัน
3 การวางเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันลงในหลุม
4 กลบหลุมปาล์มน้ำมันและคลุมด้วยขุยมะพร้าว
5 รดน้ำให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ระดับความจุความชื้นสนาม
6 ต้นกล้าเริ่มงอกเมื่ออายุ 3 สัปดาห์

**รูปที่ ผ-2** การดำเนินการวิจัยในภาคสนาม (การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน)




| | |
|---|---|
| 1 | 1 การเติบโตโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละตำรับการทดลองในซ้ำที่ 1 |
| 2 | 2 การเติบโตโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละตำรับการทดลองในซ้ำที่ 2 |
| 3 | 3 การเติบโตโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละตำรับการทดลองในซ้ำที่ 3 |

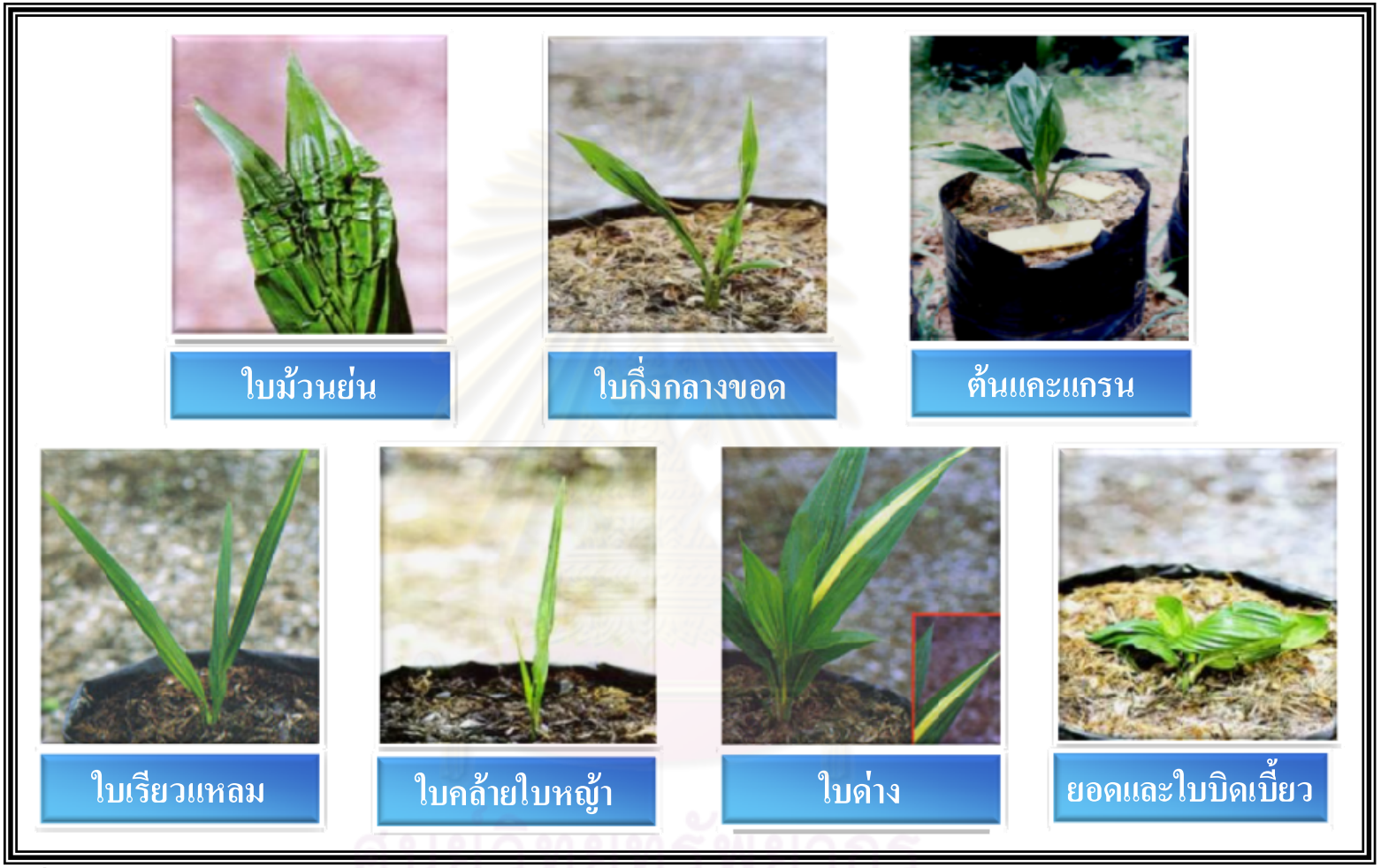
**รูปที่ ผ-3** เปรียบเทียบการเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละซ้ำ




**รูปที่ ผ-4 การเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรกในแต่ละตำรับการทดลอง**

# ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**รูปที่ ผ–5** ลักษณะอาการผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ**
**ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)**
**ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**
**เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน**
**ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547**

**ตารางที่ ผ-1 :** มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่ อาศัยและเกษตรกรรม

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| 1.สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound) | | | |
| เบนซีน (Benzene) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 6.5 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) | " | ต้องไม่เกิน 2.5 | " |
| 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane) | " | ต้อง ไม่เกิน 3.5 | " |
| 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene) | " | ต้อง ไม่เกิน 0.5 | " |
| ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2 Dichloroethylene) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 43 | " |
| ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 63 | " |
| ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) | " | ต้อง ไม่เกิน 89 | " |
| แอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 230 | " |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| สไตรีน (Styrene) | " | ต้อง ไม่เกิน1,700 | " |
| เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) | " | ต้อง ไม่เกิน 57 | " |
| โทลูอีน (Toluene) | " | ต้อง ไม่เกิน 520 | " |
| ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 28 | " |
| 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 630 | " |
| 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane) | " | ต้อง ไม่เกิน 8.4 | " |
| ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) | " | ต้อง ไม่เกิน 210 | " |
| 2. โลหะหนัก (Heavy metals) | | | |
| สารหนู (Arsenic) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 3.9 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือ วิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds) | " | ต้องไม่เกิน 37 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| | | | หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) | " | ต้องไม่เกิน 300 | ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation/Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ตะกั่ว (Lead) | " | ต้องไม่เกิน 400 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds) | " | ต้องไม่เกิน 1,800 | " |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds) | " | ต้องไม่เกิน 23 | ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts) | " | ต้องไม่เกิน 1,600 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ซีลีเนียม (Selenium) | " | ต้องไม่เกิน 390 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides) | | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| อะ ทราซีน (Atrazine) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 22 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| คลอเดน (Chlordane) | " | ต้องไม่เกิน 16 | ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 2,4-ดี (2,4-D) | " | ต้อง ไม่เกิน 690 | ใช้ วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography/Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ดีดีที (DDT) | " | ต้อง ไม่เกิน 17 | ใช้ วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ดิลดริน (Dieldrin) | " | ต้อง ไม่เกิน 0.3 | " |
| เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ) | " | ต้อง ไม่เกิน 1.1 | " |
| 7) เฮปตาคลอร์ อีพ็อกไซด์ ( | " | ต้อง ไม่เกิน 0.5 | " |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| ลินเดน (Lindane) | " | ต้องไม่เกิน 4.4 | " |
| เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) | " | ต้อง ไม่เกิน 30 | ใช้ วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่ กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 4. สารพิษอื่น ๆ | | | |
| เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 0.6 | ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ดัชนีคุณภาพดิน | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|---|---|---|
| ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) | " | ต้องไม่เกิน 11 | ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| พีซีบี (PCBs) | " | ต้องไม่เกิน 2.2 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) | " | ต้องไม่เกิน 1.5 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

**หมายเหตุวิธี** Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency)วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ ผ-2 :** วิธีการรักษาตัวอย่างดิน

| สารที่จะวิเคราะห์และตรวจสอบ (Parameter) | ภาชนะบรรจุ (Container) | การเก็บรักษา (Preservative) | ระยะเวลาที่เก็บไว้ได้ (Holding Time) |
|---|---|---|---|
| 1. สารอินทรีย์ระเหยง่าย | แก้ว | แช่เย็นที่ 4° ±2 °C | 14 วัน |
| 2) โลหะหนัก (ยกเว้น โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ และปรอทและสารประกอบปรอท) | พลาสติก หรือ แก้ว | " | 180 วัน |
| 3) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ | " | " | - 30 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 4 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| 4) ปรอทและสารประกอบปรอท | " | " | 28 วัน |
| 5) สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ | แก้ว | " | - 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| 6) เบนโซ (เอ) ไพรีน | " | " | - 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| 7) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ | พลาสติก หรือ แก้ว | " | 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง |
| 8) พีซีบี | แก้ว | " | - 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| 9) ไวนิลคลอไรด์ | " | " | 14 วัน |

หมายเหตุ : 1 ให้แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย ๆ โดยขนาดของแปลงย่อยขึ้นอยู่กับขนาดของ พื้นที่และสภาพภูมิประเทศ เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด

2 จำนวนหลุมเจาะตัวอย่างดินขึ้นอยู่กับขนาด ของพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่มีขนาด 10 – 25 ไร่ ให้เจาะตัวอย่างดินประมาณ 10 – 20 หลุม กระจายทั่วแปลง

3 ให้เจาะตัวอย่างดินในหลุมหนึ่ง ๆ จากผิวดินจนถึงระดับความลึกประมาณ 12 – 18 นิ้ว (30 – 45 เซนติเมตร) โดยให้ใช้วิธีการเจาะแบบคงสภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทั้งนี้ การเก็บตัวอย่างดินมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพดินเบื้องต้น กรณีจำเป็นต้องมีการพิสูจน์สภาพการปนเปื้อนเพื่อการฟื้นฟู ให้มีการประเมินความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและคุณภาพสิ่ง แวดล้อมในลำดับต่อไป

แหล่งที่มาประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่ง ชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การแปลผลวิเคราะห์ดิน

**ตารางที่ ผ–3 : ระดับ**อินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

| ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) | การแปลผล |
|---|---|
| < 0.5 | ต่ำมาก |
| 0.5 – 1.4 | ต่ำ |
| 1.5 – 2.9 | ปานกลาง |
| 3.0 – 4.4 | สูง |
| > 4.5 | สูงมาก |

**ตารางที่ ผ–4 :** ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) | การแปลผล |
|---|---|
| < 6 | ต่ำมาก |
| 6 - 12 | ต่ำ |
| 13 - 25 | ปานกลาง |
| 26 - 50 | สูง |
| > 50 | สูงมาก |

**ตารางที่ ผ–5 :** ระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (ppm) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) | การแปลผล |
|---|---|
| < 15 | ต่ำมาก |
| 15 - 40 | ต่ำ |
| 41 - 60 | ปานกลาง |
| 61 - 120 | สูง |
| > 120 | สูงมาก |

**ตารางที่ ผ–6 :** ระดับแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท) (สกัดด้วยแอมโมเนียมแอซิเทต)

| แคลเซียม (ppm) | การแปลผล |
|---|---|
| < 36 | ต่ำมาก |
| 36 – 120 | ต่ำ |
| 120 – 360 | ปานกลาง |
| 360 – 960 | สูง |
| > 960 | สูงมาก |

**ตารางที่ ผ–7 :** ระดับความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

| ความเป็นกรดเป็นด่าง | การแปลผล |
|---|---|
| < 4.5 | กรดรุนแรง |
| 4.5 – 5.4 | กรดจัด |
| 5.5 – 6.4 | กรดปานกลาง |
| 6.5 – 6.9 | กรดเล็กน้อย |
| 7 | กลาง |
| > 7 | ด่าง |

**ตารางที่ ผ–8 :** ระดับค่าความเค็มในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

| ค่าความเค็ม ($dSm^{-1}$) | การแปลผล |
|---|---|
| < 0 - 2 | ปกติ |
| 2 - 4 | เค็มน้อยมาก |
| 4 - 8 | เค็มน้อย |
| 8 - 16 | เค็มปานกลาง |
| > 16 | เค็มจัด |

**ตารางที่ ผ-9** : ระดับความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินตามมาตรฐานสากล (พจนีย์ มอญเจริญ,2544)

| ระดับ | ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg) |
|---|---|
| ต่ำมาก | <3.0 |
| ต่ำ | 3.0-5.0 |
| ค่อนข้างต่ำ | 5.0-10.0 |
| ปานกลาง | 10.0-15.0 |
| ค่อนข้างสูง | 15.0-20.0 |
| สูง | 20.0-30.0 |
| สูงมาก | >30.0 |

**ตารางที่ ผ-10** : ชั้นมาตรฐานของสังกะสีในดินที่เป็นประโยชน์ (ยงยุทธ โอสถสภา, มปท)

| ระดับ | ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |
|---|---|
| ต่ำมาก | น้อยกว่า 0.5 |
| ต่ำ | 0.5 - 1.0 |
| ปานกลาง | 1.1 - 3.0 |
| สูง | 3.1 - 6.0 |
| สูงมาก | มากกว่า 6.0 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนฤมล ทิมทอง เกิดเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2529 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนวัดเขาวัง (แสง ช่วงสุวนิช) จังหวัดราชบุรี ในปี พ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ จังหวัดราชบุรี ในปี พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดราชบุรี ในปี พ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ในปี พ.ศ. 2550

ในปีการศึกษา 2551 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย