# รายงานผลงานวิจัย

# ประจำปี 2549 - 2553

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

สถาบันวิจัยพืชไร่

กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ด้วยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีมีภารกิจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการผลิตปาล์มน้ำมันในด้านการปรับปรุงพันธุ์ การวิจัยเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม และการใช้ประโยชน์ผลผลิตของปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มแบบครบวงจร โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด ลดต้นทุนการผลิตตลอดจนการปรับปรุงระบบ การจัดการการผลิตเพื่อลดมลภาวะ และรักษาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องน้ำมันปาล์มเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายความต้องการของตลาดและได้มาตรฐานสากล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีจึงได้ดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ความรู้ต่างๆ ให้กับประชาชนและผู้สนใจทั่วไปในการนำไปใช้ประโยชน์

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จึงได้จัดทำรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551-2553 ซึ่งได้รวบรวมผลงานวิจัยปาล์มน้ำมันของศูนย์ฯ ที่ดำเนินการเสร็จสิ้นระหว่างปี 2551-2553 โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยต่างๆ จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและงานวิจัยปาล์มน้ำมันสืบเนื่องต่อไป

**ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี**

# สารบัญ


| | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | **แผนงานวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน** | |
| 1. | การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน | 1 |
| 2. | การสร้างสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี | 12 |
| 3. | การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม | 16 |
| 4. | การศึกษาการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ | 45 |
| 5. | ทดสอบลูกผสมกลับพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera* (ชั่วรุ่นที่ 2) | 58 |
| 6. | การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing | 64 |
| 7. | การศึกษาศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเมล็ด | 87 |
| 8. | การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันแนะนำและพันธุ์เอกชน | 90 |
| 9. | การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงของโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 2 | 96 |
| 10. | การคัดเลือกแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตลูกผสมเทเนอราที่ทนทานต่อสภาพหนาวและแล้ง | 101 |
| 11. | ศึกษาระยะปลูกของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี | 105 |
| 12. | ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยอายุกล้าต่างกัน | 109 |
| 13. | ศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม | 117 |
| 14. | การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ | 123 |
| 15. | ศึกษาการจัดการน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีในพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี | 147 |
| 16. | การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน | 154 |
| 17. | ศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง | 180 |
| 18. | ศึกษาผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในการจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี | 194 |
| 19. | ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบของปาล์มน้ำมันโดยใช้เครื่อง SPAD 502 | 235 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | **แผนงานวิจัยและพัฒนาพืชทดแทนพลังงาน** | |
| 1. | ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ต่างๆ | 245 |
| 2. | ศึกษาระบบการจัดการ การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน | 274 |
| 3. | ศึกษา model การคาดการณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมัน | 285 |
| 4. | ศึกษาระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร | 293 |
| 5. | การศึกษาระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณสมบัติของไบโอดีเซล | 303 |
| 6. | การวิจัยเทคนิคการผลิตเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันปาล์มด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน | 315 |
| 7. | การศึกษาการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น | 324 |
| 8. | การศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาดกำลังผลิต 100 ลิตร | 335 |
| 9. | การพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบผลิตไบโอดีเซลแบบแบทช์โดยใช้ปฏิกิริยา Transesterification | 349 |
| 10. | รูปแบบหลังการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันของแปลงเกษตรกรและลานเท | 361 |
| 11. | รูปแบบการจัดการปาล์มน้ำมันของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม | 371 |
| | **แผนงานวิจัยการศึกษาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป** | |
| 1. | การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช | 381 |
| | **แผนงานวิจัยและพัฒนาแปรรูปและตรวจสอบรับรองสินค้า** | |
| 1. | การสกัดวิตามินอีจากกากเส้นใยปาล์มด้วย Supercritical Fluid Extraction | 393 |

# การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน
# Study on Germplasm of Oil Palm Parents

ชุมพล เชาวนะ[1/] อรรัตน์ วงศ์ศรี[1/] เกริกชัย ธนรักษ์[1/] สุวิมล กลศึก[1/] เตือนจิตร เพ็ชรรุณ[1/]

## บทคัดย่อ

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีได้มีการรวบรวมและศึกษาเชื้อพันธุกรรม ประกอบด้วย เชื้อพันธุกรรมที่จะคัดเลือกเป็นพันธุ์พ่อแม่ มาจากแหล่งกำเนิด (origin) ที่หลากหลายและมีลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกันเช่น ทนแล้ง ต้นเตี้ย ต้านทานโรค เช่น โรคกาโนเดอมา หรือเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง, มีวิตามินเอสูง, วิตามินอีสูง) หรือพิจารณาจากความต้องการของตลาด เช่น ต้องการพันธุ์ที่คุณภาพพิเศษ เช่นมีกะลา, เนื้อในมาก มีกรดลอริคสูง เป็นต้น โดยจัดซื้อ หรือแลกเปลี่ยนกับที่อื่น หรือโดยการผสมข้ามกลุ่มพันธุ์/ชนิด เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรม การปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีลักษณะดีเพิ่มและลดลักษณะด้อยบางลักษณะลง อาจทำได้โดยการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีเด่น ทำการผสมข้ามต้นและคัดเลือกใหม่ในรุ่นต่อไป ปัจจุบัน มีเชื้อพันธุกรรมทั้งหมด ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อที่อยู่ในกลุ่ม AVROS, Ekona, Lame, Nigeria , Yangambi , DAMI และ Tanzania โดยได้ปลูกรวบรวมและศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ การให้ผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และการเจริญเติบโต ตั้งแต่ช่วงปี 2533 เป็นต้นมา

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

แนวทางวิจัยปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาคุณภาพปาล์มน้ำมันให้ได้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ใหม่ที่ผลผลิตและคุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม การจัดหาเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพและมีความหลากหลายเพิ่มเติมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะต่างๆ จึงยังคงดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และจัดหาเชื้อพันธุกรรมใหม่เพิ่มเติม โดยจัดซื้อ หรือแลกเปลี่ยนกับที่อื่น หรือโดยการผสมข้ามกลุ่มพันธุ์/ชนิด เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรม เช่น ทนแล้ง ซึ่งมีความเป็นไปได้ เนื่องจาก มีเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันหลายสายพันธุ์ ที่รวบรวมมาจากแหล่งต่างๆเช่นจากประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย ประเทศแทนซาเนีย และประเทศแคมารูน ซึ่งสามารถทนแล้งและปลูกได้ในสภาพอากาศหนาวเย็น ดังนั้นในอนาคตหากได้พันธุ์ใหม่จะทำให้มีโอกาสขยายพื้นที่ปลูกในแหล่งใหม่นอกเหนือจากภาคใต้ จึงสมควรทำการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เพื่อให้มีพันธุ์ที่มีศักยภาพเหมาะสมใช้ปลูกในสภาพแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย

กรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ในปี 2530 ได้รับการสนับสนุนจาก UNDP/FAO ในการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) ประเทศคอสตาริก้า ทวีปอเมริกากลาง เพื่อมาดำเนินการตามโครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันแห่งประเทศไทย (THA/84/007) เชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันเหล่านี้ บริษัท ASD ได้รวบรวมไว้ตั้งแต่ ค.ศ. 1968 โดยการแลกเปลี่ยนจากแหล่งต่างๆหลายประเทศ ได้แก่ Chermara Harrisons และ PORIM ประเทศมาเลเซีย, Dami ประเทศปาปัวนิวกินี, Socfin และ AVROS ประเทศอินโดนิเซีย, Lobe ประเทศแคเมอรูน, ประเทศไอวอรี่ โคสต์, และประเทศแซร์ (Escobar and Blaak 1990) การดำเนินงานเริ่มแรกได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ โดยนำวิธีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบ Reciprocal Recurrent Selection มาปรับใช้ ซึ่งดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ในกลุ่มประชากร 2 กลุ่มพร้อมกัน คือ กลุ่มประชากรดูรา เป็นแหล่งพันธุกรรมของแม่พันธุ์ และกลุ่มประชากรเทเนอรา/พิสิเฟอราเป็นแหล่งพันธุกรรมของพ่อพันธุ์เชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันที่นำเข้ามายังประเทศไทย มีประวัติรวบรวมมาจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

**ประชากรเทเนอรา/พิสิเฟอรา (Tenera /Pisifera Population)**

1. SP 540 (BM 119)
2. DAMI
3. Ekona population (Lobe Cameroon)
4. IRHO-Lame program (Ivory Coast)
5. Nigerian Tenera (selected in Ghana)
6. Yangambi
7. Tanzania Tenara

**ประชากรดูรา (Dura Population)**

1. Deli Dura from Chemera breeding population of restricted origin (BPRO)
2. Deli Dura from Serdang-Chemera
3. Deli Dura from Socfin BPRO, Indonesia
4. Composite lines: Deli x Avros และ Deli x Ekona
5. African Dura (Kazemba)

**ปาล์มน้ำมัน ชนิด *E.oleifera* และลูกผสมข้ามสปีชี่ส์**

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ ที่ได้จากการผสมตัวเองและทำการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์กลุ่มต่างๆ คู่ผสมละ 200 –500 เมล็ด เพาะเป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 1 ปี

2. อุปกรณ์ในการดำเนินการทดลอง และการดูแลรักษา เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรค และแมลงตามคำแนะนำของกองกีฏวิทยาและสัตววิทยา สารเคมีกำจัดวัชพืช

3. วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้วัดผลผลิต การเจริญเติบโต และการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน ตู้ดูดความความชื้น เป็นต้น

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบ Randomized Complete Block Design (RCB) มี 4 ซ้ำ จำนวน 16-20 ต้นต่อแปลงทดลองย่อย (plot)

2 .กรรมวิธี ประกอบด้วย สายพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธีต่างๆ

3. การปฏิบัติดูแลรักษา

-กำจัดวัชพืช และตัดแต่งทางใบก่อนการใส่ปุ๋ย

- การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำทางวิชาการในอัตราตามอายุพืช แบ่งใส่ตามคำแนะนำตามหลักเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน

4. การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวทะลายสดเมื่อสุกแก่ รอบของการเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วันต่อครั้ง

**การบันทึกข้อมูล**

1 ผลผลิตทะลายสดต่อต้น ทำการเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักทะลาย ในพื้นที่เก็บเกี่ยว (จำนวน 16–20 ต้นต่อแปลงย่อย) หาค่าเฉลี่ยต่อต้น และคำนวณเป็นผลผลิตทะลายสดต่อไร่

2. จำนวนทะลายต่อต้น นับจำนวนทะลายแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว (จำนวน 16-20 ต้นต่อแปลงย่อย) รวม และหาค่าเฉลี่ยจำนวนทะลายต่อต้น และคำนวณเป็นจำนวนทะลายต่อไร่

3. การเจริญเติบโต วัดลักษณะต่างๆปีละครั้ง ตามวิธีการของ Corley and Breure, 1988 โดยแต่ละคู่ผสมในแต่ละแปลงย่อย ทำการวัดการเจริญเติบโตจาก 8 ต้น ดังนี้

3.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 หาค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวของใบย่อย จำนวน 3 คู่ (ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของทางใบ) คูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

3.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายของแกนทาง (tip of rachis)

3.3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี วัดความกว้าง และตามลึกของก้านแกนทางตรงตำแหน่ง ที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทางของทางใบที่ 1

3.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 6 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 ปีต่อไปวัดความสูงจากทางใบที่ 41 (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย สุ่มทะลายจากต้นเทเนอร่าของแต่ละคู่ผสม จำนวน 30-50 ทะลายต่อปี ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi, 1978 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การสกัดน้ำมันดิบใช้วิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลที่ศึกษา ประกอบด้วย

- ก้านทะลาย
- น้ำหนักผลเฉลี่ย
- กะลา/ผล (%)
- น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%)
- น้ำมัน/ทะลาย (%)
- การติดผล (%)
- เปลือกนอกสด/ผล (%)
- เนื้อใน/ผล (%)
- น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%)

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2549 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ข้อมูลเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์** จำแนกเป็นแม่พันธุ์ดูรา 37 สายพันธุ์ และพ่อพันธุ์เทเนอรา/พิสิเฟอรา 41 สายพันธุ์

**2. คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ดังนี้**

ต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 067 (C2120 : 184D SELF) DURA SELF ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 113 ต้น (ตารางภาคผนวกที่ 1)

ต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 089 (C2120 : 184D x HC 133 : 1288D) DURA. TOPC ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 116 ต้น (ตารางภาคผนวกที่ 2)

ต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 080 (C2120 : 184D x MAR559 : 113D) DURA. INTC. ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 130 ต้น (ตารางภาคผนวกที่ 3)

ต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 078 (C2120 : 184D x DAM564 : 693D) DURA. INTC. ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 75 ต้น (ตารางภาคผนวกที่ 4)

ต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 083 (C2120 : 184D x CHE137 : 87D) BRD 921 ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 117 ต้น (ตารางภาคผนวกที่ 5)

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ได้ข้อมูลเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์จำแนกเป็นแม่พันธุ์ดูรา 37 สายพันธุ์ และพ่อพันธุ์เทเนอรา/พิสิเฟอรา 41 สายพันธุ์

2. ได้คัดเลือกต้นพันธุ์ที่ดีเด่นสร้างคู่ผสมเพื่อทดสอบหาคู่ผสมที่ดีเด่น

3. คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์จำแนกเป็นแม่พันธุ์ดูรา 37 สายพันธุ์ และพ่อพันธุ์เทเนอรา/ พิสิเฟอรา 41 สายพันธุ์

2. ผลิตพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1- 7 เพื่อจำหน่าย จ่ายแจกให้เกษตรกร

## คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร ในการสนับสนุนการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมและให้ทุนผู้ปฏิบัติงานได้รับการฝึกอบรม และดูงาน ขอขอบพระคุณ UNDP/FAO ที่ให้การสนับสนุนทุนและผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ, และขอขอบคุณ คุณศิริชัย มามีวัฒนะ นักปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์บริการ ที่ได้วิเคราะห์ตัวอย่างปาล์มน้ำมัน เจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยวิจัย ที่ปฏิบัติงานทุกท่าน ตลอดจนเจ้าที่ฝ่ายบันทึกข้อมูลที่ได้รวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยนี้

# เอกสารอ้างอิง

Escobar R. and Blaak. 1990. **Thailand Oil Palm Breeding programme**. Thailand Oil Palm Research and Development Project. 63 pp.

Escobar R. 2001. **Oil Palm Breeding programme-Second Cycle**. Consultant's Report (Working paper) to FAO. Suratthani Horticuture Research Centre. Department of Agriculture . Thailand. 40 pp.

# ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** หมายเลขต้นพันธุ์จาก แม่พันธุ์ 067 (C2120 : 184D SELF) DURA SELFที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน

| แม่พันธุ์ 067 (C2120 : 184D SELF) DURA SELF | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **แม่พันธุ์ 067** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** |
| **BRD 921** | 1 | **739** | 26 | **476** | 51 | **720** | **นอก Plot** | | | |
| | 2 | **740** | 27 | **477** | 52 | **721** | 1 | **370** | 25 | **40** |
| | 3 | **741** | 28 | **478** | 53 | **722** | 2 | **371** | 26 | **39** |
| | 4 | **743** | 29 | **520** | 54 | **723** | 3 | **372** | 27 | **38** |
| | 5 | **790** | 30 | **521** | 55 | **724** | 4 | **373** | 28 | **37** |
| | 6 | **791** | 31 | **522** | 56 | **278** | 5 | **374** | 29 | **47** |
| | 7 | **792** | 32 | **523** | 57 | **279** | 6 | **377** | 30 | **48** |
| | 8 | **793** | 33 | **558** | 58 | **280** | 7 | **376** | 31 | **49** |
| | 9 | **794** | 34 | **559** | 59 | **281** | 8 | **375** | 32 | **35** |
| | 10 | **797** | 35 | **561** | 60 | **282** | 9 | **292** | 33 | **34** |
| | 11 | **798** | 36 | **562** | 61 | **301** | 10 | **293** | 34 | **50** |
| | 12 | **799** | 37 | **596** | 62 | **302** | 11 | **294** | 35 | **51** |
| | 13 | **800** | 38 | **597** | 63 | **303** | 12 | **295** | 36 | **33** |
| | 14 | **801** | 39 | **598** | 64 | **304** | 13 | **290** | 37 | **52** |
| | 15 | **835** | 40 | **599** | 65 | **305** | 14 | **289** | 38 | **32** |
| | 16 | **836** | 41 | **600** | 66 | **360** | 15 | **209** | 39 | **53** |
| | 17 | **837** | 42 | **647** | 67 | **361** | 16 | **207** | 40 | **54** |
| | 18 | **838** | 43 | **648** | 68 | **362** | 17 | **210** | | |
| | 19 | **437** | 44 | **649** | 69 | **385** | 18 | **211** | | |
| | 20 | **438** | 45 | **650** | 70 | **386** | 19 | **206** | | |
| | 21 | **439** | 46 | **651** | 71 | **387** | 20 | **127** | | |
| | 22 | **440** | 47 | **678** | 72 | **388** | 21 | **44** | | |
| | 23 | **441** | 48 | **679** | 73 | **389** | 22 | **43** | | |
| | 24 | **474** | 49 | **680** | | | 23 | **42** | | |
| | 25 | **475** | 50 | **681** | | | 24 | **41** | | |

**ตารางผนวกที่ 2** หมายเลขต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 089 (C2120 : 184D x HC 133 : 1288D) DURA. TOPC ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน

| | แม่พันธุ์ 089 (C2120 : 184D x HC 133 : 1288D) DURA. TOPC. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **แม่พันธุ์ 089** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** |
| **BRD 914** | 1 | **72** | 29 | **747** | 57 | **1473** | 85 | **1637** | 113 | **1923** |
| | 2 | **73** | 30 | **748** | 58 | **1474** | 86 | **1638** | 114 | **1924** |
| | 3 | **74** | 31 | **749** | 59 | **1475** | 87 | **1640** | 115 | **1925** |
| | 4 | **75** | 32 | **750** | 60 | **1476** | 88 | **1641** | 116 | **1927** |
| | 5 | **76** | 33 | **784** | 61 | **1477** | 89 | **1642** | | |
| | 6 | **109** | 34 | **785** | 62 | **1478** | 90 | **1719** | | |
| | 7 | **110** | 35 | **786** | 63 | **1480** | 91 | **1720** | | |
| | 8 | **111** | 36 | **788** | 64 | **1481** | 92 | **1796** | | |
| | 9 | **112** | 37 | **671** | 65 | **1482** | 93 | **1797** | | |
| | 10 | **113** | 38 | **673** | 66 | **1483** | 94 | **1798** | | |
| | 11 | **135** | 39 | **674** | 67 | **1484** | 95 | **1799** | | |
| | 12 | **137** | 40 | **688** | 68 | **1485** | 96 | **1865** | | |
| | 13 | **138** | 41 | **757** | 69 | **1552** | 97 | **1866** | | |
| | 14 | **139** | 42 | **758** | 70 | **1553** | 98 | **1871** | | |
| | 15 | **172** | 43 | **759** | 71 | **1554** | 99 | **1810** | | |
| | 16 | **173** | 44 | **760** | 72 | **1555** | 100 | **1811** | | |
| | 17 | **174** | 45 | **761** | 73 | **1556** | 101 | **1812** | | |
| | 18 | **175** | 46 | **776** | 74 | **1557** | 102 | **1813** | | |
| | 19 | **176** | 47 | **777** | 75 | **1560** | 103 | **1814** | | |
| | 20 | **661** | 48 | **778** | 76 | **1561** | 104 | **1849** | | |
| | 21 | **662** | 49 | **1443** | 77 | **1562** | 105 | **1850** | | |
| | 22 | **663** | 50 | **1445** | 78 | **1563** | 106 | **1851** | | |
| | 23 | **664** | 51 | **1447** | 79 | **1564** | 107 | **1852** | | |
| | 24 | **665** | 52 | **1448** | 80 | **1566** | 108 | **1853** | | |
| | 25 | **698** | 53 | **1449** | 81 | **1657** | 109 | **1882** | | |
| | 26 | **699** | 54 | **1450** | 82 | **1634** | 110 | **1883** | | |
| | 27 | **700** | 55 | **1451** | 83 | **1635** | 111 | **1885** | | |
| | 28 | **701** | 56 | **1452** | 84 | **1636** | 112 | **1886** | | |

**ตารางผนวกที่ 3** หมายเลขต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 080 C2120 : 184D x MAR559 : 113D DURA. INTC. ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน

| แม่พันธุ์ 080 C2120 : 184D x MAR559 : 113D DURA. INTC. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **แม่พันธุ์080** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** |
| **BRD 914** | 1 | **56** | 29 | **730** | 57 | **1108** | 85 | **684** | 113 | **1646** |
| | 2 | **57** | 30 | **731** | 58 | **1066** | 86 | **685** | 114 | **1645** |
| | 3 | **58** | 31 | **732** | 59 | **1023** | 87 | **686** | 115 | **1644** |
| | 4 | **60** | 32 | **733** | 60 | **932** | 88 | **687** | 116 | **1643** |
| | 5 | **82** | 33 | **801** | 61 | **880** | 89 | **762** | 117 | **1718** |
| | 6 | **83** | 34 | **802** | 62 | **837** | 90 | **763** | 118 | **1717** |
| | 7 | **84** | 35 | **803** | 63 | **789** | 91 | **764** | 119 | **1715** |
| | 8 | **85** | 36 | **804** | 64 | **746** | 92 | **765** | 120 | **1714** |
| | 9 | **99** | 37 | **805** | 65 | **703** | 93 | **766** | 121 | **1725** |
| | 10 | **100** | 38 | **393** | 66 | **660** | 94 | **769** | 122 | **1724** |
| | 11 | **101** | 39 | **466** | 67 | **621** | 95 | **770** | 123 | **1723** |
| | 12 | **102** | 40 | **499** | 68 | **578** | 96 | **771** | 124 | **1722** |
| | 13 | **103** | 41 | **622** | 69 | **543** | 97 | **1520** | 125 | **1721** |
| | 14 | **145** | 42 | **659** | 70 | **465** | 98 | **1521** | 126 | **1794** |
| | 15 | **146** | 43 | **704** | 71 | **422** | 99 | **1522** | 127 | **1793** |
| | 16 | **147** | 44 | **745** | 72 | **392** | 100 | **1523** | 128 | **1792** |
| | 17 | **148** | 45 | **790** | 73 | **349** | 101 | **1524** | 129 | **1791** |
| | 18 | **149** | 46 | **836** | 74 | **320** | 102 | **1595** | 130 | **1790** |
| | 19 | **164** | 47 | **931** | 75 | **277** | 103 | **1596** | | |
| | 20 | **165** | 48 | **1022** | 76 | **248** | 104 | **1598** | | |
| | 21 | **166** | 49 | **1067** | 77 | **205** | 105 | **1603** | | |
| | 22 | **644** | 50 | **1107** | 78 | **177** | 106 | **1604** | | |
| | 23 | **645** | 51 | **1152** | 79 | **134** | 107 | **1605** | | |
| | 24 | **646** | 52 | **1188** | 80 | **114** | 108 | **1676** | | |
| | 25 | **647** | 53 | **1233** | 81 | **676** | 109 | **1677** | | |
| | 26 | **648** | 54 | **1265** | 82 | **677** | 110 | **1678** | | |
| | 27 | **716** | 55 | **1310** | 83 | **678** | 111 | **1679** | | |
| | 28 | **717** | 56 | **1309** | 84 | **679** | 112 | **1647** | | |

**ตารางผนวกที่ 4** หมายเลขต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 078 C2120 : 184D x DAM564 : 693D) DURA. INTC. ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน

| แม่พันธุ์ 078 (C2120 : 184D x DAM564 : 693D) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **แม่พันธุ์ 078** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** |
| **BRD 903** | 1 | **190** | 31 | **272** | 61 | **1139** | **นอก plot** | |
| | 2 | **191** | 32 | **273** | 62 | **1151** | 1 | **1240** |
| | 3 | **192** | 33 | **617** | 63 | **1153** | 2 | **1256** |
| | 4 | **193** | 34 | **618** | 64 | **1154** | 3 | **1260** |
| | 5 | **194** | 35 | **663** | 65 | **1155** | 4 | **1269** |
| | 6 | **195** | 36 | **664** | 66 | **1179** | 5 | **1270** |
| | 7 | **196** | 37 | **665** | 67 | **1180** | | |
| | 8 | **197** | 38 | **698** | 68 | **1181** | | |
| | 9 | **198** | 39 | **699** | 69 | **1182** | | |
| | 10 | **199** | 40 | **700** | 70 | **1183** | | |
| | 11 | **254** | 41 | **702** | | | | |
| | 12 | **255** | 42 | **738** | | | | |
| | 13 | **256** | 43 | **739** | | | | |
| | 14 | **257** | 44 | **741** | | | | |
| | 15 | **258** | 45 | **781** | | | | |
| | 16 | **260** | 46 | **783** | | | | |
| | 17 | **261** | 47 | **784** | | | | |
| | 18 | **263** | 48 | **820** | | | | |
| | 19 | **180** | 49 | **821** | | | | |
| | 20 | **181** | 50 | **822** | | | | |
| | 21 | **182** | 51 | **824** | | | | |
| | 22 | **207** | 52 | **1104** | | | | |
| | 23 | **208** | 53 | **1105** | | | | |
| | 24 | **244** | 54 | **1106** | | | | |
| | 25 | **246** | 55 | **1107** | | | | |
| | 26 | **247** | 56 | **1108** | | | | |
| | 27 | **248** | 57 | **1135** | | | | |
| | 28 | **269** | 58 | **1136** | | | | |
| | 29 | **270** | 59 | **1137** | | | | |
| | 30 | **271** | 60 | **1138** | | | | |

**ตารางผนวกที่ 5** หมายเลขต้นพันธุ์จากแม่พันธุ์ 083 (C2120 : 184D x CHE137 : 87D) BRD 921 ที่ได้คัดเลือกตามเกณฑ์มาตรฐาน

| แม่พันธุ์ 083 (C2120 : 184D x CHE137 : 87D) BRD 921 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **แม่พันธุ์ 083** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** | **ลำดับที่** | **เบอร์ต้น** |
| **BRD 921** | 1 | **253** | 26 | **140** | 51 | **677** | **นอก Plot** | | | |
| | 2 | **254** | 27 | **141** | 52 | **728** | 1 | **498** | 25 | **166** |
| | 3 | **256** | 28 | **142** | 53 | **729** | 2 | **497** | 26 | **165** |
| | 4 | **257** | 29 | **191** | 54 | **283** | 3 | **494** | 27 | **164** |
| | 5 | **326** | 30 | **192** | 55 | **284** | 4 | **421** | 28 | **163** |
| | 6 | **327** | 31 | **193** | 56 | **285** | 5 | **420** | 29 | **84** |
| | 7 | **328** | 32 | **194** | 57 | **287** | 6 | **418** | 30 | **85** |
| | 8 | **329** | 33 | **195** | 58 | **296** | 7 | **417** | 31 | **86** |
| | 9 | **330** | 34 | **222** | 59 | **297** | 8 | **416** | 32 | **87** |
| | 10 | **335** | 35 | **223** | 60 | **298** | 9 | **415** | 33 | **83** |
| | 11 | **336** | 36 | **224** | 61 | **299** | 10 | **334** | 34 | **82** |
| | 12 | **337** | 37 | **225** | 62 | **300** | 11 | **333** | 35 | **81** |
| | 13 | **338** | 38 | **226** | 63 | **365** | 12 | **332** | 36 | **80** |
| | 14 | **339** | 39 | **592** | 64 | **366** | 13 | **331** | 37 | **79** |
| | 15 | **410** | 40 | **593** | 65 | **367** | 14 | **330** | 38 | **78** |
| | 16 | **411** | 41 | **594** | 66 | **368** | 15 | **250** | 39 | **1** |
| | 17 | **412** | 42 | **595** | 67 | **369** | 16 | **251** | 40 | **2** |
| | 18 | **413** | 43 | **652** | 68 | **380** | 17 | **252** | 41 | **3** |
| | 19 | **414** | 44 | **653** | 69 | **381** | 18 | **249** | 42 | **4** |
| | 20 | **110** | 45 | **655** | 70 | **382** | 19 | **248** | 43 | **5** |
| | 21 | **111** | 46 | **656** | 71 | **383** | 20 | **247** | 44 | **6** |
| | 22 | **112** | 47 | **673** | 72 | **384** | 21 | **167** | 45 | **7** |
| | 23 | **113** | 48 | **674** | | | 22 | **168** | | |
| | 24 | **138** | 49 | **675** | | | 23 | **169** | | |
| | 25 | **139** | 50 | **676** | | | 24 | **170** | | |

| Parentage | | Cross |
|---|---|---|
| Female | Male | No. |
| C306:20T | CAM241:216T | 143 |
| C408:112T | HC129:933T | 145 |
| C408:112T | C42:67D | 146 |
| C281:37T | HC129:933T | 147 |
| C377:116T | C9023:73T | 148 |
| S294:49T | C9023:73T | 151 |
| S299:139T | HC129:933T | 152 |
| Parentage | | Cross |
| Female | Male | No. |
| MAN595:368D | MAN602:550D | 153 |
| MAN601:535D | MAN602:550D | 154 |
| MAN602:583D | MAN602:550D | 155 |
| S151:120D | MAN602:550D | 156 |

# การสร้างสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี
# Establishment of Surat-Thani Oil Palm Hybrid Seed Garden

สุรกิตติ ศรีกุล[2/] โกมล เจริญศรี[1/] เกริกชัย ธนรักษ์[1/]

## บทคัดย่อ

ได้ทำการสร้างสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี จำนวน 500 ไร่ โดยมี 2 แห่งคือ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 100 ไร่ และ ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี 400 ไร่ โดยที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี มีสวนแม่พันธุ์ 067 จำนวน 100 ไร่ และได้คัดเลือกเป็นแม่พันธุ์ได้ 67 ต้น และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี มีสวนแม่พันธุ์ 067 จำนวน 300 ไร่ คัดเลือกเป็นแม่พันธุ์ได้ 610 ต้น และ มีสวนพ่อพันธุ์ 106 จำนวน 100 ไร่ คัดเลือกเป็นพ่อพันธุ์ได้ 230 ต้น ซึ่งรวมกันได้ แม่พันธุ์ ทั้งหมด 677 ต้น และพ่อพันธุ์ 230 ต้น สำหรับใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ซึ่งคาดว่าสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณ 5 ล้านเมล็ดต่อปี

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ด้วยคณะรัฐมนตรีมีมติ เห็นชอบยุทธศาสตร์ การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เสนอ และให้จัดทำแผนปฏิบัติการตามยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล โดยยุทธศาสตร์จะคลอบคลุมการเกษตรอย่างครบถ้วน ตั้งแต่การจัดเตรียมพื้นที่ปลูก เป้าหมายการผลิต การจัดหาปัจจัยการผลิต เช่น ต้นกล้าพันธุ์ดี เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการใช้ไบโอดีเซล 85 ล้านลิตร/วัน หรือ 31,100 ล้านลิตร/ปี ภายในปี 2558 และคณะรัฐมนตรีได้มีมติ ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินการโครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน ในลักษณะโครงการนำร่องเฉพาะพื้นที่ที่เห็นว่ามีศักยภาพ และมีความพร้อมก่อน เช่น พื้นที่ภาคตะวันออกในจังหวัดจันทบุรี ตราด และระยองบางส่วน พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางจังหวัด ในจังหวัดหนองคาย พื้นที่ภาคใต้ และพื้นที่ที่อยู่ในความดูแลของกระทรวงกลาโหม เป็นต้น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดพื้นที่โครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน ปี 2549 จำนวน 720,000 ไร่ ซึ่งเฉพาะปี 2549 ต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีประมาณ 21.60 ล้านเมล็ด

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดีได้เพียงพอกับความต้องการ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศในราคาแพง ทำให้เกษตรกรต้องพึ่งตนเองด้วยการจัดหาพันธุ์ปาล์มจากเพื่อนบ้าน หรือจากแหล่งเพาะชำกล้าที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื่องจากขาดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องถึงผลของการใช้พันธุ์ปาล์มที่ไม่ถูกต้องในการเพาะปลูก ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่และคุณภาพน้ำมันต่ำ ในปัจจุบัน รัฐและหน่วยงานเอกชนก็ยังไม่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดี และพัฒนาหาพันธุ์ปาล์มดีที่มีคุณภาพเพิ่มสูงขึ้นได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากขาดงบประมาณสนับสนุนอย่างจริงจังจากรัฐบาล และหากไม่มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้อย่างจริงจังและเร่งด่วนโอกาสที่ไทยจะพึ่งตนเองในเรื่องเมล็ดพันธุ์ปาล์มคงเป็นไปได้ยากในอนาคต สำหรับในอนาคตที่ต้องการใช้น้ำมันไบโอดีเซล 10% ของการใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมด (B10) ประเทศไทยจะต้องขยายพื้นที่ปลูกอีกประมาณ 10 ล้านไร่ ซึ่งต้องการเมล็ดพันธุ์ทั้งสิ้น 300 ล้านเมล็ด ดังนั้นจึงสมควรเร่งรัดการขยายกำลังการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันภายในประเทศให้ได้ภายในระยะเวลา 5 ปี

กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของไทย โดยเริ่มวิจัยตั้งแต่ปี 2531 จนถึงปัจจุบัน และได้สายพันธุ์ที่ดีเด่นไม่น้อยกว่า 6 คู่ผสม เพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้สอดคล้องต่อความต้องการของเกษตรกร และนโยบายของรัฐบาล ดังนั้นจึงสมควรขยายฐานกำลังการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มากขึ้น โดยขยายสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ให้มากขึ้นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ให้เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี จำนวน 500 ไร่

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ต้นพ่อ และแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน แม่พันธุ์ หมายเลข 067 (Dura Self) พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 และ 109 (Tenera Self) สำหรับใช้ผสมเพื่อ เป็นต้นพ่อ และแม่
2. อุปกรณ์การผสมละอองเกสร และ อุปกรณ์สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์
3. แปลงเพาะต้นกล้า และอุปกรณ์ต่างๆ
4. ปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
5. อุปกรณ์เครื่องมือวัดการเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
6. สารเคมี และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ดินและใบ

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. ทำการคัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ต้นที่ดีเด่น
2. ผสมละอองเกสรต้นที่ทำการคัดเลือกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์
3. ผลิตเป็นเมล็ดงอก และ เพาะเลี้ยงต้นกล้าในแปลงอนุบาลต้นกล้า
4. คัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์ปลูกในแปลงพ่อและแม่พันธุ์

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเจริญเติบโต คือ จำนวนทางใบเพิ่ม (LER) พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (PCS) พื้นที่ใบ (LAI)
2. ผลผลิต และน้ำมันของปาล์มน้ำมัน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี จำนวน 400 ไร่

ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี จำนวน 100 ไร่

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การคัดเลือกต้นพ่อ และแม่พันธุ์**

วางแผนการผสมพันธุ์ แบบการผสมตัวเอง (Dura – self, Tenera – self และ Tenera x Pisifera) สายพันธุ์แม่ และพ่อ ของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 เพื่อเป็นการเพิ่มต้นพันธุ์พ่อ และแม่ ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (D x P)

| แม่ และพ่อพันธุ์ | ปาล์มน้ำมันลูกผสม | จำนวน (ต้น) | หมายเลขต้น |
|---|---|---|---|
| แม่พันธุ์ หมายเลข 067 (Dura Self) | สุราษฎร์ธานี 1 และ 2 | 4 | 649, 682, 293, 303 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 (Tenera Self) | สุราษฎร์ธานี 2 | 1 | 238 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 109 (Tenera Self) | สุราษฎร์ธานี 1 | 1 | 336 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 (Tenera x Pisifera) | สุราษฎร์ธานี 2 | 2 | 238Tx198P |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 109 (Tenera x Pisifera) | สุราษฎร์ธานี 1 | 4 | 336Tx168P |

**2. การผสมพันธุ์ และการผลิตเมล็ดพันธุ์**

ได้ทำการเริ่มผสมพันธุ์ตามแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่ เดือน มีนาคม 2547 ได้ผลการผสมพันธุ์ดังนี้

| แม่พันธุ์ และพ่อพันธุ์ | ผสม | เก็บเกี่ยว | เมล็ดงอก |
|---|---|---|---|
| แม่พันธุ์ หมายเลข 067 (Dura Self) | 35 | 18 | 4,185 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 (Tenera Self) | 3 | 3 | 2,591 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 109 (Tenera Self) | 3 | 1 | |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 (Tenera x Pisifera) | 6 | 3 | |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 109 (Tenera x Pisifera) | 4 | 3 | |

**3. การสร้างแปลงพ่อ และแม่พันธุ์**

ปลูกต้นพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน เดือน สิงหาคม-พฤศจิกายน 2549 พื้นที่ที่ทำการสร้างแปลงพ่อ และแม่พันธุ์ มี 2 แห่ง ดังนี้

1. ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 400 ไร่ โดยแบ่งเป็น แปลงแม่พันธุ์ 300 ไร่ และ แปลงพ่อพันธุ์ 100 ไร่
2. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 100 ไร่ แปลงแม่พันธุ์ 100 ไร่

**4. การคัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์**

ผลการคัดเลือกต้นพ่อ และแม่พันธุ์ตามมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร ได้พ่อและแม่พันธุ์ ดังนี้

| ชนิดแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ | แปลง | จำนวน (ต้น) |
|---|---|---|
| แม่พันธุ์ หมายเลข 067 | ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี | 77 |
| | ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี | 610 |
| พ่อพันธุ์ หมายเลข 106 | ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี | 230 |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้ทำการสร้างสวนพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี จำนวน 500 ไร่ โดยมี 2 แห่งคือ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 100 ไร่ และ ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี 400 ไร่ โดยที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี มีสวนแม่พันธุ์ 067 จำนวน 100 ไร่ และได้คัดเลือกเป็นแม่พันธุ์ได้ 67 ต้น และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี มีสวนแม่พันธุ์ 067 จำนวน 300 ไร่ คัดเลือกเป็นแม่พันธุ์ได้ 610 ต้น และ มีสวนพ่อพันธุ์ 106 จำนวน 100 ไร่ คัดเลือกเป็นพ่อพันธุ์ได้ 230 ต้น ซึ่งรวมกันได้ แม่พันธุ์ ทั้งหมด 677 ต้น และพ่อพันธุ์ 230 ต้น สำหรับใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ซึ่งคาดว่าสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ ประมาณ 5 ล้านเมล็ดต่อปี

# การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม

# Progeny Test of Oil Palm : Breeding Program cycle II

อรรัตน์ วงศ์ศรี[1/] สุวิมล กลศึก[1/] ชุมพล เชาวนะ[1/] ยิ่งนิยม ริยาพันธ์[1/]
เกริกชัย ธนรักษ์[1/] เตือนจิตร เพ็ชรรุณ[1/]

## บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตทะลายสดและผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบสูง องค์ประกอบทะลายดีกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในช่วงปี 2545 – 2549 ได้ทำการทดสอบคู่ผสมปาล์มน้ำมัน (D x T) ที่ได้จากการผสมพันธุ์ภายในประเทศ จำนวน 69 คู่ผสม โดยดำเนินการปลูก จำนวน 6 กลุ่ม หรือ 6 แปลงย่อย เนื่องจากคู่ผสมปาล์มน้ำมันที่ผสมได้มีอายุไม่เท่ากัน วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 - 4 ซ้ำ สถานที่ทดลอง ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี การดำเนินงานในช่วงปี 2549-2553 เป็นการดูแลรักษาต่อเนื่อง และได้บันทึกข้อมูลตามแบบแผนงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ผลการทดลองแปลง BRD 031 พบว่า คู่ผสมที่มีลักษณะดีและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่หมายเลข 173, 181, 197, 198, 207 และ 214 เมื่ออายุ 7 ปี มีการติดผล 71.89 - 77.94 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 73.10 – 87.24 เปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผล 6.98 - 14.11 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในต่อผล 7.22 - 12.79 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันต่อเปลือกนอกแห้ง 65.23 - 67.94 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันต่อทะลาย 22.33 -29.41 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งคู่ผสมหมายเลข 198 (Deli x Tanzania) ได้รับการรับรองเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ชื่อว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3,646 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร 6.6 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์น้ำมันดิบเฉลี่ย 24 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อในต่อผลสูง เฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการทดสอบแปลง BRD 043 พบว่า คู่ผสมที่มีลักษณะดีและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่ หมายเลข 2, 8, 19, 21 และ 22 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4 ปี (อายุ 3-6 ปี) 93-97 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,120-2,211 กก.ต่อไร่ต่อปี และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่า 130 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 แต่สูงกว่าพันธุ์มาตรฐานและคู่ผสมอื่น นอกจากนี้ คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 มีน้ำหนักผลต่อทะลาย 74-80 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 82 – 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันต่อทะลายพบว่า มีมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นคู่ผสมหมายเลข 19 และ 26 มีเปลือกนอกสดต่อผลน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบแปลง BRD 044 พบว่า คู่ผสมหมายเลข 17 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย(อายุ 4-6 ปี) 129 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,941 กก.ต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 15.9 ทะลายต่อปีและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย 8.8 กก.ต่อทะลาย สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆ และองค์ประกอบทะลายของคู่ผสมหมายเลข 17 อยู่ในเกณฑ์สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด ดังนั้น การผลิตพันธุ์ดีจะได้ทำการคัดต้นแม่พันธุ์และต้นพ่อพันธุ์ของลูกผสมที่ดีเด่นและได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร ซึ่งได้ทำการผสมตัวเองและปลูกศึกษาเป็นรายต้น จาก แปลง BRD 033, 034, 045 และ 061 ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกเพื่อผลิตพันธุ์สำหรับเกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ประเทศไทยได้พัฒนาการปลูกปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่ปี 2511 ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 3.4 ล้านไร่ ในอดีตประเทศไทยต้องจ่ายเงินซื้อเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ ประมาณ ปีละ 200 – 300 ล้านบาท ดังนั้น เพื่อลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ และแก้ปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดี ที่มีราคาแพงเกินความจำเป็น และให้มีเมล็ดปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีที่เหมาะสมสำหรับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรจึงจัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันของประเทศไทย โดยรับความช่วยเหลือจาก UNDP/FAO ซื้อเชื้อพันธุกรรมพ่อ แม่ และลูกผสมปาล์มน้ำมัน จาก บริษัท ASD ประเทศ คอสตาริก้า เชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันเหล่านี้ บริษัท ASD ได้แลกเปลี่ยนกับแหล่งปรับปรุงพันธุ์หลายประเทศ ได้แก่ Chermara Harrisons และ PORIM ประเทศมาเลเซีย, DAMI ประเทศปาปัวนิวกินี, Socfin และ AVROS ประเทศอินโดนีเซีย, Lobe ประเทศแคเมอรูน, ประเทศไอวอรี่โคสต์, และประเทศแซร์ (Escobar and Blaak. . 1990) โดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 1 เริ่มตั้งแต่ปี 2530 ดำเนินการคัดเลือกและทดสอบที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สามารถคัดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง และมีองค์ประกอบของทะลายที่ดี กรมวิชาการเกษตรได้รับรองเป็นพันธุ์แนะนำ จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 – 6 ในปี 2541 – 2547 ตามลำดับ (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2551) ดังนั้น เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์การค้าลูกผสมที่มีอยู่เดิม และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตตามแหล่งปลูกต่างๆของปาล์มน้ำมัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการวิจัยด้านปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง โดยจัดทำโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ให้ผลผลิตทะลายสด และผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบสูง มีลักษณะองค์ประกอบของทะลายดีกว่าเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ และได้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำมันเพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 1 ไม่ต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ จำนวน 69 คู่ผสมที่ได้ทำการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์กลุ่มต่างๆ คู่ผสมละ 200 – 500 เมล็ด และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 2 3 และ 6 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน และผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้ และช่อดอกตัวเมียปาล์มน้ำมัน ตู้แช่เย็นเก็บละอองเกสร อุปกรณ์การผสมพันธุ์ เช่น ฟอร์มาลีน, เซฟวิน, แป้งผสมเกสร, หลอดบรรจุเกสร, ลวด และอุปกรณ์ในห้องร้อนที่ใช้ในการเพื่อทำลายการพักตัว และห้องเพาะเมล็ด

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะ และดูแลรักษาต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โรงเรือนเพาะระยะอนุบาลเล็ก อนุบาลหลัก ระบบให้น้ำ ปุ๋ย เป็นต้น

4. อุปกรณ์ในการดำเนินการทดลอง การเตรียมพื้นที่ปลูก การวางผังแปลง และการดูแลรักษา เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรค และแมลงตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยา สารเคมีกำจัดวัชพืช

5. วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้วัดผลผลิต การเจริญเติบโต และการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน ตู้ดูดความความชื้น เทปวัด เครื่องชั่ง เป็นต้น

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3-4 ซ้ำ กรรมวิธีเป็นการปลูกทดสอบปาล์มน้ำมัน (D x T ) 69 คู่ผสม 6 แปลงทดลอง ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 (BRD 031) 23 คู่ผสม ปลูกปี 2546
- กลุ่มที่ 2 (BRD 041) 15 คู่ผสม ปลูกปี 2547
- กลุ่มที่ 3 (BRD 043) 12 คู่ผสม ปลูกปี 2547
- กลุ่มที่ 4 (BRD 044) 7 คู่ผสม ปลูกปี 2547
- กลุ่มที่ 5 (BRD 051 ) 5 คู่ผสม ปลูกปี 2548
- กลุ่มที่ 6 (BRD 062 ) 7 คู่ผสม ปลูกปี 2549

โดยกลุ่มที่ 1, 2 และ 5 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (standard cross) จำนวน 16 ต้นต่อแปลงย่อย (plot) กลุ่มที่ 3, 4 และ 6 เปรียบเทียบด้วยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 6 จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย

2. กรรมวิธี ประกอบด้วย

- ปี 2544 – 2545 ดำเนินการคัดเลือกพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Top cross, Selfs และ Related cross ตามกฎเกณฑ์ของการคัดเลือกพ่อพันธุ์ให้ได้ 16 สายพันธุ์ และคัดเลือกแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมโดยวิธี Top cross, Intercrossing , Selfs และ Introgression ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกแม่พันธุ์ให้ได้ 15 พันธุ์ แล้วดำเนินการผสมข้ามระหว่างพ่อและแม่พันธุ์ เพื่อนำลูกผสมที่ได้ไปปลูกทดสอบรุ่นลูก (Progeny test) ให้ได้จำนวน 69 คู่ผสม

- ปี 2545 – 2549 นำเมล็ดพันธุ์ลูกผสม จำนวน 69 คู่ผสมเพาะเป็นต้นกล้าเลี้ยงไว้เป็นเวลา 8 – 12 เดือน แล้วนำไปปลูกในแปลงทดสอบ จำนวน 6 แปลงทดลองย่อย ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

- ปี 2549 – 2553 เมื่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมอายุได้ 3ปีหลังจากปลูกทำการเก็บข้อมูลผลผลิตและวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลายอย่างน้อย 3–8 ปี ทำการประเมินลักษณะลูกผสม (D x T) ที่ดีเด่นตามเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์

- ปี 2551-2553 นำข้อมูลคู่ผสม (DxT) ที่ดีเด่นและคัดเลือกได้เสนอกรมวิชาการเกษตรขอเป็นพันธุ์แนะนำ

**การบันทึกข้อมูล**

1. ผลผลิตทะลายสดต่อต้น ทำการเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักทะลาย ในพื้นที่เก็บเกี่ยว (จำนวน 16–20 ต้นต่อแปลงย่อย) หาค่าเฉลี่ยต่อต้น และคำนวณเป็นผลผลิตทะลายสดต่อไร่

2. จำนวนทะลายต่อต้น นับจำนวนทะลายแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว (จำนวน 16-20 ต้นต่อแปลงย่อย) รวมและหาค่าเฉลี่ยจำนวนทะลายต่อต้น และคำนวณเป็นจำนวนทะลายต่อไร่

3. การเจริญเติบโต วัดลักษณะต่างๆปีละครั้งตามวิธีการของ (Corley and Breure, 1988) โดยแต่ละคู่ผสมในแต่ละแปลงย่อย ทำการวัดการเจริญเติบโต ดังนี้

3.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 หาค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ (ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของทางใบ) คูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

3.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายของแกนทาง (tip of rachis)

3.3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี วัดความกว้าง และความลึกของก้านแกนทางตรงตำแหน่ง ที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทางของทางใบที่ 1

3.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 6 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 ปีต่อไปวัดความสูงจากทางใบที่ 41 (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย สุ่มทะลายจากต้นเทเนอราของแต่ละคู่ผสม จำนวน 30-50 ทะลายต่อปี ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi (1978) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การสกัดน้ำมันดิบใช้วิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลที่ศึกษา ประกอบด้วย

- ก้านทะลาย
- น้ำหนักผลเฉลี่ย
- กะลา/ผล (%)
- น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%)
- น้ำมัน/ทะลาย (%)
- การติดผล (%)
- เปลือกนอกสด/ผล (%)
- เนื้อใน/ผล (%)
- น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%)

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2549 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม เป็นขั้นตอนหนึ่งภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2545 แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 (2545-2548) ทำการคัดเลือกพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ปาล์มน้ำมันจากแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะและให้ผลผลิตที่ดี (family Selection) และมีประวัติการให้ลูกผสมดีเด่น จากนั้นคัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีได้ตามมาตรฐาน (Individual selection) ซึ่งได้ดำเนินการปลูกและเก็บข้อมูลในช่วงของการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 1 คัดเลือกได้ต้นพ่อพันธุ์ 16 ต้น ซึ่งมีประวัติพันธุ์กลุ่ม AVROS, Tanzania, Yangambi, La Me, Ghana, Ekona, Calabar, La Me-AVROS, La Me-Calabar, DAMI-AVROS, Nigeria-Yangambi, Nigeria-AVROS และ Yangambi-AVROS และต้นแม่พันธุ์ 15 ต้น ซึ่งมีประวัติพันธุ์จัดอยู่ในกลุ่ม Deli Dura, Kazemba (African Dura) และ Deli-Ekona composite (Escobar ,1990 ; Escobar ,2001) ทำการจับคู่และผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์ 16 ต้นและต้นแม่พันธุ์ 15 ต้นโดยการสุ่มเพื่อสร้างคู่ผสม (D x T) ได้คู่ผสมจำนวน 69 คู่ผสม ดังมีประวัติแสดงไว้ในตารางที่ 1-2 เนื่องจากการผสมเกสรและนำมาเพาะกล้าได้คู่ผสมที่มีอายุไม่เท่ากัน จึงได้ดำเนินการทดลอง แบ่งเป็น 6 กลุ่ม หรือ 6 แปลงทดลองย่อย กลุ่มที่ 1 (BRD 031) จำนวน 23 คู่ผสม กลุ่มที่ 2 (BRD 041)จำนวน 15 คู่ผสม กลุ่มที่ 3 (BRD 051) จำนวน 5 คู่ผสม กลุ่มที่ 4 (BRD 043) จำนวน 12 คู่ผสม กลุ่มที่ 5 (BRD 044) จำนวน 7 คู่ผสม และกลุ่มที่ 6 (BRD 062 ) จำนวน 7 คู่ผสม ผลการทดลอง ดังนี้

**ตารางที่ 1** ประวัติพันธุ์ของคู่ผสม 69 คู่ผสมที่ดำเนินการทดลองตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2

| ที่ | รหัสแปลง | คู่ผสม | รหัสคู่ผสม | ประวัติแม่พันธุ์ | ประวัติพ่อพันธุ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | BRD 031 | P173 | 73/49D x 122/1446T | Deli Dura | La Me -AVROS |
| 2 | BRD 031 | P175 | 91/1617D x 122/1446T | Deli Dura | La Me -AVROS |
| 3 | BRD 031 | P176 | 84/941D x 125/154T | Deli Dura | DAMI -AVROS |
| 4 | BRD 031 | P179 | 84/941D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 5 | BRD 031 | P181 | 63/544D x 159/398T | Deli Dura | Tanzania |
| 6 | BRD 031 | P207 | 75/1319D x 159/398T | Deli Dura | Tanzania |
| 7 | BRD 031 | P183 | 63/544D x 122/1446T | Deli Dura | La Me -AVROS |
| 8 | BRD 031 | P184 | 73/49D x 132/1415T | Deli Dura | Yangambi |
| 9 | BRD 031 | P185 | 77/132D x 139/520T | Deli Dura | La Me - Calabar |

| ที่ | รหัสแปลง | คู่ผสม | รหัสคู่ผสม | ประวัติแม่พันธุ์ | ประวัติพ่อพันธุ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | BRD 031 | P187 | 78/193D x 122/1446T | Deli Dura | La Me -AVROS |
| 11 | BRD 031 | P189 | 77/132D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 12 | BRD 031 | P191 | KB/68D x 132/1415T | African Dura | Yangambi -AVROS0 |
| 13 | BRD 031 | P193 | 73/49D x 139/520T | Deli Dura | La Me - Calabar |
| 14 | BRD 031 | P194 | KB/68D x 139/520T | African Dura | La Me - Calabar |
| 15 | BRD 031 | P196 | 69/912D x 140/102T | Deli Dura | Nigeria - Yangambi |
| 16 | BRD 031 | P197 | 84/941D x 139/520T | Deli Dura | La Me - Calabar |
| 17 | BRD 031 | P198 | 78/193D x 159/398T | Deli Dura | Tanzania |
| 18 | BRD 031 | P205 | 79/339D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 19 | BRD 031 | P209 | 67/521D x 122/1446T | Deli Dura | La Me AVROS |
| 20 | BRD 031 | P211 | 91/1617D x 133/1433T | Deli Dura | Nigeria -AVROS |
| 21 | BRD 031 | P213 | 65/239D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 22 | BRD 031 | P214 | 67/521D x 132/1415T | Deli Dura | Yangambi |
| 23 | BRD 031 | P222 | 75/1319D x 133/1433T | Deli Dura | Nigeria - AVROS |
| 24 | BRD 041 | P257 | 63/544D x 129/1426T | Deli Dura | La Me –AVROS |
| 25 | BRD 041 | P294 | 65/239D x 129/1426T | Deli Dura | La Me –AVROS |
| 26 | BRD 041 | P289 | 78/193D x 129/1426T | Deli Dura | La Me –AVROS |
| 27 | BRD 041 | P225 | KB/68D x 122/1446T | African Dura | Calabar –AVROS |
| 28 | BRD 041 | P274 | 66/314D x 132/1415T | Deli Dura | Yangambi |
| 29 | BRD 041 | P224 | 67/521D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 30 | BRD 041 | P249 | 67/521D x 139/520T | Deli Dura | La Me - Calabar |
| 31 | BRD 041 | P254 | 69/912D x 133/1433T | Deli Dura | Nigeria – AVROS |
| 32 | BRD 041 | P261 | 75/1319D x 140/102T | Deli Dura | Nigeria - Yangambi |
| 33 | BRD 041 | P264 | 68/374D x 101/49T | Deli Dura | AVROS |
| 34 | BRD 041 | P268 | 66/314D x 140/102T | Deli Dura | Nigeria - Yangambi |
| 35 | BRD 041 | P270 | 66/314D x 133/1433T | Deli Dura | Nigeria – AVROS |
| 36 | BRD 041 | P272 | 79/339D x 133/1433T | Deli Dura | Nigeria – AVROS |
| 37 | BRD 041 | P277 | 68/374D x 140/102T | Deli Dura | Nigeria - Yangambi |
| 38 | BRD 041 | P280 | 68/374D x 139/520T | Deli Dura | La Me - Calabar |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ที่ | รหัสแปลง | คู่ผสม | รหัสคู่ผสม | ประวัติแม่พันธุ์ | ประวัติพ่อพันธุ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 39 | BRD 051 | P303 | 68/374D x 125/154T | Deli Dura | DAMI – AVROS |
| 40 | BRD 051 | P307 | 98/239D x 125/154T | Deli Dura –Composite | DAMI – AVROS |
| 41 | BRD 051 | P309 | 98/239D x 139/520T | Deli Dura –Composite | La Me - Calabar |
| 42 | BRD 051 | P313 | 98/239D x 101/49T | Deli Dura –Composite | AVROS |
| 43 | BRD 051 | Special | KB/68 D x 106/200T | African Dura | La Me |
| 44 | BRD 043 | 2 | 73/49D x 112/427T | Deli Dura | Yangambi |
| 45 | BRD 043 | 3 | 84/941D x 117/88T | Deli Dura | Tanzania |
| 46 | BRD 043 | 6 | 65/239D x 114/197T | Deli Dura | Ghana |
| 47 | BRD 043 | 7 | 75/1319D x 136/71T | Deli Dura | Ekona |
| 48 | BRD 043 | 8 | 75/1319D x 117/88T | Deli Dura | Tanzania |
| 49 | BRD 043 | 10 | 91/1617D x 138/391T | Deli Dura | La Me |
| 50 | BRD 043 | 19 | 78/193D x 117/88T | Deli Dura | Tanzania |
| 51 | BRD 043 | 20 | KB/68D x 136/71T | African Dura | Ekona |
| 52 | BRD 043 | 21 | KB/68D x 114/197T | African Dura | Ghana |
| 53 | BRD 043 | 22 | 68/374D x 117/88T | Deli Dura | Tanzania |
| 54 | BRD 043 | 24 | 79/39D x 136/71T | Deli Dura | Ekona |
| 55 | BRD 043 | 26 | 69/912D x 138/391T | Deli Dura | La Me |
| 56 | BRD 044 | 5 | 65/239D x 136/71T | Deli Dura | Ekona |
| 57 | BRD 044 | 9 | 91/1617D x 112/427T | Deli Dura | Yangambi |
| 58 | BRD 044 | 11 | 66/314D x 136/71T | Deli Dura | Ekona |
| 59 | BRD 044 | 14 | 77/132D x 136/71T | Deli Dura | Ekona |
| 60 | BRD 044 | 15 | 77/132D x 114/197T | Deli Dura | Nigeria |
| 61 | BRD 044 | 17 | 67/521D x 112/427T | Deli Dura | Yangambi |
| 62 | BRD 044 | 25 | 79/339D x 112/427T | Deli Dura | Yangambi |
| 63 | BRD 062 | 1 | 63/544D x 105/65T | Deli Dura | Ekona |
| 64 | BRD 062 | 4 | 65/239D x 141/1345T | Deli Dura | DAMI |
| 65 | BRD 062 | 12 | 66/314D x 105/65T | Deli Dura | Ekona |
| 66 | BRD 062 | 13 | 77/132D x 141/1345T | Deli Dura | DAMI |
| 67 | BRD 062 | 16 | 98/239D x 105/65T | Deli Dura - Composite | Ekona |
| 68 | BRD 062 | 18 | 78/193D x 117/88T | Deli Dura | Tanzania |
| 69 | BRD 062 | 23 | 79/339D x 141/1345T | Deli Dura | DAMI |
| 70 | BRD 062 | 27 | 69/912D x 105/65T | Deli Dura | Ekona |

**กลุ่มที่ 1 (BRD 031)**

**ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต**

ตามมาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ดีของกรมวิชาการเกษตร ผลผลิตทะลายสดต้องมากกว่า 150 กก.ต่อต้นต่อปี เมื่อปลูกในพื้นที่เหมาะสม และให้ผลผลิต 130 กก.ต่อต้นต่อปี เมื่อปลูกในพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ในการศึกษาครั้งนี้ทำการปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ซึ่งแปลง BRD 031 จัดอยู่ในเขตพื้นที่เหมาะสมปานกลางสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน (นครและคณะ 2541) จากผลการทดลองพบว่า การให้ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันเป็นไปตามแบบแผนของพัฒนาการเจริญเติบโต กล่าวคือ ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตตั้งแต่อายุ 3-4 ปี ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย และผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และจะให้ผลผลิตได้เต็มที่เมื่ออายุประมาณ 8 ปีขึ้นไป คู่ผสมที่จัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่หมายเลข 173, 181, 197, 198, 207 และ 214 เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงหรือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (130 กก.ต่อต้นต่อปี) มีบางคู่ผสมที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบในทุกๆ ปี ได้แก่คู่ผสมหมายเลข 211 และ 194 (ตารางที่ 3)

ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ดีเด่น ควรมีคุณลักษณะขององค์ประกอบทะลายเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ลักษณะสำคัญที่พิจารณาเหล่านั้นได้แก่ การติดผลมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกต่อผลมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในต่อผลมากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผลน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันต่อเปลือกนอกแห้งมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ (หรือน้ำมันต่อเปลือกนอกสดมากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์) และน้ำมันต่อทะลายมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายของคู่ผสม พบว่า องค์ประกอบทะลาย ของปาล์มน้ำมันในช่วงแรก บางคู่ผสมมีค่าน้อยกว่ามาตรฐาน แต่เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น จึงให้ค่าเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ เมื่ออายุ 7 ปี (ปี 2553) พบว่าคู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงมีการติดผล 71.89 - 77.94 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 73.10 – 87.24 เปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผล 6.98-14.11 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในต่อผล 7.22-12.79 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันต่อเปลือกนอกแห้ง 65.23 - 67.94 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันต่อทะลาย 22.33-29.41 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นลักษณะกะลาต่อผลที่พบว่า คู่ผสมหมายเลข 181 มีเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือเท่ากับ 14.11 (ตารางผนวกที่ 1-2)

**การเจริญเติบโต**

การวัดการเจริญเติบโตดำเนินการวัดเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อให้ทราบลักษณะเฉพาะของปาล์มน้ำมันแต่ละคู่ผสม และใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินผลคู่ผสมปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ข้อมูลหลักที่บันทึกได้แก่ พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง จำนวนทางใบ ความสูง และความสูงเพิ่ม รวมทั้งจำนวนดอกตัวเมียและอัตราส่วนเพศ โดยแต่ละคู่ผสมมาจากพ่อแม่พันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะการเจริญเติบโตจึงอาจมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะที่ได้รับมาจากพ่อแม่

ความสูงเป็นข้อมูลการเจริญเติบโตที่ใช้เป็นปัจจัยหลักในการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันนั้น ต้องการพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะต้นเตี้ย คือมีอัตราความสูงเพิ่มในแต่ละปีต่ำสุด ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายในการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บเกี่ยวให้มีระยะยาวขึ้น จากผลการทดลองพบว่า คู่ผสมหมายเลข 209 มีความสูงเพิ่มในแต่ละปีต่ำสุด โดยที่อายุ 7 ปี มีความสูง 135.86 เซนติเมตร และคู่ผสมหมายเลข 176 มีความสูงเพิ่มในแต่ละปีสูงสุด ที่อายุ 7 ปี มีความสูง 192.7 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 3)

พื้นที่ใบและจำนวนทางใบบ่งบอกถึงพื้นที่ใบทั้งหมดที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นจึงมีผลเกี่ยวเนื่องกับผลผลิต คือ จำนวนและน้ำหนักทะลายสดที่ได้ โดยทั่วไปพื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นตามอายุปาล์มน้ำมันและเริ่มคงที่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุได้ 8 ขึ้นไป จากผลการทดลองพบว่า ทุกคู่ผสมมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นทุกปีและสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ โดยปาล์มน้ำมันที่อายุ 6 ปี คู่ผสมหมายเลข 175 มีพื้นที่ใบสูงสุด เท่ากับ 8.91 ตารางเมตร และมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงสุดเช่นกัน คือ 29.72 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่คู่ผสมหมายเลข 194 มีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดเท่ากับ 6.41 ตารางเมตร และ 19.75 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนจำนวน

ทางใบนั้น พบว่า คู่ผสมหมายเลข 214 มีจำนวนทางใบต่ำสุดเท่ากับ 38.94 ทางใบ และคู่ผสมหมายเลข 207 มีจำนวนทางใบสูงสุดเท่ากับ 48.14 ทางใบ (ตารางผนวกที่ 3)

**ตารางที่ 3** ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 1 (031) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 (S3) ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น/ปี) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี |
| 173 | Deli x La Me-AVROS | 126.78 ab | 162.14 abc | 138.05 ab | 185.10 ab |
| 175 | Deli x La Me-AVROS | 98.89 fghi | 130.84 abcde | 126.82 ab | 132.00 cde |
| 176 | Deli x DAMI-AVROS | 118.21 bcde | 148.92 abcd | 154.90 ab | 165.89 abcde |
| 179 | Deli x AVROS | 103.73 defghi | 144.58 abcd | 139.91 ab B | 171.40 abcde |
| 181 | Deli x Tanzania | 123.19 abc | 167.17 ab | 153.43 ab | 183.50 abc |
| 183 | Deli x La Me-AVROS | 79.40 jk | 123.85 cde | 130.50 ab | 146.68 bcde |
| 184 | Deli x Yangambi | 99.66 fghi | 142.47 abcde | 125.82 ab | 174.76 abcde |
| 185 | Deli x La Me-Calabar | 117.83 bcde | 138.90 abcde | 117.40 b | 150.72 bcde |
| 187 | Deli x La Me-AVROS | 95.49 hi | 124.83 cde | 135.50 ab | 153.61 bcde |
| 189 | Deli x AVROS | 96.28 ghi | 118.30 de | 132.95 ab | 158.0 bcde |
| 191 | Kazemba x Yangambi | 97.34 fghi | 140.76 abcde | 111.70 b | 149.60 bcde |
| 193 | Deli x La Me-Calabar | 114.43 bcdef | 145.56 abcd | 142.64 ab | 155.97 bcde |
| 194 | Kazemba x La Me- | 76.78 k | 121.07 de | 123.30 ab | 125.01 e |
| 196 | Deli x Nigeria-Yangambi | 104.44 defghi | 153.58 abcd | 141.12 ab | 165.54 abcde |
| 197 | Deli x La Me-Calabar | 127.44 ab | 157.90 abcd | 150.13 ab | 159.48 abcde |
| 198 | Deli x Tanzania | 138.95 a | 170.63 a | 170.13 a | 192.10 ab |
| 205 | Deli x AVROS | 101.88 efghi | 146.85 abcd | 154.60 ab | 178.11 abcd |
| 207 | Deli x Tanzania | 113.41 bcdefg | 151.51 abcd | 172.87 a | 209.81 a |
| 209 | Deli x La Me-AVROS | 90.16 ijk | 118.94 de | 147.97 ab | 156.37 acde |
| 211 | Deli x Nigeria-AVROS | 93.95 hij | 120.39 de | 113.80 b | 127.40 de |
| 213 | Deli x AVROS | 99.29 fghi | 148.99 abcd | 147.13 ab | 168.90 abcde |
| 214 | Deli x Yangambi | 119.88 bcd | 162.67 abc | 145.76 ab | 173.36 abcde |
| 222 | Deli x Nigeria -AVROS | 108.97 cdefgh | 127.26 bcde | 120.61 ab | 142.00 bcde |
| สฎ.3 | Deli x DAMI | 104.45 defghi | 104.16 e | 136.54 ab | 132.80 cde |
| **CV(%)** | | **17.61** | **14.61** | **18.87** | **16.15** |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**กลุ่มที่ 2 (BRD 042)**

ทำการปลูกทดสอบคู่ผสมเมื่อเดือนมิถุนายน 2549 จำนวน 15 คู่ผสม โดยใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ รวมเป็น 16 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำๆ ละ 16 ต้นต่อแปลงย่อย และปลูกเป็นแถวรอบนอก รวมทั้งสิ้น 1,138 ต้น พื้นที่ 49 ไร่ ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ได้ทำการปฏิบัติดูแลรักษาตามแบบแผนงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ จากผลการทดลองที่ผ่านมา 6 ปี พบว่า ผลผลิตทะลายสดค่อยๆเพิ่มขึ้นจากอายุ 3-4 ปี จนกระทั่งอายุ 5 ปีให้ผลผลิตสูง แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี คือในปี 2553 พื้นที่ทดลองได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง พบว่าทุกคู่ผสมให้ผลผลิตลดลง โดยคู่ผสมที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงสุดตลอด 4 ปีของการเก็บเกี่ยว คือคู่ผสมหมายเลข 224 รองลงมาคือคู่ผสมหมายเลข 249 (ตารางที่ 4) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันของทุกคู่ผสมที่อายุ 5 ปี อยู่ในช่วง 23.6-28 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมหมายเลข 254 และ 294 มีน้ำหนักผลต่อทะลายประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆซึ่งมีน้ำหนักผลต่อทะลาย 75-78 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมหมายเลข 261 มีเปลือกนอกสดต่อผล 88-90 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าทุกคู่ผสมซึ่งมีเปลือกนอกสดต่อผล 82 –86 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น คู่ผสมหมายเลข 257, 289 และ 294 มีเปลือกนอกสดต่อผลน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะกะลาต่อผล พบว่า หมายเลข 261, ซึ่งมีเปลือกนอกต่อผลสูงจะมีกะลาบาง 5.3-7.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคู่ผสมอื่นๆ มีกะลา 7.5- 11 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นคู่ผสมหมายเลข 257 มีกะลาหนา 13.7-15.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย (ตารางผนวกที่ 4-5) ส่วนความสูง พบว่ามีความสูงเพิ่มตลอด 5 ปี อยู่ในช่วง 26.9 60.6 เซนติเมตร โดยคู่ผสมหมายเลข 289 มีความสูงน้อยที่สุดที่อายุ 5 ปี คือเท่ากับ 108.8 เซนติเมตร และคู่ผสมหมายเลข 261 มีความสูงมากที่สุดที่อายุ 5 ปี คือเท่ากับ 145.7 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 6)

**ตารางที่ 4** ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของคู่ผสมปาล์มน้ำมันกลุ่มที่ 2 (แปลง BRD 041) อายุ 3-6 ปี เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น/ปี) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 224 | Deli x AVROS | 118.5 a | 152.7 a | 188.3 a | 133.3 a |
| 225 | Kazemba x La Me- AVROS | 82.2 bc | 103.7cde | 126.6 bcd | 100.4 |
| 249 | Deli x La Me-Calabar | 90.8 bc | 138.8 abc | 150.9 b | 120.0 ab |
| 254 | Deli x AVROS | 67.5 cd | 106.9 cde | 123. 8 bcd | 99.0 abc |
| 257 | Deli x La Me-AVROS | 66.0 cd | 97.3 de | 115.7 bcd | 70.5 c |
| 261 | Deli x AVROS | 97.8 ab | 132.4 abcd | 125.2 bcd | 99.9 abc |
| 264 | Deli x AVROS | 89.2 bc | 104.8 cde | 139.6 bc | 108.5 |
| 268 | Deli x Nigeria-Yangambi | 74.4 bcd | 138.9 abc | 108.8 cd | 85.5 bc |
| 270 | Deli x Ghana-AVROS | 67.3 cd | 129.4 abcde | 102.9 cd | 121.0 ab |
| 272 | Deli x Ghana-AVROS | 84.5bc | 147.5 ab | 137.7 bc | 104.0abc |
| 274 | Deli x AVROS | 64.7 cd | 102.8 cde | 104.1 cd | 94.7 abc |
| 277 | Deli x Nigeria-Yangambi | 86.4bc | 111.8 bcde | 138. 9 bc | 105.1 |
| 280 | Deli x La Me-Calabar | 65.7 cd | 129.7 abcde | 127.1 bcd | 118.0 ab |
| 289 | Deli x La Me-AVROS | 48.8 de | 100.5 de | 134.9 bcd | 91.3 bc |
| 294 | Deli x La Me- AVROS | 23.4 f | 99.6 de | 122.5 bcd | 88.8 bc |
| สฎ.3 | Deli x Tanzania | 37.0 ef | 92.1e | 98.3 d | 94.8 abc |
| **CV (%)** | | **19.8** | **16.5** | **15.2** | **26.2** |

**กลุ่มที่ 4 (BRD 043)**

**ผลผลิตทะลายสด องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตน้ำมันดิบ** ผลการทดลอง ซึ่งแสดงสมรรถนะของคู่ผสมทั้งหมด พบว่า คู่ผสมที่มีลักษณะดีเด่นและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่ หมายเลข 2, 8, 19, 21 และ 22 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4 ปี (อายุ 3-6 ปี) 93-97 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,120-2,211 กก.ต่อไร่ต่อปี ใกล้เคียงกันกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 98.6 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,248 กก.ต่อไร่ต่อปี และสูงกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 3 และ 6 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวนทะลายเฉลี่ย พบว่า คู่ผสม หมายเลข 21 และ 20 มีจำนวนทะลาย 18.4 และ 16.9 ทะลายต่อปีมากกว่าคู่ผสมอื่นๆรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ รองลงมาได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 2 มีจำนวนทะลาย 16.3 ทะลายต่อปี ทั้งนี้ ทุกคู่ผสมจะมีจำนวนทะลายที่ลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งจะมีมากขึ้นตามอายุ โดยคู่ผสมที่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 6, 22 และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคู่ผสมหมายเลข 21 มีน้ำหนักทะลายค่อนข้างน้อย แม้จะให้ผลผลิตทะลายสดสูง เนื่องจากมีจำนวนทะลายที่ค่อนข้างมาก (ตารางที่ 5) (ตารางผนวกที่ 7)

รูปแบบของการให้ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันแปลงทดลองนี้ พบว่าในปีแรกของการให้ผลผลิต (อายุ 3-4 ปี : ปี 2550-2551) ปาล์มน้ำมันทุกคู่ผสมจะให้ผลผลิตทะลายสดอยู่ในช่าง 30-50 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี พบว่าหมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 ซึ่งเป็นคู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง ให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่า 130 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 แต่สูงกว่าพันธุ์มาตรฐานและคู่ผสมอื่น เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี คือในปี 2553 พื้นที่ทดลองได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง พบว่าทุกคู่ผสมให้ผลผลิตลดลง อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง ยังคงให้ผลผลิตทะลายสดสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน (ตารางผนวกที่ 7)

**องค์ประกอบทะลาย** ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลาย ของคู่ผสมหมายเลขต่าง ๆ ในแปลง BRD 043 ในช่วงอายุ 4-6 ปี พบว่า คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2 และ21 มีน้ำหนักผลต่อทะลายประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าคู่ผสมหมายเลข 6, 8, 19, 22 และ 26 ซึ่งมีน้ำหนักผลต่อทะลาย 74-77 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2 และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีเปลือกนอกสดต่อผล 86-88 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าคู่ผสมหมายเลข 6, 8, และ22 มีเปลือกนอกสดต่อผล 82 –84 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น คู่ผสมหมายเลข 19 และ 26 มีเปลือกนอกสดต่อผลน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันต่อทะลายพบว่า คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 มีมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ลักษณะกะลาต่อผล พบว่า หมายเลข 2, 6, 8, 21 และ22 อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นคู่ผสมหมายเลข 19 และ 26 มีกะลาหนากว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งเป็นความสันพันธ์ในทางลบให้คู่ผสมทั้งสองนี้มีเปลือกนอกต่อผลน้อยกว่าคู่ผสมอื่นๆ (ตารางที่ 5) (ตารางผนวกที่ 8 และ 9)

**ผลผลิตน้ำมันดิบ** ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายและคำนวณค่าผลผลิตน้ำมันดิบในช่วงอายุ 4-6 ปี พบว่าคู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงจะให้ผลผลิตน้ำมันดิบสูงด้วย เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (มากกว่า 22เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำมันดิบของทุกคู่ผสมอยู่ในเกณฑ์น้อย ทั้งนี้ เพราะว่า อยู่ในระยะเริ่มแรกของการให้ผลผลิตทะลายสด (อายุปาล์มน้ำมัน 3-6 ปี) พบว่า คู่ผสมหมายเลข 2, 6, 8, 21, 22 และ 24 ให้ผลผลิตน้ำมันดิบเฉลี่ยสูงกว่าคู่ผสมอื่น 23-25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 6 ซึ่งให้ผลผลิตน้ำมันดิบ 23.3-23.7 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** จำนวนทะลายเฉลี่ย (ทะลาย/ต้น) ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (กก./ต้น) เปลือกนอกสด/ผล กะลา/ผลเนื้อใน/ผล น้ำมัน/ทะลายและผลผลิตน้ำมันดิบของคู่ผสม แปลง BRD 043

| คู่ผสม | ประวัติ | จำนวนทะลาย/ต้น | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น/ปี) | เปลือกนอกสด/ผล | กะลา/ผล | เนื้อใน/ผล | น้ำมัน/ทะลาย | ผลผลิตน้ำมันดิบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | (กก./ต้น) | ลำดับที่ |
| 2 | Deli x Yangambi | 16.30 abc | 97.53 ab | 86.1 ab | 7.6 ghi | 6.3 ghi | 24.4 bc | 23.79 | 5 |
| 3 | Deli x Tanzania | 14.43 bcde | 87.50 ab | 83.0 cd | 8.9 fgh | 8.1 def | 26.2 abc | 22.9 | |
| 6 | Deli x Ghana | 14.07 bcde | 93.28 ab | 84.5 bcd | 9.3 efg | 6.2 ghi | 25.8 bc | 24.06 | 3 |
| 7 | Deli x Ekona | 13.35 cde | 77.68 abc | 87.9 a | 6.8 i | 5.2 i | 29.2 a | 22.68 | |
| 8 | Deli x Tanzania | 15.43 bcde | 94.53 ab | 83.7 bcd | 8.1 fghi | 8.3 de | 26.5 abc | 25.05 | 1 |
| 10 | Deli x La Me | 12.48 e | 72.47 bc | 77.6 e | 15.2 a | 7.3 efg | 22.9 c | 16.59 | |
| 19 | Deli x Tanzania | 15.57 bcd | 97.10 ab | 75.8 e | 11.3 cd | 12.9 a | 24.2 bc | 23.49 | |
| 20 | Deli x Ekona | 16.98 ab | 75.25 abc | 76.1 e | 13.5 ab | 10.4 b | 25.3 bc | 19.04 | |
| 21 | Deli x Ghana | 18.40 a | 97.65 ab | 75.7 e | 14.6 a | 6.9 bc | 24.5 bc | 23.92 | 4 |
| 22 | Deli x Tanzania | 14.48 bcde | 97.15 ab | 81.7 d | 9.8 def | 8.5 cd | 24.4 bc | 23.7 | |
| 24 | Deli x Ekona | 15.40 bcde | 91.82 ab | 85.1 bc | 9.2 efg | 5.7 hi | 27.1 ab | 24.88 | 2 |
| 26 | Deli x La Me | 15.20 bcde | 95.32 ab | 77.0 e | 14.4 a | 8.6 cd | 23.3 c | 22.20 | |
| สฏ.1 | Deli x Calabar | 14.50 bcde | 88.10 ab | 77.9 e | 12.2 bc | 9.9 b | 23.7 bc | 20.88 | |
| สฏ.2 | Deli x La Me | 14.95 bcde | 98.63 a | 78.4 e | 11.0 cde | 10.6 b | 23.6 bc | 23.28 | |
| สฏ.3 | Deli x DAMI | 9.85 f | 58.10 c | 84.6 bc | 8.5 fghi | 6.9 fgh | 25.8 abc | 14.98 | |
| สฏ.6 | Deli x DAMI | 13.27de | 90.32 ab | 86.4 ab | 7.2 hi | 6.4 ghi | 26.3 abc | 23.75 | |
| **CV%** | | **12.1** | **16.7** | **2.2** | **11.7** | **9.7** | **8.5** | | |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**การเจริญเติบโต** จำนวนใบเพิ่ม เป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงโอกาสการเกิดตาดอก ผลจากการทดสอบ พบว่า สายพันธุ์ต่างๆในแต่ละปีมีจำนวนใบเพิ่มแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่ออายุ 6ปี มีจำนวนทางใบเพิ่มไม่แตกต่างทางสถิติ (27.7-29.7 ทางใบต่อปี) แต่น้อยกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 ความยาวทางใบ พบว่า คู่ผสมหมายเลข 22 มีความยาว 549.5 เซนติเมตรมากกว่าทุกคู่ผสม และคู่ผสมที่มีทางใบยาวใกล้เคียงกัน คือ หมายเลข 3, 6, 7, 8, 19 และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 6 ซึ่งมีความยาวทางใบ 530- 540 เซนติเมตร ส่วนคู่ผสมที่ความยาวทางใบสั้นกว่า ได้แก่คู่ผสมหมายเลข 10, 21, 24, 26 และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 (462-490 เซนติเมตร) พื้นที่ใบ เนื่องจากการวัดพื้นที่ใบทำโดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมันใบที่ 1 เป็นตัวแทน ดังนั้น พื้นที่ใบทั้งหมดของปาล์มน้ำมันจึงขึ้นกับจำนวนทางใบและพื้นที่ใบที่ 1 จากการทดสอบคู่ผสม ในช่วงอายุ 3-6 ปี พบว่า คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 มีพื้นที่ใบแตกต่างกัน เมื่ออายุ 6 ปี คู่ผสมหมายเลข 6 และ 8 มีพื้นที่ใบ 7.9 และ 8.4 ตารางเมตร ในขณะที่คู่ผสม หมายเลข 2, 19, 21, 22 และ 26 มีพื้นที่ใบ 6-7 ตารางเมตร นอกจากนี้ ลักษณะของพื้นที่หน้าตัดแกนทางควรมีขนาดกลางหรือเล็ก ซึ่งง่ายต่อการตัดทางปาล์มออกก่อนการเก็บเกี่ยวทะลาย และสามารถเก็บเกี่ยวทะลายได้จำนวนมากต่อพื้นที่ พบว่า

คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ซึ่งเล็กกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 (ตารางผนวกที่ 10)

**กลุ่มที่ 4 (BRD 044)**

**ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต** ผลการทดลอง พบว่า คู่ผสมหมายเลข 17 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (อายุ 4-6 ปี) 129 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,941 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีประวัติพันธุ์เป็นคู่ผสม Deli x Yangambi รวมทั้งคู่ผสมหมายเลข 9 และ 25 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสด 115.9 และ 106 กก.ต่อต้นต่อปีใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 (ตารางที่ 6) จำนวนทะลายเฉลี่ย พบว่า คู่ผสม หมายเลข 17 มีจำนวน 15.9 ทะลายต่อปีสูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ รองลงมาได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 9 มีจำนวนทะลาย 15.3 ทะลายต่อปี คู่ผสมที่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 17 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 8.8 กก.ต่อทะลาย สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 11)

คู่ผสมนั้นให้ผลผลิตทะลายสดในแต่ละปีแตกต่างกัน ซึ่งนอกจากเป็นผลจากของสภาพแวดล้อมแล้ว ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะแปรผันตามอายุ โดยปกติปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตต่ำในช่วงปีแรกของการให้ผลผลิต (อายุ 3 ปี) และในช่วง pre mature (อายุ 3-5 ปี) การให้ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยให้ผลผลิตทะลายสดถึงระดับสูงสุดเมื่ออายุ 8 ปี จากนั้นผลผลิตจะคงที่ และมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตลดลงเมื่ออายุมากกว่า 15 ปี ทั้งนี้ขึ้นกับการจัดการดูแลรักษาปาล์มน้ำมัน เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี พบว่าหมายเลข 9 และ 17 ซึ่งเป็นคู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง ให้ผลผลิตทะลายสด 147 และ 142 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีหรือ 3,237 และ 3,351 กก.ต่อไร่ต่อปี ซึ่งสูงใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 แต่สูงกว่าพันธุ์มาตรฐานและคู่ผสมอื่นซึ่งมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี คือในปี 2553 เนื่องจากพื้นที่ทดลองได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง พบว่าทุกคู่ผสมให้ผลผลิตลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง ยังคงให้ผลผลิตทะลายสดสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน (ตารางผนวกที่ 11)

**องค์ประกอบทะลาย** ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมหมายเลขต่าง ๆ ในแปลง BRD 044 พบว่า คู่ผสมในกลุ่ม Deli x Yangambi หมายเลข 9, 17 และ 25 ซึ่งให้ผลผลิตสูง มีน้ำหนักผลต่อทะลาย 70-74 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 79 –85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันต่อทะลายพบว่า คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 9, 17 และ 25 อยู่ในช่วง 24-28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกลักษณะอยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ลักษณะกะลาต่อผล พบว่า หมายเลข 9, 17 และ 25 อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นคู่ผสมหมายเลข 15 และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย (ตารางผนวกที่ 12 และ13)

**การเจริญเติบโต** พบว่า สายพันธุ์ต่างๆในแต่ละปีมีจำนวนใบเพิ่มแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่ออายุ 6 ปี มีจำนวนทางใบเพิ่มอยู่ในช่วง 28-33 ทางใบต่อต้นต่อปี น้อยกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งมีทางใบเพิ่ม 36 ทางใบต่อต้นต่อปี ความยาวทางใบ พบว่า คู่ผสมหมายเลข 5 และ 11 มีความยาว 508 และ 524 เซนติเมตรมากกว่าทุกคู่ผสม ส่วนคู่ผสมหมายเลข 17 มีทางใบค่อนข้างสั้น (454 เซนติเมตร) พื้นที่ใบ พบว่า คู่ผสมในกลุ่ม Deli x Yangambi หมายเลข 9, 17 และ 25 มีพื้นที่ใบ 4.9- 5.1 ตารางเมตรซึ่งใกล้เคียงกันมากและและมีพื้นที่ใบน้อยกว่าคู่ผสมอื่นรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ (5.8- 6.5 ตารางเมตร) ขนาดของแกนทางใบ พบว่า คู่ผสมมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 14)

**ตารางที่ 6** จำนวนทะลายเฉลี่ย (ทะลาย/ต้น) ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (กก./ต้น) เปลือกนอกสด/ผล กะลา/ผลเนื้อใน/ผล น้ำมัน/ทะลายและผลผลิตน้ำมันดิบของคู่ผสม แปลง BRD 044

| คู่ผสม | ประวัติ | จำนวนทะลาย/ต้น | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น/ปี) | เปลือกนอกสด/ผล | กะลา/ผล | เนื้อใน/ผล | น้ำมัน/ทะลาย | ผลผลิตน้ำมันดิบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | กก./ต้น/ปี | ลำดับที่ |
| 5 | Deli x Eknoa | 11.9 fg | 82.2 de | 83.7 bc | 8.8 de | 7.4 | 28.1 a | 24.0 | |
| 9 | Deli x Yangambi | 15.3 ab | 115.9 b | 81.6 cd | 10.1 cd | 8.3 b | 26.9 abc | 31.1 | 2 |
| 11 | Deli x Ekona | 13.0 efg | 95.1 cd | 87.6 a | 7.8 e | 4.6 e | 27.6 ab | 26.2 | |
| 14 | Deli x Ekona | 12.4 fg | 84.2 de | 85.6 ab | 9.6 cde | 4.8 e | 29.1 a | 24.5 | |
| 15 | Deli x Nigeria | 13.2 def | 104.8 bc | 81.9 cd | 12.2 ab | 5.8 de | 26.8 abc | 28.0 | 4 |
| 17 | Deli x | 15.9 a | 129.0 a | 79.2 de | 10.8 bc | 10.0 a | 24.8 bc | 31.9 | 1 |
| 25 | Deli x | 14.4 | 106.0 bc | 83.2 bc | 8.8 de | 8.0 b | 26.8 abc | 28.4 | 3 |
| สฏ.1 | Deli x Calabar | 15.1 abc | 110.7 b | 84.6 | 9.2 cde | 6.2 | 25.0 bc | 27.7 | 5 |
| สฏ.2 | Deli x La Me | 13.9 | 105.8 bc | 76.6 e | 12.2 a | 10.7 a | 24.0 c | 25.3 | |
| สฏ.3 | Deli x DAMI | 11.7 g | 78.45 e | 83.1 bc | 9.1 cde | 7.8 bc | 26.3 abc | 20.6 | |
| **CV%** | | **6.4** | **8.8** | **2.5** | **8.1** | **16.7** | **5.7** | | |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**กลุ่มที่ 5 (BRD 051 ) และกลุ่มที่ 6 (BRD 062 )** จำนวน 5 คู่ผสม ปลูกปี 2548 จำนวน 7 คู่ผสม ปลูกปี 2549 เปรียบเทียบด้วยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 6 จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย อายุ 4 ปี ได้บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดเป็นปีแรก จึงต้องดำเนินการดูแลรักษา และบันทึกข้อมูลตามแบบแผนของงานปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง พบว่าคู่ผสมที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตทะลายสดและจำนวนดอกตัวเมียสูงกว่าคู่ผสมหมายเลขอื่นๆภายในกลุ่มเดียวกัน คือคู่ผสมหมายเลข 303 และคู่ผสม S314 แต่ในขณะเดียวกันเป็นคู่ผสมที่มีความสูงและความสูงเพิ่มสูงกว่าคู่ผสมหมายเลขอื่นๆ คือเท่ากับ 79.4 เซนติเมตร และ 26.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่คู่ผสมหมายเลข 313 มีแนวโน้มให้ผลผลิตทะลายสดต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต้องดำเนินการจนกระทั่งอายุอย่างน้อย 8 ปีจึงจะวิเคราะห์ผลได้ชัดเจน (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 5 (แปลง 051) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น/ปี) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี |
| 303 | Deli x DAMI-AVROS | 32.9 b | 134.9 a | 140.0 a |
| 307 | Deli x DAMI-AVROS | 23..3bc | 80.2 b | 128.8 a |
| 309 | Deli x La Me-Calabar | 13.0 cd | 42.8 c | 87.2 b |
| 313 | Deli x AVROS | 4.8 d | 28.3 c | 57.6 c |
| S314 | Kazemba x La Me | 49.4 a | 110.7 a | 138.3 a |
| สฏ.3 | Deli x DAMI | 34.1 b | 119.1 a | 83.2 b |
| CV (%) | | 38.6 | 21.5 | 15.5 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบคู่ผสม แปลง BRD 031 สรุปว่า คู่ผสมหมายเลข 198 ที่มีลักษณะดีเด่นตามมาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร ดังนี้ ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3,646 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร 6.6 เปอร์เซ็นต์,. ผลผลิตน้ำมันดิบเฉลี่ย 881 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 12.4 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อในต่อผลเฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงเสนอขอเป็นพันธุ์แนะนำและได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร นอกจากนี้ คู่ผสมที่มีลักษณะดีเด่นและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่หมายเลข 173, 181, 197, 207 และ 214 เมื่ออายุ 7 ปี มีการติดผล 71.89 - 77.94 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 73.10 – 87.24 เปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผล 6.98-14.11 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในต่อผล 7.22-12.79 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันต่อเปลือกนอกแห้ง 65.23 - 67.94 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันต่อทะลาย 22.33-29.41 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน

การทดสอบคู่ผสม แปลง BRD 043 สรุปว่า คู่ผสมที่มีลักษณะดีเด่นและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูง ได้แก่หมายเลข 2, 8, 19, 21 และ 22 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4 ปี (อายุ 3-6 ปี) 93-97 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,120-2,211 กก.ต่อไร่ต่อปี ใกล้เคียงกันกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 98.6 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,248 กก.ต่อไร่ต่อปี และสูงกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 3 และ 6 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ให้ผลผลิตทะลายสดมากกว่า 130 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงใกล้เคียงกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 แต่สูงกว่าพันธุ์มาตรฐานและคู่ผสมอื่น คู่ผสมในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง หมายเลข 2, 6, 8, 19, 21, 22 และ 26 มีน้ำหนักผลต่อทะลาย 74-80 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 82 –86 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นคู่ผสมหมายเลข 19 และ 26 มีเปลือกนอกสดต่อผลน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันต่อทะลายพบว่า มีมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน

การทดสอบคู่ผสม แปลง BRD 044 สรุปว่า คู่ผสมหมายเลข 17 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (อายุ 4-6 ปี) 129 กก.ต่อต้นต่อปีหรือ 2,941 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆ จำนวนทะลายเฉลี่ย มีจำนวน 15.9 ทะลายต่อปีสูงกว่าคู่ผสมอื่นๆ คู่ผสมหมายเลข 17 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 8.8 กก.ต่อทะลาย สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆ องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมหมายเลข 17 อยู่ในเกณฑ์ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนด จากนั้น จึงคัดเลือกต้นแม่พันธุ์และต้นพ่อพันธุ์ตามหลักเกณฑ์จากแปลงแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ที่ได้ทำการผสมตัวเองและปลูกศึกษาเป็นรายต้น จาก แปลง BRD 033, 034 เพื่อดำเนินการผลิตพันธุ์ลูกผสมเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคู่ผสมที่ดีเด่นนั้น ต้องมีข้อมูลจากการบันทึกรวบรวมอย่างน้อย 4 ปี หรือช่วงเวลาของปาล์มน้ำมันที่ดำเนินการศึกษา 1 ชั่วรุ่นต้องใช้เวลาอย่างน้อย 10 ปี ดังนั้น จึงจำเป็นต้องดำเนินงานอย่างต่อเนื่องต่อไป

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร และดำเนินการผลิตพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1- 7 เพื่อจำหน่าย จ่ายแจกให้เกษตรกร กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันหน่วยงานราชการและเอกชน

## คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร ในการสนับสนุนการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมและให้ทุนผู้ปฏิบัติงานได้รับการฝึกอบรม และดูงาน ขอขอบพระคุณ UNDP/FAO ที่ให้การสนับสนุนทุนและผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ , และขอขอบคุณคุณศิริชัย มามีวัฒนะ นักปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์บริการ ที่ได้วิเคราะห์ตัวอย่างปาล์มน้ำมัน เจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยวิจัย ที่ปฏิบัติงานทุกท่าน ตลอดจนเจ้าที่ฝ่ายบันทึกข้อมูลที่ได้รวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

นคร สาระคุณ, สมยศ สินธุระหัส และ สุทัศน์ ด่านสกุลผล. 2541. **วิเคราะห์พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย**. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2550. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 75 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. Measurements In Oil Palm Experiments paper of Unipamol Malaysia Sdn.

Escobar R. and Blaak. 1990. **Thailand Oil Palm Breeding prog**ramme. Thailand Oil Palm Research and Development Project. 63 pp.

Escobar R. 2001. **Oil Palm Breeding Programme-Second Cycle.** Consultant's Report (Working paper) to FAO. Suratthani Horticuture Research Center. Department of Agriculture. Thailand. 40 pp.

Ooi, S.C. 1978. **The Breeding of Oil Palm in Malaysia**. Trop. Agric. Series No.11. Trop. Agric. Res. Center, Malaysia. p 169-185.

# ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 1 (แปลง BRD 031) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | การติดผล | | | เปลือกนอกสด/ผล | | | กะลา/ผล | | | เนื้อใน/ผล | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 173 | 70.9 cdefg | 73.2 cde | 73.9 bcd | 88.4 a | 88.6 a | 85.8 abc | 5.7 de | 5.5 d | 6.9 ef | 5.9 efgh | 5.9 ghi | 7.2 fghij |
| 175 | 71.2 bcdefg | 72.1 de | 73.7 bcd | 87.6 ab | 87.4 ab | 83.8 abcde | 6.3 cde | 6.3 cd | 8.7 cdef | 6.1 efgh | 6.3 gghi | 7.8 efghi |
| 176 | 71.4 bcdefg | 75.8 abcd | 74.9 bcd | 88.7 a | 87.8 a | 87.3 a | 5.2 e | 6.2 cd | 6.6 ef | 6.1 efgh | 6.0 ghi | 6.1 hij |
| 179 | 72.9 abcdefg | 77.5 abc | 75.7 bcd | 88.7 a | 87.8 a | 84.9 Aabcd | 6.7 cde | 7.7 bcd | 9.5 bcde | 4.6 gh | 4.48 i | 5.6 ij |
| 181 | 66.8 fg | 74.7 abcd | 74.8 bcd | 76.9 d | 72.9 f | 73.1 h | 12.6 a | 15.2 a | 14.1 a | 10.4 a | 11.9 ab | 12.8 a |
| 183 | 71.2 bcdefg | 66.2 f | 80.7 a | 78.9 de | 84.4 abcd | 81.2 cdef | 11.1 ab | 8.4 bcd | 10.3 bcd | 10.1 ab | 7.24 efgh | 8.5 defg |
| 184 | 79.3 a | 77.6 abc | 77.6 abc | 87.6 ab | 85.61 abcd | 81.91 bcdef | 5.9 de | 6.51 cd | 8.3 cdef | 6.5 defgh | 7.9 defg | 9.9 cde |
| 185 | 74.9 abcde | 78.3 ab | 75.3 bcd | 87.1 ab | 86.3 abcd | 86.19 abc | 8.01 bcde | 8.5 bcd | 8.58 cdef | 4.9 fgh | 5.22 ghi | 5.2 j |
| 187 | 68.7 defg | 73.1 cde | 73.1 cd | 84.8 abc | 85.08 abcd | 85.7 abc | 6.2 cde | 6.3 cd | 6.2 f | 8.9 abcd | 8.7 cdef | 8.2 defgh |
| 189 | 77.4 abc | 74.3 abcde | 73.9 bcd | 84.1 abc | 82.8 abcd | 82.4 bcdef | 10.4 abc | 11.3 b | 11.5 ab | 5.5 fgh | 5.9 ghi | 6.1 ghij |
| 191 | 76.00 abcd | 75.0 abcd | 75.8 bcd | 81.8 bcd | 74.5 ef | 75.8 gh | 8.29 bcde | 11.6 ab | 10.9 bc | 9.9 abc | 13.9 a | 13.2 a |
| 193 | 72.18 abcdefg | 75.1 abcd | 74.3 bcd | 85.63 ab | 88.39 a | 86.3 ab | 8.15 bcde | 6.5 cd | 7.69 def | 6.2 defgh | 5.1 hi | 5.9 hij |
| 194 | 73.9 abcdef | 79.1 a | 71.6 d | 85.6 ab | 85.1 abcd | 86.3 ab | 8.6 bcde | 8.1 bcd | 6.8 ef | 5.8 efgh | 6.8 efghi | 6.91 fghij |
| 196 | 70.2 cdefg | 77.9 abc | 75.7 bcd | 88.7 a | 86.6 abcd | 83.02 abcdef | 6.9 cde | 8.72 bcd | 10.2 bcd | 4.46 h | 4.7 hi | 6.9 fghij |
| 197 | 72.8 abcdefg | 75.2 abcd | 77.9 ab | 86.8 ab | 86.91 abc | 87.2 a | 7.5 bcde | 7.4 bcd | 7.6 def | 5.7 efgh | 5.70 ghi | 5.2 j |
| 198 | 65.5 g | 71.6 de | 71.9 d | 82.5 abcd | 80.1 de | 76.08 gh | 7.5 bcde | 8.92 bcd | 11.34 bc | 9.9 abc | 11.01 bc | 12.5 ab |
| 205 | 70.4 cdefg | 75.7 abcd | 73.4 cd | 83.5 abc | 84.33 abcd | 83.2 abcdef | 9.2 abcde | 9.9 bcd | 10.30 | 7.3 cdefg | 5.8 ghi | 6.5 ghij |
| 207 | 72.8 bcdefg | 74.4 abcde | 74.6 bcd | 82.7 abcd | 80.9 bcd | 80.1 defg | 7.9 bcde | 8.7 bcd | 9.4 bcde | 9.4 abc | 10.4 bcd | 10.5 bcd |
| 209 | 68.4 efg | 69.5 ef | 74.4 bcd | 84.4 abc | 87.6 ab | 87.9 a | 5.6 e | 5.77 cd | 5.8 f | 6.6 defgh | 6.7 efghi | 6.3 ghij |
| 211 | 72.5 abcdefg | 74.5 abcde | 76.7 bcd | 81.6 bcd | 80.4 cd | 79.9 efg | 9.9 abcd | 10.9 b | 10.9 bc | 8.5 abcde | 8.7 cdef | 9.1 cdef |
| 213 | 78.3 ab | 77.7 abc | 76.6 abc | 86.2 ab | 84.9 abcd | 84.5 abcde | 8.2 bcde | 9.5 bcd | 9.3 bcde | 5.6 fgh | 5.6 ghi | 6.2 ghij |
| 214 | 70.1 cdefg | 73.3 bcde | 74.8 bcd | 86.9 ab | 82.9 abcd | 78.5 fg | 6.6 cde | 8.0 bcd | 10.3 bcd | 6.4 defgh | 9.1 cde | 11.2 abc |
| 222 | 74.6 abcde | 75.9 abcd | 75.3 bcd | 85.9 ab | 86.9 abc | 84.6 abcde | 6.5 cde | 6.1 cd | 7.6 def | 7.5 bcdef | 7.0 efghi | 7.8 efghij |
| สฎ.3 | 73.9 abcdef | 71.7 de | 74.8 bcd | 85.0 abc | 83.8 abcd | 83.3 abcdef | 9.1 abcde | 10.0 bc | 10.1 bcd | 5.9 efgh | 6.2 fghi | 6.7 ghij |
| **CV (%)** | **5.2** | **3.4** | **3.3** | **3.9** | **4.1** | **3.1** | **26.5** | **26.3** | **16.7** | **20.3** | **18.6** | **15.1** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 2** องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 1 (แปลง BRD 031) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | เปลือกนอกแห้ง/ผล | | | น้ำมัน/เปลือกแห้ง | | | น้ำมัน/เปลือกสด | | | %น้ำมัน/ทะลาย | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 173 | 55.4 abc | 55.73 abcd | 57.8 a | 60.29 | 71.5ab | 65.6 ab | 37.8 | 45.0 abc | 44.3 ab | 23.7 abc | 29.2 abc | 28.1 abc |
| 175 | 54.8 abcd | 53.82 abcd | 54.3 abcde | 56.9 | 73.6 a | 62.7 b | 35.6 | 45.2 abc | 40.5 b | 22.2 abc | 28.5 abc | 24.9 bcde |
| 176 | 53.0 abcd | 55. abcd | 56.9 abc | 61.4 | 68.7 abc | 65.32 ab | 36.9 | 42.95 abcd | 42.6 ab | 23.6 abc | 28.6 abc | 27.9 abc |
| 179 | 55.3 abc | 48.4 de | 50.5 cdef | 61.83 | 68.6 abc | 68.22 a | 39.0 | 37.78 cd | 40.5 ab | 24.9 abc | 25.8 abc | 26.1 abcd |
| 181 | 50.4 abcd | 44.5 e | 45.7 f | 62.8 | 70.4 abc | 67.24 ab | 41.0 | 42.9 abcd | 42.1 ab | 20.9 abc | 23.4 c | 22.9 de |
| 183 | 47.1 bcd | 54.3 abcd | 50.8 bcdef | 62.48 | 70.2 abc | 65.9 ab | 35.4 | 45.3 abc | 41.1 b | 20.7 abc | 25.9 abc | 26.9 abcd |
| 184 | 55.9 abc | 54.8 abcd | 56.3 abc | 59.5 | 64.8 c | 67.6 ab | 37.8 | 41.6 bcd | 46.5 a | 26.2 a | 27.6 abc | 29.5 a |
| 185 | 52.9 abcd | 56.9 abcd | 56.1 Aabcd | 63.69 | 72.04 a | 67.4 ab | 38.7 | 47.5 ab | 43.9 ab | 25.2 ab | 32.2 a | 28.7 ab |
| 187 | 46.4 cd | 53.2 abcd | 54.41 abcde | 59.5 | 70.3 abc | 64.6 ab | 32.3 | 44.2 abcd | 41.1 b | 18.5 bc | 27.4 abc | 25.7 abcde |
| 189 | 48.9 bcd | 52.8 abcde | 51.6 abcde | 59.1 | 69.9 abc | 64.1 B | 34.2 | 44.6 abcd | 40.1 b | 22.21 abc | 27.5 abc | 24.4 cde |
| 191 | 55.05 abc | 48.5 de | 50.5 cdef | 56.4 | 70.7 abc | 67.7 ab | 37.9 | 45.9 ab | 45.2 ab | 23.57 abc | 26.8 abc | 25.9 abcde |
| 193 | 49.5 abcd | 58.4 ab | 55.6 abcd | 59.5 | 72.3 a | 66.5 ab | 34.8 | 47.6 ab | 42.9 ab | 21.3 abc | 31.6 a | 27.6 abc |
| 194 | 57.8 abc | 51.27 abcde | 57.5 ab | 58.5 | 70.1 abc | 66.3 ab | 39.5 | 42.2 abcd | 44.1 ab | 25.1 ab | 28.4 abc | 27.2 abc |
| 196 | 58.7 ab | 53.2 abcd | 53.44 abcde | 58.5 | 68.9 abc | 66.1 ab | 38.7 | 42.3 abcd | 42.6 ab | 24.1 abc | 28.5 abc | 26.7 abcd |
| 197 | 46.6 cd | 49.6 cde | 56.1 abc | 60.5 | 65.1 | 67.2 ab | 32.5 | 37.2 d | 43.1 ab | 20.5 abc | 24.3 bc | 29.4 a |
| 198 | 52.1 abcd | 49.8 bcde | 47.29 ef | 62.3 | 67.8 abc | 65.7 ab | 39.3 | 42.2 abcd | 40.8 ab | 24.4 abc | 24.2 bc | 22.3 e |
| 205 | 43.2 d | 49.8 bcde | 50.81 bcdef | 60.2 | 70.60 abc | 67.74 ab | 31.3 | 41.8 bcd | 41.3 ab | 18.2 c | 26.7 abc | 25.3 bcde |
| 207 | 46.30 cd | 52.2 abcde | 49.4 def | 63.87 | 71.6 a | 67.94 ab | 35.7 | 46.1 ab | 41.9 ab | 21.6 abc | 27.7 abc | 25.07 bcde |
| 209 | 56.0 abc | 59.9 a | 58.2 a | 56.5 | 70.2 abc | 64.5 ab | 36.0 | 48.1 ab | 42.8 ab | 21.6 abc | 29.2 abc | 27.93 abc |
| 211 | 47.7 bcd | 51.4 abcde | 52.9 abcde | 62.6 | 71.41 abc | 66.2 ab | 36.5 | 45.7 ab | 43.80 ab | 21.7 abc | 27.4 abc | 26.5 abcde |
| 213 | 47.6 bcd | 53.2 abcd | 53.8 abcde | 56.2 | 70.9 abc | 65.1 ab | 31.2 | 44.4 ab | 41.5 ab | 21.1 abc | 29.3 abc | 26.8 abcd |
| 214 | 60.8 a | 56.8 abcd | 53.9 a abcde | 58.4 | 70.4 abc | 65.2 ab | 40.7 | 48.2 ab | 44.8 ab | 24.8 abc | 29.4 abc | 26.3 ABCDE |
| 222 | 52.5 abcd | 58.2 abc | 56.0 abcd | 61.2 | 71.3 ab | 67.3 ab | 37.4 | 47.9 ab | 44.6 ab | 23.9 abc | 31.6 a | 28.4 abc |
| สฎ.3 | 52.2 abcd | 58.5 ab | 56.8 abc | 59.3 | 71.3 ab | 64.5 ab | 36.4 | 49.8 a | 43.9 ab | 22.9 abc | 29.9 ab | 27.3 abc |
| **CV (%)** | **11.4** | **8.2** | **6.2** | **8.9** | **4.6** | **4.4** | **14.2** | **8.7** | **6.3** | **14.8** | **11.5** | **7.7** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 3** การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 1 (031) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎรธานี 3 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ความสูง (เซนติเมตร) | | | | ความสูงเพิ่ม (เซนติเมตร) | | | พื้นที่ใบ (ตรม.) | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ (ตรซม.) | | | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 173 | 29.8 abc | 75.9 abcdef | 135.9 abc | 175.4 abcde | 46.2 abcd | 59.5 ab | 39.9 bcd | 5.7 bcdefg | 7.3 bcde | 8.2 abc | 16.2 bcd | 25.1 cdef | 26.7 abc | 50.1 abcd | 48.7 abcd | 45.8 abcde |
| 175 | 29.3 abc | 71.6 bcdef | 119.9 abcde | 158.1 abcde | 42.3 bcde | 48.2 ab | 38.3 bcd | 5.7 bcdefg | 7.6 abcd | 8.9 a | 14.2 cd | 25.1 cdef | 27.4 abc | 48.3 abcde | 45.2 cdefg | 42.3 abcde |
| 176 | 38.9 a | 92.3 a | 146.4 a | 192.7 a | 53.6 a | 54.1 ab | 46.3 abc | 6.4 a | 8.3 a | 8.4 ab | 19.9 a | 29.7 a | 29.7 a | 52.3 abc | 50.9 a | 47.1 abc |
| 179 | 29.2 abc | 72.7 bcdef | 126.6 abcde | 168.8 abcde | 43.6 bcde | 56.5 ab | 39.6 bcd | 5.8 abcdef | 7.5 abcde | 7.9 bcde | 15.8 bcd | 25.7 cdef | 26.7 abcd | 48.9 abcde | 44.8 cdefg | 44.9 abcde |
| 181 | 37.8 ab | 87.9 ab | 140.0 ab | 189.3 ab | 50.1 ab | 55.4 ab | 45.9 abc | 6.3 ab | 7.6 ab | 7.9 bcde | 19.8 a | 28.5 ab | 27.5 abc | 50.5 abcd | 44.9 cdefg | 45.2 abcde |
| 183 | 23.5 cd | 65.5 defg | 113.3 bcde | 152.4 cde | 41.9 bcde | 47.8 ab | 39.1 bcd | 5.8 abcdef | 7.6 abc | 8.4 abc | 14.0 cd | 24.1 defgh | 25.9 bcdef | 45.9 defg | 44.3 efg | 45.5 abcde |
| 184 | 27.5 abcd | 69.2 cdef | 122.2 abcde | 159.1 abcde | 41.7 bcde | 53.0 ab | 36.8 bcd | 5.9 abcde | 7.3 bcde | 8.6 ab | 15.7 bcd | 25.7 cdef | 28.3 ab | 49.1 abcde | 44.7 defg | 47.3 abc |
| 185 | 30.6 abc | 76.9 abcdef | 132.3 abcd | 174.9 abcd | 46.3 abcd | 55.3 ab | 42.8 abcd | 5.6 cdefg | 7.2 bcdef | 7.8 bcde | 15.8 bcd | 24.7 defg | 25.7 bcdef | 49.8 abcde | 47.7 abcde | 43.8 abcde |
| 187 | 25.7 cd | 66.9 cdefg | 113.6 bcde | 152.3 cde | 41.3 cde | 46.6 b | 38.8 bcd | 5.7 bcdefg | 7.1 bcdefg | 7.8 bcde | 16.9 abc | 23.8 efgh | 24.8 cdefg | 44.9 efg | 45.5 bcdefg | 42.6 abcde |
| 189 | 32.8 abc | 80.1 abcde | 127.8 abcde | 180.5 abc | 47.2 abcd | 53.8 ab | 46.7 ab | 5.4 defg | 7.0 bcdefg | 7.5 cdef | 18.5 ab | 26.9 bcd | 27.9 abc | 48.8 abcde | 45.5 bcdefg | 42.4 abcde |
| 191 | 34.2 abc | 82.9 abcd | 115.2 bcde | 168.7 abcde | 48.0 abc | 46.6 b | 39.1 bcd | 5.2 fg | 6.7 cdefgh | 6.9 efg | 15.4 bcd | 24.1 defgh | 24.1 defgh | 49.9 abcd | 47.9 abcde | 39.5 de |
| 193 | 23.5 cd | 65.2 efg | 110.9 cde | 148.3 cde | 41.7 bcde | 45.3 b | 37.85 bcd | 5.2 fg | 6.6 efgh | 7.2 defg | 12.8 d | 20.2 j | 21.4 hij | 47.4 cdef | 47.4 abcdef | 40.6 cde |
| 194 | 23.5 cd | 62.3 fg | 106.7 de | 141.6 de | 38.8 de | 44.4 b | 34.9 cd | 5.1 g | 6.3 fgh | 6.4 gh | 13.9 cd | 21.5 hij | 19.8 j | 46.5 defg | 48.5 abcde | 42.9 abcde |
| 196 | 25.5 cd | 73.5 bcdef | 124.4 abcde | 172.7 abcd | 47.9 abc | 50.9 ab | 47.6 ab | 5.4 efg | 7.1 bcdefg | 7.1 efg | 13.7 cd | 20.2 j | 20.8 ij | 47.4 cdef | 46.9 abcdef | 40.6 cde |
| 197 | 31.8 abc | 77.1 abcdef | 130.9 abcd | 171.4 abcd | 45.5 abcd | 55.4 ab | 40.5 bcd | 6.2 abc | 8.2 a | 8.4 ab | 16.0 bcd | 27.6 abc | 26.1 bcde | 50.3 abcd | 49.0 abc | 46.1 abcd |
| 198 | 31.2 abc | 76.9 abcdef | 124.7 abcde | 168.5 abcde | 45.8 abcd | 63.3 a | 53.3 a | 5.5 defg | 6.8 bcdefgh | 6.8 fgh | 18.7 ab | 26.5 bcde | 24.9 cdefg | 53.1 a | 48.5 abcde | 43.3 abcde |
| 205 | 24.9 cd | 67.1 cdefg | 117.7 bcde | 160.3 abcde | 42.2 bcde | 50.7 ab | 42.5 abcd | 5.4 efg | 6.7 defgh | 6.7 fgh | 13.1 cd | 22.2 ghj | 22.8 fghi | 43.2 fg | 43.4 fg | 41.1 bcde |
| 207 | 38.2 ab | 83.7 abc | 130.6 abcde | 175.1 abcd | 45.6 abcd | 49.9 ab | 41.4 bcd | 6.03 abcd | 7.7ab | 8.1 abcd | 18.5 ab | 29.2 ab | 28.9 ab | 52.8 ab | 46.0 bcdef | 48.1 a |
| 209 | 16.6 d | 51.9 g | 102.4 e | 135.7 e | 35.8 e | 50.8 ab | 33.1 d | 5.1 g | 6.2 gh | 6.8 fgh | 13.8 cd | 20.9 ij | 21.9 ghij | 41.9 g | 41.7 g | 39.4 de |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 3** (ต่อ)

| คู่ผสม | ความสูง (เซนติเมตร) | | | | ความสูงเพิ่ม (เซนติเมตร) | | | พื้นที่ใบ (ตรม.) | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ (ตรซม.) | | | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2250 | ปี 2551 | ปี 2552 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 211 | 22.9 cd | 61.9 fg | 114.7 Bbcde | 156.6 bcde | 40.7 cde | 53.4 ab | 39.6 bcd | 5 g | 6.7 cdefgh | 7.3 defg | 13.4 cd | 23.8 efgh | 24.8 cdefg | 47.3 cdef | 47.7 abcde | 47.6 ab |
| 213 | 28.2 abcd | 71.6 bcdef | 117.1 bcde | 161.1 abcde | 43.4 bcde | 48.1 ab | 41.4 bcd | 5.9 abcde | 7.2 bcde | 8.4 abc | 13.9 cd | 24.0 defgh | 25.7 bcdef | 47.8 bcdef | 46.2 bcdeg | 43.2 abcde |
| 214 | 25.8 cd | 72.2 bcdef | 125.4 abcde | 165.7 abcde | 46.4 abcd | 53.2 ab | 40.4 bcd | 5.4 defg | 7.1 bcdefg | 7.5 cdef | 16.2 bcd | 25.2 | 26.9 abcd | 47.9 bcdef | 45.7 bcdefg | 38.9 e |
| 222 | 28.4 abc | 73.4 bcdef | 128.6 abcde | 170.6 abcde | 44.9 bcd | 55.2 ab | 42.3 abcd | 5.4 defg | 7.2 bcdef | 7.3 defg | 15.4 bcd | 25.3 cdef | 26.1 bcde | 51.7 abc | 49.5 ab | 44.5 abcde |
| สฎ.3 | 26.7 bcd | 69.6 cdef | 118.5 abcde | 165.8 abcde | 42.9 bcde | 51.7 ab | 44.6 abcd | 5.1 g | 5.9 g | 5.9 g | 16.0 bcd | 23.2 fghi | 23.1 efghi | 48.1 abcde | 47.5 abcdef | 43.8 abcde |
| CV (%) | **21.1** | **12.1** | **11.6** | **10.7** | **9.8** | **15.4** | **14.26** | **6.0** | **6.6** | **6.3** | **12.3** | **6.1** | **6.6** | **5.3** | **4.6** | **7.9** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 4** องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 2 (041) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 (S3) ปี 2550 อายุ 3 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ก้านทะลาย | | | % การติดผล | | | น้ำหนักผลเฉลี่ย | | | เปลือกนอกสด/ผล | | | กะลา/ผล | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี |
| 224 | 9.0 bcd | 8.9 abc | 8.7abcd | 76.0 bcd | 74.7 cd | 75.6 b | 10.2 abc | 12.3 abcd | 13.7 b | 85.4 abc | 85.5 bcd | 84.6 ab | 9.0 cde | 9.0 bcde | 9. 6 cde |
| 225 | 10.8 a | 9.8 A | 8.6 abcd | 76.8 bcd | 75.0 cd | 75.8b | 9.5abc | 11.2 bcd | 11.0b | 82.2 cde | 83.7bcde | 82.4 abc | 7.6 def | 6.4 ef | 7.7 de |
| 249 | 8.7 bcd | 8.3 abcd | 7.3 de | 73.0 d | 75.3 bcd | 77.061ab | 8.9 abc | 9.1 d | 12.3 b | 82.3 cde | 82.8cdef | 81. 9 bc | 10.2 c | 9. 6 bcd | 11.0bc |
| 254 | 7.8 cde | 9.7a | 8.2 bcde | 77.0 bcd | 76.5 abcd | 79.7a | 10.2 abc | 14.1 ab | 18.3 a | 80.6 de | 81.6 defg | 84.1 ab | 9.6 cd | 9.0bcde | 8.4 cde |
| 257 | 9.4 abc | 8.0bcd | 8.5 abcde | 78.7 bc | 78.9 ab | 78.3 ab | 10.2 abc | 12.0 abcd | 13.6 b | 75.1 f | 76.0h | 76.3 d | 15.2 a | 13.7 a | 14.1 a |
| 261 | 8.1 bcde | 8.9 abc | 8.7 abcd | 78.3 bc | 74.8 cd | 75.6 b | 9.9 abc | 10.8bcd | 12.4 b | 88.4 a | 90.4a | 87. 8 a | 6.7 ef | 5.3 f | 7.1 e |
| 264 | 7.8 de | 8.8 abc | 7.9 bcde | 78.7 bc | 76.4 abcd | 75.8b | 10.3 abc | 12.7 abC | 12.0 b | 85.3 abc | 87.8 ab | 85.8 ab | 8.8 cdef | 7.2 def | 8.8 cde |
| 268 | 8.3 bcd | 9.7 s | 10.3 a | 79.6 b | 77.3abcd | 75.4 b | 10.0abc | 12.1 abcd | 11.2 b | 86.7ab | 87.4ab | 85.4 ab | 7.7 def | 7.6 cdef | 9.2cde |
| 270 | 8.3 bcd | 9.2 sbc | 7.84 bcde | 78.5 bc | 76.6 abcd | 77.6 ab | 10.0abc | 12.5 abcd | 11.2 b | 84.0bcd | 84.3bcde | 84.5 ab | 7.8 def | 7.8 cdef | 8.0 cde |
| 272 | 7.8 cde | 9.1 abc | 7.9 bcde | 76.9 bcd | 74.2 cd | 77.3 ab | 10.5 abc | 12.9 abc | 15.8ab | 78.5ef | 80.0 efgh | 82.4 abc | 11.2 bc | 10.4 bc | 9.4 cde |
| 274 | 7.3 de | 9.0abc | 7.5 cde | 81.2 ab | 78.0abc | 77.8 ab | 11.0a | 15.0a | 12.7 b | 85.9abc | 87.1 abc | 84. 6 ab | 6.5 f | 6.0 f | 7.5 de |
| 277 | 9.7 ab | 9.6 a | 9. 6 ab | 77.7 bcd | 74.061 d | 76.1b | 8.4 bc | 10.8 bcd | 11.1 b | 86.2 abc | 87.8 ab | 87.5 ab | 7.2 ef | 6.9 def | 6.6 e |
| 280 | 7.5 de | 7.84cd | 6.8 e | 76. 9 bcd | 74.8 cd | 77.96 ab | 8.3 c | 9.9 Ccd | 11.4 b | 84.6 abcd | 85.8 bcd | 85.8 ab | 8.8 ef | 7.7 cdef | 8.2 cde |
| 289 | 8.3 bcd | 9.31 abc | 8.5 abcde | 78.7 bc | 74. 1 d | 77.0 ab | 11.0ab | 11.0 bcd | 12.1 b | 78.1 ef | 791fgh | 78.5 cd | 11.1 bc | 10.5 bc | 10.7 cd |
| 294 | 6.6 e | 6.83 d | 6.7 e | 84.8 a | 79.1 a | 79.3 a | 10.4 abc | 13.2 abc | 12.3 b | 75.2 f | 78.3 gh | 73.6 d | 13.0b | 11. 7 ab | 13.7 ab |
| สฎ.3 | 8.7 bcd | 9.45ab | 9.3 abc | 74.1 cd | 74.9 cd | 75.4 b | 9.4 abc | 12.0 abcd | 12.7 b | 81.0de | 82.8 cdef | 83.4 abc | 11.0bc | 9.6 bcd | 9.3 cde |
| **CV(%)** | **10.2** | **9.0** | **11.5** | **3.5** | **2.6** | **2.0** | **13.2** | **14. 8** | **19.1** | **2.7** | **2.9** | **3.5** | **13.4** | **17.7** | **17.8** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 5** องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 2 (041) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 (S3) ปี 2550 อายุ 3 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | เนื้อใน/ผล | | | เปลือกนอกแห้ง/ผล | | | น้ำมัน/เปลือกแห้ง | | | น้ำมัน/เปลือกสด | | | %น้ำมัน/ทะลาย | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี | ปี 2550 4 ปี | ปี 2551 5 ปี | ปี 2552 6 ปี |
| 224 | 5.57 ef | 5.4 efg | 5. 8 de | 50.6 abc | 49.9 cd | 49.8 b | 67.1 ab | 65.2 b | 68.2 abc | 39.8 ab | 38.0c | 40.2 bcd | 25.8 ab | 24.3 cd | 25.7 ab |
| 225 | 10.22 ab | 9. 9 ab | 9.9 bc | 52.7 abc | 55.9 abc | 52.4 ab | 61.3ab | 70.6 ab | 69. 9 a | 39.3 ab | 47.2 abc | 44.45 ab | 24. 8 ab | 29.6 abcd | 27.8 a |
| 249 | 7.45 cdef | 7.7 cde | 7.2 cde | 46.2 abcd | 54.8bcd | 50.1b | 64.2 ab | 71.5ab | 69.0ab | 35.8 ab | 47.4 abc | 42.1 abc | 21.5 b | 29.7 abcd | 26.6 ab |
| 254 | 9.78 abc | 9.4 abc | 7.4 cde | 44.6 abcd | 53.4 bcd | 51.7 ab | 62.6 ab | 68.9 ab | 67.9 abc | 34.7 ab | 45.1 abc | 41.8abc | 21.6 b | 28.1 bcd | 28.0a |
| 257 | 9.82 abc | 10.3 a | 9.6bc | 41.3 cd | 49.4cd | 47. 6 b | 61.8 ab | 69.6 ab | 67.6 abc | 43.1a | 45.3 abc | 42.2 abc | 20.2 b | 27.2 bcd | 25.2 ab |
| 261 | 4.90 f | 4.3 g | 5.2e | 54.9 a | 63. 9 a | 54.9 ab | 68.2 a | 74.2 a | 66.6 abcd | 42.4 ab | 52.6 a | 41.6 abc | 29.4 s | 35. 7 a | 27.6 a |
| 264 | 5.93 def | 4.9 fg | 5.4 de | 43.5 abcd | 52.2 bcd | 46.6 b | 62.4 ab | 68.9 ab | 66. 8 abcd | 31.9 ab | 41.0 bc | 36.3 d | 21.5 b | 27.5 bcd | 23.6 b |
| 268 | 5.63 def | 4.9 fg | 5.4 de | 44.8 abcd | 53.9 bcd | 56.9 ab | 64.6 ab | 73.0 ab | 62.0 d | 33. 9ab | 44.9abc | 41.1 abc | 23.8 sb | 30.3 abc | 26.5 ab |
| 270 | 8.20 bcd | 8.0bcd | 7.5 cde | 42.4 bcd | 51.6 bcd | 53.8 ab | 59.5 b | 66.2 ab | 64.4 bcd | 30.1b | 40.7 bc | 41.0 abc | 19.8 b | 26.2 bcd | 26.9ab |
| 272 | 10.34 ab | 9. 6 abc | 8.2 bcd4 | 45.1 abcd | 53.8 bcd | 52.3 ab | 65.9 ab | 69.7 ab | 68.9 ab | 37.9 ab | 46.8 abc | 43.7 abc | 22.8 ab | 27.8 bcd | 27.8 a |
| 274 | 7.61 cde | 6.9 def | 7.9 cde | 52.4 abc | 60.4 ab | 54.7 ab | 62.2 ab | 69.5ab | 63.8 cd | 38.2 ab | 48.2 ab | 41.0abc | 26.6 sb | 32.7 ab | 27.0 ab |
| 277 | 6.56 def | 5.3 fg | 5.8 de | 53.7 ab | 55.8 abc | 54.5 ab | 63.6 ab | 70.0ab | 63.9 bcd | 39.6 ab | 44. 8 abc | 39.8 cd | 26.5 sb | 29.0 bcd | 26.6 ab |
| 280 | 6.62 def | 6.5 defg | 6.0de | 45.7 abcd | 55.3 abc | 61.5 a | 66.0 ab | 72.7 ab | 66.2 abcd | 35.7 ab | 47.1abc | 39.7 cd | 23.2 sb | 30.2 abcd | 26.6 ab |
| 289 | 10.76 a | 10.4 a | 10.7 ab | 43.1 bcd | 50.9 cd | 50.8 ab | 64.1 ab | 69.0 ab | 69.9 a | 35.4 ab | 44. 6 abc | 45.25 a | 21.8 sb | 26.0 bcd | 27.3ab |
| 294 | 11.88 a | 10.1 ab | 12.8 a | 37.8 d | 45.8 d | 46.4 b | 62.3 ab | 64.9b | 67.4 abc | 31.4ab | 37. 9c | 42.6 abc | 20.0b | 23.5 d | 24.8 ab |
| สฎ.3 | 8.15 bcde | 7.6 cde | 7.3 cde | 48.6 abcd | 50.8cd | 54.2 ab | 64.7 ab | 65.7 b | 66.4 abcd | 38. 8ab | 40.3 bc | 43.00 abc | 23.2 sb | 25.0 cd | 27.1 ab |
| **CV(%)** | **16.6** | **15.8** | **19.7** | **12.6** | **8.9** | **10.4** | **6.7** | **5.9** | **3.9** | **17.0** | **11.3** | **5.3** | **17.1** | **12.1** | **7.2** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 6** การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 2 (041) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎรธานี 3 ปี 2553 อายุ 6 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | พื้นที่ใบ (ตรม.) | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ (ซม.) | | | จำนวนทางใบ | | | ความสูง (ซม.) | | | ความสูงเพิ่ม (ซม.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 224 | 6.5 bcde | 5.4 f | 6.7 cde | 20.1 def | 20.5 f | 20.5 gh | 42.3cd | 39.0 d | 38.6 c | 17.7 ab | 54.3 abcd | 102.1 abc | 135.5 ab | 37.7 bcd | 47.8 ab | 33.4 abc |
| 225 | 6.2 cde | 6.1 cde | 7.6 abcd | 22.9 abcd | 24 de | 26.2 cde | 43.5cbd | 38.8 d | 39.1 abc | 12.8 bcde | 44.5 defg | 87.9 cd | 118.7 ab | 33.6 d | 43.3 ab | 30.9 abcd |
| 249 | 5.9de | 5.3 f | 6.4 de | 18.4 ef | 19.2 f | 19.9 h | 41.6 | 40.8 cd | 39.4 abc | 16.3 abcd | 46.7 cdefg | 89.1 cd | 117.8 b | 34.6 d | 42.4 b | 28.8 cd |
| 254 | 5.6 e | 5.3 f | 5.8 e | 17.7 f | 20.6 f | 21.6 gh | 46.6ab | 42.3bc d | 43.0 a | 11.4 de | 45.9 cdefg | 92.8 bcd | 128.5 ab | 36.3 cd | 47.7 ab | 35.7 a |
| 257 | 6.7 bcde | 6.4bcd | 7.2 bcde | 21.0 cde | 23 e | 23.0f | 43.0cd | 42.6 | 40.4 abc | 11.3 de | 49.8 bcdef | 95.6 bcd | 125.3 ab | 38.9 abcd | 45.8 ab | 30.4 abcd |
| 261 | 7.8 ab | 7.2 ab | 8.8 ab | 24.5 ab | 28.7 a | 31.0 a | 44.6abc | 44.4abc | 42.5 abc | 18.4 a | 58.1 ab | 110.4 a | 145.7 ab | 41.2 abc | 52.3 ab | 35.3 ab |
| 264 | 6.7 bcde | 6.3 cde | 7.6 abcd | 21.0 cde | 23.5 e | 24.7de | 42.4cd | 41.3bcd | 39.7 abc | 14.5 abcde | 51.0 bcde | 95.9 bcd | 125.6 ab | 36.8 cd | 44.8 ab | 29.8 bcd |
| 268 | 7.4 abc | 7.2 a | 8.5 ab | 23.6 abc | 27.9 ab | 27.0 bcd | 44.8abc | 46.1 ab | 41.3 abc | 17.3 abc | 59.3 ab | 106.1 ab | 138.8 ab | 43.0 ab | 49.2 ab | 33.4 abc |
| 270 | 6.8 bcde | 6.6 abcd | 7.5 bcd | 24.7 a | 27.1 abc | 27.2 bcd | 46.5 ab | 48.1 a | 43.1 bc | 18.9 a | 61.5 a | 113.1 a | 145.1 ab | 43.8 a | 51.6 ab | 32.0 abcd |
| 272 | 6.0 cde | 6.0 def | 6.7 cde | 22.1 abcd | 24.6 de | 26.2 cde | 43.5 bcd | 40.4 cd | 42.8 abc | 12.4 bcde | 48.3 cdefg | 95.2 bcd | 125.1 ab | 36.7 cd | 46.9 ab | 29.9 bcd |
| 274 | 8.1 a | 7.2 ab | 8.8 ab | 24.0 abc | 27.6 abc | 29.5 ab | 46.9 a | 45.0abc | 42.1 abc | 17.2 abc | 55.6 abc | 101.5 abc | 128.9 ab | 39.2 abcd | 45.9 ab | 30.9 abcd |
| 277 | 7.1 abcd | 6.7 abc | 8.1 abc | 21.6 bcd | 24.8 de | 26.7 cde | 40.7 d | 41.5bcd | 38.7 abc | 11.9 cde | 43.8 efg | 86.8 cd | 117.1 ab | 33.8 d | 43.0 ab | 30.2 ab cd |
| 280 | 6.9 abcd | 7.1 ab | 9.2 a | 20 de. f0 | 22.9 e | 24. 2 ef | 42.9 cd | 40.5 cd | 40.9 abc | 12.7 bcde | 47.5 cdefg | 91.8 bcd | 122.4 ab | 36.1 cd | 44.4 ab | 30.6 abcd |
| 289 | 5.9 abcd | 5.4 f | 6.4d | 18.2 ef | 19.8 f | 21.5 gh | 42.9 cd | 41.5bcd | 41.9 abc | 9.5 e | 40.4 fg | 81.9 d | 108.8 a | 33.2 d | 60.6 a | 26.9 bcd |
| 294 | 7.3 abc | 7.3 a | 8.5 ab | 22.0 abcd | 26.1 bcd | 25.4 cdef | 44.5 abc | 42.8bcd | 42.0 abc | 9.1 e | 46.4 cdefg | 90.4 cd | 120.1 ab | 38.9 abcd | 44.0 ab | 29.8 bcd |
| สฎ.3 | 5.9 de | 5.8 ef | 6.8 cde | 24.3 ab | 25.6 de | 28.0 bc | 44.0 abc | 42.5bcd | 42.7 abc | 10.5 e | 38.5 g | 83.8 d | 115.8 ab | 33.5 d | 45.9 ab | 32.6 abcd |
| **CV(%)** | **10.1** | **6.0** | **11.0** | **7.3** | **4.9** | **5.6** | **3.8** | **5.9** | **5.2** | **20.2** | **10.3** | **8.2** | **8.1** | **8.4** | **19.3** | **9.4** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 7** จำนวนทะลายต่อต้น, ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก.ต่อทะลายต่อปี) ของคู่ผสมปาล์มน้ำมันแปลง BRD 043 อายุ 3-6 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น) | | | | | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น) | | | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 3 ปี | ปี 2551 4 ปี | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 2550 3 ปี | ปี 2551 4 ปี | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 2550 3 ปี | ปี 2551 4 ปี | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย |
| 2 | 17.9 ab | 19.1 ab | 16.9 abc | 11.3 abc | 16.30 abc | 51.80 ab | 99.7 abc | 135.8 a | 102.8 ab | 97.53 ab | 2.8 b | 5.1 ab | 8.0 def | 9.2 d | 6.30 bcde |
| 3 | 17.6 ab | 18.6 ab | 13.4 cde | 8.1 de | 14.43 bcde | 50.23 ab | 111.7 a | 109 ab | 78.1 cd | 87.50 ab | 2.7 bc | 5.6 a | 8.2 cdef | 9.9 bcd | 6.60 abcd |
| 6 | 16.7 ab | 16.8 ab | 13.2 cde | 9.5 cde | 14.07 bcde | 44.05ab | 90.8 abcd | 130.9 a | 107.5 ab | 93.28 ab | 2.5 bc | 5.3 a | 10.2 a | 11.4 a | 7.37 a |
| 7 | 13.3 bc | 17.2 ab | 13.2 cde | 9.6 cde | 13.35 cde | 32.47 bc | 78.4 abcd | 110.9 ab | 88.8 abcd | 77.68 abc | 2.5 bc | 4.5 abcd | 8.8 bcde | 9.3 cd | 6.32 bcde |
| 8 | 17.5 ab | 18.9 ab | 15.3 bcd | 10 bcd | 15.43 bcde | 47.47 ab | 104.1 ab | 131.1 a | 95.5 abcd | 94.53 ab | 2.6 bc | 5.4 a | 8.7 bcde | 9.6 bcd | 6.60 abcd |
| 10 | 9.4 c | 16.2 ab | 13.4 cde | 11 abc | 12.48 e | 21.67 cd | 65.6 cd | 103.2 ab | 99.5 abc | 72.47 bc | 2.4 bcd | 4.0 bcd | 7.6 ef | 9.2 d | 5.80 de |
| 19 | 17.7 ab | 18.8 ab | 16.1 abcd | 9.8 bcd | 15.57 bcd | 55.65 a | 103.3 ab | 140.4 a | 89.1 abcd | 97.10 ab | 3 b | 5.4 a | 8.9 abcde | 9.1 d | 6.62 abc |
| 20 | 17.6 ab | 18.7 ab | 19.5 a | 11.9 ab | 16.98 ab | 33.35 abc | 70.8 bcd | 111.8 ab | 85.03 bcd | 75.25 abc | 1.9 d | 3.8 cd | 5.7 g | 7.2 e | 4.67 f |
| 21 | 21.5 a | 20.6 a | 18.5 ab | 12 a | 18.40 a | 46.55 ab | 96.3 abc | 135.4 a | 112.3 a | 97.65 ab | 2.1 cd | 4.7 abcd | 7.3 f | 9.1 d | 5.77 e |
| 22 | 15.9 b | 18.7 ab | 13.5 cde | 9.7 bcd | 14.48 bcde | 46.38 ab | 105.3 ab | 135.2 a | 101.6 ab | 97.15 ab | 2.9 b | 5.7 a | 10.3 a | 10.6 ab | 7.35 a |
| 24 | 16.5 ab | 19.4 ab | 14.4 cde | 11.3 abc | 15.40 bcde | 40.65 abc | 94.9 abc | 125.9 ab | 105.8 ab | 91.82 ab | 2.5 bc | 4.8 abc | 9.1 abcd | 9.6 bcd | 6.47 bcde |
| 26 | 15.7 b | 19.2 ab | 15.6 bcd | 10.8 bcd | 15.20 bcde | 50.08 ab | 101.9 abc | 130.9 a | 98.4 abc | 95.32 ab | 3 b | 5.1 ab | 8.4 cdef | 9.6 bcd | 6.57 abcde |
| สฏ.1 | 12.8 bc | 18.8 ab | 15.7 bcd | 10.6 abc | 14.50 bcde | 38.45 abc | 93.8 abc | 125.2 ab | 94.8 abcd | 88.10 ab | 3.1 b | 4.8 abc | 7.9def | 8.9 d | 6.20 cde |
| สฏ.2 | 15.0 b | 19.1 ab | 15.2 bcd | 10.6 abc | 14.95 bcde | 38.45ab | 102.7 abc | 139.4 a | 106.9 ab | 98.63 a | 3 b | 5.4 a | 9.5 abc | 10.4 abc | 7.10 ab |
| สฏ.3 | 3.7 d | 15.8 b | 12.3 de | 7.5 e | 9.85 f | 11.22 d | 57.6 d | 89.60 b | 73.8 d | 58.10 c | 3 b | 3.6 d | 7.7 def | 9.9 bcd | 6.07 cde |
| สฏ.6 | 13.8 bc | 18.1 ab | 11 e | 9.7 bcd | 13.27de | 51.05 ab | 98.9 abc | 108.8 ab | 102.4 ab | 90.32 ab | 3.9 a | 5.5 a | 10.0 ab | 10.2 bcd | 7.37 a |
| **CV%** | **20.8** | **14.4** | **15.5** | **13.3** | **12.1** | **31.5** | **23.9** | **19.6** | **14.4** | **16.7** | **14.1** | **14.4** | **9.9** | **7.3** | **7.5** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 8** องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันแปลง BRD 043 อายุ 4-6 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| | ก้านทะลาย | | | น้ำหนักผล/ทะลาย | | | น้ำหนักผลเฉลี่ย | | | เปลือกนอกสด/ผล | | | กะลา/ผล | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **คู่ผสม** | **ปี 2551** | **ปี 2552** | **ปี 2553** | **ปี 2551** | **ปี 2552** | **ปี 2553** | **ปี 2551** | **ปี 2552** | **ปี 2553** | **ปี 2551** | **ปี 2552** | **ปี 2553** | **ปี 2551** | **ปี 2552** | **ปี 2553** |
| | **4 ปี** | **5 ปี** | **6 ปี** | **4 ปี** | **5 ปี** | **6 ปี** | **4 ปี** | **5 ปี** | **6 ปี** | **4 ปี** | **5 ปี** | **6 ปี** | **4 ปี** | **5 ปี** | **6 ปี** |
| 2 | 8.4 cde | 8.9 abcd | 8.6 abc | 80.3 a | 78.8 a | 79.9 a | 13.8 a | 16.8 a | 11.0 ab | 87.0 ab | 88.8 a | 86.1 ab | 6.9 fg | 5.9 h | 7.6 chi |
| 3 | 8.5 cde | 8.9 abcd | 8.5 abc | 75.2 abcd | 75.2 bc | 77.4 abc | 11.586 bc | 13.1 b | 10.9 ab | 81.9 cdefg | 83.7 def | 83.0 cd | 9.6 cdef | 8.9 def | 8.9 fgh |
| 6 | 8.1 e | 8.4 bcd | 7.8 bc | 77.9 ab | 74.7 bcd | 77.2 abc | 10.3 cde | 11.4 bcdef | 9.3 bcde | 85.5 abc | 85.4 bcd | 84.5 bcd | 8.9 cdef | 9.3 cdef | 9.3 efg |
| 7 | 8.9 bcde | 8.1 cd | 7.6 bc | 77.4 abc | 73.9 bcd | 78.5 ab | 8.7 cde | 9.3 f | 8.4 e | 87.4 ab | 88.4 ab | 87.9 a | 6.9 fg | 6.5 gh | 6.8 i |
| 8 | 9.9 bcde | 8.8 abcd | 8.5 abc | 74.6 abcd | 73.7 cd | 75.5 bc | 10.7 cd | 12.8 bcd | 10.7 abc | 85.0 abcd | 84.9 cde | 83.7 bcd | 7.5 efg | 7.4 fgh | 8.1 fghi |
| 10 | 9.9 abc | 9.9 a | 9.0 ab | 71.8 cd | 72.0 d | 75.3 bc | 9.4 de | 9.4 ef | 8.6 de | 78.5 g | 81.2 fg | 77.6 e | 14.1 a | 12.4 ab | 15.2 a |
| 19 | 9.1 abcde | 9.7 a | 8.9 ab | 74.2 bcd | 72.1 d | 74.8 c | 10.8 cd | 10.2 def | 8.6 de | 82.6 cdefg | 78.1 hi | 75.8 e | 8.4 cdefg | 10.9 bc | 11.3 cd |
| 20 | 9.2 abcde | 9.1 abcd | 8.8 ab | 76.1 abc | 75.3 bc | 78.6 ab | 9.9 cde | 9.5 ef | 9.3 cde | 78.4 g | 74.5 j | 76.1 e | 10.5 cd | 13.6 a | 13.5 ab |
| 21 | 9.5 abcde | 9.6 ab | 7.2 c | 79.5 ab | 76.5 ab | 79.7 a | 10.7 cd | 10.9 bcdef | 10.3 bc | 78.8 g | 75.2 ij | 75.7 e | 13.1 ab | 13.9 a | 14.6 a |
| 22 | 8.2 de | 8.8 abcd | 8.6 abc | 76.9 abc | 76.5 ab | 75.5 bc | 11.2 cd | 13.1 b | 9.0 cde | 80.6 efg | 81.3 fg | 81.7 d | 10.2 cde | 9.6 cde | 9.8 def |
| 24 | 8.7 cde | 8.8 abcd | 8.3 abc | 69.9 d | 72.9 cd | 74.4 c | 9.4 de | 10.7 bcde | 9.2 cde | 83.3 bcdef | 87.3 abc | 85.1 bc | 7.8 defg | 7.8 efg | 9.2 efg |
| 26 | 10.2 ab | 9.3 abcd | 9.6 a | 74.4 bcd | 75.0 bc | 77.1 abc | 11.3 cd | 10.3 cdef | 10.5 abc | 78.9 g | 77.3 ij | 77.0 e | 13.4 ab | 13.7 a | 14.4 a |
| สฏ.1 | 8.3 de | 9.5 ab | 8.2 abc | 77.6 abc | 73.1 cd | 76.7 abc | 11.7 bc | 12.0 bcde | 9.8 bcde | 79.4 fg | 81.9 efg | 77.9 e | 10.9 bc | 9.7 cde | 12.2 bc |
| สฏ.2 | 8.4 cde | 8.1 d | 8.2 abc | 76.8 abc | 75.5 bc | 77.8 abc | 10.9 cd | 12.9 bc | 10.5 abc | 80.9 defg | 80.3 gh | 78.4 e | 9.9 cde | 10.5 cde | 11.0 cde |
| สฏ.3 | 10.4 a | 9.4 abc | 8.7 abc | 74.9 abcd | 74.0 bcd | 74.9 c | 10.0 cde | 12.0 bcde | 10.2 bcd | 84.6 abcde | 84.1 cdef | 84.6 bc | 8.5 cdefg | 8.7 def | 8.5 fghi |
| สฏ.6 | 9.6 abcd | 9.3 abcd | 9.5 a | 76.4 abc | 75.7 bc | 76.6 abc | 13.1 ab | 13.3 b | 12.1 a | 88.0 a | 86.3 abcd | 86.4 ab | 5.9 g | 6.7 gh | 7.2 hi |
| **CV%** | **9.7** | **8.7** | **10.8** | **4.6** | **2.4** | **2.8** | **10.4** | **13.7** | **10.2** | **3.2** | **2.5** | **2.2** | **17.9** | **12.3** | **11.7** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 9** องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมัน แปลง BRD 043 อายุ 4-6 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| | เนื้อใน/ผล | | | เปลือกนอกแห้ง/ผล | | | น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง | | | น้ำมัน/เปลือกนอก | | | น้ำมัน/ทะลาย | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คู่ผสม | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 2 | 6.0 def | 5.3 fg | 6.3 ghi | 54.5 ab | 58.3 abc | 50.5 bc | 59.6 ab | 60.2 e | 58.2 c | 37.3 | 39.3 ab | 35.5 b | 26.0 a | 27.5 ab | 24.4 bc |
| 3 | 8.5 abc | 7.3 cde | 8.1 def | 46.4 c | 50.7 efg | 54.3 ab | 61.9 ab | 63.9 abcde | 61.9 abc | 34.9 | 38.8 b | 40.7 ab | 21.7 bc | 24.2 cd | 26.2 abc |
| 6 | 5.6 ef | 5.3 fg | 6.2 ghi | 51.1 abc | 52.4 defg | 53.9 ab | 60.5 ab | 62.6 bcde | 61.7 abc | 36.2 | 38.82 b | 39.6 ab | 24.1 abc | 24.6 bcd | 25.8 bc |
| 7 | 5.7 def | 5.1 g | 5.2 i | 54.9 ab | 60.2 a | 57.8 a | 60.6 ab | 61.5 bcde | 64.5 ab | 37.9 | 41.9 ab | 42.4 a | 25.6 ab | 27.3 abc | 29.2 a |
| 8 | 7.5 bcde | 7.8 bcde | 8.3 de | 53.9 abc | 53.2 cdef | 53.0 abc | 62.3 ab | 64.1 abcd | 65.9 a | 39.4 | 39.9 ab | 42.2 a | 24.9 abc | 24.9 abcd | 26.5 abc |
| 10 | 7.4 bcde | 6.4 efg | 7.3 efg | 48.5 bc | 50.4 efg | 47.8 c | 62.8 ab | 65.2 ab | 63.9 ab | 38.7 | 40.4 ab | 39.7 ab | 21.9 abc | 23.6 d | 22.9 c |
| 19 | 9.0 abc | 10.9 a | 12.9 a | 46.9 bc | 51.8 defg | 50.6 bc | 59.8 ab | 62.4 bcde | 64.0 ab | 34.5 | 41.4 ab | 42.6 a | 21.1 c | 23.3 d | 24.2 bc |
| 20 | 8.9 abc | 11.9 a | 10.4 b | 51.2 abc | 48.5 fg | 50.1 bc | 59.5 ab | 64.2 abcd | 64.4 ab | 38.7 | 41.5 ab | 42.2 a | 24.1 abc | 23.2 d | 25.3 bc |
| 21 | 9.8 a | 10.9 a | 6.9 bc | 48.8 bc | 47.2 g | 48.3 bc | 62.7 ab | 63.1 bcde | 63.6 ab | 39.8 | 39.5 ab | 40.5 ab | 24.3 abc | 22.7 d | 24.5 bc |
| 22 | 9.2 ab | 9.7 b | 8.5 cd | 47.8 bc | 49.0 efg | 50.2 bc | 64.5 a | 67.0 a | 64.4 ab | 38.2 | 40.2 ab | 39.6 ab | 23.6 abc | 25.1 abcd | 24.4 bc |
| 24 | 4.8 f | 4.9 g | 5.7 hi | 52.2 abc | 59.1 ab | 57.1 a | 60.8 ab | 64.9 abc | 64.1 ab | 37.9 | 43.8 a | 42.8 a | 24.1 abc | 27.9 a | 27.1 ab |
| 26 | 7.7 abcd | 9.0 bc | 8.6 cd | 47.2 bc | 49.3 efg | 47.4 c | 62.1 ab | 63.2 bcde | 63.9 ab | 37.2 | 40.1 ab | 39.4 ab | 21.8 abc | 23.3 d | 23.3 c |
| สฏ.1 | 9.7 a | 8.3 bcd | 9.9 b | 49.7 bc | 53.7 bcdef | 49.9 bc | 60.5 ab | 61.9 bcde | 61.8 abc | 37.8 | 40.7 ab | 39.7 ab | 23.2 abc | 24.3 cd | 23.7 bc |
| สฏ.2 | 9.3 ab | 9.2 b | 10.6 b | 49.9 abc | 49.7 efg | 50.5 bc | 61.7 ab | 61.2 cde | 60.2 bc | 38.1 | 37.9 b | 38.9 ab | 23.6 abc | 22.9 d | 23.6 bc |
| สฏ.3 | 6.9 cde | 7.3 cde | 6.9 fgh | 54.6 ab | 54.3 bcde | 56.5 a | 59.5 ab | 61.6 bcde | 61.2 bc | 38.4 | 69.8 ab | 40.8 ab | 24.3 abc | 24.7 bcd | 25.8 abc |
| สฏ.6 | 6.0 def | 7.0 def | 6.4 ghi | 57.8 a | 56.4 abcd | 56.7 a | 59.2 b | 60.5 de | 60.4 bc | 38.8 | 39.4 ab | 39.6 ab | 26.1 a | 25.8 abcd | 26.3 abc |
| **CV%** | **16.8** | **14.4** | **9.7** | **9.2** | **6.5** | **6.9** | **5.0** | **3.6** | **4.3** | **9.4** | **7.1** | **8.0** | **10.6** | **7.7** | **8.5** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 10** จำนวนใบเพิ่มต่อต้น, ความยาวทางใบ (เซนติเมตร) พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) และพื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) ของคู่ผสมปาล์มน้ำมัน แปลง BRD 043 อายุ 3-6 ปี -(ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนใบเพิ่ม | | | | | | ความยาวทางใบ (ซม.) | | | | | | | | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) | | | | | | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตร.ซม.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี2551 4 ปี | | ปี2552 5 ปี | | ปี2553 6 ปี | | ปี2549 2 ปี | | ปี2550 3 ปี | | ปี2551 4 ปี | | ปี2552 5 ปี | | ปี2553 6 ปี | | ปี 2550 3 ปี | | ปี 2551 4 ปี | | ปี 2552 5 ปี | | ปี 2553 6 ปี | | ปี 2552 5 ปี | | ปี 2553 6 ปี | |
| 2 | 34.3 | bcde | 30.5 | abcde | 29.8 | b | 127.7 | ab | 188.0 | bc | 343.9 | bc | 397.4 | gh | 454.4 | g | 1.6 | abcd | 3.6 | def | 4.5 | d | 6.2 | efg | 16.8 | cde | 19.2 | fgh |
| 3 | 34.4 | bcde | 29.7 | bcde | 27.9 | b | 139.5 | ab | 199.8 | abc | 359.8 | ab | 452.5 | abcd | 535.0 | abc | 1.8 | abc | 4.4 | abc | 6.1 | abc | 8.1 | ab | 22.3 | ab | 30.8 | ab |
| 6 | 34.9 | bcde | 30.2 | abcde | 28.7 | b | 145.1 | ab | 182.9 | c | 389.0 | ab | 457.8 | abcd | 534.1 | abc | 1.6 | abcd | 4.1 | abcde | 6.0 | abcd | 7.9 | abc | 19.4 | abcd | 25.4 | bcde |
| 7 | 36.6 | b | 32.4 | ab | 29.3 | b | 141.9 | ab | 217.6 | abc | 388.9 | a | 468.2 | ab | 539.4 | ab | 1.8 | abcd | 4.3 | abcd | 5.9 | abcd | 7.6 | abcd | 18.9 | abcd | 24.0 | cdef |
| 8 | 36.3 | bcde | 32.5 | ab | 29.7 | b | 151.3 | a | 224.2 | ab | 390.5 | a | 465.8 | abc | 539.3 | ab | 2.0 | ab | 4.7 | a | 6.6 | ab | 8.1 | ab | 21.7 | ab | 31.6 | ab |
| 10 | 32.1 | e | 28.9 | de | 27.8 | b | 121.7 | ab | 182.8 | c | 315.1 | cd | 389.9 | h | 462.2 | fg | 1.4 | d | 3.6 | ef | 4.8 | cd | 6.5 | defg | 13.8 | e | 15.7 | h |
| 19 | 34.5 | bcde | 32.7 | a | 29.6 | b | 149.7 | a | 217.8 | abc | 372.9 | ab | 450.1 | abcde | 529.5 | abcd | 1.9 | ab | 4.2 | abcde | 5.7 | abcd | 7.2 | bcdef | 20.9 | abc | 28.7 | abc |
| 20 | 36.4 | bc | 32.6 | ab | 29.3 | b | 149.8 | a | 197.9 | bc | 336.1 | bcd | 427.5 | cdefg | 502.4 | bcdef | 1.5 | cd | 3.4 | f | 4.8 | cd | 6.0 | fg | 16.4 | de | 19.9 | efgh |
| 21 | 35.8 | bcd | 31.6 | abcd | 28.9 | b | 146.1 | ab | 200.8 | abc | 342.9 | bc | 420.4 | defgh | 487.1 | defg | 1.6 | bcd | 3.6 | ef | 6.3 | abc | 5.8 | g | 16.9 | cde | 20.1 | efgh |
| 22 | 34.7 | bcde | 29.3 | cde | 28.6 | b | 136.5 | ab | 206.2 | abc | 374.2 | ab | 465.8 | abc | 549.5 | a | 1.9 | ab | 4.6 | ab | 6.4 | abc | 8.0 | ab | 20.6 | abcd | 30.0 | ab |
| 24 | 34.7 | bcde | 30.1 | abcde | 28.6 | b | 133.2 | ab | 194.3 | bc | 351.0 | bc | 434.1 | bcdefg | 490.9 | cdefg | 1.6 | bcd | 3.8 | cdef | 5.0 | bcd | 6.1 | efg | 21.6 | ab | 20.7 | efgh |
| 26 | 32.3 | de | 29.6 | bcde | 27.7 | b | 147.9 | ab | 219.0 | abc | 344.9 | bc | 412.8 | efgh | 479.6 | edf | 1.6 | bcd | 3.9 | bcdef | 5.3 | abcd | 7.0 | bcdef | 14.2 | e | 16.7 | gh |
| สฏ.1 | 34.7 | bcde | 31.0 | abcde | 28.8 | b | 139.4 | ab | 210.7 | abc | 348.4 | bc | 429.4 | cdefg | 497.6 | bcdefg | 1.7 | abcd | 4.1 | abcde | 5.4 | abcd | 7.3 | abcde | 16.9 | cde | 20.5 | efgh |
| สฏ.2 | 34.8 | bcde | 31.6 | abcd | 29.2 | b | 115.6 | b | 213.6 | abc | 362.9 | ab | 442.3 | abcdef | 514.6 | abcde | 1.8 | abc | 4.3 | abc | 6.0 | abcd | 7.6 | abcd | 18.1 | bcde | 22.3 | defg |
| สฏ.3 | 32.8 | cde | 28.4 | e | 28.5 | b | 119.3 | ab | 145.8 | d | 303.1 | d | 405.7 | fgh | 486.4 | defg | 0.9 | e | 3.4 | f | 5.2 | abcd | 6.8 | cdefg | 19.7 | abcd | 27.1 | abcd |
| สฏ.6 | 39.8 | a | 32.0 | abc | 33.8 | a | 114.6 | b | 234.9 | a | 394.1 | a | 479.5 | a | 531.6 | abc | 2.0 | a | 4.8 | a | 6.7 | a | 8.4 | a | 23.0 | a | 30.0 | ab |
| **CV%** | **6.2** | | **5.8** | | **8.4** | | **13.8** | | **10.7** | | **6.6** | | **5.3** | | **5.3** | | **15.9** | | **10.7** | | **16.7** | | **10.2** | | **14.0** | | **14.5** | |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 11** จำนวนทะลาย ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย อายุ 4-6 ปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันคู่ผสม กลุ่มที่ 5 (BRD 044) เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1,2 และ 3 อายุ 3-6 ปี (ปี2550-2553) ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น) | | | | | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น) | | | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | เฉลี่ย | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | เฉลี่ย | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | เฉลี่ย |
| | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4-6 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4-6 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4-6 ปี |
| 5 | 8.5 b | 13.7 e | 14.7 cd | 7.4 de | 11.9 fg | 16.0 cd | 60.7 f | 116.3 c | 69.7 d | 82.2 de | 1.9 bc | 4.5 f | 8.2 cd | 9.5 d | 7.4 ef |
| 9 | 15.1 a | 16.4 cd | 18.3 a | 11.2 a | 15.3 ab | 34.6 a | 94.2 b | 147.1 a | 106.6 ab | 115.9 b | 2.4 a | 6.0 a | 8.1 cd | 9.6 cd | 7.9 cde |
| 11 | 14.8 a | 15.1 de | 16.2 bc | 7.9 cde | 13.0 efg | 22.9 bc | 78.5 cde | 129.9 abc | 76.8 cd | 95.1 cd | 1.5 d | 5.3 c | 8.1 cd | 9.8 bcd | 7.8 cdef |
| 14 | 15.6 a | 14.9 de | 15.4 cd | 7.0 e | 12.4 fg | 24.1 b | 71.3 ef | 117.6 c | 63.7 d | 84.2 de | 1.5 d | 4.9 e | 7.8 cd | 9.2 d | 7.3 f |
| 15 | 15.9 a | 15.6 cde | 15.4 cd | 8.6 bcde | 13.2 def | 26.3 b | 77.3 de | 140.7 a | 96.4 bc | 104.8 bc | 1.7 cd | 5.0 de | 9.4 a | 11.3 a | 8.6 ab |
| 17 | 16.3 a | 21.9 a | 15.5 cd | 10.7 ab | 15.9 a | 40.6 a | 121.5 a | 142.0 a | 123.6 a | 129.0 a | 2.5 a | 5.6 b | 9.2 ab | 11.5 a | 8.8 a |
| 25 | 9.7 b | 19.2 b | 14.2 d | 9.7 abcd | 14.4 bcd | 21.8 bc | 92.9 bc | 120.1 bc | 105.0 ab | 106.0 bc | 2.4 a | 4.9 e | 8.6 bc | 10.9 a | 8.1 bcd |
| สฏ.1 | 11.3 b | 17.9 bc | 17.1 ab | 10.3 abc | 15.1 abc | 24.7 b | 92.1 bcd | 135.4 ab | 104.5 ab | 110.7 b | 2.3 ab | 5.2 cd | 8.0 cd | 10.6 abc | 7.9 cde |
| สฏ.2 | 15.1 a | 17.1 bcd | 15.4 cd | 9.1 abcde | 13.9 cde | 34.7 a | 86.8 bcd | 135.4 ab | 95.2 bc | 105.8 bc | 2.4 a | 5.2 cd | 8.9 ab | 10.8 ab | 8.3 abc |
| สฏ.3 | 4.8 c | 13.9 e | 13.9 d | 7.3 de | 11.7 g | 10.9 d | 59.9 f | 100.3 d | 75.0 cd | 78.45 e | 2.6 a | 4.4 f | 7.5 d | 10.8 ab | 7.6 def |
| **CV%** | **14.8** | **8.9** | **6.8** | **16.2** | **6.4** | **17.9** | **11.5** | **8.5** | **16.1** | **8.8** | **10.9** | **8.9** | **6.0** | **6.5** | **4.7** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 12** องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมัน แปลง BRD 044 อายุ 4-6 ปี (ปี 2551-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | ก้านทะลาย | | | น้ำหนักผล/ทะลาย | | | น้ำหนักผลเฉลี่ย | | | เปลือกนอกสด/ผล | | | กะลา/ผล | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 5 | 8.8 bc | 9.3 | 7.9 b | 77.5 bcd | 73.0 | 74.0 | 8.2 d | 7.9 c | 8.6 d | 86.8 ab | 85.3 bc | 83.7 bc | 7.8 de | 8.7 d | 8.8 de |
| 9 | 8.1 bc | 10.2 | 10.6 a | 80.7 a | 76.9 | 74.1 | 12.9 a | 13.0 a | 11.9 a | 82.5 cd | 82.5 cd | 81.6 cd | 9.2 bcd | 9.3 cd | 10.1 cd |
| 11 | 9.0 bc | 9.6 | 9.1 ab | 77.8 bcd | 75.5 | 70.5 | 8.5 d | 9.2 c | 8.6 d | 88.2 a | 88.2 a | 87.6 a | 6.9 e | 7.3 e | 7.8 e |
| 14 | 8.6 bc | 8.7 | 8.8 ab | 77.7 bcd | 76.2 | 72.3 | 8.5 d | 9.1 c | 8.8 cd | 84.8 bc | 86.4 ab | 85.6 ab | 9.7 bcd | 8.9 cd | 9.6 cde |
| 15 | 8.9 bc | 9.7 | 9.1 ab | 79.6 ab | 76.7 | 77.3 | 10.5 c | 11.4 b | 10.5 cd | 83.1 c | 83.9 bcd | 81.9 cd | 11.8 ab | 10.6 ab | 12.2 ab |
| 17 | 9.4 ab | 9.8 | 9.1 ab | 75.0 de | 74.6 | 72.6 | 9.7 c | 11.5 b | 10.9 ab | 79.9 de | 82.2 d | 79.2 de | 10.8 abc | 9.3 cd | 10.8 bc |
| 25 | 8.7 bc | 9.6 | 9.0 ab | 78.3 abc | 76.0 | 73.6 | 11.7 b | 13.5 a | 11.8 a | 82.6 cd | 83.8 bcd | 83.2 bc | 9.1 cde | 8.7 d | 8.8 de |
| สฏ.1 | 8.9 bc | 9.7 | 8.7 ab | 75.5 cde | 74.9 | 70.9 | 10.4 c | 11.6 b | 10.4 ab | 84.1 bc | 83.2 cd | 84.6 abc | 9.1 cde | 9.9 bcd | 9.2 cde |
| สฏ.2 | 7.8 c | 10.0 | 7.6 b | 78.4 abc | 72.9 | 74.9 | 11.6 b | 11.3 b | 10.0 bcd | 78.8 e | 79.2 e | 76.6 e | 11.8 a | 11.2 a | 12.2 a |
| สฏ.3 | 10.4 a | 9.7 | 9.6 ab | 73.3 e | 72.8 | 70.8 | 10.0 c | 10.7 b | 10.2 bc | 82.8 cd | 82.1 d | 83.1 bc | 9.5 bcd | 10.1 abc | 9.1 cde |
| F test | * | ns | * | * | ns | ns | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| CV% | 10. 0 | 10.1 | 15.1 | 2.3 | 3.7 | 3.9 | 7.0 | 10.0 | 8.9 | 2.4 | 2.2 | 2.5 | 14.2 | 11.8 | 8.1 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**ตารางผนวกที่ 13** องค์ประกอบทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันแปลง BRD 044 อายุ 4-6 ปี (ปี 2551-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | เนื้อใน/ผล | | | เปลือกนอกแห้ง/ผล | | | น้ำมัน/เปลือกแห้ง | | | น้ำมัน/เปลือกนอก | | | น้ำมัน/ทะลาย | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี |
| 5 | 5.7 de | 6.0 cde | 7.4 bcd | 56.5 a | 60.4 ab | 58.8 bc | 59.9 | 61.4 a | 64.8 ab | 38.9 | 43.4 | 45.4 ab | 26.1 | 26.9 abc | 28.1 a |
| 9 | 8.2 ab | 8.2 ab | 8.3 b | 53.3 ab | 59.2 abc | 57.9 bc | 60.8 | 58.2 bc | 63.1 ab | 39.1 | 41.8 | 44.7 ab | 26.1 | 26.5 abc | 26.9 abc |
| 11 | 4.8 e | 4.6 e | 4.6 e | 56.4 a | 62.5 a | 62.9 a | 60.1 | 59.8 abc | 62.3 ab | 38.3 | 42.4 | 44.6 ab | 26.4 | 28.2 a | 27.6 ab |
| 14 | 5.5 e | 4.8 e | 4.8 e | 53.3 ab | 60.9 ab | 60.1 ab | 59.8 | 60.9 ab | 67.5 a | 37.6 | 42.9 | 47.2 a | 24.8 | 28.2 a | 29.1 a |
| 15 | 5.5 e | 5.5 de | 5.8 de | 52.8 ab | 59.4 abc | 57.5 bc | 61.7 | 61.4 a | 64.6 ab | 39.1 | 43.5 | 45.3 ab | 25.8 | 27.9 ab | 26.8 abc |
| 17 | 9.3 a | 8.5 ab | 10.0 a | 53.1 ab | 59.5 abc | 55.6 c | 58.4 | 57.8 c | 61.6 b | 38.7 | 41.8 | 43.2 ab | 23.2 | 25.6 bcd | 24.8 bc |
| 25 | 8.3 ab | 7.4 bc | 8.0 b | 51.6 ab | 59.4 abc | 55.1 c | 59.5 | 60.8 ab | 66.5 ab | 36.9 | 42.9 | 44.0 ab | 23.9 | 27.3 ab | 26.8 abc |
| สฏ.1 | 6.9 cd | 6.9 bcd | 6.2 cde | 53.3 ab | 58.3 bc | 56.3 bc | 61.7 | 61.7 a | 62.9 ab | 39.1 | 43.3 | 41.7 b | 24.8 | 26.9 abc | 25.0 bc |
| สฏ.2 | 9.4 a | 9.6 a | 10.7 a | 50.0 b | 53.6 d | 50.5 d | 61.9 | 60.8 ab | 63.8 ab | 39.3 | 41.2 | 42.1 b | 24.2 | 23.7 d | 24.0 c |
| สฏ.3 | 7.7 bc | 7.8 abc | 7.8 bc | 52.9 ab | 56.3 cd | 56.7 bc | 60.7 | 60.8 ab | 65.8 ab | 38.8 | 41.7 | 44.9 ab | 23.5 | 24.8 cd | 26.3 abc |
| CV% | **11.3** | **15.3** | **16.7** | **6.1** | **4.3** | **4.0** | **4.6** | **5.0** | **3.0** | **5.8** | **6.2** | **4.6** | **7.6** | **6.7** | **5.7** |

**หมายเหตุ: ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT**

**ตารางผนวกที่ 14** จำนวนใบเพิ่มต่อต้น, ความยาวทางใบ (เซนติเมตร) พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) และพื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) ของคู่ผสมปาล์มน้ำมันแปลง BRD 044 เปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 3 อายุ 4-5 ปี (ปี 2551-2552) ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนใบเพิ่ม | | ความยาวทางใบ (ซม.) | | | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตร,ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2550 | ปี 2251 | ปี 2552 | ปี 2550 | ปี 2251 | ปี 2552 | ปี 2552 |
| | 4 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 5 ปี |
| 5 | 30.2 a | 30.8 ab | 112.1 c | 374.9 | 508.7 ab | 0.7 cd | 2.7 ab | 6.2 ab | 20.5 ab |
| 9 | 28.9 abc | 32.4 ab | 121.1 bc | 335.5 | 420.7 e | 0.8 abc | 2.2 bcd | 5.1 d | 16.2 b |
| 11 | 29.3 ab | 33.1 ab | 129.9 b | 396.0 | 524.5 a | 0.9 abc | 2.5 abcd | 6.4 a | 21.1 ab |
| 14 | 28.8 abc | 31.3 ab | 129.4 b | 395.2 | 512.0 ab | 0.8 bc | 2.6 abc | 6.1 abc | 22.4 a |
| 15 | 29.2 abc | 30.9 ab | 110.2 c | 350.8 | 455.0 cd | 0.8 abc | 2.4 abcd | 5.9 bc | 20.0 ab |
| 17 | 27.8 bc | 29.9 ab | 115.8 bc | 360.4 | 454.1 cd | 1.02 ab | 2.4 abcd | 5.1 d | 18.5 ab |
| 25 | 28.3 bc | 28.1 b | 78.9 d | 320.6 | 411.8 e | 0.42 de | 2.0 d | 4.9 d | 17.9 ab |
| สฎ.1 | 29.2 ab | 32.0 ab | 117.8 bc | 349.2 | 458.3 cd | 0.8 abc | 2.42 abcd | 5.8 c | 21.9 a |
| สฎ.2 | 26.3 d | 36.2 a | 144.9 a | 386.4 | 486.2 bc | 1.07 a | 2.8 a | 6.5 a | 17.9 ab |
| สฎ.3 | 27.7 c | 28.4 b | 81.5 d | 394.9 | 436.2 de | 0.37 e | 2.1 cd | 5.8 c | 21.3 ab |
| **CV%** | **3.2** | **13.1** | **9.0** | **15.5** | **4.5** | **23.1** | **12.4** | **4.3** | **17.3** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

# การศึกษาการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์
# Study on Dura Self and Tenera Self and Selection the best Parents for Seed Production

อรรัตน์ วงศ์ศรี[1/] ชุมพล เชาวนะ[1/] เกริกชัย ธนรักษ์[1/] เตือนจิตร เพ็ชรรุณ[1/]

## บทคัดย่อ

การเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นขั้นตอนหนึ่งภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 โดยคัดเลือกต้นแม่และพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะดีจากประชากร จำนวน 15 สายพันธุ์ และ 16 สายพันธุ์ ในช่วงปี 2545 – 2549 ทำการผสมตัวเองและนำมาปลูกเพื่อให้มีจำนวนต้นของแต่ละสายพันธุ์เพิ่มขึ้น และคัดต้นแม่และพ่อพันธุ์ของลูกผสมที่มีลักษณะดีเด่นตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบไม่มีซ้ำ ศึกษาข้อมูลเป็นรายต้น ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ผลการทดลอง แปลงแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (D – Self) (แปลงBRD 033) พบว่าสายพันธุ์ 177 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 125.9 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 203 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 121 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 218 สายพันธุ์ 204 และ สายพันธุ์ 220 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 106-110 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 204, 177 และ 219 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.5, 16.1 และ 14.8 ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 203 มีน้ำหนัก 10.1 กก.ต่อต้นต่อปี แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) (แปลงBRD 034) พบว่าสายพันธุ์ 101/49 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 101 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 84.7 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 159/398 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 74.4 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนสายพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูง ได้แก่ สายพันธุ์ 101/49 และสายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.8 และ 19. ทะลายต่อต้นต่อปีตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 101/49 มีน้ำหนัก 5.1 กก.ต่อทะลายต่อปี รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 และ สายพันธุ์ 159/398 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 4.6 และ4.3 กก.ต่อทะลายต่อปี ปัจจุบันมีข้อมูลการให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโต ของแต่ละต้นทุกสายพันธุ์เป็นรายต้น และองค์ประกอบทะลายของบางต้นที่ได้คัดเลือก ดังนั้น จึงสามารถคัดเลือกต้นแม่พันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ตามหลักเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร ดังนี้ จากสายพันธุ์ 220 (67/521D) จำนวน 272 ต้น, สายพันธุ์ 203 (78/193D) จำนวน 289 ต้น, สายพันธุ์ 242 (79/339D) จำนวน 92 ต้น สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 7 และการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ทำการคัดเลือกต้นพิสิเฟอรา สายพันธุ์ 129/1426 จำนวน 15 ต้นและสายพันธุ์ 159/398 ได้จำนวน 13 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 7 และเพื่อเป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรมสำหรับปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อไป

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

การวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 ดำเนินงานตามแบบแผนการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยนำวิธีการคัดเลือกแบบวงจรสลับในหมู่ประชากรพ่อและแม่พันธุ์มาใช้ (Reciprocal Recurrent Selection) มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตมากกว่าลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 1 อย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์ แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 (ปี 2545-2548) ทำการคัดเลือกพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ปาล์มน้ำมันจากแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะการผลิตที่ดี (family Selection) และมีประวัติการให้ลูกผสมดีเด่น จากนั้นคัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีได้ตามมาตรฐาน (Individual selection) ซึ่งได้ดำเนินการปลูกและเก็บข้อมูลในช่วงของการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 1 คัดเลือกได้ต้นพ่อพันธุ์ 16 ต้น ซึ่งมีประวัติพันธุ์จัดอยู่ในกลุ่ม AVROS, Tanzania, Yangambi, La Me, Ghana, Ekona, Calabar, La Me-AVROS, La Me-Calabar, DAMI-AVROS, Nigeria-Yangambi, Nigeria-AVROS และ Yangambi-AVROS และต้นแม่พันธุ์ 15 ต้น ซึ่งมีประวัติพันธุ์จัดอยู่ในกลุ่ม Deli Dura, Kazemba (African Dura) และ Deli-Ekona composite ทำการจับคู่และผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์ 16 ต้นและแม่พันธุ์ 15 ต้นโดยการสุ่มเพื่อสร้างคู่ผสม (D x T) ได้คู่ผสมจำนวน 69 คู่ผสม เพาะเลี้ยงต้นกล้าและนำไปปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ดีเด่น สำหรับพ่อพันธุ์ 16 ต้นและแม่พันธุ์ 15 ต้นได้ทำการศึกษาการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยการผสมตัวเองและนำเมล็ดปลูกเพื่อให้เป็นแปลงพ่อและแม่พันธุ์ เป็นวิธีการเพิ่มจำนวนต้นพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งการผสมตัวเองทำให้เพิ่มความเป็นพันธุ์แท้ (inbred line) ในประชากรมากขึ้น ระยะที่ 2 (ปี 2549-2556) ดำเนินการเก็บเกี่ยวและบันทึกผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโตและองค์ประกอบทะลายและข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆตามแบบแผนของงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นและทำการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์จากสายพันธุ์พ่อและแม่ของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมนั้นๆ สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (DxP) ต่อไป

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 8 เดือน ถึง 1 ปี
- แม่พันธุ์ดูราที่ได้จากการผสมตัวเอง (D – Selfs) จำนวน 15 พันธุ์
- พ่อพันธุ์เทเนอรา/พิสิเฟอรา ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Selfs) จำนวน 16 พันธุ์
2. ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรค และแมลงตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยา
3. วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดผลผลิต การเจริญเติบโต และการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลองและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบไม่มีซ้ำ เพื่อศึกษาข้อมูลเป็นรายต้น แต่ละสายพันธุ์มีจำนวน 180-220 ต้น

2. การปฏิบัติดูแลรักษา ดำเนินการกำจัดวัชพืชและตัดแต่งทางใบ ตามหลักวิชาการ การใส่ปุ๋ยเคมี ทำตามคำแนะนำทางวิชาการในอัตราตามอายุพืช

3. การเก็บเกี่ยว ดำเนินการเก็บเกี่ยวทุกรอบของการเก็บเกี่ยว ประมาณ 15 วันต่อครั้ง และเก็บเกี่ยวทะลายตามดัชนีการเก็บเกี่ยว

**การบันทึกข้อมูล**

1. ลักษณะการเจริญเติบโต เริ่มเก็บข้อมูล พื้นที่ทางใบ, พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ, จำนวนทางใบทั้งหมดต่อต้น, ความสูง , ความสูงเพิ่มต่อปี เมื่อปาล์มมีอายุ 2 ปีขึ้นไป วัดลักษณะต่างๆปีละครั้ง โดยใช้วิธีการของ Corley and Breure, 1988

2. องค์ประกอบผลผลิต เริ่มบันทึกข้อมูลปาล์มน้ำมันเป็นรายต้น เมื่อปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3 ปี เป็นต้นไป) ข้อมูลที่บันทึกมีดังนี้

- ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี
- จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี
- น้ำหนักทะลาย

3. วิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย สุ่มทะลายจากต้นที่เก็บเกี่ยว แต่ละสายพันธุ์ จำนวน 5-10 ทะลายต่อปี ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ S.C.Ooi, 1978 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การสกัดน้ำมันดิบใช้วิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลองค์ประกอบทะลายที่ศึกษา ได้แก่ การติดผล (%), น้ำหนักผลเฉลี่ย, เปลือกนอกสด/ผล (%), เปลือกนอกแห้ง/ผล (%), กะลา/ผล (%), เนื้อใน/ผล (%), น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%), น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%), น้ำมัน/ทะลาย (%)

**มาตรฐานการคัดเลือกต้นพันธุ์แม่ดูรา (D) เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา**

กรมวิชาการเกษตรได้ใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์แม่ดูรา เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (DxP)เช่นเดียวกับมาตรฐานของ SIRIM: มาตรฐานของสถาบันวิจัยอุตสาหกรรม ประเทศมาเลเซีย (Standard Industrial Research Institute of Malaysia ) โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยอย่างน้อย 4 ปีติดต่อกันดังนี้

| | |
|---|---|
| - ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสม) | 130 กก./ต้น/ปี |
| - ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสมปานกลาง) | 110 กก./ต้น/ปี |
| - เปลือกนอกสด/ผล | >65% |
| -น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง | >55% |
| - กะลา/ผล | <35% |
| - น้ำมัน/ทะลาย | >16% |

**หมายเหตุ** คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (%W/W)

**มาตรฐานการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา (P) เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา**

1. ไม่เป็นต้นพิสิเฟอราที่มีลักษณะอาการผิดปกติเนื่องจากเลือดชิด (Inbreeding depression)
2. ไม่เป็นต้นพิสิเฟอราที่มีอาการโรคใบบิดอย่างรุนแรง (crown disease)
3. ไม่เป็นต้นพิสิเฟอราที่ผิดปกติ จะต้องทำการตรวจสอบต้นพันธุ์ติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี
4. มีอัตราส่วนของช่อดอกตัวเมียสูง
5. ช่อดอกไม่มีลักษณะของดอกกระเทย
6. มีลักษณะตรงตามพันธุ์
7. ไม่มีลักษณะอาการขาดธาตุ B หรือ Mg อย่างรุนแรง
8. เป็นต้นพิสิเฟอราที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

ภายใต้โปรแกรมปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 ในช่วงปี 2544-2545 ได้คัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีจากประชากร เป็นแม่พันธุ์ 15 สายพันธุ์ และพ่อพันธุ์ 16 สายพันธุ์ โดยมีประวัติพันธุ์และข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ดังตารางที่ 1 และ 2 ทำการผสมตัวเองและนำมาปลูก เพื่อให้มีประชากรสายพันธุ์พ่อและแม่พันธุ์เพิ่มขึ้นรองรับการเป็นต้นพ่อและแม่พันธุ์ของพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่น สำหรับใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม (D x P) โดยได้ดำเนินการแปลงแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง ได้แก่แปลง BRD 033 แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง แบ่งเป็น 3 แปลง ได้แก่ แปลง BRD 034, BRD 045และ BRD 061

**ตารางที่ 1** ข้อมูลประวัติพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2

| รหัสแปลง | สายพันธุ์ | รหัสพันธุ์ | ประวัติ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 033 | D.S 177 | 73/49D | C34:156D x DAM563:391D | Deli Dura x Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 201 | 77/132D | C42: 67D x MAR559: 113D | Deli Dura x Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 202 | 84/941D | DAM564: 693D x CHE137: 87D | Deli Dura x Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 203 | 78/193D | C2120: 184D x DAM564: 693D | Deli Dura x Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 204 | KB/68D | Kazemba | African Dura | ASD Costa Rica |
| 033 | D.S 217 | 65/239D | C34:156D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 218 | 75/1319D | C42: 67D x DAM564: 693D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 219 | 69/912D | DAM563: 391D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 220 | 67/521D | C2120:184D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 228 | 63/544D | CHE137: 87D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 236 | 91/1617D | DAM563: 391D x HC133: 1288D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 242 | 79/339D | C2120: 184D x DAM563:391D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 267 | 98/239D | DAM563: 391D x CAM241: 216T | Deli Dura -Composite | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 292 | 68/374D | DAM564: 693D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 033 | D.S 306 | 66/314D | C42: 67D SELF | Deli Dura | Chemara BPRO |

**ตารางที่ 2** ข้อมูลประวัติพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2

| รหัสแปลง | รหัสพันธุ์ | ประวัติ | | |
|---|---|---|---|---|
| 034 | 101/49T | HC129: 933T SELF | SP540 | BM 119 Derivate |
| 034 | 133/1433T | GHA648: 147T x HC129: 1056P | Nigeria - SP540 | Calabar - BM 119 Derivate |
| 034 | 140/102T | GHA608:504T x C9023: 73T | Nigeria - Yangambi | SOC 302 Self |
| 034 | 132/1415T | C9023: 73T x HC129: 1056P | Yangambi -SP540 | SOC 302 Self - BM 119 Derivate |
| 034 | 159/398T | TAN544: 137T x TAN544: 180T | Tanzania | Kigoma |
| 034 | 129/1426T | IRH618: 158T x HC129: 1056P | La Me-SP540 | L5T x L2T BM 119 Derivate |
| 034 | 125/154T | DAM588: 368T x HC129: 1009P | DAMI - SP540 | Composite - BM 119 Derivate |
| 045 | 138/391T | IRH618: 158T x IRH619: 26T | La Me | L5T x L2T-BRT10 x LM8 |
| 045 | 139/520T | IRH621: 31T x IRH629: 316T | La Me - Calabar | L7T Sel f - WA11 Self |
| 045 | 122/1446T | IRH629: 316T x HC129: 1056P | La Me-SP540 | WA11 Self -BM 119 Derivate |
| 045 | 117/88T | TAN544: 180T SELF | Tanzania | Kigoma |
| 045 | 136/71T | CAM235: 511T x CAM236: 64T | Ekona | 2/1301T2/2311T- 3AR/7239Tx 2/236 |
| 045 | 114/197T | GHA648:147T SELF | Nigeria | Calabar |
| 061 | 141/158T | DAM588: 368T x DAM585: 343T | DAMI | Composite |
| 061 | 112/427T | C9023:73T SELF | Yangambi | SOC 302 Self |
| 061 | 105/65T | CAM237: 666T SELF | Ekona | 2/1301T SELF |

**แปลงแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (D – Self) (แปลงBRD 033)** ทั้งหมดจำนวน 15 พันธุ์ ดำเนินการปลูกจำนวน 11 สายพันธุ์ ในเดือนกันยายน 2546 ได้แก่สายพันธุ์ 177, 201, 203, 204, 217, 218, 219, 220, 228, 236 และ 242 ปี 2547 จำนวน 2 สายพันธุ์ และในปี 2548 จำนวน 2 สายพันธุ์ ทำการปลูกสายพันธุ์แม่ดูราละประมาณ200-220 ต้น วางแผนการทดลองโดยปลูกไม่มีซ้ำ จำนวน 3,252 ต้น เริ่มเก็บผลผลิตทะลายสดเป็นครั้งแรก เมื่อแม่พันธุ์มีอายุได้ 25 ปีเดือน เมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2548 ผลการทดลองพบว่า แม่พันธุ์ดูราให้ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย 4 ปี และแต่ละปีในช่วงอายุ 4- 7 ปี แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ 177 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 125.9 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 203 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 121 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 218 สายพันธุ์ 204 และ สายพันธุ์ 220 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 106-110 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์แม่ดูรา 204, 177 และ 219 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.5, 16.1 และ 14.8 ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 203 มีน้ำหนัก 10.1 กก.ต่อต้นต่อปี รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 242 , 217 และ 267 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 9.3- 9.8 กก.ต่อทะลายต่อปี (ตารางที่ 3) การให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิตของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นรายต้น ปัจจุบันมีข้อมูลต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มเก็บผลผลิตถึงปี 2553 และการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือก สายพันธุ์ 220 (67/521D) ได้จำนวน 272 ต้น, สายพันธุ์ 203 (78/193D) จำนวน 289 ต้น, สายพันธุ์ 242 (79/339D) จำนวน 92 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 7

**ตารางที่ 3** จำนวนทะลายต่อต้น, ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก.ต่อทะลายต่อปี) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 033 อายุ 4-7 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทะลายต่อต้น | | | | | ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) | | | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 | เฉลี่ย | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 | เฉลี่ย | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 | เฉลี่ย |
| | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | |
| 177 | 19.3 | 15.6 | 17.3 | 12.2 | 16.1 | 87.7 | 116.1 | 165.7 | 134.4 | 125.9 | 4.6 | 7.7 | 9.7 | 11.0 | 8.3 |
| 201 | 9.9 | 12.3 | 11.9 | 11.1 | 11.2 | 45.3 | 95.2 | 121.5 | 128.7 | 96.4 | 4.5 | 7.9 | 10.6 | 11.7 | 8.6 |
| 202 | 15.0 | 15.0 | 11.8 | 8.9 | 12.6 | 109.6 | 109.6 | 107.1 | 95.1 | 104.6 | 7.4 | 7.4 | 9.1 | 10.3 | 8.5 |
| 203 | 13.2 | 16.0 | 9.0 | 14.1 | 12.8 | 75.4 | 119.4 | 111.8 | 194.6 | 121.1 | 6.5 | 7.9 | 12.5 | 13.9 | 10.1 |
| 204 | 20.1 | 19.8 | 19.3 | 19.9 | 19.5 | 64.9 | 92.7 | 130.7 | 159.3 | 108.8 | 3.2 | 4.8 | 6.9 | 8.1 | 5.7 |
| 217 | 4.9 | 13.6 | 10.5 | 10.0 | 10.7 | 23.2 | 108.5 | 102.6 | 123.8 | 101.6 | 4.8 | 8.0 | 9.9 | 12.5 | 9.5 |
| 218 | 16.6 | 14.2 | 6.4 | 13.9 | 12.8 | 97.3 | 114.7 | 68.8 | 162.2 | 110.0 | 5.9 | 8.2 | 10.2 | 11.6 | 8.8 |
| 219 | 16.9 | 12.5 | 18.1 | 12.2 | 14.8 | 58.6 | 62.4 | 126.3 | 104.6 | 87.2 | 3.4 | 5.1 | 6.9 | 8.5 | 6.0 |
| 220 | 17.8 | 17.0 | 10.3 | 11.6 | 14.1 | 75.8 | 96.7 | 118.5 | 143.0 | 106.6 | 4.1 | 5.7 | 11.3 | 12.2 | 8.2 |
| 228 | | 11.9 | 10.2 | 7.0 | 9.6 | | 73.7 | 94.0 | 72.6 | 78.9 | | 6.2 | 9.5 | 10.0 | 8.5 |
| 236 | | 14.2 | 13.0 | 9.1 | 12.0 | | 85.6 | 109.4 | 95.6 | 96.1 | | 6.4 | 8.7 | 10.3 | 8.4 |
| 242 | | 13.5 | 9.7 | 8.9 | 10.7 | | 97.4 | 99.2 | 110.1 | 101.4 | | 7.4 | 10.1 | 12.1 | 9.8 |
| 267 | 8.4 | 8.4 | 10.6 | 8.3 | 8.9 | 48.9 | 49.1 | 105.8 | 114.2 | 80.0 | 6.0 | 6.0 | 10.3 | 14.2 | 9.3 |
| 292 | 11.1 | 11.2 | 15.3 | 10.2 | 11.9 | 56.3 | 56.6 | 117.1 | 94.2 | 81.1 | 5.0 | 5.0 | 7.6 | 9.1 | 6.7 |
| 306 | 2.8 | 2.8 | 9.8 | 8.6 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 34.9 | 63.8 | 30.7 | 2.3 | 2.3 | 3.5 | 7.2 | 4.0 |

ในด้านการเจริญเติบโต ผลการทดลองพบว่า แม่พันธุ์ดูราให้จำนวนทางใบ พื้นที่ใบ และความยาวทางใบที่แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ 201, 203, 218 และ 306 มีจำนวนทางใบต่อปี 44- 48 ทางใบมากกว่าสายพันธุ์อื่น สายพันธุ์ 218 มีพื้นที่ทางใบ 8 ตารางเมตรมากกว่าแม่พันธุ์อื่น รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์ 202 และ 217 มีพื้นที่ทางใบ 7.76 และ 7.15 ตารางเมตร ส่วนสายพันธุ์อื่นๆ มีพื้นที่ทางใบ 5-6 ตารางเมตร สำหรับความยาวทางใบ พบว่าสายพันธุ์ 217 และ 202 มีความยาวทางใบเฉลี่ย 493.8

และ 482.7 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 201 และ 218 ซึ่งความยาวทางใบประมาณ 470 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบ และความยาวทางใบสั้นกว่าทุกสายพันธุ์ คือสายพันธุ์ 219 (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** จำนวนทางใบต่อต้น, พื้นที่ทางใบต่อใบ (ตารางเมตร) และความยาวทางใบ (เซนติเมตร) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 033 อายุ 4-7 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทางใบต่อต้น | | | | | พื้นที่ทางใบต่อใบ | | | | | ความยาวทางใบ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย |
| 177 | 46.1 | 42.8 | 41.2 | 41.0 | 42.8 | 4.93 | 6.95 | 7.37 | 6.55 | 6.45 | 381.7 | 451.1 | 476.2 | 470.3 | 444.8 |
| 201 | 47.1 | 48.2 | 49.2 | 40.4 | 46.2 | 4.80 | 6.66 | 7.59 | 6.77 | 6.46 | 402.8 | 468.8 | 512.8 | 498.3 | 470.7 |
| 202 | 43.8 | 43.2 | 43.0 | 39.9 | 42.5 | 6.18 | 8.50 | 8.54 | 7.83 | 7.76 | 392.9 | 490.4 | 535.4 | 511.9 | 482.7 |
| 203 | 41.3 | 42.7 | 44.1 | 59.1 | 46.8 | 5.35 | 6.28 | 7.01 | 7.13 | 6.44 | 389.7 | 453.3 | 466.8 | 497.6 | 451.8 |
| 204 | 42.2 | 41.9 | 42.7 | 38.9 | 41.4 | 4.30 | 5.51 | 5.52 | 4.75 | 5.02 | 400.5 | 459.1 | 458.5 | 440.6 | 439.7 |
| 217 | 46.0 | 43.8 | 43.5 | 41.2 | 43.6 | 4.96 | 7.92 | 8.02 | 7.72 | 7.15 | 399.0 | 506.1 | 532.6 | 537.7 | 493.8 |
| 218 | 52.7 | 46.4 | 39.1 | 41.2 | 44.9 | 5.96 | 8.37 | 9.14 | 8.57 | 8.01 | 413.7 | 463.5 | 516.6 | 519.8 | 478.4 |
| 219 | 34.6 | 41.5 | 41.3 | 39.0 | 39.1 | 3.25 | 4.48 | 4.84 | 3.92 | 4.12 | 276.9 | 358.9 | 392.1 | 388.9 | 354.2 |
| 220 | 37.3 | 36.9 | 43.7 | 52.8 | 42.6 | 4.00 | 5.37 | 6.03 | 5.76 | 5.29 | 373.6 | 418.2 | 422.1 | 456.3 | 417.6 |
| 228 | 35.1 | 40.5 | 42.1 | 39.0 | 39.2 | 4.10 | 5.63 | 6.10 | 5.59 | 5.36 | 354.3 | 412.2 | 463.2 | 480.2 | 427.5 |
| 236 | 37.3 | 41.5 | 43.9 | 40.7 | 40.9 | 4.08 | 6.03 | 6.53 | 6.04 | 5.67 | 356.4 | 434.1 | 485.5 | 496.2 | 443.1 |
| 242 | 37.3 | 39.5 | 43.3 | 37.5 | 39.4 | 3.99 | 5.81 | 5.58 | 4.80 | 5.04 | 343.0 | 400.5 | 452.6 | 438.0 | 408.5 |
| 267 | 36.6 | 40.9 | 44.0 | 37.3 | 39.7 | 3.37 | 6.01 | 6.71 | 6.31 | 5.60 | 316.7 | 427.2 | 445.4 | 465.7 | 413.7 |
| 292 | 32.1 | 42.6 | 41.1 | 39.5 | 38.8 | 3.78 | 6.80 | 7.99 | 7.44 | 6.50 | 336.8 | 441.9 | 500.2 | 548.2 | 456.8 |
| 306 | | 42.5 | 53.8 | 47.7 | 48.0 | | 3.22 | 3.00 | 3.27 | 3.16 | | 360.9 | 299.4 | 372.4 | 344.2 |

แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง แบ่งเป็น 3 แปลง ได้แก่แปลง BRD 034, BRD 045และ BRD 061 จำนวน 16 พันธุ์ ดำเนินการปลูกจำนวน 7 สายพันธุ์ ในปี 2546 ปี 2547 จำนวน 6 สายพันธุ์ และในปี 2549 จำนวน 3 สายพันธุ์ โดยทำการปลูกประมาณ 200 ต้นต่อสายพันธุ์ วางแผนการทดลองโดยปลูกไม่มีซ้ำ ผลการทดลอง ดังนี้

**แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) (รหัสแปลงBRD 034)** บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิตตั้งแต่อายุ 4 ปี ผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์ให้ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและแต่ละปีในช่วงอายุ 4- 7 ปี แตกต่างกัน โดยพบว่าสายพันธุ์ 101/49 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 101 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 84.7 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 159/398 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 74.4 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 101/49 และสายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.8 และ 19. ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 101/49 มีน้ำหนัก 5.1 กก.ต่อต้นต่อปี รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 และ สายพันธุ์ 159/398 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 4.6 และ4.3 กก.ต่อทะลายต่อปี (ตารางที่ 5) การให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบทะลายของต้นเทเนอราของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นรายต้น ปัจจุบันมีข้อมูลต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มเก็บผลผลิตถึงปี 2553 และการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือก สายพันธุ์ 129/1426 จำนวน 15 ต้นและสายพันธุ์ 159/398 ได้จำนวน 13 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 7

**ตารางที่ 5** จำนวนทะลายต่อต้น, ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก.ต่อทะลายต่อปี) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 034 อายุ 4-7 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทะลายต่อต้น | | | | | ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) | | | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 4 ปี | ปี 51 5 ปี | ปี 52 6 ปี | ปี 53 7 ปี | เฉลี่ย |
| 101/49 | 16.8 | 22.6 | 22.7 | 16.9 | 19.8 | 46.9 | 97.6 | 139.5 | 121.8 | 101.4 | 2.8 | 4.3 | 6.1 | 7.2 | 5.1 |
| 140/102 | 20.2 | 21.7 | 18.9 | 15.4 | 19.0 | 48.3 | 79.7 | 111.3 | 99.5 | 84.7 | 2.4 | 3.7 | 5.9 | 6.4 | 4.6 |
| 132/1415 | 12.8 | 16.2 | 13.0 | 12.3 | 13.6 | 27.2 | 45.7 | 63.2 | 67.3 | 50.9 | 2.1 | 2.8 | 4.9 | 5.5 | 3.8 |
| 159/398 | 15.4 | 20.4 | 19.5 | 14.4 | 17.4 | 34.8 | 74.8 | 103.3 | 84.7 | 74.4 | 2.3 | 3.7 | 5.3 | 5.9 | 4.3 |
| 129/1426 | 14.5 | 18.4 | 17.1 | 14.2 | 16.0 | 24.2 | 53.1 | 74.1 | 68.2 | 54.9 | 1.7 | 2.9 | 4.3 | 4.8 | 3.4 |
| 125/154 | 12.5 | 17.7 | 14.3 | 14.6 | 14.8 | 21.8 | 49.5 | 67.3 | 72.7 | 52.8 | 1.7 | 2.8 | 4.7 | 5.0 | 3.6 |
| 133/1433 | 14.1 | 22.3 | 19.0 | 14.9 | 17.6 | 22.1 | 56.3 | 72.6 | 66.7 | 54.4 | 1.6 | 2.5 | 3.8 | 4.5 | 3.1 |

องค์ประกอบทะลายเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกปาล์มน้ำมัน ซึ่งปาล์มน้ำมันจะต้องมีลักษณะดีหลายประการสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากการทดลองพบว่า สายพันธุ์ในแปลง BRD 034 มีการติดผล (น้ำหนักผลต่อทะลาย) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อยู่ในช่วง 71 – 78 เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ 132/1415 มีการติดผล 78 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ 125/154 มีเปลือกนอกสดต่อผล 92 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ส่วนสายพันธุ์ 101/49, 133/1433 และ 140/102 มีเปลือกนอกสดต่อผล 84.5-86.7 เปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผล พบว่า สายพันธุ์ 125/154 มีกะลาบางมาก 3.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นมีกะลาต่อผล 7-11 เปอร์เซ็นต์ ทำนองเดียวกัน สายพันธุ์ 125/154 มีเนื้อในน้อยมาก เนื้อในต่อผล 4.4เปอร์เซ็นต์ น้ำมันต่อเปลือกนอกแห้งทุกสายพันธุ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันต่อทะลาย 22.7-26.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** องค์ประกอบทะลาย ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 045 อายุ 4-6 ปี (ปี 2551-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | ก้านทะลาย | | การติดผล | | น้ำหนักผลเฉลี่ย | | เปลือกนอกสด/ผล | | กะลา/ผล | | เนื้อใน/ผล | | เปลือกนอกแห้ง/ผล | | น้ำมัน/เปลือกแห้ง | | น้ำมัน/เปลือกสด | | น้ำมัน/ทะลาย | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101/49 | 9.7 | cb | 75.1 | b | 11.7 | ab | 84.7 | b | 9.9 | ab | 5.5 | d | 51.7 | b | 62.9 | ab | 38.3 | c | 24.3 | c |
| 133/1433 | 9.5 | c | 76.3 | b | 12.9 | ab | 84.5 | b | 7.0 | c | 80.5 | c | 55.6 | a | 63.2 | ab | 41.6 | a | 26.8 | a |
| 140/102 | 11.2 | ab | 75.2 | b | 10.8 | bc | 86.8 | b | 7.8 | c | 5.4 | d | 55.0 | a | 61.2 | bc | 38.8 | bc | 25.3 | bc |
| 132/1415 | 9.1 | c | 78.6 | a | 13.9 | ab | 79.8 | c | 9.0 | bc | 11.2 | ab | 51.8 | b | 59.5 | c | 38.5 | c | 24.2 | c |
| 159/398 | 12.3 | ab | 71.3 | c | 12.0 | ab | 79.8 | c | 7.9 | bc | 12.3 | ab | 49.2 | c | 64.9 | a | 40.0 | b | 22.7 | d |
| 129/1426 | 10.7 | bc | 75.9 | b | 12.1 | ab | 78.3 | c | 11.6 | ab | 10.1 | bc | 50.5 | bc | 64.2 | a | 41.5 | a | 24.5 | bc |
| 125/154 | 12.4 | a | 72.3 | c | 8.8 | c | 92.3 | a | 3.4 | d | 4.4 | d | 56.9 | a | 62.6 | ab | 38.6 | bc | 25.7 | ab |
| **CV%** | **5.8** | | **0.8** | | **7.7** | | **1.9** | | **9.7** | | **10.6** | | **1.5** | | **1.9** | | **1.5** | | **2.2** | |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

ผลการทดลองในด้านการเจริญเติบโต พบว่า พ่อพันธุ์ให้จำนวนทางใบเพิ่มใกล้เคียงกัน เมื่ออายุ 7 ปี ทุกสายพันธุ์ มีจำนวนทางใบเพิ่มต่อปี 27-31 ทางใบ สำหรับความยาวทางใบ พบว่าสายพันธุ์ 101/49 และ 140/102 มีความยาวทางใบเฉลี่ย 439 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าทุกพันธุ์ ซึ่งความยาวทางใบประมาณ 400 -420 เซนติเมตร พื้นที่ใบ พบว่า สายพันธุ์ 101/49 และ 140/102 มีพื้นที่ทางใบ 6.6-6.8 ตารางเมตร มากกว่าสายพันธุ์อื่น ส่วนขนาดแกนทางใบ พบว่า สายพันธุ์ 132/1415 และ 159/398 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางมากกว่าสายพันธุ์อื่น (ตารางที่ 7 และ 8)

**ตารางที่ 7** จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้น และความยาวทางใบ (เซนติเมตร) ของปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 034 อายุ 3-7 ปี (ปี 2549-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้น | | | | | | ความยาวทางใบ (เซนติเมตร) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2549 | ปี2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2547 | ปี 2548 | ปี 2549 | ปี2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
| | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 1 ปี | 2 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี |
| 101/49 | 31.0 | 38.5 | 36.0 | 33.9 | 30.9 | 147.6 | 147.0 | 203.5 | 305.2 | 369.5 | 410.0 | 439.1 |
| 133/1433 | 21.9 | 39.6 | 35.0 | 32.6 | 27.1 | 128.0 | 128.0 | 157.2 | 262.5 | 319.0 | 386.3 | 400.1 |
| 140/102 | 28.8 | 36.5 | 33.6 | 29.9 | 29.7 | 145.9 | 146.4 | 219.2 | 311.4 | 372.6 | 426.1 | 439.7 |
| 132/1415 | 24.7 | 34.2 | 33.1 | 29.6 | 27.2 | 142.5 | 134.4 | 186.1 | 257.8 | 331.4 | 396.5 | 411.8 |
| 159/398 | 26.5 | 40.4 | 38.3 | 31.1 | 28.0 | 106.7 | 106.7 | 151.1 | 244.9 | 335.2 | 401.2 | 419.1 |
| 129/1426 | 21.7 | 37.2 | 37.2 | 32.9 | 30.3 | 122.4 | 123.2 | 172.6 | 265.1 | 333.1 | 403.8 | 419.0 |
| 125/154 | 20.0 | 42.9 | 43.2 | 34.4 | 31.9 | 113.4 | 90.7 | 161.6 | 262.7 | 341.2 | 411.4 | 419.6 |

**ตารางที่ 8** พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) และพื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) ของปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 034 อายุ 4-7 ปี (ปี 2550-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) | | | | | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2547 | ปี 2548 | ปี 2549 | ปี2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | ปี 2553 |
| | 1 ปี | 2 ปี | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 7 ปี |
| 101/49 | 0.9 | 0.9 | 2.3 | 3.2 | 4.7 | 5.6 | 6.8 | 17.6 |
| 133/1433 | 0.6 | 0.7 | 1.4 | 3.0 | 4.0 | 5.2 | 5.2 | 19.5 |
| 140/102 | 0.9 | 0.9 | 2.2 | 3.6 | 4.6 | 6.3 | 6.6 | 19.2 |
| 132/1415 | 1.0 | 0.9 | 2.0 | 3.2 | 4.3 | 6.9 | 6.5 | 22.3 |
| 159/398 | 0.6 | 0.6 | 1.3 | 2.5 | 4.0 | 5.9 | 5.7 | 20.4 |
| 129/1426 | 0.6 | 0.7 | 1.4 | 2.8 | 4.5 | 5.6 | 6.1 | 17.1 |
| 125/154 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | 2.5 | 3.6 | 5.2 | 5.0 | 19.3 |

**แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) (รหัสแปลงBRD 045)** บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิตตั้งแต่อายุ 4 ปี ผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์ให้ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและแต่ละปีในช่วงอายุ 4- 6 ปี แตกต่างกัน โดยพบว่าสายพันธุ์ 139/520 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 49 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 117/88 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 36.8 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 114/197 และสายพันธุ์ 139/520 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 12.0 และ 11.9 ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 139/520 มีน้ำหนัก 4.2 กก.ต่อต้นต่อปี รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 117/88 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 3.8 กก.ต่อทะลายต่อปี นอกจากนี้ การให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบทะลาย

ของต้นเทเนอราของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นรายต้น ปัจจุบันมีข้อมูลต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มเก็บผลผลิตถึงปี 2553 และการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา และทำการคัดเลือก สายพันธุ์พ่อของลูกผสมที่ดีเด่น สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมต่อไป (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** จำนวนทะลายต่อต้น, ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก.ต่อทะลายต่อปี) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 045 อายุ 4-6 ปี (ปี 2551-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทะลายต่อต้น | | | | ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) | | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 51 4ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 51 4ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 51 4ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย |
| 139/520 | 12.4 | 12.7 | 10.6 | 11.9 | 33.9 | 57.3 | 56.5 | 49.2 | 2.7 | 4.5 | 5.3 | 4.2 |
| 122/1446 | 4.6 | 11.4 | 9.5 | 8.5 | 10.7 | 41.0 | 40.2 | 30.7 | 2.3 | 3.6 | 4.2 | 3.4 |
| 117/88 | 5.5 | 12.3 | 10.0 | 9.3 | 14.3 | 47.8 | 48.3 | 36.8 | 2.6 | 3.9 | 4.8 | 3.8 |
| 136/71 | 4.2 | 12.0 | 12.2 | 9.5 | 10.0 | 40.6 | 47.6 | 32.7 | 2.4 | 3.4 | 3.9 | 3.2 |
| 114/197 | 4.2 | 16.9 | 14.8 | 12.0 | 6.1 | 38.7 | 39.3 | 28.0 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 2.1 |

**การเจริญเติบโต** ผลการทดลองพบว่า ทางใบเพิ่มทุกสายพันธุ์มีจำนวนลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น แต่ละปีให้จำนวนทางใบเพิ่มใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยในช่วงอายุ 4-6 ปี 29.5-32ใบต่อปี สายพันธุ์ 114/197 จัดว่ามีทางใบสั้น เนื่องจาก เมื่ออายุ 6 ปี มีความยาวทางใบ 357 เซนติเมตร แตกต่างจากสายพันธุ์ 117/88 ซึ่งมีความยาวทางใบ 454 เซนติเมตร ทำนองเดียวกัน สายพันธุ์ 114/197 มีขนาดพื้นที่ใบน้อยกว่าทุกสายพันธุ์ เนื่องจากมีใบย่อยสั้นและความยาวทางใบสั้น เมื่ออายุ 6 ปี มีพื้นที่ใบ 1.9 ตารางเมตร แตกต่างจากสายพันธุ์ 117/88 ซึ่งมีพื้นที่ใบ 3.2 ตารางเมตร (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** จำนวนทางใบต่อต้น, พื้นที่ทางใบต่อใบ (ตารางเมตร) และความยาวทางใบ (เซนติเมตร) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 045 อายุ 4-6 ปี (ปี 2551-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนใบเพิ่ม | | | | ความยาวทางใบ (ซม.) | | | | | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร.) | | | | | PCS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 51 4 ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 3 ปี | ปี 51 4 ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 50 3 ปี | ปี 51 4 ปี | ปี 52 5 ปี | ปี 53 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 53 6 ปี |
| 139/520 | 35.8 | 33.8 | 25.6 | 31.8 | 225.9 | 318.8 | 376.8 | 416.8 | 332.7 | 1.8 | 3.1 | 2.1 | 2.5 | 2.3 | 12.6 |
| 122/1446 | 32.5 | 31.5 | 25.9 | 29.6 | 203.4 | 287.9 | 359.7 | 406.7 | 314.2 | 1.5 | 3.1 | 2.1 | 2.4 | 2.3 | 20.0 |
| 117/88 | 34.7 | 33.1 | 27.0 | 31.6 | 206.0 | 296.2 | 381.9 | 454.5 | 333.5 | 1.9 | 3.2 | 2.4 | 3.2 | 2.6 | 19.1 |
| 136/71 | 35.6 | 35.1 | 25.5 | 32.0 | 248.2 | 304.4 | 399.2 | 438.7 | 347.7 | 1.5 | 3.1 | 2.2 | 2.4 | 2.3 | 17.6 |
| 114/197 | 32.6 | 31.6 | 24.2 | 29.5 | 147.5 | 216.8 | 291.4 | 357.7 | 253.5 | 1.2 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 10.3 |

**แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) (รหัสแปลงBRD 061)** ทำการศึกษาสายพันธุ์พ่อดังนี้ 141/158, 105/65 และ 122/427 บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิตเริ่มตั้งแต่อายุ 4 ปี ขณะนี้ อายุ 5 ปี ซึ่งต้องดำเนินการบันทึกข้อมูลตามแบบแผนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป นอกจากนี้ การให้ผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบทะลายของต้นเทเนอราของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นราย

ต้น และการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา และทำการคัดเลือก สายพันธุ์พ่อของลูกผสมที่ดีเด่น สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมต่อไป (ตารางที่ 11 และ 12)

**ตารางที่ 11** จำนวนทะลายต่อต้น, ผลผลิตทะลายสด (กก.ต่อต้นต่อปี) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก.ต่อทะลายต่อปี) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 061 อายุ 4-5 ปี (ปี 2552-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| สายพันธุ์ | จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น) | | | ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น) | | | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ต้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2552 4 ปี | ปี 2553 5 ปี | เฉลี่ย | ปี 2552 4 ปี | ปี 2553 5 ปี | เฉลี่ย | ปี 2552 4 ปี | ปี 2553 5 ปี | เฉลี่ย |
| 141/158 | 10.7 | 10.5 | **10.6** | 1.8 | 3.8 | **2.8** | 0.2 | 0.4 | **0.3** |
| 105/65 | 5.9 | 7.6 | **6.7** | 2.1 | 2.6 | **2.3** | 0.3 | 0.3 | **0.3** |
| 122/427 | 10.0 | 13.5 | **11.7** | 10.0 | 13.5 | **11.7** | 1.0 | 1.0 | **1.0** |

**ตารางที่ 12** จำนวนทางใบต่อต้น, พื้นที่ทางใบต่อใบ (ตารางเมตร) และความยาวทางใบ (เซนติเมตร) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 แปลง BRD 061 อายุ 4-5 ปี (ปี 2552-2553) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คู่ผสม | จำนวนใบเพิ่ม | | | ความยาวทางใบ (ซม.) | | | | พื้นที่ทางใบ (ตร.ม.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 2551 4 ปี | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย | ปี 2551 4 ปี | ปี 2552 5 ปี | ปี 2553 6 ปี | เฉลี่ย |
| 141/158 | 24.0 | 27.8 | 25.9 | 196.9 | 249.0 | 315.8 | 253.9 | 1.3 | 2.3 | 3.2 | 2.3 |
| 105/65 | 20.6 | 26.0 | 23.3 | 181.2 | 268.2 | 290.5 | 246.6 | 1.1 | 2.0 | 2.4 | 1.9 |
| 112/427 | 28.2 | 26.4 | 27.3 | 180.2 | 241.9 | 316.3 | 246.1 | 1.4 | 2.5 | 2.8 | 2.2 |

**การบันทึกลักษณะอื่นๆ** ในแปลง BRD 034, 045 และ 061 เป็นแปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) ในรุ่นลูกที่ทำการปลูกศึกษาเป็นรายต้นนี้ ประชากรของแต่ละสายพันธุ์จะกระจายตัวให้ต้นที่มีลักษณะผลชนิดดูรา เทเนอราและพิสิเฟอรา ดังนั้น จึงได้จำแนกชนิดผลของแต่ละต้นโดยตรวจพินิจตามเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 13) (อย่างน้อย 3 ครั้งๆ ละ 1 ทะลาย) ได้แก่ ความหนาของกะลามากกว่า 4 มม.เป็นลักษณะของชนิดผลดูรา การปรากฏลักษณะของ เส้นใยรอบวงกะลาที่จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนหน้าตัดขวางของผล (fiber ring) ลักษณะไม่มีกะลาและผลลีบฝ่อมีเพียงเมล็ดในขนาดเล็กหรือไม่มี ซึ่งเป็นลักษณะของพิสิเฟอราและบันทึกไว้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

**ตารางที่ 13** เกณฑ์การจำแนกชนิดปาล์มน้ำมันโดยการตรวจพินิจ

| ชนิดปาล์มน้ำมัน | ลักษณะ |
|---|---|
| ดูรา<br>เทเนอรา<br>พิสิเฟอรา | กะลาหนา มากกว่า 4 มม. หรือกะลาต่อมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์, ไม่มี Fiber ring รอบกะลา<br>กะลาหนา มากกว่า 0.5-4 มม. หรือกะลาต่อน้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์, มี Fiber ring รอบกะลา<br>ไม่มีกะลา, มี Fiber ring รอบกะลา, ทั้งทะลายผลลีบฝ่อ ไม่มีเนื้อใน (Infertile) หรือทะลายผลลีบฝ่อไม่ทั้งหมด มีการติดผลบ้าง มีเนื้อในขนาดเมล็ดถั่วเขียว (fertile) พิจารณาทรงต้นประกอบด้วย ได้แก่รอบลำต้นมีขนาดใหญ่ |

**การคัดเลือกต้นแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์** จากการเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม พบว่า ปาล์มน้ำมันคู่ผสมหมายเลข 198 ได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ D78/193 ในกลุ่ม Deli Dura กับ พ่อพันธุ์ T159/398 ในกลุ่ม Tanzania และคู่ผสม 198 ให้ผลผลิตทะลายสดสูง มีลักษณะดีเด่นตามมาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งได้เสนอขอรับรองเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ชื่อว่า ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ผลการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลบ่งชี้ความสามารถของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ (based on progeny test performance) ที่จะใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ดังนั้น จึงทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ D78/193 ในกลุ่ม Deli Dura กับ พ่อพันธุ์ T159/398 ในกลุ่ม Tanzania เป็นรายต้น (ตารางที่ 1 และ 2) ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกต้นพันธุ์ เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (D x P) หมายเลข 198 ต่อไป นอกจากนี้ จากการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 1 ที่ผ่านมาซึ่งได้พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 เป็นพันธุ์แนะนำ พบว่า ในแปลงทดลอง BRD 033 มีสายพันธุ์ที่เป็นแม่พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 220, 242, 203 และ 236 และแปลงทดลอง BRD 034 BRD 045 มีสายพันธุ์ที่เป็นพ่อพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 129/1426 122/1446 ของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 ดังนั้น จึงสามารถทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์เพื่อดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

**แปลงแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (D – Self) (แปลงBRD 033)** ทั้งหมดจำนวน 15 พันธุ์ โดยสายพันธุ์ 177 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 125.9 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ 203 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 121 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 218 สายพันธุ์ 204 และ สายพันธุ์ 220 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 106-110 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์แม่ดูรา 204, 177 และ 219 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.5, 16.1 และ 14.8 ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 203 มีน้ำหนัก 10.1 กก.ต่อต้นต่อปี การให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิตของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นรายต้น ปัจจุบันมีข้อมูลต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มเก็บผลผลิตถึงปี 2553 และการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือก สายพันธุ์ 220 (67/521D) ได้จำนวน 272 ต้น, สายพันธุ์ 203 (78/193D) จำนวน 289 ต้น, สายพันธุ์ 242 (79/339D) จำนวน 92 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 7

**แปลงพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (T – Self) (รหัสแปลงBRD 034)** พบว่าสายพันธุ์ 101/49 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 101 กก.ต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์ รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 84.7 กก.ต่อต้นต่อปี สายพันธุ์ 159/398 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 74.4 กก.ต่อต้นต่อปี ส่วนพันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูงกว่าทุกพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 101/49 และสายพันธุ์ 140/102 ซึ่งให้จำนวนทะลาย 19.8 และ 19. ทะลายตามลำดับ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า สายพันธุ์ 101/49 มีน้ำหนัก 5.1 กก.ต่อต้นต่อปี รองลงมา ได้แก่สายพันธุ์ 140/102 และ สายพันธุ์ 159/398 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 4.6 และ4.3 กก.ต่อทะลายต่อปี การให้ผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบทะลายของต้นเทเนอราของทุกสายพันธุ์ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นรายต้น ปัจจุบันมีข้อมูลต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มเก็บผลผลิตถึงปี 2553 และการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือก สายพันธุ์ 129/1426 จำนวน 15 ต้นและสายพันธุ์ 159/398 ได้จำนวน 13 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 7

## การนำผลงานวิจัยที่ไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษาการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ทั้ง 4 แปลงทดลอง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. การคัดเลือกต้นแม่พันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือก สายพันธุ์ 220 (67/521D) ได้จำนวน 272 ต้น, สายพันธุ์ 203 (78/193D) จำนวน 289 ต้น, สายพันธุ์ 242 (79/339D) จำนวน 92 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 7

2. คัดเลือกต้นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ได้นำเกณฑ์มาตรฐานมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งทำการคัดเลือกสายพันธุ์ 129/1426 จำนวน 15 ต้นและสายพันธุ์ 159/398 ได้จำนวน 13 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 7

3. เป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน ที่มีการบันทึกข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายและลักษณะอื่นๆ เพื่อเป็นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อไป

## คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร ในการสนับสนุนการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมและให้ทุนผู้ปฏิบัติงานได้รับการฝึกอบรม และดูงาน ขอขอบพระคุณ UNDP/FAO ที่ให้การสนับสนุนทุนและผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ , และขอขอบคุณคุณศิริชัย มามีวัฒนะ นักปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์บริการ ที่ได้วิเคราะห์ตัวอย่างปาล์มน้ำมัน เจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยวิจัย ที่ปฏิบัติงานทุกท่าน ตลอดจนเจ้าที่ฝ่ายบันทึกข้อมูลที่ได้รวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2550. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 75 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. Measurements In Oil Palm Experiments paper of Unipamol Malaysia Sdn.

Escobar R. and Blaak. 1990. **Thailand Oil Palm Breeding programme**. Thailand Oil Palm Research and Development Project. 63 pp.

Escobar R. 2001. **Oil Palm Breeding programme-Second Cycle**. Consultant's Report (Working paper) to FAO. Suratthani Horticuture Research Centre. Department of Agriculture. Thailand. 40 pp.

Ooi, S.C. 1978. **The Breeding of Oil Palm in Malaysia**. Trop. Agric. Series No.11. Trop. Agric. Res. Center, Malaysia. p 169-185.

# ทดสอบลูกผสมกลับพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera* (ชั่วรุ่นที่ 2)
# Blackcross of *Elaeis oleifera* Oil Palm (BC2)

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย [1/] สายชล จันมาก [2/] อรรัตน์ วงศ์ศรี [1/]

## บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมกลับระหว่าง *E. oleifera* และ *E. guineensis* เพื่อให้ได้ลูกผสมกลับที่มีลักษณะที่ดีจาก *E. guineensis* ซึ่งมีผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และเป็นพันธุ์การค้าในปัจจุบันและมีลักษณะที่ดีจาก *E. oleifera* ที่มีคุณภาพน้ำมันสูง ต้นเตี้ย และต้านทานโรคตาเน่า โดยการผสมกลับ (Backcross) ระหว่าง 2 ชนิด ซึ่งการทดลองนี้เป็นการทดสอบลูกผสมกลับในชั่วรุ่นที่ 2 โดยการนำ ผลการทดสอบจากต้นพันธุ์ที่ดีเด่นรายต้นของประชากรกลุ่ม OxG BC1 ผสมข้ามกับปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* สายพันธุ์ที่ดีเด่น จำนวน 24 คู่ผสม โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ เริ่มดำเนินการในปี 2550 แปลง 071 พบว่าเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี 2 เดือน มีคู่ผสม Kb/68D/ x 148/552T , 69/374D x 145/198P และKb/68D/ x 145/198P เริ่มให้ผลผลิตก่อนคู่ผสมอื่นๆ แปลง 072 คู่ผสม

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ได้สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดและให้ผลผลิตตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน ความคุ้มค่าการลงทุนขึ้นอยู่กับอายุเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสูงของปาล์มน้ำมัน พบว่าแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต้นเตี้ย อายุเก็บเกี่ยวยาว คุณภาพน้ำมันและผลผลิตสูงนั้น ทำได้โดยใช้วิธีการผสมข้ามและผสมกลับระหว่างปาล์มน้ำมันอเมริกัน (*Elaeis oleifera*) ซึ่งมีลักษณะเด่น คือต้นเตี้ย น้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง แต่ให้ปริมาณน้ำมันต่ำ กับปาล์มน้ำมันแอฟริกัน (*Elaeis guineensis*) ซึ่งเป็นชนิดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่า แต่มีผลผลิตทะลายสดและปริมาณน้ำมันสูงกว่าปาล์มน้ำมันอเมริกัน

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ได้รับเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมกลับระหว่างปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด จำนวน 7 คู่ผสม มาจากประเทศคอสตาริก้า และปลูกทดลอง ในช่วงปี 2535 – 2545 ผลจากการทดสอบได้คัดเลือกต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยคัดเลือกเป็นรายต้น (Individual Selection) ได้ต้นพันธุ์หมายเลข 144/55, 145/198, 148/275, 145/334, 145/332, 146/107, 148/568, 151/222 และ 146/342 จากประชากร (OxG BC1) ต้นพันธุ์ทั้งหมดนี้ ในปี 2547 ได้ทำการผสมข้ามกับ ปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* สายพันธุ์ที่ดีเด่น ให้ได้จำนวน 24 คู่ผสม ผลิตเมล็ดพันธุ์ เพาะกล้าและดูแลรักษาเพื่อปลูกในปี 2548 ต่อไป

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**แบบและวิธีการทดลอง**

**1. ผลิตลูกผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera* และดูแลรักษาต้นกล้า**

ผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมันข้ามชนิด *E.guineensis x E.oleifera* (OxG BC1) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีระหว่างปี 2544-2545 24 คู่ผสม (ตารางที่ 1) จากนำปาล์มน้ำมันที่ได้ทำการเพาะกล้าและอนุบาลต้นกล้า ระหว่างปี 2546-25547

**แปลงที่ 1 (071)** ปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อปี กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2550 ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 10 คู่ผสม 3 ซ้ำ จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย พื้นที่ปลูก 33 ไร่)

**แปลงที่ 2 (072)** ปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อปี ตุลาคม 2550 โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 12 คู่ผสม 3 ซ้ำ จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย พื้นที่ปลูก 43 ไร่

**แปลงที่ 3 (073)** ปลูกปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อปี สิงหาคม 2552 โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 12 คู่ผสม 3 ซ้ำ จำนวน 16 ต้น/แปลงย่อย พื้นที่ปลูก 33 ไร่

ผลการทดลองจากการวิเคราะห์แวเรียนซ์ (analysis of variance) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/คู่ผสม ใช้ DMRT (Duncan's Multiple range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (correlation and regression study)

**ตารางที่ 1** ประวัติพันธุ์ลูกผสมกลับพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *E.oleifera*

| Cross No. | Parentage | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 071 | | 072 | | 073 | |
| | Female | Male | Female | Male | Female | Male |
| 1 | KB/68 D | 148/552T | 101/49 T | 148/568T | KB/68 D | 152/75 T |
| 2 | KB/68 D | 148/275 P | 136/71 T | 148/581 T | 69/912 D | 144/55 T |
| 3 | 69/912 D | 148/552T | 112/427 T | 148/568T | 65/239 D | 151/222 T |
| 4 | 65/239 D | 148/552T | 67/521 D | 148/322 P | 67/521 D | 151/222 T |
| 5 | 65/239 D | 148/275 P | 112/427T | 151/581 T | 65/239 D | 143/57 T |
| 6 | 67/521 D | 148/275 P | 67/521 D | 148/552 T | 69/912 D | 143/57 T |

| Cross No. | Parentage | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 071 | | 072 | | 073 | |
| | Female | Male | Female | Male | Female | Male |
| 7 | 69/912 D | 145/198 P | 122/1446 T | 148/552 T | 67/521 D | 143/57 T |
| 8 | 68/374 D | 151/322 P | 67/521 D | 148/568 T | 68/374 D | 148/275 P |
| 9 | KB/68 D | 145/198 P | 69/912 D | 148/275 P | 67/521 D | 145/12 T |
| 10 | 66/314 D | 148/568 T | 67/521 D | 145/198 P | 65/239 D | 152/178 T |
| 11 | - | - | 122/1446 T | 148/581 T | 67/521 D | 152/178 T |
| 12 | - | - | 65/239 D | 154/198 P | 67/521 D | 152/75 T |

**การบันทึกข้อมูล**

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของทะลาย และองค์ประกอบทางเคมี บันทึกลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆ เป็นรายต้น ตามแบบแผนของงานทดลองปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

**1. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต**

เมื่ออายุปาล์มน้ำมัน 3 ปีเป็นต้นไป วัดลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆปีละครั้งตามวิธีการของ Corley and Breure, 1988 โดยทำการวัดการเจริญเติบโตแต่ละคู่ผสม จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้

1.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 เป็นตัวแทน (ทางใบที่ 1 หมายถึงทางใบใหม่ ที่มีใบย่อยคลี่และเจริญเต็มที่) วัดความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ โดยใช้ใบที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของทางใบ คำนวณค่าเฉลี่ยและคูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

1.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 3 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยที่โคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายสุดของแกนทางใบ (tip of rachis)

1.3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 3 ปี วัดความกว้าง และตามความลึกของก้านแกนทางการวัด วัดที่ตำแหน่งเดียวกัน คือจุดที่เริ่มมีใบย่อย ของโคนแกนทางใบที่ 1

1.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 6 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 และในปีต่อไปวัดความสูงจากพื้นดิน (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

1.5 จำนวนทางใบเพิ่ม ทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ในปีแรกและทำต่อเนื่องทุกปี นับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบปี

**2. การศึกษาผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปี**

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวได้กำหนดรอบการเก็บเกี่ยวทุก 15 วันตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลน้ำหนักทะลายสด, จำนวนทะลาย รวบรวมและคำนวณข้อมูลของคู่ผสมต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้ ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ต่อปี ผลผลิตทะลายสดสะสมตั้งแต่ อายุ 4-8 ปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายสะสมตั้งแต่อายุ 4-8 ปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมในแต่ละปี

**3. การศึกษาองค์ประกอบทะลาย**

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ เป็นทะลายที่สมบูรณ์ปกติไม่มีแมลงหรือโรคทำลายต้นละ 3-4 ทะลายต่อปี หรือแต่ละแปลงย่อยจำนวน 10-15 ทะลายต่อแปลงย่อยต่อปี เก็บเกี่ยวเมื่อทะลายสุกแก่พอดี (สังเกตจากมีผลร่วง 1-5 ผล) รวบรวมทะลายปาล์มน้ำมันที่สุ่มตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi, 1978 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลองค์ประกอบทะลายที่ศึกษา ประกอบด้วย ก้านทะลาย,การติดผล (%), น้ำหนักผลเฉลี่ย, เปลือกนอกสด/ผล (%), กะลา/ผล (%), เนื้อใน/ผล (%), น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%), น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%), น้ำมัน/ทะลาย (%)

**4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี**

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันเมื่ออายุ 7 ปี จากแต่ละสายพันธุ์ ใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเช่น องค์ประกอบกรดไขมัน ปริมาณแคโรทีน วิตามินอี และค่าปริมาณไอโอดีน ดำเนินตามวิธีการของ PORIM

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**ผลการทดลอง แปลงที่ 1 (071)**

**1. การเจริญเติบโต** (Growth) เริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อปี 2552 เป็นปีแรกของข้อมูล ซ้ำ ที่ 1 และ 2

1.1 พื้นที่ใบ (leaf area) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปีพบว่าคู่ผสมหมายเลข 8 มีพื้นที่ใบสูงสุดเท่ากับ 2.64 ม$^2$ (ตารางที่ 2) ซึ่งพื้นที่ใบมีผลต่อการสังเคราะห์แสงเพื่อสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโต และมีกลุ่มคู่ผสมหมายเลข 5 6 7 8 และ 10 มีพื้นที่ใบใกล้เคียงกัน

1.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (petiole cross section) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี พบว่าคู่ผสมหมายเลข 1 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดเท่ากับ 6.88 ซม.$^2$ (ตารางที่ 2) ซึ่งพื้นที่หน้าตัดแกนทางขนาดเล็กมีผลต่อการเก็บเกี่ยว

**ตารางที่ 2** การเจริญเติบโตของลูกผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* แปลง 071 อายุ 2 ปี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง | พื้นที่ใบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แม่พันธุ์ | Type | พ่อพันธุ์ | Type | | |
| 1 | KB/68 D | Kazemba | 148/552T | OxG BC1 | 6.88 | 1.75 |
| 2 | KB/68 D | Kazemba | 148/275 P | OxG BC1 | 8.49 | 1.94 |
| 3 | 69/912 D | Deli Dura | 148/552T | OxG BC1 | 8.21 | 1.97 |
| 4 | 65/239 D | Deli Dura | 148/552T | OxG BC1 | 7.21 | 1.76 |
| 5 | 65/239 D | Deli Dura | 148/275 P | OxG BC1 | 9.29 | 2.27 |
| 6 | 67/521 D | Deli Dura | 148/275 P | OxG BC1 | 8.12 | 2.26 |
| 7 | 69/912 D | Deli Dura | 145/198 P | OxG BC1 | 8.29 | 2.18 |
| 8 | 68/374 D | Deli Dura | 151/322 P | OxG BC1 | 8.59 | 2.64 |
| 9 | KB/68 D | Kazemba | 145/198 P | OxG BC1 | 7.31 | 1.77 |
| 10 | 66/314 D | Deli Dura | 148/568 T | OxG BC1 | 8.89 | 2.38 |

**2.ผลผลิตทะลายปาล์ม**

2.1 จำนวนทะลาย (bunch number) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี 2 เดือน พบว่าคู่ผสมหมายเลข 7 มีจำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 10.12 ทะลาย (ตารางที่ 3) คู่ผสมหมายเลข 7 ก็ให้ผลผลิตก่อนคู่ผสมอื่นๆด้วย

2.2 น้ำหนักทะลาย (bunch weight) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี 2 เดือน พบว่าคู่ผสมหมายเลข 7 มีน้ำหนัก ทะลายสูงสุดเท่ากับ 2.94 กิโลกรัม (ตารางที่ 3) และมีน้ำหนักทะลายใกล้เคียงกับคู่ผสมหมาย 6

2.3 ผลผลิตทะลายสด (fresh fruit bunch) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี 2 เดือน พบว่าคู่ผสมหมายเลข 7 มีผลผลิตทะลายสูงสุดเท่ากับ 29.75กิโลกรัม /ต้น คิดเป็น 0.68 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3) และในกลุ่มที่มีผลผลิตรองลงมาได้แก่คู่ผสมหมายเลข 1 8 9 และ 10

**ตารางที่ 3** จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลาย ผลผลิตทะลายสดของลูกผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* แปลง 071 อายุ 2 ปี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | | | | จำนวนทะลาย | น้ำหนักทะลาย | ทะลาย (กิโลกรัม/ต้น) | ผลผลิตทะลาย (ตัน/ไร่/ปี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แม่พันธุ์ | Type | พ่อพันธุ์ | Type | | | | |
| 1 | KB/68 D | Kazemb | 148/552 | OxG BC1 | 10.67 | 1.63 | 17.48 | 0.40 |
| 2 | KB/68 D | Kazemb | 148/275 | OxG BC1 | 7.7 | 1.79 | 13.67 | 0.31 |
| 3 | 69/912 D | Deli | 148/552 | OxG BC1 | 6.45 | 2.09 | 14.33 | 0.33 |
| 4 | 65/239 D | Deli | 148/552 | OxG BC1 | 4.45 | 1.96 | 8.75 | 0.20 |
| 5 | 65/239 D | Deli | 148/275 | OxG BC1 | 2.75 | 2.39 | 6.59 | 0.15 |
| 6 | 67/521 D | Deli | 148/275 | OxG BC1 | 4.92 | 2.84 | 14.12 | 0.25 |
| 7 | 69/912 D | Deli | 145/198 | OxG BC1 | 10.12 | 2.94 | 29.75 | 0.68 |
| 8 | 68/374 D | Deli | 151/322 | OxG BC1 | 8.7 | 2.48 | 21.73 | 0.49 |
| 9 | KB/68 D | Kazemb | 145/198 | OxG BC1 | 9.8 | 2.11 | 20.73 | 0.47 |
| 10 | 66/314 D | Deli | 148/568 | OxG BC1 | 8 | 1.93 | 15.48 | 0.47 |

**ผลการทดลอง แปลงที่ 2 (072)**

1. **การเจริญเติบโต** (Growth) เริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อปี2552 เป็นปีแรก

1.1 พื้นที่ใบ (leaf area) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปีพบว่าคู่ผสมหมายเลข 6 มีพื้นที่ใบสูงสุดเท่ากับ 2.27 ม$^2$ (ตารางที่ 4) ซึ่งพื้นที่ใบมีผลต่อการสังเคราะห์แสงเพื่อสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโต และมีกลุ่มคู่ผสมหมายเลข 2 4 10 11และ 12 มีพื้นที่ใบใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 1.91-2.07 ม$^2$

1.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (petiole cross section) ผลการทดสอบลูกผสมกลับชั่วรุ่น 2 ของปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*) เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี พบว่าคู่ผสมหมายเลข 8 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดเท่ากับ 6.34ซม.$^2$ (ตารางที่ 4) และมีกลุ่มคู่ผสมหมายเลข 1 3 และ5 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้กัน ซึ่งพื้นที่หน้าตัดแกนทางขนาดเล็กมีผลต่อการเก็บเกี่ยว

**2.ผลผลิตทะลายปาล์ม** เริ่มให้ผลผลิตทะลายตั้งแต่เดือนมิถุนายนของคู่ผสมหมายเลข 2 4 5 6 7 8 10 และ 11

**ตารางที่ 4** การเจริญเติบโตของลูกผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* แปลง 072 อายุ 2 ปี

| คู่ผสม | ประวัติพันธุ์ | | | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง | พื้นที่ใบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แม่พันธุ์ | Type | พ่อพันธุ์ | Type | | |
| 1 | 101/49T | Avros | 148/568T | OxG BC1 | 6.49 | 1.60 |
| 2 | 136/71 T | Ekona | 148/581 T | OxG BC1 | 8.87 | 1.91 |
| 3 | 112/427 T | Yangambi | 148/568T | OxG BC1 | 6.67 | 1.64 |
| 4 | 67/521 D | Deli Dura | 148/322 P | OxG BC1 | 8.34 | 2.09 |
| 5 | 112/427T | Yangambi | 151/581 T | OxG BC1 | 9.63 | 1.80 |
| 6 | 67/521 D | Deli Dura | 148/552 T | OxG BC1 | 7.70 | 2.27 |
| 7 | 122/1446 T | Calabar | 148/552 T | OxG BC1 | 5.88 | 1.58 |
| 8 | 67/521 D | Deli Dura | 148/568 T | OxG BC1 | 6.34 | 1.75 |
| 9 | 69/912 D | Deli Dura | 148/275 P | OxG BC1 | 6.58 | 1.71 |
| 10 | 67/521 D | Deli Dura | 145/198 P | OxG BC1 | 7.81 | 2.07 |
| 11 | 122/1446 T | Calabar | 148/581 T | OxG BC1 | 9.07 | 2.01 |
| 12 | 65/239 D | Deli Dura | 154/198 P | OxG BC1 | 7.68 | 1.95 |

**ผลการทดลองแปลงที่ 3 (073)**

ปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อเดือนสิงหาคม 2552 ขณะนี้ต้นปาล์มน้ำมันมีอายุ 13 เดือน ซึ่งอยู่ในช่วงดูแลแปลง กำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ย เริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตปาล์มน้ำมันและผลผลิตเมื่ออายุ 2 ปี และองค์ประกอบทะลายเมื่ออายุ 3 ปี

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้พันธุ์ลูกผสมที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวและแล้งได้

## เอกสารอ้างอิง


อรรัตน์ วงศ์ศรี ศริชัย มามีวัฒนะ สุรกิตติ ศรีกุล เกริกชัย ธนรักษ์ และชญาดา ดวงวิเชียร. 2250. **เทคนิคการปรับปรุงพันธ์ปาล์มน้ำมัน**. กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. **Measurement in Oil Palm Experiments Paper of Unipamol**, Malaysia 33 p.

Ooi., S. C. 1978. **The breeding of Oil Palm Malaysia Tropical Agriculture Research**. Series No. II 169-185 p.

Rajanaidu N., Jalani B. and Domingos M. 1991. **Collection of oil palm germplasm in Angola**. ISOPB Newsletter Vol. 8 (2) : 2-3.

Rajanaidu N., Jalani B. and Kushairi A. 1999. **The development of dwarf (PS1)and high iodine value (PS2) planting materials**. Paper presented in the 1999 PORIM International Palm Oil congress – Emerging Technologies and Opportunities in the Next Millennium 12 pp .

# การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing

# Parent Selection Oil Palm by Intercrossing

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] อรรัตน์ วงศ์ศรี [1/]

## บทคัดย่อ

การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ สายพันธุ์ที่ได้จากการผสมโดยวิธีอินเตอร์ครอสซิ่ง เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมกว้างขึ้นและเพิ่มลักษณะดีอย่างอื่นที่ต้องการเสริมเข้าไป นอกจากนั้นเพื่อคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 3 ของกรมวิชาการเกษตร การคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่ดีเด่นสามารถคัดจากลูกผสมเทเนอราในกลุ่มประชากรได้เลย จากข้อมูลผลผลิตทะลายสด คู่ผสมหมายเลข 9 (140/102T x 122/1446T) และ 10 (129/1426T x 122/1446T) มีแนวโน้มให้ผลผลิตทะลายสดสูง สามารถคัดเลือกเป็นสายพันธุ์พ่อที่ดีเด่นสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 3 ได้ สำหรับการคัดการคัดเลือกแม่พันธุ์เหล่านี้ไม่สามารถคัดได้โดยตรง จะต้องขึ้นอยู่กับผลของการทดสอบลูกผสมของการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 แต่เราสามารถคัดลักษณะต้นแม่พันธุ์ที่ดีจากลักษณะของการเจริญเติบโตและผลผลิตประกอบกันได้ ต้นแม่ที่มีแนวโน้มเป็นแม่พันธุ์ที่ดีควรมีพื้นหน้าตัดแกนทางขนาดเล็กหรือกลาง ซึ่งลักษณะของพื้นหน้าตัดแกนทางเป็นลักษณะประจำพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ และการปรับปรุงพันธุ์นั้นต้องการลักษณะปาล์มน้ำมันที่มีความสูงช้ามีผลผลิตสูง สำหรับแปลง BRD 032 คู่ผสมหมายเลข 178 และ 188 เป็นกลุ่มมีหน้าตัดแกนทางและความสูงต่ำ ผลผลิตทะลายต่อต้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีคู่ผสมหมายเลข 188 และ199 จากลักษณะดังกล่าว พบว่าคู่ผสมหมายเลข 188 มีแนวโน้มที่เป็นแม่พันธุ์ที่ดีเด่นได้ แปลง BRD 042 คู่ผสมหมายเลข 275 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีหน้าตัดแกนทางต่ำ และคู่ผสมหมายเลข 282 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีความสูงต่ำ ส่วนผลผลิตทะลายต่อต้นของคู่ผสม หมายเลข 269 275 278 279 282 283 286 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีผลผลิตสูง แต่ไม่ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากลักษณะดังกล่าว พบว่าคู่ผสมหมายเลข 275 282 และ295 มีแนวโน้มที่เป็นแม่พันธุ์ที่ดีได้ แปลง BRD 052 คู่ผสมหมายเลข 302 และ 308 เป็นกลุ่มมีหน้าตัดแกนทางและความสูงต่ำ ส่วนผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก คู่ผสมจากของแปลง 052 มีแนวโน้มสามารถเป็นแม่พันธุ์ที่ดีน้อย แต่การคัดเลือกแม่พันธุ์ที่ดีเด่นต้องจากผลจากการทดสอบลูกผสมของการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 เพื่อบ่งชี้ถึงความเป็นแม่พันธุ์ดีเด่น

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

แผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พ.ศ. 2548-2552 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญ คือ การเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน และเพิ่มศักยภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นการเพิ่มผลิตต่อไร่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยี อย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษาและคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายจ่ายแจกให้เกษตรกร ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันให้ดียิ่งขึ้น และพบว่าปัญหาของการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันคือการขาดแคลนพ่อและแม่พันธุ์ (Parental Palm) ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ทำให้เกิดปัญหาในด้านการผลิต ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรจึงได้ดำเนินงานโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยได้รับการสนับสนุนจาก UNDP/FAO ในการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) ประเทศคอสตาริก้า เชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริษัท ASD ได้แลกเปลี่ยนกับแหล่งต่างๆ ได้แก่ Chermara Harrisons และ PORIM ประเทศมาเลเซีย, DAMI ประเทศปาปัวนิวกินี, SOCFIN และ AVROS ประเทศอินโดนีเซีย, Lobe ประเทศแคเมอรูน, ประเทศไอวอรีโคสต์, และประเทศแซร์ ซึ่งมีความหลากหลายและมีลักษณะเด่นต่างๆเหมาะสมสำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน แม่พันธุ์ได้แก่ Deli Dura และ African Dura (Kazemba) และพ่อพันธุ์ ได้แก่ AVROS, La Me, EKONA, Nigeria, Calabar, Ghana, Yangambi, DAMI และ Tanzania สำหรับทำการศึกษาและคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ดูร่าที่ได้จาก การผสมโดยวิธีอินเตอร์ครอสซิ่ง กลุ่มที่ 2 เพื่อคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ที่ดีเด่น สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในรอบที่ 3 เพื่อให้ได้พันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า (DxP)ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตมากกว่าการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 2

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**แบบและวิธีการทดลอง**

**1.การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมวิธี Intercrossing**

ปี 2546 คัดเลือกแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง, Intercrossing, Introgression และTop cross .ให้ได้แม่พันธุ์ที่ดีเด่นตามมาตรฐานของการคัดเลือกพันธุ์จำนวน 15 พันธุ์และคัดเลือกพ่อพันธุ์เทเนอร่า/พิสิเฟอร่า ที่ได้จากการผสมตัวเอง, Related cross และ Top cross ตามมาตรฐานของการคัดเลือกพ่อพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตรให้ได้จำนวน 15 พันธุ์

ปี 2546-2547 ทำการผสมข้ามพ่อ แม่พันธุ์แบบ Intercrossing ได้พันธุ์พ่อ 12 คู่ผสม พันธุ์แม่ 26 คู่ผสม เพื่อใช้เป็นพ่อและแม่พันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 3 และเป็นพันธุ์เสริม (Related mother palm) ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า (DxP) รอบที่ 2

ปี 2547 เลี้ยงต้นกล้าที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing เป็นเวลา 1 ปี

ปี 2548 -2549 ปลูกคู่ผสมแม่พันธุ์ กลุ่มที่ 1 BRD 032 จำนวน 8 คู่ผสม จำนวน 41 ไร่ กลุ่มที่ 2 BRD 042 จำนวน 8 คู่ผสม จำนวน 57 ไร่ กลุ่มที่ 3 BRD 052 จำนวน 5 คู่ผสม จำนวน 28 ไร่ โดยปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 1 พันธุ์ ใช้ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ กลุ่มพ่อพันธุ์ จำนวน 12 คู่ผสม จำนวน 60 ไร่ โดยปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 1 พันธุ์ ใช้ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 1 )

การวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย ผลการทดลองจากการวิเคราะห์แวเรียนซ์ (analysis of variance) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/คู่ผสม ใช้ DMRT (Duncan's Multiple range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (correlation and regression study)

**ตารางที่ 1** ประวัติพันธุ์คู่ผสมของพ่อและแม่พันธุ์โดยวิธี Intercrossing

| Parentage | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cross No | BRD 046 | | Cross No | BRD 032 | | Cross No | BRD 042 | | Cross No | BRD 052 | |
| | Female | Male | | Female | Male | | Female | Male | | Female | Male |
| 1 | 140/102T | 112/427T | 160 | 65/239D | 77/132D | 208 | 73/49D | 65/239D | 301 | 78/193D | 66/314D |
| 2 | 112/427T | 132/1415T | 162 | 79/339D | 63/544D | 227 | KB/68D | 65/239D | 302 | 69/912D | 84/941D |
| 3 | 132/1415T | 140/102T | 165 | 63/544D | 73/49D | 230 | 67/521 D | 77/132D | 305 | 68/374D | 73/49D |
| 4 | 141/158T | 125/154T | 178 | 69/912D | 73/49D | 232 | 63/544D | 84/941D | 308 | 98/239D | 78/193D |
| 5 | 159/398T | 117/88T | 188 | 91/1617D | KB/68D | 238 | 84/941D | 91/1617D | S3 | ST 3 | |
| 6 | 139/520T | 122/1446T | 190 | 77/132D | KB/68D | 245 | 78/193D | 91/1617D | | | |
| 7 | 133/1433T | 114/197T | 199 | KB/68D | 75/1319D | 269 | 75/1319D | 67/521D | | | |
| 8 | 138/391T | 139/520T | 200 | 73/49D | 75/1319D | 275 | 66/314D | 69/912D | | | |
| 9 | 140/102T | 122/1446T | S3 | ST 3 | | 278 | 75/1319D | 78/193D | | | |
| 10 | 122/1446T | 129/1426T | | | | 279 | 65/239D | 98/239D | | | |
| 11 | 138/391T | 129/1426T | | | | 282 | 91/1617D | 68/374D | | | |
| 12 | 105/65T | 136/71T | | | | 283 | 66/314D | 79/339D | | | |
| 13 | ST 2 | | | | | 286 | 77/132D | 68/374D | | | |
| | | | | | | 295 | 67/521D | 98/239D | | | |
| | | | | | | 297 | 98/239D | 67/521D | | | |
| | | | | | | S3 | ST 3 | | | | |

**ขั้นตอนการดำเนินงานและการบันทึกข้อมูล**

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของทะลาย และองค์ประกอบทางเคมี บันทึกลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆ เป็นรายต้น ตามแบบแผนของงานทดลองปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

**1. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต**

เมื่ออายุปาล์มน้ำมัน 3 ปีเป็นต้นไป วัดลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆปีละครั้งตามวิธีการของ Corley and Breure, 1988 โดยทำการวัดการเจริญเติบโตแต่ละคู่ผสม จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้

1.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 เป็นตัวแทน (ทางใบที่ 1 หมายถึงทางใบใหม่ ที่มีใบย่อยคลี่และเจริญเต็มที่) วัดความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ โดยใช้ใบที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของทางใบ คำนวณค่าเฉลี่ยและคูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

1.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 3 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยที่โคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายสุดของแกนทางใบ (tip of rachis)

1.3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 3 ปี วัดความกว้าง และตามความลึกของก้านแกนทาง การวัด วัดที่ตำแหน่งเดียวกัน คือจุดที่เริ่มมีใบย่อย ของโคนแกนทางใบที่ 1

1.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 6 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 และในปีต่อไปวัดความสูงจากพื้นดิน (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

1.5 จำนวนทางใบเพิ่ม ทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ในปีแรกและทำต่อเนื่องทุกปี นับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบปี

**2. การศึกษาผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต**

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวได้กำหนดรอบการเก็บเกี่ยวทุก 15 วันตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลน้ำหนักทะลายสด, จำนวนทะลาย รวบรวมและคำนวณข้อมูลของคู่ผสมต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้ ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ต่อปี ผลผลิตทะลายสดสะสมตั้งแต่ อายุ 4-8 ปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายสะสมตั้งแต่อายุ 4-8 ปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมในแต่ละปี

**3. การศึกษาองค์ประกอบทะลาย**

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ เป็นทะลายที่สมบูรณ์ปกติไม่มีแมลงหรือโรคทำลาย ต้นละ 3-4 ทะลายต่อปี หรือแต่ละแปลงย่อยจำนวน 10-15 ทะลายต่อแปลงย่อยต่อปี เก็บเกี่ยวเมื่อทะลายสุกแก่พอดี (สังเกตจากมีผลร่วง 1-5 ผล) รวบรวมทะลายปาล์มน้ำมันที่สุ่มตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi, 1978 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลองค์ประกอบทะลายที่ศึกษาประกอบด้วย ก้านทะลาย,การติดผล (%), น้ำหนักผลเฉลี่ย, เปลือกนอกสด/ผล (%), กะลา/ผล (%), เนื้อใน/ผล (%), น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%), น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%), น้ำมัน/ทะลาย (%)

**4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี**

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันเมื่ออายุ 7 ปี จากแต่ละสายพันธุ์ ใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเช่น องค์ประกอบกรดไขมัน ปริมาณแคโรทีน วิตามินอี และค่าปริมาณไอโอดีน ดำเนินตามวิธีการของ PORIM

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2549 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**แปลงที่ 1 แปลงพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD046) จำนวน 12 พันธุ์ พื้นที่ 60 ไร่**

**1 . การเจริญเติบโต**

เป็นข้อมูลพื้นฐานของการคัดเลือกกลุ่มประชากรพันธุ์พ่อ แต่เนื่องจากแหล่งที่มาของพันธุ์พ่อเทเนอรา/พิสิเฟอรากว้าง จึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของแต่ละพ่อพันธุ์ เพื่อนำไปประกอบการคัดเลือกพ่อพันธุ์ ตามกฎเกณฑ์ของการคัดเลือกพันธุ์เพื่อนำพ่อพันธุ์เหล่านี้ไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ในรอบที่ 3 และต่อๆไป ผลของการศึกษามีดังนี้

**1.1 ความยาวทางใบ**

ความยาวทางใบของปาล์มน้ำมัน พบว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี กลุ่มที่มีความยาวทางใบสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 1 3 4 5 9 10 12 และพันธุ์เปรียบเทียบ (13) พ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีความยาวทางใบสูงสุดเท่ากับ 392.02 ซม. ความยาวทางใบปาล์มน้ำมันที่อายุ 5 ปี เป็นไปในทำนองเดียวกัน (ตารางที่ 2)

**1.2 พื้นที่ใบ**

พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมัน พบว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี กลุ่มที่มีพื้นที่ใบสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 9 10 และพันธุ์เปรียบเทียบ (13) พ่อพันธุ์หมายเลข 13 มีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 4.90 ตร.ซ.ม. เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี กลุ่มที่มีพื้นที่ใบสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 3 5 9 10 และพันธุ์เปรียบเทียบ (13) พ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 5.71 ตร.ซม. (ตารางที่ 2)

**1.3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง**

พื้นที่หน้าตัดแกนทางของปาล์มน้ำมัน พบว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี กลุ่มที่มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำ ได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 6 8 10 11 และ 12 พ่อพันธุ์หมายเลข 8 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดเท่ากับ 9.82 ตร.ซ.ม. เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่พ่อพันธุ์หมายเลข 6 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดเท่ากับ 12.57 ตร.ซ.ม. (ตารางที่ 2) ลักษณะของพื้นที่หน้าตัดแกนทางควรมีขนาดเล็ก เนื่องจากจะง่ายและสะดวกต่อการตัดทางปาล์มก่อนการเก็บเกี่ยว

**ตารางที่ 2** ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing

| พันธุ์ | ความยาวทางใบ | | พื้นที่ใบ | | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี |
| 1 | 356.92 abcde | 389.85 bc | 3.73 bcde | 4.50 cd | 14.33 a | 16.09 abc |
| 2 | 348.85 bcde | 375.75 c | 3.64 cde | 4.52 cd | 15.13 a | 17.38 a |
| 3 | 375.80 abcd | 404.50 bc | 4.12 bcd | 5.41 a | 14.08 a | 16.94 ab |
| 4 | 352.46 abcde | 394.50 bc | 3.37 de | 4.23 cd | 14.63 a | 17.61 a |
| 5 | 355.71 abcde | 412.59 ab | 3.77 bcde | 5.14 ab | 15.05 a | 17.47 a |
| 6 | 334.35 e | 394.513 bc | 3.44 cde | 4.33 cd | 10.92 bcd | 12.57 c |
| 7 | 343.92 cde | 398.45 bc | 3.66 cde | 4.49 cd | 13.32 ab | 15.64 abc |
| 8 | 332.43 e | 374.67 c | 3.16 e | 3.68 d | 9.82 d | 13.41 bc |
| 9 | 392.02 a | 444.69 a | 4.48 ab | 5.71 a | 14.17 a | 16.56 ab |
| 10 | 381.23 abc | 421.88 ab | 4.16 abc | 5.54 a | 12.76 abc | 15.01 abc |
| 11 | 340.90 ce | 388.90 ab | 3.87 bcde | 4.60 bc | 11.32 bcd | 13.73 bc |
| 12 | 365.46 abde | 413.59 ab | 3.33 e | 3.95 d | 10.35 cd | 12.94 c |
| 13 | 388.23 ab | 421.53 ab | 4.9 a | 5.31 a | 13.86 a | 15.44 abc |
| F-test | ** | * | ** | ** | ** | * |
| CV (%) | 7.62 | 5.94 | 13.48 | 8.94 | 12.90 | 15.96 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2. ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน**

**2.1 จำนวนทะลาย**

จำนวนทะลายของปาล์มน้ำมัน พบว่าเมื่อปาล์มอายุ 3 ปี กลุ่มที่มีจำนวนทะลายสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 1 2 3 7 9 และ10 พ่อพันธุ์หมายเลข 1 มีจำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 129.67 ทะลาย/ไร่/ปี เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี พ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีจำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 351.37 ทะลาย/ไร่/ปี อายุ 5 ปี พ่อพันธุ์หมายเลข 7 มีจำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 348.55 ทะลาย/ไร่/ปี อายุ 6 ปี ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน (ตารางที่ 3) ในช่วงแรกพ่อพันธุ์กลุ่ม 1 2 และ 3 เป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตเร็ว ขณะที่พ่อพันธุ์กลุ่ม 7 จำนวนทะลายจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงอายุ 5 และ6 ปี แต่จำนวนทะลายมีแนวโน้มลดลงในปี 5 และ 6 ของกลุ่มพ่อพันธุ์เนื่องเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นด้วย และจากจำนวนทางใบที่ลดลงเมื่อปาล์มอายุมากขึ้น

**ตารางที่ 3** จำนวนทะลายของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 1 | 129.67 a | 302.37 abcd | 239.97 bcd | 221.10 d |
| 2 | 119.42 a | 263.05 bcdef | 188.95 cd | 227.67 cd |
| 3 | 123.12 a | 290.12 abcde | 197.22 bcd | 227.70 cd |
| 4 | 40.47 de | 285.575 abcde | 276.90 ab | 253.02 bcd |
| 5 | 70.97 bcd | 267.32 abcdef | 262.20 bc | 269.55 abcd |
| 6 | 55.00 cde | 201.20 f | 207.45 bcd | 246.17 bcd |
| 7 | 101.05 ab | 314.65 ab | 348.55 a | 334.00 a |
| 8 | 26.22 e | 225.12 cdef | 236.52 bcd | 257.02 bcd |
| 9 | 98.32 ab | 351.37 a | 267.17 abc | 237.37 bcd |
| 10 | 108.60 ab | 331.15 ab | 274.17 ab | 295.22 abc |
| 11 | 39.62 de | 221.17 def | 223.15 bcd | 303.20 ab |
| 12 | 19.37 e | 209.47 ef | 261.35 bc | 237.92 bcd |
| 13 | 102.32 ab | 306.92 abc | 172.72 d | 259.32 bcd |
| F-test | ** | ** | ** | * |
| CV (%) | 34.46 | 21.20 | 25.53 | 19.28 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.2 น้ำหนักทะลาย**

น้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมัน พบว่าเมื่อปาล์มอายุ 3 ปี กลุ่มที่มีน้ำหนักทะลายสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 12 และ 13 อายุ 4 ปี กลุ่มที่มีน้ำหนักทะลายสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 3 9 และ13 อายุ 5 ปี กลุ่มที่มีน้ำหนักทะลายสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 9 และ13 อายุ 6 ปี พ่อพันธุ์หมายเลข 8 มีน้ำหนักทะลายสูงสุดเท่ากับ 5.63 กิโลกรัม (ตารางที่ 4) เนื่องจากกลุ่มพ่อพันธุ์หมาย เลข 13 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบพันธุ์ซึ่งเป็นลูกผสมเทเนอร่าทุกต้นทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักทะลายมีน้ำหนักสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มพ่อพันธุ์อื่น

**ตารางที่ 4** น้ำหนักทะลายเฉลี่ยของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 1 | 1.81 bcd | 2.46 ab | 4.00 cd | 5.37 bc |
| 2 | 1.90 bcd | 2.36 abc | 3.65 cde | 5.10 bcd |
| 3 | 1.93 bc | 2.79 a | 4.20 bc | 5.04 bcd |
| 4 | 1.72 bcd | 1.96 cd | 2.67 ef | 3.78 fg |

| พันธุ์ | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 5 | 1.86 bcd | 2.42 abc | 3.65 cde | 4.73 cde |
| 6 | 1.93 bcd | 2.02 bcd | 3.37 cde | 4.48 efg |
| 7 | 1.65 cd | 2.01 bcd | 2.97 def | 3.87 fg |
| 8 | 1.52 d | 1.61 d | 2.55 ef | 3.70 g |
| 9 | 2.08 b | 2.65 a | 4.35 abc | 5.63 b |
| 10 | 1.88 bcd | 2.34 abc | 3.85 cd | 5.29 bc |
| 11 | 1.58 cd | 1.96 cd | 3.97 cd | 3.81 fg |
| 12 | 2.53 a | 2.09 bc | 2.07 f | 4.16 efg |
| 13 | 2.49 a | 2.71 a | 5.30 a | 7.548 a |
| F-test | ** | ** | ** | ** |
| CV (%) | 21.93 | 30.47 | 21.49 | 10.47 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.3 ผลผลิตรวม**

ผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมัน พบว่าเมื่อปาล์มอายุ 3 ปี กลุ่มที่มีผลผลิตรวมสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 1 2 3 และ 13 อายุ 4 ปี กลุ่มที่มีผลผลิตทะลายสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 9 10 และ13 อายุ 5 ปี พ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีผลผลิตรวมสูงสุดเท่ากับ 51.51 กิโลกรัม อายุ 6 ปี พ่อพันธุ์หมายเลข 13 มีผลผลิตทะลายสูงสุดเท่ากับ 85.93 กิโลกรัม (ตารางที่ 5) เนื่องจากกลุ่มพ่อพันธุ์หมาย เลข 13 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบพันธุ์ซึ่งเป็นลูกผสมเทเนอร่าทุกต้นทำให้ผลผลิตรวมมีน้ำหนักสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มพ่อพันธุ์อื่น ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักทะลาย ซึ่งผลผลิตทะลายของคู่ผสมทั้ง 12 คู่ผสม พบว่า มีค่าน้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันทดลองมีลักษณะเทเนอราทุกต้น ขณะที่คู่ผสม 1-12 ต้นปาล์มน้ำมันทดลองจะมีทั้งลักษณะดูรา ฟิสิเฟอรา และเทเนอรา

**ตารางที่ 5** ผลผลิตรวมของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | ผลผลิตรวม (กิโลกรัม/ต้น/ปี) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 1 | 10.52 ab | 32.84 abc | 42.38 ab | 51.90 cd |
| 2 | 10.25 ab | 28.25 bcde | 31.31 b | 51.74 cd |
| 3 | 10.45 ab | 35.74 abc | 36.21 ab | 50.10 cd |
| 4 | 3.02 fg | 24.59 cde | 32.88 ab | 41.98 d |
| 5 | 5.97 def | 29.06 bcd | 43.43 ab | 55.34 bcd |
| 6 | 4.77 ef | 19.18 de | 31.93 ab | 47.90 cd |
| 7 | 7.4 cde | 27.88 bcd | 45.50 ab | 56.01 bcd |
| 8 | 1.95 g | 16.64 e | 26.63 bc | 42.17 d |
| 9 | 9.17 bc | 41.61 a | 51.51 a | 58.70 bc |
| 10 | 8.82 bc | 34.02 abc | 46.24 ab | 68.43 b |
| 11 | 2.77 fg | 19.19 de | 41.11 ab | 50.41 cd |
| 12 | 2.05 g | 19.37 de | 32.52 ab | 43.22 d |
| 13 | 11.37 a | 36.96 ab | 39.64 ab | 85.93 a |
| F-test | ** | ** | * | ** |
| CV (%) | 36.48 | 27.09 | 37.68 | 19.91 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**3. องค์ประกอบทะลาย**

องค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน กลุ่มที่มีน้ำหนักแห้งเปลือกต่อผลสูงได้แก่ พ่อพันธุ์หมายเลข 1 2 3 และ13 พ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีน้ำหนักแห้งเปลือกต่อผลสูงเท่ากับ 58.25 กรัม/ผล สำหรับน้ำหนักผล %น้ำหนักแห้งเปลือก/ทะลาย มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักแห้งเปลือกต่อผล ซึ่งองค์ประกอบทะลายที่ดีส่งผลให้น้ำมันต่อทะลายสูงด้วยพบว่า %น้ำมันต่อทะลายของพ่อพันธุ์หมายเลข 9 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 31.69 % (ตารางที่ 6)

**ตารางที่** 6 องค์ประกอบทะลาย (น้ำหนักแห้งเปลือก/ผล น้ำหนักผล %น้ำหนักแห้งเปลือก/ทะลาย %น้ำมัน/ทะลาย) ของพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD046) อายุ 5 ปี

| พันธุ์ | น้ำหนักแห้งเปลือก/ผล | น้ำหนักผล | %น้ำหนักแห้งเปลือก/ทะลาย | ทะลาย %น้ำมัน/ทะลาย |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 55.17 ab | 3.63 abcd | 43.33 ab | 28.32 abcd |
| 2 | 55.18 ab | 3.84 abcd | 44.04 ab | 30.99 ab |
| 3 | 55.29 ab | 4.31 ab | 44.28 a | 30.03 abc |
| 4 | 54.65 ab | 3.02 bcd | 38.54 abc | 26.17 bcd |
| 5 | 52.12 ab | 4.04 abc | 37.67 bc | 25.66 cd |
| 6 | 51.73 ab | 3.31 bcd | 38.85 abc | 23.93 d |
| 7 | 55.15 ab | 2.74 cd | 41.91 ab | 27.74 abcd |
| 8 | 51.48 ab | 2.53 d | 38.48 abc | 25.21 cd |
| 9 | 58.25 a | 4.88 a | 44.96 a | 31.69 a |
| 10 | 54.80 ab | 3.32 bcd | 40.62 abc | 27.90 abcd |
| 11 | 49.00 ab | 3.10 bcd | 34.91 c | 24.31 d |
| 12 | 55.07 ab | 2.83 cd | 40.71 abc | 25.93 cd |
| 13 | 53.48 ab | 4.23 ab | 40.73 abc | 26.16 cd |
| **F-test** | * | * | * | * |
| **CV (%)** | **10.34** | **26.21** | **11.13** | **12.36** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**แปลงที่ 2 แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD032) จำนวน 8 พันธุ์ พื้นที่ 41 ไร่**

**1. การเจริญเติบโต**

**1.1 จำนวนทางใบ**

ปลูกเมื่อเดือนตุลาคม 2546 ปัจจุบันอายุ 7 ปี และขอแสดงข้อมูลเฉพาะอายุ 4, 5 และ 7 ปี เนื่องจากขาดช่วงการเก็บข้อมูลที่อายุ 6 ปี จากผลการวิเคราะห์จำนวนทางใบทั้งหมดพบว่า ช่วงปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี มีจำนวนทางใบ 48-62 ทางใบต่อปี และกลุ่มที่มีจำนวนทางใบสูงได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 188, 190, 199 และพันธุ์เปรียบเทียบ (S3) และเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจำนวนทางใบมีจำนวนลดลงตามลำดับ (41-47 ทางใบต่อปี) และกลุ่มที่มีจำนวนทางใบสูงได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 160, 190, 199 และพันธุ์เปรียบเทียบ (S3) และแม่พันธุ์ที่มีจำนวนทางใบต่ำสุดตลอดได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 178 (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** จำนวนทางใบของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 57.90bc | 45.12ab | 45.2abc |
| 162 | 54.82de | 45.57ab | 42.4cd |
| 165 | 52.87e | 43.13bc | 41.0d |

| พันธุ์ | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 7 ปี |
| 178 | 47.67f | 41.40c | 40.8d |
| 188 | 61.87a | 45.37ab | 43.1bcd |
| 190 | 59.87ab | 47.07a | 46.9a |
| 199 | 61.23a | 47.87a | 46.3ab |
| 200 | 56.25cd | 45.73ab | 41.1d |
| S3 | 59.93ab | 46.48a | 43.7abcd |
| **F-test** | ** | * | ** |
| **C.V.(%)** | **2.63** | **4.10** | **4.63** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**1.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง**

พื้นที่หน้าตัดแกนทางเป็นตัวบ่งบอกถึงพื้นที่ที่สามารถลำเลียงอาหารและน้ำของปาล์มน้ำมัน จากผลการวิเคราะห์สถิติพบว่า แม่พันธุ์ที่มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงสุดตลอด 7 ปี และแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบคือ แม่พันธุ์หมายเลข 190 และพบว่าที่อายุ 7 ปี แม่พันธุ์หมายเลข 160 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงเช่นเดียวกับแม่พันธุ์หมายเลข 190 สำหรับแม่พันธุ์ที่มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดตลอด 7 ปี คือ แม่พันธุ์หมายเลข 178 ซึ่งพื้นที่หน้าตัดแกนทางมีแนวโน้มเดียวกับจำนวนทางใบทั้งหมด (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** พื้นที่หน้าตัดแกนทางของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 24.36bc | 31.90b | 37.1a |
| 162 | 23.84bc | 29.52c | 29.5bc |
| 165 | 23.07c | 29.12c | 29.6bc |
| 178 | 17.52d | 19.27d | 22.3d |
| 188 | 23.90bc | 28.88c | 29.2bc |
| 190 | 28.54a | 35.34a | 36.5a |
| 199 | 25.35b | 31.54b | 31.8b |
| 200 | 22.49c | 27.95c | 30.0bc |
| S3 | 23.51bc | 27.74c | 28.7c |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V.(%)** | **4.56** | **3.85** | **5.77** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**1.3 พื้นที่ใบ**

โดยทั่วไปพื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นและเริ่มคงตัวประมาณปีที่ 8 ขึ้นไป แต่แนวโน้มข้อมูล จะเห็นได้ว่า พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี (5.95-8.17 ตารางเมตร) มีค่ามากกว่าปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี (4.39-6.16 ตารางเมตร) และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี พื้นที่ใบของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีค่าลดลง ยกเว้นแม่พันธุ์หมายเลข 160, 178, 200 และ S3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ทั้งนี้เนื่องจากปี 2552 ปริมาณน้ำฝนลดลงจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตโดยเฉพาะพื้นที่ใบซึ่งควรมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับแม่พันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดช่วงอายุ 5 ปีและ 7 ปีคือ แม่พันธุ์หมายเลข 160 แต่ไม่

แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์หมายเลข 165, 188 และ 200 และแม่พันธุ์ที่มีพื้นที่ใบต่ำสุดตลอดอายุ7 ปีได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 178 (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** พื้นที่ใบของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 5.10d | 8.00abc | 8.20a |
| 162 | 5.69bc | 8.03ab | 7.16cd |
| 165 | 5.97ab | 7.94abc | 7.57abc |
| 178 | 4.39e | 5.95e | 6.29e |
| 188 | 6.10ab | 7.81bc | 7.56abc |
| 190 | 6.16a | 8.17a | 7.36bcd |
| 199 | 6.09ab | 8.17a | 7.27bcd |
| 200 | 5.67bc | 7.74c | 7.91ab |
| S3 | 5.40cd | 6.66d | 6.78de |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V.(%)** | **4.38** | **2.14** | **5.85** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

การปรับปรุงพันธุ์ต้องการลักษณะต้นปาล์มน้ำมันที่มีต้นเตี้ยหรือมีการเพิ่มความสูงต่อปีน้อย เมื่ออายุเพิ่มขึ้นเนื่องจากจะมีปัญหาในการเก็บเกี่ยว และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 178 เป็นแม่พันธุ์ที่เตี้ยกว่าพันธุ์อื่นๆอย่างเห็นได้ชัด และไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแม่พันธุ์หมายเลข 165 และ 200 (อายุ 7 ปี) สำหรับแม่พันธุ์ที่มีจำนวนทางใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางอยู่ในกลุ่มที่มีค่าสูงพบว่า มีความสูงค่อนข้างมากและเป็นกลุ่มเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ S3 คือ แม่พันธุ์หมายเลข 162, 188, 190 และ 199 (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** ความสูงของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | ความสูง (เซนติเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 32.81b | 70.31c | 118bcd |
| 162 | 32.64b | 78.52ab | 131a |
| 165 | 30.62b | 68.18c | 112de |
| 178 | 23.62c | 57.35d | 103e |
| 188 | 40.08a | 78.83ab | 125abc |
| 190 | 40.39a | 82.72a | 132a |
| 199 | 40.90a | 83.62a | 130a |
| 200 | 34.20b | 72.64bc | 115cde |
| S3 | 41.54a | 83.34a | 129ab |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V.(%)** | **7.94** | **6.14** | **5.71** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2. ข้อมูลผลผลิต**

**2.1 จำนวนทะลาย**

จำนวนทะลายที่อายุ 7 ปี แม่พันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายในกลุ่มดีเด่น (9.13-10.55 ทะลายต่อต้นต่อปี) คือ หมายเลข 178, 188, 199 และ S3 โดยแม่พันธุ์หมายเลข 178, 188 และ 199 เป็นกลุ่มที่ให้จำนวนทะลายค่อนข้างสูงตั้งแต่ปีที่เริ่มให้ผลผลิต สำหรับแม่พันธุ์หมายเลข 160 มีแนวโน้มให้ผลผลิตจำนวนทะลายต่ำสุดมาตลอด 7 ปี สำหรับพันธุ์เปรียบเทียบพบว่า ให้ผลผลิตจำนวนทะลายสูงสุดเมื่ออายุ 4 ปี (ตารางที่ 11) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลจากปีแรกที่มีจำนวนทะลายค่อนข้างต่ำและส่งผลในปีถัดไป สำหรับจำนวนทะลายที่ลดลงเมื่อเข้าสู่ปีที่ 5 เป็นผลจากจำนวนทางใบที่เริ่มลดลงและขนาดของทะลายที่มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งทดแทนจำนวนทะลาย

**ตารางที่ 11** จำนวนทะลายของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2549- 2553

| พันธุ์ | จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 2.39$^{e}$ | 12.67d | 8.88e | 7.65e | 6.75$^{e}$ |
| 162 | 14.12$^{bc}$ | 12.40d | 12.50cd | 10.55d | 8.25$^{bcde}$ |
| 165 | 12.59$^{cd}$ | 15.95c | 11.93cd | 11.77bcd | 7.42$^{de}$ |
| 178 | 13.56$^{bcd}$ | 20.45b | 11.48de | 14.27ab | 9.60$^{ab}$ |
| 188 | 17.98$^{a}$ | 14.23cd | 17.43a | 11.82bcd | 10.55$^{a}$ |
| 190 | 15.33$^{abc}$ | 14.75cd | 14.32bc | 11.38cd | 7.77$^{cde}$ |
| 199 | 16.57$^{ab}$ | 12.40d | 16.13ab | 11.20cd | 10.32$^{a}$ |
| 200 | 10.16$^{d}$ | 20.73b | 13.00cd | 13.70abc | 8.58$^{bcd}$ |
| S3 | 5.37$^{e}$ | 23.82a | 10.82de | 15.69a | 9.13$^{abc}$ |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | 15.90 | 9.89 | 11.05 | 12.69 | 10.72 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.2 น้ำหนักทะลาย**

น้ำหนักทะลายเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นน้ำหนักทะลายจะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยในช่วงอายุ 3 ปี น้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีค่า 2.29-3.31 กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 8.7-14.6 กิโลกรัม เมื่ออายุ 7 ปี สำหรับแม่พันธุ์ที่ให้น้ำหนักทะลายสูงและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ คือแม่พันธุ์หมายเลข 188, 190 และ 199 และพันธุ์เปรียบเทียบมีขนาดทะลายเล็กสุด 8.7 กิโลกรัม (ตารางที่ 12) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ขนาดหรือน้ำหนักของทะลายปีที่ 7 มีอัตราการเพิ่มค่อนข้างน้อยและในบางหมายเลขพบว่ามีค่าลดลง ทั้งนี้สอดคล้องกับพื้นที่ใบ โดยสาเหตุเกิดจากปัจจัยของน้ำฝนเช่นเดียวกัน

**ตารางที่ 12** น้ำหนักทะลายเฉลี่ยของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2549-2553

| พันธุ์ | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 2.29[d] | 6.44d | 11.77ab | 12.60bc | 12.8[bc] |
| 162 | 3.28[a] | 9.44a | 13.07a | 15.18a | 12.5[cd] |
| 165 | 3.31[a] | 7.67c | 12.95a | 13.72ab | 12.5[cd] |
| 178 | 2.79[bc] | 5.13f | 10.37bc | 8.94d | 10.0[ef] |
| 188 | 2.95[b] | 8.46bc | 9.78bc | 13.58ab | 14.3[ab] |
| 190 | 2.62[c] | 7.56c | 9.93bc | 14.09ab | 13.3[abc] |
| 199 | 2.97[d] | 8.94ab | 9.68c | 13.48ab | 14.6[a] |
| 200 | 3.30[a] | 6.32de | 10.71bc | 10.73cd | 11.2[de] |
| S3 | 2.81[bc] | 5.41ef | 9.77bc | 9.57d | 8.7[f] |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | 5.56 | 7.39 | 9.80 | 9.54 | 7.43 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.3 ผลผลิตทะลาย**

ผลผลิตทะลายเป็นตัวชี้วัดรวมของปาล์มน้ำมันที่มีผลพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่ได้รับ และจากข้อมูลผลผลิตตั้งแต่อายุ 3-7 ปี พบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 188 และ 199 เป็นแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีเด่นสม่ำเสมอ โดยให้ผลผลิตรวมในปีที่ 7 สูงสุด (151.6 และ 150.6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ 90 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ ซึ่งให้ผลผลิต 80.1-103.4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 13 สำหรับผลผลิตปีที่ 7 พบว่า ผลผลิตของแม่พันธุ์ส่วนใหญ่มีค่าลดลงจากปีที่ 6 ประมาณ 10-50 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นแม่พันธุ์หมายเลข 188 และ 199 ที่มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงว่ามีแนวโน้มปรับตัวได้ดีในสภาพที่มีความเครียดน้ำ

**ตารางที่13** ผลผลิตทะลายของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2549-2553

| พันธุ์ | ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 5.83[d] | 85.32c | 104.52d | 97.37c | 86.8[b] |
| 162 | 45.52[ab] | 110.14ab | 155.86ab | 153.02ab | 103.4[b] |
| 165 | 41.15[abc] | 115.23ab | 143.20ab | 155.89ab | 93.1[b] |
| 178 | 37.79[bc] | 104.20bc | 115.56cd | 126.85bc | 96.7[b] |
| 188 | 52.91[a] | 113.31ab | 166.65a | 150.90ab | 151.6[a] |
| 190 | 40.77[abc] | 103.48bc | 140.96b | 167.76a | 103.4[b] |
| 199 | 47.52[ab] | 107.71 ab | 153.93ab | 144.75ab | 150.6[a] |
| 200 | 31.15[c] | 127.57a | 131.41bc | 140.76ab | 97.1[b] |
| S3 | 15.29[d] | 125.09 ab | 102.08d | 147.11ab | 80.1[b] |
| **F-test** | ** | * | ** | * | ** |
| **C.V.(%)** | **20.67** | **10.52** | **9.74** | **15.32** | **15.95** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

จากการคำนวณผลผลิตทะลายจาก กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เป็น ตันต่อไร่ต่อปี จะเห็นว่า ในช่วงอายุ 5 ปี แม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิต 3 ตันต่อไร่ต่อปีขึ้นไป ได้แก่ หมายเลข 162, 165, 188, 190, 199 และ 200 และให้ผลผลิตสูงต่อเนื่องจนถึงปีที่ 6 (พันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตสูงในปีที่ 6 เช่นกัน) สำหรับปีที่ 7 แม่พันธุ์ที่ยังให้ผลผลิตเกิน 3 ตันต่อไร่ต่อปีได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 188 และ 199 (ตารางที่ 14)

**ตารางที่ 14** ผลผลิตทะลายของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 032) ระหว่างปี 2549- 2553

| พันธุ์ | ผลผลิตทะลาย(ตันต่อไร่ต่อปี) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี | อายุ 7 ปี |
| 160 | 0.13 | 1.95 | 2.38 | 2.22 | 1.98 |
| 162 | 1.04 | 2.51 | 3.55 | 3.49 | 2.36 |
| 165 | 0.94 | 2.63 | 3.26 | 3.55 | 2.12 |
| 178 | 0.86 | 2.38 | 2.63 | 2.89 | 2.19 |
| 188 | 1.21 | 2.58 | 3.80 | 3.44 | 3.46 |
| 190 | 0.93 | 2.36 | 3.21 | 3.83 | 2.36 |
| 199 | 1.08 | 2.46 | 3.51 | 3.30 | 3.43 |
| 200 | 0.71 | 2.91 | 3.00 | 3.21 | 2.21 |
| S3 | 0.35 | 2.85 | 2.33 | 3.35 | 1.82 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**แปลงที่ 3 แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD042) จำนวน 16 พันธุ์ พื้นที่ 57 ไร่**

**1. การเจริญเติบโต**

**1.1 จำนวนทางใบ**

ปลูกเมื่อเดือนตุลาคม 2547 ปัจจุบันอายุ 6 ปี ผลการวิเคราะห์สถิติพบว่า ในช่วงอายุ 3 และ 4 ปี แม่พันธุ์หมายเลข 227 และ 279 มีจำนวนทางใบสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหมายเลขอื่นๆ ยกเว้นหมายเลข 245, 282 และ 295 (ปีที่ 4) และในปีที่ 6 แม่พันธุ์หมายเลขมีจำนวนทางใบสูงสุดและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ และแม่พันธุ์หมายเลข 230, 245 และ 295 มีจำนวนทางใบต่ำสุด และอาจส่งผลต่อผลผลิต(ตารางที่ 15)

**ตารางที่ 15** จำนวนทางใบของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 47.53abcd | 42.22abc | 42.5def |
| 227 | 51.60a | 44.74a | 44.1bcd |
| 230 | 48.87abc | 41.32abc | 38.1g |
| 232 | 49.53abc | 44.31ab | 44.3bcd |
| 238 | 51.00ab | 41.70abc | 44.0cd |
| 245 | 45.98cde | 38.78c | 37.8g |
| 269 | 46.73abcd | 41.38abc | 41.1f |
| 275 | 47.53abcd | 44.02abc | 46.0b |
| 278 | 45.93cde | 41.66abc | 41.3f |

| พันธุ์ | จำนวนทางใบ | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 6 ปี |
| 279 | 49.58abc | 44.98a | 48.5a |
| 282 | 43.82def | 38.91c | 42.0ef |
| 283 | 48.60abcd | 39.98abc | 45.7bc |
| 286 | 41.72efg | 41.52abc | 43.5de |
| 295 | 37.93g | 39.00bc | 39.2g |
| 297 | 40.07fg | 41.48abc | 42.5def |
| S3 | 46.41bcd | 42.07abc | 42.6def |
| F-test | ** | ns | ** |
| C.V.(%) | 5.42 | 7.66 | 6.17 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**1.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง**

พื้นที่หน้าตัดแกนทาง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลปีที่ 3, 4 และ 6 พบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 230, 238 และ 286 พื้นที่หน้าตัดแกนทางมีการเจริญเติบโตดีที่สุด และแม่พันธุ์หมายเลข 297 มีการเติบโตของพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำสุดตลอด 6 ปี และแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ และจากข้อมูลพบว่า ความเครียดน้ำไม่มีผลกระทบต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทาง เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดแกนทางมีค่าเพิ่มขึ้นทุกแม่พันธุ์เมื่ออายุเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 16)

**ตารางที่ 16** พื้นที่หน้าตัดแกนทางของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ตร.ซม. | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 18.01cd | 23.66cdef | 27.8d |
| 227 | 18.92bcd | 25.58abcde | 26.8de |
| 230 | 19.48abc | 26.02abcd | 31.5a |
| 232 | 20.69ab | 27.71a | 29.1c |
| 238 | 21.56a | 27.15ab | 30.5ab |
| 245 | 16.81d | 20.95fgh | 24.2f |
| 269 | 17.77cd | 22.52efg | 26.0e |
| 275 | 14.73e | 19.10h | 22.3g |
| 278 | 17.78cd | 23.09def | 26.1e |
| 279 | 17.50cd | 24.36bcde | 29.4bc |
| 282 | 18.30cd | 23.14def | 26.1e |
| 283 | 18.79bcd | 23.28def | 27.1de |
| 286 | 19.54abc | 26.56abc | 31.2a |
| 295 | 12.25f | 19.81gh | 22.2g |
| 297 | 11.88f | 17.97h | 20.9h |
| S3 | 19.03bcd | 25.35abcde | 26.9de |
| F-test | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | 6.92 | 7.87 | 6.59 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**1.3 พื้นที่ใบ**

พื้นที่ใบเป็นปัจจัยที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยปริมาณพื้นที่ใบมากแสดงแนวโน้มว่าปาล์มน้ำมันนั้นๆ สามารถสังเคราะห์แสงได้มากด้วย และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 232, 238 และ 279 มีพื้นที่ใบอยู่ในเกณฑ์ดีเด่นมาตลอด (ยกเว้นหมายเลข 232 ที่พื้นที่ใบลดลงในปีที่ 6) และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ S3 และแม่พันธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ใบต่ำที่สุดคือแม่พันธุ์หมายเลข 297(ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** พื้นที่ใบของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 4.58cdef | 6.80bcde | 6.79d |
| 227 | 4.88cd | 7.25abc | 6.65d |
| 230 | 4.73cde | 6.42defg | 7.09c |
| 232 | 5.67a | 7.69a | 6.77d |
| 238 | 5.55ab | 7.47ab | 7.75ab |
| 245 | 4.11fg | 5.90gh | 6.15fg |
| 269 | 4.83cd | 6.67cdef | 6.33ef |
| 275 | 3.67gh | 6.04fgh | 6.25fg |
| 278 | 4.62cdef | 6.34efg | 6.31efg |
| 279 | 5.17abc | 7.73a | 7.86a |
| 282 | 4.79cd | 6.77cde | 6.56de |
| 283 | 4.16efg | 6.15fgh | 6.66d |
| 286 | 4.52def | 7.08abcd | 7.47b |
| 295 | 3.69gh | 6.05fgh | 6.13fg |
| 297 | 3.40h | 5.60h | 6.03g |
| S3 | 4.98bcd | 6.33efg | 6.22fg |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V.(%)** | **7.07** | **6.13** | **5.98** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

การปรับปรุงพันธุ์ต้องการลักษณะต้นปาล์มน้ำมันที่มีต้นเตี้ยหรือมีการเพิ่มความสูงต่อปีน้อย เพื่อไม่ให้มีปัญหาในการเก็บเกี่ยว และต้องดูข้อมูลการให้ผลผลิตเป็นหลัก จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 282, 295 และ 297 เป็นแม่พันธุ์ที่เตี้ยกว่าพันธุ์อื่นๆอย่างเห็นได้ชัด และแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแม่พันธุ์หมายเลขอื่นๆ (อายุ 6 ปี) สำหรับแม่พันธุ์ที่มีความสูงมากได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 230, 232, 238, 275 และ 283 และสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 18)

**ตารางที่ 18** ความสูง (เซนติเมตร) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2550-2553

| พันธุ์ | ความสูงเพิ่ม (เซนติเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 3 ปี | อายุ 4 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 12.53defg | 41.18bc | 63.7de |
| 227 | 18.67ab | 46.11 ab | 67.8bcd |
| 230 | 20.73a | 50.39 a | 70.6ab |
| 232 | 16.58abcd | 42.06 abc | 72.9a |
| 238 | 17.33abc | 47.21 ab | 70.9ab |
| 245 | 14.67bcdef | 40.17 bc | 62.7e |
| 269 | 16.51abcd | 45.04 ab | 65.0cde |
| 275 | 17.15abc | 48.63 ab | 69.4abc |
| 278 | 15.10bcdef | 44.07 abc | 65.6cde |
| 279 | 15.84bcdef | 46.31 ab | 67.2bcde |
| 282 | 11.45fgh | 35.01 cd | 53.1f |
| 283 | 16.21bcde | 48.51 ab | 73.3a |
| 286 | 11.94efgh | 41.40 abc | 67.6bcd |
| 295 | 7.93h | 22.83 e | 52.9f |
| 297 | 9.04gh | 28.78 de | 54.4f |
| S3 | 13.53cdef | 39.61 bc | 64.2de |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V.(%)** | **15.70** | **13.18** | **9.84** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2. ข้อมูลผลผลิต**

**2.1 จำนวนทะลาย**

จำนวนทะลายในช่วงการให้ผลผลิตปีแรกพบว่า จำนวนทะลายมีค่าระหว่าง ของแม่พันธุ์มีค่าระหว่าง 11.3-22.5 ทะลายต่อต้นต่อปี และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น จำนวนทะลายลดลงเหลือประมาณ 5.9-9.9 ทะลายต่อต้นต่อปี สำหรับกลุ่มแม่พันธุ์ที่ให้จำนวนทะลายสูง (อายุ 6 ปี) ได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 208 269 275 278 282 283 286 และ S3 และแม่พันธุ์หมายเลข 279 ให้จำนวนทะลายต่ำสุดและไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแม่พันธุ์หมายเลข 227 230 232 238 245 295 และ 297 (ตารางที่ 19)

**ตารางที่ 19** จำนวนทะลายของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2551-2553

| พันธุ์ | จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 17.07bcd | 11.07abc | 8.02abc |
| 227 | 13.07de | 15.04a | 6.30cd |
| 230 | 22.50ab | 8.17bc | 6.38 cd |
| 232 | 11.47e | 9.44bc | 6.95 bcd |
| 238 | 14.98cde | 10.86abc | 7.12 bcd |
| 245 | 16.06bcd | 7.62c | 6.18 cd |
| 269 | 17.85bc | 9.36bc | 9.40 a |
| 275 | 14.55cde | 10.88abc | 9.25 a |
| 278 | 18.84abc | 13.02ab | 9.68 a |
| 279 | 11.28e | 7.34c | 5.95 d |
| 282 | 16.37bcd | 8.94bc | 8.60 ab |
| 283 | 15.25cde | 12.33abc | 9.72 a |
| 286 | 17.93bc | 9.70bc | 9.87 a |
| 295 | 18.39 abc | 9.98abc | 6.13 cd |
| 297 | 11.44e | 8.17bc | 6.90 bcd |
| S3 | 20.45ab | 8.96bc | 9.68 a |
| **F-test** | ** | ns | ** |
| **C.V.(%)** | **14.75** | **26.73** | **15.06** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.2 น้ำหนักทะลาย**

น้ำหนักทะลายพบว่า ปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี แม่พันธุ์หมายเลข 295 และ 279 มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด (16.4-16.7 กิโลกรัม) และสูงกว่าแม่พันธุ์หมายเลข 278 และ S3 ซึ่งมีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 20) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตต่อต้นต่อปีคือ จำนวนทะลายมากกว่าน้ำหนักทะลาย

**ตารางที่ 20** น้ำหนักทะลายเฉลี่ยของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2551-2553

| พันธุ์ | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 7.61cde | 10.57bc | 12.5 cde |
| 227 | 10.69a | 10.50bc | 14.4b |
| 230 | 6.75efg | 10.98bc | 13.7 bc |
| 232 | 9.46ab | 11.58ab | 11.3 de |
| 238 | 8.54bcd | 10.37bc | 11.4 de |
| 245 | 6.72efg | 9.94bc | 11.9 cde |
| 269 | 5.56efg | 11.28bc | 11.9 cde |
| 275 | 7.33cdef | 11.35abc | 11.3 de |
| 278 | 6.99defg | 10.32bc | 10.9 e |
| 279 | 10.17ab | 13.22a | 16.4 a |
| 282 | 7.11defg | 10.02bc | 11.8 cde |
| 283 | 8.91bc | 11.31abc | 12.2 cde |
| 286 | 6.08efg | 11.09bc | 12.6 bcde |
| 295 | 5.38g | 11.35abc | 16.7 a |
| 297 | 5.60fg | 11.00bc | 12.9 bcd |
| S3 | 5.31g | 9.62c | 10.9 e |
| **F-test** | ** | ns | ** |
| **C.V.(%)** | **12.69** | **10.64** | **8.69** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2.3 ผลผลิตรวม**

ผลผลิตรวมในช่วงแรกของการให้ผลผลิต (อายุ 4 ปี) พบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 230 ให้ผลผลิตรวมสูงสุด (147.1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) และสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแม่พันธุ์หมายเลข 208, 227, 238, 269, 278 และ 283 และแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ หมายเลข 297 ในช่วงปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี พบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 227 ให้ผลผลิตรวมสูงสุด และสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบ เทียบกับแม่พันธุ์หมายเลข 208, 275, 278 และ 283 และในช่วงอายุ 5-6 ปี แม่พันธุ์หมายเลข 245 ให้ผลผลิตต่ำสุด และในปีที่ 6 พบว่า ผลผลิตของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีค่าลดลงยกเว้นหมายเลข 269, 279, 282, 286, 295, 297 และ S3 และแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตในเกณฑ์สูงคือ หมายเลข 283 และ 286 (ตารางที่ 21)

**ตารางที่ 21** ผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น/ปี) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2551-2553

| พันธุ์ | ผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น/ปี) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 124.72abc | 112.30abcd | 100.0abcd |
| 227 | 131.18ab | 153.46a | 89.3 bcd |
| 230 | 147.07a | 90.80bcd | 87.7 bcd |
| 232 | 94.18c | 108.30bcd | 78.1 cd |
| 238 | 117.99abc | 110.22bcd | 81.3 cd |
| 245 | 100.75bc | 73.83d | 73.9 d |
| 269 | 115.29abc | 102.07bcd | 111.7 ab |
| 275 | 103.42bc | 114.78abcd | 104.7 abc |
| 278 | 126.13abc | 127.71ab | 105.6 abc |
| 279 | 112.13bc | 94.95bcd | 97.3 abcd |
| 282 | 109.84bc | 87.52bcd | 100.1 abcd |
| 283 | 130.31ab | 134.96abc | 119.6 a |
| 286 | 107.12bc | 105.45bcd | 123.7 a |
| 295 | 97.72bc | 101.27bcd | 104.4 abc |
| 297 | 61.92d | 87.71bcd | 88.9 bcd |
| S3 | 106.29bc | 83.32cd | 104.9 abc |
| **F-test** | ** | ns | * |
| **C.V.(%)** | **15.28** | **24.12** | **18.20** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

จากการคำนวณผลผลิตพบว่า ในช่วงอายุ 4 ปี แม่พันธุ์หมายเลข 230 ให้ผลผลิตสูงมาก 3.35 ตันต่อไร่ต่อปี แต่ปรากฏว่า ในช่วงอายุ 5-6 ปี ผลผลิตลดลงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากสภาพแวดล้อม และในช่วงอายุ 5 ปี พบว่า แม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า 3 ตันต่อไร่ต่อปีคือ หมายเลข 227 และ 283 และแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปีคือ หมายเลข 245 และ S3 และในช่วงอายุ 6 ปี พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลงค่อนข้างมาก โดยเฉพาะหมายเลข 227 ผลผลิตลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22)

**ตารางที่ 22** ผลผลิต (ตัน/ไร่/ปี) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ได้จากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD 042) ระหว่างปี 2551-2553

| พันธุ์ | ผลผลิต (ตัน/ไร่/ปี) | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 4 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 6 ปี |
| 208 | 2.84 | 2.56 | 2.28 abcd |
| 227 | 2.99 | 3.50 | 2.04 bcd |
| 230 | 3.35 | 2.07 | 2.00 bcd |
| 232 | 2.15 | 2.47 | 1.78 cd |
| 238 | 2.69 | 2.51 | 1.86 cd |
| 245 | 2.30 | 1.68 | 1.68 d |
| 269 | 2.63 | 2.33 | 2.55 ab |
| 275 | 2.36 | 2.62 | 2.38 abc |
| 278 | 2.88 | 2.91 | 2.41 abc |
| 279 | 2.56 | 2.16 | 2.22 abcd |
| 282 | 2.50 | 2.00 | 2.28 abcd |
| 283 | 2.97 | 3.08 | 2.73 a |
| 286 | 2.44 | 2.40 | 2.82 a |
| 295 | 2.23 | 2.31 | 2.38 abc |
| 297 | 1.41 | 2.00 | 2.03 bcd |
| S3 | 2.42 | 1.90 | 2.39 abc |
| **F-test** | | | * |
| **C.V.(%)** | | | **18.21** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**แปลงที่ 4 แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing (BRD052) จำนวน 4 พันธุ์ พื้นที่ 60 ไร่**

**1. การเจริญเติบโต**

ปลูกเมื่อเดือนตุลาคม 2548 ปัจจุบันอายุ 5 ปี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 2552 พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบแม่พันธุ์หมายเลข 305 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์ S3 (พันธุ์เปรียบเทียบ) และแม่พันธุ์หมายเลข 302 และ 308 มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำกว่ากลุ่มแรก 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดัชนีพื้นที่ใบแม่พันธุ์หมายเลข 301 มีค่าต่ำสุดและต่ำกว่ากลุ่มแรก 37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนทางใบและพื้นที่ใบ สำหรับพื้นที่หน้าตัดแกนทางซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและน้ำพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 305 และ S3 มีค่าสูงสุด และแม่พันธุ์หมายเลข 308 มีค่าต่ำสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับหมายเลข 302 ความยาวใบมีค่าระหว่าง 3.59-4.26 เมตร และเมื่อพิจารณาความสูงพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 302 และ 308 มีความสูงอยู่ในกลุ่มต่ำซึ่งเป็นผลดีในการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และความสูงของพันธุ์เปรียบเทียบมีค่าสูงสุดซึ่งในระยะยาวไม่เป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 23)

**ตารางที่ 23** การเจริญเติบโต (จำนวนทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง พื้นที่ใบและความสูงลำต้น) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ปีงบประมาณ 2552

| พันธุ์ | ทางใบทั้งหมด (ทางใบ) | พื้นที่แกนทาง (ตร.ซม.) | พื้นที่ใบ (ตร.ม.) | ความสูง (ซม.) |
|---|---|---|---|---|
| 301 | 35.3b | 13.63ab | 3.94b | 9.60b |
| 302 | 34.6b | 14.60ab | 3.71b | 7.29b |
| 305 | 37.3b | 15.59ab | 4.48a | 7.60b |
| 308 | 35.4b | 11.98b | 3.63b | 5.00b |
| S3 | 44.5a | 16.97a | 4.81a | 15.57a |
| **F test** | ** | ns | ** | ** |
| **C.V. (%)** | **6.16** | **14.05** | **6.54** | **6.47** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 2553 พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบแม่พันธุ์หมายเลข 305 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์ S3 (พันธุ์เปรียบเทียบ) และแม่พันธุ์หมายเลข 302 และ 308 มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำกว่ากลุ่มแรก 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แม่พันธุ์หมายเลข 301 มีค่าต่ำสุดและต่ำกว่ากลุ่มแรก 37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนทางใบและพื้นที่ใบ สำหรับพื้นที่หน้าตัดแกนทางซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและน้ำพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 305 และ S3 มีค่าสูงสุด และแม่พันธุ์หมายเลข 308 มีค่าต่ำสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับหมายเลข 302 ความยาวใบมีค่าระหว่าง 3.59-4.26 เมตร และเมื่อพิจารณาความสูงพบว่า แม่พันธุ์หมายเลข 302 และ 308 มีความสูงอยู่ในกลุ่มต่ำซึ่งเป็นผลดีในการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และความสูงของพันธุ์เปรียบเทียบมีค่าสูงสุดซึ่งในระยะยาวไม่เป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 24)

**ตารางที่ 24** การเจริญเติบโต (จำนวนทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง พื้นที่ใบและความสูงลำต้น) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ปีงบประมาณ 2553

| พันธุ์ | ทางใบทั้งหมด (ทางใบ) | พื้นที่แกนทาง (ตร.ซม.) | ความยาวใบ (ม.) | พื้นที่ใบ (ตร.ม.) | ดัชนีพื้นที่ใบ | ความสูง (ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 301 | 39.3c | 18.8b | 3.59b | 3.95c | 2.21c | 25.5b |
| 302 | 42.9b | 16.4c | 3.78b | 4.44b | 2.73b | 16.3d |
| 305 | 46.1a | 20.6a | 4.21a | 5.37a | 3.54a | 19.5c |
| 308 | 46.3a | 15.8c | 4.09a | 4.34bc | 2.88b | 17.4d |
| S3 | 45.8a | 20.4a | 4.26a | 5.23a | 3.42a | 30.3a |
| **F test** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| **C.V. (%)** | **3.76** | **4.09** | **3.65** | **6.81** | **8.51** | **6.47** |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

**2. ข้อมูลผลผลิต**

ข้อมูลผลผลิต พบว่า ที่อายุ 4 ปี แม่พันธุ์ S3 (พันธุ์เปรียบเทียบ)ให้จำนวนทะลายต่อต้นต่อปีสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์หมายเลข 305 และขนาดทะลายมีค่าไม่แตกต่างกันยกเว้นหมายเลข 302 สำหรับผลผลิตรวมพบว่า พันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตรวมสูงสุด 122.8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (ผลจากจำนวนทะลาย) และไม่แตกต่างทางสถิติกับหมาย เลข 305 สำหรับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ แม่พันธุ์หมายเลข 301 (ตารางที่ 25)

**ตารางที่ 25** องค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย, น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และผลผลิตทะลาย) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ปีงบประมาณ 2552

| พันธุ์ | จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี) | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | ผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น/ปี) | ผลผลิต (ตัน/ไร่/ปี) |
|---|---|---|---|---|
| 301 | 14.25c | 5.17a | 73.35b | 1.67b |
| 302 | 17.21bc | 4.20b | 74.68b | 1.70b |
| 305 | 19.76ab | 4.87a | 97.71ab | 2.23ab |
| 308 | 15.58bc | 5.17a | 79.20ab | 1.81b |
| S3 | 23.57a | 5.28a | 122.85a | 2.80a |
| **F-test** | ** | ** | ns | * |
| **C.V. (%)** | **13.21** | **5.68** | **23.07** | **17.12** |

ข้อมูลผลผลิต พบว่า ที่อายุ 5 ปี แม่พันธุ์ S3 (พันธุ์เปรียบเทียบ)ให้จำนวนทะลายต่อต้นต่อปีสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์หมายเลข 305 สำหรับขนาดทะลายพบว่า หมายเลข 308 มีขนาดทะลายใหญ่สุดและไม่แตกต่างกับหมายเลข 301 และพันธุ์เปรียบเทียบมีขนาดทะลายเล็กสุด แต่เนื่องจากจำนวนทะลายที่มากส่งผลให้ผลผลิตรวมของพันธุ์เปรียบเทียบมีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับแม่พันธุ์หมายเลข 302, 305 และ 308 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ผลผลิตในปีที่ 5 ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับปีที่ 4 ประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ (พันธุ์เปรียบเทียบ) (ตารางที่ 26)

**ตารางที่ 26** องค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย, น้ำหนักทะลายเฉลี่ยและผลผลิตทะลาย) ของแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมโดยวิธี Intercrossing ปีงบประมาณ 2553

| พันธุ์ | จำนวนทะลาย (/ต้น/ปี) | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) | ผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น/ปี) | ผลผลิต (ตัน/ไร่/ปี) |
|---|---|---|---|---|
| 301 | 3.28b | 11.0ab | 35.6b | 0.81 b |
| 302 | 6.00b | 8.44c | 50.8ab | 1.16 ab |
| 305 | 7.50ab | 9.70bc | 74.5ab | 1.70 ab |
| 308 | 4.67b | 12.0a | 57.1ab | 1.30 ab |
| S3 | 11.1a | 7.74c | 88.8a | 2.03 a |
| F-test | * | * | * | * |
| C.V. (%) | 35.66 | 11.96 | 34.15 | 34.17 |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธี DMRT

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ สายพันธุ์ที่ได้จากการผสมโดยวิธีอินเตอร์ครอสซิ่ง เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมกว้างขึ้นและเพิ่มลักษณะดีอย่างอื่นที่ต้องการเสริมเข้าไป นอกจากนั้นเพื่อคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 3 ของกรมวิชาการเกษตร การคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่ดีเด่นสามารถคัดจากลูกผสมเทเนอราในกลุ่มประชากรได้เลย จากข้อมูลผลผลิตทะลายสด คู่ผสมหมายเลข 9 (140/102T x 122/1446T)และ 10 (129/1426T x 122/1446T) มีแนวโน้มให้ผลผลิตทะลายสดสูง มีแนวโน้มสามารถคัดเลือกเป็นสายพันธุ์พ่อที่ดีเด่นสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 3 สำหรับการคัดการคัดเลือกแม่พันธุ์เหล่านี้ไม่สามารถคัดได้โดยตรง จะต้องขึ้นอยู่กับผลของการทดสอบลูกผสม (Based on progeny test performance)ของการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 ว่าแม่พันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตลูกผสมดีเด่นหรือไม่ ซึ่งอยู่ในช่วงทดสอบพันธุ์ลูกผสมของโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 2 แต่เราสามารถคัดลักษณะต้นแม่พันธุ์ที่ดีจากลักษณะของการเจริญเติบโตและผลผลิตประกอบได้ ต้นแม่ที่มีแนวโน้มเป็นแม่พันธุ์ที่ดีควรมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางขนาดเล็กหรือกลาง เพื่อให้สะดวกในการตัดทางก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งลักษณะของพื้นที่หน้าตัดแกนทางเป็นลักษณะประจำพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ และการปรับปรุงพันธุ์นั้นต้องการลักษณะปาล์มน้ำมันที่มีความสูงช้า มีผลผลิตสูง สำหรับแปลง BRD 032 คู่ผสมหมายเลข 178 และ 188 เป็นกลุ่มที่มีหน้าตัดแกนทางและความสูงต่ำ ผลผลิตทะลายต่อต้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 150 กิโลกรัมต่อต้น มีคู่ผสมหมายเลข 188 และ199 จาก 3 ลักษณะพบว่าคู่ผสมหมายเลข 188 มีแนวโน้มที่เป็นแม่พันธุ์ที่ดีเด่นได้ แปลง BRD 042 คู่ผสมหมายเลข 275 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีหน้าตัดแกนทางต่ำ และคู่ผสมหมายเลข 282 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีความสูงต่ำ ส่วนผลผลิตทะลายต่อต้นของคู่ผสม หมายเลข 269 275 278 279 282 283 286 และ 295 เป็นกลุ่มที่มีผลผลิตสูง แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์แม่ จาก3 ลักษณะพบว่า คู่ผสมหมายเลข 275 282 และ295 มีแนวโน้มที่เป็นแม่พันธุ์ที่ดีได้ แปลง BRD 052 คู่ผสมหมายเลข 302 และ 308 เป็นกลุ่มมีหน้าตัดแกนทางและความสูงต่ำ ส่วนผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก คู่ผสมจากของแปลง 052 มีแนวโน้มสามารถเป็นแม่พันธุ์ที่ดีน้อยกว่าแปลง 042 และ 032 แต่การคัดเลือกแม่พันธุ์ต้องทราบผลจากการทดสอบลูกผสมของการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 เพื่อบ่งชี้ถึงความเป็นแม่พันธุ์ดีเด่น

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้พันธุ์พ่อและแม่ดูราที่ดีเด่นสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 3
2. ได้พันธุ์แม่ดูรา สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ของปาล์มน้ำมันของลูกผสมเทเนอรารอบที่ 2

## เอกสารอ้างอิง


อรรัตน์ วงศ์ศรี ศริชัย มามีวัฒนะ สุรกิตติ ศรีกุล เกริกชัย ธนรักษ์ และชญาดา ดวงวิเชียร. 2250. **เทคนิคการปรับปรุง พันธุ์ปาล์มน้ำมัน.** กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988 **Measurement in Oil Palm Experiments Paper of Unipamol** , Malaysia 33 p.

Ooi., S. C. 1978. **The breeding of Oil Palm Malaysia Tropical Agriculture Research**. Series No. II 169-185 p.

# การศึกษาศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเมล็ดพันธุ์

# Potential of Comercial Oil Palm Hybrids from Tissue Culture and Seed

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี[2/]

## บทคัดย่อ

ได้ดำเนินการศึกษาศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเมล็ดพันธุ์ โดยมีพันธุ์ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใหม่ (Compact palm) 2 ชนิด คือ 1. ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 6 สายพันธุ์ และ 2. ขยายพันธุ์จากเมล็ด 16 สายพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และได้เริ่มปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันเมื่อ เดือนพฤษภาคม 2551 ปัจจุบันอยู่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรมีการตื่นตัวในการปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น และ นโยบายภาคภาครัฐส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาผลิตพลังงานทดแทน ภาคเอกชนหลายบริษัท ได้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสม (DxP) ในประเทศและมีการสั่งเมล็ดพันธุ์เข้ามาเพาะเพื่อการค้ามากมาย โดยในระหว่างปี 2542-2552 มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ รวมกัน จำนวนถึง 79.92 ล้านเมล็ด คิดเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น 2.66 ล้านไร่ และเมื่อรวมกับพื้นที่เดิม คาดว่า เมื่อสิ้นปี 2553 ประเทศไทยจะมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 4.0 ล้านไร่ และมีบริษัทเอกชนในต่างประเทศได้ผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใหม่ ที่มีลักษณะเด่นคือ มีความสูงช้า ทางใบสั้นกว่าพันธุ์เดิม โดยมีชื่อว่า สายพันธุ์ Compact ดังนั้นจึงสมควรนำเอาปาล์มน้ำมันคู่ผสมทดสอบ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันของเกษตรกรและผู้ประกอบการ ตลอดจนภาครัฐ ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของสวน และใช้เป็นฐานพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อไป

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. พันธุ์ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใหม่ (Compact palm) 2 ชนิด คือ ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 6 สายพันธุ์ และขยายพันธุ์จากเมล็ด 16 สายพันธุ์ ดังนี้

| สายพันธุ์ Compact เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ | ชื่อสายพันธุ์ | สายพันธุ์ Compact จากเมล็ด | ชื่อสายพันธุ์ |
|---|---|---|---|
| 1 | Eagle | 1 | Compacta x Ekona co4 15357 |
| 2 | Aztega | 2 | Bamenda x Ekona Co4 18885 |
| 3 | Titan | 3 | Banenda x Ekona Co4 18327 |
| 4 | Emerald | 4 | Banenda x Ekona Co4 18942 |
| 5 | Nemo | 5 | Ekona x Short Co4 23887 |
| 6 | Tornado | 6 | Ekona x Short Co4 23890 |
| | | 7 | Ekona x Short Co4 10940 |
| | | 8 | Compacta x Ekona Co4 15141 |
| | | 9 | Compacta x Ekona Co4 16025 |
| | | 10 | Compacta x Ekona Co4 16798 |
| | | 11 | Compacta x Ekona Co4 16026 |
| | | 12 | Tanzania x Ekona Co4 16289 |
| | | 13 | Compact x Ghana Co4 15782 |
| | | 14 | Compact x Ghana Co4 16796 |
| | | 15 | Tanzania x Ekona Co4 15226 |
| | | 16 | Compacta x Nigeria Co4 20227 |

2. ปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

3. อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดการเจริญเติบโต และผลผลิต

4. แปลงปลูกปาล์มน้ำมันพื้นที่ 50 ไร่

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ

2. กรรมวิธี พันธุ์ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใหม่ (Compact palm) 2 ชนิด คือ 1. ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 6 สายพันธุ์ และ 2. ขยายพันธุ์จากเมล็ด 16 สายพันธุ์ โดยแยกทดลองเป็น 2 แปลง

3. การปฏิบัติดูแลรักษา

3.1 เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใหม่ (Compact palm) 2 ชนิด คือ 1. ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 6 สายพันธุ์ และ 2. ขยายพันธุ์จากเมล็ด 16 สายพันธุ์ ปี 2549

3.2 ปลูกต้นปาล์มน้ำมันโดยใช้ระยะปลูก 7.5x7.5x7.5 เมตร

3.2.1 ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 6 สายพันธุ์ ปลูกเมื่อ เดือนพฤษภาคม 2551

3.2.2 ขยายพันธุ์จากเมล็ด 16 สายพันธุ์ ปลูกเมื่อ เดือนมีนาคม 2550

3.3 ปฏิบัติการดูแลรักษาแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

**การบันทึกข้อมูล**

1. บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดินปลูกก่อนการทดลอง
2. บันทึกข้อมูลการให้ผลผลิตทุก ๆ 2 สัปดาห์
3. สุ่มเก็บตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันทุก ๆ 6 เดือน
4. บันทึกข้อมูลด้านสภาพแวดล้อม และอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 50 ไร่

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการดำเนินงานที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน ได้เริ่มบันทึกข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมันได้ 6 เดือน ซึ่งต้นปาล์มมีอายุได้ 24-36 เดือน

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ยังไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้เนื่องจากเป็นระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่งต้องดำเนินการทดลองต่อเนื่องไปอีก

# การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันแนะนำและพันธุ์เอกชน
# Yield Trials on DOA Recommended and Private Corporation Oil Palm Crosses

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี[2/] เกริกชัย ธนรักษ์[2/]

## บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันพันธุ์แนะนำและพันธุ์เอกชน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ ในแหล่งปลูกต่างๆ ได้ดำเนินการ ศึกษาตั้งแต่ ปี 2542 โดยการเพาะเมล็ดเป็นต้นกล้า จำนวนสายพันธุ์ที่ทำการศึกษา จำนวน 9 สายพันธุ์ ตามแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยเป็นสายพันธุ์ที่ผลิตภายในประเทศ 6 สายพันธุ์ และ ผลิตต่างประเทศ 3 สายพันธุ์ และได้มีการประเมินการคัดทิ้งต้นผิดปกติ และความสม่ำเสมอของต้นกล้า จากนั้นได้ย้ายปลูกในแปลงทดสอบที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ในเดือน ตุลาคม 2543 จากการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 9 สายพันธุ์ สามารถสรุปในเบื้องต้น (10 ปี) ได้ว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมันทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิต อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน Yield profile ของกรมวิชาการเกษตร และ มาเลเซีย และพบว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสม Code A ให้ผลผลิตสูงสุด และมีลักษณะเด่น คือ สูงช้า และความยาวทางใบสั้นกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ในช่วงปี 2540-2547 กรมวิชาการเกษตร ได้รับรองพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสม เป็นพันธุ์แนะนำ โดยใช้ชื่อว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 และ ในปัจจุบัน ปี 2553 กรมวิชาการเกษตรได้รับรองสายพันธุ์ใหม่ คือ สุราษฎร์ธานี 7

ปัจจุบันเกษตรกรมีการตื่นตัวในการปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น และ นโยบายภาคภาครัฐส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาผลิตพลังงานทดแทน ภาคเอกชนหลายบริษัท ได้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสม (DxP) ในประเทศ และมีการสั่งเมล็ดพันธุ์เข้ามาเพาะเพื่อการค้ามากมาย โดยในระหว่างปี 2542-2552 มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ รวมกัน จำนวนถึง 79.92 ล้านเมล็ด คิดเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น 2.66 ล้านไร่ และเมื่อรวมกับพื้นที่เดิม คาดว่า เมื่อสิ้นปี 2553 ประเทศไทยจะมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 4.0 ล้านไร่

ดังนั้นจึงสมควรนำเอาปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ผลิตได้ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร และของภาคเอกชน คือ บริษัทยูนิวานิช, บริษัทอูติ บริษัทโกลเด้นท์เทเนอรา และบริษัท เปา-รงค์ ตลอดจนคู่ผสมที่นำเข้าจากต่างประเทศ คือ ASD คอสตาริก้า, DAMI ปาปัวนิวกินี และ CIRAD ไอวอรี่โคสต์ มาทดสอบเปรียบเทียบการให้ผลผลิตทะลายสด และน้ำมัน ในเขตการปลูกปาล์มน้ำมันภาคใต้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบ และเปรียบเทียบความสามารถในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมภาคใต้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันของเกษตรกร และผู้ประกอบการ ตลอดจนภาครัฐ ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของสวนต่อไป

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่าง ๆ จำนวน 9 คู่ผสม เพื่อนำมาเพาะเป็นต้นกล้า
2. อุปกรณ์การให้น้ำต้นกล้า
3. อุปกรณ์ และสารเคมีในการดูแลรักษาต้นกล้า
4. แปลงปลูกปาล์มน้ำมันพื้นที่ 50 ไร่
5. ปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
6. อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดการเจริญเติบโต และผลผลิต และปริมาณน้ำมันปาล์ม

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ต้นบันทึกข้อมูล 9 ต้นต่อแปลงย่อย
2. กรรมวิธี ประกอบด้วย ปาล์มน้ำมัน (DxP) คู่ผสมต่าง ๆ 9 คู่ผสม คือ

| กรรมวิธี | Code ของ สายพันธุ์ |
|---|---|
| 1 | A |
| 2 | B |
| 3 | C |
| 4 | D |
| 5 | E |
| 6 | F |
| 7 | G |
| 8 | H |
| 9 | I |

3. การปฏิบัติดูแลรักษา
   - 3.1 เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 12 เดือน แล้วย้ายปลูกในแปลง
   - 3.2 ดูแลรักษาตามคำแนะนำของ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเจริญเติบโต คือ ความสูง และความยาวทางใบ

2. ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และ วิเคราะห์ทะลายปาล์ม เพื่อหาน้ำมันเปอร์เซ็นต์น้ำ

3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2541 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 50 ไร่

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. คัดทิ้งต้นผิดปกติ และความสม่ำเสมอของต้นกล้า (ตารางที่ 1)**

**ตารางที่ 1** จำนวนต้นผิดปกติ และความสม่ำเสมอ (%) ของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆในระยะ แปลงเพาะต้นกล้า

| Cross | จำนวนต้นผิดปกติ และความสม่ำเสมอของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (%) | |
|---|---|---|
| | ผิดปกติ | สม่ำเสมอ |
| A | 11.90 | 90.00 |
| B | 16.89 | 90.00 |
| C | 14.02 | 65.00 |
| D | 12.99 | 66.25 |
| E | 16.75 | 54.00 |
| F | 21.88 | 60.00 |
| G | 19.11 | 75.00 |
| H | 11.67 | 95.00 |
| I | 3.91 | 90.00 |
| **เฉลี่ย** | **14.35** | **76.14** |

**2. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี**

**ตารางที่** 2 ปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| yr | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| 2542 | 2,044 | 1,210 | 0 |
| 2543 | 2,372 | 1,288 | 0 |
| 2544 | 1,811 | 1,374 | 0 |
| 2545 | 1,505 | 1,542 | -348 |
| 2546 | 2,337 | 1,500 | -218 |
| 2547 | 1,339 | 1,498 | -277 |
| 2548 | 1,957 | 1,502 | -348 |
| 2549 | 1,887 | 1,379 | -13 |
| 2550 | 2,096 | 1,262 | -77 |
| 2551 | 2,645 | 1,334 | -133 |
| 2552 | 1,201 | 1,453 | -256 |
| 2553 | 2,246 | 1,410 | -246 |
| **รวม/เฉลี่ย** | 1,953 | 1,396 | -160 |

**ตารางที่ 3** ปริมาณน้ำฝนและค่าการขาดน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างปี 2542-2548 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| 2542-2548 | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| January | 74.93 | 101.63 | -3.58 |
| February | 58.73 | 121.41 | -41.76 |
| March | 71.43 | 141.74 | -52.34 |
| April | 96.73 | 141.70 | -54.03 |
| May | 182.43 | 126.07 | -6.97 |
| June | 145.41 | 125.05 | -8.22 |
| July | 124.03 | 132.24 | -7.51 |
| August | 119.74 | 130.72 | -0.75 |
| September | 182.77 | 117.52 | -0.75 |
| October | 281.53 | 101.68 | 0.00 |
| November | 408.71 | 79.53 | 0.00 |
| December | 206.84 | 76.80 | 0.00 |

**3. ลักษณะการเจริญเติบโต**

จากผลการทดลองในระยะต้นปาล์มน้ำมันมีอายุประมาณ 6 ปีหลังจากย้ายปลูกในแปลงทดลอง พบว่าลักษณะการเจริญเติบโต (ความยาวทางใบ และ การเพิ่มความสูงต่อปี) ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ (ตารางที่ 4) อยู่ในมาตรฐานการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างดี และสมบูรณ์ในทุกๆสายพันธุ์ และทุกแปลงทดลอง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ในการเลือกพิจารณาการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อปลูกควรจะต้องพิจารณาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงช้าๆ เพราะเมื่อต้นปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นการเก็บเกี่ยวจะเสียค่าจ้างแรงงานมากขึ้น ปัจจัยทางด้านลักษณะการเจริญเติบโตอีกประการหนึ่งคือ ความยาวทางใบ ซึ่งปัจจุบันควรจะต้องเลือกใช้พันธุ์ที่มีความยาวทางใบที่สั้น ซึ่งจะสามารถทำให้ลดระยะปลูกส่งผลให้จำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น และสามารถทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากขึ้น

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยความยาวทางใบ และก้านใบ (เซนติเมตร) เมื่อต้นปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี และความสูงเพิ่ม จากอายุ 5-6 ปี ของปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ

| Crosses | ความยาวก้านทางใบ (ซม.) | ความยาวทางใบ (ซม.) | รวมความยาวทางใบ (ซม.) | ความสูงเพิ่ม ระหว่างอายุ 5-6 ปี (ซม./ปี) |
|---|---|---|---|---|
| A | 110.48 | 507.95 | 618.43 | 53.48 |
| B | 113.71 | 507.39 | 621.10 | 65.29 |
| C | 113.24 | 499.52 | 612.76 | 65.86 |
| D | 114.93 | 510.74 | 625.67 | 54.96 |
| E | 98.90 | 542.48 | 641.38 | 57.67 |
| F | 102.29 | 536.9 | 639.19 | 67.48 |
| G | 118.67 | 517.09 | 635.76 | 62.14 |
| H | 112.81 | 494.48 | 607.29 | 62.76 |
| I | 111.00 | 523.48 | 634.48 | 51.95 |
| **เฉลี่ย** | **110.67** | **515.56** | **626.23** | **60.18** |

**4. การให้ผลผลิต**

การให้ผลผลิตทะลายสด อายุ 2.5-9.5 ปี ของปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 30 เดือน (2.5 ปี) และมีผลผลิตสะสมจนถึงเดือน ตุลาคม 2553 พบว่า ทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิต อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และพบว่า สายพันธุ์ A .ให้ผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 5 และ 6)

**ตารางที่** 5 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดสะสม จำนวนทะลายสะสม และน้ำหนักทะลาย ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ รวม 7 ปี (อายุ 2.5 – 9.5 ปี)

| สายพันธุ์ | ผลผลิตทะลายสดสะสม (กก.) | จำนวนทะลายสะสม (ทะลาย) | น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย) |
|---|---|---|---|
| A | 938.58 | 79.48 | 11.81 |
| B | 867.29 | 88.71 | 9.78 |
| C | 847.45 | 97.52 | 8.69 |
| D | 853.08 | 83.24 | 10.25 |
| E | 703.43 | 62.05 | 11.34 |
| F | 721.94 | 73.24 | 9.94 |
| G | 732.88 | 67.98 | 10.78 |
| H | 736.78 | 81.38 | 9.05 |
| I | 683.73 | 59.37 | 11.52 |
| **เฉลี่ย** | **787.24** | **77.00** | **10.35** |

**ตารางที่ 6** ผลผลิตทะลายสดรายอายุเฉลี่ย (กก./ไร่) ของปาล์มน้ำมัน 9 คู่ผสม เปรียบเทียบกับ Yield profile ของกรมวิชาการเกษตร

| สายพันธุ์/อายุ | 3 ปี | 4 ปี | 5 ปี | 6 ปี | 7 ปี | 8 ปี | 9 ปี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1,500 | 2,658 | 2,504 | 2,972 | 4,510 | 4,304 | 3,010 |
| B | 2,249 | 1,736 | 2,335 | 2,262 | 4,134 | 3,398 | 2,696 |
| C | 1,734 | 2,184 | 2,182 | 2,203 | 3,799 | 3,339 | 2,995 |
| D | 1,933 | 2,043 | 2,683 | 2,557 | 4,208 | 2,874 | 2,055 |
| E | 747 | 1,526 | 1,690 | 1,713 | 3,836 | 3,532 | 2,118 |
| F | 1,028 | 1,692 | 2,289 | 1,733 | 3,603 | 3,367 | 1,908 |
| G | 1,384 | 2,129 | 2,159 | 1,564 | 4,810 | 3,607 | 2,023 |
| H | 1,070 | 1,981 | 1,365 | 1,568 | 3,244 | 3,691 | 1,996 |
| I | 1,007 | 1,685 | 2,211 | 1,201 | 4,196 | 3,543 | 1,670 |
| **เฉลี่ย** | **1,406** | **1,959** | **2,158** | **1,975** | **4,038** | **3,517** | **2,274** |
| **yield profile** | **630** | **1,028** | **1,794** | **2,463** | **2,871** | **3,051** | **3,189** |

**6. องค์ประกอบของทะลาย และ อัตราส่วนของต้นดูรา**

จากตารางที่ 7 พบว่า องค์ประกอบของทะลาย และ อัตราการปนเปื้อนของต้นดูราของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 สายพันธุ์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสากล

**ตารางที่ 7** องค์ประกอบของทะลาย ปริมาณน้ำมันต่อทะลายสด และ ปริมาณต้นดูรา ของปาล์มน้ำมัน 9 สายพันธุ์ อายุ 5 ปี

| Crosses | %dura | bunch | fruit/ | fruit wt | Mesocar | Shell/fru | kernel/ | Oil/bunc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1.90 | 13.32 | 61.71 | 13.30 | 88.28 | 6.34 | 5.39 | 23.39 |
| B | 2.37 | 12.00 | 61.11 | 12.00 | 92.04 | 3.90 | 4.06 | 20.80 |
| C | 2.37 | 9.48 | 61.62 | 15.20 | 92.83 | 3.49 | 3.68 | 22.11 |
| D | 2.73 | 10.13 | 66.03 | 13.12 | 87.01 | 5.99 | 7.00 | 21.36 |
| E | 3.32 | 10.50 | 63.02 | 12.50 | 88.66 | 5.34 | 5.99 | 21.20 |
| F | 2.38 | 8.16 | 68.04 | 18.24 | 91.62 | 4.26 | 4.11 | 21.00 |
| G | 2.86 | 11.07 | 65.96 | 17.00 | 87.88 | 5.72 | 6.40 | 21.37 |
| H | 0.48 | 9.93 | 66.40 | 17.80 | 89.99 | 4.74 | 5.26 | 21.98 |
| I | 3.79 | 8.55 | 66.09 | 10.00 | 87.03 | 6.59 | 6.38 | 25.11 |
| **average** | **2.47** | **10.35** | **64.44** | **14.35** | **89.48** | **5.15** | **5.36** | **22.04** |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 9 สายพันธุ์ สามารถสรุปได้ว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมันทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิต อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน Yield profile ของกรมวิชาการเกษตร

# การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงของโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 2

# Field Test of Oil Palm Promising lines : Breeding Program Cycle II

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] สายชล จันมาก[2/] นิพัฒน์ สุขวิบูลย์[3/] กาญจนา ทองนะ[4/] อรรัตน์ วงค์ศรี [1]

## คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (Elaeis Guineensis Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของภาคใต้ เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตต่อน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ได้สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น แผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พ.ศ. 2548-2552 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญ คือ การเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและเพิ่มศักยภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นการเพิ่มผลิตต่อไร่ โดยตั้งเป้าขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 10 ล้านไร่ในปี 2572 ดังนั้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้ดำเนินงานโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยได้รับการสนับสนุนจาก UNDP/FAO ในการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) ประเทศคอสตาริก้า ซึ่งมีความหลากหลายและมีลักษณะเด่นต่างๆเหมาะสมสำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน วิธีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ คือ Reciprocal Recurrent Selection หลักการสำคัญของวิธีการนี้คือ การทดสอบลูกผสม (progeny test) เพื่อบ่งชี้ความสามารถของพ่อแม่และเมื่อทราบประวัติของพ่อแม่พันธุ์ของลูกผสมที่ดีเด่น ขั้นตอนต่อไปดำเนินการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ที่ดีเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ดังนั้น ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจึงมีจำเป็นต้องมีการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมพ่อและแม่ของปาล์มน้ำมัน (Genetic Seeds) ที่มีประวัติที่มาและข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ ถ้าไม่ทราบประวัติที่มาจะต้องมีการศึกษาพ่อแม่พันธุ์และเก็บข้อมูลประมาณ 7-10 ปี ก่อนที่จะดำเนินการขั้นตอนต่อไป สำหรับปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชยืนต้น จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาศึกษาวิจัยในแต่ละรอบ (cycle) อย่างน้อย 10 ปี อย่างต่อเนื่อง จึงจะได้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการคัดพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่น อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่สูงขึ้นจำเป็นต้องศึกษาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันอยู่ระหว่างดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ รอบที่ 2 ซึ่งเริ่มปลูกและบันทึกข้อมูลตั้งแต่ปี 2546 ซึ่งต้องดำเนินการต่อเนื่องต่อไปอีก ใช้เวลาประมาณ 10 ปี จึงจะสรุปผลได้

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี
[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อ. คลองท่อม จ.กระบี่
[3/] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ. เมือง จ.เชียงราย
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาจังหวัดหนองคาย อ. กิ่งรัตนะวาปี จ.หนองคาย

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**แบบและวิธีการทดลอง**

คัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่มีประวัติและลักษณะทนหนาวและแล้ง ผสมแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน จำนวน 3 พันธุ์ เบอร์ 176 198 และ 207 เพาะต้นกล้า ดูแลรักษา และปลูกโดยการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย โดยใช้แม่พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 และ 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พื้นที่ปลูก 18 ไร่ มีประวัติพันธุ์ดังนี้

| กรรมวิธี | สายพันธุ์ | ประวัติ | ชนิด | แหล่งที่มา |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 197 | 84/941D x 139/520T | Deli Dura : Tanzania | Chemara BPRO : Kigoma |
| 2 | 198 | 78/193D x 159/398T | Deli Dura : LaMe-Calabar | Chemara BPRO : L7T Self-WA11 Self |
| 3 | 207 | 75/1319D x 159/398T | Deli Dura : Tanzania | Chemara BPRO |
| 4 | ST1 | C2120:184DxIRH 629:316T | Tenera | สุราษฎร์ธานี |
| 5 | ST3 | DAM564:693DxHC 133:1288D | Tenera | สุราษฎร์ธานี |

ผลการทดลองจากการวิเคราะห์แวเรียนซ์ (analysis of variance) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/คู่ผสม ใช้ DMRT (Duncan's Multiple range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (correlation and regression study)

**การบันทึกข้อมูล**

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของทะลาย และองค์ประกอบทางเคมี บันทึกลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆ เป็นรายต้น ตามแบบแผนของงานทดลองปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

1. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต

เมื่ออายุปาล์มน้ำมัน 2 ปีเป็นต้นไป วัดลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆปีละครั้งตามวิธีการของ Corley and Breure, 1988 โดยทำการวัดการเจริญเติบโตแต่ละคู่ผสม จำนวน 8 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้

1.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 เป็นตัวแทน (ทางใบที่ 1 หมายถึงทางใบใหม่ ที่มีใบย่อยคลี่และเจริญเต็มที่) วัดความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ โดยใช้ใบที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของทางใบ คำนวณค่าเฉลี่ยและคูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

1.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยที่โคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายสุดของแกนทางใบ (tip of rachis)

1.3.พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี วัดความกว้าง และตามความลึกของก้านแกนทางการวัด วัดที่ตำแหน่งเดียวกัน คือจุดที่เริ่มมีใบย่อย ของโคนแกนทางใบที่ 1

1.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 5 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 และในปีต่อไปวัดความสูงจากพื้นดิน (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

1.5 จำนวนทางใบเพิ่ม ทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ในปีแรกและทำต่อเนื่องทุกปี นับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบปี

2. การศึกษาผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวได้กำหนดรอบการเก็บเกี่ยวทุก 15 วันตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลน้ำหนักทะลายสด, จำนวนทะลาย รวบรวมและคำนวณข้อมูลของคู่ผสมต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้ ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ต่อปี ผลผลิตทะลายสดสะสมตั้งแต่ อายุ 4-8 ปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายสะสมตั้งแต่อายุ 4-8 ปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมในแต่ละปี

3. การศึกษาองค์ประกอบทะลาย

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ เป็นทะลายที่สมบูรณ์ปกติไม่มีแมลงหรือโรคทำลายต้นละ 3-4 ทะลายต่อปี หรือแต่ละแปลงย่อยจำนวน 10-15 ทะลายต่อแปลงย่อยต่อปี เก็บเกี่ยวเมื่อทะลายสุกแก่พอดี (สังเกตจากมีผลร่วง 1-5 ผล) รวบรวมทะลายปาล์มน้ำมันที่สุ่มตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi, 1978 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลองค์ประกอบทะลายที่ศึกษา ประกอบด้วย ก้านทะลาย,การติดผล (%), น้ำหนักผลเฉลี่ย, เปลือกนอกสด/ผล (%), กะลา/ผล (%), เนื้อใน/ผล (%), น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%), น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%), น้ำมัน/ทะลาย (%)

4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ ใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเช่น องค์ประกอบกรดไขมัน ปริมาณแคโรทีน วิตามินอี และค่าปริมาณไอโอดีน ดำเนินตามวิธีการของ PORIM

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อตุลาคม 2550 และสิ้นสุดกันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มกระบี่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และศูนย์วิจัยและพัฒนาจังหวัดหนองคาย

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบแม่พันธุ์พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตลูกผสมเทเนอราที่ทนทานต่อสภาพหนาวและแล้งอยู่ในช่วงระยะแรก ซึ่งปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อ เดือน กรกฎาคม 2552 ขณะนี้ ปาล์มมีอายุ 4 เดือน (ภาพที่ 1) มีสภาพอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจังหวัดหนองคาย

| ปี พ.ศ. | อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C) | อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C) | อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) | ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) | ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2549 | 31.1 | 21.7 | 26.4 | 66.1 | 1,865.3 |
| 2550 | 30.5 | 22.3 | 26.4 | 71.7 | 2,249.3 |
| 2551 | 29.7 | 22.5 | 26.4 | 75.5 | 2,970.5 |
| 2552 | 30.8 | 22.7 | 26.8 | 69.9 | 2,217.5 |
| 2553* | 35.7 | 22.2 | 28.1 | 66.1 | 768.5 |

* ข้อมูล เดือน ม.ค.-มิ.ย.

**ข้อมูลการเจริญเติบโต**

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันเริ่ม เมื่ออายุ 3 ปี ในช่วงปีแรกเป็นการดูแลรักษาแปลงน้ำมันให้สมบูรณ์ แต่มีการเก็บข้อมูลเจริญเติบโตเบื้องต้น พบว่า จำนวนใบทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทุกสายพันธุ์ แต่ความยาวทางใบ จำนวนใบย่อย พื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ D75 มีการเจริญเติบโตสูงสุด พบว่าพื้นที่ใบมีค่าเท่ากับ 0.40 ตร.ม. เนื่องจากปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต พื้นที่ใบและจำนวนทางใบเพิ่ม เป็นสิ่งสำคัญ เพราะเป็นแหล่งสังเคราะห์อาหารสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมอาหารที่ลำต้น

**ตารางที่ 2** การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

| กรรมวิธี | จำนวนทางใบทั้งหมด (ใบ) | ความยาวทางใบ (ซม.) | จำนวนใบย่อย (ใบ) | พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตร.ซม.) | พื้นที่ใบ (ตร.ม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 12.19 | 104.47 | 94.75 | 1.13 | 0.40 |
| T2 | 9.38 | 109.00 | 111.50 | 1.12 | 0.43 |
| T3 | 10.47 | 106.44 | 101.03 | 1.07 | 0.36 |
| T4 | 10.72 | 92.78 | 80.38 | 0.93 | 0.30 |
| T5 | 10.07 | 90.69 | 79.94 | 1.15 | 0.26 |
| LSD0.05 | ns | ** | ** | ** | ** |
| CV | 16.96 | 7.05 | 4.58 | 7.06 | 15.00 |

**ภาพที่ 1** สภาพแปลงโดยทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมันปลูกทดสอบที่แปลงต่างๆ

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่นำไปปลูกทดสอบตามสถานที่ต่างๆอยู่ในช่วงการดูแลรักษา และสามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 3 ปี

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้พันธุ์ลูกผสมเทเนอร่าที่ให้ผลผลิตสูง สำหรับให้เกษตรกรที่สนใจปลูกปาล์มน้ำมันนำไปปลูกต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

อรรัตน์ วงศ์ศรี ศิริชัย มามีวัฒนะ สุรกิตติ ศรีกุล เกริกชัย ธนรักษ์ และชญาดา ดวงวิเชียร. 2250. **เทคนิคการปรับปรุง พันธ์ปาล์มน้ำมัน**. กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. **Measurement in Oil Palm Experiments Paper of Unipamol**, Malaysia 33 p.

Ooi., S. C. 1978. **The breeding of Oil Palm Malaysia Tropical Agriculture Research**. Series No. II 169-185 p.

# การคัดเลือกแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตลูกผสมเทเนอรา ที่ทนทานต่อสภาพหนาวและแล้ง

# Selection of Oil Palm Parent Suitable for NE Region

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย [1/] กาญจนา ทองนะ [2/] อรรัตน์ วงค์ศรี [1/]

## คำนำ

ปาล์มน้ำมัน(Elaeis Guineensis Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของภาคใต้เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตต่อน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ได้สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น แผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พ.ศ. 2548-2552 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญ คือ การเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยตั้งเป้าขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 10 ล้านไร่ในปี 2572 และเพิ่มศักยภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นการเพิ่มผลิตต่อไร่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องวิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยี อย่างต่อเนื่อง เพื่อศึกษาและคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายจ่ายแจกให้เกษตรกร นอกจากนั้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ที่จะขยายการปลูกปาล์มน้ำมันในแหล่งอื่นที่ไม่ใช่ภาคใต้ และภาคตะวันออก เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการน้ำมันปาล์มที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรจึงได้ดำเนินงานโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยได้รับการสนับสนุนจาก UNDP/FAO ในการจัดซื้อเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) ประเทศคอสตาริก้า เชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันเหล่านี้ บริษัท ASD ได้แลกเปลี่ยนกับแหล่งต่างๆ ได้แก่ Chermara Harrisons และ PORIM ประเทศมาเลเซีย, DAMI ประเทศปาปัวนิวกินี, SOCFIN และ AVROS ประเทศอินโดนีเซีย, Lobe ประเทศแคเมอรูน, ประเทศไอวอรีโคสต์, และประเทศแซร์ ซึ่งมีความหลากหลายและมีลักษณะเด่นต่างๆเหมาะสม ซึ่งเชื้อ EKONA มีประวัติว่าได้จากการรวบรวมเชื้อพันธุ์จากเมือง Bamenda ซึ่งเป็นเขตที่สูง อากาศหนาวเย็นลักษณะของปาล์มน้ำมันพันธุ์นี้จึงมีการปรับตัวเข้ากับสภาพอุณหภูมิต่ำได้ ขณะที่แหล่งแม่พันธุ์ที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เป็นกลุ่ม Deli Dura ที่มีลักษณะที่สำคัญคือผลผลิตทะลายสดสูงและสม่ำเสมอ (อรรัตน์, 2250) ดังนั้นจำเป็นต้องคัดเลือกแม่พันธุ์ที่สามารถปรับเข้ากับสภาพหนาวและแห้งแล้งได้ดี เพื่อใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า (DxP) ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสำหรับเขตพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวและแห้งแล้ง

1/ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี
2/ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย อ.กิ่งรัตนะวาปี จ.หนองคาย

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**แบบและวิธีการทดลอง**

คัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่มีประวัติและลักษณะทนหนาวและแล้ง ผสมแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน จำนวน 3 พันธุ์ เบอร์ D75 D78 และ D84 เพาะต้นกล้า ดูแลรักษา และปลูกโดยการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย โดยใช้แม่พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 และ 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พื้นที่ปลูก 18 ไร่ มีประวัติพันธุกรรม ดังนี้

| กรรมวิธี | สายพันธุ์ | ประวัติ | ชนิด | แหล่งที่มา |
|---|---|---|---|---|
| 1 | D75 | C42x67D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 2 | D78 | C2120x184D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 3 | D84 | DAM564x693D | Deli Dura | Chemara BPRO |
| 4 | ST1 | C2120:184DxIRH 629:316T | Tenera | สุราษฎร์ธานี |
| 5 | ST3 | DAM564:693DxHC | Tenera | สุราษฎร์ธานี |

วิเคราะห์ผลการทดลองแบบแวเรียนซ์ (analysis of variance) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/คู่ผสม ใช้ DMRT (Duncan's Multiple range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (correlation and regression study)

**การบันทึกข้อมูล**

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของทะลาย และองค์ประกอบทางเคมี บันทึกลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆ เป็นรายต้น ตามแบบแผนของงานทดลองปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

1. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต

เมื่ออายุปาล์มน้ำมัน 2 ปีเป็นต้นไป วัดลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆปีละครั้งตามวิธีการของ Corley and Breure, 1988 โดยทำการวัดการเจริญเติบโตแต่ละคู่ผสม จำนวน 8 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้

1.1 พื้นที่ใบ เริ่มวัดเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 เป็นตัวแทน (ทางใบที่ 1 หมายถึงทางใบใหม่ ที่มีใบย่อยคลี่และเจริญเต็มที่) วัดความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ โดยใช้ใบที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของทางใบ คำนวณค่าเฉลี่ยและคูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

1.2 ความยาวแกนทางใบ เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี โดยใช้ทางใบที่ 1 วัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยที่โคนแกนทาง (lowest rudimentary leaflets) ถึงปลายสุดของแกนทางใบ (tip of rachis)

1.3. พื้นที่หน้าตัดแกนทาง เริ่มวัดเมื่ออายุ 2 ปี วัดความกว้าง และตามความลึกของก้านแกนทางการวัด วัดที่ตำแหน่งเดียวกัน คือจุดที่เริ่มมีใบย่อย ของโคนแกนทางใบที่ 1

1.4 ความสูง วัดครั้งแรกเมื่ออายุ 5 ปี โดยใช้ทางใบที่ 41 เป็นฐานครั้งแรกวัดความสูงจากพื้นดินถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 และในปีต่อไปวัดความสูงจากพื้นดิน (เดิม) ถึงตำแหน่งทางใบที่ 41 (ใหม่)

1.5. จำนวนทางใบเพิ่ม ทำเครื่องหมายที่ทางใบที่ 1 ในปีแรกและทำต่อเนื่องทุกปี นับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบปี

2.การศึกษาผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิต

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวได้กำหนดรอบการเก็บเกี่ยวทุก 15 วันตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลน้ำหนักทะลายสด, จำนวนทะลาย รวบรวมและคำนวณข้อมูลของคู่ผสมต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้ ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ต่อปี ผลผลิตทะลายสดสะสมตั้งแต่ อายุ 4-8 ปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายสะสมตั้งแต่อายุ 4-8 ปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมในแต่ละปี

3. การศึกษาองค์ประกอบทะลาย

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ เป็นทะลายที่สมบูรณ์ปกติไม่มีแมลงหรือโรคทำลาย ต้นละ 3-4 ทะลายต่อปี หรือแต่ละแปลงย่อยจำนวน 10-15 ทะลายต่อแปลงย่อยต่อปี เก็บเกี่ยวเมื่อทะลายสุกแก่พอดี (สังเกตจากมีผลร่วง 1-5 ผล) รวบรวมทะลายปาล์มน้ำมันที่สุ่มตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi, 1978

โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec ซึ่งข้อมูลองค์ประกอบทะลายที่ศึกษาประกอบด้วย ก้านทะลาย,การติดผล (%), น้ำหนักผลเฉลี่ย, เปลือกนอกสด/ผล (%), กะลา/ผล (%), เนื้อใน/ผล (%), น้ำมัน/เปลือกนอกแห้ง (%), น้ำมัน/เปลือกนอกสด (%), น้ำมัน/ทะลาย (%)

4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละสายพันธุ์ ใช้กระบวนการสกัดน้ำมันดิบโดยวิธี Soxtec จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเช่น องค์ประกอบกรดไขมัน ปริมาณแคโรทีน วิตามินอี และค่าปริมาณไอโอดีน ดำเนินตามวิธีการของ PORIM

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2550 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยและพัฒนาจังหวัดหนองคาย

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบแม่พันธุ์พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตลูกผสมเทเนอราที่ทนทานต่อสภาพหนาวและแล้งอยู่ในช่วงระยะแรก ซึ่งปลูกปาล์มน้ำมันเมื่อเดือน กรกฎาคม 2552 ขณะนี้ ปาล์มมีอายุ 3 ปี และเริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยในช่วงปีแรกเป็นการดูแลรักษาแปลงน้ำมันให้สมบูรณ์ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลจำนวนใบเริ่มต้น หลังจากปลูกไปแล้ว 3 เดือน

**ตารางที่ 1** จำนวนทางใบเของปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน

| กรรมวิธี/ซ้ำ | R1 | R2 | R3 | R4 | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 7.10 | 7.60 | 7.20 | 6.80 | 7.18 |
| T2 | 7.90 | 5.60 | 6.80 | 6.30 | 6.65 |
| T3 | 7.60 | 6.70 | 6.10 | 7.20 | 6.90 |
| T4 | 7.30 | 7.20 | 7.50 | 7.20 | 7.30 |
| T5 | 6.20 | 5.90 | 7.40 | 7.00 | 6.63 |

**ภาพที่ 1** สภาพแปลงโดยทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นำไปปลูกที่จังหวัดหนองคายอยู่ในช่วงการดูแลรักษา สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 3 ปี

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้แม่พันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพหนาวและแล้ง เพื่อใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศหนาวและแล้งได้

## เอกสารอ้างอิง

อรรัตน์ วงศ์ศรี ศิริชัย มามีวัฒนะ สุรกิตติ ศรีกุล เกริกชัย ธนรักษ์ และชญาดา ดวงวิเชียร. 2250. **เทคนิคการปรับปรุง พันธ์ปาล์มน้ำมัน.** กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. **Measurement in Oil Palm Experiments Paper of Unipamol**, Malaysia 33 p.

Ooi., S. C. 1978. **The breeding of Oil Palm Malaysia Tropical Agriculture Research**. Series No. II 169-185 p.

# ศึกษาระยะปลูกของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี
# Study on Spacing of Surat-Thani Oil Palm Hybrid

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี[2/]

## บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาระยะปลูกปาล์มน้ำมันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีสายพันธุ์แตกต่างกัน ตามกลุ่มประชากร 4 กลุ่ม คือ AVROS, CALABAR, EKONA และ LAME ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี โดยมีระยะปลูกปาล์มน้ำมัน 7 ระยะปลูก คือ แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า คือ 8.0, 8.5, 8.75, 9.0, 9.25, 9.5 และ 10 เมตร โดยปลูกปาล์มน้ำมันในเดือน สิงหาคม 2546 ได้เริ่มบันทึกข้อมูลผลผลิต ตั้งแต่ เดือน พฤกษภาคม 2549 ถึง เดือน เมษายน 2553 รวม 4 ปี พบว่า ผลผลิตสะสม ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในระยะปลูก 8 เมตร ให้ผลผลิตสะสมสูงที่สุด คือ 12,699 กก./ไร่ ในทางกลับกันปาล์มน้ำมันที่ปลูกในระยะ 10 เมตร มีผลผลิตต่ำที่สุด คือ 8,294 กก./ไร่ สำหรับกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ CALABAR และ กลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำสุด คือ AVROS อย่างไรก็ตามเป็นผลการทดลองในระยะแรกของการให้ผลผลิต และไม่พบอิทธิพลของระยะปลูกต่อการแข่งขันในด้านความต้องการแสงแดด

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรมีการตื่นตัวในการปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น และ นโยบายภาคภาครัฐส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาผลิตพลังงานทดแทน ภาคเอกชนหลายบริษัท ได้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสม (DxP) ในประเทศและมีการสั่งเมล็ดพันธุ์เข้ามาเพาะเพื่อการค้ามากมาย โดยในระหว่างปี 2542-2552 มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ รวมกัน จำนวนถึง 79.92 ล้านเมล็ด คิดเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น 2.66 ล้านไร่ และเมื่อรวมกับพื้นที่เดิม คาดว่า เมื่อสิ้นปี 2553 ประเทศไทยจะมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 4.0 ล้านไร่ การผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันในประเทศ และพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศนั้น มีหลากหลายกลุ่มเชื้อพันธุ์ของปาล์มน้ำมันซึ่งมีลักษณะการเจริญเติบที่แตกต่างกัน และมีผลต่อระยะปลูกปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมที่แนะนำ คือ ระยะปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า 9 เมตร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระยะปลูกปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีสายพันธุ์ต่างๆ เพื่อใช้แนะนำเกษตรกร

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่าง ๆ จำนวน 4 คู่ผสม
2. อุปกรณ์การให้น้ำต้นกล้า อุปกรณ์และสารเคมีในการดูแลรักษาต้นกล้า
3. แปลงปลูกปาล์มน้ำมันพื้นที่ 60 ไร่
4. ปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
5. อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดการเจริญเติบโต และผลผลิต และปริมาณน้ำมันปาล์ม

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCB มี 4 ซ้ำ
2. กรรมวิธี ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ระยะปลูกปาล์มน้ำมัน 7 ระยะปลูก คือ แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า คือ 8.0, 8.5, 8.75, 9.0, 9.25, 9.5 และ 10 เมตร
ปัจจัยที่ 2 ปาล์มน้ำมันลูกผสมกลุ่มต่าง ๆ 4 กลุ่มคือ AVROS, CALABAR, EKONA และ LAME

| ระยะปลูก (เมตร) | ระยะระหว่างแถว (เมตร) | จำนวนต้น/ไร่ |
|---|---|---|
| 10.00 | 8.66 | 18.48 |
| 9.50 | 8.23 | 20.47 |
| 9.25 | 8.01 | 21.59 |
| 9.00 | 7.79 | 22.81 |
| 8.75 | 7.58 | 24.13 |
| 8.50 | 7.36 | 25.57 |
| 8.00 | 6.93 | 28.87 |

**การปฏิบัติและดูแลรักษา**

1. ทำการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในเดือน ตุลาคม 2545 จำนวน 1,500 ต้น และย้ายปลูกเดือนสิงหาคม 2546
2. ดูแลรักษาตามคำแนะนำของ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเจริญเติบโต คือ ความสูง และความยาวทางใบ
2. ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และ วิเคราะห์ทะลายปาล์ม เพื่อหาน้ำมันเปอร์เซ็นต์น้ำมัน
3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 60 ไร่

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ผลผลิตสะสม**

เริ่มบันทึกข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมันตั้งแต่ ปาล์มน้ำมันมีอายุ 3 ปี จนถึงปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี รวมผลผลิต 4 ปี พบว่า ระยะปลูก 8 เมตรให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ 12,699 กก./ไร่ (ตารางที่ 1) และ ระยะปลูกที่ให้ผลผลิตสะสมต่ำที่สุด คือ 10 เมตร ให้ผลผลิต 8,294 กก./ไร่ ในส่วนของกลุ่มสายพันธุ์ พบว่า กลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ CALABAR 11,795 กก./ไร่ (ตารางที่ 1)

ในทางเดียวกันจำนวนทะลายสะสมของปาล์มน้ำมันที่ปลูกระยะปลูก 8 เมตร ให้จำนวนทะลายสะสมสูงที่สุด คือ 1,676 ทะลาย/ไร่ และระยะปลูก 10 เมตร มีจำนวนทะลายสะสม ต่ำที่สุด 1,077 ทะลาย/ไร่ (ตารางที่ 2) ในส่วนของกลุ่มสายพันธุ์ พบว่า กลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตจำนวนทะลายสะสมสูงที่สุด คือ EKONA 1,597 ทะลาย/ไร่

สำหรับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย 4 ปี พบว่า ระยะปลูกไม่มีผลต่อน้ำหนักทะลาย แต่ กลุ่มพันธุ์ที่ให้น้ำหนักทะลายต่ำที่สุด คือ EKONA 6.61 กก./ทะลาย (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 1** ผลผลิตทะลายสดสะสม ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในระยะปลูกต่างๆกันรวม 4 ปี (อายุ 3 –7 ปี)

| | ระยะปลูก (เมตร) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กลุ่มพันธุ์** | **8** | **8.5** | **8.75** | **9** | **9.25** | **9.5** | **10** | **เฉลี่ย** |
| AVROS | 11,248 | 10,149 | 8,393 | 10,822 | 8,687 | 9,092 | 9,276 | 9,667 |
| CALABAR | 14,952 | 11,126 | 11,616 | 12,713 | 12,500 | 10,469 | 9,189 | 11,795 |
| EKONA | 12,684 | 11,264 | 10,685 | 10,967 | 9,435 | 11,018 | 7,715 | 10,538 |
| LAME | 11,911 | 10,031 | 9,580 | 10,192 | 9,083 | 9,977 | 6,996 | 9,682 |
| **เฉลี่ย** | **12,699** | **10,643** | **10,069** | **11,173** | **9,926** | **10,139** | **8,294** | **10,420** |

**ตารางที่ 2** จำนวนทะลายสดสะสม ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในระยะปลูกต่างๆกันรวม 4 ปี (อายุ 3 –7 ปี)

| | ระยะปลูก (เมตร) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กลุ่มพันธุ์** | **8** | **8.5** | **8.75** | **9** | **9.25** | **9.5** | **10** | **เฉลี่ย** |
| AVROS | 1,397 | 1,299 | 985 | 1,287 | 1,029 | 964 | 1,061 | 1,146 |
| CALABAR | 1,725 | 1,358 | 1,442 | 1,634 | 1,325 | 1,183 | 1,049 | 1,388 |
| EKONA | 1,943 | 1,752 | 1,634 | 1,708 | 1,463 | 1,512 | 1,167 | 1,597 |
| LAME | 1,637 | 1,429 | 1,302 | 1,318 | 1,242 | 1,241 | 1,031 | 1,314 |
| **เฉลี่ย** | **1,676** | **1,460** | **1,341** | **1,487** | **1,265** | **1,225** | **1,077** | **1,361** |

**ตารางที่ 3** น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในระยะปลูกต่างๆกัน รวม 4 ปี (อายุ 3 – 7 ปี)

| | ระยะปลูก (เมตร) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กลุ่มพันธุ์** | **8** | **8.5** | **8.75** | **9** | **9.25** | **9.5** | **10** | **เฉลี่ย** |
| AVROS | 8.05 | 7.81 | 8.52 | 8.41 | 8.44 | 9.43 | 8.74 | 8.48 |
| CALABAR | 8.67 | 8.19 | 8.05 | 7.78 | 9.43 | 8.85 | 8.76 | 8.52 |
| EKONA | 6.53 | 6.43 | 6.54 | 6.42 | 6.45 | 7.29 | 6.61 | 6.61 |
| LAME | 7.28 | 7.02 | 7.36 | 7.73 | 7.31 | 8.04 | 6.79 | 7.37 |
| **เฉลี่ย** | **7.58** | **7.29** | **7.51** | **7.52** | **7.85** | **8.28** | **7.70** | **7.68** |

**2. ผลผลิตรายปี**

ผลผลิตทะลายสดรายปี ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในระยะปลูกต่างๆ กัน พบว่า ระยะปลูกที่มีผลผลิตสูงที่สุดคือ 8 เมตรซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,175 กก./ไร่/ปี และผลผลิตต่ำที่สุด คือ ระยะปลูก 10 เมตร 2,073 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 4) และยังพบว่า การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นตามอายุ

สำหรับกลุ่มพันธุ์ พบว่ากลุ่มเชื้อพันธุ์ CALABAR ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2,957 กก./ไร่/ปี และกลุ่ม AVROS ให้ผลผลิตต่ำที่สุด 2,443 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 4** ผลผลิตทะลายสดรายปี ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในระยะปลูกต่างๆกัน (อายุ 3 – 7 ปี)

| Spacing | 1st year harvest | 2nd year harvest | 3rd year harvest | 4th year harvest | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| **8** | 1,315 | 3,432 | 3,974 | 3,978 | **3,175** |
| **8.5** | 870 | 2,737 | 3,642 | 3,393 | **2,661** |
| **8.75** | 897 | 2,153 | 3,537 | 3,482 | **2,517** |
| **9** | 1,470 | 2,810 | 3,412 | 3,481 | **2,793** |
| **9.25** | 761 | 2,198 | 3,517 | 3,449 | **2,482** |
| **9.5** | 759 | 2,341 | 3,379 | 3,660 | **2,535** |
| **10** | 538 | 1,934 | 2,755 | 3,068 | **2,073** |
| Average | **944** | **2,515** | **3,460** | **3,502** | **2,605** |

**ตารางที่ 5** ผลผลิตทะลายสดรายปี ของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ (อายุ 3 – 7 ปี)

| Varieties | 1st year harvest | 2nd year harvest | 3rd year harvest | 4th year harvest | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| AVROS | 713 | 2,127 | 3,565 | 3,367 | **2,443** |
| CALABAR | 1,332 | 2,972 | 3,643 | 3,881 | **2,957** |
| EKONA | 1,089 | 2,470 | 3,173 | 3,830 | **2,640** |
| LAME | 602 | 2,465 | 3,542 | 3,091 | **2,425** |
| Average | **934** | **2,509** | **3,481** | **3,542** | **2,616** |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ในช่วงระยะเวลาเริ่มแรกของการให้ผลผลิต ระยะปลูก 10 เมตร ให้ผลผลิตทะลายสดสูงที่สุด และสายพันธุ์ที่เหมาะสม คือ สายพันธุ์ CALABAR อย่างไรก็ตามเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้น ระยะปลูก 10 เมตร อาจจะไม่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน

# ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยอายุกล้าต่างกัน
# Study on Growth and Yield of the Oil Palm which Planting Different Age of Seedling

เกริกชัย ธนรักษ์[1/] กาญจนา ทองนะ[2/] ธีรพล ศิลกุล[3/]

## บทคัดย่อ

การย้ายปลูกปาล์มน้ำมันลงในแปลงปลูก ปกติในประเทศไทยใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือนหรือต่ำกว่า ปัญหาที่ตามมาในการใช้ต้นกล้าอายุน้อย คือ มีขนาดต้นเล็ก จำนวนใบยังมีน้อย และเนื้อเยื่อของต้นกล้ายังไม่แข็งแรงเท่าที่ควร ทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ แมลงโดยเฉพาะด้วงกุหลาบเข้าทำลายใบปาล์มน้ำมันได้ในระยะเริ่มปลูก ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโต หนูเข้าทำลายต้นปาล์มเมื่อเริ่มปลูก ความเสียหายอาจถึง 70 – 80% ของพื้นที่ปลูก งานวิจัยนี้มีแนวคิดว่าถ้าใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ขึ้น มีอายุมากขึ้น มีการดูแลรักษาอย่างดีในช่วง main nursery น่าจะสามารถลดอัตราการตายของปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกได้ ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเองก็มีขนาดใหญ่พอที่จะแข่งขันกับวัชพืชได้ ลดการทำลายของหนูกัดกินต้นปาล์มน้ำมันในแปลงปลูก ซึ่งน่าจะเป็นผลดีกับการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ใช้ต้นกล้าอายุ 8 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว กรรมวิธีที่ 2 ใช้ต้นกล้าอายุ 12 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว กรรมวิธีที่ 3 ใช้ต้นกล้าอายุ 15 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว กรรมวิธีที่ 4 ใช้ต้นกล้าอายุ 18 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว กรรมวิธีที่ 5 ใช้ต้นกล้าอายุ 24 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว เริ่มปลูกกรรมวิธีที่ 1 ในเดือน กันยายน 2539 และทยอยปลูกปาล์มน้ำมันตามอายุต้นกล้าที่วางแผนการทดลองไว้ ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า อายุกล้าปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับการย้ายปลูกลงแปลงโดยมี ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ มากที่สุด คือ 8 – 15 เดือน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 18 เดือน แม้จะปลูกอยู่ในถุงพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ขึ้นก็ตาม เมื่อย้ายปลูกลงแปลงอาจได้รับความกระทบกระเทือนจากการย้ายปลูกอย่างรุนแรงจนทำให้การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ปกติการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าทั่วๆไปมักใช้ต้นกล้าอายุประมาณ 11 – 14 เดือน (Gillbanks, 2003) โดยแหล่งเพาะกล้าปาล์มน้ำมันควรอยู่ไม่ไกลจากพื้นที่ปลูก แต่สำหรับในประเทศไทยนิยมใช้ต้นกล้าอายุน้อย คือประมาณ 8เดือน หรือต่ำกว่า สาเหตุมาจากต้องขนส่งต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะทางที่ค่อนข้างไกล อย่างไรก็ตามปัญหาที่ตามมาในการใช้ต้นกล้าอายุน้อย คือ มีขนาดต้นเล็ก จำนวนใบยังมีน้อย และเนื้อเยื่อของต้นกล้ายังไม่แข็งแรงเท่าที่ควร ทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ แมลงโดยเฉพาะด้วงกุหลาบเข้าทำลายใบปาล์มน้ำมันได้ในระยะเริ่มปลูก ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโต หนูเข้าทำลายต้นปาล์มเมื่อเริ่มปลูก ความเสียหายอาจถึง 70 – 80% ของพื้นที่ปลูก นอกจากนี้ยังพบปัญหาในเรื่องการรบกวนของวัชพืช ที่สามารถแข่งขัน หรือสามารถแย่งน้ำ และอาหารกับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ประกอบกับในปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันไปในหลายพื้นที่ซึ่งอาจจะยังไม่มีความเหมาะสมเท่าที่ควร เช่นในพื้นที่ลุ่มในเขตลุ่มน้ำปากพนัง หรือลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตลอดจนในพื้นที่แห้งแล้งเช่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากปัญหาต่างๆเหล่านี้ทำให้มีแนวคิดว่าถ้าใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ขึ้น มีอายุมากขึ้น มีการดูแลรักษาอย่างดีในช่วงmain nursery น่าจะสามารถลดอัตราการตายของปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกได้ ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเองก็มีขนาดใหญ่พอที่จะแข่งขันกับวัชพืชได้ ซึ่งน่าจะเป็นผลดีกับการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม

# วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. เมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน 500 เมล็ดงอก
2. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 3 x 8 นิ้วสำหรับเพาะกล้าปาล์มน้ำมันใน Pre – nursery
3. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้วและ 21 x 24 นิ้ว สำหรับเพาะกล้าปาล์มน้ำมันใน Main – nursery
4. ระบบการให้น้ำในเรือนเพาะชำ
5. ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

**แบบและวิธีการทดลอง**

งานวิจัยนี้ 5 กรรมวิธี 4ซ้ำ กรรมวิธีละ 25 ต้น เป็นต้นเก็บตัวเลข 9 ต้น ใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้งหมด 500ต้น เป็นพื้นที่ประมาณ 22ไร่ โดยแบ่งตามอายุของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน คือ

กรรมวิธีที่ 1 ใช้ต้นกล้าอายุ 8 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว.
กรรมวิธีที่ 2 ใช้ต้นกล้าอายุ 12 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว
กรรมวิธีที่ 3 ใช้ต้นกล้าอายุ 15 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว
กรรมวิธีที่ 4 ใช้ต้นกล้าอายุ 18 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว
กรรมวิธีที่ 5 ใช้ต้นกล้าอายุ 24 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว

**การปฏิบัติและดูแลรักษา**

1. เพาะเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันใน Pre – nursery จำนวน 500 เมล็ดงอก ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 3 x 8 นิ้ว
2. เมื่อกล้าปาล์มน้ำมันใน Pre – nursery อายุ 3 เดือน ย้ายกล้าลงถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว. จำนวน 200 ต้น(สำหรับกรรมวิธีที่ 1 และ 2) และ ถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว จำนวน 300 ต้น (สำหรับกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 5)
3. เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 8 เดือน (กรรมวิธีที่ 1)จึงนำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลอง
4. เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 12 เดือน (กรรมวิธีที่ 2)จึงนำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลอง
5. เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 15 เดือน (กรรมวิธีที่ 3)จึงนำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลอง
6. เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 18 เดือน (กรรมวิธีที่ 4)จึงนำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลอง
7. เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 24 เดือน (กรรมวิธีที่ 5)จึงนำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลอง

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเก็บตัวอย่างดินทั้งทางเคมี และกายภาพ ก่อน และระหว่างการทดลอง
2. การเจริญเติบโตในทุกกรรมวิธีตั้งแต่อายุ 1 ปี และการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
3. การให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ตามแผนการทดลองได้ปลูกปาล์มน้ำมันตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ ระยะปลูก 9 x 9 x 9 แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกในเดือนกันยายน 2549

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกในเดือนมกราคม 2550

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกในเดือนเมษายน 2550

กรรมวิธีที่ 4 ปลูกในเดือนกรกฎาคม2550

กรรมวิธีที่ 5 ปลูกในเดือนมกราคม 2551

โดยมีสมบัติทางเคมี และกายภาพของดิน ที่ความลึก 0 – 15 ซม. ดังนี้

- ลักษณะของดิน เป็น ดินทรายปนดินร่วน
- มีอนุภาคของ Sand = 72.96 : Silt =20 : Clay =7.04
- pH (1 : 1,soil : water) 4.44
- อินทรียวัตถุ(%) 1.28
- Available P (BrayII)(mg.kg$^{-1}$) 14.15
- Exchangeable K(mg.kg$^{-1}$) 127.00
- Exchangeable Ca(mg.kg$^{-1}$) 223.00
- Exchangeable Mg(mg.kg$^{-1}$) 259.00

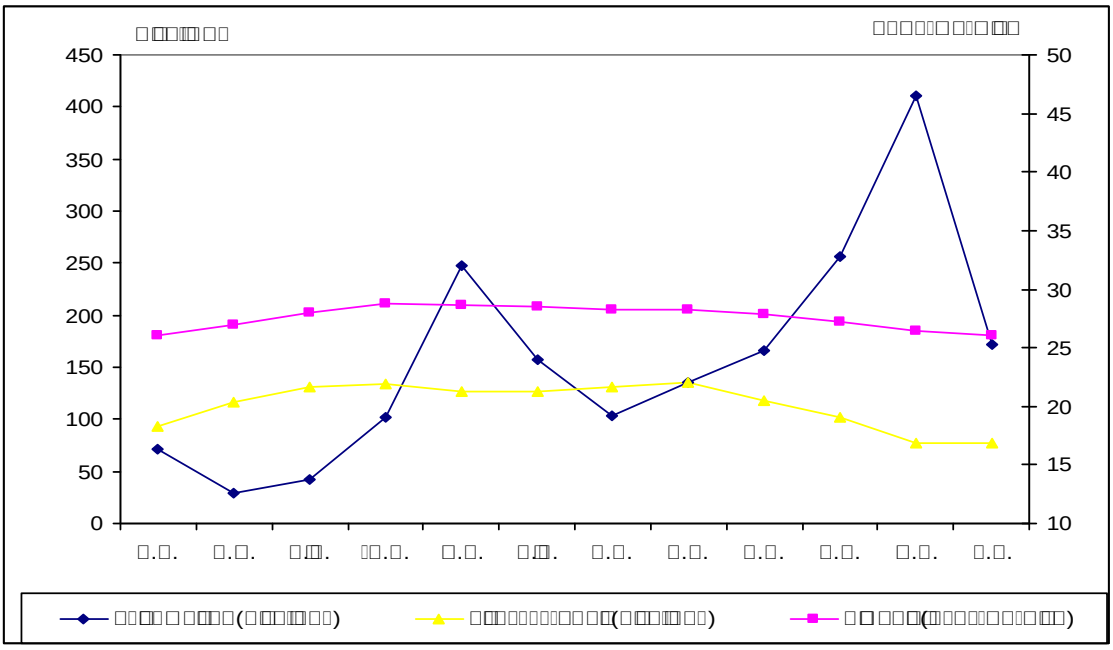
จากตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี 2549 – 2553 เห็นได้ว่าค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 25.9 – 29.9 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูงระหว่าง 0 – 839.6 มิลลิเมตร และค่าการคายระเหยในแต่ละเดือนระหว่าง 57.3 – 150.5 มิลลิเมตร

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 1 มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของทั้ง 5 ปี พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยเบี่ยงเบนในช่วงแคบๆ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนมกราคม 26.02 องศาเซลเซียส สูงสุดเฉลี่ยในเดือนเมษายน 28.74 องศาเซลเซียส ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และการคายระเหยเฉลี่ย มีช่วงเบี่ยงเบนที่กว้างกว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 29.8 มิลลิเมตร สูงสุดเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายน 411.2 มิลลิเมตร การคายระเหยเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคม 92.9 มิลลิเมตร สูงสุดเฉลี่ยในเดือนสิงหาคม 136.0 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1)

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบและให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนจากภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างปีมีการกระจายตัวค่อนข้างดี มีช่วงปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร ต่อเดือน เพียง 3 เดือน ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือน มีนาคม และมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า200 มิลลิเมตร ต่อเดือน ในเดือนพฤษภาคม เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน

**ตารางที่ 1** สภาพภูมิอากาศของแปลงทดลองระหว่างการทดลองตั้งแต่ปี 2549 – 2553 มีดังนี้

| เดือน | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | | | ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) | | | | | ค่าการระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 |
| มกราคม | 25.9 | 26.0 | 26.4 | 25.0 | 26.8 | 91.5 | 111.3 | 48.1 | 33.3 | 71.8 | 90.5 | 88.1 | 92.7 | 89.9 | 103.2 |
| กุมภาพันธ์ | 27.2 | 26.8 | 26.5 | 26.9 | 27.5 | 90.6 | 0.0 | 47.6 | 6.7 | 3.9 | 104.6 | 122.2 | 103.5 | 125.3 | 129.3 |
| มีนาคม | 28.0 | 28.1 | 27.4 | 28.1 | 28.3 | 77.4 | 40.2 | 24.4 | 31.1 | 38.7 | 137.6 | 124.0 | 135.6 | 128.0 | 133.0 |
| เมษายน | 28.2 | 28.9 | 28.2 | 28.5 | 29.9 | 126.5 | 109.4 | 112.4 | 147.3 | 15.1 | 126.3 | 120.4 | 138.1 | 138.0 | 148.9 |
| พฤษภาคม | 28.1 | 28.7 | 28.0 | 28.3 | 30.0 | 268.4 | 335.2 | 319.7 | 122.0 | 191.3 | 122.6 | 124.2 | 123.7 | 126.9 | 133.0 |
| มิถุนายน | 27.9 | 28.7 | 27.7 | 28.9 | 29.1 | 187.7 | 183.1 | 327.3 | 16.1 | 70.1 | 131.4 | 111.5 | 118.2 | 135.7 | 137.1 |
| กรกฎาคม | 28.4 | 27.9 | 27.8 | 28.6 | 28.6 | 89.9 | 144.6 | 116.5 | 75.7 | 88.7 | 126.9 | 103.6 | 136.0 | 150.5 | 138.0 |
| สิงหาคม | 27.9 | 28.4 | 28.2 | 28.2 | 28.5 | 188.2 | 40.0 | 173.5 | 121.2 | 154.3 | 146.8 | 138.5 | 138.0 | 129.9 | 126.6 |
| กันยายน | 27.8 | 28.0 | 27.8 | 28.1 | | 216.6 | 253.9 | 45.5 | 150.7 | 0.0 | 120.1 | 116.9 | 122.3 | 110.6 | 0.0 |
| ตุลาคม | 27.2 | 26.5 | 27.8 | 27.5 | | 255.1 | 448.0 | 182.6 | 137.3 | 0.0 | 106.9 | 72.9 | 102.1 | 127.4 | 0.0 |
| พฤศจิกายน | 27.1 | 25.8 | 26.2 | 26.7 | | 215.1 | 373.6 | 839.6 | 216.3 | 0.0 | 87.5 | 69.9 | 57.3 | 95.8 | 0.0 |
| ธันวาคม | 26.3 | 25.9 | 25.4 | 26.6 | | 80.3 | 56.6 | 407.6 | 143.2 | 0.0 | 77.5 | 70.2 | 66.9 | 94.9 | 0.0 |
| รวม | | | | | | 1,887.3 | 2,095.9 | 2,644.8 | 1,200.9 | 633.9 | 1,378.7 | 1,262.4 | 1,334.4 | 1,452.9 | 1,049.1 |
| เฉลี่ย | 27.5 | 27.5 | 27.3 | 27.6 | 28.6 | | | | | | | | | | |




**ภาพที่ 1** ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และค่าการคายระเหยเฉลี่ยระหว่างเดือน ปี 2549 - 2553

**1 . การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน]**

การศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยอายุกล้าต่างกัน ทั้ง 5 กรรมวิธีมีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ดังนี้

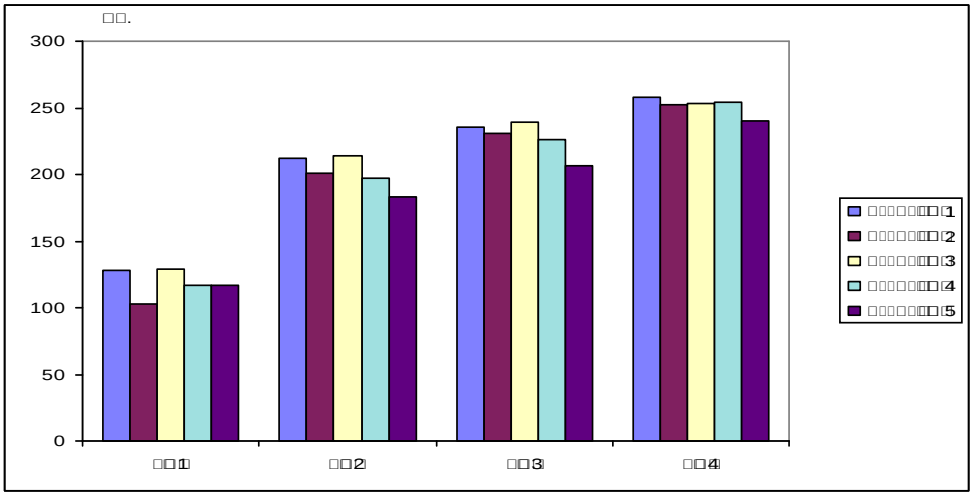
**1.1 จำนวนทางใบเพิ่มต่อปี**

การบันทึกจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นในรอบปีนั้น เมื่อเริ่มการทดลองทุกกรรมวิธียังไม่มีทางใบเพิ่มในปีนั้น ในปีที่ 1, 2, 3 และ 4 จึงนับทางใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งผลการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าผลของกรรมวิธีมีอิทธิพลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบปาล์มน้ำมันในรอบปี ตลอดการทดลอง โดยจำนวนทางใบเพิ่มในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 หรือการย้ายปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 8 – 15 เดือนใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 และ 5 หรือการย้ายปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 18 – 24 เดือน ยกเว้นในปีที่ 4 ที่ทุกกรรมวิธีมีจำนวนใบเพิ่มที่ใกล้เคียงกัน

**ตารางที่ 2** จำนวนทางใบเพิ่มต่อปี

| กรรมวิธี | จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เริ่มการทดลอง | ปีที่ 1 | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 | ปีที่ 4 |
| 1 | 0.00 | 18.95$^{a}$ | 34.28$^{a}$ | 22.61$^{a}$ | 28.69$^{ab}$ |
| 2 | 0.00 | 16.55$^{b}$ | 34.68$^{a}$ | 23.38$^{a}$ | 27.89$^{b}$ |
| 3 | 0.00 | 15.22$^{bc}$ | 33.95$^{a}$ | 22.75$^{a}$ | 28.64$^{ab}$ |
| 4 | 0.00 | 12.32$^{d}$ | 27.78$^{b}$ | 22.31$^{ab}$ | 27.92$^{b}$ |
| 5 | 0.00 | 15.01$^{cd}$ | 19.81$^{c}$ | 19.42$^{b}$ | 30.18$^{a}$ |
| LSD.05 | - | 1.913 | 3.073 | 2.918 | 1.995 |
| C.V.(%) | - | 8.06 | 6.62 | 8.57 | 4.52 |

**1 . 2 จำนวนใบย่อยต่อทางใบปาล์มน้ำมัน** จากภาพที่ 2 จำนวนใบย่อยต่อทางใบของปาล์มน้ำมันที่ทำการทดลอง เนื่องจากในแต่ละกรรมวิธีมีการย้ายปลูกในเวลาที่แตกต่างกัน บางช่วงเวลาต้นปาล์มน้ำมันที่ย้ายปลูกอาจกระทบกับสภาพแห้งแล้ง ดังนั้นจำนวนใบย่อยในปีที่ 1 จึงอาจแตกต่างกัน ในปีที่ 2, 3 และ 4 จำนวนใบย่อยในแต่ละกรรมวิธีเพิ่มมากขึ้นในจำนวนใกล้เคียงกัน โดย กรรมวิธี ที่ 1 มีแนวโน้มจำนวนใบย่อยสูงสุด และกรรมวิธีที่ 5 มีแนวโน้มจำนวนใบย่อยต่ำสุด ตั้งแต่ปีที่ 2 ถึงปีที่ 4

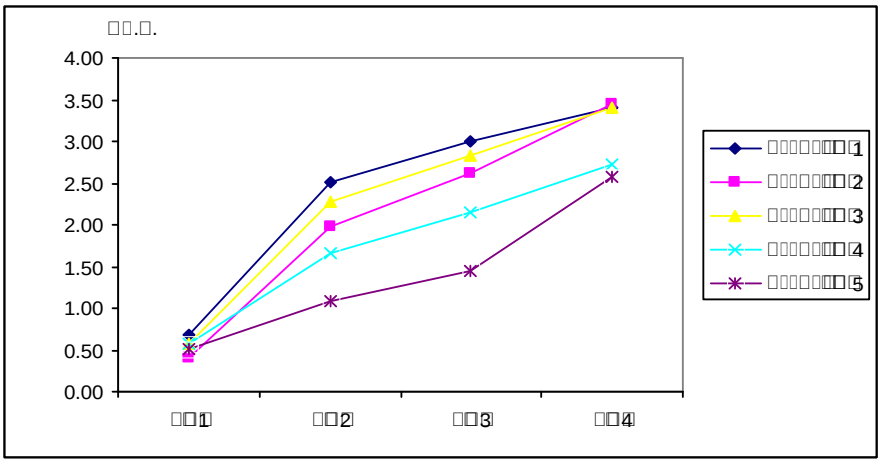



**ภาพที่ 2** จำนวนใบย่อยต่อทางใบปาล์มน้ำมัน

**1.3 พื้นที่ทางใบที่ 17**

สำหรับพื้นที่ทางใบที่ 17 ในภาพที่ 3 นั้น แต่ละกรรมวิธีเมื่อเริ่มการทดลองใกล้เคียงกัน (0.16 – 0.24 ตารางเมตร) ในปีที่ 2 ปีที่ 3 และ ปีที่ 4 สำหรับกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งใช้กล้าปาล์มน้ำมันก่อนลงปลูกในแปลงที่มีอายุ 8, 12 และ 15 เดือนตามลำดับมีพื้นที่ทางใบที่ 17 ใกล้เคียงกัน (2.21 – 2.26

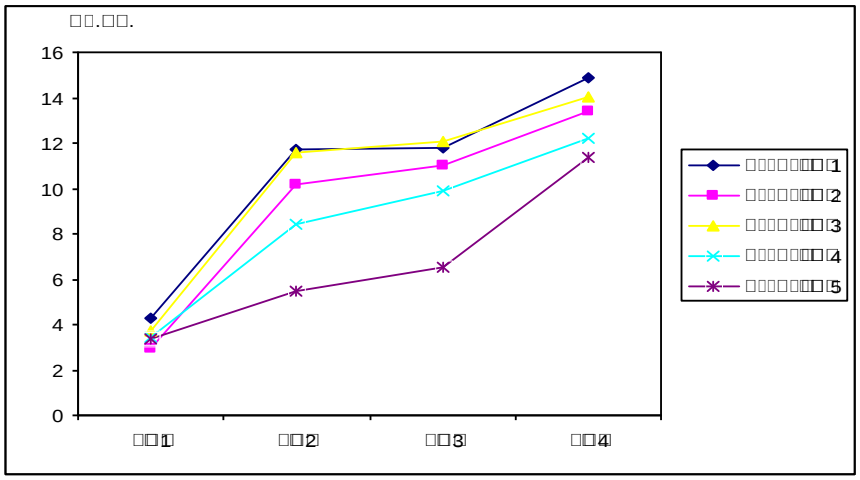
ตารางเมตร) แต่มากกว่ากรรมวิธีที่ 4 และ 5 ที่ใช้กล้าปาล์มน้ำมันก่อนลงปลูกในแปลงที่มีอายุ 18 และ 15 เดือนตามลำดับอย่างชัดเจน(1.53 – 1.68 ตารางเมตร)




**ภาพที่ 3** พื้นที่ทางใบปาล์มน้ำมัน

**1.4 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง**

การขยายตัวของพื้นที่หน้าตัดแกนทางก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับความยาวทางใบ นั่นคือ เมื่อเริ่มการทดลองปีที่ 1 พื้นที่หน้าตัดแกนทางมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน(ภาพที่ 4) ระหว่าง 2.94 – 4.31 ตร.ซม. ในปีที่ 2 พื้นที่หน้าตัดแกนทางของกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน ระหว่าง 8.43 – 11.71 ตร.ซม.โดยกรรมวิธีที่ 5 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางน้อยที่สุด 5.44 ตร.ซม. ปีที่ 3 ก็มีการขยายตัวของพื้นที่หน้าตัดแกนทางคล้ายคลึงกับปีที่ 2 คือ กรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน ระหว่าง 9.91 – 12.01 ตร.ซม.โดยกรรมวิธีที่ 5 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางน้อยที่สุด 6.56 ตร.ซม. ปีที่ 4 กรรมวิธีที่ 5 พื้นที่หน้าตัดแกนทางมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จนใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 คือ 11.38, 14.89, 13.04, 14.04 และ12.21 ตามลำดับ




**ภาพที่ 4** พื้นที่ทางใบปาล์มน้ำมัน

จากตารางที่ 2 ภาพที่ 2,3 และ4 เห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่ 1(ใช้ต้นกล้าอายุ 8 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว) และ กรรมวิธีที่3 (ใช้ต้นกล้าอายุ 15 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว) มีอัตราใกล้เคียงกันตลอด ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2 (ใช้ต้นกล้าอายุ 12 เดือน ปลูกอยู่ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 17 นิ้ว) กลับมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งๆที่ด้วยอายุของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ระหว่างกรรมวิธีที่ 1 และ 3 สิ่งที่แตกต่างระหว่างกรรมวิธีที่ 2 กับกรรมวิธีที่ 3 คือ ขนาดของถุงพลาสติกสีดำที่นำมาใช้ในการเพาะกล้า ซึ่งกรรมวิธีที่ 3 มีขนาดใหญ่กว่า กรรมวิธีที่ 2 ใน

ขณะเดียวกันกรรมวิธีที่ 4 และ 5 ซึ่งใช้ถุงพลาสติกขนาดใหญ่เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 3 กลับมีการเจริญเติบโตที่ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาในการย้ายปลูก ที่ต้นปาล์มน้ำมันกระทบกับสภาพแห้งแล้ง (กรรมวิธีที่ 4 ปลูกในเดือนกรกฎาคม2550 และกรรมวิธีที่ 5 ปลูกในเดือนมกราคม 2551) และการกระเทือนจากการย้ายปลูกต้นกล้าที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น

**2. ผลผลิตปาล์มน้ำมัน**

ปกติในการปลูกปาล์มน้ำมันโดยทั่วไป จะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ครั้งแรกภายใน 30 เดือนหลังปลูก แต่สำหรับการทดลองนี้ปลูกในช่วงเวลาที่ต่างกัน คือตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง มกราคม 2551 ตามอายุกล้าปาล์มน้ำมันที่กำหนดไว้ในการทดลอง อย่างไรก็ตามปาล์มน้ำมันได้เริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่ปี 2552 โดยมีความแตกต่างกันไปตามกรรมวิธี(ตารางที่ 3 ) ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันในปี 2552 กรรมวิธีที่ 1 หรือการปลูกปาล์มน้ำมันที่มีอายุกล้า 8 เดือน ให้ผลผลิตสูงสุด 27.47 กก./ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น กรรมวิธีที่ 2 และ3 หรือการปลูกปาล์มน้ำมันที่มีอายุกล้า 12 เดือน และ 15 เดือน ให้ผลผลิตรองลงมา คือ 13.69 และ 17.89 กก./ต้น ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 หรือการปลูกปาล์มน้ำมันที่มีอายุกล้า 18 เดือน และ 24 เดือน ให้ผลผลิต 6.65 กก./ต้น และ 0.12 กก./ต้น ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 กรรมวิธีมีความแตกต่างซึ่งกันและกัน และแตกต่างกับกับวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

ในปี 2553 กรรมวิธีที่ 1 ยังคงให้ผลผลิตสูงสุด คือ 49.28 กก./ต้น แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ที่ให้ผลผลิต 33.48 และ 41.94 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ 4 ให้ผลผลิต 26 .44 กก./ต้น แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 1 ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ 5.02 กก./ต้น และแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ

สำหรับผลผลิตสะสม(ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันรวมในปีที่ 1 และ ปีที่ 2) ในตารางที่ 3 กรรมวิธีที่ 1 ยังคงให้ผลผลิตสูงสุดคือ 76.75 กก./ต้น รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 ให้ผลผลิต 53.83 กก./ต้น ทั้ง 2 กรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตเป็นอันดับ 3 คือ 47.17 กก./ต้น ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 ที่ให้ผลผลิต 33.09 กก./ต้น ส่วนกรรมวิธีที่ 5 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ 5.14 กก./ต้น

เมื่อพิจารณาถึงผลของอายุกล้ากับการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสะสมแล้ว เห็นได้ว่าผลของอายุปาล์มน้ำมันที่มากขึ้น กลับทำให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสะสมลดลง เหมือนกับผลของอายุกล้าปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นกล้าที่มีอายุมากกว่า 15 เดือน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลผลิตอย่างมาก สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีอายุกล้า 8, 12 และ 15 เดือน ในกรรมวิธีที่ 1 และ 3 ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ซึ่งมีอายุกล้าใกล้เคียงกันกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ปัจจัยที่ทำให้กรรมวิธีที่ 3 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับ ทั้งกรรมวิธีที่ 1 และ 2 คือกรรมวิธีที่ 3 ย้ายปลูกต้นกล้าใน maim nursery ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว ที่ใหญ่กว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ที่มีขนาดเพียง 15 x 17 นิ้ว ขนาดของถุงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ในขณะเดียวกันในกรรมวิธีที่ 4 และ 5 ก็ย้ายปลูกต้นกล้าใน maim nursery ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 21 x 24 นิ้ว เหมือนกรรมวิธีที่ 3 แต่กลับทำให้ผลผลิตต่ำลงมาก ตรงกับรายงานของ Turner and Gillbanks (2003) พบว่า ในมาเลเซียการปลูกปาล์มน้ำมันในแปลงที่ล่าช้าออกไป อาจมีผลกระทบกับผลผลิตในระยะ 2 ปีแรกของปาล์มน้ำมันถึง 40% ในขณะที่การทดลองในไนจีเรีย การย้ายปลูกปาล์มน้ำมัน ด้วยต้นกล้าอายุ 7 – 12 เดือน ไม่ค่อยมีผลกระทบกระเทือนกับการย้ายปลูกมากนัก ในขณะที่ต้นปาล์มน้ำมันที่ย้ายปลูกเมื่ออายุกล้ามากกว่า18 เดือนขึ้นไปจะได้รับความเสียหายจากการย้ายปลูกที่รุนแรงกว่า

**ตารางที่** 3 ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อต้น

| กรรมวิธี | จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้น | | |
|---|---|---|---|
| | ปีที่ 1 | ปีที่ 2 | สะสม |
| 1 | 27.47[a] | 49.28[a] | 76.75[a] |
| 2 | 13.69[b] | 33.48[ab] | 47.17[bc] |
| 3 | 17.89[b] | 41.94[ab] | 59.83[ab] |
| 4 | 6.65[c] | 26.44[b] | 33.09[c] |
| 5 | 0.12[d] | 5.02[c] | 5.14[d] |
| **LSD.05** | **6.33** | **16.86** | **21.83** |
| **C.V.(%)** | **31.25** | **35.03** | **31.92** |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. อายุกล้าปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับการย้ายปลูกลงแปลงโดยมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ มากที่สุด คือ 8 – 15 เดือน

2. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 18 เดือน แม้จะปลูกอยู่ในถุงพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ขึ้นก็ตาม เมื่อย้ายปลูกลงแปลงอาจได้รับความกระทบกระเทือนจากการย้ายปลูกอย่างรุนแรง จนทำให้การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก

## เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี. 2542. **เอกสารวิชาการ: การจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน**. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร .สุราษฎร์ธานี . 26 หน้า.

Turner,P.D., R.A. Gillbanks . 2003. **Oil Palm Cultivation and Management (Second Edition).** The Incorporated Society of Planter. Kuala Lumpur, Malaysia .623p.

Gillbanks, R.A. (2003) **Standard Agronomy Procedures and Practices**. *In* : Fairhurst,T,H. And Hardter,R.(eds.) Oil Palm : Management for Large and Sustainable Yeilds.Oxford Graphic Printers Pte Ltd. Singapore, pp 116-161.

# ศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

# Comparison Productivity Management to Improve Yield of Oil palm Surat-Thani Hybrid

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี [2/] เกริกชัย ธนรักษ์[2/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิทยาการการผลิตปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ได้ดำเนินการศึกษาตั้งแต่ ปี 2541 โดยการเพาะเมล็ดเป็นต้นกล้า ย้ายปลูกในแปลงทดลอง เดือน พฤษภาคม 2542 จำนวน 50 ไร่ ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

การพัฒนางานวิจัยปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ในการที่จะเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ได้มีมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้บุคลากรและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน มีความรู้ความเข้าใจในการผลิตปาล์มน้ำมัน เช่น การวิจัยพันธุ์ ทำให้ประเทศไทยสามารถผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งจะทำให้มีศักยภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น ความรู้ความเข้าใจในการจัดการงาน และต้นปาล์ม ได้มีผลงานวิจัยในปริมาณพอสมควร เช่น การให้น้ำการจัดการธาตุอาหารต่าง ๆ ตลอดจนการดูแลรักษาสวนปาล์มน้ำมัน รวมทั้งการนำเอาเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และสภาพการผลิตของประเทศ

แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับงานวิจัยยังไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่แล้วมาทดสอบเปรียบเทียบ รวมทั้งค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนต่าง ๆ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ได้นำเอาวิทยาการการผลิตปาล์มน้ำมันต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการที่จะเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน มาศึกษาร่วมกัน เพื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละ Package โดยจะรวมเอาปัจจัยหลักที่เป็นปัจจัยพื้นฐาน ในการที่จะเพิ่มหรือลด อัตราการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยใช้ Parameters ที่สำคัญ คือ ดัชนีของพื้นที่ใบ (LAI) ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลผลิตทะลายสด และปริมาณน้ำมันต่อทะลาย การศึกษาในครั้งนี้จะมีการพิจารณาค่าใช้จ่าย และผลตอบแทน ของแต่ละ Package ของวิทยาการซึ่งจะได้ข้อมูลต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมในการผลิตปาล์มน้ำมันชัดเจนยิ่งขึ้น และยังเป็นทางเลือก ให้ผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตปาล์มน้ำมัน พิจารณาเลือกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของสวนต่อไป

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งได้จากต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (Tenera 50%, Dura 25%, Pisifera 25%) อายุ 12 เดือน
2. ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน
3. ปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
4. อุปกรณ์เครื่องมือวัดการเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
5. สารเคมี และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ดินและใบ

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ใช้จำนวนต้นเก็บตัวเลข 9 ต้น ต่อแปลงย่อย ใช้ปาล์มทั้งหมด 1,200 ต้น

2. กรรมวิธี ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยหลักคือ พันธุ์, ปริมาณการใส่ปุ๋ยและ การคลุมโคนปาล์มน้ำมันด้วยทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน (ตามตารางข้างล่าง)

| กรรมวิธี | พันธุ์* | อัตราปุ๋ย** | การคลุมโคน@ |
|---|---|---|---|
| 1 | DxP | ปกติ | คลุมโคน |
| 2 | DxP | + 25% | คลุมโคน |
| 3 | DxP | - 25% | คลุมโคน |
| 4 | DxP | ปกติ | ไม่คลุมโคน |
| 5 | DxP | + 25% | ไม่คลุมโคน |
| 6 | DxP | - 25% | ไม่คลุมโคน |
| 7 | (DxP) x (DxP) | ปกติ | ไม่คลุมโคน |

*** พันธุ์** (DxP) พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1
(DxP) x (DxP) พันธุ์ที่เก็บจากต้นพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (Tenera ในแปลง Progeny trial)

**** อัตราปุ๋ย** อัตราการใช้ปุ๋ยปกติ (กก./ต้น/ปี) คือ

| อายุ | แอมโมเนียมซัลเฟต | หินฟอสเฟต | โพแทสเซียมคลอไรด์ | กีเซอร์ไรด์ | โบแรกซ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.33 | 0.70 | 0.35 | 0.27 | - |
| 2 | 2.00 | 0.93 | 1.40 | 0.40 | 0.07 |
| 3 | 3.00 | 1.40 | 3.10 | 0.80 | 0.07 |
| 4 | 3.00 | 1.40 | 3.56 | 1.10 | 0.14 |
| 5 | 3.33 | 1.40 | 3.80 | 1.80 | 0.20 |

**@การคลุมโคน** mulching โดยใส่ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน (2 ครั้ง/ปี)

| อายุต้นปาล์ม (ปี) | อัตราการใส่ทะลายเปล่า (กก./ต้น/ปี) |
|---|---|
| 1 | 50 |
| 2 | 100 |
| 3 | 150 |
| 4 | 200 |
| 5 | 200 |

**การปฏิบัติดูแลรักษา**

1. ทำการย้ายปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เดือน พฤษภาคม 2542 โดยใช้ระยะปลูก 9x9x9 เมตร
2. ดูแลรักษาตามที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเจริญเติบโต คือ จำนวนทางใบเพิ่ม (LER) พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (PCS) พื้นที่ใบ (LAI)
2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ และดิน และคุณสมบัติทางกายภาพของดิน
3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
4. ผลผลิต และน้ำมันของปาล์มน้ำมัน

**ระยะเวลา ดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2540 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี**

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน 1,953 มม./ปี มีค่าการขาดน้ำ 160 มม./ปี และเดือนที่มีสภาพขาดน้ำมาก คือ เดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน และเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน รองลงมาคือ เดือน ธันวาคม ซึ่งถือว่าเหมาะสมปานกลางสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

**ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี**

| yr | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| 2542 | 2,044 | 1,210 | 0 |
| 2543 | 2,372 | 1,288 | 0 |
| 2544 | 1,811 | 1,374 | 0 |
| 2545 | 1,505 | 1,542 | -348 |
| 2546 | 2,337 | 1,500 | -218 |
| 2547 | 1,339 | 1,498 | -277 |
| 2548 | 1,957 | 1,502 | -348 |
| 2549 | 1,887 | 1,379 | -13 |
| 2550 | 2,096 | 1,262 | -77 |
| 2551 | 2,645 | 1,334 | -133 |
| 2552 | 1,201 | 1,453 | -256 |
| 2553 | 2,246 | 1,410 | -246 |
| **รวม/เฉลี่ย** | 1,953 | 1,396 | -160 |

| 2542-2548 | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| January | 74.93 | 101.63 | -3.58 |
| February | 58.73 | 121.41 | -41.76 |
| March | 71.43 | 141.74 | -52.34 |
| April | 96.73 | 141.70 | -54.03 |
| May | 182.43 | 126.07 | -6.97 |
| June | 145.41 | 125.05 | -8.22 |
| July | 124.03 | 132.24 | -7.51 |
| August | 119.74 | 130.72 | -0.75 |
| September | 182.77 | 117.52 | -0.75 |
| October | 281.53 | 101.68 | 0.00 |
| November | 408.71 | 79.53 | 0.00 |
| December | 206.84 | 76.80 | 0.00 |

**2. ผลผลิตปาล์มน้ำมัน**

เริ่มบันทึกข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมันตั้งแต่ ปาล์มน้ำมันมีอายุ 3 ปี จนถึงปาล์มน้ำมันอายุ 12 ปี พบว่า การใช้ทะลายเปล่าคลุมโคนให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า การไม่ใช้ทะลายเปล่าในทุกอัตราปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 2) ในส่วนของการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่าไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้เมล็ดพันธุ์จากใต้ต้นมาปลูกทำให้ผลผลิตลดลง ประมาณ 100% (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน (กก./ต้น/ปี) ตั้งแต่อายุ 3 ถึง 12 ปี

| อายุปาล์ม (ปี) | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.ปุ๋ยปกติ+ทะลายเปล่า | 54.61 | 124.87 | 140.29 | 151.60 | 156.26 | 187.17 | 174.15 | 134.56 | 127.49 | 1,251.00 |
| 2.ปุ๋ย 125%+ทะลายเปล่า | 55.47 | 117.65 | 130.17 | 149.48 | 177.71 | 169.21 | 171.87 | 117.68 | 115.06 | 1,204.31 |
| 3.ปุ๋ย 75%+ทะลายเปล่า | 56.39 | 121.20 | 131.08 | 138.46 | 175.78 | 174.54 | 170.01 | 122.48 | 113.17 | 1,203.10 |
| 4.ปุ๋ยปกติ | 41.32 | 81.82 | 107.20 | 100.83 | 190.08 | 159.24 | 157.84 | 122.01 | 135.22 | 1,095.56 |
| 5.ปุ๋ย 125% | 54.06 | 108.67 | 123.06 | 136.91 | 167.88 | 185.23 | 170.79 | 137.95 | 136.86 | 1,221.43 |
| 6.ปุ๋ย 75% | 44.29 | 95.96 | 109.45 | 99.00 | 138.16 | 147.86 | 153.31 | 113.22 | 133.74 | 1,034.99 |
| 7.พันธุ์โคนต้น | 18.83 | 36.00 | 49.07 | 32.93 | 88.40 | 93.87 | 105.39 | 82.59 | 84.32 | 591.39 |

จำนวนทะลายปาล์มน้ำมันจะลดลงตามอายุ (ตารางที่ 3) และจะค่อนข้างคงที่ เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 10 ปีขึ้นไป อย่างไรก็ตามจำนวนทะลายไม่มีความแตกต่างกัน ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี และทะลายเปล่า ยกเว้นพันธุ์จากใต้ต้นซึ่งมีจำนวนทะลายต่ำมาก

**ตารางที่ 3** จำนวนทะลายปาล์มน้ำมัน (ทะลาย/ต้น/ปี) ตั้งแต่อายุ 3 ถึง 12 ปี

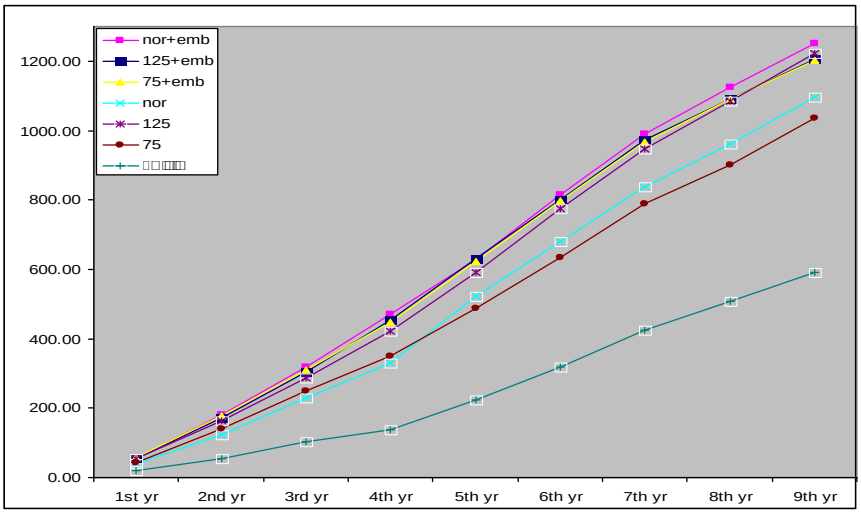
| อายุปาล์ม (ปี) | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.ปุ๋ยปกติ+ทะลายเปล่า | 13.40 | 17.28 | 15.87 | 17.07 | 8.55 | 10.94 | 11.67 | 5.97 | 5.82 | 106.56 |
| 2.ปุ๋ย 125%+ทะลายเปล่า | 12.68 | 15.63 | 15.42 | 16.80 | 10.31 | 10.44 | 11.49 | 5.66 | 5.55 | 103.98 |
| 3.ปุ๋ย 75%+ทะลายเปล่า | 13.04 | 17.22 | 16.10 | 16.28 | 10.04 | 11.36 | 12.16 | 5.82 | 5.62 | 107.65 |
| 4.ปุ๋ยปกติ | 11.31 | 12.83 | 14.56 | 14.07 | 12.21 | 11.16 | 11.54 | 6.56 | 6.40 | 100.64 |
| 5.ปุ๋ย 125% | 12.29 | 15.14 | 15.31 | 15.93 | 9.83 | 11.26 | 11.53 | 6.40 | 6.70 | 104.39 |
| 6.ปุ๋ย 75% | 11.05 | 16.70 | 13.82 | 12.95 | 8.93 | 9.14 | 11.04 | 5.14 | 7.05 | 95.81 |
| 7.พันธุ์โคนต้น | 6.03 | 7.67 | 6.86 | 5.16 | 7.06 | 7.69 | 9.33 | 5.50 | 5.74 | 61.05 |

น้ำหนักทะลายจะเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นสัดส่วนผกผันกับจำนวนทะลาย (ตารางที่ 4) และพบว่ากรรมวิธีต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นกรรมวิธีที่ใช้เมล็ดพันธุ์จากโคนต้น ซึ่งมีน้ำหนักทะลายต่ำกว่า

**ตารางที่ 4** น้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมัน (กก./ทะลาย) ตั้งแต่อายุ 3 ถึง 12 ปี

| อายุปาล์ม (ปี) | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.ปุ๋ยปกติ+ทะลายเปล่า | 4.07 | 7.23 | 8.84 | 8.88 | 18.28 | 17.10 | 14.93 | 22.56 | 21.91 |
| 2.ปุ๋ย 125%+ทะลายเปล่า | 4.37 | 7.53 | 8.44 | 8.90 | 17.23 | 16.22 | 14.96 | 20.79 | 20.74 |
| 3.ปุ๋ย 75%+ทะลายเปล่า | 4.32 | 7.04 | 8.14 | 8.51 | 17.50 | 15.36 | 13.98 | 21.06 | 20.14 |
| 4.ปุ๋ยปกติ | 3.65 | 6.38 | 7.36 | 7.16 | 15.57 | 14.26 | 13.68 | 18.59 | 21.14 |
| 5.ปุ๋ย 125% | 4.40 | 7.18 | 8.04 | 8.60 | 17.08 | 16.45 | 14.81 | 21.57 | 20.44 |
| 6.ปุ๋ย 75% | 4.01 | 5.75 | 7.92 | 7.65 | 15.46 | 16.17 | 13.89 | 22.01 | 18.98 |
| 7.พันธุ์โคนต้น | 3.12 | 4.69 | 7.15 | 6.38 | 12.52 | 12.20 | 11.30 | 15.01 | 14.68 |

จากภาพที่ 1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลผลิตสะสมของปาล์มน้ำมัน พบว่า การใช้ทะลายเปล่าร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสะสมมากกว่าการปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และพบว่าผลผลิตสะสมของพันธุ์ใต้ต้นให้ผลผลิตต่ำที่สุด




**ภาพที่ 1** การเปรียบเทียบผลผลิตสะสมของปาล์มน้ำมัน (กก./ต้น) จากกรรมวิธีต่างๆ ตั้งแต่อายุ 3-12 ปี

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดการทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันด้วย และการใช้เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากใต้ต้นมาปลูกให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมถึง 100%

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ควรมีการใช้ทะลายเปล่าร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งจะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 20% และไม่ควรใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

# การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ

# The Study of Some Physiological Responses of Oil Palm (*Elaeis quineensis*) cv. Suratthani Grown in Southern, Northeastern and Northern Region of Thailand

สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุรกิตติ ศรีกุล[2/]
เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] กาญจนา ทองนะ[3] พสุ สกุลอารีวัฒนา[3/] นิพัฒน์ สุขวิบูลย์[4/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ เพื่อศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ต่อสภาพอากาศและน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงในรอบวันของปาล์มน้ำมันในภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ โดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และการปิด-เปิดปากใบ ดำเนินการทดลองในปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ในแปลงทดลองที่ไม่ให้น้ำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และที่มีการให้น้ำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคายและศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ในฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ฤดูฝนช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2550-2553 และฤดูหนาวในภาคเหนือช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม 2550-2553

ผลการศึกษาพบว่า ใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในแต่ละพื้นที่มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น ปาล์มน้ำมันในฤดูร้อนมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงฤดูฝน แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นพบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนลดลงเล็กน้อย ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้นและสูงกว่าในฤดูร้อนเล็กน้อย แสดงว่าเมื่อต้นปาล์มอายุมากขึ้นใบสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น และค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้งสองฤดู และเมื่อเปรียบเทียบกับในภาคใต้พบว่า ในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันในภาคใต้สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่า แต่ในฤดูร้อนพบว่าประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกัน เมื่อดูประสิทธิภาพของกระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตในคลอโรพลาสต์ พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนมีประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดยเอนไซม์ Rubisco ($g_m$) สูงกว่าในฤดูร้อน ประกอบกับมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในฤดูฝนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดสูง แต่ในฤดูร้อนพบว่าค่า $g_m$ ค่อนข้างต่ำ แสดงว่ากระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้นช้าลง ต้นปาล์มสร้างอาหารได้น้อยลง ปาล์มน้ำมันอายุ 2-5 ปี ในฤดูฝนมีค่าความเข้มแสงที่กว้างกว่าสำหรับที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดอยู่ในช่วง 789-1,067 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ และสามารถทนต่อความเข้มแสงที่สูงกว่าในฤดูร้อน ขณะที่ในฤดูร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 727-773 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$

รูปแบบของกราฟอัตราการสังเคราะห์ของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนส่วนใหญ่เป็นแบบ one peak คือมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลา 9.00-10.00น. จากนั้นจะลดลงต่อเนื่องแต่ยังคงมีค่าสูงจนถึงเที่ยงวัน ในขณะที่ฤดูร้อนพบว่าใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง และมีรูปแบบอัตราการสังเคราะห์แสงเป็นแบบ two peak โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลา 8.00-10.00น. ในเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มแสง จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงในช่วงเวลาเที่ยงวัน เป็นผลจากความเข้มแสงสูงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงและอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ปาล์มน้ำมันตอบสนองโดยการปิดปากใบแคบลงเพื่อลดการสูญเสียน้ำ และสภาพแวดล้อมดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเวลา 14.00-15.00 น. และปากใบปิดสนิทหลังเวลา 15.00 น.

การเปิดปากใบมีความสัมพันธ์กับอัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมัน ค่าการชักนำปากใบที่เพิ่มขึ้นแสดงว่าใบเปิดกว้าง ส่งผลให้น้ำระเหยออกได้มาก อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในเวลา 9.00น.-11.00น. แม้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวปากใบจะเริ่มปิดแคบลง แต่เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงและแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มสูงขึ้น(VPD=2.7-3.2) ส่งผลให้อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น โดยพบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2 3 และ5 ปี ในฤดูฝนมีอัตราการคายน้ำเท่ากับ 9.35±0.94 8.11±1.18 และ10.35±2.56 $mmolm^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นอัตราการคายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องเนื่องจากปากใบเริ่มปิด

---

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

[4/] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ และน้ำมันปาล์มสามารถใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายชนิด รัฐบาลมีโครงการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่ม 2.5 ล้านไร่ ภายในปี 2554 เพื่อรองรับยุทธศาสตร์ไบโอดีเซลในอนาคต โดยขยายพื้นที่ปลูกในภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายไปในพื้นที่ที่มีการขาดน้ำมากขึ้น ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทยมีความแปรปรวนของสภาพอากาศรุนแรงมากขึ้น เช่นปรากฏการณ์เอลนิโญ ที่ทำให้เกิดสภาวะแห้งแล้งรุนแรง หรือปรากฏการณ์ลานินญา ที่ทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมขัง ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการสรีรวิทยาในพืช ทำให้การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตลดลง ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่พัฒนาจากเขตร้อนชื้นต้องการน้ำในปริมาณมากสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างรวดเร็ว แต่เนื่องจากมีข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยต่อสภาพอากาศและน้ำในดินมีน้อย ดังนั้น การทดลองนี้เป็นการศึกษากระบวนการทางสรีรวิทยาทั้งระบบของปาล์มน้ำมันในภาคใต้ที่ไม่ให้น้ำเปรียบเทียบกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเหนือที่มีการให้น้ำ โดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ เพื่อให้ทราบกิจกรรมภายในต้นปาล์มน้ำมัน ข้อมูลพื้นฐานในการสร้างอาหารและการใช้น้ำของปาล์มน้ำมัน การตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีศักยภาพในแต่ละพื้นที่

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลลอง**

1. ต้นปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีที่ไม่ให้น้ำ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (ส่วนแยกพืชสวน) และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ให้น้ำในฤดูร้อนปริมาณ 140-150 ลิตรต่อต้น 3 ครั้งต่อสัปดาห์
2. เครื่องวัดและบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ
3. เครื่องวัดค่าศักย์ของน้ำในดิน (Tensiometer บริษัท SoilMoisture Equipment ประเทศสหรัฐอเมริกา)
4. เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (รุ่น LI6400-40 บริษัท LICOR ประเทศสหรัฐอเมริกา)
5. เครื่องวัดความดัน (Pressure bomb บริษัท SoilMoisture Equipment ประเทศสหรัฐอเมริกา)
6. เครื่องวัดดรรชนีความเขียว (SPAD index) Chlorophyll meter (รุ่น SPAD-502 บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น)
7. เครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
8. สารเคมี DMF (N,N –Dimethyformamide)

**แบบและวิธีการทดลอง**

**1. การศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2**

**1.1 การศึกษาเส้นตอบสนองต่อแสง (light response curve)** ปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ในแปลงทดลองที่ไม่ให้น้ำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และที่มีการให้น้ำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคายและศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ในฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ฤดูฝนช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2550-2553 และฤดูหนาวในภาคเหนือช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม 2550-2553 โดยวัดตำแหน่งทางใบที่ 9 (อายุ 2 ปี) และตำแหน่งทางใบที่ 17 (อายุ 3-5 ปี) จำนวน 6 ต้น ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด ตั้งค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านใบคงที่ที่ระดับ 400 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ ปรับอัตราการไหลของอากาศที่ 400 $\mu mols^{-1}$ อุณหภูมิ 28 $^{O}C$ และความชื้นสัมพัทธ์ 75% เพื่อให้ปากใบปาล์มน้ำมันเปิดเต็มที่ เริ่มวัดโดยให้ใบได้รับแสงสูงสุด 2,000 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ และลดลงตามลำดับ ให้ใบได้รับแสงแต่ละความเข้มนาน 3 นาที จากนั้นจึงบันทึกค่า หาค่าพารามิเตอร์แต่ละตัว (alpha, theta, $P_{max}$, $R_d$ และ $P_{cal}$) ในสมการ non-rectangular hyperbolar และคำนวนค่า light saturation point (Is) และ light compensation point (Ic)

**1.2 จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$ compensation point) และค่านำไหลเมสโซฟิลล์ ($g_m$)** ใช้ใบเดียวกับการวัดเส้นตอบสนองต่อแสง ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด ปรับให้ได้รับแสงคงที่ 1,100 μmolPPF$m^{-2}s^{-1}$ ตั้งค่าอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เดียวกัน เริ่มวัดโดยปรับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านใบที่ระดับต่างกันโดยเริ่มจาก 400 จนถึง 0 μmol$CO_2$$mol^{-1}$ บันทึกค่าหลังจากหนีบใบ 3 นาทีเมื่ออัตราการสังเคราะห์แสงคงที่ สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง A กับ Ci จากนั้นคำนวณจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ $CO_2$ compensation point ($\Gamma$) และค่านำไหลมีโซฟิลล์ ($g_m$)

**2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ต่อสภาพอากาศและน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงในรอบวันของปาล์มน้ำมันในภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ**

**2.1 บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม** บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลของสถานีอุตุวิทยาเกษตรที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับแปลงทดลองแต่ละพื้นที่ และสภาพภูมิอากาศที่ใบสัมผัสในรอบวันขณะทำการวัดจากเครื่องอัตราการสังเคราะห์แสง ตรวจสอบคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมีของดินในแปลงทดลอง โดยเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่เพื่อหาความชื้นและวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน

**2.2 ค่าศักย์ของน้ำในดิน** ด้วยเครื่อง Tensiometer ที่ฝังลึกลงดิน 30 และ 45 เซนติเมตร บริเวณกึ่งกลางทรงพุ่มและอ่านค่าทุกชั่วโมงในรอบวัน

**2.3 ค่าศักย์ของน้ำในใบ** วัดค่าศักย์ของน้ำในใบพืชบริเวณใกล้เคียง ด้วย Pressure chamber ทุกชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6.00 น.- 18.00 น. ในแต่ละแปลง

**2.4 จำนวนปากใบ** เก็บตัวอย่างใบทุก 1 ชั่วโมง เพื่อนับจำนวนปากใบและดูลักษณะการเปิด/ปิดปากใบของต้นใกล้เคียง หรือใบบริเวณใกล้เคียงกับที่วัด ในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการวัด

**2.5 ดรรชนีความเขียว** ด้วยเครื่อง Chlorophyll meter (รุ่น SPAD-502 บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น) และเก็บตัวอย่างใบชุดเดียวกันแช่ในสารละลาย DMF และวัดความเข้มสีของตัวอย่างดังกล่าวด้วย Spectrophotometer และคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบปาล์มน้ำมัน

**2.6 อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำและค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมัน** ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด ตำแหน่งทางใบที่ 9 และ 17 ของปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่ ตั้งแต่เวลา 6.30 น.-18.00 น.

**2.7 วัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นปาล์มน้ำมันในแต่พื้นที่**

**3. การศึกษาผลของสภาพแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี**

**3.1 ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อม** (ความเข้มแสง แรงดึงระเหยน้ำ :vapor pressure deficit, ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิดิน) ที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ และค่าการชักนำปากใบด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553 รวม 5 ปี

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (ส่วนแยกพืชสวน)
ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2**

**1.1 เส้นตอบสนองต่อแสง** เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบพืช สามารถบอกถึงประสิทธิภาพการใช้แสง (photochemical efficiency, $\alpha$) ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด หรือจุดอิ่มตัวของความเข้มแสง (Is) และค่าความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ หรือมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเท่ากับศูนย์ (Ic) ปาล์มน้ำมันเป็นพืช C3 ซึ่งมีรูปแบบสมการ non-rectangular hyperbolar สำหรับใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิดังนี้

$$A = \frac{1}{2\theta}\left[\alpha I + P_m - \sqrt{(\alpha I + P_m)^2 - 4\theta\alpha I P_m}\right] - R_d \qquad (1)$$

A = อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ, $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$

$\alpha$ = ประสิทธิภาพการใช้แสง (quantum or photochemical efficiency, $molCO_2 mol^{-1} PPF$)

I = ความเข้มแสงช่วงที่ใช้สังเคราะห์แสง, $\mu molPPF m^{-2} s^{-1}$

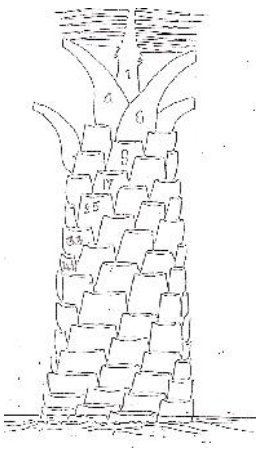
$P_m$ = อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ์สูงสุด, $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$

$R_d$ = อัตราการหายใจในความมืด, $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$

$\theta$ = ค่าที่ควบคุมความโค้งของเส้นภาพ (curvature factor)

**ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน**

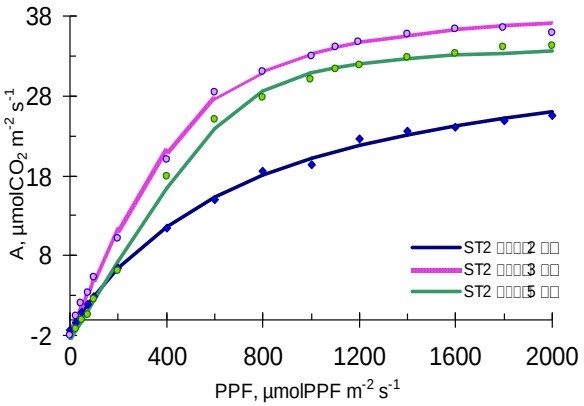
จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงของใบปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกันในตำแหน่งทางใบที่ 1 9 และ17 และนำมาเข้าสมการ non-rectangular hyperbolar ในสมการที่ 1 ได้ค่าพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 1 พบว่า ทางใบที่ 1 (ทางใบแรกที่ใบย่อยในตำแหน่งใกล้โคนทางคลี่เต็มที่) มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด ($P_m$) ที่ความเข้มแสง 2,000 $\mu molPPF m^{-2} s^{-1}$ สูงกว่าทางใบที่ 9 และ 17 ซึ่งค่า $P_m$ บอกถึงศักยภาพในการสร้างอาหารของใบปาล์ม ส่วนประสิทธิภาพการใช้แสง($\alpha$) พบว่าทางใบที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับทางใบที่ 9 และ17 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.072-0.077 $molCO_2 mol^{-1} PPF$ ค่า $\alpha$ ที่สูงแสดงถึงใบสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก ซึ่งใบพืช C3 ปกติมีค่าเท่ากับ 0.053 $molCO_2 mol^{-1} PPF$ (Evan, 1987) อัตราหายใจในที่มืด ($R_d$) ของทางใบที่ 1 มีค่าสูงสุดและลดลงเมื่อใบอายุมากขึ้น แสดงว่าทางใบที่ 1 อายุน้อยการพัฒนาของใบยังไม่เต็มที่ ใบจึงมีอัตราการหายใจสูงเพื่อให้ได้พลังงานสำหรับการพัฒนาของใบ ส่วนทางใบที่ 9 และ 17 ใบมีการพัฒนาเต็มที่แล้ว นอกจากนี้ทางใบที่ 17 ยังมีค่าความเข้มแสงเมื่ออัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเป็นศูนย์ (Ic) ต่ำสุด ส่วนค่าความเข้มแสงที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด (Is) สูงสุดในทางใบที่ 9 และลดลงเมื่อใบอายุมากขึ้น จากค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันเป็นใบที่พัฒนาเต็มที่ และเมื่อพิจารณาตำแหน่งของใบย่อยในทางใบ พบว่าใบบนที่ทแยงขึ้นมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงกว่าและปากใบเปิดมากกว่าใบล่าง



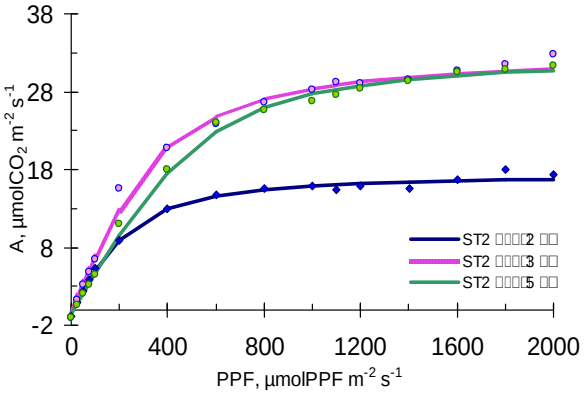
**ตารางที่ 1** พารามิเตอร์ของสมการ non-rectangular hyperbola ของเส้นตอบสนองต่อแสง ของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 3 ปี ตำแหน่งทางใบที่ 1 9 และ17 ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

| อายุปาล์มน้ำมัน | ตำแหน่งทางใบ | $gs_{max}$ | $P_m$ | $\alpha$ | $\theta$ | $R_d$ | Ic | Is |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| อายุ 3 ปี | 1 | 595 | 31.95 | 0.077 | 0.781 | 1.63 | 22 | 837 |
| | 9 | 361 | 29.41 | 0.072 | 0.552 | 1.41 | 23 | 892 |
| | 17 | 697 | 30.15 | 0.074 | 0.402 | 1.42 | 20 | 887 |

**เส้นตอบสนองต่อแสง ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี**




**ฤดูฝน**




**ฤดูร้อน**

**ตารางที่ 2** พารามิเตอร์ของสมการ non-rectangular hyperbola ของเส้นตอบสนองต่อแสงของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

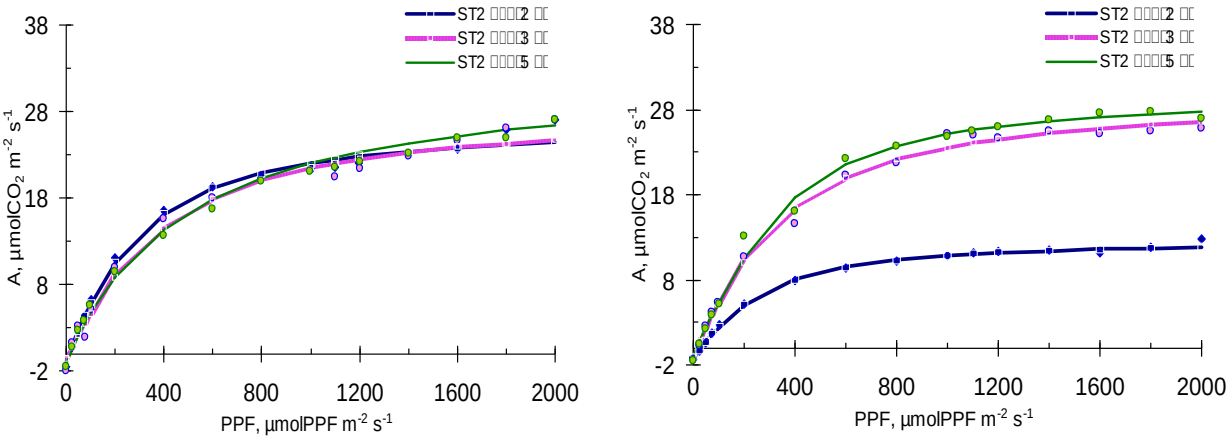
| พารามิเตอร์ | ฤดูฝน | | | ฤดูร้อน | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 2 ปี | อายุ 3 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 2 ปี | อายุ 3 ปี | อายุ 5 ปี |
| $\Psi$m, kPa ที่ระดับความลึก 30 ซม. | -16 ถึง-20 | ‹ -10 | -16 ถึง-20 | -20 ถึง-35 | -8 ถึง -20 | -20 ถึง-31 |
| $gs_{max}$ , mmol$H_2O$m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 413 | 450 | 565 | 262 | 245 | 403 |
| $\alpha$, mol$CO_2$mol $^{-1}$PPF | 0.051 | 0.072 | 0.085 | 0.061 | 0.061 | 0.066 |
| $\theta$ | 0.17 | 0.72 | 0.69 | 0.72 | 0.44 | 0.76 |
| $P_m$, μmol $CO_2$m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 32.77 | 35.66 | 38.00 | 17.98 | 27.61 | 25.88 |
| $R_d$, μmol$CO_2$m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 1.51 | 0.52 | 1.60 | 0.45 | 1.56 | 0.847 |
| Lc, μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ | 33 | 9 | 18 | 7 | 26 | 14 |
| Ls, μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ | 1,198 | 794 | 747 | 540 | 973 | 937 |

ใบปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นเมื่อต้นปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น (ตารางที่ 2) ในฤดูฝนใบมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดมากกว่า 30 μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ และลดลงในฤดูร้อน ซึ่งเป็นค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี ในมาเลเซียมีอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 24.31 μmol $CO_2$ m$^{-2}$s$^{-1}$ และเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 26-31 μmol$CO_2$ m$^{-2}$s$^{-1}$ เมื่ออายุ 8-9 ปี จากนั้นอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิจะเริ่มลดลงเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น ปาล์มน้ำมันในเกาะสุมาตราเหนือมีอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 31.61 μmol$CO_2$ m$^{-2}$s$^{-1}$ ในสภาพความเข้มแสง 16.24 MJ/$m_2$/day (Lamade and Setiyo, 1996)

ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้นและสูงกว่าในฤดูร้อน แสดงว่าเมื่อต้นปาล์มอายุมากขึ้นใบสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพิ่มขึ้น และในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าในฤดูร้อน นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดยเอนไซม์ Rubisco ($g_m$) เพื่อเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตในคลอโรพลาสต์สูงกว่า ประกอบกับมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ($\Gamma$) ต่ำกว่าในฤดูร้อน (ตารางที่ 5) ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในช่วงฤดูฝนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดสูง ปาล์มน้ำมันอายุ 2-5 ปี ในฤดูฝนมีค่าความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดอยู่ในช่วง 747-794 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ ขณะที่ในฤดูร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 937-973 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ ซึ่งความเข้มแสงที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าจุดนี้ไม่มีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ความเข้มแสงที่สูง

เกินไปส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและใบสูงขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง

**เส้นตอบสนองต่อแสง ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในจังหวัดหนองคาย**




**ฤดูฝน** **ฤดูร้อน**

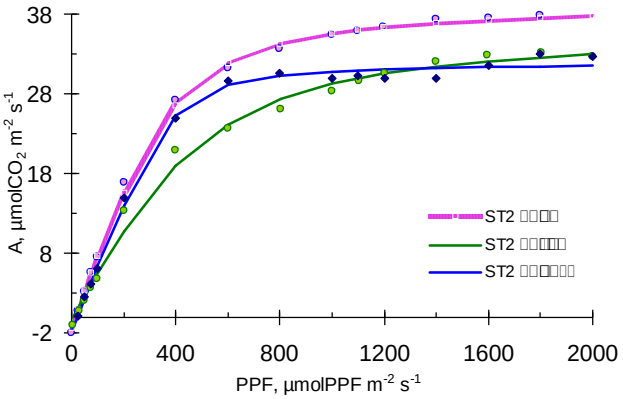
**ตารางที่ 3** พารามิเตอร์ของสมการ non-rectangular hyperbola ของเส้นตอบสนองต่อแสงของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ที่ปลูกในจังหวัดหนองคายที่มีการให้น้ำในฤดูร้อน

| พารามิเตอร์ | ฤดูฝน | | | ฤดูร้อน | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อายุ 2 ปี | อายุ 3 ปี | อายุ 5 ปี | อายุ 2 ปี | อายุ 3 ปี | อายุ 5 ปี |
| $\Psi$m, kPa ที่ระดับความลึก 30 ซม. | -5 ถึง-25 | -5 ถึง-25 | -11 ถึง-25 | -17 ถึง -22 | -8 ถึง15.8 | -18 ถึง -24 |
| $g_{s\ max}$ , $mmolH_2Om^{-2}\ s^{-1}$ | 215 | 553 | 455 | 178 | 400 | 557 |
| $\alpha$, $molCO_2mol^{-1}PPF$ | 0.07 | 0.060 | 0.069 | 0.042 | 0.067 | 0.066 |
| $\theta$ | 0.48 | 0.49 | 0.86 | 0.58 | 0.61 | 0.71 |
| $P_m$, $\mu mol\ CO_2m^{-2}\ s^{-1}$ | 27.93 | 28.88 | 34.00 | 14.12 | 27.15 | 30.78 |
| $R_d$, $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ | 0.92 | 0.58 | 1.18 | 1.27 | 1.15 | 0.85 |
| Ic, $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ | 12 | 10 | 18 | 31.45 | 17.59 | 13.03 |
| Is, $\mu mol\ PPFm^{-2}s^{-1}$ | 789 | 927 | 1,067 | 727 | 773 | 771 |

ใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นเช่นเดียวกับในภาคใต้ (ตารางที่ 3) ปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี ในฤดูร้อนมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดลดลง 50% เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงฤดูฝน แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นพบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนลดลงเล็กน้อย ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้นและสูงกว่าในฤดูร้อนเล็กน้อย แสดงว่าเมื่อต้นปาล์มอายุมากขึ้นใบสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น และค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้งสองฤดู และเมื่อเปรียบเทียบกับในภาคใต้พบว่าในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันในภาคใต้สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่า แต่ในฤดูร้อนพบว่าประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกัน เมื่อดูประสิทธิภาพของกระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตในคลอโรพลาสต์ พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนมีประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดยเอนไซม์ Rubisco ($g_m$) สูงกว่าในฤดูร้อน ประกอบกับมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในฤดูฝนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดสูง แต่ในฤดูร้อนพบว่าค่า $g_m$ ค่อนข้างต่ำ แสดงว่ากระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็น

คาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้นช้าลง ต้นปาล์มสร้างอาหารได้น้อยลง ปาล์มน้ำมันอายุ 2-5 ปี ในฤดูฝนมีค่าความเข้มแสงที่กว้างกว่าสำหรับที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดอยู่ในช่วง 789-1,067 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ และสามารถทนต่อความเข้มแสงที่สูงกว่าในฤดูร้อน ขณะที่ในฤดูร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 727-773 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$

**เส้นตอบสนองต่อแสง ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย**




**ตารางที่ 4** พารามิเตอร์ของสมการ non-rectangular hyperbola ของเส้นตอบสนองต่อแสงของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย

| พารามิเตอร์ | เชียงราย (ให้น้ำ) | | |
|---|---|---|---|
| | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูร้อน |
| Ψm, kPa ที่ระดับความลึก 30 ซม. | -17 ถึง -20 | -23 ถึง -27 | -24 ถึง -32 |
| $gs_{max}$ , mmol$H_2O$m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 442 | 370 | 672 |
| α, mol$CO_2$mol$^{-1}$PPF | 0.76 | 0.073 | 0.070 |
| θ | 0.84 | 0.94 | 0.75 |
| $P_m$, μmol $CO_2$m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 40.80 | 33.81 | 36.53 |
| $R_d$, μmol$CO_2$ m$^{-2}$ s$^{-1}$ | 1.378 | 1.85 | 0.529 |
| Ic, μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ | 15 | 22 | 8 |
| Is, μmol PPFm$^{-2}$s$^{-1}$ | 615 | 418 | 860 |

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี มีประสิทธิภาพการใช้แสงในฤดูฝนดีกว่าในฤดูหนาวและร้อน ใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 40.80 μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ และลดลงเหลือ 33.81μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ในฤดูหนาว ส่วนในฤดูร้อนพบว่าอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็น 36.53 μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ซึ่งอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ทั้งนี้สภาพอากาศในฤดูร้อนของจังหวัดเชียงรายมีฟ้าหลัว เนื่องจากมีหมอกควันปกคลุมค่าความเข้มแสงตลอดวันไม่เกิน 450 μmolPPF m$^{-2}$s$^{-1}$

อัตราหายใจในที่มืด ($R_d$) ค่อนข้างสูงในฤดูหนาวและลดต่ำลงในฤดูร้อน แสดงว่าในฤดูหนาวใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการหายใจสูง สอดคล้องกับค่าความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเป็นศูนย์ (Ic) ที่พบว่ามีค่าสูงในฤดูหนาวและลดลงในฤดูร้อน ซึ่งถ้าต้นปาล์มน้ำมันได้รับแสงที่ความเข้มแสงต่ำกว่าจุดนี้ ใบปาล์มน้ำมันมีการหายใจสูงกว่าการสังเคราะห์แสง ซึ่งค่าต่ำจึงจะดี ปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี ในฤดูฝนมีค่าความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 615 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ ขณะที่ในฤดูหนาวมีค่าลดลง 418 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ และเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 860 μmolPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ จากพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี ในจังหวัดเชียงรายมีศักยภาพการสังเคราะห์แสงค่อนข้างสูง ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือสูงกว่าปาล์มน้ำมันในภาคใต้ แต่สภาพอากาศหนาวในฤดูหนาวซึ่งมีช่วงเวลาประมาณ 3 เดือน ส่งผลต่อศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้ในฤดูหนาวใบสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ใกล้เคียงกับในฤดูฝนและฤดู

ร้อน แต่เมื่อพิจารณาในระดับเซลล์ พบว่ามีค่า $g_m$ ลดลง และมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นกว่าในฤดูฝน แสดงว่าในฤดูหนาวประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของเอนไซม์ rubisco ลดลง และสูงกว่าในฤดูร้อนเล็กน้อย

**1.2 จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ และค่านำไหลมีโซฟิลล์**

จากการศึกษาประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์ rubisco โดยพิจารณาจากจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์และค่านำไหลมีโซฟิลล์ พบว่า ปาล์มน้ำมันในฤดูฝนมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 57-77 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ และเพิ่มสูงขึ้นในฤดูร้อนและฤดูหนาว (ตารางที่ 5 และ6) ค่า $g_m$ บอกถึงอัตราการเคลื่อนที่ของคาร์บอนไดออกไซด์จากภายในช่องว่างของใบ สู่จุดที่เกิดปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์แล้วเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นคาร์โบไฮเดรต ตลอดจนการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต (ซูโครสและแป้ง) ออกจากคลอโรพลาสต์ (สุนทรี และคณะ, 2543) ค่า $g_m$ ที่สูงแสดงว่าประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์ rubisco ค่อนข้างดี ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ในฤดูฝนมีค่านำไหลมีโซฟิลล์สูงกว่าในฤดูร้อนและหนาว แสดงว่าในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่มีประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์สูงใกล้เคียงกัน สภาพอากาศรุนแรงในฤดูร้อนและฤดูหนาวส่งผลให้ใบปาล์มน้ำมันมีจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและค่า $g_m$ ลดลง โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดหนองคาย (ค่า $g_m$ ลดลงค่อนข้างมาก) ส่งผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

**ตารางที่ 5** จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์และค่านำไหลมีโซฟิลล์ของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและหนองคาย

| | **จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ (d, «$molCO_2 mol^{-1}$)** | | | | **ค่านำไหลมีโซฟิลล์ ($g_m$, $mmolCO_2 m^{-2} s^{-1}$)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **อายุ 2 ปี** | **อายุ 3 ปี** | **อายุ 4 ปี** | **อายุ 5 ปี** | **อายุ 2 ปี** | **อายุ 3 ปี** | **อายุ 4 ปี** | **อายุ 5 ปี** |
| สุราษฎร์ธานี (ไม่ให้น้ำ) | | | | | | | | |
| -ฤดูฝน | 72.2 | 57.1 | 59.2 | 71.7 | 96.4 | 151.6 | 123.8 | 128.1 |
| -ฤดูร้อน | 77.7 | 74.3 | 101.13 | 111.3 | 99.5 | 170.1 | 61.9 | 105.0 |
| หนองคาย (ให้น้ำ) | | | | | | | | |
| -ฤดูฝน | 60.2 | 65.8 | 77.2 | 76.6 | 109.4 | 123.9 | 147.3 | 107.5 |
| -ฤดูร้อน | 60.8 | 62.5 | 80.0 | 89.6 | 68.6 | 100.6 | 89.8 | 64.9 |

**ตารางที่ 6** จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์และค่านำไหลเมสโซฟิลล์ของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย

| | **จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ (d, «$molCO_2 mol^{-1}$)** | **ค่านำไหลมีโซฟิลล์ ($g_m$, $mmolCO_2 m^{-2} s^{-1}$)** |
|---|---|---|
| ฤดูฝน | 60.4 | 150.2 |
| ฤดูหนาว | 79.6 | 108.1 |
| ฤดูร้อน | 82.9 | 101.7 |

**2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ต่อสภาพอากาศและน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงในรอบวันของปาล์มน้ำมัน**

**2.1 ภาคใต้**

**1) ค่าศักย์ของน้ำในดิน**

ค่าศักย์ของน้ำในดินในแปลงทดลองของจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร มีค่าไม่เกิน -20 kPa ในขณะที่ฤดูร้อนอยู่ในช่วง -20 ถึง -35 kPa แสดงว่าไม่ขาดน้ำ

**2) จำนวนปากใบ ดรรชนีความเขียวและปริมาณคลอโรฟิลล์**

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสุราษฎร์ธานีที่ไม่ให้น้ำมีจำนวนปากใบเฉลี่ย 19-25 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งตำแหน่งของปากใบปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่มีเฉพาะด้านล่างใบ ใบปาล์มน้ำมันมีค่าดรรชนีความเขียวอยู่ในช่วง 65-77 ใบ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงกว่าคลอโรฟิลล์บี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.74 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-0.41 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสุราษฎร์ธานีมีค่าอยู่ในช่วง 0.72-0.98 และสัดส่วนคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 1.58-2.52

**3) อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำและค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมัน**

จากการวัดรอบวันปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีในฤดูฝน พบว่า ปาล์มน้ำมันมีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุดในช่วงเวลา 9.00น.-10.00 น. (ภาพที่ 1) โดยปาล์มน้ำมันอายุ 2 3 และ5 ปี ในฤดูฝนมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นจาก 22.18±2.25 เป็น 24.71±5.26 และ34.03±5.36 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นจะลดลงต่อเนื่อง เนื่องจากความเข้มแสงที่สูงขึ้นในช่วงเที่ยงวันส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิใบสูงในขณะที่ความชื้นในแปลงลดต่ำลง และส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการปิดเปิดปากใบของปาล์มน้ำมัน ปากใบเป็นช่องทางการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์และการสูญเสียน้ำ ปาล์มน้ำมันมีค่าการชักนำปากใบค่อนข้างต่ำในตอนเช้า และเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น โดยปาล์มน้ำมันอายุ 2 3 และ5 ปี ในฤดูฝนมีค่าการชักนำปากใบสูงสุดในเวลา 8.00-9.00 น. เท่ากับ 469.46±77.33, 557.71±141.35 และ538.10±108.80 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นจะลดลงต่อเนื่องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ

รูปแบบของกราฟอัตราการสังเคราะห์ของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนส่วนใหญ่เป็นแบบ one peak คือมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลา 9.00-10.00 น. จากนั้นจะลดลงต่อเนื่องแต่ยังคงมีค่าสูงจนถึงเที่ยงวัน ในขณะที่ฤดูร้อนพบว่าใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง และมีรูปแบบอัตราการสังเคราะห์แสงเป็นแบบ two peak โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลา 8.00-10.00 น. ในเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มแสง จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงในช่วงเวลาเที่ยงวัน เป็นผลจากความเข้มแสงสูงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงและอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ปาล์มน้ำมันตอบสนองโดยการปิดปากใบแคบลงเพื่อลดการสูญเสียน้ำ และสภาพแวดล้อมดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเวลา 14.00-15.00 น. และปากใบปิดสนิทหลังเวลา 15.00 น.

การเปิดปากใบมีความสัมพันธ์กับอัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมัน ค่าการชักนำปากใบที่เพิ่มขึ้นแสดงว่าใบเปิดกว้างส่งผลให้น้ำระเหยออกได้มาก อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในเวลา 9.00น.-11.00น. แม้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวปากใบจะเริ่มปิดแคบลง แต่เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงและแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มสูงขึ้น(VPD=2.7-3.2) ส่งผลให้อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น โดยพบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2 3 และ5 ปี ในฤดูฝนมีอัตราการคายน้ำเท่ากับ 9.35±0.94 8.11±1.18 และ10.35±2.56 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นอัตราการคายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องเนื่องจากปากใบเริ่มปิด

สัดส่วนของอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนสูงสุดอยู่ในช่วง 540 -560 โมล และในฤดูร้อนเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในช่วง 1,000-2,200 โมล ในเวลา 13.00-14.00น. แสดงว่าในฤดูร้อนปาล์มน้ำมันสูญเสียน้ำ 1,000-2,200 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล นอกจากนี้ในช่วงที่ใบปาล์มมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดพบว่าสูญเสียน้ำอยู่ในช่วง 350-550 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล

ค่าสัดส่วนของความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างในใบกับในอากาศ (Ci/Ca) มีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์ม ในตอนเช้ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.9 และลดลงอย่างต่อเนื่อง (ช่วงที่มีการสังเคราะห์แสง) จนเท่ากับ 0.5 ในเวลา 10.00น. เนื่องจากสภาพอากาศรุนแรงมากขึ้นส่งผลให้ปากใบเริ่มปิด การแพร่ของคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่

เซลล์ถูกจำกัด ค่า Ci ลดลง ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ในปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีค่าจะขึ้น-ลงอยู่ในระดับนี้ และเพิ่มขึ้นในตอนเย็นเนื่องจากเริ่มมีการหายใจ

**2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

**1) ค่าศักย์ของน้ำในดิน**

ค่าศักย์ของน้ำในดินในแปลงทดลองจังหวัดหนองคายในฤดูฝน และฤดูร้อนที่มีการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ปริมาณ 140-150 ลิตรต่อต้น จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ มีค่าไม่เกิน -25 kPa แสดงว่าไม่ขาดน้ำ

**2) จำนวนปากใบ ดรรชนีความเขียวและปริมาณคลอโรฟิลล์**

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดหนองคายที่มีการให้น้ำมีจำนวนปากใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 23-25 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ใบปาล์มน้ำมันมีค่าดรรชนีความเขียวอยู่ในช่วง 49-77 ใบมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงกว่าคลอโรฟิลล์บี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.42-0.64 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 0.16-0.35 กรัมต่อตารางเมตร ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสุราษฎร์ธานีมีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.99 และสัดส่วนคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 1.58-2.96

**3) อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำและค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมัน**

จากการวัดรอบวันปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2 3 และ5 ปี ที่ปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคายในฤดูฝน พบว่า มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดในเวลา 9.00-10.00น. เท่ากับ 18±2.04, 22.18±2.60 และ24.67±3.40 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ ปากใบปาล์มน้ำมันเปิดสูงสุดในช่วงเวลา 8.00-10.00น. โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 400±58.73, 427.24±67.04 และ570.06±87.63 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

สภาพอากาศรุนแรงในฤดูร้อน ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงและการปิด-เปิดปากใบของปาล์มน้ำมันอายุน้อย (1- 2 ปี) ค่อนข้างมาก โดยต้นปาล์มน้ำมันที่ขาดน้ำนานกว่า 1 สัปดาห์ ตอบสนองโดยการปิดปากใบตลอดวัน และม้วนใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ในกรณีที่ขาดน้ำนาน 3 วัน ใบปาล์มน้ำมันจะสังเคราะห์แสงในช่วงเวลาไม่เกิน 8.00น. จากนั้นกระบวนการสังเคราะห์แสงหยุดเนื่องจากปากใบปิด แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นพบว่าสามารถทนต่อสภาพอากาศรุนแรงได้มากขึ้น โดยรูปแบบของกราฟอัตราการสังเคราะห์ของปาล์มน้ำมันในฤดูร้อนมีทั้งแบบ two peak ดังแสดงในกราฟอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ในฤดูร้อนที่มีท้องฟ้าโปร่งแสงแดดเต็มที่ ใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดใกล้เคียงกับในฤดูฝน 24±1.68 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ จากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องและปากใบปิดแคบลงในช่วง12.00-14.00น. เนื่องจากสภาพอากาศรุนแรง (ความเข้มแสง 1,200 $\mu molm^{-2} s^{-1}$, VPD 3.36 kPa, ความชื้นสัมพัทธ์ 40%, อุณหภูมิ 42$^{O}$C และอุณหภูมิใบ 38.38$^{O}$C) และปากใบเปิดอีกครั้งในเวลา 15.00น. ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเป็น 12±2.63 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ จากนั้นปากใบปิดสนิท แต่ถ้าในฤดูร้อนมีสภาพอากาศรุนแรงมากจะพบกราฟแบบ one peak ดังแสดงในกราฟอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในช่วงเวลา 8.00-8.30 น.โดยมีค่าเท่ากับ 21.45±2.63 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสภาพอากาศรุนแรงในเวลา 10.00 น. (ความเข้มแสง 987 $\mu molm^{-2} s^{-1}$, VPD 5.54 kPa, ความชื้นสัมพัทธ์ 30%, อุณหภูมิ 41.80$^{O}$C และอุณหภูมิใบ 41.56$^{O}$C) ใบตอบสนองโดยการปิดปากใบส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงหยุด ในฤดูร้อนมีการให้น้ำเพียงพอหรือผ่านฝนตกหนักตลอดคืน พบว่า ปาล์มน้ำมันมีอัตราสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับในฤดูฝน

อัตราการคายน้ำมีความสัมพันธ์กับการปิด-เปิดปากใบของปาล์มน้ำมัน ในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันคายน้ำค่อนข้างสูงเนื่องจากปากใบเปิดกว้าง โดยพบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 3 และ 5 ปี มีอัตราการคายน้ำเท่ากับ 14.67±3.16 และ11.33±1.70 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ ในเวลา 10.00น.และ 12.00น. แม้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวปากใบจะเริ่มปิด แต่เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงและแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มสูงขึ้น(VPD=3.3-4.5) ส่งผลให้ใบปาล์มน้ำมันคายน้ำเพิ่มมากขึ้น จากนั้นอัตราการคายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องเนื่องจากปากใบปิด ในฤดูร้อนแม้ว่าค่าVPD จะสูงกว่าในฤดูฝนแต่ปากใบเปิดน้อยกว่า(ค่า gs ต่ำ) ทำให้มีอัตราการคายน้ำต่ำ

สัดส่วนของอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในฤดูฝนสูงสุดในช่วงเที่ยงถึงบ่าย มีค่าอยู่ในช่วง 930-2,300 โมล แสดงว่าในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายต้องสูญเสียน้ำมากกว่า 900 โมล เพื่อแลกกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล ในขณะที่ฤดูร้อนในช่วงเที่ยงถึงบ่ายปาล์มน้ำมันสูญเสียน้ำสูงถึง 1,500-1,650 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล

**2.3 ภาคเหนือ**

**1) ค่าศักย์ของน้ำในดิน**

ค่าศักย์ของน้ำในดินในแปลงทดลองของจังหวัดเชียงรายที่มีการให้น้ำ ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร มีค่าไม่เกิน -20 kPa ในขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าไม่เกิน -32 kPa แสดงว่าไม่ขาดน้ำ

**2) จำนวนปากใบ ดรรชนีความเขียวและปริมาณคลอโรฟิลล์**

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายที่มีการให้น้ำมีจำนวนปากใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18-26 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ใบปาล์มน้ำมันมีค่าดรรชนีความเขียวอยู่ในช่วง 60-77 ใบมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงกว่าคลอโรฟิลล์บี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.44-0.65 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 0.32-0.46 กรัมต่อตารางเมตร ส่งผลให้ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 0.83-0.99 และสัดส่วนคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บีมีค่าอยู่ในช่วง 1.11-2.21

**3) อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำและค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมัน**

จากการวัดรอบวันปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายในฤดูฝน (ตุลาคม 2550-2552) พบว่า ใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นขึ้นตามปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้น จนถึงจุดหนึ่งความเข้มแสงไม่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง เนื่องจากความเข้มแสงที่มากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิใบสูงขึ้น ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลดลง โดยปาล์มน้ำมันอายุ 3 4 และ 6 ปี มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 29.07±3.68, 33.18±4.99 และ 34.00±4.32 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับในช่วงเวลา 10.00-11.00น. จากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงต่อเนื่องจนเหลือประมาณ 15 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในเวลา 13.00น. ปากใบปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี ในฤดูฝนเปิดจนถึงบ่าย โดยมีค่า gs อยู่ในช่วง 380-430 $mmolm^{-2} s^{-1}$ (10.00-15.00น.) ใบปาล์มน้ำมันคายน้ำสูงสุดในเวลา 11.00-13.00 น. โดยมีอัตราการคายน้ำสูงสุดอยู่ในช่วง 9.6 - 10.8 $mmolH_2Om^{-2} s^{-1}$ และนอกจากนี้ยังพบว่าปาล์มน้ำมันมีอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเวลา 14.00น. อยู่ในช่วง 1,100-1,300 $molH_2O\ mol^{-1}CO_2$ แสดงว่าในช่วงบ่ายใบปาล์มจะสูญเสียน้ำอยู่ในช่วง 1,100-1,300 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล

ในฤดูหนาวใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ซึ่งปาล์มน้ำมันที่อายุน้อย (3 ปี) ได้รับผลกระทบมากกว่าปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี โดยพบว่าปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดลดลงจาก 29.06 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในฤดูฝนเหลือ 21.86 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในฤดูหนาว ในขณะที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดของปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี ลดลงจาก 34.00 เป็น 28.52±4.01 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ (11.00น.) แต่มีช่วงเวลาสังเคราะห์แสงมากกว่าในฤดูฝนและฤดูร้อน ปากใบปาล์มน้ำมันเปิดสูงสุดในเวลา 8.00-9.00 น. โดยมีค่าชักนำปากใบอยู่ในช่วง 300-450 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ค่อนข้างใกล้เคียงกันในแต่ละอายุ และยังคงเปิดจนถึงเวลา 14.00 น. (gs= 158 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ) ปาล์มน้ำมันอายุ 3-5 ปี มีอัตราการคายน้ำในฤดูหนาวค่อนข้างสูงเท่ากับ 5.08-6.41 $mmolH_2Om^{-2} s^{-1}$ ในเวลา 11.00-12.00น. แต่อยู่ในระดับที่ต่ำเมื่อเทียบกับภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และนอกจากนี้ยังพบว่าปาล์มน้ำมันมีอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเวลา 15.00-16.00น. อยู่ในช่วง 300-700 $molH_2O\ mol^{-1}CO_2$ แสดงว่าในช่วงเวลาดังกล่าวใบปาล์มจะสูญเสียน้ำอยู่ในช่วง 300-700 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล ซึ่งน้อยกว่าในฤดูฝน

ฤดูร้อนของภาคเหนือเนื่องจากมีปริมาณหมอกควันจำนวนมากทำให้ฟ้าหลัวตลอดทั้งเดือน ปริมาณแสงค่อนข้างน้อยตลอดทั้งวันมีความเข้มแสง 300-450 $\mu molPPFm^{-2} s^{-1}$ ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี ในช่วงเช้าเนื่องจากไม่มีแสงทำให้ใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงต่ำและปากใบเปิดน้อย ใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 25.03±1.17 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในเวลา 12.00น. ที่ความเข้มแสง 420 $\mu molPPFm^{-2} s^{-1}$ และเหลือ 7.04±1.17 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในเวลา 13.00น. ปากใบเปิดสูงสุด 195±99.1 $mmolm^{-2} s^{-1}$ ในเวลา 9.00น. ในฤดูร้อนในสภาพที่ฟ้าหลัว พบว่าปากใบเปิดน้อย ค่า gs อยู่ในช่วง 150-195 $mmolm^{-2} s^{-1}$ และปากใบปิดเวลา 15.00 น. อัตราการคายน้ำสัมพันธ์กับค่า gs โดยในฤดูร้อนปาล์มน้ำมันคายน้ำค่อนข้างต่ำเท่ากับ 4.68 $mmolH_2Om^{-2} s^{-1}$ในเวลา 11.00 น. และนอกจากนี้ยังพบว่า ปาล์มน้ำมันมีอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเวลา 14.00น. อยู่ในช่วง 500 $molH_2O\ mol^{-1}CO_2$ แสดงว่าในช่วงเวลาดังกล่าวใบปาล์มจะสูญเสียน้ำอยู่ในช่วง 500 โมล เพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล ซึ่งใกล้เคียงกับในฤดูหนาว

จากข้อมูลที่ได้แสดงเห็นได้ว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายที่มีการให้น้ำ ในฤดูฝนมีศักยภาพการสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกับในภาคใต้ สภาพอากาศหนาวกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมัน แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นสามารถปรับตัวทนต่อสภาพอากาศหนาวได้มากขึ้น ในฤดูหนาวใบปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเมื่อเทียบกับฤดูฝน แต่อยู่ใน

ระดับสูงและมีระยะเวลาสร้างอาหารนานกว่า ส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี ถึงแม้ว่าใบปาล์มน้ำมันจะสังเคราะห์แสงได้น้อยในฤดูร้อน

**2.4 การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นปาล์มน้ำมันในแต่พื้นที่**

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 5 ปี ในแต่ละพื้นที่ พบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายที่มีการให้น้ำมีการเจริญเติบโตค่อนข้างสูง โดยมีพื้นที่ใบ 12.2 ตารางเมตรต่อทางใบ สูงกว่าจังหวัดหนองคายที่มีการให้น้ำและจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.90 และ 7.13 ตารางเมตรต่อทางใบ ตามลำดับ อัตราส่วนเพศ (sex ratio) ของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีใกล้เคียงกับจังหวัดหนองคาย และเมื่อพิจารณาข้อมูลการให้ผลผลิตพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายมีผลผลิต 4,263.60 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สูงกว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดหนองคาย ซึ่งมีผลผลิต 3,242.66 และ 1988.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ

**ตารางที่ 7** พื้นที่ใบ อัตราส่วนเพศ และผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 4-5 ปี ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่

| | **สุราษฎร์ธานี (ไม่มีการให้น้ำ)** | **หนองคาย (ให้น้ำในฤดูร้อน)** | **เชียงราย (ให้น้ำในฤดูร้อน)** |
|---|---|---|---|
| พื้นที่ใบ (ตารางเมตรต่อใบ) | 7.13 | 6.90 | 12.2 |
| อัตราส่วนเพศ (%) | 0.60-0.76 | 0.67 | - |
| ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) | 3242.66 | 1988.50 | 4263.60 |

**3. การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2**

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงมีด้วยกัน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความเข้มแสง 2) ค่าการชักนำปากใบ 3) กระบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารประกอบคาร์บอน ซึ่งจากการศึกษาในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-6 ปี ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี หนองคาย และเชียงราย พบว่า

**1) การตอบสนองของอัตราสังเคราะห์แสงต่อความเข้มแสง**

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกทั้งสามพื้นที่ในฤดูฝนมีช่วงแสงที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกัน อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น โดยปาล์มน้ำมันในภาคใต้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 36 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 900-1,200 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 28 และ 29 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 1,300 และ 1,200 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ฤดูร้อนปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี ที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่ไม่ให้น้ำมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0-595 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ จนมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 24 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นจากจุดนี้มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี มีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นสูงสุดตามความเข้มแสงในช่วง 0-1,126 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ โดยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 36 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ (รูปที่ 4 a1,a2) แสดงว่าเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นมีช่วงแสงที่กว้างขึ้นสำหรับใช้ในการสังเคราะห์แสง และสามารถทนต่อสภาพความเข้มแสงสูงได้ดีกว่า

ปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี ที่ปลูกในจังหวัดหนองคายที่ให้น้ำในฤดูร้อน มีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0-615 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 20 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นจากจุดนี้มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี มีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นสูงสุดตามความเข้มแสงในช่วง 0-1,128 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ โดยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 30 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ (รูปที่ 5 a1,a2) แสดงว่าปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายมีช่วงความเข้มแสงสำหรับใช้ในการสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกับที่ปลูกในสุราษฎร์ธานี แต่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่ำกว่า ความเข้มแสงที่สูงกว่า 1400 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ มีผลให้ใบปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี หยุดการสังเคราะห์แสง และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นพบว่ามีช่วงแสงที่กว้างขึ้นสำหรับใช้ในการสังเคราะห์แสงและสามารถทนต่อสภาพความเข้มแสงสูงได้ดีกว่า

ปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี ที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายที่มีการให้น้ำ ในฤดูหนาว ในฤดูหนาวใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0-1,100 $\mu$molPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 28 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ความเข้มแสงที่สูงกว่าจุดนี้ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี มีช่วงแสงที่กว้างขึ้นสำหรับการสังเคราะห์แสงและทนต่อความเข้มแสงสูงได้มากขึ้น โดยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 32 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 1,543 $\mu$molPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ ส่วนในฤดูร้อนในสภาพฟ้าหลัว ใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นสูงสุดตามความเข้มแสงในช่วง 0-345 $\mu$molPPFm$^{-2}$s$^{-1}$ โดยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด 28 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ (รูปที่ 6 a1,a2) แสดงให้เห็นว่าในฤดูหนาวใบมีช่วงแสงที่กว้างสำหรับสังเคราะห์แสง และสามารถสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น ทำให้มีช่วงเวลาสำหรับการสังเคราะห์แสงนานขึ้น ในขณะที่ฤดูร้อนเนื่องจากมีหมอกควันปกคลุมจำนวนมาก ทำให้ความเข้มแสงสูงไม่เกิน 450 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก

**2) การตอบสนองของอัตราสังเคราะห์แสงต่อการปิด-เปิดปากใบ**

ค่าการชักนำปากใบ (Stomata conductance) เป็นอีกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมัน นอกจากความเข้มแสง ค่า $g_s$ บอกถึงการปิด-เปิดปากใบของพืช ค่าที่สูงแสดงว่าปากใบเปิดกว้าง อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันเพิ่มตามค่าการชักนำปากใบที่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งค่าชักนำปากใบไม่มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสง แม้ว่าปากใบเปิดกว้างมีคาร์บอนไดออกไซด์ไหลซึมเข้ามา แต่กระบวนการทางชีวเคมีถูกจำกัด เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี ในฤดูฝนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด 25 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 420 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในขณะที่ฤดูแล้งปากใบปาล์มน้ำมันเปิดน้อยกว่าในฤดูฝน ใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดลดลงเหลือ 24 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 358 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ส่วนปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด 37 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 750 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$

ปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปีที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูร้อน มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 17 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 178 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และมีค่าการชักนำปากใบสูงสุด 300 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ เนื่องจากมี ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส่งผลให้ช่วงเวลาดังกล่าวปากใบปาล์มปิดแคบลง แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นพบว่าใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 26 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 340 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$

ปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี ที่ปลูกในภาคเหนือในฝนมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด 30 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 260 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในขณะที่ฤดูหนาวใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดลดลงเหลือ 26 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบเพิ่มขึ้นเป็น 500 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ เมื่อต้นปาล์มอายุเพิ่มขึ้นพบว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในฤดูฝนเพิ่มขึ้นเป็น 34 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 250-300 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ซึ่งใกล้เคียงกับที่อายุ 3 ปี และมีค่าการชักนำปากใบสูงสุด 500 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ส่วนในฤดูหนาวใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดลดลงเหลือ 33 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 269 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และมีค่าการชักนำปากใบสูงสุด 450 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ส่วนในฤดูร้อนในสภาพฟ้าหลัว ใบมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด 29 $\mu$molCO$_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ ที่ค่าการชักนำปากใบ 261 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ซึ่งค่า gs ที่มากกว่าจุดนี้ไม่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง

**3) การตอบสนองของอัตราสังเคราะห์แสงและค่าการชักนำปากใบต่อแรงดึงระเหยน้ำ (VPDair)**

สภาพความชื้นอากาศต่ำและอุณหภูมิอากาศสูง มีผลให้แรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (VPDair) เพิ่มขึ้น และเป็นสาเหตุสำคัญให้ปากใบปิดในพืชหลายชนิด การปิด-เปิดปากใบของปาล์มน้ำมันขึ้นกับค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศและสภาวะเครียดน้ำของดิน ปาล์มน้ำมันจะตอบสนองต่อแรงดึงระเหยน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการคายน้ำ (Smith, 1989 ) ปาล์มน้ำมันทั้งสามแห่งมีค่าการชักนำปากใบลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อค่าแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปากใบปิด โดยในฤดูฝนของภาคใต้ค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมันเริ่มจำกัด (gs=150) ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 3.8 kPa ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงครึ่งหนึ่ง ในฤดูแล้งค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมันเริ่มจำกัด (gs = 150) ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 3.5 kPa ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี ปากใบปิดเมื่อค่า VPDair 4.0 kPa โดยที่อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง 48%

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมันเริ่มจำกัด (gs = 150) ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 4.8 kPa และอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงประมาณ 60% ในช่วงเดือนเมษายนอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือลดลงครึ่งหนึ่งที่ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 3.5 kPa เช่นเดียวกับในภาคใต้ ส่วนในภาคเหนือในฤดูฝนค่าการชักนำ

ปากใบของปาล์มน้ำมันเริ่มจำกัด (gs = 150) ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 3.8 kPa และในฤดูหนาวอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือลดลงครึ่งหนึ่ง และมีค่าการชักนำปากใบ 150 mmol$m^{-2}s^{-1}$ ที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำเท่ากับ 3.5 kPa

**4) การตอบสนองของอัตราสังเคราะห์แสงต่ออุณหภูมิใบ**

อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในภาคใต้เริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิใบสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝน อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันเริ่มลดลงที่อุณหภูมิใบสูงกว่า 39 องศาเซลเซียส ในขณะที่ฤดูแล้งที่อุณหภูมิใบ 34-35 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับภาคเหนือในฤดูฝนอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันเริ่มลดลงที่อุณหภูมิใบสูงกว่า 39 องศาเซลเซียส แต่ในฤดูหนาวอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันเริ่มลดลงที่อุณหภูมิใบสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส

โดยอัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันทั้งสองแห่งเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิใบสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายยังคงสังเคราะห์แสงได้ที่อุณหภูมิใบ 40 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิดังกล่าวกระบวนการสังเคราะห์แสงของปาล์มในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเริ่มหยุด (รูปที่ 4 c1,c2)

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากพารามิเตอร์ของการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงใบปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี ที่ไม่ให้น้ำในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีประสิทธิภาพการใช้แสงดีกว่าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำที่หนองคาย คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านเข้าไปทางปากใบถูกนำไปใช้ในกระบวนการแปรรูปในคลอโรพลาสต์ได้รวดเร็ว ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง เมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้นแม้ว่าใบมีประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายมีประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์ rubisco ต่ำ ทำให้มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าแต่ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี ในมาเลเซียที่มีอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 24.31 $\mu molCO_2 m^{-2}s^{-1}$

2. ปาล์มน้ำมันทั้ง 2 พื้นที่ในฤดูแล้ง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในเวลา 8.00-9.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ปากใบเปิดกว้าง และสภาพอากาศไม่รุนแรงมากนัก (ความเข้มแสงประมาณ 600-1200 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-60% VPD 1.5-3.5 kPa อุณหภูมิอากาศ 30-35 องศาเซลเซียส) และในช่วงฤดูฝนปาล์มน้ำมันทั้งสองพื้นที่มีอัตราสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกัน ดังนั้นการให้น้ำในฤดูแล้งในช่วงเวลา 8.00-9.00น. เพื่อลดอุณหภูมิลงและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในแปลงปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคาย น่าจะช่วยให้ปากใบปาล์มเปิดกว้างขึ้น และส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงเวลาดังกล่าวเพิ่มขึ้น

3. ปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและอัตราการคายน้ำสูงกว่าปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคาย แต่มีสัดส่วนอัตราการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์ต่ำกว่า โดยในช่วง 11.00-16.00 น. ใบปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายต้องสูญเสียน้ำมากกว่า 800 โมล เพื่อแลกกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล ในขณะที่ปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าต่ำกว่า 650 โมล

4. ค่าการชักนำปากใบของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดหนองคายและสุราษฎร์ธานี เริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มขึ้น (VPD >1.6 kPa) ปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายและสุราษฎร์ธานีมีค่าการชักนำปากใบ 150 mmol H2O $m^{-2}s^{-1}$ ในสภาพที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำมากกว่า 3.3 และ 3.5 kPa ตามลำดับ อุณหภูมิอากาศ 37 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 41% และ 39% ตามลำดับ

อัตราสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคายและสุราษฎร์ธานีเริ่มจำกัดที่ค่าการนำไหลปากใบ 125 mmol $H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ในสภาพที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำมากกว่า 3.3 และ 3.5 kPa อุณหภูมิอากาศ 37 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 40% ในขณะที่อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันในประเทศมาเลเซียเริ่มจำกัดที่ค่าการนำไหลปากใบ 125 mmol $H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ในสภาพที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำมากกว่า 3.8 kPa อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 40 % และปากใบจะปิดสนิทที่ค่าการชักนำปากใบ 50 mmol $H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ที่แรงดึงระเหยน้ำ 4.5 kPa และอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง 10% เมื่อค่าแรงดึงระเหยน้ำลดลง 50% (จาก 750 เหลือ 350 mmol $H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$) ส่วนอัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันจะลดลงเมื่อค่าแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มขึ้นจาก 0.4-1.8 kPa

# เอกสารอ้างอิง

คัทลียา ฉัตรเที่ยง. 2547. **อัตราแลกเปลี่ยนแก๊สและพลังงานศักย์ของน้ำในใบมะละกอพันธุ์แขกนวลต้นตัวเมีย และต้นสมบูรณ์เพศ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร. สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

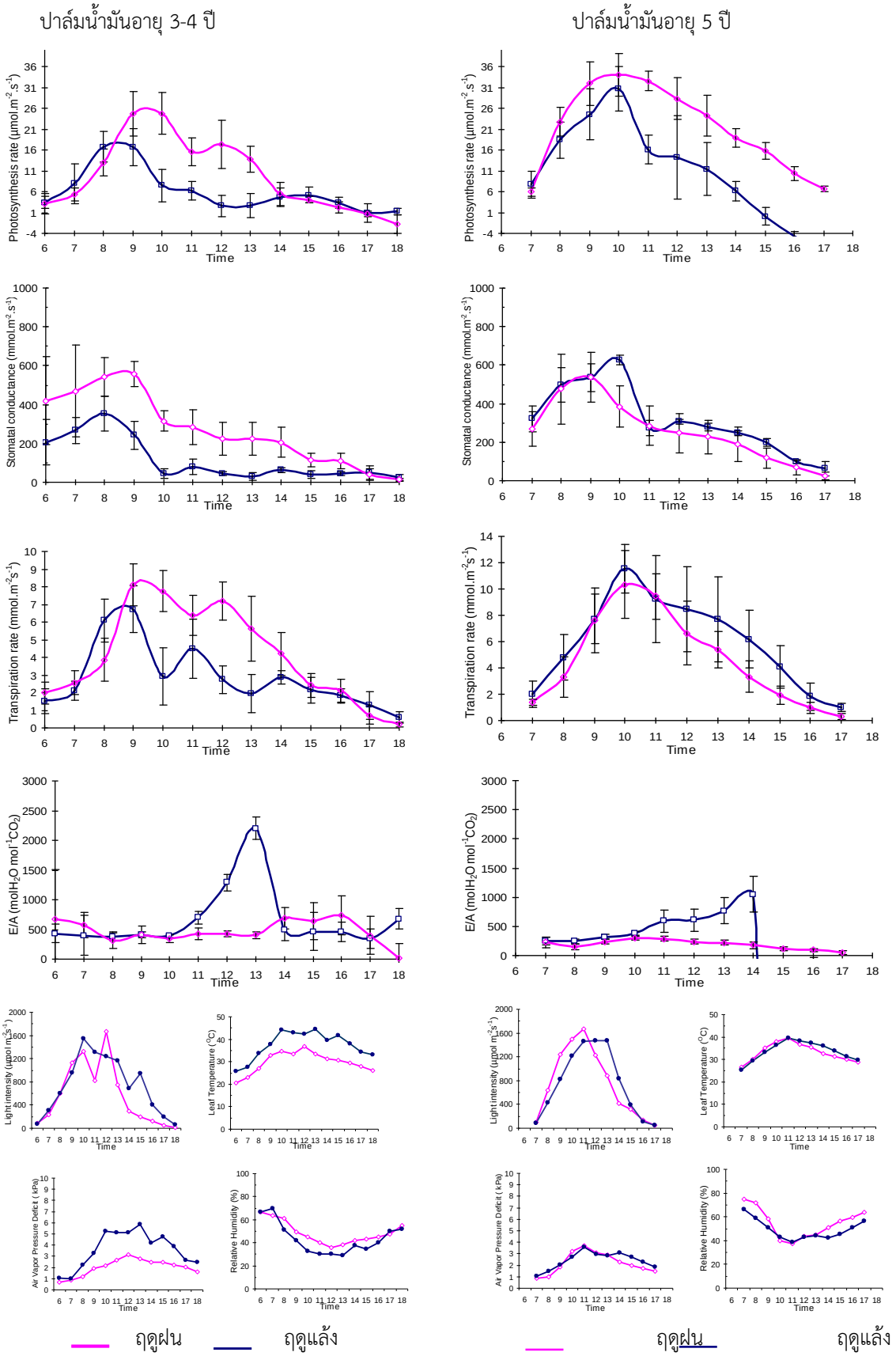
Evan, J.R. 1987. **The dependence of quantum yield on wavelength and growth irradiance**. Aus. J. Plant Physiol. 14:69-79.

Haniff, M. H. 2006. **Gas exchange of excised oil palm (Elaeis guineensis) Fronds**. Asian Journal of Plant Sciences, 5: 9-13.

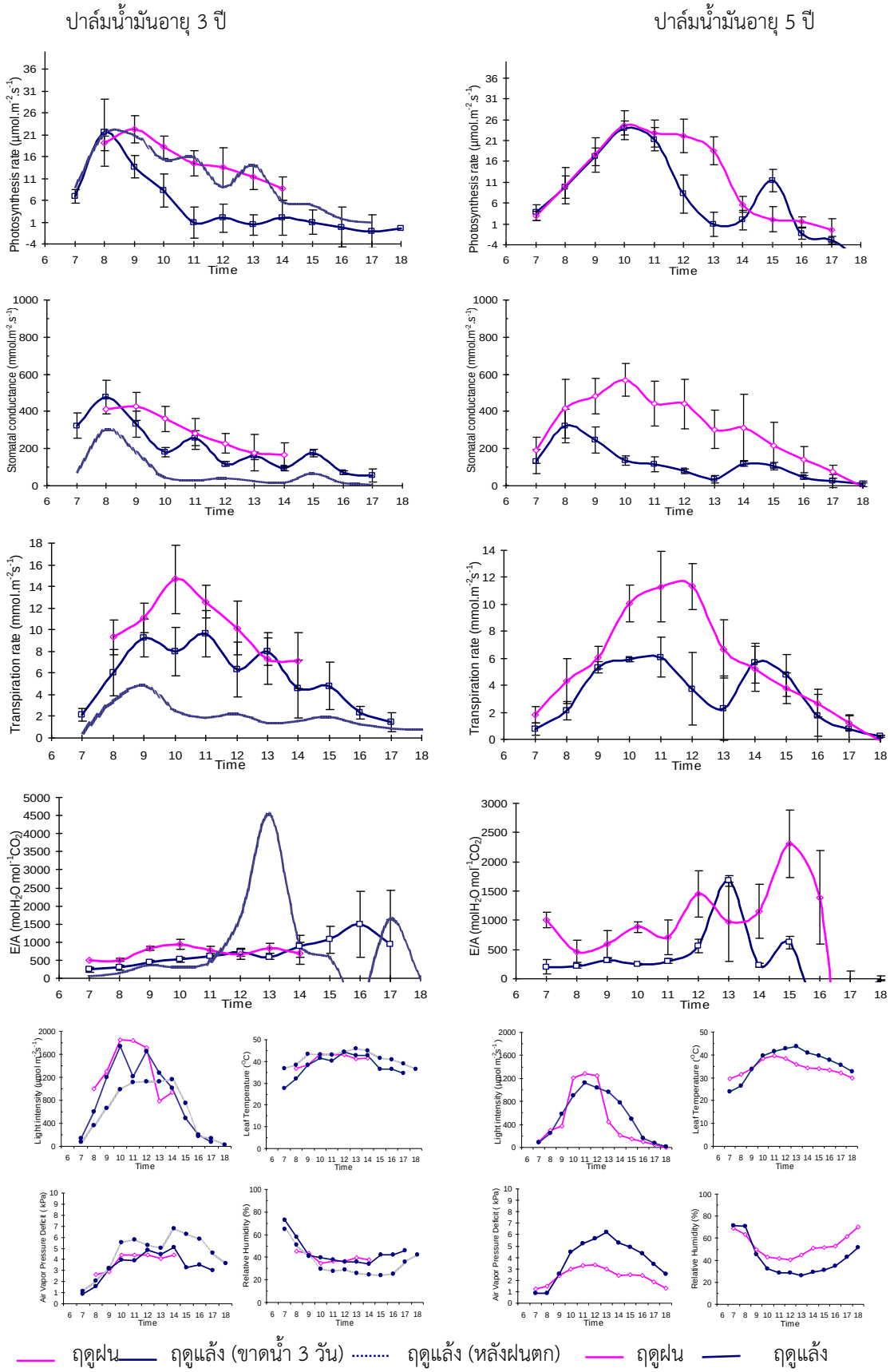
Kallarackal, J., P. Jeyakumar and S. J. George. 2004. Water **use of irricated oil palm at three different arid locations in Peninsular India**. Journal of oil palm Research, 16:45-53

Smith, B.G. 1989. **The effects of soil water and atmospheric vapour pressure deficit on stomatal behaviour and photosynthesis in the oil palm**. J. Exp. Bot., 40:647-651.

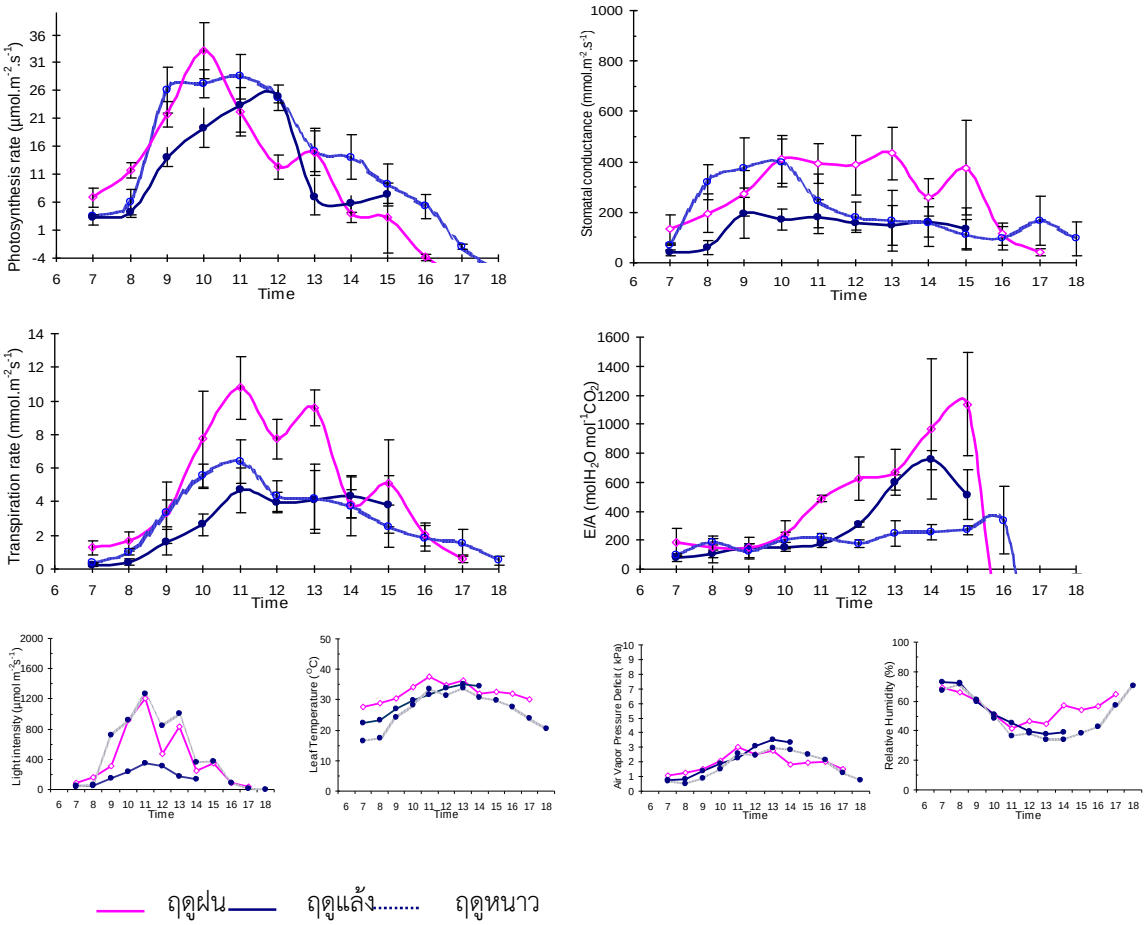
## ภาคผนวก



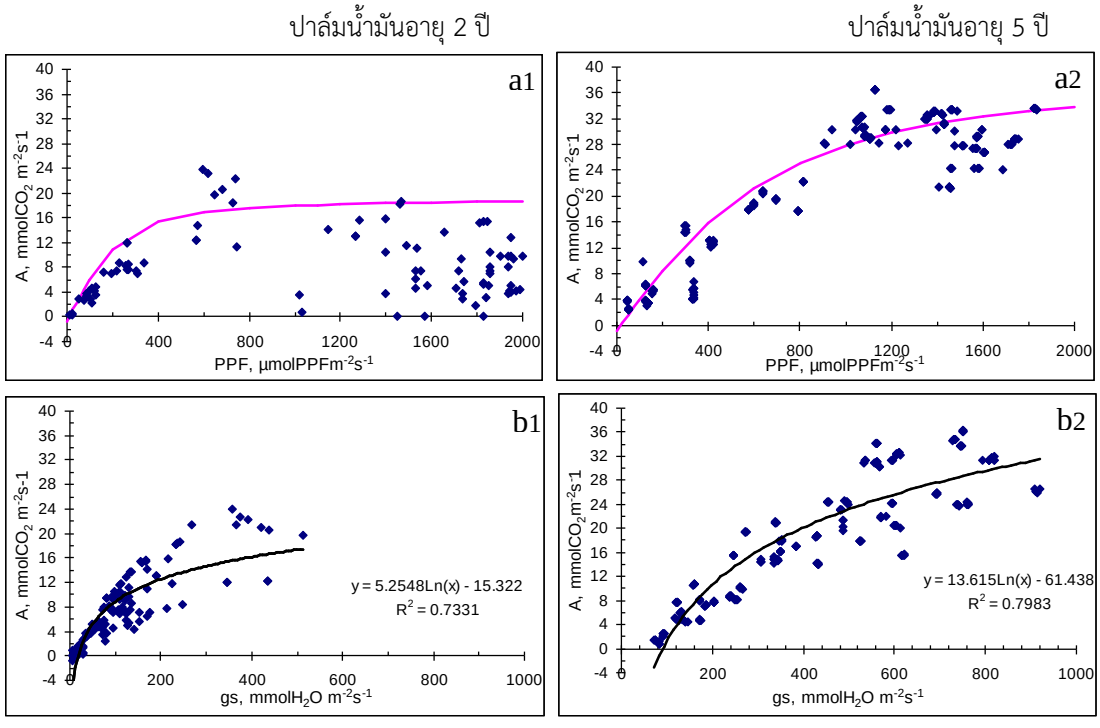

**ภาพที่ 1** อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ, ค่าการชักนำปากใบ, อัตราการคายน้ำ และสัดส่วนการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 3-5 ปี และสภาพอากาศในรอบวันที่ใบปาล์มน้ำมันสัมผัสในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีในฤดูฝน (พฤศจิกายน 2550 และ 2552) และฤดูร้อน (เมษายน 2551 และกุมภาพันธ์ 2553)



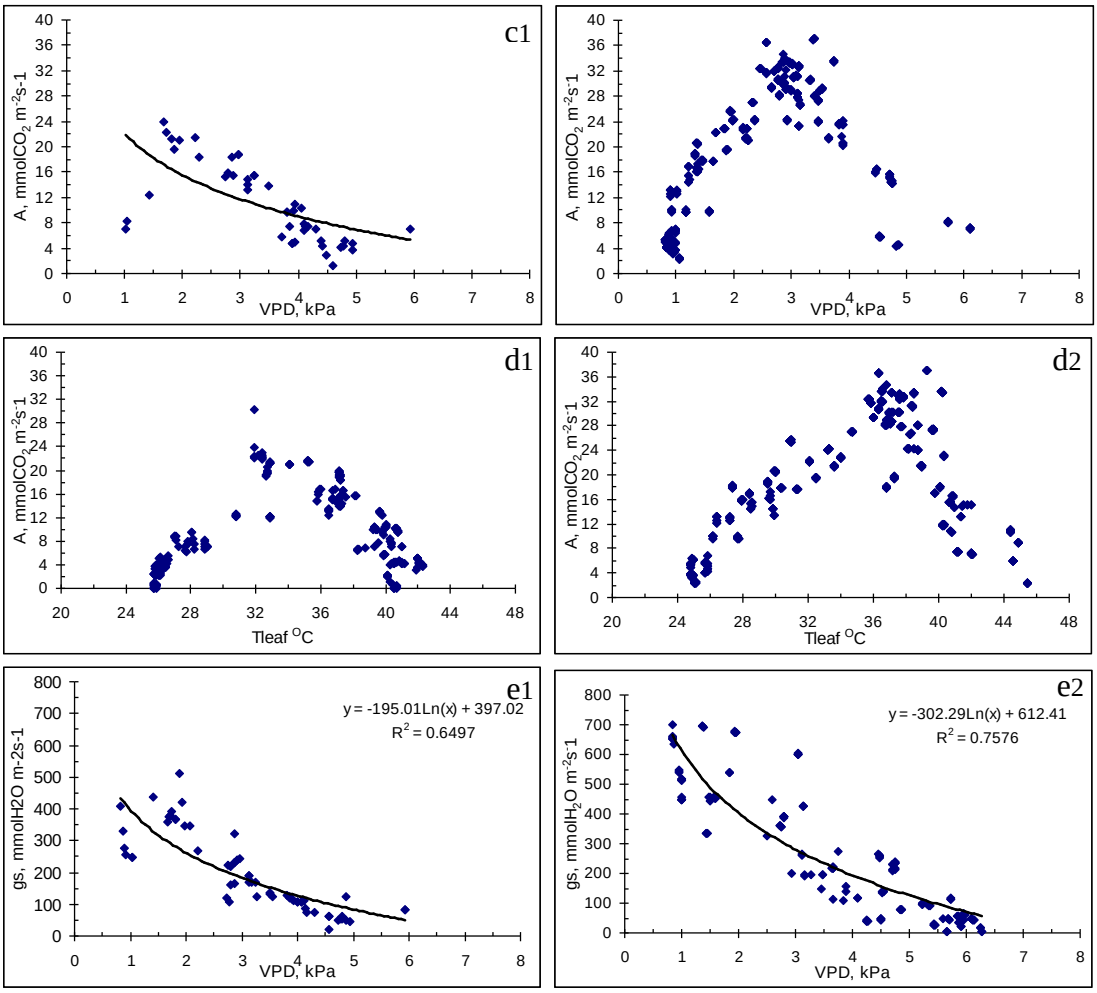

**ภาพที่ 2** อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ, ค่าการชักนำปากใบ, อัตราการคายน้ำ และสัดส่วนการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 3-5 ปี และสภาพอากาศในรอบวันที่ใบปาล์มน้ำมันสัมผัสในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคายในฤดูฝน (กันยายน 2550 และตุลาคม 2552) และฤดูร้อน (เมษายน 2551 และมีนาคม 2553)



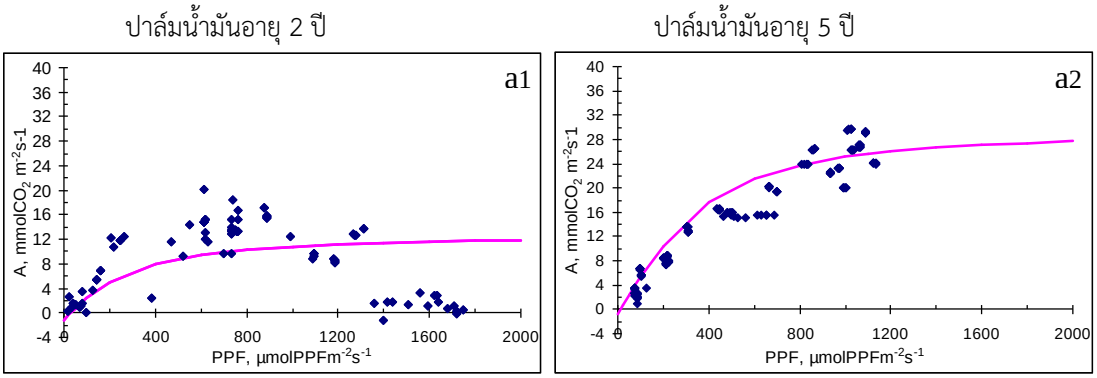

**ภาพที่ 3** อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ, ค่าการชักนำปากใบ, อัตราการคายน้ำ และสัดส่วนการคายน้ำต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี และสภาพอากาศในรอบวันที่ใบปาล์มน้ำมันสัมผัสในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายในฤดูฝน (ตุลาคม 2552) และฤดูหนาว (ธันวาคม 2552 และมีนาคม 2553)

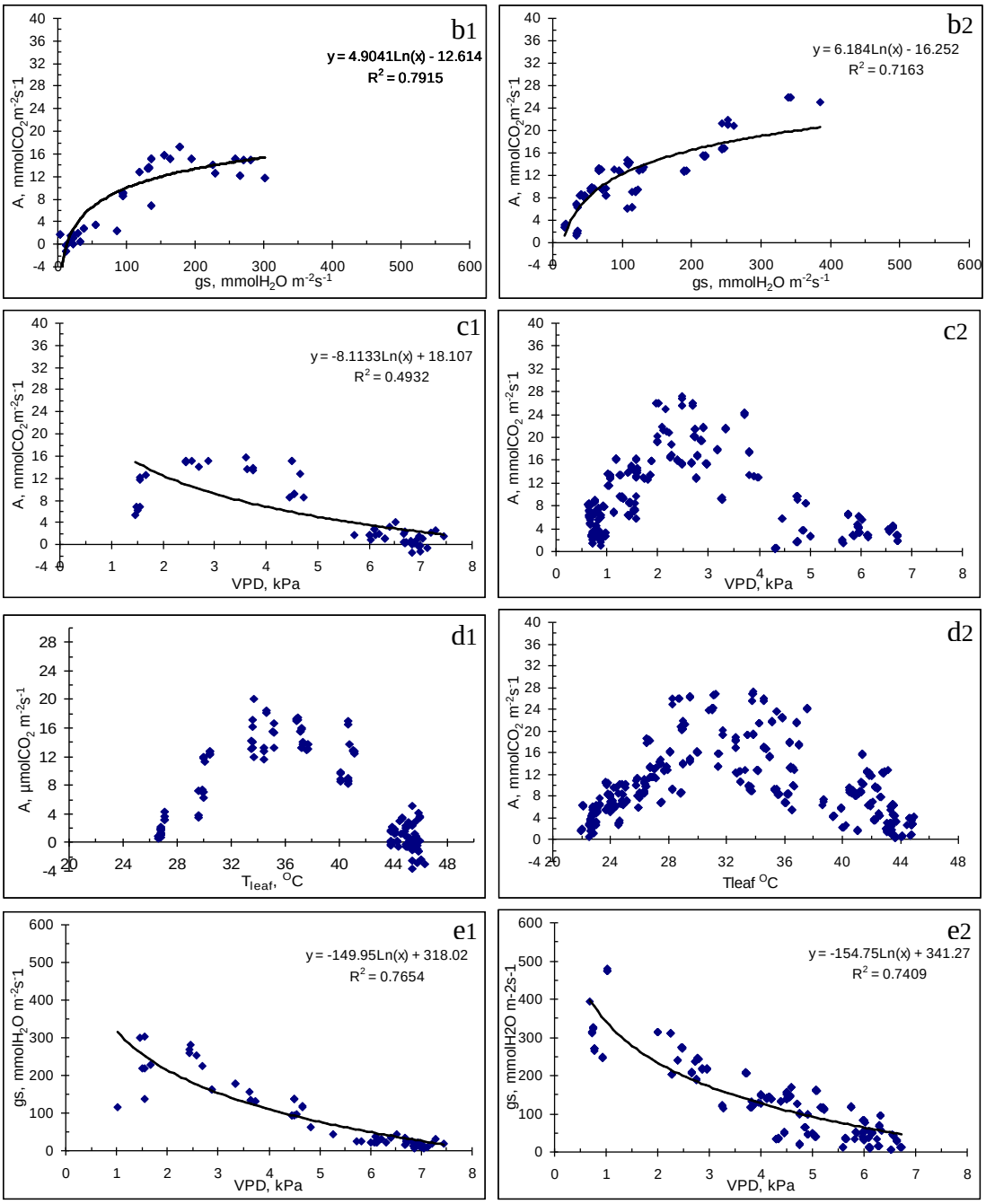



c2

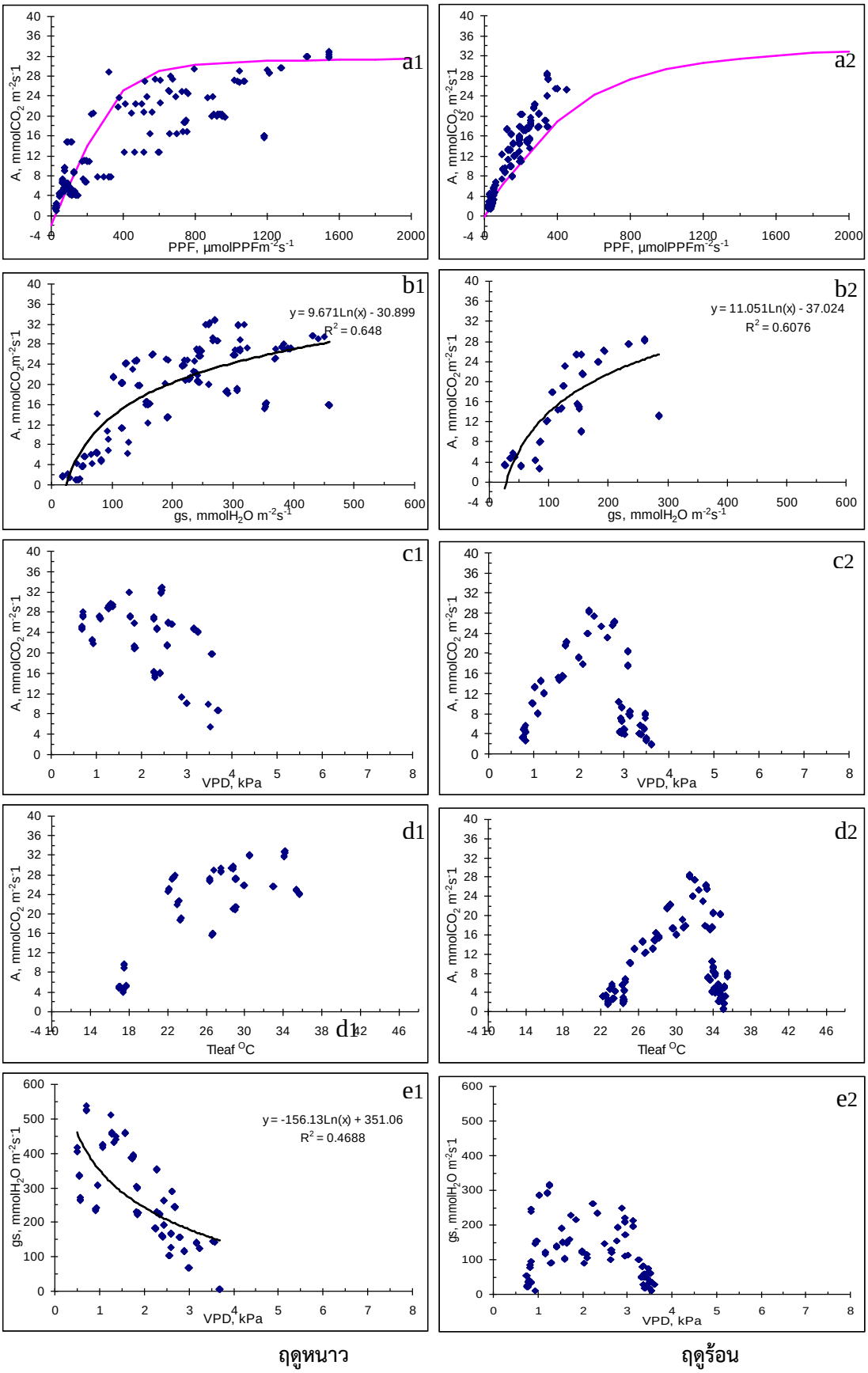



**ภาพที่ 4** (a1,a2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ความเข้มแสงต่างกัน (เส้นทึบ:เส้นตอบสนองต่อแสง) (b1,b2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าการชักนำปากใบต่างกัน (c1,c2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกัน (d1,d2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่อุณหภูมิใบต่างกัน (e1,e2) ค่าการชักนำปากใบที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ในแปลงทดลองที่ไม่ให้น้ำในจังหวัดสุราษฎร์ธานีในฤดูร้อน

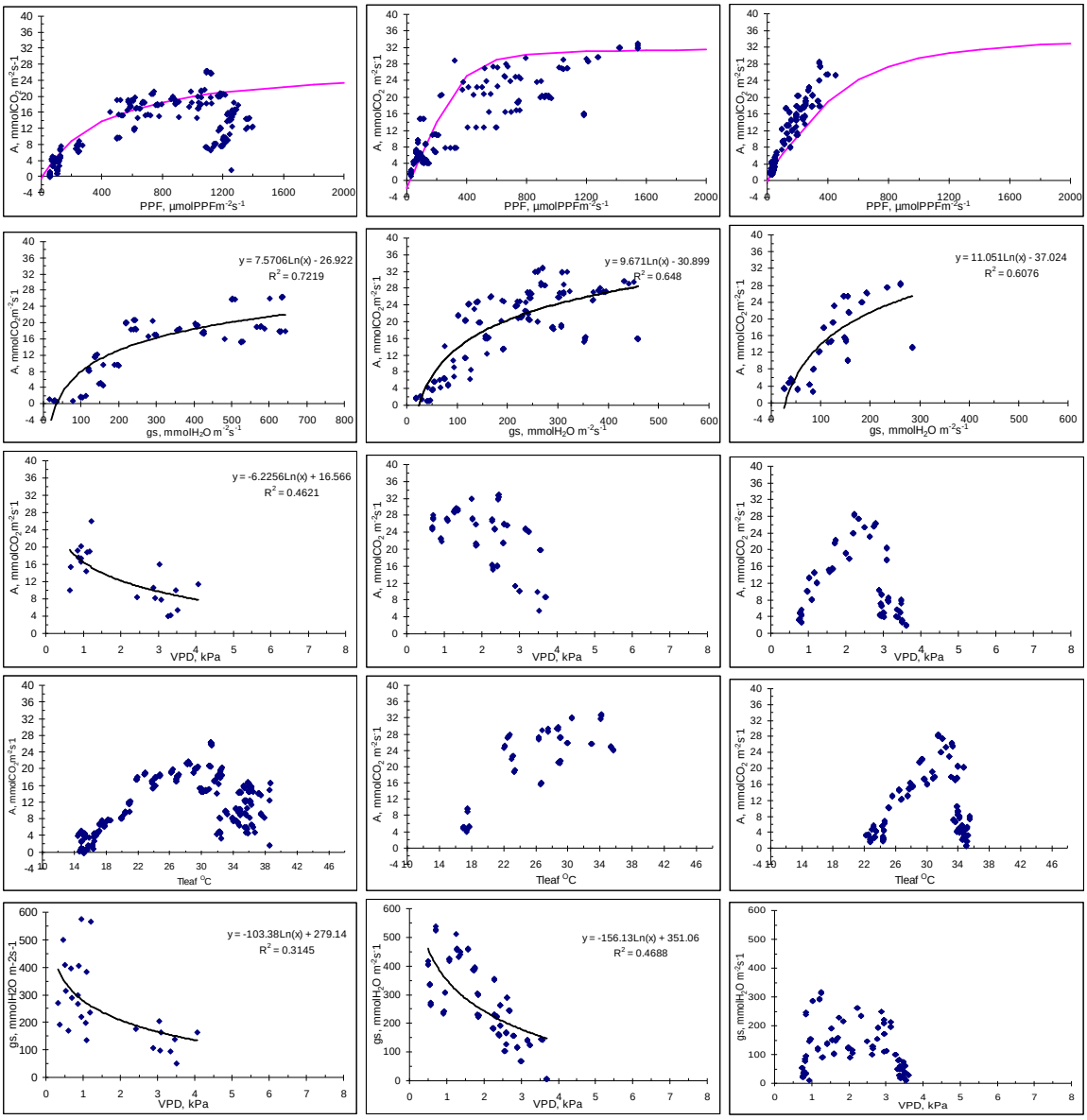




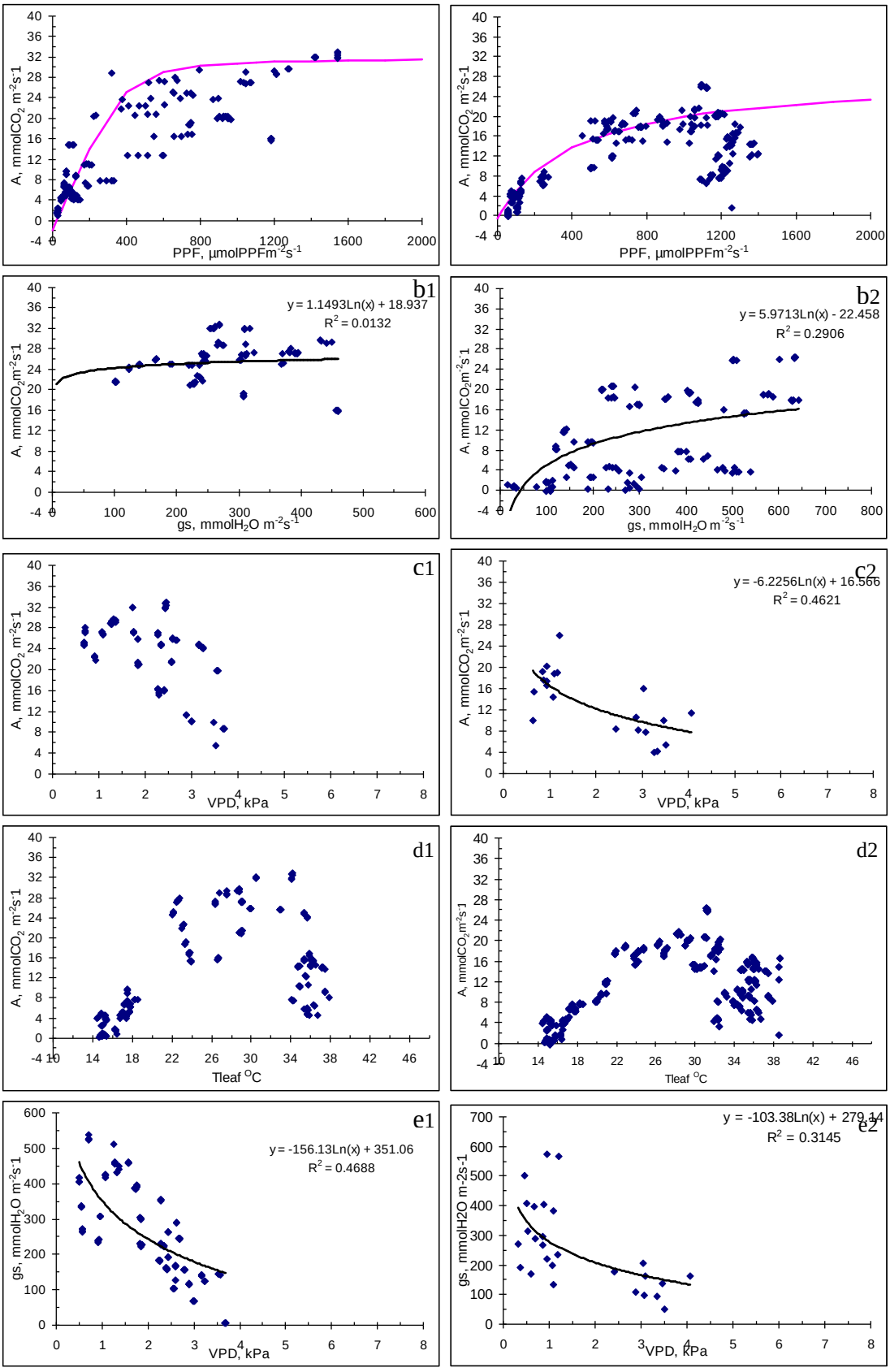

**ภาพที่ 5** (a1,a2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ความเข้มแสงต่างกัน (เส้นทึบ:เส้นตอบสนองต่อแสง) (b1,b2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าการชักนำปากใบต่างกัน (c1,c2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกัน (d1,d2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่อุณหภูมิใบต่างกัน (e1,e2) ค่าการชักนำปากใบที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2-5 ปี ในแปลงทดลองที่มีระบบน้ำในจังหวัดหนองคายในฤดูร้อน




**ภาพที่ 5** (a1,a2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ความเข้มแสงต่างกัน (เส้นทึบ:เส้นตอบสนองต่อแสง) (b1,b2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าการชักนำปากใบต่างกัน (c1,c2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกัน (d1,d2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่อุณหภูมิใบต่างกัน (e1,e2) ค่าการชักนำปากใบที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี ในแปลงทดลองที่มีระบบน้ำในจังหวัดเชียงราย




**ภาพที่ 5** (a) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ความเข้มแสงต่างกัน (เส้นทึบ:เส้นตอบสนองต่อแสง) (b) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าการชักนำปากใบต่างกัน (c) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกัน (d) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่อุณหภูมิใบต่างกัน (e) ค่าการชักนำปากใบที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 3 และ6 ปี ในแปลงทดลองที่มีระบบน้ำในจังหวัดเชียงราย




**ภาพที่ 5** (a1,a2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ความเข้มแสงต่างกัน (เส้นทึบ:เส้นตอบสนองต่อแสง) (b1,b2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าการชักนำปากใบต่างกัน (c1,c2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกัน (d1,d2) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่อุณหภูมิใบต่างกัน (e1,e2) ค่าการชักนำปากใบที่ค่าแรงดึงระเหยน้ำต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 6 ปี ในแปลงทดลองที่มีระบบน้ำในจังหวัดเชียงราย

# ศึกษาการจัดการน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีในพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี
# Study on Fertigation of Surat-Thani Oil Palm Hybrid

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี[/1/] เกริกชัย ธนรักษ์[/2/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาการให้น้ำแบบน้ำหยดร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิต ในสภาพการขาดน้ำที่ระดับ 300-400มม./ปี ในดินที่มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพปานกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และศึกษาผลของการให้น้ำแบบ mini sprinkler และ ระบบน้ำหยด ได้ดำเนินการ ศึกษาตั้งแต่ ปี 2543 โดยการเพาะเมล็ดเป็นต้นกล้า จากนั้นได้ย้ายปลูกในแปลงทดลองที่มีการติดตั้งระบบการให้น้ำทั้งระบบน้ำหยด และ mini-sprinkler พร้อมมีระบบจ่ายปุ๋ยกับน้ำ (fertigation) โดยปลูกต้นปาล์มน้ำมันในช่วง เดือน กรกฎาคม 2543 ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตหลายปัจจัยกล่าวคือสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ และการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของต้นปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง และให้ผลผลิตสูงดังนั้น ปาล์มน้ำมันต้องการสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำที่ค่อนข้างจะสูงดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่มีการกระจายตัวของน้ำฝนที่ดีและดินมีความอุดมสมบูรณ์ สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันบางเขตในประเทศไทย เช่น เขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี และชุมพร ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะมีสภาพการขาดน้ำประมาณ 300-400 มม.ต่อปี ซึ่งถือว่ามีการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวจำกัดผลผลิตของปาล์มน้ำมัน คือ น้ำ ดังนั้นในการที่จะให้ผลผลิตสูงจึงจำเป็นที่จะต้องมีการให้น้ำเสริมแก่สวนปาล์มน้ำมันในช่วงที่ฝนไม่ตก หรือช่วงที่ขาดน้ำ และในปัจจุบันมีระบบการให้น้ำที่สามารถให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี ทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และลดต้นทุนการผลิตสมควรศึกษาการให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นข้อมูลในการแนะนำในการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี และ การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละเขตการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใชช้ในการทดลอง**

1. แปลงปลูกปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1
2. ปุ๋ยเคมี
    - 2.1 Ammonium Sulfate
    - 2.2 Triple Super Phosphate
    - 2.3 Potassium Chloride
    - 2.4 ธาตุอาหารรอง
3. อุปกรณ์การบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม คือ น้ำฝน อุณหภูมิ การระเหยของน้ำClass-A-Pan และ Tensiometer
4. อุปกรณ์การบันทึกข้อมูลน้ำหนักทะลายปาล์มสด และอุปกรณ์การวิเคราะห์น้ำมันปาล์มจากเปลือกนอก
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยาของพืช เช่น เครื่องมือวัดการคายน้ำของพืช และการเปิด-ปิดปากใบ
6. อุปกรณ์การให้น้ำแบบ mini sprinkler และ ระบบน้ำหยด และ อุปกรณ์การให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำ

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB มี 3 ซ้ำ
2. กรรมวิธีประกอบด้วย

main plot คือการให้น้ำ

1. ให้น้ำแบบ mini sprinkler
2. ให้น้ำแบบ ระบบน้ำหยด

sub plot คือ การให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำ

1. ให้ปุ๋ยโดยการหว่านในวิธีการไม่ให้น้ำ
2. ให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ในอัตราปกติ
3. ให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ในอัตรา +25% ของอัตราปกติ
4. ให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ในอัตรา +50% ของอัตราปกติ
5. ให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ในอัตรา -25% ของอัตราปกติ
6. ให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ในอัตรา -50% ของอัตราปกติ

หมายเหตุ * อัตราการใช้ปุ๋ยปกติ มีดังต่อไปนี้

N = 0.64 กก./ต้น/ปี

$P_2O_5$ = 0.45 กก./ต้น/ปี

$K_2O$ = 1.80 กก./ต้น/ปี

3. การปฏิบัติดูแลรักษา

3.1. ปลูกต้นปาล์มน้ำมันจำนวน 25 ต้น ต่อ แปลงย่อย โดยมีต้นเก็บข้อมูล 9 ต้น ต่อ แปลงย่อย ปลูกปาล์มน้ำมันเดือนพฤษภาคม 2543

3.2. ปฏิบัติการดูแลรักษาแปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือกศึกษาถูกต้องตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

3.3. การให้น้ำจะให้น้ำที่ผลต่างของค่าระเหยกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละสัปดาห์

3.4. การให้ปุ๋ยวิธีปกติจะให้ปุ๋ย 2 ครั้ง ต่อ ปี และ วิธี Fertigation จะให้ปุ๋ย 30 ครั้ง ต่อ ปี

**การบันทึกข้อมูล**

1. บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดินปลูกก่อนการทดลอง
2. บันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน และ ใบปาล์มน้ำมัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง และทำการวิเคราะห์อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
3. บันทึกข้อมูลการให้น้ำปาล์มน้ำมัน
4. บันทึกข้อมูลการให้ผลผลิตทุก ๆ 2 สัปดาห์
5. สุ่มเก็บตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันทุก ๆ 2 เดือน
6. บันทึกข้อมูลด้านสภาพแวดล้อม และอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุดกันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี**

| yr | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| 2542 | 2,044 | 1,210 | 0 |
| 2543 | 2,372 | 1,288 | 0 |
| 2544 | 1,811 | 1,374 | 0 |
| 2545 | 1,505 | 1,542 | -348 |
| 2546 | 2,337 | 1,500 | -218 |
| 2547 | 1,339 | 1,498 | -277 |
| 2548 | 1,957 | 1,502 | -348 |
| 2549 | 1,887 | 1,379 | -13 |
| 2550 | 2,096 | 1,262 | -77 |
| 2551 | 2,645 | 1,334 | -133 |
| 2552 | 1,201 | 1,453 | -256 |
| 2553 | 2,246 | 1,410 | -246 |
| **รวม/เฉลี่ย** | 1,953 | 1,396 | -160 |

| 2542-2548 | Rainfall (mm) | Evaporation (mm) | water deficit (mm) |
|---|---|---|---|
| January | 74.93 | 101.63 | -3.58 |
| February | 58.73 | 121.41 | -41.76 |
| March | 71.43 | 141.74 | -52.34 |
| April | 96.73 | 141.70 | -54.03 |
| May | 182.43 | 126.07 | -6.97 |
| June | 145.41 | 125.05 | -8.22 |
| July | 124.03 | 132.24 | -7.51 |
| August | 119.74 | 130.72 | -0.75 |
| September | 182.77 | 117.52 | -0.75 |
| October | 281.53 | 101.68 | 0.00 |
| November | 408.71 | 79.53 | 0.00 |
| December | 206.84 | 76.80 | 0.00 |

จากข้อมูลข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าการขาดน้ำ ระหว่าง ปี 2542-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน 1,953 มม./ปี มีค่าการขาดน้ำ 160 มม./ปี และเดือนที่มีสภาพขาดน้ำมากคือ เดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน และเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน รองลงมาคือ เดือน ธันวาคม ซึ่งถือว่าค่อนข้างเหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

**2. ผลผลิตสะสม**

ผลผลิตสะสม 7 ปี ของการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันจากกรรมวิธีต่างๆ (ตารางที่ 1) พบว่า การให้น้ำแบบ Mini sprinkler ให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,442 กก./ต้น มากกว่า การให้น้ำแบบ Drip ซึ่งให้ผลผลิต 1,291 กก./ต้น สำหรับปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้ให้น้ำ ให้ผลผลิตสะสม 1,080 กก./ต้น เมื่อพิจารณา การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมี พบว่า การให้น้ำแบบ Mini sprinkler ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมี +50% จากอัตราปกติ ให้ผลผลิตสะสมสูงที่สุด 1,548 กก./ต้น (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามในกรรมวิธีที่ให้น้ำ เมื่อมีการลดการให้ลง 25% ของอัตราปกติ พบว่าการให้ผลผลิตลดลง

จำนวนทะลายสะสม 7 ปี พบว่า เป็นไปในทางเดียวกับการให้ผลผลิตทะลายสด (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1** ผลผลิตทะลายสดสะสม 7 ปี ผลผลิตสะสม 7 ปี (กก./ต้น) ของการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันจากกรรมวิธีต่างๆ

| Accumulated FFB (kg/palm) | fertigation normal rate | fertigation +25% normal rate | fertigation +50% normal rate | fertigation - 25% normal rate | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| mini sprinkler | 1,402 | 1,484 | 1,548 | 1,335 | 1,442 |
| Drip irrigation | 1,253 | 1,302 | 1,410 | 1,199 | 1,291 |
| Average | 1,328 | 1,393 | 1,479 | 1,267 | 1,366 |
| No irrigation | | 1,080 | | | 1,080 |

**ตารางที่ 2** ทะลายสะสม 7 ปี ผลผลิตสะสม 7 ปี (กก./ต้น) ของการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันจากกรรมวิธีต่างๆ

| Accumulated Bno. (Bunch/palm) | fertigation normal rate | fertigation +25% normal rate | fertigation +50% normal rate | fertigation - 25% normal rate | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| mini sprinkler | 126 | 131 | 120 | 124 | 125 |
| Drip irrigation | 119 | 119 | 126 | 121 | 121 |
| Average | 122 | 125 | 123 | 123 | 123 |
| No irrigation | | 100 | | | 100 |

**3. ผลผลิตรายอายุปาล์มน้ำมัน**

ผลผลิตทะลายสดตามอายุปาล์มน้ำมัน แสดงในตารางที่ 3 พบว่า การให้น้ำแบบ Mini sprinkler ให้ผลผลิตสูงที่สุด 218 กก./ต้น/ปี ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้ให้น้ำ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 151 กก./ต้น/ปี เมื่อพิจารณา การให้ผลผลิตเป็นรายอายุต้นปาล์มน้ำมัน พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตได้มากกว่าปาล์มที่ไม่ได้ให้น้ำ (ตารางที่ 3) สำหรับจำนวนทะลาย จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตทะลายสด (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตามการให้น้ำไม่มีผลต่อน้ำหนักทะลาย (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 3** ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน (กก./ต้น/ปี) ตั้งแต่อายุ 4 ถึง 10 ปี

| Age (yr) | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ST1 NF | 114.83 | 170.12 | 203.02 | 165.99 | 224.39 | 279.04 | 219.10 | **196.64** |
| ST2 +25 | 90.52 | 162.21 | 207.88 | 213.70 | 242.86 | 293.20 | 247.89 | **208.32** |
| ST3 +50 | 92.68 | 181.34 | 209.07 | 219.34 | 280.36 | 291.36 | 257.05 | **218.74** |
| ST4 -25 | 100.88 | 155.94 | 186.80 | 184.78 | 231.85 | 285.96 | 168.50 | **187.82** |
| No irri | 64.71 | 99.58 | 106.55 | 121.84 | 225.52 | 248.80 | 193.70 | **151.53** |
| DT1 NF | 79.94 | 160.62 | 149.15 | 185.55 | 219.08 | 276.91 | 161.86 | **176.16** |
| DT2 +25 | 86.23 | 142.83 | 167.11 | 172.14 | 227.61 | 295.45 | 187.75 | **182.73** |
| DT3 +50 | 106.66 | 172.82 | 184.71 | 183.83 | 243.81 | 268.68 | 223.25 | **197.68** |
| DT4 -25 | 93.41 | 140.23 | 152.62 | 165.19 | 219.43 | 246.36 | 168.39 | **169.38** |
| Average | **92.21** | **153.97** | **174.10** | **179.15** | **234.99** | **276.20** | **203.05** | **187.67** |

**ตารางที่ 4** จำนวนทะลายปาล์มน้ำมัน (ทะลาย/ต้น/ปี) ตั้งแต่อายุ 4 ถึง 10 ปี

| Age (yr) | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ST1 NF | 24.34 | 23.72 | 16.36 | 13.81 | 14.85 | 21.53 | 9.62 | **17.75** |
| ST2 +25 | 21.97 | 24.27 | 16.46 | 18.04 | 16.46 | 21.32 | 10.95 | **18.49** |
| ST3 +50 | 14.38 | 22.15 | 18.31 | 15.88 | 18.53 | 19.60 | 10.46 | **17.04** |
| ST4 -25 | 23.08 | 23.45 | 14.24 | 14.95 | 16.14 | 22.21 | 8.50 | **17.51** |
| DSNT5 | 17.68 | 14.71 | 9.43 | 11.01 | 15.40 | 19.92 | 10.47 | **14.09** |
| DT1 NF | 19.00 | 24.52 | 12.63 | 15.10 | 16.14 | 21.22 | 8.85 | **16.78** |
| DT2 +25 | 18.56 | 22.97 | 14.67 | 14.31 | 16.84 | 19.74 | 10.13 | **16.74** |
| DT3 +50 | 24.73 | 24.32 | 13.62 | 13.91 | 17.28 | 18.98 | 11.53 | **17.77** |
| DT4 -25 | 23.06 | 22.96 | 12.31 | 14.56 | 16.75 | 20.95 | 9.39 | **17.14** |
| Average | **20.75** | **22.56** | **14.23** | **14.62** | **16.49** | **20.61** | **9.99** | **17.03** |

**ตารางที่ 5** น้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมัน (กก./ต้น) ตั้งแต่อายุ 4 ถึง 10 ปี

| Age (yr) | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ST1 NF** | 4.72 | 7.17 | 12.41 | 12.02 | 15.11 | 12.96 | 22.78 | **11.08** |
| **ST2 +25** | 4.12 | 6.68 | 12.63 | 11.85 | 14.75 | 13.75 | 22.64 | **11.26** |
| **ST3 +50** | 6.45 | 8.19 | 11.42 | 13.81 | 15.13 | 14.86 | 24.57 | **12.83** |
| **ST4 -25** | 4.37 | 6.65 | 13.12 | 12.36 | 14.36 | 12.88 | 19.82 | **10.73** |
| **DSNT5** | 3.66 | 6.77 | 11.30 | 11.07 | 14.65 | 12.49 | 18.50 | **10.76** |
| **DT1 NF** | 4.21 | 6.55 | 11.81 | 12.29 | 13.57 | 13.05 | 18.28 | **10.50** |
| **DT2 +25** | 4.65 | 6.22 | 11.39 | 12.03 | 13.52 | 14.97 | 18.54 | **10.91** |
| **DT3 +50** | 4.31 | 7.11 | 13.56 | 13.22 | 14.11 | 14.16 | 19.36 | **11.13** |
| **DT4 -25** | 4.05 | 6.11 | 12.40 | 11.35 | 13.10 | 11.76 | 17.93 | **9.88** |
| Average | **4.44** | **6.82** | **12.24** | **12.26** | **14.25** | **13.40** | **20.33** | **11.02** |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในสภาพแวดล้อม ที่มีการขาดน้ำเฉลี่ย 160 มม./ปี สรุปได้ว่า การให้น้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันได้ และการให้น้ำแบบ Mini sprinkler ให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,442 กก./ต้น อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดการการให้น้ำด้วย

# การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน
# Influence of Irrigation to Potential of Oil Palm Variety "Suratthani 1"

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] สุรกิตติ ศรีกุล[2/] วราวุธ ชูธรรมธัช[3/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน ดำเนิน การในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ.2544 – พ.ศ.2553 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม (ไม่มีการให้น้ำ), กรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ให้น้ำ 0.8, 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ตามลำดับ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้น้ำต่อศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ด้านสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และผลผลิต ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ด้านสรีรวิทยา พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันมีรูปแบบการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว และการให้น้ำมีผลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและค่านำไหลมีโซฟิลล์ของใบปาล์มน้ำมัน และสามารถใช้เป็นดัชนีในการทำนายศักยภาพของปาล์มน้ำมันได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำต่างกันมีการตอบสนองในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและแรงดึงระเหยน้ำของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ที่มีการตอบสนองในทางบวกในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีการตอบสนองในทางลบ ทั้งนี้เป็นผลจากปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับอย่างเต็มที่

การเจริญเติบโต พบว่า การให้น้ำมีผลต่อจำนวนทางใบ ใบย่อย ความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ สำหรับผลผลิตพบว่า ปริมาณน้ำที่ให้มีผลต่อความสมบูรณ์ของต้น ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาเริ่มต้นการให้ผลผลิต อัตราส่วนเพศและปริมาณผลผลิต โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 1.0 และ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ 72 39 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร
[3/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis* Jacq.) เป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิต โดยปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าเรพซีดและถั่วเหลือง 6.4 เท่า และ 9.5 เท่า ตามลำดับ ซึ่งจากศักยภาพการให้น้ำมันดังกล่าวส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ.2520 มีพื้นที่ปลูกรวม 10.34 ล้านไร่ และเพิ่มเป็น 57.31 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2548 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย จำนวน 44.71 ล้านไร่ สำหรับประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 69,625 ไร่ ในปี พ.ศ.2520 เป็น 4 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2553

จากแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันเพื่อจะเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้บริโภค ส่งออก และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนแทนน้ำมันดีเซล โดยมีเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2572 ซึ่งจากยุทธศาสตร์ดังกล่าวจะทำให้มีการกระจายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้ไปยังภาคตะวันออก,ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก เฉียงเหนือ ซึ่งบางพื้นที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณฝน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ถ้ามีปัจจัยที่เหมาะสม เช่น ปริมาณฝน สภาพอากาศ ความสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีจัดการสวนที่เหมาะสม แต่หากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม ปาล์มน้ำมันไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ และจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมัน ดังนั้นถ้าต้องการผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้ผลคุ้มค่า ควรปลูกในแหล่งที่ฝนมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ หรือมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 120 ม.ม./เดือน (Hartley, 1988; Umana and Chinchilla, 1991)

จากการศึกษาความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน Lysimeter พบว่า ปาล์มน้ำมัน อายุ 19 ปี ที่ได้รับปริมาณน้ำเต็มที่ สามารถให้ผลผลิตทะลายสดสูงสุดถึง 9.44 ตัน/ไร่/ปี และคิดเป็นผลผลิตน้ำมัน 2.4 ตัน/ไร่/ปี (Foong, 1991, 1999) ซึ่งอัตราการให้ผลผลิตดังกล่าว เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ดี เช่น จำนวนทางใบ/ปี พื้นที่ใบ ฯ และลักษณะทางสรีรวิทยาที่เอื้อต่อการสังเคราะห์แสง เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบการให้น้ำปาล์มน้ำมันในแปลงทดลองของประเทศมาเลเซีย พบว่า อัตราการเจริญเติบโต อัตราส่วนเพศ ผลผลิตทะลายสด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำสูงกว่าไม่ให้น้ำ ยกเว้นในปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 6 ปี อัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน หรือต่ำกว่าในบางปี (Hong และ Corley, 1976; Corley, 1976 และ Corley และ Hong, 1982) และจากการศึกษาผลกระทบของการให้น้ำต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันของปาล์มน้ำมัน พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำเฉลี่ย 9 ปี ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3.45 ตัน/ไร่/ปี หรือคิดเป็นปริมาณน้ำมัน 0.97 ตัน/ไร่/ปี และปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยเพียง 2.79 ตัน/ไร่/ปี หรือคิดเป็นปริมาณน้ำมัน 0.74 ตัน/ไร่/ปี (สุรกิตติ และคณะ, 2543)

สถานการณ์ปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น และโอกาสที่จะขยายไปในพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของฝนไม่ดี หรือมีปริมาณน้ำฝนน้อยมีค่อนข้างมาก ดังนั้น เพื่อเป็นการรองรับการขยายพื้นที่ปลูกไปในแหล่งที่มีความเหมาะสมน้อย ซึ่งต้องมีเทคนิคการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมโดยเฉพาะการให้น้ำปาล์มน้ำมัน จึงได้ศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน เพื่อจะได้มีข้อมูลด้านกระบวนการทางสรีรวิทยาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ที่สามารถบ่งชี้ศักยภาพของปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันให้ได้รับผลผลิตที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้ตามศักยภาพของปาล์มน้ำมันที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

แปลงปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุต้นกล้า 12 เดือน ย้ายปลูกเดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ในดินร่วนปนทราย จำนวน 22 ไร่ ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. อุปกรณ์ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

2. ปุ๋ยเคมี แอมโมเนียมซัลเฟต ร็อคฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ กีเซอไรท์ และบอแร็กซ์ และทะลายเปล่า

3. อุปกรณ์สำหรับวัดการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

4. เครื่องวัดศักย์ของน้ำในดิน (Tensiometer) เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบ (Pressure chamber) เครื่องวัดสี (SPAD 502) เครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectrophotometer) เครื่องสกัดน้ำมัน (Soxtec) และเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

5. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และปริมาณคลอโรฟิลล์

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ

2. กรรมวิธี ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีคือ

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม ไม่มีการให้น้ำ

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าการระเหยน้ำ

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าการระเหยน้ำ

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าการระเหยน้ำ

3. วิธีการปฏิบัติ

3.1 แบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อย จำนวน 22 ต้นต่อแปลงย่อย และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต จำนวน 9 ต้นต่อแปลงย่อย

3.2 ติดตั้งระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในกรรมวิธีที่ให้น้ำปาล์มน้ำ มันจำนวน 2 จุดต่อต้น บริเวณกลางทรงพุ่ม และติดตั้งเครื่องวัดศักย์ของน้ำในดิน (tensiometer) จำนวน 2 จุดต่อกรรมวิธี

3.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยเดี่ยว 3 ชนิด คือ ammonium sulphate, rock phosphate และ potassium chloride และปุ๋ยรอง 2 ชนิดคือ kieserite และ borax สำหรับปริมาณที่ใส่แต่ละปี ใส่ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยในปีที่ 1–2 แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง ในปีที่ 3 – 6 แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 3 ครั้ง ในปริมาณที่เท่ากัน โดยวิธีการหว่านปุ๋ยภายในทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน ซึ่งชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใส่ แสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใส่ และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์

| อายุ (ปี) | ชนิดและปริมาณของปุ๋ย (ก.ก./ต้น/ปี) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | AS (21-0-0) | RP (0-3-0) | KCl (0-0-60) | MgO | B |
| 1 | 1.00 | 0.70 | 0.35 | 0.20 | - |
| 2 | 1.65 | 0.93 | 1.17 | 0.40 | 0.03 |
| 3 | 2.35 | 1.40 | 1.85 | 0.80 | 0.07 |
| 4-6 | 2.35 | 1.40 | 2.35 | 1.00 | 0.10 |
| 7-9 | 5.00 | 3.00 | 4.00 | 1.00 | 0.10 |

AS=Ammonium Sulphate RP=Rock Phosphate KCl=Potassium Chloride MgO=Kieserite B=Borax

3.4 ให้น้ำปาล์มน้ำมันตามกรรมวิธีที่วางไว้ โดยเริ่มให้น้ำตามกรรมวิธี เมื่อปาล์มน้ำมันมีการตั้งตัวได้ และปริมาณน้ำที่ให้ในช่วงแล้ง คำนวณจากสมการดังนี้คือ $W = C \times (K \times E)$ โดย W = ปริมาณการให้น้ำ (ลิตร), C = พื้นที่ใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน (ตารางเมตร), K = อัตราน้ำที่กำหนด ได้แก่ 0.8, 1.0 และ 1.2 และ E = ค่าระเหยจาก U.S.-Class A Pan (มิลลิเมตร)

**การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. คุณสมบัติของดินด้านกายภาพและทางเคมี ก่อนปลูกปาล์มน้ำมัน

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จำนวนวันฝนตก, ปริมาณน้ำฝนและค่าระเหยน้ำ

3. ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน 5 ธาตุคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยวิเคราะห์จากทางใบที่ 17

4. การปรับตัวและกระบวนการทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน

4.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เก็บตัวอย่างจากใบย่อย (สะดือใบ) ของทางใบที่ 17 ทางใบละ 6 ใบย่อย และตัดใบขนาดพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 ตัวอย่าง/ใบย่อย โดยใช้ตัวแทนจำนวน 4 ต้น/กรรมวิธี นำตัวอย่างใบที่ได้ไปแช่สารเคมี DMF นาน 24 ชั่วโมง นำสารที่สกัดได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร คำนวณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการดังนี้

คลอโรฟิลล์ เอ = ((12.6*ค่า absorbance$_{664}$)-(2.99*ค่า absorbance$_{647}$))*0.02

คลอโรฟิลล์ บี = ((23.26*ค่า absorbance$_{647}$)-(5.60*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

คลอโรฟิลล์รวม = ((20.27*ค่า absorbance$_{647}$)+(7.04*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

4.2 ศักย์ของน้ำในใบ วัดโดยใช้เครื่อง pressure chamber ของ Soil Moisture และบันทึกข้อมูลในรอบวันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง จำนวน 4 ค่า/ซ้ำ (20 ค่า/กรรมวิธี)

4.3 เส้นตอบสนองต่อแสง และการสนองตอบต่อคาร์บอนไดออกไซด์ วัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis ของ LI-COR 6400)

4.4 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่านำไหลปากใบ ค่าการคายน้ำ และอัตราส่วนระหว่างอัตราการคายน้ำและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน วัดด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง

5. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน บันทึกข้อมูลปีละ 2 ครั้ง เดือนมกราคม และกรกฎาคม ตามวิธีการของ Corley and Breure (1981) โดยวัดการเจริญเติบโต 9 ต้นต่อแปลงย่อย

5.1 จำนวนทางใบเพิ่ม เริ่มวัดเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุ 2 ปี

5.2 จำนวนใบย่อย เริ่มวัดเมื่ออายุ 1 ปี นับจำนวนใบย่อยทั้งหมด โดยใน 3 ปีแรก นับจากทางใบที่ 9 และปีถัดมานับจากทางใบที่ 17

5.3 ความยาวทางใบ ใช้ทางใบที่ 17 เป็นตัวแทนวัดจากจุดที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทาง ถึงปลายของแกนทาง

5.4 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ใช้ทางใบที่ 17 ตัดทางใบและที่หน้าตัดแกนทางวัดความกว้าง และตามลึกของก้านแกนทางตรงตำแหน่งที่เริ่มมีใบย่อยของโคนแกนทาง

5.5 พื้นที่ใบ คำนวณจากทางใบที่ 17 เป็นตัวแทนหาค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวของใบย่อยจำนวน 3 คู่ คูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมด และคูณด้วยค่า correction factor 0.55

6. การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

6.1 จำนวนช่อดอก (ตัวผู้, ตัวเมียและกระเทย) บันทึกข้อมูล 1 ครั้ง/เดือน และคำนวณอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน (ช่อดอกดอกตัวเมียต่อช่อดอกรวม)

6.2 ผลผลิตทะลายสด เก็บเกี่ยว 2 ครั้ง/เดือน และเริ่มเก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2546 บันทึกข้อมูลจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลาย เก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักแต่ละทะลายทุกต้นในพื้นที่เก็บเกี่ยว คำนวณผลผลิตทะลาย/ต้น และผลผลิตทะลาย/ไร่/ปี

6.3 องค์ประกอบทะลายและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจำนวน 10 ทะลาย/กรรมวิธี และวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายตามวิธีการของ Hartley (1988) ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีการของ Ooi (1978) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การสกัดน้ำมันใช้วิธี Soxtec

7. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธี Analysis of Variance

**การปฏิบัติดูแลรักษา**

1. กำจัดวัชพืช และตัดแต่งทางใบก่อนการใส่ปุ๋ย

2. การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำทางวิชาการในอัตราตามอายุพืช และในปีที่ 4 เริ่มใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

3. การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวทะลายสดเมื่อสุกแก่ มีผลร่วง 2-3 ผล ดังนั้นรอบของการเก็บเกี่ยวจึงขึ้นอยู่กับฤดูกาลและความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมัน ประมาณ 10-15 วัน/ครั้ง

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2544 – และสิ้นสุด ธันวาคม 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. สภาพแวดล้อมในแปลงทดลอง**

1.1 คุณสมบัติของดิน เป็นชุดดินคอหงส์ ลักษณะดินร่วนปนทราย มีความเป็นกรดเล็กน้อย (เหมาะสมปานกลาง) ปริมาณอินทรียวัตถุน้อย (ช่วงเหมาะสม 1.5-3.0 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่นำไปใช้ได้มีน้อยมาก (ค่าที่เหมาะสมต้องมากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมและแมกนีเซียมมีปริมาณน้อยกว่าค่าแนะนำ (ค่าที่เหมาะสมควรมากกว่า 150 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ) สำหรับแคลเซียมมีปริมาณเหมาะสม ซึ่งค่าที่เหมาะสมควรมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

**Table 1** Physical and chemical properties of soil before oil palm planting

| Physical and chemical properties | Quantity |
|---|---|
| Soil type | Sandy loam |
| pH (1:1, soil:water) | 4.78 |
| Organic matter (%) | 1.15 |
| Available P (Bray II) ($mg.kg^{-1}$) | 2.00 |
| Exchangeable cations ($mg.kg^{-1}$) | |
| K | 58.50 |
| Ca | 330.00 |
| Mg | 84.37 |

1.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากค่าเฉลี่ยรายปีพบว่า จำนวนวันฝนตกมีค่า 157 วันต่อปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,932 มิลลิเมตรต่อปี และในปี พ.ศ. 2545, 2547 และ 2552 ปริมาณน้ำฝนมีค่าต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2552 มีค่าเพียง 1,200 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งถือว่าแล้งมากเป็นประวัติการณ์ สาเหตุเกิดจากปรากฏการณ์เอลนีโน่ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบอย่างมากโดยเฉพาะการให้ผลผลิต และยังมีผลกระทบต่อเนื่องถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีปริมาณฝนสูงถึง 2,580 มิลลิเมตรต่อปี แต่เป็นฝนเดือนพฤศจิกายนสูงถึง 1,026 มิลลิเมตร (ประสบสภาวะน้ำท่วมและไม่มีแสงแดด) ดังนั้นค่าการระเหยน้ำในปี พ.ศ. 2553 จึงมีค่าสูงถึง 1,948 มิลลิเมตร ซึ่งสูงกว่าทุกปี (ค่าเฉลี่ยการระเหยน้ำ 1,478 มิลลิเมตร) และส่งผลให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลงเป็นอย่างมาก

**Table 2** Rainy day, rainfall and evaporation between 2001-2010 at Suratthani Oil Palm Research Center

| Year | Rainy day (day) | Rainfall (mm.) | Evaporation (mm.) |
|---|---|---|---|
| 2001 | 154 | 1,810.5 | 1,371.6 |
| 2002 | 136 | 1,537.4 | 1,540.3 |
| 2003 | 159 | 2,337.1 | 1,498.6 |
| 2004 | 157 | 1,338.5 | 1,496.6 |
| 2005 | 148 | 1,957.3 | 1,511.2 |
| 2006 | 201 | 1,824.8 | 1,370.2 |
| 2007 | 161 | 2,093.8 | 1,259.3 |
| 2008 | 170 | 2,644.8 | 1,332.6 |
| 2009 | 138 | 1,200.6 | 1,452.9 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2010 | 146 | 2,579.6 | 1,947.6 |
| **เฉลี่ย** | **157** | **1,932.4** | **1,478.1** |

**2. ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน วิเคราะห์ธาตุอาหารเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 และ 7 ปี (ตารางที่ 3-4) เพื่อสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งปรากฏผลดังนี้**

ธาตุไนโตรเจน การให้น้ำไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณไนโตรเจนในใบทั้ง 2 อายุ โดยปริมาณไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันเมื่ออายุ 5 ปี ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงค่าวิกฤต ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการปรับอัตราการใส่ปุ๋ย และที่อายุ 7 ปี มีแนวโน้มว่า ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ และมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตทั้ง 3 กรรมวิธี ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมจะช่วยให้ปาล์มน้ำมันพัฒนาด้านการเจริญเติบโตได้เต็มที่

ธาตุฟอสฟอรัส การให้น้ำไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างต่างทางสถิติต่อปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันทั้ง 2 อายุ และปริมาณฟอสฟอรัสของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปีมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤตเล็กน้อย ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤตและต้องมีการปรับอัตราปุ๋ยเพิ่มเติม

ธาตุโพแทสเซียม การให้น้ำมีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบ (อายุ 5 ปี) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในใบมีค่าต่ำสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้มีการดึงโพแทสเซียมไปใช้เป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมในใบยังสูงกว่าค่าวิกฤต แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี มีการให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต แต่ไม่พบอิทธพลของการให้น้ำต่อปริมาณโพแทสเซียม

ธาตุแคลเซียม การให้น้ำมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในใบปาล์มน้ำมันที่อายุ 5 ปี โดยการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ใบมีปริมาณแคลเซียมสูงสุด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการไม่ให้น้ำ และการให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำ และที่อายุ 7 ปี พบว่า การให้น้ำไม่มีผลต่อปริมาณแคลเซียม แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณแคลเซียมในแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณสูงกว่าค่าวิกฤต

ธาตุแมกนีเซียม พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดทั้ง 2 อายุ (สูงกว่าค่าวิกฤต) ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ที่อายุ 7 ปี การให้น้ำมีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ

**Table 3** Leaf nutrient content of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation (March 2005)

| Treatment | Nutrient content (critical point) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | N (2.50) | P (0.15) | K (1.00) | Ca (0.60) | Mg (0.24) |
| Control | 2.423 | 0.130 | 1.369[a] | 0.660[b] | 0.298 |
| 0.8 time of evap. | 2.392 | 0.142 | 1.408[a] | 0.632[b] | 0.262 |
| 1.0 time of evap. | 2.429 | 0.141 | 1.315[ab] | 0.633[b] | 0.219 |
| 1.2 time of evap. | 2.453 | 0.134 | 1.056[b] | 0.803[a] | 0.242 |
| **F-test** | **ns** | **ns** | **** | ***** | **ns** |
| **C.V. (%)** | **5.85** | **8.69** | **11.25** | **12.02** | **22.63** |

**Table 4** Leaf nutrient content of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation (March 2007)

| Treatment | Nutrient content (critical range) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | N (2.50-2.80) | P (0.17-0.20) | K (0.90-1.10) | Ca (0.43-0.60) | Mg (0.25-0.40) |
| Control | 2.370 | 0.136 | 0.878 | 0.751 | 0.293[a] |
| 0.8 time of evap. | 2.636 | 0.137 | 0.928 | 0.801 | 0.250[ab] |
| 1.0 time of evap. | 2.624 | 0.129 | 0.993 | 0.797 | 0.256[ab] |
| 1.2 time of evap. | 2.612 | 0.139 | 1.014 | 0.784 | 0.216[b] |
| **F-test** | **ns** | **ns** | **ns** | **ns** | ***** |
| **C.V. (%)** | **8.80** | **6.02** | **10.55** | **12.61** | **23.24** |

(เลขในวงเล็บ : ค่าวิกฤตของธาตุอาหารในใบ)

**3. การปรับตัวและกระบวนการทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน**

3.1 ความเข้มสีของใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า การให้น้ำมีผลทำให้ความเข้มสีของใบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีความเข้มสีของใบสูงสุด ในขณะที่อีก 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ และผลการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าสูงสุด และปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีค่าสูงกว่าคลอโรฟิลล์บี 2 เท่า (ตารางที่ 5) ซึ่งการมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงช่วยส่งผลต่อประสิทธิภาพของแหล่งสร้างพลังงานให้แก่ปาล์มน้ำมัน

**Table 5** Spad unit, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation

| Treatment | ค่าสีจาก SPAD | Chlorophyll content ($gm^{-2}$) | | |
|---|---|---|---|---|
| | unit 502 | Chlorophyll a | Chlorophyll b | Total chlorophyll |
| Control | 70.82[b] | 0.51 | 0.26 | 0.78 |
| 0.8 time of evap. | 70.98[b] | 0.51 | 0.26 | 0.78 |
| 1.0 time of evap. | 70.82[b] | 0.50 | 0.26 | 0.78 |
| 1.2 time of evap. | 72.35[a] | 0.52 | 0.29 | 0.80 |
| **F-test** | ***** | **ns** | **ns** | **ns** |
| **C.V. (%)** | **2.57** | **1.93** | **9.97** | **5.53** |

3.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมในรอบวัน

**ศักย์ของน้ำในใบ** มีค่าสูงช่วงเช้าและเริ่มลดลงเมื่ออัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น และต่ำสุดในช่วง 12.00-13.00 น. จากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำลดลง (ภาพที่ 1)ค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในใบปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีค่า -1.10 -0.85 -0.83 และ -0.65 MPa ตามลำดับ แสดงว่า ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีการสูญเสียน้ำสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับค่าการคายน้ำของปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 2c)

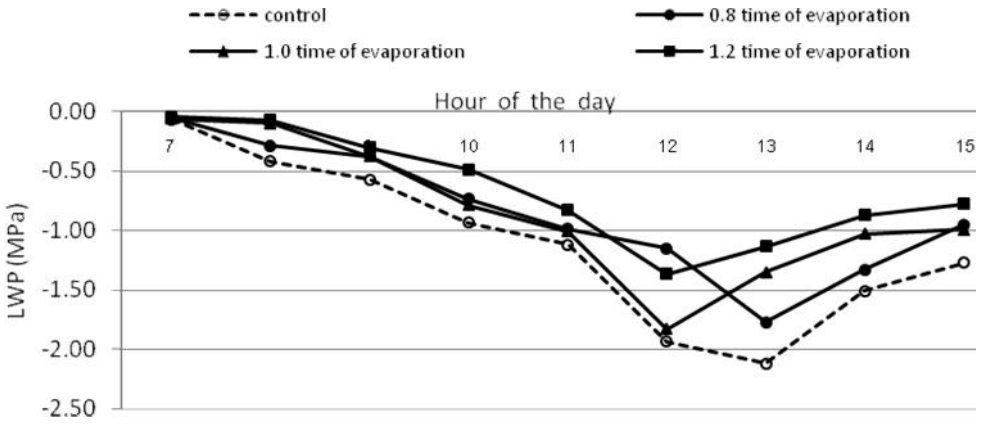



**Figure 1** Leaf water potential between 7 am – 3 pm of oil palm var. Suratthani 1 (age 9 years) under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation in rainy season (December 2009)

**อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ** มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสง และมีค่าสูงสุดช่วงความเข้มแสง 1,350-2,000 $\mu$mol$m^{-2}s^{-1}$ โดยปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 18.3 19.5 22.3 และ 23.1 $\mu$mol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ (อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำสูงกว่าไม่ให้น้ำ 7-26 เปอร์เซ็นต์) และในช่วง 7.00-9.00 น. ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยได้รับความเข้มแสงน้อยแต่อัตราสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกับกรรมวิธีอื่น แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้แสงที่สูง (ภาพที่ 2a, e)

**ค่านำไหลปากใบ** ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยมีค่านำไหลปากใบเฉลี่ยสูงสุด 413 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ สอดคล้องกับแรงดึงระเหยน้ำเฉลี่ยที่มีค่าต่ำ (1.1 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$) ในขณะที่แรงดึงระเหยน้ำเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีค่า 1.6 2.1 และ 1.9 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ค่านำไหลปากใบเฉลี่ยจึงใกล้เคียงกัน (296 209 และ 223 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$) จะเห็นได้ว่า ค่านำไหลปากใบมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับแรงดึงระเหยน้ำโดยมีค่าลดลงเมื่อแรงดึงระเหยน้ำเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2b, f)

**อัตราการคายน้ำ** อัตราการคายน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ โดยอัตราคายน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า ที่เวลา 12.00 น. อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีค่าลดลง เมื่อค่านำไหลปากใบลดลงเหลือ 122 และ 135 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิมีค่าสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันในการลดการสูญเสียน้ำ (ภาพที่ 2c, g)

**ประสิทธิภาพการใช้น้ำ** ประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยมีค่าค่อนข้างต่ำคือ 3.19 และ 3.41 $mmolCO_2$ $mol^{-1}H_2O$ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีค่าสูงกว่า 32-35 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 9.00-10.00 น. ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 51-65% หลังจากนั้นประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลง (ภาพที่ 2d, h)

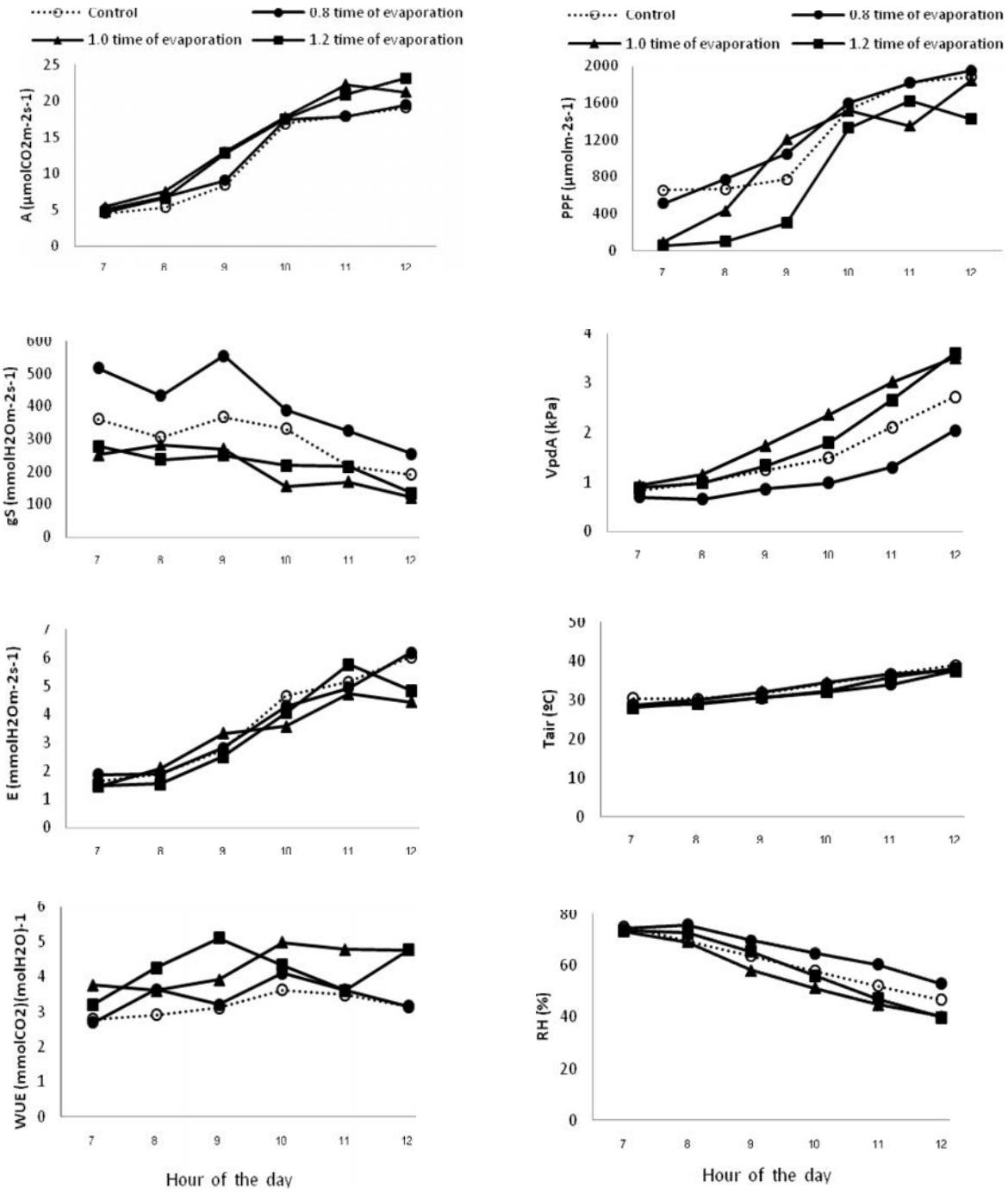



**Figure 2** Net photosynthetic rate (a) stomatal conductance (b) transpiration rate (c) water use efficiency or mmol of $CO_2$ assimilate to mol of water loss (d) and diurnal climate changes (photosynthetically photon flux density, vapour pressure deficit, air temperature and relative humidity) (e-h) of oil palm var. Suratthani 1 (age 9 years) under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation in late rainy season (December 2009)

**1.3 เส้นตอบสนองต่อแสง และค่าการนำไหลปากใบที่ปริมาณความเข้มแสงต่างกัน**

วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและค่าการนำไหลปากใบ โดยกำหนดความเข้มแสงตั้งแต่ 0-2,000 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำต่างกันที่อายุ 7 ปีและ 9 ปี

**เส้นตอบสนองต่อแสง**

ลักษณะการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันทั้ง 2 อายุมีรูปแบบการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีการตอบสนองต่อแสงสูงกว่าการไม่ให้น้ำอย่างเด่นชัด ซึ่งศักยภาพการสังเคราะห์แสงจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันเนื่องจากสร้างสารอาหารได้มากกว่า และ ปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปีมีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าช่วงอายุ 9 ปี ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตปาล์มน้ำมันที่จะกล่าวถึงต่อไป (ภาพที่ 3a, c) สำหรับค่านำไหลปากใบ ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีค่านำไหลปากใบสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ โดยมีค่าสูงกว่า 2.0-4.5 เท่า (ภาพที่ 3b, d) ซึ่งค่านำไหลปากใบที่ความเข้มแสงดังกล่าวแสดงถึงศักยภาพของปาล์มน้ำมันในการสังเคราะห์แสงในช่วงที่เริ่มมีแสง ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพสูงจะสามารถปรับตัวได้ดี โดยสามารถเปิดปากใบได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำหรือให้น้ำในปริมาณน้อย ซึ่งความแตกต่างของค่านำไหลปากใบจะส่งผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์หรืออัตราสังเคราะห์แสง

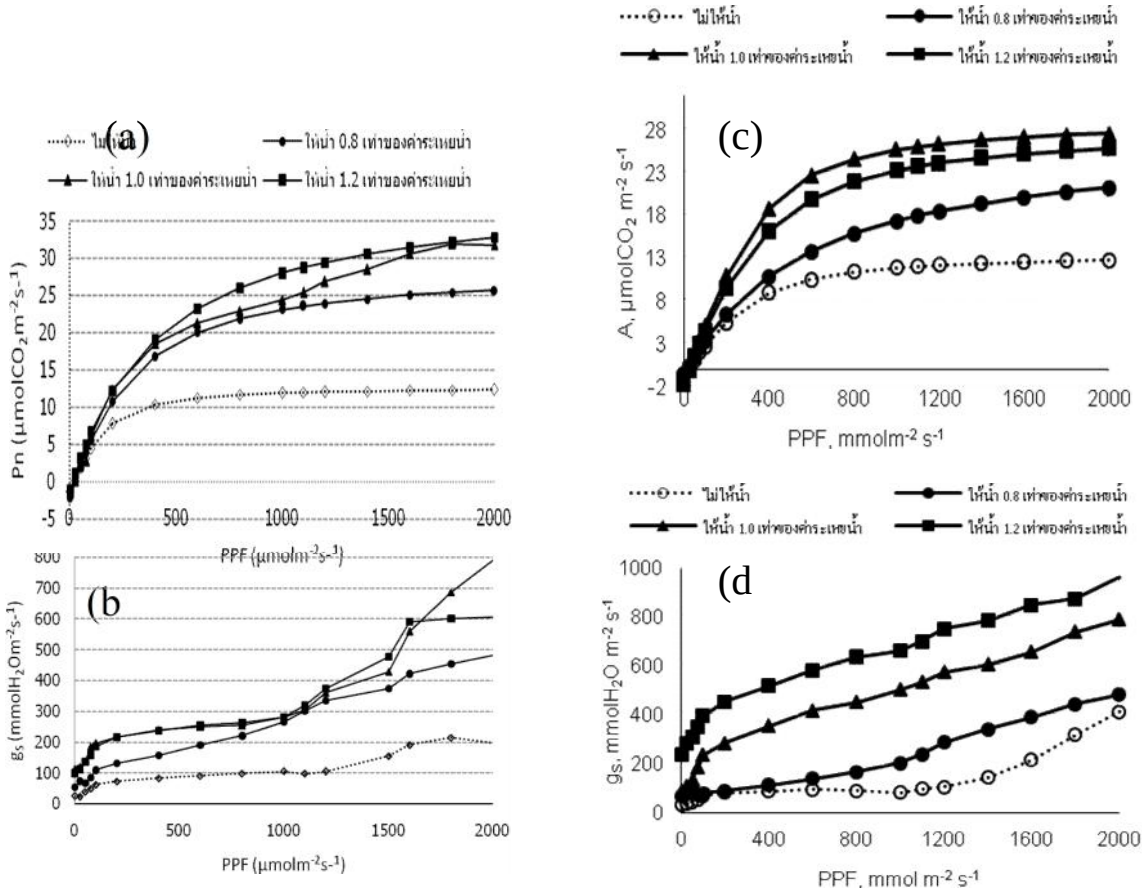



**Figure 3** Light responses curve (a, c) and stomatal conductance (b, d) of oil palm frond at photosynthtically photon flux density 0-2,000 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ of oil palm var. Suratthani 1 under rainfed and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation (April 2008 and December 2009)

จากการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ จากข้อมูลของเส้นตอบสนองต่อแสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่มีการให้น้ำต่างกัน ได้แสดงผลในตารางที่ 6

**อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Net photosynthetic rate, Pn)**

ปัจจัยน้ำมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่อายุ 8 ปีและ 9 ปีอย่างเด่นชัด โดยปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดใกล้เคียงกัน ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปีที่ให้น้ำ 0.8, 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 30.68, 39.51 และ 40.54 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ และสูงกว่าอายุ 9 ปี 10-25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

**ประสิทธิภาพการใช้แสง (Quantum efficiency, ~)**

แสดงถึงประสิทธิภาพของใบในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งหน่วยของแสง จากการคำนวณพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงกว่าการไม่ให้น้ำทั้ง 2 อายุ และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นประสิทธิ- ภาพการใช้แสงมีค่าลดลง (0.037-0.073 และ 0.069-0.097 โมลต่อหนึ่งหน่วยของแสง) ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (ตารางที่ 6)

**อัตราการหายใจ (Dark respiration, Rd)**

อัตราการหายใจของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำต่างกันทั้ง 2 อายุมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.63-2.11 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากใบที่ใช้วัดเป็นทางใบที่ 17 สำหรับใบที่มีอัตราการหายใจสูงส่วนใหญ่เป็นใบที่มีอายุน้อย เนื่องจากใบดังกล่าวต้องมีการหายใจเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการรักษาสภาพ ในขณะที่ใบที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ growth respiration จะลดลง และการหายใจส่วนใหญ่จะใช้ในการ maintenance และการลำเลียงสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของพืช อัตราการหายใจจึงลดลง (ตารางที่ 6)

**ความเข้มแสงที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราหายใจ (Light compensation point, Ic)**

Lc ของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำต่างกันทั้ง 2 อายุมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 11.8-25.7 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และพบว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น Lc ของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าลดลง ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการวัดในช่วงฝน (อายุ 9 ปี) ค่า Lc ต่ำถือว่าเป็นค่าที่ดีเนื่องจากว่า แม้ปาล์มน้ำมันจะได้รับแสงปริมาณน้อยแต่ใบปาล์มน้ำมันยังสามารถสังเคราะห์แสงได้มากกว่าการหายใจ นั่นหมายถึงว่าปาล์มน้ำมันสร้างสารอาหารได้สูงกว่าการใช้สารอาหาร (ตารางที่ 6)

**ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด (Light saturation point, ls)**

**ls** ของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีค่าต่ำสุดทั้ง 2 อายุ (418-659 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Hong (1979) ที่มีค่า 400 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ทั้งนี้เนื่องจากความเครียดน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ที่อายุ 9 ปี ซึ่งเป็นการวัดในช่วงปลายฝนปาล์มน้ำมันมีความเครียดน้ำน้อยกว่า ค่า **ls** จึงเพิ่มขึ้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ พบว่า **ls** มีค่าระหว่าง 668-1113 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (ตารางที่ 6) ซึ่งใกล้เคียงกับที่ Dufrene and Saugier (1993) และ Henson (1995b) ศึกษาไว้ว่า ls ของปาล์มน้ำมันมีค่า 800 $\mu molm^{-2}s^{-1}$

**Table 6** Maximum photosynthetic rate, quantum yield, dark respiration, light saturation point and light compensation point of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation in late rainy season (December 2009)

| Treatment | Max. Photosynthetic Rate ($\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$) | Quantum Yield (mol $mol^{-1}$) | Dark Respiration ($mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$) | Light Compensation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) | Light Saturation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| April 2008 | | | | | |
| Control | 14.2 | 0.069 | 1.37 | 20.39 | 418 |
| 0.8 time evap. | 30.7 | 0.091 | 2.11 | 24.20 | 797 |
| 1.0 time evap. | 39.5 | 0.072 | 0.86 | 12.10 | 10737 |
| 1.2 time evap. | 40.5 | 0.097 | 1.12 | 11.80 | 9887 |
| December 2009 | | | | | |
| Control | 14.2 | 0.037 | 0.65 | 17.9 | 659 |
| 0.8 time evap. | 27.3 | 0.045 | 0.63 | 14.3 | 1,113 |
| 1.0 time evap. | 30.8 | 0.073 | 1.69 | 23.6 | 668 |
| 1.2 time evap. | 29.9 | 0.067 | 1.69 | 25.7 | 799 |

**ประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์**

**จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์** ของปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี (ในช่วงแล้ง) ที่ให้น้ำมีค่าต่ำกว่าไม่ให้น้ำ 1.9-2.5 เท่า ซึ่งเป็นค่าที่ดีเนื่องจากว่า แม้สภาพบรรยากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 165 μmol อัตราการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำยังมีค่าสูงกว่าอัตราการหายใจ ในขณะที่อัตราการหายใจของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำสูงกว่าการสังเคราะห์แสง และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นและเป็นการวัดในช่วงปลายฝนพบว่า จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ของปาล์มน้ำมันมีค่าใกล้เคียงกัน 58-82 μmol (ตารางที่ 7)

**ค่านำไหลมีโซฟิลล์** หรือประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์ rubisco เพื่อเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตในคลอโรพลาสต์พบว่า การให้น้ำมีผลทำให้ปาล์มน้ำมันมีค่านำไหลมีโซฟิลล์สูงกว่าไม่ให้น้ำ โดยในช่วงแล้งจะเห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัด (14-42 เปอร์เซ็นต์) และในช่วงปลายฝนปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าต่ำกว่าการไม่ให้น้ำเล็กน้อย แต่ค่านำไหลมีโซฟิลล์ของปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำสูงกว่าไม่ให้น้ำ 43-106 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ดังกล่าวจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปาล์มน้ำมันมีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงที่สูง (ตารางที่ 7)

**Table 7** $CO_2$ compensation point and carboxylation conductance of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation in rainy season (April 2008)

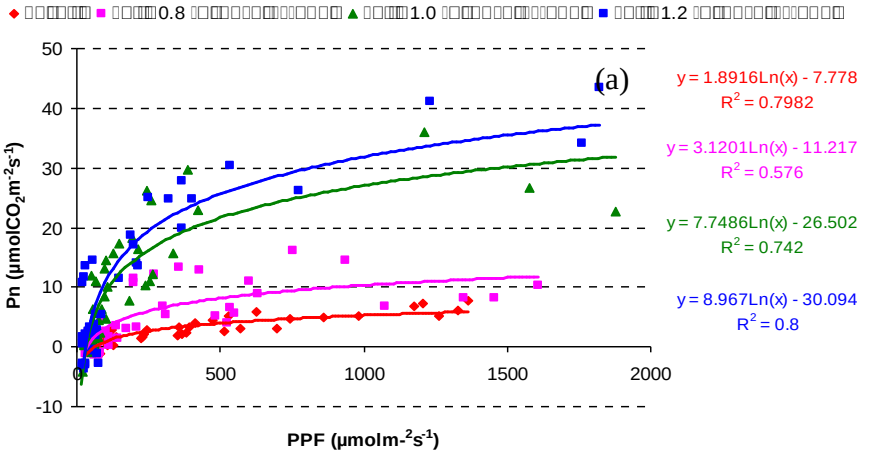
| Treatment | April 2008 | | December 2009 | |
|---|---|---|---|---|
| | $CO_2$ Compensation ($\ll molCO_2mol^{-1}$) | Carboxylation Conductance ($mmolCO_2m^{-2}s^{-1}$) | $CO_2$ Compensation ($\ll molCO_2mol^{-1}$) | Carboxylation Conductance ($mmolCO_2m^{-2}s^{-1}$) |
| Control | 165.5 | 99.0 | 76.4 | 50.7 |
| 0.8 time evap. | 85.1 | 115.0 | 81.9 | 45.1 |
| 1.0 time evap. | 67.5 | 139.9 | 57.8 | 72.6 |
| 1.2 time evap. | 89.4 | 140.7 | 74.2 | 104.6 |

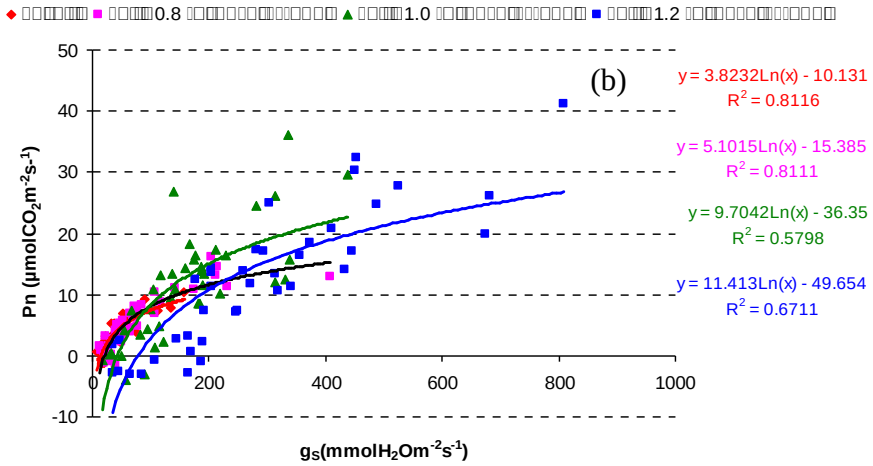
3.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราสังเคราะห์แสงสุทธิและค่านำไหลปากใบมี 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเข้มแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ซึ่งจากการศึกษาความสัมพันธ์ของปาล์มน้ำมันเมื่อเดือนเมษายน 2551 พบว่า

อัตราสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีการตอบสนองต่อความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก (36 และ 44 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 1200 และ 1800 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) เมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ (7 และ 17 $\mu mol\ CO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 600 และ 750 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุจิตรา และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 4 ปี ที่ปลูกในสุราษฎร์ธานีมีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด 24 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 600 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่อัตราสังเคราะห์แสงสูงสุดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดหนองคายมีค่า 20 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ความเข้มแสง 600 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ดังนั้นหากต้องการเพิ่มศักยภาพปาล์มน้ำมันให้สร้างอาหารได้เต็มที่สำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ปัจจัยน้ำจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ต้องจัดการให้เหมาะสม เพื่อปาล์มน้ำมันจะได้สร้างอาหารได้เต็มที่ หรือการปลูกในพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมโดยมีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1600-2000 มิลลิเมตร/ปี (ภาพที่ 4a)

อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่า 18 38 และ 41 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ค่าการนำไหลปากใบ 200 380 และ 800 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 10 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ที่ค่านำไหลปากใบ 170 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ สำหรับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำพบว่า ค่านำไหลปากใบที่เพิ่มขึ้นจากจุดดังกล่าวไม่มีผลต่อการเพิ่มของอัตราสังเคราะห์แสง ถึงแม้ปากใบจะเปิดเพิ่มขึ้นและมีคาร์บอนไดออกไซด์ไหลซึมเข้ามา แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้กระบวนการทางชีวเคมีถูกจำกัด ส่งผลให้อัตราสังเคราะห์แสงลดลง แต่ในกรณีของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำพบว่า อัตราสังเคราะห์แสงอาจมีค่าเพิ่มขึ้นหากค่านำไหลปากใบสูงกว่า 800 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันได้รับน้ำเต็มที่ ทำให้ปากใบสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่มีความเครียดน้ำ (ภาพที่ 4b)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสังเคราะห์แสงและแรงดึงระเหยน้ำพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางบวก โดยอัตราสังเคราะห์แสงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อแรงดึงระเหยน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น (ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันได้รับน้ำอย่างเต็มที่) ซึ่งตรงกันข้ามกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ และให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางลบ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า เมื่อแรงดึงระเหยน้ำมีค่าสูงกว่า 3 kPa อัตราสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำจะเริ่มลดลง และที่แรงดึงระเหยน้ำ 4 kPa อัตราสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่า 2 7 13 และ 21 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ และจากความสัมพันธ์ระหว่างค่านำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีความสัมพันธ์ในรูปแบบเดียวกันกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสังเคราะห์แสงและแรงดึงระเหยน้ำ แต่ปรากฏว่า ค่านำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพที่ 4c-d)



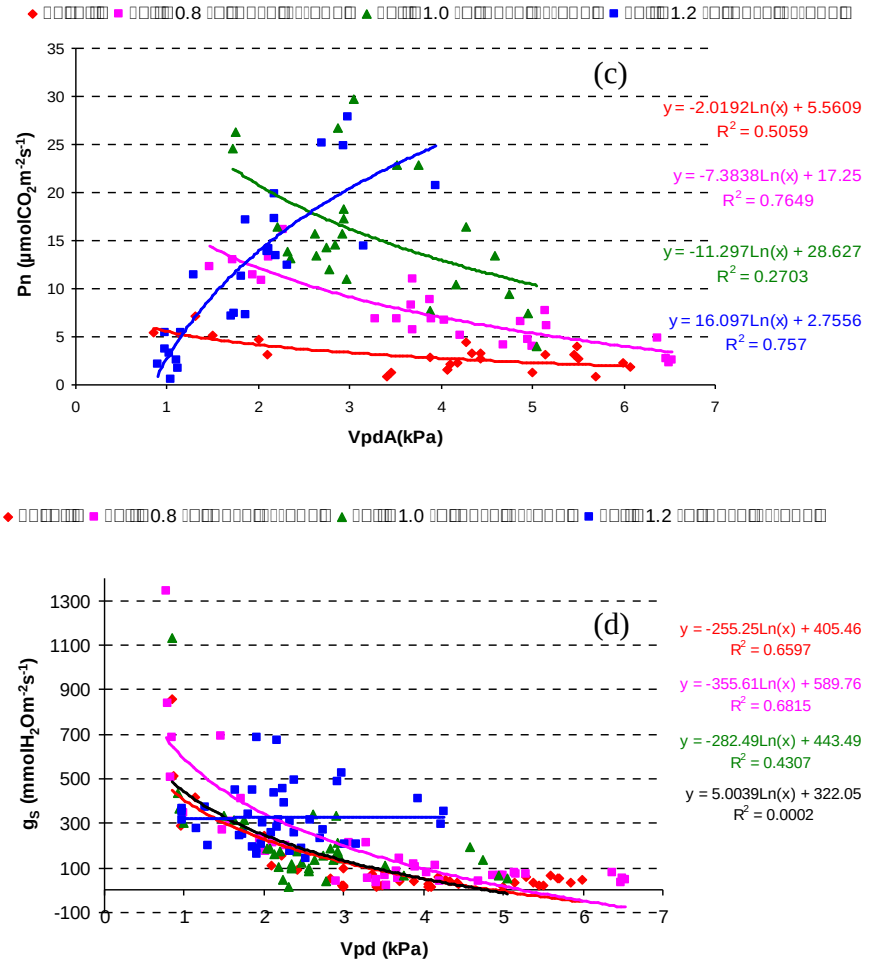
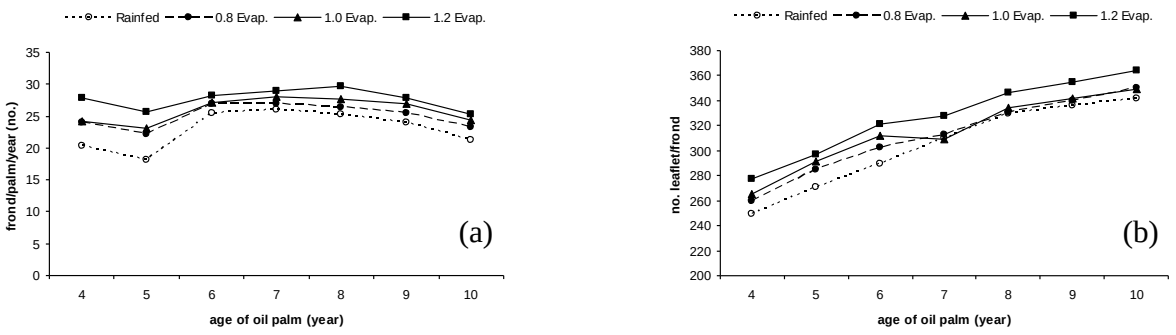



**Figure 4** Relation between photosynthetic rate and photosynthtically photon flux density (a), photosynthetic rate and stomatal conductance (b), photosynthetic rate and vapour pressure deficit air (c) and stomatal conductance and vapour pressure deficit air (d) of oil palm var. Suratthani 1 under rainfed and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation (April 2008)

**4. การเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน**

4.1 การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน นำเสนอข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2547- พ.ศ. 2553 (ปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี)



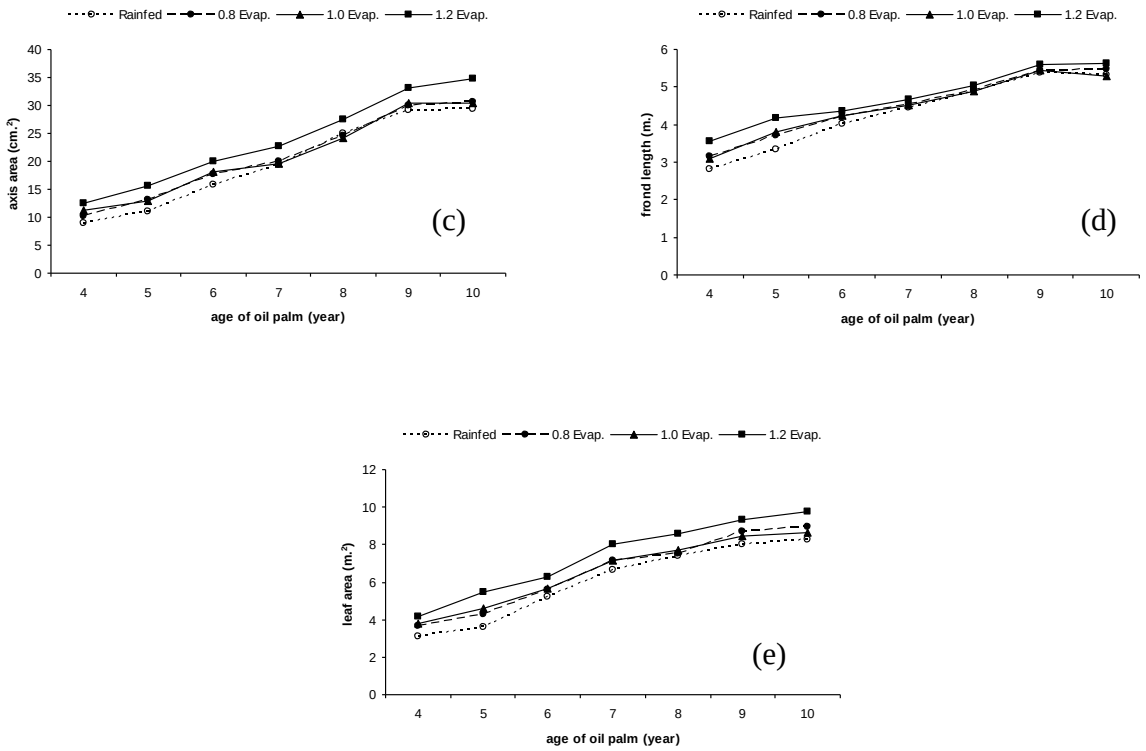



**Figure 5** Number of frond (a) leaflet (b) axis area (c) frond length (d) and leaf area (e) of oil palm var. Suratthani 1 (age 4-10 years) under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation

**จำนวนทางใบ** การให้น้ำมีผลต่อการเพิ่มจำนวนทางใบ โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีจำนวนทางใบเพิ่มสูงสุด และแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สำหรับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 5 และ 7 ปี และปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีจำนวนทางใบต่ำสุดตลอด 10 ปี (ภาพที่ 5a และตารางภาคผนวกที่ 1)

**จำนวนใบย่อย** การให้น้ำมีผลทำให้จำนวนใบย่อยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยใบย่อยของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ และปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีจำนวนใบย่อยต่ำสุด ซึ่งจำนวนใบย่อยจะมีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ใบและพื้นที่ในการสังเคราะห์แสง (ภาพที่ 5b และตารางภาคผนวกที่ 2)

**ความยาวทางใบ** การให้น้ำมีผลทำให้ความยาวทางใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งตลอด 10 ปี โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีความยาวทางใบสูงสุด และแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และพบว่า ความยาวทางใบของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีความยาวทางใบสั้นที่สุด (ภาพที่ 5c และตารางภาคผนวกที่ 3)

**พื้นที่หน้าตัดแกนทาง** เป็นดัชนีบ่งชี้พื้นที่ท่อน้ำและท่ออาหารของปาล์มน้ำมัน โดยการให้น้ำมีผลทำให้การเพิ่มพื้นที่หน้าตัดแกนทางมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า ปาล์มน้ำมันอายุ 4 และ 5 ปี พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงสุด 13.00 และ 16.08 ซม.$^2$ตามลำดับ

ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางไม่แตกต่างกัน และพบว่า ปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดแกนทางต่ำที่สุดคือ 9.23 และ 11.41 ซม.$^2$ (ภาพที่ 5d และตารางภาคผนวกที่ 4)

**พื้นที่ใบ** การให้น้ำในปริมาณที่ต่างกันมีผลทำให้พื้นที่ใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และพื้นที่ใบมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นโดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีพื้นที่ใบสูงสุดในทุกอายุ และปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีพื้นที่ใบน้อยสุด (ภาพที่ 5e และตารางภาคผนวกที่ 5)

4.2 การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน นำเสนอข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2547- พ.ศ. 2553 (ปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี)

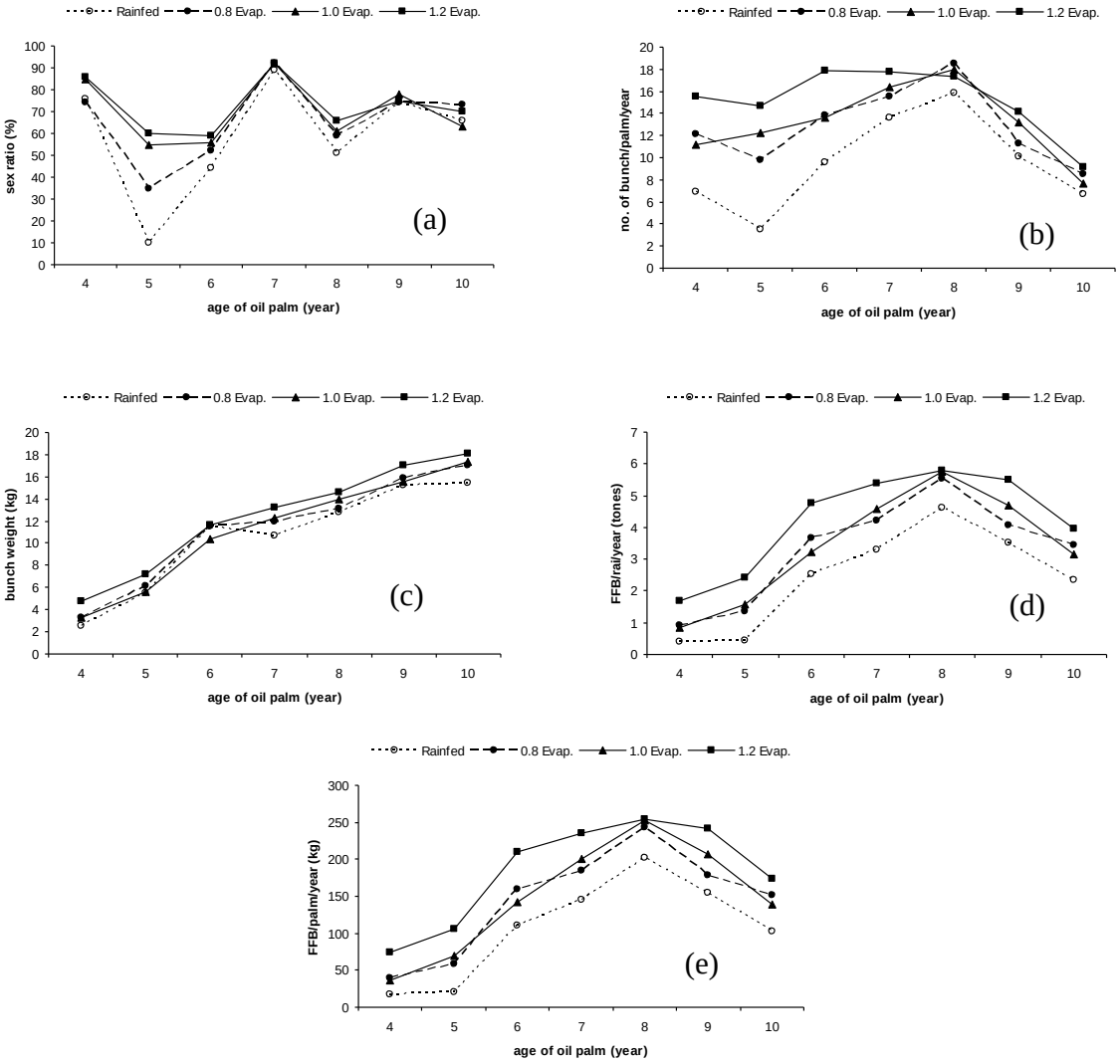



**Figure 6** Sex ratio (a) number of bunch (b) mean bunch weight (c) fresh fruit bunch/palm/year (d) and fresh fruit bunch/rai/year (e) of oil palm var. Suratthani 1 (age 4-10 years) under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation

**อัตราส่วนเพศ** เป็นสัดส่วนของช่อดอกตัวเมียต่อช่อดอกทั้งหมด ซึ่งอัตราส่วนเพศที่มีค่าสูงมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตได้มากกว่าปาล์มน้ำมันที่มีอัตราส่วนเพศต่ำ และแสดงให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมที่ปาล์มน้ำมันได้รับ เพราะหากสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยในการเจริญเติบโตไม่เหมาะสม จะทำให้ตาดอกที่กำเนิดขึ้นฝ่อหรือเปลี่ยนสภาพเป็นช่อดอกตัวผู้แทนช่อดอกตัวเมีย และจากตารางที่ 14 จะเห็นว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี อัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำทั้ง

3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และมีค่าใกล้เคียงกัน (0.81-0.89) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำซึ่งมีอัตราส่วนเพศเพียง 0.67 และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี และ 7 ปี พบว่า อัตราส่วนเพศไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องปาล์มน้ำมันได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอ แต่อัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี มีค่าลดลงอย่างมาก โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ อัตราส่วนเพศมีค่าลดลงประมาณ 20-50% และปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีค่าลดลงประมาณ 90% ทั้งนี้เนื่องมาจากปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณน้ำฝนน้อย 1,338.5 มิลลิเมตร และมีช่วงแล้งยาวนานกว่าปีอื่นๆ ส่งผลให้ต่ออัตราส่วนเพศลดลงอย่างมากในปี พ.ศ. 2548 และมีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำเช่นเดียวกัน สำหรับอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันอายุ 6 ปี พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณน้ำฝน 1,957.3 มิลลิเมตร/ปี แต่อัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำยังมีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากมีสภาวะขาดน้ำในช่วงแล้ง (ภาพที่ 6a และตารางภาคผนวกที่ 6)

**จำนวนทะลาย** ปัจจัยน้ำมีผลต่อจำนวนทะลาย/ต้น/ปีของปาล์มน้ำมันเป็นอย่างยิ่ง โดยพบว่าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ให้จำนวนทะลายสูงที่สุดตลอด 4 ปี และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ยกเว้นปีที่ 7) และปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำให้จำนวนทะลายต่ำที่สุด โดยเฉพาะในปีที่ 5 ให้จำนวนทะลายน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 4 ถึง 3.85 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากปี พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548 มีภาวะฝนทิ้งช่วงและค่าการขาดน้ำสูง 386.70 และ 443.50 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี พบว่า จำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีค่าไม่แตกต่างกันกับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้นทำให้สามารถปรับตัวได้ดีขึ้น (ภาพที่ 6b และตารางภาคผนวกที่ 7)

**น้ำหนักทะลาย** ปัจจัยน้ำมีผลต่อน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมัน โดยพบว่าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงกว่าทุกกรรมวิธี และมีความแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำ และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีค่าน้อยที่สุด (ยกเว้นปีที่ 6) จะเห็นได้ว่า เมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น น้ำหนักทะลายมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6c และตารางภาคผนวกที่ 8)

**ผลผลิตทะลาย** ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อปีของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีค่า 185 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่า 145 และ 149 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ 35-72 เปอร์เซ็นต์ ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุดที่อายุ 8 ปี และลดลงอย่างต่อเนื่องในปีที่ 9 และ 10 โดยผลผลิตของปาล์มน้ำมันอายุ 10 ปีที่ไม่ให้น้ำลดลง 49 เปอร์เซ็นต์ และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8, 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำลดลง 38, 45 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับผลผลิตที่อายุ 8 ปี (ภาพที่ 6d และตารางภาคผนวกที่ 9) และจากการคำนวณพบว่า การให้น้ำทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่อไร่ต่อปีได้สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ โดยการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ 72 เปอร์เซ็นต์ และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหยน้ำมีผลผลิต 3.30 และ 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี (ภาพที่ 6e และตารางภาคผนวกที่ 10)

**องค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันและปริมาณน้ำมัน** สุ่มเก็บผลผลิตปาล์มน้ำมัน จำนวน 10 ทะลายต่อกรรมวิธี (มกราคม-เมษายน 2551) และวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน ตามวิธีการของ Hartley (1988) แสดงผลในตารางที่ 8

**Table 8** Bunch component and oil content of oil palm var. Suratthani 1 under control and irrigation 0.8, 1.0 and 1.2 time of evaporation in rainy season (January-April 2008)

| Bunch component | Treatment | | | | F-test | C.V.(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Fruit/bunch (%) | 74.49[a] | 72.51[ab] | 71.47[b] | 70.70[b] | 3.07 | 2.76 |
| Fruit weight (gram) | 12.27 | 11.57 | 12.51 | 12.65 | 1.83 | 9.71 |

| Bunch component | Treatment | | | | F-test | C.V.(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Fresh mesocarp/fruit (%) | 82.40[b] | 87.02[a] | 87.73[a] | 88.14[a] | 3.07 | 2.31 |
| Fresh mesocarp/dry mesocarp (%) | 61.30[b] | 63.46[ab] | 64.97[ab] | 66.49[a] | 4.75 | 4.81 |
| Shell/fruit (%) | 7.15 | 8.22 | 9.35 | 7.57 | ns | 36.67 |
| Kernel/fruit (%) | 5.80 | 6.67 | 6.06 | 5.73 | ns | 23.61 |
| Oil/dry mesocarp (%) | 61.13 | 60.30 | 59.84 | 61.01 | 3.11 | 3.34 |
| Oil/bunch (%) | 23.01 | 24.09 | 24.34 | 25.27 | 2.578 | 6.92 |

จากตารางที่ 8 ปรากฏว่า การให้น้ำปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ %เปลือกสด/ผล มีความแตกต่าง ทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ และพบว่า %เปลือกแห้ง/เปลือกสดของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำมีค่าสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า %การติดผล/ทะลายของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีค่าสูงสุด และแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ แต่เมื่อคำนวณ %น้ำมัน/ทะลาย ปรากฏว่า การให้น้ำไม่มีผลต่อ %น้ำมัน/ทะลาย แต่ %น้ำมัน/ทะลายของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ให้น้ำ

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สภาพดินในแปลงทดลองมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย มีความเหมาะสมปานกลาง ปริมาณน้ำฝนและค่าระเหยน้ำเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2544-2553 มีค่า 1,932.4 มิลลิเมตร และ 1,478.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2. การให้น้ำปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 5 ปี มีผลต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียม และแคลเซียม โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีปริมาณโพแทสเซียมในใบน้อยที่สุด และมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด และปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำจะมีปริมาณโพแทสเซียมมากและแคลเซียมน้อย ทั้งนี้เนื่องจากพืชที่มีโพแทสเซียมปริมาณมากจะมีผลทำให้ระบบการดูดซึมธาตุแคลเซียมของรากลดลง และเมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นการให้น้ำมีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในใบ

3. การให้น้ำที่ระดับต่างกัน มีผลต่อการปรับตัว และกระบวนการทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ดังนี้

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ มีคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุด คือ 0.80 กรัมต่อตารางเมตร และปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0, 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ และปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีคลอโรฟิลล์รวมใกล้เคียงกัน คือ 0.78 กรัมต่อตารางเมตร และปริมาณคลอโรฟิลล์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าสีของใบที่วัดโดยใช้ เครื่อง SPAD502 และสัดส่วนคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บีประมาณ 2 ต่อ 1

3.2 ศักย์ของน้ำในใบ ปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำมีการปรับตัวโดยการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำเร็วกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ (สังเกตจากค่าศักย์ของน้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10.00 น.) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในดินมีไม่เพียงพอ และที่เวลา 18.00 น. ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.0 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ สามารถปรับตัวได้ดีกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำและให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ เนื่องจากศักย์ของน้ำมีค่าสูงกว่า

3.3 อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีค่าสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากค่านำไหลปากใบที่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด เช่นเดียวกับอัตราการคายน้ำ โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ แต่ปริมาณน้ำที่สูญเสียจะมากหรือน้อยขึ้นกับประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ความเข้มแสง และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ

4. การให้น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะจำนวนทางใบเพิ่ม ความยาวทางใบ จำนวนใบย่อย พื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งผลดังกล่าว ทำให้ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำมีพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงได้มากกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ จึงทำให้ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำมีการเจริญเติบโตที่ดี

5. การให้น้ำมีผลต่อกระบวนการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ดังนี้

5.1 อัตราส่วนเพศ ในช่วงที่ปาล์มน้ำมันกระทบแล้ง จะมีผลต่ออัตราส่วนเพศอย่างมาก แต่หากปาล์มน้ำมันได้รับปริมาณน้ำฝนเต็มที่อัตราส่วนเพศจะมีค่าใกล้เคียงกัน

5.2 การให้น้ำมีผลทำให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี สูงกว่าไม่ให้น้ำ 35-72 เปอร์เซ็นต์

5.3 การให้น้ำมีผลต่อองค์ประกอบทะลาย ในส่วนของการติดผล/ทะลาย เปลือกสด/ผล เปลือกแห้ง/เปลือกสด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำมีแนวโน้มสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ

6. การปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ในแหล่งที่มีค่าการขาดน้ำเฉลี่ยมากกว่า 200 มิลลิเมตร/ปี ควรมีการให้น้ำตั้งแต่ระยะเริ่มต้น โดยเฉพาะช่วงที่มีการขาดน้ำ และควรให้ในปริมาณมากพอ เพื่อให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตคุ้มค่าต่อการลงทุน

# เอกสารอ้างอิง


สุจิตรา พรหมเชื้อ, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551. **การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ การจัดการความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช วันที่ 9-10 มิถุนายน 2551. หน้า 164-178.

สุรกิตติ ศรีกุล, ภิญโญ มีเดช, สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ชาย โฆรวิส และคนอง คลอดเพ็ง. 2543. **ศึกษาผลกระทบของการให้น้ำต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และการให้ผลผลิตและน้ำมันของปาล์มน้ำมัน**.

Caliman J.P. 1992. **Oil palm and water deficit : production, adapted cropping techniques**. Oleagineux, 47 : 205-216.

Corley R.H.V. 1976. **Inflorescence abortion and sex differentiation**. In Oil Palm Research (ed. R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B.J. Wood) pp. 37-54. Amsterdam Elsevier.

Corley R.H.V. and C.J. Breure. 1981. **Measurement in oil palm experiments**, Internal Report, Unilever Plantations, London.

Corley R.H.V. and T.K. Hong. 1982. **Irrigation of oil palm in Malaysia**. In The Oil Palm in Agriculture in Eighties. E. Pushparajah and P.S. Chew (eds.) vol.2 pp. 343-356.

Dufrene E. and B. Saugier. 1993. **Gas exchange of oil palm in relation to light vapour pressure deficit, temperature and leaf age**. Funct Ecol. 7 : p. 97-104.

Foong S.F. 1991. **Potential evapotranspiration potential yield and leaching losses of oil palm**. PORIM Int. Palm Oil Conf-Agriculture. P. 105-118.

Foong S.F. 1999. **Impact of moisture on potential evapotranspiration, growth and yield of oil palm**. 1999. PORIM Int. Palm Oil Congress. PORIM p. 64-86.

Hartley C.W.S. 1988. **The Oil Palm**. 2nd Longmans, London. 706 pp.

Henson I.E. 1995b. **Photosynthesis, dry matter production and yield of oil palm under light –limiting conditions.** In Proc. 1993 PORIM Int. Palm Oil Congr. – Agriculture (Ed. By B.S. Jalani et al.) pp.525-541. Oil Palm Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumper.

Hong T.K. and R.H.V. Corley. 1976. **Leaf temperature and photosynthesis of a tropical C3 plant, *Elaeis guineensis* Jacq.** MARDI Res. Bull. 4(1): 16-20.

Hong T.K. 1979. **Effects of some environmental factors on photosynthesis and productivity of oil palm seedlings.** Thesi, Univ. of Malaya, Kuala Lumper.

Ooi S.C. 1978. **Variability in tke Deli dura breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). IV. Growth and physiological parameters**. Malay. Agric. J., 51 : 359-365.

Umana C.H. and C. Chinchilla. 1991. **Symptomatology associated with water deficit in oil palm**. In ASD Oil Palm Papers N° 3. p. 1-4.

Villalobos E., Chinchilla C., Echandi C. and O. Fernandez. 1991. **Short term response of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit in Costa Rica**. PORIM Int. Palm Oil Conf. p. 95-101.

# ภาคผนวก

**ตารางภาคผนวกที่** 1 ผลการใช้น้ำที่มีต่อจำนวนทางใบเพิ่ม (ใบ) ของปาล์มน้ำมัน อายุ 3-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 21.4$^{d}$ | 20.3$^{c}$ | 18.2$^{d}$ | 25.5$^{c}$ | 26.0$^{b}$ | 25.2$^{d}$ | 24.0$^{d}$ | 21.3$^{d}$ |
| 2 | 24.4$^{c}$ | 24.0$^{b}$ | 22.1$^{c}$ | 26.9$^{b}$ | 26.9$^{b}$ | 26.3$^{c}$ | 25.5$^{c}$ | 23.3$^{c}$ |
| 3 | 25.4$^{bc}$ | 24.27$^{b}$ | 23.0$^{b}$ | 27.2$^{b}$ | 28.1$^{a}$ | 27.6$^{b}$ | 26.9$^{b}$ | 24.4$^{b}$ |
| 4 | 28.3$^{a}$ | 27.9$^{a}$ | 25.7$^{a}$ | 28.3$^{a}$ | 28.9$^{a}$ | 29.6$^{a}$ | 27.8$^{a}$ | 25.3$^{a}$ |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 3.64 | 2.07 | 1.02 | 2.94 | 3.90 | 1.50 | 1.95 | 1.46 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 2** ผลการใช้น้ำที่มีต่อจำนวนใบย่อย (ใบย่อย) ของปาล์มน้ำมันอายุ 3-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 226$^{b}$ | 249$^{c}$ | 271$^{bc}$ | 290$^{d}$ | 310$^{b}$ | 330$^{b}$ | 336$^{b}$ | 342$^{b}$ |
| 2 | 239$^{a}$ | 260$^{b}$ | 285$^{ab}$ | 303$^{c}$ | 313$^{b}$ | 331$^{b}$ | 340$^{b}$ | 350$^{b}$ |
| 3 | 245$^{a}$ | 265$^{b}$ | 291$^{ab}$ | 312$^{b}$ | 309$^{b}$ | 334$^{b}$ | 342$^{b}$ | 349$^{b}$ |
| 4 | 251$^{a}$ | 277$^{a}$ | 297$^{a}$ | 321$^{a}$ | 328$^{a}$ | 346$^{a}$ | 355$^{a}$ | 364$^{a}$ |
| F-test | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 1.84 | 1.90 | 3.94 | 1.61 | 2.74 | 1.73 | 1.43 | 1.74 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 3** ผลการใช้น้ำที่มีต่อความยาวทางใบ (ม.) ของปาล์มน้ำมันอายุ 3-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2.54$^{c}$ | 2.82$^{d}$ | 3.35$^{c}$ | 4.03$^{b}$ | 4.46$^{c}$ | 4.90$^{ab}$ | 5.39$^{b}$ | 5.33 |
| 2 | 2.94$^{b}$ | 3.17$^{bc}$ | 3.72$^{b}$ | 4.21$^{a}$ | 4.54$^{ac}$ | 4.92$^{ab}$ | 5.45$^{ab}$ | 5.48 |
| 3 | 2.83$^{b}$ | 3.10$^{cd}$ | 3.81$^{b}$ | 4.24$^{a}$ | 4.51$^{bc}$ | 4.88$^{b}$ | 5.43$^{b}$ | 5.30 |
| 4 | 3.10$^{a}$ | 3.56$^{a}$ | 4.18$^{a}$ | 4.36$^{a}$ | 4.68$^{a}$ | 5.04$^{a}$ | 5.60$^{a}$ | 5.64 |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** | ns |
| C.V. (%) | 3.11 | 3.90 | 3.36 | 3.95 | 2.64 | 2.24 | 2.17 | 4.61 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 4** ผลการใช้น้ำที่มีต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร) ของปาล์มน้ำมันอายุ 3-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6.72$^{c}$ | 9.02$^{c}$ | 11.1$^{b}$ | 15.9$^{c}$ | 19.4$^{b}$ | 24.9$^{ab}$ | 29.1$^{b}$ | 29.4$^{b}$ |
| 2 | 8.82$^{b}$ | 10.3$^{bc}$ | 13.1$^{ab}$ | 17.7$^{bc}$ | 20.1$^{b}$ | 24.5$^{b}$ | 29.9$^{b}$ | 30.7$^{b}$ |
| 3 | 9.76$^{b}$ | 11.2$^{b}$ | 12.9$^{b}$ | 18.1$^{ab}$ | 19.6$^{b}$ | 24.2$^{b}$ | 30.5$^{b}$ | 30.5$^{b}$ |
| 4 | 11.3$^{a}$ | 12.6$^{a}$ | 15.6$^{a}$ | 19.9$^{a}$ | 22.7$^{a}$ | 27.5$^{a}$ | 33.2$^{a}$ | 34.7$^{a}$ |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** | * |
| C.V. (%) | 7.41 | 7.75 | 8.65 | 7.93 | 5.20 | 7.80 | 4.96 | 7.78 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 5** ผลการใช้น้ำที่มีต่อพื้นที่ใบ (ม.$^{2}$) ของปาล์มน้ำมันอายุ 3-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2.57$^{c}$ | 3.11$^{c}$ | 3.62$^{c}$ | 5.25$^{b}$ | 6.63$^{b}$ | 7.40$^{b}$ | 8.00$^{b}$ | 8.28$^{b}$ |
| 2 | 3.11$^{b}$ | 3.68$^{bc}$ | 4.28$^{bc}$ | 5.58$^{b}$ | 7.17$^{b}$ | 7.51$^{b}$ | 8.70$^{ab}$ | 8.98$^{ab}$ |
| 3 | 3.24$^{b}$ | 3.82$^{ab}$ | 4.60$^{b}$ | 5.66$^{b}$ | 7.15$^{b}$ | 7.73$^{b}$ | 8.44$^{b}$ | 8.66$^{b}$ |
| 4 | 3.72$^{a}$ | 4.18$^{a}$ | 5.47$^{a}$ | 6.29$^{a}$ | 8.01$^{a}$ | 8.59$^{a}$ | 9.34$^{a}$ | 9.79$^{a}$ |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** | * |
| C.V. (%) | 5.53 | 4.89 | 9.11 | 6.11 | 5.76 | 6.56 | 6.84 | 7.09 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 6** ผลการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันต่ออัตราส่วนเพศ

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 0.67[b] | 0.75[b] | 0.10[c] | 0.44[b] | 0.89 | 0.51[b] | 0.74 | 0.65 |
| 2 | 0.89[a] | 0.75[b] | 0.35[b] | 0.52[ab] | 0.92 | 0.59[b] | 0.74 | 0.73 |
| 3 | 0.81[a] | 0.87[a] | 0.55[a] | 0.56[a] | 0.92 | 0.61[ab] | 0.78 | 0.78 |
| 4 | 0.85[a] | 0.87[a] | 0.60[a] | 0.59[a] | 0.92 | 0.66[a] | 0.75 | 0.70 |
| F-test | ** | * | ** | * | ns | * | ns | ns |
| C.V. (%) | 9.45 | 9.06 | 17.67 | 13.92 | 2.37 | 13.37 | 9.64 | 9.14 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 7** ผลของการให้น้ำต่อจำนวนทะลาย/ต้น/ปี (ทะลาย) ของปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6.96[c] | 3.55[c] | 9.58[c] | 13.6[c] | 15.8 | 10.1[b] | 6.73[d] |
| 2 | 12.2[ab] | 9.74[b] | 13.8[b] | 15.5[bc] | 18.5 | 11.3[b] | 8.49[b] |
| 3 | 11.2[b] | 12.2[ab] | 13.6[b] | 16.4[ab] | 18.0 | 13.2[a] | 7.67[c] |
| 4 | 15.5[a] | 14.7[a] | 17.9[a] | 17.8[a] | 17.3 | 14.2[a] | 9.20[a] |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ** |
| C.V. (%) | 16.61 | 13.45 | 8.65 | 8.84 | 9.87 | 10.20 | 6.02 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 8** ผลของการให้น้ำต่อน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม) ของปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2.50[c] | 5.55[b] | 11.5[ab] | 10.6[c] | 12.8[c] | 15.2[b] | 15.4[b] |
| 2 | 3.25[b] | 6.12[b] | 11.5[ab] | 11.9[b] | 13.1[bc] | 15.9[b] | 17.0[ab] |
| 3 | 3.23[b] | 5.65[b] | 10.4[b] | 12.3[b] | 14.0[ab] | 15.6[b] | 17.4[ab] |
| 4 | 4.72[a] | 7.24[a] | 11.7[a] | 13.2[a] | 14.6[a] | 17.0[a] | 18.1[a] |
| F-test | ** | ** | * | ** | ** | * | * |
| C.V. (%) | 8.59 | 11.98 | 8.03 | 6.38 | 5.77 | 5.25 | 8.46 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 9** ผลของการให้น้ำต่อผลผลิต/ต้น/ปี (กิโลกรัม) ของปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 17.6$^{c}$ | 19.8$^{c}$ | 110.4$^{c}$ | 145.1$^{c}$ | 201.7$^{b}$ | 154.1$^{c}$ | 103.2$^{c}$ |
| 2 | 39.8$^{b}$ | 59.1$^{b}$ | 159.9$^{b}$ | 184.8$^{b}$ | 242.5$^{ab}$ | 179.1$^{c}$ | 151.3$^{b}$ |
| 3 | 36.2$^{b}$ | 69.8$^{b}$ | 141.7$^{b}$ | 201.2$^{b}$ | 251.9$^{a}$ | 206.2$^{b}$ | 139.2$^{b}$ |
| 4 | 73.5$^{a}$ | 105.6$^{a}$ | 209.5$^{a}$ | 235.4$^{a}$ | 253.5$^{ab}$ | 241.5$^{a}$ | 174.1$^{a}$ |
| F-test | ** | ** | ** | ** | * | ** | ** |
| C.V. (%) | 20.50 | 13.24 | 11.68 | 6.22 | 9.78 | 7.35 | 9.84 |

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5%, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 1%
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 10** ผลของการให้น้ำต่อผลผลิต/ไร่/ปี (ตัน) ของปาล์มน้ำมันอายุ 4-10 ปี

| กรรมวิธี | อายุปาล์มน้ำมัน (ปี) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
| 1 | 0.40 | 0.45 | 2.52 | 3.31 | 4.60 | 3.51 | 2.35 | 2.48 (100) |
| 2 | 0.91 | 1.35 | 3.65 | 4.21 | 5.53 | 4.08 | 3.45 | 3.30 (135) |
| 3 | 0.83 | 1.59 | 3.23 | 4.59 | 5.74 | 4.70 | 3.17 | 3.50 (139) |
| 4 | 1.68 | 2.41 | 4.78 | 5.37 | 5.78 | 5.51 | 3.97 | 4.31 (172) |

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของกรรมวิธีที่ 2-4 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 1

# ศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร เพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง

# Study on Physiological and Growth of Oil Palm Variety "Suratthani 1-6" for Drought Resistance Variety Selection

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] เกริกชัย ธนรักษ์[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[2/]

---

## บทคัดย่อ

การศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร เพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง ดำเนินการในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ.2549 – พ.ศ.2553 โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD 4 ซ้ำ 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ ปาล์มน้ำมัน 6 พันธุ์ คือ สุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ปัจจัยที่สองคือ การขาดน้ำ 3 ระดับคือ ควบคุม (ไม่ขาดน้ำ), ขาดน้ำปานกลางและขาดน้ำรุนแรง เพื่อศึกษาผลของความเครียดน้ำต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน 6 พันธุ์ ซึ่งปรากฏว่า ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรในสภาพปกติมีค่า 17.4-28.9 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ประสิทธิภาพการใช้แสง 0.035-0.085 $mol\ mol^{-1}$ และประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์หรือค่านำไหลมีโซฟิลล์มีค่า 45-89 $mmolCO_2 m^{-2} s^{-1}$ สำหรับการตอบสนองทางสรีรวิทยา ระดับความเครียดน้ำมีผลต่อศักย์ของน้ำในใบ, ค่านำไหลปากใบ,อัตราการคายน้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำ และในสภาวะเครียดน้ำปานกลางและรุนแรงพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 4 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการปรับตัวต่อสภาวะแล้งได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ นอกจากนี้ระดับความเครียดน้ำยังมีผลต่อจำนวนทางใบเพิ่มและจำนวนช่อดอกรวมของปาล์มน้ำมัน

---

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis* Jacq.) จัดเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและเรพซีด โดยปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าเรพซีด 6.4 เท่า และ 9.5 เท่า เมื่อเทียบกับถั่วเหลือง ซึ่งจากศักยภาพการให้น้ำมันดังกล่าว ส่งผลให้ทั่วโลกมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจากแผนยุทธศาสตร์ไบโอดีเซลมีเป้าหมายที่จะเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน โดยขยายพื้นที่ปลูกเพิ่ม 2.5 ล้านไร่ ระหว่างปี 2551-2555 ซึ่งจากยุทธศาสตร์ดังกล่าวทำให้มีการกระจายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้ ไปสู่พื้นที่ในภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพื้นที่ในบางแหล่งมีข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปีถ้ามีปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เช่น สภาพอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีในการจัดการสวน แต่ถ้าหากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันมีค่าสูง เนื่องจากปาล์มน้ำมันไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการรองรับการขยายพื้นที่ปลูกไปในแหล่งที่เหมาะสมน้อย จึงได้ศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร เพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง เพื่อจะได้มีข้อมูลด้านพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน สำหรับแนะนำให้แก่เกษตรกร

## วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ดำเนินการปลูกปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 อายุต้นกล้า 10 เดือน ในดินร่วนที่บรรจุในภาชนะปล่องซีเมนต์ขนาดศูนย์กลาง 1.20 เมตร สูง 0.90 เมตร เมื่อเดือนเมษายน 2549 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 6 พันธุ์ คือ สุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 และปัจจัยการขาดน้ำ 3 ระดับโดยดำเนินการในช่วงแล้ง คือ ควบคุม (ให้น้ำทุกวัน), ขาดน้ำปานกลาง (ขาดน้ำ 3 วัน สลับให้น้ำ 1 วัน) และขาดน้ำรุนแรง (ขาดน้ำ 5 วันสลับให้น้ำ 1 วัน) รวมปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดลองจำนวน 72 ต้น ในช่วงเวลาปกติดูแลรักษาให้น้ำตามปกติและให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาดังนี้

1.1 การศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

1.1.1 การศึกษาเส้นตอบสนองต่อแสง (Light Response Curve) ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (Photosynthesis ของ LI-COR 6400) ตั้งความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านใบให้คงที่ที่ระดับ 400 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ และอัตราการไหลของอากาศ 400 $\mu mols^{-1}$ เพื่อให้ปากใบเปิดเต็มที่ เริ่มวัดโดยให้ใบได้รับแสงความเข้มสูงสุด 2,000 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ และลดลงตามลำดับ โดยใบได้รับแสงแต่ละระดับนาน 3 นาที บันทึกค่าและคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ alpha, theta, $P_{max}$, $R_d$ และ $P_{cal}$ ด้วยสมการ non-rectangular hyperbola และคำนวณหา Light Saturation Point (Ls) และ Light Compensation Point (Lc)

1.1.2 การศึกษาจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$ Compensation Point) และค่านำไหลมีโซฟิลล์ ($g_m$) ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด ใช้ใบเดียวกับการวัดเส้นตอบสนองต่อแสง ปรับค่าแสงให้คงที่ที่ 1,100 $\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$ ตั้งค่าอัตราการไหลของอากาศ 400 $\mu mols^{-1}$ เริ่มวัดโดยปรับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านใบที่ระดับต่างกันโดยเริ่มจาก 400 จนถึง 0 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ บันทึกค่าหลังหนีบใบ 3 นาที (อัตราการสังเคราะห์แสงคงที่) สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและ Ci คำนวณจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์และค่านำไหลมีโซฟิลล์

1.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ต่อความเครียดน้ำและสภาพอากาศในรอบวัน

1.2.1 จำนวนปากใบ ใช้น้ำยาเคลือบเล็บป้ายด้านล่างทางใบปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทน พักให้น้ำยาแห้ง ปิดสก๊อตเทปบนตำแหน่งที่ป้ายน้ำยาไว้และลอกออก นำมาปิดบนแผ่นสไลด์ให้เรียบสนิท-ไม่มีฟองอากาศ นำไปนับจำนวนปากใบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า

1.2.2 ดัชนีความเข้มสีของใบ วัดโดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เก็บตัวอย่างใบจากใบย่อย (ตำแหน่งสะดือใบ) ของทางใบที่ 17 ทางใบละ 6 ใบย่อย และตัดใบขนาดพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 ตัวอย่างต่อใบย่อย ใช้ตัวแทนจำนวน 4 ต้นต่อกรรมวิธี นำตัวอย่างใบไปแช่สารเคมี DMF เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, บีและคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการ

คลอโรฟิลล์ เอ = ((12.6*ค่า absorbance$_{664}$)-(2.99*ค่า absorbance$_{647}$))*0.02

คลอโรฟิลล์ บี = ((23.26*ค่า absorbance$_{647}$)-(5.60*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

คลอโรฟิลล์รวม = ((20.27*ค่า absorbance$_{647}$)+(7.04*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

1.2.3 ศักย์ของน้ำในใบ วัดโดยใช้เครื่อง Pressure chamber ของ Soil Moisture บันทึกข้อมูลในรอบวันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง จำนวน 4 ค่าต่อซ้ำ (20 ค่าต่อกรรมวิธี) และใช้ใบย่อยของทางใบที่ 17 ที่ใช้วัดอัตราการสังเคราะห์แสง

1.2.4 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่านำไหลปากใบ ค่าการคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ หรืออัตราส่วนระหว่างอัตราการคายน้ำและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน วัดในช่วงแล้งด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง

2. การเจริญเติบโตและช่อดอกปาล์มน้ำมัน บันทึกจำนวนใบเพิ่ม, จำนวนใบย่อย, ความยาวทางใบ, พื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบ ตามวิธีการของ Corley and Breure (1981) โดยบันทึกปีละครั้ง สำหรับช่อดอกบันทึกเฉพาะจำนวนช่อดอก (ตัวผู้, ตัวเมียและกะเทย) ซึ่งบันทึก 1 ครั้งต่อเดือน และคำนวณอัตราส่วนเพศ (ช่อดอกเพศเมียต่อช่อดอกทั้งหมด) เฉลี่ยทุกปีในแต่ละกรรมวิธี และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี**

**1.1 ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีอายุ 3 ปี 8 เดือน**

**1.1.1 เส้นตอบสนองต่อแสง** วัดการตอบสนองต่อแสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 พันธุ์ เฉพาะกรรมวิธีควบคุม เมื่อเดือนธันวาคม 2552 แสดงข้อมูลทั้งรูปภาพและตารางด้านล่าง

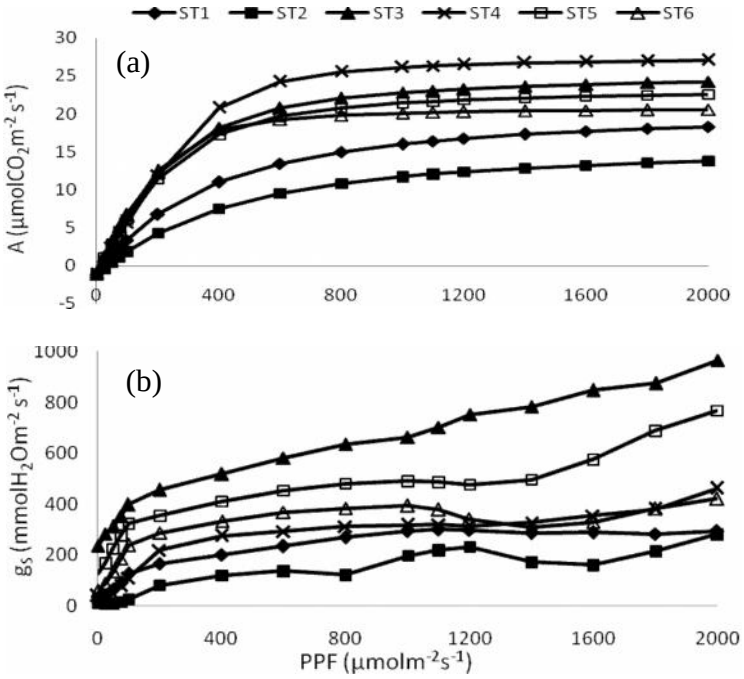



**Figure 1** Light response curve (a) and stomatal conductance (b) at photosynthtically photon flux density 0-2,000 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ of oil palm var. Suratthani 1-6 (age 45 months) under no water deficit in late rainy season (December 2009)

**การตอบสนองต่อแสง** อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิตอบสนองต่อความเข้มแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว (ภาพที่ 1a) เหมือนกันทั้ง 6 พันธุ์

**ประสิทธิภาพการใช้แสง (Quantum efficiency, α)** พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3, 4, 5 และ 6 มีค่าระหว่าง 0.71-0.85 mol mol$^{-1}$ รองลงมาคือ ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 มีค่าต่ำสุด 0.35 mol mol$^{-1}$ (ตารางที่ 1) และที่จุดอิ่มตัวของแสงพบว่า ค่านำไหลปากใบของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าสูงสุด 580 mmol$H_2O$m$^{-2}$s$^{-1}$ รองลงมาคือ ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 4, 5 และ 6 มีค่าใกล้เคียงกัน 270-410 mmol$H_2O$m$^{-2}$s$^{-1}$ และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีค่าต่ำสุด 198 mmol$H_2O$m$^{-2}$s$^{-1}$ (ภาพที่ 1b)

**อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (Max Net Photosynthetic Rate, Pmax)** อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 3, 4, 5, และ6 มีค่าค่อนข้างสูง 22.04-28.91 μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีค่าต่ำสุด 17.38 μmol$CO_2$m$^{-2}$s$^{-1}$ (ตารางที่ 1)

**อัตราการหายใจ (Dark respiration, Rd)** อัตราการหายใจของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีทั้ง 6 พันธุ์มีค่าใกล้เคียงกัน 0.73-1.22 mmol$H_2O$m$^{-2}$s$^{-1}$ (ตารางที่ 1) ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากใบที่มีอัตราการหายใจสูงส่วนใหญ่เป็นใบที่มีอายุน้อย เนื่องจากใบดังกล่าวต้องหายใจเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการรักษาสภาพ สำหรับ

ใบปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการวัดเป็นทางใบที่ 17 ซึ่งมีการเจริญเติบโตเต็มที่ อัตราการหายใจจึงมีค่าน้อย เนื่องจากการหายใจส่วนใหญ่ใช้ในการรักษาสภาพและการลำเลียงสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของพืช

**ความเข้มแสงที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light Compensation Point, Lc)** Lc ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีค่าสูงสุด ซึ่งถือว่าเป็นจุดอ่อนเนื่องจากในภาวะที่ความเข้มแสงมีค่าต่ำกว่า 36 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ อัตราการหายใจจะสูงกว่าอัตราสังเคราะห์แสง ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ยังมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้สูงกว่าการหายใจ โดยเฉพาะลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 และ 5 สามารถใช้แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ที่ความเข้มแสงสูงกว่า 9 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ อัตราสังเคราะห์แสงมีค่าสูงกว่าอัตราการหายใจ)(ตารางที่ 1)

**ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (Light Saturation Point, Ls)** Ls ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีมีค่า 365-997 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ โดยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 มีค่า Ls ค่อนข้างสูง 900-1,000 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าที่ Dufrene and Saugier (1993) และ Henson (1995b) รายงานว่า Ls ของปาล์มน้ำมันมีค่า 800 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เล็กน้อย และสูงกว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 ประมาณ 2.5 เท่า สำหรับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3, 4 และ 5 มีค่าใกล้เคียงกัน 502-588 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (ตารางที่ 1)

**Table 1** Maximum photosynthetic rate, quantum yield, dark respiration, light saturation point and light compensation point of oil palm var. Suratthani 1-6 under no water deficit in late rainy season (November 2009)

| Oil Palm Variety | Max. Photosynthetic Rate ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) | Quantum Yield (mol $mol^{-1}$) | Dark Respiration ($mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$) | Light Compensation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) | Light Saturation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Suratthani 1** | 22.10 | 0.053 | 1.16 | 22.59 | 905 |
| **Suratthani 2** | 17.38 | 0.035 | 1.21 | 36.26 | 997 |
| **Suratthani 3** | 26.37 | 0.085 | 0.77 | 9.18 | 588 |
| **Suratthani 4** | 28.91 | 0.071 | 1.22 | 17.21 | 502 |
| **Suratthani 5** | 24.32 | 0.075 | 0.73 | 9.78 | 548 |
| **Suratthani 6** | 22.04 | 0.080 | 1.14 | 14.35 | 365 |

**1.1.2 การศึกษาจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์และค่านำไหลมีโซฟิลล์** การคำนวณจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$ compensation point) จากความชันของเส้นตอบสนอง และประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (carboxylation conductance) จาก (1/slope)*1000 ผลการคำนวณ (ตารางที่ 2) พบว่า จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 4, 5 และ 6 มีค่าระหว่าง 80-100 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่ให้น้ำเล็กน้อย (60-80 $\mu molCO_2 mol^{-1}$) และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าสูง 124 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ แสดงว่า หากสภาพบรรยากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 124 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ อัตราการหายใจของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 จะสูงกว่าอัตราสังเคราะห์แสง ในขณะที่ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 4, 5 และ 6 อัตราสังเคราะห์แสงยังสูงกว่าอัตราการหายใจ สำหรับประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ของเอนไซม์ rubisco (ค่านำไหลมีโซฟิลล์) เพื่อเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์โบไฮเดรตในคลอโรพลาสต์พบว่า ค่านำไหลมีโซฟิลล์เฉลี่ยของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 4 สูงกว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3, 5 และ 6 53 เปอร์เซ็นต์ และโดยภาพรวมมีค่าลดลงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี อายุ 2 ปี ทั้งนี้น่าจะเกิดจากความเครียดของภาชนะปลูกที่มีขนาดจำกัด

**Table 2** $CO_2$ compensation point ($\mu molCO_2 mol^{-1}$) and carboxylation conductance ($mmolCO_2 m^{-2} s^{-1}$) of oil palm var. Suratthani 1-6 under no water deficit in late rainy season (December 2009)

| $CO_2$ Responses | Oil Palm Variety | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suratthani 1 | Suratthani 2 | Suratthani 3 | Suratthani 4 | Suratthani 5 | Suratthani 6 |
| $CO_2$ Compensation Point | 80.3 | 99.9 | 124.4 | 96.2 | 97.3 | 84.2 |
| Carboxylation Conductance | 88.7 | 73.6 | 45.4 | 83.7 | 56.0 | 59.4 |

**1.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีต่อความเครียดน้ำและสภาพอากาศ** ดำเนินการเครียดน้ำเดือนตุลาคม 2552 และวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2552

**การวิเคราะห์ดิน** พบว่า เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียว มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.45) ซึ่งถือว่าเหมาะสมปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุสูง 4.22 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาณเหมาะสม 1.5-3.0 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัส, โพแทสเซียมและแคลเซียมสูงมาก 251, 268 และ 2,120 ppm ตามลำดับ (ปริมาณเหมาะสมมากกว่า 15, 150 และ 300 ppm) และปริมาณแมกนีเซียม 203 ppm ซึ่งต่ำกว่าค่าเหมาะสม (ปริมาณเหมาะสมมากกว่า 300 ppm)

**ปริมาณปากใบ**, ความเข้มสีใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า จำนวนปากใบ ความเข้มสีใบในแต่ละระดับการขาดน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน และปาล์มน้ำมันที่มีการขาดน้ำตามกรรมวิธีประมาณ 2 เดือน ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, บี และคลอโรฟิลล์รวมมีแนวโน้มมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ขาดน้ำ สำหรับอิทธิพลของพันธุ์พบว่า ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีจำนวนปากใบและค่าสีเขียวสูงสุด และลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีจำนวนปากใบและความเข้มสีต่ำสุด ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 5 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีสูงสุด สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าสูงสุดในลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 (ตารางที่ 3)

**Table 3** Number of stomata, SPAD unit, chlorophyll a, b and total chlorophyll of oil palm var. Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) (August, 2009)

| Water Stress Level | Oil Palm Variety | | | | | | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suratthani 1 | Suratthani 2 | Suratthani 3 | Suratthani 4 | Suratthani 5 | Suratthani 6 | |
| No. of stomata (no./$cm^2$) | | | | | | | |
| Control | 25.7 | 25.1 | 24.5 | 24.6 | 24.6 | 25.3 | **25.0** |
| Mild Stress | 24.3 | 24.0 | 25.1 | 26.9 | 27.1 | 23.6 | **25.2** |
| Severe Stress | 26.1 | 22.5 | 24.4 | 27.1 | 26.4 | 24.8 | **25.2** |
| **Mean** | **25.4** | **23.9** | **24.7** | **26.2** | **26.0** | **24.6** | **25.1** |
| SPAD UNIT | | | | | | | |
| Control | 65.0±3.6 | 63.9±5.2 | 60.9±6.0 | 60.4±7.2 | 62.2±5.2 | 65.6±4.4 | **63.0±5.2** |
| Mild Stress | 61.2±2.3 | 65.4±5.2 | 64.6±5.4 | 68.3±3.2 | 63.5±3.8 | 64.3±1.0 | **64.5±4.0** |
| Severe Stress | 69.8±2.5 | 62.2±2.6 | 63.3±7.0 | 59.3±3.8 | 62.2±1.6 | 63.4±0.7 | **63.4±4.6** |
| **Mean** | 65.3±4.5 | 63.8±4.3 | 62.9±5.8 | 62.7±6.2 | 62.6±3.5 | 64.4±2.5 | **63.6±4.6** |
| Chlorophyll a (mg $m^{-2}$) | | | | | | | |
| Control | 0.58±0.02 | 0.55±0.07 | 0.58±0.08 | 0.52±0.06 | 0.54±0.05 | 0.56±0.11 | **0.56±0.03** |
| Mild Stress | 0.55±0.02 | 0.57±0.04 | 0.60±0.04 | 0.66±0.02 | 0.57±0.02 | 0.55±0.05 | **0.58±0.04** |
| Severe Stress | 0.62±0.04 | 0.49±0.11 | 0.54±0.12 | 0.53±0.08 | 0.47±0.07 | 0.52±0.14 | **0.53±0.05** |
| **Mean** | 0.58±0.04 | 0.54±0.04 | 0.57±0.03 | 0.57±0.08 | 0.53±0.06 | 0.55±0.02 | **0.56±0.02** |
| Chlorophyll b (mg $m^{-2}$) | | | | | | | |
| Control | 0.21±0.09 | 0.18±0.07 | 0.18±0.07 | 0.16±0.09 | 0.18±0.06 | 0.21±0.03 | **0.19±0.02** |
| Mild Stress | 0.19±0.04 | 0.19±0.03 | 0.19±0.03 | 0.23±0.05 | 0.18±0.03 | 0.18±0.02 | **0.19±0.02** |
| Severe Stress | 0.21±0.12 | 0.16±0.10 | 0.17±0.10 | 0.17±0.13 | 0.15±0.09 | 0.17±0.05 | **0.17±0.02** |
| **Mean** | 0.20±0.012 | 0.18±0.02 | 0.18±0.01 | 0.19±0.04 | 0.17±0.02 | 0.19±0.02 | **0.19±0.01** |
| Total Chlorophyll (mg $m^{-2}$) | | | | | | | |
| Control | 0.79±0.08 | 0.74±0.05 | 0.77±0.01 | 0.69±0.05 | 0.73±0.06 | 0.78±0.02 | **0.75±0.04** |
| Mild Stress | 0.73±0.04 | 0.76±0.02 | 0.79±0.02 | 0.90±0.03 | 0.76±0.02 | 0.73±0.02 | **0.78±0.06** |
| Severe Stress | 0.83±0.11 | 0.65±0.07 | 0.72±0.01 | 0.70±0.07 | 0.62±0.08 | 0.80±0.04 | **0.70±0.07** |
| **Mean** | 0.79±0.05 | 0.72±0.06 | 0.76±0.04 | 0.76±0.12 | 0.70±0.07 | 0.74±0.04 | **0.74±0.03** |

**การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในรอบวัน** (ค่าเฉลี่ยจากช่วงเวลา 07.00-14.00 น.)

ศักย์ของน้ำในใบพบว่า กรรมวิธีควบคุมมีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่เครียดน้ำปานกลาง แต่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่เครียดน้ำรุนแรง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีค่าต่ำสุดและแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2-6 แสดงว่า มีการสูญเสียน้ำสูงสุดเนื่องจากศักย์ของน้ำในใบต่ำสุด (ตารางที่ 4)

**Table 4** Leaf water potential (MPa) of oil palm variety Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) in December 2009

| Water Stress Level | Leaf water potential (MPa) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **St.1** | **St.** 2 | **St**. 3 | **St**. 4 | **St**. 5 | **St**. 6 | Mean |
| Control | -0.59 | -0.26 | -0.38 | -0.37 | -0.31 | -0.55 | **-0.41a** |
| Mild Water Stress | -0.44 | -0.44 | -0.40 | -0.44 | -0.53 | -0.36 | **-0.43a** |
| Severe Water Stress | -1.12 | -0.94 | -0.88 | -0.82 | -0.775 | -0.74 | **-0.88b** |
| Mean | **-0.72b** | **-0.55a** | **-0.55a** | **-0.54a** | **-0.54a** | **-0.55a** | |
| C.V. (%) | **6.63** | | | | | | |

* means within columns followed by the same letter are not significantly different at 5%
** means within columns followed by the same letter are not significantly different at 1%

**อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ** พบว่า ระดับความเครียดน้ำไม่มีผลต่ออัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ แต่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ **โดยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 5 มีค่าสูงสุด**และไม่แตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 และ**ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีค่าต่ำ**สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 3 และ 4 (ตารางที่ 5)

**Table** 5 Photosynthetic rate ($\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$) of oil palm var. Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) in December 2009

| Water Stress Level | Photosynthetic rate ($\mu molCO_2\ m^{-2} s^{-1}$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **St.1** | **St.** 2 | **St**. 3 | **St**. 4 | **St**. 5 | **St**. 6 | Mean |
| Control | 13.8 | 11.7 | 15.25 | 13.15 | 12.4 | 12.5 | **13.13** |
| Mild Stress | 9.95 | 13.55 | 10.45 | 12.15 | 16.25 | 13.45 | **12.63** |
| Severe Stress | 13.75 | 11.25 | 13.05 | 13.8 | 14.7 | 14.65 | **13.53** |
| Mean | **12.5bc** | **12.17c** | **12.92bc** | **13.03bc** | **14.45a** | **13.53ab** | **13.10** |
| C.V. (%) | 7.07 | | | | | | |

* means within columns followed by the same letter are not significantly different at 5%
** means within columns followed by the same letter are not significantly different at 1%

**ค่านำไหลปากใบ** พบว่า ระดับความเครียดน้ำมีผลต่อค่านำไหลปากใบ โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีความเครียดน้ำ ทั้งนี้เป็นผลจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันในการลดการสูญเสียน้ำซึ่งจะมีผล

ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า **ค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าสูงสุด** และแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 4, 5 และ 6 แสดงว่าประสิทธิภาพในการควบคุมการสูญเสียน้ำจากปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

**Table 6** Stomatal conductance ($mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$) of oil palm variety Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) in December 2009

| Water Stress Level | Stomatal conductance ($mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | St.1 | St. 2 | St. 3 | St. 4 | St. 5 | St. 6 | Mean |
| Control | 250 | 235 | 409 | 243 | 121 | 115 | **229a** |
| Mild Water Stress | 110 | 175 | 157 | 134 | 257 | 181 | **169b** |
| Severe Water Stress | 123 | 184 | 195 | 165 | 156 | 170 | **166b** |
| Mean | **161b** | **198b** | **254a** | **181b** | **178b** | **155b** | **188** |
| C.V. (%) | **21.38** | | | | | | |

* means within columns followed by the same letter are not significantly different at 5%
** means within columns followed by the same letter are not significantly different at 1%

**อัตราการคายน้ำ** พบว่า สอดคล้องกับค่านำไหลปากใบ โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีความเครียดน้ำ ทั้งนี้เป็นผลจากการปรับตัวของใบในการลดการสูญเสียน้ำ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า **อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าสูงสุด** และแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 4, 5 และ 6 แสดงว่าประสิทธิภาพในการควบคุมการสูญเสียน้ำจากปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 มีค่าต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 7)

**Table 7** Transpiration rate ($mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$) of oil palm variety Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) in December 2009

| Water Stress Level | Transpiration ($mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | St.1 | St. 2 | St. 3 | St. 4 | St. 5 | St. 6 | Mean |
| Control | 4.01 | 3.44 | 5.47 | 3.83 | 2.50 | 2.27 | **3.58a** |
| Mild Water Stress | 1.45 | 2.69 | 1.87 | 1.93 | 3.65 | 2.91 | **2.41b** |
| Severe Water Stress | 2.13 | 2.70 | 3.15 | 2.80 | 2.78 | 2.80 | **2.72b** |
| Mean | **2.53b** | **2.94b** | **3.49a** | **2.85b** | **2.98b** | **2.66b** | **2.91** |
| C.V. (%) | 13.27 | | | | | | |

* means within columns followed by the same letter are not significantly different at 5%
** means within columns followed by the same letter are not significantly different at 1%

**ประสิทธิภาพการใช้น้ำ** (ประสิทธิภาพในการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงต่อปริมาณน้ำที่ใช้ 1 หน่วย) พบว่า ความเครียดน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำอย่างเด่นชัด โดย**กรรมวิธีที่ความเครียดน้ำปานกลางมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด (5.94 $mmolCO_2$assimilate $mol^{-1}H_2O$)** และเมื่อปาล์มน้ำมันเครียดน้ำมากเกินไปประสิทธิภาพการใช้น้ำจะลดลง (5.30$mmolCO_2$assimilate $mol^{-1}$ $H_2O$) และประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันในสภาพปกติมีค่าต่ำที่สุด และแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่มีความเครียดน้ำ แสดงว่าประสิทธิ- ภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่ได้รับความเครียดน้ำมีค่าสูงกว่าปาล์มน้ำมันในสภาพปกติ เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีการปรับตัวในการลดการสูญเสียน้ำเพื่อความอยู่รอด และเมื่อเปรียบเทียบ**ประสิทธิภาพการใช้น้ำ** พบว่า **ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับ**

**สุราษฎร์ธานี 6** และปาล์มน้ำมันที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุดคือ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 3 (ตารางที่ 8)

**Table 8** Water use efficiency ($mmolCO_2$assimilate $mol^{-1}$ $H_2O$) of oil palm variety Suratthani 1-6 under 3 water stress levels (control, mild stress and severe stress) in December 2009

| Water Stress Level | Water Use Efficiency ($mmolCO_2$assimilate $mol^{-1}H_2O$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **St.1** | **St.** 2 | **St**. 3 | **St**. 4 | **St**. 5 | **St**. 6 | **Mean** |
| **Control** | 3.59 | 3.35 | 2.91 | 3.74 | 5.66 | 6.51 | **4.30c** |
| **Mild Water Stress** | 7.74 | 5.71 | 5.34 | 6.54 | 5.06 | 5.26 | **5.94a** |
| **Severe Water Stress** | 6.65 | 4.20 | 4.36 | 5.68 | 5.41 | 5.49 | **5.30b** |
| **Mean** | **5.99a** | **4.42c** | **4.21c** | **5.32b** | **5.38b** | **5.76ab** | **5.18** |
| **C.V. (%)** | 7.22 | | | | | | |

* means within columns followed by the same letter are not significantly different at 5%
** means within columns followed by the same letter are not significantly different at 1%

**2. การเจริญเติบโตและช่อดอกของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี**

**การเจริญเติบโต** พบว่า การขาดน้ำมีผลทำให้จำนวนทางใบเพิ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบย่อย, พื้นที่หน้าตัดแกนทาง, ความยาวทางใบและพื้นที่ใบ และในส่วนของพันธุ์พบว่า จำนวนใบเพิ่ม, จำนวนใบย่อย, ความยาวทางใบและพื้นที่ใบของแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นพื้นที่หน้าตัดแกนทาง โดยพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงสุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 5 (ตารางที่ 9)

**Table 9** Growth of oil palm var. Suratthani 1-6 (age 4 years 6 month) under 3 water stress levels (control, mild stress, severe stress and mean)

| Water Stress Level | Oil Palm Variety | | | | | | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suratthani 1 | Suratthani 2 | Suratthani 3 | Suratthani 4 | Suratthani 5 | Suratthani 6 | |
| | | | | **Frond number/palm/year** | | | |
| Control | 23.5 | 22.75 | 22.5 | 22.75 | 23.25 | 24.25 | 23.2a |
| Mild Stress | 21.25 | 20.75 | 20.5 | 20.25 | 22.25 | 20.5 | 20.9b |
| Severe Stress | 21 | 19.5 | 20.25 | 21.75 | 22.5 | 22.25 | 21.2ab |
| **Mean** | 21.9 | 21.0 | 21.1 | 21.6 | 22.7 | 22.3 | 21.8 |
| | | | | **Leaflet/Frond** | | | |
| Control | 265.5 | 270.5 | 244 | 248 | 254.5 | 253 | 256 |
| Mild Stress | 271 | 263.5 | 244 | 257.5 | 249.5 | 260.5 | 258 |
| Severe Stress | 258.5 | 255 | 251.5 | 268.5 | 257 | 250.5 | 257 |

| Water Stress Level | Oil Palm Variety | | | | | | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suratthani 1 | Suratthani 2 | Suratthani 3 | Suratthani 4 | Suratthani 5 | Suratthani 6 | |
| **Mean** | 265 | 263 | 247 | 258 | 254 | 255 | 257 |
| | | | **Axis area ($cm.^2$)** | | | | |
| Control | 12.4 | 12.9 | 11.13 | 11.67 | 10.86 | 15.62 | 12.4 |
| Mild Stress | 8.52 | 12.28 | 9.15 | 9.39 | 10.19 | 13.73 | 10.5 |
| Severe Stress | 10.37 | 10.83 | 10.02 | 10.2 | 11.82 | 11.68 | 10.8 |
| **Mean** | 10.4b | 12.0ab | 10.1b | 10.4b | 11.0ab | 13.7a | 11.3 |
| | | | **Frond length (m.)** | | | | |
| Control | 3.29 | 3.56 | 2.98 | 3.56 | 3.4 | 3.44 | 3.37 |
| Mild Stress | 3.36 | 3.47 | 3.03 | 2.92 | 3.42 | 2.98 | 3.20 |
| Severe Stress | 3.12 | 3.31 | 3.08 | 3.23 | 3.33 | 3.24 | 3.22 |
| **Mean** | 3.26 | 3.45 | 3.03 | 3.24 | 3.38 | 3.22 | 3.26 |
| | | | **Leaf area ($m.^2$)** | | | | |
| Control | 3.73 | 3.74 | 3.25 | 2.85 | 3.12 | 4.02 | 3.45 |
| Mild Stress | 3.32 | 3.16 | 2.70 | 2.21 | 2.98 | 3.26 | 2.94 |
| Severe Stress | 3.12 | 2.76 | 2.99 | 3.00 | 3.17 | 3.05 | 3.02 |
| **Mean** | 3.39 | 3.22 | 2.98 | 2.69 | 3.09 | 3.44 | 3.14 |

**ระดับการขาดน้ำ** จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า จำนวนช่อดอกตัวผู้, ตัวเมียและกะเทยในแต่ละระดับการขาดน้ำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่า 1.69-1.98, 2.94-4.08 และ 0.09-0.20 ช่อดอก/ต้น/ปี ตาม ลำดับ แต่พบว่าระดับการขาดน้ำมีผลต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมด โดยกรรมวิธีที่ไม่ขาดน้ำ (ควบคุม) มีจำนวนช่อดอกรวมสูงสุด 6.63 ดอก/ต้น/ปี และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ขาดน้ำปานกลางและขาดน้ำรุนแรง (5.25-5.39 ดอก/ต้น/ปี) สำหรับอัตราส่วนเพศพบว่า ระดับการขาดน้ำไม่มีผลต่ออัตราส่วนเพศ

**พันธุ์ปาล์มน้ำมัน** ช่อดอกตัวผู้, ช่อดอกตัวเมียและช่อดอกกะเทยในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นช่อดอกรวม โดยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 และ 4 ให้ช่อดอกตัวผู้สูงสุดและต่ำสุด (4.42 และ 0.73 ช่อดอก/ต้น/ปี ตามลำดับ) และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในส่วนของช่อดอกตัวเมีย (3.35-4.90 ช่อดอก/ต้น/ปี) แต่แตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 ซึ่งมีช่อดอกตัวเมียต่ำสุด (0.90 ช่อดอก/ต้น/ปี) สำหรับช่อดอกกะเทยพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีช่อดอกกะเทยต่ำสุด และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ ซึ่งไม่แตกต่างกัน สำหรับอัตราส่วนเพศมีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างพันธุ์ โดยปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีอัตราส่วนเพศต่ำสุด ในขณะที่ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่า 58.7-83.5 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 10)

**Table 10** Number of inflorescences (male, female and hermaphrodite) and sex ratio of oil palm var. Suratthani 1-6 (age 4 years 6 month) under 3 water stress levels between October-September 2010

| Water Stress Level | Oil Palm Variety | | | | | | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suratthani 1 | Suratthani 2 | Suratthani 3 | Suratthani 4 | Suratthani 5 | Suratthani 6 | |
| | Male inflorescences (number/palm/year) | | | | | | |
| Control | 1.69 | 1.31 | 1.62 | 1.12 | 0.75 | 5.37 | **1.98** |
| Mild Stress | 2.69 | 3.12 | 2.06 | 0.94 | 1.19 | 3.94 | **2.32** |
| Severe Stress | 2.19 | 1.00 | 1.19 | 0.12 | 1.69 | 3.94 | **1.69** |
| **Mean** | **2.19**b | **1.81**bc | **1.62**bc | **0.73**c | **1.21**bc | **4.42**a | **2.00** |
| | Female inflorescences (number/palm/year) | | | | | | |
| Control | 3.44 | 5.00 | 5.12 | 4.87 | 5.19 | 0.87 | **4.08** |
| Mild Stress | 2.87 | 2.87 | 3.19 | 3.31 | 5.00 | 0.37 | **2.94** |
| Severe Stress | 3.75 | 2.75 | 4.06 | 4.31 | 4.50 | 1.44 | **3.47** |
| **Mean** | **3.35**a | **3.54**a | **4.12**a | **4.17**a | **4.90**a | **0.90**b | **3.50** |
| | Hermaphrodite inflorescences (number/palm/year) | | | | | | |
| Control | 0.06 | 0.12 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.44 | **0.20** |
| Mild Stress | 0 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0 | 0.31 | **0.09** |
| Severe Stress | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.25 | 0.25 | **0.13** |
| **Mean** | **0.06**b | **0.08**ab | **0.12**ab | **0.10**ab | **0.15**ab | **1.33**a | **0.14** |
| | Total inflorescences (number/palm/year) | | | | | | |
| Control | 7.44 | 6.44 | 6.94 | 6.19 | 6.12 | 6.69 | **6.63**a |
| Mild Stress | 5.56 | 6.06 | 5.37 | 4.31 | 6.19 | 4.62 | **5.35**b |
| Severe Stress | 6.06 | 3.81 | 5.31 | 4.50 | 6.44 | 5.62 | **5.29**b |
| **Mean** | **6.35** | **5.44** | **5.87** | **5.00** | **6.25** | **5.65** | **5.76** |
| | Sex ratio (%) | | | | | | |
| Control | 67.3 | 75.5 | 71.2 | 78.2 | 84.0 | 13.7 | **65.0** |
| Mild Stress | 48.2 | 45.3 | 55.7 | 77.0 | 80.7 | 10.0 | **52.8** |
| Severe Stress | 60.7 | 61.5 | 68.8 | 95.3 | 70.5 | 21.3 | **63.0** |
| **Mean** | **58.7**a | **60.8** a | **65.2**a | **83.5**a | **78.4**a | **15.0**b | **60.3** |

## สรุปผลการทดลอง

ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 อายุ 3 ปี 8 เดือนในสภาพปกติ (ไม่เครียดน้ำ) มีค่า 17.4-28.9 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ โดยความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่าระหว่าง 365-997 $\mu molm^{-2} s^{-1}$ ประสิทธิภาพการใช้แสง 0.035-0.085 $mol\ mol^{-1}$ อัตราการหายใจมีค่าต่ำ 0.73-1.22 $mmolH_2Om^{-2} s^{-1}$ เนื่องจากเป็นทางใบที่ 17 มีการเจริญเติบโตเต็มที่ จุดชดเชยของแสงมีค่า 9.2-36.3 $\mu molm^{-2} s^{-1}$ และจุดชดเชยของคาร์บอนไดออกไซด์มีค่า 80-124 $\mu molCO_2 mol^{-1}$ ซึ่งใกล้เคียงกับปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี และประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์หรือค่านำไหลมีโซฟิลล์มีค่า 45-89 $mmolCO_2 m^{-2} s^{-1}$

การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดน้ำพบว่า ระดับของความเครียดน้ำมีผลทำให้ศักย์ของน้ำในใบ, ค่านำไหลปากใบ,อัตราการคายน้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นจำนวนปากใบ, ปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิซึ่งเป็นผลจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันในการอยู่รอดในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ และปาล์มน้ำมันที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในสภาวะที่เครียดน้ำปานกลางและรุนแรงได้แก่ ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 4 ซึ่งน่าจะเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยเนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวดีกว่าพันธุ์อื่นๆ สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำในแต่ละระดับความเครียดน้ำพบว่า ระดับความเครียดน้ำปานกลางมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด รองลงมาคือ ระดับความเครียดน้ำรุนแรงและระดับที่ไม่มีความเครียดน้ำ

การเจริญเติบโตและช่อดอกพบว่า ระดับความเครียดน้ำมีผลต่อจำนวนทางใบเพิ่มและจำนวนช่อดอกรวม และในภาพรวมของพันธุ์ปาล์มน้ำมันพบว่า การเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และช่อดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของช่อดอกตัวเมีย, ช่อดอกตัวผู้, ช่อดอกกระเทยและอัตราส่วนเพศ

## เอกสารอ้างอิง


สุจิตรา พรหมเชื้อ, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551. **การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ การจัดการความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช วันที่ 9-10 มิถุนายน 2551. หน้า 164-178.

Corley R.H.V. and C.J. Breure. 1981. **Measurement in oil palm experiments**, Internal Report, Unilever Plantations, London.

Dufrene E. and B. Saugier. 1993. **Gas exchange of oil palm in relation to light vapour pressure deficit, temperature and leaf age**. Funct Ecol. 7 : p. 97-104.

Henson I.E. 1995b. **Photosynthesis, dry matter production and yield of oil palm under light –limiting conditions.** In Proc. 1993 PORIM Int. Palm Oil Congr. – Agriculture (Ed. By B.S. Jalani et al.) pp.525-541. Oil Palm Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumper.

# ศึกษาผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในการจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี

# Study on Results of Soil Analysis and Oil Palm Leaf Analysis for Nutrients Management of Oil Palm Hybrids

เกริกชัย ธนรักษ์[1/] อรรัตน์ วงศ์ศรี[1] อรุณี ใจเถิง[2/]

**บทคัดย่อ**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ซึ่งต้นปาล์มน้ำมันก็ต้องใช้ปริมาณธาตุอาหารที่สูงในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตด้วย ค่าใช้จ่ายของสวนปาล์มน้ำมันประมาณร้อยละ 35 – 40 เป็นค่าปุ๋ยเคมี ดังนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน สามารถทำให้ได้ผลผลิตที่สูง และสม่ำเสมอ ต่อเนื่องกันไป

การวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน เป็นวิธีการที่ยอมรับกันโดยทั่วไป โดยการวิเคราะห์ดินเป็นการแสดงให้เห็นถึงสภาพของดินทั้งทางกายภาพ และเคมี บ่งชี้ถึงความสามารถศักยภาพ และข้อจำกัดของดิน ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ในขณะที่การวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเป็นการแสดงให้เห็นถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในต้นปาล์มน้ำมัน เมื่อเปรียบเทียบกับวิกฤตของธาตุอาหารนั้นๆ

งานวิจัยนี้ได้ทดลองวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารในสวนของบริษัทขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่า 1,000 ไร่ ขึ้นไป จำนวน 2 ราย ระยะเวลาที่ทางบริษัทใช้ผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันติดต่อกัน 12 ปี และในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อยกระจายไปใน 5 จังหวัด คือสุราษฎร์ธานี ชุมพร กระบี่ นครศรีธรรมราช และสตูล จำนวน 69 ราย ทำการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันติดต่อกัน 2 – 5 ปี ในแต่ละปีที่ทำการทดลองนั้น หลังจากวิเคราะห์ตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันในห้องปฏิบัติการแล้ว จึงจัดทำเอกสารคำแนะนำการให้ปุ๋ยเคมี และการจัดการธาตุอาหารให้กับผู้เข้าร่วมการทดลองทุกราย โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยก่อน และหลังการใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน หรือ ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติ และผู้ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำการประเมินความต้องการปุ๋ยเคมี ผลการทดลองปรากฏว่าในระดับบริษัทที่มีการบันทึกข้อมูลผลผลิต และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องนั้น ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 21 - 46 ในขณะที่เกษตรกรรายย่อยที่ปฏิบัติตามคำแนะนำสามารถรักษาผลผลิตให้คงที่และค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีช่วงของผลผลิตประมาณ 3 – 5 ตัน/ไร่/ปี ตามคุณสมบัติ ศักยภาพ และข้อจำกัดของดิน

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่มีอายุการให้ผลผลิตประมาณ 20 – 25 ปี ตลอดอายุการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันนั้น จำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารในปริมาณมาก เพื่อให้มีผลผลิตที่สูงและสม่ำเสมอ ซึ่งนอกจาก สภาพแวดล้อมแล้ว ปุ๋ยเคมีจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นมาก ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายของปาล์มน้ำมันประมาณร้อยละ 35 – 40 เป็นค่าปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน สามารถทำให้ได้ผลผลิตที่สูง และสม่ำเสมอ ต่อเนื่องกันไป

Fairhurst,T.H.(1997) ได้อธิบายว่า ในปัจจุบันการวิเคราะห์พืช หรือการแปรผลจากการวิเคราะห์ใบ ปาล์มน้ำมัน เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในสวนปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง แม่นยำ ในขณะที่ von UexKull.,H.R. (1997) ได้อธิบายเสริมว่าการจะให้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมันให้ถูกต้องเหมาะสมนั้นนอกจากใช้ผลจากการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันแล้ว ผู้ประเมินยังต้องมีประสบการณ์ สามัญสำนึก และสามารถพิจารณาอาการขาดธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมันได้

การให้ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมันนั้น วิธีที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ในระดับบริษัท หรือผู้ปลูกปาล์มน้ำมันรายใหญ่ ทั้งในและต่างประเทศ คือการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งต้องใช้เทคนิคการ วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ค่อนข้างซับซ้อนสำหรับเกษตรกรทั่วไป อย่างไรก็ตามก็เป็นวิธีที่ยอมรับกันว่าสามารถ ให้ปุ๋ยเคมีได้ใกล้เคียงกับความต้องการของพืชมากที่สุด นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนในเรื่องของปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่วิเคราะห์ถึงระดับธาตุอาหารในใบของปาล์มน้ำมันเอง จากนั้นจึงนำมาแปรผล เป็นปริมาณและชนิดของปุ๋ยเคมีอีกครั้ง ในขณะที่เกษตรรายย่อยโดยทั่วไปนิยมใส่ปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ที่วางขายตาม ท้องตลาด ซึ่งอาจจะเหมาะสมกับพืชชนิดอื่น เช่น ยางพารา หรือไม้ผล แต่ไม่สมดุลในปาล์มน้ำมันและปุ๋ยสูตรต่าง ๆ เหล่านี้มีราคาค่อนข้างแพง (เพราะต้องผ่านขบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ เช่นการอัดเม็ด และการผสม ส่วนผสม อื่นๆ ลงไปเพื่อให้ตรงตามสูตรปุ๋ยนั้นๆ) จึงทำให้ต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันต่อหน่วยน้ำหนักหรือพื้นที่สูงขึ้น สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อยนั้น เป็นการใส่ปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ย หรือ ปุ๋ยเดี่ยว และไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการผสมปุ๋ยใดๆ ราคาจึงถูกกว่า ประกอบกับเป็นสวนปาล์มน้ำมันขนาดเล็ก เกษตรกรสามารถปฏิบัติงานเองได้ทั้งหมด ทั้งยังสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิด ที่มี คุณสมบัติแตกต่างกัน ให้เหมาะสมกับฤดูกาล ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันได้ธาตุอาหารที่สมดุล ซึ่งน่าจะเป็นผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันมากขึ้น ในขณะที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในเรื่องปุ๋ยลดลง ทั้งยังเป็นการเผยแพร่เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันโดยการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. สวนปาล์มของบริษัทที่มีพื้นที่ปลูกไม่ต่ำกว่า 200 ไร่ ในจังหวัดกระบี่

2. สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในจังหวัด สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สตูล และ ระนอง

3. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน ประกอบด้วย ชุดเก็บตัวอย่างดิน ถุงพลาสติก ป้ายพลาสติก ถังใส่ตัวอย่างดิน เป็นต้น

4. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างใบ ประกอบด้วย เคียวสำหรับเกี่ยวทางใบปาล์มน้ำมัน กรรไกรตัดแต่งกิ่งไม้ ถุงพลาสติก ป้ายชื่อ เป็นต้น

5. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในห้องปฏิบัติการ

**แบบและวิธีการทดลอง**

ไม่มีการวางแผนการทดลอง

**วิธีปฏิบัติในการทดลอง**

ในงานทดลองนี้ได้แบ่งสวนปาล์มน้ำมันตามรูปแบบการจัดการสวนปาล์มน้ำมันออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในรูปแบบของบริษัท และ การจัดการสวนของเกษตรกรรายย่อย

1.การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในรูปแบบของบริษัท ซึ่งมีพื้นที่ถือครองมากกว่า 200 ไร่ขึ้นไป มีการบันทึกข้อมูลการจัดการสวนต่างๆ ทั้งก่อนและหลังจากเริ่มทดลอง

2.การจัดการสวนของเกษตรกรรายย่อย ซึ่งมีพื้นที่ถือครองค่อนข้างน้อย แต่สนใจในการนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันไปใช้ในการปรับปรุงผลผลิตปาล์มน้ำมัน

ในการวิเคราะห์ดินนั้น เป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ทั้งสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีดิน ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดิน ความต้องการปูนทางการเกษตร (Lime requirement) ค่าการนำไฟฟ้าหรือความเค็มของดิน (Electrical conductivity) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน เช่น ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการพิจารณาการจัดการดิน เช่น การใส่ปูนทางการเกษตร การเลือกใช้ชนิด ปริมาณ และวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี โดยใช้หลักการพิจารณาตามเอกสารวิชาการลำดับที่ 6/2548 คู่มือปาล์มน้ำมันชุดที่ 1 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 1** การประเมินคุณสมบัติทางเคมีของดินเบื้องต้น

| สมบัติทางเคมี | ระดับความเหมาะสมที่ใช้ในการประเมิน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| pH | <3.5 | 4.0 | 5.2 | 5.5 |
| อินทรียวัตถุ(%) | <0.8 | 1.2 | 1.5 | 2.5 |
| Total N (%) | <0.08 | 0.12 | 0.15 | 0.25 |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(ppm) | <8.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด(ppm) | <120 | 200 | 250 | 400 |
| โปแตสเซียม(ppm) | <32.0 | 80.0 | 100.0 | 120.0 |
| โปแตสเซียม(cmol/kg) | <0.08 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| แมกนีเซียม(ppm) | <20.0 | 50.0 | 75.0 | 100.0 |
| แมกนีเซียม(cmol/kg) | <0.08 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| ทองแดงที่เป็นประโยชน์(ppm) | <4.0 | 5.0 | 5.0 | >6.0 |
| C.E.C.(meq/100กรัม) | <6 | 12.0 | 15.0 | 18.0 |

ในกรณีที่ดินมี pH ต่ำ แนะนำให้ใส่ปูนโดโลไมท์ 3.00กก./ต้น ซึ่งนอกจากสามารถปรับปรุง pH ให้สูงขึ้นแล้ว ยังให้ธาตุอาหารแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์แก่ปาล์มน้ำมันด้วย ถ้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำ แนะนำให้ใส่ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน หรือเศษซากพืช หรือจัดวางกองทางใบปาล์มน้ำมันให้กระจายให้ทั่วพื้นที่

สำหรับการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน ประกอบการใส่ปุ๋ยเคมีในแต่ละปี โดยมีวิธีการดังนี้

1.การประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีจากระดับธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน มีข้อพิจารณาคือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มีช่วงเบี่ยงเบนร้อยละ 5 จากค่าวิกฤต และโปแตสเซียม มีช่วงเบี่ยงเบนร้อยละ 10 จากค่าวิกฤต ให้ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราเดิมต่อไป

2.ถ้าระดับธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันมีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดของค่าเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ควรเพิ่มปุ๋ยเคมีชนิดนั้นๆ อีกร้อยละ 20 – 25 ของการใส่ปุ๋ยในปีที่ผ่านมา

3.ในกรณีที่ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าค่าสูงสุดของช่วงเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤต ให้ลดปุ๋ยเคมีชนิดนั้นๆ ลงร้อยละ 20 – 25

สำหรับค่าวิกฤติของการขาดธาตุอาหารในแต่ละชนิดนั้น แบ่งตามสภาวะการขาดน้ำออกได้ 2 ระดับดังนี้

**ตารางที่ 2** ค่าวิกฤตของธาตุอาหาร ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 200 มิลลิเมตร (Richardson, 1986)

| อายุ (ปี) | ทางใบที่ | เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | Mg |
| **2** | **9** | 2.94 | 0.185 | 1.35 | 0.35 |
| **3** | **9** | 2.90 | 0.180 | 1.30 | 0.30 |
| **4** | **17** | 2.68 | 0.170 | 1.20 | 0.26 |
| **6** | **17** | 2.64 | 0.168 | 1.17 | 0.26 |
| **9** | **17** | 2.57 | 0.164 | 1.11 | 0.25 |
| **12** | **17** | 2.51 | 0.161 | 1.06 | 0.24 |
| **15** | **17** | 2.44 | 0.158 | 1.00 | 0.24 |
| **18** | **17** | 2.39 | 0.155 | 0.95 | 0.23 |
| **21** | **17** | 2.33 | 0.152 | 0.90 | 0.23 |

**หมายเหตุ** ใช้กับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้ฝั่งตะวันตก

**ตารางที่ 3** ค่าวิกฤตของธาตุอาหาร ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 400 มิลลิเมตร (Richardson, 1986)

| อายุ(ปี) | ทางใบที่ | เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | Mg |
| **2** | **9** | 2.68 | 0.170 | 1.20 | 0.35 |
| **3** | **9** | 2.60 | 0.166 | 1.15 | 0.33 |
| **4** | **17** | 2.55 | 0.163 | 1.05 | 0.25 |
| **6** | **17** | 2.51 | 0.161 | 1.00 | 0.25 |
| **9** | **17** | 2.46 | 0.159 | 0.95 | 0.24 |
| **12** | **17** | 2.41 | 0.156 | 0.90 | 0.24 |
| **15** | **17** | 2.36 | 0.154 | 0.85 | 0.23 |
| **18** | **17** | 2.31 | 0.151 | 0.80 | 0.22 |
| **21** | **17** | 2.26 | 0.149 | 0.75 | 0.21 |

**หมายเหตุ** ใช้กับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้ฝั่งตะวันออก

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการแล้ว ผู้ดำเนินงานวิจัยจะรวบรวมข้อมูลนำมาประกอบการพิจารณาการจัดการดิน และประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแต่ละชนิด ตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น จากนั้นจึงทำรายงานผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันให้กับเกษตรกรในแต่ละราย เป็นประจำทุกปี โดยขอความร่วมมือจากบริษัทฯ และเกษตรกร ให้จดบันทึกข้อมูลการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปูนทางการเกษตร และผลผลิตปาล์มน้ำมันในปีที่ผ่านมา เพื่อประกอบการพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมีในปีต่อๆ ไป

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ดำเนินการทดลองที่สวนปาล์มน้ำมันของบริษัทเอกชน ในจังหวัดกระบี่ 2 ราย และ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัด สุราษฎร์ธานี ชุมพร กระบี่ นครศรีธรรมราช สตูล และระนอง จนถึงปี 2551 นี้ 69 ราย

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในการจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา ในสวนปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ จำนวน 2 แปลง ดังนี้

1.สวนปาล์มน้ำมันบริษัท หงส์ศิลาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จำกัด (เขาพนม)

สถานที่ บ้านหนองไหล ต.เขาแก้ว อ.เขาพนม จ.กระบี่

พื้นที่ปลูก ประมาณ 1,200 ไร่ แบ่งออกเป็น 13 แปลงย่อย

เนื้อดิน ทั้ง 13 แปลงย่อยเป็นดินร่วนปนทราย มีกรวด และ ลูกรังผสมโดยทั่วไป

ปาล์มน้ำมันแปลงนี้ปลูกในปี พ.ศ. 2527 –2528 โดยบริษัท หงส์ศิลาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จำกัด (เขาพนม) ได้เข้ามาดำเนินการในปี 2537 เป็นต้นมา และได้ทำการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี 2542 ซึ่งมีข้อมูลก่อน และหลังการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 4** ระดับความเป็นกรด – ด่าง และความต้องการปูนในดิน

| แปลงที่ | ระดับความเป็นกรด - ด่างของดิน | | | ความต้องการปูน(CaO กก./ไร่) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 |
| 1 | 4.83 | 6.28 | 5.56 | 470 | 0 | 940 |
| 2 | 5.07 | 5.55 | 5.86 | 370 | 0 | 330 |
| 3 | 4.02 | 5.56 | 6.84 | 550 | 0 | 0 |
| 4 | 3.76 | 5.23 | 6.01 | 660 | 0 | 0 |
| 5 | 5.82 | 5.51 | 6.06 | 330 | 0 | 0 |
| 6 | 4.05 | 6.06 | 6.86 | 490 | 0 | 0 |
| 7 | 4.28 | 6.10 | 6.46 | 480 | 0 | 0 |
| 8 | 4.01 | 5.07 | 5.66 | 980 | 0 | 290 |
| 9 | 4.34 | 5.86 | 6.82 | 520 | 0 | 0 |
| 10 | 3.92 | 5.37 | 5.15 | 550 | 0 | 450 |
| 11 | 4.31 | 6.02 | 5.87 | 530 | 0 | 320 |
| 12 | 4.46 | 5.72 | 6.42 | 490 | 0 | 0 |
| 13 | 4.14 | 5.14 | 5.38 | 470 | 0 | 100 |
| **เฉลี่ย** | **4.39** | **5.65** | **6.07** | **530** | **0** | **187** |
| **ระดับที่เหมาะสม** | **4.2 – 5.5** | **4.2 – 5.5** | **4.2 – 5.5** | **-** | **-** | **-** |

ตารางที่ 4 ระดับ pH ของดินในทุกแปลงย่อยในปี 2542 หรือ เมื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในปีแรกนั้น สภาพดินเป็นกรดค่อนข้างต่ำ - กรดปานกลาง (pH = 3.7 – 5.82) ความต้องการปูน (Lime Requirement) อยู่ในช่วง 330 – 980 กก./ไร่ ทางบริษัทฯจึงได้ใส่ปูนโดโลไมท์ ในปี 2542 จำนวน 16 กก./ต้น ในปี 2543 ใส่ปูนโดโลไมท์ 10 กก./ต้น และในปี 2543 ใส่ปูนโดโลไมท์อีก 5 กก./ต้น จึงทำให้ผลวิเคราะห์ดินในปี 2545 และปี 2550 ระดับ pH ในทุกแปลงมีระดับสูงขึ้น แต่ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ส่วนความต้องการปูนในทุกแปลงลดลง ทั้งในปี 2545 และ 2550 ซึ่งไม่จำเป็นต้องใส่ปูนทางการเกษตรชนิดใด

**ตารางที่ 5** ปริมาณอินทรียวัตถุ(Organic matter) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity)

| แปลงที่ | ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน(%) | | | ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(เดซิซีเมน/เมตร) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 |
| 1 | 1.27 | 0.97 | 2.26 | 0.020 | 0.205 | 0.081 |
| 2 | 1.27 | 1.10 | 2.54 | 0.036 | 0.075 | 0.110 |
| 3 | 1.18 | 1.17 | 1.76 | 0.018 | 0.054 | 0.140 |
| 4 | 1.74 | 1.64 | 1.44 | 0.018 | 0.042 | 0.049 |
| 5 | 1.60 | 1.30 | 1.45 | 0.107 | 0.080 | 0.086 |
| 6 | 1.44 | 1.57 | 1.34 | 0.016 | 0.084 | 0.280 |
| 7 | 1.71 | 1.65 | 1.04 | 0.021 | 0.073 | 0.200 |
| 8 | 1.85 | 2.04 | 1.78 | 0.020 | 0.055 | 0.170 |
| 9 | 1.64 | 2.04 | 2.50 | 0.025 | 0.094 | 0.280 |
| 10 | 1.60 | 1.20 | 2.09 | 0.018 | 0.077 | 0.091 |
| 11 | 1.54 | 1.60 | 2.39 | 0.024 | 0.101 | 0.110 |
| 12 | 1.34 | 1.34 | 2.70 | 0.041 | 0.061 | 0.067 |
| 13 | 1.54 | 1.58 | 2.25 | 0.018 | 0.036 | 0.081 |
| **เฉลี่ย** | **1.51** | **1.48** | **1.96** | **0.029** | **0.080** | **0.134** |
| **ปริมาณที่เหมาะสม** | **1.5** | **1.5** | **1.5** | **< 2.00** | **< 2.00** | **< 2.00** |

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินตลอดระยะเวลาประมาณ 10 ปีที่มีการเก็บตัวอย่างดิน ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ประกอบกับทางสวนได้นำเอาทะลายเปล่า และวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน มาใส่ในแปลง ในปริมาณที่ไม่แน่นอน และยังปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่บำบัดแล้ว ให้กับต้นปาล์มน้ำมันในแปลง แต่ก็ในปริมาณที่ไม่แน่นอนเช่นกัน อย่างไรก็ตามจากทั้งทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน วัสดุเหลือใช้จากโรงงาน และ น้ำทิ้งจากโรงงานก็มีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มในการเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 6** ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

| แปลงที่ | ปริมาณฟอสฟอรัส (ส่วนต่อล้าน) | | | ปริมาณโปแตสเซียม (ส่วนต่อล้าน) | | | ปริมาณแคลเซียม (ส่วนต่อล้าน) | | | ปริมาณแมกนีเซียม (ส่วนต่อล้าน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2550 |
| 1 | 3.00 | 2.00 | 24.00 | 73 | 190 | 179 | 507 | 2073 | 1201 | 125 | 44 | 238 |
| 2 | 5.00 | 4.00 | 81.00 | 29 | 129 | 119 | 537 | 416 | 2097 | 75 | 174 | 163 |
| 3 | 2.00 | 4.00 | 38.00 | 63 | 136 | 164 | 106 | 237 | 1259 | 51 | 177 | 191 |
| 4 | 2.00 | 2.00 | 20.00 | 49 | 124 | 178 | 88 | 207 | 1144 | 58 | 183 | 188 |
| 5 | 3.00 | 2.00 | 16.00 | 88 | 199 | 237 | 598 | 209 | 862 | 75 | 196 | 190 |
| 6 | 3.00 | 2.00 | 44.00 | 20 | 69 | 604 | 100 | 335 | 2238 | 44 | 231 | 217 |
| 7 | 4.00 | 1.00 | 38.00 | 88 | 77 | 532 | 554 | 394 | 1241 | 97 | 236 | 268 |
| 8 | 3.00 | 7.00 | 14.00 | 117 | 109 | 266 | 408 | 373 | 5545 | 131 | 240 | 236 |
| 9 | 7.00 | 2.00 | 27.00 | 107 | 207 | 274 | 557 | 1756 | 1043 | 107 | 294 | 263 |
| 10 | 3.00 | 2.00 | 10.00 | 29 | 162 | 211 | 232 | 162 | 1773 | 61 | 118 | 139 |
| 11 | 2.00 | 4.00 | 26.00 | 54 | 114 | 301 | 516 | 114 | 2242 | 79 | 221 | 207 |
| 12 | 5.00 | 3.00 | 18.00 | 278 | 99 | 279 | 118 | 99 | 1215 | 70 | 194 | 255 |
| 13 | 2.00 | 2.00 | 69.00 | 59 | 59 | 110 | 267 | 257 | 1315 | 72 | 186 | 209 |
| **เฉลี่ย** | 3.38 | 2.85 | 32.69 | 81.08 | 128.77 | 265.69 | 352.92 | 510.15 | 1782.69 | 80.38 | 191.85 | 212.62 |
| **ปริมาณที่เหมาะสม** | **20** | | | **100** | | | **ไม่มีค่าอ้างอิง** | | | **75** | | |

ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินในตารางที่ 6 พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินทั้ง 4 ชนิด คือ ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีปริมาณสูงขึ้น จากปีแรกที่ทำการวิเคราะห์ดิน โดยฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 3.38 ส่วนต่อล้าน เป็น 32.69 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 9.67เท่า) โปแตสเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 81.08 ส่วนต่อล้าน เป็น 265.69 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 3.28เท่า) แคลเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 365.92 ส่วนต่อล้าน เป็น 1,782.69 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 4.94เท่า) และแมกนีเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 80.38 ส่วนต่อล้าน เป็น 212.62 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 2.65เท่า)

ประวัติการใส่ปุ๋ยเคมีในช่วงปี 2538 – 2541 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินการใส่ปุ๋ยเคมีนั้น ทางสวนได้ใส่ปุ๋ยเคมีโดยอาศัยประสบการณ์ และประเมินจากการให้ผลผลิตในปีที่ผ่านมา

**ตารางที่ 7** การใส่ปุ๋ยเคมีเฉลี่ยในปี 2538 – 41

| ปุ๋ยเคมีที่ทางบริษัทฯให้กับต้นปาล์มน้ำมัน(กก./ต้น) | | | | คำนวณเป็นปุ๋ยเดี่ยวได้(กก./ต้น)ดังนี้ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 – 20 – 0 | ปริมาณ | 1.20 | กก./ต้น | 21 – 0 – 0 | ปริมาณ | 3.33 | กก./ต้น |
| 0 – 0 - 60 | ปริมาณ | 4.40 | กก./ต้น | 0 – 3 – 0* | ปริมาณ | 2.71 | กก./ต้น |
| 15 – 15 – 15 | ปริมาณ | 1.40 | กก./ต้น | 0 – 0 - 60 | ปริมาณ | 4.87 | กก./ต้น |
| 25 – 7 – 7 | หรือ | | | โบรอน | ปริมาณ | 0.025 | กก./ต้น |
| 20 – 10 - 5 | ปริมาณ | 1.20 | กก./ต้น | | | | |
| โบรอน | ปริมาณ | 0.025 | กก./ต้น | | | | |

**หมายเหตุ** * คำนวณ 0 – 3 – 0 ที่ปริมาณ total phosphorus 20%$P_2O_5$

ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ทางบริษัทฯได้ให้กับต้นปาล์มน้ำมันตลอดระยะเวลา 4 ปี ซึ่งมีปริมาณ และสูตรปุ๋ยเคมีที่ให้กับต้นปาล์มน้ำมันใกล้เคียงกันตลอดทั้ง 4 ปี มีการเปลี่ยนแปลงบ้างในกรณีที่ปุ๋ยเคมีบางสูตร เช่น 25 – 7 – 7 เปลี่ยนเป็น 25 – 10 – 5 แทน เมื่อคำนวณเป็นปุ๋ยเดี่ยวแล้วได้แสดงค่าเฉลี่ยไว้ในตารางที่ 7.5 ที่เห็นได้ชัดว่ามีเฉพาะปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ส่วนโบรอนนั้นทางบริษัทฯให้กับต้นปาล์มน้ำมันน้อยมาก ทั้งยังไม่ได้ให้แมกนีเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันมีความต้องการอย่างมากด้วย

ในปี 2542 ทางบริษัทฯได้นำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา การวิเคราะห์ดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 – 6 แล้ว สำหรับการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน ใช้ค่าวิกฤตของธาตุอาหาร ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 200 มิลลิเมตร ต่อปี (ภาคใต้ฝั่งตะวันตก)

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันในห้องปฏิบัติการตลอดระยะเวลาตั้งแต่ปี 2542 – 2551 ทางบริษัทฯได้วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และ แมกนีเซียม ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

**ตารางที่ 8** ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | ปริมาณ N ในใบ (%) | ค่าวิกฤตของ N ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 15 | 2.3510 | 2.3180-2.5220 | 3.00 | 3.10 |
| 2543 | 16 | 2.4603 | 2.3180-2.5220 | 3.00 | 3.59 |
| 2544 | 17 | 2.3839 | 2.2705-2.5095 | 3.00 | 3.00 |
| 2545 | 18 | 1.9539 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.00 |
| 2546 | 19 | 1.7862 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 20 | 2.1921 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 21 | 2.3286 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 22 | 2.4931 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.50 |
| 2550 | 23 | 2.4277 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 24 | 2.4431 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2552 | 25 | 2.4738 | 2.2135-2.4465 | 2.25 | 2.60 |
| 2553 | 26 | 2.3683 | 2.2135-2.4465 | 2.60 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.15** | **3.21** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

จากตารางที่ 8 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันมีความแปรปรวนในช่วงปีแรกๆของการเก็บตัวอย่างใบ เช่นในปี 2542 ซึ่งเป็นปีแรกของการเก็บตัวอย่างใบปริมาณไนโตรเจนในใบอยู่ในช่วงของค่าเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตไนโตรเจนในใบ แต่ในปี 2545 กลับมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง พบว่าตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมาปริมาณไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตโดยตลอด ในขณะเดียวกันปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้กับบริษัทก็ปรับไปตามผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน โดยถ้าผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในใบต่ำกว่าค่าวิกฤตก็จะแนะนำให้เพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในใบอยู่ในช่วงค่าวิกฤต ก็จะแนะนำให้คงปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับปีที่ผ่านมา แต่ถ้าผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในใบสูงกว่าค่าวิกฤตก็จะแนะนำให้ลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนลง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีของทางบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นไปตามคำแนะนำ หรือมากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 7.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 21 – 0 – 0 ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 3.33 กก./ต้น/ปี และ 3.21 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ และการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | ปริมาณ P ในใบ (%) | ค่าวิกฤตของ P ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 15 | 0.1553 | 0.1501-0.1659 | 1.80 | 2.25 |
| 2543 | 16 | 0.1531 | 0.1501-0.1659 | 1.80 | 2.40 |
| 2544 | 17 | 0.1250 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.00 |
| 2545 | 18 | 0.1451 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.00 |
| 2546 | 19 | 0.1092 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.00 |
| 2547 | 20 | 0.1459 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.25 |
| 2548 | 21 | 0.1586 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2549 | 22 | 0.1718 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.75 |
| 2550 | 23 | 0.1508 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.75 |
| 2551 | 24 | 0.1492 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.75 |
| 2552 | 25 | 0.1523 | 0.1444-0.1596 | 1.75 | 1.65 |
| 2553 | 25 | 0.1200 | 0.1444-0.1596 | 2.10 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **2.01** | **2.01** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

จากตารางที่ 9 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันมีลักษณะเช่นเดียวกับไนโตรเจน คือมีความแปรปรวนในช่วงปีแรกๆของการเก็บตัวอย่างใบ และตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมาปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตโดยตลอด ปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้กับบริษัทก็ปรับไปตามผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน เช่นเดียวกับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีของทางบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นไปตามคำแนะนำ หรือมากกว่า ยกเว้นในบางปีที่ทางบริษัทฯใส่ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยผสม ซึ่งอาจทำให้มีปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต้นปาล์มน้ำมันได้รับน้อยกว่าคำแนะนำ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 7.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 0 – 3 – 0 ในปริมาณที่ต่างกันคือ 2.71 กก./ต้น/ปี และ 2.01 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกัน 0.70 กก./ต้น/ปี (25.83%) หรือ 15.97 กก./ไร่

**ตารางที่ 10** ปริมาณโปแตสเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารโปแตสเซียม

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | %Kในใบ | ค่าวิกฤตของK ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย(กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้(กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 15 | 1.0026 | 0.9000-1.1000 | 3.50 | 4.89 |
| 2543 | 16 | 1.0698 | 0.9000-1.1000 | 3.50 | 3.40 |
| 2544 | 17 | 1.0201 | 0.8550-1.0450 | 3.50 | 3.50 |
| 2545 | 18 | 0.9144 | 0.8550-1.0450 | 3.50 | 3.50 |
| 2546 | 19 | 1.0449 | 0.8550-1.0450 | 3.50 | 3.50 |
| 2547 | 20 | 0.8960 | 0.8550-1.0450 | 3.50 | 3.50 |

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | %Kในใบ | ค่าวิกฤตของK ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย(กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้(กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2548 | 21 | 0.9147 | 0.8100-0.9900 | 3.50 | 3.50 |
| 2549 | 22 | 1.1891 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2550 | 23 | 0.9223 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 24 | 0.7931 | 0.8100-0.9900 | 3.50 | 3.50 |
| 2552 | 25 | 0.7538 | 0.8100-0.9900 | 4.06 | 4.07 |
| 2553 | 25 | 1.0069 | 0.8100-0.9900 | 3.05 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.43** | **3.58** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$
2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$

จากตารางที่ 10 ปริมาณธาตุอาหารโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมันมีลักษณะค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เริ่มมีการเก็บตัวอย่างใบและวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน ในปี 2542 คือส่วนใหญ่ผลการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน มีปริมาณโปแตสเซียมอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตของธาตุอาหารโปแตสเซียม ทำให้การใช้ปุ๋ยเคมี 0 – 0 – 60 มีปริมาณคงที่เช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมเฉลี่ยในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ(ตารางที่ 7.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 0 – 0 – 60 ในปริมาณที่ต่างกันมากคือ 4.87 กก./ต้น/ปี และ 3.58 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกันถึง 1.29 กก./ต้น/ปี (26.45%) หรือ 29.44 กก./ไร่

**ตารางที่ 11** ปริมาณแมกนีเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียม

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | % Mg ในใบ | ค่าวิกฤตของ Mg ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 15 | 0.2438 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 16 กก/ต้น |
| 2543 | 16 | 0.3883 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 10 กก/ต้น |
| 2544 | 17 | 0.2805 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 5 กก/ต้น |
| 2545 | 18 | 0.3189 | 0.24-0.40 | - | - | |
| 2546 | 19 | 0.1914 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2547 | 20 | 0.1989 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2548 | 21 | 0.2097 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2549 | 22 | 0.2544 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2550 | 23 | 0.2423 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2551 | 24 | 0.2523 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2552 | 25 | 0.2738 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2553 | 25 | 0.2885 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO
2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารที่ส่วนใหญ่ไม่ได้ใส่โดยตรง มักอยู่ในรูปแมกนีเซียมที่ผสมมากับปุ๋ยผสมสูตรต่างๆ จึงมักจะพบว่าต้นปาล์มน้ำมันมักแสดงอาการขาดแมกนีเซียมเสมอ จากตารางที่ 11 เมื่อเริ่มการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันในปี 2542 นั้น ได้ทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วย ซึ่งทางบริษัทฯได้ใส่ปูนโดโลไมท์ตามค่าความต้องการปูนของการวิเคราะห์ดิน ซึ่งก็ทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมในใบตั้งแต่ปี 2542 – 2545 อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตแมกนีเซียม จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ในปีที่ใส่ปูนโดโลไมท์ ในปี 2546 ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลดลงต่ำกว่าค่าวิกฤต ได้แนะนำให้ใส่ใส่กีเซอร์ไรท์ 0.80 กก./ต้น แต่ทางบริษัทฯใส่ปุ๋ยผสมชื่อการค้า Hymax B มี

ส่วนประกอบที่เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือ B 1.5% , MgO 15%, CaO 8%, S 8% และ กรดฮิวมิค 1% ปริมาณ 1 กก./ต้น ตั้งแต่ ปี 2546 – 2547 แต่ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันก็ยังต่ำกว่าค่าวิกฤต ดังนั้นในปี 2548 บริษัทจึงใส่กีเซอร์ไรท์ในปริมาณ 0.80 กก./ต้น ตามคำแนะนำ ผลปรากฏว่าในปี 2549 ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันสูงขึ้นจนอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต

สำหรับการจัดการธาตุอาหารโบรอนนั้น ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการขาดโบรอนให้ใช้ปุ๋ยโบแรกซ์ 140 กรัม/ต้น แต่ถ้าพบว่าต้นปาล์มน้ำมันมีอาการขาดโบรอนมากกว่า 20% แนะนำให้ใช้ โบแรกซ์ 210กรัม/ต้น

**ตารางที่ 12** เปรียบเทียบผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันก่อนและหลังเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน

| ก่อนเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน | | หลังเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน | |
|---|---|---|---|
| **ปี พ.ศ.** | **ผลผลิตทะลายสด(ตัน/ไร่)** | **ปี พ.ศ.** | **ผลผลิตทะลายสด(ตัน/ไร่)** |
| 2538 | 2.300 | 2542 | 4,584 |
| 2539 | 2.553 | 2543 | 3,867 |
| 2540 | 2.778 | 2544 | 3,990 |
| 2541 | 2.288 | 2545 | 3,126 |
| | | 2546 | 3,444 |
| | | 2547 | 3,042 |
| | | 2548 | 2,554 |
| | | 2549 | 3,657 |
| | | 2550 | 2,947 |
| | | 2551 | 4,651 |
| | | 2552 | 3,987 |
| **เฉลี่ย** | **2.480** | **เฉลี่ย** | **3.623** |

จากการนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน มาใช้ในการจัดการธาตุอาหาร ให้กับต้นปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1 – 9) มีผลทำให้ต้นปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงขึ้น นั่นคือเพิ่มผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยจากก่อนการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน 2.480 ตัน/ไร่/ปี เป็น 3.623 ตัน/ไร่/ปี หรือเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 46.09% ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหลักทั้ง 2 ชนิดคือ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ลดลง 25.83% และ 26.45% ตามลำดับ ในขณะที่การจัดการดินเช่น การใส่ปูนโดโลไมท์ นอกจากจะทำให้ pH ของดินสูงขึ้น อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับปาล์มน้ำมันแล้ว ยังทำให้ธาตุอาหารที่ถูกดินตรึงเอาไว้ ได้ปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ทั้งโดโลไมท์เองก็ยังให้แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมัน และยังเป็นแหล่งแมกนีเซียมราคาต่ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามการใส่ปูนโดโลไมท์ที่มากเกิน อาจมีผลทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินด่าง หรือมีสภาพปูนเกิน (Over lime) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ดังนั้นการใส่ปูนโดโลไมท์จึงควรใส่ตามผลการวิเคราะห์ดินเป็นหลัก

**2.สวนปาล์มน้ำมันบริษัท หงส์ศิลาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จำกัด (อ่าวลึก)**

สถานที่ บ้านห้วยทรายขาว ต.คลองยา อ.อ่าวลึก จ.กระบี่

พื้นที่ปลูก ประมาณ 2,800 ไร่ แบ่งออกเป็น 21 แปลงย่อย

เนื้อดินทั้ง 21 แปลงย่อยเป็นดินร่วนปนทราย 2 แปลงย่อย และดินทรายปนดินร่วน 19 แปลงย่อย

ปาล์มน้ำมันแปลงนี้ปลูกในปี พ.ศ. 2524 – 30 โดยบริษัท หงส์ศิลาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จำกัด (อ่าวลึก) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วงอายุ คือ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในปี 2524 (แปลงที่ 1 – 5) , 2528 (แปลงที่ 6 – 14) และ 2530 (แปลงที่ 15 – 21)บริษัทได้ทำการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี 2542 ซึ่งมีข้อมูลก่อน และหลังการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 13** ระดับความเป็นกรด – ด่าง และความต้องการปูนในดิน

| แปลงที่ | ระดับความเป็นกรด - ด่างของดิน | | | | ความต้องการปูน(CaO กก./ไร่) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 |
| 1 | 5.05 | 4.06 | 4.37 | 5.00 | 280 | - | 510 | 280 |
| 2 | 4.83 | 4.08 | 4.70 | 4.71 | 310 | - | 360 | 270 |
| 3 | 4.90 | 4.37 | 5.18 | 4.82 | 340 | - | - | 470 |
| 4 | 4.96 | 4.01 | 4.63 | 4.71 | 370 | 30 | 430 | 390 |
| 5 | 4.51 | 4.64 | 4.62 | 5.44 | 470 | - | 360 | 150 |
| 6 | 4.71 | 4.04 | 4.56 | 4.66 | 430 | 260 | 680 | 420 |
| 7 | 4.88 | 4.19 | 4.44 | 4.67 | 380 | 50 | 620 | 400 |
| 8 | 4.00 | 4.08 | 4.35 | 4.45 | 450 | 120 | 520 | 410 |
| 9 | 4.45 | 3.98 | 4.68 | 4.94 | 570 | - | 360 | 270 |
| 10 | 4.72 | 4.06 | 4.16 | 4.83 | 485 | 90 | 630 | 430 |
| 11 | 4.98 | 4.03 | 4.20 | 6.26 | 400 | 40 | 520 | 0 |
| 12 | 5.62 | 4.01 | 4.11 | 4.98 | 540 | 30 | 710 | 340 |
| 13 | 4.76 | 4.10 | 4.45 | 4.77 | 400 | 120 | 780 | 500 |
| 14 | 4.67 | 3.94 | 4.36 | 5.85 | 410 | 450 | 660 | 190 |
| 15 | 4.52 | 4.19 | 4.49 | 4.99 | 360 | 60 | 460 | 320 |
| 16 | 4.69 | 3.94 | 4.09 | 4.63 | 450 | 180 | 590 | 390 |
| 17 | 5.01 | 4.09 | 4.13 | 4.61 | 340 | 60 | 540 | 410 |
| 18 | 4.92 | 4.08 | 4.09 | 4.67 | 465 | 60 | 640 | 360 |
| 19 | 4.83 | 4.39 | 4.23 | 4.48 | 590 | 60 | 540 | 400 |
| 20 | 4.88 | 4.60 | 4.35 | 4.16 | 420 | 10 | 340 | 300 |
| 21 | 4.78 | 4.11 | 4.02 | 4.54 | 400 | 20 | 400 | 390 |
| **เฉลี่ย** | **4.79** | **4.14** | **4.39** | **4.87** | **421.90** | **102.50** | **532.50** | **337.62** |
| **ระดับที่เหมาะสม** | **4.2 – 5.5** | **4.2 – 5.5** | **4.2 – 5.5** | **4.2 – 5.5** | - | - | - | - |

ตารางที่ 13 ระดับ pH ของดินในทุกแปลงย่อยในปี 2542 หรือ เมื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในปีแรกนั้น สภาพดินเป็นกรดค่อนข้างต่ำ - กรดปานกลาง (pH = 4.00 – 5.62) ค่าเฉลี่ย pH ของทั้ง 21 แปลง คือ 4.79 ความต้องการปูน (Lime Requirement) อยู่ในช่วง 280 – 590 กก./ไร่ ทางบริษัทฯจึงได้ใส่ปูนโดโลไมท์ ในปี 2542 จำนวน 16 กก./ต้น ทำให้ผลวิเคราะห์ดินในปี 2545 มีความต้องการปูนลดลง แต่กลับมี pH ต่ำลงมีค่าเฉลี่ยเหลือ 4.14 ในปี 2549 และ 2553 ระดับ pH ในทุกแปลงมีระดับใกล้เคียงกับปี 2545 แต่ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ส่วนความต้องการปูนในทุกแปลง ในปี 2553 นั้นลดลง เมื่อเทียบกับปี 2542 และ 2549 แต่สูงกว่าในปี 2545

**ตารางที่ 14** ปริมาณอินทรียวัตถุ(Organic matter) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity)

| แปลงที่ | ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน(%) | | | | ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(เดซิซีเมน/เมตร) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 |
| 1 | 0.54 | 0.67 | 1.64 | 1.32 | 0.015 | 0.026 | 0.027 | 0.016 |
| 2 | 0.60 | 0.60 | 1.51 | 1.14 | 0.022 | 0.019 | 0.032 | 0.012 |
| 3 | 0.95 | 0.64 | 2.04 | 1.40 | 0.020 | 0.023 | 0.125 | 0.011 |
| 4 | 1.30 | 0.67 | 0.89 | 1.20 | 0.018 | 0.020 | 0.024 | 0.015 |
| 5 | 0.91 | 0.67 | 1.77 | 1.00 | 0.026 | 0.046 | 0.030 | 0.018 |
| 6 | 0.54 | 0.74 | 1.31 | 1.20 | 0.017 | 0.019 | 0.028 | 0.013 |
| 7 | 0.80 | 0.57 | 1.28 | 0.94 | 0.020 | 0.017 | 0.028 | 0.013 |
| 8 | 0.74 | 0.80 | 1.52 | 1.03 | 0.127 | 0.016 | 0.024 | 0.027 |
| 9 | 0.74 | 0.60 | 1.55 | 1.11 | 0.049 | 0.023 | 0.033 | 0.014 |
| 10 | 0.84 | 0.83 | 1.35 | 1.24 | 0.32 | 0.022 | 0.038 | 0.015 |
| 11 | 0.94 | 0.81 | 1.58 | 1.24 | 0.015 | 0.027 | 0.023 | 0.071 |
| 12 | 1.10 | 0.57 | 1.56 | 1.17 | 0.034 | 0.019 | 0.033 | 0.014 |
| 13 | 1.00 | 0.64 | 2.20 | 1.40 | 0.017 | 0.018 | 0.048 | 0.013 |
| 14 | 1.54 | 1.31 | 1.82 | 1.45 | 0.032 | 0.027 | 0.048 | 0.022 |
| 15 | 0.90 | 0.81 | 1.18 | 1.29 | 0.030 | 0.029 | 0.030 | 0.014 |
| 16 | 1.07 | 0.74 | 2.46 | 1.15 | 0.039 | 0.030 | 0.143 | 0.013 |
| 17 | 0.74 | 0.60 | 1.17 | 1.11 | 0.020 | 0.020 | 0.095 | 0.031 |
| 18 | 0.77 | 0.79 | 1.24 | 1.12 | 0.018 | 0.027 | 0.107 | 0.014 |
| 19 | 0.80 | 0.88 | 1.09 | 1.16 | 0.015 | 0.046 | 0.071 | 0.023 |
| 20 | 1.14 | 0.87 | 1.26 | 0.92 | 0.013 | 0.028 | 0.091 | 0.041 |
| 21 | 0.80 | 1.17 | 1.12 | 1.31 | 0.016 | 0.033 | 0.083 | 0.019 |
| **เฉลี่ย** | **0.89** | **0.761** | **1.502** | **1.19** | **.042** | **0.025** | **0.055** | **0.020** |
| **ปริมาณที่เหมาะสม** | **1.50** | **1.50** | **1.50** | **1.50** | **< 2.00** | **< 2.00** | **< 2.00** | **< 2.00** |

จากตารางที่ 14 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในปี 2542 - 2545 ค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการในปี 2549 และ ปี 2553 พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุกลับมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากทางบริษัทได้นำเอาทะลายเปล่า และวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน มาใส่ในแปลง ในปริมาณที่ไม่แน่นอน ซึ่งก็ช่วยในการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินไม่มีผลกระทบต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

**ตารางที่ 15** ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

| แปลงที่ | ปริมาณฟอสฟอรัส(ส่วนต่อล้าน) | | | | ปริมาณโปแตสเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | ปริมาณแคลเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | ปริมาณแมกนีเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 | ปี 2542 | ปี2545 | ปี 2549 | ปี2553 |
| 1 | 3 | 6 | 15 | 26 | 60 | 69 | 125 | 48 | 108 | 185 | 120 | 370 | 1 | 68 | 221 | 36 |
| 2 | 4 | 5 | 42 | 20 | 115 | 64 | 149 | 43 | 90 | 94 | 240 | 160 | 9 | 68 | 367 | 30 |
| 3 | 3 | 5 | 20 | 41 | 105 | 60 | 153 | 52 | 115 | 113 | 570 | 180 | 10 | 66 | 717 | 25 |
| 4 | 3 | 10 | 41 | 56 | 95 | 69 | 91 | 60 | 140 | 89 | 192 | 197 | 12 | 60 | 308 | 27 |
| 5 | 4 | 5 | 22 | 13 | 100 | 97 | 81 | 68 | 146 | 221 | 268 | 377 | 6 | 118 | 495 | 59 |
| 6 | 3 | 6 | 21 | 28 | 50 | 110 | 143 | 53 | 90 | 116 | 185 | 222 | 3 | 70 | 262 | 23 |
| 7 | 8 | 11 | 14 | 25 | 60 | 184 | 127 | 68 | 114 | 86 | 223 | 202 | 8 | 57 | 223 | 22 |
| 8 | 5 | 7 | 21 | 21 | 135 | 88 | 152 | 72 | 154 | 101 | 192 | 190 | 17 | 54 | 259 | 17 |
| 9 | 5 | 25 | 19 | 16 | 180 | 93 | 126 | 76 | 140 | 141 | 286 | 210 | 21 | 58 | 266 | 20 |
| 10 | 3 | 8 | 65 | 20 | 120 | 80 | 224 | 122 | 154 | 166 | 175 | 326 | 21 | 54 | 285 | 31 |
| 11 | 2 | 8 | 12 | 12 | 60 | 133 | 114 | 111 | 187 | 123 | 182 | 234 | 22 | 61 | 266 | 40 |
| 12 | 3 | 12 | 11 | 43 | 115 | 93 | 116 | 74 | 332 | 138 | 178 | 292 | 31 | 55 | 265 | 29 |
| 13 | 4 | 8 | 12 | 53 | 60 | 69 | 160 | 80 | 379 | 185 | 350 | 330 | 49 | 75 | 419 | 55 |
| 14 | 9 | 6 | 13 | 59 | 165 | 112 | 232 | 76 | 187 | 136 | 401 | 478 | 24 | 73 | 610 | 145 |
| 15 | 9 | 7 | 8 | 27 | 95 | 126 | 158 | 72 | 108 | 126 | 144 | 309 | 19 | 68 | 215 | 38 |
| 16 | 6 | 10 | 14 | 45 | 145 | 171 | 185 | 76 | 251 | 95 | 192 | 247 | 31 | 50 | 238 | 28 |
| 17 | 12 | 11 | 15 | 68 | 85 | 77 | 123 | 44 | 172 | 183 | 213 | 244 | 18 | 51 | 250 | 22 |
| 18 | 7 | 9 | 8 | 31 | 75 | 145 | 136 | 43 | 103 | 107 | 111 | 135 | 10 | 66 | 186 | 18 |
| 19 | 3 | 7 | 4 | 32 | 70 | 158 | 102 | 85 | 134 | 230 | 234 | 217 | 1 | 84 | 290 | 17 |
| 20 | 2 | 9 | 11 | 31 | 45 | 129 | 140 | 70 | 125 | 75 | 154 | 103 | 3 | 48 | 199 | 13 |
| 21 | 3 | 4 | 18 | 69 | 30 | 136 | 112 | 50 | 61 | 98 | 112 | 229 | 3 | 54 | 388 | 34 |
| **เฉลี่ย** | **4.81** | **8.52** | **19.33** | **35.05** | **93.57** | **107.76** | **140.43** | **68.71** | **156.67** | **133.71** | **224.86** | **250.10** | **15.19** | **64.67** | **320.43** | **34.71** |
| **ปริมาณที่เหมาะสม** | | | **20** | | | | **100** | | | | **ไม่มีค่าอ้างอิง** | | | | **75** | |

ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินในตารางที่ 15 พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินทั้ง 4 ชนิด คือ ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีปริมาณสูงขึ้น จากปีแรกที่ทำการวิเคราะห์ดิน โดยฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 4.81 ส่วนต่อล้าน เป็น 35.05 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ7.29เท่า) ในปี 2553 โปแตสเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 93.57ส่วนต่อล้าน เป็น 140.43 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 1.50เท่า) ในปี 2549 และลดลงในปี 2553 เป็น 68.71ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 0.27 เท่า) แคลเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 156.67 ส่วนต่อล้าน เป็น 250.10 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 0.60เท่า) ในปี 2553 และแมกนีเซียมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 15.19 ส่วนต่อล้าน เป็น 34.71 ส่วนต่อล้าน (ประมาณ 1.23เท่า) ในปี 2553

ประวัติการใส่ปุ๋ยเคมีในช่วงปี 2538 – 2541 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินการใส่ปุ๋ยเคมีนั้น ทางบริษัทฯใส่ปุ๋ยเคมีทั้งชนิด และปริมาณเดียวกับตารางที่ 4.1 – 4.5

ในปี 2542 ทางบริษัทฯได้นำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา การวิเคราะห์ดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 – 13 แล้ว สำหรับการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน ใช้ค่าวิกฤตของธาตุอาหาร ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 200 มิลลิเมตร ต่อปี (ภาคใต้ฝั่งตะวันตก) เช่นเดียวกับตารางที่ 7 และผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันสามารถสรุปได้ดังนี้

**ตารางที่ 16.1** ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2524

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | % N ในใบ | ค่าวิกฤตของN ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 18 | 2.3365 | 2.2705-2.5095 | 3.00 | 3.14 |
| 2543 | 19 | 2.3083 | 2.2705-2.5095 | 3.00 | 3.40 |
| 2544 | 20 | 2.4710 | 2.2705-2.5095 | 3.00 | 3.50 |
| 2545 | 21 | 2.2342 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.50 |
| 2546 | 22 | 1.9453 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 23 | 2.2453 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 24 | 2.2180 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 25 | 2.3460 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2550 | 26 | 2.4440 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 27 | 2.3740 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 2.2580 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2553 | 29 | 2.2040 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.31** | **3.32** |

**ตารางที่ 16.2** ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2528

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | ปริมาณ N ในใบ (%) | ค่าวิกฤตของ N ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 14 | 2.4371 | 2.3180-2.5220 | 3.00 | 3.14 |
| 2543 | 15 | 2.3262 | 2.3180-2.5220 | 3.00 | 3.40 |
| 2544 | 16 | 2.3969 | 2.3180-2.5220 | 3.00 | 3.50 |
| 2545 | 17 | 2.2238 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2546 | 18 | 2.3598 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 19 | 2.3075 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 20 | 2.3369 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 21 | 2.4125 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2550 | 22 | 2.4650 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 23 | 2.4200 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 2.2375 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2553 | 29 | 2.2688 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.31** | **3.30** |

**ตารางที่ 16.3** ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2530

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | %N ในใบ | ค่าวิกฤตของN ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 12 | 2.4811 | 2.3845-2.6355 | 3.00 | 3.14 |
| 2543 | 13 | 2.4772 | 2.3845-2.6355 | 3.00 | 3.40 |
| 2544 | 14 | 2.3211 | 2.2705-2.5095 | 3.00 | 3.50 |
| 2545 | 15 | 1.9471 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2546 | 16 | 2.3324 | 2.2705-2.5095 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 17 | 2.3075 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 18 | 2.3200 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 19 | 2.3033 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.50 |
| 2550 | 20 | 2.4125 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.00 |
| 2551 | 21 | 2.3692 | 2.2135-2.4465 | 3.00 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 2.0608 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | 3.75 |
| 2553 | 29 | 2.2815 | 2.2135-2.4465 | 3.75 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.50** | **3.39** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

จากตารางที่ 16 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน ทั้ง 3 ตารางย่อยมีค่าใกล้เคียงกันและเป็นไปในทางเดียวกัน เช่นในปี 2542 – 2544 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในคำแนะนำปุ๋ย ในขณะที่ในปี 2545 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันกลับมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ปี 2545 – 2549 ส่วนในปี 2550 จากตารางที่ 16.1 และ 16.2 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤติ ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ในปี 2550 – 2551 แต่ตารางที่ 16.3 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ในขณะที่ปี 2552 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน อย่างไรก็ตามในการจัดการสวนของทางบริษัทไม่ได้ให้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำทั้งหมด เนื่องจากมีปัญหาในการจัดการบางประการ เช่นความสับสนของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้บริษัทฯใช้วิธีการประเมินการใส่ปุ๋ยเคมีให้เท่าๆกันในทุกแปลง

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 7.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 21 – 0 – 0 ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 3.33 กก./ต้น/ปี และ 3.34 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ

**ตารางที่ 17.1** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ และการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2524

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | % P ในใบ | ค่าวิกฤตของP ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 18 | 0.1490 | 0.1472-0.1628 | 1.80 | 2.53 |
| 2543 | 19 | 0.1433 | 0.1472-0.1628 | 1.80 | 2.00 |
| 2544 | 20 | 0.1447 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 2.00 |
| 2545 | 21 | 0.1411 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2546 | 22 | 0.1464 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2547 | 23 | 0.1463 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2548 | 24 | 0.1492 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2549 | 25 | 0.1404 | 0.1444-0.1596 | 2.25 | 2.25 |
| 2550 | 26 | 0.1776 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.80 |
| 2551 | 27 | 0.1460 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.80 |
| 2552 | 28 | 0.1220 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | 1.80 |
| 2553 | 29 | 0.1220 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **2.05** | **2.11** |

**ตารางที่ 17.2** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ และการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2528

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % P ในใบ | ค่าวิกฤตของ P ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 14 | 0.1507 | 0.1501-0.1659 | 1.80 | 2.53 |
| 2543 | 15 | 0.1523 | 0.1501-0.1659 | 1.80 | 2.00 |
| 2544 | 16 | 0.1582 | 0.1501-0.1659 | 1.80 | 2.00 |

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % P ในใบ | ค่าวิกฤตของ P ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2545 | 17 | 0.1492 | 0.1472-0.1628 | 1.80 | 2.25 |
| 2546 | 18 | 0.1485 | 0.1472-0.1628 | 1.80 | 2.25 |
| 2547 | 19 | 0.1559 | 0.1472-0.1628 | 1.80 | 2.25 |
| 2548 | 20 | 0.1527 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 2.25 |
| 2549 | 21 | 0.1458 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 2.25 |
| 2550 | 22 | 0.1721 | 0.1444-0.1596 | 1.35 | 1.80 |
| 2551 | 23 | 0.1450 | 0.1444-0.1596 | 1.35 | 1.80 |
| 2552 | 28 | 0.1225 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | 1.80 |
| 2553 | 29 | 0.1228 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **1.79** | **2.11** |

**ตารางที่ 17.3** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ และการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส กับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2530

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | %P ในใบ | ค่าวิกฤตของP ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย(กก./ต้น/ปี) 1/ | ปุ๋ยที่ใช้(กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 12 | 0.1758 | 0.1530-169.5 | 1.80 | 2.53 |
| 2543 | 13 | 0.1597 | 0.1530-169.5 | 1.80 | 2.00 |
| 2544 | 14 | 0.1103 | 0.1501-0.1659 | 2.25 | 2.00 |
| 2545 | 15 | 0.1566 | 0.1501-0.1659 | 2.25 | 2.25 |
| 2546 | 16 | 0.1534 | 0.1501-0.1659 | 2.25 | 2.25 |
| 2547 | 17 | 0.1478 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.25 |
| 2548 | 18 | 0.1509 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.25 |
| 2549 | 19 | 0.1429 | 0.1472-0.1628 | 2.25 | 2.25 |
| 2550 | 20 | 0.1677 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.80 |
| 2551 | 21 | 0.1483 | 0.1444-0.1596 | 1.80 | 1.80 |
| 2552 | 28 | 0.1158 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | 1.80 |
| 2553 | 29 | 0.1142 | 0.1444-0.1596 | 2.20 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **2.09** | **2.11** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

จากตารางที่ 17 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ทั้ง 3 ตารางย่อย แตกต่างกัน โดยในตารางที่ 15.1 ปี 2542 -2544 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปุ๋ย ปี 2545 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปี 2545 – 2549 แต่ปี 2550 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปุ๋ยลง ปี 2552 - 2553 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำ ในขณะที่ตารางที่ 17.2

ตั้งแต่ปี 2542 – 2549 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปุ๋ย และต้องลดปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำลงในปี 2550 -2551 เนื่องจากมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ปี 2552 - 2553 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำ

สำหรับตารางที่ 17.3 ปี2542 – 2543 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปุ๋ย ปี 2544 กลับมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำปุ๋ย ตั้งแต่ปี 2544 – 2549 และต้องลดปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำลงในปี 2550 -2551 เนื่องจากมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ปี 2552 - 2553 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำ

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ(ตารางที่ 7.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 0 – 3 – 0 ในปริมาณที่ต่างกันคือ 2.71 กก./ต้น/ปี และ 2.11 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกันถึง 0.60กก./ต้น/ปี (22.14%) หรือ 13.69 กก./ไร่

**ตารางที่ 18.1** ปริมาณโปแตสเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารโปแตสเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2524

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % K ในใบ | ค่าวิกฤตของ K ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 18 | 0.8919 | 0.8550-1.0450 | 3.00 | 4.40 |
| 2543 | 19 | 0.9709 | 0.8550-1.0450 | 3.00 | 3.40 |
| 2544 | 20 | 0.9506 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2545 | 21 | 0.7507 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2546 | 22 | 0.9604 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 23 | 0.8454 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 24 | 0.9228 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 25 | 0.9254 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2550 | 26 | 1.0074 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 27 | 0.9720 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 1.0540 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | 2.80 |
| 2553 | 29 | 1.0460 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.19** | **3.37** |

**ตารางที่ 18.2** ปริมาณโปแตสเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารโปแตสเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2528

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | % K ในใบ | ค่าวิกฤตของK ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 14 | 0.8932 | 0.9000-1.1000 | 3..75 | 4.40 |
| 2543 | 15 | 1.0050 | 0.9000-1.1000 | 3.00 | 3.40 |
| 2544 | 16 | 1.0144 | 0.8550-1.0450 | 3.00 | 3.00 |
| 2545 | 17 | 0.8644 | 0.8550-1.0450 | 3.75 | 3.50 |
| 2546 | 18 | 1.5275 | 0.8550-1.0450 | 3.00 | 3.50 |
| 2547 | 19 | 0.8224 | 0.8550-1.0450 | 3.75 | 3.50 |

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | % K ในใบ | ค่าวิกฤตของK ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2548 | 20 | 0.9925 | 0.8100-0.9900 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 21 | 1.3821 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.50 |
| 2550 | 22 | 0.9213 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2551 | 23 | 1.0750 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 1.0313 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | 2.80 |
| 2553 | 29 | 1.0525 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.00** | **3.37** |

**ตารางที่ 18.3** ปริมาณโปแตสเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารโปแตสเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2530

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % Kในใบ | ค่าวิกฤตของ K ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 12 | 0.8940 | 0.9540-1.1667 | 3.00 | 4.40 |
| 2543 | 13 | 0.8783 | 0.9540-1.1667 | 3.75 | 3.40 |
| 2544 | 14 | 1.1420 | 0.9000-1.1000 | 3.00 | 3.00 |
| 2545 | 15 | 0.8427 | 0.9000-1.1000 | 3.75 | 3.50 |
| 2546 | 16 | 0.9954 | 0.8550-1.0450 | 3.75 | 3.50 |
| 2547 | 17 | 0.9261 | 0.8550-1.0450 | 3.75 | 3.50 |
| 2548 | 18 | 0.9907 | 0.8550-1.0450 | 3.75 | 3.50 |
| 2549 | 19 | 1.3562 | 0.8550-1.0450 | 3.00 | 3.50 |
| 2550 | 20 | 1.0108 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | 3.00 |
| 2551 | 21 | 1.0183 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | 3.00 |
| 2552 | 28 | 0.9208 | 0.8100-0.9900 | 3.00 | 3.00 |
| 2553 | 29 | 1.0077 | 0.8100-0.9900 | 2.25 | ยังไม่ได้รับข้อมูล |
| **เฉลี่ย** | | | | **3.13** | **3.39** |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$

จากตารางที่ 18.1 ปริมาณธาตุอาหารโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ในปี 2542 -2544 มีปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในคำแนะนำปุ๋ย ปี 2545 มีปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในคำแนะนำปี 2545 – 2549 แต่ปี 2550 มีปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในคำแนะนำปุ๋ยลง ปี 2552 - 2553 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำ ในขณะที่ตารางที่ 16.2 มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง นั่นคือปี 2543 มีปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในคำแนะนำปุ๋ย 2543 – 2544 ปี 2545 ปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในคำแนะนำปี 2545 ขึ้น ปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมันในแปลงปาล์มน้ำมัน

ที่ปลูกในแปลงปี 2528 มีลักษณะทั้งที่ต่ำกว่า และสูงกว่าค่าวิกฤตสลับกันไปจนถึงปี 2551 ปี 2552 - 2553 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมัน สูงกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้ต้องลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในคำแนะนำลง

สำหรับตารางที่ 18.3 แปลงปาล์มน้ำมันที่ปลูกในปี 2530 ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับตารางที่ 16.2 คือ มีปริมาณโปแตสเซียมที่สูงและต่ำกว่า หรืออยู่ในช่วงของค่าวิกฤต สลับกันไป ทำให้คำแนะนำปุ๋ยต้องปรับไปตามปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมเฉลี่ยในช่วงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ใบ(ตารางที่ 4.5) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 0 – 0 – 60 ในปริมาณที่ต่างกันมากคือ 4.87 กก./ต้น/ปี และ 3.38 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกันถึง 1.49 กก./ต้น/ปี (30.40%) หรือ 34 กก./ไร่

**ตารางที่ 19.1** ปริมาณแมกนีเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2524

| ปี พ.ศ. | อายุ (ปี) | %Mgในใบ | ค่าวิกฤตของ Mg ในใบ (%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 18 | 0.2871 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 16 กก/ต้น |
| 2543 | 19 | 0.2409 | 0.24-0.40 | - | - | |
| 2544 | 20 | 0.1928 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2545 | 21 | 0.2674 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2546 | 22 | 0.1831 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2547 | 23 | 0.2380 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2548 | 24 | 0.1702 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2549 | 25 | 0.4944 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2550 | 26 | 0.3144 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2551 | 27 | 0.2400 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2552 | 28 | 0.3300 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2553 | 29 | 0.2440 | 0.24-0.40 | 0.80 | ยังไม่ได้รับข้อมูล | |

**ตารางที่ 19.2** ปริมาณแมกนีเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2528

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % Mg ในใบ | ค่าวิกฤตของ Mg ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 14 | 0.2723 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 16 กก/ต้น |
| 2543 | 15 | 0.2907 | 0.24-0.40 | - | - | |
| 2544 | 16 | 0.1872 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2545 | 17 | 0.2804 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2546 | 18 | 0.1819 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2547 | 19 | 0.2405 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2548 | 20 | 0.2320 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2549 | 21 | 0.3804 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2550 | 22 | 0.3251 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2551 | 23 | 0.2338 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2552 | 28 | 0.2513 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2553 | 29 | 0.2763 | 0.24-0.40 | 0.80 | ยังไม่ได้รับข้อมูล | |

**ตารางที่ 19.3** ปริมาณแมกนีเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียมกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกปี 2530

| ปี พ.ศ. | อายุ(ปี) | % Mg ในใบ | ค่าวิกฤตของMg ในใบ(%) | คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/] | ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/] | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2542 | 12 | 0.2754 | 0.24-0.40 | - | - | ใส่ปูนโดโลไมท์ 16 กก/ต้น |
| 2543 | 13 | 0.2887 | 0.24-0.40 | - | - | |
| 2544 | 14 | 0.1613 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2545 | 15 | 0.2215 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2546 | 16 | 0.1665 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2547 | 17 | 0.2328 | 0.24-0.40 | 0.80 | - | ใส่ Hymax B 1กก./ต้น |
| 2548 | 18 | 0.1685 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2549 | 19 | 0.3500 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2550 | 20 | 0.3064 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2551 | 21 | 0.2467 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2552 | 28 | 0.2470 | 0.24-0.40 | 0.80 | 0.80 | |
| 2553 | 29 | 0.2400 | 0.24-0.40 | 0.80 | ยังไม่ได้รับข้อมูล | |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

จากตารางที่ 19 ปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันทั้ง 3 แปลงย่อย มีลักษณะ และแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันตลอดทั้ง 12 ปี นั่นคือในปี 2542 เมื่อใส่ปูนโดโลไมท์ ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในใบอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ในปี 2542 – 2543 จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม ในปี 2544 ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลดลงต่ำกว่าค่าวิกฤต ได้แนะนำให้ใส่กีเซอร์ไรท์ 0.80 กก./ต้น แต่ทางบริษัทฯใส่ปุ๋ยผสมชื่อการค้า Hymax B มีส่วนประกอบที่เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือ B 1.5% , MgO 15%, CaO 8%, S 8% และ กรดฮิวมิค 1% ปริมาณ 1 กก./ต้น ตั้งแต่ ปี 2544 – 2547 แต่ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันก็ยังต่ำกว่าค่าวิกฤต ดังนั้นในปี 2548 - 2553 บริษัทจึงใส่กีเซอร์ไรท์ในปริมาณ 0.80 กก./ต้น ตามคำแนะนำ ผลปรากฏว่าตั้งแต่ปี 2549 ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันสูงขึ้น จนอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตตลอดมา

สำหรับการจัดการธาตุอาหารโบรอนนั้น ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการขาดโบรอนให้ใช้ปุ๋ยโบแรกซ์ 140กรัม/ต้น แต่ถ้าพบว่าต้นปาล์มน้ำมันมีอาการขาดโบรอนมากกว่า 20% แนะนำให้ใช้ โบแรกซ์ 210กรัม/ต้น

**ตารางที่ 20** เปรียบเทียบผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันก่อนและหลังเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน

| ก่อนเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน | | หลังเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน | |
|---|---|---|---|
| **ปี พ.ศ.** | **ผลผลิตทะลายสด(ตัน/ไร่)** | **ปี พ.ศ.** | **ผลผลิตทะลายสด(ตัน/ไร่)** |
| 2537 | 2.986 | 2542 | 5.193 |
| 2538 | 3.463 | 2543 | 3.131 |
| 2539 | 3.841 | 2544 | 4.465 |
| 2540 | 3.172 | 2545 | 3.391 |
| 2541 | 2.670 | 2546 | 4.165 |
| | | 2547 | 3.061 |
| | | 2548 | 3.398 |
| | | 2549 | 4.086 |
| | | 2550 | 3.371 |
| | | 2551 | 4.548 |
| | | 2552 | 4.131 |
| **เฉลี่ย** | **3.226** | **เฉลี่ย** | **3.903** |

จากการนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน มาใช้ในการจัดการธาตุอาหาร ให้กับต้นปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 13 – 19) มีผลทำให้ต้นปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงขึ้น นั่นคือเพิ่มผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (ตารางที่ 20) จากก่อนการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน 3.226 ตัน/ไร่/ปี เป็น 3.903 ตัน/ไร่/ปี หรือเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 20.98 % ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหลักทั้ง 2 ชนิดคือ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ลดลง 22.14% และ 30.40% ตามลำดับ

**3.สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน**

จากการเก็บตัวอย่างดิน และใบปาล์มน้ำมันในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในพื้นที่ 6 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี ชุมพร กระบี่ ระนอง นครศรีธรรมราช และสตูล จำนวน 69 ราย สามารถแบ่งตามเนื้อดินได้ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| -ดินร่วนปนทราย(Sandy loam) | จำนวน | 32 | ราย |
| -ดินทราย (Sand) | จำนวน | 10 | ราย |
| -ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) | จำนวน | 5 | ราย |
| -ดินเหนียว (Clay) | จำนวน | 1 | ราย |
| -ดินร่วน (Loam) | จำนวน | 13 | ราย |
| -ดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) | จำนวน | 4 | ราย |
| -ดินร่วนเหนียวปนทราย(Silty clay loam) | จำนวน | 4 | ราย |

แบ่งตามพื้นที่จังหวัด ได้ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| -จังหวัดสุราษฎร์ธานี | จำนวน | 24 | ราย |
| -จังหวัดชุมพร | จำนวน | 18 | ราย |
| -จังหวัดนครศรีธรรมราช | จำนวน | 14 | ราย |
| -จังหวัดกระบี่ | จำนวน | 8 | ราย |
| -จังหวัดสตูล | จำนวน | 2 | ราย |
| -จังหวัดระนอง | จำนวน | 3 | ราย |

ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันนอกจากพันธุกรรม และปุ๋ยเคมีแล้ว สภาพแวดล้อม เช่น เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน หรือ ช่วงของการขาดน้ำก็มีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน ดังนั้นในการบันทึกข้อมูลผลผลิตของปาล์มน้ำมันจึงต้องใช้ระยะเวลาติดต่อกันหลายปี เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติในแปลงปาล์มน้ำมัน ในงานทดลองนี้จึงได้เสนอข้อมูลของเกษตรกรที่ร่วมงานวิจัยมาแล้ว 6 - 7 ปี จำนวน 25 แปลง ซึ่งมีข้อมูล ผลวิเคราะห์ดิน และใบปาล์มน้ำมัน และการแนะนำปุ๋ยเคมีตลอด 6 - 7ปี ส่วนข้อมูลการใส่ปุ๋ยเคมีและผลผลิตทะลายสดของเกษตรกรมีเพียง 5 - 6 ปี (ไม่มีข้อมูลในปี2553 นี้)

ปัญหาหนึ่งของงานวิจัยนี้ที่ร่วมกับเกษตรกร คือเกษตรกรมักจะไม่ค่อยบันทึกข้อมูลการปฏิบัติในระหว่างปี เช่น ข้อมูลผลผลิตทะลายสด การใส่ปุ๋ยเคมี หรือการใส่ปูนทางการเกษตร ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมัน

**ตารางที่ 21** ระดับความเป็นกรด – ด่าง และความต้องการปูนในดิน

| ชื่อเจ้าของแปลง | ระดับความเป็นกรด - ด่างของดิน | | | | | ความต้องการปูน(CaO กก./ไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | |
| **1.ณรงค์ เพชรเครือ** | 4.83 | 5.22 | 5.92 | 5.21 | 5.15 | 1,000 | 360 | 150 | 250 | 659 |
| **2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์** | 4.41 | 4.54 | 4.78 | 4.76 | 4.82 | 320 | 780 | 590 | 860 | 840 |
| **3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่** | 4.71 | 5.05 | 5.08 | 4.86 | 4.46 | 1,130 | 580 | 260 | 440 | 1,070 |
| **4.โอวาท พ่วงช่อ** | 3.95 | 4.37 | 4.21 | 3.35 | 4.59 | 1,500 | 1,300 | 1,025 | 2,290 | 922 |
| **5. กำธร ใจซื่อ** | 5.62 | 5.26 | 5.65 | 6.50 | 4.85 | 890 | 360 | 290 | 0 | 750 |
| **6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง** | 4.94 | 4.86 | 5.09 | 6.25 | 4.63 | 400 | 60 | 360 | 0 | 550 |
| **7.ศุภชัย พรหมอุบล** | 5.47 | 6.11 | 5.76 | 6.65 | 5.59 | 760 | 0 | 240 | 0 | 362 |
| **8.นภคประภา เพชรทอง** | 4.69 | 4.26 | 3.98 | 4.09 | 4.55 | 930 | 80 | 390 | 190 | 120 |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | |
| **9.อรุณ ปั้นทอง** | 4.59 | 4.48 | 4.95 | 4.57 | 4.91 | 330 | 400 | 140 | 0 | 593 |
| **10.วินัย กล่อมมณี** | 5.08 | 5.16 | 5.42 | 6.69 | 5.10 | 600 | 0 | 120 | 0 | 470 |
| **11.บุญชด ยกรัตน์** | 4.18 | 4.53 | 4.41 | 5.29 | M | 920 | 460 | 570 | 1,310 | M |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | |
| **12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง** | 4.32 | 4.56 | 4.40 | 5.03 | 4.86 | 950 | 850 | 720 | 590 | 920 |
| **13.วิรัตน์ หนูทอง(62)** | 5.13 | 4.75 | 4.52 | 4.01 | 4.57 | 1430 | 670 | 730 | 1,100 | 1,300 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | |
| **14.วิรัตน์ หนูทอง(48)** | 5.24 | 4.78 | 5.26 | 4.02 | 4.64 | 1400 | 660 | 520 | 1,130 | 1,550 |
| **15.ผล ดิษฐรักษ์(48)** | 4.87 | 7.84 | 4.64 | 4.16 | 4.66 | 1500 | 730 | 760 | 1,410 | 1,250 |
| **16.ผล ดิษฐรักษ์(62)** | 4.70 | 4.65 | 4.65 | 4.33 | 4.65 | 1400 | 660 | 520 | 1,290 | 1,450 |
| **17.สมพร ประทุมสังข์ (38)** | 3.58 | 3.40 | 3.90 | 3.49 | 3.55 | 2,190 | 1,510 | 1,460 | 1,760 | 2,300 |
| **ดินร่วน** | | | | | | | | | | |
| **18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง** | 4.95 | 4.71 | 4.37 | 4.23 | 5.64 | 1,020 | 550 | 480 | 480 | 690 |
| **19.สุธรรม ไกรวงศ์** | 5.01 | 4.25 | 4.99 | 5.08 | 4.76 | 1,170 | 930 | 700 | 540 | 940 |
| **20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์** | 4.69 | 4.09 | 5.99 | 5.37 | 4.83 | 1,170 | 980 | 560 | 630 | 710 |
| **21.นัด หนูทอง(38)** | 3.92 | 4.19 | 4.22 | 3.66 | 4.05 | 1,310 | 1,270 | 1,740 | 1470 | 2,000 |
| **22.นัด หนูทอง(62)** | 3.73 | 4.33 | 5.77 | 4.15 | 4.35 | 1,170 | 1,030 | 560 | 1510 | 1,700 |
| **23.เกลื่อม รักเสมอ(38)** | 3.97 | 4.15 | 3.47 | 3.36 | 4.07 | 1,530 | 1,080 | 1,140 | 1790 | 2,250 |
| **24.เกลื่อม รักเสมอ(62)** | 3.77 | 4.46 | 3.66 | 3.31 | 4.06 | 2,010 | 1,170 | 1,740 | 1790 | 2,050 |
| **25.สมพร ประทุมรักษ์ (62)** | 3.56 | 3.39 | 4.95 | 3.44 | 3.63 | 1,140 | 200 | 710 | 1620 | 2,150 |
| **ระดับที่เหมาะสม** | **4.2 – 5.5** | | | | | | | **-** | | |

ระดับความเป็นกรด – ด่างของดินจากตารางที่ 21 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสมนั่นคือระหว่าง 4.2 – 5.5 มีบางรายที่มีความเป็นกรด – ด่างของดินต่ำกว่า 4.2 ในขณะที่ความต้องการปูนทางการเกษตรในรายที่ความเป็นกรด – ด่างของดินต่ำ แนะนำให้ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน ปริมาณ 3.00กก./ต้น/ปี ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมันในปริมาณที่เพียงพอตลอดทั้งปี เกษตรกรรายใดที่ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน pH ของดินจะสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความต้องการปูนจะลดลง แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยใส่ปูนโดโลไมท์ ทำให้ค่า pH ของดิน ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

**ตารางที่ 22** ปริมาณอินทรียวัตถุและค่าการนำไฟฟ้าของดิน

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน(%) | | | | | ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(เดซิซีเมน/เมตร) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | |
| **1.ณรงค์ เพชรเครือ** | 2.41 | 1.73 | 1.80 | 1.35 | 2.25 | 0.395 | 0.330 | 0.417 | 0.214 | 0.040 |
| **2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์** | 1.45 | 1.21 | 1.96 | 1.28 | 1.92 | 0.043 | 0.170 | 0.100 | 0.043 | 0.011 |
| **3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่** | 2.48 | 1.70 | 2.18 | 1.33 | 2.40 | 0.205 | 0.084 | 0.122 | 0.038 | 0.039 |
| **4.โอวาท พ่วงช่อ** | 1.29 | 1.65 | 1.8 | 1.5 | 2.11 | 0.157 | 0.035 | 0.153 | 0.033 | 0.021 |
| **5.กำธร ใจซื่อ** | 2.08 | 1.74 | 0.97 | 1.71 | 2.13 | 0.231 | 0.110 | 0.064 | 0.086 | 0.022 |
| **6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง** | 1.25 | 1.11 | 1.45 | 1.3 | 0.93 | 0.052 | 0.059 | 0.031 | 0.120 | 0.016 |
| **7.ศุภชัย พรหมอุบล** | 2.51 | 2.31 | 1.11 | 2.79 | 1.96 | 0.130 | 0.220 | 0.172 | 0.219 | 0.063 |
| **8.นภคประภา เพชรทอง** | 0.64 | 0.85 | 0.63 | 1.03 | M | 0.033 | 0.033 | 0.065 | 0.026 | M |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | |
| **9.อรุณ ปั้นทอง** | 1.52 | 1.04 | 1.69 | 1.14 | 1.38 | 0.044 | 0.029 | 0.021 | 0.041 | 0.026 |
| **10.วินัย กล่อมมณี** | 1.46 | 1.11 | 1.27 | 0.68 | 1.76 | 0.090 | 0.023 | 0.032 | 0.018 | 0.023 |
| **11.บุญชด ยกรัตน์** | 3.73 | 2.51 | 3.35 | 2.65 | M | 0.175 | 0.650 | 0.203 | 0.303 | M |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | |
| **12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง** | 2.08 | 2.29 | 1.83 | 2.37 | 2.03 | 0.055 | 0.120 | 0.098 | 0.04 | 0.023 |
| **13.วิรัตน์ หนูทอง(62)** | .78 | 3.54 | 6.24 | 3.01 | 3.00 | 0.116 | 0.070 | 0.115 | 0.069 | 0.054 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | |
| **14.วิรัตน์ หนูทอง(48)** | 3.09 | 3.49 | 5.81 | 3.67 | 2.00 | 0.146 | 0.065 | 0.097 | 0.093 | 0.053 |
| **15.ผล ดิษฐรักษ์(48)** | 3.72 | 3.26 | 2.63 | 2.82 | 4.00 | 0.073 | 0.030 | 0.104 | 0.083 | 0.067 |
| **16.ผล ดิษฐรักษ์(62)** | 3.60 | 3.87 | 3.87 | 3.72 | 2.00 | 0.036 | 0.082 | 0.117 | 0.077 | 0.072 |
| **17.สมพร ประทุมสังข์(38)** | 2.96 | 3.69 | 4.98 | 3.75 | 3.00 | 0.302 | 0.470 | 0.774 | 0.471 | 0.062 |
| **ดินร่วน** | | | | | | | | | | |
| **18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง** | 3.04 | 2.70 | 2.08 | 1.88 | 2.29 | 0.077 | 0.400 | 0.179 | 0.621 | 0.034 |
| **19.สุธรรม ไกรวงศ์** | 2.54 | 2.46 | 2.76 | 2.61 | 3.11 | 0.095 | 0.073 | 0.043 | 0.035 | 0.040 |
| **20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์** | 2.59 | 2.82 | 4.60 | 4.38 | 3.21 | 0.068 | 0.050 | 0.199 | 0.251 | 0.062 |
| **21.นัด หนูทอง(38)** | 3.33 | 2.88 | 2.84 | 2.5 | 4.00 | 2.800 | 0.067 | 0.066 | 0.103 | 0.073 |
| **22.นัด หนูทอง(62)** | 2.98 | 3.44 | 2.00 | 3.17 | 6.00 | 3.65 | 0.074 | 0.129 | 0.101 | 0.061 |
| **23.เกลื่อม รักเสมอ(38)** | 5.16 | 5.17 | 5.80 | 6.05 | 5.00 | 0.054 | 0.150 | 0.369 | 0.141 | 0.059 |
| **24.เกลื่อม รักเสมอ(62)** | 6.98 | 4.97 | 5.74 | 5.37 | 5.00 | 0.047 | 0.058 | 0.180 | 0.155 | 0.080 |
| **25.สมพร ประทุมรักษ์(62)** | 3.85 | 4.46 | 5.85 | 4.9 | 2.00 | 0.372 | 0.440 | 0.380 | 0.437 | 0.218 |
| **ระดับที่เหมาะสม** | **1.50** | | | | | | | | | |

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือมากกว่า 1.5% โดยกลุ่มดินที่มีเนื้อดินร่วน และดินร่วนปนดินเหนียว มีปริมาณอินทรียวัตถุมากว่า กลุ่มดินที่มีเนื้อดินที่มีดินทรายเป็นส่วนประกอบ สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน

**ตารางที่ 23** ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณฟอสฟอรัส(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณโปแตสเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณแคลเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณแมกนีเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี 51 | ปี52 | ปี53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.ณรงค์ เพชรเครือ** | 32 | 4 | 6 | 5 | 7 | 349 | 225 | 292 | 258 | 79 | 508 | 399 | 78 | 1,249 | 87 | 488 | 86 | 108 | 109 | 76 |
| **2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์** | 16 | 4 | 31 | 10 | 6 | 238 | 318 | 276 | 164 | 64 | 89 | 295 | 162 | 363 | 420 | 172 | 50 | 25 | 162 | 77 |
| **3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่** | 31 | 15 | 26 | 102 | 51 | 301 | 25 | 109 | 42 | 134 | 178 | 1087 | 418 | 271 | 176 | 528 | 99 | 118 | 56 | 30 |
| **4.โอวาท พ่วงช่อ** | 3 | 7 | 5 | 5 | 48 | 263 | 86 | 365 | 65 | 78 | 103 | 223 | 213 | 193 | 249 | 253 | 50 | 45 | 54 | 96 |
| **5.กำธร ใจซื่อ** | 94 | 27 | 57 | 258 | 1 | 264 | 159 | 98 | 113 | 11 | 985 | 44 | 1046 | 649 | 408 | 591 | 104 | 49 | 51 | 22 |
| **6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง** | 33 | 25 | 63 | 156 | 5 | 231 | 62 | 125 | 144 | 38 | 237 | 219 | 238 | 262 | 226 | 375 | 38 | 32 | 61 | 31 |
| **7.ศุภชัย พรหมอุบล** | 19 | 25 | 67 | 59 | 48 | 239 | 259 | 266 | 245 | 143 | 1153 | 77 | 231 | 2,287 | 2,177 | 719 | 367 | 163 | 312 | 152 |
| **8.นภคประภา เพชรทอง** | 9 | 21 | 20 | 70 | | 144 | 49 | 35 | 30 | | 247 | 134 | 82 | 1,421 | | 338 | 6.6 | 4 | 7 | |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **9.อรุณ ปั้นทอง** | 12 | 7 | 7 | 45 | 5 | 91 | 31 | 134 | 95 | 33 | 124 | 103 | 65 | 182 | 164 | 339 | 18 | 8 | 27 | 24 |
| **10.วินัย กล่อมมณี** | 3 | 27 | 10 | 9 | 5 | 212 | 246 | 122 | 58 | 48 | 117 | 196 | 140 | 51 | 198 | 375 | 32 | 18 | 13 | 28 |
| **11.บุญชด ยกรัตน์** | 9 | 7 | 3 | 159 | | 153 | 246 | 72 | 228 | | 446 | 542 | 507 | 282 | | 371 | 88 | 45 | 71 | |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง** | 27 | 7 | 10 | 85 | 1 | 347 | 259 | 214 | 240 | 66 | 532 | 47 | 835 | 1,920 | 1,823 | 616 | 250 | 98 | 394 | 156 |
| **13.วิรัตน์ หนูทอง(62)** | 15 | 10 | 12 | 9 | 8 | 308 | 154 | 265 | 159 | 196 | 899 | 1,466 | 52 | 43 | 225 | 972 | 1,409 | 771 | 91 | 1,295 |

**ตารางที่ 23** (ต่อ)

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณฟอสฟอรัส(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณโปแตสเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณแคลเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | | ปริมาณแมกนีเซียม(ส่วนต่อล้าน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี 51 | ปี52 | ปี53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 |
| | | | | | | | | | ดินร่วนปนดินเหนียว | | | | | | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 4 | 6 | 30 | 69 | 4 | 328 | 114 | 236 | 247 | 105 | 896 | 1,897 | 71 | 47 | 215 | 961 | 1,379 | 876 | 90 | 1,343 |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 10 | 4 | 23 | 83 | 4 | 342 | 96 | 270 | 243 | 166 | 707 | 1,824 | 982 | 45 | 1,364 | 950 | 1,287 | 228 | 90 | 1,202 |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 10 | 34 | 84 | 68 | 5 | 366 | 247 | 270 | 215 | 137 | 648 | 1,737 | 1,286 | 51 | 1,060 | 985 | 1,263 | 233 | 91 | 1,264 |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 3 | 2 | 7 | 10 | 2 | 481 | 247 | 484 | 247 | 133 | 316 | 380 | 36 | 264 | 279 | 670 | 265 | 450 | 267 | 491 |
| | | | | | | | | | ดินร่วน | | | | | | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 56 | 28 | 47 | 97 | 8 | 280 | 259 | 312 | 240 | 66 | 995 | 69 | 48 | 1,062 | 2,651 | 713 | 228 | 256 | 213 | 285 |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 34 | 58 | 28 | 123 | 5 | 511 | 259 | 153 | 240 | 139 | 360 | 28 | 412 | 1,032 | 1,195 | 622 | 163 | 127 | 274 | 170 |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 32 | 45 | 20 | 93 | 6 | 455 | 259 | 446 | 252 | 99 | 628 | 38 | 48 | 1,976 | 1,962 | 790 | 177 | 195 | 160 | 347 |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 3 | 7 | 6 | 27 | 7 | 241 | 195 | 242 | 151 | 173 | 292 | 434 | 240 | 555 | 428 | 659 | 215 | 84 | 142 | 139 |
| 22.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 3 | 1 | 3 | 69 | 9 | 211 | 72 | 334 | 157 | 188 | 261 | 348 | 116 | 40 | 476 | 512 | 430 | 34 | 262 | 144 |
| 23.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 2 | 2 | 4 | 8 | 5 | 428 | 247 | 433 | 247 | 131 | 432 | 249 | 415 | 166 | 289 | 622 | 185 | 247 | 49 | 77 |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62) | 4 | 3 | 3 | 2 | 5 | 345 | 245 | 246 | 243 | 8 | 405 | 202 | 162 | 225 | 391 | 678 | 94 | 35 | 49 | 91 |
| 25.นัด หนูทอง(62) | 3 | 3 | 27 | 28 | 2 | 196 | 75 | 133 | 247 | 111 | 717 | 1,453 | 984 | 559 | 332 | 644 | 279 | 202 | 334 | 413 |
| **เฉลี่ย** | **19.96** | **15.80** | **25.40** | **97** | **10.74** | **294** | **176** | **226** | **240** | **102.00** | **494** | **538** | **353** | **1,062** | **730.22** | **592** | **341** | **177** | **213** | **345.78** |
| **ระดับที่เหมาะสม** | **20** | | | | | **100** | | | | | **ไม่มีค่าอ้างอิง** | | | | | **75** | | | | |

**ตารางที่ 24** ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.ณรงค์ เพชรเครือ | 2.38 | 2.54 | 2.47 | 2.20 | 1.87 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 4.00 | 4.00 | 3.52 | 4.50 | 3.50 | 4.18 | 2.38 | 3.64 | ปลูกปี 2542 |
| 2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์ | 2.54 | 2.54 | 2.40 | 2.36 | 2.21 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 4.00 | 4.38 | 3.59 | 4.00 | 4.00 | 3.14 | 4.38 | 3.88 | ปลูกปี 2528 |
| 3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่ | 1.88 | 2.16 | 2.69 | 2.36 | 2.13 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 4.00 | 3.36 | 2.67 | 4.67 | 2.00 | 4.00 | 3.33 | ปลูกปี 2542 |
| 4.โอวาท พ่วงช่อ | 2.39 | 2.41 | 2.65 | 2.38 | 2.37 | 3.00 | 3.50 | 3.50 | 4.50 | 5.40 | 3.98 | 3.13 | 3.64 | 4.20 | 5.40 | 4.09 | ปลูกปี 2545 |
| 5.กำธร ใจซื่อ | 2.70 | 2.52 | 2.36 | 1.84 | 2.16 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 3.50 | 3.00 | 2.80 | 1.79 | 2.28 | 2.63 | 3.03 | 2.43 | ปลูกปี 2541 |
| 6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง | 2.66 | 2.35 | 2.32 | 2.42 | 2.20 | 3.20 | 3.75 | 3.75 | 3.50 | 3.20 | 3.48 | 5.74 | 2.47 | 2.47 | 2.93 | 3.40 | ปลูกปี 2544 |
| 7.ศุภชัย พรหมอุบล | 2.19 | 2.27 | 2.49 | 2.15 | 2.31 | 3.20 | 3.75 | 3.75 | 3.50 | 3.50 | 3.51 | 2.97 | 4.42 | 0.00 | 6.00 | 3.34 | ปลูกปี 2540 |
| 8.นภคประภา เพชรทอง | 2.21 | 2.312 | 2.44 | 2.07 | 2.25 | 3.20 | 3.75 | 3.75 | 3.00 | 3.00 | 3.34 | 3.23 | 2.24 | 1.95 | 1.20 | 2.15 | ปลูกปี 2545 |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.อรุณ ปั้นทอง | 1.95 | 2.11 | 1.82 | 1.87 | 2.19 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.00 | 3.00 | 3.45 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.25 | ปลูกปี 2540 |
| 10.วินัย กล่อมมณี | 2.26 | 2.23 | 2.50 | 2.23 | 2.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | 3.00 | 3.12 | 2.93 | 2.56 | 2.44 | 1.12 | 2.26 | ปลูกปี 2543 |
| 11.บุญชด ยกรัตน์ | 2.52 | 2.24 | 2.35 | 2.04 | M | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | M | 3.15 | 1.48 | 1.48 | 1.14 | M | 1.36 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง | 2.12 | 2.11 | 2.15 | 1.88 | 1.98 | 2.50 | 3.20 | 3.75 | 4.00 | 4.00 | 3.49 | M | 4.00 | 2.14 | M | 3.07 | ปลูกปี 2541 |
| 13.วิรัตน์ หนูทอง(62) | 1.999 | 2.16 | 2.39 | 2.32 | 2.10 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 4.25 | 4.25 | 3.62 | 2.45 | 4.47 | 3.18 | 3.30 | 3.35 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 1.98 | 2.16 | 2.52 | 2.24 | 2.19 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 4.25 | 4.25 | 3.62 | 2.45 | 4.47 | 3.18 | 3.30 | 3.35 | ปลูกปี 2542 |

**ตารางที่ 24** (ต่อ)

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 2.09 | 2.19 | 2.60 | 2.12 | 2.26 | 3.20 | 3.75 | 3.75 | 5.00 | 5.00 | 4.14 | 3.50 | 3.81 | 4.21 | 4.83 | 4.08 | ปลูกปี 2542 |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 2.35 | 2.20 | 2.44 | 2.33 | 2.11 | 2.50 | 3.20 | 3.20 | 5.00 | 5.00 | 3.78 | 3.50 | 3.81 | 4.21 | 4.83 | 4.08 | ปลูกปี 2542 |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 2.32 | 2.13 | 2.28 | 1.84 | 2.09 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 4.00 | 4.00 | 3.10 | 1.00 | 2.32 | 4.00 | 2.74 | 2.51 | ปลูกปี 2542 |
| | | | | | | | | ดินร่วน | | | | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 2.57 | 2.42 | 2.28 | 2.33 | 2.35 | 2.50 | 2.50 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 2.92 | 4.75 | 2.44 | 3.25 | 3.00 | 3.36 | ปลูกปี 2545 |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 2.46 | 2.25 | 2.01 | 1.98 | 2.41 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | 3.00 | 3.12 | 2.80 | 0.62 | 0.71 | 0.71 | 1.21 | ปลูกปี 2542 |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 2.47 | 2.26 | 2.42 | 2.42 | 2.31 | 2.50 | 3.20 | 3.20 | 3.50 | 3.50 | 3.18 | 2.50 | 3.20 | 2.50 | 3.19 | 2.84 | ปลูกปี 2542 |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 2.39 | 2.20 | 2.38 | 2.22 | 2.10 | 3.20 | 3.75 | 3.75 | 4.30 | 4.50 | 3.90 | 4.00 | 5.32 | 3.34 | 4.05 | 4.17 | ปลูกปี 2542 |
| 22.นัด หนูทอง(62) | 1.98 | 2.22 | 2.39 | 2.24 | 2.11 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 4.30 | 4.50 | 4.01 | 4.00 | 5.32 | 3.34 | 4.05 | 4.17 | ปลูกปี 2542 |
| 23.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 2.50 | 2.38 | 2.43 | 2.37 | 2.08 | 2.50 | 2.50 | 3.20 | 4.50 | 5.00 | 3.54 | 1.50 | 3.50 | 2.50 | 4.50 | 3.00 | ปลูกปี 2542 |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62 | 2.31 | 2.38 | 2.39 | 2.18 | 2.29 | 2.50 | 2.50 | 3.20 | 4.50 | 5.00 | 3.54 | 1.50 | 3.50 | 2.50 | 4.50 | 3.00 | ปลูกปี 2542 |
| 25.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 2.27 | 2.01 | 2.19 | 2.01 | 2.07 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 4.00 | 4.00 | 3.10 | 1.00 | 2.32 | 4.00 | 2.74 | 2.51 | ปลูกปี 2542 |
| **เฉลี่ย** | **2.30** | **2.27** | **2.48** | **2.18** | **2.18** | **3.16** | **3.26** | **2.97** | **3.84** | **3.98** | **3.45** | **2.80** | **3.19** | **2.76** | **3.39** | **3.07** | |

**หมายเหตุ** 1/คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

3/ M หมายถึง เกษตรกรไม่ได้บันทึกข้อมูลในปีนั้น

**ตารางที่ 25** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ และการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.ณรงค์ เพชรเครือ | 0.15 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 2.00 | 1.85 | 1.50 | 1.50 | 2.00 | 0.00 | 1.66 | ปลูกปี 2542 |
| 2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์ | 0.14 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 1.50 | ปลูกปี 2528 |
| 3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่ | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.10 | 2.10 | 1.79 | 1.00 | 3.50 | 1.50 | 2.10 | 2.02 | ปลูกปี 2542 |
| 4.โอวาท พ่วงซ่อ | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 1.50 | 1.75 | 1.75 | 2.50 | 2.50 | 2.00 | 2.20 | 0.60 | 2.03 | 2.04 | 1.71 | ปลูกปี 2545 |
| 5.กำธร ใจซื่อ | 0.16 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 1.86 | 1.98 | 2.03 | 1.45 | 1.85 | ปลูกปี 2541 |
| 6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง | 0.11 | 0.18 | 0.27 | 0.15 | 0.12 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 4.30 | 0.98 | 0.98 | 0.80 | 1.76 | ปลูกปี 2544 |
| 7.ศุภชัย พรหมอุบล | 1.25 | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 2.00 | 2.00 | 1.55 | 2.55 | 4.50 | 0.00 | 5.00 | 4.01 | ปลูกปี 2540 |
| 8.นภคประภา เพชรทอง | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 1.75 | 1.75 | 1.65 | 1.30 | 1.80 | 1.40 | 2.35 | 1.21 | ปลูกปี 2545 |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.อรุณ ปั้นทอง | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 1.50 | 1.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | ปลูกปี 2540 |
| 10.วินัย กล่อมมณี | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.16 | 0.14 | 1.25 | 1.50 | 1.50 | 2.00 | 1.50 | 1.55 | 1.68 | 1.86 | 0.56 | 0.59 | 1.17 | ปลูกปี 2543 |
| 11.บุญชด ยกรัตน์ | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | M | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.50 | M | 1.31 | 1.13 | 1.13 | 0.90 | M | 1.05 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง | 0.15 | 0.14 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 1.50 | 1.50 | 1.70 | M | 3.00 | 0.73 | M | 1.86 | ปลูกปี 2541 |
| 13.วิรัตน์ หนูทอง(62) | 0.14 | 0.07 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 1.50 | 1.50 | 1.80 | 2.45 | 4.47 | 1.06 | 2.35 | 2.58 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 0.13 | 0.07 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 1.50 | 1.50 | 1.80 | 2.45 | 4.47 | 1.06 | 2.35 | 2.58 | ปลูกปี 2542 |

**ตารางที่ 25** (ต่อ)

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 0.13 | 0.08 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 3.44 | 1.94 | 2.48 | 2.12 | 2.49 | ปลูกปี 2542 |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 0.12 | 0.08 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 3.44 | 1.94 | 2.48 | 2.12 | 2.49 | ปลูกปี 2542 |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 0.08 | 0.06 | 0.10 | 0.07 | 0.10 | 1.50 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.80 | 0.00 | 5.75 | 1.50 | 5.48 | 4.24 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วน** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 0.16 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 1.55 | 2.58 | 6.60 | 1.50 | 2.00 | 3.17 | ปลูกปี 2545 |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 1.50 | 1.50 | 1.55 | 1.25 | 0.65 | 0.75 | 0.75 | 0.89 | ปลูกปี 2542 |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 0.15 | 0.14 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.87 | ปลูกปี 2542 |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 0.14 | 0.07 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 3.19 | 2.00 | 0.81 | 2.00 | ปลูกปี 2542 |
| 22.นัด หนูทอง(62) | 0.14 | 0.07 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 2.00 | 3.19 | 2.00 | 0.81 | 2.00 | ปลูกปี 2542 |
| 23.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 1.50 | 4.50 | 0.00 | 1.80 | 2.60 | ปลูกปี 2542 |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 1.25 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.75 | 1.50 | 4.50 | 0.00 | 1.80 | 2.60 | ปลูกปี 2542 |
| 25.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 0.10 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 1.50 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.80 | 0.00 | 5.75 | 1.50 | 5.48 | 4.24 | ปลูกปี 2542 |
| **เฉลี่ย** | **0.18** | **0.11** | **0.12** | **0.11** | **0.11** | **1.31** | **1.56** | **1.90** | **1.86** | **1.85** | **1.70** | **1.68** | **2.81** | **1.52** | **2.11** | **2.18** | |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % $P_2O_5$

3/ M หมายถึง เกษตรกรไม่ได้บันทึกข้อมูลในปีนั้น

**ตารางที่ 26** ปริมาณโปแตสเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารโปแตสเซียม

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณโปแตสเซียมในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.ณรงค์ เพชรเครือ | 1.55 | 1.40 | 0.95 | 1.35 | 0.96 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 3.00 | 2.50 | 2.45 | 3.00 | 3.50 | 3.00 | 2.01 | 2.87 | ปลูกปี 2542 |
| 2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์ | 0.97 | 0.90 | 0.82 | 0.86 | 0.79 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.00 | 3.00 | 3.45 | 4.00 | 4.00 | 2.50 | 2.00 | 3.12 | ปลูกปี 2528 |
| 3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่ | 1.11 | 0.79 | 0.79 | 0.81 | 0.69 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 3.50 | 3.50 | 3.35 | 2.00 | 3.50 | 1.50 | 3.50 | 2.62 | ปลูกปี 2542 |
| 4.โอวาท พ่วงช่อ | 0.91 | 0.74 | 0.85 | 0.82 | 0.75 | 3.00 | 3.50 | 3.50 | 4.50 | 3.50 | 3.60 | 2.20 | 3.03 | 2.03 | 1.13 | 2.09 | ปลูกปี 2545 |
| 5.กำธร ใจซื่อ | 0.96 | 0.84 | 0.50 | 0.58 | 0.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.00 | 3.00 | 3.45 | 1.63 | 2.25 | 2.41 | 0.96 | 1.81 | ปลูกปี 2541 |
| 6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง | 1.16 | 1.66 | 0.86 | 0.94 | 0.79 | 3.00 | 2.25 | 3.00 | 3.00 | 3.20 | 2.89 | 4.90 | 2.59 | 2.59 | 2.77 | 3.12 | ปลูกปี 2544 |
| 7.ศุภชัย พรหมอุบล | 0.76 | 0.536 | 1.20 | 0.80 | 0.84 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.50 | 3.00 | 3.55 | 3.07 | 2.60 | 1.00 | 3.00 | 2.41 | ปลูกปี 2540 |
| 8.นภคประภา เพชรทอง | 1.13 | 0.81 | 0.76 | 0.84 | 0.75 | 3.00 | 3.75 | 3.75 | 4.00 | | 3.50 | 2.70 | 1.87 | 3.95 | | 2.65 | ปลูกปี 2545 |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.อรุณ ปั้นทอง | 0.83 | 0.63 | 0.56 | 0.53 | 0.91 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 2.50 | 2.50 | 370 | 4.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.50 | ปลูกปี 2540 |
| 10.วินัย กล่อมมณี | 0.93 | 0.97 | 0.69 | 0.86 | 0.84 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 4.50 | 4.00 | 3.65 | 4.13 | 3.69 | 3.54 | 3.39 | 3.68 | ปลูกปี 2543 |
| 11.บุญชด ยกรัตน์ | 0.78 | 0.76 | 0.76 | 0.58 | M | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | M | 3.00 | 2.30 | 2.30 | 0.80 | M | 1.80 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง | 0.95 | 0.75 | 0.57 | 0.52 | 0.82 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 4.00 | 3.00 | 3.35 | M | 3.00 | 1.75 | M | 2.37 | ปลูกปี 2541 |
| 13.วิรัตน์ หนูทอง(62) | 0.80 | 0.71 | 0.65 | 0.86 | 0.90 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 4.25 | 3.30 | 3.46 | 1.06 | 4.26 | 4.25 | 3.30 | 3.21 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 0.73 | 0.76 | 0.98 | 0.88 | 0.98 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.25 | 3.30 | 3.31 | 1.06 | 4.26 | 4.25 | 3.30 | 3.21 | ปลูกปี 2542 |

**ตารางที่ 26** (ต่อ)

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณโปแตสเซียมในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 0.96 | 0.88 | 1.06 | 0.92 | 0.90 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 3.75 | 3.30 | 2.09 | 2.20 | 3.24 | 3.78 | 2.82 | ปลูกปี 2542 |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 0.63 | 0.54 | 0.88 | 0.72 | 0.68 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.75 | 3.75 | 3.30 | 2.09 | 2.20 | 3.24 | 3.78 | 2.82 | ปลูกปี 2542 |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 0.86 | 0.73 | 0.79 | 0.98 | 0.98 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 3.00 | 3.20 | 1.00 | 2.05 | 4.00 | 2.97 | 2.50 | ปลูกปี 2542 |
| | | | | | | | | ดินร่วน | | | | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 1.35 | 0.83 | 0.85 | 0.70 | 0.86 | 2.25 | 3.00 | 3.75 | 4.50 | 3.00 | 3.30 | 2.63 | 4.43 | 3.25 | 3.00 | 3.32 | ปลูกปี 2545 |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 0.72 | 0.91 | 0.85 | 0.73 | 0.78 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.50 | 3.50 | 3.65 | 1.00 | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.46 | ปลูกปี 2542 |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 1.08 | 0.89 | 1.12 | 1.05 | 0.99 | 3.00 | 3.00 | 2.25 | 3.25 | 3.00 | 2.90 | 3.00 | 3.00 | 2.50 | 2.00 | 2.62 | ปลูกปี 2542 |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 1.16 | 0.76 | 1.36 | 1.16 | 0.95 | 3.00 | 3.00 | 2.25 | 3.50 | 3.50 | 3.05 | 4.00 | 5.32 | 3.34 | 3.64 | 4.07 | ปลูกปี 2542 |
| 22.นัด หนูทอง(62) | 0.83 | 0.79 | 1.31 | 0.81 | 0.95 | 3.75 | 4.50 | 3.75 | 3.50 | 3.50 | 3.80 | 4.00 | 5.32 | 3.34 | 3.64 | 4.07 | ปลูกปี 2542 |
| 23.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 0.92 | 1.04 | 1.06 | 0.94 | 1.05 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.60 | 4.60 | 3.64 | 1.50 | 4.50 | 2.50 | 4.50 | 3.25 | ปลูกปี 2542 |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62 | 0.90 | 1.043 | 1.08 | 0.87 | 0.87 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.60 | 4.60 | 3.64 | 1.50 | 4.50 | 2.50 | 4.50 | 3.25 | ปลูกปี 2542 |
| 25.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 0.88 | 0.82 | 1.02 | 0.87 | 0.87 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 3.00 | 3.20 | 1.00 | 2.05 | 4.00 | 2.97 | 2.50 | ปลูกปี 2542 |
| **เฉลี่ย** | **0.96** | **0.86** | **1.03** | **0.83** | **0.86** | **3.15** | **3.21** | **3.30** | **3.71** | **3.33** | **3.34** | **2.40** | **3.05** | **2.70** | **2.80** | **2.76** | |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$

2/ ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) 60 % $K_2O$

3/ ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันในปี 2551 มีข้อมูลไม่ครบปี

4/ M หมายถึง เกษตรกรไม่ได้บันทึกข้อมูลในปีนั้น

**ตารางที่ 27** ปริมาณแมกนีเซียมในใบ และการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียม

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณแมกนีเซียมในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.ณรงค์ เพชรเครือ | 0.11 | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.57 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.55 | 0.14 | ปลูกปี 2542 |
| 2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์ | 0.09 | 0.26 | 0.29 | 0.20 | 0.57 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | D | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2528 |
| 3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่ | 0.14 | 0.26 | 0.27 | 0.30 | 0.56 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | D | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2542 |
| 4.โอวาท พ่วงซ่อ | 0.32 | 0.41 | 0.29 | 0.29 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2545 |
| 5.กำธร ใจซื่อ | 0.35 | 0.40 | 0.24 | 0.12 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2541 |
| 6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง | 0.16 | 0.27 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.80 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.64 | D | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.33 | ปลูกปี 2544 |
| 7.ศุภชัย พรหมอุบล | 0.24 | 0.35 | 0.21 | 0.24 | 0.91 | 0.80 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.48 | D | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2540 |
| 8.นภคประภา เพชรทอง | 0.13 | 0.36 | 0.24 | 0.14 | 0.33 | 0.80 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2545 |
| **ดินทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.อรุณ ปั้นทอง | 0.21 | 0.33 | 0.37 | 0.28 | 0.40 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.50 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2540 |
| 10.วินัย กล่อมมณี | 0.26 | 0.44 | 0.35 | 0.10 | 0.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2543 |
| 11.บุญชด ยกรัตน์ | 0.09 | 0.30 | 0.29 | 0.24 | M | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | M | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | M | 0.00 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง | 0.17 | 0.35 | 0.28 | 0.32 | 1.14 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | M | 0.00 | 0.00 | M | 0.00 | ปลูกปี 2541 |
| 13.วิรัตน์ หนูทอง(62) | 0.52 | 0.33 | 0.35 | 0.26 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | D | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 0.43 | 0.41 | 0.39 | 0.21 | 0.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | D | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2542 |

**ตารางที่ 27** (ต่อ)

| ชื่อเจ้าของแปลง | ปริมาณแมกนีเซียมในใบ (%) | | | | | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี | | | | | | ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | ปี53 | เฉลี่ย | ปี49 | ปี50 | ปี51 | ปี52 | เฉลี่ย | |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 0.39 | 0.39 | 0.38 | 0.25 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | D | 0.13 | ปลูกปี 2542 |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 0.56 | 0.44 | 0.45 | 0.25 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | D | 0.13 | ปลูกปี 2542 |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 0.36 | 0.43 | 0.28 | 0.25 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ปลูกปี 2542 |
| **ดินร่วน** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 0.22 | 0.30 | 0.29 | 0.31 | 1.08 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.48 | D | 0.00 | D | 1.00 | 0.5 | ปลูกปี 2545 |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 0.14 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.33 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 0.34 | 0.36 | 0.30 | 0.36 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 1.00+D | 1.00+D | 1.00 | 1.00 | 1 | ปลูกปี 2542 |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 0.27 | 0.24 | 0.29 | 0.24 | 0.34 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 0.00 | D | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| 22.นัด หนูทอง(62) | 0.18 | 0.22 | 0.24 | 0.21 | 0.31 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | D | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| 23.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 0.19 | 0.35 | 0.31 | 0.23 | 0.32 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62 | 0.15 | 0.35 | 0.29 | 0.23 | 0.33 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| 25.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 0.18 | 0.27 | 0.33 | 0.24 | 0.36 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | ปลูกปี 2542 |
| **เฉลี่ย** | 0.24 | 0.33 | 0.31 | 0.24 | 0.47 | 0.19 | 0.48 | 0.10 | 0.63 | 0.14 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.12 | 0.09 | |

**หมายเหตุ** 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

2/ ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

3/ M หมายถึง เกษตรกรไม่ได้บันทึกข้อมูลในปีนั้น

4/ D หมายถึง เกษตรกรใส่ปูนโดโลไมท์ในปีนั้น

จากตาราง 23 ปริมาณธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในดิน ประกอบด้วย ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมตลอดการทดลองส่วนใหญ่ค่อนข้างแปรปรวนในแต่ละปีของการทดลองขึ้นกับ สภาพแวดล้อม การปฏิบัติ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรในแต่ละราย

ปริมาณไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อย ในแต่ละปี (ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในใบ) ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นในแต่ละปี (ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยคำแนะนำการใช้ปุ๋ย) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอดทั้ง 4 – 5 ปี ในเบื้องต้นนี้เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตไม่ต่ำกว่า 3.50กก./ต้น/ปี (ค่าเฉลี่ย = 3.45 กก./ต้น/ปี) ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใส่ปุ๋ยน้อยกว่าคำแนะนำ (ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง) ค่าเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตของเกษตรกรประมาณ 3.00 กก./ต้น/ปี

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ใกล้เคียง หรือต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อย ในแต่ละปี (ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในใบ) ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสมากขึ้นในแต่ละปี (ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยคำแนะนำการใช้ปุ๋ย) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอดทั้ง 4 – 5 ปี ในเบื้องต้นนี้เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยร็อกฟอสเฟตไม่ต่ำกว่า 1.70 กก./ต้น/ปี ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใส่ปุ๋ยมากกว่าคำแนะนำ (ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง) ค่าเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยร็อกฟอสเฟตของเกษตรกรประมาณ 2.20 กก./ต้น/ปี

ปริมาณโปแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อย ในแต่ละปี (ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณโปแตสเซียมในใบ) การเพิ่มปริมาณปุ๋ยโปแตสเซียมในแต่ละปีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับไนโตรเจน(ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยคำแนะนำการใช้ปุ๋ย) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอดทั้ง 4 – 5 ปี ในเบื้องต้นนี้เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมไม่ต่ำกว่า 3.40 กก./ต้น/ปี (ค่าเฉลี่ย 3.34 กก./ต้น/ปี) ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใส่ปุ๋ยน้อยกว่าคำแนะนำ (ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง) ค่าเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตสของเกษตรกรประมาณ 2.80 กก./ต้น/ปี

ปริมาณแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ในแต่ละปีมีค่าอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต (ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในใบ) แสดงว่าในดินทั่วไปมีปริมาณแมกนีเซียมที่เพียงพอกับปาล์มน้ำมัน จึงทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยแมกนีเซียมเล็กน้อยในแต่ละปี (ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยคำแนะนำการใช้ปุ๋ย) ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่นิยมใส่ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ (ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้จริง) อย่างไรก็ตามการใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดินก็เป็นการเพิ่มธาตุอาหารแมกนีเซียมให้กับต้นปาล์มน้ำมันด้วย

**ตารางที่ 28** ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่เข้าร่วมงานวิจัย

| ชื่อเจ้าของแปลง | ผลผลิตทะลายสด(ตัน/ไร่) | | | | เฉลี่ย (ตันไร่/ปี) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปี 49 | ปี 50 | ปี51 | ปี 52 | | |
| **ดินร่วนปนทราย** | | | | | | |
| 1.ณรงค์ เพชรเครือ | 4.646 | 3.212 | 5.417 | 3.382 | **4.164** | |
| 2.สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์ | 3.646 | 3.807 | 3.731 | 4.074 | **3.815** | |
| 3.อดิศักดิ์ บุตรเหล่ | 6.461 | 5.219 | 7.353 | 5.452 | **6.110** | |
| 4.โอวาท พ่วงช่อ | 2.097 | 3.607 | 5.090 | 4.323 | **3.779** | |
| 5.กำธร ใจซื่อ | 3.327 | 3.176 | 3.733 | 2.571 | **3.202** | |
| 6.วิรัตน์ ธรรมบำรุง | 4.680 | 6.052 | 4.996 | 3.904 | **4.908** | |
| 7.ศุภชัย พรหมอุบล | 3.542 | 3.388 | 4.765 | 3.886 | **3.895** | |
| 8.นภคประภา เพชรทอง | 3.376 | 5.113 | 6.096 | 5.446 | **5.008** | |
| **ดินทราย** | | | | | | |
| 9.อรุณ ปั้นทอง | 3.733 | 2.252 | 2.271 | 1.590 | **2.462** | |
| 10.วินัย กล่อมมณี | 1.150 | 2.243 | 4.814 | 2.361 | **2.642** | |
| 11.บุญชด ยกรัตน์ | 2.604 | ไม่มีข้อมูล | 3.641 | ไม่มีข้อมูล | **3.123** | |
| **ดินร่วนเหนียวปนทราย** | | | | | | |
| 12.ศุภวัฒน์ ฤทธิ์แดง | ไม่มีข้อมูล | 3.655 | 3.611 | 4.166 | **3.811** | |
| 13.วิรัตน์ หนูทอง(62) | 1.156 | 1.626 | 4.549 | 3.983 | **2.829** | |
| **ดินร่วนปนดินเหนียว** | | | | | | |
| 14.วิรัตน์ หนูทอง(48) | 1.156 | 1.626 | 4.549 | 3.983 | **2.829** | |
| 15.ผล ดิษฐรักษ์(48) | 2.530 | 4.382 | 4.748 | 4.118 | **3.945** | |
| 16.ผล ดิษฐรักษ์(62) | 2.530 | 4.382 | 4.748 | 4.118 | **3.945** | |
| 17.สมพร ประทุมสังข์(38) | 0.412 | 1.528 | 0.925 | 2.405 | **1.318** | |
| **ดินร่วน** | | | | | | |
| 18.จำรูญ ศรีรุ่งเรือง | 3.840 | 3.418 | 5.589 | 5.084 | 4.483 | |
| 19.สุธรรม ไกรวงศ์ | 6.974 | 4.255 | 5.635 | 5.334 | 5.550 | |
| 20.พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์ | 4.110 | 4.108 | 3.743 | 3.215 | 3.794 | |
| 21.นัด หนูทอง(38) | 3.821 | 4.537 | 4.990 | 4.088 | 4.359 | |
| 22.นัด หนูทอง(62) | 3.821 | 4.537 | 4.990 | 4.088 | 4.359 | |
| 23.เกลื่อม รักเสมอ(38) | 4.211 | 4.757 | 4.585 | 3.591 | 4.286 | |
| 24.เกลื่อม รักเสมอ(62) | 4.211 | 4.757 | 4.585 | 3.591 | 4.286 | |
| 25.สมพร ประทุมรักษ์(62) | 0.412 | 1.528 | 0.925 | 2.405 | 1.318 | |

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่เข้าร่วมงานวิจัย (ตารางที่ 28) พบว่า มีการกระจายตัวของผลผลิตค่อนข้างมาก คือมีผลผลิตเฉลี่ย 5 ปี ตั้งแต่ 1.318 ตัน/ไร่/ปี ถึง 6.110 ตัน/ไร่/ปี ยกเว้นในรายที่ 19 นายสุธรรม ไกรวงศ์ ที่มีผลผลิต 5.550 ตัน/ไร่/ปี เนื่องจากมีการติดตั้งระบบน้ำ แตกต่างจากแปลงอื่น สำหรับเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ หรือใกล้เคียงกับคำแนะนำ (ตารางที่ 24 – 27 ) ส่วนใหญ่มีผลผลิตที่สูงในระดับที่น่าพอใจ ยกเว้นเกษตรกรบางรายที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ ซึ่งได้รับผลผลิตที่ต่ำกว่ามากเพียง 1.318 ตัน/ไร่/ปี

# สรุปผลการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันโดยการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากสามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ และศักยภาพของดินจากการวิเคราะห์ดิน เพื่อให้ดินมีความเหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันในเบื้องต้น ในขณะที่การวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันเป็นการแสดงสถานะของธาตุอาหารที่มีอยู่ในต้นปาล์มน้ำมัน ว่าอยู่ในสภาวะเหมาะสม ขาดแคลน หรือมากเกิน ทำให้ผู้ปลูกปาล์มน้ำมันสามารถปรับการจัดการปุ๋ยเคมีให้กับต้นปาล์มน้ำมันได้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งเห็นได้จากในการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของบริษัทหงส์ศิลาเกษตรและอุตสาหกรรมทั้ง 2 แปลง ที่มีข้อมูลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 12 ปี สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมลงได้อย่างมาก คือลดปุ๋ยร็อกฟอสเฟต(0 – 3 – 0 )ในแปลงปาล์มน้ำมันที่ อ.เขาพนม และ อ.อ่าวลึก จ.กระบี่ลงได้ 15.97 กก./ไร่ (25.83 % ) และ 13.69 กก./ไร่ (22.14%) ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0 – 0 – 60) ของทั้ง 2 แปลง ก็ลดลง 29.44 กก./ไร่ (26.45%) และ 34.00 กก./ไร่ (30.40%) ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามการลดปุ๋ยเคมีบางชนิดลง ไม่ได้เป็นข้อจำกัดในการทำให้ผลผลิตลดลง กลับทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของทั้ง 2 แปลงเพิ่มขึ้น คือ 1.140 ตัน/ไร่ (46.09%) และ 0.670 ตัน/ไร่ (20.98%) ตามลำดับ ในส่วนของเกษตรกรรายย่อยผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากไม่มีข้อมูลก่อนทำการเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมัน ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลผลิต หรือปริมาณปุ๋ยเคมี กับเมื่อทำการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีใกล้เคียงกับคำแนะนำ มีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่สูง และสม่ำเสมอมากกว่า เกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยต่ำกว่าคำแนะนำ หรือใส่ปุ๋ยไม่สมดุล

จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เป็นเทคโนโลยีที่สร้างความสมดุลของธาตุอาหารให้กับต้นปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ต้นปาล์มน้ำมันแสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูง และสม่ำเสมอ ตามศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน สภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อมนั้นๆ เป็นการใช้ปุ๋ยเคมีให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการสูญเสียจากการใส่ปุ๋ยเคมีมากเกินความต้องการของปาล์มน้ำมัน หรือ การให้ปุ๋ยเคมีไม่เพียงพอสำหรับการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์ดินในสวนปาล์มน้ำมัน เป็นข้อมูลใช้ในการจัดการดินในสวนปาล์มน้ำมัน การจัดการดินที่ดี สามารถทำให้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมัน เห็นได้ชัดจากตารางที่ 11, 19 และ 27 การใส่ปูนโดโลไมท์เพื่อปรับปรุง pH ของดินทำให้ปริมาณแมกนีเซียมทั้งในดิน และในใบปาล์มน้ำมันสูงขึ้นด้วย อีกทั้งยังเป็นแหล่งแมกนีเซียมราคาต่ำอีกด้วย

ปัญหาหนึ่งสำหรับงานวิจัยนี้คือ การบันทึกข้อมูลของเกษตรกร ซึ่งไม่ค่อยสม่ำเสมอทั้งส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์อื่นๆ ปริมาณผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวตลอดปี ทำให้การประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีในปีต่อๆไปค่อนข้างยุ่งยาก อย่างไรก็ตามเกษตรกรรายย่อยที่เข้าร่วมงานวิจัยส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เพื่อการจัดการธาตุอาหารมากขึ้น เกษตรกรรายย่อยเหล่านี้น่าจะเป็นแกนนำในการแนะนำเกษตรกรรายอื่นๆในการใช้ปุ๋ยเคมีที่ถูกต้องและสมดุลในปาล์มน้ำมันมากขึ้น ซึ่งน่าจะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันของประเทศสูงขึ้นด้วย

# เอกสารอ้างอิง


เกริกชัย ธนรักษ์ . 2552. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "การเพิ่มศักยภาพการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม"** โครงการฝึกอบรมนิคมการเกษตรพืชอาหารและพืชพลังงานทดแทน (ปาล์มน้ำมัน) รุ่นที่ 1 วันที่ 15 – 16 มิ.ย. 52 ห้องประชุมโรงเรียนเสวียดวิทยารัชมังคลาภิเศก ศาลาวัดบางคราม ม.2 ต.ปากฉลุย อำเภอท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี. 2548. **คำแนะนำ : การใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน**. เอกสารวิชาการลำดับที่6/ 2548 คู่มือปาล์มน้ำมันชุดที่ 1 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร .สุราษฎร์ธานี . 33 หน้า.

Chan, K. W.(1982) **Phosphorus requirements of oil palm in Malaysia: Fifty years of experimental results.** In: Pushparajah, E. and Hamid, S.H.A.(eds.) Phosphorus and Potassium in the Tpopics. Kuala Lumpur,17 – 19 August 1981. MSSS, pp.395 – 423.

Cheong,S.P. and Ng, S.K. (1997) **Copper deficiency of oil palms on peat.** In: Earp,D.A. and Newall, W. (eds.) International Developments in Oil Palm. Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14 – 17 June 1976. ISP,PP 362 – 370.

Foong,S.F.. and Sofi,S.(1995) **Frequency of CIRP application in oil palm**. In: Jalani, B. S., Ariffin, D., Rajanaidu, N., Dolmet,M.T.,Paranjothy,K.,Mohd Basri,W., Henson,I.E. and Chang,K.C. (eds.) International Palm Oil Congress. Update and Vision. Kuala Lumpur, 20 – 25 September 1993. PORIM, pp.345 -350.

Foster,H.L. and Prabovo, N.E. (1996) **Variation in the potassium fertilizer requiements of oil palm in north Sumatra.** In: Daras,H.T., paranjothy, K.,Cheah, S.C., Chang,K.C. (eds.) International Palm Oil Congress: Competitiveness for the 21st Century. Agriculture Conference, Kuala Lumpur , 23 – 28 September 1996.Porim, pp 143 – 152.

Goh,K.J. and Hardter,R. (2003) **General oil palm nutrition**. In : Fairhurst,T,H. And Hardter,R.(eds.) Oil Palm : Management for Large and Sustainable Yeilds.Oxford Graphic Printers Pte Ltd. Singapore, pp 191-230.

Ng, S. K. (1977) **Review of oil palm nutrition and manuring – scope for greater economy in fertiser usage**. In: Earp,D. A. and Newall, W. (eds.) International Developments in Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14 – 17 June 1976. ISP, pp.209 – 233.

Ng, S. K. and Thamboo, S. (1967) **Nutrient contents of oil palms in Malaysia. I. Nutrients in vetgetative tissues**. The Malaysian Agriculture Journal, 46, 3 – 45.

Ng, S. K., Thamboo, S. and de Souza, P. (1968) **Nutrient contents of oil palms in Malaysia. II. Nutrients in vetgetative tissues.** The Malaysian Agriculture Journal, 46, 332 – 391.

Rajaratnum, J. A. (1972) **The distribution and mobility of boron within the oil palm, *Elaeis guineensis* L. II: The fate of applied boron**. Annuals of Botany, 36, 299 – 306.

Rajaratnum, J. A. and Lowry, J.B. (1974) **The role of boron in the oil palm (*Elaeis guineensis* L.).** Annuals of Botany, 38, 193 – 200.

Tan, K. S. (1976) **Development, nutrient contents and productivity in oil palm on inland sils of Malaysia**. MSc. University of Singapore.

Tan, K. S. (1977) **Efficient fertilizer usage for oil palm on inland soils. In; Earp, D. A. and Newall, S. (eds.) International Developments in Oil Palm.** Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14 – 17 June 1976. ISP, pp.262 – 288.

Tang, M. K., Nazeeb, M. and Loong, S. G. (2001) **Oil palm responses to different Sources of magnesium on an inland reworked soil in Peninsular Malaysia**. In: Cutting-Edge Technologies for Sustained Competitiveness. PIPOC International Palm Oil Congress. Agriculture Conference. Kuala Lumpur, Malaysia, 20 – 22 August 2001. MPOB, pp. 261 - 271.

Toa, L.,Ong, K. P. and Zainnuriah, A. (2000) **Effects of fertilizer withdrawal prior to replanting on oil palm performance. In: Pushparajah, E. (eds.)** International Planters Conferenceon Plantation Tree Crops in the New Millennium: The Way Ahead (Volume 1, Technical Papers). Kuala Lumpur, 17–20 May 2000. ISP. pp233–249.

Tinker, P. B. H. and Smide, K. W. (1963) **Dry matter production and nutrient content of plantation oil palms in Nigfria. II. Nutrient content**. Plant and soil, 19, 350-363.

Woo, Y.C., Ooi, S. H. and Hardter, R. (1994) **Potussium for clonal oil palm in the 21st century**. In: IFA-FADINAP Reginal Conference for Asia and Pacific. Kuala Lumpur, Kuala Lumpur, 12-15 December 1994. Ifa, 7p.

# การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ ไนโตรเจนและแมกนีเซียม ในใบปาล์มน้ำมันโดยใช้เครื่อง SPAD 502

# Relation between Chlorophyll, Nitrogen and Magnesium Content of Oil Palm Fronds by SPAD-502

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] ยิ่งนิยม ริยาพันธ์[1/] วัชรี ศรีรักษา[1/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ ไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี โดยใช้เครื่องมือ SPAD502 พบว่า ค่าที่อ่านได้จาก SPAD502 และปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์กัน ดังสมการเส้นตรงของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ y (คลอโรฟิลล์เอ) = 0.008x (ค่าจากSPAD502) - 0.057 $r^2$ = 0.945 สมการเอ็กซ์โพเนนเชียลของปริมาณคลอโรฟิลล์บี y (คลอโรฟิลล์บี) = $0.003e^{0.063x(\text{ค่าจากSPAD502})}$ $r^2$ = 0.940 และสมการเส้นตรงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวม y (คลอโรฟิลล์รวม) = 0.013x (ค่าจากSPAD502) - 0.142 $r^2$ = 0.955 และเมื่อนำใบปาล์มน้ำมันไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียม พบว่า ค่าที่อ่านได้จาก SPAD502 และปริมาณธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กัน ดังสมการเส้นตรงของปริมาณไนโตรเจน y (ไนโตรเจน) = 0.032x (ค่าจากSPAD502) + 0.167 $r^2$ = 0.917 และสมการเอ็กซ์โพเนนเชียลของปริมาณแมกนีเซียม y (แมกนีเซียม) = $0.041e^{0.030x(\text{ค่าจากSPAD502})}$ $r^2$ = 0.794 ดังนั้นผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เราสามารถนำเครื่องมือ SPAD502 ไปใช้ในการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันได้เป็นอย่างดี

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งด้านอุปโภคและบริโภค และเป็นพืชพลังงานทดแทนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นพืชน้ำมันที่ให้ปริมาณน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด จึงมีการส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกจำนวน 2.5 ล้านไร่ภายในปี 2555 เพื่อนำผลผลิตน้ำมันปาล์มมาใช้ผลิตไบโอดีเซลสำหรับทดแทนน้ำมันดีเซลในอัตรา 5% และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน แผนงานวิจัยการศึกษาและพัฒนาปาล์มน้ำมันจึงได้ตั้งวัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการที่เหมาะสมกับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ให้สามารถเพิ่มผลผลิตจาก 3.5 ตัน/ไร่/ปี เป็นไม่ต่ำกว่า 4.0 ตัน/ไร่/ปี และในการดำเนินการดังกล่าว การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะการจัดการที่มีประสิทธิภาพตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเนื่องจากปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้นเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ปริมาณธาตุอาหารที่มีความเหมาะสมหรือมีความสมดุล จะช่วยให้พืชแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่ และช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ดังนั้นการจัดการที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตได้คุ้มค่าต่อการลงทุน

ปัจจุบันการจัดการธาตุอาหารสำหรับปาล์มน้ำมันต้องอาศัยความแม่นยำมากขึ้น และระดับการใส่ปัจจัยการผลิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับศักยภาพในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน อัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมสามารถวิเคราะห์ได้จากปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหารในดินปลูก/ในใบ หรือปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช ซึ่งในการวิเคราะห์ธาตุอาหารต่างๆ ต้องมีการเก็บตัวอย่างใบพืชไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือเฉพาะ ซึ่งยุ่งยากซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักของพืช ที่มีบทบาทสำคัญมากในการเจริญเติบโตและการพัฒนาด้านต่างๆ ของพืช ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและนิวคลีโอโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในโครโมโซม ปาล์มน้ำมันในช่วง main nursery และ immature มีการตอบสนองต่อการขาดไนโตรเจนมากกว่าปาล์มน้ำมันในช่วง mature ดังนั้นอาการขาดไนโตรเจนจะพบมากในปาล์มน้ำมันต้นเล็กที่ปลูกในดินทราย หรือดินที่มีการระบายน้ำเลว หรือสภาพแปลงที่มีวัชพืชหนาแน่น ปาล์มน้ำมันที่ขาดไนโตรเจนจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง โดยเฉพาะการเกิดใบใหม่ และอาการที่พบได้ชัดเจน คือ ใบย่อยของทางใบล่างมีสีเหลือง ปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมในใบปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 2.50-2.90 %โดยน้ำหนักแห้ง หากน้อยกว่า 2.40 %โดยน้ำหนักแห้ง จะอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ หรือมากกว่า 3.00 %โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่ามีปริมาณมากเกินไป

แมกนีเซียมจัดเป็น enzyme activator เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ มีบทบาทในการสังเคราะห์กรดไขมัน ลักษณะการขาดแมกนีเซียมสังเกตจากใบย่อยของทางใบด้านล่างเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม โดยเฉพาะใบที่ได้รับแสงโดยตรง (ใบที่ไม่ได้รับแสงยังคงมีสีเขียวปกติ) แต่หากขาดแมกนีเซียมรุนแรง ใบจะเปลี่ยนเป็นสีส้มทั้งใบ และมีอาการแห้งตายเป็นหย่อมๆ ทั้งนี้การขาดแมกนีเซียมอาจเกิดจากการได้รับโปแตสเซียมมากเกินพอได้เช่นกัน ปริมาณแมกนีเซียมที่เหมาะสมในใบปาล์มน้ำมันอายุ 3-6 ปี ควรมีค่าในช่วง 0.30-0.45 %โดยน้ำหนักแห้ง และในปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 6 ปี ควรมีค่าในช่วง 0.25-0.40 %โดยน้ำหนักแห้ง หากใบปาล์มน้ำมันมีแมกนีเซียมน้อยกว่า 0.20 %โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่าปาล์มน้ำมันขาดธาตุแมกนีเซียม หรือถ้ามีมากกว่า 0.70 %โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่ามีปริมาณมากเกินไป

SPAD 502 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ถือหรือพกพาได้ง่ายและใช้สะดวกในสภาพแปลงทดลอง เนื่องจากมีน้ำหนักเบา 275 กรัม ไม่มีการทำลายใบพืช หลักการทำงาน เป็นการวัดค่า transmittance ของใบพืชที่ 2 ช่วงความยาวคลื่น คือ 600-700 และ 400-500 นาโนเมตร และได้มีการนำเครื่องมือ SPAD ไปใช้ในการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และธาตุไนโตรเจนในใบพืชหลายชนิด เช่น การใช้ SPAD ในการจัดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าว (Turner and Jund, 1991; Yang et al., 2003) ใช้ศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และธาตุไนโตรเจนในใบแอปเปิ้ลที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท และพบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์และธาตุไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จาก SPAD 502 (Neilsen et al., 1995a) และจากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนของใบเมเปิ้ลโดยใช้ SPAD 502 พบว่า ปริมาณ

ไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์จริงไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าที่อ่านจาก SPAD 502 แต่พบความแตกต่างในบางสายพันธุ์ของเมเปิ้ล (Sibley et al., 1996)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ไนโตรเจนและแมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และการประเมินปริมาณธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดได้โดยไม่ต้องทำลายใบ และประเมินได้อย่างรวดเร็วจะช่วยให้มีการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันได้อย่างเหมาะสม ประหยัดเวลาและช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ธาตุอาหารได้อย่างมาก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณคลอโรฟิลล์ ไนโตรเจน และแมกนีเซียมของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี โดยใช้เครื่องมือสำหรับวัดสีเขียวของใบพืช หรือที่เรียกว่า SPAD 502

## วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

การศึกษาครั้งนี้ใช้ใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 6-7 ปี ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

**1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์ใบปาล์มน้ำมันที่ความเข้มสีแตกต่างกัน**

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการสกัดคลอโรฟิลล์จากใบปาล์มน้ำมัน
3. เครื่องวัดสี (SPAD 502) และเครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectophotometer)

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. สุ่มเลือกใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ตามความเข้มของสีเขียวตั้งแต่สีเขียวอ่อน – สีเขียวเข้ม โดยเก็บจำนวน 6 ใบย่อย/ตัวอย่าง จำนวน 20 ตัวอย่าง จากนั้นทำความสะอาดใบปาล์มน้ำมันก่อนวัดด้วยเครื่อง SPAD 502 ในช่วงกลางใบย่อย 2 ด้าน ด้านละ 10 ตำแหน่ง (รวม 20 ตำแหน่ง/ใบย่อย) นำมาหาค่าเฉลี่ยความเข้มสี และบันทึกข้อมูล

2. ตัดใบขนาดพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร จำนวน 4 ซ้ำ/ตัวอย่าง (เลือกตำแหน่งใบที่มีค่าตรงกับค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้) นำตัวอย่างใบที่หั่นละเอียดแล้วไปแช่สารเคมี DMF เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์นาน 36 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่สกัดได้ดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectophotometer นำค่าที่ได้คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการดังนี้

คลอโรฟิลล์ เอ = ((12.6*ค่า absorbance$_{664}$)-(2.99*ค่า absorbance$_{647}$))*0.02

คลอโรฟิลล์ บี = ((23.26*ค่า absorbance$_{647}$)-(5.60*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

คลอโรฟิลล์รวม = ((20.27*ค่า absorbance$_{647}$)+(7.04*ค่า absorbance$_{664}$))*0.02

3. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มสีที่ได้จาก SPAD 502 และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและคลอโรฟิลล์รวม

**2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน**

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการสกัดคลอโรฟิลล์จากใบปาล์มน้ำมัน
3. เครื่องวัดสี (SPAD 502) และเครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectophotometer)

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. สุ่มเก็บใบย่อยจำนวน 6 ใบย่อย/ทางใบ จากทางใบที่ 1-25 ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 จำนวน 6 ต้น (รวม 150 ตัวอย่าง) จากนั้นทำความสะอาดใบปาล์มน้ำมันก่อนวัดด้วยเครื่อง SPAD 502 ในช่วงกลางใบย่อย 2 ด้าน ด้านละ 10 ตำแหน่ง (รวม 20 ตำแหน่ง/ใบย่อย) นำมาหาค่าเฉลี่ยความเข้มสี และบันทึกข้อมูล

2. ตัดใบขนาดพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร จำนวน 4 ซ้ำ/ตัวอย่าง (เลือกตำแหน่งใบที่มีค่าตรงกับค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้) นำตัวอย่างใบที่หั่นละเอียดแล้วไปแช่สารเคมี DMF เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์นาน 36 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่สกัดได้ดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectophotometer นำค่าที่ได้คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการในข้อ 1.2

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มสีที่ได้จาก SPAD 502 และปริมาณ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและคลอโรฟิลล์รวม

**3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD ปริมาณคลอโรฟิลล์ ไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมัน**

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการสกัดคลอโรฟิลล์จากใบปาล์มน้ำมัน
3. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร
4. เครื่องวัดสี (SPAD 502), เครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง และเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียม เช่น เครื่องย่อยกลั่นไนโตรเจน ฯ

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. สุ่มเก็บใบย่อยจำนวน 6 ใบย่อย/ทางใบ จากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 จำนวน 80 ต้น (รวม 80 ตัวอย่าง) จากนั้นทำความสะอาดใบปาล์มน้ำมันก่อนวัดด้วยเครื่อง SPAD 502 ในช่วงกลางใบย่อย 2 ด้าน ด้านละ 10 ตำแหน่ง (รวม 20 ตำแหน่ง/ใบย่อย) นำมาหาค่าเฉลี่ยความเข้มสี และบันทึกข้อมูล

2. ตัดใบขนาดพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร จำนวน 4 ซ้ำ/ตัวอย่าง (เลือกตำแหน่งใบที่มีค่าตรงกับค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้) นำตัวอย่างใบที่หั่นละเอียดแล้วไปแช่สารเคมี DMF เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์นาน 36 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่สกัดได้ดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectophotometer นำค่าที่ได้คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการในข้อ 1.2

3. นำตัวอย่างใบย่อยที่เหลือไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างใบ (Cyclotec) และส่งวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียม

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มสีที่ได้จาก SPAD 502 และปริมาณ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและคลอโรฟิลล์รวม

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มสีที่ได้จาก SPAD 502 และปริมาณ ไนโตรเจนและแมกนีเซียม

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุดเมื่อ เมษายน 2551

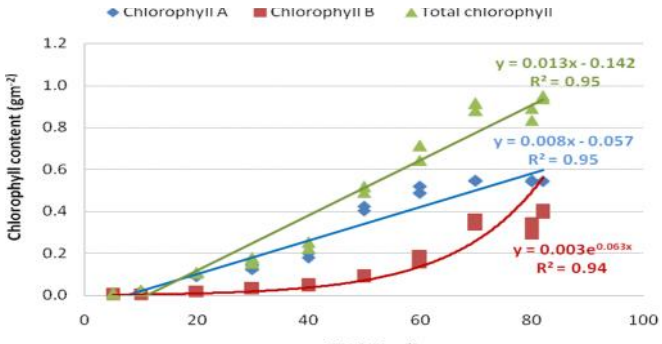
**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลอง

**1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์ใบปาล์มน้ำมันที่ความเข้มสีแตกต่างกัน**

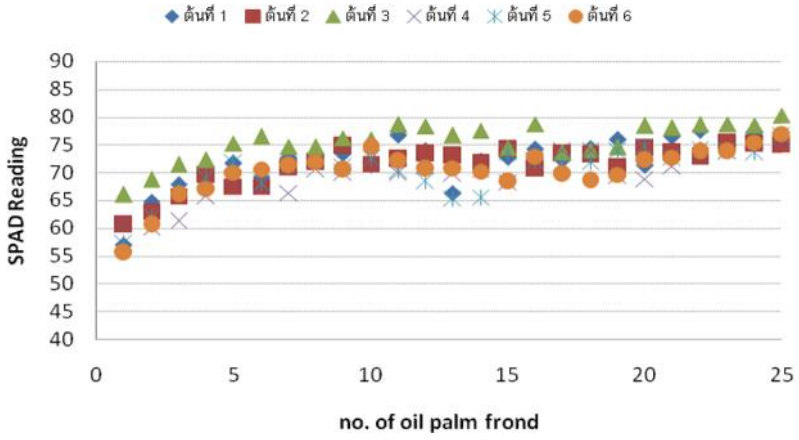
จากการสุ่มตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันและวัดค่า SPAD ของใบที่มีค่าความเข้มสีตั้งแต่ 3-80 จำนวน 20 ตัวอย่าง และนำไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมพบว่า ค่า SPAD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ กล่าวคือ ใบปาล์มน้ำมันที่มีความเข้มสีมากจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นตามความเข้มสี และจากสมการความสัมพันธ์ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเชิงเส้นตรง $y = 0.008x - 0.057$, $R^2 = 0.95$ และปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล $y = 0.003e^{0.063x}$, $R^2 = 0.94$ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมพบว่า มีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเชิงเส้นตรง $y = 0.013x - 0.142$, $R^2 = 0.95$ (ภาพที่ 1)



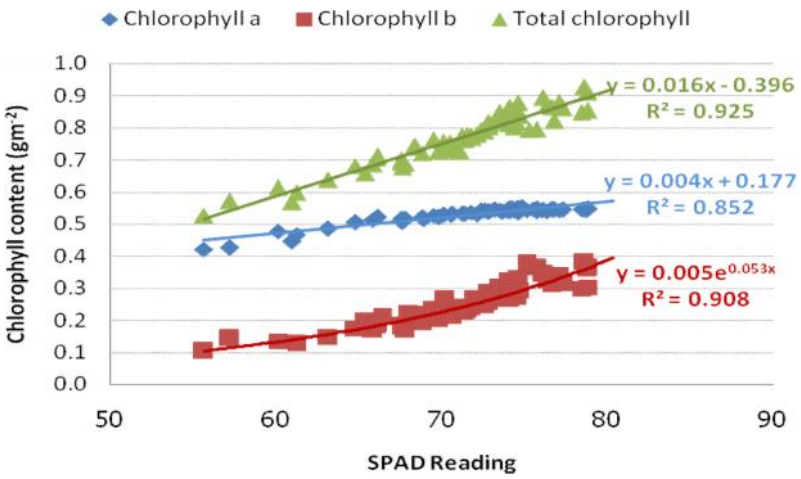

**ภาพที่ 1** ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของใบปาล์มน้ำมันที่มีความเข้มสีแตกต่างกัน

2. **ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน**

เพื่อเป็นการศึกษาความเข้มสีของใบปาล์มน้ำมันที่มีอายุต่างกันตั้งแต่ทางใบลำดับที่ 1-25 จึงได้สุ่มตัวอย่างใบย่อยปาล์มน้ำมัน จำนวน 6 ต้น และวัดค่า SPAD จำนวน 25 ตัวอย่าง/ต้น รวม 150 ตัวอย่าง พบว่า ความเข้มสีของทางใบที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด ประมาณ 55-65 และความเข้มสีของใบมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของทางใบ ช่วงของความเข้มสีของใบปาล์มน้ำมันมีค่าค่อนข้างกว้าง (55-80) และมีค่าเฉลี่ยความเข้มสีเท่ากับ 71.6 (ภาพที่ 2) และจากการนำไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม พบว่า ค่า SPAD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์เช่นกัน โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเชิงเส้นตรง $y = 0.004x + 0.177$, $R^2 = 0.85$ และปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล $y = 0.005e^{0.053x}$, $R^2 = 0.91$ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมพบว่า มีความสัมพันธ์กับค่า SPAD เป็นสมการเชิงเส้นตรง $y = 0.016x - 0.396$, $R^2 = 0.93$ (ภาพที่ 3)




**ภาพที่ 2** ค่า SPAD ของใบปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างกันจำนวน 6 ต้น

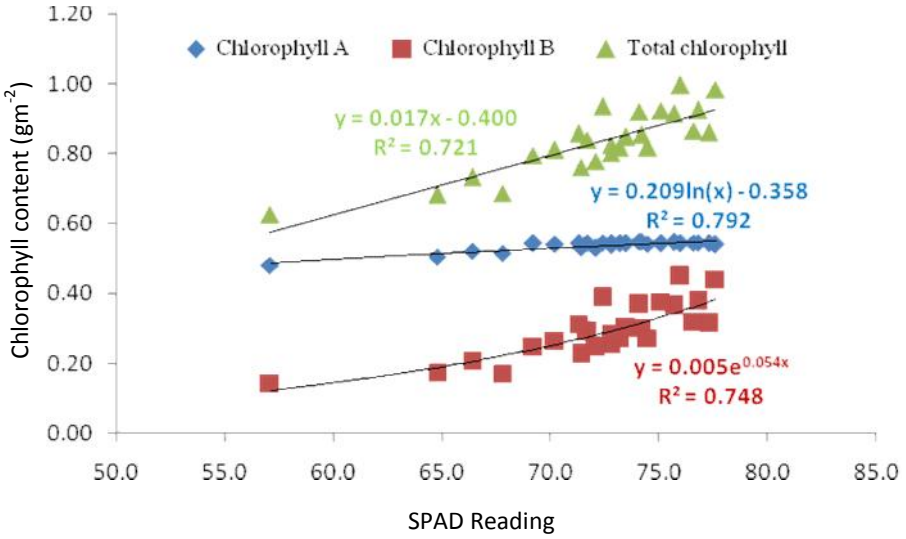



**ภาพที่ 3** ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของใบปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างกัน

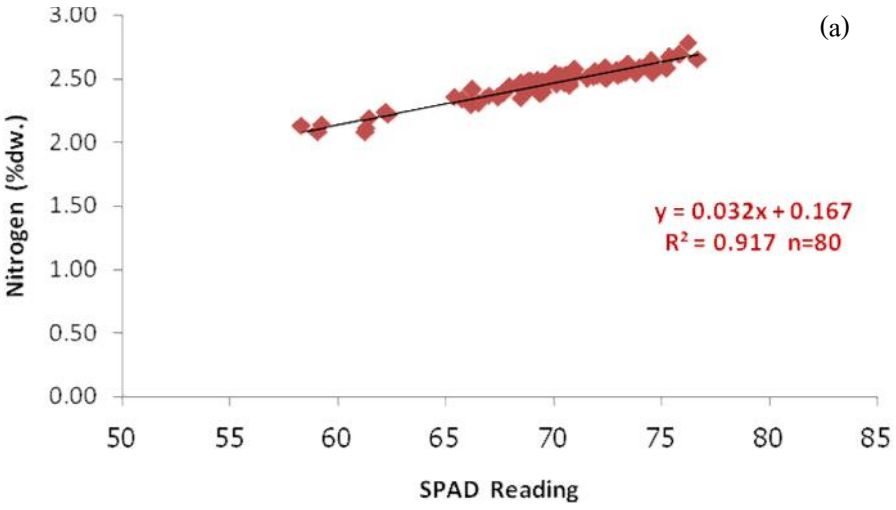
**3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD ปริมาณคลอโรฟิลล์, ไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1**

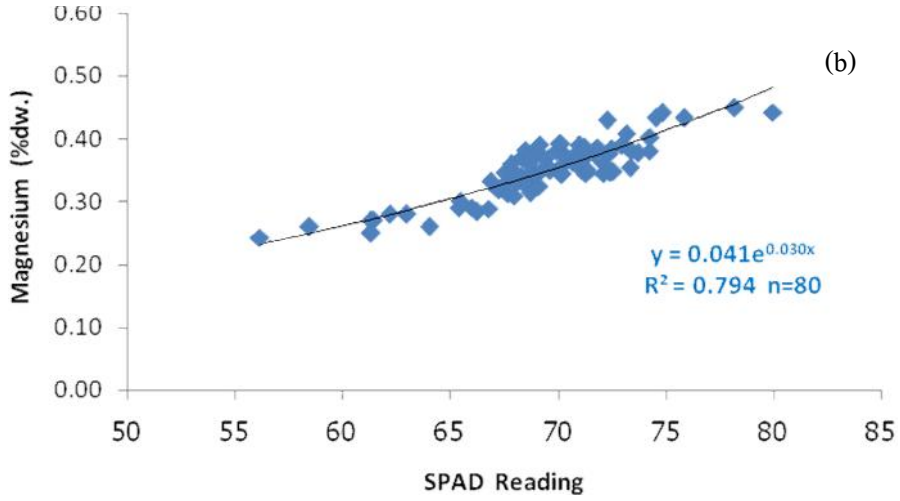
เนื่องจากโดยทั่วไปการเก็บตัวอย่างใบสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร มีข้อแนะนำให้เก็บใบย่อยจากทางใบที่ 17 ซึ่งถือเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของปาล์มน้ำมัน ดังนั้นจึงได้ศึกษาค่าความเข้มสี หรือค่า SPAD ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณไนโตรเจน และแมกนีเซียมของทางใบที่ 17 ผลปรากฏว่า การกระจายของค่า SPAD อยู่ระหว่าง 57-80 และจากการหาความสัมพันธ์ในรูปสมการพบว่า ค่า SPAD มีความสัมพันธ์แบบลอการิทึมกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ โดยมีค่าสมการ $y = 0.209\ln(x)-0.358$, $R^2 = 0.79$ และมีความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลกับปริมาณคลอโรฟิลล์บี โดยมีค่าสมการ $y = 0.005e^{0.054x}$, $R^2 = 0.75$ และมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรงกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม โดยมีค่าสมการ $y = 0.017x-0.400$, $R^2 = 0.79$ (ภาพที่ 4)

นำตัวอย่างใบไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร 2 ชนิด คือ ไนโตรเจนและแมกนีเซียม และนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณธาตุอาหารในรูปสมการ พบว่า ค่า SPAD มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรงกับปริมาณไนโตรเจน โดยมีค่าสมการ $y = 0.032x + 0.167$, $R^2 = 0.92$ (ภาพที่ 5a) และมีความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลกับปริมาณแมกนีเซียม โดยมีค่าสมการ $y = 0.041e^{0.030x}$, $R^2 = 0.79$ (ภาพที่ 5b)




**ภาพที่ 4** ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของใบปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างกัน






**ภาพที่ 5** ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD และปริมาณไนโตรเจน (a) และแมกนีเซียม (b) ของใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17

## สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีและปริมาณคลอโรฟิลล์ และค่าความเข้มสีกับปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมพบว่า มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำเครื่องมือ SPAD 502 ไปใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมของใบปาล์มน้ำมัน โดยไม่ต้องเก็บตัวอย่างใบพืช (ไม่ทำลายใบพืช) ได้เป็นอย่างดี

# เอกสารอ้างอิง

Hong, Q.B. and S.J. Xiang. 1999. **Study and the changes of leaves chlorophyll content of Jincheng orange during a period of severe drought and after irrigation**. South-China-Fruits 28(3):9-10.

Li, Y.C., A.K. Alva., D.V. Calvert and M. Zhang. 1998. **A rapid nondestructive technique to predict leaf nitrogen status of grapefruit tree with various nitrogen fertilization practices**. Hort. Technology 8(1):81-86.

Li, M., A. Sasao, S.M. Shibusawa and K. Sakai. 1999**. Local variability of soil nutrient for site-specific nitrogen management**. *Proc. 3rd Inter, Conf. Precision agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, 13-22.

Neilsen, D., E.J. Hogue, G.H. Neilsen and P. Parchomchuk. 1995a. **Using SPAD 502 values to assess the nitrogen status of apple trees**. HortScience 30(3):508-512.

Sibley, J.L., D.J. Eakes, C.H. Gilliam, G.T. Keever, W.A. Donizor. Jr. and D.G. Himerlrick. 1996**. Foliar SPAD-502 meter values, nitrogen levels and extractable chlorophyll for red maple selections**. HortScience 31(3):468-470.

Turner, F.T. and M.F. Jund. 1991. **Chlorophyll meter to predict nitrogen todress requirement for semi-dwarf rice**. Agron. J. 83:926-928.

Yang, W.H., S. Peng, J. Huang, A.L. Sanico, R.J. Buresh and C. Witt. 2003. **Using leaf color charts to estimate leaf nitrogen status of ric**e. Agron. J. 95:212-217.

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** ค่าความเข้มสีของใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ทางใบที่ 1-25 จำนวน 6 ต้น

| ทางใบที่ | SPAD Reading | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต้นที่ 1 | ต้นที่ 2 | ต้นที่ 3 | ต้นที่ 4 | ต้นที่ 5 | ต้นที่ 6 | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | 57 | 61 | 66 | 61 | 57 | 56 | 60 |
| 2 | 65 | 63 | 69 | 60 | 62 | 61 | 63 |
| 3 | 68 | 66 | 72 | 61 | 67 | 66 | 67 |
| 4 | 70 | 70 | 72 | 66 | 69 | 67 | 69 |
| 5 | 72 | 68 | 75 | 69 | 72 | 70 | 71 |
| 6 | 69 | 68 | 77 | 68 | 68 | 71 | 70 |
| 7 | 73 | 71 | 75 | 66 | 71 | 71 | 71 |
| 8 | 73 | 72 | 75 | 71 | 72 | 72 | 72 |
| 9 | 74 | 75 | 76 | 70 | 71 | 71 | 73 |
| 10 | 71 | 72 | 76 | 73 | 73 | 75 | 73 |
| 11 | 77 | 73 | 79 | 70 | 70 | 72 | 73 |
| 12 | 74 | 73 | 78 | 71 | 68 | 71 | 73 |
| 13 | 66 | 73 | 77 | 70 | 65 | 71 | 70 |
| 14 | 72 | 72 | 78 | 71 | 66 | 70 | 71 |
| 15 | 73 | 74 | 75 | 68 | 74 | 68 | 72 |
| 16 | 74 | 71 | 79 | 72 | 72 | 73 | 74 |
| 17 | 72 | 73 | 74 | 74 | 72 | 70 | 73 |
| 18 | 75 | 73 | 74 | 74 | 72 | 69 | 73 |
| 19 | 76 | 71 | 75 | 70 | 74 | 70 | 72 |
| 20 | 71 | 74 | 79 | 69 | 75 | 72 | 73 |
| 21 | 77 | 74 | 78 | 71 | 73 | 73 | 74 |
| 22 | 78 | 73 | 79 | 73 | 74 | 74 | 75 |
| 23 | 76 | 76 | 79 | 74 | 74 | 74 | 75 |
| 24 | 77 | 75 | 79 | 76 | 74 | 76 | 76 |
| 25 | 75 | 75 | 80 | 76 | 77 | 77 | 77 |
| | | | **ค่าเฉลี่ย** | | | | **71.6** |

# ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ต่างๆ
# Study of Oil Palm Management for Bio-diesel Production

อรุณี ใจเถิง[1/] สายชล จันมาก[2/] สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์[3/] ชมภู จันที[4/] ศิริลักษณ์ สมนึก[5/]
สมใจ โควสุรัตน์[6/] พัชราพร หนูวิสัย[7/] โนรี โจ๊ะสมัน[8/]

---

## บทคัดย่อ

ศึกษาระบบจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซล ของสวนเกษตรกรภาคใต้และภาคอื่น ๆ และวิเคราะห์ประเด็นปัญหาสาเหตุผลผลิตต่ำ เพื่อใช้เป็นแนวทางนำไปสู่การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ และเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการผลิตปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตไบโอดีเซลได้อย่างเหมาะสมต่อไป ดำเนินการในช่วงปี 2549-2553 ผลการศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร จ.ระนอง จ. กระบี่ และ จ.ตรัง จาก112 แปลงพื้นที่ 2,878 ไร่ พบว่า มีสวนเกษตรกรที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงสุด 5,609, 6,416, 5,554, 3,958, 5,469 และ 3,823 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ และผลผลิตต่ำสุด 592, 1,090, 1,077, 1,148, 2,154 และ 1,402 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันอายุ 3-26 ปี 2,680 กก./ไร่/ปี สวนปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง (ประมาณ 3 ตัน/ไร่/ปี) เนื่องจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และเกษตรกรมีจัดการสวนที่ดีและเหมาะสม พบว่ามีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของสวนที่สำรวจ และพบว่าการจัดการสวนในระดับที่เหมาะสมร่วมกับให้น้ำในช่วงแล้ง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,500 – 6,327 กก./ไร่/ปี ส่วนสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำพบประเด็นปัญหาดังนี้ ใช้พันธุ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน การใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้อง การจัดการพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวระยะสุกแก่ไม่ถูกต้อง ความเคลื่อนไหวของผลผลิตในรอบปี พบว่า จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช ให้ผลผลิตสูงในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ส่วนจ.ชุมพรในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคมและสิงหาคม-ตุลาคม จ.ระนองในเดือนมิถุนายน-กันยายน ส่วนจ.นราธิวาส ได้ประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถคาดได้ว่า ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย ต่ำสุด 500 กก.ต่อไร่ต่อปี และสูงสุด 4,900 กก.ต่อไร่ต่อปี

พื้นที่ จ.ชลบุรี จันทบุรี และตราด พบว่า สวนปาล์มน้ำมันอายุ 4-6 ปี ให้ผลผลิตทะลายสด 780, 1,473 และ 1,086 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ สวนปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 6-13 ปี มีผลผลิตทะลายสด 2,103, 2,847 และ 2,323 กก./ไร่/ปี ผลผลิตทะลายสดในรอบปีมีผลผลิตออกมากในช่วงฤดูฝน ได้แก่ เดือนกรกฎาคม และสิงหาคม และลดลงในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และมีนาคม ซึ่งสวนปาล์มน้ำมันที่มีผลผลิตทะลายสดมากที่สุดเป็นสวนที่มีการจัดการธาตุอาหารหลักครบถ้วน พร้อมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย นอกจากนี้พบว่าสวนที่มีการให้น้ำมีผลผลิตทะลายสดมากกว่าสวนที่ไม่มีการจัดการน้ำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จังหวัดกาฬสินธุ์มีพื้นที่ปลูกแล้ว 317 ไร่ แปลงที่สำรวจเป็นการปลูกที่อาศัยน้ำฝนและ มี 4 แปลง ใช้พันธุ์ไม่เหมาะสม ที่เหมาะสมมี 2 แปลงเท่านั้น และส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำกว่าคำแนะนำมาก จังหวัดกาฬสินธุ์ ผลผลิตปาล์มน้ำมันอายุ 9 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 572.5 กก./ไร่ และจังหวัดอุดรธานี ผลผลิตปาล์มน้ำมัน อายุ 4 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 104.7 กก./ไร่ จังหวัดอำนาจเจริญ 1 ราย อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี 2 ราย และอำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ 2 ราย อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,600-1,800 มม./ปี) และมีช่วงการขาดน้ำ 4-5 เดือน พื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนปนทราย มีที่อำเภอกันทรลักษ์ 1 รายที่เป็นดินเหนียวสีแดง จังหวัดอำนาจเจริญ เริ่มปลูกปี 2542-46 ใช้พันธุ์จากลูกใต้โคน และบางส่วนซื้อจากจังหวัดชุมพร มีการให้น้ำในฤดูแล้งเดือนละ 1 ครั้ง ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว 30 ไร่ ปี 2553 อายุต้น 7-10 ปีได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3.2-3.5 ตัน/ไร่ แปลงปาล์มน้ำมันที่ศรีสะเกษปลูกปี 2545-2546 จำนวน 12 ไร่ เป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากจังหวัดกระบี่ ใส่ปุ๋ยค่อนข้างน้อย อายุต้น 7-8 ปีได้ผลผลิตประมาณ 2 ตัน/ไร่ และมี

ค่าใช้จ่ายปีละ2,080 บาท/ไร่ ส่วนที่ อ.นาจะหลวย จ.อุบลราชธานี มี 2 แปลง แปลงที่หนึ่งปลูก 67 ไร่ เมื่อปี 2548 ต้นพันธุ์ซื้อจากจังหวัดกระบี่ เกษตรกรไม่ค่อยดูแล และใส่ปุ๋ยเล็กน้อย ปี 2553 ได้ผลผลิตประมาณ 1.8-2.0 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายปีละ 746 บาท/ไร่ ส่วนอีกราย เนื้อที่ 15 ไร่ ซื้อพันธุ์จากบริษัทสุขสมบูรณ์ปลูกเมื่อปี 2549 เกษตรกรจะใส่ปุ๋ยเคมี ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ และให้น้ำในฤดูแล้งด้วย ปี2553 อายุต้นปาล์ม 4 ปี ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.0-2.3 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,200 บาท/ไร่

พื้นที่จังหวัดหนองคาย เลยและนครพนม มีการปลูกปาล์มน้ำมันสรุปข้อมูลได้ดังนี้ จังหวัดหนองคาย พื้นที่สำรวจ 308 ไร่ ส่วนใหญ่ขนาด 11-30 ไร่/สวน อายุ 3-7 ปี ใช้พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซื้อจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคายและบริษัทเอกชน เกษตรกรมีการให้น้ำในช่วงหน้าแล้งจากลำห้วย เกษตรกรส่วนมากใส่ปุ๋ย (ปุ๋ยหมัก,ปุ๋ยคอก,ปุ๋ยขี้ไก่) แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ความต้องการของปาล์มน้ำมัน บางรายปลูกพืชแซม ในปี 2553 ทำการประเมินผลผลิตทะลายสด ปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอายุ 3-4 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 900-1,600 กก.ไร่ต่อปี ส่วนแปลงของศูนย์วิจัยหนองคาย อายุ 6 ปี ให้ผลผลิตทะลายสด 2.1 ตันต่อไร่ต่อปี จังหวัดเลย พื้นที่ปลูกขนาด 31-50 ไร่ พันธุ์ที่ปลูก เป็นลูกผสม Yangambi อายุ 3-16 ปี พื้นที่ปลูกเป็นเชิงเขา ร้อยละ 50 มีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง แหล่งน้ำจากบ่อขุด ใช้ระบบสปริงเกลอร์เป็นส่วนใหญ่ เกษตรกรใส่ปุ๋ยแต่ต่ำกว่าเกณฑ์ ปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอายุ 5-7 ปี ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของจังหวัด 1,500-1,900 กก.ต่อไร่ต่อปี จังหวัดนครพนม พื้นที่ปลูก ขนาด 31-50 ไร่ อายุปาล์มน้ำมัน 3-4 ปี พันธุ์ที่ใช้ปลูก 75 % เป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซื้อมาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย พื้นที่ปลูกเป็นที่ราบ การให้น้ำมีเพียง 1 ราย มีการใส่ปุ๋ยเพียงเล็กน้อย ผลผลิตเฉลี่ยของจังหวัด 1,700 -1,900 ตันต่อไร่ต่อปี และมีปัญหาในการจำหน่ายเนื่องจากยังไม่มีแหล่งรับซื้อ

สำรวจแปลงปลูกปาล์มน้ำมันใน จ. อุทัยธานี นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี ปทุมธานี กาญจนบุรี นครปฐม เพชรบุรี และราชบุรี พบว่าเกษตรกรเพิ่งเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2547-2548 เกษตรกรส่วนมากไม่ค่อยมีความรู้เรื่องปาล์มน้ำมัน มีการใช้ต้นกล้าโดยที่ไม่รู้ชื่อพันธุ์ แต่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่ถูกต้อง เกือบทั้งหมดใส่ปุ๋ยไม่ถูกต้อง ส่วนมากไม่มีร่องระบายน้ำ ยกเว้นในพื้นที่ จ. ปทุมธานี และสระบุรี มีการตัดแต่งทางใบที่ถูกต้อง และส่วนใหญ่ปาล์มน้ำมันเพิ่งเริ่มให้ผลผลิต พบว่าการเจริญเติบโตปกติ แต่ยังไม่ทราบการให้ผลผลิตที่ชัดเจน จึงควรติดตามผลอย่างต่อเนื่องต่อไป


[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 84160 โทรศัพท์ 0-7727-4101

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ 84160 โทรศัพท์ 0-7727-4101

[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น โทรศัพท์ 0-5640-5080

[4/] ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี โทรศัพท์ 0-5640-5080

[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย โทรศัพท์ 0-5640-5080

[6/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทรศัพท์ 0-5640-5080

[7/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4520-2188

[8/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส โทรศัพท์ 0-5640-5080

# คำนำ

ปาล์มน้ำมัน *(Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชยืนต้น มีอายุเก็บเกี่ยวนานประมาณ 20-30 ปี เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปี ระยะแรกให้ผลผลิตประมาณ 1-2 ตันต่อไร่ต่อปี และจะให้ผลผลิตทะลายเต็มที่ ประมาณ 3 ตันต่อไร่ต่อปีเมื่ออายุ 5 ปี เป็นต้นไป ถึงแม้ปาล์มน้ำมันจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยมีรอบของการเก็บเกี่ยวทุก 15 วัน แต่ในรอบปีจะมีบางช่วงให้ผลผลิตสูงประมาณเดือนมีนาคมถึงตุลาคม และให้ผลผลิตลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ความแตกต่างของระดับผลผลิตสูงและต่ำขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสภาพแวดล้อมที่ได้รับในช่วงการพัฒนาการเจริญเติบโตแต่ละช่วง ซึ่งการพัฒนาตาดอกใช้เวลาประมาณ 34 เดือน การเปลี่ยนเพศใช้เวลาประมาณ 22 เดือน และช่วงของการผสมเกสรถึงช่วงเก็บเกี่ยว ใช้เวลา 5-6 เดือน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2547, Hartley, 1984 และ MPOB, 2000)

ผลจากการทดลองปาล์มน้ำมันในพื้นที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ซึ่งอยู่ภายใต้การจัดการเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีสภาพของพื้นที่และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันอยู่ในระดับปานกลาง พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์แนะนำให้ผลผลิตทะลายสดประมาณ 3 ตัน/ไร่/ปี น้ำมันดิบ 22-24 เปอร์เซ็นต์ การให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันขึ้นกับพันธุ์ การจัดการเทคโนโลยีที่เหมาะสม และสภาพภูมิอากาศ โดยจากการวิจัยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีผลงานวิจัยที่เป็นคำแนะนำ ในด้านของพันธุ์และเทคโนโลยีการจัดการผลิตที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ภาคใต้ ได้แก่ ลูกผสมพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ย การจัดการน้ำ การจัดการสวน เทคโนโลยีด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งรวมเป็น GAP ของปาล์มน้ำมัน สำหรับปัจจัยสภาพแวดล้อมนั้น จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของฝน และค่าการขาดน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตอย่างมาก นอกจากนี้อาจจะมีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และลักษณะทางกายภาพของดิน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2547 และกรมวิชาการเกษตร, 2547)

รัฐบาลได้มีนโยบายในการที่จะพัฒนา พลังงานจากชีวะมวล (Bio-Energy) เพื่อนามาใช้ทดแทนน้ำมันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และคณะรัฐมนตรีได้พิจารณายุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ แล้วมีมติเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2548 เห็นชอบแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล ให้มีการจัดทำโครงการนำร่องใน 3 ภาค ได้แก่ ภาคใต้ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกำหนดให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์รับผิดชอบด้านการผลิต และกำหนดพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ต่อมาคณะรัฐมนตรี ได้พิจารณาแผนปฏิบัติการ การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2548 ให้กระทรวงเกษตรฯ จัดทำแผนที่ที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยให้ภาคใต้และภาคตะวันออกเป็นฐานการปลูกปาล์มน้ำมัน และจัดทำโครงการนำร่องในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ พร้อมกับการจัดหาเมล็ดพันธุ์เพื่อสนับสนุนการปลูกปาล์มน้ำมัน (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2548)

เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงประมาณ 10 เท่า เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี และมีอายุการเก็บเกี่ยวนานถึง 25 ปี จึงเป็นพืชที่มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นพืชทดแทนพลังงาน และในแผนยุทธศาสตร์ของกระทรวงพลังงานต้องการพัฒนาปาล์มน้ำมันเป็นพืชหลักในการเป็นพืชทดแทนพลังงาน ดังนั้น เพื่อให้มีวัตถุดิบ (น้ำมันปาล์ม) อย่างเพียงพอสำหรับผลิตพลังงานทดแทน จึงจำเป็นต้องศึกษาศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลระบบการจัดการการผลิต ศักยภาพการผลิต ปัญหาในการผลิต องค์ความรู้ทางด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิต และแนวทางในการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้เหมาะสมแก่เกษตรกรเพื่อยกระดับด้านผลผลิต และเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปขยายผลเผยแพร่สู่เกษตรกรที่มีสภาพพื้นที่และภูมิอากาศคล้ายคลึงกัน ให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันมากยิ่งขึ้น

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. วางแผนการทดลอง
   1.1 ออกแบบสอบถาม
   1.2 รวบรวมข้อมูลสถิติพื้นที่ปลูกจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
   1.3 รวบรวมข้อมูลพื้นที่ของจังหวัดที่เก็บข้อมูลปลูกจากเกษตรอำเภอ
2. สำรวจและเก็บข้อมูล
   2.1 เก็บข้อมูลระบบการผลิต การเคลื่อนไหวของสถานการณ์การผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่ศึกษา
   2.2 เก็บข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร การให้ผลผลิตและปริมาณผลผลิตรายแปลงในพื้นที่
3. วิเคราะห์ข้อมูล
   3.1 วิเคราะห์ระบบการผลิต จากข้อมูลสถานการณ์การผลิต
   3.2 วิเคราะห์การจัดการการผลิตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน เพื่อค้นหาประเด็นปัญหาการผลิต และศักยภาพในการผลิตของแต่ละพื้นที่

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2550 - และสิ้นสุดกันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

แปลงเกษตรกร จ.ในภาคใต้และภาคอื่นๆ ได้แก่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนอง จ.กระบี่ จ.ตรัง จ.นราธิวาส จ. จันทบุรี จ. ตราด จ.ชลบุรี จ. ขอนแก่น จ.กาฬสินธ์ จ. หนองคาย จ.เลย จ. อุบลราชธานี จ.ศรีษะเกษ จ.ในภาคกลาง

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**การทดลองย่อยที่ 1. ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนอง**

**สถานการณ์การผลิต**

1. พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2552 มีจำนวน 3.9 ล้านปี เพิ่มขึ้นจากปี 2549 จำนวน 934,479ไร่ (31.64 %) ปี 2552 จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และจ.ระนอง มีพื้นที่ปลูก 976,424 182,865 762,262 และ 73,907 ไร่ ตามลำดับ

2. ลานเทปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งรับซื้อปาล์มทะลายสด จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และจ.ระนอง มีจำนวน 17 อำเภอ 337 ลานเท, 13 อำเภอ 41 ลานเท, 8 อำเภอ 112 ลานเท และ 50 อำเภอ 21 ลานเท ตามลำดับ

3. โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ รวมทั้งประเทศมีจำนวน 60 โรงงาน กำลังการผลิต 2,300 ตัน/ชม. (ผลปาล์มทะลาย) ตั้งอยู่ จ.กระบี่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.ชุมพร จ.สตูล จ.ตรัง จ.ประจวบคีรีขันธ์ จ.ชลบุรี จ.สงขลา และจ.ระนอง มีจำนวน 15, 14, 14, 3, 4, 4, 2, 3 และ 1 โรงงาน ตามลำดับ (2550, กรมการค้าภายใน)

4. โรงงานไบโอดีเซล รวมทั้งประเทศมีจำนวน 20 ราย กำลังการผลิต 5,000,000 ลิตร/วัน ตั้งอยู่ใน จ.กระบี่ จ.กาญจนบุรี จ.ชุมพร จ.ชลบุรี จ.อยุธยา จ.ฉะเชิงเทรา จ.เพชรบุรี จ.ปทุมธานี จ.ตรัง จังหวัดละ 1 โรงงาน ในส่วนของ จ.ระยอง จ.สมุทรสาคร และจ.สุราษฎร์ธานี มีจำนวน 3, 2 และ4 โรงงาน ตามลำดับ ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานฯ ได้คำนวณจากกำลังการผลิตของโรงงานที่มีทั้งหมด และประมาณการความต้องการน้ำมันปาล์มเพื่อการผลิตไบโอดีเซล ($B_{100}$) พบว่า จะใช้น้ำมันปาล์ม 5,000 ตัน/วัน หรือ 150,000 ตัน/เดือน หรือ 1,800,000 ตัน/ปี (กรมการค้าภายใน,2550)

**สภาพพื้นที่และการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน**

ดำเนินการเก็บข้อมูล ในปี 2549 - 2553 รวม 76 แปลงพื้นที่ 1,987 ไร่ ในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และจ.ระนอง จำนวน 23 แปลง 603 ไร่, 19 แปลง 419 ไร่, 17 แปลง 591 ไร่ และ 17 แปลง 374 ไร่ ตามลำดับ ได้ข้อมูลระดับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งพบว่า สภาพพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมีผลการจัดการผลิตในประเด็นความลาดชัน และทำให้ผลผลิตต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และจากข้อมูลการสำรวจได้ประเมินระดับการจัดการการผลิต ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลประเมินระดับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และการจัดการสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนอง

| ปี | จำวนแปลง | เหมาะสมมาก | เหมาะสมปานกลาง |
|---|---|---|---|
| 2549 | 57 แปลง | 5% | 95% |
| 2550 | 62 แปลง | 5% | 95% |
| 2551 | 73 แปลง | 10% | 90% |
| 2552 | 67 แปลง | 7% | 93% |
| 2553 | 14 แปลง | 7% | 93% |

**ปัญหาในการผลิตที่มีผลกระทบต่อผลผลิต**

ปัญหาน้ำท่วม พบใน จ.นครศรีธรรมราช อ.เชียรใหญ่ 2 แปลง และ อ.ปากพนัง 1 แปลง พบในเดือน ม.ค. และ พ.ย.-ธ.ค. ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงดังกล่าว 1-3 เดือน/ปี ทั้ง 3 แปลงมีร่องระบายน้ำ แต่น้ำไม่สามารถระบายออกจากแปลงได้ เนื่องจากไม่มีระบบการระบายน้ำของสาธารณะที่จะรองรับน้ำในแปลงออกไปได้ รอบสวนเป็นทุ่งนาของเพื่อนบ้าน

**ผลผลิตในปี 2549-2553**

ในรอบปี จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช ให้ผลผลิตสูงในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ส่วนจ.ชุมพรในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม และสิงหาคม-ตุลาคม จ.ระนองในเดือนมิถุนายน-กันยายน

**ผลผลิตสูงสุดและต่ำสุดรายแปลง** ในช่วงอายุ 3-6 ปี ของทั้งจังหวัดสุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ. ชุมพร และ จ.ระนอง มีจำนวน 592- 5,609 1,572-5,609 741-3,738 764-2,084 และ 592 - 3,765 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ช่วงอายุ 7–12 ปี มีผลผลิต1,090-6,416 1,748-6,327 1,090-5,028 1,352-6,416 และ1,134-4,256กก./ไร่/ปี ตามลำดับ อายุ 13-20 ปี ทั้ง 4 จังหวัด จ.สุราษฎร์ธานี จ. ชุมพร และ จ.ระนอง มีผลผลิต 1,077-5,554 1,347-3,797 1,103-5,554 และ 1,077-1,148 ตามลำดับ อายุตั้งแต่21 ปี ทั้ง 4 จังหวัด จ.สุราษฎร์ธานี และจ. ชุมพร มีผลผลิต 1,148-3,958 2,614-3,958 และ 1,148-2,015 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2)

**ผลผลิตเฉลี่ย** รวมทั้ง 4 จังหวัด ปาล์มน้ำมันอายุ 3-26 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 2,680 กก./ไร่/ปี จ.สุราษฎร์ธานีมีผลผลิตสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 3,467 กก./ไร่/ปี รองลงมาคือ จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนองตามลำดับ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,437 2,125 และ 1,845 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ และปาล์มน้ำมันของเกษตรกรใน จ.สุราษฎร์ธานี เริ่มให้ผลผลิตอายุ 24 เดือน โดยอายุ 24 – 36 เดือน ให้ผลผลิต 742 กก./ไร่/ปี

ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และการจัดการสวนปาล์มน้ำมันของแต่ละจังหวัดพบว่า ทุกจังหวัด มีระดับความเหมาะสมปานกลางจำนวนมากที่สุด (ตารางที่ 1) แต่เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละประเด็น (ตารางผนวกที่ 1) พบว่า สภาพพื้นที่ไม่ต่างกันมากมีความเหมาะสมในระดับใกล้เคียงกัน แต่ต่างกันในเรื่องของปุ๋ย กล่าวคือ ทุกจังหวัดแม้ว่าส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยในอัตราที่คล้ายกัน คือตามคำแนะนำเพียง 1-3 ชนิด (มีระดับความเหมาะสมปานกลาง) แต่ จ.สุราษฎร์ธานีมีกลุ่มที่ใส่ปริมาณปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมปานกลางและเหมาะสมมากรวมแล้วมีจำนวนร้อยละที่มากกว่าจังหวัดอื่นๆ จึงทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของจังหวัดสุราษฎร์ธานีสูงที่สุด 3,247-3,940 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 2)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากการพิจารณาเป็นรายแปลง พบว่าแปลงที่ให้น้ำในฤดูแล้งหลังจากฝนทิ้งช่วง ไม่เกิน 1 เดือนแรก ปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,500 – 5,600 กก./ไร่/ปี และหากควบคุมระดับน้ำ (ในร่องน้ำ)ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดทั้งปี จะได้ผลผลิตสูงสุดถึง 6,327 กก./ไร่/ปี (อายุ 7-12 ปี) ส่วนแปลงที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 2,000 กก./ไร่/ปี นั้น มีจำนวน 2 แปลง แปลงแรกเป็นดินทรายและหน้าดินตื้น มีน้ำขังใต้ดิน 1 ใน 4 ของพื้นที่ ประกอบกับใส่ปุ๋ยอัตราและปริมาณในระดับที่มีความเหมาะสมน้อยทุกปี ทำให้ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งสังเกตได้จากใบมีอาการขาดปุ๋ยโปแตสเซียมและแมกนีเซียม(ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) ตลอดปี 2549-2553 ส่วนอีกแปลงปลูกพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ เป็นพันธุ์ที่ซื้อมาจากแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันของเอกชน แต่สำรวจในแปลงแล้วพบลักษณะผลลีบไม่มีกะลาเป็นจำนวนมาก ร่วมกับมีผลที่มีกะลาหนา ประกอบกับใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณที่มีความเหมาะสมน้อย และไม่ให้น้ำในฤดูแล้ง

จังหวัดนครศรีธรรมราช มีผลผลิตสูงสุด 5,028 กก./ไร่/ปี พบในแปลงที่ไม่มีการให้น้ำในฤดูแล้ง แต่ได้รับคำปรึกษาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ มีการวิเคราะห์ดินและใบทุกปี และใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ใบ ส่วนแปลงที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 2,000 กก./ไร่/ปี มีจำนวน 4 แปลง แปลงแรกใช้พันธุ์ดี (พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี) แต่ในปี 2549-53 ใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณในระดับที่มีความเหมาะสมน้อยมาก และบางปีไม่มีการใส่ปุ๋ย บางปีใส่เพียงปุ๋ยอินทรีย์ แปลงที่ 2 ซื้อพันธุ์มาจากเอกชน พบลักษณะผลลีบไม่มีกะลา จำหน่ายไม่ได้มีจำนวน 17% ของจำนวนต้นทั้งหมด (ภาพที่ 3) และมีกะลาหนาอีกจำนวนมาก ประกอบกับใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณในระดับที่มีความเหมาะสมน้อย (ข้อสังเกต น้ำหนักผลผลิตที่จำหน่ายได้ส่วนหนึ่งมาจากน้ำหนักของผลกะลาหนาเพราะยังมีการรับซื้อผลที่มีกะลาหนา) แปลงที่ 3 ปลูกพันธุ์ไม่มีคุณภาพ ในดินทรายปนดินร่วน (sand : silt : clay = 81.68 :12 : 6.32) ใส่ปุ๋ยทุกๆปีในปริมาณที่มีระดับความเหมาะสมน้อย ประกอบกับทำการไถหน้าดินตัดรากเพื่อกระตุ้นให้เกิดรากใหม่ แล้วทำให้ผลผลิตในปีถัดมาลดลง แปลงที่ 4 ปลูกพันธุ์มีคุณภาพในพื้นที่ดินทราย(sand 94.4 % ) ใส่ปุ๋ยไม่ครบทั้ง 5 ธาตุหลัก โดยใส่ในอัตราและปริมาณต่ำ มีระดับความเหมาะสมน้อย ทำให้ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ สังเกตจากลักษณะใบในปี 2550 เริ่มใบเหลือง ไม่เขียวเป็นมัน หลังจากนั้นใบแสดงอาการขาดปุ๋ยโปแตสเซียมและแมกนีเซียม

**ภาพที่ 1** ต้นสูงชะลูด ต้นตัวผู้ เป็นหมัน **ภาพที่ 2** การตัดทางใบที่ไม่เหมาะสม **ภาพที่ 3** ผลลีบฝ่อ

จังหวัดชุมพร มีกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 2,000 กก./ไร่/ปี เนื่องจากเป็นแปลงที่ปลูกพันธุ์ไม่มีคุณภาพ มาจากต้นใต้โคน 1 แปลง ส่วนแปลงที่เหลือในกลุ่มนี้เป็นพันธุ์ของเอกชนได้มาจากการซื้อและได้รับแจก แต่สำรวจในแปลงพบต้นผลลีบไม่มีกะลาในทุกแปลง บางแปลงมีลักษณะต้นตัวผู้และมีกะลาหนาร่วมด้วย ประกอบกับแปลงเหล่านี้เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินทราย มีระดับความเหมาะสมน้อยถึงปานกลาง ใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณในระดับที่มีความเหมาะสมน้อยและไม่ให้น้ำในฤดูแล้ง สำหรับแปลงที่ให้ผลผลิตสูงต่อเนื่อง 1 แปลง โดยมีผลผลิตในปี 2549- 2553 จำนวน 2,500-5,500 กก. /ไร่/ปี เป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณตามคำแนะนำในระดับเหมาะสมปานกลางบางปีและเหมาะสมมากบางปี ปูทางใบกระจายคลุมในพื้นที่เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและรักษาความชื้นของหน้าดิน ร่วมกับมีการให้น้ำเมื่อฝนเริ่มทิ้งช่วง

จังหวัดระนอง ผลผลิตส่วนใหญ่ต่ำว่า 2,000 กก./ไร่/ปี เนื่องจาก แปลงเหล่านี้ปลูกพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ โดยเป็นพันธุ์ใต้โคนที่เพาะเมล็ดเอง 1 แปลง ส่วนที่เหลือซื้อจากแปลงเพาะกล้าของเอกชนและในแปลงมีลักษณะผลลีบไม่มีกะลา บางแปลงมีลักษณะกะลาหนาและต้นตัวผู้ด้วย ปาล์มน้ำมันกลุ่มนี้ปลูกในดินที่มี pH และเนื้อดินที่มีระดับความเหมาะสมปานกลางถึงเหมาะสมมาก แต่ใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมน้อยและปริมาณต่ำกว่าคำแนะนำมาก สำหรับแปลงที่ใช้พันธุ์ดี (อายุ 5-12 ปี) ใส่ปุ๋ยในอัตราและปริมาณเหมาะสมปานกลาง แต่พบว่าให้ผลผลิต 2,300 - 3,7000 กก./ไร่ปี และในแปลงกลุ่มนี้มีข้อสังเกตว่าหากให้น้ำเพิ่มในฤดูแล้ง จะให้ผลผลิตสูงถึง 4,000 กก./ไร่/ปีต่อเนื่องทุกปี

**การทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จ.กระบี่ และ จ.ตรัง**

จังหวัดตรังปี 2552 มีพื้นที่ปลูก 114,632 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 98,273 ไร่ คิดเป็นผลผลิต 248,238 ตัน (ศูนย์วิจัยสุราษฎร์ธานี , 2553) และมีจำนวนลานเทที่รับซื้อผลผลิตทะลายสดจำนวน 31 ราย (สำนักงานการค้าภายในจังหวัดตรัง, 2553) จังหวัดกระบี่ปี 2552 มีพื้นที่ปลูก 977,815 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 827,437 ไร่ คิดเป็นผลผลิต 2,308,259 ตัน (ศูนย์วิจัยสุราษฎร์ธานี, 2553) และมีลานเทที่จดทะเบียนกับกรมการค้าภายในจำนวน 260 ราย (สำนักงานการค้าภายในจังหวัดกระบี่, 2553)

สำรวจสวนปาล์มน้ำมันเกษตรกรจังหวัดกระบี่ จำนวน 21 ราย พื้นที่ปลูกขนาด 5- 100ไร่ อายุ 6-21 ปี รวมพื้นที่สำรวจ 430 ไร่ และจังหวัดตรัง จำนวน 15 ราย พื้นที่ปลูกขนาด 9-70 ไร่ อายุ 6-21ปี รวมพื้นที่สำรวจ 461 ไร่

**พันธุ์**

จังหวัดกระบี่ เกษตรกร 33.33 % ใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอราซื้อจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เกษตรกร 52.38 %ใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอราซื้อจากแปลงเพาะกล้าเอกชน เช่น บริษัทเปารงค์ ยูนิวานิช ทักษิณปาล์ม ฯลฯ 14.29% เพาะเมล็ดจากลูกใต้โคนและจังหวัดตรัง เกษตรกร 86.67 % ใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอราซื้อจากบริษัทเอกชน เกษตรกร 13.33 % ใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอราซื้อจากสำนักงานสงเคราะห์การทำสวนยาง และกรมส่งเสริมการเกษตร

**การเตรียมพื้นที่ปลูก**

1. ระบบปลูก เกษตรกรจังหวัดกระบี่ และตรัง 52.38% และ 73.33% วางระบบปลูกเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า และวางแนวปลูกในทิศตะวันออก-ตะวันตก 47.62 % และ 26.66 % วางระบบปลูกสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่วางแนวปลูกทิศเหนือตามลำดับ

2. ระยะปลูก เกษตรกรจังหวัดกระบี่ และตรัง 90.47 %และ 93.33 % วางระยะปลูก 9*9*9 เมตรตามลำดับ และ 9.53% และ 6.66% วางระยะปลูก 10*10*10 เมตร

3. การระบายน้ำ เกษตรกรส่วนใหญ่ทำทางระบายน้ำเมื่อประสบปัญหาน้ำท่วมขังแล้ว ไม่ได้ทำทางระบายน้ำไว้ตั้งแต่เริ่มปลูกสร้างแปลงโดย 93.33 % สามารถจัดการระบายน้ำออกจากแปลงได้อย่างเหมาะสม และ 6.66% จัดการระบายน้ำไม่เหมาะสม

4. การทำถนนเข้าแปลงสำหรับขนย้ายผลผลิต เกษตรกรจังหวัดกระบี่ และตรัง 95.23%และ 93.33% ไม่ทำถนนเข้าแปลงแต่กำหนดเส้นทางซ้อนทับระหว่างแถวปาล์มและ 4.76%และ เกษตรกร 6.66% ทำถนนในแปลงโดยกำหนดตั้งแต่เริ่มก่อสร้างแปลง เส้นทางไม่ซ้อนทับกับพื้นที่ระหว่างแถวปาล์ม

5. ความลาดชัน เกษตรกรทั้ง 2 จังหวัด 100% ปลูกสวนปาล์มในพื้นที่มีความเหมาะสมโดยความลาดชันน้อยกว่า 12 องศา

6. เนื้อดิน/การซึมน้ำของดิน สวนปาล์มน้ำมันเกษตรกร จังหวัดกระบี่ และตรัง 42.85%และ 26.66% เป็นดินร่วนถึงดินเหนียวความสามารถในการซึมน้ำของดินปานกลาง เกษตรกร 42.85% และ 53.33% เป็นดินร่วนปนทรายความสามารถในการซึมน้ำของดินเร็ว 14.28%และ 20.00% เป็นดินทรายลูกรังความสามารถในการซึมน้ำของดินเร็วมากตามลำดับ

**ปุ๋ย**

1. ชนิดปุ๋ย/จำนวนครั้งที่ใส่ปุ๋ย เกษตรกร จังหวัดกระบี่ และตรัง 61.90% และ 73.33% ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เกษตรกร 33.33% และ 26.67% ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว จำนวนครั้งที่ใส่ พบว่าจ.กระบี่เกษตรกรทุกคนใส่ปุ๋ยอย่างน้อย 2 ครั้ง/ปีช่วงต้นฝน และปลายฝนและตรัง พบว่าเกษตรกร 93.33% ใส่ปุ๋ยอย่างน้อย 2 ครั้ง/ปี และ 6.66% ใส่ปุ๋ย 1 ครั้ง/ปี

2. ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ เกษตรกรส่วนใหญ่ 93.33% ใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมโดยใส่ปุ๋ยน้อยไปหรือมากไป ปุ๋ยที่เกษตรกรจังหวัดกระบี่มีการใช้ได้แก่ 15-15-15, 13-13-21, 14-10-30 และ 13-9-36 และ 15-15-15, 12-12-17 ปุ๋ยเชิงเดี่ยวที่เกษตรกรนิยมใช้คือ 0-0-60

3. การใส่ปุ๋ยโบรอน/ตำแหน่งที่ใส่ เกษตรกร 73.33% ไม่เคยใส่ปุ๋ยโบรอน และ 26.66% ใส่ปุ๋ยโบรอน (แต่ใส่เป็นบางปี) โดยหว่านรอบโคนต้น

4. การวิเคราะห์ดิน/การวิเคราะห์ใบ/การใส่ทะลายเปล่า/การใส่ปูน พบว่าเกษตรกรไม่มีการวิเคราะห์ดิน วิเคราะห์ใบและไม่ใส่ทะลายเปล่าคลุมรอบโคน เกษตรกร 60%ไม่เคยใส่ปูน และเกษตรกร 40% ใส่ปูนโดโลไมล์โดยไม่มีการวิเคราะห์ดินก่อน

**การจัดการสวน**

1. การตัดแต่งทางใบ เกษตรกรจังหวัดกระบี่ และตรัง ตัดแต่งทางใบถูกต้อง มี 71.43% และ 53.33%

2. การจัดการทางใบ เกษตรกรทั้งหมดวางทางใบระหว่างแถวปาล์มหรือกองทางแต่ไม่มีการสับเปลี่ยนกองทาง และกองทางใบไว้สูงกว่า 15 ซม. ซึ่งอาจเป็นที่อยู่อาศัยของด้วงแรด

3. การกำจัดวัชพืช เกษตรกรจังหวัดกระบี่ และตรัง 52.38% และ 73.33% ภาพรวมแปลงไม่รก ไม่มีหญ้าคาในแปลง และ 26.66% มีหญ้าคาและไม้พุ่มอื่นๆกระจายในแปลง

4. การให้น้ำ เกษตรกรทุกรายอาศัยน้ำฝนธรรมชาติ

5. การจัดการโรค/แมลง/หนู 5. การจัดการโรค/แมลง/หนู เกษตรกร จ.กระบี่ 52.38% ไม่พบโรคหรือพบโรคแต่สามารถกำจัดอาการโรคได้ เกษตรกร 47.62% พบโรคแต่ไม่สามารถควบคุมโรคได้หรือไม่สนใจติดตามอาการโรค เกษตรกร 66.66% ไม่พบแมลงหรือพบแมลงทำลายแต่สามารถป้องกันแมลงรบกวนได้ เกษตรกร 33.33% พบแมลงแต่ไม่สามารถควบคุมแมลงได้หรือไม่สนใจติดตามอาการโรคหรือกำจัดผิดวิธี เกษตรที่สำรวจ 66.67% ไม่พบหนูหรือพบหนูทำลายสวน

ปาล์มทั้งกินยอดอ่อนและผลผลิต แต่สามารถกำจัดได้โดยทำให้สวนไม่รก วางยาเบื่อ ใช้กรงดัก และใช้ตาข่ายหุ้มโคน เกษตรกร 33.33% พบหนูเข้าทำลายแต่ไม่สนใจหรือไม่สามารถกำจัดหนูในแปลงได้หรือกำจัดผิดวิธี ส่วนแปลงที่สำรวจ จ.ตรัง ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรคระบาดกวน มีปัญหาด้วงกินยอดปาล์มเล็กน้อยช่วงอายุ 1-2 ปี แก้ปัญหาโดยขุดต้นเดิมทิ้งแล้วปลูกใหม่ เกษตรที่สำรวจ 73.33% พบหนูที่ระบาดในสวนปาล์มทั้งกินยอดอ่อนและผลผลิต แต่สามารถกำจัดได้โดยทำให้สวนไม่รก วางยาเบื่อ และใช้กรงดัก เกษตรกร 26.66% พบหนูระบาดแต่ไม่สนใจหรือไม่สามารถกำจัดหนูในแปลงได้หรือกำจัดผิดวิธี เช่น นำจารบีมาหุ้มโคนต้นปาล์ม

**การจัดการผลผลิต**

สวนปาล์มน้ำมันใน จ. ตรัง เกษตรกรที่ศึกษามีพื้นที่ปลูกขนาด 9-70 ไร่ อายุ 6-21 ปี รวมพื้นที่สำรวจ 461 ไร่ บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดระหว่างปี 2550- 2553 พบว่าเกษตรกรแต่ละรายมีผลผลิตทะลายสดรวมเฉลี่ย 4 ปี อยู่ระหว่าง 1,402 -3,823 กก./ไร่/ปี (ตารางภาคผนวกที่ 3) ปาล์มน้ำมันใน จ. กระบี่ พบว่าเกษตรกรที่ศึกษามีพื้นที่ปลูกขนาด 5-100 ไร่ อายุ 7-23 ปี รวมพื้นที่ปลูก 430 ไร่ บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดระหว่างปี 2549- 2553 พบว่าเกษตรกรแต่ละรายมีผลผลิตทะลายสดรวมเฉลี่ย 5 ปี อยู่ระหว่าง 2,154 -5,469 กก./ไร่/ปี (ตารางผนวกที่ 4) เปรียบเทียบรายจังหวัดระหว่างตรังและกระบี่ พบว่ามีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 2,533 และ 3,771 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลผลิตปาล์มน้ำมันในระยะ 5-15 ปี ถือว่าเป็นช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด สำหรับประเทศไทยผลผลิตเฉลี่ยปี 2552 อยู่ที่ 2,694 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2552) ลดลงจากปี 2551 ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 3,225 ตัน/ไร่ สอดคล้องกับผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรจังหวัดตรังและกระบี่ คาดว่าเนื่องจากปี 2552 เกิดช่วงแล้งยาวนานจึงทำให้ผลผลิตลดลง

พิจารณาดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าเกษตรกรไม่ได้พิจารณาจำนวนผลที่ร่วงหรือสีผลเป็นสำคัญ รอบการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 10-20 วัน/ครั้ง ซึ่งถือว่าเป็นรอบการเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างกว้าง สุรกิตติ (2547) ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดรอบของการเก็บเกี่ยวโดยการเก็บข้อมูลจำนวนการหลุดร่วงของผลปาล์มที่ตกลงพื้น และที่หลุดค้างอยู่ในต้นพบว่า รอบการเก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมันควรมีระยะเวลาห่างกัน 8-9 วัน/ครั้ง เพื่อเก็บเกี่ยวก่อนที่ผลจะร่วงในอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งอาจประยุกต์ใช้กับสวนปาล์มน้ำมันอื่นๆ ได้ในระยะเวลาห่างกัน 10 วันต่อครั้ง เพ็ญศิริ (2552) รายงานว่า ความสุกแก่ของทะลายปาล์มสังเกตได้จากสีผล โดยผลสีเขียวเมื่อผลสุกจะกลายเป็นสีส้ม ผลสีดำเมื่อผลสุกจะกลายเป็นสีส้มแดง การหลุดร่วงของผลประมาณ 3-5 ผล ส่วนรอบการเก็บเกี่ยวถ้าเป็นช่วงฤดูแล้ง ช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วัน/ครั้ง ช่วงฤดูฝนควรย่นระยะเวลาเป็น 10 วัน/ครั้ง เนื่องจากผลผลิตช่วงนี้จะมีมากและสุกเร็วผลผลิตทะลายสดที่ได้เกษตรกรขายให้ลานเทโดยพิจารณาจากราคาและระยะทางการขนส่ง

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดจังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ ปี 2549-2553

| จังหวัด | ปี 2549 | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 | เฉลี่ย (กก./ไร่/ปี) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ตรัง | - | 2,205 | 2,349 | 2,768 | 2,615 | 2,533 |
| กระบี่ | 3,647 | 3,840 | 4,203 | 3,419 | 3,744 | 3,771 |

**การทดลองย่อยที่ 3 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จังหวัดชลบุรี จันทบุรี และตราด**

**<u>สถานการณ์การผลิต ในช่วงปี 2550-2553</u>**

ในช่วงปี 2550 ภาคตะวันออกมีเนื้อที่ยืนต้น 141,966 ไร่ และเพิ่มขึ้นเป็น 154,024 , 154,925 และ 163,140 ไร่ในปี 2551, 2552 และ 2553 โดยมีเนื้อที่ยืนต้นเพิ่มขึ้นในทุกจังหวัด ในจังหวัดชลบุรี มีเนื้อที่ยืนต้น 77,495, 81,848, 81,962 และ 84,051 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ จังหวัดจันทบุรีมีเนื้อที่ยืนต้น 4,611, 5,080, 5,593 และ 7,729 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ จังหวัดตราดมีเนื้อที่ยืนต้น 59,860, 67,096, 67,370 และ 71,360 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนเนื้อที่ให้ผล ในปี 2550 ภาคตะวันออกมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 105,199 และเพิ่มขึ้นเป็น 119,458, 141,677 และ 151,528 ไร่ ในปี 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ โดยจังหวัดชลบุรี มีเนื้อที่ให้ผลผลิต 71,229, 74,023, 77,206 และ 79,352 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ จังหวัด

จันทบุรีมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 3,786, 4,561, 4,611 และ 5,080 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553ส่วนจังหวัดตราดมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 30,184, 40,874, 59,860 และ 67,096 ไร่ ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่ภาคตะวันออกมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มอยู่ 1 แห่ง ที่ อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี ตั้งแต่ปี 2550 และไม่มีโรงงานสกัดเพิ่มขึ้น มีลานเทรับซื้อผลผลิตจำนวน 4 แห่ง ใน จ.ชลบุรี จันทบุรี และตราด และมีแหล่งจำหน่ายพันธุ์ของเอกชนจำนวน 17 แห่งในปี 2553 โดยตั้งอยู่ใน จ.ชลบุรี จำนวน 7 แห่ง จ.จันทบุรี จำนวน 3 แห่ง จ.ตราด จำนวน 4 แห่ง และ จ.ฉะเชิงเทรา จำนวน 3 แห่ง

**ระบบการจัดการผลิต**

**จังหวัดชลบุรี**

ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจากเกษตรกร จำนวน 12 ราย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) จำนวน 6 สวน เนื้อที่ 594 ไร่ และ กลุ่ม 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุ 6-13 ปี) จำนวน 6 สวน เนื้อที่ 464 ไร่ พบว่า เกษตรกรที่สำรวจทุกรายใช้พันธุ์ลูกผสม เทเนอรา วางแผนผังแปลงแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า มีระยะปลูก 7x6x6 , 8x8x8 , 9x9x9 เมตร มีการจัดการปุ๋ยแตกต่างกันไปหลายชนิด ได้แก่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 46-0-0, 0-0-60, 15-7-18, 13-6-32+2 MgO+17 S+0.3B, 21-4-21, 16-11-14, 25-7,7, 14-7-35, 21-0-0, 0-3-0, 0-0-50, 12-6-30, 13-13-21, 13-13-35 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอกขี้ไก่ ปุ๋ยหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์เคมี ฯลฯ ซึ่งในแต่ละสวนจะใช้หลายสูตรดังกล่าว โดยใส่ตามคำแนะนำจากบริษัทที่รับซื้อผลผลิต หรือดัดแปลงสูตรปุ๋ยใส่เอง เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนละ 1-2 ครั้ง

**จังหวัดจันทบุรี**

ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจากเกษตรกร จำนวน 5 ราย แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) จำนวน 2 สวน เนื้อที่ 45 ไร่ และกลุ่ม 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุ 6-13 ปี) จำนวน 3 สวน เนื้อที่ 45 ไร่ พบว่า เกษตรกรที่สำรวจทุกรายใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ส่วนใหญ่วางแผนผังแปลงแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า มีระยะปลูก 8x8x8, 9x9x9 มีบางสวนปลูกแบบยกร่องสวน จึงวางแผนผังแบบสี่เหลี่ยมระยะปลูก 8x8 เมตร มีการจัดการปุ๋ยหลายสูตร แตกต่างกันไปในแต่ละสวนได้แก่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 21-0-0, 0-0-50, 13-13-21, 10-5-20, 20-8-20 +2 mg, 0-0-60, 15-15-15, 12-6-30 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ขี้ไก่ ฯลฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนละ 1-2 ครั้ง

**จังหวัดตราด**

ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจากเกษตรกร จำนวน 12 ราย แบ่งเป็นกลุ่ม 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) จำนวน 5 สวน เนื้อที่ 783 ไร่ และกลุ่ม 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุ 6-13 ปี) จำนวน 7 สวน เนื้อที่ 2,721 ไร่ พบว่า เกษตรกรที่สำรวจทุกรายใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา วางแผนผังแปลงแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า มีระยะปลูก 8x8x8, 9x9x9, 10x12x12 มีการจัดการปุ๋ยแตกต่างกันไปได้แก่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-6-32, 14-7-35, 14-7-35, 15-5-20+2 MgO+3Ca+2S, 16-16-16, 0-0-60, 15-15-15, 13-13-21, 16-16-26, 19-19-19, 21-0-0, 17-32-27, 7-8-32+B, 0-3-0, 46-0-0, 12-6-30, 18-46-0, 10-7-30, 7-0-33 8-24-24, 20-8, 20, โบรอน และแมกนีเซียม ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอกขี้ไก่ ขี้หมู กากปลา กากกุ้ง ฯลฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนละ 1-2 ครั้ง

**ผลผลิต**

จากการสำรวจการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกจำนวน 29 สวน ในจังหวัดชลบุรี จันทบุรี และตราด แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) จำนวน 13 สวน และกลุ่มที่ 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุมากกว่า 6-13 ปี) จำนวน 16 สวน พบว่า กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) ทั้ง 4 ปีที่ทำการสำรวจการให้ผลผลิต/ไร่/ปี ของ จ.จันทบุรี ให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 1,473 กก./ไร่/ปี รองลงมาคือ จ.ตราด และชลบุรี มีผลผลิตเฉลี่ย 1,086 และ 780 กก./ไร่/ปี โดยปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้นจาก 4-6 ปี มีค่าเฉลี่ย 775, 1,002 , 1,268 และ 1,407 กก./ไร่/ปี ในปี 2550, 2551 และ 2553 ตามลำดับ(ตารางที่ 1)

กลุ่มที่ 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุมากกว่า 6-13 ปี) พบว่า จ.จันทบุรี มีผลผลิต /ไร่/ปี เฉลี่ย 4 ปี มากที่สุด เฉลี่ย 2,847 กก./ไร่/ปี รองลงมาคือ จ.ชลบุรี และตราด มีผลผลิตเฉลี่ย 2,323 และ 2,103 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ย

ผลผลิตรวม 3 จังหวัด เท่ากับ 2,381,2,326 , 2,475 และ 2,515 กก/ไร่/ปี ในปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อพิจารณาผลผลิตปาล์มน้ำมันเป็นรายจังหวัด พบว่า กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลผลิต (อายุ 3-6 ปี) ของจังหวัดชลบุรี แปลงที่ 4 ตั้งอยู่ที่ ต.หนองเสือช้าง อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปี มากที่สุดเท่ากับ 1,184 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ต.หนองใหญ่ อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปี น้อยที่สุดเท่ากับ 421 กก./ไร่/ปี นอกจากนี้ยังพบว่า ในเดือนสิงหาคมมีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 116 กก./ไร่/เดือน ส่วนในเดือนมกราคม มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 43 กก./ไร่/เดือน (ตารางที่ 2) จังหวัดจันทบุรี มีผลผลิตมากที่สุดในเดือนมีนาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 199 กก./ไร่/เดือน และมีผลผลิตน้อยที่สุดเดือนพฤศจิกายน มีค่าเฉลี่ย 38 กก./ไร่/เดือน และพบว่าแปลงที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ต.ปัถวี อ.ขลุง จ.จันทบุรี มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,961 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ต.ขุนซ่อง อ.แก่งหางแมว จ.จันทบุรี มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 985 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 3) ส่วนในจังหวัดตราด พบว่า เดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 113 กก./ไร่/เดือน และเดือนธันวาคม มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 55 กก./ไร่/เดือน และในแปลงที่ 1 ตั้งอยู่ที่ ต.วังตะเคียน อ.เขาสมิง จ.ตราด มีผลผลิตมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 1,532 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 3 ตั้งอยู่ที่ ต.บ่อพลอย อ.บ่อไร่ จ.ตราด มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 415 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 4)

กลุ่มที่ 2 ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเต็มที่ (อายุมากกว่า 6-13 ปี) พบว่าผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 4 ปี ของ จ.ชลบุรี มีมากที่สุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 233 กก./ไร่/เดือน และเดือนมีนาคม มีผลผลิตน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 140 กก./ไร่/เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าแปลงที่ 3 ตั้งอยู่ที่ ต.คลองพลู อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี มีผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 3,390 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 4 ตั้งอยู่ที่ ต.ธาตุทอง อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี มีผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 1,235 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 5) จังหวัดจันทบุรี พบว่า เดือนกรกฎาคม มีผลผลิตมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 371 กก./ไร่/เดือน และเดือนมกราคม มีผลผลิตน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ย 156 กก./ไร่/เดือนพบว่า แปลงที่ 3 ตั้งอยู่ที่ ต.ขุนซ่อง อ.แก่งหางแมว จ.จันทบุรี มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4,866 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ต.เกาะขวาง อ.เมือง จ.จันทบุรี มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1,453 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 6) ส่วนจังหวัดตราดมีผลผลิตมากที่สุดในเดือนสิงหาคมมีค่าเท่ากับ 247 กก./ไร่/เดือน และเดือนมีนาคม มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 127 กก./ไร่/เดือน และพบว่า แปลงที่ 6 ตั้งอยู่ที่ ต.ปรางณีต อ.เขาสมิง จ.ตราด มีผลผลิตเฉลี่ย 2,641 กก./ไร่/ปี และแปลงที่ 4 ตั้งอยู่ที่ ต.ท่ากุ่ม อ.เมือง จ.ตราด มีผลผลิตเฉลี่ย 1,213 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 7)

จากผลการทดลองพบว่า ในภาคตะวันออก (จ.ชลบุรี จันทบุรี และตราด) ช่วงเดือนที่มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุดคือเดือนที่อยู่ในช่วงฤดูฝน ได้แก่ เดือนกรกฎาคม และ สิงหาคม และช่วงเดือนที่มีผลผลิตน้อยที่สุดคือ ช่วงเดือนที่อยู่ในฤดูแล้ง ได้แก่เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และมีนาคม แสดงว่าน้ำฝนมีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแหล่งปลูกที่มีปริมาณน้ำฝนมาก และมีการกระจายตัวของฝนดี จะมีปริมาณผลผลิต/ไร่/ปี มากกว่าแหล่งปลูกที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย และการกระจายตัวของฝนไม่ดี และพบว่าแปลงที่มีการให้น้ำจะมีผลผลิตมากกว่าแปลงไม่ให้น้ำ และในจังหวัดเดียวกันแปลงที่ให้ผลผลิตมากที่สุดเป็นแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหารพืชอย่างครบถ้วน คือ ใส่ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม และมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่ม ซึ่งจะมีผลผลิตมากกว่าแปลงที่มีการจัดการปุ๋ยไม่ครบถ้วนของธาตุอาหารหลัก

**การทดลองย่อยที่ 4 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์**

**<u>สถานการณ์การผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่</u>** ในช่วงปี 2551 – 2553

**<u>จังหวัดกาฬสินธุ์</u>**

ในปี 2551 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันรวม 314 ไร่ ที่อำเภอคำม่วง 106 ไร่ อำเภอกุฉินารายณ์ 91 ไร่ และอำเภอดอนจาน 117 ไร่ ในปี 2553 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 3 ไร่ เป็น 317 ไร่ (สำนักงานเกษตรกาฬสินธุ์, 2553) การสร้างลานเท ไม่พบว่ามีการสร้างลานเทในการรับซื้อผลผลิต แต่มีผู้รับซื้อมาซื้อผลผลิตในสวนเกษตรกรเอง ในอำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี และอำเภอดอนจาน จังหวัดกาฬสินธุ์ และไม่พบแหล่งจำหน่ายพันธุ์ปาล์มน้ำมันใหม่ แต่ในช่วงปลายปีปี 2553 ภาวะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลต่อราคาผลผลิตปาล์มน้ำมันขยับตัวสูงขึ้นตาม ทำให้เกษตรกรมีแนวโน้มในการปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น

**<u>ระบบการจัดการผลิต</u>**

**<u>จังหวัดกาฬสินธุ์และจังหวัดอุดรธานี</u>** ได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจากเกษตรกร จำนวน 16 ราย 20 แปลง พื้นที่รวม 191 ไร่ พบว่า

**พันธุ์**

พบว่า 80 % ของแปลงปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่สำรวจ มีการใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ซึ่งถูกต้องตามคำแนะนำ ซึ่งใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า 70 % จากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย และ 10% จากแปลงเพาะเอกชนที่ได้รับการรับรอง โดยอีก 20 % เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนำมาจากภาคใต้ โดยปลูกตั้งแต่ปี 2543 เป็นต้นมา ซึ่งเกษตรกรยังไม่มีความรู้เรื่องพันธุ์ปาล์มน้ำมัน และพบลักษณะผลแบบกะลาหนา เกินกว่า 20 % ซึ่งหลังจากปี 2549 เป็นต้นมา เกษตรกรเริ่มได้รับความรู้ และให้ความสำคัญกับการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เป็นพันธุ์ลูกผสมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลของหน่วยงานของรัฐและแปลงเพาะเอกชน

**การจัดการสวน**

เตรียมพื้นที่ปลูก

- การวางแนวระบายน้ำ พบว่า 85 % ของแปลงปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่สำรวจ มีความเหมาะสมปานกลาง โดยมีการไถพื้นกำจัดวัชพืชและเป็นแนวระบายน้ำช่วงต้นฝน และ 15 % ไม่เหมาะสม โดยไม่มีการเตรียมพื้นที่ หรือจัดการแปลง

- การวางแนวถนน ระบบการขนส่ง พบว่า 15 % มีความเหมาะสมปานกลาง โดยมีการกำหนดแนวถนนสำหรับการปฏิบัติงานภายในแปลง และ 85 % ไม่เหมาะสม โดยไม่ได้ดำเนินการกำหนดเส้นทางการปฏิบัติงานภายในแปลง เนื่องจากเกษตรกรจะสนใจทำทางระบายน้ำ หลังจากปลูกไปแล้ว จนกว่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ในกรณีพื้นที่มีน้ำท่วมขัง หรือเป็นที่ลุ่มเท่านั้น และ เกษตรกรได้ทำถนนในแปลง 1-2 เส้นทาง สำหรับการเดินทางเข้าออก และจะปรับพื้นที่เป็นถนนการขนส่งผลผลิต กรณีที่มีผลผลิตตัดจำหน่ายแล้ว

ระยะปลูกและการวางทิศการปลูก

พบว่า ระยะปลูก มีความเหมาะสมมาก 80 % โดยใช้ระยะปลูก 9x9x9 แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า และไม่เหมาะสม 20% โดยใช้ระยะปลูก 9x9 และ 10x10 แบบสี่เหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งเกิดจากการไม่ทราบข้อมูลการปลูกโดยพบในแปลงเกษตรกรที่ใช้พันธุ์ที่ไม่มีแหล่งที่มา แต่การวางทิศปลูกมีความเหมาะสมมากเพียง 45 % โดยวางทิศทางเหนือ-ใต้ มีความเหมาะสมปานกลาง 35 % โดยวางแนวผิดทิศ ซึ่งวางตามทิศทางของแปลงเป็นหลัก และไม่เหมาะสม 20% โดยปลูกแบบสี่เหลี่ยม

การใส่ปุ๋ย

- ชนิดปุ๋ย พบว่า ชนิดปุ๋ยมีความเหมาะสมมาก 40 % โดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีความเหมาะสมปานกลาง 35 % โดยใช้ปุ๋ยเคมีหรืออินทรีย์อย่างใดอย่างหนึ่ง และไม่เหมาะสม 25% โดยไม่ได้ใส่ปุ๋ยใดๆ เนื่องจาก สภาพเศรษฐกิจและเงินลงทุนของเกษตรกรเป็นหลัก และกรณีที่เกษตรกรได้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งได้จากครัวเรือนของเกษตรกรเอง

- สัดส่วนปุ๋ย พบว่า มีความเหมาะสมปานกลาง 10 % และไม่เหมาะสม 90 % เนื่องจากชนิดของปุ๋ยในพื้นที่ยังไม่มีจำหน่ายตามคำแนะนำ เกษตรกรจึงซื้อปุ๋ยสูตรมาตรฐาน เป็นปุ๋ยสูตรเสมอ เช่น 15-15-15 13-13-21 และ 46-0-0 เพราะหาซื้อได้ง่าย

- ปริมาณปุ๋ย พบว่า ปริมาณปุ๋ยความไม่เหมาะสม 100 % เนื่องจากเกษตรกรใช้ปุ๋ยปริมาณต่ำกว่าตามคำแนะนำ เกษตรกรยังไม่มั่นใจในราคาผลผลิต แหล่งรับซื้อผลผลิต ทำให้ยังไม่กล้าที่จะลงทุนเรื่องปุ๋ย และเกษตรกรยังขาดการใช้ปุ๋ย โบรอนและแมกนีเซียม เพราะหาซื้อได้ยาก และในบางรายใส่ปุ๋ยแก่ปาล์มน้ำมันกรณีปุ๋ยหว่านในนาข้าวมีเหลือ

- เวลาการใส่ปุ๋ย พบว่า เวลาการใส่ปุ๋ยมีความเหมาะสมมาก 25 % เนื่องจากเกษตรกรจะแบ่งใส่ช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน ความเหมาะสมปานกลาง 60 % โดยใส่ 1 ครั้งในช่วงใส่ปุ๋ยนาข้าว และไม่เหมาะสม 15 % โดยไม่ใส่ปุ๋ย เนื่องจากไม่ได้สนใจในการจัดการปาล์มน้ำมัน ซึ่งรอแหล่งรับซื้อ ถึงมีการใส่ปุ๋ย

- ตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยโบรอน พบว่า มีความเหมาะสมมาก 40 % โดยใส่ที่ขอบทางใบหรือชิดโคนต้น ในแปลงที่ได้รับคำแนะนำอย่างต่อเนื่อง และไม่เหมาะสม 60 % โดยแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยโบรอน เพราะหาซื้อได้ยาก

- ตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยอื่นๆ ยกเว้นโบรอน พบว่า มีความเหมาะสมมาก 20 % โดยหว่านกระจายห่างโคนต้นอย่างน้อย 1 เมตร และใส่ในกองทางใบระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน เหมาะสมปานกลาง 65 % โดยหว่านชิดโคนต้น และไม่เหมาะสม 15 % โดยไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี

- การตัดทางใบ พบว่า มีความเหมาะสมมาก 40 % โดยแปลงอายุ 4-7 ปี และ เกิน 7 ปี เหลือทางใบ 3 และ 2 รอบนับจากทะลายล่างสุดตามลำดับ และมีความเหมาะสมปานกลาง 60 % ตัดทางใบเหลือ 2-3 รอบนับจากทะลายล่างสุด ซึ่งไม่เป็นระบบเดียวกัน เนื่องจากแปลงที่มีความเหมาะสมมากนั้น เกิดจากพ่อค้าที่เข้ามารับซื้อโดยตัดทะลายปาล์มน้ำมันในสวน

- การจัดการทางใบ พบว่า มีความเหมาะสมน้อยทั้ง 100% โดยวางทางใบเป็นกอง แบบแถวเว้นแถว แต่สูงกว่า 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการกระจายเศษอินทรียวัตถุหากทางใบถูกย่อยสลาย แต่อาจเป็นแหล่งอาศัยของแมลงได้

- การใช้ทะลายเปล่าหรือวัสดุคลุมดินอื่นๆ พบว่า มีความเหมาะสมปานกลาง 30 % โดยนำทะลายเปล่าและเศษวัชพืช มาคลุมโคนต้น และไม่ได้ใช้วัสดุใดๆ คลุมโคนต้น 70 %

- การกำจัดวัชพืช พบว่า มีความเหมาะสมมาก 60 % โดยไม่มีหญ้าคาในแปลง และสภาพโดยรวม ไม่มีไม้ยืนต้นอื่นๆ และมีความเหมาะสมปานกลาง 40 % โดยพบไม้ยืนต้นแทรกในแปลงปาล์มน้ำมัน

- การกำจัดหนู พบว่า มีความเหมาะสมมาก 55 % โดยเกษตรกรพบการเข้าทำลายของหนู แต่สามารถดำเนินการกำจัด ซึ่งใช้วิธีการดักจับ กับดัก เพื่อนำหนูไปจำหน่าย หรือบริโภค และมีความเหมาะสมปานกลาง 45 % พบการเข้าทำลายของหนู แต่เกษตรกรไม่ได้ดำเนินการกำกัดเพราะ ยังไม่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต

ระบบการจัดจำหน่ายผลผลิต

เกษตรกรที่ได้จำหน่ายผลผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน ที่มีความเหมาะสมมาก 30 % โดยทะลายสุก เปลือกสีแดงส้ม ผลร่วงไม่เกิน 10 ผล โดยช่วงแรกของการเก็บเกี่ยว ผู้รับซื้อผลผลิตมาตัดถึงสวนและให้คำแนะนำ แต่ภายหลังเกษตรกรดำเนินการตัดเองและส่งขาย และอีก 70 % ไม่มีการเก็บเกี่ยว เนื่องจากแหล่งที่รับซื้อระยะทางไกลมาก อีกทั้งราคาไม่จูงใจในการจำหน่ายและส่งผลต่อแรงจูงใจในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน

**<u>แหล่งจำหน่าย/รับซื้อปาล์มน้ำมัน</u>**

แหล่งจำหน่าย/รับซื้อปาล์มน้ำมัน พื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ จากการสำรวจพบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมีการตัดจำหน่าย 2 แบบ คือ เกษตรกรตัดผลผลิตส่งจำหน่ายเองถึงโรงงาน และพ่อค้ามารับซื้อถึงสวน โดยมีทั้งพ่อค้ามาตัดทะลายเอง และเกษตรกรตัดทะลายตามกำหนดที่มารับซื้อ แหล่งรับซื้อได้แก่ บจก. สุขสมบูรณ์พืชผล จ.ชลบุรี หจก. ธนพีร์นิธิ จ.กาฬสินธุ์ บจก. บุญธรรม สังวาลปาล์มน้ำมัน จ.อำนาจเจริญ และ สุราษฎร์พันธุ์ปาล์มน้ำมัน จ.อุดรธานี

**<u>ผลผลิต</u>**

จากการสำรวจจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า สวนปาล์มน้ำมันจำนวน 4 แปลง (1 ราย) ที่จำหน่าย 3 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 382.17 กก./ไร่ จังหวัดอุดรธานี สวนปาล์มน้ำมันจำนวน 1 แปลง ที่จำหน่าย 2 ปี (ช่วงอายุ 4-6 ปี) มีผลผลิตเฉลี่ย 123.55 กก./ไร่/ปี และสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอีก 17 รายที่ยังไม่ได้ตัดจำหน่ายทั้งปี เนื่องจาก การตัดจำหน่ายตัดเพียง 1 ครั้ง หรือ ตัดทะลายทิ้ง หรือ จำหน่ายเป็นผลแห้งเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ส่งร้านอาหารในบางราย และรอพ่อค้าเข้ามารับซื้อผลผลิตถึงสวน ทำให้ไม่สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนได้

ช่วงการให้ผลผลิต พบว่า สวนปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตในรอบปี มีช่วงที่ให้ผลผลิตสูง ในช่วงเดือน สิงหาคม – กันยายน และต่ำในช่วงเดือน มกราคม – เมษายน

**ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ปี 2551-2553**

ผลผลิตปาล์มน้ำมันในแปลงเกษตรกร 20 แปลง มีเกษตรกรเพียง 2 ราย (5 แปลง) ที่ได้เก็บผลผลิตจำหน่าย

แปลงลำดับที่ 1-4 จำนวน 4 แปลง พื้นที่ 69 ไร่ ปาล์มน้ำมัน อายุ 7-8 ปี (ในปี 2551) มีผลผลิตเฉลี่ย 304.35 กก./ไร่ เมื่ออายุ 8-9 ปี (ในปี 2552) มีผลผลิตเฉลี่ย 572.46 กก./ไร่ และเมื่ออายุ 9-10 ปี (ในปี 2553 จาก ข้อมูล 9 เดือน) มีผลผลิตเฉลี่ย 269.57 กก./ไร่

แปลงลำดับที่ 19 จำนวน 1 แปลง พื้นที่ 13 ไร่ ปาล์มน้ำมัน อายุ 4 ปี (ในปี 2552) มีผลผลิตเฉลี่ย 104.7 กก./ไร่ และเมื่ออายุ 5 ปี (ในปี 2553 จาก ข้อมูล 9 เดือน) มีผลผลิตเฉลี่ย 142.4 กก./ไร่

สรุปผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมีเพียง 2 ราย จำนวน 5 แปลง ที่สามารถตัดและจำหน่ายได้ ซึ่งมีแปลงเกษตรกร 3 รายตัดแต่งทะลายออกไปโดยไม่ได้ชั่งน้ำหนัก และไม่ได้จำหน่าย ซึ่งปาล์มน้ำมันของเกษตรกรยังมีผลผลิตต่ำเนื่องจากปริมาณน้ำที่ต้นปาล์มน้ำมันได้รับมีปริมาณน้อยมากไม่เพียงพอ หากเกษตรกรมีการจัดการการให้น้ำที่เพิ่มขึ้นสามารถยกระดับผลผลิตได้มากขึ้นตามมา ซึ่งสอดคล้องกับนาวีและคณะ (2553) ถ้าจัดการให้น้ำกับปาล์มน้ำมันจะเพิ่มผลผลิตได้ดีกว่าไม่ได้ให้น้ำ

**การทดลองย่อยที่ 5 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จังหวัดอำนาจเจริญ อุบลราชธานี และศรีษะเกษ**

การทดลองในแปลงปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจำนวน 5 รายด้วยกัน คือ จังหวัดอำนาจเจริญ 1 ราย อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี 2 ราย และอำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ 2 ราย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เคยปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้มาก่อน จึงมีความรู้ในการจัดการแปลงปาล์มน้ำมัน ทุกรายอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,600-1,800 มม./ปี) และมีช่วงการขาดน้ำ 4-5 เดือน พื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนปนทราย มีที่อำเภอกันทรลักษ์ 1 รายที่เป็นดินเหนียวสีแดง การปฏิบัติดูแลรักษาแปลงของเกษตรกรแต่ละรายแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ ทุนทรัพย์ ความรู้เรื่องการปลูกปาล์มน้ำมันและแรงงานครัวเรือน ปาล์มน้ำมันที่จังหวัดอำนาจเจริญ เริ่มปลูกปี 2542-46 ใช้พันธุ์จากลูกใต้โคน และบางส่วนซื้อจากจังหวัดชุมพรมีทุนทรัพย์และมีความรู้จึงดูแลแปลงอย่างดี ด้วยการให้น้ำในฤดูแล้งเดือนละ 1 ครั้ง ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว 30 ไร่ ปี 2553 อายุต้น 7-10 ปีได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3.2-3.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนดูแลประมาณปีละ 3,500 บาท/ไร่ แปลงปาล์มน้ำมันที่ศรีสะเกษปลูกปี 2545-2546 จำนวน 12 ไร่ เป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากจังหวัดกระบี่ เกษตรกรไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง และให้ปุ๋ยค่อนข้างน้อย ต้นปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตแล้ว ปี 2553 อายุต้น 7-8 ปีได้ผลผลิตประมาณ 2 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลประมาณปีละ 2,080 บาท/ไร่ ส่วนที่ อ.นาจะหลวย จ.อุบลราชธานี มี 2 แปลง เกษตรกรรายที่หนึ่งปลูก 67 ไร่ เมื่อปี 2548 ต้นพันธุ์ซื้อจากจังหวัดกระบี่ เกษตรกรไม่ค่อยดูแล ไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง และใส่ปุ๋ยเล็กน้อยได้ผลผลิตน้อย ปี 2553 ได้ผลผลิตประมาณ 1.8-2.0 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลปีละ 746 บาท/ไร่ ส่วนอีกราย เนื้อที่ 15 ไร่ ซื้อพันธุ์จากบริษัทสุขสมบูรณ์ปลูกเมื่อปี 2549 เกษตรกรจะใส่ปุ๋ยเคมี ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ และให้น้ำในฤดูแล้งด้วย ปี2553 อายุต้นปาล์ม 4 ปี ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.0-2.3 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลประมาณ 2,200 บาท/ไร่ ต่อมาปี 2552 ได้เก็บข้อมูลเพิ่มอีก 1 ราย ที่ ต.ละลาย อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ตั้งแต่ปี 2549 ปลูกปาล์มน้ำมันลูกผสมของบริษัทสุขสมบูรณ์ พื้นที่ 20 ไร่ เกษตรกร ดูแลใส่ปุ๋ย แต่ไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง มีแหล่งรับซื้อผลปาล์มสุกในหมู่บ้านใกล้เคียง ปี 2553 อายุต้นปาล์ม 4 ปี ได้ผลผลิตประมาณ 2.7-3.0 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลปีละ 2,047 บาท/ไร่

**การทดลองย่อยที่ 6 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จังหวัดหนองคาย จ. เลย และจ.นครพนม**

ได้ดำเนินการ คัดเลือก แปลงปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งเป็นแปลงปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปีขึ้นไป บันทึกในแบบสัมภาษณ์ นำผลการสำรวจมาวิเคราะห์ข้อมูล เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึงกันยายน 2553 สรุปข้อมูลได้ดังนี้ จังหวัดหนองคาย พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ขนาด 11-30 ไร่ คิดเป็น 43.48 % อายุ 3-7 ปี ใช้พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 คิดเป็น 52.17 % ซื้อจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคายและบริษัทเอกชน พื้นที่ราบและดอน คิดเป็นร้อยละ 39.13 และ 30.43 ตามลำดับ เกษตรกรมีการให้น้ำในช่วงหน้าแล้งร้อยละ 87 และให้ทุก 15 วัน คิดเป็น 75% แหล่งน้ำส่วนมากมาจากลำห้วยร้อยละ 70 เกษตรกรส่วนมากมีการใส่ปุ๋ย (ปุ๋ยหมัก,ปุ๋ยคอก,ปุ๋ยขี้ไก่) คิดเป็น 82.61 % มีเกษตรกรเพียง 2 รายที่ปลูกพืชแซมคือ พืชผักสวนครัวและสับปะรด ปี 2552 ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่จำหน่ายได้ประมาณ 210 ตัน ส่วนปี 2553 ประมาณ 336 ตัน การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดเลย พบว่า พื้นที่ปลูกขนาด 31-50 ไร่ คิดเป็น 50 % อายุ 3-16 ปี พันธุ์ที่ปลูก เป็นพันธุ์ยางกัมปิ คิดเป็น 66.67 % พื้นที่ปลูกเป็นเชิงเขา ร้อยละ 50 การให้น้ำในช่วงฤดูแล้งจะให้ทุก 10 และ 15 วัน ร้อยละ 50 เท่ากัน แหล่งน้ำจากบ่อขุด ใช้ระบบสปริงเกลอร์เป็นส่วนใหญ่ เกษตรกรใส่ปุ๋ยคิดเป็นร้อยละ 66.67 และส่วนมากแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี ในปี 2552 จำหน่ายผลผลิตทุกแปลงแล้วประมาณ 29 ตัน และปี 2553 ประมาณ 300 ตัน

การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครพนมพบว่า พื้นที่ปลูก ขนาด 31-50 ไร่ คิดเป็น 50 % อายุปาล์มน้ำมัน 3-4 ปี พันธุ์ที่ใช้ปลูก 75 % เป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซื้อมาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย พื้นที่ปลูกเป็นที่ราบ การให้น้ำมีเพียง 1 รายเท่านั้น การใส่ปุ๋ยคิดเป็น 75 % ส่วนมากใส่ 1 ครั้งต่อปี และเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีกับอินทรีย์ 2 ราย (50%) และใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียว 2 ราย (50%) ทุกแปลงมีผลผลิตแล้ว แต่ไม่มีการจำหน่ายเนื่องจากยังไม่มีแหล่งรับซื้อ ส่วนปี 2553 มีผลผลิตที่จำหน่ายได้ประมาณ 220 ตัน เกษตรกรมีการจัดการด้านพื้นที่ปลูก ระบบการปลูก พันธุ์ ชนิดปุ๋ย เวลาใส่ปุ๋ย การจัดการโรค แมลง หนู และวัชพืชอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละแปลงอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง **ทั้ง 3 จังหวัด**

**การทดลองย่อยที่ 7 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จังหวัดกาญจนบุรี จ. นครปฐม จ. อุทัยธานี จ.สุพรรณบุรี จ.ปทุมธานี จ.ลพบุรี จ. สิงห์บุรีและจ. ชัยนาท**

**จังหวัดกาญจนบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 52 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 1,513 ไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 874 ไร่ ใน อ. ทองผาภูมิ รองลงมาคือ อ. ไทรโยค สังขละบุรี และพนมทวน โดยมีพื้นที่ปลูก 396, 223 และ 20 ไร่ตามลำดับ เกษตรกรเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 แต่ปลูกมากที่สุดในปี 2548 เป็นจำนวน 632 ไร่ ใน อ. ทองผาภูมิ และไทรโยค ส่วนมากเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ 3-20 ไร่/แปลง เป็นจำนวน 38 ราย จากการสอบถาม พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่แท้จริง โดยเรียกปาล์มน้ำมันที่ปลูกว่าพันธุ์เทเนอราจำนวน 36 ราย นอกจากนี้ยังมีการปลูกพันธุ์คอสตาริกา ยางกำบิ กานา อีโคนา และอุติอีก 16 ราย ส่วนมากซื้อต้นกล้ามาจากบริษัทกมลปาล์ม จ. กาญจนบุรี จำนวน 26 ราย ส่วนอีก 26 ราย ซื้อต้นกล้ามาจากแหล่งขายในจังหวัดอื่น ๆ ทางภาคใต้ เช่น กระบี่ สุราษฎร์ธานี ระนอง และชุมพรเป็นต้น

ส่วนการจัดการสวน พบว่ามีการปลูกที่ถูกต้องแบบสามเหลี่ยมระยะปลูก 9x9x9 เมตร จำนวน 19 แปลง ระยะปลูก 8x8x8 และ 7.5x7.5x7.5 เมตร ระยะปลูกละ 1 แปลง ส่วนการปลูกแบบสี่เหลี่ยมคือ 9x7 และ 7x8 ระยะปลูกละ 1 แปลง และไม่มีระยะปลูกที่แน่นอนจำนวน 29 ราย ซึ่งการปลูกมีการให้น้ำตามร่อง 1 แปลง และให้น้ำหยด 1 แปลง ส่วนอีก 50 แปลงไม่มีการให้น้ำ ในช่วงที่ปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิตมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชแซมมากถึง 10 แปลง นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชแซมชนิดอื่น ๆ เช่น ถั่วเขียว มะนาว กล้วย ข้าว ฟักทอง และมันสำปะหลังเป็นต้น และไม่มีการปลูกพืชแซมมากถึง 16 แปลง การใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของเกษตรกร พบว่าทุกรายไม่มีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่นใส่ปุ๋ยสูตร 21-0-0 ผสมกับปุ๋ยคอก ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0, 25-7-7 และ 15-15-15 ร่วมกันเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่ไม่ใส่ปุ๋ยจำนวน 5 ราย ไม่มีการตัดแต่งทางใบสำหรับปาล์มที่อายุน้อยกว่า 3 ปี ตัดแต่งทางใบให้เหลือ 2-3 ทางใบรองรับทะลายในปาล์มอายุมากกว่า 4 ปี ไม่พบการทำลายของโรค พบด้วงแรด 12 แปลง ป้องกันกำจัดโดยใช้สารคาร์โบฟูราน และแลนเนท 3 แปลง ส่วนแปลงที่เหลือไม่ได้ทำการควบคุม

มีการระบาดของหนูมากถึง 27 แปลง แต่เกษตรกรใช้วิธีควบคุมวัชพืช เช่นพ่นด้วยสารไกลโฟเสท หรือเครื่องตัดหญ้าเพื่อไม่ให้แปลงรกเป็นที่อาศัยของหนู สำหรับผลผลิต เนื่องจาก จ.กาญจนบุรีเพิ่งมีการปลูกปาล์มน้ำมัน ดังนั้นส่วนใหญ่จึงยังไม่ให้ผลผลิต สำหรับแปลงที่ให้ผลผลิตแล้ว ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.86 ตัน/ไร่/ปี จากการวิเคราะห์ดินจาก จ. กาญจนบุรีทั้งหมด 46 แปลงพบว่าส่วนมากเป็นดินร่วนปนเหนียวถึง 18 แปลง ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมเฉลี่ย 5.46 อินทรียวัตถุสูง 4.10% ไนโตรเจน 0.21% ฟอสฟอรัส 5.45 ppm และโพแทสเซียม 114 ppm จึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดนครปฐม** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 1 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 26 ไร่ ใน อ. กำแพงแสน ซึ่งปลูกในปี 2551 โดยซื้อต้นกล้าจากบริษัทภาคใต้ออยปาล์ม ปลูกในระยะ 9x9x9 เมตร ไม่มีร่องระบายน้ำและการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย 30-0-0 ร่วมกับปุ๋ยคอก จำนวน 2 ครั้ง/ปี ยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ไม่พบโรค แมลง หนู ส่วนการกำจัดวัชพืชใช้เครื่องตัดหญ้า และไกลโฟเสทรวมกันจำนวน 2 ครั้ง/ปี สำหรับแปลงนี้ยังไม่ให้ผลผลิต เพราะมีอายุเพียง 2 ปี

**จังหวัดอุทัยธานี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 31 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 1,290 ไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 1,224 ไร่ ใน อ. บ้านไร่ รองลงมาคือ อ. ลานสัก และห้วยคตโดยมีพื้นที่ปลูก 36 และ 30 ไร่ตามลำดับ

เกษตรกรเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 แต่ปลูกมากที่สุดในปี 2548 เป็นจำนวน 1,140 ไร่ ใน อ. บ้านไร่ ส่วนมากเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ 2-10 ไร่/แปลง เป็นจำนวน 23 ราย จากการสอบถาม พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่แท้จริง โดยเรียกปาล์มน้ำมันที่ปลูกว่าพันธุ์เทเนอราจำนวน 13 ราย นอกจากนี้ยังมีการปลูกพันธุ์คอสตาริกา ไนจีเรีย สุราษฎร์ธานี 1 มาเลเซีย ยางกำบิ และอุติอีก 15 ราย ส่วนอีก 3 รายไม่สามารถระบุชื่อพันธุ์ได้ ส่วนมากซื้อต้นกล้ามาจากบริษัทสุขสมบูรณ์ จ. ชลบุรี จำนวน 6 ราย ส่วนรายอื่น ๆ ซื้อต้นกล้ามาจากแหล่งขายในจังหวัดอื่น ๆ ทางภาคใต้ เช่น กระบี่ สุราษฎร์ธานี ตรัง และประจวบคีรีขันธ์เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการซื้อเมล็ดมาจากประเทศมาเลเซียเพื่อเพาะเอง 1 แปลง และมีการเก็บเมล็ดจากใต้โคนต้นนำมาปลูก 1 แปลง

ส่วนการจัดการสวน พบว่ามีการปลูกที่ถูกต้องแบบสามเหลี่ยมระยะปลูก 9x9x9 เมตร จำนวน 22 แปลง ส่วนแปลงอื่น ๆ มีการปลูกในระยะ 6x6x6, 7x7x7, 8x8x8 และ 10x10x10 เมตร ซึ่งการปลูกปาล์มน้ำมันใน จ. อุทัยธานีไม่มีการให้น้ำ และการทำร่องระบายน้ำ ในช่วงที่ปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิตมีการปลูกสับปะรดเป็นพืชแซมมากถึง 18 แปลง นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชแซมชนิดอื่น ๆ เช่น ถั่วเขียว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นต้น และไม่มีการปลูกพืชแซมจำนวน 2 แปลง

การใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ชนิดปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจำนวน 1 ราย แต่ใส่เพียง 1 กก./ต้น ส่วนมากใช้ปุ๋ยคอกเพียงชนิดเดียวมากถึง 12 ราย ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกมี 9 แปลง แปลงที่เหลือเป็นการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมี ทุกแปลงไม่พบการระบาดของโรค พบด้วงแรด 2 แปลง แต่ไม่ได้ทำการป้องกันกำจัด พบการทำลายของหนู 23 แปลง ควบคุมโดยการใช้กรง หรือกับดัก รวมทั้งกำจัดวัชพืช เพื่อไม่ให้เป็นที่อาศัยของหนู เนื่องจาก จ. อุทัยธานีเพิ่งมีการปลูกปาล์มน้ำมัน ดังนั้นแปลงส่วนใหญ่จึงยังไม่ให้ผลผลิต สำหรับแปลงที่ให้ผลผลิตแล้ว บางแปลงสามารถให้ผลผลิตมากกว่า 3 ตัน/ไร่/ปี

จากการวิเคราะห์ดินจาก จ. อุทัยธานีทั้งหมด 21 แปลง พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมเฉลี่ย 5.35 นทรียวัตถุสูง 1.61% ไนโตรเจน 0.08% ฟอสฟอรัส 30.1 ppm และโพแทสเซียม 85.4 ppm จึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดนครสวรรค์** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 1 แปลง เป็นพื้นที่ 26 ไร่ ใน อ. ตาคลี ซึ่งปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2551 โดยใช้พันธุ์อุติจากแหล่งขายใน จ. สุราษฎร์ธานี นำมาปลูกแบบสามเหลี่ยมระยะ 8x8x8 เมตร ไม่มีการทำร่องระบายน้ำ และให้น้ำ มีการปลูกข้าวโพดเป็นพืชแซม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และขี้วัวอัตรา 1 กก. และ 1 กระสอบ/ต้นตามลำดับ ไม่พบการทำลายของโรค และแมลง แต่พบการทำลายของหนู ซึ่งป้องการกำจัดโดยใช้เครื่องตัดหญ้าปีละ 2 ครั้ง แปลงนี้ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว

**จังหวัดสุพรรณบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 23 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 576 ไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 452 ไร่ ใน อ. ด่านช้าง รองลงมาคือ อ. สองพี่น้อง เดิมบางนางบวช และหนองหญ้าไซ โดยมีพื้นที่ปลูก 57, 45 และ 22 ไร่ตามลำดับ เกษตรกรเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 แต่ปลูกมากที่สุดในปี 2548 เป็นจำนวน 349 ไร่ ใน อ. ด่านช้าง และเดิมบางนางบวช ส่วนมากเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ 5-10 ไร่/แปลง เป็นจำนวน 14 ราย จากการสอบถาม พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่แท้จริง โดยเรียกปาล์มน้ำมันที่ปลูกว่าพันธุ์เทเนอร่าจำนวน 20 ราย นอกจากนี้ยังมีการปลูกพันธุ์คอสตาริกา เดลี่ไนจีเรีย ยางกำบิ และคอมแพค ส่วนมากซื้อต้นกล้ามาจากบริษัททักษิณปาล์มจำนวน 8 ราย

ส่วนการจัดการสวน พบว่าทุกแปลงปลูกปาล์มน้ำมันระยะ 9x9x9 เมตร ซึ่งการปลูกปาล์มน้ำมันใน จ. สุพรรณบุรีไม่มีการให้น้ำ ในช่วงที่ปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิต มีการปลูกมันสำปะหลัง และสับปะรดมากที่สุด 7 และ 5 แปลงตามลำดับ และไม่มีการปลูกพืชแซมจำนวน 4 แปลง ไม่มีการตัดแต่งทางใบในปาล์มน้ำมันอายุน้อยกว่า 3 ปี และตัดแต่งให้มีทางใบรองรับทะลาย 2-3 ทางใบ การใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ปุ๋ยหลากหลาย ส่วนมากเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยชีวภาพ เช่น ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 21-0-0 ร่วมกับปุ๋ยคอก

สำหรับการระบาดของศัตรูพืช พบว่าทุกแปลงไม่พบการระบาดของโรค พบการระบาดของด้วงแรด 9 แปลง ป้องกันกำจัดด้วยสารคาร์โบฟูราดาน หรือคาร์บาริล พบการระบาดของหนู 14 แปลง กำจัดโดยการใช้กรงดัก การกำจัดวัชพืช หรือใช้สารเคมีร่วมกับเครื่องตัดหญ้า เนื่องจาก จ. สุพรรณบุรีเพิ่งมีการปลูกปาล์มน้ำมัน ดังนั้นแปลงส่วนใหญ่จึงยังไม่ให้ผลผลิต สำหรับแปลงที่ให้ผลผลิตแล้วมีผลผลิตเฉลี่ย 1,100 กก./ไร่/ปี

จากการวิเคราะห์ดินจาก จ. สุพรรณบุรี ทั้งหมด 21 แปลงพบว่าส่วนมากเป็นดินร่วนปนทรายถึง 16 แปลง ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมเฉลี่ย 5.90 อินทรียวัตถุเหมาะสม 1.36% ไนโตรเจน 0.07% ฟอสฟอรัส 18.7 ppm และโพแทสเซียม 49.9 ppmจึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดปทุมธานี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 38 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 968 ไร่ โดยพื้นที่ทั้งหมดอยู่ใน อ. หนองเสือ เกษตรกรเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 แต่ปลูกมากที่สุดในปี 2550 เป็นจำนวน 681 ไร่ ส่วนมากเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ 7-20 ไร่/แปลง เป็นจำนวน 29 ราย จากการสอบถาม พบว่าเกษตรกรทุกรายไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่แท้จริง โดยเรียกปาล์มน้ำมันที่ปลูกว่าพันธุ์เทเนอร่า และซื้อต้นกล้ามาจากบริษัทสุขสมบูรณ์จำนวน 19 ราย ได้รับต้นกล้าจากสำนักงานเกษตรอำเภอหนองเสือ 8 ราย บริษัทเกษตรสมบูรณ์ 4 ราย ส่วนที่เหลือซื้อพันธุ์จากแหล่งขายในภาคใต้

ส่วนการจัดการสวน พบว่าเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันระยะ 9x9x9 เมตร จำนวน 29 ราย ส่วนที่เหลือมีทั้งการปลูกในระยะ 8x8x8 และ 10x10x10 เมตร นอกจากนี้ยังมีการปลูกแบบสี่เหลี่ยมระยะ 8x9 และ 4x6 เมตร ทุกแปลงมีร่องระบายน้ำทุกแถว ให้น้ำโดยใช้น้ำในร่อง และใช้ในการขนส่งผลผลิตทางเรือ เนื่องจากเป็นสวนส้มเก่า สำหรับการปลูกพืชแซมในระยะแรกเกษตรกรมักปลูกกล้วย และตะไคร้มากที่สุด ส่วนแปลงที่ไม่มีการปลูกพืชแซมมีจำนวน 8 ราย

การใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ปุ๋ยหลากหลาย เช่นใส่ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยคอก 14 แปลง ใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียวโดยที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี 8 แปลง ส่วนที่เหลือมีการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี สำหรับปุ๋ยเคมีที่ใช้มีด้วยกันหลายสูตร เช่น 15-15-15, 16-16-16, 21-0-0, 13-13-21, 8-24-24, 46-0-0 และ 16-20-0 เป็นต้น ส่วนมากเกษตรกรมักใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง/ปี จำนวน 18 แปลง ส่วนแปลงอื่น ๆ มีทั้งการใส่ปุ๋ย 1, 3, 4 และ 6 ครั้ง/ปี

การตัดแต่งทางใบ เนื่องจากส่วนมากปาล์มน้ำมันใน จ. ปทุมธานีอายุไม่ถึง 3 ปี จึงยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ส่วนปาล์มอายุ 4-7 ปีเหลือทางใบรองทะลาย 2-3 ชั้น มีการพบอาการยอดเน่า 1 แปลง และอาการดีขึ้นเองโดยไม่ได้ทำการป้องกันกำจัด ส่วนแมลงศัตรูพบด้วงแรดมากถึง 22 แปลง เกษตรกรใช้คาร์โบฟูรานในการป้องกันกำจัด นอกจากนี้ยังพบปลวก และหนอนหน้าแมว และมีแปลงจำนวน 12 รายที่ไม่พบแมลงศัตรูเข้าทำลาย ทุกแปลงไม่พบการระบาดของหนู การกำจัดวัชพืชใช้เครื่องตัดหญ้าปีละ 3 ครั้ง

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน จ. ปทุมธานีตั้งแต่ปี 2547-2548 ให้ผลผลิตเฉลี่ยปีที่ 3, 4, 5 และ 6 คือ 1,529, 2,556, 3,769 และ 2,638 กก./ไร่/ปีตามลำดับ (ปี 2553 เก็บข้อมูลจนกระทั่งถึงเดือนสิงหาคม) ส่วนปาล์มน้ำมันที่ปลูกในปี 2550 ให้ผลผลิตปีที่ 2 และ 3 เฉลี่ย 108 และ 239 กก./ไร่/ปีตามลำดับ (ปีที่ 2 เริ่มเก็บข้อมูลในเดือนมิถุนายน ปีที่ 3 เก็บข้อมูลจนกระทั่งถึงเดือนสิงหาคม) (ตารางที่ 6-11) เพราะลักษณะของพื้นที่ปลูกใน จ. ปทุมธานีเป็นแบบที่ราบลุ่มเป็นร่องสวน จากการวิเคราะห์ดินจำนวน 36 แปลงพบว่าทุกแปลงเป็นดินเหนียว ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมเฉลี่ย 5.3 อินทรียวัตถุสูง 3.06% ไนโตรเจน 0.16% ฟอสฟอรัส 515 ppmและโพแทสเซียม 533 ppm จึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดสระบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 17 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 686 ไร่ ใน อ. วิหารแดง และหนองแค ซึ่งเพิ่งเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2548-2551 ซึ่งเกษตรกรทุกรายซื้อพันธุ์มาจากบริษัทสุขสมบูรณ์ ส่วนการจัดการสวน พบว่าเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันระยะ 9x9x9 เมตร จำนวน 14 ราย ส่วนอีก 3 รายปลูกในระยะ 8x8x8 ราย และแบบสี่เหลี่ยมระยะ 8x10 เมตร 2 ราย ทุกแปลงมีร่องระบายน้ำทุกแถว ให้น้ำโดยใช้น้ำในร่อง และใช้ในการขนส่ง

ผลผลิตทางเรือ เนื่องจากเป็นสวนส้มเก่า สำหรับการปลูกพืชแซมในระยะแรกเกษตรกรมักปลูกกล้วยจำนวน 4 แปลง นอกจากนี้ยังมีการปลูกพริก มะนาว และฝรั่งเป็นต้น ส่วนแปลงที่ไม่มีการปลูกพืชแซมมีจำนวน 8 ราย

การใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ปุ๋ยหลากหลาย เช่นมีการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี 7 แปลง ใส่ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยคอก 5 แปลง ใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียวโดยที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี 5 แปลง แต่วิธีที่นิยมกันคือใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กก./ต้น จำนวน 2 ครั้ง/ปี และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยคอกอัตรา 1 และ 20 กก./ต้นตามลำดับ การตัดแต่งทางใบ เนื่องจากส่วนมากปาล์มน้ำมันใน จ. สระบุรีอายุไม่ถึง 3 ปี จึงยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ส่วนปาล์มอายุ 4-7 ปีเหลือทางใบรองทะลาย 2-3 ชั้น ทุกแปลงไม่มีการพบโรค พบด้วงแรด 9 แปลง พบการทำลายของหนู 14 แปลง แต่ป้องการกำจัดโดยการกำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องตัดหญ้า และสารไกลโฟเสท หรือพาราควอท

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน จ. สระบุรี ส่วนใหญ่ยังไม่ให้ผลผลิต แต่มีบางแปลงให้ผลผลิตมากกว่า 2 ตัน เมื่ออายุ 3-5 ปี (ตารางที่ 12-14) เพราะลักษณะของพื้นที่ปลูกใน จ. สระบุรีเป็นแบบที่ราบลุ่มเป็นร่องสวน จากการวิเคราะห์ดินของแปลงที่ให้ผลผลิตสูง ปรากฏว่าเป็นดินเหนียว ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมเฉลี่ย 5.0 อินทรียวัตถุสูง 4.88% ไนโตรเจน 0.24% ฟอสฟอรัส 1794 ppm และโพแทสเซียม 660 ppm จึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดลพบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 5 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 568 ไร่ ใน อ. เมือง ชัยบาดาล ท่าหลวง และพัฒนานิคม โดยปลูกมากที่ อ. ท่าหลวงเป็นพื้นที่ 410 ไร่ จากการสำรวจเกษตรกรใน จ . ลพบุรี ส่วนใหญ่ปลูกปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2548 และ 2551 พบว่าเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันระยะ 9x9x9 เมตร จำนวน 3 ราย ส่วนอีก 2 ราย ปลูกแบบสี่เหลี่ยมระยะ 8x10 เมตร โดยมีการทำร่องระบายน้ำทุกแถว 1 แปลง ส่วนอีก 4 แปลงไม่มีการทำร่องระบายน้ำ สำหรับการปลูกพืชแซมมีการปลูกข้าวโพด พืชผัก และไม่ปลูก 3,1 และ 1 แปลงตามลำดับ

การใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่าใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียวโดยที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี 2 แปลง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2 ช้อนแกงร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 5 กก./ต้น 1 แปลง ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 15-15-15 อัตรา 3 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 20 กก./ต้น และมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 อัตรา 2 ช้อนแกง/ต้น 1 แปลง การตัดแต่งทางใบ ปาล์มน้ำมันอายุไม่ถึง 3 ปี ยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ส่วนปาล์มอายุ 4-7 ปีเหลือทางใบรองทะลาย 2-3 ชั้น ทุกแปลงไม่มีการพบโรค พบด้วงแรด 2 แปลง พบการทำลายของหนู 3 แปลง แต่ป้องการกำจัดโดยการกำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องตัดหญ้าปีละ 2 ครั้ง ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน จ. ลพบุรี ส่วนใหญ่ยังไม่ให้ผลผลิต

**จังหวัดสิงห์บุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 4 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 159 ไร่ ใน อ. เมือง อินทร์บุรี และบางระจัน โดยปลูกมากที่ อ. อินทร์บุรีเป็นพื้นที่ 95 ไร่ จากการสำรวจเกษตรกรใน จ . สิงห์บุรี ส่วนใหญ่ปลูกปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2551 พบว่าทุกแปลงมีการปลูกแบบสามเหลี่ยมระยะ 9x9x9 เมตร ไม่มีการทำร่องระบายน้ำ การให้น้ำ การปลูกพืชแซม ใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียว 1 กระสอบ/ต้น จำนวน 2 ครั้ง/ปี ไม่พบการระบาดขอโรค แมลง หนู กำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องตัดหญ้าปีละ 2 ครั้ง ปาล์มน้ำมันอายุไม่ถึง 3 ปี ยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ส่วนปาล์มอายุ 5 ปีเหลือทางใบรองทะลาย 2-3 ชั้น ส่วนใหญ่ยังไม่ให้ผลผลิต

**จังหวัดชัยนาท** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 3 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 232 ไร่ ใน อ. หนองมะโมง ซึ่งปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2549-2550 มีการปลูกพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 และไม่ทราบชื่อพันธุ์จำนวน 2 และ 1 แปลง ซึ่งนำต้นกล้ามาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และบริษัทสุขสมบูรณ์ตามลำดับ ทุกแปลงปลูกถูกต้องแบบสามเหลี่ยมระยะ 9x9x9 เมตร ทุกแปลงไม่มีการทำร่องระบายน้ำ ไม่มีการให้น้ำ 2 แปลง ให้น้ำแบบน้ำหยด 1 แปลง ปลูกมันสำปะหลังเป็นพืชแซม 2 ราย และปลูกต้นสักในแปลงปาล์มน้ำมัน 1 แปลง

การใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยคอกอัตรา 1 กก. และ 1 กระสอบ/ต้นตามลำดับ 1 แปลง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14-7-35 และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 กก. และ 1 กระสอบ/ต้นตามลำดับ 1 แปลง ส่วนอีก 1 แปลง ใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียว 1 กระสอบ/ต้น สำหรับศัตรูพืช ทุกแปลงไม่มีการพบโรค แมลง แต่พบการทำลายของหนู 1 แปลง แต่ป้องการกำจัดโดยการกำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องตัดหญ้าปีละ 2 ครั้ง ทุกแปลงยังไม่ได้เก็บเกี่ยว

**จังหวัดเพชรบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 28 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 2,196 ไร่ ใน อ. ชะอำ และหนองหญ้าปล้อง ซึ่งเพิ่งเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันมาตั้งแต่ปี 2532 แต่ปลูกมากในช่วงปี 2548-2551 เป็นจำนวน 21 แปลง โดยเกษตรกรจำนวน 8 ราย ซื้อต้นกล้าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1, 2, 5 และ 6 มาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เกษตรกรจำนวน 7 ราย ซื้อต้นกล้าจากบริษัทแม่โจ้พันธุ์ปาล์ม จ. ชุมพร ได้แก่พันธุ์คอมแพค ไนจีเรีย และกานา นอกจากนี้ยังมีการซื้อต้นกล้าจากแหล่งขายอื่น ๆ ใน จ. ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และกระบี่

ส่วนการจัดการสวน พบว่าเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันระยะ 9x9x9 เมตร จำนวน 11 ราย มีการปลูกในระยะ 8x8x8 เมตร มากถึง 14 ราย พันธุ์คอมแพคปลูกในระยะ 8.5x8.5x8.5 เมตร มีการทำร่องระบายน้ำ 7 แปลง แต่มีการให้น้ำถึง 24 แปลงมีทั้งน้ำหยด และให้น้ำตามร่องน้ำ สำหรับการปลูกพืชแซมมีการปลูกหลายชนิดทั้งพืชอายุสั้น และไม้ยืนต้น เช่น สับปะรด ชะอม แตงโม กล้วย ขนุน ทุเรียน และมะพร้าว เป็นต้น ส่วนแปลงที่ไม่มีการปลูกพืชแซมมี 8 ราย

การใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่ามีการใส่ปุ๋ยหลากหลาย เช่นมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับปุ๋ยคอกจำนวน 4 แปลง ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 ร่วมกับปุ๋ยคอก จำนวน 4 แปลง ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 25-7-7 และ 15-15-15 ร่วมกับปุ๋ยคอก จำนวน 4 แปลง และใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียว จำนวน 4 แปลงเป็นต้น การตัดแต่งทางใบ ปาล์มน้ำมันอายุไม่ถึง 3 ปี ไม่มีการตัดแต่งทางใบ ส่วนปาล์มอายุมากกว่า 4 ปีเหลือทางใบรองทะลาย 2-3 ชั้น การระบาดของศัตรูพืช พบว่าทุกแปลงไม่มีการพบโรค พบด้วงแรดเพียง 4 แปลง แต่พบการทำลายของหนูมากถึง 19 แปลง ป้องกันกำจัดโดยใช้กรงดักจับ และการกำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องตัดหญ้า และสารป้องกันกำจัดวัชพืช

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน จ. เพชรบุรี ส่วนใหญ่ยังไม่ให้ผลผลิต แต่มีบางแปลงให้ผลผลิตมากถึง 3-4 ตัน/ไร่/ปี เมื่ออายุมากกว่า 10 ปี (ตารางที่ 15) เพราะลักษณะของพื้นที่ปลูกดินร่วน ค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสม 5.45 อินทรียวัตถุเหมาะสม 2.22% ไนโตรเจน 0.11% ฟอสฟอรัส 309 ppm และโพแทสเซียม 166 ppm จึงเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วน ร่วนปนเหนียว หรือดินเหนียว มีความเป็นกรดด่าง 4.5-6.0 อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง คือ 1.5-2.5% (เกริกชัย, 2554)

**จังหวัดราชบุรี** ดำเนินการสำรวจข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 1 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 500 ไร่ ใน ซึ่งปลูกในปี 2551 โดยนำพันธุ์เข้ามาจากประเทศมาเลเซีย ปลูกในระยะ 9x9x9 เมตร ไม่มีร่องระบายน้ำ แต่มีการให้น้ำ ไม่มีการปลูกพืชแซม ใส่เฉพาะปุ๋ยชีวภาพ 2 ครั้ง/ปี ยังไม่มีการตัดแต่งทางใบ ไม่พบโรค แมลง หนู ส่วนการกำจัดวัชพืชใช้เครื่องตัดหญ้าจำนวน 2 ครั้ง/ปี สำหรับแปลงนี้ยังไม่ให้ผลผลิต เพราะมีอายุเพียง 2 ปี

**การทดลองย่อยที่ 8 ศึกษาระบบการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จ.นราธิวาส**

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจ.นราธิวาส ที่จัดเก็บข้อมูลในพื้นที่ 34 ราย 532 ไร่ และผลผลิตปาล์มน้ำมัน ผลการสำรวจการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันดังตารางผนวกที่-3 พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินพรุ เกษตรกรกลุ่มที่มีการจัดการสวนเหมาะสม โดยเฉพาะการเตรียมพื้นที่ จะได้รับการสนับสนับจากภาครัฐในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ให้เหมาะสมต่อการปลูก ซึ่งจะส่งผลผลผลิตที่ได้รับอยู่ในระดับที่คุ้มต่อการลงทุน อย่างไรก็ตาม ในการสำรวจก็ไม่สามารถได้ข้อมูลผลผลิตที่แท้จริง เนื่องจากเกษตรกรไม่ได้จัดเก็บข้อมูลต่อเนื่องตลอดปี แต่จากการประเมินผลิต สามารถคาดได้ว่า ในพื้นที่จ.นราธิวาสมีสวนที่ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย ต่ำสุด 500 กก.ต่อไร่ต่อปี และสูงสุด 4,900 กก.ต่อไร่ต่อปี โดยสวนที่ให้ผลิตมากกว่า 2,400 กก.ต่อไร่ต่อปี มีถึง 24 ราย ซึ่งพบว่าปัญหาในการผลิตนั้น เกษตรกรในพื้นที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดการสวนตามคำแนะนำเพื่อยกระดับผลผลิตได้

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ศักยภาพการให้ผลผลิตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร จ.ระนอง จ. กระบี่ และ จ.ตรัง จาก 112 แปลงพื้นที่ 2,878 ไร่ พบว่า มีสวนเกษตรกรที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงสุด 5,609, 6,416, 5,554, 3,958, 5,469 และ 3,823 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ และผลผลิตต่ำสุด 592, 1,090, 1,077, 1,148, 2,154 และ 1,402 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยรวมทั้ง 4 จังหวัด ของปาล์มน้ำมันอายุ 3-26 ปี 2,680 กก./ไร่/ปี ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และการจัดการสวน พบว่าสวนปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง (มากกว่า 3 ตัน/ไร่/ปี) เกษตรกรมีการจัดการสวนที่ดีและเหมาะสม มีมากกว่า 90 เปอรเซ็นต์ของจำนวนสวนที่สำรวจ และพบว่า แปลงที่มีการจัดการสวนในระดับที่เหมาะสมร่วมกับมีการจัดการน้ำในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,500 – 6,327 กก./ไร่/ปี ส่วนพบว่าสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำเป็นประเด็นปัญหาการจัดการสวนไม่เหมาะสม ผลผลิตในรอบปี จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช ให้ผลผลิตสูงในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ส่วนจ.ชุมพรในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม และสิงหาคม-ตุลาคม จ.ระนองในเดือนมิถุนายน-กันยายน แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพผลิต ทั้ง 4 จังหวัดมีความเหมาะสมเป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพได้ เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม โดยมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,500 ม.ม./ปี มีฝนกระจายตัวดี มีช่วงแล้งติดต่อกันไม่เกิน 4 เดือน มีลานเทจำนวนมาก มีโรงงานสกัด และโรงงานผลิตไบโอดีเซลอยู่ในพื้นที่ พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจ.นราธิวาส จัดเก็บข้อมูลในพื้นที่ 34 ราย 532 ไร่ และได้ประเมินผลผลิต สามารถคาดได้ว่า ในพื้นที่จ.นราธิวาสมีสวนที่ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย ต่ำสุด 500 กก.ต่อไร่ต่อปี และสูงสุด 4,900 กก.ต่อไร่ต่อปี

2. พื้นที่ จ.ชลบุรี จันทบุรี และตราด พบว่า สวนปาล์มน้ำมันอายุ 4-6 ปี ให้ผลผลิตทะลายสด 780, 1,473 และ 1,086 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ สวนปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 6-13 ปี มีผลผลิตทะลายสด 2,103, 2,847 และ 2,323 กก./ไร่/ปี ผลผลิตทะลายสดในรอบปีมีมากที่สุดในช่วงฤดูฝน ได้แก่ เดือนกรกฎาคม และสิงหาคม และน้อยที่สุดในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และมีนาคม ซึ่งสวนปาล์มน้ำมันที่มีผลผลิตทะลายสดมากที่สุดเป็นสวนที่มีการจัดการธาตุอาหารหลักครบถ้วน พร้อมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าสวนที่มีการให้น้ำมีผลผลิตทะลายสดมากกว่าสวนที่ไม่มีการจัดการน้ำ

3. พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สวนปาล์มน้ำมันที่สำรวจปลูกโดยอาศัยน้ำฝน จังหวัดกาฬสินธุ์พื้นที่ 317 ไร่ มี 4 แปลงที่ใช้พันธุ์ไม่เหมาะสม ที่เหมาะสมมี 2 แปลงเท่านั้น และส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำกว่าคำแนะนำมาก การตัดทะลายปาล์มน้ำมันจำหน่าย จะขึ้นอยู่กับพ่อค้าที่เข้ามารับซื้อเป็นหลัก ผลผลิตปาล์มน้ำมันอายุ 9 ปีจังหวัดกาฬสินธุ์ มีผลผลิตเฉลี่ย 572.5 กก./ไร่ และผลผลิตปาล์มน้ำมันจังหวัดอุดรธานี อายุ 4 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 104.7 กก./ไร่ จังหวัดอำนาจเจริญ 1 ราย อำเภออนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี 2 ราย และอำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ 2 ราย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เคยปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้มาก่อน ทุกรายอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,600-1,800 มม./ปี) และมีช่วงการขาดน้ำ 4-5 เดือน พื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนปนทราย มีที่อำเภอกันทรลักษ์ 1 รายที่เป็นดินเหนียวสีแดง การปฏิบัติดูแลรักษาแปลงของเกษตรกรแต่ละรายแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ ทุนทรัพย์ ความรู้เรื่องการปลูกปาล์มน้ำมัน และแรงงานครัวเรือน ปาล์มน้ำมันที่จังหวัดอำนาจเจริญ เริ่มปลูกปี 2542-46 ใช้พันธุ์จากลูกใต้โคน และบางส่วนซื้อจากจังหวัดชุมพรมีทุนทรัพย์และมีความรู้จึงดูแลแปลงอย่างดี ด้วยการให้น้ำในฤดูแล้งเดือนละ 1 ครั้ง ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว 30 ไร่ ปี 2553 อายุต้น 7-10 ปีได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3.2-3.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนดูแลประมาณปีละ 3,500 บาท/ไร่ แปลงปาล์มน้ำมันที่ศรีสะเกษปลูกปี 2545-2546 จำนวน 12 ไร่ เป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากจังหวัดกระบี่ เกษตรกรไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง และให้ปุ๋ยค่อนข้างน้อย ต้นปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตแล้ว ปี 2553 อายุต้น 7-8 ปีได้ผลผลิตประมาณ 2 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลประมาณปีละ 2,080 บาท/ไร่ ส่วนที่ อ.นาจะหลวย จ.อุบลราชธานี มี 2 แปลง เกษตรกรรายที่หนึ่งปลูก 67 ไร่ เมื่อปี 2548 ต้นพันธุ์ซื้อจากจังหวัดกระบี่ เกษตรกรไม่ค่อยดูแล ไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง และใส่ปุ๋ยเล็กน้อยได้ผลผลิตน้อย ปี 2553 ได้ผลผลิตประมาณ 1.8-2.0 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลปีละ 746 บาท/ไร่ ส่วนอีกราย เนื้อที่ 15 ไร่ ซื้อพันธุ์จากบริษัทสุขสมบูรณ์ปลูกเมื่อปี 2549 เกษตรกรจะใส่ปุ๋ยเคมี ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ และให้น้ำในฤดูแล้งด้วย ปี2553 อายุต้นปาล์ม 4 ปี ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.0-2.3 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลประมาณ 2,200 บาท/ไร่ ต่อมาปี 2552 ได้เก็บข้อมูล

เพิ่มอีก 1 ราย ที่ ต.ละลาย อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ตั้งแต่ปี 2549 ปลูกปาล์มน้ำมันลูกผสมของบริษัทสุขสมบูรณ์ พื้นที่ 20 ไร่ เกษตรกร ดูแลใส่ปุ๋ย แต่ไม่ได้ให้น้ำในฤดูแล้ง มีแหล่งรับซื้อผลปาล์มสุกในหมู่บ้านใกล้เคียง ปี 2553 อายุต้นปาล์ม 4 ปี ได้ผลผลิตประมาณ 2.7-3.0 ตัน/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลปีละ 2,047 บาท/ไร่ จากข้อมูลทั้งหมด พบว่าปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการดูแลแปลงของเกษตร ทั้งการให้น้ำและใส่ปุ๋ย ถ้าเกษตรกรดูแลได้ดี จะให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่าปีละ 3 ตัน/ไร่ และจะเป็นแนวทางแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการแปลงปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ผลดีต่อไป

ในพื้นที่ในจังหวัดหนองคาย เลยและนครพนม สรุปข้อมูลได้ดังนี้ จังหวัดหนองคาย พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ขนาด 11-30 ไร่ คิดเป็น 43.48 % อายุ 3-7 ปี ใช้พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 คิดเป็น 52.17 % ซื้อจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคายและบริษัทเอกชน พื้นที่ราบและดอน คิดเป็นร้อยละ 39.13 และ 30.43 ตามลำดับ เกษตรกรมีการให้น้ำในช่วงหน้าแล้งร้อยละ 87 และให้ทุก 15 วัน คิดเป็น 75% แหล่งน้ำส่วนมากมาจากลำห้วยร้อยละ 70 เกษตรกรส่วนมากมีการใส่ปุ๋ย (ปุ๋ยหมัก,ปุ๋ยคอก,ปุ๋ยขี้ไก่) คิดเป็น 82.61 % มีเกษตรกรเพียง 2 รายที่ปลูกพืชแซมคือ พืชผักสวนครัวและสับปะรด ปี 2552 ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่จำหน่ายได้ประมาณ 210 ตัน ส่วนปี 2553 ประมาณ 336 ตัน การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดเลย พบว่า พื้นที่ปลูกขนาด 31-50 ไร่ คิดเป็น 50 % อายุ3-16 ปี พันธุ์ที่ปลูก เป็นพันธุ์ยางกัมปิ คิดเป็น 66.67 % พื้นที่ปลูกเป็นเชิงเขา ร้อยละ 50 การให้น้ำในช่วงฤดูแล้งจะให้ทุก 10 และ 15 วัน ร้อยละ 50 เท่ากัน แหล่งน้ำจากบ่อขุด ใช้ระบบสปริงเกลอร์เป็นส่วนใหญ่ เกษตรกรใส่ปุ๋ยคิดเป็นร้อยละ 66.67 และส่วนมากแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี ในปี 2552 จำหน่ายผลผลิตทุกแปลงแล้วประมาณ 29 ตัน และปี 2553 ประมาณ 300 ตัน การจัดการสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครพนมพบว่า พื้นที่ปลูก ขนาด 31-50 ไร่ คิดเป็น 50 % อายุปาล์มน้ำมัน 3-4 ปี พันธุ์ที่ใช้ปลูก 75 % เป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซื้อมาจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย พื้นที่ปลูกเป็นที่ราบ การให้น้ำมีเพียง 1 รายเท่านั้น การใส่ปุ๋ยคิดเป็น 75 % ส่วนมากใส่ 1 ครั้งต่อปี และเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีกับอินทรีย์ 2 ราย (50%) และใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียว 2 ราย (50%) ทุกแปลงมีผลผลิตแล้ว แต่ไม่มีการจำหน่ายเนื่องจากยังไม่มีแหล่งรับซื้อ ส่วนปี 2553 มีผลผลิตที่จำหน่ายได้ประมาณ 220 ตัน เกษตรกรมีการจัดการด้านพื้นที่ปลูก ระบบการปลูก พันธุ์ ชนิดปุ๋ย เวลาใส่ปุ๋ย การจัดการโรค แมลง หนู และวัชพืชอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละแปลงอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ทั้ง 3 จังหวัด

สำรวจแปลงปลูกปาล์มน้ำมันใน จ. อุทัยธานี นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี ปทุมธานีกาญจนบุรี นครปฐม เพชรบุรี และราชบุรี พบว่าเกษตรกรเพิ่งเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2547-2548 เป็นต้นมา ส่วนมากเกษตรกรไม่ค่อยมีความรู้เรื่องปาล์มน้ำมัน มีการใช้ต้นกล้าโดยที่ไม่รู้ชื่อพันธุ์ แต่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่ถูกต้อง เกือบทั้งหมดใส่ปุ๋ยไม่ถูกต้อง ส่วนมากไม่มีร่องระบายน้ำ ยกเว้นในพื้นที่ จ. ปทุมธานี และสระบุรี มีการตัดแต่งทางใบที่ถูกต้อง และส่วนใหญ่ปาล์มน้ำมันเพิ่งเริ่มให้ผลผลิต จึงอยู่ในเกณฑ์ปกติ

## ข้อเสนอแนะ

1. เกษตรกรควรรวมกลุ่มและสร้างกลุ่มให้เข้มแข็ง หรือภาครัฐควรส่งเสริมให้มีกลุ่มเกิดขึ้น เนื่องจากมีการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่เขตเดียวกันเป็นจำนวนมาก หากเกษตรกรสามารถรวมกลุ่มย่อยในแต่ละเขตให้เข้มแข็งขึ้นได้จะทำให้ช่วยเหลือหรือแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่มและนอกกลุ่มได้ อีกทั้งยังทำให้ภาครัฐและหน่วยงานอื่นๆ เข้ามาให้ความช่วยเหลือหรือสนับสนุนได้สะดวกและรวดเร็ว และจะช่วยลดช่องว่างระหว่างเจ้าหน้าที่ของรัฐ(นักวิจัยและนักส่งเสริมการเกษตร)กับเกษตรกรลงได้ จากการสำรวจ พบว่ากลุ่มเกษตรกรในสหกรณ์นิคมท่าแซะ จ.ชุมพร เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เริ่มนำวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบไปใช้ ทำให้เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันจากภาครัฐ เข้าถึงเกษตรกรได้สะดวกและครอบคลุมพื้นที่มากในเวลาสั้น การจัดการสวนในแปลงเกษตรกรจึงปรับเปลี่ยนไปในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น

2. ควรปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีในด้านปุ๋ยที่สะดวกใช้ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกร จากการศึกษา พบว่าเกษตรกรไม่สะดวกใช้แม่ปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารหลัก เนื่องจากไม่สามารถแยกใส่สูตรละรอบ ภาครัฐที่เกี่ยวข้องจึงควรทำการวิจัยและแนะนำหรือเผยแพร่อัตราปุ๋ยสูตรและปริมาณที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ รวมทั้งถ่ายทอดวิธีการผสมปุ๋ยสูตรดังกล่าวด้วย

3. ภาครัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้องควรร่วมมือกันเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ และความเข้าใจในเรื่องของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจรที่มีอยู่เผยแพร่สู่เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ทุกรูปแบบ และอย่างต่อเนื่อง เช่น เผยแพร่ในรูปแบบเอกสารแผ่นพับ วีดีทัศน์ วิทยุ และแปลงตัวอย่างในพื้นที่ เช่นจากการศึกษาพบตัวอย่างจากแปลงของเกษตรกรใน จ. นครศรีธรรมราช ปาล์มน้ำมัน อายุ 8-10 ปี 1 แปลง ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบแล้วให้ผลผลิต 3,400 – 5,000 กก./ไร่/ปี เป็นต้น

4. เกษตรกรควรทำการสำรวจแปลงปาล์มน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ และบันทึกข้อมูลปัจจัยการผลิต ผลผลิต รวมถึงต้นทุนการผลิต เพื่อให้ทราบต้นทุนการผลิตและสามารถตรวจสอบย้อนกลับการจัดการหรือการปฏิบัติได้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรและนักวิชาการเกษตรในการช่วยแก้ไขปัญหาหรือวางแผนการจัดการสวนได้

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์การผลิตปาล์มน้ำมัน และระบบการจัดการพื้นฐานของแปลงปาล์มน้ำมัน ทราบถึงศักยภาพผลผลิตปาล์มน้ำมันจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินผลการบรรลุตามเป้าหมายของแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและพลังงานทดแทน

2. ผลงานนี้นำไปเป็นแนวทางในการให้ความรู้และส่งเสริมให้เกษตรกรมีการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ต่างๆ

## คำขอบคุณ

ขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยฯและศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรทุกแห่ง ที่ร่วมปฏิบัติงานเป็นอย่างดียิ่ง

# เอกสารอ้างอิง


กรมการค้าภายใน. 2550. **การผลิตการตลาดปาล์มน้ำมัน ปี 2550.**

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน ลำดับที่ 16/2547.** โรงพิมพ์ดอกเบี้ย, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **เอกสารวิชาการ คู่มือปาล์มน้ำมัน ชุดที่ 1 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน เอกสารลำดับที่ 6/2548.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **แผนที่ศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันจังหวัดกาฬสินธุ์.**

คณะกรรมาธิการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. 2545. **พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล.**

สำนักงานเกษตรจังหวัดกาฬสินธุ์. 2553. **รายงานภาวะการผลิตพืชรายเดือนปีการผลิต 2553/54**. http://www.doae.go.th/karasin. [15 ตุลาคม 2553]

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. **ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน.**

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2544. เอกสารประกอบการ**สัมมนา เรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์** ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพมหานคร วันที่ 18 มิถุนายน 2544.

สำนักนายกรัฐมนตรี. 2548. สรุปข่าวการประชุมคณะรัฐมนตรี 17 พฤษภาคม 2548. สืบค้นจากhttp://www.thaigov.go.th. [มิ.ย. 2549]

นาวี จิระชีวี วันชัย คุปวานิชพงษ์ สราวุฒิ ปานทน วุฒิพล จันทร์สระคู และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2553. **การศึกษาและทดสอบระบบให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9 พัฒนาพืชสวนไทยเพื่อไทยเข้มแข็ง, ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ อ.พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา, 11-14 พฤษภาคม 2553.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2546**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ อนาคตปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม** ณ โรงแรมวังใต้ จ.สุราษฎร์ธานี วันที่ 15 มีนาคม 2546.

Hartley C.W.S. 1984. **The Oil Palm**. Longman Group Limited. 806 pp.

Malaysian Palm Oil Board (MPOB). 2000. **Advances in Oil Palm Research vol.I-II**. Yusof Basiron, B.S. Julani. and K.W. Chan. *ed.* Ministry of Primary Industries Malaysia.

S. Chaikiattiyos, S. Srisawangwong, P. Cheuychoom. 2008. **Evaluztion of growth, yield and quality component of oil palm trees existing in the northeast of Thailand**. International Workshop on Tropical and Subtropical Fruits.

# ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** ข้อมูลการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนอง และเปอร์เซ็นต์ของจำนวนสวนที่มีระดับการจัดการต่างกัน

| **1. สภาพพื้นที่** | **เหมาะสม** | **ปานกลาง** | **เหมาะสมน้อย** |
|---|---|---|---|
| **1.1 ความลาดชัน** | < 12 องศา เป็นที่ราบและลาดเทเล็กน้อย | | พื้นที่ภูเขามีความลาดชัน> 20 องศา |
| | 91% | | 9% |
| **1.2 ความลึกของดินถึงชั้นดินดานหรือระดับน้ำใต้ดิน** | ความลึกของหน้าดินมากกว่า 75 ซม. | ความลึกหน้าดิน 40-75 ซม. | ความลึกของหน้าดินน้อยกว่า 40 ซม. |
| | 54% | 30% | 16% |
| **1.3 เนื้อดิน** | เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทราย (มีดินเหนียวมากกว่า 40%) | เป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย (มีดินเหนียว 15-40%) | เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย (มีดินเหนียวน้อยกว่า 15%) |
| | 54% | 21% | 25% |
| **1.4 pH ของดิน** | pH 4.2-5.5 | pH 4.0-4.2 หรือ pH 5.5-7.0 | pH < 4.0 หรือ > 7 |
| | 67% | 7% | 11% |
| **2. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน** | | | |
| **2.1 ระบบปลูกและทิศ** | แบบสามเหลี่ยมด้านเท่าและทิศ เหนือ-ใต้ถูกต้อง | แบบสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ทิศผิด | ปลูกแบบสี่เหลี่ยม |
| | 54% | 21% | 25% |
| **2.2 ระยะปลูก** | ระยะปลูก 9x9x9 ม หรือเหมาะสมกับพันธุ์/พื้นที่ | | ไม่ใช่ระยะปลูก 9x9x9 ม. หรือไม่เหมาะสมกับพันธุ์/พื้นที่ |
| | 58% | 24% | 32% |
| **2.3 การระบายน้ำ** | การระบายน้ำได้ดี | การระบายน้ำได้ดีในบางส่วน | การระบายน้ำไม่ดี |
| | 67% | 18% | 14% |

| 1. สภาพพื้นที่ | เหมาะสม | ปานกลาง | เหมาะสมน้อย |
|---|---|---|---|
| **2.4 เส้นทางขนส่ง** | ถนนแยกชัดเจนไม่ทับซ้อน ไม่กระทบระบบรากปาล์ม | ใช้พื้นที่ระหว่างแถวปาล์มทุกๆ 4-6 แถว | ขนส่งทุกๆ แถว หรือซ้ำที่เดิมระหว่างแถวปาล์มทุกๆ 2-3 แถว |
| | 26% | 51% | 22% |
| **2.5 พันธุ์และแหล่ง**พันธุ์ | ลูกผสมเทเนอราจากแหล่งพันธุ์น่าเชื่อถือ | | ปลูกจากเมล็ดใต้โคนสำรวจในแปลงผลมีกะลาหนา ผลฝ่อไม่มีกะลาและลักษณะต้นสูงตั้งชะลูด |
| | 49% | | 51% พบมากใน จ.ชุมพร 88 % รองลงมาคือ จ.ระนอง 59 % |
| **2.6 ชนิดปุ๋ย** | ปุ๋ยเคมีและอีกประเภทใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ | | ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือใส่เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ |
| | 93-96 % | | 4-7% |
| **2.7 อัตราปุ๋ย** เกษตรกรทั้ง 4 จังหวัด ใส่ปุ๋ยในอัตราที่มีระดับความเหมาะสมมากมีจำนวนน้อยที่สุด โดย (1) ใส่ปุ๋ยที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำครบทั้ง 5 ชนิด หรือ (2) ใส่ปุ๋ยสูตรที่มีอัตราปุ๋ยที่แนะนำ 3:1:4.5 + แมกนีเซียม 1.5 และโบรอน 100 กรัม/ต้น/ปี หรือ (3) ใส่ทั้งสองประเภทแรกร่วมกัน สำหรับการใส่ปุ๋ยที่มีอัตราปุ๋ยในระดับความเหมาะสมปานกลางนั้นมีจำนวนมากที่สุด โดยมีลักษณะดังนี้ (1) ใส่ปุ๋ย 21-0-0, 0-3-0, 0-0-60 ที่แนะนำ 1-3 ชนิด หรือ (2) ใส่แม่ปุ๋ยดังกล่าว ร่วมกับปุ๋ย สูตรที่มีอัตราใกล้เคียงกับที่แนะนำ ส่วนการใส่ปุ๋ยในระดับความเหมาะสมน้อยมีจำนวนมากเป็นอันดับที่ 2 โดยใส่ปุ๋ยสูตรที่มีอัตรา 1:1:1 หรือที่ไม่มีอัตราใกล้เคียง 3:1:4.5 ซึ่งปุ๋ยที่เกษตรกรใช้เป็นปุ๋ยที่หาซื้อได้ในแต่ละพื้นที่ | | | |
| **2.8 ปริมาณปุ๋ย** เกษตรกร 63-88% ใส่ปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน 5 ชนิด ในปริมาณที่ต่ำกว่าคำแนะนำ และอีกประเภทใส่ปุ๋ยสูตรเมื่อปรับอัตราปุ๋ยแล้ว พบว่า ตามคำแนะนำเพียง 1-2 ชนิด ทำให้ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารต่ำบางชนิดและเกินบางชนิด บางแปลงได้รับธาตุอาหารไม่สมดุลกันจึงทำให้มีอาการทะลายกลวง และหักคริ่งทะลาย พบใน จ.นครศรีธรรมราช 4 แปลง พบมากในเดือน ต.ค.- พ.ย. ส่วนปริมาณกีเซอไรท์ (26%Mg) หรือโดโลไมท์ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่รู้จักปุ๋ยกีเซอไรท์ | | | |
| **2.9 เวลาในการใส่ปุ๋ย** มีระดับความเหมาะสมมาก 71-88 %โดยใส่ปุ๋ยเคมีอย่างน้อย 2 ครั้ง/ปี (ใส่ 2-8 ครั้ง/ปี) รองลงมามีระดับความเหมาะสมปานกลางและน้อย โดยใส่ปีละ 1 ครั้ง และไม่ใส่ปุ๋ยเคมีตามลำดับ | | | |
| **2.10 ตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยโบรอน** ทุกจังหวัดในปี 2549-2553 พบว่า 62-79% ไม่ใส่ปุ๋ยโบรอน เนื่องจากไม่มีจำหน่ายในพื้นที่ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่รู้จักและยังไม่ให้ความสำคัญของปุ๋ยชนิดนี้ สำหรับเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยโบรอน จะใส่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบริเวณกาบทางใบหรือบนดินชิดโคนต้น มีเพียง 2 รายใน จ.สุราษฎร์ธานี ที่ใส่โบรอนเป็นครั้งแรก จึงใส่ไม่ถูกต้อง โดยหว่านกระจายบนดิน | | | |
| **2.11 ตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยอื่นๆ ยกเว้นโบรอน** ทุกจังหวัดในปี 2549-2552 เกษตรกรใส่ปุ๋ยในตำแหน่งที่มีระดับความ | | | |

| 1. สภาพพื้นที่ | เหมาะสม | ปานกลาง | เหมาะสมน้อย |
|---|---|---|---|
| เหมาะสมมากจำนวน 55-23% รองลงมาเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมปานกลาง 23-29% โดยหว่านกระจายชิดโคนต้นออกมาครึ่งทรงพุ่มหรือโรยเป็นเส้นตรงระหว่างแถวปาล์ม หรือโรยเป็นเส้นวงกลมรอบทรงพุ่ม ลักษณะดังกล่าวพบมากที่สุดใน จ.สุราษฎร์ธานี สำหรับตำแหน่งที่เหมาะสมน้อยมีจำนวนน้อยที่สุดเพียง 5-17% กลุ่มนี้พบใน จ.ระนอง และ จ.ชุมพร เป็นพื้นที่ปลูกปาล์มบนภูเขา โดยไม่ปรับพื้นที่เป็นขั้นบันไดและใส่ปุ๋ยโดยหว่านกระจายรอบต้น สำหรับในปี 2553 ใน จ.สุราษฎร์ธานี และจ.ชุมพร มีตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยเหมาะสมมาก และเหมาะสมปานกลางร้อยละ 43 และ57 ตามลำดับ | | | |
| **2.12 การปลูกพืชแซม** ไม่ปลูกพืชแซมมากกว่าร้อยละ 98 ส่วนที่เหลือจำนวน 1 แปลงใน จ.ระนอง ปลูกกาแฟแซม | | | |
| **2.13 การให้น้ำ** ทุกจังหวัดในปี 2549-2553 เกษตรกร 64-82% ไม่ให้น้ำปาล์มน้ำมันในฤดูแล้งโดยได้รับเฉพาะน้ำฝนเท่านั้น จำนวน 17-29% เป็นกลุ่มที่ให้น้ำไปตามร่องน้ำหรือใช้สายยาง และจำนวน 1-7% ให้น้ำโดยใช้สปริงเกลอร์ซึ่งทราบปริมาณที่ชัดเจนและเพียงพอสำหรับปาล์มน้ำมัน | | | |
| **2.14 การตัดแต่งทางใบ** ส่วนใหญ่ตัดแต่งทางใบมีความเหมาะสมมากและเหมาะสมปานกลาง สำหรับการตัดแต่งที่ระดับความเหมาะสมน้อยนั้นพบเป็นส่วนน้อย | | | |
| **2.15 การจัดการทางใบ** มีการจัดการทางใบในระดับความเหมาะสมปานกลางเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 79-86% โดยมีลักษณะจัดวางทางใบตามสะดวกของแต่ละแปลงในระหว่างแถวปาล์ม ทุกๆแถวหรือทุกๆ 2-4 แถว แต่ไม่มีการย้ายสับเปลี่ยนกองทางใบเพื่อกระจายอินทรียวัตถุ กลุ่มที่ 2 มีการจัดการทางใบในระดับเหมาะสมมาก จำนวน 13-16% โดยวางทางใบรอบโคนต้นห่างจากโคน 1.5-2 ม. ลักษณะดังกล่าวพบใน จ.ชุมพรมากที่สุด รองลงมาคือ จ.สุราษฎร์ธานี และไม่พบใน จ.นครศรีธรรมราช และ จ.ระนอง สำหรับการจัดการในระดับเหมาะสมน้อย 1-4% พบใน จ.นครศรีธรรมราช ที่มีการเผากองทางใบ และ ในจ.ชุมพรกองทางใบสูง 1 - 1.2 ม. | | | |
| **2.16 การใส่ทะลายเปล่า** เพื่อเป็นปุ๋ยอินทรีย์และเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ดินนั้น ทุกจังหวัดไม่ใส่ทะลายเปล่ายกเว้น จ.สุราษฎร์ธานี ที่ใส่ทะลายเปล่า จำนวน 2 แปลง | | | |
| **2.17 การป้องกันกำจัดโรค แมลง และหนู** ทุกแปลงไม่พบปัญหาจากโรค แมลง และหนู | | | |
| **2.18 การกำจัดวัชพืช** ทุกแปลงไม่มีหญ้าคา และมีการกำจัดวัชพืชต่างๆทำให้สวนไม่รก เกษตรกรใช้วิธีการพ่นสารเคมีหรือตัดโดยเครื่องตัดหญ้า หรือพ่นสารเคมีร่วมกับการตัด | | | |
| **2.19 สภาพต้นใบจากการสังเกต** 59-95% มีสภาพใบปาล์มน้ำมันมีสีเขียวเป็นมัน ใบใหม่สมบูรณ์ยอดไม่เรียวเล็กซึ่งพบลักษณะนี้มากที่สุดใน จ.สุราษฎร์ธานี รองลงมาคือ จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ ระนองตามลำดับ สำหรับสภาพต้นใบในลักษณะความเหมาะสมปานกลางนั้นมีจำนวน 5-41% โดยใบที่ทางใบล่างมีจุดสีส้มแสดงอาการมากกว่า 10% ของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลง และบางแปลงมีอาการขาดธาตุแมกนีเซียมร่วมด้วยซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้พบมากในจ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และจ.ระนอง | | | |
| **2.20 การเก็บเกี่ยว** เกษตรกรกรทุกรายให้ข้อมูลว่าเก็บผลสุก | | | |
| **2.21 การจัดการสวนหลังคำแนะนำ** พบว่า เกษตรกรทุกรายทำตามคำแนะนำบางอย่าง โดยทำตามคำแนะนำในเรื่องของการงดใส่ปุ๋ยในต้นที่มีลักษณะผลลีบไม่มีกะลา และโค่นต้นทิ้ง เนื่องจากเดิมเกษตรกรใส่ปุ๋ยต้นที่มีลักษณะนี้มากกว่าต้นปกติ เพื่อให้ผลปาล์มมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนการใส่ปุ๋ยเกษตรกรทำตามคำแนะนำบางอย่าง ซึ่งใส่แต่ละสูตรและปริมาณมากหรือน้อยตามราคาผลผลิต และความจำเป็นต้องใช้จ่ายของครอบครัวในแต่ละปี | | | |

**ตารางผนวกที่ 2** ผลผลิตเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ ปี 2549-2553 ของสวนปาล์มน้ำมันเกษตรกรในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช จ.ชุมพร และ จ.ระนอง

| จังหวัด | ปี 2549 | | | | | ปี 2550 | | | | | ปี 2551 | | | | | ปี 2552 | | | | ปี 2553 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3-6 | 7-12 | 13-20 | ≥ 21 | 2 | 3-6 | 7-12 | 13-20 | ≥ 21 | 2 | 3-6 | 7-12 | 13-20 | ≥ 21 | 3-6 | 7-12 | 13-20 | ≥ 21 | 3-6 | 7-12 | 13-20 | ≥ 21 |
| สุราษฎร์ธานี | - | 4,316 | 4,584 | 3,797 | 2,614 | 724 | 2,637 | 4,183 | 2,056 | 3,958 | - | 3,423 | 4,750 | 4,068 | - | 2,613 | 3,238 | 3,648 | - | - | 2,947 | - | - |
| นครศรีธรรมราช | - | 1,541 | 3,119 | - | - | - | 1,957 | 2,986 | - | - | - | 1,303 | 3,340 | - | - | 2,670 | 2,574 | - | - | - | - | - | - |
| ชุมพร | - | 2,084 | 2,566 | 2,657 | - | - | 1,302 | 1,712 | 1,983 | - | - | 1,898 | 3,827 | 3,695 | 2,015 | 1,304 | 1,969 | 1,796 | 1,148 | 1,243 | - | 3,704 | |
| ระนอง | - | 1,885 | 3,726 | - | - | - | 1,414 | 1,980 | 1,148 | - | - | 1,415 | 2,899 | 1,077 | - | 1,877 | 2,443 | - | - | - | 3,226 | - | - |
| **เฉลี่ย/ปี** | - | 2,457 | 3,499 | 3,227 | 2,614 | 742 | 1,828 | 2,715 | 1,729 | 3,959 | - | 2,010 | 3,704 | 2,853 | 2,015 | 2,116 | 2,556 | 2,700 | 1,693 | 1,946 | 3,087 | 3,704 | - |
| **เฉลี่ย/จังหวัด** | **สุราษฎร์ธานี 2549-2553** | | | | | **นครศรีธรรมราช 2549-2553** | | | | | **ชุมพร 2549-2553** | | | | | **ระนอง 2549-2553** | | | | **รวม 4 จังหวัด 2549-2553** | | | |
| | 742 | 3,247 | 3,940 | 3,392 | 3,287 | - | 1,868 | 3,005 | - | - | - | 1,647 | 2,519 | 2,753 | 1,582 | 1,567 | 2855 | 1,113 | - | 2,052 | 3,115 | 2,560 | 2,993 |
| | 3,467 | | | | | 2,437 | | | | | 2,125 | | | | | 1,845 | | | | 2,680 | | | |
| **รายแปลง** | **สุราษฎร์ธานี 2549-2553** | | | | | **นครศรีธรรมราช 2549-2553** | | | | | **ชุมพร 2549-2553** | | | | | **ระนอง 2549-2553** | | | | **รวม 4 จังหวัด 2549-2553** | | | |
| ต่ำสุด | | 1,572 | 1,748 | 1,347 | 2,614 | - | 741 | 1,090 | - | - | - | 764 | 1,352 | 1,103 | 1148 | 592 | 1134 | 1,077 | - | 592 | 1,090 | 1,077 | 1,148 |
| สูงสุด | | 5,609 | 6,327 | 3,797 | 3,958 | - | 3,738 | 5,028 | - | - | - | 2,084 | 6,416 | 5,554 | 2,015 | 3765 | 4256 | 1,148 | - | 5,609 | 6,416 | 5,554 | 3,958 |

**ตารางผนวกที่ 3** ข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกร จ.นราธิวาส

| ที่ตั้ง,พื้นที่ปลูก,อายุปาล์ม34 ราย 542 ไร่ | |
|---|---|
| อายุ 3-5 ปี 1 รายอายุ 6-10 ปี 31 ราย อายุตั้งแต่ 11 ปี 2 ราย | |
| สภาพพื้นที่ | ที่ราบ-ลาดเอียงเล็กน้อย 34 ราย |
| พื้นที่เดิม | ดินพรุ 25 ราย ที่นา 6 ราย พื้นที่ว่างเปล่า 1 ราย สวนยางพารา 2 ราย |
| แหล่งพันธุ์ | (1 รายปลูกมากกว่า 1 พันธุ์) จากมาเลเซีย 6 ราย คอสตาริก้า 19 ราย แซร์ 2 ราย ไทย 12 ราย |
| ระยะปลูก (เมตร) | 7x7 ม. 1 ราย 7.5x7.5 ม. 3 ราย 8x7 ม. 1 ราย 8x8 ม. 8 ราย 8.5x8.5 ม 2 ราย 8x9 ม. 2 ราย9x9 ม. 15 ราย 10x10 ม. 2 ราย |
| ทิศ | ถูกต้อง34 ราย |
| การจัดการระบบระบายน้ำ | มี 20 ราย ไม่มี 14 ราย |
| การวางระบบถนนและการขนส่ง | มี 10 รายไม่มี 24 ราย |
| การให้น้ำ | อาศัยน้ำฝน 33 ราย มีระบบน้ำ 1 ราย |
| การให้ปุ๋ย | เคมี 21 ราย ปุ๋ยเคมีร่วมกับอินทรีย์ 13 ราย |
| การใช้ปูนทางการเกษตร | ใช้ 22 ราย ไม่ใช้ 12 ราย |
| การปลูกพืชแซม | ปลูก 6 รายไม่ปลูก28 ราย |
| ประเภทการกำจัดวัชพืช | ใช้สารเคมี 7 ราย อื่น ๆ(ที่ไม่ใช้สารเคมี) 20 ราย เคมีร่วมกับวิธีอื่นๆ 7 ราย |
| การปลูกพืชคลุมดิน | ปลูก 1 ไม่ปลูก 33 ราย |
| การกำจัดโรค | 1 รายไม่ทำ 33 ราย |
| การกำจัดแมลง | 2 รายไม่ทำ 32 ราย |
| การกำจัดหนู | 7 รายไม่ทำ 27 ราย |
| การตัดแต่งทางใบและการจัดการทางใบ | ทำ 34 ราย |
| รอบการเก็บเกี่ยว | 15 วัน/ครั้ง (รอบ) 25 ราย 20 วัน/ครั้ง (รอบ) 6 ราย 30 วัน/ครั้ง (รอบ) สังเกตสีผิวผลและมีผลร่วง 34 ราย |
| การขนย้ายผลผลิตภายในแปลง | รถยนต์ (กระบะ) 6 ราย รถเข็น 19 ราย รถไถ 6 ราย รถจักรยานยนต์ 1 ราย แบกหาม 2 ราย |
| สถานที่รับซื้อผลผลิต | สหกรณ์นิคมปิเหล็ง 15 ราย สหกรณ์นิคมบาเจาะ 12 ราย พ่อค้ารับซื้อทั่วไป 6 ราย |
| ผลผลิตทะลายสด | สวนปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทะลายสด 0.5-2.4 ตันต่อไร่ต่อปี มี 13 ราย สวนปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทะลายสด 2.4-4.9 ตันต่อไร่ต่อปี มี 21 ราย |

# ศึกษาระบบการจัดการ การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
# Study on of Oil Palm Seedling Management

ชุมพล เชาวนะ[1/] อุษา ชูรักษ์[2/] อรรัตน์ วงศ์ศรี[1/] สายชล จันมาก[2/] สุริยะ คงศิลป์[2/]

## บทคัดย่อ

ศึกษาระบบการจัดการการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อทราบถึงศักยภาพการผลิตต้นกล้าของประเทศ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินผลการบรรลุตามเป้าหมายของแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและพลังงานทดแทน และสามารถนำไปประเมินการขยายพื้นที่ปลูกของประเทศ หน่วยผลิตและรวบรวมต้นกล้าเพื่อจำหน่ายเป็นแปลงเพาะชำของภาคเอกชนและภาคราชการต่างๆ ได้แก่ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ศูนย์วิจัยของกรมวิชาการเกษตร หน่วยราชการของกรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง เป็นต้น โดยนำเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันจากต่างประเทศและภาคเอกชนในประเทศและจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ณ ปี 2553 รวมแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันทั่วประเทศที่ได้รับการจดทะเบียนจำนวน 339 แปลง ปริมาณต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 12,545,321 ต้น ประมาณการคิดเป็นพื้นที่ปลูกได้ 0.5 ล้านไร่ (คิดจาก 25 ต้นกล้าใช้ปลูกได้ 1ไร่) ในช่วงปี 2549 – 2553 มีแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรโดยจำแนกขนาดแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันรายใหญ่ ที่มีการผลิตต้นกล้าปริมาณมาก จำนวนเกิน 1,000,000 ต้นต่อปี จำนวน 43 39 17 22 และ 28 แปลงเพาะตามลำดับโดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้าประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กและขนาดกลาง มีจำนวนแปลง 467 438 267 319 และ 311 แปลง โดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้า เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ แปลงเพาะชำส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ พบว่าจังหวัดมีปริมาณต้นกล้าในแต่ละปีมากที่สุดได้แก่จังหวัดกระบี่ 4,223,331 ต้น มีแปลงเพาะ 90 แห่ง รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีแปลงเพาะ 142 แห่งปริมาณต้นกล้า 2,149,801 ต้น และมีแปลงเพาะชำของเอกชนกระจายทุกภาคของประเทศ

การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันมีการใช้แหล่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากที่ต่างๆ ทั้งภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ แปลงเพาะส่วนใหญ่ใช้แหล่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันมากกว่า 1 แหล่งพันธุ์ โดยเฉพาะแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ และบางแปลงเป็นเจ้าของแหล่งพันธุ์ การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่มีการจัดการแปลงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการมากกว่าแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนการจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันนั้น ทั้งแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์ ส่วนการพรางแสงให้แก่ต้นกล้า การอนุบาลต้นกล้าและการวางถุง แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่มีการอนุบาลต้นกล้าสองครั้ง การวางถุงแบบสามเหลี่ยมและแถวเดี่ยว ในขณะที่แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กส่วนมากไม่มีการพรางแสงให้แก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน บางแปลงมีการอนุบาลต้นกล้าเพียงครั้งเดียวและวางถุงแบบแถวคู่

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ต. ท่าอุแท อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี
[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ เลขที่ 68 หมู่ 1 ต. ห้วยน้ำขาว อ. คลองท่อม จ. กระบี่

# คำนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ได้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศประมาณ 4.3 ล้านไร่ ขณะเดียวกันจากมติคณะรัฐมนตรีซึ่งได้กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศประมาณ 5 ล้านไร่ เพื่อเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนในรูปของไบโอดีเซล นอกเหนือจากการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค ปี 2553 ประเทศไทยใช้ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) ปริมาณ 0.47 ล้านตัน เพื่อผลิตไบโอดีเซล (สุรกิตติ, 2554) และนับวันพลังงานทดแทนในรูปของไบโอดีเซล มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นเนื่องจากช่วยลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ

ด้วยเหตุผลที่สำคัญเช่นนี้ จึงทำให้เกษตรกรมีความสนใจทำสวนปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญมาเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งในรอบปีไม่ควรน้อยกว่า 75 % (วิชณีย์ และคณะ, 2554) เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ชอบสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้น สภาพแวดล้อมที่หนาวเย็นและแห้งแล้งยาวนานจะมีผลกระทบกับผลผลิตโดยตรง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ในภาคใต้เป็นส่วนใหญ่ประมาณ 7.31 ล้านไร่ จากพื้นที่เหมาะสมทั้งหมด ประมาณ 10.58 ล้านไร่ (เกริกชัย และคณะ, 2553)

การทำสวนปาล์มน้ำมันนั้นการใช้ต้นพันธุ์ที่ดีถือเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งและต้นพันธุ์ที่ดีนั้นส่วนใหญ่มาจากแปลงเพาะกล้าที่ได้รับการจดทะเบียนรับรองแปลงเพาะจากกรมวิชาการเกษตรตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ. ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช (ฉบับที่ 2) พ. ศ. 2535 ซึ่งกำหนดให้ปาล์มน้ำมันเป็นเมล็ดพันธุ์ควบคุมและกำหนดว่าผู้เพาะชำเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันและต้นกล้าปาล์มน้ำมันต้องจดทะเบียนเป็นผู้เพาะชำปาล์มน้ำมันเสียก่อน จึงจะขอรับใบอนุญาตรวบรวมเมล็ดพันธุ์ ควบคุมเพื่อการค้า (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

การผลิตปาล์มน้ำมันเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสำหรับเข้าสู่กระบวนการผลิตไบโอดีเซลนั้น การเริ่มต้นจากการใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ดีและมีระบบการจัดการที่ถูกต้องตามหลักวิชาการนั้นถือเป็นหัวใจสำคัญ เพื่อให้ได้ปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพทั้งต้นพันธุ์และผลผลิตในระยะยาว สุรกิตติ และคณะ (2547) รายงานว่า การจัดการแปลงเพาะที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง พร้อมที่จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในแปลงปลูก และส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันมีผลผลิตได้เร็วยิ่งขึ้น ช่วยให้ต้นปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอทุกต้น และยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ตลอดจนสามารถลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันลง นอกจากนี้ข้อมูลศักยภาพการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และระบบการจัดการพื้นฐานของแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นถึงศักยภาพในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันของประเทศ

การผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน ภาครัฐกำลังดำเนินการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มเพิ่มเพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่จะเพิ่มมากขึ้นต่อเนื่อง และปรับปรุงประสิทธิภาพผลผลิตปาล์มต่อไร่เพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มดิบเพิ่มขึ้นตามแผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมทั้งส่งเสริมให้เกษตรกรเรียนรู้เทคโนโลยีการปลูกปาล์มของต่างประเทศซึ่งจะให้ไทยสามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มให้มากขึ้น ขณะที่ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยยังประสบปัญหาปริมาณผันผวนตามสภาพดินฟ้าอากาศและราคาผลผลิตที่ขึ้นกับอุปสงค์และอุปทานทั้งตลาดต่างประเทศและภายในประเทศ ดังนั้นแนวทางแก้ไขปัญหาที่ต้องเร่งดำเนินการคือ ควรเร่งขยายพื้นที่เพาะปลูกและส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ต่างๆ จากแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน
2. แบบฟอร์มการกรอกข้อมูลสำรวจ

**วิธีดำเนินการ**

**1. ดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูล**

1.1 สำรวจพื้นที่แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละแปลง

1.2 ให้คำแนะนำการจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน

**2. วิเคราะห์ข้อมูล**

2.1 รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันและจำแนกขนาดแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันตามจำนวนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**3. การบันทึกข้อมูล**

3.1 บันทึกจำนวนแปลงเพาะและจำนวนต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ในแต่ละแปลงเพาะ

3.2 การปฏิบัติดูแลรักษาต้นกล้าปาล์มน้ำมันและการจัดการพื้นฐานของแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละละแปลง

3.3 บันทึกแหล่งพันธุ์ของแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2549 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ทำการทดลอง**

แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันของผู้ประกอบการทั่วประเทศ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**สถานการณ์การผลิตต้นกล้า**

จากข้อมูลการสำรวจพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกปี และข้อมูลจากสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรกรมวิชาการเกษตร ซึ่งดำเนินการควบคุมขั้นตอนการนำเข้า พบว่าปริมาณการนำเข้าเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันตั้งแต่ ปี 2542-2553 พบว่า ก่อนปี 2546 มีการนำเข้ามาไม่มากนักอยู่ในช่วง 0.2-1.8 ล้านเมล็ดงอกต่อปี ตั้งแต่ปี 2546 มีการนำเข้า มากกว่า 3.4 ล้านเมล็ดงอก และนำเข้าปีละประมาณ 2 - 4 ล้านเมล็ดงอก ยกเว้นในปี 2548 มีการนำเข้าถึง 15.918 ล้านเมล็ดงอก เนื่องจากมีแนวโน้มจะมีโครงการขยายพื้นที่เพื่อผลิตพลังงานทดแทน แต่การผลักดันให้กิดโครงการไม่เป็นไปตามแผน มีผลให้ปี 2550 มีต้นกล้าตกค้างในแปลงเพาะจำนวนมาก จึงมีการชะลอการนำเข้า การนำเข้าในปี 2550 มีเพียง 50,000 เมล็ดงอก แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์มาจากหลายประเทศ ได้แก่ คอสตาริก้า ปาปัวนิวกินีไอโวรี่โคสท์ เบนิน คองโก และอินโดนีเซีย โดยรวมตั้งแต่ปี 2548-2553 มีจำนวน 28,070,236 เมล็ดงอก ประมาณการคิดเป็นพื้นที่ปลูกได้ 935,675 ไร่ (คิดจาก 30 เมล็ดงอกใช้ปลูกได้ 1ไร่) และจากประเทศคอสตาริก้ามีจำนวนเมล็ดงอกที่นำเข้าต่อปีมากกว่าจากประเทศอื่น โดยรวมตั้งแต่ปี 2548-2553 มีจำนวน 19,588,044 เมล็ด (ตารางที่ 1) การนำเข้าเมล็ดงอกจากต่างประเทศมาผลิตเป็นต้นกล้าในแปลงเพาะของภาคเอกชนทั่วประเทศ พบว่า ตั้งแต่ปี 2548-2553 มีปริมาณต้นกล้า 22,704,878 20,187,943 8,169,012 10,182,061 และ 12,542,721 ต้นตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งในระบบการผลิตต้นกล้าของแปลงเพาะชำ ปริมาณของต้นกล้าในแปลงเพาะแต่ละปี มาจากการนำเข้า และจากบริษัทผู้ผลิตในประเทศ และจากของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยต่างๆของกรมวิชาการเกษตร แต่เนื่องจากการผลิตต้นกล้าจากเมล็ดงอกใช้ระยะเวลามากกว่า 8 เดือนจึงจะพร้อมจำหน่ายได้ ดังนั้น ปริมาณต้นกล้าในแต่ละปีจะมีต้นกล้าที่ตกค้างและรอการจำหน่ายจากปีก่อนรวมอยู่ด้วย

**ตารางที่ 1** ปริมาณและอายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แยกตามแหล่งพันธุ์ ที่มีอยู่ในแปลงเพาะชำกล้าปาล์มน้ำมัน

| ที่ | แหล่งพันธุ์ | | จำนวนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน แยกตามแหล่งพันธุ์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ปี 2549 | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
| 1 | ASD คอสตาริก้า | นำเข้า | 9,787,855 | 8,505,121 | 2,041,223 | 2,854,607 | 4,408,008 |
| 2 | Benin | นำเข้า | 149,507 | 146,907 | 66,596 | - | - |
| 3 | Congo (Zaire) | นำเข้า | 75,171 | 38,274 | 13,398 | 10,402 | 10,402 |
| 4 | DAMI ปาปัวนิวกินี | นำเข้า | 1,396,586 | 1,199,282 | 137,892 | 97,836 | 175,492 |
| 5 | Indonisia | นำเข้า | 51,448 | 47,087 | 794 | 5,000 | 963 |
| 6 | CIRAD (IRHO) | นำเข้า | 1,799,180 | 1,913,580 | 807,924 | 571,269 | 751,613 |
| 7 | Malay | นำเข้า | - | 20,532 | 13,469 | 13,469 | - |
| 8 | Golden | หจก.โกลด์เด้นเทเนอรา กระบี่ | 43,790 | 53,393 | 232,312 | 768,385 | 1,199,125 |
| 9 | PR | บริษัท เปารงค์ นครศรีธรรมราช | 1,576,849 | 1,267,630 | 541,128 | 366,866 | 452,488 |
| 10 | ST | ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี | 1,421,253 | 961,228 | 486,923 | 1,063,461 | 1,172,694 |
| 11 | Uti | บริษัทอูติ | 3,672,924 | 3,239,039 | 1,456,894 | 1,663,579 | 1,784,871 |
| 12 | UV | บริษัทยูนิวานิชมหาชน จำกัด กระบี่ | 3,010,397 | 2,795,870 | 1,671,259 | 2,594,701 | 2,587,347 |
| 13 | KU | ม.เกษตรศาสตร์ | - | - | - | - | 2,318 |
| | **รวมต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดนำเข้า** | | **13,259,747** | **11,870,783** | **3,081,296** | **3,552,583** | **5,346,478** |
| | **สัดส่วนเมล็ดนำเข้า %** | | **57.7** | **58.8** | **41.2** | **35.5** | **42.6** |
| | **รวมต้นกล้าที่ผลิตภายในประเทศ** | | **9,725,213** | **8,317,160** | **4,388,516** | **6,456,992** | **7,198,843** |
| | **สัดส่วนผลิตภายในประเทศ %** | | **42.3** | **41.2** | **58.8** | **64.5** | **57.4** |
| | **รวมนำเข้าและในประเทศ** | | **22,984,960** | **20,187,943** | **7,469,812** | **10,009,575** | **12,545,321** |

**ตารางที่ 2** ปริมาณการนำเข้าเมล็ดงอกแยกตามแหล่งพันธุ์ ที่มีอยู่ในแปลงเพาะชำกล้าปาล์มน้ำมัน ปี 2548-2553

| ที่ | ประเทศ | ปี 2548 | ปี 2549 | ปี2550 | ปี2551 | ปี2552 | ปี2553 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | คอสตาริก้า | 11,400,000 | 1,272,469 | 30,000 | 2,229,800 | 2,914,500 | 1,741,275 | **19,588,044** |
| 2 | ปาปัวนิวกินี | 1,852,000 | 260,000 | | 105,000 | 222,500 | 73,500 | **2,513,000** |
| 3 | ไอโวรี่โคสต์ | 1,801,712 | 1,220,000 | | | | | **3,021,712** |
| 4 | เบนิน | 255,000 | 250,000 | | | 1,052,720 | 779,560 | **2,337,280** |
| 5 | คองโก | 550,000 | | | | | | **550,000** |
| 6 | อินโดนีเซีย | 60,200 | | | | | | **60,200** |
| 7 | กานา | | | | | | | **0** |
| 8 | มาเลเซีย | | | | | | | **0** |
| | **รวม** | **15,918,912** | **3,002,469** | **30,000** | **2,334,800** | **4,189,720** | **2,594,335** | **28,070,236** |

**ตารางที่ 3** ปริมาณเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ที่ผลิตในแปลงเพาะชำที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรตั้งแต่ปี 2549-2553

| รายการ | ปี 2549 | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
|---|---|---|---|---|---|
| **จำนวนต้นกล้าทั้งหมด** | 22,984,960 | 20,187,943 | 7,469,812 | 10,009,575 | 12,545,321 |
| **จำนวนแปลงเพาะทั้งหมด** | 510 | 477 | 284 | 341 | 339 |
| แปลง 100,000 ต้นขึ้นไป | | | | | |
| **จำนวนต้นกล้า** | 14,418,267 | 13,055,113 | 4,124,675 | 5,619,140 | 8,332,028 |
| **จำนวนแปลงเพาะ** | 43 | 39 | 17 | 22 | 28 |
| **สัดส่วนคิดเป็น %** | 62.1 | 63.2 | 49.5 | 54.5 | 65.7 |
| แปลงขนาด 1 - 100,000 ต้น | | | | | |
| **จำนวนต้นกล้า** | 8,792,786 | 7,591,528 | 4,209,043 | 4,688,151 | 4,342,551 |
| **จำนวนแปลงเพาะ** | 467 | 438 | 267 | 319 | 311 |
| **สัดส่วนคิดเป็น %** | 37.9 | 36.8 | 50.5 | 45.5 | 34.3 |

**ระบบการจัดการผลิตต้นกล้าของภาคเอกชน**

ในช่วงปี 2549 – 2553 มีแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร จำนวน 510 477 284 341 และ 339 แปลงตามลำดับ จำแนกขนาดแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันรายใหญ่ ที่มีการผลิตต้นกล้าปริมาณมาก จำนวนเกิน 1,000,000 ต้นต่อปี จำนวน 43 39 17 22 และ 28 แปลงเพาะตามลำดับโดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้าประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กและขนาดกลาง มีจำนวนแปลงมาก 467 438 267 319 และ 311 แปลง โดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้าเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ แปลงเพาะชำส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ พบว่าจังหวัดมีปริมาณต้นกล้าในแต่ละปีมากที่สุดได้แก่จังหวัดกระบี่ 4,223,331 ต้น มีแปลงเพาะ 90 แห่ง รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีแปลงเพาะ 142 แห่งปริมาณต้นกล้า 2,149,801 ต้น และมีแปลงเพาะชำของเอกชนกระจายทุกภาคของประเทศ

**การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดภาคใต้ (สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง)**

**<u>แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่</u>**

1. แหล่งน้ำใช้บ่อน้ำขุดและให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์
2. มีการพรางแสงให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
3. การเพาะกล้ามีการอนุบาลต้นกล้า 2 ครั้ง
4. การวางถุงแบบสามเหลี่ยมและแบบแถวเดี่ยว
5. การใส่ปุ๋ยและการจัดการวัชพืชใช้แรงงานคนและสารเคมี

**<u>แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดกลาง</u>**

1. แหล่งน้ำใช้บ่อน้ำขุดและใช้น้ำประปาและให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์
2. ส่วนมากมีการพรางแสงและบางแปลงไม่มีการพรางแสงต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
3. การเพาะกล้ามีการอนุบาลต้นกล้า 2 ครั้ง
4. การวางถุงทั้งแบบสามเหลี่ยม แบบแถวเดี่ยวและแถวคู่
5. การใส่ปุ๋ยและการจัดการวัชพืชใช้แรงงานคนและสารเคมี

**<u>แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็ก</u>**

1. แหล่งน้ำใช้บ่อน้ำขุด น้ำประปาและแม่น้ำและให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์
2. ส่วนมากไม่มีการพรางแสงและส่วนน้อยมีการพรางแสงต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
3. การเพาะกล้ามีการอนุบาลต้นกล้า 2 ครั้งแต่มีบางแปลงอนุบาลต้นกล้าครั้งเดียว
4. การวางถุงทั้งแบบแถวเดี่ยวและแถวคู่
5. การใส่ปุ๋ยและการจัดการวัชพืชใช้แรงงานคนและสารเคมี

แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์ทำให้ต้นกล้าได้รับน้ำเพียงพอ เนื่องจากต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่สูงมาก 12.5 มิลลิเมตรต่อวัน การให้น้ำระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ ทำให้ต้นกล้าได้รับน้ำ 2-3 ลิตรต่อต้นต่อวัน (สุรกิตติ และคณะ, 2547) ส่วนแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่มีการพรางแสงให้แก่ต้นกล้า การอนุบาลต้นกล้าและการวางถุง มีการอนุบาลต้นกล้า 2 ครั้ง การวางถุงแบบสามเหลี่ยมและแถวเดี่ยว ในขณะที่แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กส่วนมากไม่มีการพรางแสงให้แก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน บางแปลงมีการอนุบาลต้นกล้าเพียงครั้งเดียว และวางถุงแบบแถวคู่ ซึ่งการเพาะต้นกล้าทั้งแบบอนุบาล 2 ครั้ง และ ครั้งเดียวนั้นเป็นรูปแบบที่ปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ไอวอรี่โคสต์ คอสตาริก้า และไนจีเรีย เพราะมีผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเพาะต้นกล้าแบบอื่นๆ ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีข้อดีและเสียแตกต่างกันไป การตัดสินใจเลือกรูปแบบการจัดการแปลงเพาะต้นกล้า ควรพิจารณาจากความเหมาะสมกับขนาดของแปลง ประสบการณ์ ความชำนาญ และข้อดีด้านต่างๆ ของทั้งสองรูปแบบ

การพรางแสงจะช่วยในระยะแรกของการเจริญเติบโต เนื่องจากต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะอ่อนแอต่อแสงแดดมาก โดยเฉพาะยอดอ่อน และใบอ่อน การให้ร่มเงาในช่วง 10 สัปดาห์แรกของการเจริญเติบโตทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างเป็นปกติ ทำให้เกิดอาการใบเรียวแคบ ยอดและใบไหม้ได้น้อยลง (สุรกิตติ และคณะ, 2547) ซึ่งการจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการจะทำให้ได้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่และมีลักษณะผิดปกติน้อยลง การพรางแสงให้แก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันนั้นมีเพียงแปลงเพาะกล้าขนาดใหญ่เท่านั้นที่มีการพรางแสง ในขณะที่แปลงเพาะกล้าขนาดกลาง และขนาดเล็กนั้นส่วนมากไม่มีการพรางแสงให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ยอดอ่อนและใบอ่อนเกิดอาการไหม้ได้หรือทำให้เกิดอาการใบเรียวแคบ ซึ่งเป็นลักษณะผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกได้มากขึ้น

**การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดภาคตะวันออก**

จากการสำรวจแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออก (จ.ชลบุรี, จันทบุรี, ตราด , ฉะเชิงเทราและสระแก้ว) ปี 2550, 2551, 2552 และ 2553 พบว่าผลจากการสำรวจแปลงเพาะกล้าทั้ง 4 ปี จะเห็นได้ว่า ในปี 2550 มีแปลงเพาะกล้าจำนวน 17 แปลง มากกว่าปี อื่นๆ เนื่องจากเป็นปีที่รัฐบาลมีนโยบายดำเนินโครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน จึงมีการเพาะกล้าปริมาณมาก และในปี 2551 ปริมาณการเพาะกล้าน้อยลง เนื่องจากความไม่ชัดเจนของโครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน ทำให้มีการเพาะกล้าน้อยลง มีปริมาณต้นกล้า 679,027 ต้น ในเดือน ธันวาคม

2551 แปลงเพาะกล้าเดิมของ จ.จันทบุรี ขอยกเลิก 2 แปลง และขอสมัครแปลงเพาะกล้าเพิ่ม 4 แปลง (จ.จันทบุรี 2 แปลง และสระแก้ว 2 แปลง) จึงมีแปลงเพาะกล้ารวม 4 จังหวัด (ชลบุรี ตราด จันทบุรี และสระแก้ว) เพิ่มขึ้นเป็น 19 แปลง ในปี 2552 ปริมาณต้นกล้าลดลงเหลือ 585,140 ต้น (เดือนกรกฎาคม) แปลงเพาะกล้าขอยกเลิกกิจการ 6 แปลง (จ.จันทบุรี 4 แปลง ตราด 1 แปลง และ สระแก้ว 1 แปลง) และมีการสมัครเพิ่ม 2 แปลง) จ.ชลบุรี 1 แปลง และ ฉะเชิงเทรา 1 แปลง) รวมเป็น 15 แปลง ส่วนปี 2553 มีปริมาณต้นกล้าเพิ่มขึ้นเป็น 876,000 ต้น (เดือนสิงหาคม) เนื่องจากราคาทะลายสดปาล์มน้ำมันมีราคาสูงขึ้นเกษตรกรจึงสนใจการปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น แต่จำนวนต้นกล้าที่เพิ่มขึ้นเป็นการผลิตของแปลงเพาะกล้ารายใหญ่ เช่น แปลงคณะบุคคลสวนเพาะพันธุ์พืช 1/1, ½ และ 1/3 สวนเพาะพันธุ์ปาล์มน้ำมันสุขสมบูรณ์ทั้ง จ.ชลบุรี และตราด และบริษัทเจริญโภคภัณฑ์เมล็ดพันธุ์ เป็นต้น ส่วนแปลงเพาะกล้าขนาดเล็กมีการเลิกกิจการจำนวน 2 แปลง (จ.สระแก้ว) มีขอสมัครเพิ่ม 2 แปลง (จ.จันทบุรีและฉะเชิงเทรา) รวมมีแปลงเพาะกล้า 15 แปลง

จากการศึกษาระบบการจัดการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออก (จ.ชลบุรี ตราด จันทบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา) ในระหว่างปี 2550-2553 พบว่าแปลงเพาะกล้าส่วนใหญ่มีการจัดการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และแปลงที่ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่จะไปให้คำแนะนำจนสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำได้ เช่น ในเรื่อง ขนาดถุงเพาะต้นกล้า มีการใช้ถุง 2 ขนาด คือ ในระยะอนุบาลแรกใช้ถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 4x6 นิ้ว และระยะอนุบาลหลักใช้ถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 10x14 นิ้ว มีการจัดวางถุง ต้นกล้าในระยะอนุบาลแบบแยกถุงเดี่ยว , แบบแถวคู่ติดต่อกันหรือแบบมากกว่า 4 แถวติดต่อกับ มีการจัดแปลงแยกเป็นกลุ่มตามอายุต้นกล้า และแหล่งพันธุ์ มีการจัดทำป้ายแสดงในแต่ละกลุ่มตามอายุต้นกล้า วัน/เดือน/ปี ทั้งเริ่มเพาะแหล่งพันธุ์ และจำนวนต้นกล้าในแต่ละกลุ่มอายุ มีการดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีการตัดทิ้งต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีการจัดทำหนังสือสัญญาซื้อ-ขาย หรือใบเสร็จรับเงิน หรือหนังสือรับรองพันธุ์ มีการจัดทำบัญชีต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และมีป้ายแปลงเพาะชำปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี แปลงจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมัน/ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับการรับรอง โดยกรมวิชาการเกษตร (ขนาด 20x70 ซม.) เป็นต้น

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แปลงเพาะชำต้นกล้าของภาคเอกชนและ ภาคราชการต่างๆ ได้แก่ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ศูนย์วิจัยของกรมวิชาการเกษตร หน่วยราชการของกรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ทั้งหมดโดยนำเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันจากแหล่งผลิตต่างๆ จากต่างประเทศและภาคเอกชนในประเทศและจาก ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์มาจากหลายประเทศ ได้แก่ คอสตาริก้า ปาปัวนิวกินี ไอโวรี่โคสท์ เบนิน คองโก และอินโดนีเซีย ณ ปี 2553 รวมแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันทั่วประเทศที่ได้รับการจดทะเบียนจำนวน 339 แปลง ปริมาณผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 12,674,579 ต้น ประมาณการคิดเป็นพื้นที่ปลูกได้ **935,675 ไร่** (คิดจาก 30 เมล็ดงอกใช้ปลูกได้ 1ไร่) ในช่วงปี 2549 – 2553 มีแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรโดยจำแนกขนาดแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันรายใหญ่ ที่มีการผลิตต้นกล้าปริมาณมาก จำนวนเกิน 1,000,000 ต้นต่อปี จำนวน 43 39 17 22 และ 28 แปลงเพาะตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้าประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กและขนาดกลาง มีจำนวนแปลง 467 438 267 319 และ 311 แปลง โดยมีสัดส่วนของจำนวนต้นกล้า เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ แปลงเพาะชำส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ พบว่าจังหวัดมีปริมาณต้นกล้าในแต่ละปีมากที่สุดได้แก่จังหวัดกระบี่ 4,223,331 ต้น มีแปลงเพาะ 90 แห่ง รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีแปลงเพาะ 142 แห่งปริมาณต้นกล้า 2,149,801 ต้น และมีแปลงเพาะชำของเอกชนกระจายทุกภาคของประเทศ

การใช้แหล่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากที่ต่างๆ ทั้งภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศคละกันไปในแต่ละแปลงเพาะและแปลงเพาะส่วนใหญ่ใช้แหล่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันมากกว่า 1 แหล่งพันธุ์ โดยเฉพาะแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ และบางแปลงเป็นเจ้าของแหล่งพันธุ์

การจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่มีการจัดการแปลงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการมากกว่าแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนการจัดการแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันนั้น ทั้งแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์ ส่วนการพรางแสงให้แก่ต้นกล้า การอนุบาลต้นกล้าและการวางถุง แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่มีการอนุบาลต้นกล้าสองครั้ง การวางถุงแบบสามเหลี่ยมและแถวเดี่ยว ในขณะที่แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันขนาดเล็กส่วนมากไม่มีการพรางแสงให้แก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน บางแปลงมีการอนุบาลต้นกล้าเพียงครั้งเดียวและวางถุงแบบแถวคู่

จากการสำรวจแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออก พบว่า ในปี 2550 มีแปลงเพาะกล้าจำนวน 17 แปลง มากกว่าปี อื่นๆ เนื่องจากเป็นปีที่รัฐบาลมีนโยบายดำเนินโครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน และในปี 2551 ปริมาณการเพาะกล้าน้อยลง เนื่องจากความไม่ชัดเจนของโครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน ส่วนปี 2553 มีปริมาณต้นกล้าเพิ่มขึ้นเป็น 876,000 ตัน (เดือนสิงหาคม) เนื่องจากราคาทะลายสดปาล์มน้ำมันมีราคาสูงขึ้นเกษตรกรจึงสนใจการปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น จากการศึกษาระบบการจัดการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออก (จ.ชลบุรี ตราด จันทบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา) ในระหว่างปี 2550-2553 พบว่าแปลงเพาะกล้าส่วนใหญ่มีการจัดการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์การผลิตต้นกล้า และระบบการจัดการพื้นฐานของแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน ทราบถึงศักยภาพการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันของประเทศ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินผลการบรรลุตามเป้าหมายของแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและพลังงานทดแทน

2. ฐานข้อมูลแปลงเพาะชำที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรจะเป็นแหล่งจำหน่ายต้นกล้าที่ได้มาตรฐานเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรผู้สนใจปลูกปาล์มน้ำมัน

3. ข้อมูลจากการศึกษาสามารถนำไปประเมินการขยายพื้นที่ปลูกของประเทศและใช้ในการอ้างอิงในการวิเคราะห์ระบบการผลิตปาล์มน้ำมัน

## เอกสารอ้างอิง


กรมวิชาการเกษตร. 2552. **พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติม.** สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ. 45 หน้า.

เกริกชัย ธนรักษ์ อรรัตน์ วงศ์ศรี และวิชณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2553. **ปาล์มน้ำมันและพืชทดแทนพลังงาน (ปาล์มน้ำมัน).** *ใน* การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2553 เรื่องผลงานวิจัยด้านพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. ณ ห้องประชุมเฉลิมพระเกียรติ เทศบาลเมืองแม่โจ้. เชียงใหม่, 10-12 พฤษภาคม 2553. หน้า 260-274.

ปริญดา หรูนหีม. 2550. **สถานการณ์ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้ฝั่งตะวันตกและต้นทุนการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน.** *ใน* รายงานผลการวิจัยประจำปี 2550. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร.หน้า 334-340.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ และเพ็ญศิริ จำรัสฉาย. 2554. **การจัดการน้ำ และสรีรวิทยาปาล์มน้ำมัน.** การอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร. ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร, 10-26 มกราคม 2554. หน้า 105-169.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2553. **สถิติปาล์มน้ำมัน.** สืบค้นจาก : http : t.doa.go.th/palm/pdf/statistics_palm oil/area % 202552-2552. pdf (16 ธันวาคม 2553)

สุรกิตติ ศรีกุล. 2554. **การจัดการแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน.** การอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร. ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร, 10-26 มกราคม 2554. หน้า 11-27.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2554. **ประวัติ และความสำคัญของปาล์มน้ำมัน.** การอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร. ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร, 10-26 มกราคม 2554. หน้า 1-9.

สุรกิตติ ศรีกุล สุพร ฆังคมณี และวัชรี ศรีรักษา. 2547. **การผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมัน.** เอกสารวิชาการ ปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

# ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** สรุปจำนวนแปลงเพาะ และต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ที่จดทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร ตั้งแต่ปี 2549-2553

| ลำดับ | จังหวัด | จำนวนแปลงเพาะ | | | | | จำนวนต้นกล้า | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ปี 49 | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 |
| 1 | กระบี่ | 95 | 82 | 86 | 91 | 90 | 4,341,415 | 3,883,98 | 2,258,23 | 2,736,68 | 4,223,331 |
| 2 | กาญจนบุรี | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 124,864 | 94,592 | 57,785 | 37,195 | 37,195 |
| 3 | กาฬสินธุ์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9,750 | 7,700 | 4,500 | 4,500 | 4,500 |
| 4 | กำแพงเพชร | | | | | 2 | | | | | - |
| 5 | จันทบุรี | 13 | 12 | 11 | 11 | 12 | 250,475 | 220,935 | 77,760 | 113,815 | 112,725 |
| 6 | ฉะเชิงเทรา | 2 | | | 3 | 1 | - | | | 550 | - |
| 7 | ชลบุรี | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 500,493 | 355,603 | 211,588 | 225,704 | 648,154 |
| 8 | ชุมพร | 121 | 115 | 97 | 85 | 80 | 5,097,877 | 4,187,35 | 1,564,84 | 1,976,28 | 1,820,723 |
| 9 | เชียงราย | | 1 | 2 | 2 | 2 | | 4,533 | 4,533 | - | - |
| 10 | ตาก | | | | 1 | 1 | | | | - | - |
| 11 | ตรัง | 18 | 14 | 16 | 20 | 22 | 444,773 | 414,305 | 38,243 | 134,760 | 214,658 |
| 12 | ตราด | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 354,004 | 362,801 | 308,674 | 256,242 | 236,443 |
| 13 | นครพนม | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 99,949 | 106,328 | 60,762 | 60,762 | 60,762 |
| 14 | นครราชสีมา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 15 | นครศรีธรรมราช | 52 | 52 | 54 | 49 | 43 | 1,541,556 | 1,052,46 | 582,426 | 571,696 | 867,564 |
| 16 | นครสวรรค์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 17 | นราธิวาส | 12 | 12 | 6 | 6 | 6 | 461,152 | 928,124 | 212,087 | 55,448 | 1,000 |
| 18 | บุรีรัมย์ | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | 3,000 | 1,618 |
| 19 | ประจวบคีรีขันธ์ | 15 | 15 | 14 | 19 | 18 | 310,083 | 310,503 | 239,398 | 198,705 | 221,820 |
| 20 | ปราจีนบุรี | 1 | | | | | - | | | | |
| 21 | ปัตตานี | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 9,000 | 7,000 | - | 8,096 | 8,096 |
| 22 | ปทุมธานี | | | 1 | 1 | 1 | | | 700 | - | - |
| 23 | พังงา | 10 | 7 | 3 | 4 | 8 | 82,593 | 36,876 | 14,333 | 18,418 | 68,672 |
| 24 | พัทลุง | 6 | 3 | 4 | 7 | 8 | 1,065,361 | 947,714 | 153,997 | 432,704 | 459,526 |
| 25 | เพชรบุรี | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 2,225 | 2,225 |
| 26 | เพชรบูรณ์ | 1 | | | | | - | | | | |
| 27 | พิษณุโลก | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| 28 | มุกดาหาร | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1,587 | 1,715 | 8,300 | 14,600 | 3,500 |
| 29 | ยโสธร | | | | | 1 | | | | | - |
| 30 | ร้อยเอ็ด | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 31 | ราชบุรี | | | | | 1 | | | | | - |
| 32 | ระนอง | 15 | 9 | 13 | 14 | 14 | 190,561 | 151,796 | 78,860 | 260,446 | 353,937 |

**ตารางผนวกที่ 1** (ต่อ)

| ลำดับ | จังหวัด | จำนวนแปลงเพาะ | | | | | จำนวนต้นกล้า | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ปี 49 | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 | ปี 49 | ปี 50 | ปี 51 | ปี 52 | ปี 53 |
| 33 | ระยอง | | | 2 | 2 | 3 | | | 10,683 | 10,683 | 10,683 |
| 34 | ลพบุรี | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 358 | 6,358 | 201,000 | 179,421 | 326,254 |
| 35 | ลำปาง | | | | | 1 | | | | | - |
| 36 | ลำพูน | | | | | 1 | | | | | - |
| 37 | เลย | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 29,000 | 29,000 | 29,000 | 25,000 | 25,000 |
| 38 | ศรีสะเกษ | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 16,640 | 16,590 | 6,550 | 6,550 | 5,000 |
| 39 | สกลนคร | 7 | 7 | 6 | 7 | 9 | 25,418 | 15,047 | 4,396 | 1,396 | 4,000 |
| 40 | สงขลา | 15 | 14 | 11 | 13 | 8 | 731,840 | 598,911 | 80,116 | 50,878 | 40,424 |
| 41 | สตูล | 8 | 8 | 8 | 5 | 5 | 279,176 | 252,794 | 113,901 | 80,147 | 137,997 |
| 42 | สระแก้ว | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 14,865 | 1,748 | 118,000 | 40,450 | 304,797 |
| 43 | สุราษฎร์ธานี | 171 | 169 | 160 | 160 | 142 | 6,509,322 | 5,674,838 | 1,566,06 1 | 2,416,086 | 2,149,801 |
| 44 | สุรินทร์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,700 | 1,500 | - | 160 | 300 |
| 45 | สระบุรี | | | | 1 | 1 | | | | 107,321 | 107,321 |
| 46 | หนองคาย | 29 | 29 | 29 | 30 | 33 | 112,312 | 99,342 | 40,921 | 40,921 | 35,196 |
| 47 | หนองบัวลำภู | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 48 | อำนาจเจริญ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19,580 | 19,580 | 19,580 | 19,580 | - |
| 49 | อุดรธานี | 7 | 6 | 6 | 8 | 8 | 43,040 | 36,260 | 36,260 | 36,260 | - |
| 50 | อุบลราชธานี | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 31,134 | 356,646 | 60,515 | 55,375 | 49,499 |
| 51 | อุทัยธานี | | | | | 1 | | | | | - |
| | **รวม** | **665** | **622** | **600** | **612** | **604** | **22,704,87 8** | **20,187,94 3** | **8,169,01 2** | **10,182,061** | **12,542,721** |

# ศึกษา model การคาดการณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมัน
# Study of model for forecasting yield of oil palm

สุรกิตติ ศรีกุล[1/] โกมล เจริญศรี[2/]

## บทคัดย่อ

ศึกษาสภาพแวดล้อมกับการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญในภาคใต้ ในปาล์มน้ำมันอายุ 9-10 ปี จากแหล่งปลูกต่าง ๆ ได้แก่ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร, อ.สิเกา จ.ตรัง, อ.พนม จ.กระบี่, อ.กาญจนดิษฐ์ และ อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี ผลจากการศึกษาในเบื้องต้น พบว่า การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแต่ละสภาพพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงแตกต่างกัน คือ ในเขต อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตสูงสุด ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายน และผลผลิตต่ำสุด ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ในเขต อ.สิเกา จ.ตรัง ผลผลิตสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน และผลผลิตต่ำสุด ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในเขต อ.เขาพนม จ.กระบี่ ผลผลิตสูงสุดในช่วงเดือน ธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และในเขต อ.กาญจนดิษฐ์ และ อ.คีรีรัฐนิคม ผลผลิตสูงสุดในช่วงเดือน สิงหาคมถึงกันยายน และผลผลิตต่ำสุด ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม สำหรับ อ.กาญจนดิษฐ์ แต่ในพื้นที่ อ.คีรีรัฐนิคม ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่ำสุดในช่วงเดือน เมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม และจากการศึกษานี้ พบว่า การขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การกระจายตัวของฝน และการขาดน้ำ ซึ่งการขาดน้ำในช่วง 10 เดือนก่อนระยะเก็บเกี่ยว จะส่งผลให้ผลผลิตลดลง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมันได้

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร
[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชปลูกชนิดยืนต้น (Perennial crop) ซึ่งมีการเจริญเติบโตถึงระยะที่ให้ผลผลิตแล้วจะให้ผลลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี แต่การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะมีการขึ้น-ลง (fluctuation) ตามระยะเวลาในรอบปี ซึ่งการให้ผลผลิตลักษณะนี้ จะมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและการประเมินการจัดการต่าง ๆ ของสวนปาล์มน้ำมัน ตลอดจนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม และราคาของผลผลิตทะลายสด

Corley (1976) ได้อธิบายว่า การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะมากหรือน้อยตามระยะเวลานั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระจายตัวของฝน และปริมาณการให้ผลผลิตของต้นปาล์มน้ำมันต้นนั้น ๆ (crop loading) กล่าวคือ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมในช่วงการพัฒนาของดอกภายในต้นปาล์มน้ำมัน จะทำให้ผลผลิตมาก และถ้าปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตมาก ๆ เป็นระยะเวลาช่วงหนึ่งก็จะส่งผลให้ผลผลิตในช่วงถัดมาต่ำลง เนื่องจากความสมบูรณ์ของต้นปาล์มน้ำมันต่ำลง หรือมีการแก่งแย่งสารอาหารกันระหว่างต้นและภายในต้นเดียวกันในภาคใต้ของประเทศไทยจะมีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด คือมี 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์ม จึงสมควรที่จะศึกษาความสัมพันธ์และผลกระทบของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบปี ต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน เพื่อศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นเพื่อคาดการณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. ต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่า (DxP) ย้ายกล้าลงปลูกในแปลง เดือน พฤษภาคม 2540 ตามแปลงทดลองต่าง ๆ จำนวน 5 แหล่ง คือ
   - ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี
   - ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง อ.สิเกา จ.ตรัง
   - บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มน้ำมัน จำกัด อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร
   - บริษัท ทักษิณปาล์มน้ำมัน จำกัด อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี
   - บริษัท ศรีเจริญปาล์มน้ำมัน จำกัด อ.เขาพนม จ.กระบี่
2. อุปกรณ์การวัดขนาดและน้ำหนัก
3. อุปกรณ์บันทึกสภาพแวดล้อม
4. ปุ๋ยเคมี

**แบบและวิธีการทดลอง**

1. แผนการทดลอง การวางแผนการทดลองแบบเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกันทุกต้นในแปลงทดลอง
2. วิธีการทดลอง

   2.1 แปลงปลูกปาล์มน้ำมัน แบบสามเหลี่ยมด้านเท่าระยะปลูก 9 เมตร โดยแต่ละแปลงทดลอง มีต้นปาล์มน้ำมัน สำหรับ บันทึกข้อมูล แปลงละ 500 ต้น

   2.2 การปฏิบัติดูแลรักษา เช่น การให้ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และอื่น ๆ ปฏิบัติตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยสวนสุราษฎร์ธานี (2532)

3. การบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

   3.1 บันทึกข้อมูล ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว

   3.2 บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำฝน

   3.3 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel for window

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุด กันยายน 2553

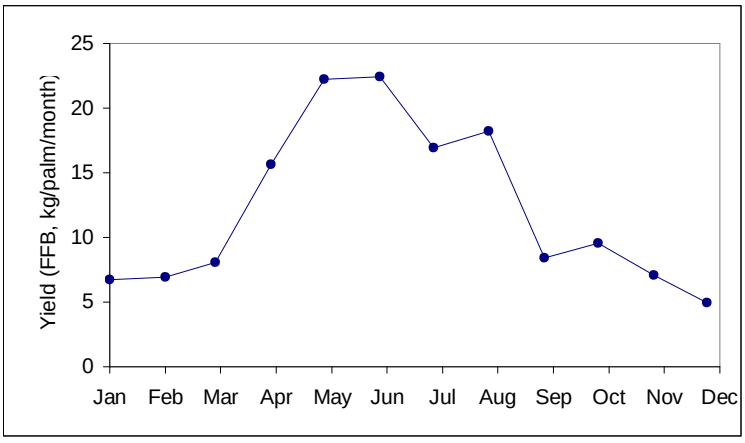
**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการเก็บข้อมูลผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันอายุ 8-10 ปี จากแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญในภาคใต้ 5 แหล่ง ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน คือ ที่ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร, อ.สิเกา จ.ตรัง, อ.กาญจนดิษฐ์, อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี และ อ.เขาพนม จ.กระบี่ พบว่า ผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลง (Fluctuation) แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (ภาพที่ 1-5)

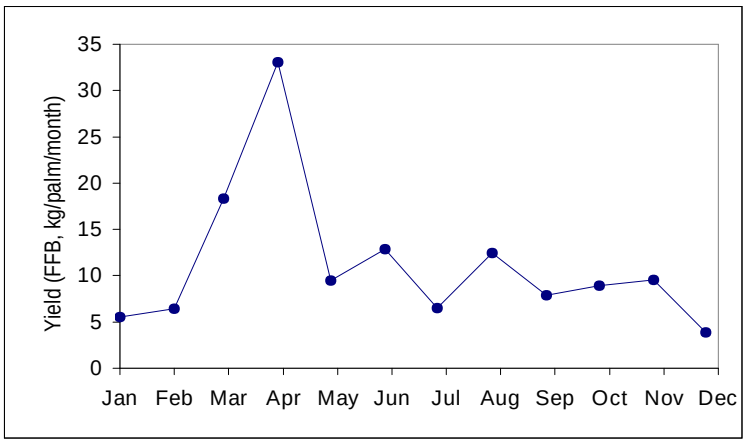
ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นการขึ้นลงของผลผลิต ปาล์มน้ำมันอายุ 9-10 ปี ซึ่งปลูกในเขต อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูง มี 2 ช่วง คือ ระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน ให้ผลผลิตสูงสุด (23 กก./ต้น/เดือน) และช่วงเดือนสิงหาคม ผลผลิตจะต่ำลงเล็กน้อย และผลผลิตจะต่ำสุดในช่วงเดือน ธันวาคม ถึง มกราคม (6 กก./ต้น/เดือน) และมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,358 กก./ต้น/ปี




**ภาพที่ 1** แสดงการให้ผลผลิต (กก/ต้น/เดือน) ของปาล์มน้ำมันเป็นรายเดือน ในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน อ. ท่าแซะ จ. ชุมพร ผลผลิตเฉลี่ย 3,358 กก./ไร่/ปี (147.2 กก./ต้น/ปี)

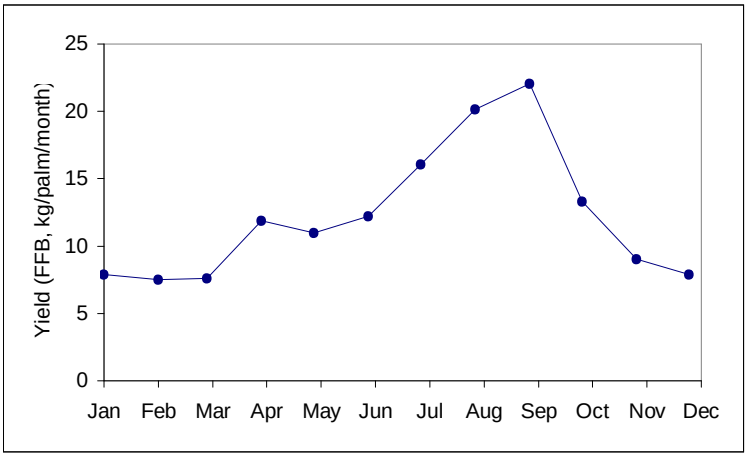
การขึ้นลงของผลผลิต อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดน้ำ (water deficit) ในช่วง 10 เดือนก่อนระยะเก็บเกี่ยว หรือ 5 เดือน ก่อนระยะแทงช่อดอก จะทำให้การฝ่อของช่อดอกเพศเมียเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลผลิตลดลง (Corley and Hong, 1982) เมื่อพิจารณาสภาพการขาดน้ำของ จ.ชุมพร (ตารางที่ 1) พบว่า ผลผลิตของปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์กับสภาพการขาดน้ำ คือ ผลผลิตของเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน ปาล์มน้ำมันจะมีระยะแทงช่อดอกอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงสิงหาคม ซึ่งไม่มีการขาดน้ำ ดังนั้น การฝ่อของช่อดอกเพศเมียจึงลดลงทำให้ผลผลิตในอีก 10 เดือนต่อมาสูงสุด แต่ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม ซึ่งเป็นระยะแทงช่อดอกตรงกับเดือนที่มีสภาพการขาดน้ำ จึงทำให้ผลผลิตในอีก 10 เดือนต่อมา คือ เดือนธันวาคม-มกราคม ต่ำสุด

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นการขึ้นลงของผลผลิต ที่ปลูกในเขต อ.สิเกา จ.ตรัง ผลผลิตจะสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน (34 กก./ต้น/เดือน) และผลผลิตจะต่ำสุดระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง กุมภาพันธ์ (4-5 กก./ต้น/เดือน) และมีผลผลิตเฉลี่ย 3,080 กก./ไร่/ปี) (135.0 กก./ต้น/ปี)




**ภาพที่ 2** แสดงการให้ผลผลิต (กก/ต้น/เดือน) ของปาล์มน้ำมันเป็นรายเดือน ในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน อ.สิเกา จ. ตรัง ผลผลิตเฉลี่ย 3,080 กก./ไร่/ปี (135.0 กก./ต้น/ปี)

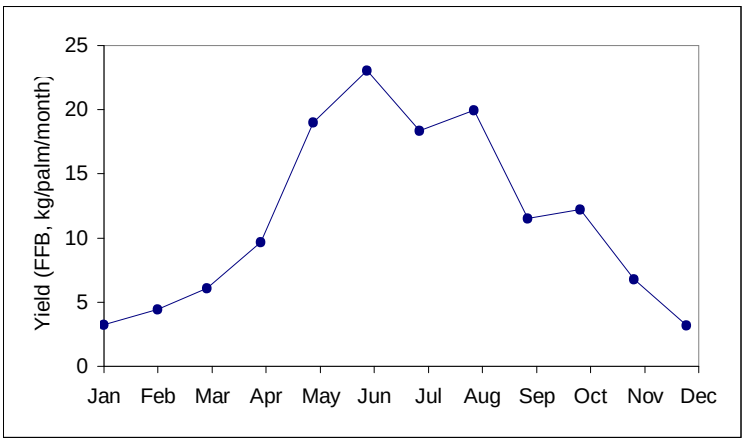
เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตประกอบกับสภาพการขาดน้ำในพื้นที่ จ.ตรัง (ตารางที่ 1) พบว่า ในเดือนเมษายน ซึ่งมีผลผลิตสูงสุดนั้น เมื่อนับย้อนหลังไป 10 เดือน คือ เวลาที่ปาล์มน้ำมันมีระยะแทงช่อดอกจะตรงกับช่วงเดือนมิถุนายน ซึ่งไม่มีสภาพแล้งเกิดขึ้น แต่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีการขาดน้ำตรงกับระยะแทงช่อดอก จึงส่งผลให้ผลผลิตในอีก 10 เดือนต่อมาลดลง




**ภาพที่ 3** แสดงการให้ผลผลิต (กก/ต้น/เดือน) ของปาล์มน้ำมันเป็นรายเดือน ในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี ผลผลิตเฉลี่ย 3,346 กก./ไร่/ปี (146.7 กก./ต้น/ปี)

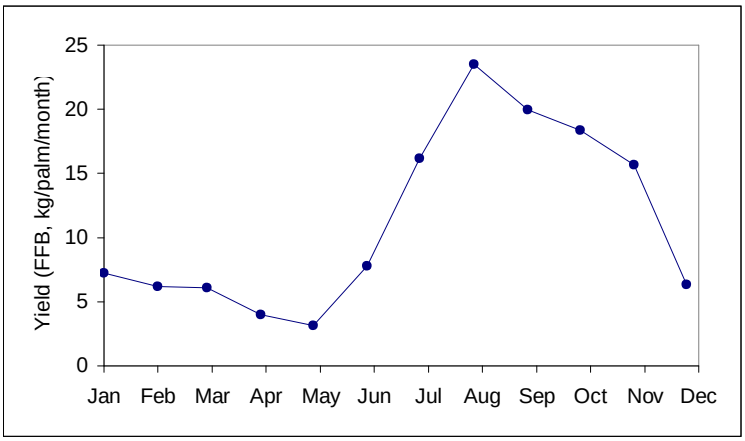
ภาพที่ 3 แสดงให้เห็นการขึ้น-ลง ของผลผลิตปาล์มน้ำมันอายุ 8-9 ปี ที่ปลูกในเขต อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี ผลผลิตสูงสุดระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง กันยายน (22 กก./ต้น/เดือน) และผลผลิตต่ำสุดระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม (7 กก./ต้น/เดือน) และมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,346 กก./ไร่/ปี (146.7 กก./ต้น/เดือน)

การให้ผลผลิตสูงสุดระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน นั้นเมื่อนับย้อนหลังไป 10 เดือน ก่อนการเก็บเกี่ยว ปาล์มน้ำมันจะมีระยะแทงช่อดอกระหว่างเดือน ตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งไม่มีสภาพแล้งเกิดขึ้นแต่ผลผลิตต่ำสุด ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมนั้น ปาล์มน้ำมันมีระยะแทงช่อดอกอยู่ในช่วงเดือนที่มีสภาพการขาดน้ำ (เดือนเมษายน)




**ภาพที่ 4** แสดงการให้ผลผลิต (กก/ต้น/เดือน) ของปาล์มน้ำมันเป็นรายเดือน ในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน อ. เขาพนม จ. กระบี่ ผลผลิตเฉลี่ย 3,296 กก./ไร่/ปี (144.4 กก./ต้น/ปี)

ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นการขึ้น-ลงของผลผลิต ปาล์มน้ำมันอายุ 8-9 ปี ที่ปลูกในเขต อ.เขาพนม จ.กระบี่ ช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง สิงหาคม แต่ผลผลิตสูงสุดในเดือนมิถุนายน (23 กก./ต้น/เดือน) ผลผลิตจะต่ำสุดในช่วงเดือน ธันวาคม ถึง กุมภาพันธ์ (4 กก./ต้น/เดือน) และมีผลผลิตเฉลี่ย 3296 กก./ไร่/ปี (144.4 กก./ต้น/ปี)




**ภาพที่ 5** แสดงการให้ผลผลิต (กก/ต้น/เดือน) ของปาล์มน้ำมันเป็นรายเดือน ในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน อ. คีรีรัฐนิคม จ. สุราษฎร์ธานี ผลผลิตเฉลี่ย 3,289 กก./ไร่/ปี (144.1 กก./ต้น/ปี)

ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นการขึ้น-ลงของผลผลิต ที่ปลูกในเขต อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี ผลผลิตสูงสุดระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน (22 กก./ต้น/เดือน) และผลผลิตต่ำสุด ระหว่างเดือน เมษายน ถึงพฤษภาคม (3 กก./ต้น/เดือน) และมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3289 กก./ไร่/ปี (144.1 กก./ต้น/ปี) การขึ้นลงของผลผลิต ที่ อ.คีรีรัฐนิคม มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่ อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี คือ ช่วงเดือนที่ผลผลิตสูงสุด จะอยู่ในช่วงเดือนเดียวกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า สภาพการขาดน้ำมีผลกระทบโดยตรงต่อการขึ้น-ลงของผลผลิตในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dufere *et al*. 1987 นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่นปริมาณน้ำฝน แสงแดด สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Corley 1987) ความสมบูรณ์ของต้นหรืออาหารที่สะสมในต้นมีผลต่อผลผลิตเช่นกัน (Corley *et al.* 1976) ซึ่งจากการศึกษาของ สุรกิตติ และคณะ (2539) พบว่า อัตราการพัฒนาของทะลายในรอบปี มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศสะสมในช่วงการพัฒนาของทะลาย โดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ($r^2$ = 0.73) และปริมาณแสงต่อวัน ($r^2$ = 0.67) และจากการที่ทราบการกระจายของผลผลิตในรอบปีในแต่ละสภาพพื้นที่ ทำให้สามารถกำหนดรอบหรือความถี่สำหรับการเก็บเกี่ยวภายในพื้นที่นั้น ๆ ได้ เช่น ในเขต จ.ชุมพร มีผลผลิตสูงสุดในช่วงเดือน

พฤษภาคม ถึง มิถุนายน ดังนั้นในช่วงเดือนนี้ ควรมีการเพิ่มความถี่ของรอบการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันเพื่อสามารถเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มได้อย่างทั่วถึง และลดแรงงานในการเก็บผลปาล์มร่วง ซึ่งจะทำให้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพสูง แต่ในช่วงเดือนธันวาคม ถึงมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่ปาล์มให้ผลผลิตต่ำ สามารถลดรอบความถี่ของการเก็บเกี่ยวลงได้ ซึ่งจะทำให้ประหยัดแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการจัดการสวนปาล์ม

**ตารางที่ 1** สภาพภูมิอากาศ และการขาดน้ำในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญในภาคใต้ จ.ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ และตรัง (ค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2519-2549)

| ชุมพร | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature (°C) | 25.3 | 26.3 | 27.5 | 28.5 | 28 | 27.4 | 27 | 26.9 | 26.8 | 26.6 | 25.8 | 25 | 26.8 |
| Relative humidity (%) | 81 | 79 | 78 | 77 | 81 | 82 | 82 | 83 | 84 | 85 | 85 | 81 | 82 |
| Evaporation (mm) | 114.5 | 115.5 | 146.5 | 149.1 | 128.9 | 109.2 | 110.7 | 106.4 | 106.9 | 101.6 | 93.5 | 102.5 | 1385.3 |
| Cloudiness (0-10) | 4.9 | 4.5 | 4.5 | 5.5 | 7.3 | 8.2 | 8.2 | 8.5 | 8.1 | 7.5 | 6.8 | 5.4 | 6.6 |
| Sunshine duration (hour/day) | No data available | | | | | | | | | | | | |
| Wind (knot) | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 2.8 | 2 | 3 | 3.7 | - |
| Rainfall (mm) | 87.7 | 57 | 60.3 | 80.4 | 178.8 | 172.2 | 177.9 | 213 | 153.6 | 242.7 | 355.1 | 90.9 | 1869.6 |
| Water deficit (mm) | - | - | -18.5 | -68.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | -87.2 |
| Drought period (month) | - | D | D | D | D | - | - | - | - | - | - | - | 4month |

| สุราษฎร์ธานี | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature (°C) | 25.2 | 26 | 27.1 | 28 | 27.5 | 27.2 | 26.8 | 26.7 | 26.4 | 26.1 | 25.6 | 25.3 | 26.5 |
| Relative humidity (%) | 81 | 77 | 75 | 76 | 81 | 81 | 81 | 82 | 84 | 86 | 87 | 84 | 81 |
| Evaporation (mm) | 125.3 | 135.4 | 171.1 | 161.1 | 143.8 | 135.8 | 138.9 | 132.6 | 123.2 | 113.7 | 97.1 | 101.2 | 1579.2 |
| Cloudiness (0-10) | 5.4 | 4.3 | 4.7 | 6 | 7.6 | 8.1 | 8.1 | 8.3 | 8.2 | 8 | 7.8 | 6.8 | 6.9 |
| Sunshine duration (hour/day) | 247.4 | 257.3 | 263.5 | 234.6 | 201.7 | 172.1 | 185 | 177.7 | 161 | 155 | 141.6 | 180.6 | 2377.5 |
| Wind (knot) | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 1.7 | 1.4 | 1.8 | 2 | 2.2 | 1.7 | 1.2 | 1.7 | 2.6 | - |
| Rainfall (mm) | 50.1 | 7.7 | 20.2 | 64.9 | 180.8 | 142.3 | 150.8 | 142.3 | 187.1 | 236.7 | 328 | 132 | 1642.9 |
| Water deficit (mm) | - | -37.9 | -150.9 | -96.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | -285 |
| Drought period (month) | - | D | D | D | D | D | - | - | - | - | - | - | 5month |

| กระบี่ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature (°C) | 27.7 | 28.2 | 28.9 | 29.2 | 28.6 | 28.6 | 28 | 28 | 27.5 | 27.2 | 27 | 26.8 | 28 |
| Relative humidity (%) | 72 | 72 | 73 | 78 | 83 | 81 | 82 | 83 | 85 | 85 | 83 | 77 | 80 |
| Evaporation (mm) | No data available | | | | | | | | | | | | |
| Cloudiness (0-10) | 4.9 | 4.4 | 5.4 | 6.5 | 7.9 | 8 | 8.1 | 8.3 | 8.4 | 8.1 | 7.5 | 6.1 | 7 |
| Sunshine duration (hour/day) | No data available | | | | | | | | | | | | |
| Wind (knot) | 4.7 | 4.1 | 3.5 | 3.2 | 4.3 | 6.1 | 6.1 | 7.5 | 6.5 | 3.6 | 3.4 | 4.2 | - |
| Rainfall (mm) | 4.6 | 10.2 | 33.2 | 112.1 | 301 | 215.4 | 311.4 | 323.5 | 349.8 | 322.4 | 157.1 | 43.5 | 2184.2 |
| Water deficit (mm) | -86.9 | -139.8 | -116.8 | -7.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | -351.4 |
| Drought period (month) | D | D | D | D | - | - | - | - | - | - | - | D | 5month |

| ตรัง | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature (°C) | 26.5 | 27.4 | 28.2 | 28.4 | 27.5 | 27.3 | 26.8 | 26.8 | 26.5 | 26.4 | 26.1 | 26.1 | 27 |
| Relative humidity | 74 | 71 | 71 | 77 | 84 | 85 | 85 | 85 | 87 | 87 | 86 | 80 | 81 |
| Evaporation (mm) | 160.8 | 165.5 | 180.7 | 149.6 | 118.3 | 110.8 | 111.3 | 113 | 100.5 | 100.6 | 94.3 | 121.3 | 1526.7 |
| Cloudiness (0-10) | 5.2 | 4.8 | 5.5 | 6.6 | 7.7 | 7.9 | 7.9 | 8 | 8.2 | 8.2 | 7.7 | 6.4 | 7 |
| Sunshine duration (hour/day) | No data available | | | | | | | | | | | | |
| Wind (knot) | 5.2 | 5 | 3.9 | 2.4 | 1.6 | 1.9 | 2 | 2.3 | 1.8 | 1.5 | 2.6 | 4.8 | - |
| Rainfall (mm) | 42.4 | 17.1 | 54 | 129.1 | 228.9 | 229.2 | 280.9 | 287.9 | 325.6 | 273.5 | 207.8 | 102.4 | 2178.8 |
| Water deficit (mm) | - | -120.7 | -126.7 | -20.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | -267.9 |
| Drought period | D | D | D | D | - | - | - | - | - | - | - | - | 4month |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแต่ละสภาพพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การกระจายตัวของฝน การขาดน้ำ ซึ่งการขาดน้ำในช่วง 10 เดือน ก่อนระยะเก็บเกี่ยว หรือ 5 เดือน ก่อนระยะแทงช่อดอก จะทำให้การฝ่อของช่อดอกเพศเมียเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตลดลง

2. รูปแบบการขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมันอายุ 9-10 ปี ในเขต อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร แสดงให้เห็นว่า ช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และผลผลิตต่ำสุด ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม

3. รูปแบบการขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมัน ในเขต อ.สิเกา จ.ตรัง แสดงให้เห็นว่าช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุด คือ เดือนเมษายน และผลผลิตต่ำสุด ระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์

4. รูปแบบการขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมัน ในเขต อ.พนม จ.กระบี่ แสดงให้เห็นว่า ช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุด อยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคม และผลผลิตที่ต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

5. รูปแบบการขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมัน ในเขต อ.กาญจนดิษฐ์ และ อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี แสดงให้เห็นว่า ช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึงเดือนกันยายน และผลผลิต

ต่ำสุด อยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม สำหรับ อ.กาญจนดิษฐ์ แต่ที่ อ.คีรีรัฐนิคม ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือน เมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

รูปแบบการขึ้นลงของผลผลิตปาล์มน้ำมันในรอบปี ในแต่ละพื้นที่ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการกำหนดรอบหรือความถี่ในการเก็บเกี่ยว คือ ในช่วงเดือนที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงสุด ควรเพิ่มรอบหรือความถี่ในการเก็บเกี่ยว แต่ในช่วงเดือนที่ให้ผลผลิตต่ำ ควรลดรอบหรือความถี่ในการเก็บเกี่ยวลง ซึ่งจะทำให้ประหยัดแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการจัดการสวนปาล์ม

## เอกสารอ้างอิง


ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี. 2532. ปาล์มน้ำมัน. **โครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน.** (พิพัฒน์ เชี่ยงหลิว และ เที่ยง ตู้แก้ว บรรณาธิการ) 114 หน้า.

สุรกิตติ ศรีกุล อรพิน อินทร์แก้ว และชาย โฆรวิส. 2539. **มาตรฐานการสุกแก่ และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน.** รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2539 ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร หน้า 91-124.

Corley R.H.V. 1976**. Inflorescence abortion and sex differentiation**. In Oil Palm Research (ed. R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B.J. Wood) pp. 37-54. Amsterdam Elsevier.

Corley R.H.V. 1987. **Oil Palm (ed. S.P. Mondelise).** In: Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press Inc. Baca Rato, Florida. pp.253-259.

Corley R.H.V. and T.K. Hong. 1982**. Irrigation of oil palm in Malaysia. In The Oil Palm in Agriculture in Eighties.** E. Pushparajah and P.S.Chew (eds.) vol.2 pp.343-356.

Corley R.H.V., J.J. Hardon and B.J. Wood. 1976. **Oil Palm Research Elsevier Scientific Amsterdam**. 523pp.

Dufour O., J.L. Frere, J.P. Caliman and P. Hornus. 1987. **Description of a simplified method of production forecasting in oil palm plantations based on climatology.** In: Proceeding of International Oil Palm, Palm Oil Conference, 1987, Kuala-Lumpur, Malaysia, T2.

# ศึกษาระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร

# Study on Biodiesel Production in Complete at the Community Level

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] เกริกชัย ธนรักษ์[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[2/]

---

## บทคัดย่อ

การศึกษาระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กผลิตพลังงานจากพืชมีผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรมแบบเบ็ดเสร็จ สามารถคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในภาพรวม เพื่อเป็นคำตอบแก่กลุ่มเกษตรกรหรือชุมชนที่สนใจ โดยได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2553 พบว่า ต้นทุนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลมีค่าสูงกว่าของเอกชน ทั้งนี้เนื่องจากขนาดกำลังการผลิตน้ำมันปาล์มดิบและไบโอดีเซลของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีเป็นต้นแบบขนาดเล็ก ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าที่เอกชนดำเนินการ แต่หากมีการจัดการที่ดีและลดข้อจำกัดในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งสามารถทำได้เนื่องจากเป็นการผลิตระดับชุมชนที่สะดวกต่อการจัดการ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก ประกอบกับในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีผลพลอยได้ที่ให้ผลตอบแทนที่ดีก็คือการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์ ซึ่งมีกำไร 32,925 บาทต่อเดือน

---

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ในปีงบประมาณ 2549-2551 ที่ผ่านมา มีผลงานวิจัยภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กผลิตพลังงานจากพืชซึ่งประกอบด้วย เทคนิคการผลิตไบโอดีเซล เทคนิคการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน ชุดผลิตไบโอดีเซลแบบแบทช์โดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ขนาด 1,000 ลิตรต่อครั้ง และชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อครั้งที่ดำเนินการแล้วเสร็จ ประกอบกับศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีมีโรงงานสกัดปาล์มน้ำมันขนาดเล็กแบบหีบแยกเปลือกผลและเนื้อในเมล็ดที่สกัดน้ำมันปาล์มดิบได้เอง ขนาดกำลังการผลิต 1 ตันน้ำมันปาล์มดิบต่อวัน ดังนั้นเพื่อให้โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กผลิตพลังงานจากพืชมีผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรมแบบเบ็ดเสร็จ สามารถคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในภาพรวมทั้งหมด เพื่อเป็นคำตอบแก่กลุ่มเกษตรกรหรือชุมชนที่สนใจ จึงได้ทำการศึกษาระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร

การผลิตไบโอดีเซลเป็นอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีทั้งระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (continuous) และแบบไม่ต่อเนื่อง (batchwise) ข้อดีของการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องคือมีราคาถูก แต่มีปัญหาด้านความสม่ำเสมอของคุณภาพผลผลิต ส่วนเทคโนโลยีการผลิตแบบต่อเนื่องสามารถผลิตได้ในปริมาณมาก ด้วยกระบวนการผลิตแบบ CD process (continuous deglycerolization process) มีข้อดี คือ ทำการผลิตได้ที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส ทำงานที่ความดันบรรยากาศปกติ ใช้พลังงานในการผลิตต่ำ และได้ไบโอดีเซลที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอตามมาตรฐาน ส่วนข้อเสียคือกระบวนการนี้ไม่เหมาะในการผลิตจากวัตถุดิบที่มีกรดไขมันอิสระสูงกว่า 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างเช่นน้ำมันปาล์มดิบหรือน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ และคุณภาพของน้ำมันพืชต้องมีความสม่ำเสมออย่างมาก สำหรับกระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ( transesterification) ด้วยเมทานอล และใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Base catalyzed) เป็นกระบวนการที่ให้ผลผลิตสูงสุดโดยใช้น้ำมันพืชที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว (degum) แล้วเป็นวัตถุดิบ และปริมาณกรดไขมันอิสระควรต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์จึงจะได้ผลผลิตสูง ไบโอดีเซลที่จำหน่ายเป็นการค้าในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกาต้องมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน DIN EN14214 และ ASTM D 6751 ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีการผลิตไบโอดีเซลในระดับโรงงานหลายแห่ง เช่น โรงผลิตไบโอดีเซลที่อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี ใช้น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันใช้แล้วจากพืชและไขมันสัตว์เป็นวัตถุดิบ กำลังการผลิต 30,000 ลิตรต่อวัน โรงงานนิวไบโอดีเซล อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งไบโอดีเซลที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน เนื่องจากวัตถุดิบมีคุณภาพสม่ำเสมอ หรือที่จังหวัดเชียงใหม่ได้เปิดโครงการผลิตและการใช้ไบโอดีเซลชุมชนเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2547 โดยใช้วัตถุดิบจากน้ำมันพืชและน้ำมันพืชใช้แล้วขนาด 2,000 ลิตรต่อวัน เพื่อใช้กับรถยนต์รับจ้างสาธารณะจำนวนไม่น้อยกว่า 1,000 คัน เป็นเป้าหมายหลักและรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นเป้าหมายรอง สำหรับการผลิตไบโอดีเซลของกรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ได้ทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มหลายประเภท เช่น น้ำมันปาล์มดิบ, น้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ, น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์, น้ำมันเมล็ดในปาล์มบริสุทธิ์, ปาล์มสเตียริน โดยใช้ปฏิกิริยา Transesterification แบบแบทช์ ขนาดกำลังการผลิต 100 ลิตร/วัน ซึ่งปริมาณและความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลที่ผลิตได้เป็นที่น่าพอใจ และจากการทดสอบการใช้งานในเครื่องสูบน้ำ, รถเกษตร, รถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน และรถบรรทุกโดยสาร 6 ล้อสำหรับรับ-ส่งนักเรียน พบว่า เครื่องสตาร์ทติดง่าย สามารถใช้งานได้ตามปกติ

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลโดยกระบวนการ transesterification นั้นมีหลายวิธี เช่น กระบวนการ base-catalyzed กระบวนการ acid-catalyzed กระบวนการ lipase-catalyzed และกระบวนการ supercritical โดยกระบวน การที่ใช้เป็นกระบวนการที่นิยมในเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้กระบวนการใดขึ้นอยู่กับชนิดและคุณลักษณะของน้ำมันตั้งต้นที่ใช้ สารปนเปื้อนในน้ำมันจะส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปน้ำมันเป็นไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเทอร์ การใช้น้ำมันพืชดิบอาจเปลี่ยนรูปเป็นเมทิลเอสเทอร์ได้ 67-84 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้น้ำมันพืชกลั่นแล้วสามารถเปลี่ยนรูปเป็นเมทิลเอสเทอร์ได้ประมาณ 94-99 เปอร์เซ็นต์ ไตรกลีเซอไรด์หรือน้ำมันพืชควรมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งสารเคมีที่ใช้ควรปราศจากน้ำ และหากค่ากรดไขมันอิสระสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์จะต้องใช้ปริมาณด่างมากขึ้นทำให้ผลผลิตไบโอดีเซลลดลง ส่วนน้ำที่มีอยู่จะทำให้เกิดการเป็นสบู่เพิ่มขึ้นในระหว่างการทำปฏิกิริยา สวิทชาติ (2547) รายงานว่า เมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์ม เป็นเมทิลเอสเทอร์ที่มีค่าซีเทนสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า มีเขม่าและก๊าซไอเสียน้อยกว่าแต่มีความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

มากกว่า เนื่อง จากในโครงสร้างโมเลกุลของเมทิลเอสเทอร์มีองค์ประกอบคาร์บอนที่น้อยกว่า การสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบพบว่า มากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล สาเหตุอาจเนื่องจากความบริสุทธิ์ของน้ำมันที่ผลิตได้น้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนด

## วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

วิธีการดำเนินการวิจัย การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนดำเนินการโดยใช้ผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการมา แล้วของชุดผลิตไบโอดีเซลและชุดกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนขนาดเล็ก และนำมาปรับใช้กับการผลิตที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งด้านปัจจัยการผลิตและเทคนิคในกระบวนการผลิตโดยเชื่อมต่อกับโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ขนาดกำลังผลิต 1 ตันทะลายต่อชั่วโมงของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พร้อมบันทึกข้อมูลค่าแรง วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี วัสดุการเกษตร วัสดุงาน ช่าง ฯ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตทั้งระบบ ซึ่งการศึกษาระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจรประกอบด้วย

**1. กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ**

- จัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ
- ควบคุมคุณภาพทะลายปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวและวิธีการขนส่งก่อนเข้าโรงงาน
- วางแผนการผลิตให้เหมาะสมกับกำลังการผลิต เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้พลังงาน (ปริมาณทะลาย ระยะเวลาการเดินเครื่องซึ่งเกี่ยวข้องกับการสตาร์ท Boiler เพื่อผลิตไอน้ำในการอบทะลายปาล์มน้ำมัน การเริ่มการปลิดผล การนวดผล การสกัดน้ำมัน การทำความสะอาดน้ำมัน)
- วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูญเสียในส่วนต่างๆ เช่น ทะลายเปล่า เส้นใยปาล์ม กากเนื้อปาล์ม ฯ เพื่อควบคุมการผลิตและปรับเครื่องจักรกลให้สามารถสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้อย่างน้อย 17 เปอร์เซ็นต์
- ควบคุมคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ให้ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) โดยส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และตั้งเป้าผลิตน้ำมันปาล์มดิบให้มีค่ากรดไขมันอิสระต่ำกว่า 2% as palmitic acid เพื่อผลิตไบโอดีเซลให้ได้ปริมาณสูง ซึ่งสามารถย่นระยะเวลาการผลิต ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและสารเคมีได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

**2. กระบวนการผลิตไบโอดีเซล**

- จัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เช่น เมทานอล กรดซัลฟูริก กรดฟอสฟอริก โซดาไฟ ฯ
- วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อคำนวณปัจจัยที่ใช้ผลิต เช่น ปริมาณเมทานอล และกรดซัลฟูริก (กรณีใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่นในการเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์) หรือปริมาณโซดาไฟเพื่อทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นเพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์เป็นเมทิลเอสเทอร์
- เตรียมวัตถุดิบเพื่อผลิตไบโอดีเซล เริ่มตั้งแต่การทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น แยกน้ำจากผลผลิต (ไตรกลีเซอไรด์และเมทิลเอสเทอร์) ทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น แยกกลีเซอรีนดิบจากผลผลิต (เมทิลเอสเทอร์, สบู่, โซดาไฟและเมทานอล) ล้างน้ำ (เพื่อแยกสบู่ โซดาไฟและเมทานอล) ไล่น้ำ (ใช้ความร้อนและเกลือ) และเมทานอล กรองเพื่อแยกสิ่งเจือปนขนาดเล็กออก วิเคราะห์คุณภาพไบโอดีเซล (ความบริสุทธิ์, ปริมาณน้ำ, เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น, จุดขุ่น-จุดไหลเท ฯ) ปั๊มเก็บในถังเก็บไบโอดีเซลพร้อมนำไปใช้งาน
- บันทึกข้อมูลค่าแรง วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี ฯ เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิต
- วิเคราะห์การยอมรับผลการใช้งานในเครื่องจักรกลเกษตร รถยนต์

**3. กระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน**

- จัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน
- ปั๊มกลีเซอรีนที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซลเข้าถังทำปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบกลีเซอรีนกับกรดเกลือ เพื่อแยกกลีเซอรีนจากสารประกอบอินทรีย์ หลังแยกสารประกอบอินทรีย์จึงปั๊มกลีเซอรีนใส่ถังและแยกกรดไขมันอิสระออก และส่งผ่านเข้าเครื่องกรองกลีเซอรีน

- นำกลีเซอรีนที่กรองแล้วเข้าสู่ระบบกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยสูญญากาศ ซึ่งประกอบด้วย หม้อกลั่นขนาด 200 ลิตร หอกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ, ชุดควบแน่นกลีเซอรีน, ถังเก็บตัวอย่างกลีเซอรีนที่กลั่นได้และชุดฟอกสีกลีเซอรีน

- วิเคราะห์คุณภาพกลีเซอรีนบริสุทธิ์ ซึ่งต้องผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม

- ส่งเก็บในถังบรรจุกลีเซอรีนบริสุทธิ์ รอการจำหน่ายและใช้งาน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2552 และสิ้นสุด กันยายน 2553

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการจัดหาวัตถุดิบ-สารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การผลิตไบโอดีเซลและการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน และจัดการเชื่อมต่อระบบสกัดน้ำมันปาล์มดิบเข้ากับระบบผลิตไบโอดีเซลและชุดกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน ซึ่งจะกล่าวถึงผลการทดลองในแต่ละกระบวนการ ดังนี้

**1. กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ**

ดำเนินการผลิตน้ำมันปาล์มดิบโดยมีเป้าหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันปาล์มให้สูงกว่า 17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีการจัดการตั้งแต่การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบที่เข้าโรงงาน โดยเริ่มตั้งแต่ความสุกของทะลายปาล์มน้ำมันที่ต้องสุกเต็มที่ การควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ผลิตเพื่อลดการสูญเสียน้ำมันปาล์มไปกับกากปาล์ม, ทะลายเปล่า, เส้นใย, น้ำ sludge ให้น้อยที่สุด นอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในด้านปริมาณแล้ว การควบคุมคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบในส่วนของความชื้นหรือเปอร์เซ็นต์น้ำ, ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid, FFA), ค่า DOBI และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อราคาที่จำหน่ายได้และมีผลต่อการผลิตไบโอดีเซลทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพเช่นกัน ซึ่งผลจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการสกัดโดยการควบคุมคุณภาพผลผลิตและความสามารถของเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียน้ำมันปรากฏว่า ในช่วงแรกโรงสกัดน้ำมันปาล์มสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดจาก 17 เปอร์เซ็นต์ เป็น 18.0 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงหลังสามารถปรับเพิ่มได้ถึง 18.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุที่ไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การสกัดได้สูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุเนื่องจากผลผลิตปาล์มน้ำมันที่เข้าโรงงานส่วนใหญ่เป็นทะลายขนาดเล็ก ซึ่งมีปริมาณน้ำมันต่อทะลายต่ำกว่าทะลายขนาดปานกลาง-ใหญ่ และในช่วงที่เดินเครื่องสกัดเป็นช่วงแล้ง ซึ่งคุณภาพทะลายจะต่ำกว่าช่วงปกติเนื่องจากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม สำหรับคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้พบว่า ผ่านมาตรฐาน มอก. แต่หากมีการเก็บไว้นานเกินไป ค่า DOBI ของน้ำมันจะลดลง และปริมาณกรดไขมันอิสระพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ มอก.

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบของโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ปรากฏว่า คุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวมีค่าดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** คุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

| คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ | ผลการวิเคราะห์ |
|---|---|
| ความชื้น (%) | 0.04-0.24 |
| สิ่งเจือปน (% โดยน้ำหนัก) | - |
| DOBI | 1.82-2.21 |
| ปริมาณกรดไขมันอิสระ (% as palmitic acid) | 2.13-4.19 |

**การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ**

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พบว่า ในการดำเนินงาน 1 เดือน สามารถสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ 15 ตันน้ำมันปาล์มดิบ (อัตราการสกัดน้ำมัน 18 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งต้องใช้ทะลายปาล์มน้ำมันจำนวน 83 ตัน (คิดที่ราคา 4,000.- บาทต่อตัน เป็นเงิน 332,000.- บาท) ต้นทุนค่าแรงงาน 32,200.- บาท (จ้างแรงงาน 7 คนๆ ละ 4,600.- บาทต่อเดือน) ค่าไม้ฟืนสำหรับต้มน้ำให้เป็นไอน้ำร้อนของหม้อน้ำ 19,000.- บาท (ไม้ฟืน 20 ตันๆ ละ 950.- บาท) ค่าน้ำและไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินการ 500.- บาท และค่าเสื่อมราคา 37,500 บาท (คิดที่ 20 ปีจากราคา 9,000,000.- บาท) รวมเป็นต้นทุนค่าสกัดทั้งหมด 89,200.- บาท หรือ 5.95 บาทต่อกิโลกรัม (ถ้าหากรวมราคาของทะลายปาล์มน้ำมัน เป็นต้นทุนรวมทั้งสิ้น 464,000.- บาท หรือคิดเป็นต้นทุนน้ำมันปาล์มดิบ 28.08 บาทต่อกิโลกรัม) ซึ่งต้นทุนการสกัดที่คำนวณได้ค่อนข้างสูง เนื่องจากศูนย์ฯ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของเชื้อเพลิงชีวมวล (ไม้ฟืน) ที่ต้องซื้อ และค่าเสื่อมราคาของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ ประกอบกับชั่วโมงการทำงานที่ต้องอิงกับระยะเวลาทำงานของราชการ ทำให้กำลังการผลิตน้อยกว่าที่ควรจะเป็น แต่อย่างไรก็ตามคาดว่า การลดต้นทุนการผลิตสามารถลดลงได้อีก ถ้าหากดำเนินงาน 2 กะต่อวัน เพราะจะช่วยให้การใช้ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลสูงขึ้น และเมื่อมีการเดินเครื่องผลิตครบวงจรทั้งการสกัดน้ำมัน

ปาล์มดิบและการผลิตไบโอดีเซลจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรบุคคลและเชื้อเพลิงร่วมกันอย่างเต็มประสิทธิภาพ

**2. กระบวนการผลิตไบโอดีเซล**

สำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ มีการสุ่มตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบจากโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาวิเคราะห์คุณภาพก่อนคำนวณปัจจัยที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลได้แก่ ปริมาณเมทานอลและกรดซัลฟุริกซึ่งใช้ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น เพื่อเปลี่ยนรูปของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบเป็นเมทิลเอสเทอร์ หลังจากทำปฏิกิริยาแล้วเสร็จ มีการแยกน้ำและสิ่งเจือปนออกจากผลผลิตเมทิลเอสเทอร์และไตรกลีเซอไรด์ (ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันปาล์มดิบ) และมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบหรือไตรกลีเซอไรด์ในส่วนของปริมาณกรดไขมันอิสระอีกครั้งสำหรับคำนวณปัจจัยสารเคมีที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในที่นี้ใช้โซดา ไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งค่าที่คำนวณได้จะเปลี่ยนไปตามปริมาณกรดไขมันอิสระ สำหรับปริมาณเมทานอลส่วนใหญ่จะคงที่ที่อัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ ในการทำปฏิกิริยาทั้ง 2 ครั้งมีการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำร้อนซึ่งผลิตจากหม้อน้ำ (Boiler) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานได้อย่างมาก หลังทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นนาน 30 นาที พักไว้ให้เย็นลงประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นแยกกลีเซอรีนดิบไปพักไว้ในถังเก็บวัตถุดิบกลีเซอรีน ก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนต่อไป สำหรับไบโอดีเซลที่ผลิตได้ต้องทำบริสุทธิ์โดยการล้างด้วยน้ำอุ่นจนกระทั่งน้ำล้างสะอาด จากนั้นไล่น้ำพบว่า ได้ผลผลิตไบโอดีเซล 90-94 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบตั้งต้น สำหรับคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้พบว่า มีคุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงานดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ

| คุณสมบัติ | ผลการวิเคราะห์ |
|---|---|
| เมทิลเอสเทอร์ (เปอร์เซ็นต์) | 98.32 |
| โมโนกลีเซอไรด์ (เปอร์เซ็นต์) | 1.68 |
| ความหนืด (เซนติสโตก) ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส | 4.32 |
| จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส) | >230 |
| ค่าความร้อนสูงกว่า (กิโลจูลต่อกิโลกรัม) | 39,809 |
| กำมะถัน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) | 0.001 |
| กากถ่าน (ร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น) | 0.03 |
| เถ้าซัลเฟต | 0.011 |
| ปริมาณน้ำ (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) | nil |
| การกัดกร่อนแผ่นทองแดง | 1a |
| เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (ชั่วโมง) | 15 |
| จุดขุ่น (องศาเซลเซียส) | 13 |
| จุดไหลเท (องศาเซลเซียส) | 12 |

**การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไบโอดีเซล**

การผลิตไบโอดีเซลแต่ละแบทช์ใช้เวลา 12 ชั่วโมง (ผลิตไบโอดีเซลได้ 17,000 ลิตรต่อเดือน จากน้ำมันปาล์มดิบ 16 ตัน คิดที่ผลผลิตไบโอดีเซล 94 เปอร์เซ็นต์) โดยขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์และทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นใช้เวลารวม 5 ชั่วโมง และขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ (ล้าง-ไล่น้ำ) ใช้เวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งความร้อนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาได้มา

จากไอน้ำของหม้อน้ำ (Boiler) โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม สำหรับไฟฟ้าใช้ในการควบคุมมอเตอร์ใบพัดกวนสำหรับทำปฏิกิริยา และปั๊มดูด-จ่ายน้ำมันปาล์มดิบและผลผลิตจากการทำปฏิกิริยา ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการดำเนิน การต่อเดือนประกอบด้วย ค่าแรงงาน 1 คน 7,000.- บาท, ค่าสารเคมี 144,000 บาท (ต้นทุนสารเคมีต่อ 1 ตันน้ำมันปาล์มดิบ เท่ากับ 9,000 บาท), ค่าไฟฟ้า 500 บาท และค่าเสื่อม 8,300 บาท) เท่ากับ 159,800 บาท หรือคิดเป็นต้นทุนการผลิต 9.40 บาทต่อลิตร (ไม่รวมราคาน้ำมันปาล์มดิบ) ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูงและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (หมายเหตุ : ตามประกาศของกระทรวงพลังงาน ราคาเมทานอลอยู่ที่ 10 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนการผลิต 6.34 บาทต่อลิตร และถ้าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบสามารถสกัดน้ำมันคุณภาพดี โดยปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 1.5% as palmitic acid การผลิตไบโอดีเซลจะใช้เพียงปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ซึ่งประหยัดเวลา พลังงานและสารเคมีในส่วนของเมทานอลและกรดซัลฟุริก และทำให้ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลลดลงเหลือเพียง 2.96 บาทต่อลิตร ซึ่งถือว่าคุ้มค่าต่อการผลิต)

จากที่กล่าวมาเป็นสาเหตุให้โรงงานผลิตไบโอดีเซลส่วนใหญ่เลือกที่จะใช้วัตถุดิบจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์, ไขปาล์มสเตียรินและน้ำมันพืชใช้แล้ว เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำและใช้เพียงปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ทำให้ลดการใช้เมทานอลลงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และไม่ต้องใช้กรดซัลฟุริกในการเร่งปฏิกิริยา ต้นทุนการผลิตจึงมีราคาต่ำกว่าการใช้ 2 ปฏิกิริยา สำหรับการจัดการการผลิตไบโอดีเซลในปีต่อไป จะมุ่งเน้นคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นการจัดการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบ (ปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 2.0 % as palmitic acid, ค่า DOBI สูงกว่า 2.2 และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสูงกว่า 20 ชั่วโมง) ซึ่งคุณภาพดังกล่าวจะส่งผลต่อการผลิตไบโอดีเซล โดยสามารถลดต้นทุนการผลิตและไบโอดีเซลที่ได้มีคุณภาพได้มาตรฐานโดยไม่ต้องเติมสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณภาพ)

**3. กระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน**

จากการกลั่นกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อวัน ที่อุณหภูมิ 165-195 องศาเซลเซียส ความดันสุญญากาศ 2-7 Torr พบว่า ที่อุณหภูมิ 160-165 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 93-97 เปอร์เซ็นต์ และไม่สามารถแยกน้ำจากกลีเซอรีนได้หมด (ปริมาณน้ำยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน) ดังนั้นจึงได้กลั่นที่อุณหภูมิ 180-195 องศาเซลเซียส ความดันสุญญากาศ 2 Torr พบว่า กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 98-99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และกลีเซอรีนที่กลั่นได้มีปริมาณ 74 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลผลิตหนักที่ไม่สามารถระเหยได้ที่ก้นภาชนะกลั่น 13.54 เปอร์เซ็นต์ สามารถแยกน้ำออก 10.68 เปอร์เซ็นต์ และเกิดการสูญเสีย 1.88 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคุณสมบัติด้านต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีของกลีเซอรีนจากการกลั่น

| คุณลักษณะ | วิธีทดสอบ | เกณฑ์ที่กำหนด (ชั้นคุณภาพ) | | | | กลีเซอรีนจากการกลั่น |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เคมี | ไดนาไมต์ | อุตสาหกรรม | ยา | |
| 1. ค่าของสีจากโลวิบอนด์สเกล | BS 2621-5 | - | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | -<br>X 0.35<br>Y 0.31<br>Z 0.14 |
| 2. กลิ่น | BS 5711 :Part 19 | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ไม่มีกลิ่น |
| 3. กลีเซอรีน (% by wt.) | BS 5711: Part 3 | >99.0 | >99.0 | >99.0 | >95.0 | 98.0-99.0 |
| 4. ความหนาแน่นสัมพัทธ์<br>- ที่อุณหภูมิ 20/20 $^{O}$C<br>- ที่อุณหภูมิ 25/25 $^{O}$C | ISO 2099 | <br>1.261 -1.264 | <br>1.261-1.264 | <br>1.261-1.264 | <br>-<br>1.249 | <br>1.26<br>1.26 |
| 5. ความเป็นด่างหรือกรด (meq/100 g) | BS 711 :Part 5 | 0.064 | 0.32 | 0.32 | - | |
| 6. เถ้าซัลเฟต (mg/kg) | ISO 1616 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0.000 |
| 7. สารหนู (mg/kg) | มอก.1281 | <2.0 | - | - | <1.5 | 0.95-1.08 |
| 8. ตะกั่ว (mg/kg) | BS 2621-5 | <1.0 | - | - | - | < 0.026 |
| 9. โลหะหนักทั้งหมด (เทียบเป็นตะกั่ว) | BS 711 :Part 15 | 5.0 | - | - | 5.0 | |
| 10. คลอไรด์ (% by wt.) | BS 5711 :Part 12 | - | <0.010 | <0.010 | <0.001 | 0.0008 |
| 11. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์ | BS 5711 :Part 13 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่น | - | - | - | |
| 12. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์อินทรีย์ | BS 5711 :Part 14 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่น | - | - | - | |
| 13.สารประกอบคลอรีน (% by wt.) | USP | - | - | - | <0.003 | |
| 14. เหล็ก (mg/kg) | BS 5711 :Part 16 | - | - | <2.0 | - | < 0.002 |
| 15. ซัลเฟต (% by wt.) | USP | - | - | - | <0.002 | < 0.002 |
| 16. กรดไขมันและเอสเตอร์ | USP | - | - | - | ทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 0.5 mol $dm^{-3}$<1 $cm^{-3}$ | ทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 0.5 mol $dm^{-3}$<1 $cm^{-3}$ |

[illegible]

ต้นทุนคงที่ของการก่อสร้างชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ เท่ากับ 2 ล้านบาท ในการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์แต่ละแบทช์ใช้ระยะเวลา 2 วัน โดยขั้นตอนการแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์และขั้นตอนการฟอกสีใช้เวลา 8 ชั่วโมง ส่วนขั้นตอนการกลั่นกลีเซอรีนใช้เวลา 14 ชั่วโมงในการทำงาน มีต้นทุนผันแปร (ค่าดำเนินการต่อเดือน) เท่ากับ 77,074.49 บาท (ค่าแรงงาน 3 คน 22,100 บาท, ค่าวัตถุดิบกลีเซอรีน 5,500 บาท, ค่า

สารเคมี 15,000 บาท และ ค่าไฟฟ้า 18,700 บาท และค่าเสื่อม 15,774.49 บาท) ซึ่งชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์สามารถผลิตกลีเซอรีนได้ประมาณ 1,100 ลิตรต่อเดือน มูลค่า 110,000 บาท (คิดจากราคากลีเซอรีน 100 บาทต่อลิตร) ดังนั้นการผลิตมีกำไรต่อเดือนเท่ากับ 32,925.51 บาท

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร หากต้องการให้ได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน การจัดการตั้งแต่คุณภาพผลผลิตทะลายที่ป้อนเข้าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีความจำเป็นอย่างมาก โดยปาล์มทะลายต้องมีคุณภาพชั้นพิเศษตามประกาศคุณภาพทะลายปาล์มน้ำมันของ มกอช. คือเป็นปาล์มสุกไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์และเป็นปาล์มกึ่งสุกไม่สูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบหรืออัตราการสกัดน้ำมันปาล์มได้สูงกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบต่อหน่วยได้ นอกจากนี้ผลผลิตที่ป้อนเข้าโรงงานต้องต่อเนื่องเพื่อลดต้นทุนการดำเนินงานทั้งในส่วนของแรงงานและพลังงานที่ต้องใช้ และต้องมีการใช้เศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบอย่างเช่น กากเส้นใยปาล์ม ฯ เป็นเชื้อเพลิงแทนไม้ฟืน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี สำหรับการผลิตไบโอดีเซลต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน เพื่อจะได้ใช้พลังงานความร้อนไปพร้อมกับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และการควบคุมคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบให้มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 2 % as palmitic acid มีความจำเป็นอย่างมากในการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล รวมถึงการจัดหาแหล่งจำหน่ายเมทานอลราคาถูก ซึ่งหากทำได้ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจะลดลงต่ำกว่า 3 บาทต่อลิตร ซึ่งถือว่าคุ้มค่าต่อการผลิต และผลพลอยได้ที่ให้ผลตอบแทนที่ดีก็คือการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์ ซึ่งมีกำไร 32,925 บาทต่อเดือน

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้มีการนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์กับเครื่องสูบน้ำ, รถเกษตร, รถยนต์ภายในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และเป็นการใช้ประโยชน์น้ำมันปาล์มดิบจากผลผลิตทะลายปาล์มซึ่งเป็นต้นน้ำ นอกจากนี้เป็นการเชื่อมต่อผลงานวิจัยแบบครบวงจรตั้งแต่เทคนิคการผลิตไบโอดีเซล, การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน, การจัดการรูปแบบการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันและชุดต้นแบบผลิตไบโอดีเซล-ชุดต้นแบบกลั่นบริสุทธิกลีเซอรีนให้เป็นแพคเกจ สำหรับนำไปใช้ประโยชน์และเป็นแหล่งเรียนรู้จุดอ่อน-จุดแข็ง ปัญหาในการดำเนินการ วิธีการแก้ไขแก่กลุ่มเกษตรกร, ชุมชนที่สนใจซึ่งได้มีการสอบถามปัญหาต่างๆ ในระบบผลิตบ่อยครั้ง

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชาคริต ทองอุไร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาต่างๆ เกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซล, การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน, และต้นแบบการผลิตไบโอดีเซล-การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน ขอขอบคุณคุณสุปรียา ศุขเกษม สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มด้านต่างๆ และขอขอบคุณท่าน ผอ.ชาย โฆรวิส และ ผอ.วราวุธ ชูธรรมธัช ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในส่วนของการแปรรูปปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มมาตั้งแต่ต้น สุดท้ายขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานราชการตลอดจนลูกจ้างชั่วคราวทุกท่านที่มีส่วนร่วมให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

สวิทชาติ ญาณแก้ว. 2547. **การทดสอบการใช้น้ำมันปาล์มลดกัม ลดกรดและเมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันปาล์ม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวเครื่องกล. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

# ภาคผนวก

**ภาพผนวกที่ 1** ต้นแบบระบบผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนแบบครบวงจร โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (a) หม้อน้ำโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (b) ต้นแบบชุดผลิตไบโอดีเซล (c) และต้นแบบชุดกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน (c)

# การศึกษาระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณสมบัติของไบโอดีเซล

# Effect of Timing and Storage Method to Oxidative Stability of Biodiesel

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1] วราวุธ ชูธรรมธัช[2/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณสมบัติไบโอดีเซล มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษา ที่มีต่อเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตเองและผลิตโดยเอกชน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2551 จัดการทดลองเป็นแฟคตอเรียล 2 ปัจจัย วางแผนแบบ RCB 4 ซ้ำ ปัจจัยแรกเป็นภาชนะ 2 ชนิด คือ สแตนเลสและพลาสติก ปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน พร้อมนี้ได้มีวางภาชนะดังกล่าวใน 2 สถานที่คือ อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มและโรงผลิตไบโอดีเซล ผลปรากฏว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ผลิตเองและผลิตโดยเอกชน มีค่า 20.53 และ 18.52 ชั่วโมงตามลำดับ และเมื่อเก็บเป็นเวลานานเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นลดลงตามลำดับ และการเก็บในภาชนะพลาสติกช่วยรักษาเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลได้ดีกว่าภาชนะสแตนเลส โดยเก็บได้นานถึง 13 เดือน สำหรับการเก็บรักษาใน 2 สถานที่ พบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลมีค่าใกล้เคียงกัน

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

จากวิกฤตการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2522 ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการหาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่มีราคาสูงขึ้น พลังงานทางเลือกต่างๆ ได้แก่ ชีวมวล (Biomass), เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) และพลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานน้ำ, พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพซึ่งประกอบด้วยเอทานอล และไบโอดีเซล ได้มีการผลิตและใช้งานเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา โดยในช่วงกลางปี พ.ศ. 2551 ทั่วโลกมีการผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 11.1 ล้านตัน ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม ไอเสียมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละอองน้อยกว่าน้ำมันดีเซล (Vincente *et al.,* 1999) และจากคุณสมบัติการหล่อลื่นที่ดี ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของอุปกรณ์และชิ้นส่วนเครื่องยนต์ และช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ (Tyson, 2004) ดังนั้นกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป จึงส่งเสริมให้ใช้ไบโอดีเซลในเมืองที่จราจรหนาแน่น มลพิษทางอากาศสูง หรือในบริเวณที่ต้องการลดมลพิษ เช่น ที่พักตากอากาศ สวนสาธารณะ เป็นต้น

ไบโอดีเซลจัดเป็นสารประเภทเอสเทอร์ ที่ได้จากการนำน้ำมันหรือไขมันจากพืชและสัตว์ ทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล, เอทานอล, 1-โพรพานอล ฯ (Warabi *et al*., 2003) และใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (Kusdiana and Saka, 2001; Demirbas, 2001) คุณสมบัติทางเคมีด้านองค์ประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมันจึงแตกต่างกันไปตามชนิดของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่นำมาผลิตไบโอดีเซล และหากมีการเก็บรักษาไบโอดีเซลเป็นเวลานาน จะมีผลต่อคุณสมบัติบางประการของไบโอดีเซล เช่น เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ค่ากรด (Acid Value) ความหนืด (Kinematic Viscosity) และเนื่องจากเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่มีค่าต่ำมีผลต่อการใช้งานในเครื่องยนต์ ทวีปยุโรปมีการกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซล (A European Standard, EN 14112) โดยกำหนดเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง (EN 14214) และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rancimat ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ต้องมีค่า Induction Time ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง และหากใช้ไบโอดีเซลเป็น Heating oil (EN 14112) ต้องมีค่า Induction Time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง สำหรับมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (ASTM D6751) กำหนดเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซล ต้องมีค่า Induction Time ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีด้วยกัน 2 ปัจจัย คือ ปริมาณออกซิเจนในอากาศ (ในภาชนะบรรจุ) และปริมาณเอสเทอร์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยกลไกที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลได้แก่ อากาศ, แสง, อุณหภูมิ, ชนิดของโลหะและผิวสัมผัสระหว่างอากาศและไบโอดีเซล ปัจจัยที่กล่าวมามีผลต่อการเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดังนั้นจึงได้ศึกษาระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม โดยสามารถรักษาเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ผ่านมาตรฐาน

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มโอเลอีน และน้ำมันสบู่ดำ
2. สารเคมีที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล เช่น เมทานอล โซดาไฟ (NaOH) และกรดฟอสฟอริก
3. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความชื้น, ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid, FFA), ค่าไอโอดีน (Iodine Value, IV) และปริมาณความชื้นของน้ำมัน ( Moisture Value)
4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียม Fatty Acid Methyl Ester (FAME) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน
5. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน เช่น หลอดบรรจุตัวอย่าง เข็มฉีด ฯ
6. สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน
7. เครื่อง Gas Chromatography (GC)

8. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน และผลิตไบโอดีเซล เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องแก้วต่างๆ
9. ชุดผลิตไบโอดีเซล ขนาด 100 ลิตร
10. ถังบรรจุน้ำมันพืช และไบโอดีเซล
11. เครื่องกวนสารเคมีพร้อมอุปกรณ์ให้ความร้อน
12. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
13. เครื่องวิเคราะห์ความคงตัวของน้ำมันพืช/ไบโอดีเซล (Rancimat)

**แบบและวิธีการทดลอง**

**การเตรียมและการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมัน**

วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ, ค่าไอโอดีน (ค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว), ปริมาณความชื้นของน้ำมัน และนำไปเตรียม FAME เพื่อศึกษาองค์ประกอบกรดไขมัน สำหรับน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันสบู่ดำต้องกำจัดยางเหนียว (degum) ก่อนผลิตไบโอดีเซล โดยทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริค อัตรา 0.08-0.10% โดยปริมาตร และทดสอบการตกค้างของยางเหนียว หากมีการตกค้างต้องกำจัดยางเหนียวอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำมันที่ใช้ในการทดลองปราศจากยางเหนียว

**การเตรียมสารละลาย**

ละลายโซดาไฟในเมทานอลให้เป็นเนื้อเดียวกัน (อัตราที่ใช้ขึ้นกับปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันพืชแต่ละชนิด) เพื่อใช้ทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น

**การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น**

ชั่งน้ำมันพืชตามที่ต้องการ บรรจุในถังผลิตขนาด 100 ลิตร ให้ความร้อนกระทั่งอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารละลายที่เตรียมไว้ โดยเปิดวาล์วให้สารละลายไหลลงในถังทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆ ประมาณ 5 นาที และกวนเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิจะลดลง และเกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรอล (ไบโอดีเซลลอยตัวด้านบนเนื่องจากน้ำหนักน้อยกว่ากลีเซอรอล) จากนั้นถ่ายกลีเซอรอลออกด้านล่างของถังให้เหลือเฉพาะไบโอดีเซลในถังทำปฏิกิริยา

**การทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล**

จากขั้นตอนการทำปฏิกิริยาที่ผ่านมา ไบโอดีเซลที่ได้ยังมีส่วนผสมของสารอื่นๆ เช่นสบู่, กลีเซอรอล, โซดาไฟ และเมทานอลที่ทำปฏิกิริยาไม่หมด จึงต้องมีล้างด้วยน้ำร้อน โดยฉีดฝอยจากด้านบนของถังประมาณ 1/3 ของปริมาตรไบโอดีเซล ล้างประมาณ 3-6 ครั้ง จนกระทั่งน้ำล้างสะอาด จากนั้นไล่น้ำที่ค้างในไบโอดีเซล โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 20-30 นาที (พร้อมกวน) ทิ้งไว้ให้เย็น และปั๊มไบโอดีเซลผ่านเครื่องกรองเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นก่อนนำไปเก็บรักษา

**การเก็บรักษา**

ในการเก็บรักษาไบโอดีเซล แบ่งเป็น 2 ชุด โดย**ชุดแรก**เป็นไบโอดีเซลที่ผลิตเองโดยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี **และชุดที่สอง**เป็นไบโอดีเซลที่ผลิตโดยเอกชน มีการเก็บรักษาแบบเดียวกันคือ เก็บรักษาในภาชนะปิดที่ผลิตจากวัสดุ 2 ชนิด คือ พลาสติก (PL) และแสตนเลส (ST) ระยะเวลา 13 เดือน และแบ่งจัดเก็บใน 2 สถานที่ คือ อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม (ตัวแทนของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงน้อย) และโรงผลิตไบโอดีเซล (ตัวแทนของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงง่าย) ระยะเวลาเก็บรักษานาน 13 เดือน (ชุดแรกเริ่มเดือนมิถุนายน 2550 ถึง มิถุนายน 2551 และชุดที่สองเริ่มเดือนธันวาคม 2550 ถึง พฤศจิกายน 2551)

**การวิเคราะห์เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น**

ชั่งตัวอย่างไบโอดีเซลที่ต้องการหาค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จำนวน 3 กรัม และวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความคงสภาพของน้ำมันและไขมัน รุ่น 743 Rancimat ของ Metrohm อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอากาศ 10 ลิตร/ชั่วโมง

**การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. บันทึกคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มโอเลอีน และน้ำมันสบู่ดำด้านเคมีและกายภาพ
   - ด้านกายภาพ บันทึกค่าไอโอดีน, กรดไขมันอิสระ และความชื้น
   - ด้านเคมี บันทึกองค์ประกอบกรดไขมันของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชทั้ง 3 ชนิด

2. บันทึกความบริสุทธิ์ (ester content) และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช

3. บันทึกเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลเดือนละ 1 ครั้ง และคุณภาพของไบโอดีเซลในภาพรวม ก่อน-หลังการทดลอง

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จัดการทดลองเป็นแฟคตอเรียล 2 ปัจจัย วางแผนแบบ RCB 4 ซ้ำ ปัจจัยแรกเป็นภาชนะ 2 ชนิด คือ สแตนเลสและพลาสติก ปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาเก็บรักษานาน 13 เดือน

**การวิเคราะห์คุณภาพไบโอดีเซล**

1. ความชื้น

2. ค่าไอโอดีน

3.ปริมาณกรดไขมันอิสระ หาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กรรมวิธีของ AOAC (method 940.28, 1990)

4.องค์ประกอบของกรดไขมัน เตรียมตัวอย่างไบโอดีเซลเป็น FAME และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC)

5.ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล ใช้เทคนิค TLC (Thin Layer Chromatograph) โดยใช้ stationary phase : Chromarod - S III และ 1$^{st}$ mobile phase : n-hexane : diethyl ether : formic acid = 50:20:30 , 2 $^{nd}$ mobile phase : n-hexane : benzene = 1:1 โดยส่งวิเคราะห์ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร หาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

6.วิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลก่อน-หลัง เก็บรักษาที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เช่น ความหนืด ปริมาณน้ำ และปริมาณกำมะถัน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2549 และสิ้นสุด พฤศจิกายน 2551

**สถานที่ดำเนินการ**

อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม และโรงผลิตไบโอดีเซล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. คุณภาพและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ผลิตเอง**

**1.1 คุณภาพน้ำมันพืชและไบโอดีเซล**

จากการวิเคราะห์พบว่า ความชื้นของน้ำมันพืชมีค่าใกล้เคียงกัน และเหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซล สำหรับปริมาณกรดไขมันอิสระ พบว่า น้ำมันปาล์มดิบมีค่าสูงสุด รองลงมาคือน้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันสบู่ดำ (ตารางที่ 1) สำหรับค่าไอโอดีน พบว่า ค่าไอโอดีนของน้ำมันสบู่ดำมีค่าสูงสุด รองลงมาคือน้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบกรดไขมัน (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1** ความชื้น ปริมาณกรดไขมันอิสระ และค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันสบู่ดำ

| คุณภาพน้ำมันพืช | ชนิดของน้ำมันพืช | | |
|---|---|---|---|
| | น้ำมันปาล์มดิบ | น้ำมันปาล์มโอเลอีน | น้ำมันสบู่ดำ |
| ความชื้น (%) | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| ปริมาณกรดไขมันอิสระ | 1.04 | 0.20 | 0.15 |
| ค่าไอโอดีน (Iodine Value) | 52.45 | 62.98 | 97.20 |

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน พบว่า สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวของ ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบมีค่าประมาณ 46:54 และสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันสบู่ดำมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2 )

**ตารางที่ 2** องค์ประกอบกรดไขมันของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันสบู่ดำ

| เอสเทอร์ของกรดไขมัน | | ไบโอดีเซลจาก | | |
|---|---|---|---|---|
| | | น้ำมันปาล์มดิบ | น้ำมันปาล์มโอเลอีน | น้ำมันสบู่ดำ |
| Methyl laurate | C12:0 | 0.25 | 0.54 | - |
| Methyl myristate | C14:0 | 0.89 | 1.85 | - |
| Methyl palmitate | C16:0 | 40.30 | 11.93 | 22.92 |
| Methyl stearate | C18:0 | 4.40 | 7.26 | - |
| Methyl arachidate | C20:0 | 0.20 | 0.59 | 0.33 |
| Methyl palmitoleic | C16:1 | 0.19 | - | - |
| Methyl oleate | C18:1 | 42.53 | 63.72 | 29.76 |
| Methyl linoleate | C18:2 | 10.22 | 14.12 | 46.99 |
| Methyl linolenate | C18:3 | 1.04 | 0.0 | - |
| **Saturated Fatty Acid (SFA)** | | **46.03** | **22.17** | **23.25** |
| **Unsaturated Fatty Acid (USFA)** | | **53.97** | **77.83** | **76.75** |

สำหรับผลการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ พบว่า ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ, น้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันสบู่ดำ มีความบริสุทธิ์สูงกว่ามาตรฐาน และจากการวิเคราะห์เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มโอเลอีน พบว่ามีค่า 20.53 และ 4.53 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 3) น้อยกว่าไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่เติมวิตามินอี 664 ppm (25.70 ชั่วโมง) และไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่เติมวิตามินอี, BHT หรือ TBHQ 50 ppm (6.17-8.85 ชั่วโมง) (Liang *et al.*, 2006) ตามลำดับ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำมีค่าต่ำสุด 0.39 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีค่าสูง (Knothe, 2003) ดังนั้นในการเก็บรักษาครั้งนี้ จึงศึกษาเฉพาะไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ

**ตารางที่ 3** ความบริสุทธิ์และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ของไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มโอเลอีน และน้ำมันสบู่ดำ

| คุณสมบัติ | ไบโอดีเซลจาก | | |
|---|---|---|---|
| | น้ำมันปาล์มดิบ | น้ำมันปาล์มโอเลอีน | น้ำมันสบู่ดำ |
| ความบริสุทธิ์ (%) | 100 | 98.95 | 100 |
| เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) | 20.53 | 4.53 | 0.39 |

**1.2 เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น**

จากเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไบโอดีเซลที่จัดวางในอาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม พบว่า ภาชนะพลาสติกสามารถเก็บไบโอดีเซลได้นานถึง 13 เดือน โดยเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นผ่านมาตรฐาน ในขณะที่ภาชนะสแตนเลสเก็บรักษาได้เพียง 4 เดือนเท่านั้น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกและภาชนะสแตนเลสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกเดือน และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสเร็วมากในช่วง 2-3 เดือนแรก เนื่องจากสแตนเลสมีความสามารถในการสื่อความร้อนได้ดีกว่าพลาสติก ทำให้อุณหภูมิของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสสูงกว่าพลาสติก จึงมีผลต่อการเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ที่เก็บในอาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน) | เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) [1] | | ค่าแตกต่าง [2] |
|---|---|---|---|
| | ภาชนะสแตนเลส | ภาชนะพลาสติก | |
| 0 | 20.53a | 20.53a | 0 |
| 1 | 15.79b | 17.98b | 2.19** |
| 2 | 12.08c | 14.45c | 2.37** |
| 3 | 6.97d | 13.98c | **7.01**** |
| 4 | **6.37de** | 11.88d | 5.51** |
| 5 | 5.84e | 11.64d | 5.80** |
| 6 | 4.71f | 9.21f | 4.50** |
| 7 | 4.26f | 10.03e | 5.77** |
| 8 | 3.31g | 8.70f | 5.39** |
| 9 | 2.98g | 8.76f | 5.78** |
| 10 | 2.35gh | 7.82g | 5.47** |
| 11 | 2.01hi | 6.78h | 4.77** |
| 12 | 1.81hi | 6.93h | 5.12** |
| 13 | 1.34i | **6.39h** | 5.05** |

CV (a) = 6.61% CV (b) = 4.72%

[1] เปรียบเทียบทางสดมภ์ เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะเดียวกัน ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] เปรียบเทียบทางด้านแถว เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน ในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ** แตกต่างกันโดยเทียบกับ $LSD_{.01}$ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับไบโอดีเซลที่จัดวางในโรงผลิตไบโอดีเซล พบว่า ภาชนะพลาสติกสามารถเก็บรักษาไบโอดีเซลได้นานกว่าภาชนะสแตนเลสเช่นเดียวกัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกและภาชนะสแตนเลสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกเดือน และเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในแต่ละภาชนะในแต่ละเดือน พบว่า ภาชนะสแตนเลสมีการลดลงของเสถียรภาพฯ เร็วกว่าภาชนะพลาสติกอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 5) สำหรับการเปรียบเทียบสถานที่ในการจัดวางภาชนะ พบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ภาชนะพลาสติก) ในโรงผลิตไบโอดีเซลต่ำกว่าในอาคารฯ เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยในโรงผลิตไบโอดีเซลสูงกว่าอาคารฯ ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

**ตารางที่ 5** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสและพลาสติกที่เก็บในโรงผลิตไบโอดีเซล ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน) | เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) [1] | | ค่าแตกต่าง [2] |
|---|---|---|---|
| | ภาชนะสแตนเลส | ภาชนะพลาสติก | |
| 0 | 20.53a | 20.53a | 0 |
| 1 | 14.58b | 17.28b | 2.70** |
| 2 | 11.32c | 16.59b | 5.27** |
| 3 | **6.92d** | 13.89c | **6.97**** |
| 4 | 4.74ef | 10.39e | 5.65** |
| 5 | 5.07e | 11.53d | 6.46** |
| 6 | 4.21f | 11.58d | 7.37** |
| 7 | 3.33g | 10.55e | 7.22** |
| 8 | 3.13g | 9.07f | 5.94** |
| 9 | 2.12h | 8.56f | 6.44** |
| 10 | 1.72hi | 7.94g | 6.22** |
| 11 | 1.27ij | 7.72g | 6.45** |
| 12 | 0.81jk | 7.18g | 6.37** |
| 13 | 0.33k | **6.20h** | 5.87** |

CV (a) = 6.65% CV (b) = 5.49%

[1] เปรียบเทียบทางสดมภ์ เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะเดียวกัน ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] เปรียบเทียบทางด้านแถว เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกันในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ** แตกต่างกันโดยเทียบกับ $LSD_{.01}$ $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**2. คุณภาพและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ผลิตโดยเอกชน**

**2.1 คุณภาพไบโอดีเซล**

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของไบโอดีเซลที่ผลิตโดยเอกชน จำนวน 2 ชนิด ปรากฏว่า สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันใช้แล้ว มีค่าใกล้เคียงกันคือ 43:57 และ 45:55 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** องค์ประกอบกรดไขมันของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันใช้แล้ว

| เอสเทอร์ของกรดไขมัน | | ไบโอดีเซล | |
|---|---|---|---|
| | | น้ำมันปาล์มดิบ | น้ำมันใช้แล้ว |
| Methyl laurate | C12:0 | 0.30 | 2.2 |
| Methyl myristate | C14:0 | 1.08 | 1.0 |
| Methyl palmitate | C16:0 | 37.67 | 37.8 |
| Methyl stearate | C18:0 | 4.15 | 4.4 |
| Methyl arachidate | C20:0 | 0.28 | - |
| Methyl oleate | C18:1 | 44.98 | 42.5 |
| Methyl linoleate | C18:2 | 11.28 | 11.2 |
| Methyl linolenate | C18:3 | 0.26 | 0.9 |
| **Saturated Fatty Acid (SFA)** | | **43.48** | **45.40** |
| **Unsaturated Fatty Acid (USFA)** | | **56.52** | **54.60** |

และเมื่อวิเคราะห์ความบริสุทธิ์และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น พบว่า ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันใช้แล้วสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบผ่านมาตรฐาน และไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันใช้แล้วไม่ผ่านมาตรฐาน (ตารางที่ 6) ดังนั้น จึงศึกษาการเก็บรักษาไบโอดีเซลของเอกชนเฉพาะไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเท่านั้น

**ตารางที่ 7** ความบริสุทธิ์และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันใช้แล้ว

| คุณสมบัติ | ไบโอดีเซล | |
|---|---|---|
| | น้ำมันปาล์มดิบ | น้ำมันใช้แล้ว |
| ความบริสุทธิ์ (%) | 100 | 98.95 |
| เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) | 18.52 | 4.03 |

**2.2 เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น**

การวางภาชนะเก็บไบโอดีเซลที่ผลิตโดยเอกชนในอาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม พบว่า ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 13 เดือน เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกสูงกว่าภาชนะสแตนเลส 7.62 และ 6.56 ชั่วโมง ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกและสแตนเลสในเดือนที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่เดือนอื่นๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกเดือน (ยกเว้นเดือนที่ 6 ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ) (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ที่เก็บในอาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน) | เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) [1] | | ค่าแตกต่าง [2] |
|---|---|---|---|
| | ภาชนะสแตนเลส | ภาชนะพลาสติก | |
| 0 | 18.52a | 18.52a | 0 |
| 1 | 16.44b | 16.69b | 0.25$^{ns}$ |
| 2 | 12.90c | 14.23c | 1.33** |
| 3 | 11.99d | 13.97c | 1.98** |
| 4 | 11.51de | 12.97d | 1.46** |
| 5 | 11.05e | 11.82e | 0.77** |
| 6 | 10.99e | 11.66e | 0.67* |
| 7 | 9.82f | 10.77f | 0.95** |
| 8 | 9.34f | 10.12g | 0.78** |
| 9 | 8.45g | 9.28h | 0.83** |
| 10 | 8.01gh | 9.26h | 1.25** |
| 11 | 7.52hi | 8.43i | 0.91** |
| 12 | 7.31i | 8.19i | 0.88** |
| 13 | **6.56j** | **7.62j** | 1.06** |

CV (a) = 3.19% CV (b) = 2.98%

[1] เปรียบเทียบทางสดมภ์ เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะเดียวกัน ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] เปรียบเทียบทางด้านแถว เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน ในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ** แตกต่างกันโดยเทียบกับ $LSD_{.01}$ $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับการวางภาชนะในโรงผลิตไบโอดีเซล พบว่า ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 13 เดือน เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกสูงกว่าภาชนะสแตนเลส 8.08 และ 7.72 ชั่วโมงตามลำดับ (ค่าสูงกว่าการจัดวางในอาคารฯ เล็กน้อย) และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะพลาสติกและสแตนเลสในเดือนที่ 1-4 และเดือนที่ 11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (เดือนที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ) ในขณะที่การเก็บรักษาในเดือนที่ 5-10 และเดือนที่ 12-13 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9)

หลังการเก็บรักษา ได้จัดส่งตัวอย่างไบโอดีเซลเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำ พบว่า มีค่า 0.278% และความหนืดมีค่า 5.243 cSt/s ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลเล็กน้อย

**ตารางที่ 9** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ที่เก็บในโรงผลิตไบโอดีเซล ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน) | เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) [1] | | ค่าแตกต่าง [2] |
|---|---|---|---|
| | ภาชนะสแตนเลส | ภาชนะพลาสติก | |
| 0 | 18.52a | 18.52a | 0 |
| 1 | 14.54b | 15.47b | 0.93** |
| 2 | 14.50b | 15.38b | 0.88** |
| 3 | 13.15c | 14.36c | 1.21** |
| 4 | 13.11c | 13.66d | 0.55* |
| 5 | 12.48d | 12.37e | 0.11$^{ns}$ |
| 6 | 11.99d | 12.24e | 0.25$^{ns}$ |
| 7 | 11.41e | 11.53f | 0.12$^{ns}$ |
| 8 | 10.54f | 10.81g | 0.27$^{ns}$ |
| 9 | 10.01g | 10.22h | 0.21$^{ns}$ |
| 10 | 9.43h | 9.67i | 0.24$^{ns}$ |
| 11 | 8.32i | 8.33j | 0.01** |
| 12 | 8.18ij | 8.37j | 0.19$^{ns}$ |
| 13 | **7.72j** | **8.08j** | 0.36$^{ns}$ |

CV (a) = 2.94% CV (b) = 2.57%

[1] เปรียบเทียบทางสดมภ์ เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลในภาชนะเดียวกัน ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ ที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] เปรียบเทียบทางด้านแถว เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลที่ระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน ในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ** แตกต่างกันโดยเทียบกับ $LSD_{.01}$ $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาไบโอดีเซลเพื่อรักษาเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น หรือรักษาเสถียรภาพให้มีค่าผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลนานที่สุด ควรเก็บรักษาในภาชนะพลาสติก หรือภาชนะที่ไม่เป็นสื่อความร้อนและแสงผ่านไม่ได้ เนื่องจากปัจจัยที่มีผลเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น คือ อุณหภูมิ แสง และควรวางในสถานที่ที่ไม่ได้รับแสงโดยตรง และเป็นที่มีการถ่ายเทอากาศสะดวก เพื่อรักษาสภาพอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไป สำหรับการบรรจุไบโอดีเซลในภาชนะควรบรรจุให้เต็ม เพื่อลดผิวสัมผัสระหว่างอากาศและไบโอดีเซลให้น้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้บางส่วน และหากไบโอดีเซลที่ต้องการเก็บรักษาเป็นไบโอดีเซลที่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณมาก ควรมีการปรับสภาพโดยเติมสารเติมแต่ง (additive) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งจะช่วยยืดระยะเวลาเก็บรักษาได้นานขึ้น

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ให้คำแนะนำการจัดเก็บไบโอดีเซลและระยะเวลาที่เหมาะสมแก่โรงงานผลิตไบโอดีเซล โดยสามารถรักษาคุณสมบัติไบโอดีเซลบางประการให้ผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลของกรมธุรกิจพลังงาน

## เอกสารอ้างอิง


Demirbas, A. 2001. **Biodiesel from vegetable oils via transesterification in supercritical methanol.** Energy Conversion and Management 43: 2349-2356.

Liang, Y.C., C.Y. May, C.S. Foon, M.A. Ngan, C.C. Hock and Y. **Basiron. 2006. The effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of palm diesel**. Fuel 85: 867-870

Knothe, G. and R.O. Dune. 2003. **Dependence of oil stability index of fatty compounds on their structure and concentration and presence of metals**. J. Am. Oil Chem. Soc. 80: 1021-1026

Kusdiana, K. and S. Saka. 2001. **Kinetics of transesterification in rapeseed oil to biodiesel fuel as treated in supecritical methanol.** Fuel 80(5): 693-698

Tyson, K.S. 2004. Biomass 2004 Biodiesel. U.S. **Department of Energy Efficiency and Renewable Energy**. 53p.

Vincente, G., M. Martinez and J. Aracil. 1999. **Methyl esters of sunflower oil as fuels. Alternative to petroleum-derived diesel fuel**. Ing. Quim. 31(355): 153-159.

Warabi Y., Kusdiana D. and S. Saka. 2003. **Reactivities of triglycerides and fatty acids of rapeseed oil in supercritical alcohols**. Bio resource Technology 91: 283-287.

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) ของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตเองและผลิตโดยเอกชนในภาชนะสแตนเลสและพลาสติก ที่จัดวางในอาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม และโรงผลิตไบโอดีเซล ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0-13 เดือน

| ชนิดของไบโอดีเซล | Induction Time (hr.) /2 Location / ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ไบโอดีเซลที่ผลิตเอง | | | | | | | | | | | | | | |
| STRT | 20.53 | 15.79±0.27 | 12.08±0.51 | 6.97±0.64 | 6.37±0.32 | 5.84±0.56 | 4.71±0.16 | 4.26±0.32 | 3.31±0.57 | 2.98±0.30 | 2.52±0.35 | 2.08±0.41 | 1.81±0.35 | 1.34±0.40 |
| PLRT | 20.53 | 17.98±0.13 | 14.45±0.74 | 13.98±0.74 | 11.88±0.32 | 11.64±0.22 | 9.21±2.35 | 10.03±0.35 | 8.70±0.20 | 8.76±0.28 | 7.82±0.26 | 6.78±0.61 | 6.93±0.30 | 6.39±0.19 |
| STFT | 20.53 | 14.58±0.93 | 11.32±1.02 | 6.92±0.73 | 4.74±0.62 | 5.07±0.46 | 4.21±0.64 | 3.33±0.61 | 3.13±0.59 | 2.12±0.99 | 1.72±0.96 | 1.27±0.83 | 0.81±0.94 | 0.33±0.57 |
| PLFT | 20.53 | 17.28±0.47 | 16.59±0.32 | 13.89±0.43 | 10.39±0.43 | 11.53±0.60 | 11.58±0.73 | 10.55±0.28 | 9.07±0.22 | 8.56±0.64 | 7.94±0.58 | 7.72±0.33 | 7.18±0.24 | 6.20±0.42 |
| ไบโอดีเซลที่ผลิตโดยเอกชน | | | | | | | | | | | | | | |
| STRT | 18.52 | 16.44±00.26 | 13.97±0.13 | 12.90±1.03 | 12.97±0.25 | 11.05±0.31 | 10.99±0.21 | 9.80±0.33 | 9.34±0.21 | 8.45±0.25 | 8.01±0.50 | 7.52±0.39 | 7.31±0.45 | 6.56±0.24 |
| PLRT | 18.52 | 16.69±0.27 | 14.23±0.33 | 13.97±0.13 | 12.97±0.25 | 11.82±0.35 | 11.66±0.31 | 10.77±0.46 | 10.12±0.30 | 9.28±0.29 | 9.26±0.37 | 8.43±0.21 | 8.19±0.17 | 7.55±0.26 |
| STFT | 18.52 | 14.54±0.24 | 14.50±0.92 | 14.15±0.45 | 13.10±0.34 | 12.48±0.35 | 11.99±0.63 | 11.41±0.37 | 10.54±0.68 | 10.01±0.74 | 9.43±0.62 | 8.21±0.55 | 8.18±0.52 | 7.72±0.55 |
| PLFT | 18.52 | 15.47±0.27 | 15.38±0.34 | 14.36±0.34 | 13.70±0.29 | 12.37±0.39 | 12.25±0.32 | 10.81±0.50 | 10.81±0.50 | 10.22±0.32 | 9.67±0.18 | 8.33±0.45 | 8.37±0.14 | 8.08±0.15 |

หมายเหตุ ST หมายถึง ภาชนะสแตนเลส, PL หมายถึง ภาชนะพลาสติก, RT หมายถึง อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์ฯ และ FT หมายถึง โรงผลิตไบโอดีเซล ตามลำดับ

# การวิจัยเทคนิคการผลิตเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม ด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน

# Production of Fatty Acid Methyl Ester from Palm Oil by Short-path Distillation

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/]
วัชรี ศรีรักษา[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[2/]

## บทคัดย่อ

การผลิตเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันปาล์มด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ และเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้เครื่องกลั่นลำดับส่วน ดำเนินการในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2548 – กันยายน 2551 โดยปัจจัยหลักที่ใช้ในการกลั่นลำดับส่วนคือคือ อุณหภูมิและความดันในการกลั่นที่ต่างกัน ผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคคือ อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ความดัน 9 ทอร์ ได้เอสเทอร์ของกรดลอริคที่บริสุทธิ์ 87.5 เปอร์เซ็นต์ และสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกคือ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความดัน 9 ทอร์ ได้เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกความบริสุทธิ์ 84.2 เปอร์เซ็นต์

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

ในเอเชีย อุตสาหกรรมออริโอเคมิคอลมีการขยายตัวอย่างมากในรอบ 15 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะมาเลเซีย ผู้ผลิตน้ำมันปาล์มรายใหญ่ของโลก เป็นประเทศที่มีโรงงานอุตสาหกรรมด้านออริโอเคมิคอลที่มีกำลังการผลิตใหญ่ที่สุดในโลก โดยผลิตกรดไขมันได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของกำลังการผลิตทั่วโลก หรือประมาณ 850,000 ตัน สำหรับประเทศไทย พบว่า มีภาคเอกชน 1 แห่งที่ผลิตกรดไขมันจากน้ำมันพืชชนิดต่างๆ เพื่อจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งเทคนิควิธีการในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องค้นคว้าและทดลอง เนื่องจากมีปัจจัยเกี่ยวข้องกับการผลิตหลายปัจจัย ดังนั้นจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคดังกล่าว เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่น้ำมันปาล์ม และลดการนำเข้ากรดไขมัน ซึ่งมีราคาสูงและจำเป็นต้องใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้น้ำมันสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเรพซีด ทานตะวัน หรือถั่วเหลือง โดยปาล์มน้ำมันสามารถผลิตน้ำมันได้สูงถึง 4.17 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่เรพซีด ทานตะวัน และถั่วเหลืองให้ผลผลิตน้ำมันเพียง 0.65 0.54 และ 0.44 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ปาล์มน้ำมันจึงได้รับการส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในประเทศมาเลเซีย มีการขยายพื้นที่ปลูกจากเดิมจำนวน 500,000 ไร่ในปี 1960 เป็น 29.3 ล้านไร่ ในปี 2008 และผลิตน้ำมันปาล์มได้ 17.73 ล้านตัน ในการผลิตน้ำมันปาล์มดังกล่าว มาเลเซียได้มีแผนรองรับทั้งในส่วนของการขยายพื้นที่ปลูก การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต ตลอดถึงการวิจัยเกี่ยวกับเทคนิควิธี การในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในอุตสาหกรรมโอริโอเคมิคอล ซึ่งมีการขยายตัวอย่างมากในรอบ 15 ปีที่ผ่านมา จนกลายเป็นประเทศที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรมออริโอเคมิคอลอันดับ 1 ในเอเชีย โดยสามารถผลิตกรดไขมันได้ประมาณ 20 % หรือ 850,000 ตัน ของกำลังการผลิตทั่วโลก (Pantzaris, 2000) ในปี 2009 มาเลเซียส่งออกผลิตภัณฑ์โอริโอเคมิคอล 2.17 ล้านตัน โดยคิดเป็นกรดไขมัน 0.83 ล้านตัน สำหรับเอสเทอร์ของกรดไขมันแต่ละตัวจะมีจุดเดือดแตกต่างกันซึ่งแยกได้โดยการใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วน

เอสเทอร์ของกรดลอริค (Lauric acid) สูตรทางเคมี $C_{12}H_{24}O_2$ มวลโมเลกุล 200.32 กรัมต่อโมล, ความหนาแน่น 0.88 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและจุดเดือด 298.9 องศาเซลเซียส เป็นกรดไขมันหลักของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Beare-Rogers และคณะ, 2001) และมีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Ouattar และคณะ, 2000; Hoffman และคณะ, 2001; Dawson และคณะ, 2002) และเป็นส่วนประกอบของนมแม่, นมวัวและนมแพะ 6.2, 2.9 และ 3.1 เปอร์เซ็นต์ของไขมันทั้งหมด (Beare-Rogers และคณะ, 2001) สำหรับการใช้ประโยชน์เนื่องจากกรดลอริคราคาไม่แพง มีลักษณะเป็นของแข็ง ณ อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน ไม่มีความเป็นพิษและปลอดภัยต่อการนำมาใช้ประโยชน์ จึงนิยมนำมาใช้เป็น freezing-point depression ในห้องปฏิบัติการ และปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เป็นส่วนผสมของเวชภัณฑ์รักษาสิว (Hough, 2010).

เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) สูตรทางเคมี $C_{16}H_{32}O_2$ มวลโมเลกุล 256.42 กรัมต่อโมล ความหนาแน่น 0.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จุดเดือด 351-352 องศาเซลเซียส หรือ 215 องศาเซลเซียสที่ 15 มิลลิเมตรปรอท ลักษณะเป็นผลึกสีขาวเป็นกรดไขมันหลักของน้ำมันปาล์มดิบ (Beare-Rogers และคณะ, 2001) ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง มีการนำอนุพันธ์ของกรดปาล์มมิติกมาใช้เป็นส่วนประกอบของแนพทา (naphtha) สำหรับผลิตระเบิดนาปาล์ม และมีการใช้ในรูปการผสมระหว่างกรดสเตียริคและกรดปาล์มมิติก โดยใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเทียนไข, พลาสติก, ส่วนเสริมโภชนาการ, ดินสอสีและเครื่องสำอาง และใช้เป็นส่วนผสมให้ยางมีความอ่อนนุ่ม

การกลั่นลำดับส่วน เป็นการแยกสารผสมออกจากกันให้อยู่ในรูปขององค์ประกอบย่อยแต่ละตัว เช่น การแยกสาร ประกอบทางเคมี โดยใช้ความแตกต่างของจุดเดือดด้วยการให้ความร้อนกับสารประกอบนั้น ซึ่งสารประกอบแต่ละตัวจะถูกแยกออกมาที่ความดันไอแตกต่างกัน การกลั่นลำดับส่วนนี้จัดเป็นการกลั่นชนิดพิเศษ โดยส่วนใหญ่แล้วการกลั่นลำดับส่วนจะประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่นปิโตรเลียม ปิโตรเคมี อุตสาหกรรมเคมีอื่นและกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติ

สำหรับประเทศไทย มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 69,625 ไร่ ในปี 2520 และในปี 2552 มีพื้นที่ปลูก 3.9 ล้านไร่ โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการน้ำมันพืชที่ระดับไม่น้อยกว่า 1 ล้านตัน ดังนั้นเพื่อเป็นการรองรับ

ปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มในประเทศ โดยเฉพาะการเพิ่มมูลค่าน้ำมันปาล์มและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำ เพื่อเป็นแนวทางช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน และผู้เกี่ยวข้องที่ได้รับผลกระทบจากราคาปาล์มน้ำมันตกต่ำและความไม่แน่นอนของราคา และลดการนำเข้ากรดไขมันซึ่งมีราคาสูงและจำเป็นต้องใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศอีกทางหนึ่ง จึงได้มีการศึกษาเทคนิคการผลิตเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มโดยการกลั่นลำดับส่วน

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้เตรียมเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ
3. เครื่องให้ความร้อนแบบหมุนเหวี่ยง (Hot Plate Stirrer)
4. เครื่องกลั่นลำดับส่วน (Short-path Distillation)
5. เครื่องวิเคราะห์ชนิดของสาร (Gas Chromatography, GC)
6. สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมัน
7. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างสารสำหรับวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก
9. วัสดุเครื่องแก้ว, เทอร์โมมิเตอร์
10. อ่างให้ความร้อน (Water bath)

**แบบและวิธีการทดลอง**

**1. การเตรียมเมทิลเอสเทอร์**

- การเตรียมน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มดิบ

กำจัดยางเหนียวและสิ่งเจือปน โดยทำปฏิกิริยาน้ำมันปาล์มด้วยกรดฟอสฟอริกอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ปล่อยให้ยางเหนียวและสิ่งเจือปนตกตะกอน 1 ชั่วโมง แยกน้ำมันปาล์มที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมาวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (เพื่อใช้คำนวณปริมาณสารเร่งปฏิกิริยา-โซดาไฟ) ในกรณีที่ปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่า 1.5% as palmitic acid (สำหรับน้ำมันปาล์มดิบ)/ 1.5% lauric acid (สำหรับน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ) ต้องมีการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น เพื่อเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์ก่อนการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น

การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น

<u>กรณีน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ</u> เนื่องจากปริมาณกรดไขมันอิสระหลังกำจัดยางเหนียวมีค่า 0.6 % as lauric acid จึงได้เตรียมสารละลายสำหรับทำปฏิกิริยา โซดาไฟอัตรา 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน ในเมทานอลอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน

<u>กรณีน้ำมันปาล์มดิบ</u> เนื่องจากปริมาณกรดไขมันอิสระหลังกำจัดยางเหนียวมีค่า 1.0 % as palmitic acid จึงได้เตรียมสารละลายสำหรับทำปฏิกิริยา โซดาไฟอัตรา 1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน ในเมทานอล อัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน

ชั่งน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ 20 กิโลกรัม และเทลงในถังทำปฏิกิริยา ให้ความร้อนพร้อมกวนเพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึง กระทั่งอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส หยุดให้ความร้อนแต่ยังคงเปิดใบพัดกวน เติมสารละลายที่เตรียมไว้อย่างช้าๆ ประมาณ 5 นาที ทำปฏิกิริยา 30 นาที จากนั้นตั้งไว้ 3 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่อง และมีการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลและกลีเซอรอล จากนั้นแยกกลีเซอรอลออก สำหรับการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นน้ำมันปาล์มดิบใช้น้ำหนัก 20 กิโลกรัม และทำปฏิกิริยาโดยใช้ขั้นตอนเหมือนกับน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ

- การทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล

ล้างส่วนผสมของสารอื่นๆ เช่น สบู่, กลีเซอรอล, โซดาไฟและแอลกอฮอล์ด้วยน้ำร้อน 50-60 องศาเซลเซียส โดยฉีดฝอยจากด้านบนถังปฏิกิริยา และล้างจนกระทั่งน้ำล้างสะอาด ไล่น้ำด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

นาน 20-30 นาที (พร้อมกวน) และทิ้งไว้ให้เย็น จึงปั๊มผ่านเครื่องกรองเพื่อให้ไบโอดีเซลสะอาด จากนั้นนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น

**2. การกลั่นลำดับส่วน**

2.1 เอสเทอร์ของกรดลอริคจากเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ

- ช่วงแรกหาความดันที่เหมาะสม โดยใช้ความดันกลั่นแยกเอสเทอร์ของกรดลอริค 5 ระดับ คือ 6, 7, 8, 9 และ 10 ทอร์ โดยใช้อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส
- ช่วงที่สองหาความดันที่ละเอียดมากขึ้น โดยใช้ความดันกลั่นแยกเอสเทอร์ของกรดลอริค 4 ระดับ คือ 7.5, 8.0, 8.5 และ 9.0 ทอร์ โดยใช้อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส
- ช่วงที่สาม กลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริค ณ ความดันที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับปรับอุณหภูมิในการกลั่นลำดับส่วนเพื่อให้ได้เอสเทอร์ของกรดลอริคที่บริสุทธิ์เพิ่มขึ้น โดยใช้อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 165, 170, 175 และ 180 องศาเซลเซียส

2.2 เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มดิบ

- ช่วงแรกหาความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยใช้ความดัน 5 ระดับ คือ 5, 6, 7, 8 และ 9 ทอร์ และอุณหภูมิ 130, 140, 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส
- ช่วงที่สอง เป็นกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสมจากช่วงแรกเพื่อให้ได้เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่มีค่าสูงกว่าค่าตั้งต้นก่อนกลั่น จากนั้นนำสารที่กลั่นได้ดังกล่าวมาเป็นสารตั้งต้นในการกลั่นลำดับส่วนครั้งที่สอง โดยใช้ความดันและอุณหภูมิที่ละเอียดมากขึ้นในช่วงที่แคบกว่าช่วงแรก

2.3 การวิเคราะห์เอสเทอร์ของกรดไขมันของสารที่กลั่นได้

นำ distillate fraction ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนไปเตรียม fatty acid methyl ester ตามวิธีการมาตรฐานในการเตรียมตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมัน

**3. การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเอสเทอร์ของกรดไขมัน**

นำเอสเทอร์ของกรดลอริคและเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นลำดับส่วนได้บรรจุในขวดแก้วสีชาและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ ที่เวลาเก็บรักษา 3, 6, 9 และ 12 เดือน

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และสิ้นสุดเมื่อ กันยายน 2551

## สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการ อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การเตรียมเมทิลเอสเทอร์**

1.1 เมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ น้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 0.6 % as lauric acid จึงใช้ปัจจัยการผลิตตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ได้ผลผลิตไบโอดีเซล 95 เปอร์เซ็นต์ ส่งไบโอดีเซลดังกล่าวไปวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ (ester content) พบว่ามีค่า 97.5 ปอร์เซ็นต์

1.2 เมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 4.2 % as palmitic acid จึงต้องเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระดังกล่าวเป็นเมทิลเอสเทอร์โดยใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระอีกครั้งพบว่า มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 1.0 % as palmitic acid จึงได้ใช้ปัจจัยการผลิตตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ได้ผลผลิตไบโอดีเซล 92 เปอร์เซ็นต์ ส่งไบโอดีเซลดังกล่าวไปวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ (ester content) พบว่ามีค่า 98.7 เปอร์เซ็นต์

**2. การกลั่นลำดับส่วน**

2.1 การกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคจากเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ พบว่า อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัว มีค่า 79.05 : 20.95 โดยเป็นสัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคสูงสุด 45.51 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรดโอเลอิคและกรดไมริสติค เมื่อทราบองค์ประกอบกรดไขมันเบื้องต้นแล้ว จึงนำเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบดังกล่าวไปกลั่นลำดับส่วนช่วงแรกเพื่อหาความดันที่เหมาะสมโดยใช้อุณหภูมิในการกลั่นคงที่ 170 องศาเซลเซียส และใช้ความดัน 5 ระดับ คือ 6, 7, 8, 9 และ 10 ทอร์ ผลปรากฏว่า สัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคของสารที่กลั่นได้มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 45.51 เปอร์เซ็นต์ เป็น 50.15 และ 53.12 เปอร์เซ็นต์ที่ความดัน 8 และ 9 ทอร์ (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงได้ปรับใช้ความดันที่ละเอียดขึ้น 4 ระดับ คือ 7.5 8.0 8.5 และ 9.0 ทอร์ จำนวน 2 ซ้ำ ผลปรากฏดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** องค์ประกอบเอสเทอร์กรดไขมันจากเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ และกลั่นลำดับส่วน ณ อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ความดันที่ 6, 7, 8, 9 และ 10 ทอร์

| องค์ประกอบกรดไขมัน (%) | ความดัน (ทอร์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ก่อนกลั่น | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Caprylic acid (C 8:0) | 2.03 | 3.25 | 2.56 | 1.02 | 1.67 | 2.75 |
| Capric acid (C 10:0) | 2.60 | 4.89 | 3.85 | 3.13 | 3.05 | 3.52 |
| Lauric acid (C 12:0) | 45.51 | 35.52 | 44.37 | **50.15** | **53.12** | 43.27 |
| Myristic acid (C 14:0) | 16.78 | 22.64 | 17.65 | 16.88 | 18.55 | 16.75 |
| Palmitic acid (C 16:0) | 9.52 | 7.53 | 9.05 | 11.98 | 10.02 | 7.58 |
| Stearic acid (C 18:0) | 2.61 | 1.49 | 4.63 | 1.56 | 3.18 | 4.28 |
| Oleic acid (C 18:1) | 18.02 | 21.08 | 14.92 | 14.76 | 9.10 | 19.92 |
| Linoleic acid (C 18:2) | 2.93 | 3.60 | 2.97 | 0.52 | 1.31 | 1.93 |
| Saturated fatty acid | 79.05 | 75.32 | 82.11 | 84.72 | 89.59 | 78.15 |
| Unsaturated fatty acid | 20.95 | 24.68 | 17.89 | 15.28 | 10.41 | 21.85 |

จากการกลั่นลำดับส่วนที่ความดัน 4 ระดับและอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า เอสเทอร์ของกรดลอริคของสารที่กลั่นได้ ณ ความดัน 8.0 8.5 และ 9.0 ทอร์ มีสัดส่วนสูงกว่าสารตั้งต้น และที่ความดัน 9 ทอร์ สัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคมีค่า 52.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งต่ำกว่าการกลั่นลำดับส่วนครั้งแรกเล็กน้อย และ

เพื่อกลั่นลำดับส่วนให้ได้สัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคเพิ่มขึ้น จึงกลั่นลำดับส่วนสารตั้งต้น ณ อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสและ ความดัน 9 ทอร์ ปริมาณ 5 ลิตร สำหรับใช้กลั่นลำดับส่วนขั้นต่อไป

**ตารางที่ 2** องค์ประกอบเอสเทอร์กรดไขมันจากเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ และกลั่นลำดับส่วน ณ อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ความดันที่ 7.5 8.0 8.5 และ 9.0 ทอร์

| องค์ประกอบกรดไขมัน (%) | ความดัน (ทอร์) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ก่อนกลั่น | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| Caprylic acid (C 8:0) | 2.03 | 2.47 | 1.56 | 1.92 | 1.92 |
| Capric acid (C 10:0) | 2.60 | 4.06 | 2.98 | 3.23 | 3.15 |
| Lauric acid (C 12:0) | 45.51 | 42.69 | 50.30 | 52.05 | **52.65** |
| Myristic acid (C 14:0) | 16.78 | 20.64 | 17.15 | 17.48 | 18.75 |
| Palmitic acid (C 16:0) | 9.52 | 9.67 | 11.55 | 8.48 | 11.14 |
| Stearic acid (C 18:0) | 2.61 | 2.92 | 2.33 | 2.30 | 2.41 |
| Oleic acid (C 18:1) | 18.02 | 17.28 | 13.92 | 14.26 | 9.98 |
| Linoleic acid (C 18:2) | 2.93 | 0.27 | 0.21 | 0.28 | 0.00 |
| Saturated fatty acid | 79.05 | 82.45 | 85.87 | 85.46 | 90.02 |
| Unsaturated fatty acid | 20.95 | 17.55 | 14.13 | 14.54 | 9.98 |

จากผลดำเนินการกลั่นลำดับส่วนสารตั้งต้นที่มีเอสเทอร์ของกรดลอริค 52.65 เปอร์เซ็นต์ ที่ความดัน 9.0 ทอร์ โดยปรับปัจจัยอุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 165, 170, 175 และ 180 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่า 170 องศาเซลเซียส ปริมาณเอสเทอร์ของกรดโอเลอิคมีค่าลดลง เช่นเดียวกับสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทั้งนี้เนื่องจากสารตั้งต้นได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นทำให้เอสเทอร์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีการเปลี่ยนรูป และในส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคพบว่า ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส สัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคมีค่าลดลงจากสารตั้งต้น แต่เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสัดส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคมีค่าเพิ่มขึ้น และสูงสุดที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส จากนั้นมีค่าลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิกลั่นที่ 180 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** องค์ประกอบเอสเทอร์กรดไขมันจากเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ และกลั่นลำดับส่วน ณ ความดัน 9.0 ทอร์ อุณหภูมิ 165, 170, 175 และ 180 องศาเซลเซียส

| องค์ประกอบกรดไขมัน (%) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สารตั้งต้น (ครั้งที่ 2) | 165 | 170 | 175 | 180 |
| Caprylic acid (C 8:0) | 1.92 | 3.65 | 1.87 | 0.71 | 1.47 |
| Capric acid (C 10:0) | 3.15 | 5.93 | 4.09 | 1.03 | 2.77 |
| Lauric acid (C 12:0) | 52.65 | 51.74 | 53.10 | **87.52** | 71.19 |
| Myristic acid (C 14:0) | 18.75 | 15.72 | 19.22 | 1.07 | 8.26 |
| Palmitic acid (C 16:0) | 11.14 | 7.61 | 7.74 | 1.85 | 5.31 |
| Stearic acid (C 18:0) | 2.41 | 3.07 | 3.54 | 1.30 | 2.09 |
| Oleic acid (C 18:1) | 9.98 | 12.28 | 10.44 | 6.52 | 8.98 |
| Linoleic acid (C 18:2) | - | - | - | - | - |
| Saturated fatty acid | 90.02 | 87.72 | 89.56 | 93.48 | 91.09 |
| Unsaturated fatty acid | 9.98 | 12.28 | 10.44 | 6.52 | 8.91 |

2.2 การกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มดิบ

สำหรับการกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกได้ทดลองใช้ความดัน 5 ระดับ คือ 5, 6, 7, 8 และ 9 ทอร์ และอุณหภูมิ 6 ระดับคือ 130, 140, 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

เอสเทอร์ของกรดไขมันของสารที่กลั่นได้ ณ อุณหภูมิ 130-180 องศาเซลเซียส และความดัน 5-9 ทอร์ ได้แสดงเฉพาะเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติก เพื่อเปรียบเทียบกับเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกก่อนกลั่นลำดับส่วนซึ่งมีค่า **44.58 เปอร์เซ็นต์** ผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ความดัน 5 ทอร์ เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นได้ ณ อุณหภูมิต่างๆ มีค่าต่ำกว่าค่าตั้งต้น ยกเว้นที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกมีค่าสูงกว่าค่าตั้งต้นเล็กน้อย และที่ความดัน 6 ทอร์พบว่า ที่อุณหภูมิ 130, 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นได้มีค่าเพิ่ม ขึ้นประมาณ 2.0-2.3 เท่า และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 170 องศาเซลเซียส เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นได้เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง (1.6 เท่า) และเมื่อเพิ่มเป็น 180 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นได้มีค่าลดลงและต่ำกว่าค่าตั้งต้น และเมื่อปรับความดันเป็น 7 ทอร์พบว่า เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับความดัน 6 ทอร์ ยกเว้นที่อุณหภูมิ 150 และ 170 องศาเซลเซียส สำหรับที่ความดัน 8 ทอร์พบว่าส่วนใหญ่เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกมีค่าลดลงอีกครั้งยกเว้นที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ซึ่งให้เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกสูงกว่าค่าตั้งต้น 8.87 เปอร์เซ็นต์ และที่ความดันสุดท้าย 9 ทอร์พบว่า เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่อุณหภูมิ 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียสมีค่าสูงกว่าค่าตั้งต้น โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่ได้มีค่า 62.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากการกลั่นลำดับส่วนเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ และกลั่นลำดับส่วน ณ อุณหภูมิ 130, 140, 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ความดัน 5, 6, 7, 8 และ 9 ทอร์

| อุณหภูมิ | เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกจากสารที่กลั่นได้ที่ความดันต่างกัน (เปอร์เซ็นต์) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 ทอร์ | 6 ทอร์ | 7 ทอร์ | 8 ทอร์ | 9 ทอร์ |
| 130 | 20.99 | 48.34 | 35.43 | 53.45 | 34.93 |
| 140 | 25.27 | 52.45 | 39.99 | 38.03 | 51.79 |
| 150 | 14.09 | 27.91 | 50.21 | 46.60 | 62.69 |
| 160 | 23.27 | 48.28 | 32.62 | 29.83 | 49.61 |
| 170 | 24.57 | 38.99 | 49.44 | 37.91 | 41.46 |
| 180 | 52.20 | 39.33 | 22.54 | 27.10 | - |

สารตั้งต้นในการกลั่นลำดับส่วนครั้งที่ 2 เป็นสารที่กลั่น ณ ความดัน 9 ทอร์ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และมีสัดส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกในสารที่กลั่นได้ 62.69 เปอร์เซ็นต์ และจากแนวโน้มผลของอุณหภูมิพบว่า ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสให้สัดส่วนเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกมากกว่าที่อุณหภูมิอื่น จึงทำการกลั่นลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสและมีการปรับความดันให้ละเอียดมากขึ้นเป็น 7.5, 8.0, 8.5 และ 9.0 ทอร์ ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของสารที่กลั่นได้พบว่า เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่ความดัน 7.5 และ 8.0 ทอร์ มีค่าลดลงกว่าสารตั้งต้น ทำให้สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวลดลงไปด้วย และเมื่อเพิ่มความดันเป็น 8.5 ทอร์ ปรากฏว่า เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกมีค่าเพิ่มขึ้นจากสารตั้งต้นเพียงเล็กน้อย (3 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อเพิ่มความดันเป็น 9.0 ทอร์ พบว่า เอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นสูงกว่าสารตั้งต้น 21.5 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มลดลงจาก 31.25 เปอร์เซ็นต์คงเหลือเพียง 6.20 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกส่วนใหญ่น่าจะมาจากเอสเทอร์ของกรดโอเลอิค เนื่องจากเอสเทอร์ของกรดไขมันอื่นๆ มีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

**ตารางที่ 5** องค์ประกอบเอสเทอร์กรดไขมันจากเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ และกลั่นลำดับส่วน ณ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความดันที่ 7.5 8.0 8.5 และ 9.0 ทอร์

| องค์ประกอบกรดไขมัน (%) | ความดัน (ทอร์) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ก่อนกลั่นลำดับส่วน | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| Caproic acid (C 6:0) | 0.20 | 0.20 | 0.53 | - | 0.53 |
| Caprylic acid (C 8:0) | - | - | - | - | 1.20 |
| Capric acid (C 10:0) | - | - | - | - | 0.22 |
| Lauric acid (C 12:0) | - | - | - | 0.78 | 0.59 |
| Myristic acid (C 14:0) | 0.59 | 0.79 | 0.84 | 2.01 | 3.25 |
| Palmitic acid (C 16:0) | 62.69 | 55.96 | 57.12 | 65.86 | 84.19 |
| Stearic acid (C 18:0) | 5.27 | 4.81 | 4.45 | 2.72 | 3.82 |
| Oleic acid (C 18:1) | 29.85 | 36.49 | 35.48 | 26.25 | 5.49 |
| Linoleic acid (C 18:2) | 1.40 | 1.75 | 1.58 | 2.38 | 0.71 |
| Saturated fatty acid | 68.75 | 61.76 | 62.94 | 71.37 | 93.80 |
| Unsaturated fatty acid | 31.25 | 38.24 | 37.06 | 28.63 | 6.20 |

**3. การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเอสเทอร์ของกรดไขมัน**

สำหรับการศึกษาอายุและวิธีการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเอสเทอร์ของกรดไขมัน ได้นำเอสเทอร์ของกรดลอริคและเอสเทอร์ของกรดปาล์มมิติกที่กลั่นลำดับส่วนได้บรรจุในขวดแก้วสีชาและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันที่เวลาเก็บรักษา 3, 6, 9 และ 12 เดือน ผลปรากฏว่า องค์ประกอบกรดไขมันที่ระยะเวลาเก็บรักษา 3 และ 6 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อาจเนื่องมาจากระยะเวลาเก็บรักษาอยู่ในช่วงสั้น สำหรับผลการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 9 และ 12 เดือนไม่ได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันเนื่องจากเครื่อง GC ชำรุดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นลำดับส่วนเอสเทอร์ของกรดลอริคและกรดปาล์มมิติกด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน คือ อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ความดัน 9 ทอร์ และอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความดัน 9 ทอร์ ตามลำดับ ความบริสุทธิ์มีค่า 87.5 และ 84.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และถ้าต้องการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้มากขึ้นควรใช้เครื่องมือที่มีอุปกรณ์ในการแยกส่วนประกอบด้วย สำหรับการเก็บรักษาควรเก็บในภาชนะที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนและทึบแสง

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยชิ้นนี้มีการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแผ่นพับ และเอกสารวิชาการสู่กลุ่มเป้าหมาย เช่น นักเรียน, นักศึกษา, เจ้าหน้าที่ของภาครัฐและเอกชน ซึ่งเป็นการช่วยเผยแพร่เกี่ยวกับประโยชน์ที่หลากหลายของน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้แกอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม

# เอกสารอ้างอิง

Beare-Rogers, J., A. Dieffenbacher and J.V. Holm. 2001**. Lexicon of lipid nutrition (IUPAC Technical Report)** . Pure and Applied Chemistry 73 (4) : 685–744.

Dawson P.L., G.D. Carl, J.C. Acton and I.Y. Han. 2002. **Effect of lauric acid and nisin-impregnated soy-based films on the growth of Listeria monocytogenes on turkey bologn**. Poultry Science 81 (5) : 721–726.

Hoffman K.L., I.Y. Han and P.L. Dawson. 2001. **Antimicrobial effects of corn zein films impregnated with nisin, lauric acid, and EDTA**. J. Food Prot. 64 (6) : 885–9.

Hough A. 2010. **Face cream 'made from breast milk could cure teenage acne', study claims.** *Telegraph.co.uk*. http://www.telegraph.co.uk/health/healthnews/7599962/Face-cream-made-from-breast-milk-could-cure-teenage-acne-study-claims.html.

Ouattar B., R.E. Simard , G. Piett , A. Bégin and R.A. Holley. 2000. **Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan**. Int. J. Food Microbiol. 62 (1-2) : 139–48.

# การศึกษาการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น
# Refining of Crude Glycerine by Vacuum Distillation

สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] เพ็ญศิริ จำรัจฉาย[1/] วัชรี ศรีรักษา[1/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการกลั่นกลีเซอรีนให้มีความบริสุทธิ์สูงตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 ถึง กันยายน 2551 โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกที่อัตราส่วน 6% โดยน้ำหนักของวัตถุดิบกลีเซอรีนในกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่นของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ซึ่งเมื่อผ่านการเติมกรดไฮโดรคลอริกเพื่อแยกสบู่ออกและปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 83.20% ปริมาณน้ำ 11-12% โซเดียมคลอไรด์และสารอินทรีย์ที่ไม่ใช้กลีเซอรีน 5.39% และ pH 7 จากนั้นทำการกลั่นกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สามารถกลั่นน้ำได้ 11.41% ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และความดัน 7 Torr และการกลั่นของผสมกลีเซอรีนที่อุณหภูมิสูงกว่า 180 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr ได้กลีเซอรีนที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 98% สูงกว่าที่ความดัน 4 6 และ7 Torr จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของกลีเซอรีนที่กลั่นที่อุณหภูมิ 186-195 องศาเซลเซียส และความดัน 2 Torr พบว่า กลีเซอรีนมีความบริสุทธิ์ 99.50-99.68%, ค่าสี (X 0.37, Y 0.35, Z 0.13) ปริมาณน้ำ 0.315-0.522%, ไม่พบเถ้าซัลเฟต สารหนู 0.95-1.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว < 0.026 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณคลอไรด์ 0.0086% ปริมาณเหล็กและซัลเฟต < 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ pH 5.43 เมื่อทำการเปรียบเทียบกลีเซอรีนบริสุทธิ์ที่ได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนบริสุทธิ์ มีแนวโน้มที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ชั้นคุณภาพเคมี และชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

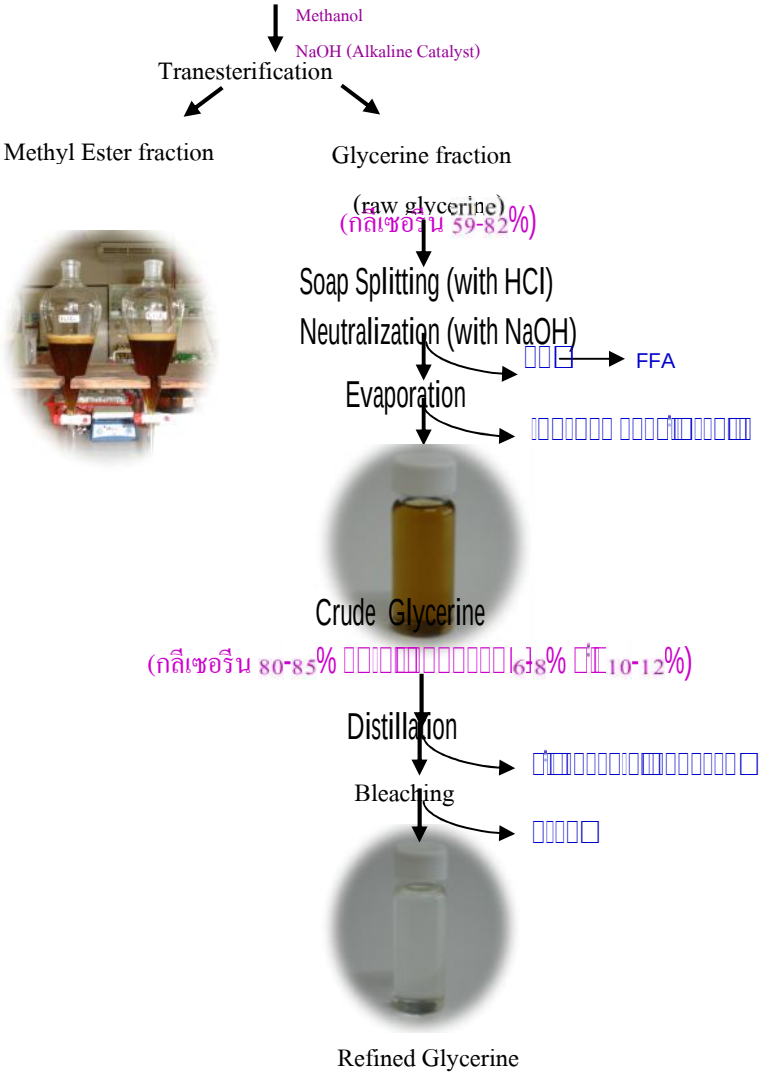
กลีเซอรีนเป็นสารโพลีไฮดริกแอลกอร์ฮอล์ (Polyhydric alcohol) ที่ผลิตได้จากไขมันสัตว์และน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการสะปอนนิฟิเคชัน(Saponification) กระบวนการไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) ของกรดไขมัน และกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชั่น (Tranesterification) ซึ่งกลีเซอรีนดังกล่าวต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นสุญญากาศก่อนนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร ยา เครื่องสำอาง บุหรี่ วัตถุระเบิด และผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกกลุ่มผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนสูงกว่ามูลค่าการนำเข้าตั้งแต่ปี 2545-2551 (www.customs.go.th) โดยในปี 2550 มีมูลค่าการส่งออก 27,320,664 บาท และเพิ่มเป็น 235,212,154 บาท ในปัจจุบัน แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยสามารถผลิตกลีเซอรีนได้มากกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ และจากการที่มีโรงงานผลิตไบโอดีเซลเพิ่มมากขึ้น (โรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาด 100 ตันต่อวัน ผลิตกลีเซอรีนได้ 3,000 ตันต่อปี คิดจากร้อยละ 9 ของปริมาณไบโอดีเซล) ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีกลีเซอรีนเหลือจากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลประมาณวันละ 400,000 ลิตร ส่งผลให้ราคากลีเซอรีนดิบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลในประเทศค่อนข้างต่ำอยู่ที่ 2-4 บาท/กิโลกรัม ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นพลังงานความร้อนทดแทนน้ำมันเตา ในขณะที่กลีเซอรีนบริสุทธิ์ชั้นคุณภาพยาราคาประมาณ 200 บาท/กิโลกรัม ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่ากลีเซอรีนที่ผลิตได้ และเป็นการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล จึงได้วิจัยการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากกลีเซอรีนดังกล่าวต่อไป

กลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เรียกว่า วัตถุดิบกลีเซอรีนประกอบด้วย กลีเซอรีน 58-82% เอทานอลหรือเมทานอล 1-2% น้ำ 10-12% โซเดียมคลอไรด์ 6-8% สารประกอบอินทรีย์ (เมทิล/เอทิลเอสเทอร์ และกรดไขมันอิสระ) 1-2% (Cvengros และ Povazance, 1996) ในกระบวนการทำกลีเซอรีนให้บริสุทธ์นั้นต้องผ่านกระบวนการแยกสารอินทรีย์และสิ่งเจือปนอื่นๆ ออก โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เพื่อเปลี่ยนสบู่เป็นกรดไขมันและแยกชั้นสารอินทรีย์ออก จากนั้นปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซดาไฟ ก่อนเข้าเครื่องระเหยเพื่อแยกเมทานอลและน้ำ ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการนี้กลีเซอรีนที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ประมาณ 50-85% จากนั้นต้องทำให้บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นโดยวิธีการกลั่นสุญญากาศ เพื่อแยกกลีเซอรีนออกจากน้ำและโซเดียมคลอไรด์ และผ่านกระบวนการฟอกสีเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

กลีเซอรีนเป็นสารที่มีจุดเดือดที่ 290 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 760 mmHg ดังนั้นการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนให้มีประสิทธิภาพต้องใช้ระบบการกลั่นสุญญากาศที่มีความดันเพิ่มเข้ามาในระบบ เพื่อให้กลีเซอรีนระเหยกลายเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ทำให้การแยกกลีเซอรีนออกจากสิ่งเจือปนง่ายขึ้น ซึ่งกลีเซอรีนอาจสูญเสียในกระบวนการกลั่นเนื่องจาก 1) กระบวนการ Polymerization ของกลีเซอรีนในสภาพที่ pH สูง (เนื่องจากการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไปในขั้นตอนการปรับ pH) หรืออุณหภูมิขณะทำการกลั่นสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด Polyglycerol ผสมอยู่ในผลผลิตหนักที่ก้นภาชนะกลั่น 2) กระบวนการ Dehydration ของกลีเซอรีนในสภาวะที่ pH ต่ำ เกิดการสร้าง acrolein ซึ่งเป็นก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ 52 องศาเซลเซียส ซึ่งระเหยกลายเป็นไอและสูญเสียตรงชุดดักจับน้ำ 3) กระบวนการ Oxidation ของกลีเซอรีนเกิดการสร้าง Glycerose (ส่วนผสมของ Glyceraldehyde dihydroxyacetone) (Yong *et al.,* 2001b) ซึ่งการควบคุมปัจจัยระดับ pH ของผสมกลีเซอรีน อุณหภูมิและความดันในกระบวนการกลั่นน่าจะช่วยลดการสูญเสียกลีเซอรีนให้น้อยลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการการกลั่น คุณสมบัติของสารแต่ละชนิดที่ทำการกลั่น และเทคนิคการฟอกสีกลีเซอรีนในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้วิธีการกลั่นและการฟอกสีที่เหมาะสมในการผลิตกลีเซอรีนที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนบริสุทธิ์

**ขั้นตอนในการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่นสุญญากาศ**

Palm Kernel oil, Crude palm oil, Refined Bleached and Deodorized Palm Oil และ Stearine



# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. วัตถุดิบกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานเอสเตอ-ริฟิเคชั่นของน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์

2. กรดไฮโดรคลอริก เกรดการค้า (Commercial grade)

3. ถ่านกัมมันต์ สำหรับใช้ฟอกสีกลีเซอรีน ยี่ห้อ Biosis ประเทศไทย ขนาด 8x30

4. ชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ

5. อุปกรณ์เครื่องแก้ว (บีกเกอร์ กรวยแยก และกระบอกตวง)

6. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

7. เครื่องให้ความร้อน (Heater)

8. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

9. เครื่องลดปริมาตรของเหลวชนิดสุญญากาศ (Evaporater)

**แบบและวิธีการทดลอง**

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

**1. ศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ**

กระบวนการทำให้กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลักๆ คือ

1.1 การแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ ประกอบด้วย ถังปฏิกิริยาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาของวัตถุดิบกลีเซอรีนกับกรดเกลือ, ถังและปั๊มสารเคมี (สารละลาย NaOH และกรด HCl), ถังใส่กลีเซอรีนหลังทำปฏิกิริยาและใช้แยกกรดไขมันอิสระออก และเครื่องกรองกลีเซอรีน

1.2 การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยสุญญากาศ ประกอบด้วย เครื่องลดปริมาตรของเหลวชนิดสุญญากาศสำหรับไล่น้ำและเมทานอล, หอกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ, ชุดควบแน่นกลีเซอรีน, ถังเก็บตัวอย่างกลีเซอรีนที่กลั่นได้

1.3 การฟอกสีกลีเซอรีน ประกอบด้วย ชุดฟอกสีกลีเซอรีน ชุดกรองตะกอนถ่านกัมมันต์ และเครื่องผลิต Hot oil ซึ่งการทดลองนี้ได้ออกแบบชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนภายใต้สุญญากาศขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย ภาชนะบรรจุกลีเซอรีนที่ใช้กลั่นขนาด 2 ลิตร คอลัมน์กลั่น เครื่องควบแน่น หน่วยเก็บผลผลิต และชุดฟอกสีกลีเซอรีน

**2. ศึกษาการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น**

มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 หลอมวัตถุดิบกลีเซอรีนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อไล่เมทานอลออก และแยกกลีเซอรีนออกจากสารอินทรีย์และสิ่งเจือปนอื่นๆ โดยเติมกรดไฮโดรคลอริกที่อัตราส่วน 6% โดยน้ำหนักของวัตถุดิบกลีเซอรีน ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 30 นาที วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และปรับให้เป็นกลาง (pH =7) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และนำไประเหยน้ำโดยใช้เครื่องลดปริมาตรของเหลวชนิดสุญญากาศ

2.2 วิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของผสมกลีเซอรีน

2.3 ติดตั้งชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งแก้ปัญหารอยรั่ว

2.4 ทดลองกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน เพื่อหาอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมสำหรับการกลั่นกลีเซอรีน

2.5 วิเคราะห์คุณสมบัติของกลีเซอรีน

2.6 แก้ไขข้อบกพร่องของชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสูญญากาศขนาด 2 ลิตร

2.7 ปรับปรุงสีของกลีเซอรีนที่ผลิตได้ โดยใช้ Activated carbon

2.8 ปรับปรุงเทคนิคการผลิตกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้น และได้มาตรฐาน

2.9 วิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการ

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการตุลาคม 2549 และสิ้นสุดกันยายน 2551 รวม 2 ปี

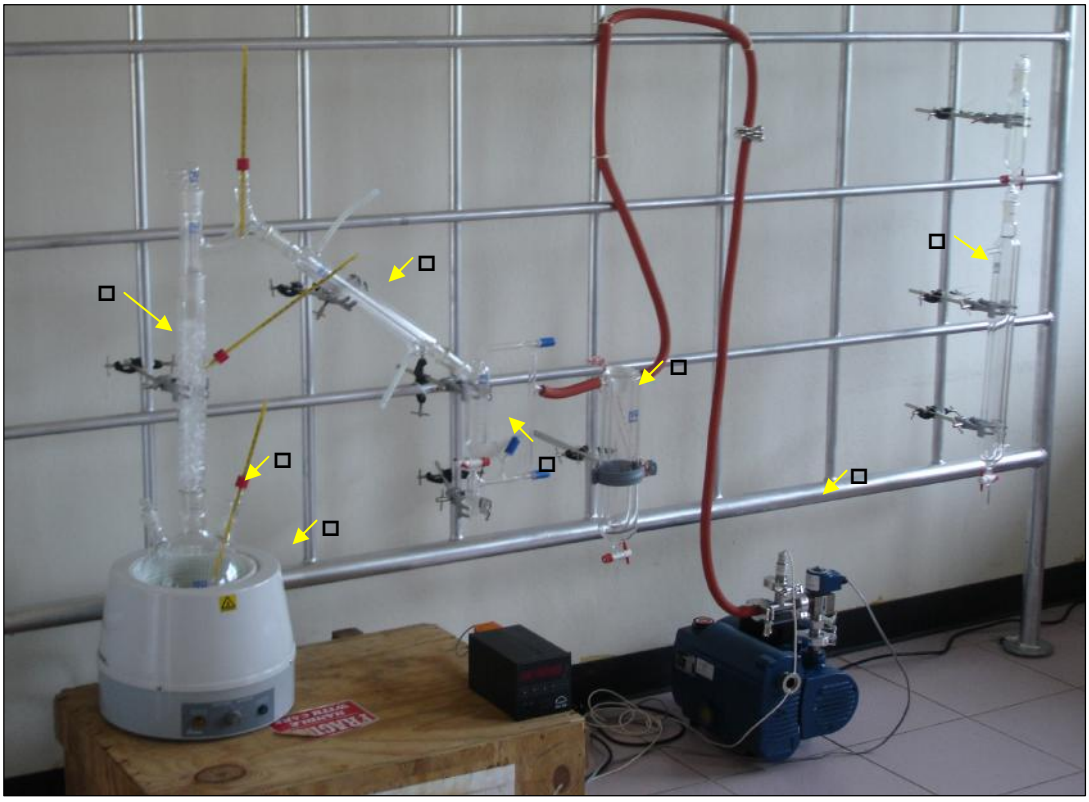
**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ**

**1.1 ชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ**



**ภาพที่ 1** ชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ

**รายละเอียดของชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศมีดังนี้**

1. หม้อกลั่น (Still pot) ปริมาตร 1 ลิตร ทำจากแก้ว ส่วนบนของหม้อกลั่นมีช่องเปิด 3 ช่อง คือ ช่องที่หนึ่งใช้สำหรับป้อนวัตถุดิบที่ใช้ในการกลั่นและถ่ายส่วนหนักที่ไม่สามารถระเหยได้และเหลือค้างในหม้อกลั่น ส่วนที่สองใช้ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของสารในหม้อกลั่น ส่วนที่สามต่อเข้ากับคอลัมน์กลั่น

2. เครื่องให้ความร้อน (Heater)

3. คอลัมน์กลั่น (Column plain fractionation screwcap with packing glass ring) ทำจากแก้วมีความสูง 55 เซนติเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 เซนติเมตร ภายในบรรจุวัสดุแพค (packing) เป็นหลอดแก้วตัดเป็นท่อนสั้นๆ (glass ring) และหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ 2 จุด สำหรับวัดอุณหภูมิของไอภายในคอลัมน์กลั่นและบริเวณทางออกก่อนจะเข้าเครื่องควบแน่น

4. เครื่องควบแน่น (Condenser double) ทำจากแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร มีทั้งน้ำหล่อเย็นและน้ำร้อน น้ำเย็นได้จากอ่างลดอุณหภูมิใช้สำหรับการควบแน่นไอน้ำ ส่วนน้ำร้อนใช้ในการควบแน่นกลีเซอรีนที่ยังคงมีสถานะเป็นไอ

5. อ่างลดอุณหภูมิ (Cool bath) สามารถลดอุณหภูมิน้ำได้ 0-10 องศาเซลเซียส

6. หน่วยเก็บผลผลิต (Collector) มีวาล์วปิดเปิด 4 จุด เพื่อรักษาความดันในระบบการกลั่น ขณะที่เก็บตัวอย่าง สามารถเก็บผลผลิตได้ต่อเนื่องขณะทำการกลั่น เก็บตัวอย่างได้ทั้งแบบที่เป็นสภาวะสุญญากาศ หรือเปิดสู่บรรยากาศเพื่อเปลี่ยนหลอดรับตัวอย่าง โดยที่ความดันในระบบไม่เปลี่ยนแปลง

7. ชุดดักจับน้ำ (Water trap) ทำจากแก้ว ขนาด 1 ลิตร ภายในสำหรับเติมน้ำแข็งแห้งและ isopropyl alcohol หรือไนโตรเจนเหลว แจ็คเก็ตด้านนอกเป็นทางผ่านของอากาศก่อนเข้าสู่ปั๊ม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ดักจับไอน้ำและไอระเหยของสาร เพื่อไม่ให้เข้าไปในปั๊มสุญญากาศ

8. ระบบสูญญากาศ (Vacuum system) ปั๊มสุญญากาศเป็นแบบโรตารีเวน แบบใช้น้ำมัน สามารถทำความดันได้ 0-10 Torr มีตัวควบคุมความดันอัตโนมัติ พร้อมหน้าจอแสดงผล

9. คอลัมน์ดูดซับ ทำจากแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร ภายในมี 2 ชั้น ชั้นในสำหรับบรรจุถ่านกัมมันต์ ชั้นนอกบรรจุ Hot oil อุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส หมุนเวียนภายนอก และต่อเข้ากับชุดกรองตะกอนขนาดเล็ก เพื่อกรองตะกอนถ่านกัมมันต์ที่ปนมากับกลีเซอรีน

**1.2 ขั้นตอนการดำเนินการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นกลีเซอรีนแบบแบทช์**

1.2.1 เติมของผสมกลีเซอรีนลงในหม้อกลั่นปริมาตรครึ่งหนึ่งของหม้อกลั่น

1.2.2 เปิดน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องควบแน่น เปิดปั๊มสุญญากาศตั้งค่าที่ 9 Torr

1.2.3 เปิดฮิทเตอร์ให้ความร้อนกลีเซอรีนจนอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) ของผสมกลีเซอรีนเริ่มเดือดสม่ำเสมอ ไอน้ำเริ่มควบแน่นที่เครื่องควบแน่น (น้ำหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า) เพื่อป้องกันไอน้ำวิ่งผ่านระบบดักน้ำเข้าสู่ปั๊มสุญญากาศอย่างรวดเร็ว จึงต้องกลั่นที่ความดันสูงก่อนและค่อยปรับลดลงมา น้ำที่กลั่นได้ถูกเก็บไว้ในขวดที่ 1 รอจนไอน้ำควบแน่นหมด

1.2.4 ค่อยๆ ปรับความดันสุญญากาศเป็น 8 Torr, 7 Torr, 6 Torr,.....,2 Torr โดยแต่ละความดันที่ปรับลดลงทิ้งช่วงและสังเกตการเดือดของกลีเซอรีนประกอบ เพื่อเอาน้ำออกให้มากที่สุดที่ความดัน 2 Torr เมื่อของผสมกลีเซอรีนหยุดเดือด ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิก่อนถึงจุดเดือดของกลีเซอรีน (ที่ 2 Torr ) รอจนไม่มีน้ำควบแน่นออกมา ปิดวาล์วตรงหน่วยรับผลผลิต เปลี่ยนขวดที่ 1 ออก ประกอบขวดที่ 2 กลับเข้าตำแหน่งรับตัวอย่าง

1.2.5 ปรับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่นเป็น 80-90 องศาเซลเซียส ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนของผสมเริ่มเดือด และมีกลีเซอรีนกลั่นออกมา ซึ่งกลีเซอรีนช่วงแรกอาจมีน้ำปน ให้กักกลีเซอรีนช่วงแรกแล้วนำออกจากระบบก่อน

1.2.6 ทดลองกลั่นกลีเซอรีนโดยเพิ่มอุณหภูมิเป็นช่วงห่างกัน 5 องศาเซลเซียส เก็บกลีเซอรีนที่กลั่นได้แต่ละช่วงอุณหภูมิ ทดสอบความบริสุทธิ์ของกลีเซอรีนที่กลั่นได้

**2. ศึกษาการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น**

**2.1 ศึกษาอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมสำหรับการกลั่นกลีเซอรีน**

กลีเซอรีนที่แยกได้จากวัตถุดิบกลีเซอรีนโดยการเติมกรดไฮโดรคลอริก เพื่อเปลี่ยนสบู่เป็นกรดไขมันและแยกชั้นสารอินทรีย์ออก จากนั้นเข้าเครื่องระเหยเพื่อแยกเมทานอลและน้ำออกบางส่วน ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนดังกล่าว กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 83.20% มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 11-12% และโซเดียมคลอไรด์และสารอินทรีย์ที่ไม่ใช่กลีเซอรีน 5.39% pH = 7 กลีเซอรีนดังกล่าวใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาการกลั่นกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากการทดลองกลั่นกลีเซอรีน พบว่า สามารถแยกน้ำออกจากของผสมกลีเซอรีนได้ 11.41% ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และความดัน 7 Torr การใช้ความดันต่ำในการกลั่นเพื่อแยกน้ำออก มีผลทำให้ไอน้ำวิ่งผ่านระบบดักน้ำเข้าสู่ปั๊มสุญญากาศอย่างรวดเร็ว และน้ำเข้าไปผสมกับน้ำมันของปั๊มทำให้ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันบ่อย ดังนั้นในขั้นตอนการกลั่นน้ำออกในช่วงแรกควรกลั่นที่ความดัน 7-9 Torr ของผสมกลีเซอรีนเดือดสม่ำเสมอและระเหยกลายเป็นไอที่อุณหภูมิและความดันแตกต่างกัน และการลดความดันลงทำให้ของผสมกลีเซอรีนเดือดเร็วขึ้น (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1 จุดเดือดของกลีเซอรีนบริสุทธิ์และของผสมกลีเซอรีนที่ความดันต่างๆ**

| จุดเดือดของกลีเซอรีนบริสุทธิ์ | | จุดเดือดของผสมกลีเซอรีน | |
|---|---|---|---|
| ความดัน Torr (mmHg) | อุณหภูมิ $^{O}$C | ความดันTorr (mmHg) | อุณหภูมิ $^{O}$C |
| 760 | 290 | 7 | 183 |
| 10 | 166 | 6 | 165 |
| 6 | 156 | 4 | 166 |
| 4 | 148 | 2 | 150 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Jangermann, 1991

**ตารางที่ 2 สภาวะที่ใช้ในการกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศแบบแบทช์**

| Processing condition | Batch |
|---|---|
| Bottom Temp ($^{O}$C) | 165-195 |
| Top Temp ($^{O}$C) | 132-178 |
| Pressure (Torr) | 2-7 |
| Top Condenser Temp ($^{O}$C) (น้ำหล่อเย็น) | 10 |
| Top Condenser Temp ($^{O}$C) (น้ำร้อน) | 80-90 |
| Packing height (cm.) | 40 |

จากการทดลองกลั่นกลีเซอรีนที่อุณหภูมิ 165-195 องศาเซลเซียส ความดัน 2-7 Torr (ตารางที่ 2) พบว่า การกลั่นกลีเซอรีนที่อุณหภูมิมากกว่า 180 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr กลีเซอรีนที่กลั่นได้มีความบริสุทธิ์ 98.45-99.68% ซึ่งสูงกว่าการกลั่นที่ความดัน 4 และ 7 Torr (ตารางที่ 3) และจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในตัวอย่างกลีเซอรีนที่กลั่นได้ด้วยวิธี Karl Fischer Coulometer พบว่า มีปริมาณน้ำในตัวอย่างที่กลั่นได้ 0.315-0.620% โดยน้ำหนัก ลดลงจากก่อนที่ทำการกลั่นซึ่งกลีเซอรีนมีปริมาณน้ำอยู่ 11-12% เนื่องจากการกลั่นในสภาวะสุญญากาศที่ความดัน 7-9 Torr ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำและควบแน่นในเครื่องควบแน่นและบางส่วนผ่านไปถึงชุดดักจับน้ำ อุณหภูมิการกลั่นที่เพิ่มขึ้นมีผลต่ออัตราเร็วในการกลั่น โดยการกลั่นที่อุณหภูมิมากกว่า 180 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณกลีเซอรีนที่กลั่นได้เพิ่มขึ้น 405.60 - 444.60 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เนื่องจากของผสมเดือดรุนแรงขึ้น และกลีเซอรีนระเหยเป็นไอเพิ่มมากขึ้น

**ตารางที่ 3 ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรีน ปริมาณน้ำและอัตราเร็วในการกลั่นที่อุณหภูมิและความดันต่างกัน**

| อุณหภูมิ/ความดัน ($^{O}$C,Torr) | ความบริสุทธิ์กลีเซอรีน (%) | ปริมาณน้ำ (%wt) | อัตราเร็วในการกลั่น (ml/hour) |
|---|---|---|---|
| 165-170 $^{O}$C, 2 Torr | 98.16 | 0.611 | 56.39 |
| 171-175 $^{O}$C, 2 Torr | 98.42 | 0.383 | 79.80 |
| 176-180 $^{O}$C, 2 Torr | 98.73 | 0.673 | 151.80 |
| 181-185 $^{O}$C, 2 Torr | 98.45 | 0.620 | 405.60 |
| 186-190 $^{O}$C, 2 Torr | 99.50 | 0.315 | 451.20 |
| 191-195 $^{O}$C, 2 Torr | 99.68 | 0.522 | 444.60 |
| 181-185 $^{O}$C, 4 Torr | 91.41 | - | 185.50 |
| 186-190 $^{O}$C, 4 Torr | 91.27 | - | 229.80 |
| 191-195 $^{O}$C, 4 Torr | 94.38 | - | 321.00 |
| 181-185 $^{O}$C, 7 Torr | 87.10 | - | 109.60 |
| 186-190 $^{O}$C, 7 Torr | 98.30 | - | 152.40 |
| 191-195 $^{O}$C, 7 Torr | 98.50 | - | 236.40 |

การกลั่นที่อุณหภูมิสูงมีผลให้สีของกลีเซอรีนใสขึ้น โดยการกลั่นกลีเซอรีนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 176 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr สีของกลีเซอรีนผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (ตารางที่ 4และ6) เนื่องจากกลีเซอรีนที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการกลั่นมาจากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์ ซึ่งสารสีส่วนใหญ่ถูกทำลายเนื่องจากกระบวนการกลั่นบริสุทธิ์น้ำมันที่ใช้อุณหภูมิสูง ทำให้สีกลีเซอรีนที่ได้ค่อนข้างขาวใสไม่ต้องผ่านกระบวนการฟอกสี แต่การกลั่นที่อุณหภูมิ 176-180 องศาเซลเซียส ปริมาณคลอไรด์และซัลเฟตไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การกลั่นที่อุณหภูมิมากกว่า 180 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr กลีเซอรีนมีปริมาณคลอไรด์ร้อยละ 0.008 และซัลเฟตผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ ชั้นคุณภาพเคมี และชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม

**ตารางที่ 4** ค่าสี ปริมาณคลอไรด์ ปริมาณซัลเฟต และเถ้าซัลเฟตของกลีเซอรีนจากการกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน

| อุณหภูมิ/ความดัน ($^{O}$C,Torr) | ค่าสี | | | คลอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) | ซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก) | เถ้าซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | | | |
| 165-170 $^{O}$C, 2 Torr | 0.95 | 0.88 | 0.34 | 0.00928 | ผ่าน | 0.000 |
| 171-175 $^{O}$C, 2 Torr | 0.57 | 0.53 | 0.21 | 0.00927 | ไม่ผ่าน | 0.000 |
| 176-180 $^{O}$C, 2 Torr | 0.40 | 0.38 | 0.14 | 0.01171 | ไม่ผ่าน | 0.000 |
| 181-185 $^{O}$C, 2 Torr | 0.37 | 0.35 | 0.13 | 0.00869 | ผ่าน | 0.000 |
| 186-190 $^{O}$C, 2 Torr | 0.38 | 0.36 | 0.13 | 0.00858 | ผ่าน | 0.000 |
| 191-195 $^{O}$C, 2 Torr | 0.38 | 0.36 | 0.13 | 0.00869 | ผ่าน | 0.000 |

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการกลั่นพบว่า มีปริมาณกลีเซอรีนที่กลั่นได้ 72% ผลผลิตหนักที่ไม่สามารถระเหยได้ที่ก้นภาชนะกลั่น12.59% สามารถแยกน้ำออก 11.41% และเกิดการสูญเสีย 4% (ตารางที่ 5) ซึ่งสุธารักษ์ (2547) ได้ทำการวิเคราะห์ผลผลิตที่ก้นภาชนะกลั่น พบว่า มีองค์ประกอบของโซเดียมคลอไรด์ 54.55% residue glycerol 17.41% และส่วนที่ไม่ได้วิเคราะห์เรียกรวมว่า MONG (Matter organic non-glycerol) ซึ่ง Yong และคณะ (2001a) รายงานว่าประกอบด้วย partial glycerides, free fatty acid, oxidation product and the polymerized compounds of glycerol และ sugar component

**ตารางที่ 5** กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ผลผลิตหนักก้นภาชนะกลั่น ปริมาณน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ

| Vacuum distillation (batch) | Refined Glycerine | Distilled Bottom | Water | Loss |
|---|---|---|---|---|
| ร้อยละผลผลิตที่ได้ (% by wt.) | 72.00 | 12.59 | 11.41 | 4.00 |

**2.2 คุณสมบัติของกลีเซอรีน**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ตามมาตรฐาน มอก. 337-2545 หมายถึง กลีเซอรีนผ่านกรรมวิธีบริสุทธิ์ จนมีคุณลักษณะเหมาะสมสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมยา อาหาร บุหรี่ วัตถุระเบิด และอุตสาหกรรมอื่นๆ กลีเซอรีนบริสุทธิ์ แบ่งออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ คือ

2.2.1 ชั้นคุณภาพเคมี (Chemical grade)
2.2.2 ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ (Dynamite grade)
2.2.3 ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม (Technical grade)
2.2.4 ชั้นคุณภาพยา (Pharmaceutical grade)

กำหนดลักษณะที่ต้องการ คือ ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวข้น และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ยังกำหนดคุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีดังตารางที่ 6

กลีเซอรีนที่กลั่นที่อุณหภูมิ 186-195 องศาเซลเซียส และความดัน 2 Torr มีความบริสุทธิ์ 99.50-99.68%, ปริมาณน้ำ 0.315-0.522%, ไม่พบเถ้าซัลเฟต สารหนู 0.95-1.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว < 0.026 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณคลอไรด์ 0.0086% ปริมาณเหล็กและซัลเฟต < 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และpH 5.43 เมื่อทำการเปรียบเทียบกลีเซอรีนบริสุทธิ์ที่ได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนบริสุทธิ์ พบว่า มีแนวโน้มที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ ชั้นคุณภาพเคมี และชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม

**ตารางที่ 6** คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีของกลีเซอรีนจากการกลั่น

| คุณลักษณะ | วิธีทดสอบ | เกณฑ์ที่กำหนด | | | | กลีเซอรีนจากการกลั่น 186-195 $^{O}$C, 2 Torr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ชั้นคุณภาพเคมี | ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ | ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม | ชั้นคุณภาพยา | |
| 1. ค่าของสีจากโลวิบอนด์สเกล | BS 2621-5 | - | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | -<br>X 0.37<br>Y 0.35<br>Z 0.13 |
| 2. กลิ่น | BS 5711 :Part 19 | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ไม่มีกลิ่น |
| 3. กลีเซอรีนร้อยละโดยน้ำหนักไม่น้อยกว่า | BS 5711 :Part 3 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 95.0 | 99.50-99.68 |
| 4. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ - ที่อุณหภูมิ 20/20 $^{O}$C | ISO 2099 | | | | | |
| - ที่อุณหภูมิ 25/25 $^{O}$C | | 1.261 ถึง1.264 | 1.261 ถึง1.264 | 1.261 ถึง 1.264 | - 1.249 | 1.26<br>1.26 |
| 5. ความเป็นด่างหรือความเป็นกรด มิลลิอิควิเวเลนต์ต่อ 100 กรัม | BS5711 : Part 5 | 0.064 | 0.32 | 0.32 | - | |
| 6. เถ้าซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | ISO 1616 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.000 |
| 7. สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | มอก. 1281 | 2.0 | - | - | 1.5 | 0.95-1.08 |
| 8. ตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | BS 2621-5 | 1.0 | - | - | - | < 0.026 |
| 9. โลหะหนักทั้งหมด (เทียบเป็นตะกั่ว) | BS 711 : Part 15 | 5.0 | - | - | 5.0 | |

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| คุณลักษณะ | วิธีทดสอบ | เกณฑ์ที่กำหนด | | | | กลีเซอรีนจากการกลั่น186-195$^{o}$C, 2 Torr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ชั้นคุณภาพเคมี | ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ | ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม | ชั้นคุณภาพยา | |
| 10. คลอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | BS 5711 :Part 12 | - | 0.010 | 0.010 | 0.001 | 0.0086 |
| 11. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์ | BS 5711 :Part 13 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่น | - | - | - | |
| 12. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์อินทรีย์ | BS 5711 :Part 14 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่นกว่าสารละลายควบคุม | - | - | - | |
| 13.สารประกอบคลอรีน (คำนวณเป็นคลอไรด์) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | USP | - | - | - | 0.003 | |
| 14. เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน | BS 5711 :Part 16 | - | - | 2.0 | - | < 0.002 |
| 15. ซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | USP | - | - | - | 0.002 | < 0.002 |
| 16. น้ำตาล | BS 5711 :Part 18 | ต้องไม่พบ | - | - | - | |
| 17. ขีดจำกัดปริมาณสารรีดิวซ์ | BS 5711 :Part 20 | สีของสารละลายต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐาน | สีของสารละลายต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐาน | - | - | |
| 18. สะพอนิฟิเคชั่นอิควิเวเลนต์ | BS 5711 :Part 21 | 0.64 | 0.64 | - | - | |
| 19. กรดไขมันและเอสเตอร์ | USP | - | - | - | ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน 1 ลบ.ซม. | ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน 1 ลบ.ซม. |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศเป็นกระบวนการที่ใช้แยกน้ำ โซเดียมคลอไรด์ และสารอินทรีย์ที่ไม่ใช่กลีเซอรีนจากของผสมกลีเซอรีน ซึ่งขั้นตอนการกลั่นน้ำในช่วงแรกควรกลั่นที่ความดัน 7-9 Torr และอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เนื่องจากการกลั่นที่ความดันต่ำกว่านี้ มีผลให้น้ำระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ผ่านชุดดักจับน้ำและเข้าไปผสมกับน้ำมันของปั๊มสุญญากาศ ทำให้ปั๊มเสียหายได้

การกลั่นของผสมกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนภายใต้สุญญากาศขนาด 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิกลั่น 186-195 องศาเซลเซียส และความดัน 2 Torr ให้กลีเซอรีนที่มีความบริสุทธิ์สูง 99.50-99.68% และ pH 5.43 มีแนวโน้มที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ชั้นคุณภาพเคมี และชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม เมื่อสิ้นสุดกระบวนการกลั่น พบว่า ปริมาณกลีเซอรีนที่กลั่นได้ 72% ผลผลิตหนักที่ไม่สามารถระเหยได้ที่ก้นภาชนะกลั่น 12.59% สามารถแยกน้ำออก 11.41% และเกิดการสูญเสีย 4%

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้เทคนิคการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนขนาด 100 ลิตร และเผยแพร่ให้กลุ่มเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม สถาบันการศึกษาและองค์กรอื่นๆ ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


สุธารักษ์ บุญโชติ. 2547. **การทำกลีเซอรีนที่ได้จากปฏิกิริยาทรานเอสเตอร์ริฟิเคชันของน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 82 หน้า.

Cvengros, J., and Povazanec, F., 1996. **Production and Treatment of Rapeseed Oil Methyl Ester as Alternative Fuels for Diesel Engines**, Bioresource Technology. 55, 145-150.

Hazimah, A.H., Ooi, T., and Salmiah, A., 2003. **Recovery of Glycerol and Diglycerol from Glycerol Pitch**. Journal of Oil Palm Research. 15, 1-6.

http://www.customs.go.th

Jangermann, E., 1991. **Glycerine:** A Key Cosmetic Ingredient. New York; Mercel Dekker, Inc.

Yong, K., Ooi, T., Dzulkefly, K., Wanyunus, W.M.Z, and Hazimah, A.H., 2001a. **Characterization of Glycerol Residue from a Palm Kernel Oil Methyl Ester Plant**, Journal of Oil Palm Research. 13, 1-6.

Yong, K., Ooi, T., Dzulkefly, K., Wanyunus, W.M.Z, and Hazimah, A.H., 2001b. **Refining og Crude Glycerine Recovered from Glycerol Residue by Simple Vacuum Distillation**, Journal of Oil Palm Research. 13, 39-44.

# การศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาดกำลังผลิต 100 ลิตร
# The Study and Design of 100 liters Glycerine Distillation Machine

สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/]
วัชรี ศรีรักษา[1/] สมมาต แสงประดับ[2/]

## บทคัดย่อ

การศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาดกำลังผลิต 100 ลิตรต่อแบทช์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาดเล็ก เพื่อรองรับกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาด 10,000 ลิตรต่อวัน และกลั่นกลีเซอรีนให้มีความบริสุทธิ์สูงตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึง กันยายน 2552 การออกแบบและสร้างชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนได้จำลองแบบและหลักการทำงานของชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนในห้องปฏิบัติการ ชุดกลั่นกลีเซอรีนมีต้นทุนการก่อสร้าง 2 ล้านบาท โครงสร้างประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์แยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ด้วยกรดต่อเชื่อมกับชุดกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศและชุดฟอกสีกลีเซอรีน สามารถผลิตกลีเซอรีนได้ 1,100 ลิตรต่อเดือน กระบวนการผลิตเริ่มจากวัตถุดิบกลีเซอรีนทำให้บริสุทธิ์มากขึ้นโดยการผสมกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดฟอสฟอริก กรดจะทำปฏิกิริยากับสบู่ทำให้สบู่แตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระอยู่ชั้นบนสุด เมื่อเย็นลงจะเป็นของแข็ง ของเหลวขั้นกลางเป็นของผสมประกอบด้วยกลีเซอรีน แอลกอฮอล์ น้ำ เกลือโซเดียมคลอไรด์ในกรณีที่ใช้กรดไฮโดรคลอริก จากนั้นแยกชั้นสารประกอบอินทรีย์ออกและปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซดาไฟหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต เมื่อผ่านกระบวนการนี้ของผสมกลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธ์เพิ่มขึ้นเป็น 82-89% และได้ปริมาณกลีเซอรีนมากกว่า 80% กลีเซอรีนเหลวที่ได้ถูกป้อนเข้าชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนเพื่อกลั่นกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์ โดยแยกเกลือโซเดียมคลอไร์และน้ำออก ซึ่งช่วงแรกน้ำที่ผสมอยู่ในกลีเซอรีนจะระเหยกลายเป็นไอและควบแน่นออก จากนั้นของผสมกลีเซอรีนจะหยุดเดือด อุณหภูมิของของผสมกลีเซอรีนจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดเดือดด้วยสภาวะสุญญากาศภายในหม้อกลั่น กลีเซอรีนจะกลายเป็นไอและลอยขึ้นด้านบนและควบแน่นในเครื่องควบแน่น กลีเซอรีนที่กลั่นได้นำเข้าสู่ถังฟอกสีด้วยถ่านกัมมันต์ จากนั้นจะถูกส่งเข้าเครื่องกรองเพื่อกรองสิ่งเจือปนออก กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 98-99% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณกลีเซอรีนที่ผลิตได้หลังเสร็จสิ้นกระบวนการกลั่นกลีเซอรีนคิดเป็น 60% ของวัตถุดิบกลีเซอรีนเริ่มต้น

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] สำนักตลาดกลางยางพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

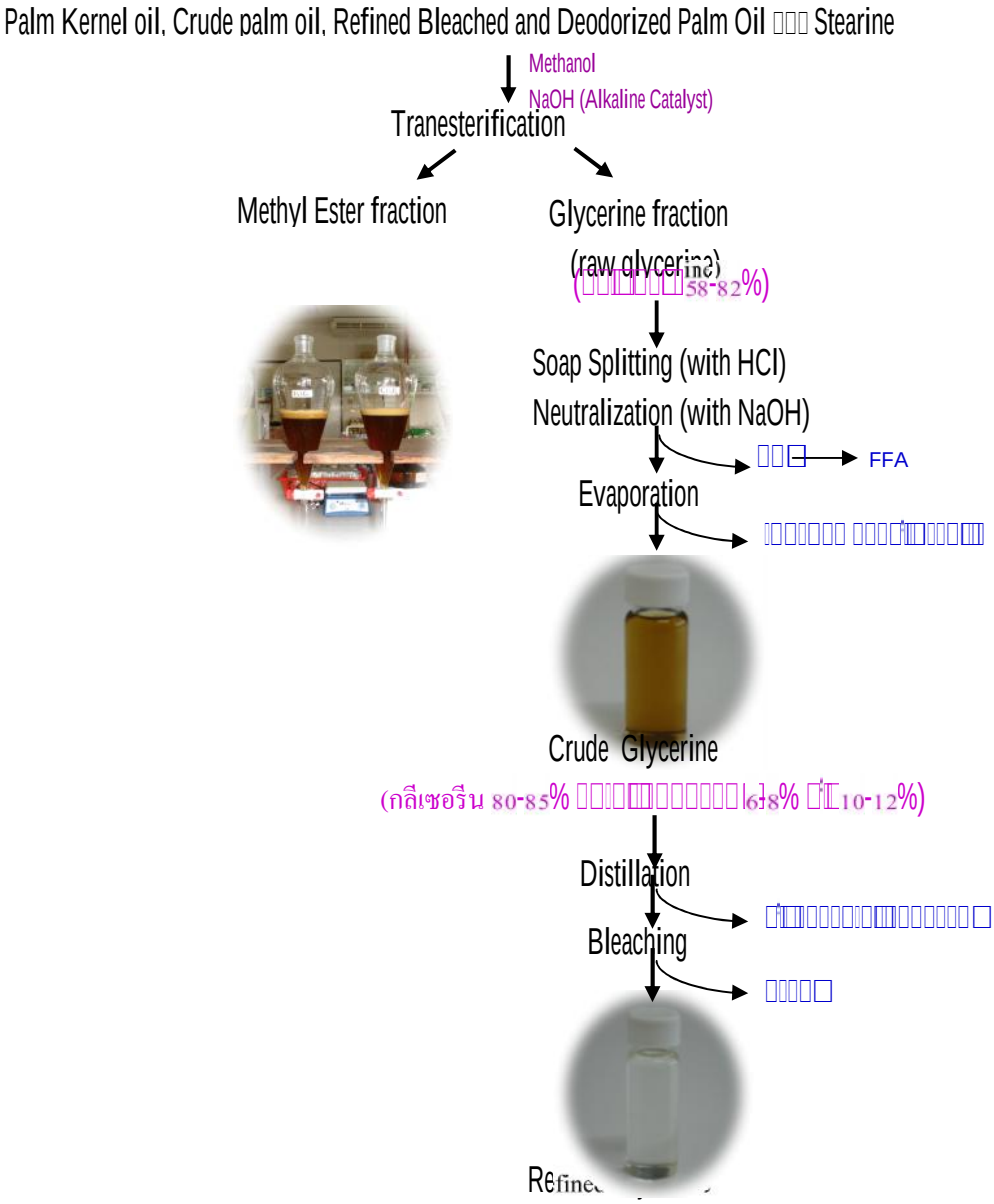
# คำนำ

กลีเซอรีนเป็นสารโพลีไฮดริกแอลกอร์ฮอล์ (Polyhydric alcohol) ที่ผลิตได้จากไขมันสัตว์และน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการสะปอนนิฟิเคชัน(Saponification) กระบวนการไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) ของกรดไขมัน และกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชั่น (Tranesterification) ซึ่งกลีเซอรีนดังกล่าวต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นสุญญากาศก่อนนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร ยา เครื่องสำอาง บุหรี่ วัตถุระเบิด และผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกกลุ่มผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนสูงกว่ามูลค่าการนำเข้าตั้งแต่ปี 2545-2552 (www.customs.go.th) โดยในปี 2551 และ 2552 มีมูลค่าการส่งออก 235,212,154 และ 210,458,004 บาท ตามลำดับแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยสามารถผลิตกลีเซอรีนได้มากกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ และจากการที่มีโรงงานผลิตไบโอดีเซลเพิ่มมากขึ้น (โรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาด 100 ตันต่อวัน ผลิตกลีเซอรีนได้ 3,000 ตันต่อปี คิดจากร้อยละ 9 ของปริมาณไบโอดีเซล) ปัจจุบันประเทศไทยมีกลีเซอรีนเหลือจากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลประมาณวันละ 400,000 ลิตร ส่งผลให้ราคากลีเซอรีนดิบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลในประเทศค่อนข้างต่ำอยู่ที่ 2-4 บาท/กิโลกรัม ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นพลังงานความร้อนทดแทนน้ำมันเตา ในขณะที่กลีเซอรีนบริสุทธิ์ 99.5% ราคาประมาณ 50-100 บาท/กิโลกรัม ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่ากลีเซอรีนที่ผลิตได้ และเป็นการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล จึงได้วิจัยการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากกลีเซอรีนดังกล่าวต่อไป

กลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เรียกว่า วัตถุดิบกลีเซอรีนประกอบด้วย กลีเซอรีน 58-82% เอทานอลหรือเมทานอล 1-2% น้ำ 10-12% โซเดียมคลอไรด์ 6-8% สารประกอบอินทรีย์ (เมทิล/เอทิลเอสเทอร์ และกรดไขมันอิสระ) 1-2% (Cvengros และ Povazance, 1996) ในกระบวนการทำกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์นั้นต้องผ่านกระบวนการแยกสารอินทรีย์และสิ่งเจือปนอื่นๆ ออก โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เพื่อเปลี่ยนสบู่เป็นกรดไขมันและแยกชั้นสารอินทรีย์ออก จากนั้นปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซดาไฟ ก่อนเข้าเครื่องระเหยเพื่อแยกเมทานอลและน้ำ ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการนี้กลีเซอรีนที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ประมาณ 50-85% จากนั้นต้องทำให้บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นโดยวิธีการกลั่นสุญญากาศ เพื่อแยกกลีเซอรีนออกจากน้ำและเกลือโซเดียมคลอไรด์ จากนั้นผ่านกระบวนการฟอกสีเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

กลีเซอรีนเป็นสารที่มีจุดเดือดที่ 290 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 760 mmHg ดังนั้นการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนให้มีประสิทธิภาพต้องใช้ระบบการกลั่นสุญญากาศที่มีความดันเพิ่มเข้ามาในระบบ เพื่อให้กลีเซอรีนระเหยกลายเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ทำให้การแยกกลีเซอรีนออกจากสิ่งเจือปนง่ายขึ้น ซึ่งกลีเซอรีนอาจสูญเสียในกระบวนการกลั่นเนื่องจาก 1) กระบวนการ Polymerization ของกลีเซอรีนในสภาพที่ pH สูง (เนื่องจากการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไปในขั้นตอนการปรับ pH) หรืออุณหภูมิขณะทำการกลั่นสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด Polyglycerol ผสมอยู่ในผลผลิตหนักที่ก้นภาชนะกลั่น 2) กระบวนการ Dehydration ของกลีเซอรีนในสภาวะที่ pH ต่ำ เกิดการสร้าง acrolein ซึ่งเป็นก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ 52 องศาเซลเซียส ซึ่งระเหยกลายเป็นไอและสูญเสียตรงชุดดักจับน้ำ 3) กระบวนการ Oxidation ของกลีเซอรีนเกิดการสร้าง Glycerose (ส่วนผสมของ Glyceraldehyde dihydroxyacetone) (Yong *et al.,* 2001b) ซึ่งการควบคุมปัจจัยระดับ pH ของผสมกลีเซอรีน อุณหภูมิและความดันในกระบวนการกลั่นน่าจะช่วยลดการสูญเสียกลีเซอรีนให้น้อยลง ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิธีการการกลั่นคุณสมบัติของสารแต่ละชนิดที่ทำการกลั่นและเทคนิคการฟอกสีกลีเซอรีนในห้องปฏิบัติการ และนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชุดกลั่นกลีเซอรีนขนาดเล็ก (100 ลิตรต่อแบทช์) เพื่อใช้ในการกลั่นกลีเซอรีนให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์กลีเซอรีนบริสุทธิ์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

**ขั้นตอนในการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์**



# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1.วัตถุดิบกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาเอสเตอร์-ทรานเอสเตอริฟิเคชั่นของน้ำมันปาล์มดิบ

2.กรดไฮโดรคลอริก เกรดการค้า (Commercial grade) และโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) สำหรับใช้ฟอกสีและกำจัดกลิ่นกลีเซอรีน

4.ปั๊มสุญญากาศระบบวงแหวนน้ำ (Water ring) ปั๊มสูญญากาศแบบโรตารีเวน แบบน้ำมัน ปั๊มสารเคมี ปั๊มดูดจ่ายสารละลาย มอเตอร์และใบพัดกวน ฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 30 km และ 1,000 km

5.เครื่องกรอง

6.ชุดหล่อเย็น (Water cooled chiller)

7.ถังบรรจุกลีเซอรีนขนาด 15,000 ลิตร ถังพลาสติกบรรจุสารเคมีและกรดเกลือ ถังพลาสติกบรรจุของผสมกลีเซอรีน ถังฟอกสี และถังแสตนเลสบรรจุกลีเซอรีนบริสุทธิ์

8.อุปกรณ์เครื่องแก้ว (บีกเกอร์ กรวยแยก และกระบอกตวง)

9.เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

10.เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

**แบบและวิธีดำเนินการ**

**1. ศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาดกำลังผลิต 100 ลิตรต่อแบทช์**

การทดลองนี้เริ่มจากการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นสุญญากาศกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ โดยจำลองแบบและหลักการทำงานของชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนในห้องปฏิบัติการ จากนั้นจึงออกแบบและสร้างส่วนของการแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์และชุดฟอกสีกลีเซอรีน ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1.1 ออกแบบและติดตั้งชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ ซึ่งประกอบด้วยชุดอุปกรณ์แยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ด้วยกรด ต่อเชื่อมกับชุดกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศและชุดฟอกสีกลีเซอรีน

1.2 ทดสอบการกลั่นกลีเซอรีนด้วยเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ เพื่อหาอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมสำหรับการกลั่นกลีเซอรีน

1.3 วิเคราะห์คุณสมบัติของกลีเซอรีน

1.4 แก้ไขข้อบกพร่องของชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์

1.5 ปรับปรุงสีของกลีเซอรีนที่ผลิตได้ โดยใช้ถ่านกัมมันต์

1.6 ปรับปรุงเทคนิคการผลิตกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้น และได้มาตรฐาน

1.7 วิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการ

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มต้นดำเนินการเมื่อตุลาคม 2550 และสิ้นสุดกันยายน 2552 รวม 2 ปี

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาดกำลังผลิต 100 ลิตร/วัน**

กระบวนการทำให้กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลักๆ คือ

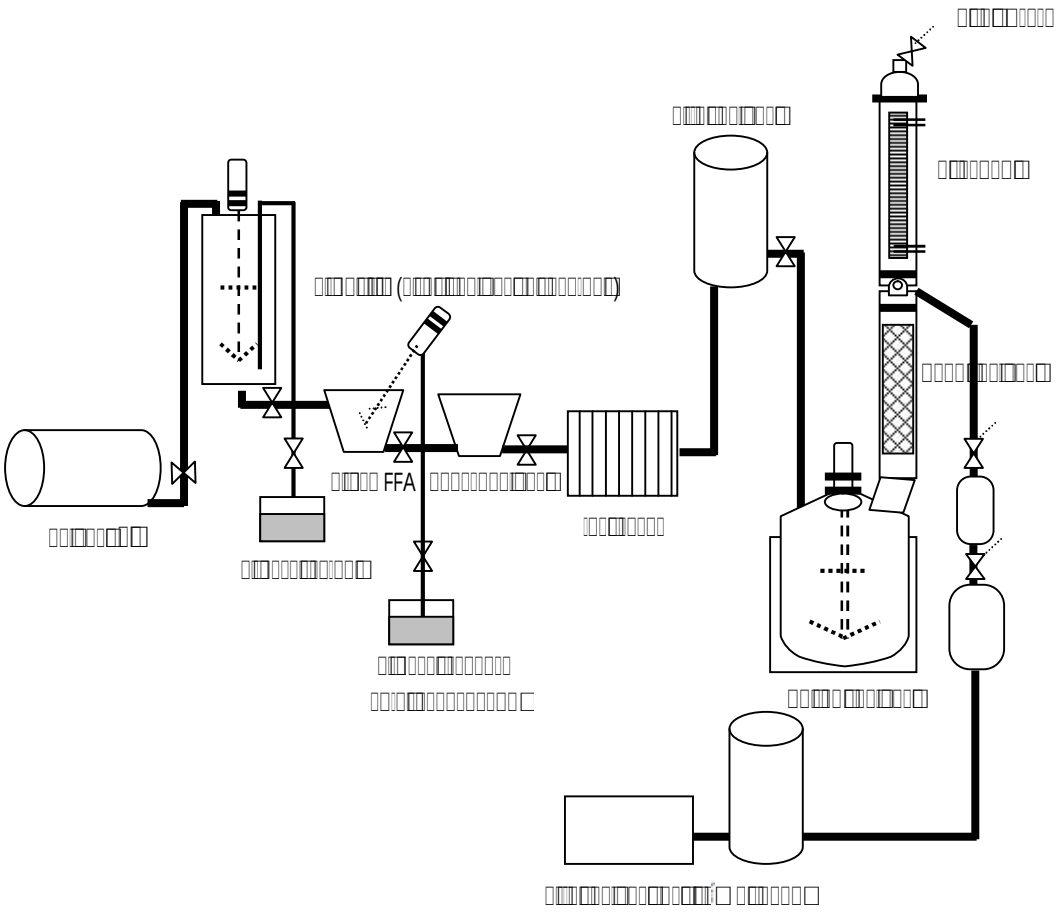
**1) กระบวนการแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์** วัตถุดิบกลีเซอรีน (raw glycerine) ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีความบริสุทธ์ 58-82% ซึ่งการทำให้บริสุทธิ์มากขึ้นทำได้โดยการผสมกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดฟอสฟอริก กรดจะทำปฏิกิริยากับสบู่ทำให้สบู่แตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระอยู่ชั้นบนสุด เมื่อเย็นลงจะเป็นของแข็ง ของเหลวขั้นล่างเป็นของผสมประกอบด้วยกลีเซอรีน แอลกอฮอล์ น้ำ เกลือโซเดียมคลอไรด์ในกรณีที่ใช้กรดไฮโดรคลอริก หรือโซเดียมฟอสเฟตในกรณีใช้กรดฟอสฟอริก จากนั้นแยกชั้นสารประกอบอินทรีย์ออกและปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซดาไฟหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต เมื่อผ่านกระบวนการนี้ของผสมกลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธ์เพิ่มขึ้นเป็น 82-89% และได้ปริมาณกลีเซอรีนมากกว่า 80%

โครงสร้างของชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ประกอบด้วย ถังปฏิกิริยาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาของวัตถุดิบกลีเซอรีนกับกรดเกลือ, ถังและปั๊มสารเคมี (สารละลาย NaOH และกรด HCl), ถังแยกกรดไขมันอิสระออกจากกลีเซอรีนหลังทำปฏิกิริยา และถังบรรจุของผสมกลีเซอรีน และเครื่องกรองกลีเซอรีน

**2) กระบวนการกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ** ของผสมกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการแรก ทำให้บริสุทธิ์มากกว่า 95% โดยวิธีการกลั่นสุญญากาศ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ร่วมกับสภาวะสุญญากาศ เพื่อแยกน้ำและเกลือออก ชุดกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศประกอบด้วย เครื่องลดปริมาตรของเหลวชนิดสุญญากาศสำหรับไล่น้ำและเมทานอล, หอกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ, ชุดควบแน่นกลีเซอรีน, ถังเก็บตัวอย่างกลีเซอรีนที่กลั่นได้

**3) กระบวนการฟอกสีกลีเซอรีน** ในกรณีที่กลีเซอรีนมาจากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ กลีเซอรีนบริสุทธ์ที่ผ่านกระบวนการกลั่นสุญญากาศค่าสียังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำเป็นต้องทำการฟอกสีด้วยถ่านกัมมันต์เพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย ชุดฟอกสีกลีเซอรีน ชุดกรองตะกอนถ่านกัมมันต์ และเครื่องผลิต Hot oil

**รายละเอียดชุดกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์**



**1.1 ศึกษาการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์** มีวัตถุประสงค์เพื่อกลั่นกลีเซอรีนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาด 10,000 ลิตรต่อวัน (ผลิตวัตถุดิบกลีเซอรีน 100 ลิตรต่อวัน) ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และใช้เป็นต้นแบบของเครื่องกลั่นกลีเซอรีนบริสุทธิ์ขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่

1. ชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์
2. ชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์
3. ชุดฟอกสีกลีเซอรีน

ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

**1. ชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์**

1. [illegible]
2. [illegible]
3. [illegible] ([illegible])
4. [illegible]
5. [illegible]
6. [illegible]
7. [illegible] (Water cooled chiller)
8. [illegible]
9. [illegible]
10. [illegible]
11. [illegible]

**ภาพที่ 1** ชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์

**ภาพที่ 2** (1) ถังบรรจุวัตถุดิบกลีเซอรีนขนาด 15,000 ลิตร และ (2) เครื่องควบคุมอุณหภูมิ Thermal oil

การออกแบบชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาทำจากสแตนเลสสตีล หนา 2 มม. ขนาด 1000 ลิตร ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบกลีเซอรีนกับกรดเกลือ มีช่องเติมกรดเกลืออยู่ด้านบนถังและติดตั้งมอเตอร์และใบพัดกวนสารด้านบน มีถังพลาสติกบรรจุกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนสบู่ให้เป็นกรดไขมันอิสระ และขั้นตอนการปรับของผสมกลีเซอรีนให้เป็นกลาง ก้นถังปฏิกิริยามีวาล์วปิด-เปิดใช้ถ่ายกลีเซอรีนเหลวและกรดไขมันอิสระเข้าสู่ถังแยกกรดไขมันอิสระออกจากกลีเซอรีนขนาด 250 ลิตร จำนวน 3 ถัง ติดตั้งใบพัดกวนที่สามารถปรับระดับใช้กวนสารได้ทั้ง 3 ถัง และมีวาล์วปิด-เปิดสำหรับถ่ายของผสมกลีเซอรีนเข้าสู่ถังเก็บขนาด 2000 ลิตร ด้านล่าง

**1. ชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์**

1. □□□□□□□□
2. □□□□□□□□□□□□□□□□ Heating bath
3. □□□□□□□□□□
4. □□□□□□□□□□□□
5. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
6. □□□□□□□□□□□□□□□□ Shell and tube
7. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 10 □□□□ □□□□ 20 □□□□
8. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Cold trap)
9. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Water ring)
10. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

**ภาพที่ 2** ชุดเครื่องกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์

**รายละเอียดชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยสุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์**

1. หม้อกลั่น ทำจากสแตนเลสสตีล 304 ความหนาไม่น้อยกว่า 4 มม. ปริมาตรที่ใช้งาน 120 ลิตร ด้านบนมีฝาสำหรับเปิดออกใช้ในการซ่อมบำรุงและมีช่องเติมสาร 1 ช่อง พร้อมติดตั้งเครื่องกวนที่มีมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 60 รอบ/นาที ใบกวนมี 3 ระดับที่ความลึกต่างกัน

2. Heating bath ทำจากเหล็กเคลือบสีอีพ็อกซี่ และหุ้มฉนวนกันความร้อน ให้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 30 kw โดยให้ความร้อนผ่านของเหลวนำความร้อน (Thermal oil) มีชุดคอยล์ลดอุณหภูมิทำด้วยท่อทองแดง

3. Packed column ทำจาก สแตนเลสสตีล 304 ความยาว 1,000 มม.เส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. ภายนอกหุ้มฉนวนความร้อน แผ่นตะแกรงรอง Packing มีตัวยึดติดกับคอลัมน์ในกรณีที่ถอดออกเพื่อซ่อมบำรุง มี Packing 2 ชนิด ได้แก่

3.1 แบบ Raschig Ring แต่ละชิ้นมีขนาดประมาณ 15X15 มม. มีปริมาณเพียงพอสำหรับบรรจุในคอลัมน์ที่ความสูงไม่น้อยกว่า 800 มม.

3.2 แบบเส้นใยสเตนเลสปริมาณเพียงพอสำหรับบรรจุในคอลัมน์ ที่ความสูงไม่น้อยกว่า 800 มม.

4. มีชุดแยกไอพร้อมท่อเก็บตัวอย่างติดตั้งพร้อมขวดแก้วโบโรซิลิเกตสำหรับเก็บตัวอย่างความจุ 1 ลิตร มีวาล์วเปิดปิดด้วยมือ สำหรับเก็บตัวอย่างและเปิดให้ส่วนควบแน่นย้อนกลับ Column เพื่อกลั่นซ้ำ

5. การควบคุมอัตราการกลั่นซ้ำทำโดยมีวาล์วเร่งหรี่ปรับด้วยมือ

6. คอนเดนเซอร์แบบ Shell and tube ทำด้วยสแตนเลสสตีล 304 พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนประมาณ 1.5 ตารางเมตร

7. ท่อแก้วโบโรซิลิเกตเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 25 มิลลิเมตร ติดตั้งในท่อทางเดินของผลิตภัณฑ์ความยาว 50 มิลลิเมตร

8. ถังเก็บผลิตภัณฑ์ขนาด 10 ลิตร และ 20 ลิตร อย่างละ 1 ใบ ทำด้วยสแตนเลสสตีส 304 พร้อมระบบท่อและวาล์วสำหรับเก็บผลิตภัณฑ์ออกในขณะปฏิบัติการภายใต้สุญญากาศ เป็นวาล์วที่ปรับด้วยมือ

9. ท่อดักไอในท่อสุญญากาศ (Cold trap) ขนาด 5 ลิตร 1 ชุด

10. การเติมสารสามารถทำได้โดยแรงดูดภายใต้สภาวะสุญญากาศโดยมีวาล์วเปิดปิดด้วยมือ พร้อมควบคุมการไหลเข้าของสารป้อน

11. ระบบวัดควบคุม ประกอบด้วย

11.1 ระบบควบคุมอุณหภูมิ หม้อต้ม ใช้ Temperature sensor ชนิด PT100 ควบคุมอุณหภูมิ ด้วย PID Controller ปรับตั้งและแสดงผลแบบดิจิตอล พร้อม relay ตัดฮีตเตอร์ป้องกันการเกิด Overheating และมี Cooling out put ไปสั่งปิดเปิดโซลินอยด์วาล์วควบคุมน้ำเย็นเพื่อช่วยลดการ Overshooting ของอุณหภูมิ

11.2 มีหัววัดอุณหภูมิแสดงผลแบบดิจิตอลติดตั้งที่ส่วนแยกไอ จำนวน 1 จุด

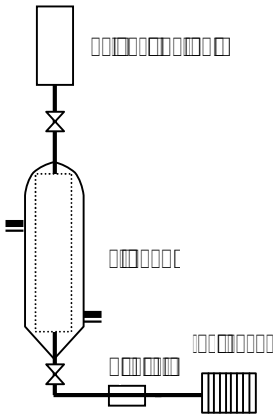
11.3 มีตัวควบคุมความดัน แบบ ON-OFF Control ตัวเรือนทำด้วยสเตนเลสสตีล มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล แสดงค่าได้ในย่านความดันสัมบูรณ์ที่ 0 – 1000 ทอร์ มีสัญญาณออกไปสั่งการควบคุม Solenoid Valve การทำงานของระบบควบคุมความดันจะควบคุมระดับความดันภายใต้สูญญากาศให้อยู่ในระดับที่กำหนดโดยการปิดเปิด Solenoid valve พร้อมติดตั้ง Needle Valve เพื่อปรับความไวในการควบคุม ในกรณีความดันของระบบสูงเกินค่าที่กำหนด (Overpressure ไม่เกิน 900 Torr) วาล์วจะเปิดสู่บรรยากาศเพื่อลดความดันภายในของระบบ

11.4 มี Level switch ประกอบด้วย Optical sensor ติดตั้งโดยมีท่อแก้วต่อออกมาจากหม้อต้ม สำหรับตรวจสอบระดับของเหลวในหม้อต้ม สั่งเปิดปิดวาล์วเติมสารอัตโนมัติเพื่อสะดวกในการเติมสาร โดยมีสัญญาณไฟเตือนบนแผงควบคุม และมีสัญญาณไปตัดการทำงานของฮีตเตอร์เมื่อระดับของเหลวต่ำกว่าระดับที่กำหนด

11.5 มี Flow switch ตัวเรือนทำจากทองเหลือง เพื่อตรวจจับการไหลของน้ำหล่อเย็น โดยจะตัดระบบทำความร้อนถ้าไม่มีน้ำไหลมา

**2. ชุดฟอกสีกลีเซอรีน**

ถังฟอกสีกลีเซอรีนทำจากสแตนเลสสตีล ภายในมีสองชั้น โดยชั้นในบรรจุถ่านกัมมันต์ที่บรรจุในถุงผ้ากรองอีกชั้น ทำหน้าที่ดูดซับสีที่ปนเปื้อนและกลิ่นในกลีเซอรีนที่กลั่นได้ ส่วนชั้นนอกมีของเหลวนำความร้อนไหลวนทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในถังฟอกสีไว้ที่ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นกลีเซอรีนจะถูกส่งเข้าเครื่องกรอง (Filter press) เพื่อกรองสิ่งปนเปื้อน



**ภาพที่ 3** รายละเอียดของถังฟอกสีกลีเซอรีน

**1.2 ขั้นตอนการดำเนินการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นกลีเซอรีนแบบแบทช์**

มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) เปิดเครื่องทำความร้อนหลอมวัตถุดิบกลีเซอรีนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

2) เปิดปั๊มดูดวัตถุดิบกลีเซอรีนเข้าสู่ถังปฏิกิริยา จากนั้นแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์และสิ่งเจือปนอื่นๆ โดยเติมกรดไฮโดรคลอริกที่อัตราส่วน 6% โดยน้ำหนักของวัตถุดิบกลีเซอรีน ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 30 นาที ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

3) เปิดวาล์วด้านล่างถังปฏิกิริยาถ่ายของผสมกลีเซอรีนใสในถังแยกกรดไขมันออกจากกลีเซอรีน ตักแยกกรดไขมันอิสระที่แข็งตัวออก และปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรองแยกตะกอนออกจากของผสมกลีเซอรีน และถ่ายของผสมกลีเซอรีนไว้ในถังเก็บ

4) ขั้นตอนในการกลั่นสุญญากาศกลีเซอรีน เริ่มจากเปิดปั๊มสุญญากาศป้อนกลีเซอรีนเข้าสู่หม้อกลั่นปริมาตรครึ่งหนึ่งของหม้อกลั่น

5) เปิดน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องควบแน่นและท่อดักไอ เปิดปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวนน้ำตั้งค่าที่ 9 Torr

6) เปิดฮิทเตอร์ให้ความร้อนกลีเซอรีนจนอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที) ของผสมกลีเซอรีนเริ่มเดือดสม่ำเสมอ ไอน้ำเริ่มควบแน่นที่เครื่องควบแน่น (น้ำหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า) เพื่อป้องกันไอน้ำวิ่งผ่านระบบดักน้ำเข้าสู่ปั๊มสุญญากาศอย่างรวดเร็ว จึงต้องกลั่นที่ความดันสูงก่อนและค่อยปรับลดลงมา น้ำที่กลั่นได้ถูกเก็บไว้ในถังเก็บผลิตภัณฑ์ขนาด 10 และ20 ลิตร รอจนไอน้ำควบแน่นหมดสังเกตจากไม่มีน้ำควบแน่นในขวดแก้วโบโรซิลิเกต ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวนน้ำ

7) เปิดปั๊มสุญญากาศแบบโรตารีเวนตั้งค่าที่ 9 Torr ค่อยๆ ปรับความดันสุญญากาศเป็น 8 Torr, 7 Torr, 6 Torr,.....,2 Torr โดยแต่ละความดันที่ปรับลดลงทิ้งช่วงและสังเกตการเดือดของกลีเซอรีนประกอบ เพื่อเอาน้ำออกให้มากที่สุด

8) ที่ความดัน 2 Torr เมื่อของผสมกลีเซอรีนหยุดเดือด ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิก่อนถึงจุดเดือดของกลีเซอรีน (ที่ 2 Torr ) รอจนไม่มีน้ำควบแน่นออกมา ปิดวาล์วตรงหน่วยรับผลผลิต ถ่ายน้ำออกจากถังเก็บผลิตภัณฑ์ที่ 1 ลง 2 ถังเก็บผลิตภัณฑ์ที่ 12 แล้วเอาน้ำออกจากระบบ

9) ปรับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่นเป็น 50-80 องศาเซลเซียส ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนของผสมเริ่มเดือด และมีกลีเซอรีนกลั่นออกมา ซึ่งกลีเซอรีนช่วงแรกอาจมีน้ำปนให้กักกลีเซอรีนช่วงแรกแล้วนำออกจากระบบก่อน

10) ทดลองกลั่นกลีเซอรีนโดยเพิ่มอุณหภูมิเป็นช่วงห่างกัน 5 องศาเซลเซียส เก็บกลีเซอรีนที่กลั่นได้แต่ละช่วงอุณหภูมิ ทดสอบความบริสุทธิ์ของกลีเซอรีนที่กลั่นได้

11)ขั้นตอนการฟอกสีกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการกลั่น เปิดเครื่องควบคุมเพิ่มความร้อนของเหลวนำความร้อน (Thermal oil) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เปิดวาล์วให้ไหววนในถังฟอกสี เพื่อไล่ความชื้นและอุ่นถ่านกัมมันต์ให้ร้อน เปิดวาล์วปล่อยกลีเซอรีนที่กลั่นได้จากถังเก็บเข้าสู่ถังฟอกสี ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แช่ไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นเปิดปั๊มดูดกลีเซอรีนออกจากถังฟอกสีเข้าสู่ถังเก็บกลีเซอรีน

**ตารางที่ 1** สภาวะที่ใช้ในการกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศแบบแบทช์

| Processing condition | Batch |
|---|---|
| Bottom Temp ($^{O}$C) | 165-195 |
| Top Temp ($^{O}$C) | 132-178 |
| Pressure (Torr) | 2-7 |
| **Processing condition** | **Batch** |
| Top Condenser Temp ($^{O}$C) (น้ำหล่อเย็น) | 10 |
| Top Condenser Temp ($^{O}$C) (น้ำ) | 50-90 |
| Packing height (cm.) | 80 |

**1.3 คุณสมบัติของกลีเซอรีน**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ตามมาตรฐาน มอก. 337-2545 หมายถึง กลีเซอรีนผ่านกรรมวิธีบริสุทธิ์ จนมีคุณลักษณะเหมาะสมสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมยา อาหาร บุหรี่ วัตถุระเบิด และอุตสาหกรรมอื่นๆ กลีเซอรีนบริสุทธิ์ แบ่งออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ คือ

1. ชั้นคุณภาพเคมี (Chemical grade)
2. ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ (Dynamite grade)
3. ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม (Technical grade)
4. ชั้นคุณภาพยา (Pharmaceutical grade)

กำหนดลักษณะที่ต้องการ คือ ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวข้น และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ยังกำหนดคุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีดังตารางที่ 2

วัตถุดิบกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ถูกส่งเข้าสู่ชุดแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ โดยการเติมกรดไฮโรคลอริกเพื่อแยกกรดไขมันอิสระและสารอินทรีย์ที่ไม่ใช่กลีเซอรีนจากของผสมกลีเซอรีน จากนั้นปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กลีเซอรีนเหลวที่ได้ถูกป้อนเข้าชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนเพื่อกลั่นกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์ โดยแยกเกลือโซเดียมคลอไรด์และน้ำออก ซึ่งช่วงแรกน้ำที่ผสมอยู่ในกลีเซอรีนจะระเหยกลายเป็นไอและควบแน่นออกมา จากนั้นของผสมกลีเซอรีนจะหยุดเดือด อุณหภูมิของของผสมกลีเซอรีนจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดเดือดด้วยสภาวะสูญญากาศภายในหม้อกลั่น กลีเซอรีนจะกลายเป็นไอและลอยขึ้นด้านบนและควบแน่นในเครื่องควบแน่น กลีเซอรีนที่ได้จะถูกนำเข้าสู่ถังฟอกสีที่มีถ่านกัมมันต์บรรจุอยู่ด้านในเพื่อดูดซับสีและกลิ่น จากนั้นจะถูกส่งเข้าเครื่องกรอง เพื่อกรองสิ่งเจือปนและได้กลีเซอรีนที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 99.5% จากการทดลองกลั่นกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศขนาด 100 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิ 165-195 องศาเซลเซียส ความดันสูญญากาศ 2-7 Torr พบว่า การกลั่นกลีเซอรีนที่อุณหภูมิ 160-165 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr กลีเซอรีนที่กลั่นได้มีความบริสุทธิ์ 93-97% ยังไม่สามารถแยกน้ำออกจากกลีเซอรีนได้หมด (ปริมาณน้ำยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน) และมีค่าสี X=37.40, Y=32.99 Z=9.38 ดังนั้นจึงทดลองกลั่นที่อุณหภูมิ 180-195 องศาเซลเซียส ความดันสูญญากาศ 2 Torr พบว่า กลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธิ์ 98.00-99.00% และปริมาณน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

**ตารางที่ 2** คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีของกลีเซอรีนจากการกลั่น

| คุณลักษณะ | วิธีทดสอบ | เกณฑ์ที่กำหนด | | | | กลีเซอรีนจากการกลั่น 186-195°C, 2 Torr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ชั้นคุณภาพเคมี | ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ | ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม | ชั้นคุณภาพยา | |
| 1. ค่าของสีจากโลวิบอนด์สเกล | BS 2621-5 | - | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | 5.0Y+1.2R<br>X 0.420<br>Y 0.423<br>Z 0.157 | -<br>X 0.35<br>Y 0.31<br>Z 0.14 |
| 2. กลิ่น | BS 5711 :Part 19 | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม | ไม่มีกลิ่น |
| 3. กลีเซอรีนร้อยละโดยน้ำหนักไม่น้อยกว่า | BS 5711 :Part 3 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 95.0 | 98.0-99.0 |
| 4. ความหนาแน่นสัมพัทธ์<br>- ที่อุณหภูมิ 20/20 °C<br>- ที่อุณหภูมิ 25/25 °C | ISO 2099 | <br>1.261 ถึง1.264 | <br>1.261 ถึง1.264 | <br>1.261 ถึง1.264 | <br>-<br>1.249 | <br>1.26<br>1.26 |
| 5. ความเป็นด่างหรือความเป็นกรด มิลลิอิควิเวเลนต์ต่อ 100 กรัม | BS 5711 :Part 5 | 0.064 | 0.32 | 0.32 | - | |
| 6. เถ้าซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | ISO 1616 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.000 |
| 7. สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | มอก. 1281 | 2.0 | - | - | 1.5 | 0.95-1.08 |
| 8. ตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่เกิน | BS 2621-5 | 1.0 | - | - | - | < 0.026 |
| 9. โลหะหนักทั้งหมด (เทียบเป็นตะกั่ว) | BS 5711 : Part 15 | 5.0 | - | - | 5.0 | |
| 10. คลอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | BS 5711 :Part 12 | - | 0.010 | 0.010 | 0.001 | 0.0008 |
| 11. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์ | BS 5711 :Part 13 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่น | - | - | - | |
| 12. ขีดจำกัดปริมาณคลอไรด์อินทรีย์ | BS 5711 :Part 14 | สารละลายที่ได้ต้องไม่ขุ่นกว่าสารละลายควบคุม | - | - | - | |
| 13.สารประกอบคลอรีน (คำนวณเป็นคลอไรด์) | USP | - | - | - | 0.003 | |

| คุณลักษณะ | วิธีทดสอบ | เกณฑ์ที่กำหนด | | | | กลีเซอรีนจากการกลั่น 186-195$^{o}$C, 2 Torr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ชั้นคุณภาพเคมี | ชั้นคุณภาพไดนาไมต์ | ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม | ชั้นคุณภาพยา | |
| ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | | | | | | |
| 14. เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน | BS 5711 :Part 16 | - | - | 2.0 | - | < 0.002 |
| 15. ซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน | USP | - | - | - | 0.002 | < 0.002 |
| 16. กรดไขมันและเอสเตอร์ | USP | - | - | - | ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH 0.5 โมลต่อเดซิเมตร ไม่เกิน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร | ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการกลั่นพบว่า มีปริมาณกลีเซอรีนที่กลั่นได้ 74% ผลผลิตหนักที่ไม่สามารถระเหยได้ที่ก้นภาชนะกลั่น13.54% สามารถแยกน้ำออก 10.68% และเกิดการสูญเสีย 1.88% (ตารางที่ 3) ซึ่งสุธารักษ์ (2547) ได้ทำการวิเคราะห์ผลผลิตที่ก้นภาชนะกลั่น พบว่า มีองค์ประกอบของโซเดียมคลอไรด์ 54.55% residue glycerol 17.41% และส่วนที่ไม่ได้วิเคราะห์เรียกรวมว่า MONG (Matter organic non-glycerol) ซึ่ง Yong และคณะ (2001a) รายงานว่าประกอบด้วย partial glycerides, free fatty acid, oxidation product and the polymerized compounds of glycerol และ sugar component และจากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณกลีเซอรีนที่ผลิตได้หลังเสร็จสิ้นกระบวนการกลั่นกลีเซอรีนคิดเป็น 60% ของวัตถุดิบกลีเซอรีนเริ่มต้น

**ตารางที่ 3** กลีเซอรีนบริสุทธิ์ ผลผลิตหนักก้นภาชนะกลั่น ปริมาณน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการกลั่นกลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศ

| Vacuum distillation (batch) | Refined Glycerine | Distilled Bottom | Water | Loss |
|---|---|---|---|---|
| ร้อยละผลผลิตที่ได้ (% by wt.) | 74.00 | 13.54 | 10.68 | 1.88 |

**1.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์**

ต้นทุนคงที่ของการก่อสร้างชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ เท่ากับ 2 ล้านบาท ในการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์แต่ละแบทช์ใช้ระยะเวลา 2 วัน โดยขั้นตอนการแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์และขั้นตอนการฟอกสีใช้เวลา 8 ชั่วโมง ส่วนขั้นตอนการกลั่นกลีเซอรีนใช้เวลา 14 ชั่วโมงในการทำงาน มีต้นทุนผันแปร (ค่าดำเนินการต่อเดือน) เท่ากับ 77,074.49 บาท (ค่าแรงงาน 3 คน 22,100 บาท, ค่าวัตถุดิบกลีเซอรีน 5,500 บาท, ค่าสารเคมี 15,000 บาท และ ค่าไฟฟ้า 18,700 บาท และค่าเสื่อม 15,774.49 บาท) ซึ่งชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์สามารถผลิตกลีเซอรีนได้ประมาณ 1,100 ลิตรต่อเดือน มูลค่า 110,000 บาท (คิดจากราคากลีเซอรีน 100 บาทต่อลิตร) ดังนั้นการผลิตมีกำไรต่อเดือนเท่ากับ 32,925.51 บาท

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนด้วยระบบสุญญากาศเป็นกระบวนการที่ใช้แยกน้ำ โซเดียมคลอไรด์ และสารอินทรีย์ที่ไม่ใช่กลีเซอรีนจากของผสมกลีเซอรีน ซึ่งขั้นตอนการกลั่นน้ำในช่วงแรกควรกลั่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 7-9 Torr เนื่องจากการกลั่นที่ความดันต่ำกว่านี้ มีผลให้น้ำระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ผ่านชุดดักจับน้ำและเข้าไปผสมกับน้ำมันของปั๊มสุญญากาศทำให้ปั๊มเสียหายได้ ดังนั้นชุดต้นแบบเครื่องกลั่นกลีเซอรีนจึงใช้ปั๊มสุญญากาศแบบแหวนน้ำในการทำสุญญากาศในช่วงแรกของขั้นตอนการกลั่นแยกน้ำออกจากกลีเซอรีน เมื่อกลั่นน้ำออกหมดจึงเปลี่ยนมาใช้ปั๊มสุญญากาศแบบที่ใช้น้ำมันปรับเพิ่มความดันสุญญากาศสูงขึ้น เพื่อกลั่นน้ำที่เหลืออยู่และกลีเซอรีนต่อไป เมื่อผ่านกระบวนการการแยกกลีเซอรีนออกจากสารประกอบอินทรีย์ ของผสมกลีเซอรีนที่ได้มีความบริสุทธ์เพิ่มขึ้นเป็น 82-89% และได้ปริมาณกลีเซอรีนมากกว่า 80%

การกลั่นของผสมกลีเซอรีนด้วยชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนภายใต้สุญญากาศขนาด 100 ลิตรต่อแบทช์ ที่อุณหภูมิ 186-195 องศาเซลเซียส ความดัน 2 Torr กลีเซอรีนที่กลั่นได้มีความบริสุทธิ์ 98-99% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลีเซอรีนบริสุทธิ์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการกลั่น พบว่า ปริมาณกลีเซอรีนที่กลั่นได้ 74% ผลผลิตหนักที่ไม่สามารถระเหยได้ที่ก้นภาชนะกลั่น 13.54% สามารถแยกน้ำออก 10.68% และเกิดการสูญเสีย 1.88% โดยปริมาณกลีเซอรีนที่ผลิตได้หลังเสร็จสิ้นกระบวนการกลั่นกลีเซอรีนคิดเป็น 60% ของวัตถุดิบกลีเซอรีนเริ่มต้น

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้เทคนิคการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนและต้นแบบในการออกแบบชุดเครื่องกลั่นกลีเซอรีนขนาด 100 ลิตร เพื่อเผยแพร่ให้กลุ่มเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม สถาบันการศึกษาและองค์กรอื่นๆ ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


สุธารักษ์ บุญโชติ. 2547. **การทำกลีเซอรีนที่ได้จากปฏิกิริยาทรานเอสเตอร์ริฟิเคชันของน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 82 หน้า.

Cvengros, J., and Povazanec, F., 1996. **Production and Treatment of Rapeseed Oil Methyl Ester as Alternative Fuels for Diesel Engines,** Bioresource Technology. 55, 145-150.

Hazimah, A.H., Ooi, T., and Salmiah, A., 2003. **Recovery of Glycerol and Diglycerol from Glycerol Pitch.** Journal of Oil Palm Research. 15, 1-6.

http://www.customs.go.th

Jangermann, E., 1991. **Glycerine: A Key Cosmetic Ingredient**. New York; Mercel Dekker, Inc.

Yong, K., Ooi, T., Dzulkefly, K., Wanyunus, W.M.Z, and Hazimah, A.H., 2001a. **Characterization of Glycerol Residue from a Palm Kernel Oil Methyl Ester Plant**, Journal of Oil Palm Research. 13, 1-6.

Yong, K., Ooi, T., Dzulkefly, K., Wanyunus, W.M.Z, and Hazimah, A.H., 2001b. Refining **og Crude Glycerine Recovered from Glycerol Residue by Simple Vacuum Distillation**, Journal of Oil Palm Research. 13, 39-44.

# การพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบผลิตไบโอดีเซลแบบแบทช์ โดยใช้ปฏิกิริยา Transesterification

# Machine Prototype for Biodiesel Production by Transesterification

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] ชาคริต ทองอุไร[2/] วัชรี ศรีรักษา[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[3/]

## บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบสำหรับผลิตไบโอดีเซลแบบแบทช์โดยใช้ปฏิกิริยา Transesterification มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เครื่องจักรต้นแบบขนาดเล็กสำหรับผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2552 ผลปรากฏว่า ต้นแบบสำหรับผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบขนาดกำลังการผลิต 1,000 ลิตรต่อครั้ง ประกอบด้วยชุดผลิตหลัก 2 ชุด คือ ชุดทำปฏิกิริยาน้ำมันปาล์มดิบที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูงกว่า 1.5 % as palmitic acid โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดคือ เมทานอลและกรดซัลฟูริกอัตรา 15 และ 0.05-0.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบ ในการเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์ (ไบโอดีเซล) และชุดทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นเพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์หรือน้ำมันปาล์มดิบเป็นเมทิลเอสเทอร์โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดคือ เมทานอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตรา 20 และ 0.5-1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบ ปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

[2/] คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[3/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

จากวิกฤตการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2522 ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการหาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่มีราคาสูงขึ้น พลังงานทางเลือกต่างๆ ได้แก่ ชีวมวล (Biomass), เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) และพลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานน้ำ, พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพซึ่งประกอบด้วยเอทานอล และไบโอดีเซล ได้มีการผลิตและใช้งานเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา โดยในช่วงกลางปี พ.ศ. 2551 ทั่วโลกมีการผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 11.1 ล้านตัน ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม ไอเสียมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละอองน้อยกว่าน้ำมันดีเซล (Vincente *et al.,* 1999) และจากคุณสมบัติการหล่อลื่นที่ดี ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของอุปกรณ์และชิ้นส่วนเครื่องยนต์ และช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ (Tyson, 2004) ดังนั้นกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป จึงส่งเสริมให้ใช้ไบโอดีเซลในเมืองที่จราจรหนาแน่น มลพิษทางอากาศสูง หรือในบริเวณที่ต้องการลดมลพิษ เช่น ที่พักตากอากาศ สวนสาธารณะ เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยพบว่า ปริมาณการผลิตไบโอดีเซล (บี 100) เพิ่มขึ้นจาก 0.32 ล้านลิตรต่อวัน (ปี 2550) เป็น 1.53 ล้านลิตรต่อวัน (ปี 2552) เนื่องจากนโยบายสร้างความมั่นใจในการใช้งาน, การส่งเสริมการขาย (ราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซล) และปริมาณสถานีจำหน่ายที่เพิ่มมากขึ้น

ไบโอดีเซลจัดเป็นสารประเภทเอสเทอร์ ที่ได้จากการนำน้ำมันหรือไขมันจากพืชและสัตว์ ทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล, เอทานอล, 1-โพรพานอล ฯ (Warabi *et al*., 2003) และใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (Kusdiana and Saka, 2001; Demirbas, 2001) คุณสมบัติทางเคมีด้านองค์ประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมันจึงแตกต่างกันไปตามชนิดของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่นำมาผลิตไบโอดีเซล สำหรับขั้นตอนการผลิตมีหลายรูปแบบทั้งแบบ ปฏิกิริยาเดียว (เอสเทอร์ริฟิเคชั่นหรือทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น) และการใช้สองปฏิกิริยาร่วมกัน ทั้งนี้การเลือกใช้รูปแบบใดขึ้นกับคุณภาพและชนิดของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่นำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซล สำหรับรูปแบบการผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนในประเทศไทยที่ได้รับการสนับสนุนจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานส่วนใหญ่ขนาดกำลังการผลิต 100 ลิตรต่อครั้ง และใช้ปฏิกิริยาเดียวคือ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น เนื่องจากน้ำมันพืชที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นน้ำมันพืชใช้แล้ว ซึ่งมีค่ากรดไขมันอิสระต่ำกว่า 1 % as palmitic acid แต่เนื่องจากมีสิ่งปนเปื้อนเช่น น้ำและกากอาหาร จึงต้องมีการกรองกากตะกอน สิ่งปนเปื้อนและกำจัดน้ำก่อนนำไปผลิตไบโอดีเซล สำหรับกำลังการผลิตไบโอดีเซลของภาคเอกชนมีปริมาณค่อนข้างสูงระหว่าง 50,000-1,200,000 ลิตรต่อวัน และส่วนใหญ่เป็นการผลิตจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์, ไขปาล์มสเตียริน และน้ำมันพืชใช้แล้ว และใช้รูปแบบการผลิตเฉพาะปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น

ตามยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนของรัฐบาล ได้มีนโยบายส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 2.5 ล้านไร่ ระหว่างปี 2551-2555 โดยมุ่งเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานทดแทน (ไบโอดีเซล) เป็นเหตุให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันไปยังบางส่วนของภาคกลาง, ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในบางแหล่งปริมาณพื้นที่ปลูกมีค่อนข้างน้อยเป็นเหตุให้ไม่มีแหล่งรับซื้อ เนื่องจากไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เป็นเหตุให้เกษตรกรไม่สามารถขายผลผลิตปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ คือการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและผลิตไบโอดีเซลสำหรับจำหน่ายและใช้เองภายในชุมชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ และสามารถเชื่อมต่อกับชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบขนาดกำลังการผลิต 1 ตันน้ำมันปาล์มดิบต่อวัน ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 1,000 ไร่ (คิดที่อัตราผลผลิต 2.5 ตันต่อไร่ต่อปี) เพื่อเป็นการแก้ปัญหาให้แก่พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันใหม่

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

**1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบชุดผลิตไบโอดีเซล , การเชื่อมต่อท่อไอน้ำ, ถังน้ำมันปาล์มดิบ-ชุดผลิตไบโอดีเซล-ชุดกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน**

1.1 วัสดุสแตนเลสและเหล็ก ซึ่งประกอบด้วย แผ่นโลหะสำหรับม้วนถังผลิต, ข้อต่อ, ข้องอ, ท่อ, สามทาง, ยูเนียน, เพลาตัน เพลาเทฟล่อน **ฯ**

1.2 ชุดตากระจกและท่อตากระจก

1.3 บอลล์วาล์วและเซฟตี้วาล์ว

1.4 ท่อ API, สามทาง, ข้องอ, หน้าแปลนต่างๆ ฯ

1.5 ปั๊มน้ำ, ปั๊มน้ำมัน, ปั๊มสารเคมีทนความร้อน, ปั๊มสูญญากาศ ฯ

1.5 ถังเก็บไบโอดีเซล, ถังสารเคมี

**2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์ม, การผลิตไบโอดีเซลและวิเคราะห์คุณภาพไบโอดีเซล**

1. น้ำมันปาล์มดิบ

2. สารเคมีที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล เช่น เมทานอล, โซเดียมไฮดรอกไซด์, กรดซัลฟูริก, กรดฟอสฟอริก ฯ

3. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความชื้น, กรดไขมันอิสระ ฯ

4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียม Fatty Acid Methyl Ester เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน

5. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน เช่น หลอดบรรจุตัวอย่าง เข็มฉีด ฯ

6. สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน

7. เครื่อง Gas Chromatography (GC)

8. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน และผลิตไบโอดีเซล เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องแก้วต่างๆ

9. ชุดผลิตไบโอดีเซล ขนาด 100 ลิตร

10. เครื่องกวนสารเคมีพร้อมอุปกรณ์ให้ความร้อน

11. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

12. เครื่องวิเคราะห์ความคงตัวของน้ำมันพืช/ไบโอดีเซล (Rancimat)

**แบบและวิธีการทดลอง**

**1.การทดสอบการผลิตไบโอดีเซลในห้องปฏิบัติการ**

**1.1 การวิเคราะห์คุณภาพและการเตรียมน้ำมันปาล์มดิบ**

วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid), ค่าไอโอดีน (Iodine Value), ปริมาณความชื้นของน้ำมัน (% Moisture Value) และต้องกำจัดยางเหนียว (degum) ก่อนผลิตไบโอดีเซล โดยทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริค อัตรา 0.10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทดสอบการตกค้างของยางเหนียว หากมีการตกค้างต้องกำจัดยางเหนียวอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำมันที่ใช้ในการทดลองปราศจากยางเหนียว

**1.2 การเตรียมสารละลาย**

- สำหรับปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น ผสมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 95-97 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (อัตราที่ใช้ขึ้นกับปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบ) ในเมทานอลอัตรา 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้เป็นเนื้อเดียวกัน

- สำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตรา 0.5-1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ขึ้นกับปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบ) ในเมทานอลอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้เป็นเนื้อเดียวกัน (อัตราที่ใช้ขึ้นกับปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบ)

**1.3 การทำปฏิกิริยาเอสเทอร์และทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น**

ชั่งน้ำมันพืชตามที่ต้องการ บรรจุในถังผลิตขนาด 100 ลิตร ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารละลายที่เตรียมไว้สำหรับปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น โดยเปิดวาล์วให้สารละลายไหลลงในถังทำปฏิกิริยา

อย่างช้าๆ ประมาณ 5-10 นาที และกวนเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นพักไว้ให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิจะลดลง และเกิดการแยกชั้นของน้ำมัน, ไบโอดีเซลและน้ำ แยกน้ำออกให้เหลือเฉพาะน้ำมันและไบโอดีเซล จากนั้นทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นต่อ โดยเติมสารละลายโซเดียมเมทอกไซด์ที่เตรียมไว้ในน้ำมันปาล์มที่มีอุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส ทำปฏิกิริยานาน 30 นาที จากนั้นพักไว้ให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิจะลดลง และเกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรอล โดยไบโอดีเซลลอยตัวด้านบนเนื่องจากความถ่วงจำเพาะน้อยกว่ากลีเซอรอล แยกกลีเซอรอลออกด้านล่างของถังให้เหลือเฉพาะไบโอดีเซล

**1.4 การทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล**

จากขั้นตอนการทำปฏิกิริยาที่ผ่านมา ไบโอดีเซลที่ได้ยังมีส่วนผสมของสารอื่นๆ เช่น สบู่, กลีเซอรอล, โซดาไฟ, เมทานอล และน้ำมันสบู่ดำที่ทำปฏิกิริยาไม่หมด จึงต้องมีการล้างด้วยน้ำร้อน โดยฉีดฝอยจากด้านบนของถังประมาณ 1/3 ของปริมาตรของไบโอดีเซล ล้างประมาณ 3-6 ครั้ง จนกระทั่งน้ำล้างสะอาด จากนั้นไล่น้ำที่ค้างในไบโอดีเซล โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 20-30 นาที (พร้อมกวน) พักไว้ให้เย็นลง และปั๊มไบโอดีเซลผ่านเครื่องกรองเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

**2. การประกอบชุดผลิตไบโอดีเซล**

**2.1 ชุดกำจัดยางเหนียวและเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์ โดยใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น** มีการศึกษารูปแบบของถังทำปฏิกิริยา และมีการประยุกต์แบบเป็นถังทรงสูงและใช้วัสดุสแตนเลสในการประกอบโครงสร้าง เนื่องจากมีการใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรดในการทำปฏิกิริยา ทั้งกรดฟอสฟอริกและกรดซัลฟูริก สำหรับความร้อนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นการม้วนท่อสแตนเลสเป็นคอยล์สำหรับให้ไอน้ำจากหม้อน้ำ (boiler) หมุนวนภายในถังผลิต และมีฉนวนหุ้มโดยรอบด้านข้างของถัง มีการคำนวณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้จากแบบโครงสร้าง พร้อมจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นและจ้างเหมาประกอบถังผลิตไบโอดีเซล

**2.2 ชุดผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น** โดยมีการออกแบบเป็นถังสองชั้น ใช้วัสดุเหล็กคุณภาพดีและมีฉนวนหุ้มโดยรอบด้านข้างของถัง เพื่อกันความร้อนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาแผ่ออกรอบนอก โดยความร้อนที่ให้เป็นไอน้ำจากหม้อน้ำ (boiler) มีการคำนวณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้จากแบบโครงสร้าง พร้อมจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นและจ้างเหมาประกอบถังผลิตไบโอดีเซล

**2.3 การประกอบโครงสร้าง (Platform) สำหรับจัดวางถังและองค์ประกอบต่างๆ** มีการเขียนแปลนโครงสร้างเพื่อให้สามารถจัดวางได้อย่างลงตัวและมีประสิทธิภาพ โครงสร้างประกอบด้วยวัสดุเหล็กที่มีความแข็งแรงทนทานและมีความปลอดภัยสำหรับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน มีการคำนวณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้จากแบบโครงสร้าง พร้อมจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นและจ้างเหมาประกอบโครงสร้าง

**2.4 การเชื่อมต่อระบบท่อต่างๆ ในโรงผลิตไบโอดีเซลและโรงสกัดน้ำมันปาล์ม** เนื่องจากงานวิจัยภายใต้โครงการนี้เป็นการนำผลงานวิจัยมาประกอบกันเป็นชุดผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจร ตั้งแต่การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การผลิตไบโอดีเซลและการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน จึงต้องมีการเชื่อมต่อระบบต่างๆ เข้าด้วยกันตั้งแต่ ท่อส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าถังผลิตไบโอดีเซล (ใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น), ท่อเชื่อมต่อระหว่างถังผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่นและผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น, ท่อเชื่อมต่อสำหรับส่งกลีเซอรอลดิบเข้าถังเก็บก่อนเข้าสู่กระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน, ท่อน้ำดีสำหรับล้างไบโอดีเซลในถังผลิต, ท่อส่งน้ำล้างจากถังผลิตสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย, ระบบท่อ API สำหรับรับส่งไอน้ำจาก Boiler เพื่อใช้เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

**2.5 ระบบไฟฟ้า** เนื่องจากในกระบวนการผลิตนอกจากจะใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำของ Boiler แล้ว ยังจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงานของปั๊มต่างๆ (ปั๊มน้ำ, ปั๊มสารเคมี, ปั๊มน้ำมันปาล์มดิบ, ปั๊มไบโอดีเซล, ปั๊มกลีเซอรอล), การควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับกำหนดความเร็วรอบการกวนของใบพัดในการทำปฏิกิริยา, การควบคุมความเร็วในการส่งน้ำมันหรือไบโอดีเซล จึงต้องจัดซื้อตู้เมนบอร์ดสำหรับควบคุมระบบการผลิตไบโอดีเซล

**3. การผลิตไบโอดีเซล**

**3.1 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมัน**

วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid), ค่าไอโอดีน (Iodine Value), ปริมาณความชื้นของน้ำมัน (% Moisture Value) และต้องกำจัดยางเหนียว (degum) ก่อนผลิตไบโอดีเซล โดยทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอ

ริค อัตรา 0.08-0.10% โดยปริมาตร และทดสอบการตกค้างของยางเหนียว หากมีการตกค้างต้องกำจัดยางเหนียวอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำมันที่ใช้ในการทดลองปราศจากยางเหนียว

**กำจัดยางเหนียว (gum) และการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น**

ปั๊มน้ำมันปาล์มดิบเข้าถังผลิตขนาด 1,000 ลิตร เปิดวาล์วให้ไอน้ำผ่านเข้ามาในคอยล์เพื่อให้ความร้อนน้ำมันปาล์มดิบจนกระทั่งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นปั๊มกรดฟอสฟอริกอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของน้ำมันปาล์มดิบเข้าทำปฏิกิริยาพร้อมเปิดใบพัดกวนนาน 30 นาที จากนั้นหยุดการส่งผ่านไอน้ำและพักน้ำมันปาล์มหลังทำปฏิกิริยานาน 3 ชั่วโมง เปิดวาล์วเพื่อให้ยางเหนียวและสิ่งเจือปนไหลออกโดยสังเกตสีของน้ำมันที่มีความแตกต่างกัน ปิดวาล์วและเตรียมทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่นโดยเปิดวาล์วให้ไอน้ำผ่านเข้ามาในคอยล์เพื่อให้ความร้อนน้ำมันปาล์มดิบจนกระทั่งอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปั๊มเมทานอลอัตรา 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและกรดซัลฟุริกอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเข้าทำปฏิกิริยาในถังทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆ ประมาณ 5-10 นาที และกวนเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิจะลดลง และเกิดการแยกชั้นของไตรกลีเซอไรด์, ไบโอดีเซล และน้ำ โดยไบโอดีเซลและไตรกลีเซอไรด์ลอยตัวด้านบนเนื่องจากน้ำหนักน้อยกว่าน้ำ จากนั้นถ่ายน้ำออกด้านล่างของถังให้เหลือเฉพาะไบโอดีเซลและไตรกลีเซอไรด์ในถังทำปฏิกิริยา

**การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น**

ปั๊มไบโอดีเซลและไตรกลีเซอไรด์จากถังผลิตใบแรกเข้าสู่ถังผลิตใบที่สอง เปิดวาล์วให้ไอน้ำผ่านเข้ามาในคอยล์เพื่อให้ความร้อนน้ำมันปาล์มดิบจนกระทั่งอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปั๊มเมทานอลและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมไว้อัตรา 20 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเข้าทำปฏิกิริยาในถังอย่างช้าๆ ประมาณ 5 นาที และกวนเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นพักไว้ให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิจะลดลง และเกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรอล โดยไบโอดีเซลลอยตัวด้านบนเนื่องจากน้ำหนักน้อยกว่ากลีเซอรอล จากนั้นถ่ายกลีเซอรอลออกทางด้านล่างของถัง ให้เหลือเฉพาะไบโอดีเซลในถังทำปฏิกิริยา

**การทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล**

จากขั้นตอนการทำปฏิกิริยาที่ผ่านมา ไบโอดีเซลที่ได้ยังมีส่วนผสมของสารอื่นๆ เช่น สบู่, กลีเซอรอล, โซดาไฟ, เมทานอล และน้ำมันสบู่ดำที่ทำปฏิกิริยาไม่หมด จึงต้องมีการล้างด้วยน้ำร้อน โดยฉีดฝอยจากด้านบนของถังประมาณ 1/3 ของปริมาตรของไบโอดีเซล ล้างประมาณ 3-6 ครั้ง จนกระทั่งน้ำล้างสะอาด จากนั้นไล่น้ำที่ค้างในไบโอดีเซล โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120$^{\circ}$ซ เวลา 20-30 นาที (พร้อมกวน) ทิ้งไว้ให้เย็น และปั๊มไบโอดีเซลผ่านถังบรรจุเกลือ (ด้านล่างถัง) เพื่อให้เกลือช่วยดูดน้ำจากไบโอดีเซลอีกครั้งก่อนปั๊มผ่านเครื่องเครื่องกรองเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่บริสุทธิ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพและส่งเข้าถังบรรจุไบโอดีเซล

**การวิเคราะห์คุณภาพไบโอดีเซล**

- ความชื้นและค่าไอโอดีน
- องค์ประกอบของกรดไขมัน, ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล, ปริมาณเมทานอล, ปริมาณกลีเซอรีนอิสระและกลีเซอรีนทั้งหมด โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC)
- วิเคราะห์เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไบโอดีเซลโดยใช้เครื่อง Rancimat
- วิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงที่สถาบันวิจัยของ ปตท.

**การบันทึกข้อมูล**

1. บันทึกปริมาณวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการผลิต พร้อมปริมาณผลผลิตไบโอดีเซล
2. บันทึกคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของน้ำมันปาล์มดิบ คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 และ สิ้นสุด กันยายน 2552

## สถานที่ดำเนินการ

โรงผลิตไบโอดีเซล โรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และ อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

# ผลการทดลองและวิจารณ์

**1.การทดสอบการผลิตไบโอดีเซลในห้องปฏิบัติการ**

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า น้ำมันปาล์มดิบมีค่าความชื้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดไขมันอิสระมีค่า 3.5 % as palmitic acid ค่าไอโอดีน 52.39 ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์ก่อนนำไปทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ดังนั้นในขั้นตอนแรกจึงทำการกำจัดยางเหนียว โดยการทำปฏิกิริยาน้ำมันปาล์มดิบกับกรดฟอสฟอริค ทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริค อัตรา 0.08-0.10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จากนั้นพักไว้ให้ตกตะกอนนาน 60 นาที และแยกส่วนน้ำมันที่มียางเหนียวออก และทดสอบการตกค้างของยางเหนียวอีกครั้งโดยการเติมกรดฟอสฟอริกอัตรา.. 0.08-0.10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร นำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้มีการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดฟอสฟอริกและยางเหนียวซึ่งเป็นสารกลุ่มฟอสฟาไทด์ ผลปรากฏว่า ไม่มีการตกค้างของยางเหนียวเนื่องจากไม่มีการทำปฏิกิริยาและน้ำมันปาล์มดิบปรากฏสีปกติ (หากมีการตกค้างจะปรากฏชั้นของน้ำมันที่มีสีน้ำตาลดำ)

นำน้ำปาล์มดิบที่ได้ไปทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น โดยใช้เมทานอลและกรดซัลฟูริกอัตรา 15 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยานาน 60 นาที จากนั้นแยกน้ำออกและนำน้ำมันปาล์มดิบหลังทำปฏิกิริยาไปวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระอีกครั้ง เพื่อใช้ในการกำหนดปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น ซึ่งผลปรากฏว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระที่วิเคราะห์ได้มีค่า 0.85 % as palmitic acid ดังนั้นจึงได้กำหนดปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับเมทานอลในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน 30 นาทีและพักไว้นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นแยกกลีเซอรอลออกด้านล่างของถังจนหมด

ทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบโดยการล้างด้วยน้ำอุ่นประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จำนวน 2-4 ครั้งจนกระทั่งน้ำล้างใสสะอาด (มีลักษณะใสเหมือนน้ำที่ใช้ล้าง) จากนั้งกำจัดปริมาณน้ำที่คงค้างในไบโอดีเซลโดยการไล่น้ำด้วยความร้อนอุณหภูมิประมาณ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีพร้อมกวนเพื่อให้ไอน้ำระเหยออกให้มากที่สุด เมื่อไบโอดีเซลเย็นลงปั๊มไบโอดีเซลผ่านเครื่องกรอง เพื่อกรองกากตะกอนและสิ่งเจือปนให้ไบโอดีเซลมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านน้ำมันเชื้อเพลิง ผลการวิเคราะห์พบว่า คุณภาพส่วนใหญ่ผ่านมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงานยกเว้นเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานประมาณ 1 ชั่วโมง (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์คุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ

| ลำดับที่ | รายการวิเคราะห์ | หน่วยวัด | วิธีการทดสอบ | ผลการวิเคราะห์ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Specific gravity at 15.0/15.0 $^{\circ}C$ | - | ASTM D4052 | 0.8765 |
| 2 | Viscosity at 40 $^{\circ}C$ | cSt | ASTM D445 | 4.612 |
| 3 | Flash point | $^{\circ}C$ | ASTM D93 | 174 |
| 4 | Sulfur content | %wt | ASTM D5453 | <0.0001 |
| 5 | Carbon residue | %wt | ASTM D4530 | 0.014 |
| 6 | Water and sediment | %vol | ASTM D2709 | traces |
| 7 | Copper strip corrosion | number | ASTM D130 | 1a |
| 8 | Oxidation stability at 110 $^{\circ}C$ | hr. | EN 14112 | 4.9 |
| 9 | Cloud point | $^{\circ}C$ | ASTM D2500 | 14 |
| 10 | Pour point | $^{\circ}C$ | ASTM D97 | 13 |
| 11 | Gross heating value | $J/g$ | ASTM D240 | 39,816 |
| 12 | Cetane Number (CN) | | ASTM D613 | 63.2 |

**2. การประกอบชุดผลิตไบโอดีเซล**

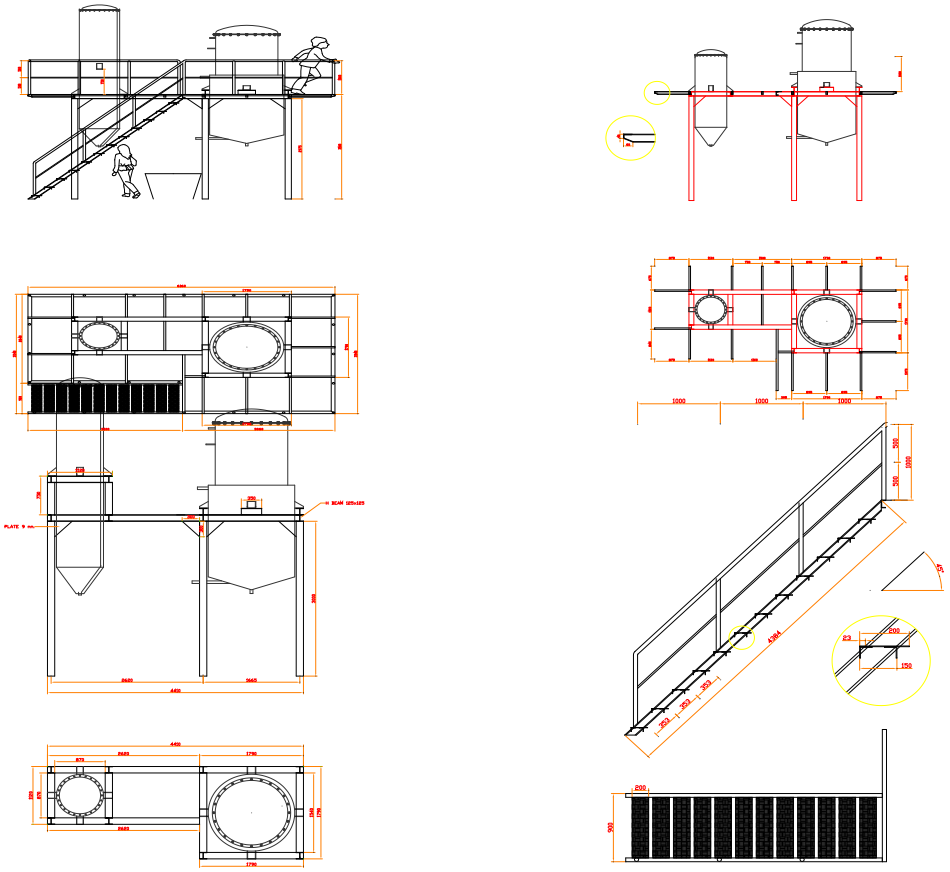
**2.1 ชุดกำจัดยางเหนียวและเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์** โดยมีการออกแบบโดยประยุกต์จากต้นแบบของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์ เป็นถังทรงสูง ใช้วัสดุสแตนเลสเนื่องจากมีการใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรดในการทำปฏิกิริยา ทั้งกรดฟอสฟอริกและซัลฟูริก สำหรับความร้อนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา จะมีผ่านเข้าในคอยล์สแตนเลส ด้านบนของถังติดตั้งมอเตอร์เกียร์ ขนาด 1 แรงม้า พร้อมแกนสำหรับขับใบพัดกวนน้ำมันปาล์มและด้านข้างของถังมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (thermister) พร้อมเกจวัดอุณหภูมิ และมีฉนวนหุ้มโดยรอบ

**ภาพที่ 1** คอยล์สแตนเลสด้านในถังทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น (a) และโครงสร้างถังก่อนหุ้มฉนวน (b)

**2.2 ชุดผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น** โดยมีการออกแบบเป็นถังทรงสูง ใช้วัสดุเหล็กคุณภาพดีและมีฉนวนหุ้มโดยรอบด้านข้างของถังเพื่อกันความร้อนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาแผ่ออกรอบนอก โดยความร้อนที่ให้เป็นไอน้ำจากหม้อน้ำ (boiler)

**ภาพที่ 2** แบบโครงสร้างถังทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น (a) และโครงสร้างถังก่อนติดตั้ง (b)

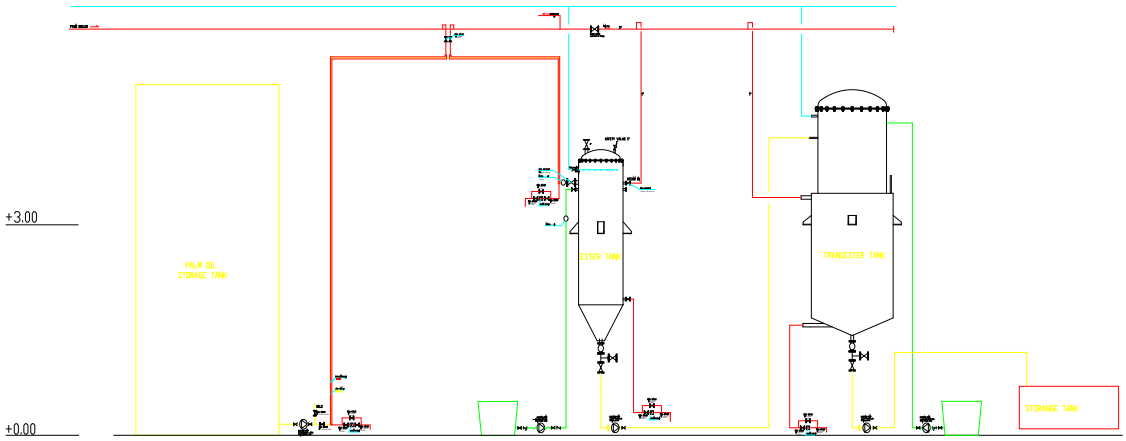
**2.3 การประกอบโครงสร้าง (Platform) สำหรับจัดวางถังและองค์ประกอบต่างๆ** มีการเขียนแปลนโครงสร้างเพื่อให้สามารถจัดวางได้อย่างลงตัวและมีประสิทธิภาพ โครงสร้างประกอบด้วยวัสดุเหล็กที่มีความแข็งแรงทนทาน สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลให้มีความปลอดภัย



**ภาพที่ 3** แบบโครงสร้างและการจัดวางชุดผลิตไบโอดีเซลพร้อมการวางแนวบันได

**ภาพที่ 4** การก่อสร้างโครงสร้าง (Platform) และการจัดวางชุดผลิตไบโอดีเซลเข้ากับโครงสร้างพร้อมบันไดภายในโรงผลิตไบโอดีเซล

**2.4 การเชื่อมต่อระบบท่อต่างๆ ในโรงผลิตไบโอดีเซลและโรงสกัดน้ำมันปาล์ม** เนื่องจากงานวิจัยภายใต้โครงการนี้เป็นการนำผลงานวิจัยมาประกอบกันเป็นชุดผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจร ตั้งแต่การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การผลิตไบโอดีเซลและการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน จึงต้องมีการเชื่อมต่อระบบต่างๆ เข้าด้วยกันตั้งแต่ ท่อส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าถังผลิตไบโอดีเซล (ใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น), ท่อเชื่อมต่อระหว่างถังผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่นและผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น, ท่อเชื่อมต่อสำหรับส่งกลีเซอรอลดิบเข้าถังเก็บก่อนเข้าสู่กระบวนการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีน, ท่อน้ำดีสำหรับล้างไบโอดีเซลในถังผลิต, ท่อส่งน้ำล้างจากถังผลิตสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย, ระบบท่อ API สำหรับรับส่งไอน้ำจาก Boiler เพื่อใช้เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล



**ภาพที่ 5** แบบร่างการเชื่อมต่อระบบท่อและปั๊มของชุดผลิตไบโอดีเซล

**ภาพที่ 6** การเชื่อมต่อระบบท่อและปั๊มของชุดผลิตไบโอดีเซล

**2.5 ระบบไฟฟ้า** มีการควบคุมการสั่งงานผลิตไบโอดีเซลจากตู้เมนบอร์ดที่ควบคุมการทำงานของปั๊มและมอเตอร์ต่างๆ ที่ติดตั้ง

**ภาพที่ 7** ตู้เมนบอร์ดและการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจร

**3. การผลิตไบโอดีเซล**

หลังจากการติดตั้งชุดผลิตไบโอดีเซล และชุดกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนแล้วเสร็จ จะมีการดำเนินการผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจรต่อไปทั้งการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ, การผลิตกลีเซอรีนและการกลั่นบริสุทธิ์กลีเซอรีนพื่อคำนวณต้นทุนการผลิตที่แท้จริง

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ต้นแบบชุดผลิตไบโอดีเซลขนาดกำลังการผลิต 1,000 ลิตรต่อครั้งเป็นชุดที่ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาหลัก 2 ถัง คือ ถังกำจัดยางเหนียว/ถังเปลี่ยนรูปกรดไขมันอิสระเป็นเมทิลเอสเทอร์ (ไบโอดีเซล) และถังผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นพร้อมทำความสะอาดหรือทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์ของถังในรูปแบบนี้มีประโยชน์คือ ใช้พื้นที่ในการจัดวางอุปกรณ์การผลิตลดลง, ใช้งบประมาณในการดำเนินการลดลง, ใช้ประโยชน์จากความร้อนได้มากขึ้นเนื่องจากมีการลดการถ่ายเทความความร้อน แต่จุดอ่อนคือใช้ระยะเวลาในการผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องใช้เวลาในการถ่ายน้ำมันปาล์มดิบหรือไบโอดีเซล ซึ่งเหมาะสมหากต้องนำไปใช้ในแหล่งปลูกใหม่ซึ่งปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มมีไม่มาก สำหรับความสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างน้อย เนื่องจากความร้อนที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์จากไอน้ำ (steam) ของหม้อน้ำ (Boiler) ในโรงสกัดน้ำมันปาล์ม และปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ค่อนข้างน้อยเนื่องจากเป็นการใช้ควบคุมปั๊มและมอเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ในการดำเนินการครั้งนี้เป็นการดำเนินการที่ใช้เวลานานเนื่องจากงบประมาณในแต่ละปีไม่เพียงพอต่อการจัดซื้อวัสดุ และมีความจำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์หลายรายการจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการ ทำให้ไม่มีความต่อเนื่องของงานวิจัย อย่างไรก็ตามต้นแบบชุดผลิตไบโอดีเซลสามารถดำเนินการได้แล้วเสร็จสมบูรณ์

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบซึ่งทางศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีสามารถสกัดได้เอง เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนสำหรับเครื่องสูบน้ำ, รถเกษตร, รถบรรทุกนักเรียนและรถยนต์ที่ใช้ภายในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเรียนรู้ให้แก่นักเรียน นักศึกษา กลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจในด้านการใช้น้ำมันปาล์มเป็นพลังงานทดแทน พร้อมเป็นต้นแบบในการผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กให้แก่กลุ่มเกษตรกรที่สนใจในการผลิตพลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์ม

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เกิดขึ้นได้จากการจุดประกายโดยท่าน ผอ.ชาย โพธิวิส และสำเร็จลงได้ด้วยดีการสนับสนุนของท่าน ผอ.วราวุธ ชูธรรมธัช และความช่วยเหลือเป็นอย่างมากในด้านความรู้เกี่ยวไบโอดีเซลและต้นแบบผลิตไบโอดีเซลจากท่าน รศ.ดร.ชาคริต ทองอุไร คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

Demirbas, A. 2001. **Biodiesel from vegetable oils via transesterification in supercritical methanol.** Energy Conversion and Management 43: 2349-2356.

Kusdiana, K. and S. Saka. 2001. **Kinotics of transesteritication in rapeseeol oil to brodiesol fuel as treated in supecritical methanol**. Fuel 80(5): 693-698

Tyson, K.S. 2004. **Biomass 2004 Biodiesel**. U.S. Department of Energy Efficiency and Renewable Energy. 53p.

Vincente, G., M. Martinez and J. Aracil. 1999. **Methyl esters of sunflower oil as fuels**. Alternative to petroleum-derived diesel fuel. Ing. Quim. 31(355): 153-159.

Warabi Y., Kusdiana D. and S. Saka. 2003. **Reactivities of triglycerides and fatty acids of rapeseed oil in supercritical alcohols**. Bioresource Technology 91: 283-287

# รูปแบบหลังการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันของแปลงเกษตรกรและลานเท
# Post Harvest Research of Oil Palm from farm and Ramp

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] วัชรี ศรีรักษา[1/]

## บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบหลังการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันของเกษตรกรและลานเทมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการจัดการผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร และลานเทหลังจากเก็บเกี่ยว ดำเนินการโดยการสำรวจลักษณะการจัดการสวนของเกษตรเขตสุราษฎร์ธานีและกระบี่ จำนวน 180 และ 100 รายตามลำดับพบว่า มีสวนปาล์มน้ำมันรายย่อยพื้นที่ 10-25 ไร่ 45% การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันด้วยคนรับจ้างตัด 72.77% และใช้การพัฒนาสีผิวผลเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว 72.22% มีการค้างทะลายปาล์มน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวเล็กน้อย การขนส่งส่วนใหญ่ใช้รถบรรทุกขนาดเล็กและระยะทางระหว่างสวนกับลานเทหรือโรงงานส่วนใหญ่ไม่เกิน 5 กิโลเมตร จากการสอบถามความต้องการของเกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่ไปช่วยเหลือในเรื่องการจัดการปุ๋ย ราคาปุ๋ย และราคาปาล์มน้ำมันให้มีความเสถียรภาพสูง

จากการเก็บข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันของลานเท พบว่า ทะลายปาล์มดิบมีค่า เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 8.45% และทะลายปาล์มสุกมีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 28.63% และมีสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ทะลายปาล์มน้ำมันดิบ 21.33% ทะลายปาล์มน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระสูงเกินมาตรฐาน 9.44% และลูกร่วงมีค่ากรดไขมันอิสระสูงเกินมาตรฐาน 80.97% จากการศึกษาคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันหลังรับผลผลิตจากเกษตรกร พบว่าทะลายปาล์มน้ำมันที่อยู่กลางแดดประมาณ 3 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด 6.92% และค่ากรดไขมันอิสระในทะลายปาล์มน้ำมันที่การให้น้ำและอยู่ในที่ร่มมีค่าสูงสุด 3.47% จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า คุณภาพของผลผลิตยังไม่ดีเนื่องจากการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันมีความเข้าใจยังไม่ถูกต้อง โดยพิจารณาจากปริมาณทะลายปาล์มดิบ

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

จากข้อมูลสถานการณ์การผลิต ความต้องการ และราคาของน้ำมันพืช อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มมีศักยภาพสูง สามารถแข่งขันกับน้ำมันชนิดอื่นได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามการลดต้นทุนการผลิตยังเป็นส่วนสำคัญสำหรับอุตสาหกรรม ดังนั้นการลดต้นทุนการผลิตโดยการพัฒนาประสิทธิภาพในระบบอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม จากสวนถึงโรงงานจึงจำเป็น ซึ่งแนวทางที่จะพัฒนา ทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพตั้งแต่ขบวนการเก็บเกี่ยวจากสวนจนถึงการส่งถึงโรงงาน ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่แตกต่างจากพืชอื่นๆ คือ เมื่อเก็บเกี่ยวผลปาล์มสดแล้วจะต้องนำเข้าสู่โรงงานเพื่อสกัดเป็นน้ำมันปาล์มภายใน 24 ชม. มิฉะนั้นคุณภาพและอัตราการให้น้ำมันลดลง เนื่องจากเมื่อผลปาล์มถูกเก็บเกี่ยวและมีบาดแผล มีการหายใจตลอดเวลา และเอนไซม์เอนไซน์ ลิโปไลติค (Lipolytic emzyes) จะเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมันปาล์ม จะเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมันปาล์มทำให้มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ประกอบกับผลผลิตปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มาจากเกษตรกรรายย่อยและห่างไกลโรงงาน การซื้อขายผลผลิตจึงต้องผ่านลานเท ดังนั้นกว่าผลผลิตจะถึงโรงงานค่ากรดไขมันอิสระจึงเพิ่มมากขึ้น และมีผลต่อการแปรรูปน้ำมัน ซึ่งต้องกำจัดกรดไขมันอิสระก่อนเข้าสู่ หอกลั่นน้ำมันใส และในการผลิตไบโอดีเซลจะต้องมีค่ากรดไขมันอิสระไม่เกิน 2 % ของน้ำหนัก ซึ่งโดยทั่วไปน้ำมันปาล์มดิบจากโรงงานจะมีค่ากรดไขมันอิสระประมาณ 3.5 – 5.0 % ของน้ำหนัก และการกำจัดกรดไขมันอิสระจะเพิ่มต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น หรือรับซื้อทะลายปาล์มดิบ เนื่องจากปาล์มดิบที่มีอัตราส่วนสูงจะมีผลต่อค่า DOBI (Balasundran, 2006) และจากการทดลองของ สุรกิตติ (2547) น้ำมันที่สังเคราะห์ขึ้นนั้นจะสะสมอยู่ที่ถุงน้ำมันภายในเซลล์ ช่วงแรกจะมีการพัฒนาน้อยมากจะเริ่มพัฒนาเมื่อทะลายปาล์มมีอายุ 15 สัปดาห์และสิ้นสุดเมื่อที่ 20 สัปดาห์ ซึ่งข้อมูลการศึกษาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์มมีน้อยมาก ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน ผู้ประกอบกิจการลานเทซึ่งเป็นพ่อค้าคนกลางในการรับซื้อปาล์มน้ำมัน หรือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มซึ่งเป็นผู้ได้รับผลจากการสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง ไม่เห็นความสำคัญหรือไม่ตระหนักถึงผลกระทบของทะลายปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพต่ำ หรือทะลายปาล์มน้ำมันที่ไม่ใช่พันธุ์เทเนอร่า หรือทะลายปาล์มน้ำมันที่มีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวไว้เป็นเวลานาน ซึ่งคุณสมบัติที่กล่าวมานั้น มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำมันปาล์มทั้งสิ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษารูปแบบการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันของแปลงเกษตรกร-ลานเท เพื่อเป็นข้อมูลนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพผลผลิตของเกษตรกรและลานเทต่อไป

## วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1.วัตถุดิบทะลายปาล์มน้ำมัน
2. สารเคมี
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
4. เครื่องสกัดไขมัน
5. เครื่องให้ความร้อน
6. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. ตู้อบ

**แบบและวิธีการทดลอง**

การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

**1. ศึกษารูปแบบการจัดการการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อย**

1.1 ออกแบบสอบถามการเก็บเกี่ยวผลผลิตและสภาพโดยทั่วไปของเกษตรกร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 180 ชุด และกระบี่ จำนวน 100 ชุด

1.2 สำรวจข้อมูลโดยการสัมภาษณ์บุคคลเป้าหมายในพื้นที่เป้าหมายที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มจังหวัดกระบี่และสุราษฎร์ธานี 100 และ180 ราย

1.3 วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย

ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย

1.3.1 ชั่งน้ำหนักทะลาย และสับแยกก้านทะลาย ชั่งน้ำหนักก้านทะลาย

1.3.2 สุ่มตัวอย่างช่อทะลายไว้เป็น 2 กองแล้วคัดไว้ 1 กอง นำส่วนที่คัดมาแบ่งแล้วคัดอีกจนเหลือ 15 ช่อ

1.3.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างช่อทะลายที่คัดไว้ ทิ้งตัวอย่างไว้ 1 คืน เพื่อให้ผลหลุดง่าย

1.3.4 แยกผลและก้านช่อผล ชั่งน้ำหนักผลทั้งหมด

1.3.5 สุ่มตัวอย่างผล เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยนำตัวอย่างมากองไว้แล้วแยกออกเป็น 2 แถว แล้วหยิบผลปกติที่ละผลแต่ละแถวสลับฟันปลาจนครบ 25 ผล

1.3.6 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 ผล นำตัวอย่างมาฝานเปลือกออกจากเมล็ด ชั่งน้ำหนักเปลือก

1.3.7 นำเปลือกอบที่อุณหภูมิ 90 $^{0}$C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.3.8 เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างเปลือกแห้งพักไว้ในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นลง ชั่งน้ำหนักถาดและเปลือกแห้ง

1.3.9 นำตัวอย่างเปลือกแห้งไปวิเคราะห์กับเครื่องสกัดไขมันเพื่อหาปริมาณน้ำมันต่อทะลาย

**2. ศึกษาสภาพทั่วไป การขนส่ง และการเก็บรักษาปาล์มน้ำมันของลานเท**

2.1 สำรวจลานเท จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 40 แห่ง และกระบี่ จำนวน 24 แห่ง สุ่มเก็บตัวอย่างทะลาย

2.2 วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายของลานเท (เช่นเดียวกับ 1.3)

2.3 วิเคราะห์กรดไขมันอิสระ

ขั้นตอนวิธีวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ มีดังนี้

2.3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมัน ตามตารางประมาณค่าน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

| Expected acid value | น้ำหนักตัวอย่าง (g) |
|---|---|
| < 1 | 5.0-2.0 |
| 1-4 | 2.0-1.2 |
| 4-15 | 1.2-0.8 |
| 15-75 | 0.8-0.5 |
| >75 | 0.5-0.3 |

2.3.2 เติม Solvent mix (Toluene : Propan-2-ol 1:1)ที่ทำให้เป็นกลาง 50มิลลิลิตร

2.3.3 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน KOH 0.1 M (ใช้น้ำแป้งเป็น Indicator )

2.3.4 นำค่าที่ได้ไปคำนวณหากรดไขมันอิสระ ตามสูตร

AV = ( 516 x N x mlของสารละลาย KOHที่ใช้) / Wt

ถ้าแสดง % = (ml ของ KOH x N x M) / 1,000 x m

M = molar mass (g/mol) Laric acid Palmitic acid Oleeic acid

m = น้ำหนักน้ำมัน

หรือ ค่า AV x 0.503 = % FFA Oleic

AV x 0.456 = % FFA Palmitic

AV x 0.356 = % FFA Laric

**3. ศึกษาการจัดการผลผลิตปาล์มน้ำมันของลานเท**

เพื่อกำหนดวิธีการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการเก็บรักษาที่มีความเป็นไปได้ สำหรับการจัดการรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มปริมาณการสกัดน้ำมันปาล์ม และให้ได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีคุณภาพ และปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1 วัดการสูญเสียน้ำหนักของทะลายปาล์มน้ำมัน

3.1.1 คัดทะลายปาล์มน้ำมันขนาดประมาณ 10 – 15 กิโลกรัม จำนวน 16 ทะลาย

3.1.2 ชั่งน้ำหนักทะลายและแบ่งออกเป็นกรรมวิธีละ 4 ทะลาย

กรรมวิธีที่1 วางไว้กลางแดด

กรรมวิธีที่ 2 วางไว้กลางแดดร่วมกับการรดน้ำ
กรรมวิธีที่ 3 วางไว้ในที่ร่ม
กรรมวิธีที่ 4 วางไว้ในที่ร่มร่วมกับการรดน้ำ

3.1.3 ชั่งน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมันทุกวัน

3.2 การวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ

3.2.1 สับทะลายปาล์มน้ำมันเพื่อแยกผลปาล์ม

3.2.2 นำผลปาล์มน้ำมัน อบไอน้ำประมาณ 3 ชั่วโมง

3.3.3 นำผลปาล์มหีบเพื่อสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

3.3.4 ให้ความร้อนน้ำมันปาล์มดิบที่หีบ 120 $^{0}$C ทิ้งไว้จนไม่มีการเดือด (เพื่อไล่น้ำ)

3.3.5 วิเคราะห์กรดไขมันอิสระจากตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบ

## ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

**1.รูปแบบการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อย**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวทะลายโดยใช้การพัฒนาสีผิวผลและสีเนื้อเป็นดัชนี แต่มีทะลายปาล์มดิบปะปนอยู่โดยตลอด (ภาพที่ 1) เนื่องจากเกษตรกรจ้างเก็บเกี่ยว ดังนั้นเวลาเก็บเกี่ยว คนรับจ้างตัดทะลายปาล์มต้องตัดให้ได้น้ำหนักสูงสุด เพราะค่าจ้างได้จากจำนวนน้ำหนักผลผลิต ทำให้ผลผลิตแต่ละรอบที่ได้ส่วนใหญ่มีทะลายปาล์มดิบปนอยู่

**ภาพที่ 1** ลักษณะทะลายปาล์มน้ำมันของแปลงเกษตรกร

ผลจากการสอบถามการเก็บเกี่ยวผลผลิตและสภาพโดยทั่วไปของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี และกระบี่ พบว่า

**จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

1. แปลงเกษตรกรที่สำรวจจำนวน 180 ราย พบว่าแปลงขนาด 10-25 ไร่ มีจำนวน 61.11% (110 ราย)และแปลงขนาด 25 ไร่ขึ้นไปมีจำนวน 38.88% (70 ราย) โดยมีรายละเอียดของแต่ละขนาดแปลงปลูกดังนี้

1.1 พื้นที่ปลูก 10-25 ไร่

- แบ่งเป็นปาล์มอายุ 2.5 ปี 22.22 % (40 ราย) อายุ 5 ปี ขึ้นไป 38.88% (70 ราย)
- การเก็บเกี่ยว เกษตรกรเก็บเกี่ยวด้วยตนเอง 16.66% (30 ราย) จ้างตัดโดยบุคคลทั่วไปหรือลานเท 43.33% (78 ราย)

1.2 พื้นที่ปลูก 25 ไร่ขึ้นไป

- แบ่งเป็นปาล์มอายุ 2.5 ปี 5.55 % (10 ราย) อายุ 5 ปี ขึ้นไป 33.33% (60 ราย)
- การเก็บเกี่ยว เกษตรกรเก็บเกี่ยวด้วยตนเอง 6.66% (12 ราย) จ้างตัดโดยบุคคลทั่วไปหรือลานเท 33.33% (60 ราย)

2. ดัชนีการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร ทั้งสวนขนาดเล็ก(<25 ไร่) และขนาดใหญ่ (< 25 ไร่) ใช้การดูความสุกของทะลายปาล์มจาก สีเนื้อผลปาล์ม 22.22% (40 ราย) สีเปลือกผล 72.22% (130 ราย) ผลร่วงจากทะลาย 19.22% (35 ราย) และระยะเวลาเก็บเกี่ยว 1.66% (3 ราย)
3. สำหรับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมีตกค้างอยู่ที่สวน 8.33% (15 ราย) และไม่มีตกค้างที่สวน 83.33% (165 ราย)
4. ระยะห่างจากสวนหรือโรงงาน 0-5 กิโลเมตร 67.77% ( 122 ราย) และ 10 กิโลขึ้นไป 32.22 % (58 ราย) และใช้รถบรรทุก 2 ตันในการขนส่งทะลายปาล์มน้ำมัน
5. ปัญหาที่เกษตรกรต้องการได้รับช่วยเหลือ ได้แก่ปัญหาด้านราคาและความรู้เรื่องปุ๋ย 55.55% (100 ราย) เจ้าหน้าที่เข้าไปให้ความรู้และดูแลเรื่องกล้าปาล์มน้ำมัน 5.55%(10 ราย) ราคาของผลผลิตคงที่ 66.66% (120 ราย) การให้ราคาตามคุณภาพทะลายปาล์ม 13.88% (25 ราย) การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ธาตุอาหาร 8.33% (15 ราย)

**จังหวัดกระบี่**

1. แปลงเกษตรกรที่สำรวจจำนวน 100 ราย พบว่าแปลงขนาด 10-25 ไร่ มีจำนวน 34.00% (34 ราย)และแปลงขนาด 25 ไร่ขึ้นไปมีจำนวน 66.00% (66 ราย) โดยมีรายละเอียดของแต่ละขนาดแปลงปลูกดังนี้

1.1 พื้นที่ปลูก 10-25 ไร่

- แบ่งเป็นปาล์มอายุ 2.5 ปี 6.00 % (6 ราย) อายุ 5 ปี ขึ้นไป 28.00% (28 ราย)
- การเก็บเกี่ยว เกษตรกรเก็บเกี่ยวด้วยตนเอง 17.00% (17 ราย) จ้างตัดโดยบุคคลทั่วไปหรือลานเท 16.00% (16 ราย)

1.2 พื้นที่ปลูก 25 ไร่ขึ้นไป

- แบ่งเป็นปาล์มอายุ 2.5 ปี 4.00% (4 ราย) อายุ 5 ปี ขึ้นไป 62.00% (62 ราย)
- การเก็บเกี่ยว เกษตรกรเก็บเกี่ยวด้วยตนเอง 13.00% (13 ราย) จ้างตัดโดยบุคคลทั่วไปหรือลานเท 53.00% (53 ราย)

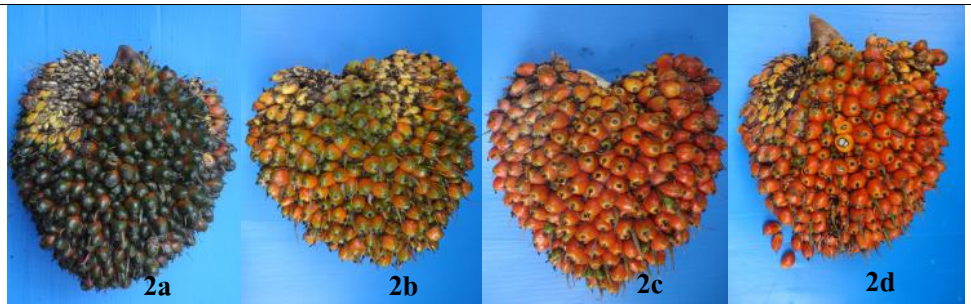
2. ดัชนีการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร ทั้งสวนขนาดเล็ก(<25 ไร่) และขนาดใหญ่ (< 25 ไร่) ใช้การดูความสุกของทะลายปาล์มจาก สีเนื้อผลปาล์ม 11.00% (11 ราย) สีเปลือกผล 72.00% (72 ราย) ผลร่วงจากทะลาย 40.00% (40 ราย) และระยะเวลาเก็บเกี่ยว 2.00% (2 ราย)
3. สำหรับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมีตกค้างอยู่ที่สวน 12.00% (12 ราย) และไม่มีตกค้างที่สวน 88.00% (88 ราย)
4. ระยะห่างจากสวนหรือโรงงาน 0-5 กิโลเมตร 64.00% ( 64 ราย) และ 10 กิโลขึ้นไป 36.00 % (36 ราย) และใช้รถบรรทุก 2 ตันในการขนส่งทะลายปาล์มน้ำมัน
5. ปัญหาที่เกษตรกรต้องการได้รับช่วยเหลือ ได้แก่ปัญหาด้านราคาและความรู้เรื่องปุ๋ย 44.00% (40 ราย) เจ้าหน้าที่เข้าไปให้ความรู้และดูแลเรื่องกล้าปาล์มน้ำมัน 11.00%(11ราย) ราคาของผลผลิตคงที่ 68.00% (68 ราย) การให้ราคาตามคุณภาพทะลายปาล์ม 4.00% (4 ราย) การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ธาตุอาหาร 17.00% (17 ราย)

**วิเคราะห์องค์ประกอบทะลายที่ระดับความสุกต่างกัน**

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันที่ระดับความสุกต่างกันของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 พบว่าทะลายที่มีสีผิวเปลือกสีเขียว (ภาพที่ 2a) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำสุด 8.45% (ตารางที่ 1) เนื่องจากต่อมน้ำมันยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำและแป้ง เมื่อทะลายมีการพัฒนาสีทะลายเป็นสีส้มทั้งทะลาย (ภาพที่ 2c) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเท่ากับ 28.63% แต่ถ้าทะลายปาล์มสุกเกินไปจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลงเนื่องจากผลปาล์มจะร่วงออกจากทะลาย ซึ่งผลที่ร่วงจากทะลายมีปริมาณน้ำมันสูง สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำในเปลือกของทะลายปาล์มสุกมีค่า 32.54 – 33.88 %

**ตารางที่ 1** เปอร์เซ็นต์น้ำมันและน้ำของทะลายปาล์มที่มีระยะสุกแตกต่างกันของการสุกของปาล์มน้ำมันต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน

| ระดับความสุก | %น้ำมัน | %น้ำในเปลือก | %เปลือก | %เปลือก/ทะลาย |
|---|---|---|---|---|
| ดิบ | 8.45 | 67.51 | 71.90 | 54.74 |
| กึ่งสุกกึ่งดิบ | 24.78 | 40.50 | 85.49 | 61.86 |
| สุก | 28.63 | 32.54 | 84.63 | 65.10 |
| สุกเกิน | 22.10 | 33.88 | 80.47 | 55.69 |




**ภาพที่ 2** การพัฒนาของสีผลทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1ที่มีผลดิบสีเขียว สุกสีส้ม
**a)** ทะลายปาล์มดิบ **b)** ทะลายปาล์มกึ่งสุกกึ่งดิบ **c)** ทะลายปาล์มสุก **d)** ทะลายปาล์มสุกเกิน

**2. สภาพทั่วไป การขนส่ง และการเก็บรักษาปาล์มน้ำมันของลานเท**

**จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

ลานเทมีการรดน้ำทะลาย 89.74% และ ขนส่งผลผลิตโดยรถบรรทุกและรถพ่วง มีการค้างผลผลิตบนลานเท 2 วัน เท่ากับ 30.70% และมีการทำลูกร่วง 17.94 %

**จังหวัดกระบี่**

ลานเทไม่มีการรดน้ำทะลายปาล์ม 88.88% ไม่มีการค้างส่งผลผลิตและการทำลูกร่วง

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า การดูแลรักษาผลิตปาล์มน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสมของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ภาพที่ 3) ส่งผลให้ทำมีค่าการสกัดน้ำมันและคุณภาพน้ำมันต่ำกว่าจังหวัดกระบี่ และราคาความเสถียรภาพซื้อทะลายปาล์มลด

**ภาพที่ 3** การจัดการทะลายปาล์มสดของลานเทที่ไม่เหมาะสม a) ทะลายปาล์มดิบ b) การรดน้ำ c) การทำลูกร่วง d) ทะลายเปล่า

จากการสุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันเพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่า จังหวัดกระบี่มีสัดส่วนของทะลายปาล์มที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันช่วง 21-25% และมากกว่า 26% สูงกว่าทะลายของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ตารางที่ 2) แสดงถึงคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันของจังหวัดกระบี่ดีกว่าสุราษฎร์ธานี และมีทะลายปาล์มดิบเฉลี่ยทั้งหมด ประมาณ 10 .66%

**ตารางที่ 2** สัดส่วนทะลายปาล์มที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่างกันแต่ระดับของลานเทในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดกระบี่

| เดือน | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <15% | | 15-20% | | 21-25% | | >26% | |
| | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ |
| ก.ย. | 8.16 | 0 | 10.20 | 7.40 | 34.69 | 37.03 | 46.93 | 55.55 |
| พ.ย. | 11.11 | 4.16 | 15.55 | 25.00 | 28.88 | 41.66 | 44.44 | 29.16 |
| ม.ค. | 8.57 | 0 | 34.28 | 8.30 | 28.57 | 41.66 | 28.57 | 50.00 |
| มี.ค. | 7.14 | 9.52 | 5.71 | 19.04 | 30.00 | 23.80 | 38.57 | 47.61 |
| พ.ค. | 2.00 | 0 | 6.00 | 7.40 | 34.69 | 37.03 | 46.93 | 55.55 |
| ก.ค. | 15.00 | 0 | 17.50 | 6.06 | 25.00 | 30.30 | 42.50 | 63.63 |
| เฉลี่ย | 8.66 | 2.28 | 14.87 | 12.20 | 30.30 | 35.24 | 41.32 | 50.25 |

เมื่อการวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ พบว่า ค่ากรดไขมันอิสระที่ได้จากทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกร จะอยู่ในช่วง 0-1%และ 1-5% (ตารางที่ 3 ) ซึ่งยังอยู่ในช่วงมาตรฐานของน้ำมันปาล์มดิบ และเมื่อพิจารณาแต่ละจังหวัดพบว่าเขตสุราษฎร์ธานีเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่มีค่ากรดไขมันอิสระช่วง 0-1% มีค่าเท่ากับ 62.22% ต่ำกว่าในเขตกระบี่ มีกรดไขมันอิสระช่วง 0-1 % มีค่าเท่ากับ 81.63% ของตัวอย่างในช่วงเดือน กันยายน ในเดือนอื่นก็มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกัน

**ตารางที่ 3** สัดส่วนของกรดไขมันอิสระจากตัวอย่างน้ำมันที่สกัดจากทะลายปาล์มของแปลงเกษตรกร

| เดือน | ค่ากรดไขมันอิสระ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0-1% | | 1-5% | |
| | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ |
| ก.ย. | 72.72 | 80.00 | 27.27 | 20.00 |
| พ.ย. | 82.35 | 91.66 | 17.64 | 8.33 |
| ม.ค. | 50.00 | 100.00 | 50.00 | - |
| มี.ค. | 54.54 | 100.00 | 45.54 | - |
| พ.ค. | 47.05 | 72.72 | 52.29 | 27.27 |
| ก.ค. | 66.66 | 45.45 | 33.33 | 54.54 |
| **เฉลี่ย** | **62.22** | **81.63** | **37.67** | **18.35** |

สำหรับการวิเคราะห์กรดไขมันอิสระในทะลายปาล์มน้ำมันที่ลานเททั้ง 2 จังหวัด พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน < 5%ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4 )

**ตารางที่ 4** สัดส่วนของกรดไขมันอิสระจากตัวอย่างน้ำมันที่สกัดจากทะลายปาล์มของลานเท

| เดือน | ค่ากรดไขมันอิสระ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0-1% | | 1-5% | |
| | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ |
| ก.ย. | 100 | 100 | - | - |
| พ.ย. | 94.11 | 91.66 | 5.88 | 8.33 |
| ม.ค. | 100 | 83.33 | - | 16.66 |
| มี.ค. | 72.72 | 77.77 | 27.27 | 22.22 |
| พ.ค. | 88.23 | 90.90 | 11.76 | 9.09 |
| ก.ค. | 80.00 | 81.81 | 20.00 | 18.18 |
| **เฉลี่ย** | **89.17** | **87.57** | **10.81** | **12.41** |

สำหรับค่ากรดไขมันอิสระของลูกร่วง ไม่พบค่ากรดไขมันอิสระที่น้อยกว่า 1% เนื่องจาก ผลปาล์มร่วงจะมีปฏิกิริยาของเอนไซน์สูงและเซลล์บอบช้ำง่าย และอ่อนแอต่อสิ่งสกปรก ทำให้ค่ากรดไขมันอิสระสูง (ตารางที่ 5) และเมื่อดูแต่ละจังหวัดพบว่าสุราษฎร์ธานีเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่มีค่ากรดไขมันอิสระช่วง 1-5% มีค่าเท่ากับ 18.09% น้อยกว่ากระบี่ ซึ่งมาตรฐานน้ำมันปาล์มดิบ กรดไขมันอิสระมีได้ไม่เกิน 5% ซึ่งในลูกร่วงค่ากรดไขมันอิสระที่เกินมาตรฐานทั้ง 2 จังหวัด มีค่า 74.97% ดังนั้นการทำลูกร่วงจะทำให้เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบ

**ตารางที่ 5** สัดส่วนของกรดไขมันอิสระจากตัวอย่างน้ำมันที่สกัดจากลูกร่วงของลานเท

| เดือน | ค่ากรดไขมันอิสระ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-5% | | 5-10% | | >10% | |
| | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ | สุราษฎร์ธานี | กระบี่ |
| ก.ย. | 31.81 | 60.00 | 59.09 | 30.00 | 9.09 | 10.00 |
| พ.ย. | 35.29 | 41.66 | 47.05 | 41.66 | 17.64 | 16.66 |
| ม.ค. | 8.33 | - | 41.66 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| มี.ค. | 27.27 | 44.44 | 27.27 | 44.44 | 45.45 | 11.11 |
| พ.ค. | 5.88 | 9.09 | 47.05 | 54.54 | 47.05 | 36.36 |
| ก.ค. | - | 36.36 | 53.33 | 45.45 | 46.67 | 18.19 |
| **เฉลี่ย** | **18.09** | **31.92** | **45.90** | **44.35** | **35.98** | **23.72** |

**3. การศึกษาการจัดการการดูแลผลผลิตของลานเท**

เมื่อทำแบบจำลองกรรมวิธีการดูแลปาล์มน้ำมันของลานเท พบว่า การวางทะลายปาล์มวางไว้กลางแดดนาน 3 วัน ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดถึง 6.92% ของน้ำหนักเริ่มต้นรองลงมาคือวิธีการวางทะลายปาล์มน้ำมันไว้ในร่มมีการสูญเสียน้ำหนักทะลาย 3.67% ส่วนการวางไว้กลางแดดหรือในร่วมกับ การให้น้ำจะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อย แต่มีผลต่อกรดไขมันอิสระที่สูงกว่าการไม่รดน้ำ เนื่องจากมีเชื้อราเข้าส่งเสริมการสร้างเอนไซน์ อย่างไรก็ตามในสภาพของลานเททั่วไปมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่านี้ เนื่องจากมีทะลายปาล์มมีความบอบช้ำมากกว่าทะลายที่ใช้ในการทดลอง

**ตารางที่ 6** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ และกรดไขมันอิสระของทะลายปาล์มน้ำมันจากกรรมวิธีต่างๆ

| กรรมวิธี | %น้ำหนักที่หายไป | | | %กรดไขมันอิสระ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 |
| แดด | -2.01 | -4.73 | -6.92 | 0.63 | 0.97 | 1.20 |
| แดดร่วมกับน้ำ | +0.37 | -0.78 | -1.52 | 0.98 | 1.35 | 2.80 |
| ร่ม | -1.00 | -2.39 | - 3.67 | 0.54 | 0.66 | 0.78 |
| ร่มร่วมกับน้ำ | +1.26 | +0.89 | +0.20 | 1.09 | 1.80 | 3.47 |

## สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกรและคนรับจ้างตัด ยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้อง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องเข้าไปให้ความรู้ว่า ในเรื่องของดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง โดยการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มควรใช้การหลุดร่วงของผลเป็นดัชนีเก็บเกี่ยว มากกว่าดูจากสีของเนื้อและสีเปลือก เนื่องจากมีพันธุ์ปาล์มที่สีเปลือกเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดง แต่ทะลายยังไม่สุก ปัญหาที่พบจากการสำรวจลานเท คือรับซื้อปาล์มดิบจากเกษตรกรรดน้ำทะลายปาล์มน้ำมัน และทำปาล์มร่วงจากปาล์มดิบ ทำให้มีค่ากรดไขมันอิสระสูง ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายของลานเท พบว่าทะลายปาล์มน้ำมันสำรวจคุณภาพต่ำกว่าศักยภาพของปาล์มน้ำมัน มี 23.94%

ปกติเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการมีค่าสูงกว่าค่าจากการสกัดน้ำมันของโรงงาน เนื่องจากการสกัดน้ำมันของโรงงานในแต่ละกระบวนการมีการสูญเสียน้ำมันโดยประมาณ 2.16-3.00% ซึ่งเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายสุกและกึ่งสุกโดยเฉลี่ย 24% เมื่อหักการสูญเสียของน้ำมันออก เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้ของโรงงานที่คาดไว้ มีค่า 21-22% แต่ค่าการสกัดน้ำมันของโรงงานมีค่า 18.45% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าศักยภาพของปาล์มน้ำมันที่มีอยู่ถึง 2.55% จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า ปี 2250 มีผลผลิตทะลายสด 6.39 ล้านตัน เมื่อสกัดปาล์มน้ำมันมีปริมาณน้ำมันดิบ 1.179 ล้านตัน ถ้าตามศักยภาพของปาล์มน้ำมันจะมีปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ 1.342 ล้านตัน คิดเป็นปริมาณน้ำมันปาล์มที่สูญเสีย 0.163 ล้านตัน ทำความเสียหายให้กับรายได้ของประเทศปีละ 3.866 ล้านบาท (ราคาน้ำมันปาล์มดิบเฉลี่ยปี 2550 เท่ากับ 23.72) และทำให้ความมีเสถียรภาพของราคารับซื้อทะลายสดลดลงด้วย เพื่อการเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำมันปาล์มดิบควรมีการอบรมการให้ความรู้กับผู้ที่เกี่ยวก้องกับการจัดการผลผลิตทั้ง เกษตรกร ผู้รับจ้างตัดผลผลิต ลานเท และโรงงาน และควรข้อกำหนดเกี่ยวกับการตัดปาล์มดิบ การทำลูกร่วง และมีเจ้าหน้าที่กำกับดูแลส่วนของผู้รับจ้างตัดผลผลิตและลานเท ในเรื่องผลผลิตและการจัดการผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพโดยการออกใบรับรอง ซึ่งเป็นอีกแนวทางที่สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันให้มีศักยภาพที่สามารถแข่งกับประเทศอื่นได้

# เอกสารอ้างอิง

สุรกิตติ ศรีกุล. 2547.**ปาล์มน้ำมันศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี.** กรมวิชาการเกษตร.188 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. **สถิติการเกษตรประเทศไทย.** http://www.oae.go.th/statistic/yearbook50

AOAC.2000. AOAC **Official Method 940.28 Fatty Acids (Free)in Crude and Refined Oils**.AOAC Official Method Oils and Fats : 69 p.

Balassundram , S.K., P.C. Robert and D.J. Mulla 2006. **Relationship between oil content and fruit surface color in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)**. Journal of plant Scicenes, 1 (3): 21-227 p.

# รูปแบบการจัดการปาล์มน้ำมันของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม
# Oil Palm Management of Factories

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] วัชรี ศรีรักษา[1/]

## บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการจัดการของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันปาล์มของโรงงาน โดยการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายปาล์มน้ำมันที่ส่งโรงงานและจากส่วนต่างๆของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียน้ำมันดำเนินการ โดยสุ่มตัวอย่างต่างๆ จากโรงงานในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ พบว่า ลานเทของโรงงานมีทะลายปาล์มน้ำมันดิบ มีค่าเท่ากับ 17.79–29.11% เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากตัวอย่างเส้นใยมีค่าเท่ากับ 3.77–5.14% , จากทะลายเปล่า มีค่าเท่ากับ 3.75–5.39 % , จากน้ำของเครื่อง Decanter ,มีค่าเท่ากับ 0.74– 1.06% , จาก Decanter cake ,มีค่าเท่ากับ 3.04-3.92% และจากน้ำเสีย ,มีค่าเท่ากับ 0.91–1.17% เมื่อนำค่าการสูญเสียน้ำมันจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ เปรียบเทียบเป็นการสูญเสียน้ำมันต่อทะลาย พบว่า ปาล์มน้ำมันมีการสูญเสียเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากการสกัด มีค่าเท่ากับ 2.16–3.00% ซึ่งจากการวิเคราะห์ทะลายปาล์มน้ำมันสุกนั้น มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายประมาณ 24–29% แต่ค่าการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของโรงงานเฉลี่ย 16.95% เมื่อรวมกับค่าการสูญเสียน้ำมันจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ทะลายปาล์มน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเพียง 19.95% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูญเสียไปเนื่องจากการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มดิบมาสู่กระบวนการสกัดน้ำมันทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้ของโรงงานสูญเสีย 4.05% และพบว่า ทะลายปาล์มดิบมีค่า DOBI ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 1.97 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มดิบต้องมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวทะลายและกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบให้มีคุณภาพ และนอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มเสถียรภาพของราคาทะลายปาล์มอีกด้วย

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

เนื่องจากสถานการณ์วิกฤตน้ำมันเชื้อเพลิงตามธรรมชาติมีแนวโน้มจะหมดภายใน 40 ปีในอนาคต และในสภาวะปัจจุบันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้น ซึ่งเชื้อเพลิงตามธรรมชาติผลิตจากน้ำมันดิบและน้ำมันดิบเป็นเชื้อเพลิงชนิดใช้แล้วสิ้นเปลือง แต่คาดว่าในรอบศตวรรษนี้ น้ำมันยังคงจะมีใช้อยู่ตลอดไป แต่จะค่อยๆ ลดบทบาลง เพราะการแทรกซึมของพลังงาน ที่เป็นทางเลือกอื่น (Alternative Energy) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน นอกจากพลังงานไฟฟ้า ซึ่งกำลังมีบทบาทต่อการขับเคลื่อนยานยนต์ ในอนาคตแล้ว เชื้อเพลิงชีวภาพก็เป็นอีกหนึ่ง ที่จะยืดอายุการใช้น้ำมันของโลกให้ยาวนานออกไป และ ไบโอดีเซล (Biodiesel) ก็คือหนึ่งในเชื้อเพลิงชีวภาพที่จะเป็นที่นิยมใช้กันในอนาคต ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากกระบวนการที่เรียกว่า"Transesterification"ของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ ไบโอดีเซลส่วนใหญ่ของทวีปเอเชียผลิตจากปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจและมีศักยภาพสูง และประเทศไทยมีนโยบายใช้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชทดแทนพลังงาน เนื่องเป็นผู้ผลิตปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 4 ของโลก และปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมัน 667.2 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2550 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 3.198 ล้านไร่ มีผลผลิตทะลายปาล์ม 6.39 ล้านตัน และปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ 1.05 ล้านตัน พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมของทุกปี เป็นช่วงที่ต้นปาล์มมีผลออกมาน้อย และไทยส่งออกน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 2.2 แสนตัน ทำให้ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบสำรองของไทยเดือน ธ.ค. 2550 ลดลงเหลือ 98,000 ตันต่ำกว่าช่วงปกติที่ต้องมีปริมาณน้ำมันดิบสำรองเดือนละ 1.5-1.6 แสนตัน ประกอบกับราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกได้ปรับขึ้นไปแตะที่ระดับ 100 ดอลลาร์สหรัฐฯ /บาร์เรล มีผลให้ราคาสินค้าเกษตรที่สามารถดัดแปลงเป็นพลังงานทดแทน และสินค้าที่ผลิตจากปาล์มน้ำมันมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้มีผลกระทบโดยตรงกับประชาชนโดยทั่วไปในสภาวะน้ำมันแพง นอกจากนั้นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เป็นสินค้าควบคุมราคาอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเพิ่มศักยภาพของการแข่งขันของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม การลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นส่วนสำคัญสำหรับอุตสาหกรรม แนวทางการลดต้นทุนการผลิตสามารถทำได้โดยการพัฒนาประสิทธิภาพการสกัดของโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานในประเทศไทยปี 2250 มีค่า 16.95% ขณะที่ประเทศมาเลเซียมีค่า 20.11% โรงงานสกัดปาล์มน้ำมันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดได้อีก จึงจำเป็นต้องศึกษาการจัดการโรงงานสกัดปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดให้มีอัตราการสกัดและคุณภาพน้ำมันเพิ่มขึ้น

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

1. วัตถุดิบตัวอย่าง ทะลายปาล์มน้ำมัน, เส้นใยปาล์ม, ทะลายเปล่า, Decanter Water Decanter Cake และน้ำเสีย
2. สารเคมี
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
4. เครื่องสกัดไขมัน
5. เครื่องวัดสี
6. เครื่องให้ความร้อน
7. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
8. ตู้อบ

**แบบและวิธีการทดลอง**

การดำเนินโดยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์การสูญเสียน้ำมัน จำนวน 14 โรงงาน เขตจังหวัดกระบี่ 7 โรงงาน และสุราษฎร์ธานี 7 โรงงาน และโดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. **การตรวจสอบลักษณะทะลายปาล์มน้ำมัน**

สุ่มทะลายปาล์มน้ำมันสด เพื่อเช็คความสุกของทะลายปาล์มโดยตัดขวางผลปาล์ม ดูจากเกณฑ์การพัฒนาของสีเนื้อ จำนวน 200 ทะลายต่อโรงงาน

**2. องค์ประกอบของทะลายและคุณภาพน้ำมัน**

เลือกทะลายปาล์มน้ำมันมีระดับการพัฒนาสีทะลาย 65%, 80-90% และ 100% เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย และค่า DOBI (Deterioration Of Bleachability Index)

2.1 วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนี้

2.1.1 ชั่งน้ำหนักทะลาย และสับแยกก้านทะลาย ชั่งน้ำหนักก้านทะลาย

2.1.2 สุ่มตัวอย่างช่อทะลายไว้เป็น 2 กองแล้วคัดไว้ 1 กอง นำส่วนที่คัดมาแบ่งแล้วคัดอีกจนเหลือ 15 ช่อ

2.1.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างช่อทะลายที่คัดไว้ ทิ้งตัวอย่างไว้ 1 คืน เพื่อให้ผลหลุดง่าย

2.1.4 แยกผลและก้านช่อผล ชั่งน้ำหนักผลทั้งหมด

2.1.5 สุ่มตัวอย่างผล เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยนำตัวอย่างมากองไว้แล้วแยก ออกเป็น 2 แถว แล้วหยิบผลปกติที่ละผลแต่ละแถวสลับฟันปลาจนครบ 25 ผล

2.1.6 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 ผล นำตัวอย่างมาฝานเปลือกออกจากเมล็ด ชั่งน้ำหนัก เปลือก

2.1.7 นำเปลือกอบที่อุณหภูมิ 90 $^{0}$C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.1.8 เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างเปลือกพักไว้ในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นลง ชั่งน้ำหนักถาดและเปลือกแห้ง นำตัวอย่างเปลือกแห้งไปวิเคราะห์กับเครื่องสกัดไขมันเพื่อหาปริมาณน้ำมันต่อทะลาย

2.1.1 วิธีวิเคราะห์ DOBI (Deterioration Of Bleachability Index) ดังนี้

2.1.1.1 ให้ความร้อนกับน้ำมันปาล์มดิบเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.1.1.2 ชั่งน้ำมัน 0.1 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร

2.1.1.3 นำตัวอย่างวัดด้วยเครื่องวัดสีที่ความยาวคลื่น 269 และ 446 นาโนเมตร

2.1.1.4 คำนวณ โดยใช้สูตร DOBI = ค่าวัดที่ความยาวคลื่น 446/269

**2.2 การสูญเสียของน้ำมันจากกระบวนการสกัดปาล์มน้ำมัน**

2.2.1 เก็บตัวอย่างเส้นใยปาล์ม, ทะลายเปล่า, Decanter Water, Decanter Cake และน้ำเสีย

2.2.2 หั่นตัวอย่างเส้นใยปาล์ม, ทะลายเปล่า จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักสดประมาณ 10 กรัม Decanter Cake 5 กรัม Decanter Water และน้ำเสีย 150 กรัม

2.2.3 นำตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 90 $^{0}$C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.2.4 เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างแห้งพักไว้ในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นลง ชั่งน้ำหนักแห้งตัวอย่างด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2.2.5 นำตัวอย่างแห้งมาบดให้ละเอียด

2.2.6 จากนั้นชั่งตัวอย่าง 3 กรัม นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องสกัดไขมันเพื่อหาปริมาณน้ำมัน

# ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

**1. การตรวจสอบลักษณะทะลายปาล์มน้ำมัน**

จากการสุ่มตัวตัวอย่างทะลายบนลานเทของโรงงาน พบว่า มีทะลายปาล์มดิบเฉลี่ย 22.16% ทะลายปาล์มกึ่งสุกกึ่งดิบเฉลี่ย 37.37% และทะลายปาล์มสุก 39.96% (ตารางที่ 1) ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงสกัดน้ำมันปาล์มที่อยู่บนลานโรงงาน เป็นทะลายปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณน้ำมันต่อทะลายต่ำกว่า 17% (ตารางที่2) ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 16.95% จากการสุ่มทะลายพบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีก้านทะลายยาวเกิน 5 ซม. และสิ่งเจือปนพบมากในผลผลิตที่มาจากลานเท ซึ่งมีทั้งทะลายปาล์มเปล่า หิน ทราย อื่นๆ ซึ่งจากการศึกษาของหน่วยงาน Palm Oil Research Institute of Malaysia พบว่า มีทะลายปาล์มดิบ 22% อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานลดลง 2.64% และทะลายกึ่งสุกกึ่งดิบ 37.87% อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานลดลง 1.11% ดังนั้นจากข้อมูลการตรวจสอบลักษณะทะลายปาล์มน้ำมันบนลานเททำให้อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานลดลง 3.75%

**ตารางที่ 1** จำนวนทะลายปาล์มน้ำมันที่มีระดับความสุกตั้งแต่ ดิบ, กึ่งสุกกึ่งดิบ และสุกบนลานเทของโรงงาน

| **เดือน** | **เปอร์เซ็นต์ระดับความสุกของทะลาย (Sample)** | | |
|---|---|---|---|
| **Month** | **ดิบ** | **กึ่งสุกกึ่งดิบ** | **สุก** |
| กันยายน | 20.44 | 39.34 | 40.21 |
| ตุลาคม | 19.50 | 38.16 | 42.34 |
| พฤศจิกายน | 21.50 | 35.90 | 42.25 |
| ธันวาคม | 27.96 | 37.28 | 34.76 |
| มกราคม | 25.50 | 33.25 | 41.25 |
| กุมภาพันธ์ | 23.91 | 35.54 | 40.69 |
| มีนาคม | 17.77 | 41.50 | 40.73 |
| เมษายน | 29.35 | 37.65 | 33.00 |
| พฤษภาคม | 22.25 | 36.86 | 40.89 |
| มิถุนายน | 18.57 | 40.46 | 37.54 |
| กรกฎาคม | 22.58 | 39.87 | 40.96 |
| สิงหาคม | 16.54 | 38.61 | 44.85 |
| **เฉลี่ย** | **22.16±3.98** | **37.87±2.31** | **39.96±3.17** |

**ตารางที่ 2** หลักเกณฑ์การประเมินคุณภาพทะลายปาล์มสดของโรงงาน

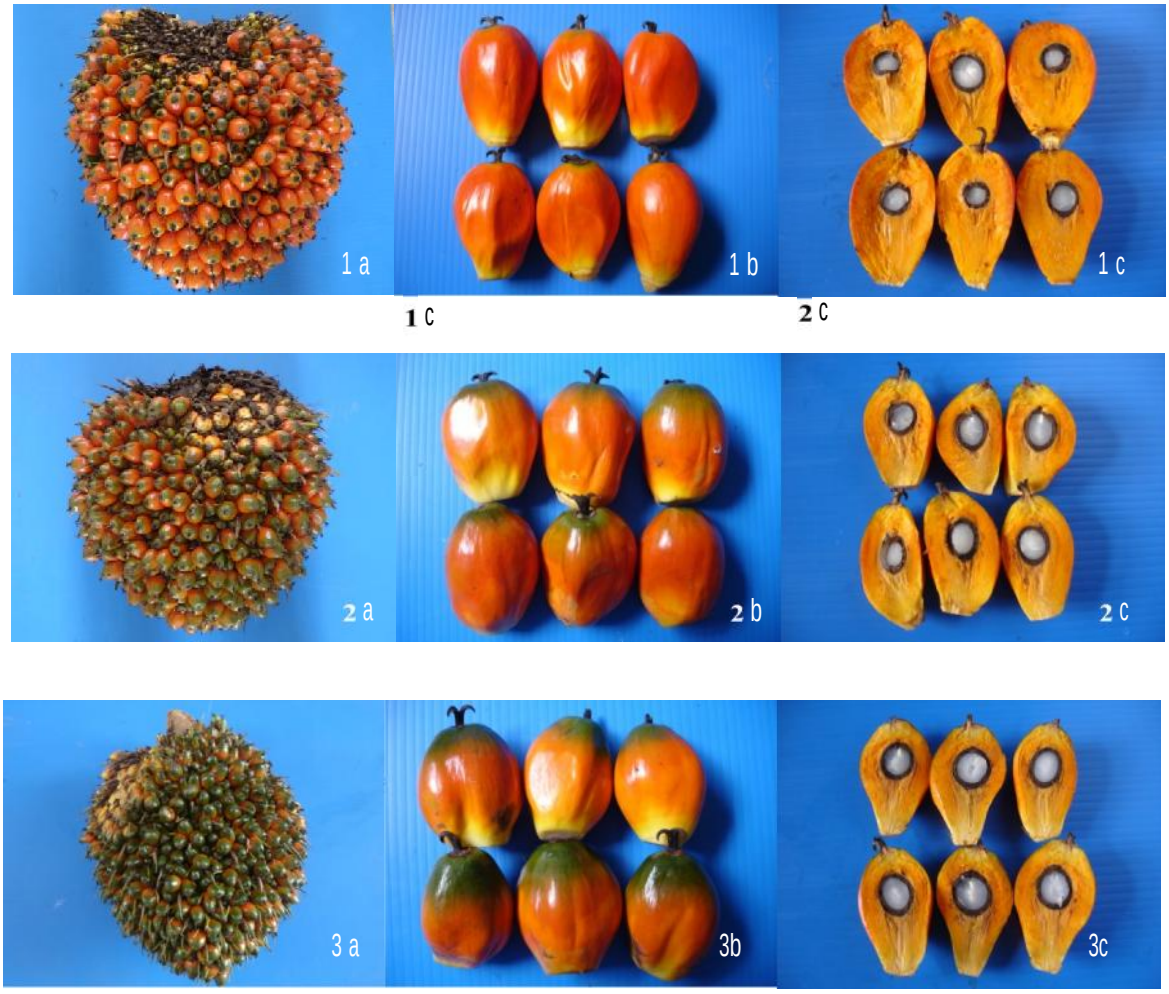
| ลักษณะ | เกรดปาล์มน้ำมัน | | |
|---|---|---|---|
| | **19%** | **18%** | **17%** |
| ความสด | ส่งภายใน 24 ช.ม. | ส่งภายใน 24 ช.ม. | ส่งภายใน 24 ช.ม. |
| ความสุก | ลูกปาล์มชั้นนอกร่วง 10-30 ผล | ลูกปาล์มชั้นนอกร่วง 10-30 ผล | ลูกปาล์มชั้นนอกร่วง 10-30 ผล |
| ความสมบูรณ์ | ลูกเต็มทะลาย | ลูกเต็มทะลาย | ลูกเต็มทะลาย |
| ความบอบช้ำ | ไม่มี | มี ไม่เกิน 5 % | มี 10 % |
| ความเป็นโรค | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| ความเสียหายจากสัตว์ | ไม่มี | มี ไม่เกิน 5 % | มี ไม่เกิน 5% |
| ความสกปรก | ไม่มี หิน ดิน ทราย | ไม่มี หิน ดิน ทราย | ไม่มี หิน ดิน ทราย |
| สิ่งเจือปน | ไม่มีทะลายเปล่า ไม่รดน้ำ | ไม่มีทะลายเปล่า ไม่รดน้ำ | ไม่มีทะลายเปล่า ไม่รดน้ำ |
| ก้านทะลาย | ยาวไม่เกิน 5 ซ.ม. | ยาว 5 ซ.ม. ไม่เกิน 30% | ยาว 5 ซ.ม. ไม่เกิน30 % |
| ปาล์มดิบ | ไม่มี | มีไม่เกิน 5% | มีไม่เกิน 5% |

**2. องค์ประกอบของทะลายและเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย**

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายพบว่า ส่วนที่สามารถสกัดน้ำมัน คือเปลือกนอก และเมล็ด มีสัดส่วน 62.35% และ 10.85% ของทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และส่วนที่ไม่มีน้ำมัน คือ ก้าน และก้านช่อทะลาย มีสัดส่วน 9.35% และ 17.44% ของทะลายตามลำดับ สำหรับทะลายปาล์มที่มีระดับความสุกต่างกันพบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีการพัฒนาสีผล 100% มีน้ำมันต่อทะลาย 28.37% น้ำในเนื้อผล 34.38% ส่วน ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีการพัฒนาสีผล 60-70% (ภาพที่ 1) มีน้ำมันต่อทะลาย 19.01% น้ำในเนื้อผล 53.35%

**ตารางที่ 3** สัดส่วนองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน

| ตัวอย่าง | สัดส่วน/ทะลาย |
|---|---|
| ก้านทะลาย | 9.35 ± 1.38 |
| ก้านช่อผล | 17.44 ± 3.86 |
| ผลปาล์ม | 73.20 ± 4.47 |
| เปลือกนอก | 62.35 ± 6.74 |
| เมล็ดใน | 10.85 ± 4.19 |




สำหรับค่า DOBI (Deterioration Of Bleachability Index) ใช้เป็นเกณฑ์บอกถึงคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบ และ ค่า DOBI มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์น้ำมันดิบ ในช่วงเวลาที่โรงงานสกัดไม่สามารถสกัดน้ำมันได้ทันโดยเฉพาะในช่วงหน้าฝนเพราะผลผลิตออกมามาก การปนเปื้อนจากไล่น้ำในน้ำมันปาล์มดิบ การปนเปื้อนจาก badly oxidized sludge oil ระยะเวลาการอบไอน้ำของทะลายที่นานเกิน และการให้ความร้อนสูงเกิน 55 $^{0}$C เพื่ออุ่นน้ำมันปาล์มดิบในถังเก็บน้ำมัน จากการทดลองพบว่า ทะลายปาล์มดิบที่มีการพัฒนาของสี 65% มีค่า DOBI เท่ากับ 1.97 (ตารางที่ 4) และจากงานทดลองของ Gee (2006.) พบว่าทะลายปาล์มดิบที่มียังไม่มีการพัฒนาสีผิว (ผลสีเขียวหรือดำ) มีค่า DOBI น้อยกว่า 1.5

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายที่ระดับความสุกต่างกัน

| ระดับความสุก | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน | เปอร์เซ็นต์น้ำในเปลือก | ค่าDOBI |
|---|---|---|---|
| สุก(100%) | 28.27 | 34.38 | 3.52 ± 0.11 |
| สุกปานกลาง(85-95%) | 26.78 | 40.22 | 3.53 ± 0.25 |
| ดิบ(65%) | 19.01 | 53.35 | 1.97 ± 0.12 |

**3. การสูญเสียของน้ำมันจากกระบวนการสกัดปาล์มน้ำมัน**

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีของโรงงานมีกระบวนการสกัดตามลำดับดังนี้

1. การอบไอน้ำ ทะลายปาล์มน้ำมันจากเกษตรกรถูกลำเลียงไปยังหม้ออบไอน้ำ การอบไอน้ำช่วยในการยับยั้งการทำงานของ เอนไซม์ ลิโปไลติค (Lipolytic enzyme) ซึ่งมีผลต่อค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid )และช่วยทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มหลุดร่วงจากขั้วผลได้ง่าย และเป็นการทำลายการงอกของเมล็ดด้วย ส่วนใหญ่หม้ออบไอน้ำของโรงงานเป็น

แบบแนวนอน ปกติอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 132.9 -142.9 $^{0}$C ความดัน 3 – 4 Kg/cm$^{2}$ ระยะเวลาประมาณ 50-75 นาที ขึ้นอยู่กับคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมัน ซึ่งถ้ามีทะลายปาล์มดิบปริมาณสูง จำเป็นต้องใช้เวลาการอบนานกว่าเวลาปกติ เพื่อให้สามารถสลัดผลออกได้ง่าย แต่การอบทะลายปาล์มที่นานเกินมีผลต่อค่า Deterioration Of Bleachability Index

2. การแยกผล ทะลายปาล์มที่ผ่านการอบไอน้ำ จะถูกลำเลียงไปยังเครื่องสลัดผล เพื่อให้สลัดผลออกจากทะลาย ประสิทธิภาพของการแยกผลกับทะลายขึ้นอยู่กับการอบไอน้ำของทะลายปาล์มต้องมีความเหมาะสมด้วย แต่ถ้ามีทะลายดิบปนอยู่ ชุดผ่านการอบไอน้ำระยะเวลาปกติ ผลปาล์มของทะลายปาล์มดิบแยกออกจากทะลายได้ไม่ดี ทะลายดิบจะถูกคัดออกด้วยเครื่องคัดทะลายและถูกส่งกลับไปอบใหม่หรือสลัดผลปาล์มอีกครั้ง ส่วนทะลายเปล่าหลังจากแยกผลปาล์มออก จะถูกส่งไปที่กองทะลายเปล่าหรือไปยังเครื่องหีบทะลายเปล่าเพื่อหีบน้ำมันที่อยู่ในทะลายเปล่า ซึ่งซึมซับน้ำมันจากกระบวนการอบไอน้ำ สามารถนำน้ำมันกลับมาได้โดยประมาณ 0.5 -1 %

3. การย่อย ผลปาล์มที่ถูกแยกจะถูกส่งมายังเครื่องย่อย โดยการหมุนเหวี่ยง ช่วยแยกเปลือกผลและเมล็ดซึ่งประสิทธิภาพการแยกขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งอยู่ในช่วง 100$^{0}$C ขนาดของเครื่องและแรง ใช้ระยะเวลา ประมาณ 20 นาที

4. การสกัด ผลปาล์มที่ผ่านการย่อยแล้วจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องหีบน้ำมัน (Screw Press) เพื่อสกัดน้ำมัน จะได้ของเหลวที่มีองค์ประกอบ คือ น้ำมัน 66% น้ำ 24% และของแข็งที่ไม่ใช่น้ำมัน 10% ซึ่งประสิทธิภาพเครื่องหีบน้ำมันขึ้นอยู่กับระยะห่างของ Screw Press ซึ่งสามารถปรับเครื่องได้โดยดูจากปริมาณน้ำมันของเส้นใย และการแตกของเมล็ด ถ้ามีเมล็ดแตกมาก ต้องปรับ Screw press ให้ห่างขึ้น เพื่อลดการสูญเสียเมล็ดไปพร้อมเส้นใย

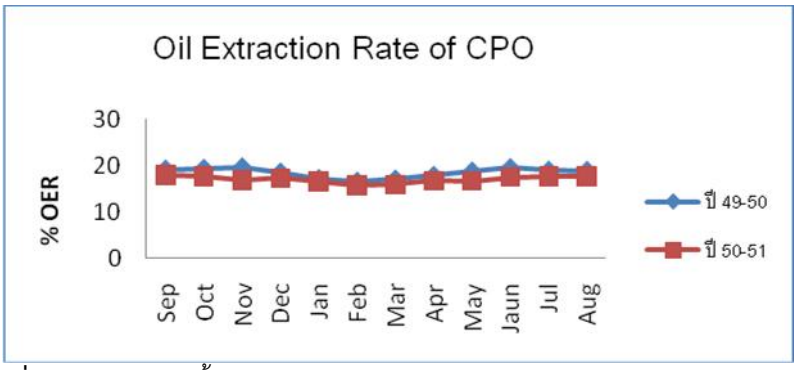
5. การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ เมื่อได้ของเหลวจากเครื่องหีบจะถูกส่งเข้าถังกรองเพื่อแยกน้ำและของแข็ง จากนั้นของเหลวจะถูกส่งไปยังเครื่อง Decanter เพื่อหมุนเหวี่ยงแยก น้ำมัน น้ำ และของแข็ง แยกตามน้ำหนักของโมเลกุล โดยน้ำมันอยู่ชั้นใน น้ำอยู่ชั้นกลาง ของแข็งที่ไม่ใช่น้ำมันที่อยู่นอกสุดจะเรียกว่า กากเนื้อ หรือDecanter cake จากนั้นน้ำมันที่ได้จะถูกไล่น้ำออกเพื่อทำให้แห้ง และน้ำมันที่ได้ถูกส่งไปยังถังเก็บน้ำมันเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

การเช็คการสูญเสียน้ำมันจากตัวอย่าง เป็นการควบคุมประสิทธิภาพของเครื่องจักรของในกระบวนการสกัดน้ำมัน ซึ่งการเก็บตัวอย่างเพื่อหา ค่าการสูญเสียน้ำมันจะเก็บจาก เส้นใย ทะลายเปล่า น้ำจาก Decanter Decanter Cake และ น้ำเสีย นำไปวิเคราะห์น้ำมันที่อยู่ในตัวอย่างพบว่า ในเส้นใยมีน้ำมัน 3.77-5.1% ทะลายเปล่า 3.75-5.39% น้ำจาก Decanter 0.74-1.06% Decanter Cake 3.04-3.92% และ น้ำเสีย 0.91-1.17% ปริมาณน้ำมันที่อยู่ในตัวอย่างสามารถคำนวณเป็นการสูญเสียน้ำมันจากกระบวนการสกัดน้ำมันได้ จากการทดลองของหน่วยงาน Malaysian Palm Oil Board. (1985) พบว่า ผลปาล์มที่อบไอน้ำ มีน้ำมันในเปลือกนอก 54% น้ำ 28% และของแข็งที่ไม่ใช่น้ำมัน 18% เมื่อนำค่าการสูญเสียน้ำมันเฉลี่ยจากตารางที่ 5 มาคำนวณกลับไปสู่ทะลาย พบว่ามีการสูญเสียจากตัวอย่าง ของแข็งที่ไม่ใช่น้ำมัน 0.50-0.69%น้ำจาก Decanter น้ำเสีย 0.63-0.86% และทะลายเปล่า 1.05-1.51% รวมทั้งกระบวนการมีการสูญเสียน้ำมัน 2.15-3.00%

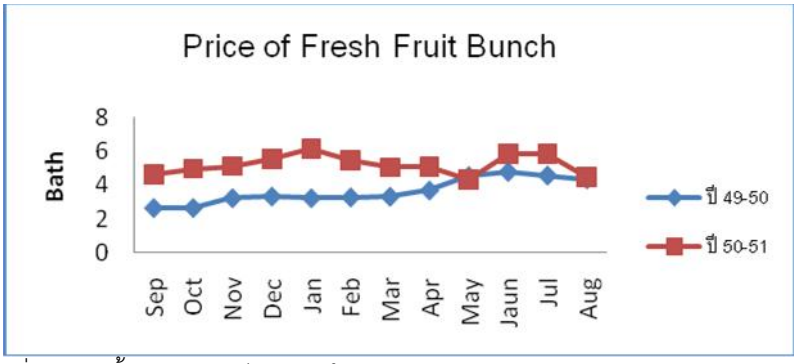
**ตารางที่ 5** การวิเคราะห์น้ำมันจากตัวอย่างของกระบวนการสกัดน้ำมันของโรงงาน

| เดือน Month | ชนิดตัวอย่าง (Sample) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นใย Fiber | ทะลายเปล่า Empty Bunch | Water Decanter | เนื้อผลปาล์ม Cake | น้ำเสีย Waste Water |
| กันยายน | 3.59-5.31 | 3.44-4.64 | 0.90-0.95 | 3.13-4.12 | 0.73-0.89 |
| ตุลาคม | 3.84-5.54 | 3.43-4.87 | 0.81-1.25 | 3.47-3.91 | 0.90-1.50 |
| พฤศจิกายน | 3.55-4.16 | 3.60-5.09 | 0.55-0.86 | 2.96-3.65 | 0.73-1.12 |
| ธันวาคม | 3.73-5.07 | 3.93-5.50 | 0.72-0.98 | 3.09-3.90 | 0.74-1.01 |
| มกราคม | 3.76-5.34 | 4.28-6.61 | 0.69-1.17 | 2.64-3.71 | 0.72-1.14 |
| กุมภาพันธ์ | 3.81-5.30 | 4.09-5.83 | 0.62-0.96 | 2.77-3.45 | 0.76-0.93 |
| มีนาคม | 3.48-5.53 | 3.32-4.09 | 0.64-0.94 | 2.79-3.56 | 0.93-1.08 |
| เมษายน | 3.69-5.06 | 4.43-5.50 | 0.64-1.04 | 2.93-4.05 | 1.07-1.24 |
| พฤษภาคม | 3.61-5.36 | 4.06-5.89 | 0.74-1.08 | 3.29-4.66 | 1.30-1.48 |
| มิถุนายน | 3.90-5.22 | 4.08-6.30 | 0.98-1.12 | 3.68-4.25 | 1.28-1.50 |
| กรกฎาคม | 4.01-5.26 | 3.36-5.73 | 0.84-1.30 | 2.99-3.53 | 1.13-1.20 |
| สิงหาคม | 4.05-4.49 | 3.03-4.69 | 0.86-1.08 | 2.75-4.26 | 0.73-0.98 |
| **เฉลี่ย** | **3.77-5.14** | **3.75-5.39** | **0.74-1.06** | **3.04-3.92** | **0.91-1.17** |

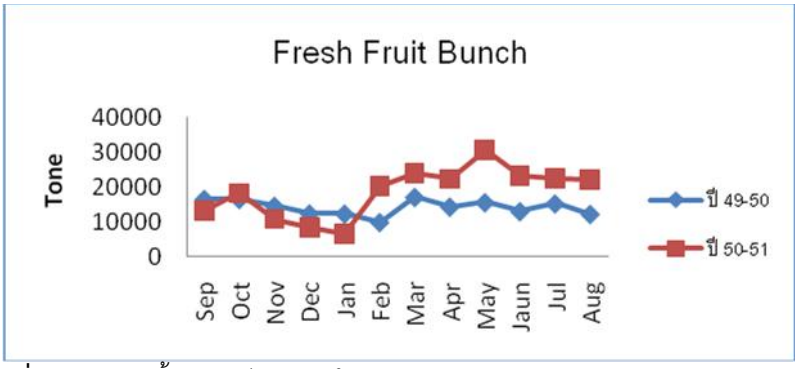
จากข้อมูลการสกัดน้ำมันน้ำมันของโรงงานตั้งแต่ กันยายน 50 ถึง สิงหาคม 51 และเมื่อรวมค่าการสูญเสียน้ำมันจากการวิเคราะห์น้ำมัน (ภาพที่ 2) มีค่า 18.90-21.78% โดยปกติ การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่สุกปานกลางถึงสุกมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันโดยประมาณ 24–29 % ซึ่งค่าการสกัดน้ำมันของโรงงานมีค่าต่ำกว่าแสดงถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ไม่มีคุณภาพ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดน้ำมันของปี2549 และ2550 พบว่าช่วงเดือนกันยายน 50–สิงหาคม 51 มีค่าการสกัดน้ำมันต่ำกว่ากันยายน 49–สิงหาคม 50 (ภาพที่ 3) ขณะที่ราคารับซื้อทะลายปาล์มสดช่วงเดือนกันยายน 50–สิงหาคม 51 มีราคาสูงกว่ากันยายน 49–สิงหาคม 50 (ภาพที่ 3) ซึ่งไม่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การสกัดน้ำมันของโรงงาน แต่เกิดจากราคาซื้อขาย น้ำมันปาล์มดิบสูงขึ้น (ภาพที่ 4) แต่อัตราการสกัดของเมล็ดในไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 5) เนื่องจากปริมาณเมล็ดในนั้นขึ้นอยู่กับพันธ์มากกว่าผลผลิตที่ไม่คุณภาพ สำหรับคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้ พบว่ากรดไขมันอิสระของปี 2551 สูงกว่าปี 2549 (ภาพที่ 6) เนื่องจากผลผลิตทะลายสดในปี 2551 มีปริมาณสูง ทำให้ไม่สามารถสกัดน้ำมันทัน ส่วนความชื้นในน้ำมันปาล์มดิบปี 2551 มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในน้ำมันปาล์มดิบจะมีความสัมพันธ์กับค่ากรดไขมันอิสระ เนื่องจากความชื้นจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของกรดไขมันอิสระ ทำให้ระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำมันปาล์มดิบสั้น



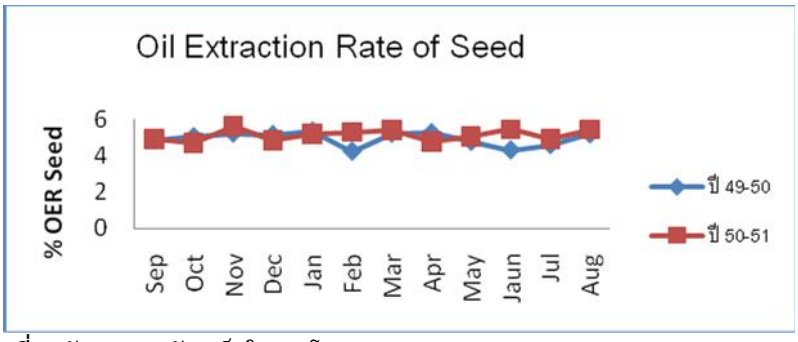

**ภาพที่ 2** อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงาน



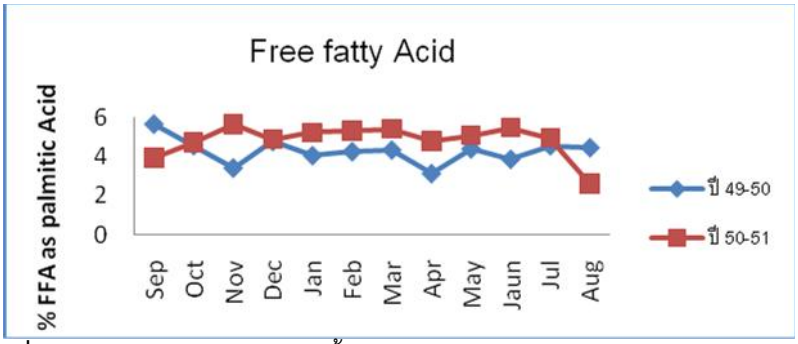

ภาพที่ 3 ราคาซื้อทะลายปาล์มสดของโรงงาน



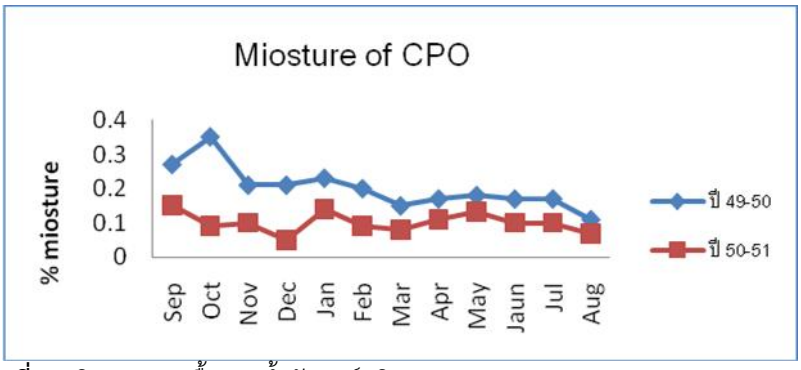

**ภาพที่ 4** ราคาขายน้ำมันปาล์มดิบของโรงงาน




**ภาพที่ 5** อัตราการสกัดเมล็ดในของโรงงาน




**ภาพที่ 6** ปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบ




**ภาพที่ 7** ปริมาณความชื้นของน้ำมันปาล์มดิบ

## สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันของโรงงานการสกัด สามารถเพิ่มขึ้น เนื่องจากศักยภาพของพันธ์ปาล์มที่ปลูก สามารถให้น้ำมันต่อทะลาย 24-29% เมื่อลบกับค่าการสูญเสียน้ำมันจากกระบวนการผลิต อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานมีค่าประมาณ 21% ปัจจุบันอัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานเฉลี่ย มีค่า 16.95% น้อยกว่าอัตราการสกัด จากการประมาณศักยภาพของน้ำมัน 4.05% ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้จากการคัดผลผลิตทะลายปาล์มสดที่มีคุณภาพเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมัน จากการทดลองของ Malaysian Palm Oil Board. (2003.) พบว่า ทะลายปาล์มดิบ 22% ทะลายกึ่งสุกกึ่งดิบ 37.87% ทำให้อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานลดลง 3.75% สำหรับการประมาณอัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานจากค่าสูญเสียน้ำมันและการคัดเกรดผลผิตไม่แตกต่างกัน แสดงถึงผลผลิตที่มีอยู่ไม่มีคุณภาพ ทำให้อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานต่ำกว่าประสิทธิภาพของพันธ์ปาล์มน้ำมัน ส่งผลเสียอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ซึ่งจากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2550 มีทะลายปาล์มสด 6.39 ล้านตัน ซึ่งอัตราการสกัดน้ำมันที่สูญเสียจากผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพ 4.05 % จะมีปริมาณน้ำมันดิบสูญเสียถึง 258,795 ตัน คิดเป็นเงิน 4,399,515 บาท (ราคาขายน้ำมันปาล์มดิบ กิโลกรัมละ 17 บาท) และด้านคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่สามารถควบคุมการจัดการผลผลิตให้ต่อเนื่องโดยไม่ค้างผลผลิตบนลาเท ทำให้มีกรดไขมันอิสระ และ Deterioration Of Bleachability Index ต่ำกว่าปกติ ทำให้โรงงานสามารถขายน้ำมันปาล์มดิบราคาสูงได้ เป็นการเพิ่มความเสถียรภาพของราคาปาล์มทะลายสดที่โรงงานรับซื้อ เพื่อการเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มดิบ ควรมีการอบรมการให้ความรู้กับผู้ที่เกี่ยวก้องกับการคัดผลผลิตให้มีมาตรฐานเดียวกัน และมีการอบรมวิธีวิเคราะห์การสูญเสียน้ำมันจากขบวนการสกัดน้ำมันเพื่อควบคุมประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้เหมาะสม เพื่อเป็นการลดการสูญเสียน้ำมันอีกทางหนึ่ง

## เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. **สถิติการเกษตรประเทศไทย.** http://www.oae.go.th/statistic/yearbook50.

Gee , P.T. 2005. **Use of the Deterioration of Bleachability Index (DOBI) to Charcterse the Quality of Crude Palm Oil** . www.britanniafood.com : 5p.

Malaysian Palm Oil Board.1985. **Palm Oil Factory Process Handbook Part 1**. Palm Oil Research Institute of Malaysia : 108p.

Malaysian Palm Oil Board. 2003. **Oil Palm Fruit Grading Manual. Palm Oil Research Institute of Malaysia** : 40p.

# การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช
# Novel oil production from vegetable oils

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุจิตรา พรหมเชื้อ[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[2/]

## บทคัดย่อ

การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการแยกส่วนน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน และผลิตน้ำมันบริโภคที่มีคุณภาพสูงและเหมาะสมในการบริโภค โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึง กันยายน 2551 และแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย โดยการทดลองแรกคือ การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูง และมีการแยกส่วนน้ำมันปาล์ม 2 ครั้ง โดยการแยกส่วนครั้งที่ 1 พบว่า ปัจจัยที่เหมาะสมในการแยกส่วน คือ อุณหภูมิในการฟอร์มผลึก 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ความเร็วรอบในการกวน 20-40 รอบต่อนาที ให้น้ำมันปาล์มโอเลอีน 60 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าไอโอดีน 58 สำหรับการแยกส่วนครั้งที่ 2 มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยมีการปรับระยะเวลาที่แตกต่างกันในการฟอร์มผลึกที่อุณหภูมิ 25 และ 23 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า กรรมวิธีที่ 4 คือ การฟอร์มผลึกที่อุณหภูมิ 25/23 องศาเซลเซียส นาน 16/8 ชั่วโมง ให้น้ำมันปาล์มโอเลอีนสูงสุดคือ และกรรมวิธีที่ 1 คือ การฟอร์มผลึกที่อุณหภูมิ 25/23 องศาเซลเซียส นาน 10/14 ชั่วโมงให้ค่าไอโอดีนสูงสุด แต่น้ำมันปาล์มโอเลอีนมีปริมาณลดลง

การทดลองที่สองเป็นการศึกษาคุณภาพของน้ำมันพืชและการผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูง ผลการทดลองพบว่า น้ำมันพืชมีความคงตัวหรือเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นแตกต่างกันขึ้นกับชนิดองค์ประกอบกรดไขมัน น้ำมันพืชที่มีความคงตัวสูงได้แก่ น้ำมันปาล์ม, น้ำมันมะกอก และน้ำมันงา และน้ำมันพืชที่มีความคงตัวต่ำได้แก่ น้ำมันทานตะวัน, น้ำมันดอกคำฝอย, น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันถั่วเหลือง และสูตรผสมน้ำมันพืชที่เหมาะสมคือ น้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพดสูตรที่ 2, 3 และ 4 ที่มีสัดส่วนของ SAFA : MUFA : PUFA เท่ากับ 1.0:1.0:1.0 และ1.0:1.5:1.0

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

# คำนำ

น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ทางอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ มากมายหลายชนิด โดยเฉพาะน้ำมันปาล์มโอเลอีนเป็นน้ำมันที่นิยมใช้ในการปรุงอาหาร เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีจุดเดือดสูง ทำให้ไม่มีควันรบกวนเวลาปรุงอาหาร ประกอบกับสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีอัตราใกล้เคียงกัน สถานะน้ำมันปาล์ม ณ อุณหภูมิห้องจึงมีลักษณะกึ่งแข็ง น้ำมันปาล์มโอเลอีนจึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคในบางกลุ่ม/บางประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มประเทศเขตหนาว เนื่องจากน้ำมันปาล์มโอเลอีนจะแปรสภาพเป็นน้ำมันที่ขุ่นมัวหรือเป็นไขเมื่อกระทบอุณหภูมิต่ำ ทั้งที่ไม่สูญเสียคุณภาพ

กระบวนการแยกส่วน (Fractionation) เป็นการแยกส่วนของเหลวและของแข็งโดยอาศัยการตกผลึกของน้ำมันปาล์มภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ เวลา และอัตราเร็วในการกวน เมื่อตกผลึกได้ที่ทำการแยกส่วนโดยใช้เครื่องกรอง (Filter press) ที่ความดันที่เหมาะสม น้ำมันส่วนของเหลวที่แยกได้จะมีค่าไอโอดีน (IV) สูงขึ้น ซึ่งค่า IV มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว การแยกส่วนแบ่งเป็น 3 วิธี คือ แบบแห้ง, แบบเติม detergent และแบบเติม solvent (Deffense, 1985; Kokken, 1990) แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีแบบแห้ง 2 ครั้ง (double fractionation) ซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัดต้นทุนการผลิต Siew และคณะ (1992, 1993) อ้างโดย Tang และคณะ (1995) ได้ศึกษาคุณสมบัติน้ำมันปาล์มโอเลอีนพบว่า น้ำมันปาล์มโอเลอีนและน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูง (superolein) ควรมีค่า IV อย่างน้อย 56 และ 60 และค่า slip melting point ไม่เกิน 24 และ 19 องศาเซลเซียสตามลำดับ และจากรายงานของ Deffense (1994) พบว่า การผลิตน้ำมันปาล์มคุณภาพสูงที่มีค่า IV 71 และ cloud point -2 องศาเซลเซียสต้องผ่านการแยกส่วน 3 ครั้ง

ปัจจุบันมีการแนะนำให้บริโภคน้ำมันที่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) สูงกว่ากรดไขมันอิ่มตัว (SFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) เนื่องจาก MUFA จะช่วยลดคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDL-C) ที่มีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดงแล้ว ยังเพิ่มหรือคงระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDL-C) ที่ช่วยพาคอเลสเตอรอลในเซลล์และกระแสเลือดไปเผาผลาญ และจากการศึกษาในช่วงหลังพบว่า PUFA มีส่วนเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ LDL-C ได้มากกว่า MUFA ซึ่งการเกิดปฏิกิริยานี้มากขึ้นจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้มีคำแนะนำให้บริโภคไขมันไม่เกินร้อยละ 30 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน และควรมีสัดส่วนของ SFA : MUFA : PUFA ในอัตรา น้อยกว่า 10 : 10–15 : น้อยกว่า 10 จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดจึงได้ศึกษาการผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนโดยวิธีการแยกส่วน เพื่อเพิ่มค่า IV ซึ่งเป็นการลดอัตราส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวหรือลดจุดขุ่นเพื่อให้เป็นที่พอใจของผู้บริโภค รวมถึงศึกษาส่วนผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันพืชต่างๆ เพื่อผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงที่มีสัดส่วน SFA : MUFA : PUFA ในอัตรา 1:1:1 สำหรับบุคคลทั่วไป และอัตรา 1:1.5:1 สำหรับบุคคลที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ และใช้เป็นแนวทางในการเลือกบริโภคน้ำมันพืชให้เหมาะสมกับสุขภาพร่างกาย

# วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**1. การผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียรินคุณภาพสูงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมระดับชุมชน**

1.1 การแยกส่วนน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ครั้งที่ 1 จัดซื้อน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จากบริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน สำหรับใช้ในการแยกส่วนน้ำมันปาล์มวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จากนั้นเตรียมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์โดยการให้ความร้อนที่ 65 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที เพื่อหลอมน้ำมันปาล์มให้เป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับกระบวนการแยกส่วนน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพื่อผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน เริ่มจากการนำน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่ผ่านการให้ความร้อนบรรจุในถังตกผลึก จากนั้นตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่หล่อรอบนอกถังตกผลึกที่ 25 องศาเซลเซียส ดำเนินการแยกส่วนในเบื้องต้นโดยใช้ปัจจัย ความเร็วรอบในการกวน 3 ระดับ คือ 20, 30 และ 40 รอบต่อนาที และปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาในการกวน 4 ระยะคือ 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง เมื่อได้ระยะเวลาที่กำหนด ปั๊มน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่อยู่ในสภาพฟอร์มผลึกผ่านเข้าเครื่องกรอง (Filter press) ซึ่งน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่เป็นของ เหลวจะไหลผ่านออกมาตามท่อเปิด สำหรับไขสเตียรินจะถูกกักอยู่ที่แผ่นผ้ากรอง บันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน ซึ่งประกอบด้วย ค่าไอโอดีน (Iodine Value, IV), องค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty Acid Composition, FAC) และค่า Solid Fat Content (SFC) ตามวิธีการของ AOCS Cd 16b-93 ด้วยเครื่อง Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

1.2 การแยกส่วนน้ำมันปาล์มโอเลอีนครั้งที่ 2 ดำเนินการผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนโดยใช้ปัจจัยที่เหมาะสมจากการแยกส่วนน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ครั้งที่ 1 ในปริมาณ 400 ลิตร วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 25 ลิตร ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

เตรียมน้ำมันปาล์มโอเลอีนให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยการให้ความร้อนที่ 65 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที นำน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่ผ่านการให้ความร้อนบรรจุในถังตกผลึก สำหรับความเร็วรอบที่ใช้ในการกวนคงที่ที่ 20 รอบต่อนาทีทุกกรรมวิธี จากนั้นตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่หล่อรอบนอกถังตกผลึกตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ เมื่อได้ระยะเวลากำหนด ปั๊มน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่อยู่ในสภาพฟอร์มผลึกผ่านเข้าเครื่องกรองซึ่งน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่เป็นของเหลวจะไหลผ่านออกมาตามท่อเปิด สำหรับไขสเตียรินจะถูกกักอยู่ที่แผ่นผ้ากรอง บันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน ซึ่งประกอบด้วย ค่าไอโอดีนและองค์ประกอบกรดไขมัน

**2. การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช**

2.1 การศึกษาความคงตัวของน้ำมันพืชก่อนและหลังเก็บรักษา

จัดซื้อน้ำมันพืชจากห้างสรรพสินค้าจำนวน 8 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันปาล์ม, น้ำมันทานตะวัน, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันข้าวโพด, น้ำมันมะกอก, น้ำมันงา, น้ำมันดอกคำฝอยและน้ำมันเมล็ดชา ทำการวิเคราะห์ค่าไอโอดีนและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นตัวอย่างน้ำมันพืชดังกล่าว ด้วยเครื่องวัดความคงตัวของน้ำมัน (Rancimat) จำนวน 2 ช่วงคือ ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาความคงตัวของน้ำมันพืชแต่ละชนิดโดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2.2 การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช

ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน โดยเตรียมตัวอย่างน้ำมันพืชให้เป็น fatty acid methyl ester และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องชนิดและปริมาณของสารโดยใช้กาซ (Gas Chromatography, GC) ของ Variance เพื่อศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันก่อนดำเนินการผสมน้ำมันพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยดูจากองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชแต่ละตัว เพื่อนำมาผสมน้ำมันพืชให้มีอัตราส่วน SFA : MUFA : PUFA ในอัตรา 1:1:1 สำหรับบริโภคทั่วไป และผลิตน้ำมันพืชที่มีอัตราส่วนของ SFA : MUFA : PUFA ในอัตรา 1:1.5:1 สำหรับบุคคลที่มีปัญหาเกี่ยวกับ

โรคหัวใจ หลังผสมน้ำมันพืชในอัตราส่วนต่างๆ นำตัวอย่างน้ำมันพืชที่ผสมไปเตรียมเป็น fatty acid methyl ester เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน สำหรับคำนวณอัตราส่วนกรดไขมันตามที่ต้องการ

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2548 - และสิ้นสุด กันยายน 2551

**สถานที่ดำเนินการ**

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียรินคุณภาพสูงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมระดับชุมชน**

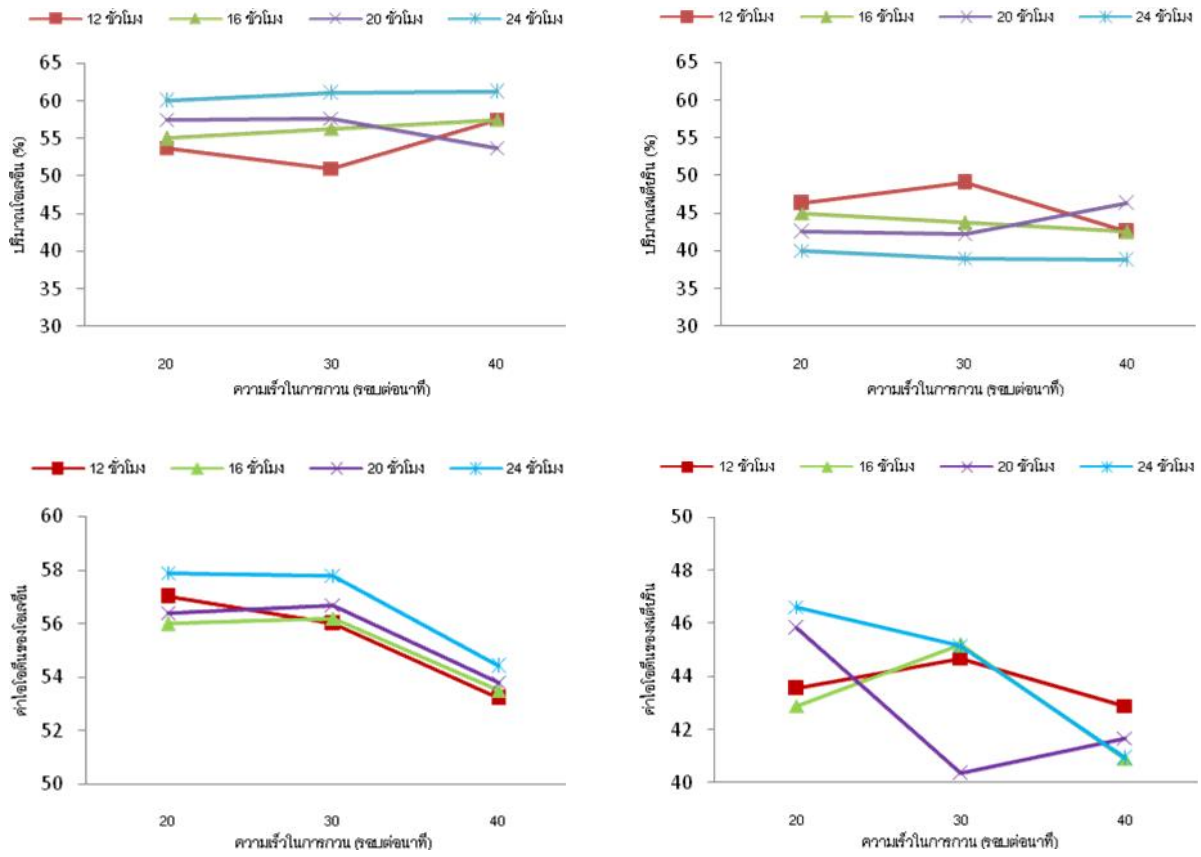
**1.1 การแยกส่วนครั้งที่ 1** น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่ใช้แยกส่วนมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีค่าไอโอดีนเริ่มต้น 51.5

**ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีน** การแยกส่วนครั้งที่ 1 ผลปรากฏว่า ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระยะเวลาในการฟอร์มผลึก ในขณะที่ความเร็วรอบในการกวนมีผลต่อปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนเพียงเล็กน้อย จากการแยกส่วนได้ผลผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีน 51-61 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการฟอร์มผลึกคือ 24 ชั่วโมง (ได้น้ำมันปาล์มโอเลอีน 60-61 เปอร์เซ็นต์) และระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมในการฟอร์มผลึกคือ 12 ชั่วโมง เนื่องจากให้ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนเพียง 51-57 เปอร์เซ็นต์ แต่ในสภาพที่มีการใช้ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาทีให้น้ำมันปาล์มโอเลอีนใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ 16 ชั่วโมง (ภาพที่ 1a)

**ปริมาณไขสเตียริน** จากการแยกส่วนผลปรากฏว่า โดยภาพรวมปริมาณไขสเตียรินมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับระยะเวลาในการฟอร์มผลึก กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาในการฟอร์มผลึกเพิ่มขึ้นปริมาณไขสเตียรินที่ได้มีค่าลดลงตามลำดับ และความเร็วรอบในการกวนมีผลต่อปริมาณไขสเตียรินเล็กน้อย สำหรับไขสเตียรินที่ได้จากการแยกส่วนมี ปริมาณ 39-49 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการฟอร์มผลึกสำหรับไขสเตียรินคือ 12 ชั่วโมง (ได้ไขสเตียริน 42-49 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากมีการเปลี่ยนเป็นน้ำมันปาล์มโอเลอีนต่ำสุด และในสภาพที่ใช้ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาทีได้ไขสเตียรินสูงสุด 49 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1b)

**ค่าไอโอดีน** ในภาพรวมของน้ำมันปาล์มโอเลอีนพบว่า การใช้ความเร็วรอบที่ 20 และ 30 รอบต่อนาทีไม่มีผลต่อค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มโอเลอีน (ค่าเฉลี่ย 56.8 และ 56.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบเป็น 40 รอบต่อนาที ปรากฏว่า ค่าไอโอดีนเฉลี่ยของน้ำมันปาล์มโอเลอีนลดลงเหลือเพียง 53.7 ซึ่งสูงกว่าค่าเริ่มต้นเล็กน้อย ดังนั้นหากต้องการน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่มีค่าไอโอดีนสูงควรใช้ความเร็วรอบต่ำประมาณ 20-30 รอบต่อนาที (ภาพที่ 1c) สำหรับไขสเตียรินพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วรอบค่าไอโอดีนเฉลี่ยของไขสเตียรินมีแนวโน้มลดลงจาก 44.7 เป็น 41.6 (ภาพที่ 1d)

ปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนคือ ระยะเวลาตกผลึก 24 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 20 (h) 30 และ 40 รอบต่อนาที ให้น้ำมันปาล์มโอเลอีนสูงสุด 60 และ 61 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าไอโอดีน 57.93 57.80 และ 54.41 ตามลำดับ และการผลิตไขสเตียรินควรใช้ระยะเวลาตกผลึก 12 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ให้ไขสเตียรินสูงสุด 49 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าไอโอดีน 44.68




**ภาพที่ 1** ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีน (a), ไขสเตียริน (b), ค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มโอเลอีน (c) และไขสเตียริน (d) ที่อุณหภูมิการตกผลึก 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลา 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง และความเร็วรอบในการกวนที่ 20, 30 และ 40 รอบต่อนาที

เนื่องจากเครื่องวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารโดยใช้กาซ (GC) มีปัญหาเกี่ยวกับคอลัมน์ที่ใช้ จึงมีการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันเฉพาะน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่แยกส่วนโดยใช้ระยะเวลาในการฟอร์มผลึก 20 และ 24 ชั่วโมง และความเร็วรอบทั้ง 3 ระดับ ดังที่แสดงในตารางที่ 1

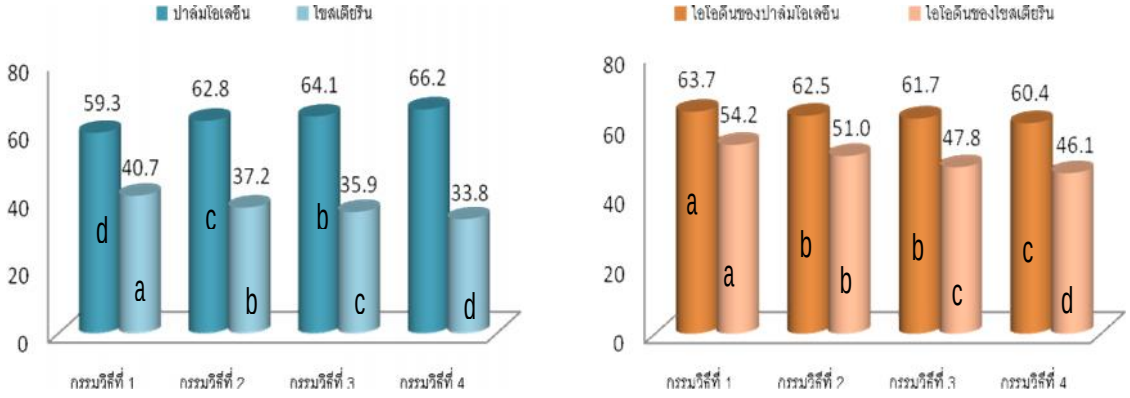
**ตารางที่ 1** องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่อุณหภูมิตกผลึก 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลา 20 และ 24 ชั่วโมงและความเร็วรอบในการกวน 20, 30 และ 40 รอบต่อนาที

| องค์ประกอบกรดไขมัน | 20 รอบต่อนาที | | 30 รอบต่อนาที | | 40 รอบต่อนาที | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 ชั่วโมง | 24 ชั่วโมง | 20 ชั่วโมง | 24 ชั่วโมง | 20 ชั่วโมง | 24 ชั่วโมง |
| C 12:0 | 0.22 | 0.21 | 0.21 | 0.32 | 0.38 | 0.40 |
| C 14:0 | 0.96 | 0.95 | 0.99 | 0.98 | 1.14 | 1.15 |
| C 16:0 | 39.62 | 39.56 | 40.14 | 39.64 | 40.04 | 40.17 |
| C 18:0 | 4.44 | 4.06 | 4.08 | 4.11 | 4.21 | 4.19 |
| C 20:0 | 0.47 | 0.34 | 0.38 | 0.38 | 0.55 | 0.36 |
| **กรดไขมันอิ่มตัว** | **45.71** | **45.12** | **45.80** | **45.43** | **46.32** | **46.27** |
| C 16:1 | 0.22 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.19 |
| C 18:1 | 44.20 | 44.36 | 43.80 | 44.50 | 43.18 | 42.90 |
| C 18:2 | 9.67 | 10.18 | 10.05 | 9.76 | 10.27 | 10.45 |
| C 18:3 | 0.20 | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.09 | 0.20 |
| **กรดไขมันไม่อิ่มตัว** | **54.29** | **54.88** | **54.20** | **54.57** | **53.68** | **53.73** |

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า การใช้ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที และระยะเวลาในการตกผลึกที่แตกต่างกันคือ 20 และ 24 ชั่วโมง มีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวลดลงตามลำดับเมื่อใช้เวลาในการตกผลึกนานขึ้น ในขณะที่สัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการใช้ความเร็วรอบที่ 30 และ 40 รอบต่อนาที พบว่าสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการใช้ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที แต่กรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่าเล็กน้อย

**1.2 การแยกส่วนครั้งที่ 2**

**ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีน** การแยกส่วนครั้งที่ 2 เป็นการใช้อุณหภูมิในการฟอร์มผลึกที่ 25 และ 23 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยใช้ระยะเวลาในแต่ละอุณหภูมิแตกต่างกัน ผลปรากฏว่า การใช้อุณหภูมิ 25/23 องศาเซลเซียสนาน 16/8 ชั่วโมง (กรรมวิธีที่ 4) ให้ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูงสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการฟอร์มผลึกที่ 23 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาสั้นจะมีผลทำให้น้ำมันปาล์มโอเลอีนมีการฟอร์มตัวของผลึกที่เป็นองค์ประกอบของไขสเตียรินน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งใช้เวลาที่ 23 องศาเซลเซียสนานกว่า แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูงที่ได้มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าไอโอดีน นั่นคือ กรรมวิธีที่ 4 ให้ปริมาณน้ำมันสูงแต่มีค่าไอโอดีนต่ำเพียง 60.4 ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 ให้ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูงต่ำกว่ากรรมวิธีที่ 4 ถึง 6.9 เปอร์เซ็นต์ แต่ไอโอดีนมีค่าสูงสุด 63.7 ดังนั้นในการแยกส่วนครั้งที่ 2 ควรตั้งเป้าหมายปริมาณและคุณภาพของน้ำมันปาล์มโอเลอีนที่ต้องการ เนื่องจากปริมาณและคุณภาพจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ ซึ่งตรงกันข้ามกับปาล์มมิดแฟรคชั่น (Palm Mid Fraction, PMF) ที่ปริมาณและคุณภาพจะมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก โดยกรรมวิธีที่ 1 ให้ปริมาณปาล์มมิดแฟรคชั่น และค่าไอโอดีนสูงสุด และกรรมวิธีที่ 4 ให้ปริมาณปาล์มมิดแฟรคชั่นและค่าไอโอดีนต่ำสุด (ภาพที่ 1a-b)




**ภาพที่ 2** ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน (a) และค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน (b) ที่อุณหภูมิการตกผลึก 25 และ 23 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาต่างกันจำนวน 4 กรรมวิธี และความเร็วรอบในการกวนที่ 20 รอบต่อนาที

สำหรับข้อมูลองค์ประกอบกรดไขมันน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูง (Superolein) และไขสเตียริน (Palm mid fraction) ไม่ได้วิเคราะห์ เนื่องจากเมนบอร์ดของเครื่องวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารโดยใช้กาซชำรุดเสียหาย เนื่องจากใช้งานมาเป็นเวลานาน และต้องใช้เวลาในการหาอะไหล่สำหรับซ่อมนานมากเนื่องจากเป็นเครื่องรุ่นเก่า

**ตารางที่ 2** ค่า solid fat content ของน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขปาล์มสเตียริน

| ตัวอย่าง | อุณหภูมิที่วิเคราะห์ (องศาเซลเซียส)/ %SFC | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| olein | 52.14 | 47.49 | 36.42 | 14.73 | 3.04 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| olein | 51.45 | 47.64 | 36.43 | 15.99 | 3.95 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Soft stearin | 74.11 | 72.30 | 66.16 | 55.35 | 44.57 | 32.93 | 19.87 | 11.83 | 8.17 | 4.23 | 0 | - |
| Hard stearin | 77.71 | 77.23 | 74.93 | 68.43 | 60.65 | 51.20 | 37.83 | 29.18 | 23.25 | 15.84 | 7.36 | 0 |

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ปริมาณ solid fat content ของน้ำมันปาล์มโอเลอีน ณ 0 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยกว่าไขสเตียริน และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ solid fat content มีปริมาณลดลงตามลำดับ จนกระทั่งน้ำมันมีสภาพใสหรือไม่พบปริมาณของ solid fat content ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่ซอฟท์สเตียริน (Soft stearin) จะไม่พบปริมาณ solid fat content ที่ 50 องศาเซลเซียส และในส่วนของฮาร์ดสเตียริน (Hard stearin) พบว่า น้ำมันจะมีสภาพใส ต้องใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

**2. การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช**

**2.1 การศึกษาความคงตัวของน้ำมันพืชก่อนและหลังเก็บรักษา**

จัดซื้อน้ำมันพืชจำนวน 8 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันทานตะวัน, น้ำมันข้าวโพด, น้ำมันมะกอก, น้ำมันงา, น้ำมันดอกคำฝอยและน้ำมันเมล็ดชา ทำการวิเคราะห์ค่าไอโอดีนตามวิธีการมาตร ฐาน (ยกเว้นน้ำมันดอกคำฝอยและน้ำมันเมล็ดชา) และวิเคราะห์เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นน้ำมันพืชดังกล่าวด้วยเครื่องวัดความคงตัวของน้ำมัน (Rancimat) จำนวน 2 ช่วงคือ ก่อนและหลังการเก็บรักษา 12 เดือนในสภาพอุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาความคงตัวของน้ำมันพืชแต่ละชนิดโดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

**ตารางที่ 3** เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ก่อนและหลังเก็บรักษานาน 1 ปี

| ชนิดของน้ำมันพืช | ตรา | ค่าไอโอดีน | เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ชั่วโมง) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ก่อนเก็บ | หลังเก็บ 12 เดือน |
| น้ำมันถั่วเหลือง | องุ่น | 124.7 | 5.63±0.06 | 3.18±0.18 |
| | กุ๊ก | 123.0 | 6.25±0.08 | 5.28±0.15 |
| น้ำมันปาล์ม | มรกต | 57.6 | 21.1±0.45 | 19.08±0.16 |
| | หยก | 56.3 | 19.2±0.05 | 15.95±0.02 |
| | โอลีน | 58.4 | 18.7±0.74 | 13.85±0.01 |
| น้ำมันดอกทานตะวัน | กุ๊ก | 123.0 | 3.37±0.11 | 3.12±0.13 |
| | หยก | 114.7 | 3.04±0.03 | 1.94±0.01 |
| น้ำมันข้าวโพด | Mazola | 109.1 | 6.04±0.09 | 4.79±0.01 |
| น้ำมันมะกอก | Sabroso | 79.8 | 18.7±0.12 | 17.7±0.56 |
| | Extra Virgin Sabroso | 81.8 | 18.9±0.59 | 16.1±0.16 |
| น้ำมันงา | จีนมังกรคู่ | 124.9 | 18.3±0.17 | 17.6±0.52 |
| | ธรรมชาติ | 124.7 | 9.97±0.06 | 7.92±0.16 |
| น้ำมันดอกคำฝอย | O-HI-O | - | 2.99±0.09 | 2.65±0.05 |
| | ทิพ | - | 4.12±0.13 | 3.53±0.02 |
| น้ำมันเมล็ดชา | Natural | - | 10.31±0.14 | 8.19±0.42 |

**ค่าไอโอดีน** จากการวิเคราะห์ค่าไอโอดีน พบว่า กลุ่มน้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนสูงมากกว่า 100 ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันดอกทานตะวัน, น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันงา และน้ำมันมะกอกมีค่าไอโอดีนปานกลาง (80-82) และน้ำมันปาล์มมีค่าไอโอดีนต่ำสุด ซึ่งค่าไอโอดีนเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว ค่าไอโอดีนที่มากแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากเช่นกัน ดังนั้นยิ่งไอโอดีนมีค่ามากแสดงว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นน้ำมันพืชนั้นๆ จะมีค่าน้อยเนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีความเสถียรต่ำกว่ากรดไขมันอิ่มตัว (ตารางที่ 3)

**เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น** เป็นคุณภาพที่บ่งบอกถึงความคงตัวของน้ำมันพืช โดยน้ำมันพืชที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงหรือมีค่าไอโอดีนสูงจะมีเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นต่ำ หรือมีอายุการเก็บรักษาสั้น และหากต้องการเก็บรักษาเพื่อคงคุณภาพน้ำมันพืชประเภทนี้ต้องเก็บในที่มืดและอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ก่อนเก็บรักษาพบว่า น้ำมันพืชที่มีความคงตัวสูงหรือมีอายุการเก็บรักษานานคือ น้ำมันปาล์ม, น้ำมันมะกอก และน้ำมันงา (จีนมังกรคู่) โดยมีเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น 18-21 ชั่วโมง สำหรับน้ำมันพืชที่มีเสถียรภาพในระดับกลาง 8-10 ชั่วโมงได้แก่ น้ำมันงา (ธรรมชาติ) และน้ำมันเมล็ดชา และกลุ่มน้ำมันพืชที่มีความคงตัวหรือเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นต่ำได้แก่ น้ำมันทานตะวัน น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันถั่วเหลือง สำหรับผลการวิเคราะห์เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหลังเก็บรักษาพบว่าเสถียรภาพฯ ของน้ำมันพืชทุกชนิดมีค่าลดลง โดยเฉพาะน้ำมันพืชที่มีค่าเสถียรภาพต่ำ ความคงตัวจะลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 3)

### 2.2 การผลิตน้ำมันบริโภคคุณภาพสูงจากน้ำมันพืช

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันน้ำมันพืชชนิดต่างๆ พบว่า น้ำมันพืชที่มี PUFA สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันดอกทานตะวัน, น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันงา และน้ำมันพืชที่มี MUFA สูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะกอก และน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันชนิดเดียวที่มี SFA สูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

และจากการแปลงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบกรดไขมันมาเป็นอัตราส่วนโดยให้ SFA เท่ากับ 1.0 พบว่า ไม่มีน้ำมันพืชชนิดใดที่มีอัตราส่วนของ SFA : MUFA : PUFA ในอัตรา 1:1:1 หรือ 1:1.5:1 เช่น น้ำมันถั่วเหลืองมี SFA และ MUFA ในอัตราที่เหมาะสมแต่ PUFA มีค่าสูงเกินไป หรือน้ำมันปาล์มมีอัตราของ PUFA น้อยเกินไป สำหรับน้ำมันมะกอกจะมีอัตราของ MUFA สูงเกินไป เมื่อเทียบกับน้ำมันประเภทอื่น (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ

| ชนิดของน้ำมันพืช | องค์ประกอบกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์) | | | องค์ประกอบกรดไขมัน (อัตราส่วน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SFA | MUFA | PUFA | SFA | MUFA | PUFA |
| น้ำมันถั่วเหลืองตรางุ่น | 16.3 | 22.9 | 60.8 | 1.0 | 1.4 | 3.7 |
| น้ำมันถั่วเหลืองตรากุ๊ก | 16.7 | 23.4 | 59.9 | 1.0 | 1.4 | 3.6 |
| น้ำมันถั่วเหลืองตราทิพ | 16.5 | 23.3 | 60.2 | 1.0 | 1.4 | 3.6 |
| น้ำมันถั่วเหลืองผสมปาล์มโอเลอีน อัตรา 4:1 ตราทิพ | 23.7 | 28.8 | 47.5 | 1.0 | 1.2 | 2.0 |
| น้ำมันปาล์มตราแวว | 40.1 | 47.4 | 12.5 | 1.0 | 1.2 | 0.3 |
| น้ำมันปาล์มตรามรกต | 42.6 | 45.6 | 11.8 | 1.0 | 1.1 | 0.3 |
| น้ำมันปาล์มตราโอลีน | 43.3 | 45.5 | 11.2 | 1.0 | 1.0 | 0.3 |
| น้ำมันปาล์มตรารีโอ | 42.4 | 44.5 | 13.1 | 1.0 | 1.0 | 0.3 |

| ชนิดของน้ำมันพืช | องค์ประกอบกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์) | | | องค์ประกอบกรดไขมัน (อัตราส่วน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SFA | MUFA | PUFA | SFA | MUFA | PUFA |
| น้ำมันดอกทานตะวันตรากุ๊ก | 12.3 | 31.2 | 56.5 | 1.0 | 2.5 | 4.6 |
| น้ำมันดอกทานตะวันตราหยก | 10.9 | 39.0 | 50.1 | 1.0 | 3.6 | 4.6 |
| น้ำมันข้าวโพดตราทิพ | 16.9 | 30.9 | 52.2 | 1.0 | 1.8 | 3.1 |
| น้ำมันข้าวโพดตรา Mazola | 16.1 | 33.5 | 50.4 | 1.0 | 2.1 | 3.1 |
| น้ำมันมะกอกตรา Sabroso | 15.1 | 74.9 | 10.0 | 1.0 | 5.0 | 0.7 |
| น้ำมันมะกอก EXTRA VIRGIN ตรา SABOSO | 14.2 | 79.7 | 6.1 | 1.0 | 5.6 | 0.4 |
| น้ำมันงาจีนมังกรคู่ | 16.4 | 29.3 | 54.3 | 1.0 | 1.8 | 3.3 |
| น้ำมันงาธรรมชาติ | 17.5 | 30.4 | 52.1 | 1.0 | 1.7 | 3.0 |

จากการดำเนินการผสมน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยคำนึงถึง SFA : MUFA : PUFA ของน้ำมันพืชแต่ละชนิด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันได้แสดงในรูปเปอร์เซ็นต์และอัตราส่วนซึ่งอยู่ในวงเล็บ พบว่า การผสมระหว่างน้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันปาล์ม-น้ำมันงา-น้ำมันถั่วเหลือง ทั้ง 2 สูตร มีค่าใกล้เคียงอัตราส่วน 1.0:1.5:1.0 เพียงแต่อัตราของ PUFA มีค่าสูงกว่าที่ต้องการ สำหรับการผสมระหว่าง น้ำมันปาล์ม-น้ำมันมะกอก-น้ำมันทานตะวัน พบว่า อัตราของ PUFA มีค่าน้อยกว่าที่ต้องการ (ตารางที่ 5) ดังนั้นจึงต้องมีการปรับอัตราการผสมใหม่

**ตารางที่ 5** องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชผสมสูตรต่างๆ

| ที่ | สูตรการผสม | เปอร์เซ็นต์และอัตราส่วนของประเภทกรดไขมัน | | |
|---|---|---|---|---|
| | | SFA | MUFA | PUFA |
| 1 | ปาล์ม-รำข้าว-ข้าวโพด (สูตรที่ 1) | 27.6 (1.00) | 40.5 (1.46) | 31.9 (1.16) |
| 2 | ปาล์ม-รำข้าว-ข้าวโพด (สูตรที่ 2) | 26.4 (1.00) | 40.8 (1.55) | 32.8 (1.24) |
| 3 | ปาล์ม-มะกอก-ทานตะวัน (สูตรที่ 1) | 28.4 (1.00) | 53.0 (1.86) | 18.6 (0.65) |
| 4 | ปาล์ม-มะกอก-ทานตะวัน (สูตรที่ 2) | 33.3 (1.00) | 55.9 (1.68) | 10.8 (0.32) |
| 5 | ปาล์ม-งา-ถั่วเหลือง (สูตรที่ 1) | 24.8 (1.00) | 35.5 (1.43) | 39.7 (1.60) |
| 6 | ปาล์ม-งา-ถั่วเหลือง (สูตรที่ 2) | 26.5 (1.00) | 34.6 (1.30) | 38.9 (1.47) |

หลังการปรับอัตราส่วนผสมน้ำมันพืชต่างๆ และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันผลปรากฏว่า การผสมระหว่างน้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพด สูตรที่ 3 ให้อัตราส่วนของ SFA : MUFA : PUFA ในอัตราที่ใกล้เคียง 1:1:1 มากที่สุด และน้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพด สูตรที่ 2 และ 4 ให้อัตราส่วนของ SFA : MUFA : PUFA ในอัตราที่ใกล้เคียง 1.0:1.5:1.0 มากที่สุด (ตารางที่ 6) ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการปรับอัตราส่วนระหว่าง SFA : MUFA : PUFA ให้มีความสมดุลและเหมาะสมสำหรับบริโภคได้แก่ น้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพด สูตรที่ 3 และน้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพด สูตรที่ 2 และ 4 สำหรับผู้ที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ

**ตารางที่ 6** องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชผสมสูตรต่างๆ

| ที่ | ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์และอัตราส่วนของประเภทกรดไขมัน | | |
|---|---|---|---|---|
| | | SFA | MUFA | PUFA |
| 1 | ปาล์ม-รำข้าว-ข้าวโพด (สูตรที่ 3) | 31.6 (1.00) | 33.8 (1.07) | 34.6 (1.09) |
| 2 | ปาล์ม-รำข้าว-ข้าวโพด (สูตรที่ 4) | 26.7 (1.00) | 39.9 (1.49) | 33.4 (1.25) |
| 3 | ปาล์ม-มะกอก-ทานตะวัน (สูตรที่ 3) | 15.9 (1.00) | 54.3 (3.41) | 29.8 (1.87) |
| 4 | ปาล์ม-มะกอก-ทานตะวัน (สูตรที่ 4) | 22.2 (1.00) | 49.9 (2.25) | 27.9 (1.26) |
| 5 | ปาล์ม-งา-ถั่วเหลือง (สูตรที่ 3) | 25.1 (1.00) | 33.6 (1.34) | 41.3 (1.64) |
| 6 | ปาล์ม-งา-ถั่วเหลือง (สูตรที่ 4) | 24.8 (1.00) | 35.5 (1.43) | 39.7 (1.60) |

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีนคุณภาพสูงเป็นการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมในการแยกส่วนระหว่างน้ำมันปาล์มโอเลอีนและไขสเตียริน เพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มโอเลอีนที่มีค่าไอโอดีนสูง ซึ่งเป็นการลดสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และสามารถคงสภาพน้ำมันใสในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ปัจจัยที่เหมาะสมในการแยกส่วนครั้งที่ 1 คือ อุณหภูมิในการฟอร์มผลึก 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 20-40 รอบต่อนาที ให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มโอเลอีน 60 เปอร์เซ็นต์ ค่าไอโอดีน 58 สำหรับการแยกส่วนครั้งที่ 2 กรรมวิธีที่ให้น้ำมันปาล์มโอเลอีนสูงสุดคือ การฟอร์มผลึกที่อุณหภูมิ 25/23 องศาเซลเซียส นาน 16/8 ชั่วโมง และกรรมวิธีที่ให้ค่าไอโอดีนสูงสุด แต่ปริมาณน้ำมันปาล์มโอเลอีนมีค่าลดลงคือ การฟอร์มผลึกที่อุณหภูมิ 25/23 องศาเซลเซียส นาน 10/14 ชั่วโมง

น้ำมันพืชแต่ละชนิดมีความคงตัวแตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดขององค์ประกอบกรดไขมัน โดยน้ำมันพืชที่มีความคงตัวสูงได้แก่ น้ำมันปาล์ม, น้ำมันมะกอก และน้ำมันงา และน้ำมันพืชที่มีความคงตัวต่ำได้แก่ น้ำมันทานตะวัน, น้ำมันดอกคำฝอย, น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันถั่วเหลือง ดังนั้นผู้บริโภคจึงควรมีความรู้ในการเลือกใช้และการเก็บรักษาน้ำมันพืชแต่ละชนิดตามคุณภาพเพื่อให้น้ำมันพืชมีอายุการใช้งานที่เหมาะสม สำหรับน้ำมันพืชบริโภคคุณภาพสูงซึ่งมีสัดส่วนของประเภทกรดไขมันในอัตราที่สมดุล ซึ่งไม่มีน้ำมันพืชใดที่มีอัตราส่วนดังกล่าว ดังนั้นจึงต้องมีการผสมน้ำมันพืชให้ได้อัตราที่ต้องการซึ่งได้แก่ การผสมน้ำมันปาล์ม-น้ำมันรำข้าว-น้ำมันข้าวโพดสูตรที่ 2, 3 และ 4 และสอดคล้องผลการวิจัยและคำแนะนำขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ, องค์การอนามัยโลกและสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกาที่แนะนำให้ทานไขมันที่มีสัดส่วนของ SAFA : MUFA : PUFA เท่ากับ 1.0:1.0:1.0 และ1.0:1.5:1.0 แต่อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันพืชให้หลากหลายจะให้ผลดีต่อสุขภาพมากกว่าการใช้น้ำมันพืชเฉพาะเพียง 1 หรือ 2 ชนิด

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยชิ้นนี้มีการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแผ่นพับ, โปสเตอร์และเอกสารวิชาการสู่กลุ่มเป้าหมาย เช่น นักเรียน, นักศึกษา, กลุ่มเกษตรกร, องค์การบริหารส่วนตำบล เจ้าหน้าที่ของภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะช่วยให้แก้ไขความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับน้ำมันพืชของผู้บริโภคโดยเฉพาะน้ำมันปาล์มซึ่งมีจุดอ่อนในด้านจุดขุ่นของน้ำมัน เมื่อผู้บริโภคน้ำมันพืชมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องจะสามารถแนะนำและถ่ายทอดให้แก่บุคคลรอบข้างและบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

FAO/WHO/UNU Expert Consultation Report (1985): *Energy and Protein Requirements.* Technical Report Series 724. WHO: Geneva.

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ

| ชนิดของน้ำมันพืช | องค์ประกอบกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | สัดส่วนของประเภทกรดไขมัน | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C10:0 | C12:0 | C14:0 | C16:0 | C18:0 | C20:0 | C16:1 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | SFA | MUFA | PUFA |
| น้ำมันถั่วเหลืองตราองุ่น | | | 0.07 | 10.62 | 4.59 | 0.99 | 0.05 | 22.88 | 53.52 | 7.29 | 16.3 | 22.93 | 60.81 |
| น้ำมันถั่วเหลืองตรากุ๊ก | | | 0.07 | 10.81 | 5.04 | 0.81 | 0.07 | 23.35 | 52.98 | 6.90 | 16.7 | 23.42 | 59.88 |
| น้ำมันถั่วเหลืองตราทิพ | | | 0.08 | 10.49 | 4.65 | 1.26 | 0.06 | 23.29 | 53.54 | 6.65 | 16.5 | 23.35 | 60.19 |
| น้ำมันถั่วเหลืองผสมปาล์มโอเลอีนอัตรา 4:1 ตราทิพ | | 0.05 | 0.25 | 17.52 | 4.65 | 1.21 | 0.08 | 28.77 | 43.41 | 4.07 | 23.7 | 28.85 | 47.48 |
| น้ำมันปาล์มตราแวว | 0.04 | 0.28 | 0.89 | 34.53 | 3.94 | 0.43 | 0.20 | 47.27 | 12.17 | 0.30 | 40.1 | 47.47 | 12.47 |
| น้ำมันปาล์มตรามรกต | 0.13 | 0.35 | 0.91 | 36.82 | 4.02 | 0.35 | 0.21 | 45.44 | 11.50 | 0.26 | 42.6 | 45.65 | 11.76 |
| น้ำมันปาล์มตราโอลีน | 0.10 | 0.77 | 1.20 | 37.03 | 3.91 | 0.36 | 0.20 | 45.28 | 10.91 | 0.26 | 43.4 | 45.48 | 11.17 |
| น้ำมันปาล์มตราริโอ | | 0.41 | 0.96 | 36.24 | 3.97 | 0.82 | 0.24 | 44.28 | 12.52 | 0.55 | 42.4 | 44.52 | 13.07 |
| น้ำมันดอกทานตะวันตรากุ๊ก | | | 0.08 | 7.91 | 4.02 | 0.25 | 0.08 | 31.16 | 53.44 | 3.08 | 12.3 | 31.23 | 56.52 |
| น้ำมันดอกทานตะวันตราหยก | | | 0.06 | 6.67 | 3.48 | 0.65 | 0.06 | 38.93 | 49.72 | 0.44 | 10.9 | 38.99 | 50.16 |
| น้ำมันข้าวโพดตราทิพ | | 0.02 | 0.07 | 11.69 | 3.82 | 1.36 | 0.16 | 30.74 | 49.59 | 2.58 | 16.9 | 30.89 | 52.16 |
| น้ำมันข้าวโพดตรา Mazola | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 12.54 | 2.48 | 0.96 | 0.14 | 33.40 | 48.98 | 1.38 | 16.1 | 33.54 | 50.35 |
| น้ำมันมะกอกตรา Sabroso | | | | 11.62 | 2.98 | 0.46 | 1.19 | 73.76 | 9.29 | 0.71 | 15.1 | 74.95 | 10.00 |
| น้ำมันมะกอก EXTRA VIRGIN ตรา SABOSO | | | | 10.45 | 3.46 | 0.34 | 0.43 | 79.21 | 5.46 | 0.64 | 14.2 | 79.64 | 6.10 |
| น้ำมันงาจีนมังกรคู่ | | | 0.07 | 10.79 | 5.57 | | | 29.26 | 50.93 | 3.39 | 16.42 | 29.26 | 54.32 |
| น้ำมันงาธรรมชาติ | | 0.27 | 0.49 | 12.10 | 4.61 | | | 30.42 | 48.75 | 3.38 | 17.46 | 30.42 | 52.13 |

# การสกัดวิตามินอีจากกากเส้นใยปาล์มด้วย Supercritical Fluid Extraction
# Vitamin E Extraction from Palm Pressed Mesocarp Fiber by Supercritical Fluid Extraction

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/] สุธีรา ถาวรรัตน์[2/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] วราวุธ ชูธรรมธัช[3/]

## บทคัดย่อ

การสกัดวิตามินอีจากกากเส้นใยปาล์มด้วยเทคนิค SFE ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่าง ตุลาคม 2551 – กันยายน 2553 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดวิตามินอีจากกากเส้นใยปาล์ม และผลของการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มต่อปริมาณวิตามินอี แบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองแรกเป็นการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด พบว่า การแช่ตัวอย่างนาน 40 นาที และเปิดวาล์วเพื่อให้สารที่สกัดได้ไหลนาน 60 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารและประหยัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

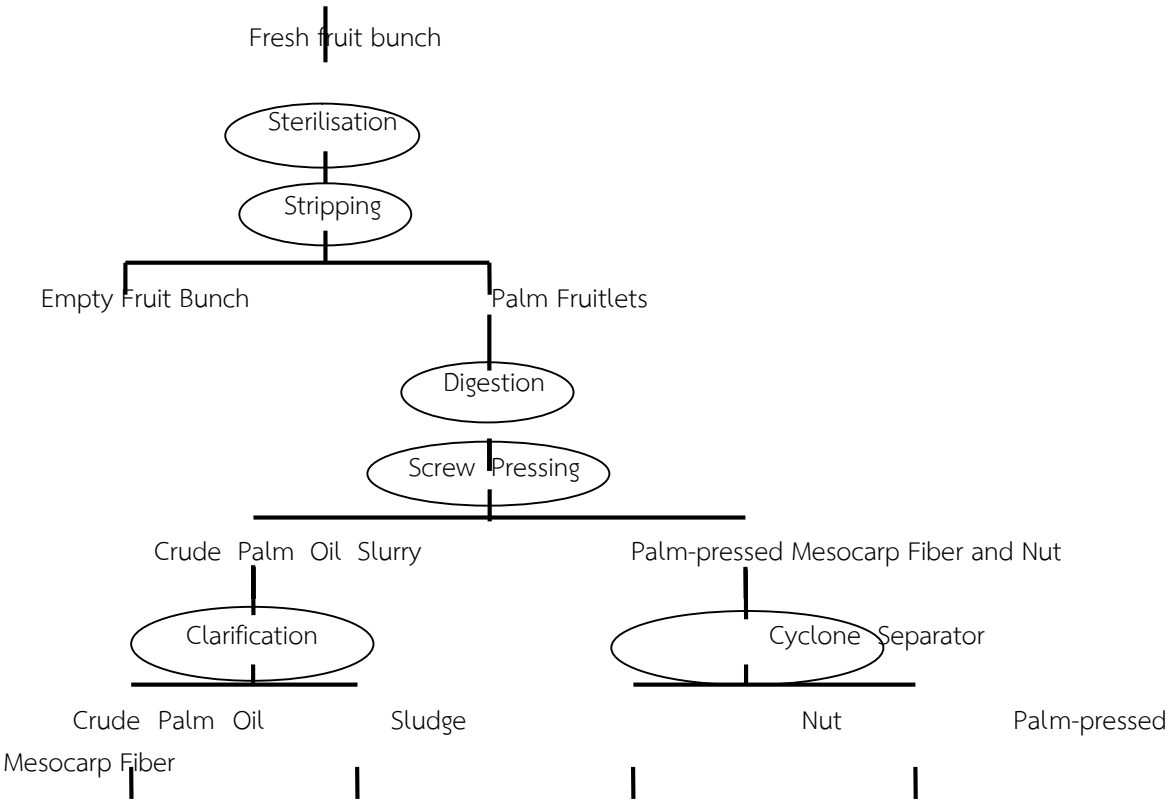
การทดลองที่ 2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมโดยปรับปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดคือ อุณหภูมิ 5 ระดับ (40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส) และความดัน 3 ระดับ (250, 300 และ 400 บาร์) อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่า สภาวะที่สามารถสกัดสารให้ได้ปริมาณสูงคือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความดัน 300 บาร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p<0.01$) และการเพิ่มความดันจาก 250 เป็น 300 บาร์ ปริมาณสารที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเป็น 350 บาร์ ปริมาณสารที่สกัดได้มีค่าลดลง สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดวิตามินอีคือ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และความดัน 300 บาร์ สามารถสกัดกากเส้นใยปาล์มและให้ปริมาณวิตามินอีสูงสุด 1,207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มจากจังหวัดชุมพร, กระบี่และตรังต่อปริมาณวิตามินอี พบว่า การเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มในตู้แช่งแข็งสามารถคงปริมาณวิตามินอีได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้แช่งแข็งนาน 12 เดือน ปริมาณวิตามินอีมีค่าลดลง 70.6 และ 34.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณวิตามินอีที่สกัดจากกากเส้นใยปาล์มของบริษัทล่ำสูง จำกัด จังหวัดตรัง มีปริมาณสูงกว่าบริษัทในจังหวัดชุมพรและกระบี่ประมาณ 2 เท่า

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร
[3/] ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 69,625ไร่ ในปี พ.ศ.2520 เป็น 4 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2553 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) เนื่องจากมีความต้องการใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในประเทศเพิ่มมากขึ้น เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และจากรายงานข่าวของกรมการค้าภายใน (2554) พบว่า ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันในปี 2553 มีปริมาณสูงถึง 11 ล้านตันทะลายสด และเมื่อนำทะลายปาล์มน้ำมันเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จะได้ปริมาณกากเส้นใยปาล์ม (palm-pressed mesocarp fiber) ซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสูงถึง 1.73 ล้านตัน (ภาพที่ 1) หรือคิดเป็น 15.7 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน โดยทั่วไปกากเส้นใยปาล์มดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อน้ำ แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าในกากเส้นใยปาล์มยังคงมีน้ำมันปาล์มที่สกัดออกไม่หมดคงค้างอยู่ประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำมันดังกล่าวอุดมไปด้วยสารพฤกษเคมี (phytonutrient) อย่างเช่น แคโรทีนอยด์ (natural carotene), วิตามินอี (vitamin E), สเตอรอล (sterols), สควอลีน (squalene), โคเอนไซม์ คิวเท็น (co-enzyme $Q_{10}$) และสารประกอบฟีโนลิค (phenolic compound) (Choo และคณะ, 1996; Lau และคณะ, 2006) ซึ่งควรมีการศึกษาปริมาณและวิธีการในการสกัดสารพฤกษเคมีดังกล่าว




**ภาพที่ 1** โครงสร้างกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและที่มาของกากเส้นใยปาล์ม (Palm-pressed Mesocarp Fiber)

วิตามินอีเป็นกลุ่มสารอินทรีย์จำพวกโทโคฟีรอล (tocopherol) มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน สีเหลือง ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เช่น อะซีโตน, คลอโรฟอร์ม, แอลกอฮอล์ (Bramley *et al*., 2000) ในธรรมชาติวิตามินอีมี 4 อนุพันธ์คือ $\alpha$, $\beta$, $\chi$ และ $\delta$ โดยรูปแบบที่ว่องไว (active) ที่สุดคือ $\alpha$-tocopherol วิตามินอีพบมากในเมล็ดพืชน้ำมันหรือส่วนของผลและใบ เช่น ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน งา คำฝอย ทานตะวัน ข้าวโพด ถั่วต่างๆ และรำข้าว สำหรับวิตามินอีในปาล์มน้ำมันอยู่ในรูปของ tocols (tocopherols และ tocotrienols) วิตามินอีเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อคุณภาพชีวิตในหลายๆ ด้าน จึงนำมาใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ ยา

รักษาโรค และใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง เนื่องจากวิตามินอีเป็นสารต้านทานปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ช่วยทำลายสาร superoxide, hydrogen peroxide และอนุมูลอิสระได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม, ช่วยป้องกันขบวนการทำลายเซลล์, ป้องกันการทำลายเม็ดเลือดแดงในทารกที่คลอดก่อนกำหนด, ป้องกันการเสียหายหรือการถูกทำลายของเซลล์ตับ, ป้องกันหลอดเลือดอุดตันและเส้นเลือดแข็งตัว, ป้องกันการเป็นหมันและการแท้งและช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน (อาทิยา และอารี, 2545)

จากประโยชน์ของวิตามินอีที่กล่าวมา ทำให้มีการทดลองศึกษาการสกัดแยกวิตามินอี ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีแล้วแต่วัตถุประสงค์ เช่น การสกัดวิตามินอีโดยการทำปฏิกิริยา saponification และแยกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอี แต่ไม่เหมาะสมในการเตรียมวิตามินอี เนื่องจากไขมันถูกทำลายทำให้เกิดการสูญเสียในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา saponification หรือวิธีการไฮโดรไลซีสด้วยเอนไซม์ไลเปส ซึ่ง Lietz and Henry (1996) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสกัดแบบใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ และการใช้เอนไซม์ไลเปสในการไฮโดรไลซีส พบว่า การสกัดแบบใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทำให้สารแคโรทีนอยด์และโทโคฟีรอลเกิดการสูญเสียและเปลี่ยนรูป เนื่องจากการละลายในชั้นของสบู่ระหว่างการทำปฏิกิริยา saponification ในขณะที่การใช้เอนไซม์ไลเปสในการไฮโดรไลซีส จะไม่มีการสูญเสียสารแคโรทีนอยด์และโทโคฟีรอล ซึ่งจากที่กล่าวมาการสกัดแยกแต่ละวิธีมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันไป ประกอบกับประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบอย่างเช่น กากเส้นใยปาล์มเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ดังนั้นจึงได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกวิตามินอีจากกากเส้นใยปาล์มด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต หรือ Super-critical Fluid Extraction (SFE) และศึกษาแหล่งของกากเส้นใยปาล์มและผลของวิธีและระยะเวลาในการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มต่อปริมาณวิตามินอี เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ปาล์มน้ำมันและเป็นการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

**1. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด**

1.1 การเตรียมตัวอย่าง เก็บตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มจำนวน 3 กิโลกรัม จากโรงสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัท กาญจนดิษฐ์ น้ำมันปาล์ม จำกัด ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นำไปวิเคราะห์ความชื้นโดยชั่งน้ำหนักเบื้องต้นและนำเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปพักในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมงก่อนนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบเพื่อคำนวณความชื้นจากนั้นสับตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มให้เป็นเศษเล็กๆ และผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

1.2 การสกัดกากเส้นใยปาล์ม บรรจุกากเส้นใยปาล์มในหน่วยสกัด (vessel) ซึ่งผลิตจากสแตนเลส ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 20 กรัมต่อหลอด และนำเข้าเครื่องสกัดสารที่ใช้เทคนิค Super-critical Fluid Extraction (SFE) รุ่น Spe-ed SFE ของ Applied Separations (ภาพที่ 2) โดยปรับสภาวะการใช้งานที่ความดัน 300 บาร์ และใช้อุณหภูมิในการสกัด 3 ระดับ คือ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส โดยแช่ตัวอย่างหรือที่เรียกว่าสภาวะ static ในตัวทำละลายนาน 40 นาที จากนั้นเปิดวาล์วเพื่อ flow สารที่สกัดได้หรือที่เรียกว่าสภาวะ dynamic โดยใช้อัตราการไหลของกาซคาร์บอนได -ออกไซด์ 2.0 มิลลิลิตรต่อนาที และชั่งน้ำหนักสารสำคัญที่ได้ที่ระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อหาระยะเวลาการ flow ที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้กาซคาร์บอนไดออกไซด์

**2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด**

**การสกัดโดยใช้เครื่อง SFE** วางแผนการทดลองแบบแฟคตอเรียล 2 ปัจจัย CRD 3 ซ้ำต่อกรรมวิธี โดยปัจจัยแรกเป็นความดัน 4 ระดับ คือ 250, 300, 350 และ 400 บาร์ ปัจจัยที่สองเป็นอุณหภูมิ 5 ระดับ คือ 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ใช้อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 2 มิลลิลิตรต่อนาที สกัดโดยแช่ตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มของบริษัท กาญจนดิษฐ์ น้ำมันปาล์ม จำกัด นาน 40 นาทีและให้มีการไหล 60 นาที (รวมระยะเวลาสกัด 100 นาที) เริ่มต้นโดยนำกากเส้นใยปาล์มที่เตรียมไว้จำนวน 15 กรัม บรรจุใน vessel และนำไปสกัดสารสำคัญตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ นำสารสำคัญที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของวิตามินอี (โทโคฟีรอล) ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้อัตราส่วนของ mobile phase คือ n-Hexane : Propan-2-ol เท่ากับ 99.5 : 0.5 และอัตราการไหลของ mobile phase 1 มิลลิลิตรต่อนาที

**3. การศึกษาผลของการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มต่อปริมาณวิตามินอี**

**3.1 การเตรียมกากเส้นใยปาล์ม** เก็บตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มจากโรงสกัดน้ำมันปาล์มใน 3 จังหวัดคือ บริษัท สวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด จังหวัดชุมพร, บริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด จังหวัดกระบี่ และบริษัท ล่ำสูง จำกัด จังหวัดตรัง นำไปวิเคราะห์ความชื้นโดยชั่งน้ำหนักเบื้องต้นและนำเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปพักในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมงก่อนนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ เพื่อคำนวณความชื้นจากนั้นสับตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มให้เป็นเศษเล็กๆ และผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว แบ่งตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มของแต่ละบริษัทเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิเฉลี่ย 25-30 องศาเซลเซียส) และส่วนที่สองเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง ซึ่งตั้งอุณหภูมิคงที่ไว้ที่ -10 องศาเซลเซียส

**3.2 การสกัดกากเส้นใยปาล์ม** นำกากเส้นใยปาล์มที่เตรียมไว้จำนวน 15 กรัม บรรจุในหน่วยสกัด และนำไปสกัดสารสำคัญหรือพฤกษเคมี โดยใช้สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และความดัน 300 บาร์ จำนวน 3 ซ้ำ โดยแช่ตัวอย่าง 40 นาที และให้มีการไหล 60 นาที (รวมระยะเวลาสกัด 100 นาที) อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที ชั่งน้ำหนักสารสำคัญที่สกัดได้ และนำไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของวิตามินอี (โทโคฟีรอล) ด้วยเครื่องวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสาร (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) รุ่น Water 2487 โดยใช้อัตราส่วนของ mobile phase คือ n-Hexane : Propan-2-ol เท่ากับ 99.5 : 0.5 และอัตราการไหลของ mobile phase 1 มิลลิลิตร/นาที

**ภาพที่ 2** เครื่องสกัดสารเทคนิค Super-critical Fluid Extraction (SFE) รุ่น Spe-ed SFE ของ Applied Separations

**ระยะเวลาดำเนินการ**

เริ่มดำเนินการเมื่อตุลาคม 2551 และสิ้นสุดกันยายน 2553

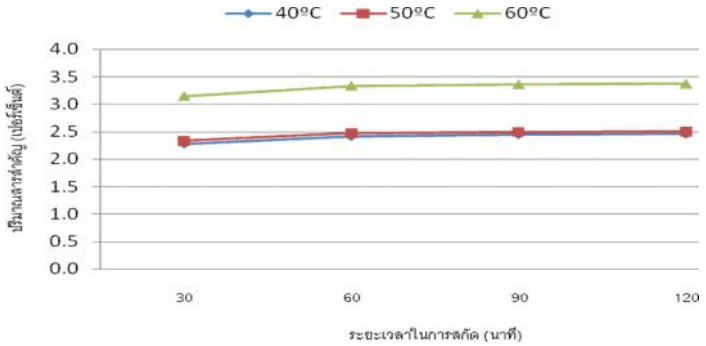
**สถานที่ดำเนินการ**

อาคารปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด**

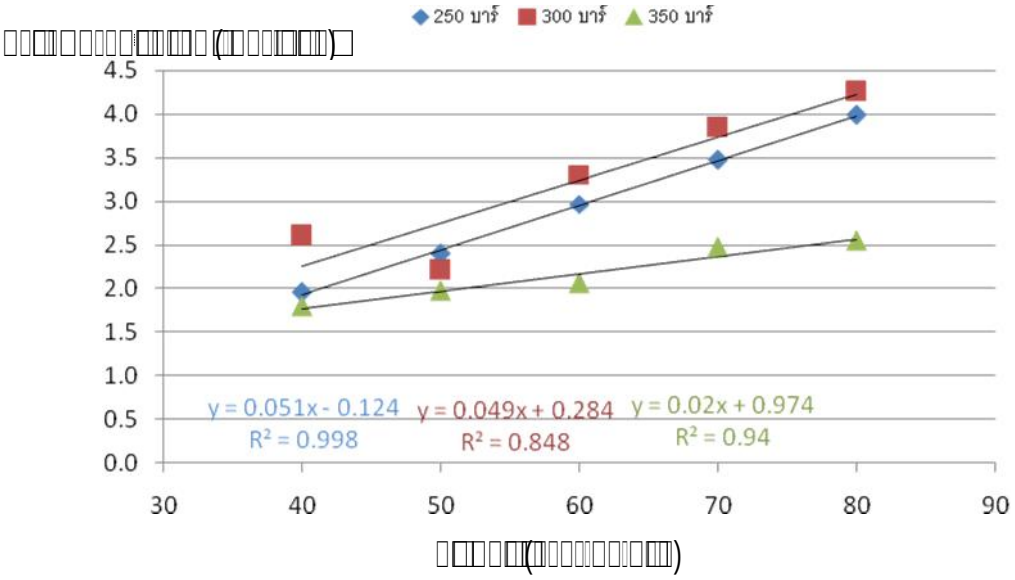
กากเส้นใยปาล์มจากโรงสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัทกาญจนดิษฐ์ น้ำมันปาล์ม จำกัด (สุราษฎร์ธานี) มีค่าความชื้นเฉลี่ย 43.51 เปอร์เซ็นต์ และจากการสกัดสารสำคัญพบว่า ระยะเวลาการ flow 30 นาทีให้ปริมาณสารสำคัญสูงสุด และเมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 60 นาที สารสำคัญมีปริมาณเพิ่มขึ้น 0.14-0.19 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นถึงแม้จะเพิ่มเวลาเป็น 90 และ 120 นาที ปรากฏว่า ปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้นน้อยมาก สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดพบว่า การใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถสกัดสารได้ปริมาณสูงสุด 3.31 เปอร์เซ็นต์ และการสกัดที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียสให้ปริมาณสารสำคัญใกล้เคียงกัน ดังนั้นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดวิตามินอีจะใช้เวลาในการแช่ตัวอย่างนาน 40 นาที และเปิดวาล์วเพื่อ flow สารที่สกัดได้นาน 60 นาที (ภาพที่ 3) ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสกัด




**ภาพที่ 3** ปริมาณสารสำคัญ (เปอร์เซ็นต์) จากการสกัดกากเส้นใยปาล์มด้วยเครื่อง SFE ที่ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที

**2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด**

ปริมาณสารที่สกัดได้ จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสำคัญพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิค่าเฉลี่ยของปริมาณสารที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในขณะที่การเพิ่มความดันจาก 250 เป็น 300 บาร์ ปริมาณสารที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความดันเป็น 350 บาร์ พบว่า ปริมาณสารที่สกัดได้มีค่าลดลง และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารให้ได้ปริมาณสูงสุด (4.26 เปอร์เซ็นต์) คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 300 บาร์ และจากกราฟพบว่าปริมาณสารที่สกัดได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด โดยสมการของความดัน 250, 300 และ 350 บาร์ คือ $y=0.051x-0.124$ $R^2=0.998$, $y=0.049x+0.284$ $R^2=0.848$ และ $y=0.02x+0.974$ $R^2=0.94$ ตามลำดับ (ภาพที่ 4) สำหรับการสกัดที่ความดัน 400 บาร์ ประสบปัญหาเกี่ยวกับยางโอริง (oring) ของหลอดบรรจุตัวอย่างที่ใช้ไม่สามารถรับแรงดันที่ 400 บาร์ได้ ทำให้ไม่สามารถสกัดสาระสำคัญที่ 400 บาร์ได้ตามที่กำหนดไว้ จึงไม่ได้แสดงข้อมูลในที่นี้




**ภาพที่ 4** ปริมาณสารที่สกัดได้จากกากเส้นใยปาล์มที่ความดัน 250, 300, 350 และ 400 บาร์ อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาสกัด 100 นาที

เมื่อนำสารที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของวิตามินอีด้วยเครื่อง HPLC พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 40 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส ปริมาณวิตามินอีมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60-80 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า ปริมาณวิตามินอีมีค่าลดลง และในส่วนของปัจจัยความดันพบว่า เมื่อเพิ่มความดันจาก 250 เป็น 300 บาร์ ปริมาณวิตามินอีมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มความดันเป็น 350 บาร์ปริมาณวิตามินอีมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับที่ Delucas และคณะ (2000) ได้ศึกษาการสกัดวิตามินอีจากใบมะกอกโดยใช้เครื่อง Super-critical Fluid และพบว่า เมื่อเพิ่มความดันมากขึ้นปริมาณวิตามินอีที่สกัดได้จะลดลง สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดกากเส้นใยปาล์มและให้ปริมาณวิตามินอีสูงสุด 1,207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คือ การใช้ความดัน 300 บาร์และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในขณะที่การสกัดวิตามินอีจากใบปาล์มน้ำมันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดคือ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 15 เมกกะปาสคาล และอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 1 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารแอลฟ่าโทโคฟีรอล 1012 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ภัททิรา, 2546) ดังนั้นในการศึกษาผลของการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มต่อปริมาณวิตามินอีจะใช้ความดัน 300 บาร์, อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, เวลาในการสกัด 100 นาทีและใช้อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที

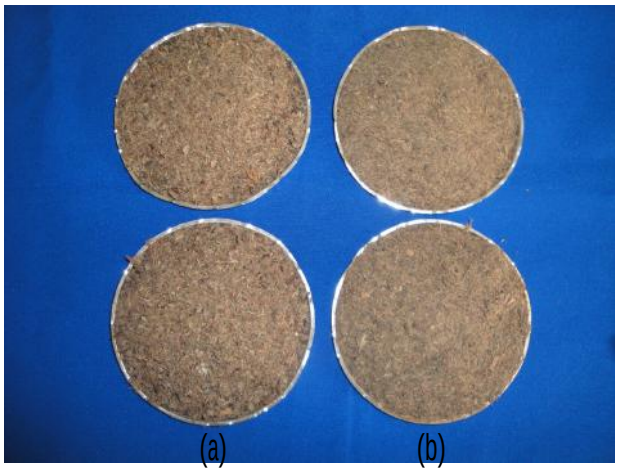
**ตารางที่ 1** ปริมาณวิตามินอีของสารที่สกัดได้จากกากเส้นใยปาล์มที่ความดัน 250, 300, 350 และ 400 บาร์ อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาสกัด 100 นาที

| ความดัน (บาร์) | ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | | | เฉลี่ย |
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | |
| 250 | 694 | 871 | 805 | 762 | 738 | **774.0** |
| 300 | 852 | 1207 | 918 | 872 | 741 | **918.0** |
| 350 | 953 | 1019 | 907 | 753 | 675 | **861.4** |
| **เฉลี่ย** | **853.5** | **1022.2** | **866.7** | **782.2** | **709.7** | **846.9** |

**3. การศึกษาผลของการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มต่อปริมาณวิตามินอี**

**ปริมาณสารที่สกัดได้** จากการวิเคราะห์ความชื้นกากเส้นใยปาล์มของบริษัท สวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (CP), บริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด (KB) และบริษัท ล่ำสูง จำกัด (Trang) พบว่า มีค่า 33.5, 35.3 และ 57.2

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการสกัดสารจากกากเส้นใยปาล์มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและเก็บในตู้แช่แข็ง (ภาพที่ 4) พบว่า ในช่วงก่อนเก็บรักษา สารที่สกัดได้ของบริษัทสวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด และ บริษัทศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัดมีปริมาณใกล้เคียงกัน (5-6 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ปริมาณสารที่สกัดได้ของบริษัทล่ำสูง จำกัด มีค่าต่ำกว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ปริมาณสารที่สกัดได้ของบริษัทสวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด และบริษัทศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด ลดลงประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา และปริมาณสารที่สกัดได้ของบริษัท ล่ำสูง จำกัด ลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในตู้แช่แข็งพบว่า ปริมาณสารที่สกัดได้ระหว่างก่อนและหลังการเก็บรักษาของ 3 บริษัทมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 2)



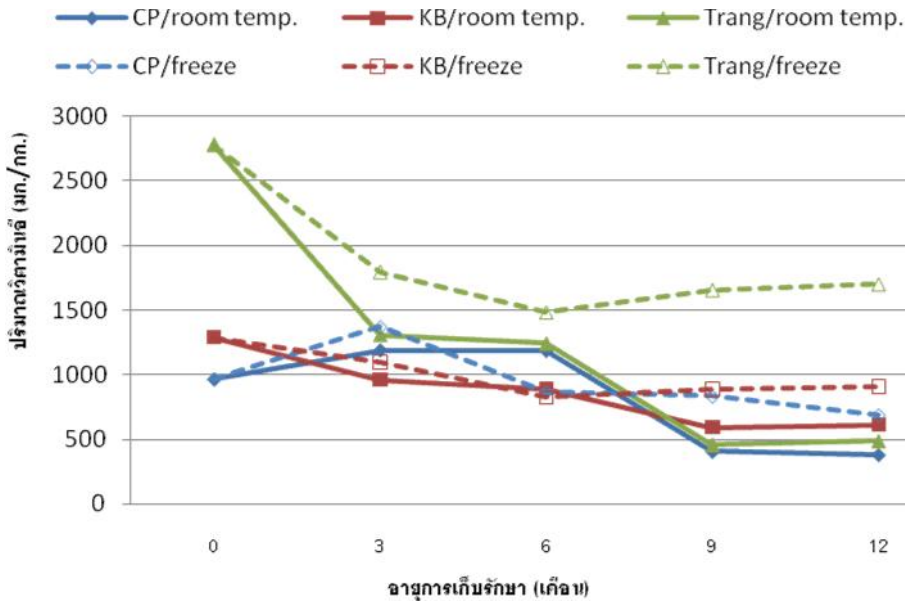

**ภาพที่ 5** ตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (a) และเก็บในตู้แช่แข็ง (b)

**ตารางที่ 2** ปริมาณสารที่สกัดได้จากกากเส้นใยปาล์มน้ำมันในจังหวัดชุมพร, กระบี่และตรัง ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ห้องและแช่แข็งเป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน และสกัดโดยใช้เทคนิค SFE ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

| ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน) | ปริมาณสารที่สกัดได้ (เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เก็บที่อุณหภูมิห้อง | | | เฉลี่ย | เก็บในตู้แช่แข็ง | | | เฉลี่ย |
| | CP | KB | Trang | | CP | KB | Trang | |
| 0 | 5.07 | 6.07 | 2.73 | 4.62 | 5.07 | 6.07 | 2.73 | **4.62** |
| 3 | 1.40 | 1.47 | 1.33 | 1.40 | 6.73 | 6.00 | 3.80 | **5.51** |
| 6 | 1.40 | 1.44 | 1.33 | 1.40 | 6.07 | 6.04 | 3.73 | **5.29** |
| 9 | 1.33 | 1.33 | 1.20 | 1.29 | 6.00 | 6.07 | 3.53 | **5.20** |
| 12 | 1.33 | 1.33 | 1.20 | 1.29 | 6.00 | 5.40 | 3.47 | **4.96** |
| **เฉลี่ย** | **2.11** | **2.33** | **1.56** | **2.00** | **5.97** | **5.92** | **3.45** | **5.12** |

**ปริมาณวิตามินอี** จากผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีเบื้องต้นก่อนเก็บรักษา พบว่า กากเส้นใยปาล์มของบริษัทสวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด, บริษัทศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด และบริษัทล่ำสูง จำกัด มีปริมาณวิตามินอี 964, 1285 และ 2780 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งค่อนข้างน้อยกว่าที่ Ng และคณะ (2004) ได้รายงานว่า ในน้ำมันจากกากใยปาล์มมีวิตามินอีรวม 4040±41 ppm และผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีปรากฏว่า การเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มในตู้แช่งแข็งไว้เป็นระยะเวลานานสามารถคงปริมาณวิตามินอีได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 12 เดือน ปริมาณวิตามินอีมีค่าลดลง 70.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณวิตามินอีที่เก็บรักษาในตู้แช่งแข็งลดลงเพียง 34.5 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่นานขึ้นปริมาณวิตามินอีมีค่าลดลงตามลำดับ (ตามความสัมพันธ์ที่แสดงด้านล่าง) และจากการเปรียบเทียบระหว่างแหล่งที่เก็บตัวอย่างกากเส้นใยปาล์มพบว่า ปริมาณ

วิตามินอีที่สกัดจากกากเส้นใยปาล์มของบริษัทล่ำสูง จำกัด มีค่าสูงสุด 2780 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและสูงกว่าแหล่งอื่นประมาณ 2 เท่า แต่หากเก็บไว้ในสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) นาน 12 เดือน ปริมาณวิตามินอีที่สกัดได้มีค่าใกล้เคียงกับบริษัทสวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด และบริษัทศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด (ภาพที่ 6) และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บรักษาและปริมาณวิตามินอีของกากเส้นใยปาล์มแต่ละบริษัท พบว่า มีความสัมพันธ์แบบโพลิโนเมียล โดยสมการความสัมพันธ์ของบริษัท ล่ำสูง จำกัดที่อุณหภูมิห้องและตู้แช่แข็งคือ $y=162.9x^2-1520x+4026$ $R^2=0.936$ และ $y=182x^2-1322x+3846$ $R^2=0.937$ สำหรับสมการความสัมพันธ์ของบริษัท สวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด ที่อุณหภูมิห้องและตู้แช่แข็ง คือ $y=-90.21x^2+346.7x+775.4$ $R^2=0.759$ และ $y=-45.64x^2+163.9x+953.8$ $R^2=0.558$ และสมการความสัมพันธ์ของบริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด ที่อุณหภูมิห้องและตู้แช่แข็ง $y=-33.42x^2-372.1x+1614$ $R^2=0.953$ และ $y=54.14x^2-421.2x+1667$ $R^2=0.938$ และจากกราฟจะเห็นได้ว่ากากเส้นใยปาล์มของบริษัทล่ำสูง จำกัด ที่เก็บรักษาในตู้แช่แข็งมีค่าสูงกว่าแหล่งอื่นๆ แม้จะเก็บนานถึง 12 เดือนก็ตาม




**ภาพที่ 6** ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) จากกากเส้นใยปาล์มน้ำมันในจังหวัดชุมพร (CP), กระบี่ (KB) และตรัง (Trang) ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (room temp.) และแช่แข็ง (freeze) เป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน และสกัดโดยใช้เทคนิค SFE ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดกากเส้นใยปาล์มโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตหรือที่เรียกว่า เทคนิค Super-critical Fluid Extraction, SFE ได้แก่ ความดันและอุณหภูมิ โดยความดันที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์, เพิ่มความแข็งแรงในการทำละลาย และเพิ่มความสามารถในการละลายของสารสำคัญ สำหรับอุณหภูมิจะมีผลต่อการสกัดค่อนข้างกว้างขึ้นอยู่กับ สภาวะที่ใช้ในการสกัด รวมถึงชนิด, ขนาดหรือปริมาณสารตัวอย่าง และปัจจัยอื่นๆ สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดกากเส้นใยปาล์ม คือ การใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความดัน 300 บาร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด 100 นาที (แช่ 40 นาที และ flow 60 นาที) อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 2 มิลลิลิตรต่อนาที ได้วิตามินอี (โทโคฟีรอล) รวม 1,207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมกากเส้นใยปาล์ม และกากเส้นใยปาล์มในแต่ละแหล่งมีปริมาณวิตามินอีแตกต่างกันตั้งแต่ 964-2780 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวน่าจะเกิดจากเทคนิคในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มของแต่ละโรงงาน รวมถึงพันธุ์ปาล์มน้ำมันและความสุกแก่ที่แตกต่างกัน สำหรับวิธีการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มเพื่อให้คงคุณภาพหรือปริมาณวิตามินอี ควรมีการเก็บรักษากากเส้นใยปาล์มในตู้แช่แข็ง

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยชิ้นนี้มีการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแผ่นพับ, โปสเตอร์และเอกสารวิชาการสู่กลุ่มเป้าหมาย เช่น นักเรียน, นักศึกษา, กลุ่มเกษตรกร, องค์การบริหารส่วนตำบล เจ้าหน้าที่ของภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของเศษวัสดุเหลือใช้ของปาล์มน้ำมันที่มีมูลค่าสูง ถือเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าแก่ปาล์มน้ำมันอีกทางหนึ่ง เมื่อกลุ่มเป้าหมายมีความรู้ความเข้าใจก็สามารถแนะนำและถ่ายทอดให้แก่บุคคลรอบข้างและบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


ภัททิรา ภัทรโสภาชัย. 2546. **การสกัดวิตามินอีจากใบปาล์มน้ำมันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อาทิยา จันทร์แย้ม และ อารี จันฝาก. 2545. **การสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยตัวทำละลายอินทรีย์** : ปัญหาพิเศษ (850-498) / สงขลา : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 38 หน้า

Bramley, P.M., I. Elmadfa, A. Kafatos, F.J. Kelly, Y. Manios, H.E. Roxborough, W. Schuch, P.J.A. Sheehy and K.H. Wagner. 2000**. Vitamin** E. J. Sci. Food Agric. 80: 913–938.

Choo, Y.M., S.C. Yap, C.K. Ooi, A.N. Ma, S.H. Goh and A.S.H. Ong. 1996. **Recovered oil from palm-pressed fiber: A good source of natural carotenoids, vitamin E and sterols**. Journal of the American Oil Chemists Society. 73: 599-602.

Delucas, A., E. M. Ossa, J. Rincón, M. A. Blanco and I. Gracia. 2002. **Supercritical fluid extraction of tocopherol concentrates from olive tree leaves**. The Journal of Supercritical Fluids Vol. 22 (3): 221-228.

Lietz, G. and C.J.K. Henry. 1997. **A modified method to minimize losses of carotenoids and tocopherols during HPLC analysis of red palm oil.** Food Chemistry Vol.60 (1): 109-117.

Lau, H.L.N., Y.M. Choo, A.N. Ma and C.H. Chuah. 2006. **Quality of residual oil from palm-pressed mesocarp fiber (*Elaeis guineensis*) using supercritical $CO_2$ with and without ethanol**. Journal of the American Oil Chemists Society. 83: 893-898.

Ng M.H., Y.M. Choo, A.N. Ma, C.H. Chuah and H. Mohd Ali. 2004. **Separation of vitamin E (tocopherol, tocotrienol and tocomonoenol) in palm oil.** Lipids. 39: 1031-1035.

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** ปริมาณสารที่สกัดได้จากกากเส้นใยปาล์มที่ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างกันคือ 30, 60, 90 และ 120 นาที

| ระยะเวลาในการสกัด (นาที) | ปริมาณสารที่สกัดได้ (%) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
| | 40 | 50 | 60 |
| 30 | 2.28±0.33 | 2.33±0.06 | 3.15±0.35 |
| 60 | 2.42±0.31 | 2.47±0.06 | 3.34±0.40 |
| 90 | 2.45±0.32 | 2.49±0.06 | 3.37±0.39 |
| 120 | 2.47±0.32 | 2.51±0.06 | 3.38±0.39 |
| **เฉลี่ย** | **2.41** | **2.45** | **3.31** |

**ตารางที่ 2** ปริมาณสารที่สกัดได้จากกากเส้นใยปาล์มที่ความดัน 250, 300 และ 350 บาร์ อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาสกัด 100 นาที

| ความดัน (บาร์) | ปริมาณสารที่สกัดได้ (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | | | เฉลี่ย |
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | |
| 250 | 1.96hi | 2.40fg | 2.97d | 3.48c | 3.99b | **2.96** |
| 300 | 2.61e | 2.21g | 3.31d | 3.85b | **4.26a** | **3.21** |
| 350 | 1.80i | 1.98hi | 2.06h | 2.48ef | 2.55ef | **2.17** |
| **เฉลี่ย** | **2.14d** | **2.21d** | **2. 68c** | **3.25b** | **3.61a** | **2.83** |

**ตารางที่ 3** ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) จากกากเส้นใยปาล์มน้ำมันในจังหวัดชุมพร, กระบี่และตรัง ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและแช่แข็งเป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน และสกัดโดยใช้เทคนิค SFE ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

| ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน) | ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เก็บที่อุณหภูมิห้อง | | | เฉลี่ย | เก็บในตู้แช่แข็ง | | | เฉลี่ย |
| | CP | KB | Trang | | CP | KB | Trang | |
| 0 | 964 | 1285 | 2780 | **1676** | 964 | 1285 | 2780 | **1676** |
| 3 | 1185 | 956 | 1310 | **1150** | 1371 | 1093 | 1794 | **1419** |
| 6 | 1181 | 886 | 1244 | **1031** | 868 | 824 | 1481 | **1058** |
| 9 | 406 | 592 | 461 | **486** | 830 | 885 | 1654 | **1123** |
| 12 | 381 | 609 | 490 | **493** | 685 | 907 | 1699 | **1097** |
| เฉลี่ย | **823** | **866** | **1257** | **968** | **944** | **999** | **1882** | **1275** |