

ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

กิจกรรม วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การทดลอง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบหลาย  
และคุณภาพน้ำมันปาล์ม

Relationship between Oil Palm Bunch Ripeness and Environment  
to Bunch Component and Palm Oil Quality

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

ผู้ร่วมงาน เพ็ญศิริ จำรัสฉาย วัชรี ศรีรักษา ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

---

### บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบหลาย  
และคุณภาพน้ำมันปาล์ม ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่าง ตุลาคม 2553 –  
ธันวาคม 2556 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบหลาย  
น้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม และความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อองค์ประกอบ  
หลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบหลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม พบว่า  
หลายปาล์มน้ำมันอายุ 23 WAA ให้น้ำมันต่อหลายเฉลี่ยสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหลายปาล์ม  
น้ำมันอายุ 18-22 WAA 98.5, 46.7, 25.1, 8.20 และ 5.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า น้ำมันต่อ  
หลายเฉลี่ยทุกช่วงอายุมีค่าเพียง 19.0-19.9 เปอร์เซ็นต์ โดยช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน และสิงหาคมมี  
ค่าน้ำมันต่อหลายต่ำมาก ซึ่งเป็นผลจากหลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-21 WAA ในขณะที่หลายปาล์ม  
น้ำมันอายุ 22-23 WAA ไม่พบว่ามีค่าต่ำในช่วงเดือนดังกล่าว และจากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์ม  
ดิบพบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระ, ค่า DOBI, วิตามินเอ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน  
มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของหลายปาล์ม

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อองค์ประกอบหลายและคุณภาพน้ำมัน  
ปาล์ม พบว่า ช่วงแล้งไม่มีผลต่อ อัตราการสะสมน้ำมันต่อหลายของหลายปาล์มน้ำมันดิบ, กิ่งสุก และ  
สุกตามมาตรฐาน มกอช. และน้ำมันต่อหลายเฉลี่ยในรอบปีของหลายปาล์มสุก, กิ่งสุก และดิบมีค่า  
27.1, 25.6 และ 24.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า กรดไขมันอิสระมีค่า  
เพิ่มขึ้นตามความสุกของหลายปาล์มน้ำมัน สำหรับค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการ  
เกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าใกล้เคียงกัน

Abstract

The study of the relationship between oil palm bunch ripeness and environment to bunch component and palm oil quality. This study worked at Surat Thani Oil Palm Research Center between October 2010 – December 2013. The main objectives of this study are to investigate the relationship between oil palm bunch ripeness (18-23 WAA) to bunch component and palm oil quality. And the relationship between environment and bunch component and palm oil quality of oil palm bunch ripeness 3 levels (unripe, underripe and ripe). Result showed that:

1) The relationship between oil palm bunch ripeness (18-23 WAA) to bunch component and palm oil quality found that the bunch 23 WAA has maximum palm oil per bunch average 26.4 percent which higher than the bunch 18-22 WAA 98.5, 46.7, 25.1, 5.18 and 8.20 percent respectively, and the average palm oil per bunch is low between March-April and August (19.0 19.9 percent) due to palm oil per bunch of the 18-21 WAA bunch. Quality of crude palm oil : the quantity of free fatty acid values, DOBI, vitamin A, and oxidative stability showed a positive correlation with bunch ripeness.

2) The relationship between the environment and bunch component and palm oil quality of 3 levels of bunch ripeness found that the dry season do not affect to average oil per bunch of unripe, under-ripe and ripe bunch, Oil per bunch of ripe, under-ripe and unripe have 27.1, 25.6 and 24.2 percent respectively. Quality of crude palm oil found that free fatty acid have increased by ripeness of bunch, but DOBI, vitamin A and oxidative stability have similar values.

### คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่า เรพซิดและถั่วเหลือง 6.4 เท่า และ 9.5 เท่า ตามลำดับ จากศักยภาพการให้น้ำมันดังกล่าวส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ.2520 มีพื้นที่ปลูกรวม 10.34 ล้านไร่ และเพิ่มเป็น 57.31 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2555 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (44.71 ล้านไร่) สำหรับประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 69,625 ไร่ ในปี พ.ศ. 2520 เป็น 4.5 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2556

จากแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันของรัฐบาล มีความต้องการที่จะเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์ม สำหรับใช้บริโภค ส่งออก และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนแทนน้ำมันดีเซล โดยมีเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2572 ซึ่งจากยุทธศาสตร์ดังกล่าวจะทำให้มีการกระจายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มนั้น ไปยังภาค

ตะวันออก, ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในบางพื้นที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณและการกระจายตัวของฝน รวมถึงลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของชุดดิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ถ้ามีปัจจัยที่เหมาะสม เช่น ปริมาณฝน สภาพอากาศ ความสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีจัดการสวนที่เหมาะสม แต่หากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม ปาล์มน้ำมันไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ รวมถึงคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมัน เช่น การสังเคราะห์น้ำมัน หรือปริมาณน้ำมันต่อทะลาย และจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมถึงความเข้าใจที่ถูกต้องของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกใหม่ เกี่ยวกับการจัดการด้านการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันคุณภาพ หรือทะลายปาล์มสุกได้มาตรฐาน ตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน (มกษ. 5702/2552) ของสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

จากรายงานของกรมการค้าภายใน (2552) พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยระหว่างปี 2547-2551 ทั่วประเทศมีค่า 2.40-3.22 ตันต่อไร่ต่อปี หรือคิดเป็นผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย 0.45 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ในขณะที่ประเทศปาปัวนิวกินีมีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำมันปาล์มสูงสุด 0.69 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือ มาเลเซีย โคลัมเบีย และอินโดนีเซีย (0.64 0.61 และ 0.48 ตันต่อไร่ต่อปี) (Baskett *et. al.*, 2008) และจากข้อมูลสถิติปาล์มน้ำมันของไทยและมาเลเซียในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ผลผลิตทะลายเฉลี่ยไทยและมาเลเซียมีค่าใกล้เคียงกันมาก (3.22 และ 3.23 ตันต่อไร่ต่อปี) แต่ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันของไทยต่ำกว่ามาเลเซีย 3.39% (16.66% และ 20.05% ตามลำดับ) ซึ่งส่วนต่างดังกล่าวส่งผลต่อต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มของไทยที่สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน รวมถึงราคาที่เกษตรกรจะได้รับจากการขายผลผลิตซึ่งต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จากการคำนวณรายได้ส่วนต่างของอัตราการสกัดน้ำมันปี 2551 ที่ไทยควรจะได้รับหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มเป็น 20% พบว่า มีมูลค่าสูงถึง 9,093 ล้านบาท นี่คือเหตุผลสำคัญที่ควรจะมีนโยบายหรือมาตรการที่จริงจังและปฏิบัติได้ในการจัดการระบบการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน โดยมีการตั้งศึกษาข้อมูลพื้นฐานขององค์ประกอบทะลาย ปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มน้ำมันที่มีระยะการพัฒนาความสุกแตกต่างกันตั้งแต่ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) และระดับความสุกของทะลาย 3 ระดับ รวมถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อประกอบการจัดการที่เหมาะสมในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มให้แก่เกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมถึงการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่เหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน และสามารถแข่งขันได้ในภาวะที่มีการเปิดเสรีทางการค้าในภูมิภาคอาเซียน

## วิธีดำเนินการ

### -อุปกรณ์

- 1.1 อุปกรณ์ผูกป้ายช่อดอก เช่น แท็ก, ดินสอ, สมุดบันทึก

1.2 อุปกรณ์สำหรับชั่งน้ำหนักผลผลิตและวิเคราะห์องค์ประกอบทะเลายของปาล์มน้ำมัน เช่น เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 15 และ 50 กิโลกรัม, เครื่องชั่งน้ำหนักแบบ 2 และ 4 ตำแหน่ง, ขวานสับทะเลาย, เสียม/เคียวเก็บเกี่ยวทะเลาย, มีดฝานเปลือกผลปาล์ม, ภาชนะบรรจุเปลือกและเมล็ดสำหรับอบแห้ง

1.3 อุปกรณ์สำหรับนึ่งและสกัดน้ำมันปาล์ม เช่น ถังนึ่งผลปาล์มขนาด 200 ลิตร, ตะแกรงวางผลปาล์ม, เตากาซหุงต้ม, เครื่องหีบผลปาล์มแบบเกลียวเดี่ยว. ปีกเกอร์รับน้ำมันปาล์มดิบ

1.4 วัสดุและอุปกรณ์ทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ เช่น ปีกเกอร์, ฝากรอง, เตาความร้อน กวนสารเคมี

1.5 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ และค่าไอโอดีนพร้อมเตรียมตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบสำหรับวิเคราะห์คุณภาพด้านอื่นๆ

1.6 เครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectrophotometer) สำหรับวิเคราะห์ปริมาณวิตามินเอหรือคาโรทีน และวิเคราะห์ค่า DOBI: Deterioration of Bleachability Index

1.7 เครื่อง Rancimat สำหรับวิเคราะห์ความคงตัวหรือความหืนของน้ำมัน (Oxidative Stability)

1.8 เครื่องสกัดน้ำมัน พร้อมวัสดุต่างๆ เช่น กระจาดกรอง เฮกเซน thimble ใส่ตัวอย่าง ฯ

-วิธีการ แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

## 1. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะเลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

### 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทะเลายและลักษณะสีผล อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อองค์ประกอบทะเลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

1.1.1 แผนการทดลอง การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

#### 1.1.2 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูล

- คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ซึ่งให้ทะเลายที่มีผลดิบสีเขียวและสีดําเมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีส้มและสีแดงเข้ม อายุ 5 ปี ในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และสวนเกษตรกรที่ตำบลปากแพรก อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นตัวแทนของทะเลายขนาดเล็ก และคัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 8 ปี ขึ้นไปในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เป็นตัวแทนของทะเลายขนาดปานกลาง-ใหญ่

- ผูกป้ายช่อดอกตัวเมีย (ระยะดอกบาน 100%) เพื่อเก็บทะเลายที่อายุ 18-23 สัปดาห์ (WAA : weeks after anthesis) โดยเก็บ 30 ทะลาย/สีผล/ขนาด/อายุ ตลอด 3 ปี รวม 1,440 ทะลาย

- เก็บเกี่ยวทะเลายเมื่ออายุครบตามที่กำหนดไว้ ชั่งน้ำหนัก วิเคราะห์องค์ประกอบทะเลาย ตามวิธีการของ Hartley (1988) ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีการของ Ooi

(1978) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เปลือกผล) โดยใช้วิธี Soxtec จากนั้นนำผลปาล์มไปหนึ่ง เพื่อนำไปสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และนำไปวิเคราะห์คุณภาพ (กรดไขมันอิสระ, ปริมาณคาโรทีน, เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน, ค่า DOBI, ค่าสีและค่าไอโอดีน)

- บันทึกข้อมูล องค์ประกอบทะเลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลาย และคุณภาพน้ำมัน  
ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะเลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบในรอบปี

1.1.1 แผนการทดลอง การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

### 1.1.2 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูล

- ผูกป้ายช่อดอกตัวเมีย (ระยะดอกบาน 100%) ต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานีอายุ 8 ปี ขึ้นไป เพื่อเก็บทะเลายที่อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA : weeks after anthesis) โดยเก็บจำนวน 5 ทะลาย/อายุ/เดือน ตลอด 3 ปี รวม 1,080 ทะลาย

- เก็บเกี่ยวทะเลายเมื่ออายุครบตามที่กำหนดไว้ และดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 1.1

- บันทึกข้อมูลองค์ประกอบทะเลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลาย และคุณภาพน้ำมัน

ปาล์ม

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 2. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม องค์ประกอบทะเลและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

2.2.1 แผนการทดลอง การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

### 2.2.2 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูล

- คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี อายุ 8 ปี ขึ้นไป ในศูนย์วิจัยปาล์ม น้ำมันสุราษฎร์ธานี และสวนเกษตรกร ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

- คัดเลือกต้นสำหรับผูกป้ายชื่อช่อดอกตัวเมีย (ดอกบาน 100%) เพื่อเก็บทะเลที่ความสูง 3 ระยะตามมาตรฐาน มกอช. 3 ระยะ คือ ดิบ, กึ่งสุก และสุกตลอดปี โดยเก็บจำนวน 10 ทะลาย/ระยะ/เดือน ตลอด 3 ปีรวม 1,080 ทะลาย

- เก็บเกี่ยวทะเล ซึ่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล วิเคราะห์องค์ประกอบทะเล วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เปลือกผลและเนื้อใน) และคุณภาพน้ำมันปาล์ม (กรดไขมันอิสระและค่า DOBI)

- บันทึกข้อมูลองค์ประกอบทะเล วิเคราะห์องค์ประกอบทะเลตามวิธีการของ Hartley (1988) ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีการของ Ooi (1978) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การสกัดน้ำมันใช้วิธี Soxtec เปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

-เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2554 – ธันวาคม 2556 ณ สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี และสวนปาล์มน้ำมันในศูนย์วิจัยปาล์ม น้ำมันสุราษฎร์ธานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การทดลองย่อยที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ องค์ประกอบทะเลาะและคุณภาพน้ำมัน ปาล์ม

#### 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะเลาะปาล์มน้ำมัน

##### 1.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทะเลาะและลักษณะสีผล อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอก บาน (WAA) ต่อองค์ประกอบทะเลาะปาล์มน้ำมัน

**ขนาดทะเลาะ** ทะเลาะที่มีลักษณะของผลดิบสีเขียวมีขนาดใหญ่กว่าผลดิบสีดำในทุกระดับ ตั้งแต่ 18-23 WAA และความแตกต่างดังกล่าวจะสังเกตได้เด่นชัดเมื่อขนาดทะเลาะปาล์มน้ำมันใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 1a)

**การติดผล** ปาล์มน้ำมันขนาดทะเลาะ 5-15 กิโลกรัม อัตราการติดผลของทะเลาะผลดิบสีดำมีค่าสูง (71.1-75.5%) กว่าผลดิบสีเขียว (69.5-72.0%) ในทุกระดับอายุ แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น ขนาดทะเลาะใหญ่ขึ้น (15-30 กิโลกรัม) การติดผลของทะเลาะผลดิบสีดำและผลดิบสีเขียวมีค่าใกล้เคียงกันคือ 70.1-74.2% และ 71.9-73.6% ตามลำดับ (ภาพที่ 1b)

**เปลือกสดต่อผล** พบว่า ทะเลาะปาล์มน้ำมันอายุ 18-20 WAA มีอัตราเปลือกสดต่อผลเฉลี่ยน้อยกว่า 21-23 WAA (75.2-82.3% และ 80.5-85.2% ตามลำดับ) และเปลือกสดต่อผลของทะเลาะปาล์มน้ำมันอายุ 18-19 WAA ที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าน้อยกว่าผลดิบสีดำ หลังจากช่วงอายุดังกล่าวเปลือกสดต่อผลของทะเลาะที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าสูงกว่าผลดิบสีดำ ยกเว้นที่อายุ 23 WAA (ภาพที่ 1c)

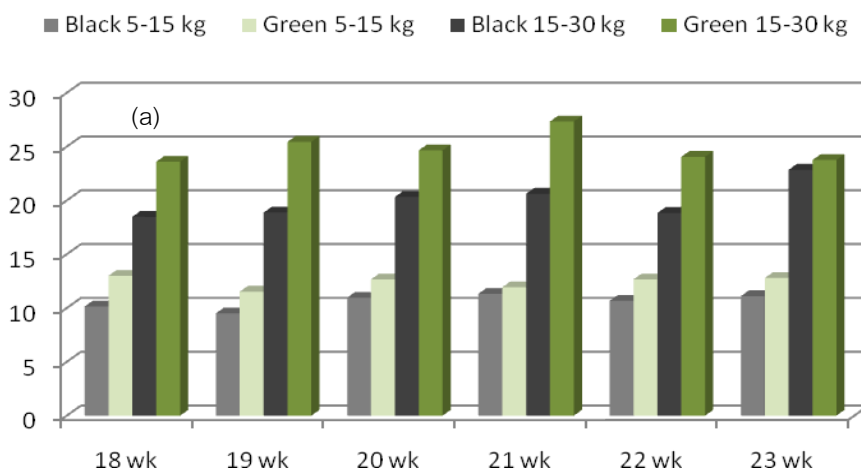
**เปลือกแห้งต่อผล** เป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับปริมาณน้ำมันปาล์มต่อทะเลาะ ซึ่งพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อทะเลาะปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดที่อายุ 23 WAA (53.6-56.6%) และปรากฏว่า ทะเลาะที่มีผลดิบสีเขียว (ทั้ง 2 ขนาด) มีสัดส่วนเปลือกแห้งต่อผลสูงกว่าทะเลาะที่มีผลดิบสีดำในทุกระดับ (ยกเว้นทะเลาะขนาด 5-15 กิโลกรัมที่อายุ 23 สัปดาห์) (ภาพที่ 1d) ดังนั้นหากต้องการเก็บเกี่ยวทะเลาะที่มีสัดส่วนเปลือกแห้งต่อผลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ควรเก็บเกี่ยวเมื่อทะเลาะมีอายุ 22 WAA ขึ้นไป (ลักษณะสีผิวผลเปลี่ยน 100 เปอร์เซ็นต์)

**น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** ตามมาตรฐานทะเลาะปาล์มน้ำมันควรมีสัดส่วนน้ำมันต่อเปลือกแห้งสูงกว่า 65% จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทะเลาะพบว่า ในช่วงอายุ 18-20 WAA ทะเลาะปาล์มน้ำมันที่มีผลดิบสีเขียวทั้ง 2 ขนาดมีการสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งสูงกว่าผลดิบสีดำอย่างเห็นได้ชัด และทะเลาะขนาดใหญ่สามารถสังเคราะห์น้ำมันต่อเปลือกแห้งได้เร็วกว่าทะเลาะขนาดเล็ก ดังนั้น หากเกษตรกรเก็บเกี่ยวทะเลาะปาล์มน้ำมันที่คุณภาพความสุกยังไม่ถึงเกณฑ์ที่เหมาะสม (สีผลเปลี่ยนน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์) ทะเลาะปาล์มน้ำมันที่มีผลดิบสีเขียวมีโอกาสที่จะให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มสูงกว่าผลดิบสีดำสำหรับทะเลาะปาล์มน้ำมันอายุ 21-23 WAA พบว่า การสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งของทะเลาะทั้ง 2 ขนาดและ 2 สีผลมีค่าใกล้เคียงกัน 68.0-70.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1e) ซึ่งถ้าดูเฉพาะดัชนีนี้ เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันได้ตั้งแต่อายุ 21 WAA แต่ในความเป็นจริงเราต้องใช้ดัชนี

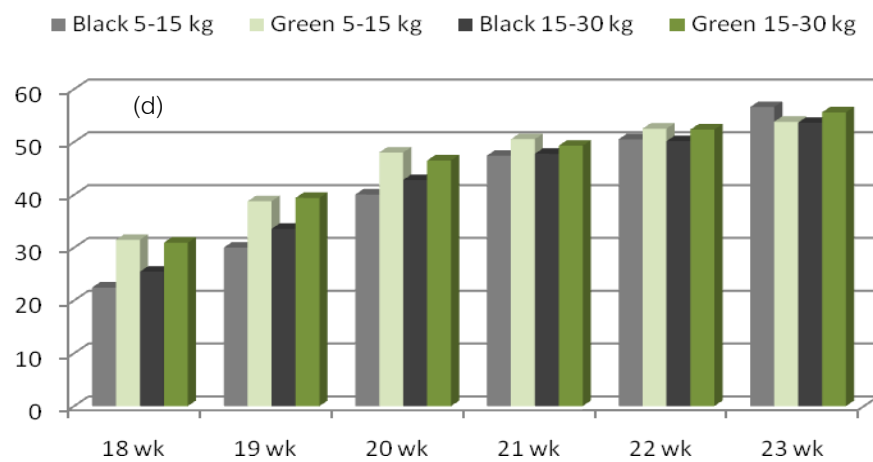
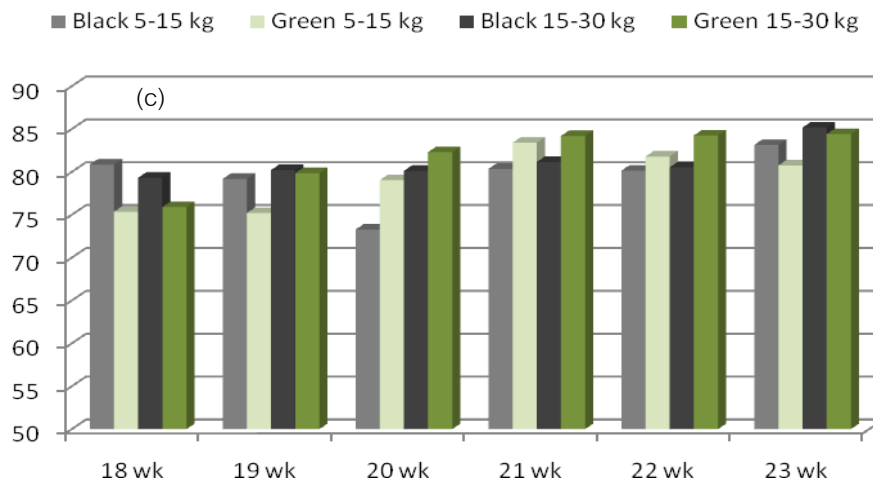
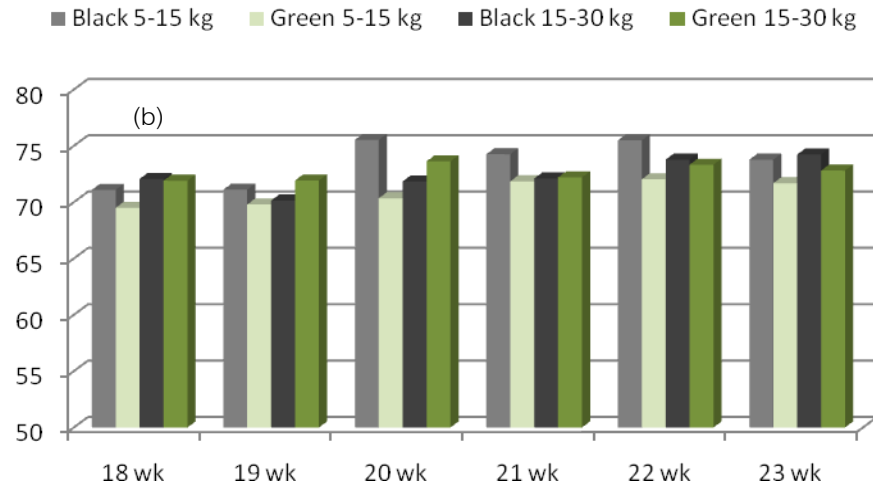
เปลือกแห้งต่อผลประกอบการพิจารณาด้วย จากงานทดลองของ Keshvadi และคณะ (2011) พบว่า น้ำมันต่อเปลือกแห้งของทะเลสาปาล์มอายุ 20 WAA มีค่าสูงกว่าอายุ 16 WAA ถึง 12.4 เท่า

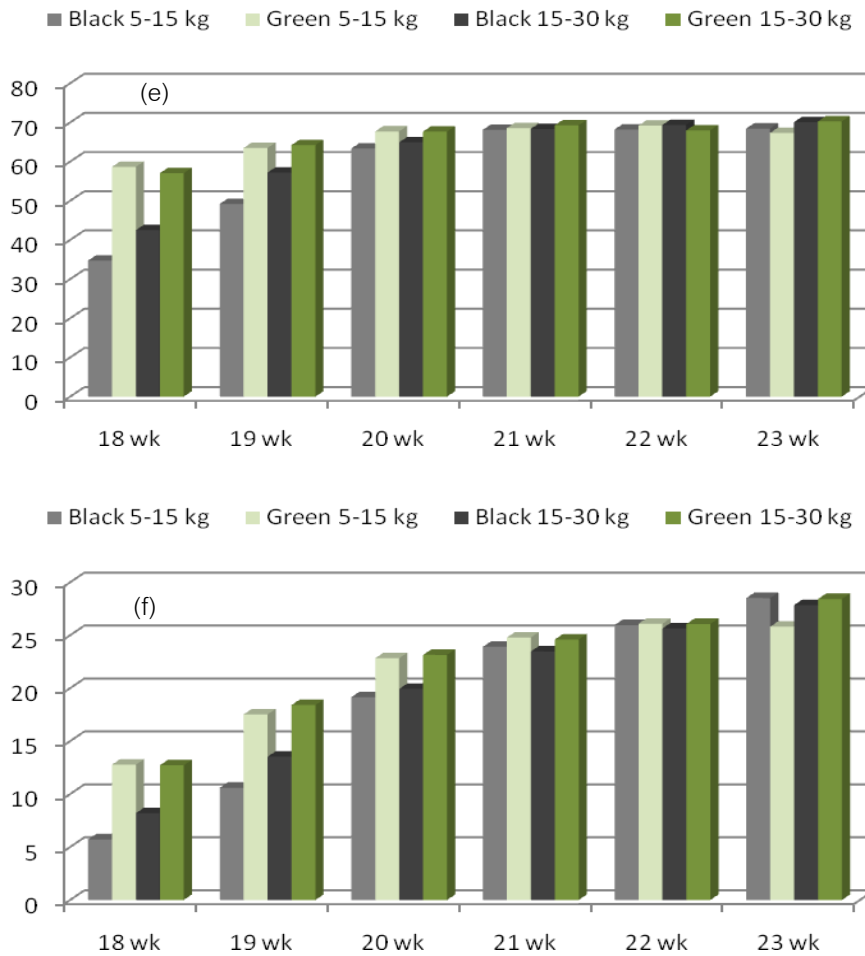
**น้ำมันต่อทะเลสาป** พบว่า ทะเลสาปาล์มน้ำมันอายุ 18 WAA ผลดิบสีเขียว (ทั้ง 2 ขนาด) มีการสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 223 และ 155 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่ 19 WAA ผลดิบสีเขียวทั้ง 2 ขนาดสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 165 และ 136 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทะเลสาปาล์มน้ำมันมีเวลาในการสังเคราะห์น้ำมันเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของน้ำมันต่อทะเลสาปของผลดิบสีเขียวและผลดิบสีดำทั้ง 2 ขนาดมีค่าลดลงตามลำดับ โดยผลดิบสีเขียวสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 119 และ 116 เปอร์เซ็นต์ (ที่ 20 WAA) และ 104 และ 105 เปอร์เซ็นต์ (ที่ 21 WAA) และน้ำมันต่อทะเลสาปที่ 22 และ 23 WAA มีค่า 25.6-26.1 และ 25.8-28.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1f) ซึ่งในช่วงดังกล่าว ทะเลสาปมีลักษณะตั้งแต่สีผิวผลเปลี่ยนสี 100 เปอร์เซ็นต์ถึงผลร่วงมากกว่า 10 ผลต่อทะเลสาป ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะแตกต่างกันตามฤดูกาล และเมื่อคำนวณความแตกต่างของน้ำมันต่อทะเลสาปพบว่า ทะเลสาปขนาดเล็ก ลักษณะผลดิบสีเขียวและสีดำอายุ 23 WAA มีน้ำมันต่อทะเลสาปสูงกว่าอายุ 18 WAA 2.01 และ 4.98 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันต่อทะเลสาป ของทะเลสาปขนาดใหญ่มีค่าแตกต่างกัน 2.23 และ 3.52 เท่า ตามลำดับ

ดังนั้นหากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มรับซื้อทะเลสาปาล์มน้ำมันคุณภาพ อายุ 23 WAA อัตราการสกัดน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเป็น 20.8-23.5 เปอร์เซ็นต์ (หักลบความแปรปรวนของผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในกระบวนการสกัดน้ำมันรวม 5 เปอร์เซ็นต์)









ภาพที่ 1 ขนาดทะลาย (a), การติดผล (b), เปลือกสดต่อผล (c), เปลือกแห้งต่อผล (d), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (e) และน้ำมันต่อทะลาย (f) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 18-23 WAA 2 ลักษณะ (ผลดิบสีดำและผลดิบสีเขียว) จำนวน 2 ขนาด (5-15 และ 15-30 กิโลกรัม) ระหว่างเดือนมกราคม 2554 - ธันวาคม 2556

### 1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสีผลอายุทะลาย 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 1) พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระของทะลายที่มีอายุและสีผลแตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน (0.30-0.85 % as palmitic acid) เช่นเดียวกับค่าไอโอดีนและค่า DOBI ที่มีค่าระหว่าง 49.3-56.1 และ 2.35-4.37 ในขณะที่อายุทะลายมีผลต่อปริมาณวิตามินเอ โดยปริมาณวิตามินเอมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุทะลายปาล์มเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณวิตามินเอเฉลี่ยของทะลายที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าสูงกว่าผลดิบสีดำ สำหรับสีของน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ค่า R เพิ่มขึ้นเมื่ออายุทะลายเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Y, B และ N มีค่าค่อนข้างคงที่แม้ว่าอายุปาล์มจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่าประมาณ 64.8-70.7, 0.00-0.68 และ 0.03-1.07 ตามลำดับ สำหรับเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ

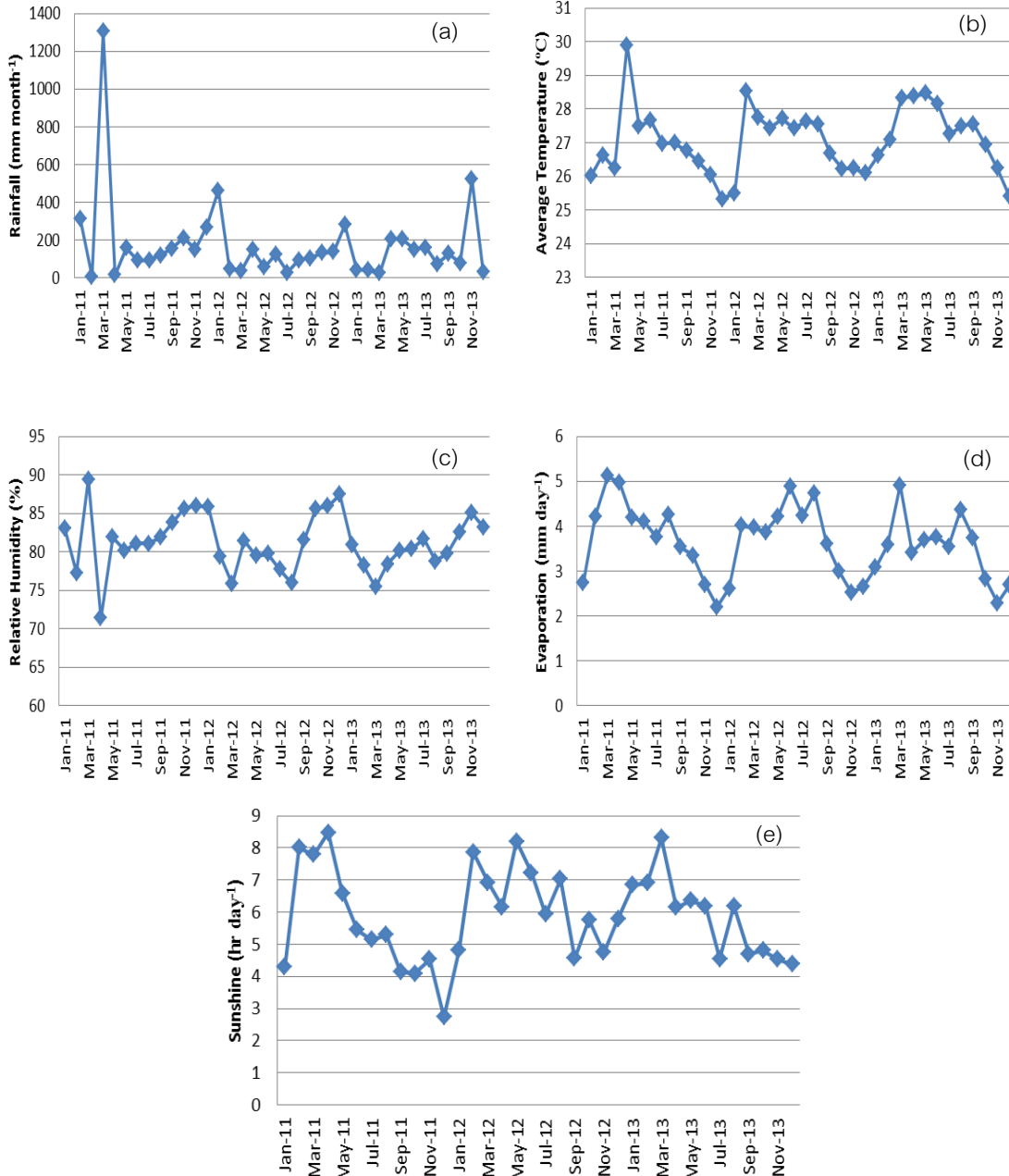
น้ำมันปาล์มดิบพบว่า ที่ 18 WAA ค่าความคงตัวค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับทะเลายอายุ 20 WAA ขึ้นไป

**ตารางที่ 1** ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA), ค่าไอโอดีน (IV), ค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอ (Vitamin A), ค่าสี (Color) และค่าความคงตัว (Oxidative stability) ของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะเลายปาล์มน้ำมันผลดิบสีดำและสีเขียวอายุ 18-23 WAA

อายุทะเลาย (WAA)	FFA	IV	DOBI	Vitamin A (ppm)	Colour				Oxidative stability (hr.)
					R	Y	B	N	
ผลดิบสีดำ									
18	0.30	56.0	2.48	154	11.5	70.0	0.00	0.03	16.2
19	0.41	56.1	2.35	346	14.6	70.4	0.42	0.32	16.5
20	0.45	53.4	3.24	337	20.4	68.4	0.24	0.54	21.3
21	0.53	50.0	2.91	390	21.5	68.0	0.18	0.70	20.7
22	0.85	50.2	4.37	356	20.9	69.4	0.15	0.54	16.4
23	0.42	49.3	3.81	479	24.7	68.7	0.41	0.81	22.7
ผลดิบสีเขียว									
18	0.31	50.3	3.60	223	14.5	70.7	0.68	0.12	17.2
19	0.27	53.5	3.43	354	20.0	69.8	0.61	0.34	22.6
20	0.39	52.4	4.25	337	20.5	67.9	0.18	0.45	21.6
21	0.43	52.9	3.82	422	22.6	64.8	0.21	0.80	22.7
22	0.70	50.8	3.90	463	24.8	67.9	0.26	0.34	19.8
23	0.66	53.3	3.93	481	24.2	66.7	0.00	1.07	20.5

### 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะเลายปาล์มน้ำมันในรอบปี

**ข้อมูลอุตุนิมวิทยา** ตลอดระยะเวลา 3 ปี ที่ทำการทดลอง ปรากฏว่า เกิดภาวะน้ำท่วมในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 (1,303 มิลลิเมตรต่อเดือน) ซึ่งเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และปริมาณฝนในช่วง 3 ปี มีค่า 1,589 1,653 และ 1,666 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ปี 2554 ไม่คิดช่วงฝนตกหนักในเดือนมีนาคม) โดยจำนวนเดือนที่ปริมาณฝนน้อยกว่า 200 มิลลิเมตรมีสูง 8-10 เดือน (ภาพที่ 2a) ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีค่าสูงในช่วงแล้ง เช่นเดียวกับค่าระเหยน้ำและชั่วโมงแสงแดดที่ปาล์มน้ำมันได้รับ (ภาพที่ 2b 2d และ 2e) ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน (ภาพที่ 2c)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (a), อุณหภูมิเฉลี่ย (b), ความชื้นสัมพัทธ์ (c), ค่าระเหยน้ำ (d) และชั่วโมงแสงแดด (e) ในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 – ธันวาคม 2556

### 1.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันในรอบปี

**การติดผล** อัตราการติดผลของปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน 18-23 WAA มีค่าใกล้เคียงกัน (71.3-73.4 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อเฉลี่ยระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคมตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีค่า 69.6-73.7 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการติดผลเฉลี่ยในเดือนธันวาคมมีค่าต่ำสุด 69.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม (ภาพที่ 2a) และมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 73.5-73.7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3a และตาราง

ภาคผนวกที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Mhanhmad และคณะ (2011) ที่รายงานว่า อัตราการติดผลของปาล์มน้ำมันชนิดครู่ในช่วงแล้งมีค่าสูงกว่าช่วงฝน (67.5 และ 56.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

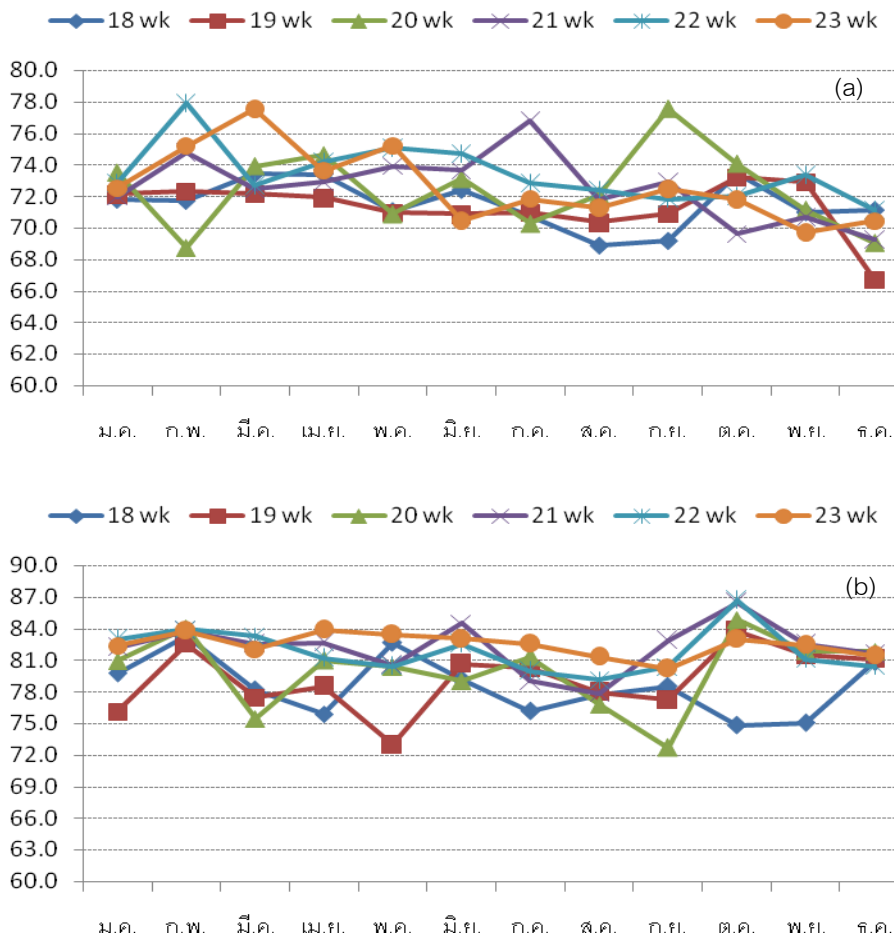
**เปลือกสดต่อผล** มีผลต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลาย ยิ่งมีค่าสูงแสดงว่า โอกาสที่ทะลายนั้นจะให้ผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม หากเก็บเกี่ยวในระยะที่ความสุกของปาล์มน้ำมันยังพัฒนาไม่เต็มที่ อัตราน้ำมันที่ได้จะมีค่าน้อย จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-20 WAA มีอัตราเปลือกสดต่อผลเฉลี่ยต่ำกว่า อายุ 21-23 WAA (78.5-80.0 เปอร์เซ็นต์ และ 81.8-82.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แสดงว่า อัตราการพัฒนาของเปลือกสดยังคงมีต่อเนื่อง และเริ่มมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่ออายุ 21 WAA ขึ้นไป สำหรับอัตราเปลือกสดต่อผลในรอบปีเฉลี่ยมีค่า 78.5-83.6 เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนกุมภาพันธ์มีค่าสูงสุด 83.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3b และตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำฝนในช่วง 6-10 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว

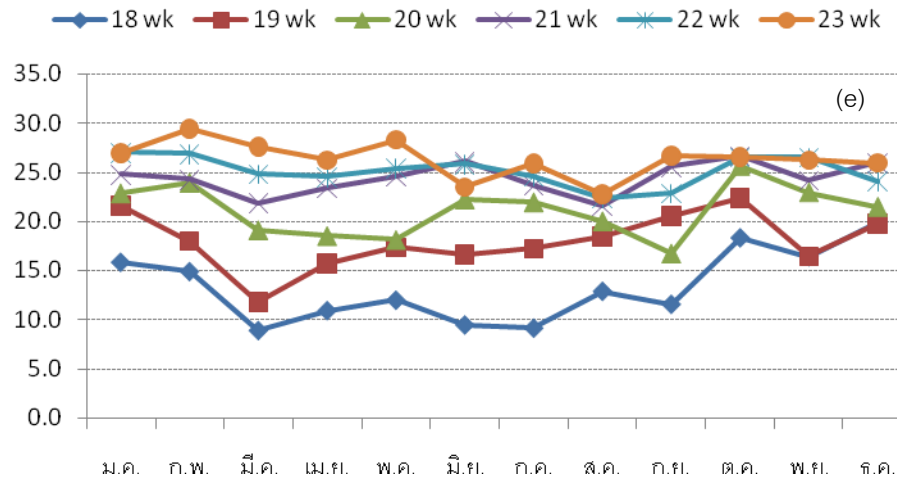
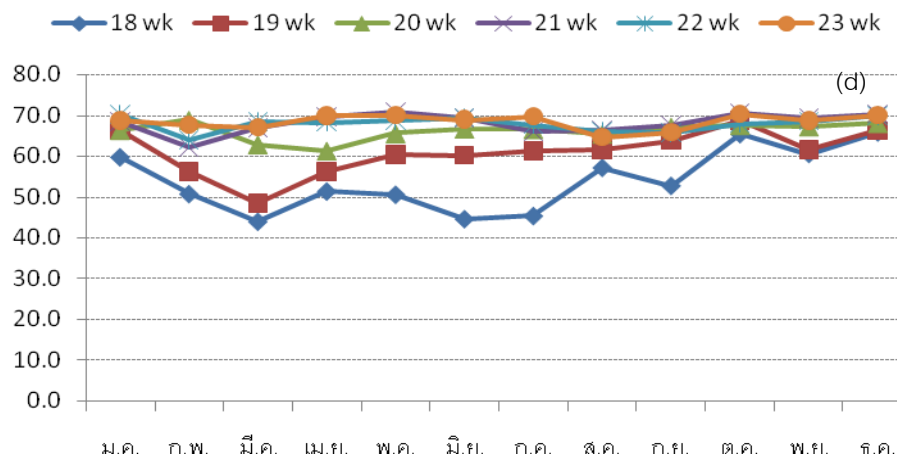
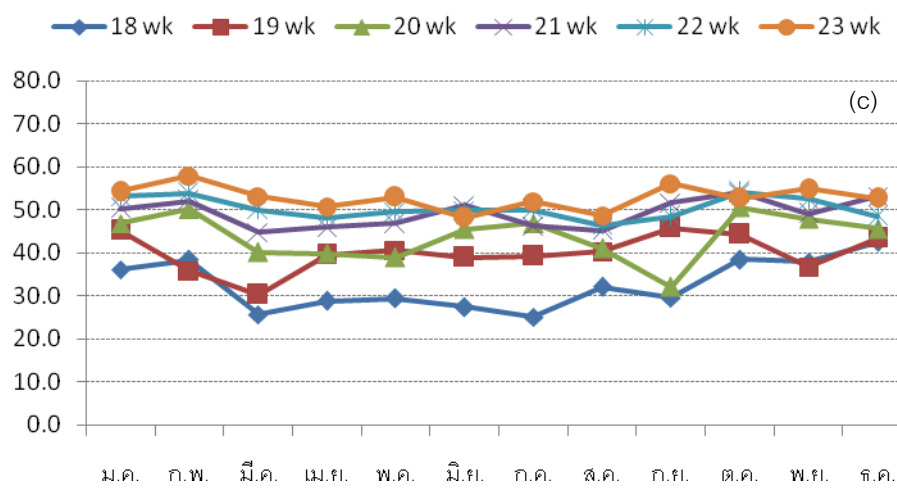
**เปลือกแห้งต่อผล** เปลือกแห้งต่อผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสุกและอัตราน้ำมันต่อทะลาย จากภาพที่ 3c แสดงให้เห็นถึง อัตราการเพิ่มขึ้นของเปลือกแห้งต่อผลเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ย 32.6, 40.0, 43.8, 49.2, 50.4 และ 52.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า อิทธิพลของสภาพอากาศและระยะการพัฒนาความสุกของทะลายมีผลต่ออัตราเปลือกแห้งต่อผล โดยช่วงเดือนมีนาคม-กันยายน อัตราเปลือกแห้งต่อผลค่อนข้างต่ำในทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-22 WAA แต่ที่อายุ 23 WAA พบว่าอัตราเปลือกแห้งต่อผลส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 2) ในขณะที่ Mhanhmad และคณะ (2011) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของอัตราเปลือกแห้งต่อทะลายในช่วงฝนและแล้ง (24.2 และ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

**น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** เป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ถึงการพัฒนาน้ำมันของเปลือกผล โดยอัตราน้ำมันต่อเปลือกแห้งที่อายุ 18-19 WAA มีค่าเฉลี่ย 53.9-60.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าต่ำมากในช่วงแล้ง (กุมภาพันธ์-เมษายน) เช่นเดียวกับทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 20 WAA ที่มีค่าต่ำในช่วงนั้นเช่นกัน เนื่องจากช่วงดังกล่าวมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาของทะลาย จึงส่งผลกระทบต่อสารสกัดและสะสมของน้ำมัน ในขณะที่ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 21-23 WAA การสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน 67.8-68.5 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเฉลี่ยในรอบปีพบว่า อัตราน้ำมันต่อเปลือกแห้งของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำสุด 59.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3d และตารางภาคผนวกที่ 2)

**น้ำมันต่อทะลาย** ระยะพัฒนาความสุกของทะลายและสภาพแวดล้อมมีผลต่อองค์ประกอบทะลายค่อนข้างมาก และปัจจัยทั้งหมดส่งผลถึงน้ำมันต่อทะลาย โดยพบว่า น้ำมันต่อทะลายที่อายุ 18-20 WAA มีค่าแตกต่างกันมากในรอบปี (8.90-19.8, 11.8-22.3 และ 16.7-25.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และมีค่าต่ำสุดช่วงแล้ง (มีนาคม-พฤษภาคม) น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันอายุ 23 WAA มีค่าสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ (สูงกว่าทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18, 19, 20, 21 และ 22 WAA 98.5, 46.7, 25.1, 8.20 และ 5.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และจากค่าเฉลี่ยทุกช่วงอายุในรอบปีพบว่า น้ำมันต่อทะลายของเดือนมีนาคม-เมษายน และสิงหาคมมีค่าต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง

ส่วนใหญ่เป็นผลจากทะเลาะปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 18-21 WAA ดังนั้น หากต้องการเพิ่มอัตราการสกัดน้ำมันเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ต้องเก็บเกี่ยวทะเลาะปาล์มน้ำมันที่อายุ 21 WAA ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่สีผิวผลเปลี่ยนมากกว่า 80-90 เปอร์เซ็นต์ และหากเกษตรกรเก็บเกี่ยวทะเลาะปาล์มน้ำมันอายุ 22-23 WAA อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 22-23 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรจะได้รับราคาผลผลิตทะเลาะสดสูงขึ้นอีกด้วย (ภาพที่ 3e และตารางภาคผนวกที่ 2)





ภาพที่ 3 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และ น้ำมันต่อทะเลาย (e) ของทะเลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบานในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 - ธันวาคม 2556

**1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ**

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีความสุก 3 ระดับพบว่า

**ปริมาณกรดไขมันอิสระ**มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม (0.42-0.73% as palmitic acid) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (2555) ที่พบว่า น้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มสุกมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าทะลายปาล์มดิบและกึ่งสุก

**ค่าไอโอดีน** (มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (50.9-51.8) และความสุกไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

**ค่า DOBI** แสดงถึงความสดของน้ำมันปาล์มดิบ ถ้าค่าต่ำกว่า 2.2 แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวไม่สด มีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน หรือเกิดจากทะลายที่เข้าสู่โรงสกัดน้ำมันปาล์มมีคุณภาพต่ำ และส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียไขมันปาล์มดิบจากการฟอกสีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลวิเคราะห์คุณภาพพบว่า DOBI มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ (3.17-4.19) เมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน (2.20) ซึ่งสอดคล้องกับ Jusoh และคณะ (2013) ที่พบว่า ค่า DOBI ของน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มที่สุกเต็มที่ (2.53-6.69) มีค่าสูงกว่าปาล์มกึ่งสุก (2.45-4.12) และปาล์มสุก (0.99-2.96) ตามลำดับ

**วิตามินเอ** เป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ไขมันปาล์มดิบ จากผลวิเคราะห์พบว่า ปริมาณวิตามินเอมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของทะลายปาล์มน้ำมัน (320-496 ppm) แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มสุกมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าทะลายดิบ

**ค่าสี**พบว่า ค่า R เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่ออายุทะลายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณวิตามินเอที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Y, B และ N มีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าอายุทะลายจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่า 67.4-69.3, 0.06-1.45 และ 0.34-0.81 ตามลำดับ สำหรับ

**เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน** ของน้ำมันปาล์มดิบพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุของทะลายปาล์ม โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 19.1-25.5 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA), ค่าไอโอดีน (IV), ค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอ (Vitamin A), ค่าสี (Color) และค่าความคงตัว (Oxidative stability) ของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน

อายุ ทะลาย (สัปดาห์)	FFA	IV	DOBI	Vitamin A (ppm)	Colour				Oxidative stability (hr.)
					R	Y	B	N	
18	0.42±0.25	51.2±4.04	3.17±1.05	320±143	18.8±6.34	69.3±6.18	1.45±7.59	0.34±0.56	19.1±4.17
19	0.42±0.21	52.2±4.48	3.57±1.04	433±146	20.9±4.79	68.7±3.14	0.34±0.81	0.76±1.22	21.9±4.10
20	0.48±0.25	50.7±2.83	4.00±0.86	447±135	22.8±3.82	67.5±3.58	0.32±0.77	0.59±0.71	22.7±3.87



---

<b>21</b>	0.56±0.30	51.6±2.55	4.09±0.95	460±131	23.8±4.00	67.8±3.42	0.20±0.60	0.77±0.72	23.1±3.82
<b>22</b>	0.73±0.41	51.6±2.77	4.17±0.91	471±135	24.1±4.24	68.0±3.27	0.06±0.28	0.69±0.67	23.8±3.66
<b>23</b>	0.70±0.49	51.6±3.77	4.19±0.83	496±129	24.6±3.98	67.4±3.75	0.12±0.45	0.81±0.71	25.2±3.59

---

## การทดลองย่อยที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม องค์ประกอบทะเลและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

### 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะเลปาล์มน้ำมัน เป็นการศึกษาในปาล์ม

น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีที่มีผลกระทบต่อ องค์ประกอบทะเลปาล์มน้ำมันในปาล์มทะเล 3 ระดับความลึก คือ ดิบ, กึ่งสุกและสุก (ตามมาตรฐาน มกษ.5702 ของ มกอช.) ซึ่งขนาดทะเลที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีน้ำหนักเฉลี่ย 14.4-19.1 กิโลกรัม

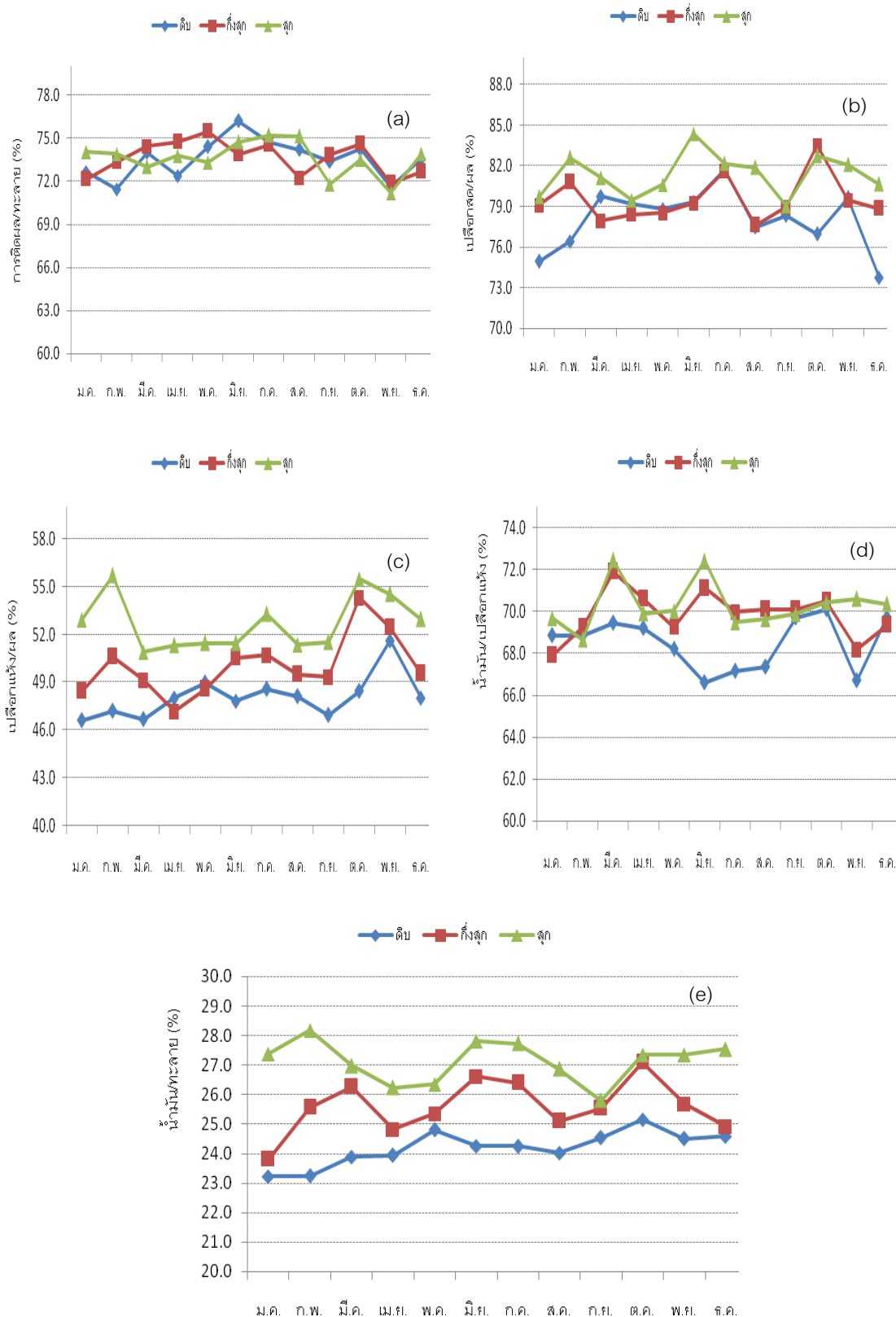
**การติดผลต่อทะเล** ค่าเฉลี่ยการติดผลระหว่างความลึก 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน 73.5-73.6 เปอร์เซ็นต์ และในรอบปีอัตราการติดผลที่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ยในรอบปี อัตราการติดผลมีค่าไม่ต่างกันมากนักและมีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4a และตารางภาคผนวกที่ 4)

**เปลือกสดต่อผล** ค่าเฉลี่ยอัตราเปลือกสดต่อผลเพิ่มขึ้นตามความลึกของปาล์ม โดยมีค่า 78.0, 79.5 และ 81.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุด 81.7, 83.5 และ 84.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในเดือนกรกฎาคม, มิถุนายนและตุลาคม (ภาพที่ 4b และตารางภาคผนวกที่ 4)

**เปลือกแห้งต่อผล** เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความลึกของทะเลปาล์มน้ำมันได้ดี เนื่องจากปริมาณเปลือกแห้งที่สูงแสดงว่า มีปริมาณน้ำมันมากกว่าน้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราเปลือกแห้งต่อผลเพิ่มขึ้นตามความลึกของปาล์มเช่นเดียวกับเปลือกสด โดยมีค่า 48.1, 50.0 และ 52.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และทะเลปาล์มทั้ง 3 ระดับมีอัตราการสะสมเปลือกแห้งสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน, ตุลาคม และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4c และตารางภาคผนวกที่ 4)

**น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** จากค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อเปลือกแห้งในรอบปีของปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุกพบว่า มีค่า 68.5, 69.8 และ 70.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในแต่ละเดือนมีค่าน้ำมันต่อเปลือกแห้งค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4d และตารางภาคผนวกที่ 4)

**น้ำมันต่อทะเล** เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณลักษณะต่างๆ ขององค์ประกอบทะเล โดยน้ำมันต่อทะเลของทะเลปาล์มดิบ, กึ่งสุก และสุกมีค่า 23.2-25.2, 23.8-27.1 และ 25.8-28.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อทะเล 24.2, 25.6 และ 27.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และน้ำมันต่อทะเลของทะเลปาล์มดิบและกึ่งสุก มีค่าต่ำสุดเดือนมกราคม และสูงสุดเดือนตุลาคม ทะเลปาล์มสุกมีค่าต่ำสุดเดือนกันยายน และสูงสุดเดือนกุมภาพันธ์ จากแนวโน้มดังกล่าวแสดงว่า หากมีการรับซื้อปาล์มดิบและปาล์มกึ่งสุกเข้าโรงสกัด มีความเป็นไปได้ที่อัตราการสกัดน้ำมันจะมีค่าต่ำในช่วงต้นปี (มกราคม-เมษายน)แต่อย่างไรก็ตามไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ แต่หากมีระเบียบหรือข้อบังคับให้รับซื้อเฉพาะปาล์มสุก อัตราการสกัดน้ำมันที่ได้จะมีค่า 22.8-25.2 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีผลกระทบต่ออัตราการสกัดน้ำมัน แม้จะเป็นช่วงฤดูแล้ง (ภาพที่ 4e และตารางภาคผนวกที่ 4)



ภาพที่ 4 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และ น้ำมันต่อทะลาย (e) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่มีลักษณะดิบ, กึ่งสุก และสุกในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 - ธันวาคม 2556

## 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

จากผลวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะเลสาบปาล์มดิบ, กิ่งสุก และสุก ตั้งแต่ มกราคม 2554 – ธันวาคม 2556 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

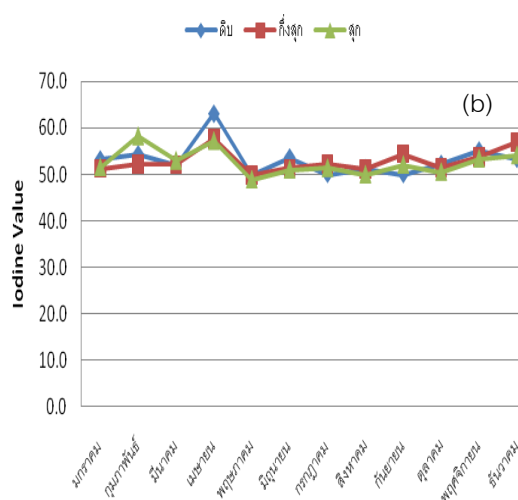
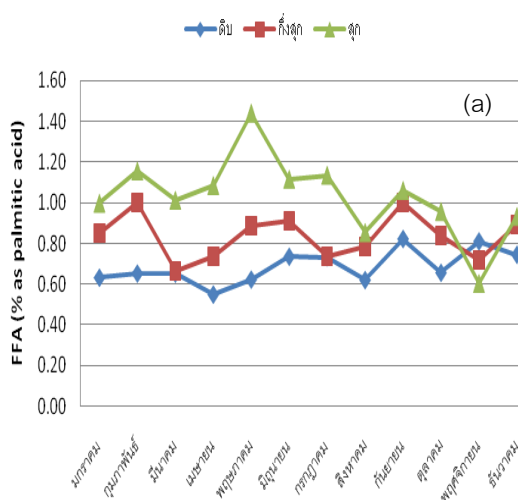
**ปริมาณกรดไขมันอิสระ** มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะเลสาบปาล์ม (0.69, 0.84 และ 1.03 % as palmitic acid) และปริมาณกรดไขมันอิสระของทะเลสาบปาล์มดิบและปาล์มกิ่งสุกในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน 0.55-0.82 และ 0.67-1.00 % as palmitic acid ในขณะที่ทะเลสาบปาล์มสุกมีค่าแตกต่างกันในรอบปี (0.60-1.44 % as palmitic acid) โดยมีค่าสูงสุดเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากสภาพแวดล้อม (ภาพที่ 5a และตารางภาคผนวกที่ 5)

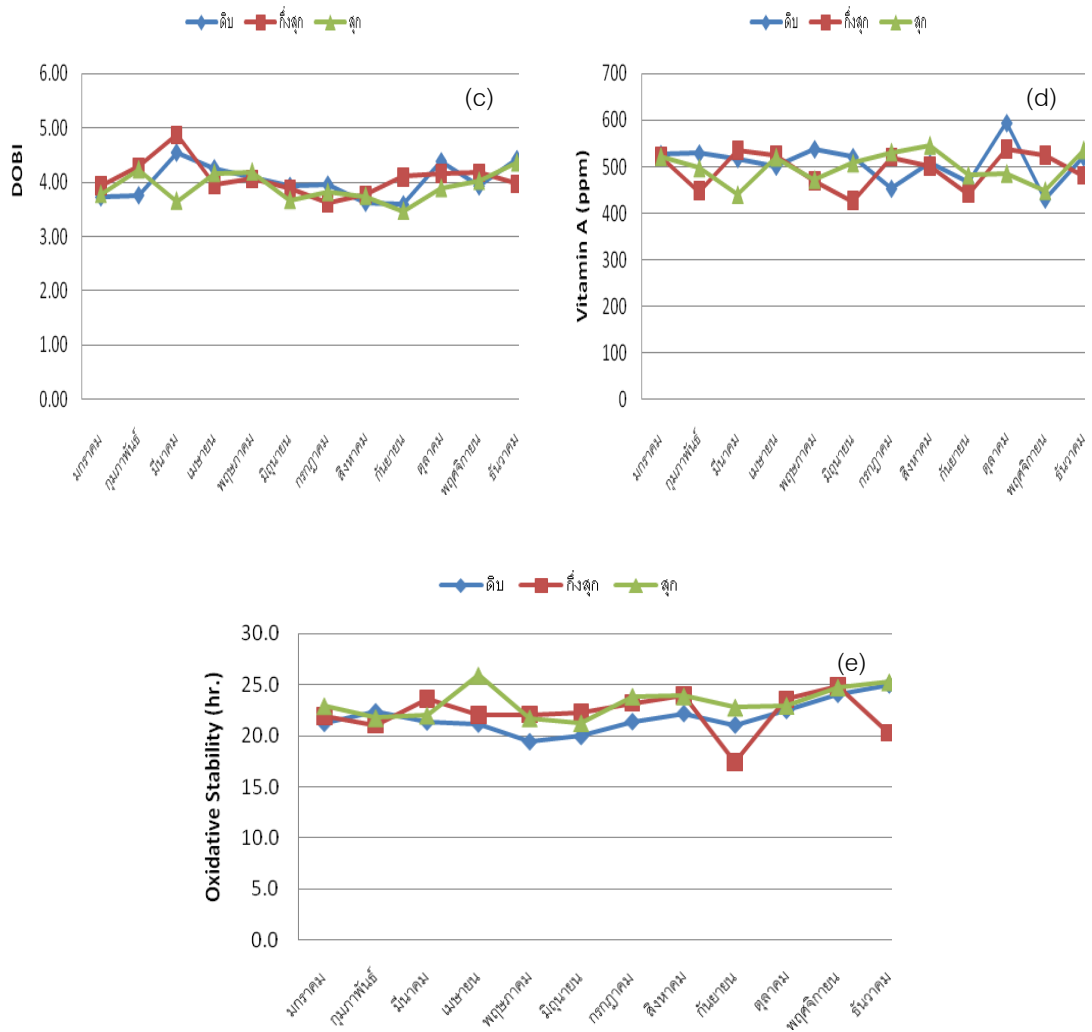
**ค่าไอโอดีน** ทะเลสาบปาล์มที่ความสุกทั้ง 3 ระดับ มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (52.6-53.2) และพบว่า ในช่วงเดือนเมษายน ค่าไอโอดีนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งทะเลสาบปาล์มดิบ, กิ่งสุก และสุก (ภาพที่ 5b และตารางภาคผนวกที่ 5)

**ค่า DOBI** ค่าเฉลี่ย DOBI ของทะเลสาบปาล์มทั้ง 3 ระดับความสุกมีค่าใกล้เคียงกัน (3.92-4.06) ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน (2.20) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้เป็นน้ำมันปาล์มดิบคุณภาพดีจากทะเลสาบปาล์มสด (ภาพที่ 5c และตารางภาคผนวกที่ 5)

**วิตามินเอ** ทะเลสาบปาล์มทั้ง 3 ระดับความสุกมีปริมาณวิตามินเอค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน (494-509 ppm) แสดงว่า หากโรงสกัดน้ำมันปาล์มมีการคัดคุณภาพทะเลสาบปาล์มเข้าสู่กระบวนการสกัด น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าการสกัดจากทะเลสาบปาล์มอ่อน (ภาพที่ 5d และตารางภาคผนวกที่ 5)

**เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน** พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสุกของทะเลสาบปาล์ม โดยมีค่า 21.8, 22.2 และ 23.3 ชั่วโมง ตามลำดับ และพบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน) (ภาพที่ 5e และตารางภาคผนวกที่ 5)





ภาพที่ 5 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (a), ค่าไอโอดีน (b), DOBI (c), ปริมาณวิตามินเอ (d) และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (e) ของน้ำมันปาล์มดิบจากทะเลสาบดิบ, กิ่งสุกและสุกระหว่างเดือนมกราคม 2554 – กันยายน 2556

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ทะลายผลดิบสีเขียวให้ขนาดของทะลาย, เปลือกแห้งต่อผล, น้ำมันต่อเปลือกแห้งและน้ำมันต่อทะลายสูงกว่าทะลายผลดิบสีดำที่อายุ 18-21 WAA รวมถึงความเร็วในการสังเคราะห์น้ำมัน แต่เมื่อเข้าใกล้ระยะสุก 22-23 WAA น้ำมันต่อทะลายของทะลายที่สีผลดิบต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกัน

2. สภาพแวดล้อมในรอบปีมีอิทธิพลต่อการพัฒนาองค์ประกอบของทะลาย เปอร์เซ็นต์การติดผลและอัตราเปลือกสดต่อผลมีค่าสูงในช่วงแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) แต่เนื่องจากอัตราเปลือกแห้งต่อผล และน้ำมันต่อเปลือกแห้งมีค่าต่ำในช่วงดังกล่าว ทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลายมีค่าต่ำในช่วงแล้งเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่ผลปาล์มน้ำมันสังเคราะห์น้ำมันนั้นอยู่ในช่วงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

3. น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยของทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 23 WAA มีค่าสูงสุด และจากค่าเฉลี่ยในรอบปี เดือนมีนาคม-เมษายน และสิงหาคมมีค่าน้ำมันต่อทะลายต่ำมาก (19.0-19.9 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลสืบเนื่องจากน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 18-21 WAA ดังนั้นหากเกษตรกรมีการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 22 WAA ขึ้นไป อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานจะไม่ลดต่ำลงในช่วงแล้ง แต่หากในช่วงแล้ง (มีนาคม-เมษายน) มีการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มอายุ 18-21 WAA ซึ่งเป็นช่วงที่สีผิวผลของทะลายยังเปลี่ยนสีน้อย จะส่งผลกระทบต่ออัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแน่นอน

4. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระ, ค่า DOBI, วิตามินเอ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือความคงตัวของน้ำมันปาล์มดิบ มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มสุกมีคุณค่าทางโภชนาการรวมถึงความสดและความคงตัวดีกว่าทะลายดิบ สำหรับค่าสีพบว่า มีเฉพาะค่า R (สีแดงของน้ำมันปาล์มดิบ) ที่เพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลาย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณวิตามินเอ นอกนั้นความสุกไม่มีผลทั้งค่าสี Y B และ N รวมถึงค่าไอโอดีน

5. ความสัมพันธ์ระหว่างทะลายปาล์มดิบ, กิ่งสุกและสุก และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายพบว่า การติดผลระหว่างความสุก 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยอัตราการติดผลที่ดีอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม แต่ลักษณะเปลือกสดต่อผลและเปลือกแห้งต่อผล ทะลายปาล์มสุกมีค่าสูงกว่าปาล์มกิ่งสุกและปาล์มดิบ ตามลำดับ สำหรับน้ำมันต่อเปลือกแห้งพบว่า ทะลายปาล์มสุกและกิ่งสุกมีค่าใกล้เคียงกัน และสูงกว่าทะลายปาล์มดิบ จากลักษณะที่กล่าวมาจึงส่งผลให้ทะลายปาล์มสุกมีน้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยสูงสุด 27.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทะลายปาล์มกิ่งสุกและดิบ 25.6 และ 24.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า ในภาพรวม อิทธิพลของช่วงแล้ง (มกราคม-เมษายน) ไม่มีผลต่อน้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ระดับความสุก

6. คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะเลาะลายปาล์มน้ำมันที่ความสุก 3 ระดับพบว่า มีเฉพาะ ปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีค่าสูงขึ้นตามระดับความสุกของปาล์มน้ำมัน และไม่พบอิทธิพลของระดับความสุกในส่วนของค่าไอโอดีน, ค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกันมาก สำหรับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีพบว่า มีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ โดยมีค่าสูงสุดเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน และไม่พบอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในลักษณะคุณภาพอื่นๆ

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ใช้ประโยชน์ในการวางนโยบายเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมัน ด้านการพัฒนาพลังงานทดแทน มุ่งเป้าพัฒนาการเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำมันปาล์ม ลดต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มต่อหน่วย โดยกำหนดระเบียบหรือมาตรการในการซื้อขายปาล์มน้ำมันคุณภาพได้มาตรฐานทะเลาะลายปาล์มน้ำมัน ตาม มาตรฐาน มกษ. 5702 ด้วยราคาที่เป็นธรรม
2. ส่งเสริมให้มีมาตรการในการควบคุมคุณภาพทะเลาะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เพื่อยกระดับอัตราการสกัดน้ำมันจาก 16-17 เปอร์เซ็นต์ เป็น 20-22 เปอร์เซ็นต์ ให้สามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านอย่างเช่น มาเลเซีย และอินโดนีเซียได้
3. ส่งเสริมให้มีการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน มุ่งเน้นลักษณะสีผลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดเมื่อผลปาล์มเริ่มสุก และเพิ่มลักษณะปริมาณน้ำมันต่อเปลือกสดให้สูงขึ้นกว่าปัจจุบัน
4. สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ดีของทะเลาะลายปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะผลดิบสีเขียว เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีส้ม ซึ่งมีข้อดีเด่นทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำมันปาล์มดิบ
5. เผยแพร่ข้อมูลงานวิจัยแก่เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมัน, ภาคเอกชนที่อยู่ในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน เช่น บริษัทผู้ปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน, ลานเทและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ รวมถึงเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน และผู้สนใจในภาคต่างๆ

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้บริหารของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และเห็นความสำคัญของงานวิจัยด้านนี้ และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด รวมถึงพี่ๆ นักวิชาการเกษตร ที่ให้คำแนะนำ

### เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์. 2555. การกลั่นน้ำมันปาล์มและการใช้เป็นไบโอดีเซล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [Internet document] URL [www.ces.kmutt.ac.th/classroom/solarenergy/17\\_PalmOil.doc](http://www.ces.kmutt.ac.th/classroom/solarenergy/17_PalmOil.doc) Accessed 6/5/2555.
- สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน. 2552. สถานการณ์การผลิต การตลาดปาล์ม น้ำมัน.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2552. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐาน สินค้าเกษตร: ทะลายปาล์มน้ำมัน มกษ. 5702-2552 จำนวน 7 หน้า.
- Baskett J.P.C., Jacquemard J.C., Durand-Gasselín T., Suryana E., Zaelanie H. and E. Dermawan. 2008. Planting material as key input for sustainable palm oil. *Journal of oil palm research*, 20: 102-114.
- Ekwenye U.N. 2006. Nutrient Composition of Palm Oil for Different Varieties of Oil Palm and Health. *J. of Food Technology*. 4(3):172-173.
- Hadi N.A., Han N.M., May C.Y. and M.A. Ngan. 2012. Dry Heating of Palm Fruits: Effect on Selected Parameters. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*. 5(2): 128-131.
- Haran N.H. 2013. Investigations on a Novel Inductive Concept Frequency Technique for the Grading Oil Palm Fresh Fruit Bunches. *Sensors* 13: 2254-2266.
- Hartley C.W.S. 1988. *The Oil Palm*. 2nd Longman Publishers Ltd., London. 706 pp.
- Jusoh J.M., Rashid N.A. and Z. Omar. 2013. Effect of Sterilization Process on Deterioration of Bleachability Index (DOBI) of Crude Palm Oil Extracted from Different Degree of Oil Palm Ripeness. *J. of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. Vol. 3(4).
- Keshvadi A., Endan J.B., Haran H., Ahmad D. and F. Saleena. 2011. Palm Oil Quality Monitoring in the Ripening Process of Fresh Fruit Bunches. *International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies*. 4(1): 26-52.
- Mhanhmad S., Leewanich P., Punsuvon V., Chanprame S. and P. Srinives. 2011. Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis*). *African Journal of Agricultural Research*. 6(7): 1835-1843.
- Ooi S.C. 1978. Variability in the Deli dura breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). IV. Growth and physiological parameters. *Malay. Agric. J.*, 51 :



359-365.



## ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 องค์ประกอบทะเลของปลาน้ำจืดอายุ 18-23 สัปดาห์หลังดักจับ

องค์ประกอบ ทะเล	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	สีผลดิบ	อายุทะเลหลังดักจับ (สัปดาห์)					
			18	19	20	21	22	23
น้ำหนัก	5-15	ดำ	10.1±2.15	9.51±2.96	11.0±2.85	11.3±2.74	10.7±2.30	11.1±2.99
		เขียว	13.0±1.96	11.5±2.35	12.7±1.97	11.9±2.62	12.7±2.01	12.8±1.78
	15-30	ดำ	18.5±3.04	18.9±2.65	20.3±5.95	20.6±4.06	18.8±3.09	22.9±7.22
		เขียว	23.6±9.25	25.4±6.74	24.7±6.35	27.3±6.96	24.1±6.52	23.8±6.13
การติดผล	5-15	ดำ	71.1±4.44	71.1±5.58	75.5±5.08	74.3±2.57	75.5±2.86	73.8±3.18
		เขียว	69.5±5.59	69.8±5.12	70.3±4.83	71.8±5.07	72.0±4.93	71.7±5.10
	15-30	ดำ	72.1±3.64	70.1±2.91	71.8±2.62	72.1±4.24	73.8±4.28	74.2±4.17
		เขียว	71.9±3.55	71.9±3.17	73.6±2.95	72.2±4.27	73.3±3.16	72.8±3.77
เปลือกสด/ผล	5-15	ดำ	80.9±4.55	79.2±3.79	73.3±8.61	80.4±4.24	80.2±3.30	83.2±5.35
		เขียว	75.4±6.28	75.2±7.33	79.0±5.12	83.4±4.74	81.8±5.21	80.8±5.78
	15-30	ดำ	79.3±5.25	80.2±4.34	80.1±4.91	81.2±3.71	80.5±4.25	85.2±3.75
		เขียว	75.9±7.70	79.9±3.71	82.3±2.70	84.2±2.10	84.3±3.75	84.4±2.09
เปลือกแห้ง/ผล	5-15	ดำ	22.4±4.02	30.0±5.80	40.1±5.10	47.4±3.59	50.5±3.02	56.6±7.34
		เขียว	31.5±5.28	38.8±3.16	48.0±4.56	50.5±4.13	52.5±5.65	53.8±5.85
	15-30	ดำ	25.4±8.82	33.6±4.80	42.8±3.51	47.8±2.64	50.2±3.85	53.6±2.35
		เขียว	30.9±3.25	39.4±2.50	46.5±1.99	49.3±2.52	52.4±2.87	55.6±3.53

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) องค์ประกอบทะเลายของปาล์มน้ำมันอายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน

องค์ประกอบ ทะเลาย	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	สีผลดิบ	อายุทะเลายหลังดอกบาน (สัปดาห์)					
			18	19	20	21	22	23
น้ำมัน/เปลือกแห้ง	5-15	ดำ	34.7±10.6	49.2±7.00	63.3±2.54	68.1±3.04	68.2±1.27	68.4±3.86
		เขียว	58.7±7.17	63.5±3.63	67.7±2.64	68.6±3.71	69.2±3.57	67.3±4.91
	15-30	ดำ	42.5±12.5	57.2±5.15	64.9±2.32	68.3±2.61	69.3±3.14	70.1±2.85
		เขียว	57.1±5.90	64.2±1.63	67.7±1.66	69.3±1.88	68.0±2.12	70.3±2.50
น้ำมัน/ทะเลาย	5-15	ดำ	5.72±2.53	10.6±3.08	19.2±2.77	23.9±1.27	26.0±1.39	28.5±3.46
		เขียว	12.8±2.59	17.5±1.87	22.8±2.41	24.8±3.46	26.1±2.94	25.8±2.39
	15-30	ดำ	8.20±3.98	13.5±2.61	19.9±1.54	23.5±1.41	25.6±2.62	27.9±1.51
		เขียว	12.7±2.13	18.4±1.40	23.1±1.20	24.6±1.19	26.1±1.56	28.4±2.38

ตารางภาคผนวกที่ 2 องค์ประกอบทะเลของปลาล์มน้ำมันอายุ 18-23 WAA ในรอบปี

องค์ประกอบทะเล	เดือน	อายุทะเลหลังดอกลาน (สัปดาห์)						ค่าเฉลี่ย
		18	19	20	21	22	23	
การติดผล (เปอร์เซ็นต์)	มกราคม	71.8±4.19	72.1±3.65	73.5±3.27	72.0±4.63	72.8±3.72	72.5±3.02	72.5
	กุมภาพันธ์	71.7±3.11	72.3±1.36	68.7±13.7	74.8±3.08	77.9±2.92	75.2±4.23	73.5
	มีนาคม	73.4±4.04	72.1±4.51	73.9±4.00	72.5±3.80	72.7±3.52	77.6±7.20	73.7
	เมษายน	73.4±4.16	71.9±3.83	74.6±4.42	72.9±2.71	74.2±4.67	73.6±3.00	73.5
	พฤษภาคม	71.1±3.33	70.9±7.31	70.9±10.5	73.9±2.71	75.1±5.28	75.2±3.44	72.9
	มิถุนายน	72.4±4.14	70.9±4.95	73.1±4.65	73.7±4.84	74.7±4.01	70.5±10.0	72.5
	กรกฎาคม	70.7±4.22	71.0±3.63	70.3±4.15	76.8±8.61	72.8±3.73	71.9±3.64	72.2
	สิงหาคม	68.9±6.44	70.3±3.96	72.1±2.94	71.8±4.14	72.4±4.07	71.3±3.83	71.1
	กันยายน	69.2±8.15	70.9±4.66	77.5±5.99	72.9±4.72	71.8±3.98	72.5±3.08	72.5
	ตุลาคม	73.5±4.99	73.2±2.73	74.1±3.21	69.6±0.82	72.0±1.86	71.8±5.82	72.4
	พฤศจิกายน	71.0±3.70	72.9±4.39	71.2±3.64	70.7±5.11	73.3±4.22	69.7±3.94	71.5
	ธันวาคม	71.2±7.69	66.7±2.87	69.1±5.50	69.3±10.2	71.1±4.32	70.5±3.90	69.6
	เฉลี่ย	71.5	71.3	72.4	72.6	73.4	72.7	72.3

องค์ประกอบทะเลาย	เดือน	อายุทะเลายหลังตอกบาน (สัปดาห์)						ค่าเฉลี่ย
		18	19	20	21	22	23	
เปลือกสด/ผล (เปอร์เซ็นต์)	มกราคม	79.8±5.59	76.1±9.80	80.9±3.90	82.2±4.44	83.0±8.75	82.4±3.18	80.7
	กุมภาพันธ์	83.3±3.35	82.6±2.39	84.1±2.76	83.8±1.54	84.0±4.44	83.8±1.62	83.6
	มีนาคม	78.2±5.64	77.5±6.08	75.5±7.60	82.6±3.56	83.3±3.91	82.0±2.19	79.8
	เมษายน	75.9±8.39	78.5±4.06	81.0±3.98	82.7±3.81	81.2±6.56	83.9±3.24	80.5
	พฤษภาคม	82.7±1.86	73.0±16.9	80.4±5.28	80.5±4.72	80.4±4.92	83.5±6.82	80.1
	มิถุนายน	79.2±9.22	80.6±6.47	79.0±9.40	84.5±8.76	82.5±4.97	83.0±6.44	81.5
	กรกฎาคม	76.2±5.87	80.3±4.16	81.3±5.53	79.0±5.05	80.0±4.94	82.5±4.21	79.9
	สิงหาคม	77.7±6.77	77.9±6.49	76.8±7.22	77.8±6.51	79.1±6.91	81.3±6.61	78.5
	กันยายน	78.5±5.44	77.2±7.25	72.7±1.52	82.9±5.21	80.4±4.90	80.2±6.62	78.6
	ตุลาคม	74.8±7.04	83.8±3.03	84.9±3.17	86.5±1.16	86.7±3.28	83.0±6.43	83.3
	พฤศจิกายน	75.1±9.20	81.5±3.84	81.9±4.37	82.6±5.38	81.1±5.89	82.5±6.87	80.8
	ธันวาคม	80.8±4.38	81.1±6.76	81.9±2.92	81.6±4.27	80.5±4.07	81.4±4.05	81.2
	เฉลี่ย	78.5	79.2	80.0	82.2	81.8	82.5	80.7

องค์ประกอบทะเลาย	เดือน	อายุทะเลายหลังตอกบาน (สัปดาห์)						ค่าเฉลี่ย
		18	19	20	21	22	23	
เปลือกแห้ง/ผล (เปอร์เซ็นต์)	มกราคม	36.1±6.69	45.2±10.9	46.8±3.38	50.3±3.08	53.1±5.95	54.3±8.42	47.6
	กุมภาพันธ์	38.4±14.2	35.8±8.64	50.1±5.42	52.1±5.26	53.9±6.92	57.9±10.2	48.0
	มีนาคม	25.7±6.38	30.3±11.2	40.1±8.60	44.8±6.66	49.9±5.58	53.1±2.25	40.7
	เมษายน	28.8±4.66	39.5±13.5	39.9±6.70	46.0±7.03	48.3±7.41	50.8±7.67	42.2
	พฤษภาคม	29.4±12.3	40.6±11.0	38.9±6.63	46.8±4.84	49.5±6.51	53.0±7.30	43.1
	มิถุนายน	27.4±10.4	39.0±9.93	45.5±9.85	51.1±8.48	49.8±7.17	48.2±5.46	43.5
	กรกฎาคม	25.1±7.78	39.3±7.48	46.9±5.03	46.3±4.35	49.9±5.07	51.9±3.50	43.2
	สิงหาคม	32.1±7.29	40.3±6.39	41.1±8.95	45.2±4.83	46.4±7.37	48.7±7.31	42.3
	กันยายน	29.6±8.02	45.8±8.35	32.1±1.78	51.7±4.56	48.5±3.98	56.2±6.82	44.0
	ตุลาคม	38.4±5.59	44.3±3.16	50.6±6.24	54.1±2.13	54.2±4.45	52.7±7.52	49.1
	พฤศจิกายน	37.9±10.3	36.7±7.28	47.9±6.81	49.1±5.63	52.5±6.45	54.9±8.91	46.5
	ธันวาคม	42.5±4.87	43.3±7.78	45.6±2.94	53.2±10.3	48.5±3.56	52.6±3.77	47.6
	เฉลี่ย	32.6	40.0	43.8	49.2	50.4	52.9	44.8

องค์ประกอบทะเลาย	เดือน	อายุทะเลายหลังตอกบาน (สัปดาห์)						ค่าเฉลี่ย
		18	19	20	21	22	23	
น้ำมัน/เปลือกแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	มกราคม	59.6±7.53	66.3±3.79	66.4±2.29	68.5±2.88	70.2±4.94	68.8±3.85	66.6
	กุมภาพันธ์	50.6±16.4	56.3±8.63	68.9±5.61	62.2±3.89	63.9±1.88	67.6±1.38	61.6
	มีนาคม	43.8±16.5	48.5±19.4	62.9±9.40	67.1±5.04	68.4±2.13	67.1±5.18	59.6
	เมษายน	51.2±7.83	56.2±13.9	61.3±8.41	69.7±2.96	68.2±3.54	70.0±2.71	62.8
	พฤษภาคม	50.5±18.0	60.3±11.1	65.6±3.67	71.0±2.73	68.6±2.88	70.2±2.53	64.3
	มิถุนายน	44.5±17.3	60.2±5.65	66.7±4.83	69.3±3.00	69.4±4.03	69.0±3.37	63.2
	กรกฎาคม	45.2±18.2	61.3±6.08	66.6±2.98	66.2±3.99	67.6±2.63	69.7±6.34	62.8
	สิงหาคม	57.1±10.9	61.6±6.64	65.4±4.67	66.4±4.57	66.1±4.17	64.7±6.96	63.5
	กันยายน	52.6±18.0	63.8±2.92	67.2±0.07	67.7±3.26	65.9±2.96	65.8±4.03	63.8
	ตุลาคม	65.3±3.71	68.8±4.05	67.6±4.31	70.8±1.03	67.9±3.85	70.4±2.71	68.4
	พฤศจิกายน	60.5±8.30	61.7±6.53	67.2±3.93	69.5±3.34	68.5±2.98	68.8±4.44	66.0
	ธันวาคม	65.7±3.43	66.2±3.52	68.1±1.44	70.4±3.94	69.8±3.35	70.1±2.31	68.4
	เฉลี่ย	53.9	60.9	66.2	68.2	67.8	68.5	64.3



องค์ประกอบทะเลาย	เดือน	อายุทะเลายหลังตอกบาน (สัปดาห์)						ค่าเฉลี่ย
		18	19	20	21	22	23	
น้ำมัน/ทะเลาย (เปอร์เซ็นต์)	มกราคม	15.8±4.64	21.6±5.45	22.8±1.92	24.8±1.89	27.0±2.75	27.0±3.67	23.2
	กุมภาพันธ์	14.8±7.01	18.0±9.80	23.9±5.79	24.2±2.78	26.9±4.34	29.4±5.58	22.9
	มีนาคม	8.90±5.25	11.8±7.28	19.1±6.10	21.8±4.38	24.8±2.97	27.6±2.96	19.0
	เมษายน	10.9±2.60	15.7±5.63	18.5±5.18	23.3±3.84	24.5±4.58	26.3±4.92	19.9
	พฤษภาคม	11.9±8.72	17.3±5.36	18.1±4.07	24.6±2.89	25.4±3.00	28.3±4.86	20.9
	มิถุนายน	9.40±5.50	16.6±4.52	22.2±5.35	26.1±4.86	25.8±4.18	23.5±4.93	20.6
	กรกฎาคม	9.10±5.65	17.2±4.63	21.9±2.54	23.7±4.41	24.6±3.18	25.9±2.68	20.4
	สิงหาคม	12.8±4.69	18.4±5.36	20.0±3.95	21.6±3.15	22.4±4.75	22.8±5.51	19.7
	กันยายน	11.5±5.55	20.5±2.28	16.7±0.47	25.6±3.23	22.9±2.41	26.7±2.90	20.6
	ตุลาคม	18.3±2.95	22.3±2.69	25.6±5.50	26.6±0.36	26.5±3.02	26.6±3.84	24.3
	พฤศจิกายน	16.4±5.20	16.4±5.32	22.9±3.85	24.2±3.62	26.5±4.76	26.3±4.34	22.1
	ธันวาคม	19.8±2.81	19.7±4.64	21.5±2.47	25.9±6.21	24.1±2.65	26.0±2.06	22.8
	เฉลี่ย	13.3	18.0	21.1	24.4	25.1	26.4	21.4

ตารางภาคผนวกที่ 3 องค์ประกอบทะเลทรายของปาล์มน้ำมันอายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน

องค์ประกอบทะเลทราย (เปอร์เซ็นต์)	อายุทะเลทรายหลังดอกบาน (สัปดาห์)					
	18	19	20	21	22	23
การติดผล	71.5±1.52	71.3±1.70	72.4±2.54	72.6±2.14	73.4±1.84	72.7±2.33
เปลือกสด/ผล	78.5±2.80	79.2±3.04	80.0±3.52	82.2±2.32	81.8±2.13	82.5±1.09
เปลือกแห้ง/ผล	32.6±5.82	40.0±4.42	43.8±5.43	49.2±3.29	50.4±2.47	52.9±2.81
น้ำมัน/เปลือกแห้ง	53.9±7.71	60.9±5.46	66.2±2.16	68.2±2.50	67.8±1.83	68.5±1.86
น้ำมัน/ทะเลทราย	13.3±3.68	18.0±2.86	21.1±2.65	24.4±1.60	25.1±1.53	26.4±1.82

ตารางภาคผนวกที่ 4 องค์ประกอบทะเลทรายของปาล์มน้ำมันดิบ, กิ่งสุกและสุกในรอบปี (มกราคม 2554 – ธันวาคม 2556)

ทะเลทราย	เดือน												เฉลี่ย
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	
การติดผลต่อทะเลทราย (%)													
ดิบ	72.6±2.86	71.4±2.68	74.0±3.64	72.4±4.02	74.4±2.43	76.2±4.48	74.7±3.12	74.2±3.02	73.4±3.30	74.2±2.73	71.6±4.65	73.5±3.28	73.5±1.37
กิ่งสุก	72.1±2.04	73.3±1.97	74.4±2.35	74.7±4.04	75.5±1.82	73.9±3.29	74.5±2.98	72.2±3.25	73.8±3.56	74.6±3.86	71.9±3.43	72.7±2.85	73.6±1.18
สุก	74.0±3.82	73.9±3.07	73.0±3.39	73.7±8.29	73.3±2.22	74.7±4.68	75.2±2.81	75.1±1.48	71.8±2.83	73.5±3.92	71.2±3.95	73.9±3.95	73.6±1.21

ทะลาย	เดือน												เฉลี่ย
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	
เปลือกสดต่อผล (%)													
ดิบ	74.9±3.20	76.4±3.31	79.7±6.64	79.2±4.52	78.8±2.86	79.3±4.03	81.7±7.55	77.5±5.60	78.3±5.57	77.0±3.15	79.6±4.16	73.7±6.77	78.0±2.23
กึ่งสุก	79.1±5.07	80.8±4.70	78.0±3.95	78.4±3.56	78.5±5.26	79.3±9.28	81.6±4.45	77.6±4.70	79.0±3.43	83.5±3.45	79.5±3.45	78.8±2.23	79.5±1.69
สุก	79.7±6.46	82.6±4.55	81.1±5.46	79.5±6.51	80.6±5.87	84.4±2.04	82.2±5.12	81.9±5.36	79.0±10.4	82.7±4.42	82.1±3.04	80.7±3.00	81.4±1.56
เปลือกแห้งต่อผล (%)													
ดิบ	46.6±3.41	47.2±4.05	46.7±3.81	48.0±4.22	49.0±3.88	47.8±2.77	48.6±4.44	48.1±3.99	47.0±6.19	48.4±5.36	51.6±5.78	48.0±2.51	48.1±1.35
กึ่งสุก	48.4±4.41	50.6±5.11	49.1±3.91	47.2±2.66	48.6±3.87	50.5±5.11	50.7±3.67	49.5±3.86	49.3±2.93	54.3±5.53	52.4±2.17	49.5±3.12	50.0±1.90
สุก	52.9±4.38	55.7±5.21	50.9±4.04	51.3±4.46	51.5±4.73	51.5±3.11	53.3±3.76	51.4±4.10	51.5±3.32	55.5±2.77	54.5±4.12	53.0±3.67	52.7±1.71
น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (%)													
ดิบ	68.9±3.02	68.9±1.50	69.5±3.45	69.2±1.94	68.2±2.69	66.6±2.28	67.2±2.91	67.4±2.18	69.7±2.36	70.1±1.20	66.7±5.35	69.7±3.01	68.5±1.25
กึ่งสุก	67.9±3.91	69.2±4.51	71.9±2.13	70.6±3.43	69.3±2.29	71.1±2.55	70.0±2.71	70.1±4.51	70.1±2.28	70.5±2.17	68.2±3.51	69.3±2.60	69.8±1.14
สุก	69.7±3.86	68.6±2.70	72.4±2.47	69.9±4.26	70.0±1.79	72.4±2.24	69.5±4.15	69.6±2.13	69.9±1.87	70.4±3.53	70.6±2.64	70.4±2.83	70.3±1.12
น้ำมันต่อทะลาย (%)													
ดิบ	23.2±0.98	23.2±2.45	23.9±1.27	23.9±1.13	24.8±1.68	24.3±2.06	24.2±0.93	24.0±2.16	24.5±2.53	25.2±2.62	24.5±2.29	24.6±1.24	24.2±0.58
กึ่งสุก	23.8±3.34	25.6±1.47	26.3±2.26	24.8±1.61	25.3±1.84	26.6±3.64	26.4±1.96	25.1±3.07	25.5±2.19	27.1±3.07	25.7±1.89	24.9±1.46	25.6±0.90

สูง	27.4±3.67	28.2±2.15	27.0±3.19	26.2±2.22	26.3±1.89	27.8±2.30	27.7±0.87	26.9±2.41	25.8±1.61	27.3±2.61	27.3±2.16	27.5±2.69	27.1±0.71
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ตารางภาคผนวกที่ 5 คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (กรดไขมันอิสระ, ค่าไอโอดีน, DOBI, วิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน) ของทะเลาะปาล์มน้ำมันดิบ, กิ่งสูงและสูงในรอบปี (มกราคม 2554 – ธันวาคม 2556)

ทะเลาะ	เดือน												เฉลี่ย
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	
กรดไขมันอิสระ (% as palmitic acid)													
ดิบ	0.63±0.27	0.65±0.31	0.65±0.38	0.55±0.28	0.62±0.28	0.73±0.53	0.73±0.47	0.62±0.34	0.82±1.07	0.66±0.39	0.81±0.52	0.74±0.37	0.69
กิ่งสูง	0.85±0.68	1.00±0.30	0.67±0.43	0.74±0.42	0.89±0.43	0.91±0.32	0.74±0.42	0.79±0.40	1.00±0.69	0.84±0.58	0.72±0.49	0.89±0.52	0.84
สูง	1.00±0.43	1.16±0.45	1.01±0.49	1.09±0.59	1.44±0.74	1.12±0.74	1.14±0.53	0.85±0.46	1.06±0.56	0.96±0.49	0.60±0.33	0.93±0.50	1.03
ค่าไอโอดีน													
ดิบ	53.2±5.97	54.3±6.64	52.0±1.10	63.2±0.77	49.9±1.90	53.6±6.11	50.0±3.52	51.3±2.93	50.0±9.12	52.2±2.85	55.2±5.94	53.3±5.03	53.2
กิ่งสูง	51.2±1.96	52.2±16.2	52.1±11.6	57.7±4.94	49.8±2.48	51.3±6.89	52.2±2.04	51.2±2.81	54.4±3.94	51.4±3.40	53.7±5.23	57.0±6.58	52.8
สูง	51.6±2.86	58.3±8.49	53.0±3.05	57.3±8.79	48.9±1.51	51.0±4.84	51.4±2.34	50.0±3.69	52.1±3.37	50.5±2.05	53.4±5.46	54.1±6.87	52.6
DOBI													
ดิบ	3.73±0.60	3.76±0.73	4.55±0.90	4.26±0.59	4.09±0.79	3.93±0.98	3.96±0.89	3.63±0.62	3.59±1.21	4.39±0.85	3.93±1.05	4.43±0.85	4.02
กิ่งสูง	3.93±0.63	4.28±1.42	4.87±1.10	3.96±0.74	4.06±0.83	3.87±0.54	3.61±0.77	3.76±0.63	4.09±0.62	4.16±0.65	4.17±0.77	3.96±1.16	4.06
สูง	3.78±0.84	4.24±0.73	3.66±1.05	4.17±1.32	4.20±0.92	3.67±0.94	3.82±0.75	3.75±0.61	3.47±0.70	3.89±0.96	4.03±0.70	4.37±0.87	3.92

วิตามินเอ (ppm)													
ดิบ	528±133	529±166	518±129	501±96.0	539±114	522±149	453±148	508±153	467±177	595±139	430±157	521±146	509
กึ่งสุก	521±135	447±122	535±171	525±140	469±122	426±96.0	520±141	500±151	440±96.2	538±134	524±173	481±131	494
สุก	522±215	497±140	440±101	521±110	473±123	508±151	532±139	546±130	482±134	486±92.2	448±91.1	536±84.0	499
เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ชั่วโมง)													
ดิบ	21.2±3.20	22.4±2.94	21.4±3.73	21.2±3.42	19.4±3.80	20.0±3.70	21.4±5.25	22.2±3.90	21.1±5.84	22.5±2.74	24.1±4.99	25.0±5.54	21.8
กึ่งสุก	21.9±3.17	21.1±7.29	23.6±6.17	22.0±3.09	22.1±4.23	22.3±1.96	23.2±4.08	24.0±4.21	17.4±1.98	23.6±4.04	24.9±4.62	20.3±2.61	22.2
สุก	22.9±4.11	21.8±2.28	22.0±4.32	25.9±3.28	21.8±4.82	21.3±2.58	23.9±4.49	23.9±5.22	22.8±4.12	23.0±1.91	24.8±4.25	25.3±4.27	23.3