

อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร ในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า

Heritability and Correlations of Agronomic Characters in Tenera Oil Palm Hybrid

วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์^{1/} และ ถีระ เอกสมทราเมษฐ์^{1/, 2/}
Wasapong Eksomtrame^{1/} and Theera Eksomtrame^{1/, 2/}

Abstract: The objective of this study was to estimate the heritabilities of agronomic characters (oil yield, bunch yield and its components and vegetative characters) and the correlations of their traits in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Nine half-sib progenies of eight years old tenera hybrid which were derived from the crossing between one pisifera and nine dura parents were studied during the period of January 2007 to December 2008 at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand. Eight palm samples per progeny according to a completely randomized design were used to record the characters. The variance analyses of progenies showed that fresh fruit bunch (FFB) yield, number of bunch (NB), fruit/bunch (F/B), kernel/bunch (K/B), oil/wet mesocarp (O/WM), trunk size, leaf area and leaf dry matter weight were significantly difference. These characters had medium to high heritabilities varied between 51 to 100% and had significantly positive correlations with oil yield. So selections for such traits are useful for oil yield improvement in oil palm.

Keywords: Oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq., heritability, correlation, agronomic characters

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

^{1/} Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

^{2/} Corresponding author : theera.e@psu.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณการอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตร (ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายและลักษณะทางลำต้น) และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าวในปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) โดยทำการศึกษากับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราอายุ 8 ปี จำนวน 9 คู่ผสม ซึ่งได้จากการผสมระหว่างต้นพ่อพิลีเฟอราต้นเดียวกับต้นแม่ดูราที่แตกต่างกัน จำนวน 9 ต้น ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แต่ละคู่ผสมทำการสุ่มต้น จำนวน 8 ต้น เพื่อบันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ทางทางการเกษตรเป็นเวลา 2 ปี (มกราคม พ.ศ. 2551 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2552) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าลักษณะที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย ผลต่อทะลาย เมล็ดในต่อทะลาย น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด ขนาดลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ ลักษณะเหล่านี้มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงสูง อยู่ระหว่าง 51 ถึง 100% และมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำมัน ดังนั้นการคัดเลือกลักษณะดังกล่าวจึงมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมัน

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* Jacq. อัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ ลักษณะทางการเกษตร

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชน้ำมันประเภทยืนต้นที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางพันธุกรรมในรูปเฮเทอไรซิกัส (heterozygous) เนื่องจากเป็นพืชผสมข้ามที่มีช่อดอกเพศผู้และเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่ดอกในช่อดอกทั้งสองบานไม่พร้อมกัน (monoecious plant) พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันเป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (*tenera*) ซึ่งได้จากการควบคุมการผสมระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (*dura*) กับพ่อพันธุ์พิลีเฟอรา (*pisifera*) เนื่องจากปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราจะให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าปาล์มน้ำมันชนิดอื่น ๆ (ธีระ, 2552 ; Kushairi and Rajanaidu, 2000 ; Corley and Tinker, 2003) การปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรที่ดีเพื่อปรับปรุงประชากรดูราและพิลีเฟอราที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกผสมเทเนอราให้มีศักยภาพสูงจึงมีความสำคัญ เนื่องจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (Corley and Tinker, 2003) เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายและองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางลำต้นซึ่งมียีนควบคุมจำนวนมาก (polygenic gene) จึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง รวมทั้งมี

อิทธิพลของปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาประชากรปาล์มน้ำมันในลักษณะดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ จากเชื้อพันธุกรรมที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมของไทย รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาในการคัดเลือก

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราพันธุกรรมอย่างแคบและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และลักษณะทางลำต้นของปาล์มน้ำมันโดยการทดสอบในรุ่นลูกของลูกผสมเทเนอราที่ได้จากการผสมระหว่างต้นพ่อพิลีเฟอราต้นเดียวกับต้นแม่ดูราที่แตกต่างกัน (half-sib progenies of *tenera* hybrid) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำมาใช้ในการคัดเลือกต้นแม่ดูราเพื่อปรับปรุงประชากรในรอบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษากับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราอายุ 8 ปี จำนวน 9 คู่ผสม ซึ่งปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการผสมแบบ one-factor design (Bernardo, 2002) แต่ละคู่ผสมได้จากต้นพ่อพิลีเฟอราต้น

เดียวผสมกับต้นแม่ดูราที่แตกต่างกัน จำนวน 9 ต้น และมีระยะปลูก 9 x 9 x 9 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแต่ละคู่ผสมทำการสุ่มและให้หมายเลขต้นปาล์ม จำนวน 8 ต้น (ซ้ำ) เพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตทะเลาะ ได้แก่ ผลผลิตทะเลาะสด จำนวนทะเลาะและน้ำหนักทะเลาะเฉลี่ย เป็นระยะเวลาติดต่อกันนาน 2 ปี (มกราคม 2551 ถึง ธันวาคม 2552) ลักษณะองค์ประกอบทะเลาะ ได้แก่ น้ำหนักผล น้ำหนักเมล็ดในผลต่อทะเลาะ เมล็ดในต่อทะเลาะ เนื้อปาล์มสดต่อผลทะเลาะต่อผล เมล็ดในต่อผล น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง น้ำมันต่อผล และ น้ำมันต่อทะเลาะ โดยเก็บตัวอย่างทะเลาะปาล์มจากทุกต้นที่สุ่มไว้ต้นละ 1 ทะละาะ นำมาวิเคราะห์ตามวิธีการของ ชีวะ และคณะ (2544ข) และ ลักษณะทางลำต้น บันทึกข้อมูลจากต้นปาล์มทุกต้นที่สุ่มไว้ โดยเก็บตัวอย่างจากใบที่ 17 ตามวิธีการของ Hardon *et al.* (1969) เพื่อบันทึกลักษณะของใบ ความสูงลำต้นวัดจากระดับพื้นดินถึงโคนใบที่ 17 และขนาดลำต้นวัดเป็นเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับเหนือพื้นดิน 1 เมตร ข้อมูลค่าเฉลี่ยลักษณะที่บันทึกไว้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 1) ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Bernardo, 2002) และประเมินอัตราพันธุกรรม (พีระศักดิ์, 2548 ; สมชัย และ พีระศักดิ์, 2546) ดังนี้

โดยที่ d.f. = degrees of freedom, MS = mean square, EMS = expected mean square

n = จำนวนลูกผสมเทเนอร่าที่ได้จากต้นพ่อฟิลิเพอร่าต้นเดียวผสมกับต้นแม่ดูราที่แตกต่างกัน

r = จำนวนซ้ำ (จำนวนต้นปาล์มหรือตัวอย่างที่เก็บข้อมูล)

σ_g^2 = ความแปรปรวนของลูกผสมเทเนอร่าที่ได้จากต้นพ่อฟิลิเพอร่าเดียวกัน แต่ต้นแม่ดูราต่างกัน = $(MS_1 - MS_2)/r$

σ_e^2 = ความแปรปรวนที่เกิดจากสภาพแวดล้อม

ภายใต้สมมุติฐานที่ต้นปาล์มที่ใช้ในการทดลองมีค่าสัมประสิทธิ์เลือดชิดเท่ากับ 0 ($F = 0$) และไม่มีอิทธิพลของ epistasis เกิดขึ้น (Bernardo, 2002)

ดังนั้น $\sigma_g^2 = \sigma_{\text{half-sibs}}^2 = \text{Cov}_{\text{half-sibs}} = 1/4 \sigma_A^2$

โดยที่ σ_A^2 = ความแปรปรวนที่เกิดจากการแสดงออกของยีนแบบบวก (additive)

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ (narrow sense heritability, h_{ns}^2) ของลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษา ทำได้ดังนี้

จาก $h_{ns}^2 = \sigma_A^2 / \sigma_{ph}^2$
 ดังนั้น $h_{ns}^2 = 4\sigma_g^2 / \sigma_{ph}^2$
 โดยที่ σ_{ph}^2 = ความแปรปรวนทั้งหมด
 $= \sigma_g^2 + \sigma_e^2$

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$R = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

โดยที่ R = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y,
 X_i = ตัวแปรของลักษณะ X ของตัวอย่างที่ i (i = 1, 2, 3...n)
 $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X
 Y_i = ตัวแปรของลักษณะ Y ของตัวอย่างที่ i (i = 1, 2, 3...n)
 $\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

Table 1 Analysis of variance for agronomic characters

Source	d.f.	MS	EMS
Half-sib progenies of tenera	n-1	MS_1	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Error	r (n-1)	MS_2	σ_e^2

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยทั้งหมดและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 2 พบว่าลักษณะที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย %ผลต่อทะลาย %เมล็ดในต่อทะลาย %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด ขนาดลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ ลักษณะเหล่านี้มีค่าประมาณการอัตราพันธุกรรมอย่างแคบระดับปานกลางถึงสูง (h^2 อยู่ระหว่าง 51 ถึง 100%) คือ 71, 72, 51, 54, 57, 100, 100 และ 78% ตามลำดับ ซึ่งมีสาเหตุมาจากอิทธิพลความแปรปรวนเนื่องจากยีนแบบบวกรวมสูงแสดงให้เห็นว่าต้นแม่ดูรามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกรวมในลักษณะดังกล่าวสูงด้วย การคัดเลือกต้นดูราที่ดีเพื่อปรับปรุงประชากรดูรารอบใหม่โดยพิจารณาจากลักษณะดังกล่าวด้วยการผสมตัวเองหรือผสมข้ามระหว่างต้นดูราจะทำให้มีความก้าวหน้าในการปรับปรุงประชากรสูง สำหรับลักษณะอื่นๆ ส่วนใหญ่ที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีค่าประมาณการอัตราพันธุกรรมต่ำ (h^2 อยู่ระหว่าง 7 ถึง 48%) ได้แก่ ผลผลิตน้ำมัน น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนักผลเฉลี่ย น้ำหนักเมล็ดในเฉลี่ย %เนื้อปาล์มสดต่อผล %กะลาต่อผล %เมล็ดในต่อผล %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง %น้ำมันต่อผล %น้ำมันต่อทะลาย ความสูง และความยาวใบ ซึ่งมีสาเหตุมาจากอิทธิพลความแปรปรวนเนื่องจากยีนแบบบวกรวมต่ำ แสดงให้เห็นว่าต้นแม่ดูรามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกรวมในลักษณะดังกล่าวต่ำด้วย จึงไม่ควรใช้ลักษณะดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกต้นดูราเพื่อปรับปรุงประชากรดูรารอบใหม่ Corley and Tinker (2003) รายงานว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะเชิงปริมาณในปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางลำต้น โดยทั่วไปมีค่าต่ำเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมียีนควบคุมจำนวนมากและมีอิทธิพลสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง อย่างไรก็ตามอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวอาจแปรปรวนได้ตั้งแต่ต่ำถึงสูง (h^2 อยู่ระหว่าง 0 – 100%) ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกริยาระหว่างพันธุกรรมกับ

สภาพแวดล้อม (Raffi *et al.*, 2002) ในปาล์มน้ำมันเดลี ดูรา ซึ่งมีฐานพันธุกรรมของประชากรแคบและมีความแปรปรวนของยีนแบบบวกรวมต่ำ ส่งผลให้ความแปรปรวนของผลผลิตในประชากรต่ำ (Thomas *et al.*, 1969 ; Ooi *et al.*, 1973 ; Hartley, 1988 ; Okwuagwu and Tai, 1995) การผสมข้ามระหว่างเดลี ดูราจากโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ที่แตกต่างกัน หรือผสมระหว่างเดลี ดูรากับแอพริกันดูรา สามารถเพิ่มความแปรปรวนของยีนแบบบวกรวมของลักษณะผลผลิตสูงขึ้น การเปรียบเทียบในรุ่นลูกเทเนอราที่เกิดจากเดลี ดูราผสมกับพิลีเฟอราพบว่าไฮเทอโรซิส (heterosis) เกิดขึ้นในลักษณะผลผลิตน้ำมัน (Corley and Tinker, 2003)

ลักษณะผลผลิตทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงกับผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายสด และจำนวนทะลาย มีค่าสัมประสิทธิ์ (R) 0.771 และ 0.574 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักทะลายเฉลี่ยไม่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 3) โดยผลผลิตทะลายสดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนทะลายสูง (R = 0.754) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (R = 0.282) แต่จำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (R = -0.395) แสดงว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยเป็นอิสระต่อกันและมีอิทธิพลของการแข่งขันในการใช้สารอาหารจากการสังเคราะห์แสงของใบที่ขัดแย้งกัน ความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาที่เคยรายงานมาก่อน (ธีระพงศ์ และคณะ 2538 ; ธีระ และคณะ 2544ก,ข ; อังคณา และคณะ, 2552 ; ธีรภาพ และธีระ, 2553 ; Obisesan and Fatunla, 1982 ; Okwuagwu *et al.*, 2008 ; Okoye *et al.*, 2009) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนทะลายเป็นลักษณะสำคัญที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเนื่องจากมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงทั้งกับผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมัน นอกจากนี้จำนวนทะลายยังเป็นลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูงกว่าลักษณะอื่น ๆ ($h^2 = 72\%$) อย่างไรก็ตามเนื่องจากจำนวนทะลายไม่มีสหสัมพันธ์กับลักษณะอื่นในกลุ่มองค์ประกอบทะลาย ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพจึงควรมีการพิจารณาลักษณะในกลุ่มองค์ประกอบทะลายร่วมด้วย

Table 2 Overall means, analysis of variance and narrow sense heritabilities (h^2_{ns}) of oil yield, bunch yield, bunch components and vegetative characters of oil palm

Characters	Overall means $\pm SE^1$	MS		CV ² (%)	h^2_{ns}
		Progenies	Error		
d.f.		8	63		
Oil yield (kg/palm/year)	46.31 $\pm$ 1.65	220.32	192.33	29.95	7.15
Bunch yield³					
FFB (kg/palm/year)	151.03 $\pm$ 4.37	3131.11*	1151.97	22.47	70.72
NB (no./year)	11.77 $\pm$ 0.34	19.45*	7.03	22.52	72.38
SBW (kg/bunch)	13.07 $\pm$ 0.29	7.14	5.77	18.39	11.52
Bunch components⁴					
AFW (g)	15.90 $\pm$ 0.44	19.14	13.57	23.17	19.53
AKW (g)	1.15 $\pm$ 0.03	0.11	0.07	22.97	29.47
%F/B	70.16 $\pm$ 0.95	125.26*	57.55	10.81	51.29
%K/B	6.04 $\pm$ 0.27	10.13*	4.53	35.26	53.52
%WM/F	83.99 $\pm$ 0.65	34.26	29.42	6.46	8.05
%S/F	9.51 $\pm$ 0.52	23.73	18.51	45.26	13.61
%K/F	8.52 $\pm$ 0.32	11.76	6.68	30.36	34.68
%O/WM	52.36 $\pm$ 0.81	95.61*	41.28	12.27	56.50
%O/DM	77.36 $\pm$ 0.56	9.30	24.29	6.37	0.00
%O/F	44.10 $\pm$ 0.84	84.89	46.39	15.45	37.60
%O/B	30.85 $\pm$ 0.67	40.97	31.51	18.19	14.48
Vegetative characters					
Height (m)	2.55 $\pm$ 0.05	0.21	0.14	14.64	25.18
Trunk size (m)	2.39 $\pm$ 0.03	0.20**	0.04	8.73	100.00
leaf length (m)	4.46 $\pm$ 0.04	0.20	0.09	6.89	47.84
Leaf area (m ²)	3.10 $\pm$ 0.06	0.80**	0.15	12.55	100.00
Leaf dry weight (kg)	1.75 $\pm$ 0.03	0.17**	0.06	13.82	77.53

Notes : *, ** significant difference at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively,

¹ mean from 9 half-sib progenies of tenera hybrid and standard error (SE), ² CV = coefficient of variation,

³ FFB = fresh fruit bunch yield, NB = number of bunch, SBW = single bunch weight, ⁴ AFW = average fruit weight, AKW = average kernel weight, F/B = fruit/bunch, K/B = kernel/bunch, WM/F = wet mesocarp/fruit, S/F = shell/fruit, K/F = kernel/fruit, O/WM = oil/wet mesocarp, O/DM = oil/dry mesocarp, O/F = oil/fruit, O/B = oil/bunch

Values showing negative and $> 100\%$ estimates of heritability were treated as zero and 100%, respectively

ลักษณะองค์ประกอบทะเลลายที่มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน คือ %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด % น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง %น้ำมันต่อผล และ %น้ำมันต่อทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์ 0.504, 0.293, 0.444 และ 0.531 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกันสูง (R อยู่ระหว่าง 0.482 ถึง 0.929) แต่มีสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับ %เมล็ดในต่อทะเลลาย %กะลาต่อผล และ %เมล็ดในต่อผล โดยเฉพาะกับ%น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด %น้ำมันต่อผล และ%น้ำมันต่อทะเลลาย (R อยู่ระหว่าง -0.269 ถึง -0.745) สอดคล้องกับรายงานของ Okoye *et al.* (2009) ลักษณะองค์ประกอบทะเลลายอื่น ๆ ที่ไม่มีสหสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตน้ำมัน คือน้ำหนักผลเฉลี่ย น้ำหนักเมล็ดในเฉลี่ย %ผลต่อทะเลลาย %เมล็ดในต่อทะเลลาย %เนื้อปาล์มสดต่อผล %กะลาต่อผล และ %เมล็ดในต่อผล แต่มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวกหรือลบอย่างมีนัยสำคัญขึ้นอยู่กับคู่ของลักษณะ เช่น น้ำหนักผลเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักเมล็ดในเฉลี่ย %เนื้อปาล์มสดต่อผล %น้ำมันต่อผล และ %น้ำมันต่อทะเลลาย แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับ %เมล็ดในต่อทะเลลาย %กะลาต่อผล และ %เมล็ดในต่อผล เป็นต้น เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบทะเลลายร่วมกับอัตราพันธุกรรมของลักษณะแล้ว พบว่าลักษณะสำคัญที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน คือ %ผลต่อทะเลลาย ($h^2 = 51\%$) %เมล็ดในต่อทะเลลาย ($h^2 = 54\%$) และ %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด ($h^2 = 57\%$) โดยควรทำการคัดเลือกต้นที่มี %ผลต่อทะเลลาย และ %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสดสูง และ %เมล็ดในต่อทะเลลายต่ำ

ลักษณะทางลำต้นส่วนใหญ่มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ขนาดลำต้น ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ 0.430, 0.393, 0.362 และ 0.410 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ยกเว้นความสูง ผลผลิตทะเลลายสดมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะดังกล่าวเช่นกัน (R อยู่ระหว่าง 0.309 ถึง 0.447)

จำนวนทะเลลายมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดลำต้น และความยาวใบ ($R = 0.250$ และ 0.246 ตามลำดับ) และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับความยาวใบ และน้ำหนักแห้งใบ ($R = 0.278$ และ 0.333 ตามลำดับ) สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ทางลำต้น พบว่าทุกลักษณะมีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับรายงานของธีรภาพ และธีระ (2553) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางลำต้นในทางบวกเหล่านี้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในกระบวนการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงของใบ การใช้และการสะสมอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (Corley and Tinker, 2003) และลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้โดยไม่ต้องทำลายต้นปาล์ม จากการศึกษาเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางลำต้นร่วมกับอัตราพันธุกรรมของลักษณะแล้ว พบว่าลักษณะสำคัญที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน คือ ขนาดลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีอัตราพันธุกรรมสูง ($h^2 = 78 - 100\%$) และมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงกับผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะเลลายสด

สรุป

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะเลลายและองค์ประกอบผลผลิตส่วนใหญ่มีอัตราพันธุกรรมต่ำ ($h^2 = 0 - 35\%$) แต่ลักษณะทางลำต้นส่วนใหญ่มีอัตราพันธุกรรมสูง ($h^2 = 78 - 100\%$) ลักษณะสำคัญที่มีอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงสูง ($h^2 > 50\%$) และมีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงกับผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะเลลายสด ได้แก่ จำนวนทะเลลาย %ผลต่อทะเลลาย %เมล็ดในต่อทะเลลาย %น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด ขนาดลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ ลักษณะเหล่านี้ควรนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตทะเลลายและผลผลิตน้ำมันสูง

Table 3 Correlation coefficients among oil yield, bunch yield and its components of oil palm

Characters	Oil	Bunch yield ¹			Bunch components ²									
		FFB	NB	SBW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/WM	O/DM	O/F
FFB	0.771**	-												
NB	0.574**	0.754**	-											
SBW	0.203	0.282*	-0.395**	-										
AFW	0.093	-0.085	-0.070	0.009	-									
AKW	0.002	0.070	0.172	-0.135	0.277*	-								
F/B	0.228	-0.070	-0.062	-0.051	-0.180	0.156	-							
K/B	-0.118	0.064	0.069	-0.031	-	0.493**	0.551**	-						
WM/F	0.092	-0.193	-0.230	0.085	0.646**	-0.338**	-0.329**	-0.827**	-					
S/F	-0.179	0.150	0.130	-0.015	-	0.165	0.340**	0.732**	-0.883**	-				
K/F	-0.204	0.102	0.123	-0.044	-	0.528**	0.291*	0.954**	-0.836**	0.722**	-			
O/WM	0.504**	-0.009	0.017	-0.064	0.161	-0.091	-0.032	-0.417**	0.314**	-0.507**	-0.460**	-		
O/DM	0.293*	-0.031	-0.106	0.058	-0.004	-0.035	0.093	-0.077	0.087	-0.066	-0.095	0.544**	-	
O/F	0.444**	-0.084	-0.088	-0.002	0.387**	-0.198	-0.146	-0.652**	0.640**	-0.745**	-0.692**	0.929**	0.491**	-
O/B	0.531**	-0.117	-0.099	-0.057	0.251*	-0.082	0.465**	-0.269*	0.385**	-0.467**	-0.458**	0.805**	0.482**	0.804**

Notes : *,** Correlations significant at P< 0.05 and 0.01, respectively

¹ FFB = fresh fruit bunch yield, NB = number of bunch, SBW = single bunch weight, ² AFW = average fruit weight, AKW = average kernel weight, F/B = fruit/bunch, K/B = kernel/bunch, WM/F = wet mesocarp/fruit, S/F = shell/fruit, K/F = kernel/fruit, O/WM = oil/wet mesocarp, O/DM = oil/dry mesocarp, O/F = oil/fruit, O/B = oil/bunch

Table 4 Correlation coefficients among oil yield, bunch yield and vegetative characters of oil palm

Characters	Oil yield	Bunch yield ¹			Vegetative characters			
		FFB	NB	SBW	Height	Trunk	Leaf	Leaf area
Height	0.165	0.215	0.057	0.205	-			
Trunk size	0.430**	0.341**	0.250*	0.159	0.020	-		
leaf length	0.393**	0.447**	0.246*	0.278*	0.454**	0.148	-	
Leaf area	0.362**	0.309**	0.164	0.199	0.254*	0.315**	0.419**	-
Leaf dry	0.410**	0.419**	0.163	0.333**	0.447**	0.321**	0.699**	0.529**

Notes : *,** Correlations significant at $P < 0.05$ and 0.01 , respectively

¹ FFB = fresh fruit bunch yield, NB = number of bunch, SBW = single bunch weight

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) บัณฑิตวิทยาลัย และ สถาบันวิจัยพืชกรรมปาล์ม น้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2552. ปาล์มน้ำมันและการปรับปรุงพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 79 หน้า.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทนนิม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544ก. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน.
- ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23 (ฉบับพิเศษปาล์มน้ำมัน) : 705-715.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทนนิม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544ข. สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทางและอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน.
- ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23 (ฉบับพิเศษปาล์มน้ำมัน) : 691-704.
- ธีระพงศ์ จันทนนิม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2538. ความแปรปรวนในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน.
- ว. สงขลานครินทร์. 17(3) : 251-259.
- ธีรภาพ แก้วประดับ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรปาล์มน้ำมันดูรา.
- ว. เกษตรพระจอมเกล้า. 28(1) : 41-48.
- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 250 หน้า. (โรเนียว)
- สมชัย จันทรส่วง และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2546. พันธุศาสตร์ประชากร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 210 หน้า.
- อังคณา ไซติวัฒนศักดิ์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และนิทัศน์ สองศรี. 2552. สหสัมพันธ์ อิทธิพลทางตรง และ อัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). ว. วิทย.เกษตร. 40(1) : 25 - 34.
- Bernardo, R. 2002. Breeding for Quantitative Traits in Plants. Stemma Press, Minnesota. 369 p.

- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The Oil Palm. 4th ed. Blackwell Publishing, Inc., USA. 562 p.
- Hardon, J.J., C.N. Williams and I. Watson. 1969. Leaf area and yield in the oil palm in Malaya. Expl. Agric. 5 : 25-32.
- Hartley C.W.S. 1988. The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). 3rd ed., Longman, London. 761 p.
- Kushairi, A. and N. Rajanaidu. 2000. Breeding populations, seed production and nursery management. pp. 39-96. In : Y. Basiron, B.S. Jalani and K.W. Chan (eds.). Advances in oil palm research, Vol. I. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.
- Obisesan, I.O. and T. Fatunla. 1982. Heritability of fresh fruit bunch yield and its components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Theor. Appl. Genet. 64 : 65-68.
- Okoye, M.N., C. O. Okwuagwu and M.I. Uguru. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Am-Euras. J. Sci. Res. 4(2) : 59-63.
- Okwuagwu, C.O., M.N. Okoye, E.C. Okolo, C.D. variability of fresh fruit bunch yield in Deli/dura x tenera breeding populations of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. J. Trop. Agric. 46(1-2) : 52-57.
- Okwuagwu, C.O. and G.C.C. Tai. 1995. Estimation of variance components and heritability of bunch yield and yield components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Plant Breeding 114 : 463-465.
- Ooi, S. C., J.J. Hardon and S. Phang. 1973. Variability in the Deli dura breeding population of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). I. Components of bunch yield. Malaysian Agric. J. 49 : 112-119.
- Raffi, M.Y., N. Rajanaidu, B.S. Jalani and A. Kushairi. 2002. Performance and heritability estimations on oil palm progenies tested in different environments. J. Oil Palm Res. 14(1) : 15-24.
- Thomas, R.L., I. Watson and J.J. Hardon. 1969. Inheritance of some components of yield in the Deli dura variety of oil palm. Euphytica 18 : 92-100.