รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน

A Study of Quantitative Genetic in Oil Palm

คณะนักวิจัย

ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (หัวหน้าโครงการ)

นายนิทัศน์ สองศรี (ผู้ร่วมวิจัย)

ส่วนที่ 1 หน้าปก

รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน

A Study of Quantitative Genetic in Oil Palm

คณะนักวิจัย

ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (หัวหน้าโครงการ)

นายนิทัศน์ สองศรี (ผู้ร่วมวิจัย)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประเภท งบประมาณเงินรายได้ **ประจำปีงบประมาณ 2554**

ส่วนที่ 2 เนื้อหา

1. **ชื่อโครงการวิจัย** การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน

2. คณะนักวิจัย และคณะหน่วยงานต้นสังกัด

1.1 ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (Mr. Theera Eksomtramage) (หัวหน้าโครงการ)

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

โทร (074) 286-143 โทรสาร (074) 459-384

e-mail : theera.e@psu.ac.th

1.2 นายนิทัศน์ สองศรี (Mr. Nitas Songsri)

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

โทร (074) 473-473

3. สารบัญ

รายการ	หน้า
1. ชื่อโครงการวิจัย การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 2)	1
2. คณะนักวิจัย และคณะหน่วยงานต้นสังกัด	2
3. สารบัญ	3
4. กิตติกรรมประกาศ	4
5. รายการนิพนธ์ต้นฉบับที่พร้อมส่งตีพิมพ์ (manuscript) และบทความที่ตีพิมพ์แล้ว	5
6. บทคัดย่อ	6
7. บทสรุป (Executive Summary)	7
7.1 ความเป็นมา	7
7.2 ระยะเวลาวิจัย	7
7.3 แหล่งทุนสนับสนุน	7
7.4 การดำเนินการวิจัย	7
7.5 ผล และการอภิปรายผล	8
7.6 การนำไปใช้ประโยชน์	8
8. ภาคผนวก	9
- นิพนธ์ต้นฉบับ	
- Proceeding	

4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้สนับสนุนโครงการวิจัยนี้

5. รายการนิพนธ์ต้นฉบับที่พร้อมส่งตีพิมพ์ (manuscript) และบทความที่ตีพิมพ์แล้ว

- นิพนธ์ต้นฉบับ 1 เรื่อง

Stability of fresh fruit bunch of oil palm cross (*Elaeis guineensis* Jacq.)

in Southern Thailand

- Proceeding 2 เรื่อง

1) การปรับปรุงผลผลิตทะลายสดในประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา

2) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา

6. บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยของโครงการ “การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน” นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม อัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ทำการศึกษาโดยใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา อายุ 6 ปี ที่ได้จากการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันดูรากับพิสิเฟอรา จำนวน 18 คู่ผสม ในการทดลองใช้ต้นพ่อพิสิเฟอรา จำนวน 2 ต้น นำละอองเกสรจากต้นพ่อแต่ละต้นผสมกับต้นแม่ดูรา จำนวน 9 ต้น รวมต้นแม่ดูราที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 18 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยรุ่นลูกของแต่ละคู่ผสมสุ่มปลูกในแปลงทดสอบของคณะทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 18 ต้น/คู่ผสม ใช้ระยะปลูก 9 x 9 x 9 ม. รอบแปลงทดสอบทำการปลูกแถวควบคุม (guard rows) จำนวน 1 แถว รวมพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง ประมาณ 16 ไร่

ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปีมีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะลักษณะจำนวนทะลาย การศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทะลาย พบว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อกัน แต่จำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับ ผลผลิตทะลาย การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตไปยังผลผลิตทะลายสด พบว่าทั้งจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะลาย การประเมินอัตราพันธุกรรมพบว่าทุกลักษณะมีค่าต่ำ อยู่ระหว่าง 2.57-12.3%

การศึกษาสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ปรากฏ ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/ทะลาย ความสูงลำต้น ความยาวใบ น้ำหนักแห้งใบ และพื้นที่ใบ จากผลการศึกษาครั้งนี้เสนอแนะว่าการคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น

7. บทสรุป (Executive Summary)

7.1 ความเป็นมา

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่ต่อปีสูงกว่าพืชน้ำมันอื่นทุกชนิดในโลก จึงทำให้น้ำมันปาล์มมีศักยภาพการผลิตและการตลาดสูง เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชชนิดเดียวของไทยที่มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่ปลูกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยระหว่างปี พ.ศ. 2520 – 2539 (20 ปี) มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 50,000 ไร่ (ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.2 - 2.6 ตัน/ปี) และ ระหว่างปี พ.ศ. 2540 – 2551 (12 ปี) มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 150,000 ไร่ (ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.2 - 3.2 ตัน/ปี) การขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของไทยยังคงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยตามแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทย มีเป้าหมายปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 6 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2557 และให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2567 การขยายตัวของพื้นที่ปลูกดังกล่าวจำเป็นต้องใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีจำนวนมากที่ผ่านกระบวนการในการปรับปรุงพันธุ์

ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจำเป็นอย่างยิ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันโดยตรง เพื่อช่วยในพิจารณาการวางแผนและตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์ ผสมพันธุ์ และทดสอบศักยภาพของพันธุ์ปาล์มปรับปรุง เพื่อให้ได้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีและมีคุณภาพ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ได้ข้อมูลทางด้านพันธุศาสตร์ปริมาณของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันของไทยอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โครงการ “การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน” นี้ มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
2) เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

7.2 ระยะเวลาวิจัย 1 ปี (พ.ศ. 2553-2554)

7.3 แหล่งทุนสนับสนุน งบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7.4 การดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาโดยใช้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา อายุ 6 ปี ที่ได้จากการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันดูรากับพิสิเฟอรา จำนวน 18 คู่ผสม ในการทดลองใช้ต้นพ่อพิสิเฟอรา จำนวน 2 ต้น นำละอองเกสรจากต้นพ่อแต่ละต้นผสมกับต้นแม่ดูรา จำนวน 9 ต้น รวมต้นแม่ดูราที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 18 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยรุ่นลูกของแต่ละคู่ผสมสุ่มปลูกในแปลงทดสอบของคณะ

ทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 18 ต้น/คู่ผสม ใช้ระยะปลูก 9 x 9 x 9 ม. (พื้นที่ 1 ไร่ ปลูกได้ประมาณ 22 ต้น) รอบแปลงทดสอบทำการปลูกแถวควบคุม (guard rows) จำนวน 1 แถว รวมพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองประมาณ 16 ไร่ ในการทดลองได้จัดทำหมายเลขต้นปาล์มน้ำมันของแต่ละคู่ผสมทุกต้นที่ปลูก เพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูล โดยบันทึกลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทะลาย ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้ำมัน

7.5 ผล และการอภิปรายผล

ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปีมีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะลักษณะจำนวนทะลาย การศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทะลาย พบว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อกัน แต่จำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับ ผลผลิตทะลาย การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตไปยังผลผลิตทะลายสด พบว่าทั้งจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะลาย การประเมินอัตราพันธุกรรมพบว่าทุกลักษณะมีค่าต่ำ อยู่ระหว่าง 2.57-12.3%

การศึกษาสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ปรากฏ ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/ทะลาย ความสูงลำต้น ความยาวใบ น้ำหนักแห้งใบ และพื้นที่ใบ จากผลการศึกษาครั้งนี้เสนอแนะว่าการคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น

7.6 การนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาของโครงการ “การศึกษาพันธุศาสตร์ปริมาณในปาล์มน้ำมัน” ได้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1) มีการประมวลองค์ความรู้โดยเขียนหนังสือเผยแพร่ เรื่อง “การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน”

2) มีการเผยแพร่ความรู้ด้านการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในที่ประชุมสัมมนาวิชาการ

3) มีการนำความรู้มาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเอกชน

8. ภาคผนวก ประกอบด้วย

- นิพนธ์ต้นฉบับ 1 เรื่อง

Stability of fresh fruit bunch of oil palm cross (*Elaeis guineensis* Jacq.)

in Southern Thailand

- Proceeding จำนวน 2 เรื่อง

1) การปรับปรุงผลผลิตทะลายสดในประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา

2) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา

ภาคผนวก

- นิพนธ์ต้นฉบับ

Stability of fresh fruit bunch of oil palm cross (*Elaeis guineensis* Jacq.)

in Southern Thailand

- Proceeding

1) การปรับปรุงผลผลิตทะลายสดในประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา

2) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา

RESEARCH ARTICLE

SABRAO Journal
of Breeding and Genetics
44 (1) 1-8, 2012

STABILITY OF FRESH FRUIT BUNCH OF OIL PALM CROSS (*Elaeis Guineensis* Jacq.) IN SOUTHERN THAILAND

SUDANAI KRUALEE[1*], SAYAN SDOODEE[1], THEERA EKSOMTRAMAGE[1] and VINICH SEREEPRASERT[1]

[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Thailand
Corresponding author email: sudanai_nang@yahoo.co.th

SUMMARY

This research aimed to study the interaction between seven crosses and three locations of 4-year old oil palm crosses (cross number 501, 506, 512, 514, 521, 523 and 530) were provided by Pao-Rong Oil Palm Company. These crosses were grown in three locations in southern of Thailand, including Nuea-Khlong District, Krabi Province; Ron-Phiboon District, and Cha-uat District; Nakhon Sri Thamarart Province. The experiment was arranged in a completely randomized design for each location during July 2009 – June 2010. Each pair of cross was set as treatment, and fresh fruit bunch of each treatment was harvested from five oil palm trees. The additive main effects and multiplicative interaction model (AMMI) were applied for the analysis of stability of fresh fruit bunch characteristics, given cross was fix factor and location was random factor. The result indicated that the influence of interaction between cross and location to differentiate the fresh fruit bunch was statistically significant. Specifically, each pair of cross grown in different locations exhibited different yields. The result showed that cross number 530 was the most stable due to similar fresh fruit bunches in the three locations. However, cross number 512, 514 and 501 were less stable, whereby fresh fruit bunch differed among locations. Cross number 512 yielded the most fresh fruit bunch at Ron-Phibun District (99.1 kg/palm/year). Cross number 501 yielded the most fresh fruit bunch at Cha-uat District (38.1 kg/palm/year) and cross number 514 yielded the most fresh fruit bunch at Nuea-Khlong District (57.9 kg/palm/year).

Keywords: Genotype x environment interaction, Stability, AMMI, Oil palm, Fresh fruit bunch

Manuscript received: January 10, 2011; Decision on manuscript: July 27, 2011; Manuscript accepted in revised form: August 21, 2011.

Communicating Editor: Bertrand Collard

INTRODUCTION

The yield experiments conducted in several environments is important for agricultural research (Gauch, 2006) because it helps to understand the response of genotypes to environment. Yield performance of genotypes is not always the same in different environments (Dabholkar, 1992). Thus, variance has affected yield. Variance is mostly caused by three major factors; environment, genotype and genotype by environment (G x E) interaction, which influences different yield. Each factor influences yield as follows.

Variance caused by different environments is hardly important for breeding. This variation is divided into two terms i.e. predictable and unpredictable environmental variation. Predictable variation includes the permanent characters (climate, soil type) and the fluctuation characters which is determined by system and man (day length, sowing density), as for unpredictable variation includes fluctuation in weather such as amount and distribution of rainfall, temperature. Both variance effect to genetic constitution of population two ways as; long period it may lead to evolutionary changes and short period it help to segregate genetic material (Dobholhar, 1992).

Genotypic variance is the difference in mean yield between varieties. These varieties have been classified as two groups; homogeneous population (i.e. pure line, single crosses) and heterogeneous population (i.e. composite variety, synthetic variety) (Allard and Bradshaw, 1964). When these populations are planted on several environments, the G x E interaction has occurred. This case shows the homogeneous population tends to interact with the environment more than heterogeneous population because their genetic structure has susceptibility to environmental variation. But if it has not G x E interaction then only genotypic variance is useful (Annicchiario, 2002).

The G x E interaction is differential genotypic expression across environments which reduce relation between phenotypic and genotypic value (Falconer, 1981). When genotypes are grown at several environments, each genotype ranking is not the same in each environment. This is an important factor because it is important for breeders in the process of developing improved varieties: (1) to help in determining a plan to cope with the effects of the interaction (Annicchiario, 2002); (2) to assist in parent selection from base population; and (3) to help in the evaluation of adaptation (Aina *et al.*, 2007).

In the context of plant breeding, adaptation indicates the ability of the varieties to be high yielding with respect to a given environment which has two contexts. Wide adaptation is the good performance in nearly all environments while specific adaptation is the good performance in a particular environment (Annicchiario, 2002). These adaptation evaluation methods are presented in several ways: (1) partitioning of variance; (2) regression analysis i.e. Finlay and

Wilkinson (1963), Eberhart and Russell (1966); (3) non-parametric statistics; (4) multivariate techniques i.e. pattern analysis, the additive main effect and multiplicative interaction analysis (AMMI) introduced by Gauch (1988).

The AMMI model is applied to describe relationships among sites and among genotype, using yield data from genotype x site matrices generated by breeding programs in each crop cycle. This model is more efficient than other methods due to four reasons. Firstly, AMMI can estimate yield more accurately than traditional methods. Secondly, AMMI provides the adjusted yield estimate which leads to corrected ranking of the genotype within each environment, so genotypes can be selected correctly. Thirdly, AMMI is can be represented as a biplot graph. This graph can clearly show a numerous complex yield pattern. Moreover, a biplot often captures 90 % of treatment variation and least 5 % to 10 % of treatment variation is noise. Fourthly, yield experiments have GER plot (include G genotype, E environment and R replication) for increasing the accuracy and scope of the trial but these experiments are expensive. This model help to economize the research cost because the AMMI model can use a few replications (Gauch, 1992a).

This analysis is combination between analysis of variance (ANOVA) with principal components analysis (PCA). The ANOVA is used for considering main effect i.e. environment and genotype. This model helps to sort the variance due to different sources and provides basis for test of significance (Singh and Chadhary, 1979). The PCA considers multiplicative effect i.e. G x E interaction as the ANOVA's residual. The main idea of PCA is reduction of the dimensionality of a data set that may contain many highly correlated variables while retain possible of the variation in the data set (Gauch, 1992b). The result presentation is shown by biplot graph which allows information on both samples and variables of a data matrix to be displayed graphically. Samples are displayed as points while variables are displayed as vectors. Generally AMMI models are presented in two types. Firstly, a graph presents the relationship between principle component axis 1 and average yield that shows the interaction between genotype and environment. The points on the ordinate near zero have little interaction (stable) but the points plotted far zero are affected by interaction. Another graph presents the relationship between PCA axis 1 and PCA aixs 2, which implies the classification of suitable variety for any environment. If point of variety close to any environment, it will be considered as suitable for that environment.

Fresh fruit bunch is one of the agronomic characters of oil palm which positively correlates with the oil yield, if oil palms produce fresh fruit bunch so much then we can extract many palm oil. But the fresh fruit bunch character has highly variance (Corley and Tinker, 2003). Consistently, Kushairi *et al.* (1993) studied the variation of 99 pairs of Tenera' fresh fruit bunch and the result

showed that each cross yielded significantly different. The variation is influenced by many factors Obisesan and Fatunla (1983) indicated cross, age and interaction between cross and age influence to fresh fruit bunch of tenera. Additionally, Rafii *et al.* (2001) suggested cross, location and the interaction between cross and location influence to fresh fruit bunch of tenera.

According to above reports, the interaction between cross and location influenced significantly to fresh fruit bunch of oil palm so it was important to oil palm breeding program. This research aims to study the influence of interaction between genotype and environment on fresh fruit bunch of tenera oil palm and identify cross that can yield stable or specific.

MATERIALS AND METHODS

Data used in this experiment consisted of seven 4-years old oil palm crosses (cross number 501, 506, 512, 514, 521, 523 and 530) aged 4 years from Pao-Rong oil palm company. These crosses were grown in 3 locations of southern Thailand; Nuea-Khlong District, Krabi Province; Ron-Phiboon District, and Cha-uat District; Nakhon Sri Thamarart Province. A completely randomize design was applied in each location. Initially, oil palm crosses were set as a treatment, and fresh fruit bunch harvested from each oil palm tree. There were 5 replications per treatment (1 tree / 1 replicate). Each oil palm tree was weighed during July 2009 – June 2010. To achieve the above objectives, the experimental data was analyzed using the additive main effects and multiplicative interaction model which determining crosses are fixed factors and locations are random factors. This model can be written as;

$$\mathbf{Y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \Sigma\lambda_n \xi_{in}\eta_{jn} + \theta_{ij}$$

Where:

Y_{ij}= Yield of genotype *i* in environment *j*
μ = Grand mean
α_i = Genotype *i* mean deviation
β_j = Environment mean *j* deviation
λ_n = Singular value for PCA axis *n*
ξ_{in} = Genotype *i* eigenvector values for PCA axis *n*
η_{jn} = Environment *j* eigenvector value for PCA axis *n*
N = Number of PCA axis
θ_{ij} = Error

RESULTS

The results of variance analysis showed that cross (genotype) did not affect fresh fruit bunch. There were no differences in average yields from each cross for the different environments. While the influence of location (environment) affected to fresh fruit bunch significantly, average of all crosses were different in each location. The interaction between cross and location affected fresh fruit bunch significantly; fresh fruit bunch of each cross from each location was different, as presented in Table 1.

Table 2 shows that cross 514 had the highest average fresh fruit bunch at Nuea-Khlong District. Cross 512 had the highest average fresh fruit bunch at Ron-Phibun District, and cross 501 had the highest average fresh fruit bunch at Cha-uat District. According to an averaged fresh fruit bunch from 3 locations, it was found that cross 512 had the highest average fresh fruit bunch and PCA score was far from zero, 55.23 kg/palm/year and –5.13, respectively. Additionally, cross 530 had the least average fresh fruit bunch and PCA score was close to zero, 27.87 kg/palm/year and 0.03, respectively. The result of a cross's stability analysis was represented as biplot graphs (Figure 1 and Figure 2).

Table 1. Analysis of additive main effects and multiplicative interaction of tenera's fresh fruit bunch in 3 locations in Southern Thailand

Source of variance	Degree of freedom	Sum of Square	Mean Square	F-test
Cross (C)	6	1,279.61	213.27	1.10^{ns}
Location (L)	2	2,692.53	1,346.27	60.43^{**}
C x L	12	2,333.22	194.44	8.73^{**}
PCA 1	7	1,833.81	261.97	11.76^{**}
PCA 2	5	499.41	99.88	4.48^{**}
Error	84	1,871.25	22.28	
Total	104	8,176.62		

ns = Non significant difference ** Highly significant difference $P \leq 0.01$

Table 2. Average fresh fruit bunch for each cross in each location, average fresh fruit bunch, variety PCA 1 score and variety PCA 2 score

Cross	Nuea-Khlong	Ron-Phiboon	Cha-uat	Mean	PCA 1 Score	PCA 2 Score
501	30.02	47.68	<u>38.14</u>	38.61	0.75	2.33
506	31.74	54.70	21.86	36.10	-0.29	-1.03
512	32.92	<u>99.12</u>	33.66	<u>55.23</u>	-5.13	-1.73
514	<u>57.90</u>	39.94	22.74	40.19	3.95	-2.97
521	25.74	45.42	29.38	33.51	0.41	1.45
523	32.02	52.02	31.84	38.63	0.28	0.78
530	19.28	42.04	22.28	27.87	<u>0.03</u>	1.16
Mean	32.80	54.42	28.56			
PCA 1 Score	4.06	-5.04	0.97			
PCA 2 Score	-2.51	-1.29	3.80			

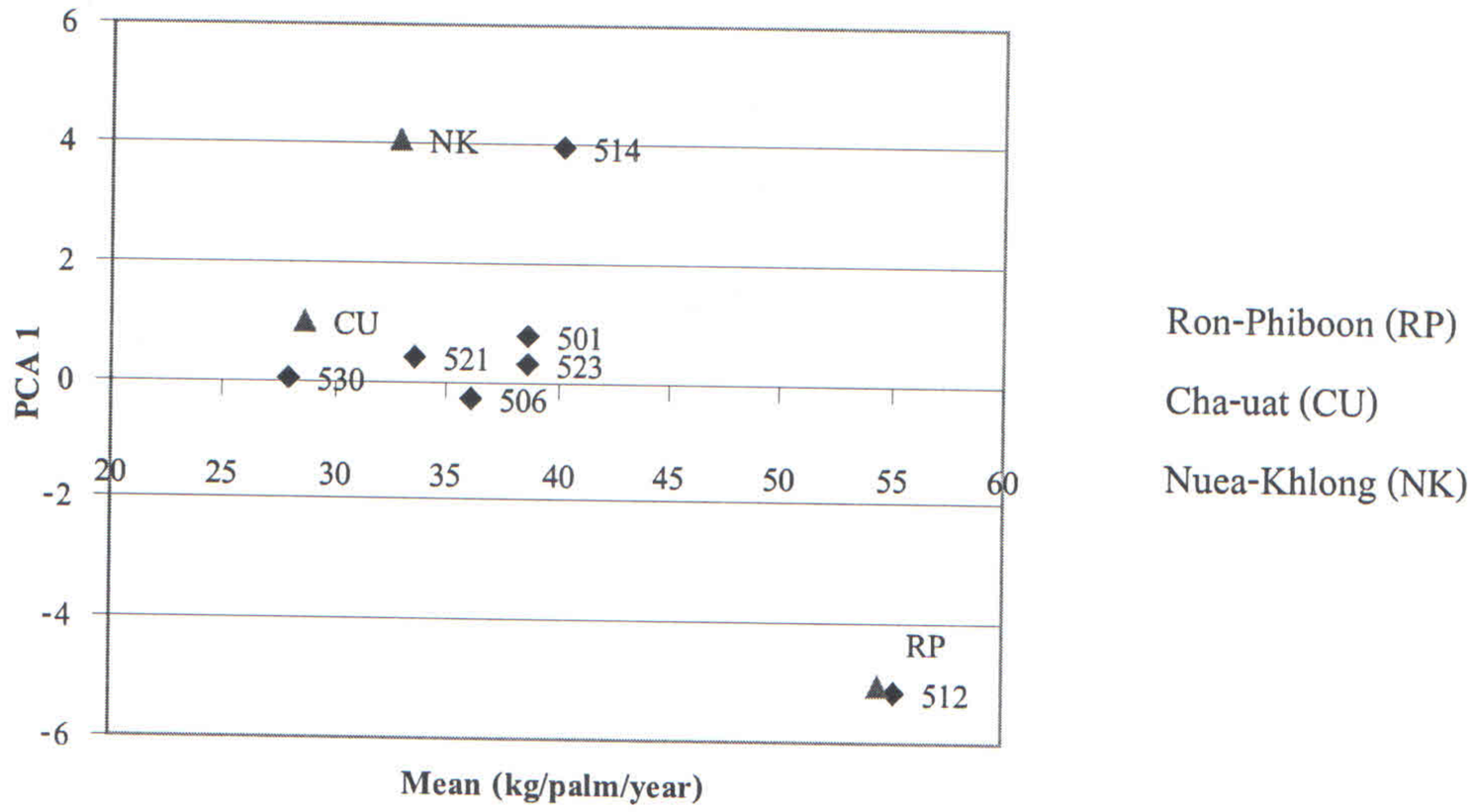

Figure 1 Biplot graph between average fresh fruit bunch and PCA 1 score

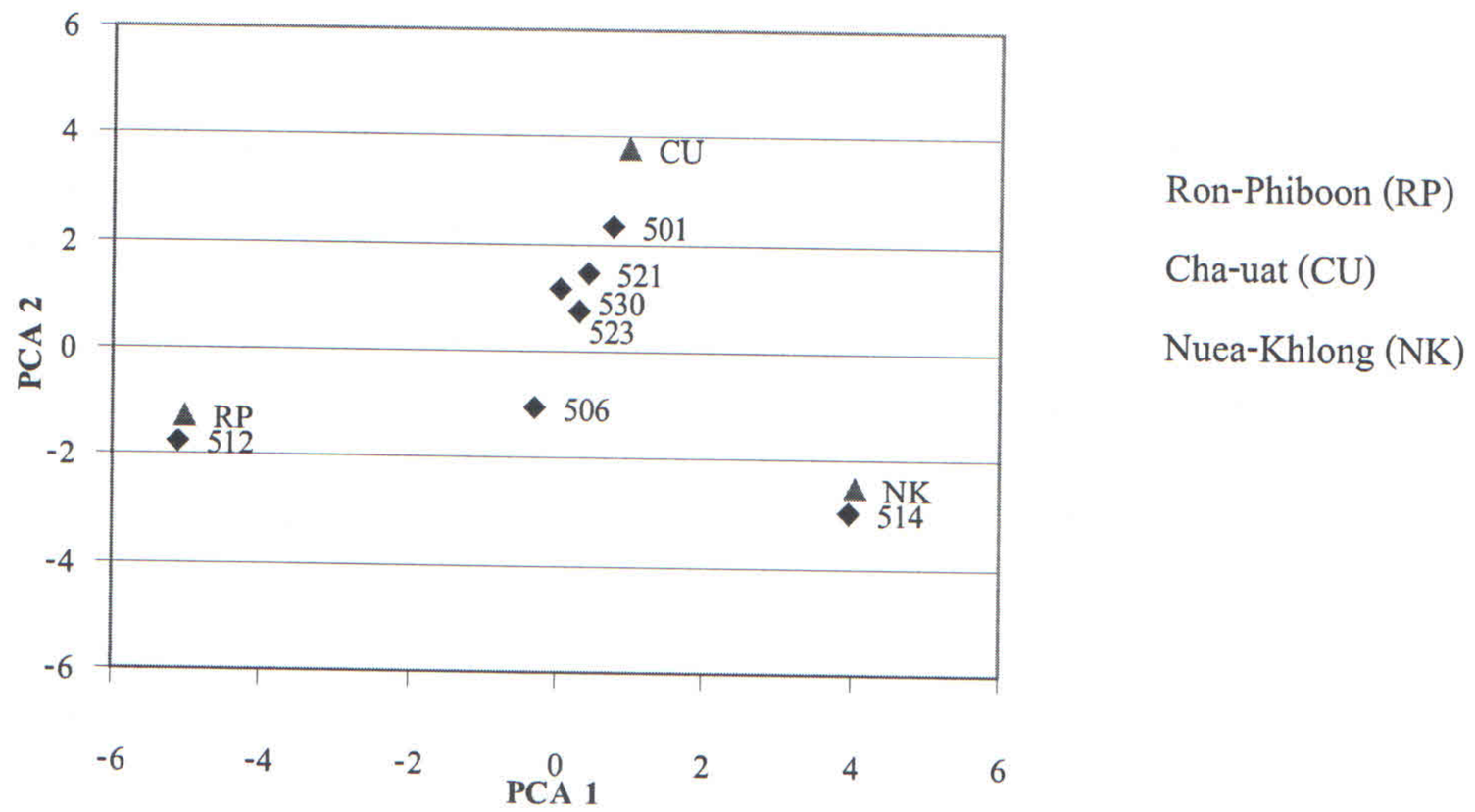

Figure 2 Biplot graph between PCA 1 score and PCA 2 score

DISCUSSION

The results showed that location and interaction between cross and location influence fresh fruit bunch yield differently, which is consistent with the study by Rafii *et al.* (2001). However, the influence of cross did not affect fresh fruit bunch, which was different from the report of Kushairi *et al.* (1993); Obisesan and Fatunla (1983) and Rafii *et al.* (2001). This might be due to the fact that the the parents of these crosses were selected from the same population, so genotype of these crosses were similar and hence no statistically significant differences were detected for fresh fruit bunch. Regarding the interaction between cross and location or a multiple analysis, the results showed that PCA 1 and PCA 2 could separate sum of squares of the interaction between cross and location at 78.60 and 21.40 percentage, respectively. Furthermore, it could detect the difference of fresh fruit bunch significantly, implying different location yielded different fresh fruit bunch. According to the analysis, PCA 1 was considered as the stability of cross. The result showed that cross 530 was close to zero, implying this cross yield similar was in all three locations (i.e. highly stable), but fresh fruit bunch for this cross was low (27.87 kg/palm/ year). The conclusion for this cross was that it was not suitable to be introduced for production. It is stable across environments hence it can yield something in areas where others fail, hence it is a good cross but need to be improved further through breeding. Cross 523, PCA 1 close to zero (0.28), but fresh fruit bunch yielded moderately and consistently in all three locations (38.63 kg/ palm / year). This cross was more beneficial to agriculturists than cross 530. PCA 1 of cross 501, 512 and 514 was far from zero, indicating these crosses had high interaction between cross and location, but fresh fruit bunch yield was not consistent in all three locations. The cross 512 yielded the most fresh fruit bunch at Ron-Phibun District. Cross 501 yielded the most at Cha-uat District and cross 514 yielded the most at Nuea-Khlong District. Therefore, it is suggested that each cross is specifically suitable for each specific environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to the Graduate School and Oil Palm Research and Development Center, Prince of Songkla University for financial supported of this research. Equipments and facilities were provided by Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. Furthermore, we thank Pao-Rong Oil Palm Company for providing the oil palm crosses.

REFERENCES

Aina OO, Dixon AGO, Akinrinde EA (2007). Additive main effects and multiplication interaction (AMMI) analysis for yield of Cassava in Nigeria. *J. Biol. Sci.* 7: 796–800.

Allard RW, Bradshaw AD (1964). Implications of genotype-environment interaction. *Crop Sci.* 4: 503-507.

Annicchiario P (2002). *Introduction*. In: P. Annicchiario ed., Genotype x environment interaction challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, pp. 1–4 .

Corley RHV, Tinker PB (2003). *Selection and breeding*. In: Corley, R.H.V. and P.B. Tinker eds., The Oil Palm. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp 133–200.

Dabholkar AR (1992). *Genotype environment interaction and stability parameters*. In: AR Dobholhar Ed., Elements of Biometrical Genetics. Concept Publishing Company, New Delhi, pp. 326–365.

Eberhart SA, Russell WA (1966). Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Sci.* 6: 36–40.

Falconer DS (1981). *Correlated characters*. In: D.S. Falconer, Quantitative Genetics Longman Inc., New York, pp. 281–300.

Finlay KW, Wilkinson GN (1963). The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Program. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742–754.

Gauch HG (1988). Model Selection and Validation for Yield Trials with Interaction. *Biometrics* 44: 705–715.

Gauch HG (1992a). *Introduction*. In: H.G. Gauch, Statistical Analysis of Regional Yield Trials AMMI Analysis of Factorial Designs. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, pp. 1–14.

Gauch HG (1992b). *AMMI and related models*. In: HG Gauch, Statistical Analysis of Regional Yield Trials AMMI Analysis of Factorial Designs. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, pp 53–110.

Gauch HG (2006). Statistical analysis of yield trial by AMMI and GGE. *Crop Sci.* 46: 1488–1500.

Kushairi A, Rajanaidu N, Jalani BS, Zakri AH (1993). Variation Malaysian dura x pisifera planting materials I. bunch yield. *Elaeis* 6: 14–25.

Obisesan IO, Fatunla T (1983). Genotype x environment interaction for bunch yield and its components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Theor. Appl. Genet.* 64: 133–136.

Rafii MY, Rajanaidu N, Jalani BS, Zakri AH (2001). Genotype x environment interaction and stability analysis in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies over six locations. *Journal of Oil Palm Research* 13: 11–41.

Singh RK, Chaudhary BD (1979). *Variance and covariance analysis*. In: Singh, RK and Chaudhary BD Eds., Biometrical methods in Quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers, New Delhi, pp. 39-69.

การปรับปรุงผลผลิตทะลายในประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา

Bunch Yield Improvement in D x P Oil Palm Populations

ณัฐพงศ์ สงฤทธิ์ [1], วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์ [2] และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ [3]

Nuttapong Songrit , Wasapong Eksomtramage and Theera Eksomtramage

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]นักศึกษาปริญญาเอก สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[3]รองศาสตราจารย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

This study aimed to estimate the variation of oil palm progenies, heritabilities, correlation and path analysis of yield and yield component characters. Eighteen tenera progenies (DxP) with 7 years-old grown at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand were used for this experiment. Each progeny was arranged as completely randomized design with 18 replications (palms). Three replications per progeny were selected by randomization and tagged for investigation. The oil palm bunch yield and yield component characters were observed from randomized palms for 3 years. The results showed that the progenies mean had significant difference in average bunch weight (ABW) and number of bunches (BN) but not significant difference in average fresh fruit bunch yield (FFB). All bunch yield and yield component characters were highly significant difference due to year effects. Only BN character had significant difference for progeny x year interaction. The heritabilities estimates for FFB, ABW and BN characters were low, ranged between 2.57-12.30%. The correlation of ABW and BN showed negative correlation (r = -0.372) but these characters had positive correlation with FFB (r = 0.430 and 0.642, respectively). Path analysis showed that both ABW and BN character had high direct effects on bunch yield improvement.

Keywords : *oil palm, correlation, heritability, path analysis*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนของปาล์มน้ำมันชั่วรุ่นลูก อัตราพันธุกรรมสหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย)โดยทำการศึกษากับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา อายุ 7 ปี จำนวน 18 คู่ผสม เก็บข้อมูลติดต่อกัน 3 ปี (อายุปาล์ม 7–9 ปี) ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากร ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แต่ละคู่ผสมทำการสุ่มต้น จำนวน 3 ต้น ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคู่ผสมมีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย แต่ผลผลิตทะลาย

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อิทธิพลของปีที่บันทึกข้อมูลมีผลทำให้ทุกลักษณะแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะลักษณะจำนวนทะลายมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การประเมินอัตราพันธุกรรม พบว่าทุกลักษณะมีค่าต่ำอยู่ระหว่าง 2.57-12.3% ลักษณะผลผลิตทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่า 0.430 และ 0.642 ตามลำดับ แต่น้ำหนักทะลายเฉลี่ยและจำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางลบ มีค่า -0.372 การวิเคราะห์เส้นทาง พบว่าทั้งลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและจำนวนทะลายมีอิทธิพลทางตรงสูงกับลักษณะผลผลิตทะลาย

คำสำคัญ : *ปาล์มน้ำมัน สหสัมพันธ์ อัตราพันธุกรรม การวิเคราะห์เส้นทาง*

บทนำ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่มีบทบาทสำคัญทั้งของประเทศไทยและของโลก เนื่องจากเป็นพืชน้ำมันชนิดเดียวในโลกที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ (ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์, 2554) จากผู้ผลิตรายใหญ่จะได้ผลผลิตปาล์มน้ำมันประมาณ 3-4 ตัน (จากเนื้อปาล์ม) ต่อไร่ต่อปี (Okwuagwu *et al*., 2008) จึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ประชากรปาล์มน้ำมันเพื่อให้ปาล์มน้ำมันนั้นมีความเปลี่ยนแปลงของการให้ผลผลิตที่ดีจะต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีลักษณะทางเกษตรที่ดี ซึ่งจะคัดเลือกโดยตรงจากผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะเป็นปัจจัยหลักในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะผลผลิตทะลายเป็นปัจจัยที่จะบ่งบอกถึงความสำเร็จและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ (Okwuagwu *et al.*, 2008) จำนวนผลต่อทะลายก็เป็นปัจจัยหนึ่งขององค์ประกอบทะลายถือเป็นปัจจัยของผลผลิตที่สำคัญเช่นกัน การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ดี จึงมีความสำคัญ ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เป็นลักษณะเชิงปริมาณ ซึ่งมียีนควบคุมจำนวนมาก (polygenic gene) จึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง ซึ่งปัจจัยของสภาพแวดล้อมถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งจะมีผลต่อผลผลิตทะลาย โดยที่สภาพแวดล้อมจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อการแสดงออกทางพันธุกรรม ดังนั้นพันธุกรรมจะมีความแปรปรวนตามไปด้วยหากสภาพอากาศมีความแปรปรวน การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตทะลายในประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราจึงจำเป็นต้องทำการประเมินอัตราพันธุกรรมของจำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผลผลิตทะลาย และประเมินถึงความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบผลผลิต (Okoye *et al.*, 2009)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนของปาล์มน้ำมันชั่วรุ่นลูก อัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกประชากรพ่อ-แม่พันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา อายุ 7 ปี จำนวน 18 คู่ผสม ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แต่ละคู่ผสมทำการสุ่มต้น จำนวน 3 ต้น เพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 ปี

ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้บันทึกไว้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับปี ประเมินอัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ และวิเคราะห์เส้นทาง ดังนี้

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมกว้าง (broad sense, h^2_b) เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมดต่อความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมด (พีรศักดิ์ ศรีนิเวศน์, 2525) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$h^2_b = \sigma^2_g / \sigma^2_p$$

$$= \sigma^2_g / (\sigma^2_g + \sigma^2_e)$$

โดยที่ σ^2_g = ความแปรปรวนทางพันธุกรรม, σ^2_p = ความแปรปรวนทั้งหมด

σ^2_e = ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ(PCV) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของพันธุกรรม (GCV)ได้ ตามวิธีของ Singh และ Chaudhary (1985)

$$PCV(\%) = 100\sqrt{\sigma^2_p} / X$$

$$GCV(\%) = 100\sqrt{\sigma^2_g} / X$$

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

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

โดยที่ r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y

X_i = ตัวแปรของลักษณะ X ของตัวอย่างที่ i (i = 1, 2, 3), $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X

Y_i = ตัวแปรของลักษณะ Y ของตัวอย่างที่ i (i = 1, 2, 3), $\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย (Table 1) พบว่าอิทธิพลของคู่ผสมมีผลทำให้ลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ อิทธิพลของปีมีผลทำให้ทุกลักษณะมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.01 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับปี พบว่ามีเพียงลักษณะเดียว คือ จำนวนทะลายที่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 Okoye และคณะ (2009) รายงานว่าในลูกผสมปาล์มน้ำมันที่เกิดจากการผสมของ D × P จะมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ในแต่ละปีของจำนวนทะลายและผลผลิตทะลายซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของลูกผสมที่

แตกต่างกันในแต่ละปี ความแตกต่างนี้จะเป็นศักยภาพของพันธุกรรมที่มีอิทธิพลมาจากความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมแต่ละปี และมีอิทธิพลอื่นๆ เป็นปัจจัยร่วมที่ทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูง ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์ (2554) รายงานว่าจำนวนทะลายต่อต้น จะมีความแปรปรวนสูงกว่าน้ำหนักต่อทะลาย ดังนั้นผลผลิตในรอบปีจึงเป็นผลมาจากการปรับปรุงจำนวนทะลายต่อต้นเป็นหลัก ซึ่งลักษณะเหล่านี้พบว่ามีความแปรปรวนตามสภาพแวดล้อมที่ปลูกปาล์มน้ำมัน จากผลการศึกษานี้ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่า 32.36, 22.71 และ29.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะ (Table 2) พบว่า ค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลาย เท่ากับ 149.29 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เท่ากับ 12.586 กิโลกรัมต่อทะลายต่อปี และจำนวนทะลาย เท่ากับ 12.345 ทะลายต่อปี (ตารางที่ 2)ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม มีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏในทุกลักษณะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีอิธิพลสูงต่อความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ โดยเฉพาะลักษณะผลผลิตทะลายและจำนวนทะลาย จะแสดงออกถึงความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าน้ำหนักทะลายเฉลี่ย อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย โดยทั่วไปมีค่าต่ำ คือ มีค่า 3.29, 12.30 และ 2.57 ตามลำดับ Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า อัตราพันธุกรรมของลักษณะเชิงปริมาณในปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตทะลายและองค์ประกอบผลผลิต โดยทั่วไปมีค่าต่ำเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมียีนควบคุมจำนวนมากและมีอิทธิพลสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง อย่างไรก็ตามอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวอาจแปรปรวนได้ตั้งแต่ต่ำถึงสูง (h^2 อยู่ระหว่าง 0-100%) ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Raffi *et al.,* 2002)

ลักษณะผลผลิตทะลายมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่า r = 0.430 และ 0.642 ตามลำดับ (Table 3) จำนวนทะลายกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อกัน มีค่า r = -0.372 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของธีรภาพ แก้วประดับ (2552) ซึ่งรายงานว่าลักษณะมีสหสัมพันธ์ทางลบเช่นกัน (r = -0.31) ดังนั้นหากทำการคัดเลือกลักษณะที่มีจำนวนทะลายสูงจะส่งผลให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยต่ำลง การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะองค์ประกอบทะลายไปยังผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน (Table 4) พบว่า จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางเท่ากับ 0.931 และ 0.777 ตามลำดับ ผลที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ วศะพงศ์ เอกสมทรงเมษฐ์ (2553) ซึ่งรายงานว่า การคัดเลือกพันธุ์โดยพิจารณาจากจำนวนทะลายเป็นหลักจะสามารถเพิ่มผลผลิตทะลายให้สูงขึ้นได้ ส่วนอิทธิพลทางอ้อมพบว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีอิทธิพลในทางลบเท่ากับ -0.289 และ -0.347 ตามลำดับ

Table 1 Combined analyses of variance for fresh fruit bunch yield (FFB) , average bunch weight (ABW) and number of bunches (BN)

Sources of variation	d.f.	Mean squares		
		FFB	ABW	BN
Progenies (or crosses)	17	3541.6^{ns}	20.375^{**}	24.783^{*}
Year	2	10997.4^{**}	442.862^{**}	102.537^{**}
Prog. x Year	34	2870.4^{ns}	10.541^{ns}	21.509^{*}
Error	108	2333.30	8.17	13.55
C.V. (%)		32.36	22.71	29.82

*,** significant at P<0.05 and P<0.01 respectively, ns = not significant, d.f. = degrees of freedom, C.V. = coefficient of variation,

FFB = fresh fruit bunch yield, ABW = average bunch weight and BN = number of bunches.

Table 2 Genetic variability parameters for bunch yield components

Traits	Mean+SE	Range	GV	PV	GCV (%)	PCV (%)	h^2_b
Fresh fruit bunch yield (kg/palm/year)	149.29±16.101	116.11-193.74	83.900	2551.475	6.14	33.83	3.29
Average bunch weight (kg/bunch/year)	12.586±0.9529	9.047-15.499	1.229	9.994	8.81	25.12	12.30
Number of bunches (no./year)	12.345±1.2270	10.44-16.00	0.409	15.949	5.18	32.35	2.57

GV = Genotypic variance, PV = Phenotypic Variance, GCV = genotypic coefficients of variation, PCV = phenotypic coefficients of variation,

h^2_b = broad sense heritability

Table 3 Correlations among bunch yield traits

Traits	FFB	ABW
ABW	0.4302**	
BN	0.6422**	-0.3723**

** Correlation is significant at P<0.01

FFB = fresh fruit bunch yield, ABW = average bunch weight and BN = number of bunches.

Table 4 Path analysis of among bunch yield traits

Characters	Correlation coefficient	Direct effect	Indirect effect	
			BN	ABW
BN	0.642	0.931	-	-0.289
ABW	0.43	0.777	-0.347	-

FFB = fresh fruit bunch yield, ABW = average bunch weight and BN = number of bunches

สรุป

จากผลการศึกษาลักษณะผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายในปาล์มน้ำมันอายุระหว่าง 7-9 ปี พบว่าอิทธิพลของคู่ผสมมีผลทำให้ลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีความแตกต่างทางสถิติ อิทธิพลของปีมีผลทำให้ทุกลักษณะมีความแตกต่างทางสถิติ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับปี พบว่ามีเพียงลักษณะเดียว คือ จำนวนทะลายที่มีความแตกต่างทางสถิติ ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลายและจำนวนทะลายมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเกี่ยวข้องสูงกว่าลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่าต่ำ คือ อยู่ระหว่าง 2.57-12.30% ลักษณะผลผลิตทะลายมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย แต่จำนวนทะลายกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อกัน โดยพบว่าทั้งจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะลาย

เอกสารอ้างอิง

ธีรภาพ แก้วประดับ. 2552. อัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตในปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.).วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm, 4th ed. Miami : Blackwell.

Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 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., Okoye, M.N., Okolo, E.C., Ataga, C.D. and Ugura, M.I. 2008. Genetic 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.

Rafii, M.Y., Rajinaidu, N., Jalani, B.S. and Kushairi, A. 2002. Performance and heritability estimations on oil palm progenies tested in different environments. J. Oil Palm Res. 14(1) : 15-24.

Singh, R.K. and Chaudhary, S.D. 1985. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. New Delhi : Kalyan Publishers.

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตน้ำมันในปาล์มน้ำมันเทเนอรา

Genotypic and Phenotypic Correlation Estimates of Agronomic Characters with Oil Yield in Tenera Oil Palm

วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์[1] ณัฐพงศ์ สงฤทธิ์[2] และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[3]

Wasapong Eksomtramage, Nuttapong Songrit and Theera Eksomtramage

[1]นักศึกษาปริญญาเอก สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]นักศึกษาปริญญาโท สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[3]รองศาสตราจารย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

The objective of this study was to estimate the genetic and phenotypic correlations of agronomic characters (bunch yield and its components and vegetative characters)with oil yield. Eighteen varieties of tenera hybrid with eight years-old were studied at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand. Eight sampling palms per variety according to a Completely Randomized Design were used to record the characters. The phenotypic and genotypic correlations of bunch yield ,its components and vegetative characters with oil yield such as fresh fruit bunch (FFB), number of bunch (NB), average bunch weight (ABW), fruit/bunch (F/B), wet mesocarp/fruit (WM/F), oil/bunch (O/B) , height (H), rachis length (RL), leaf dry weight (LDW) and leaf area (LA) were high and positive(r_P = 0.854, 0.654, 0.373, 0.260, 0.200, 0.505, 0.381, 0.300, 0.291 และ 0.292; r_g = 0.979, 0.822, 1.025, 0.401, 0.710, 0.365, 0.691, 0.686, 0.605 and 0.818 respectively). These results suggest that selection in oil palm breeding based on these characters will give a good response to oil yield improvement.

Keywords: *Oil Palm, Agronomic Characters, Phenotypic and genotypic correlations*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ปรากฏของลักษณะทางการเกษตร (ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบทะลาย และลักษณะทางลำต้น) กับผลผลิตน้ำมัน โดยทำการศึกษากับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 18 พันธุ์ อายุ 8 ปี ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แต่ละพันธุ์ทำการสุ่มต้น จำนวน 8 ต้น เพื่อบันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ทางการเกษตร ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร ที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/ทะลาย ความสูงลำต้น ความยาวใบ น้ำหนักแห้งใบ และ

พื้นที่ใบ (r_p = 0.854, 0.654, 0.373, 0.260, 0.200, 0.505, 0.381, 0.300, 0.291 และ 0.292; r_g = 0.979, 0.822, 1.025, 0.401, 0.710, 0.365, 0.691, 0.686, 0.605 และ 0.818 ตามลำดับ) ผลการศึกษานี้เสนอแนะว่าการคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยพิจารณาจากลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวจะมีผลการตอบสนองต่อการปรับปรุงผลผลิตน้ำมัน

คำสำคัญ: *ปาล์มน้ำมัน ลักษณะทางการเกษตร สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ*

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูง มีต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น และมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยเฉพาะผลผลิตน้ำมัน (Corley and Tinker, 2003) ซึ่งในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ผลผลิตน้ำมันสูงนั้น ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่า เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อระยะเวลาสูง (ธีระ, 2554) แต่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบทะลาย และลักษณะทางลำต้น เป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ จึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง ซึ่งการคัดเลือกเพื่อเพิ่มลักษณะดังกล่าว สหสัมพันธ์ถือว่ามีบทบาทต่อการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ เนื่องจากลักษณะต่างๆ ของพืชมีความสัมพันธ์กัน โดยความสัมพันธ์อาจเป็นทางบวก คือ มีการเพิ่มไปด้วยกัน หรือทางลบ คือลักษณะหนึ่งเพิ่มอีกลักษณะหนึ่งลด ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาจเกิดจากการทั้งสองลักษณะควบคุมด้วยยีนเดียวกัน หรือคนละยีนแต่วางอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2527) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่สังเกตได้ในพืชนั้นเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ ซึ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อม

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางการเกษตร คือ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบทะลาย และลักษณะทางลำต้น กับผลผลิตน้ำมัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้ในการคัดเลือกพ่อ และแม่พันธุ์เพื่อปรับปรุงประชากรลูกผสมเทเนอราต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษากับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราอายุ 8 ปี จำนวน 18 คู่ผสม ซึ่งปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีระยะปลูก 9 x 9 x 9 ม. วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแต่ละคู่ผสมทำการสุ่มต้นปาล์ม จำนวน 8 ต้น (ซ้ำ) เพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย ได้แก่ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 2 ปี (มกราคม 2551 ถึง ธันวาคม 2552) ลักษณะองค์ประกอบทะลาย ได้แก่ น้ำหนักผลเฉลี่ย น้ำหนักเมล็ดในเฉลี่ย ผล/ทะลาย เมล็ดใน/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล กะลา/ผล เมล็ดใน/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย โดยเก็บตัวอย่างทะลายปาล์มจากทุกต้นที่สุ่มไว้ต้นละ 1 ทะลาย นำมาวิเคราะห์ตามวิธีการของ ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์และคณะ (2544) และ ลักษณะทางลำต้น บันทึกข้อมูลจากต้นปาล์มทุกต้นที่สุ่มไว้ โดยเก็บตัวอย่างจากใบที่ 17 ตามวิธีการของ Hardon *et al.* (1969) เพื่อบันทึกลักษณะของใบ ได้แก่ ความสูงลำต้น (วัดจากระดับพื้นดินถึงโคนใบที่ 17) และ

ขนาดลำต้น (วัดเป็นเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับเหนือพื้นดิน 1 เมตร) ความยาวแกนทางใบ (วัดเริ่มจากจุดกำเนิดใบย่อยล่างสุดไปจนถึงจุดกำเนิดใบย่อยปลายทางใบ) น้ำหนักแห้งใบ และพื้นที่ใบ นำข้อมูลค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรที่บันทึกไว้ มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ตามวิธีการของ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ (2548) ดัง Table 1

Table 1 Analysis of variance and covariance for 2 characters (x and y)

Source	df	MS		MCP[1]	EMS	EMCP[2]
		x	y			
Treatment	t-1	M_2^*	M_2	$M_2^* M_2$	$\sigma_E^2+r\sigma_T^2$	$\sigma_{E^*E}+r\sigma_{T^*T}$
Error	t(r-1)	M_1^*	M_1	$M_1^* M_1$	σ_E^2	σ_{E^*E}
Total	tr-1					

[1]MCP = Mean Cross Product, [2]EMCP = Expected Mean Cross Product

โดยที่ $\sigma^2_{E^*} = M^*_1$ $\sigma^2_{T^*} = (M^*_2 - M^*_1)/r$

$\sigma^2_E = M_1$ $\sigma^2_T = (M_2 - M_1)/r$

$\sigma_{E^*E} = M^*_1 M_1$ $\sigma_{T^*T} = (M^*_2 M_2 - M^*_1 M_1)/r$

Phenotypic variance (σ^2_p) หาได้จาก $\sigma^2_p = \sigma^2_T + \sigma^2_E$

$\sigma^2_{p^*} = \sigma^2_{T^*} + \sigma^2_{E^*}$

Phenotypic covariance ($\sigma^2_{p^*p}$) หาได้จาก $\sigma_{p^*p} = \sigma_{T^*T} + \sigma_{E^*E}$

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_G) คำนวณได้จากสูตร

$$r_G = \frac{\sigma_{T^*T}}{\sqrt{(\sigma^2_{T^*})(\sigma^2_T)}}$$

สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ(r_P) คำนวณได้จากสูตร

$$r_P = \frac{(\sigma_{T^*T} + \sigma_{E^*E})}{\sqrt{(\sigma^2_{T^*} + \sigma^2_{E^*})(\sigma^2_T + \sigma^2_E)}}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อผลผลิตน้ำมัน

ลักษณะผลผลิตทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกสูงกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (Table 2) คือ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผลผลิตทะลายสด และจำนวนทะลาย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) เท่ากับ 1.025, 0.822 และ 0.979 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_g อยู่ระหว่าง 0.684 – 0.936) สอดคล้องกับ Obisesan และ Fatunla (1982) รายงานว่า จำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับผลผลิตทะลายสด และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (r_g = 0.61 และ 0.60 ตามลำดับ)

ลักษณะองค์ประกอบทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกสูงกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (Table 2) คือ เนื้อปาล์มสด/ผล ผล/ทะลาย และน้ำมัน/ทะลาย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม(r_g) เท่ากับ 0.710, 0.401 และ 0.365 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_g อยู่ระหว่าง 0.03 – 0.648) แต่กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางลบกับน้ำหนักผลเฉลี่ย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด และน้ำมัน/ผล (r_g อยู่ระหว่าง -0.200 – -1.816 ตามลำดับ) ส่วนน้ำมัน/ทะลายมีเพียงกะลา/ผลที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางลบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม(r_g) เท่ากับ -0.138

ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกสูงกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (Table 3) คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวทาง น้ำหนักแห้งใบ และเส้นรอบวงลำต้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) เท่ากับ 0.818, 0.691, 0.686, 0.605 และ 0.411 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_g อยู่ระหว่าง 0.161 – 0.980) แต่เส้นรอบวงลำต้นมีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในทางลบกับความสูง และน้ำหนักแห้งใบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) เท่ากับ -0.298 และ -0.007 ตามลำดับ

สหสัมพันธ์ลักษณะ**ปรากฏที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน**

ผลผลิตทะลายที่มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (Table 2) คือ ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (r_p) เท่ากับ 0.854, 0.635 และ 0.373 ตามลำดับ โดยผลผลิตทะลายมีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (r_p = 0.761 และ 0.429 ตามลำดับ) แต่จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_p = -0.224) แสดงว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยต่างต้องการใช้สารอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงและมีอิทธิพลของการแข่งขันในการใช้สารอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบที่ชดเชยกัน ความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาที่เคยรายงานมาก่อน (ธีระ และคณะ 2544; อังคณา และคณะ, 2552 ; ธีรภาพ, 2552 ; Obisesan and Fatunla, 1982 ; Kushairi *et al*., 2000 ; Okwuagwu *et al*., 2008 ; Okoye *et al*., 2009)

องค์ประกอบทะลายที่มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำมัน (Table 2) คือ น้ำมัน/ทะลาย น้ำมัน/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ผล/ทะลาย และเนื้อปาล์มสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (r_p) เท่ากับ 0.505, 0.373, 0.341, 0.306, 0.260 และ 0.200 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กัน (r_p อยู่ระหว่าง 0.068 – 0.912) ยกเว้น ผล/ทะลาย ที่มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางลบต่อเนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด และน้ำมัน/ผล (r_p = -0.227, -0.121 และ -0.188 ตามลำดับ) แต่ผล/ทะลายมีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล (r_p = 0.513, 0.314 และ 0.225 ตามลำดับ) ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ (เนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล) มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางลบกับผลผลิตน้ำมัน โดยเฉพาะกับน้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย (r_p อยู่ระหว่าง -0.120 – -0.704) สอดคล้องกับรายงานของ Okoye และคณะ (2009) ลักษณะองค์ประกอบทะลายอื่นๆ ที่ไม่มีสหสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตน้ำมัน คือ เนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล แต่มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏต่อกันในทางบวกหรือลบอย่างมีนัยสำคัญขึ้นอยู่กับคู่ของลักษณะ เช่น เนื้อในเมล็ด/ทะลาย มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับเนื้อในเมล็ด/ผล แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับ เนื้อปาล์ม/ผล และเนื้อปาล์ม/ทะลาย เป็นต้น

ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำมัน (Table 3) คือ ความสูง ความยาวทาง พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (r_p) เท่ากับ 0.381, 0.300, 0.292 และ 0.291 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_p อยู่ระหว่าง 0.110 – 0.594) แต่เส้นรอบวงลำต้นมีสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในทางลบกับความสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_p) เท่ากับ -0.127

สรุป

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าลักษณะทางการเกษตรที่สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏต่อผลผลิตน้ำมันในทางบวก คือ ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/ทะลาย ความสูงลำต้น ความยาวใบ น้ำหนักแห้งใบ และพื้นที่ใบ

เอกสารอ้างอิง

ธีรภาพ แก้วประดับ. 2552. อัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตในปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.).วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทางและอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23 (ฉบับพิเศษ ปาล์มน้ำมัน) : 691-704.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และนิทัศน์ สองศรี. 2551. ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและองค์ประกอบผลผลิตในประชากรลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. วิทยาศาสตร์การเกษตร. 39 : 61 – 64.

Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Miami, Blackwell.

Hardon, J.J., Williams, C.N., and Watson, I. 1969. Leaf area and yield in the oil pam in Malaya. Expl. Agric. 5 : 25-32.

Kushairi, A. and Rajanaidu, N. 2000. Breeding populations, seed production and nursery management. *In* : Advances in oil palm research, Vol. I (Ed. by Basiron, Y., Jalani, B.S. and Chan, K.W.) Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.

Obosesan, I.O. and Fatunla, T. 1982. Heritability of fresh fruit bunch yield and its components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Theor. Appl. Genet. 65 : 65 – 68.

Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Am-Euras. J. of Sci. Res. 4(2) : 59-63.

Okwuagwu, C.O., Okoye, M.N., Okolo, E.C., Ataga, C.D. and Uguru, M.I. 2008. Genetic 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) : 40-45.

Table 2 Estimates phenotypic (r_P : above diagonal) and genotypic (r_G : below diagonal) correlation coefficients among oil yield, bunch yield and its components of oil palm

Characters[2]	Oil Yield	Bunch yield			Bunch compositions										
		FFB	NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/WM	O/DM	O/F	O/B
OY	-	0.854**	0.635**	0.373**	0.051	-0.152	0.260**	-0.120	0.200*	-0.193*	-0.228**	0.341**	0.306**	0.373**	0.505**
FFB	0.979	-	0.761	0.429**	-0.102	-0.109	0.009	0.014	0.002	0.034	0.011	-0.016	0.075	-0.009	0.003
NB	0.822	0.936	-	-0.224**	-0.103	-0.074	-0.048	0.013	-0.060	0.053	0.041	0.020	0.043	-0.012	-0.030
ABW	1.025	0.911	0.684	-	0.010	-0.032	0.023	-0.032	0.112	-0.054	-0.061	-0.040	0.029	0.025	0.025
AFW	-0.097	-0.227	-0.485	0.241	-	0.375**	-0.114	-0.394**	0.545**	-0.505**	-0.401**	0.129	0.099	0.342**	0.236**
AKW	-0.422	-0.590	-0.495	-0.631	0.785	-	-0.016	0.371**	-0.282**	0.048	0.442**	-0.003	0.038	-0.123	-0.120
F/B	0.401	0.323	0.061	0.683	-0.458	0.037	-	0.513**	-0.227**	0.314**	0.225**	-0.121	0.105	-0.188*	0.491**
K/B	-0.109	-0.206	-0.052	-0.491	-0.532	0.273	0.924	-	-0.759**	0.696**	0.947**	-0.449**	-0.066	-0.680**	-0.279**
WM/F	0.710	0.609	-0.438	2.069	0.480	-0.541	0.030	-0.772	-	-0.866**	-0.785**	0.194*	0.068	0.576**	0.373**
S/F	-0.062	0.038	0.919	-1.217	-1.603	-0.209	1.271	1.447	-0.591	-	0.676**	-0.416**	-0.085	-0.699**	-0.423**
K/F	-0.434	-0.510	-0.106	-1.165	-0.508	0.405	0.673	0.922	-1.293	1.498	-	-0.462**	-0.093	-0.704**	-0.485**
O/WM	-0.240	-0.447	-0.409	-0.433	1.244	0.886	-0.338	-0.289	0.680	-1.816	-0.200	-	0.494**	0.912**	0.720**
O/DM[1]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-	0.455**	0.467**
O/F	0.007	-0.193	-0.489	0.275	1.153	0.575	-0.202	-0.435	0.882	-1.632	-0.542	0.956	N/A	-	0.759**
O/B	0.365	0.150	-0.275	0.768	0.472	0.455	0.648	0.416	0.643	-0.138	0.135	0.493	N/A	0.615	-

Notes : * , ** significant difference at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively [1]N/A = Non/Applicable

[2] OY = oil yield, FFB = fresh fruit bunch yield, NB = number of bunch, ABW = average bunch weight, 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 and O/B = oil/bunch

Table 3 Estimates phenotypic (r_P : above diagonal) and genotypic (r_G : below diagonal) correlation coefficients among oil yield, bunch yield and vegetative characters of oil palm

Characters[1]	Oil	Bunch yield			vegetative characters				
	Yield	FFB	NB	ABW	H	TS	LL	LDW	LA
OY					0.381**	0.053	0.300**	0.291**	0.292**
FFB					0.409**	0.047	0.326**	0.340**	0.334**
NB			-		0.170*	-0.022	0.134	0.117	0.184*
ABW					0.338**	0.100	0.306**	0.356**	0.234**
H	0.691	0.616	0.305	1.068	-	-0.127	0.467**	0.480**	0.405**
TS	0.411	0.484	0.954	-0.409	-0.298	-	0.119	0.110	0.116
LL	0.686	0.620	0.424	0.899	0.628	0.403	-	0.594**	0.584**
LDW	0.605	0.563	0.364	0.801	0.790	-0.007	0.821	-	0.539**
LA	0.818	0.752	0.579	0.913	0.747	0.161	0.978	0.980	-

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

[1]OY = oil yield, FFB = fresh fruit bunch yield, NB = number of bunch, ABW = average bunch weight, H = height, TS = trunk size, RL = rachis length, LDW = leaf dry weight and LA leaf area