



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การบริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันเพื่อ
การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอราเชิงพาณิชย์”

โครงการย่อยที่ 1

“การพัฒนาและทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา ม.อ.
เพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงพาณิชย์”

โดย...ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

มิถุนายน 2560

บทสรุป (Executive summary)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือก ผสมพันธุ์ และทดสอบศักยภาพการตอบสนองของพันธุ์ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งในระยะกล้า ระยะที่ปลูมน้ำก่อนให้ผลผลิต และระยะที่ปลูมน้ำให้ผลผลิตแล้ว รวมทั้งการผลิตพันธุ์ดังกล่าวเผยแพร่ให้กับเกษตรกร

ในการศึกษานี้ใช้เชื้อพันธุ์กรรมปลูมน้ำมันที่ได้ปรับปรุงพันธุ์ที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยมีทั้งปลูมน้ำมันแบบดورا เทเนอราและฟิสิเฟอรา และลูกผสมเทเนอราพันธุ์ ม.อ. ที่ใช้ผลิตเป็นพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 โดยได้ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 5 การทดลอง คือ

- 1) การทดลองที่ 1 การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์กรรม ม.อ.
- 2) การทดลองที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราในระยะกล้า
การทดลองที่ 2.1 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราการค่าต่อชนิดของดินที่แตกต่างกัน
การทดลองที่ 2.2 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราการค่าต่อการให้น้ำที่แตกต่างกัน
- 3) การทดลองที่ 3 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1
- 4) การทดลองที่ 4 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า
- 5) การทดลองที่ 5 การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปลูมน้ำลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

ผลการศึกษานี้ได้แสดงผลแยกไว้ในแต่ละการทดลอง โดยสามารถสรุปสาระสำคัญของผลการศึกษานี้ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษานี้สามารถรวบรวมข้อมูลลักษณะทางการเกษตรของปลูมน้ำมัน และจัดทำเป็นฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์กรรมปลูมน้ำมันของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสามารถจดทะเบียนต้นพ่อแม่พันธุ์ปลูมน้ำมันเพื่อผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 เผยแพร่ให้กับเกษตรกรและเอกชน ได้ตามหลักเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร
2. การทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของปลูมน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 เป็นเวลา 4 ปี ในสถานที่ปลูกต่างๆ พบว่าอิทธิพลของสถานที่ปลูกมีผลทำให้ทุกลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตทะลาย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของคู่ผสม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมและสถานที่ปลูก พบว่าลักษณะส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นความยาวแกนใบและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสมของพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 มีความสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

สารบัญ	หน้า
โครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาและทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา ม.อ. เพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงพาณิชย์”	1
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
วิธีการดำเนินการวิจัย	2
การทดลองที่ 1 การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม ม.อ.	3
บทนำ	4
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลและวิจารณ์	6
เอกสารอ้างอิง	14
การทดลองที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะกล้า	15
การทดลองที่ 2.1 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราการคาย ต่อชนิดของดินที่แตกต่างกัน	16
บทนำ	16
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	16
สรุป	22
เอกสารอ้างอิง	23
การทดลองที่ 2.2 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราการคายต่อ การให้น้ำที่แตกต่างกัน	24
บทนำ	24
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	25
สรุป	29
เอกสารอ้างอิง	29

(ต่อ)

สารบัญ	หน้า
การทดลองที่ 3 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์ม ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1	31
บทนำ	32
การตรวจเอกสาร	32
อุปกรณ์และวิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	35
สรุป	45
เอกสารอ้างอิง	46
การทดลองที่ 4 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์ม ลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า	47
บทนำ	48
อุปกรณ์และวิธีการ	49
ผลและวิจารณ์	49
สรุป	65
เอกสารอ้างอิง	65
การทดลองที่ 5 การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1	66
บทนำ	67
อุปกรณ์และวิธีการ	67
ผลดำเนินการ	68
เอกสารอ้างอิง	68

(ต่อ)

สารบัญ	หน้า
ภาคผนวก ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และตีพิมพ์เผยแพร่	69
ภาคผนวกที่ 1 การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม ม.อ.	ก
ภาคผนวกที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราในระยะกล้า	ข
ภาคผนวกที่ 3 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์มลูกผสม เทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1	ค
ภาคผนวกที่ 4 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์มลูกผสม เทเนอราพันธุ์การค้า	ง
ภาคผนวกที่ 5 การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1	จ

การทดลองที่ 1

การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพันธุกรรม ม.อ.

การทดลองที่ 1

การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม ม.อ.

บทนำ

“พันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1” เป็นพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยนักวิจัยคณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

- 1) เพื่อพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง และปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในบางพื้นที่ปลูกของภาคใต้
- 2) เพื่อพัฒนาประชากรสายพันธุ์แม่ (ดูรา) และสายพันธุ์พ่อ (ฟิลิเฟอรา) ใช้ในการผลิตลูกผสมเทเนอราเผยแพร่ให้กับเกษตรกร

กรรมวิธีในการปรับปรุงพันธุ์ สรุปได้ดังนี้

3.1 ช่วงเวลาและกิจกรรมที่ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์แต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1) ปี พ.ศ. 2530 เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันลูกชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) ซึ่งผ่านการคัดเลือกมาจากลูกชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) ของปาล์มลูกผสมเทเนอราที่ปลูกในประเทศไทย โดยทำการคัดเลือกจากแต่ละสวนๆ ละ 1 ทะลาย แต่ละทะลายคัดเลือกไว้เพียง 4 ผล ทะลายที่คัดเลือกพิจารณาจากลักษณะทะลายที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะกะลาในผลปาล์มบาง เมล็ดที่คัดได้นำมาเพาะกล้าและปลูกในแปลงที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่งของคณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 1,038 ต้น เมื่อปี พ.ศ. 2532

2) ปี พ.ศ. 2540 ตัดแต่งใบต้นปาล์ม และติดหมายเลขต้นปาล์มจำนวน 1,038 ต้น ในแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรม

3) ปี พ.ศ. 2541-2545 คัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่แปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรม ใช้วิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติโดยพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตและการเจริญเติบโต ต้นที่คัดเลือกได้นำมาผสมข้ามระหว่างพ่อแม่พันธุ์ (ดูรา x ฟิลิเฟอรา) เพื่อให้ได้ลูกผสมเทเนอรา และขยายพันธุ์ต้นแม่พันธุ์ดูราโดยวิธีการผสมตัวเอง และผสมข้ามระหว่างต้นแม่ดูราที่คัดเลือก หลังจากนั้นทำการปลูกทดสอบพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา และปลูกต้นแม่พันธุ์ดูราที่เกิดจากการผสมตัวเองและผสมข้ามระหว่างต้นแม่ดูราที่คัดเลือก

4) ปี พ.ศ. 2545 ผสมข้ามระหว่างต้นแม่ดูราคัด กับต้นพ่อฟิลิเฟอราคัด ได้พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา และผสมตัวเองของต้นแม่ดูราคัด

5) ปี พ.ศ. 2545-2546 ทำเมล็ดงอก เพาะกล้าและคัดเลือกต้นกล้าปาล์มที่สมบูรณ์ อายุ 1 ปี ไปปลูกทดสอบพันธุ์

6) ปี พ.ศ. 2547-2554 ปลูกทดสอบพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างต้นแม่ดูราคัด กับต้นพ่อฟิลิเฟอราคัด และมีการสร้างประชากรต้นแม่พันธุ์ดูรา (ดูรา x ดูรา) และประชากรต้นพ่อพันธุ์ฟิลิเฟอรา (เทเนอรา x ฟิลิเฟอรา) และปลูกประชากรต้นแม่ดูราและต้นพ่อฟิลิเฟอราในปี พ.ศ. 2551

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลของปาล์มน้ำมันดูรา (ต้นแม่) และฟิลิเฟอรา (ต้นพ่อ) เพื่อใช้ในการผลิตลูกผสมเทเนอรา

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้เชื้อพันธุ์กรรมปาล์มน้ำมันดورا เทเนอรา และฟิลิเฟอรา และจัดทำฐานข้อมูลลักษณะต่างๆของเชื้อพันธุ์กรรม เช่นผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย องค์ประกอบทะลายปาล์ม และลักษณะการเจริญเติบโต

บันทึกลักษณะต่างๆ ของใบที่ 17 ได้แก่ความยาวใบ จำนวนใบย่อย ความกว้างและความยาวใบย่อย ความกว้างและความลึกโคนก้านใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักใบแห้ง ลักษณะผลผลิตทะลาย ได้แก่จำนวนทะลาย/ต้น/ปี น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลาย/ต้น/ปี และลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ธีระ, 2554)

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน มีขั้นตอนและวิธีการโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลาย ดังนี้

- (1) เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่สุกแก่เต็มที่จากต้นที่คัดเลือกไว้ แล้วชั่งน้ำหนักทะลายสด
- (2) ใช้ขวานสับแยกก้านช่อผลย่อยออกจากแกนทะลาย ชั่งน้ำหนักแกนทะลายสด และก้านช่อผลย่อย หลังจากนั้นสับย่อยแกนทะลายสดแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
- (3) สุ่มก้านช่อผลย่อย ประมาณ 1/4 - 1/8 ของก้านช่อผลย่อยทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของทะลายปาล์ม แล้วชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นทำการแยกผลปาล์มออกจากก้านช่อผล ผลปาล์มที่ได้นำมาแยกออกเป็น 2 ส่วน คือผลปาล์มดีและผลปาล์มลีบ ชั่งน้ำหนักผลปาล์มดีและผลปาล์มลีบ
- (4) สุ่มผลดี ประมาณ 30-50 ผล ชั่งน้ำหนักผลปาล์มสด หลังจากนั้นแยกเนื้อปาล์มออกจากผล แล้วชั่งน้ำหนักเนื้อปาล์มสด และเมล็ดปาล์ม (กะลาปาล์มและเนื้อในเมล็ด)
- (5) สุ่มเนื้อปาล์มสด (ประมาณ 50-100 กรัม) และเมล็ดปาล์มมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง และเมล็ดปาล์มแห้ง
- (6) นำส่วนของเนื้อปาล์มแห้งบดให้ละเอียด แล้วมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเนื้อปาล์มแห้ง
- (7) เมล็ดปาล์มแห้ง นำมาแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของกะลาปาล์มและส่วนของเนื้อในเมล็ดแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักของแต่ละส่วนที่แยก หลังจากนั้นสุ่มเนื้อในเมล็ดแห้งมาชั่งน้ำหนัก แล้วบดให้ละเอียด

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเนื้อปาล์มแห้งหรือของเนื้อในเมล็ดแห้ง ทำได้โดยการสุ่มเนื้อปาล์มแห้งหรือเนื้อในเมล็ดแห้งที่บดละเอียดแล้วมาชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นบรรจุลงถุงผ้า ปิดผนึกให้เรียบร้อย แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง หลังจากนั้นนำมาแช่ในน้ำมันเบนซินหรือสารเคมีที่อยู่ในกลุ่มเบนซิน นานติดต่อกัน 5 วัน โดยมีการเปลี่ยนถายน้ำมันเบนซินใหม่ทุกวัน เมื่อครบกำหนดนำถุงผ้าพร้อมเนื้อปาล์มแห้งหรือเนื้อในเมล็ดแห้งมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักเส้นใยแห้งหรือเนื้อในเมล็ดแห้งหลังจากแช่น้ำมันเบนซิน

ข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกได้ข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนี้

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักผลสด} - \text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักต่อผล (กรัม / ผล)} = \frac{\text{น้ำหนักผลตัวอย่าง}}{\text{จำนวนผล}}$$

$$\text{เนื้อในเมล็ดต่อผล (\%)} = \frac{\% \text{ เนื้อในเมล็ดต่อผล} \times \% \text{ ผลต่อทะลาย}}{100}$$

$$\text{ผลต่อทะลาย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักผลสด} \times \text{น้ำหนักทะลายสด} - \text{น้ำหนักแกนทะลายสด}}{\text{น้ำหนักผลผลิตสดติดกับก้านผลย่อย} \times \text{น้ำหนักทะลายสด}} \times 100$$

$$\begin{aligned}
 \text{เนื้อปาล์มต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักผลสด} - \text{น้ำหนักเมล็ดสด}}{\text{น้ำหนักผลสด}} \times 100 \\
 (\%) \\
 \text{เนื้อในเมล็ดต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผลสด}} \times 100 \\
 (\%) \\
 \text{กะลาต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดสด} - \text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผลสด}} \times 100 \\
 (\%) \\
 \text{น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด} - \text{น้ำหนักของเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}} \times 100 \\
 (\%) \\
 \text{น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง} - \text{น้ำหนักของเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}} \times 100 \\
 (\%) \\
 \text{น้ำมันต่อผล} &= \frac{\% \text{น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด} \times \% \text{เนื้อปาล์มต่อผล}}{100} \\
 (\%) \\
 \text{น้ำมันต่อทะลาย} &= \frac{\% \text{น้ำมันต่อผล} \times \% \text{ผลต่อทะลาย}}{100} \\
 (\%) \\
 \text{น้ำมันต่อเนื้อในเมล็ดแห้ง} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้ง} - \text{น้ำหนักของเนื้อในเมล็ดแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้ง}} \times 100 \\
 (\%)
 \end{aligned}$$

ผลและวิจารณ์

1. เกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ที่สำคัญต่อการคัดเลือกพันธุ์ของเชื้อพันธุกรรมที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษา อายุของปาล์ม และสภาพแวดล้อมในแปลงที่ศึกษา เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อประมวลผลการศึกษาต่างๆ บนพื้นฐานค่าประมาณการของอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรที่มีค่าสูง สามารถสรุปได้ว่าลักษณะที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงประชากรพ่อ-แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน หรือการผลิตลูกผสมทนเคอรา ได้แก่ ลักษณะจำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย น้ำหนัก/ผล น้ำหนักเนื้อในเมล็ด/ผล เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ผลผลิตน้ำมันจากเนื้อปาล์ม ผลผลิตน้ำมันจากเนื้อในเมล็ด ความสูงลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ จำนวนใบย่อย และความยาวใบย่อย (ตารางที่ 1) ทั้งนี้การคัดเลือกขึ้นอยู่กับชนิดของปาล์มน้ำมันที่ทำการคัดเลือกว่าเป็นปาล์มน้ำมันชนิดคูรา เทเนอรา หรือฟิสิเฟอรา

ตารางที่ 1 ลักษณะทางการเกษตรที่ควรนำมาพิจารณาในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ลักษณะ	ลำดับความสำคัญในการคัดเลือก ¹		
	ดูรา	เทเนอรา	ฟิสิเฟอรา
ลักษณะผลผลิตทะลาย			
จำนวนทะลาย/ต้น	2	2	1
น้ำหนัก/ทะลาย	1	1	3
น้ำหนักทะลาย/ต้น	2	2	2
ลักษณะองค์ประกอบของทะลายปาล์ม			
น้ำหนัก/ผล	1	2	3
น้ำหนักเนื้อในเมล็ด/ผล	1	2	3
ผล/ทะลาย (%)	2	1	2
เนื้อปาล์ม/ผล (%)	1	2	3
เนื้อในเมล็ด/ผล (%)	1	2	3
กะลา/ผล (%)	3	2	2
น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด (%)	3	3	3
น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง (%)	1	3	3
น้ำมัน/ทะลาย (%)	3	3	3
เนื้อในเมล็ด/ทะลาย (%)	2	2	2
น้ำมันเนื้อในเมล็ด/ทะลาย (%)	3	2	2
ลักษณะผลผลิตน้ำมัน			
ผลผลิตน้ำมันจากเนื้อปาล์ม/ต้น/ปี	1	1	3
ผลผลิตน้ำมันจากเนื้อในเมล็ด/ต้น/ปี	1	1	3
ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน			
ความสูงลำต้น	1	1	2
จำนวนใบ	1	1	3
ความยาวใบ	1	1	3
จำนวนใบย่อย	1	1	3
ความกว้างใบย่อย	3	3	3
ความยาวใบย่อย	1	1	1
พื้นที่ใบ	3	3	3

หมายเหตุ: ¹ ลำดับความสำคัญ 1 = มาก 2 = ปานกลาง 3 = น้อย

ที่มา : ธีระ (2558)

2.ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์กรรม ม.อ.

เชื้อพันธุ์กรรมปาล์มน้ำมันที่รวบรวมไว้ที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่งของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ จำนวน 1038 ต้นเป็นลูกชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) ที่รวบรวมจากการคัดเลือกมาจากชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) ของปาล์มลูกผสมเทเนอร่าที่ปลูกในจังหวัดต่างๆ ทางภาคใต้ของไทย โดยทำการคัดเลือกจากแต่ละสวนๆ ละ 1 ทะลาย และแต่ละทะลายคัดเลือกไว้เพียง 4 ผล ทะลายที่คัดเลือกพิจารณาจากทะลายที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะกะลาในผลปาล์มบาง ผลการศึกษาลักษณะผล ผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของเชื้อพันธุ์กรรมปาล์มน้ำมัน จำนวน 938 ต้นที่ให้ผลผลิตแสดงในตารางที่ 2 พบว่า เชื้อพันธุ์กรรมมีการกระจายตัวของปาล์มน้ำมันแบบดูรา เทเนอร่า และฟิลิเฟอร่า คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 27.3 : 49.4 : 23.3% ตามลำดับ ปาล์มน้ำมันแต่ละแบบมีความแปรปรวนสูงในทุกลักษณะที่ทำการศึกษาลักษณะต่างๆ ของปาล์มน้ำมันแบบดูราและเทเนอร่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผลและกะลา/ผล โดยปาล์มน้ำมันเทเนอร่ามีเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผลสูงกว่าและมีกะลา/ผลที่ต่ำกว่าดูรา สำหรับปาล์มน้ำมันฟิลิเฟอร่านั้น พบว่ามีเปอร์เซ็นต์กะลา/ผลต่ำที่สุด เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผลสูงกว่าปาล์มน้ำมันดูราและเทเนอร่า แต่มีจำนวนทะลาย/ต้น/ปีต่ำกว่า ทะลายมีขนาดเล็กและมีผลผลิตทะลาย/ต้น/ปีต่ำที่สุด

สำหรับการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อพันธุ์กรรมปาล์มน้ำมันโดยใช้วิธีการบันทึกข้อมูลต้นปาล์มในแปลงปลูกอย่างสุ่มจำนวน 501 ต้น พบว่าทุกลักษณะการเจริญเติบโตมีความแปรปรวนอยู่ในเกณฑ์สูง และมีค่าต่ำสุด-สูงสุดแตกต่างกันมาก (ตารางที่ 3) เช่นลักษณะความสูงลำต้นและความยาวใบมีค่าต่ำสุด-สูงสุดอยู่ระหว่าง 3.0-7.1 ม. และ 3.6-7.4 ม. ตามลำดับ พื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบมีค่าต่ำสุด-สูงสุดอยู่ระหว่าง 3.7-15.3 ม.² และ 1.6-6.7 กก. ตามลำดับ เมื่อจำแนกชนิดของปาล์มจากต้นปาล์มที่สุ่มมาทั้งหมด พบว่ามีต้นปาล์มแบบดูรา เทเนอร่าและฟิลิเฟอร่า จำนวน 175, 268 และ 58 ต้น ตามลำดับ โดยต้นปาล์มแต่ละแบบมีความแปรปรวนของทุกลักษณะการเจริญเติบโตสูงและและมีค่าต่ำสุด-สูงสุดแตกต่างกันมากเช่นกัน และสังเกตพบว่าค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันฟิลิเฟอร่าจะสูงกว่าปาล์มน้ำมันดูราและเทเนอร่า

ตารางที่ 2 ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน ที่คณะ

ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลักษณะ	ค่า	ประชากร ช่วงรุ่นที่ 2 (F_2)	ชนิดของเชื้อพันธุกรรมแบบ		
			ดูรา	เทเนอรา	ฟิลิเฟอรา
จำนวนต้น		938	256	463	219
	%ของ F_2	100	27.3	49.4	23.3
ผลผลิตทะลาย ¹ (กก./ต้น/ปี)	เฉลี่ย	83.6	92.0	96.9	62.0
	S.D. ²	37.1	25.0	30.3	39.8
	ต่ำสุด-สูงสุด	0.6-231.5	14.4-169.7	11.6-231.5	0.6-149.4
จำนวนทะลาย ¹ (ทะลาย/ต้น/ปี)	เฉลี่ย	6.2	6.3	6.7	5.6
	S.D.	2.5	1.9	2.1	3.5
	ต่ำสุด-สูงสุด	0.1-15.9	1.4-12.6	1.4-15.9	0.1-15.3
น้ำหนัก/ทะลาย ¹ (กก.)	เฉลี่ย	13.8	15.3	14.9	11.2
	S.D.	3.6	3.9	3.9	3.1
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.8-32.3	4.5-27.2	5.8-32.3	3.8-24.7
น้ำหนัก/ผล (กรัม)	เฉลี่ย	10.9	13.5	10.9	8.4
	S.D.	6.9	4.6	5.8	10.4
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.4-31.0	6.3-30.3	4.1-31.0	3.4-18.2
เนื้อปาล์ม/ผล (%)	เฉลี่ย	48.3	30.4	40.4	74.1
	S.D.	8.67	6.2	8.3	11.5
	ต่ำสุด-สูงสุด	13.2-100	13.2-48.8	13.3-90.8	32.7-100
	ต่ำสุด-สูงสุด ³	-	20.0-65.0	60.0-90.0	-
กะลา/ผล (%)	เฉลี่ย	12.4	24.8	12.3	0
	S.D.	3.3	5.3	4.5	0.2
	ต่ำสุด-สูงสุด	0-39.7	11.0-39.7	2.6-35.8	0-2.3
	ต่ำสุด-สูงสุด ³	-	25.0-45.0	4.0-20.0	-
เนื้อโนเมลิ็ด/ผล (%)	เฉลี่ย	39.3	45	47.3	25.6
	S.D.	9.0	7.9	8.3	10.8
	ต่ำสุด-สูงสุด	0-85.8	24.3-85.8	6.6-81.9	0-46.3

หมายเหตุ : ¹ ข้อมูลเฉลี่ย 8 ปี ² ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ³ Hardon (1976)

ที่มา : ธีระ (2558)

ตารางที่ 3 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน ที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลักษณะ	ค่า	ประชากร	ชนิดของเชื้อพันธุกรรมแบบ		
		ช่วงรุ่นที่ 2 (F ₂)	คูรา	เทเนอรา	ฟิลิเฟอรา
จำนวนต้น		501	175	268	58
ความสูงลำต้น (ม.)	เฉลี่ย	5.3	5.2	5.2	5.4
	S.D. ¹	0.6	0.6	0.5	0.6
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.0-7.1	3.0-6.9	3.5-7.1	4.1-6.9
ความกว้างใบย่อย (ซม.)	เฉลี่ย	5.8	5.8	5.8	5.9
	S.D.	0.8	0.7	0.8	0.9
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.8-8.2	3.8-7.8	3.9-8.0	4.2-8.2
ความยาวใบย่อย (ซม.)	เฉลี่ย	70.9	70.2	68.8	73.6
	S.D.	7.0	7.1	7.0	6.9
	ต่ำสุด-สูงสุด	51.4-94.2	51.5-94.2	51.4-90.4	60.0-89.0
จำนวนใบย่อย (จำนวนใบ)	เฉลี่ย	340.8	339.3	339.6	343.4
	S.D.	29.1	27.1	31.6	28.5
	ต่ำสุด-สูงสุด	192.0-424.0	270.0-424.0	192.0-424.0	268.0-398.0
ความกว้างโคนก้านใบ (ซม.)	เฉลี่ย	8.4	8.0	8.2	9.0
	S.D.	1.2	1.2	1.3	1.1
	ต่ำสุด-สูงสุด	4.2-12.0	5.3-12.0	4.2-12.0	6.0-11.3
ความยาวโคนก้านใบ (ซม.)	เฉลี่ย	3.9	3.7	3.9	4.1
	S.D.	0.5	0.5	0.5	0.5
	ต่ำสุด-สูงสุด	2.4-5.7	2.4-5.4	2.7-5.7	3.0-5.1
ความยาวใบ (ซม.)	เฉลี่ย	5.4	5.3	5.4	5.6
	S.D.	0.6	0.6	0.6	0.5
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.6-7.4	3.8-6.5	3.6-7.4	4.4-6.8
พื้นที่ใบ (ม. ²)	เฉลี่ย	7.8	7.6	7.7	8.2
	S.D.	1.6	1.5	1.7	1.6
	ต่ำสุด-สูงสุด	3.7-15.3	4.2-12.5	3.7-15.3	4.0-11.9
น้ำหนักแห้งใบ (กก.)	เฉลี่ย	3.6	3.3	3.5	4.0
	S.D.	0.8	0.8	0.9	0.8
	ต่ำสุด-สูงสุด	1.6-6.7	1.6-6.1	1.6-6.7	2.1-5.6

หมายเหตุ : ¹ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ที่มา : อีระ (2558)

3. ฐานข้อมูลรายต้นของพ่อ-แม่พันธุ์คัดในด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลาย

ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายของต้นแม่พันธุ์ดูราและต้นพ่อพันธุ์ฟิลิปปินส์ อายุ 5-6 ปี ได้สรุปในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายของต้นแม่พันธุ์ดูรา อายุ 5-6 ปี

Entry	Palm	การเจริญเติบโตของใบที่ 17			ผลผลิตทะลาย	องค์ประกอบผลผลิต		องค์ประกอบทะลาย		
No.	no.	ความยาวใบ	พื้นที่ใบ	น้ำหนักแห้งใบ	(กก./ต้น/ปี)	จำนวนทะลาย	น้ำหนัก/ทะลาย	เนื้อปาล์ม/ผล	กะลา/ผล	น้ำมัน/ทะลาย
		(ม.)	(ม. ²)	(กก.)		(จำนวน/ต้น)	(กก.)	(%)	(%)	(%)
1	2	3.65	3.24	1.97	185.87	12.00	15.49	66.67	24.96	17.97
2	9	3.85	3.46	1.50	203.36	13.00	15.64	63.50	25.10	19.79
3	11	3.45	3.00	1.66	208.83	14.00	14.92	56.52	21.60	20.29
4	13	3.48	3.62	2.13	168.00	14.00	12.00	59.70	25.70	18.33
5	15	3.20	4.34	1.94	171.20	16.00	10.70	62.90	23.80	25.18
6	17	3.56	3.63	1.87	183.81	12.00	15.32	56.20	23.30	18.61
7	19	3.80	3.40	1.75	165.42	18.00	9.19	56.90	23.50	16.59
8	23	3.71	3.23	1.68	168.41	9.00	18.71	60.20	26.90	18.60
9	25	3.03	4.13	2.14	244.20	12.00	20.35	63.20	28.00	22.87
10	27	3.83	3.78	2.10	159.25	13.00	12.25	55.46	28.62	20.02
11	29	3.83	3.53	2.11	219.36	16.00	13.71	55.80	25.00	19.44
12	30	3.27	3.90	2.07	208.79	10.00	20.88	57.50	29.80	22.91
13	31	3.83	4.38	1.93	165.75	14.00	11.84	59.60	18.60	18.50
14	32	4.01	4.45	2.47	174.20	13.00	13.40	63.60	18.30	20.38
15	33	3.64	3.93	1.70	201.35	16.00	12.58	73.20	17.80	20.28
16	35	4.13	4.43	2.24	287.10	18.00	15.95	59.60	26.70	19.85
17	36	2.92	2.90	1.50	184.63	15.00	12.31	60.20	17.10	21.11
18	38	3.30	3.10	1.61	199.90	16.00	12.49	60.90	27.20	22.59
19	39	3.86	4.26	2.01	194.74	17.00	11.46	57.83	32.55	22.39
20	40	3.68	4.16	2.09	193.88	14.00	13.85	58.22	21.25	19.61
21	41	3.80	4.22	2.16	197.44	17.00	11.61	62.10	29.50	18.99
22	44	3.96	4.33	2.13	199.18	19.00	10.48	61.25	32.16	17.74
23	46	3.53	3.84	2.04	164.89	14.00	11.78	57.00	22.20	20.07
24	47	4.09	4.46	2.16	174.33	18.00	9.69	57.60	22.50	21.59
25	51	4.10	3.55	1.88	174.00	10.00	17.40	55.70	20.50	21.92
26	52	4.12	4.36	2.50	186.51	17.00	10.97	58.20	27.60	19.49
27	54	4.31	4.23	2.19	216.45	15.00	14.43	62.33	26.23	18.04
28	56	3.91	3.07	1.78	173.00	10.00	17.30	56.12	33.62	17.96

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Entry	Palm	การเจริญเติบโตของใบที่ 17			ผลผลิตทะลาย	องค์ประกอบผลผลิต		องค์ประกอบทะลาย		
No.	No.	ความยาวใบ	พื้นที่ใบ	น้ำหนักแห้งใบ	(กก./ตัน/ปี)	จำนวนทะลาย	น้ำหนัก/ทะลาย	เนื้อมะพร้าว/ผล	กะลา/ผล	น้ำมัน/ทะลาย
		(ม.)	(ม. ²)	(กก.)		(จำนวน/ตัน)	(กก.)	(%)	(%)	(%)
29	58	3.54	4.04	1.72	173.06	12.00	14.42	56.50	20.10	17.16
30	62	4.06	4.68	1.89	156.25	10.00	15.63	60.80	23.30	16.84
31	67	3.71	3.97	1.78	189.87	16.00	11.87	58.10	29.70	18.29
32	69	3.95	4.59	2.29	191.95	16.00	12.00	60.00	20.20	22.01
33	70	3.96	4.82	2.38	173.68	15.00	11.58	62.90	21.10	18.52
34	72	4.01	4.18	2.20	251.09	19.00	13.22	60.32	25.08	24.69
35	73	3.78	3.48	2.05	193.13	13.00	14.86	57.70	24.90	20.28
36	74	4.18	4.72	2.46	208.56	12.00	17.38	57.80	14.10	24.82
37	75	3.68	3.85	2.04	168.33	10.00	16.83	64.60	23.20	22.64
38	76	4.40	4.39	2.23	231.47	14.00	16.53	66.50	17.70	19.00
39	77	3.86	3.49	2.04	244.14	17.00	14.36	64.91	22.03	24.35
40	79	4.60	4.85	2.34	191.70	12.00	15.98	60.50	28.30	17.99
41	80	4.28	4.12	2.40	165.58	16.00	10.35	55.80	29.80	19.71
42	81	4.55	4.30	2.08	157.00	11.00	14.27	67.30	24.10	18.22
43	82	4.65	5.13	2.53	189.49	14.00	13.53	55.97	19.77	24.55
44	83	4.51	4.47	2.35	180.27	15.00	12.02	61.27	25.51	16.52
45	86	5.05	4.27	2.29	172.66	12.00	14.39	58.50	27.30	21.29
46	90	5.03	5.14	2.57	171.50	12.00	14.29	58.80	24.40	16.90
47	91	4.60	4.35	1.97	187.45	18.00	10.41	62.80	27.40	20.77
48	93	4.80	5.04	2.41	210.56	19.00	11.08	63.70	20.90	17.08
49	94	4.17	5.06	2.25	161.60	14.00	11.54	56.40	26.80	22.92
50	96	4.58	4.58	1.93	208.54	15.00	13.90	63.70	20.20	19.26
51	100	4.18	4.42	1.56	217.92	18.00	12.11	58.40	26.70	20.46
52	104	3.86	4.25	1.45	178.80	15.00	11.92	59.70	27.60	26.65
53	105	4.33	4.05	2.04	267.00	21.00	12.71	58.45	31.09	16.38
54	107	3.80	4.19	2.21	183.34	13.00	14.10	61.18	24.02	23.03
55	109	4.10	4.05	1.83	181.65	11.00	16.51	59.47	31.36	20.13
56	111	4.75	5.05	2.38	152.67	10.00	15.27	62.30	26.30	16.72
57	116	4.22	3.89	2.40	270.16	18.00	15.01	62.90	25.40	16.50
58	118	3.73	3.69	2.01	217.45	18.00	12.08	59.26	23.25	19.83
59	127	3.81	4.20	2.27	228.89	15.00	15.26	58.30	30.80	16.59
60	128	3.64	4.15	2.44	354.37	19.00	18.65	59.70	24.20	19.12
61	129	3.98	4.01	1.93	189.36	14.00	13.53	61.30	25.60	17.72
62	133	3.32	3.50	1.88	206.60	20.00	10.33	56.50	27.90	17.25
63	138	3.61	4.10	2.25	152.43	14.00	10.89	55.60	31.39	23.11

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Entry	Palm	การเจริญเติบโตของใบที่ 17			ผลผลิตทะลาย	องค์ประกอบผลผลิต		องค์ประกอบทะลาย		
No.	no.	ความยาวใบ	พื้นที่ใบ	น้ำหนักแห้งใบ	(กก./ต้น/ปี)	จำนวนทะลาย	น้ำหนัก/ทะลาย	เนื้อปาล์ม/ผล	กะลา/ผล	น้ำมัน/ทะลาย
		(ม.)	(ม. ²)	(กก.)		(จำนวน/ต้น)	(กก.)	(%)	(%)	(%)
64	139	3.64	3.43	2.06	197.40	15.00	13.16	62.70	23.30	16.06
65	145	4.09	4.01	1.94	169.28	14.00	12.09	58.80	22.90	19.29
66	183	4.01	4.17	2.31	159.83	11.00	14.53	63.07	21.13	20.04
67	184	3.62	3.69	1.98	204.49	17.00	12.03	58.70	30.00	20.63
68	186	4.22	3.48	1.88	175.82	16.00	10.99	64.40	25.00	18.36
69	187	3.80	4.09	1.88	157.89	14.00	11.28	58.70	22.60	19.55
70	198	5.49	4.39	2.50	273.98	10.00	27.40	60.30	25.70	18.21
71	201	3.96	4.21	2.04	163.30	14.00	11.66	55.40	27.70	18.97
72	202	3.90	3.29	1.70	195.00	16.00	12.19	58.00	21.70	22.99
73	224	4.70	4.13	2.80	173.25	12.00	14.44	60.40	23.80	16.77
74	232	3.50	4.30	2.53	164.48	10.00	16.45	59.93	25.76	21.27
75	239	3.30	3.98	1.85	178.50	14.00	12.75	65.10	19.20	18.51
76	240	3.90	4.87	2.38	162.75	14.00	11.63	58.74	26.44	19.93
77	244	3.80	4.90	1.76	194.57	13.00	14.97	55.16	21.03	18.23
mean		3.96	4.09	2.08	193.80	14.42	13.78	60.07	24.78	19.83
min.		2.92	2.90	1.45	152.43	9.00	9.19	55.16	14.10	16.06
max.		5.49	5.14	2.80	354.37	21.00	27.40	73.20	33.62	26.65
S.D.		0.47	0.53	0.29	34.87	2.80	2.90	3.35	4.01	2.42

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายของต้นพ่อพันธุ์ฟิลิปปินส์อายุ 5-6 ปี

Entry Palm		การเจริญเติบโตของใบที่ 17			ผลผลิตทะลาย	องค์ประกอบผลผลิต		องค์ประกอบทะลาย		
No.	no.	ความยาวใบพื้นที่ใบน้ำหนักแห้งใบ			(กก./ต้น/ปี)	จำนวนทะลายน้ำหนัก/ทะลาย		เนื้อปาล์ม/ผลกะลา/ผลน้ำมัน/ทะลาย		
		(ม.)	(ม. ²)	(กก.)		(จำนวน/ต้น)	(กก.)	(%)	(%)	(%)
1p	249p	4.65	3.24	1.67	180.18	42.00	4.29	99.87	0	21.47
2p	253p	3.85	3.36	1.50	138.38	37.00	3.74	99.70	0	19.79
3p	255p	4.45	3.00	1.56	148.74	37.00	4.02	99.72	0	18.09
4p	259p	3.48	3.42	2.03	183.60	34.00	5.40	99.71	0	18.13
5p	260p	4.20	3.74	1.74	118.80	36.00	3.30	99.90	0	25.48
6p	265p	4.56	3.93	1.67	138.24	32.00	4.32	99.50	0	32.21
	mean	4.20	3.45	1.70	151.32	36.33	4.18	99.73	0.00	22.53
	min.	3.48	3.00	1.50	118.80	32.00	3.30	99.50	0.00	18.09
	max.	4.65	3.93	2.03	183.60	42.00	5.40	99.90	0.00	32.21
	S.D.	0.46	0.34	0.19	25.60	3.39	0.71	0.14	0.00	5.48

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด กรุงเทพฯ. 463น.

Hardon, J.J. 1976. Oil palm breeding-introduction. In: Oil palm research (Ed. by R.H.V. Corley *et al.*), 89-108, Elsevier, Amsterdam.

การทดลองที่ 2

การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปาล์ม
ลูกผสมเทเนอราในระยะกล้า

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสม
เทเนอราการค้าต่อชนิดของดินที่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสม
เทเนอราการค้าต่อการให้น้ำที่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 2.1

การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรากการค้าต่อชนิดของดินที่แตกต่างกัน

บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลก และระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) องค์ประกอบจากปาล์มน้ำมันสามารถสกัดนำมาใช้ประโยชน์และใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (สุภาภรณ์ เลิศศิริ, 2552) การใช้ผลผลิตปาล์มน้ำมันภายในประเทศในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2546-2550) ความต้องการปริมาณน้ำมันปาล์มเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 5.76 โดยพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาได้เพิ่มขึ้นจาก 2.75 ล้านไร่ เป็น 3.15 ล้านไร่ในปี 2550 ซึ่งพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกปาล์มน้ำมันรวมทั้งประเทศ 10.58 ล้านไร่ แยกเป็นพื้นที่ในภาคใต้ 7.31 ล้านไร่ ภาคกลาง 0.07 ล้านไร่ ภาคตะวันออก 2.64 ล้านไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 0.56 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันทำการทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) มีทั้งหมด 5 พันธุ์ PSU-T-52-81 (PSU.81), PSU-T-52-139(PSU.139), PSU-T-52-140(PSU.140), หนองเป็ด (NP) และ Golden Clonal Tenera (GCT) และมี 4 ชุดดิน ชุดดินควบคุม (C), ชุดดินระโนด (Ran), ชุดดินเชียรใหญ่ (Cyi) และชุดดินพัทลุง(Ptl)โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้นต่อชุดดิน เพื่อวัดลักษณะทางลำต้น เมื่อปาล์มอายุ 12 เดือน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) ของ แฟกทอเรียลที่มี 2 ปัจจัยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ, 2545 ; ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2527) ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น นำมาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโดยหาค่าดรอนิสสหสัมพันธ์ (Steel and Torrie, 1980) การประเมินอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างโดยวิธีการประเมินจากองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, 2525)

ผลและวิจารณ์

ผลจากการศึกษาลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าพันธุ์ต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน พบว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอก รูปสองแฉก และรูปขนนก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในแต่ละชุดดิน เดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอกของกล้าปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งเรียงลำดับดังนี้ PSU-140 รองลงมา คือ GCT NP PSU-81 และ PSU-139 มีค่า 4.17, 3.98, 3.92, 3.90 และ 3.78 ใบ/ต้น ตามลำดับ เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ชุดดินที่มีค่าสูงสุดคือ Ran มีค่า 4.36 ใบ/ต้น รองลงมาคือ Ptl C และ Cyi ซึ่งมีค่า 3.99, 3.92 และ 3.53 ใบ/ต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบหอกมากที่สุด คือ PSU-140/Ran มีค่า 4.80 ใบ

รองลงมาคือ PSU-81/Ran, GCT/Ran, PSU-140/C, NP/C, PSU-81 /Ptl, GCT/Ptl, PSU-139/Ran, PSU-140 /Ptl, NP/Ptl, NP/Ran, GCTC, PSU-139 /Ptl, PSU-139/C, PSU-139/Cyi, NP/Cyi, PSU-140 /Cyi, GCT/Cyi, PSU-8 /Cyi และ PSU-81 /C ซึ่งมีค่า 4.60, 4.45, 4.33, 4.20, 4.07, 4.07, 4.00, 4.00, 4.00, 3.93, 3.87, 3.80, 3.73, 3.60, 3.53, 3.53, 3.43, 3.47 และ 3.47 ใบ/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1.)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปสองแฉกในเดือนที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งพันธุ์ที่มีค่ามากที่สุด คือ พันธุ์ หนองเป็ด มีค่า 4.65 ใบ/ต้น รองลงมาคือ PSU-81, GCT, PSU-139 และ PSU-140 มีค่า 3.35, 3.05, 2.72 และ 2.63 ตามลำดับ เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยใบรูปสองแฉกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ C รองลงมาคือ Cyi, Ptl และ Ran มีค่า 3.55, 3.21, 3.20 และ 3.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดิน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปสองแฉกมากที่สุด คือ NP/Ran มีค่า 4.87 ใบ/ต้น รองลงมาคือ NPC, NP/Ptl, NP/Cyi, GCT/C, PSU-81/C, PSU-81/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/Ran, GCT/Cyi, PSU-140/C, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ran, PSU-139 /Ptl, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139 /C, PSU-139/Cyi, PSU-140/Ptl และ PSU-140/Ran ซึ่งมีค่า 4.80, 4.53, 4.40, 3.80, 3.60, 3.40, 3.27, 3.13, 3.00, 2.90, 2.87, 2.87, 2.80, 2.73, 2.67, 2.67, 2.53, 2.52 และ 2.22 ใบ/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1.)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปขนนกในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ GCT รองลงมาคือ PSU-140, PSU-81, PSU-139 และ หนองเป็ด มีค่า 7.39, 6.94, 6.93, 6.75 และ 6.32 ใบ/ต้น เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ Ptl รองลงมาคือ Cyi, Ran และ C มีค่า 7.22, 7.13, 6.66 และ 6.44 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปขนนกพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปขนนกมากที่สุดคือ GCT/Cyi มีค่า 8.72 ใบ/ต้น รองลงมาคือ PSU-139/Cyi, GCT/Ptl, PSU-139/Ptl, PSU-81/Ran, PSU-81/Ptl, PSU-140/Ptl, PSU-140/C, NP/Ptl, NP/Ran, PSU-140/Cyi, PSU-140 /Ran, PSU-81/C, GCT/C, PSU-81 /Cyi, GCT/Ran, PSU-139/C, NP/Cyi, PSU-139/Ran และ NP/C ซึ่งมีค่า 7.60, 7.58, 7.28, 7.27, 7.13, 7.10, 7.02, 7.02, 6.87, 6.843, 6.80, 6.80, 6.73, 6.53, 6.52, 6.27, 5.98, 5.87 และ 5.40 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.)

ชูจิตร และคณะ (2536); Tan และ Mohan (1981) อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร (2545) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สังเกตชัดเจนที่สุดคือ จำนวนการสร้างใบใหม่ ลักษณะของใบ และความยาวของทางใบใหม่ที่เพิ่มขึ้น สำหรับต้นกล้าที่มีอายุ 6-7 เดือน มีใบเพียง 2 ชุด คือใบรูปหอก และ ใบรูปสองแฉก น้ำอ้อย ศรีประสม (2552) พันธุ์ที่มีจำนวนใบสูงแสดงว่ามีการเจริญเติบโตพัฒนาทางลำต้น และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงส่งผลให้มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น และคาดว่าจะมีผลต่อการให้ผลผลิตที่สูงสอดคล้องต่อกัน เนื่องจากหนึ่งทางใบมีจำนวนหนึ่งทะลาย หากจำนวนทางใบสูงก็ส่งผลให้จำนวนทะลายสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นในเดือนที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นระหว่างพันธุ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ NP มีค่า 5.28 เซนติเมตร รองลงมาคือ GCT, PSU-139, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 5.18, 5.13, 5.02 และ 4.55 ตามลำดับ เปรียบเทียบขนาดของโคนต้นระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ Ptl รองลงมาคือ Ran, C และ Cyi มีค่า 5.14, 5.11, 4.97 และ 4.90 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดของโคนต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง

สถิติ พันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นสูงสุดคือ NP/Ran มีค่า 6.01 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP/Ptl, PSU-139/Ptl, PSU-140/C, PSU-139/Cyi, GCT/C, GCT/Ran, GCT/Cyi, GCT/Ptl, PSU-139/C, PSU-140/Ptl, PSU-140/Ran, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ran, NP/C, NP/Cyi, PSU-81/C, PSU-81/Ptl, PSU-81/Ran และ PSU-81/Ptl มีค่า 5.58, 5.42, 5.24, 5.22, 5.21, 5.19, 5.17, 5.15, 5.04, 4.98, 4.97, 4.89, 4.82, 4.76, 4.75, 4.61, 4.56, 4.55 และ 4.47 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.)

ความสูงเฉลี่ยของลำต้นปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า ความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ พันธุ์ GCT รองลงมาคือ พันธุ์ PSU-140, PSU-139, PSU-81 และ NP มีค่า 16.14, 15.91, 15.76, 14.05 และ 9.97 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสูงของลำต้นระหว่างชุดดินพบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ชุดดิน Ptl รองลงมาคือ Cyi, Ran และ C มีค่า 15.40, 14.57, 14.35 และ 13.14 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่า PSU-139/Cyi มีค่าสูงสุดคือ 18.48 เซนติเมตร รองลงมาคือ GCT/Ptl, GCT/Cyi, PSU-140/Ran, PSU-139/Ptl, PSU-140/Ptl, PSU-140/Cyi, PSU-81/Ptl, GCT/Ran, PSU-140/C, PSU-139/C, PSU-139/Ran, PSU-81/Ran, GCT/Ran, PSU-81/C, PSU-81/Cyi, NP/Ran, NP/Ptl, NP/C และ NP/Cyi มีค่า 18.33, 17.35, 17.13, 16.30, 15.91, 15.90, 15.37, 15.13, 14.68, 14.33, 13.93, 13.87, 13.73, 13.67, 13.27, 11.67, 11.12, 9.27 และ 7.83 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.)

ค่าเฉลี่ยความยาวทางใบในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า ค่าเฉลี่ยทางใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ NP มีค่า 85.64 เซนติเมตร รองลงมาคือ พันธุ์ PSU-139, GCT, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 83.58, 77.17, 74.14 และ 60.80 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวทางใบระหว่างชุดดินพบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีความยาวมากที่สุดคือ Cyi รองลงมาคือ Ptl, Ran และชุดดิน C มีค่า 82.34, 75.20, 74.54 และ 72.98 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่าค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ PSU-139/Cyi มีค่า 98.38 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP/Ran, NP/Ptl, GCT/Cyi, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ptl, PSU-139/Cyi, NP/Cyi, NP/C, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139/Ran, PSU-140/C, GCT/C, PSU-140/Ran, PSU-140/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/C, PSU-81/Ptl และ PSU-81/Ran ซึ่งมีค่า 98.38, 96.53, 90.98, 84.78, 84.71, 81.47, 79.47, 77.58, 77.47, 75.33, 7.02, 75.00, 73.97, 73.53, 69.07, 68.82, 66.267, 60.47, 59.38 และ 57.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.)

พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมากก็อาจส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้น Hardon และคณะ (1996) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างใบย่อยที่ยาวที่สุด พบว่าสัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51- 0.57 แตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน หากปาล์มน้ำมันมีความยาวทางใบมาก แสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้มีพื้นที่ใบมาก ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชมีผลให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตได้ดี

ความสูงเฉลี่ยของกล้าปาล์มน้ำมันเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ PSU-139 มีค่า 99.34 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP, GCT, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 95.61, 93.31, 90.05 และ 74.84 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงในชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงในแต่ละชุดดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ Cyi รองลงมาคือ Ptl,

Ran และ C มีค่า 96.91, 90.60, 88.88 และ 86.12 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ PSU-139/Cyi มีค่า 116.97 เซนติเมตร รองลงคือ NP/Ran, GCT/Cyi, NP/Ptl, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ptl, PSU-139/C, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139/Ran, PSU-140/C, GCT/C, NP/C, PSU-140/Ran, NP/Cyi PSU-140/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/C และ PSU-81/Ran ซึ่งมีค่า 108.20, 102.13, 102.10, 100.62, 97.77, 93.80, 93.67, 90.15, 88.93, 88.65, 87.27, 86.73, 86.20, 85.42, 84.72, 79.53, 74.76, 74.13 และ 70.93 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.)

น้ำอ้อย ศรีประสม (2552) รายงานว่า ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกต้นพ่อ-แม่พันธุ์ หากลูกผสมที่ได้จากต้นพ่อ-แม่ที่มีลักษณะต้นเตี้ย ลูกผสมที่ได้จากพ่อแม่อ้างว่ามีลักษณะที่ต้นเตี้ยสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต และควรพิจารณาเป็นรายต้นควบคู่กับลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายปาล์มทั้งหมด อังคณา โชติวัฒนศักดิ์ (2551) รายงานว่าลูกผสมที่ได้จากต้นพ่อ-แม่ ที่มีลักษณะต้นสูง ลักษณะลำต้นของลูกผสมจะสูงตามไปด้วย ข้อดีของลักษณะต้นสูงคือทำให้มีจำนวนทางใบ จำนวนดอก และผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้น

Jacquemert (1979) รายงานว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันที่อายุ 12 เดือน พบว่า ลักษณะของขนาดโคนต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะ ความสูง และความยาวใบ มีค่า 0.7095 และ 0.7108 ตามลำดับ ความสูงมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะความยาวใบ มีค่า 0.9663 และ ลักษณะจำนวนใบทั้งหมดมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะ จำนวนใบรูปสองแฉก และ ใบรูปขนนก มีค่า 0.5112 และ 0.6313 ตามลำดับ

อัตราพันธุกรรม

การศึกษาอัตราทางพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่าลักษณะ ขนาดโคนต้น ความสูง ความยาวใบ ความยาวใบและจำนวนใบ มีอัตราทางพันธุกรรมดังนี้ 32.76, 41.53, 51.95 และ 94.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.) สูดนัย เครือหลี (2550) รายงานว่าลักษณะที่มีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงมีความสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีโอกาสประสบความสำเร็จสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Rafii และคณะ (2002) รายงานว่าลักษณะที่มีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงสามารถคัดเลือกมาปรับปรุงพันธุ์ให้ประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น Musa และคณะ (2004) รายงานว่าการคัดเลือกลักษณะที่มีอัตราทางพันธุกรรมสูงทำให้มีโอกาสเพิ่มผลผลิตทะลายปาล์มให้สูงขึ้น (ตารางที่ 4.)

Table 1 Means of number of lanceolate leaf, bifurcate leaf and pinnate leaf on different soil types at 3 6 and 12 month-old seedling stage of oil palm

พันธุ์	number of lanceolate leaf					number of bifurcate leaf					number of pinnate leaf				
	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means
NP	4.20 ^{bcd}	3.93 ^{defgh}	3.53 ^{hi}	4.00 ^{defg}	3.92 ^a	4.80 ^a	4.87 ^a	4.40 ^{ab}	4.53 ^a	4.65 ^a	5.40 ^g	6.87 ^{bcd}	5.98 ^{efg}	7.02 ^{bcd}	6.32 ^a
GCT	3.87 ^{efghi}	4.45 ^{abc}	3.53 ^{hi}	4.07 ^{cdef}	3.98 ^a	3.80 ^{bc}	2.67 ^{efg}	3.00 ^{defg}	2.73 ^{efg}	3.05 ^{bc}	6.73 ^{bcdef}	6.52 ^{cdef}	8.72 ^a	7.58 ^b	7.39 ^a
PSU-140	4.33 ^{bcd}	4.80 ^a	3.53 ^{hi}	4.00 ^{defg}	4.17 ^a	2.90 ^{defg}	2.22 ^g	2.87 ^{defg}	2.52 ^{fg}	2.63 ^c	7.02 ^{bcd}	6.80 ^{bcd}	6.84 ^{bcd}	7.10 ^{bcd}	6.94 ^a
PSU-139	3.73 ^{fghi}	4.00 ^{defg}	3.60 ^{fghi}	3.80 ^{efghi}	3.78 ^a	2.67 ^{efg}	2.87 ^{defg}	2.53 ^{fg}	2.80 ^{efg}	2.72 ^c	6.27 ^{def}	5.87 ^{fg}	7.60 ^b	7.28 ^{bc}	6.75 ^a
PSU-81	3.47 ⁱ	4.60 ^{ab}	3.47 ⁱ	4.07 ^{cdef}	3.90 ^a	3.60 ^{cd}	3.13 ^{cdef}	3.27 ^{cdef}	3.40 ^{cde}	3.35 ^b	6.80 ^{bcd}	7.27 ^{bc}	6.53 ^{cdef}	7.13 ^{bcd}	6.93 ^a
Means	3.92 ^b	4.36 ^a	3.53 ^c	3.99 ^b		3.55 ^a	3.15 ^a	3.21 ^a	3.20 ^a		6.44 ^a	6.66 ^a	7.13 ^a	7.22 ^a	

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ

Table 2 Means of vegetative characters on different soil types at 12th month-old seedling stage of oil palm

พันธุ์	ขนาดโคนต้น					ความสูงลำต้น					ความยาวใบ					ความสูง				
	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	เฉลี่ย
NP	4.76 ^{fgh}	6.01 ^a	4.75 ^{fgh}	5.58 ^b	5.28 ^a	9.27 ^{hi}	11.67 ^{fgh}	7.83 ⁱ	11.12 ^{gh}	9.97 ^b	77.47 ^{de}	96.53 ^{ab}	77.58 ^{de}	90.98 ^b	85.64 ^a	86.73 ^{efg}	108.20 ^b	85.42 ^{fg}	102.10 ^{bc}	95.61 ^{ab}
GCT	5.21 ^{cd}	5.19 ^{cd}	5.17 ^{cd}	5.15 ^{cd}	5.18 ^a	13.73 ^{efg}	15.13 ^{bcde}	17.35 ^{abc}	18.33 ^{ab}	16.14 ^a	73.53 ^{efg}	75.02 ^{defg}	84.78 ^c	75.33 ^{def}	77.17 ^a	87.27 ^{efg}	90.15 ^{ef}	102.13 ^{bc}	93.67 ^{cd}	93.31 ^{ab}
PSU-140	5.24 ^{cd}	4.97 ^{def}	4.89 ^{def}	4.98 ^{def}	5.02 ^a	14.68 ^{cdef}	17.13 ^{abcd}	15.91 ^{abcde}	15.90 ^{abcde}	15.91 ^a	73.97 ^{efg}	69.07 ^{fgh}	84.71 ^c	68.82 ^{gh}	74.14 ^a	88.65 ^{ef}	86.20 ^{efg}	100.62 ^{cd}	84.72 ^{fg}	90.05 ^{ab}
PSU-139	5.04 ^{def}	4.82 ^{efg}	5.22 ^{cd}	5.42 ^{bc}	5.13 ^a	14.33 ^{cdefg}	13.93 ^{defg}	18.48 ^a	16.30 ^{abcde}	15.76 ^a	79.47 ^{cde}	75.00 ^{defg}	98.38 ^a	81.47 ^{cd}	83.58 ^a	93.80 ^{de}	88.93 ^{ef}	116.87 ^a	97.77 ^{cd}	99.34 ^a
PSU-81	4.61 ^{gh}	4.55 ^{gh}	4.47 ^h	4.56 ^{gh}	4.55 ^b	13.67 ^{efg}	13.87 ^{defg}	13.27 ^{efg}	15.37 ^{abcde}	14.05 ^a	60.47 ⁱ	57.07 ⁱ	66.27 ^h	59.38 ⁱ	60.80 ^b	74.13 ^{hi}	70.93 ⁱ	79.53 ^{gh}	74.76 ^{hi}	74.84 ^b
Means	4.97 ^a	5.11 ^a	4.90 ^a	5.14 ^a		13.14 ^a	14.35 ^a	14.57 ^a	15.40 ^a		72.98 ^a	74.54 ^a	82.34 ^a	75.20 ^a		86.12 ^a	88.88 ^a	96.91 ^a	90.60 ^a	

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมเดียวกันมีความแตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ

Table 3 Correlation coefficients of vegetative characters on different soil types of 12 month – oil palm seedling

	Stem size	Plant height	Leaf length	No. leaf	No. of lanceolate	No. of bifurcate
Plant height	0.7095**					
Leaf length	0.7108**	0.9663**				
No. leaf	-0.0642	-0.2259	-0.3656**			
No. of lanceolate	0.0262	-0.0883	-0.081	0.2392		
No. of bifurcate	-0.4079**	-0.5794**	-0.5955**	0.5112**	-0.1565	
No. of pinate	0.2886*	0.2904*	0.146	0.6313**	-0.0298	-0.2336

** ค่าดัชนีสหสัมพันธ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.01)

* ค่า

ดัชนีสหสัมพันธ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.05)

Table 4 Broad sense heritability of vegetative character on different soil types of 12 month – oil palm seedling

Character	Heritability
Stem size	32.76
Plant height	41.53
Leaf length	51.95
No. leaf	94.19

สรุป

ค่าเฉลี่ยจำนวนใบสะสมและ ลักษณะของใบที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันผลิตได้ในระยะการเจริญ ตั้งแต่อายุ 1-12 เดือน พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันผลิตใบรูปหอกตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4 และเริ่มผลิตใบรูปสองแฉกในเดือนที่ 5 ถึงเดือนที่ 7 และผลิตใบรูปขนนกใบเดือนที่ 8 เป็นต้นไป ส่วนลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า พันธุ์หนองเป็ดปลูกชุดดินระโนด มีค่าเฉลี่ยลักษณะขนาดโคนต้นโตที่สุด PSU-81/PII มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบรวมสูงที่สุด PSU-139/Cyi มีความสูงและ ความยาวทางใบสูงที่สุด จำนวนใบรวมมีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะความยาวทางใบ ขนาดโคนต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะความยาวใบ และความสูง จำนวนใบรวมมีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. การผลิตเมล็ดและการเพาะเมล็ดปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า. ในโครงการเร่งรัดการผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า (D x P). กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรมิณ, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.
- น้ำอ้อย ศรีประสม. 2552. ลักษณะทางลำต้นและอัตราพันธุกรรมในระยะกล้าของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ. 2545. วิธีการวิจัยทางเกษตร. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ผลการพยากรณ์การผลิตปาล์มน้ำมัน 2551 รายจังหวัด. กรุงเทพฯ. เข้าถึงได้จาก : http://www.oae.go.th/mis/forecast/tbl_t_15.htm. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552]
- สุดนัย เครือหิ. 2550. การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์จากประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุภาภรณ์ เลิศศิริ. 2552. ปาล์มน้ำมันพืชพลังงานทดแทน. เกษตรก้าวหน้า 21 : 1-20.
- อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลต์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeai guineensis* Jacq.). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Hardon, J.J. and Thomas R.L. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineux 3 : 85-90.
- Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeai guineensis* Jacq.) study of the L2T x D10D cross. Oleagineux 34 : 492-497.
- Musa, B.B., G.B. Saleh and S.G. Loong. 2004. Genetic variability and broad-sense heritability in two DELI-AVROS DxP breeding populations of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Journal of Breeding and genetics 36 : 13-22
- Rafii, M.Y., Rajinaidu N., Jalani B.S. and Kushairi A. 2002. Performance and heritability estimation on oil palm progenies tested in different environments. Journal of Oil Palm Research 14 : 15-24.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. New York : McGraw – Hill International Book Co., Inc.
- Turner, P.D. and Gillbanks P.D.. 1974. Oil palm cultivation and management. Kuala Lumpur : Yau Seng Press.

การทดลองที่ 2.2

การศึกษาการตอบสนองของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราการคายน้ำที่แตกต่างกัน

บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์มน้ำมันก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ และคณะ, 2548) นอกจากนี้ Ruma (2007) อ้างโดย Okwuagwu (2008) กล่าวว่า ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญอันดับ 2 ที่ให้ผลผลิตเป็นไขมันพืชและน้ำมัน โดยในประเทศไนจีเรียรายงานว่า มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 70% ของพืชผักทั้งหมดที่มีการบริโภคน้ำมัน ทั้งนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำสูงในการเจริญเติบโต ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยการขาดน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิตของปาล์ม (Dufrene *et al.*, 1992 อ้างโดย Kallarackal, 2004) รวมทั้งสัดส่วนเพศ การเจริญและการพัฒนาของผลด้วยเช่นกัน (ธีระพงศ์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้เมื่อเกิดสภาพขาดน้ำขึ้นในบริเวณที่ปลูกพืชเป็นผลให้การดูดน้ำของพืชจากดินลดลง ขนาดของเซลล์เล็กลง กระบวนการสังเคราะห์แสงผิดปกติ อันมีผลทำให้ต้นพืชเหี่ยวแห้ง การสร้างอาหารเป็นไปไม่ได้ไม่เต็มที่ พืชชะงักการเจริญเติบโต และถ้าพืชประสบสภาพเช่นนี้เป็นเวลานานก็จะแห้งตายได้ (นพพร, 2543) ดังนั้นปัญหาเรื่องน้ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญควบคู่ไปกับการใช้พันธุ์ดี (อังคณา, 2551) อย่างไรก็ตามการที่จะได้กล้าปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะปกติและเจริญเติบโตได้นั้น ในระยะกล้าปาล์มน้ำมันต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอกับความต้องการในแต่ละช่วงอายุ หากกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่มีคุณภาพในระยะยาว สำหรับการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะกล้าปาล์ม ทั้งพันธุ์การค้าและพันธุ์ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุง เพื่อศึกษาการตอบสนองเบื้องต้นต่อการให้น้ำของปาล์มน้ำมัน สหสัมพันธ์ และคัดเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนทานต่อความแห้งแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการทดลองใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 5 พันธุ์คือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอราปรับปรุงจำนวน 3 พันธุ์คือ ม.อ.139, ม.อ.140 และ ม.อ.81 และพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่ผลิตเป็นการค้าในประเทศไทยจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์หนองเปิด (NP) และ โกลด์เด็นเทเนอรา (GT) นำเมล็ดของของแต่ละพันธุ์มาปลูกลงในถุงพลาสติกสีดำที่มีดินบรรจุโดยการอนุบาลแบบครึ่งเดียว ขนาดของถุงที่ใช้ในการเพาะเมล็ดของปาล์มน้ำมัน ใช้ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ คือขนาด (40x45 เซนติเมตร หนา 500 เกจ) แล้วนำต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปวางในโรงเรือนกระจก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมีนาคม 2553 – เมษายน 2554 โดยวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) จำนวน 3 ซ้ำ 3 ระดับการให้น้ำคือ ให้น้ำทุกวัน (ควบคุม) ทุก 4 วัน และ 8 วัน โดยใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 90 ต้น/พันธุ์ ศึกษาการสะสมน้ำหนักแห้งโดยทำการสุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อีกจำนวน 9 ต้น/พันธุ์ เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มาวัดลักษณะทางลำต้นแบบทำลายต้น ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและแห้งของต้นและราก ทำการเก็บข้อมูลทุก 3 เดือน (ที่ปาล์มอายุ 3, 6 และ 9 เดือน) และวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาโดยเลือกใช้ทางใบที่ 4 และสุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ ในช่วงเวลา 11.00-13.00 น. ในช่วงที่ดำเนินการทดลอง เพื่อทำการวัดศักย์ของ น้ำในใบด้วย pressure chamber และวัดอัตราการสังเคราะห์แสงด้วย Portable Photosynthesis System รุ่น LICor 6400 (Delta-T, UK)

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะทางสรีรวิทยา

ค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ (Table 1) ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ -1.37 และ -1.71 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งในพันธุ์ม.อ.139 มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมนาน 60 และ 90 วัน มีค่าศักย์การเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม (ที่ได้รับน้ำปกติ) (มนต์สรวง และคณะ, 2553) การที่พืชขาดน้ำหรือได้รับน้อยเกินความต้องการเป็นเวลานานทำให้พืชมีการปรับตัวโดยมีการลดศักย์ของน้ำในใบ และการชักนำปากใบมีค่าลดลง ซึ่งจากการพิจารณาค่าชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ค่าชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าชักนำปากใบเฉลี่ยเท่ากับ $104.00 \text{ mM m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ทั้งนี้ค่าชักนำปากใบมีค่าแปรผันตามกับศักย์ของน้ำในใบ นอกจากนี้อัตราการคายน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการให้น้ำทุกวันมีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง $1.11\text{--}1.56 \mu\text{M H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ในขณะที่การให้น้ำทุก 4 วันมีอัตราการคายน้ำลดลง แต่มีค่ามากกว่าการลดลงในการให้น้ำทุก 8 วัน แสดงว่า ในการให้น้ำทุก 4 วัน มีความเครียดน้ำรุนแรงน้อยกว่า ซึ่งการคายน้ำที่ลดลงของปาล์มน้ำมันเนื่องจากการปิดปากใบ เพื่อรักษาสภาพของน้ำภายในเซลล์ให้สมดุล และส่งผลต่อกระบวนการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงตามลำดับ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำสุด ซึ่งการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันที่สูงขึ้นนั้นเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้างน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น รวมถึงผลผลิตทะลายที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Suresh and Nagamani, 2006) นอกจากนี้ Henson *et al.* (1991) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาพที่มีความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure Deficit หรือ VPD) อีกรังการผลิดใบในพื้นที่แล้งค่อย ๆ ลดลง 4-12% เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ โดยพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ที่มีการสร้างอาหารเพื่อสะสมและสร้างจำนวนและน้ำหนักรวม

2. การเจริญเติบโตทางลำต้น

จากการพิจารณาขนาดโคนต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ทั้งนี้ในการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีขนาดโคนต้นลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 5.45 และ 3.71 เซนติเมตร Jacquemart (1979) รายงานว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ในการเปรียบเทียบความสูงต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพันธุ์หนองเป็ดมีความสูงต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.47 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า, ม.อ.140 และม.อ.81 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการให้น้ำทุก 8 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 4 วัน ซึ่งการจำกัดน้ำในปาล์มน้ำมันส่งผลให้ความสูงลดลงด้วยเช่นกัน แต่จะมีผลน้อยในปาล์มที่โตหรือแก่เต็มที่ ซึ่งหากขาดน้ำเป็นเวลานานมีผลต่อการเพิ่มขึ้นทางด้านการเจริญเติบโตคือการเกิดใบใหม่หรือใบธง โดยในช่วงก่อนการเจริญโตเต็มที่หากได้รับสภาพแห้งแล้งมีผลมีการสร้างใบน้อย ปริมาณใบสีเขียวลดลง และหักล้ม (Noor, 2004) และในกรณีที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงอาจทำให้ปาล์มตายได้ และเมื่อพิจารณาความยาวทางใบ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพันธุ์ม.อ.139 มีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 89.92 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ด, โกลด์เด็นเทเนอร่า, ม.อ.140 และม.อ.81 ในขณะที่พันธุ์หนองเป็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.81 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.140 139 และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวัน เฉลี่ยเท่ากับ 91.85 เซนติเมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 84.54 และ 51.33 เซนติเมตรตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมากก็อาจจะส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย Hardon และคณะ (1968) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างใบย่อยที่ยาวที่สุด พบว่าสัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.57 แตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน หากต้นปาล์มมีความยาวทางใบมากแสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้พื้นที่ใบมากซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชทำให้พืชต้นนั้นมีการเจริญเติบโตได้ดี

3. พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การพิจารณาพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ (Table 3) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพันธุ์หนองเป็ดมีพื้นที่ใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 3532.33 ตารางเซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.81 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า, ม.อ.139, ม.อ.140 และม.อ.81 และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 4238.40 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 3520.20 และ 1620.20 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การที่พืชได้รับน้ำน้อยเกินไปเนื่องจากส่งผลให้มีการพัฒนาของพื้นที่ใบและจำนวนใบลดลง ทำให้มีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลง และส่งผลให้มีการสร้างอาหารและการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้นพืชลดลง โดยน้ำหนักแห้งลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ม.อ.139 มีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 85.32 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ด, โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.140 ในขณะที่พันธุ์หนองเป็ดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.81 และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้น เฉลี่ยเท่ากับ 102.20 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 76.94 และ 28.24 กรัมตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการพิจารณาน้ำหนักแห้งใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 วันมีน้ำหนักแห้งใบลดลงเพียงเล็กน้อยเฉลี่ยเท่ากับ 50.99 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักแห้งใบลดลงต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.71 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งราก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ม.อ.139 มีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 37.43 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ด และม.อ.140 สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 52.72 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 31.72 และ 11.26 กรัมตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 171.86 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ด และม.อ.139 และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 213.99 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 159.65 และ 60.21 กรัมตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง

Table 1 Average leaf water potential, stomatal conductance, transpiration rates and photosynthesis rates of the five oil palm varieties at 3 and 9 months after starting the experiment

Varieties	Leaf water potential (MPa)				Stomatal conductance ($\text{mM m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				Transpiration rate ($\mu\text{MH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				Photosynthesis rate ($\mu\text{MCO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean
	(control)	Interval	interval		(control)	interval	interval		(control)	interval	interval		(control)	interval	interval	
NP	-1.13	-1.30	-1.68	-1.37	90.00	50.00	10.00	50.00	1.11	0.64	0.18	0.64	4.04	1.93	0.79	2.25
GT	-1.00	-1.15	-1.62	-1.26	110.00	50.00	20.00	60.00	1.48	0.62	0.25	0.78	3.48	1.95	0.67	2.03
PSU-139	-1.15	-1.60	-1.93	-1.56	90.00	20.00	10.00	40.00	1.25	0.34	0.22	0.60	3.40	1.24	0.60	1.75
PSU-140	-0.80	-1.28	-1.55	-1.21	120.00	40.00	20.00	60.00	1.56	0.60	0.28	0.81	3.60	1.54	0.59	1.91
PSU-81	-0.90	-1.50	-1.75	-1.38	110.00	30.00	10.00	50.00	1.48	0.52	0.23	0.7a	4.20	2.29	0.82	2.44
Mean	-1.00	-1.37	-1.71		104.00	38.00	14.00		1.38	0.54	0.23		3.74	1.79	0.69	

Means with different letters in each column are highly significant difference ($p \leq 0.05$)

Table 2 Means of width of bulb, leaves, plant height and leaf length of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment

Varieties	Width of bulb (cm.)				Plant height (cm.)				Leaf length (cm.)			
	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean
	(control)	interval	interval		(control)	interval	interval		(control)	interval	interval	
NP	6.73	5.62	3.78	5.38	23.47 a	22.28 ab	15.67 fgh	20.47a	88.27 bc	69.82 de	48.70 fg	68.93bc
GT	6.58	5.47	4.00	5.35	20.50 abc	19.53 abc	15.57 fgh	18.53b	95.97 ab	80.23 bcd	52.68 fg	76.29b
PSU-139	6.45	5.33	3.72	5.17	21.18 abc	21.10 abc	15.27 gh	19.18ab	104.95 a	105.25 a	59.55 ef	89.92a
PSU-140	6.77	5.40	3.75	5.31	21.45 abc	18.15 de	14.33 hi	17.98b	92.50 abc	83.85 bcd	54.45 efg	76.93bc
PSU-81	6.18	5.42	3.28	4.96	17.15 efg	17.92 ef	12.28 i	15.78c	77.58 cd	83.53 bcd	41.25 g	67.45c
Mean	6.54	5.45	3.71	5.23	20.75a	19.80a	14.62b	18.39	91.85a	84.54b	51.33c	74.9

Means with different letters in each column are highly significant difference ($p \leq 0.05$)

Table 3 Means of leaf area of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment

Varieties	Leaf area (cm ²)			Mean
	daily	4-day	8-day	
	(control)	interval	interval	
NP	5385.33a	3604.67b	1607.00c	3532.33a
GT	3745.00b	3373.00b	1857.00c	2991.67ab
PSU-139	4327.00ab	3468.67b	2026.00c	3273.89ab
PSU-140	3937.00b	3833.00b	1569.67c	3113.22ab
PSU-81	3797.67b	3321.67b	1041.33c	2720.22b
Mean	4238.40a	3520.20b	1620.20c	3126.27

Means with different letters in each column are highly significant difference ($p \leq 0.01$)

Table 4 Means of dry weight of stem, leaves, primary root and other root of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment

Varieties	Stem (g)				Leaves (g)				Root (g)				Total (g)			
	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean
	(control)	interval	interval		(control)	interval	interval		(control)	interval	interval		(control)	interval	interval	
NP	114.42a	75.97cd	20.52gh	70.30b	69.73	50.84	16.72	45.76	74.17a	25.28defg	8.34gh	35.93ab	278.79a	152.10d	45.58f	158.82a
GT	72.87cd	52.86def	23.71gh	49.81c	45.93	40.03	22.8	36.25	36.66d	31.14de	12.47fgh	26.76bc	155.46cd	124.04de	58.98f	112.82c
PSU-139	130.06a	82.11c	43.79efg	85.32a	74.56	56.43	30.37	53.79	61.64ab	34.63d	16.02efgh	37.43a	233.44ab	173.17cd	90.18ef	165.60a
PSU-140	107.84ab	107.05ab	34.41fgh	83.10a	63.96	58.52	22.56	48.35	56.31bc	40.44cd	12.13fgh	36.29ab	240.46ab	206.01bc	69.10f	171.86a
PSU-81	85.83bc	66.7cde	18.76h	57.10c	41.13	49.14	11.09	33.79	34.83d	27.10def	7.34h	23.09c	161.80cd	142.94de	37.19f	113.98b
Mean	102.20a	76.94b	28.24c		59.06	50.99	20.71		52.72a	31.72b	11.26c		213.99a	159.65b	60.21c	

Means with different letters in each column are highly significant difference ($p \leq 0.01$)

4. สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าพันธุ์ต่าง ๆ ที่อายุ 9 เดือน (Table 4) พบว่า ลักษณะของจำนวนใบรูปหอกมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะความสูงต้น ขนาดโคนต้น และความยาวใบ มีค่า 0.61, 0.58 และ 0.58 ตามลำดับ เช่นเดียวกับลักษณะของจำนวนใบรูปขนนกที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 0.79, 0.94 และ 0.80 ตามลำดับ สำหรับลักษณะความสูงต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะขนาดโคนต้น และความยาวทางใบ มีค่า 0.85 และ 0.79 ตามลำดับ และลักษณะขนาดโคนต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะความยาวทางใบ มีค่า 0.83 ซึ่งความสูงต้นเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อการสร้างดอก หากต้นปาล์มมีความสูงเพิ่มขึ้นก็ย่อมมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะให้ผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้นด้วย (อังคณา, 2552)

Table 4 Multiple correlation of the characters of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment.

Characters	No. of leaves			Plant height	Width of Bulb
	lanceolate	bifurcate	pinnate		
No. of bifurcate leaves	0.21				
No. of pinnate leaves	0.51	0.33			
Plant height	0.61*	0.35	0.79**		
Width of bulb	0.58*	0.51	0.94**	0.85**	
Leaf length	0.58*	0.28	0.80**	0.79**	0.83**

* significant difference at $p \leq 0.05$

** highly significant difference at $p \leq 0.01$

สรุป

การที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำทุก 4 และ 8 วัน มีผลให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นได้แก่ ความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นและราก และมีการตอบสนองทางสรีรวิทยา (การชักนำปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง) ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน แสดงให้เห็นว่าระดับการตอบสนองขึ้นกับความรุนแรงของความเครียดน้ำ ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือการให้น้ำทุก 4 วัน ทั้งนี้พันธุ์มอ.140 มีแนวโน้มปรับตัวได้ดีในสภาพที่ขาดน้ำปานกลาง ผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่อายุ 9 เดือน พบว่า ทุกลักษณะมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จำนวนใบหอก ใบสองแฉก และใบขนนก ความสูงต้น ขนาดโคนต้น และความยาวทางใบ

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรมนิม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. พันธุ์ การ

ผลิตเมล็ดพันธุ์ และการอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่ความสำเร็จ การผลิตปาล์มน้ำมัน หน้า 25-49. สงขลา :

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระพงศ์ จันทรมนิม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ควรให้น้ำกับปาล์มน้ำมันน้ำมัน

หรือไม่. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 5 : 2-4.

นพพร สายัมพล. 2543. การคัดพันธุ์ทานความแห้งแล้งและอากาศร้อน ใน เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า 219-238.

กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์สรอง เรืองขนาบ, กฤษดา สังข์สิงห์, สุจินต์ แม้นเหมือน และระวี เจียรวิภา. 2553. การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อสภาวะน้ำท่วมขัง. วารสารวิชาการเกษตร 28 : 43-57.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2552. สหสัมพันธ์ อิทธิพลทางตรง และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.).วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 : 25-34.

Hardon, J.J. and Thomas, R.L. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineux 3 : 85-90.

Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeis guineensis* Jacq.) study of the L2T x D10D cross. Oleagineux 34 : 492-497.

Kallarackal, J., Jeyakumar, P. and George, S. J. 2004. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in peninsular india. Journal of Oil Palm Research 16: 45-53.

Noor, R.M. and Harun, M.H. 2004. Importance of water use efficiency (WUE) in oil palm productivity. Oil Palm Bulletin 48: 24-30.

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* × *tenera* breeding population of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. Journal of Tropical Agriculture 46: 52-57.

Suresh, K. and Nagamani, C. 2006. Variation in photosynthetic rate and associated parameters with age of oil palm leaves under irrigation. Photosynthetica 44 : 309-311.

การทดลองที่ 3

การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม
ของพันธุ์ปลาล้มลุกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1

การทดลองที่ 3

การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1

บทนำ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมชนิดเดียวของประเทศไทยที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง มะพร้าว เป็นต้น โดยมีมูลค่าทางการตลาดสูงมากกว่า 1 แสนล้านบาทต่อปี อีกทั้งยังก่อให้เกิดการสร้างอาชีพและการจ้างงานตลอดห่วงโซ่ในภาคการผลิตเป็นจำนวนมาก

ในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 4.5 ล้านไร่ และยังคงมีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง โดยตามแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของชาติได้กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันปีละประมาณ 4 แสนไร่ต่อปี เพื่อให้มีพื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2567 จำนวน 6 และ 10 ล้านไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันปาล์มเพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์ภายในประเทศทั้งด้านบริโภค อุปโภคและพลังงาน การขยายพื้นที่ปลูกดังกล่าวนี้ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีภายในประเทศสูงถึงปีละประมาณ 12 ล้านเมล็ดต่อปี

เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตยาวนานถึง 30 ปี หากเกษตรกรมีการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ไม่มีคุณภาพหรือพันธุ์ที่เก็บเมล็ดจากโคนต้นปาล์มมาปลูก จะส่งผลเสียหายต่อผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรลดลง รวมทั้งยังทำให้เกิดความอ่อนแอกับอุตสาหกรรมโดยรวมของประเทศ

ดังนั้น นักวิจัยจากคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงได้ทำการพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อให้มีผลผลิตสูง และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ใช้ชื่อพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 เผยแพร่ให้กับเกษตรกร เอกชน และหน่วยงานภาครัฐ การติดตามและศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเพื่อวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการขยายพื้นที่ปลูกของพันธุ์นี้ในบริเวณที่กว้างขวางขึ้นในอนาคต การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทรัพย์ ม.อ.1 ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

การตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ปลูก (*Elaeis guineensis* Jacq.) มีถิ่นดั้งเดิมอยู่ในป่าเขตร้อนบริเวณชายฝั่งตะวันตกของทวีปแอฟริกาตั้งแต่ประเทศเซเนกัลถึงแองโกลา ส่วนปาล์มน้ำมันพันธุ์ป่า (*E. oleifera*) ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของปาล์มน้ำมันพันธุ์ปลูกมีถิ่นกำเนิดซึ่งพบในหลายประเทศแถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้ เช่น ฮอนดูรัส นิการากัว คอสตาริกา ปานามา โคลัมเบีย เวเนซุเอลา ซูรินาม เอกวาดอร์ และบราซิล เป็นต้น ปาล์มน้ำมันถูกนำมาปลูกในเอเชียครั้งแรกที่สวนพฤกษชาติโบกอร์ เมืองชาว ประเทศอินโดนีเซียในปี พ.ศ. 2391 เป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูราจำนวนเพียง 4 ต้น (Hartley, 1988) หลังจากนั้นได้มีการคัดเลือกและขยายพันธุ์ปาล์มดูรานี้ไปปลูกยังเมืองเดลี และเมืองต่างๆ ของประเทศอินโดนีเซีย ในปี พ.ศ. 2454 – 2455 เริ่มนำเมล็ดปาล์มน้ำมันจากเมืองเดลี ของประเทศอินโดนีเซีย เข้ามาปลูกในประเทศมาเลเซียครั้งแรกที่เมือง Rantua Panjang และ Kuala Selangor ซึ่งเป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูราเช่นกัน จึงเรียกปาล์มน้ำมันนี้ว่า เดลี ดูรา (Deli dura) การ

ปรับปรุงพันธุ์และการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระยะนี้จึงเน้นเฉพาะประชากรดورا จนกระทั่งปี พ.ศ. 2484 ได้มีรายงานเกี่ยวกับลักษณะกะลาปาล์มว่าถูกควบคุมด้วยยีนเพียงหนึ่งคู่ และสามารถจำแนกปาล์มน้ำมันตามลักษณะความหนาของกะลาปาล์มออกได้ 3 ชนิด คือ ชนิดดอรามีลักษณะกะลาหนาถูกควบคุมด้วยยีนเด่นโฮโมไซกัส (homozygous dominant) ชนิดฟิลิเฟอรา มีลักษณะกะลาบางมากหรือเป็นเยื่อบางๆ หุ้มเมล็ดในปาล์มถูกควบคุมด้วยยีนด้อยโฮโมไซกัส (homozygous recessive) และชนิดเทนอรา มีลักษณะกะลาบางถูกควบคุมด้วยยีนพันธุ์ทางหรือเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) ซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างปาล์มชนิดดอรากับชนิดฟิลิเฟอรา (Beirnaert and Vanderweyen, 1941) จากความรู้ดังกล่าวทำให้การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในระยะเวลาต่อมาในทุกประเทศที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมุ่งเน้นที่การปรับปรุงประชากรในสายพันธุ์ดورا และฟิลิเฟอราเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับผลิตลูกผสม เทนอรา (แม่ดورا x พ่อฟิลิเฟอรา) โดยเฉพาะประเทศมาเลเซีย เริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันลูกผสมชนิดเทนอราเป็นการค้า นับตั้งแต่ พ.ศ.2503 เป็นต้นมา เนื่องจากพบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมชนิดเทนอราให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่ สูงกว่าปาล์มน้ำมันชนิดอื่นๆ

ปัจจุบันมีแหล่งประชากรดوراและฟิลิเฟอรา ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากหน่วยงานวิจัยของภาครัฐและเอกชนในต่างประเทศหลายแห่ง (Kushairi and Rajanaidu, 2000 ; Corley and Tinker, 2003) เช่น ประชากรสายพันธุ์แม่ดوراในมาเลเซีย (Serdang Avenue dura, Elmina dura, Highland Estate dura, Ulu Remis dura, Banting dura, Johore Labis dura) อินโดนีเซีย (AVROS Deli dura) โกตดิวอร์ (Dabou deli dura) ไนจีเรีย (NIFOR dura) ชาอีร์ (Lofindi dura) ปาปัวนิวกินี (Dami dura) คอสตาริกา (Coto dura, ASD dura) เป็นต้น ส่วนประชากรสายพันธุ์พ่อฟิลิเฟอรา ในอินโดนีเซีย (AVROS pisifera) ชาอีร์ (Yangambi pisifera และ Binga pisifera) โกตดิวอร์ (La Me pisifera) คอสตาริกา (Ekona pisifera) ไนจีเรียและ แคมารูน (Calabar pisifera และ NIFOR pisifera) มาเลเซีย (Serdang pisifera และ Derived pisifera เช่น Dumpy-AVROS pisifera, Ulu Remis pisifera, URT-AVROS pisifera, URT-Cameroon pisifera และ Guthrie pisifera เป็นต้น)

สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าในปี พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดสตูล (ธีระ, 2554) โดยมีพื้นที่ปลูกเพียง 1,600 ไร่ และมีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกไปยังจังหวัดต่างๆ อย่างรวดเร็ว นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2556) มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4.5 ล้านไร่ พันธุ์ปลูกปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยก่อนปี พ.ศ. 2540 เป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทนอราที่นำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด หลังจากนั้นประเทศไทยเริ่มมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทนอราขึ้นเองภายในประเทศ โดยกรมวิชาการเกษตร และบริษัทเอกชน 4 บริษัท ได้แก่ บริษัทยูนิวานิช จำกัด บริษัทเปารงค์ ออยล์ปาล์ม จำกัด บริษัทอูตีพันธุ์พืช จำกัด และบริษัทโกลด์เด็นเทนอรา จำกัด

ในส่วนของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เมื่อปี พ.ศ. 2530 (ธีระ, 2554) โดยมีวัตถุประสงค์ในระยะแรกเพื่อรวบรวมเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันลูกชั่วที่ 2 (F_2) ซึ่งผ่านการคัดเลือกมาจากลูกชั่วที่ 1 (F_1) ของปาล์มลูกผสมเทนอราที่มีปลูกในประเทศ การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในระยะต่อมา เริ่มเมื่อปลายปี พ.ศ. 2540 โดยได้เริ่มทำการจำแนกชนิดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรม พร้อมกับบันทึกประวัติการให้ผลผลิตทะลายปาล์มเป็นรายต้น รวมทั้งลักษณะอื่นๆ เช่น ทรงต้น และการเจริญเติบโต ซึ่งได้เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 ปี (พ.ศ. 2541-2548) ผลการศึกษาดังกล่าวทำให้สามารถคัดเลือกดำนปาล์มที่มีลักษณะดีและได้มาตรฐาน ที่เป็นต้นแม่ดوراได้จำนวน 30 ต้น (จากจำนวน 265 ต้น) ต้นพ่อฟิลิเฟอรา จำนวน 4 ต้น (จากจำนวน 219 ต้น) และต้นปาล์มน้ำมันเทนอรา จำนวน 6 ต้น (จากจำนวน 463 ต้น) ต้นปาล์มที่คัดเลือกไว้นี้ได้นำมาผลิตเป็นพันธุ์ลูกผสมเทนอรา (ดورا x ฟิลิเฟอรา)

และนำไปปลูกทดสอบในปี พ.ศ. 2546-2547 ได้เริ่มมีการเผยแพร่พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา เพื่อให้เกษตรกรนำไปปลูกในจังหวัดต่างๆ แล้ว เช่น สงขลา ตรัง นครศรีธรรมราช เป็นต้น โดยมีพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 100 ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 ได้เริ่มมีการเผยแพร่พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา เพื่อให้เกษตรกรนำไปปลูกในจังหวัดต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น สงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช เป็นต้น โดยมีพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 250 ไร่ ในปี พ.ศ. 2552 ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ประมาณ 20,000 เมล็ด เพื่อให้เกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของจังหวัดต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขึ้น และในปี พ.ศ. 2554-2557 มีแผนผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ปีละประมาณ 100,000 เมล็ด

การศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ปริมาณของปาล์มน้ำมันเกี่ยวกับลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมัน พบว่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแปรปรวนตั้งแต่ต่ำ-สูง และมีอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ลักษณะที่พบมียืนควบคุมหลายคู่ การกระจายตัวของลักษณะในชั่วลูกเป็นแบบต่อเนื่อง (ธีระ และคณะ, 2544ก, 2544ข, Corley and Tinker, 2003) ลักษณะเชิงปริมาณที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน ได้แก่

- 1) ลักษณะผลผลิตทะลาย ได้แก่ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย
- 2) ลักษณะองค์ประกอบของทะลายปาล์ม ได้แก่ น้ำหนักต่อผล น้ำหนักเนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อทะลาย และ เปอร์เซ็นต์น้ำมันเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย
- 3) ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตน้ำมันต่อต้นต่อปี และ ผลผลิตน้ำมันเมล็ดในต่อต้นต่อปี
- 4) ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ความสูง ความยาวใบ ความยาวใบย่อย ความกว้างใบย่อย จำนวนใบย่อย พื้นที่ใบ และจำนวนใบ

ผลการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่ามีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของเชื้อพันธุกรรมของปาล์มที่ใช้ในการศึกษา อายุของปาล์ม และสภาพแวดล้อมในแปลงทดลอง อย่างไรก็ตามจากการประมวลผลการศึกษาต่าง ๆ เบื้องต้นบนพื้นฐานค่าประมาณการของอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ที่มีค่าสูงสามารถสรุปได้ว่าลักษณะที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงประชากรพ่อ-แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน หรือการผลิตลูกผสมเทเนอรา ได้แก่ ลักษณะผลผลิตทะลาย น้ำหนักต่อผล น้ำหนักเนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ความสูง และความยาวใบ เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปาล์มน้ำมันที่ทำการคัดเลือกว่าเป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา หรือ ฟิสิเฟอรา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุพันธุ์พืชที่ใช้ศึกษา และวิธีการทดลอง

ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 3 ปี จำนวน 6 คู่ผสม (ม.อ. 110, 118, 119, 130, 132 และ 137) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกร จำนวน 4 สถานที่ คือ

- แปลงเกษตรกร อ.รัตภูมิ จ. สงขลา (จำนวน 6 คู่ผสม)

- แปลงเกษตรกร อ.ระโนด จ. สงขลา (จำนวน 6 คู่ผสม)
- แปลงเกษตรกร อ.เขาชัยสน จ. พัทลุง (จำนวน 6 คู่ผสม)
- แปลงเกษตรกร อ.นาบอน จ. นครศรีธรรมราช (จำนวน 6 คู่ผสม)

ระยะปลูก $9 \times 9 \times 9$ เมตร ซึ่งแต่ละพันธุ์ทำการสุ่มและให้เครื่องหมายเลขต้นปาล์ม จำนวน 10 ต้นพันธุ์/สถานที่

2. การบันทึกข้อมูล

จัดทำหมายเลขต้นปาล์มน้ำมันของแต่ละคู่ผสมทุกต้นที่ปลูก เพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูล และทำการสุ่มต้นปาล์ม น้ำมันจำนวน 10 ต้นต่อคู่ผสม (หรือ ซ้ำต่อคู่ผสม) เพื่อบันทึกข้อมูลละเอียดเกี่ยวกับลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ดังนี้

1) ลักษณะการเจริญเติบโต บันทึกจากลักษณะต่าง ๆ ของใบที่ 17 ได้แก่ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบ โดยทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 4 ปี คือ เมื่อปาล์มมีอายุ 3-4 ปี, 4-5 ปี, 5-6 ปี และ 6-7 ปี

2) ผลผลิตทะลายปาล์ม

ทำการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุกต้นที่ให้หมายเลขไว้ บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลาย คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย และ โดยทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 4 ปี คือ เมื่อปาล์มมีอายุ 3-4 ปี, 4-5 ปี, 5-6 ปี และ 6-7 ปี

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range ที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 (สุรพล, 2526)

ผลและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตร

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตร ประกอบด้วยลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลาย แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 1) พบว่า อิทธิพลของอายุและสถานที่ปลูก รวมทั้งปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ทุกลักษณะการเจริญเติบโต คือพื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอิทธิพลอื่นๆ คืออิทธิพลของคู่ผสม ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและคู่ผสม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสม พบว่ามีเพียงลักษณะเดียวที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความยาวแกนใบ ส่วนลักษณะอื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดลองของลักษณะพื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบ มีค่า 6.60, 9.12, 4.04 และ 9.31% ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 กลุ่มผสมต่างๆ

Source	d.f.	MS			
		พื้นที่ใบ	ความสูง	ความยาวแกนใบ	น้ำหนักแห้งใบ
Year (Y)	3	8.48**	3.47**	6.45**	1.40**
Location (L)	3	4.57**	0.84**	2.67**	0.18**
Genotype (G) or Cross	5	0.01ns	0.04ns	0.30**	0.05ns
Y x L	9	0.24**	0.01**	0.05*	0.45**
Y x G	15	0.09ns	0.02ns	0.04*	0.05ns
L x G	15	0.06ns	0.04ns	0.03ns	0.04ns
Error	45	0.06	0.03	0.02	0.03
C.V. (%)		6.60	9.12	4.04	9.31

หมายเหตุ: C.V. = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

*, ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$ และ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ

ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลาย (ตารางที่ 2) พบว่า อิทธิพลของอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ทุกลักษณะคือผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอิทธิพลอื่นๆ พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นอิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ผลผลิตทะลายสด และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและกลุ่มผสมมีผลทำให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดลองของลักษณะผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่า 16.36, 11.23 และ 12.37% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรีย ม.อ.1 คู่ผสมต่างๆ

Source	d.f.	MS		
		ผลผลิตทะลายสด	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย	จำนวนทะลาย
Year (Y)	3	32,260,000**	4.80**	2,855.85**
Location (L)	3	4,507,795**	4.56**	424.85**
Genotype (G) or Cross	5	345,953ns	0.48ns	11.34ns
Y x L	9	1,244,376**	2.04**	90.57**
Y x G	15	235,246ns	0.34ns	10.45ns
L x G	15	379,345ns	0.78**	16.78ns
Error	45	213,142	0.34	12.76
C.V. (%)		16.36	11.23	12.37

หมายเหตุ: C.V. = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

2. ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตร

2.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

อิทธิพลของอายุ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันในปีแรก (อายุ 3-4 ปี) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ปาล์มน้ำมันในปีที่ 2 (อายุ 4-5 ปี) ปีที่ 3 (อายุ 5-6 ปี) และปีที่ 4 (อายุ 6-7 ปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น พื้นที่ใบในปีแรกมีค่า 2.25 ม.² เพิ่มขึ้นเป็น 3.22 ม.² 4.19 ม.² และ 5.18 ม.² ในปีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ความสูงในปีแรกมีค่า 1.15 ม. เพิ่มขึ้นเป็น 1.67 ม., 2.09 ม. และ 2.69 ม. ในปีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ความยาวแกนใบในปีแรกมีค่า 2.61 ม. เพิ่มขึ้นเป็น 3.41 ม., 3.68 ม. และ 4.30 ม. ในปีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งใบในปีแรกมีค่า 1.06 กก. เพิ่มขึ้นเป็น 1.38 กก., 2.43 กก. และ 2.59 กก. ในปีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกยังมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจากทุกกลุ่มสม 4 ปี)

แปลงทดสอบ	ปีที่	ลักษณะ			
		พื้นที่ใบ (ม. ²)	ความสูง (ม.)	ความยาวแกนใบ (ม.)	น้ำหนักแห้งใบ (กก.)
รัตภูมิ	1	2.54c	1.22c	2.72b	0.99c
	2	3.43b	1.79b	3.42ab	1.55b
	3	3.75ab	2.20ab	3.91a	1.80ab
	4	4.42a	2.76a	4.10a	2.10a
ระโนด	1	1.43c	0.84d	2.03c	0.93d
	2	2.42bc	1.37c	2.85bd	1.19bc
	3	3.40b	1.60b	3.20ab	1.80b
	4	4.70a	2.20a	4.10a	2.73a
เขารัษฎน	1	2.34c	1.34c	2.75c	1.14d
	2	3.65b	1.98b	3.68b	1.50c
	3	4.90ab	2.5ab	4.20a	3.40a
	4	5.70a	3.10a	4.70a	2.61b
นาบอน	1	2.68c	1.20d	2.94c	1.19b
	2	3.38bc	1.54c	3.68b	1.28b
	3	4.70b	2.04b	3.40b	2.70a
	4	5.90a	2.71a	4.30a	2.90a
เฉลี่ย	1	2.25C	1.15D	2.61C	1.06C
	2	3.22B	1.67C	3.41B	1.38B
	3	4.19AB	2.09B	3.68AB	2.43A
	4	5.18A	2.69A	4.30A	2.59A

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อิทธิพลของสถานที่ปลูก คู่ผสม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมต่อลักษณะการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 4-7 ผลการศึกษาอิทธิพลของสถานที่ปลูก พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันที่ปลูกทดสอบในแต่ละสถานที่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกที่เขาชัยสนมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยที่เขาชัยสนมีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ 3.98 ม.² (ตารางที่ 4) ความสูง 2.15 ม. (ตารางที่ 5) ความยาวแกนใบ 3.71 ม. (ตารางที่ 6) และน้ำหนักแห้งใบ 1.96 กก. (ตารางที่ 7) สถานที่ปลูกรองลงมา คือ รัตภูมิ นาบอน และระโนด ตามลำดับ สำหรับอิทธิพลของคู่ผสม พบว่า ค่าเฉลี่ยของลักษณะส่วนใหญ่ คือ พื้นที่ใบ ความสูง และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ความยาวแกนใบ นอกจากนี้ ยังพบว่าปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมไม่มีผลทำให้ ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยลักษณะพื้นที่ใบพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	พื้นที่ใบ (ม. ²)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	4.17	3.12	3.92	4.11	3.83
118	3.84	2.74	3.92	4.19	3.67
119	3.95	3.2	4.1	3.92	3.79
130	3.94	2.81	4.07	3.86	3.67
132	3.72	2.75	3.75	3.98	3.55
137	4.16	2.82	4.09	4.01	3.77
เฉลี่ย	3.96A	2.91B	3.98A	4.01A	3.71

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยลักษณะความสูงพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	ความสูง (ม.)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาสายสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	1.97	1.68	2.16	1.92	1.93
118	2.02	1.55	2.12	1.75	1.86
119	1.89	1.64	2.13	1.84	1.87
130	1.98	1.48	2.22	1.88	1.89
132	1.99	1.61	2.06	1.91	1.89
137	2.12	1.61	2.22	1.86	1.95
เฉลี่ย	2.00B	1.60D	2.15A	1.86C	1.90

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยลักษณะความยาวแกนใบพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	ความยาวแกนใบ (ม.)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาสายสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	3.66	3.15	3.89	4.13	3.71
118	3.49	2.89	3.71	3.84	3.48
119	3.47	3.03	3.74	3.83	3.52
130	3.58	2.84	3.79	3.64	3.46
132	3.49	2.85	3.51	3.65	3.38
137	3.66	2.82	3.6	3.72	3.45
เฉลี่ย	3.56B	2.93C	3.71A	3.80A	3.50

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำหนักแห้งใบพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คุณสมบัติ	น้ำหนักแห้งใบ (กก.)				
	ราก	โคน	เขี้ยว	บน	เฉลี่ย
110	1.85	1.79	2.06	1.87	1.89
118	2.35	1.68	1.95	1.8	1.94
119	1.8	1.74	1.97	1.94	1.86
130	1.84	1.59	1.97	1.83	1.81
132	1.79	1.67	1.85	1.83	1.78
137	1.84	1.76	1.97	1.97	1.88
เฉลี่ย	1.91A	1.71B	1.96A	1.87B	1.86

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 ลักษณะผลผลิตทะเล

อิทธิพลของอายุ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกต่อลักษณะผลผลิตทะเล แสดงในตารางที่ 8 ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะเลสด น้ำหนักทะเลสด และจำนวนทะเลของปาล์มน้ำมันในปีแรก (อายุ 3-4 ปี) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ปาล์มน้ำมันในปีที่ 2 (อายุ 4-5 ปี) ปีที่ 3 (อายุ 5-6 ปี) และปีที่ 4 (อายุ 6-7 ปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น ผลผลิตทะเลสดในปีแรกมีค่า 1,783.00 กก./ไร่ เพิ่มขึ้น 3497.60 กก./ไร่, 2,823.76 กก./ไร่ และ 3,185.47 กก./ไร่ ในปี 2, 3 และ 4 ตามลำดับ น้ำหนักทะเลสดในปีแรกมีค่า 3.53 กก./ทะเล เพิ่มขึ้น 4.22 กก./ทะเล, 6.00 กก./ทะเล และ 7.00 กก./ทะเล ในปี 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และจำนวนทะเลในปีแรกมีค่า 22.74 ทะเล/ต้น/ปี เพิ่มขึ้น 37.62 ทะเล/ต้น/ปี, 26.80 ทะเล/ต้น/ปี และ 28.30 ทะเล/ต้น/ปี ในปี 2, 3 และ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกยังมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะของผลผลิตทะเลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิตทะลายพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจากทุกคู่ผสม 4 ปี)

แปลงทดสอบ	ปีที่	ลักษณะ		
		ผลผลิตทะลายสด	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย	จำนวนทะลาย
		(กก./ไร่)	(กก./ทะลาย)	(จำนวน/ต้น/ปี)
รัตภูมิ	1	2,221.45c	4.29b	23.53c
	2	3,894.48a	4.35b	41.15a
	3	2,788.50b	7.60a	25.00b
	4	3,270.45ab	6.60a	28.00b
ระโนด	1	1,057.76b	2.48c	19.48b
	2	2,297.42a	3.82b	27.00a
	3	2,157.3a	4.70ab	20.40b
	4	2,347.4a	5.80a	22.00b
เขาชัยสน	1	2,218.66c	3.77c	27.34c
	2	3,542.70a	3.72c	43.28a
	3	2,948.75b	4.90b	29.80c
	4	3,248.24ab	7.80a	32.50bc
นาบอน	1	1,634.27c	3.60c	20.63c
	2	4,255.97a	4.99b	39.03a
	3	3,400.50b	6.80a	32.00ab
	4	3,875.80ab	7.80a	30.70b
เฉลี่ย	1	1,783.04C	3.54C	22.75C
	2	3,497.64A	4.22B	37.62A
	3	2,823.76B	6.00A	26.80B
	4	3,185.47A	7.00A	28.30B

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อิทธิพลของสถานที่ปลูก คู่ผสม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมต่อลักษณะผลผลิตทะลาย แสดงในตารางที่ 9-11 ผลการศึกษาอิทธิพลของสถานที่ปลูก พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่ปลูกทดสอบในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกที่รัษฎามีผลผลิตทะลายสดดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยที่รัษฎามีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด 3,240.10 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 9) น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 5.64 กก./ทะลาย (ตารางที่ 10) และจำนวนทะลาย 31.03 ทะลาย/ต้น/ปี (ตารางที่ 11) สถานที่ปลูกรองลงมา คือ นาบอน และเขาชัยสน ส่วนที่ระโนด ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตทะลายสดต่ำที่สุด สำหรับอิทธิพลของคู่ผสม พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดของทุกคู่ผสม เป็นเวลา 4 ปี (ปาล์มอายุ 3-4 ปี, 4-5 ปี, 5-6 ปี และ 6-7 ปี) มีค่า 2,822.48 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 9) นอกจากนี้ ยังพบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลาย (ตารางที่ 9 และ 11)

จากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสมของพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 มีความสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันทั้งลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตทะลาย ทั้งนี้เนื่องจากคู่ผสมต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาได้จากประชากรปรับปรุงของต้นพ่อพิสิเฟอร์ราและต้นแม่คูราที่ใช้ในการผลิตพันธุ์ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาส่วนใหญ่มักจะพบว่าอิทธิพลพันธุกรรมและปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่ใช้ในการศึกษาจะมีฐานพันธุกรรมของประชากรของต้นพ่อพิสิเฟอร์ราและต้นแม่คูราที่แตกต่างกันมาก (Raffi *et al.*, 2002; Okoye *et al.*, 2008; Okoye *et al.*, 2011; Raffi *et al.*, 2012; Kruelee *et al.*, 2012)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิตทะลายสดพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	ผลผลิตทะลายสด (กก./ไร่/ปี)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	2,957.77	2,154.99	3,647.69	2,865.04	2,906.37
118	3,229.58	1,419.20	3,006.39	2,771.54	2,606.68
119	3,555.95	1,801.45	3,390.07	3,299.98	3,011.86
130	3,084.05	1,502.47	2,927.08	2,855.69	2,592.32
132	2,842.82	2,648.12	2,318.12	3,041.48	2,712.64
137	3,770.45	1,632.16	3,087.57	3,929.84	3,105.01
เฉลี่ย	3,240.10A	1,859.73B	3,062.82A	3,127.26A	2822.48

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	5.18a	4.87ab	6.13a	5.02a	5.30
118	6.08a	3.31d	5.57a	5.39a	5.09
119	6.17a	4.93ab	5.19a	6.16a	5.61
130	5.30a	4.42ab	4.59ab	5.35a	4.91
132	5.05a	5.07a	4.09c	5.47a	4.92
137	6.03a	4.16b	4.76ab	6.22a	5.29
เฉลี่ย	5.64A	4.46C	5.06B	5.60AB	5.19

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยลักษณะจำนวนทะลายพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 (เฉลี่ยจาก 4 ปี)

คู่ผสม	จำนวนทะลาย (จำนวน/ต้น/ปี)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	30.53	23.30	32.22	31.19	29.31
118	28.27	26.61	29.52	25.82	27.55
119	30.76	18.47	36.12	26.59	27.98
130	31.95	16.69	36.14	27.49	28.07
132	30.93	25.39	33.96	27.49	29.44
137	33.74	21.14	36.04	32.54	30.86
เฉลี่ย	31.03AB	21.9333C	34.00A	28.52B	28.87

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สรุป

จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า อิทธิพลของอายุ สถานที่ปลูก และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นจาก 3-4 ปี เป็น 4-5 ปี, 5-6 ปี และ 6-7 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามอายุของปาล์มน้ำมัน สถานที่ปลูกที่เขาชัยสนมีการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ และสถานที่ปลูกที่รัตภูมิมีผลผลิตทะลายสดดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด 3,240.10 กก./ไร่/ปี ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันที่ปลูกที่นาบอนและเขาชัยสน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด 3,127.26 กก./ไร่/ปี และ 3,062.82 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ส่วนสถานที่ปลูกทดสอบที่ระโนด มีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดต่ำที่สุด คือ 1,859.73 กก./ไร่/ปี และมีความแตกต่างทางสถิติกับสถานที่ปลูกอื่นๆ

ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่เกิดจากอิทธิพลของคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดของทุกคู่ผสม มีค่า 2,822.48 กก./ไร่/ปี ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลาย จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสมของพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 มีความสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 463 หน้า.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรมิณ ประกิจ ทองคำชัยรัตน์ นิพนธ์ และยงยุทธ เข้มมงคล. 2544ก. สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทางและอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23 (ฉบับพิเศษ ปาล์มน้ำมัน) : 691-704.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรมิณ ประกิจ ทองคำชัยรัตน์ นิพนธ์ และยงยุทธ เข้มมงคล. 2544ข. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23 (ฉบับพิเศษ ปาล์มน้ำมัน) : 705-715.
- สุรพล อุปติสสกุล. 2526. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซต. 382 หน้า.
- Beirnaert, A. and Vanderweyen, R. 1941. Contribution a l'etude genetique et biometrique des varietes d'*Elaeis guineensis* Jacq. Publ. INEAC Ser. Sci. 27.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. 4th eds., Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Hartley, C.W.S. 1988. The oil palm. 3rd ed. Longman, London.
- Krualee, S., Sdoodee, S., Eksomtramage, T. and Sereprasert, V. 2012. Stability of fresh fruit bunch of oil palm cross (*Elaeis guineensis* Jacq.) in southern Thailand. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 44(1): 1-8.
- Kushairi, A. and Rajanaidu, N. 2000. Breeding populations, seed production and nursery management. In : Advanced in Oil Palm Research Volume I (eds. B. Yusof., B.S. Jalani. and K.W. Chan). pp 39 – 96. SMART Print & Stationer Sdn. Bhd. Malaysia.
- Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 2008. Genotype and genotype by environment (GGE) biplot analysis of fresh fruit bunch yield and yield components of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Journal of Applied Bioscience. 8(1): 288-303.
- Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. Uguru, M.I, Ataga, C.D. and Baiyeri, K.P. 2011. Modelling fruit bunch yield stability in oil palm using different stability statistics. International Journal of Plant Breeding and Genetics. 5(4): 379-387.
- Raffi, M.Y., Jalani, B.S., Rajanaidu, N., Kushairi, A., Puteh, A and Latif, M.A. 2012. Stability analysis of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies in different environments. Genetics and Molecular Research. 11(4): 3629-3641.
- Raffi, M.Y., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Kushairi, A. 2002. Performance and heritability estimations on oil palm progenies tested in different environments. Journal of Oil Palm Research. 14(1): 15-24.

การทดลองที่ 4

การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม

ของพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า

การทดลองที่ 4

การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของ

พันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* Jacq. ($2n=2x=32$) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทางภาคใต้ของประเทศไทย สามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด (ธีระ, 2548) พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าถั่ว-เหลืองได้ถึง 10 เท่า ปัจจุบันมีเพียง 42 ประเทศทั่วโลกที่มีการปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งต่างจากพืชน้ำมันประเภทอื่น ๆ ที่ปลูกกันกว้างขวางทั่วโลกเนื่องจากพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ มาเลเซียและอินโดนีเซีย ซึ่งประเทศดังกล่าวยังเป็นผู้ผลิตน้ำมันปาล์มรายใหญ่ของโลก ส่วนในประเทศไทยมีการผลิตปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 4 ของโลก พันธุ์การค้าที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน คือพันธุ์เทเนอรา (tenera, T) ได้จากการผสมระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (dura, D) และพ่อพันธุ์พิลีเฟอรา (pisifera, P) ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้าม ใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ เมื่อปลูกลงแปลงแล้วจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปีและสามารถให้ผลผลิตได้ต่อเนื่องมากกว่า 25 ปีขึ้นไป น้ำมันปาล์มที่สกัดได้เป็นน้ำมันพืชที่มีราคาถูกที่สุด ส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 นำไปใช้ประโยชน์ด้านบริโภคและยังใช้ประโยชน์ด้านอุปโภคได้อย่างมากมาย อีกทั้งปัจจุบันยังถูกใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล (Yusof, 2007) ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมูลค่าและความต้องการได้อีกมากขึ้นในอนาคต

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชยืนต้นต้องใช้เวลายาวนานเพื่อที่จะได้มาซึ่งพันธุ์ดี ธีระ (2548) ให้ความหมายของพันธุ์ดีว่าพันธุ์นั้นต้องผ่านการยืนยันว่าปลูกแล้วให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อระยะเวลาสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลักษณะทางเกษตรที่เหมาะสม จึงทำให้การสร้างพันธุ์ใหม่ ๆ ก่อนจะออกมาใช้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกได้นั้นจำเป็นต้องผ่านการปลูกทดสอบในหลายปี และหลายพื้นที่เพื่อให้มั่นใจและสามารถยืนยันถึงความสามารถในการปรับตัว และศักยภาพของพันธุ์นั้นๆ ได้อย่างแม่นยำ (ไพศาล, 2527) ซึ่งในการผลิตน้ำมัน ผลผลิตน้ำมันที่ได้จากปาล์มน้ำมัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักคือ ผลผลิตทะลายที่ได้จากจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และลักษณะคุณภาพของผล โดยเฉพาะผลผลิตทะลาย จะเป็นปัจจัยหลักที่บ่งบอกถึงจำนวนทะลายทั้งปีและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยในแต่ละต้น จะเป็นส่วนสำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์นำไปพิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป จังหวัดสงขลาในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้มีการปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้นจนเริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันกันทั่วไป เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน คือ มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ดังนั้นจึงมีพันธุ์ปาล์มน้ำมันหลายพันธุ์ที่ปลูกกันทั่วไปในจังหวัดสงขลา ซึ่งปาล์มน้ำมันที่ปลูกกันโดยทั่วไปได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ดูราและพันธุ์พิลีเฟอรา ซึ่งแต่ละพันธุ์อาจมีความแตกต่างกันของลักษณะประจำพันธุ์ จึงได้ทำการศึกษาการปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัด

สงขลาเพื่อศึกษาถึงศักยภาพของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดสงขลาว่าพันธุ์ไหนเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุพืช

ศึกษาปาล์มน้ำมันของพันธุ์การค้าที่ปลูกในแปลงเกษตรกรในจังหวัดสงขลาใน 3 อำเภอ คือ อำเภอคลองหอยโข่ง (KHK) อำเภอระโนด (RN) อำเภอรัตนภูมิ (RTP) โดยใช้พันธุ์การค้าที่ปลูกทดสอบจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี 1, สุราษฎร์ธานี 2, สุราษฎร์ธานี 3, สุราษฎร์ธานี 4, สุราษฎร์ธานี 5, สุราษฎร์ธานี 6, หนองเป็ด, โกล์เด็นเทเนอรา และ มอ. 132 ใช้สัญลักษณ์ของพันธุ์ ดังนี้ SR1, SR2, SR3, SR4, SR5, SR6, NP, GCT และ PSU 132 ปาล์มที่ปลูกมีอายุ 3 ปี ระยะปลูก 9 x 9 เมตร ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน และการให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าที่ปลูกในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ เป็นเวลา 3 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558 นำข้อมูลที่ได้ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต รวมทั้งประเมินการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว

2. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) เก็บข้อมูล 3 ซ้ำต่อพันธุ์ แต่ละซ้ำเก็บข้อมูล 10 ต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน เก็บข้อมูลลักษณะทางเจริญเติบโตและผลผลิต 3 เดือน/ครั้ง เป็นจำนวน 4 ครั้งต่อปี นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแปรปรวนเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบดีเอ็มอาร์ที (Duncan's Multiple Range Test, DMRT)

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลสมบัติทางเคมีของดิน ใน 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

จากข้อมูลดินทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับที่สูง (5.96-7.47) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอรัตนภูมิอยู่ในระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดอยู่ในระดับปานกลาง (15.59 มิลลิอิควิวาเลนต์/ดิน 100 กรัม) อินทรีย์คาร์บอนทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับต่ำมาก (0.75-0.97 %) ไนโตรเจนทั้งหมดทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (0.03-0.10 %) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอ ระโนดอยู่ในระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิอยู่ในระดับที่สูง (44.90 มิลลิกรัม/ดิน 1 กิโลกรัม) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอรัตนภูมิอยู่ระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอ ระโนดอยู่ในระดับที่สูง (0.65 มิลลิอิควิวาเลนต์/ดิน 100 กรัม) (ตารางที่ 1) จากข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินที่ได้ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐาน

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินใน 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

Soil properties ²	Locations ¹					
	KHK		RN		RTP	
	0 – 30 cm	Level ³	0 – 30 cm	Level ³	0 – 30 cm	Level ³
pH (1:5 soil : water)	7.47	4	6.95	4	5.96	4
ECEC (meq/100g soil)	4.16	1	15.59	3	2.47	1
Organic C (%)	0.75	1	0.97	1	0.87	1
Total N (%)	0.03	1	0.10	1	0.04	1
Avail. P (mg/kg soil)	1.80	1	7.41	1	44.90	4
Exch. K (meq/100g soil)	0.03	1	0.65	4	0.04	1

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอระโนด RTP = อำเภอรัตนภูมิ

²ECEC = effective cation exchange capacity, Organic C = organic carbon,

Total N = total nitrogen, Avail. P = available phosphorus,

Exch.K = exchangeable potassium

³1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

ผลการทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าพบว่า อิทธิพลของพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ปลูก อิทธิพลของพันธุ์แต่ละพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ ของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 2) ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น อาจมีอิทธิพลมาจากหลายปัจจัยด้วยกันที่เข้ามาเกี่ยวข้องและทำให้เกิดความแตกต่างขึ้น Rafii และคณะ (2002) รายงานว่า ความแตกต่างของลักษณะการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากปัจจัยของความแปรปรวนของสภาพอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน แสงแดด และสมบัติดินที่แตกต่างกัน เป็นต้น สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 7.07-15.80 % (ตารางที่ 2) ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตในบางลักษณะอาจมีความแปรปรวนได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนเกิดขึ้น ชีระ (2558) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต่ำเนื่องจากมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องน้อย ส่วนปัจจัยที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะมีค่าสูงในปาล์มน้ำมัน ได้แก่ จำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะ ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม ความแปรปรวนของปัจจัยการผลิต อายุปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และแผนการทดลองทางการเกษตรและความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ จากการสุ่มเป็นต้น

2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ และพื้นที่ปลูก พบว่า อิทธิพลของพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ ปลูก อิทธิพลของพันธุ์แต่ละพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลาย องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05, 0.01$ ตามลำดับ) ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูกของน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และพื้นที่ปลูก ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีองค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) ลักษณะของผลผลิตทะลายที่แตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน อาจเกิดจากการพัฒนาของช่อดอกในขั้นตอนการกำหนดเพศของช่อดอก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของเพศ ดอก ตั้งแต่ระยะเริ่มเกิดตาช่อดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวทะลาย นอกจากขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์แล้ว ยังมี ปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการดูแลสวนปาล์มน้ำมันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ปริมาณสมดุลของธาตุอาหาร ในดินและใบปาล์มน้ำมัน ปริมาณและการกระจายตัวของฝน จำนวนเดือนที่ขาดฝน ความชื้นของดิน และการ ตกแต่งทางใบ เป็นต้น (ธีระ, 2558) ส่วนสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.99-29.58 % (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเจริญเติบโต

Source	df	Mean square			
		Vegetative growth			
		TH	TD	LL	LA
Genotypes	8	1528.10**	14.64**	6723.40**	3.00**
Locations	2	15161.30**	287.06**	61461.70**	6.36**
Genotypes x Locations	16	1252.00**	9.60**	5247.50**	1.05**
Error	54	258.80	2.60	601.80	0.22
C.V. (%)		10.11	7.07	7.35	15.80

หมายเหตุ: ¹TH = ความสูงต้น (เซนติเมตร) TD = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)

LL = ความยาวทางใบ (เซนติเมตร) LA = พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)

C.V. = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

Source	df	Mean square							OY
		FFB	Yield components		Bunch components				
			BN	ABW	% F/B	%WM/F	% O/DM	% O/B	
Genotypes	8	2087.72**	142.47**	1.33**	98.37**	147.60**	502.35**	112.87**	306.29**
Locations	2	8910.05**	222.70**	3.84**	6.34 ns	27.17 ns	1536.31**	492.81**	2348.08**
Genotypes x Locations	16	697.35**	29.32**	0.52ns	71.70**	148.87**	460.10**	175.82**	284.75**
Error	54	146.77	2.99	0.31	26.2389	26.51	55.36	25.44	30.76
C.V. (%)		16.79	8.61	15.46	7.66	6.99	12.46	17.12	25.06

หมายเหตุ: ¹FFB = ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี)

²BN = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี) ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม/ต้น/ปี)

³F/B = ผลต่อทะลาย WM/F = เนื้อปาล์มสดต่อผล

O/DM = น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง O/B = น้ำมันต่อทะลาย

OY = ผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี)

C.V. = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

3.1 การทดสอบคุณภาพความแปรปรวนของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองในหลายพื้นที่ปลูก จำเป็นต้องทดสอบสมมติฐานความแปรปรวน พบว่าข้อมูลของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีข้อมูลความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยข้อมูลของพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ปลูกต่อไป (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 4 ค่าคุณภาพความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์

Traits	Homogeneity of variance
Trunk height (cm)	0.96
Trunk diameter (cm)	0.99
Leaf length (cm)	0.23
Leaf area (m ²)	0.82

ตารางที่ 5 ค่าคุณภาพความแปรปรวนของลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์

Traits	Homogeneity of variance
Fresh fruit bunch (kg/plant/year)	0.14
Bunch number (bunch/plant/year)	0.96
Average bunch weight (kg/bunch)	0.84
Fruit per bunch (%)	1.00
Wet mesocarp per fruit (%)	0.87
Oil per dry mesocarp (%)	0.86
Oil per bunch (%)	0.32
Oil yield (kg/plant/year)	0.42

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตใน 3 พื้นที่ปลูก ของลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น พบว่า ความสูงต้นซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงสุด (173.88 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างกับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี (171.83 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบความสูงต้นของปาล์มน้ำมันซึ่งเฉลี่ยทั้ง 9 พันธุ์ ในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 มีความสูงต้นเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (185.41 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (173.06 เซนติเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้ความสูงต้นสูงสุด แสดงว่าความสูงต้นของปาล์มน้ำมันพันธุ์ GCT สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีได้ดีกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ไม่มีความแตกต่างกันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาถึงความสูงเฉลี่ย พันธุ์ SR 3 จะสามารถให้ความสูงต้นได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด และ พันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้ความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 6)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีให้ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (26.52 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (24.92 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 4 (23.61 เซนติเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด แสดงว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีได้ดีกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งไม่มีความแตกต่างกันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาถึงเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยพันธุ์ NP จะสามารถให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด และพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits							
	Trunk height (cm)			Mean ²	Trunk diameter (cm)			Mean ²
	Locations ¹				Locations ¹			
	KHK	RN	RTP		KHK	RN	RTP	
SR 1	163.11	149.25 abc	147.55 bc	153.31 bc	18.61	21.14 ab	21.61 c	20.45 c
SR 2	173.55	156.42 ab	189.22 ab	173.06 ab	21.16	21.75 a	25.58 abc	22.83 abc
SR 3	204.89	168.67 a	182.67 ab	185.41 a	22.66	23.36 a	28.75 a	24.92 a
SR 4	173.67	139.08 abcd	163.00 bc	158.58 bc	21.16	21.78 a	27.89 ab	23.61ab
SR 5	170.11	123.67 cdef	130.11 c	141.30 c	21.13	20.33 ab	23.22 bc	21.56 bc
SR 6	190.22	107.92 ef	179.11 ab	159.08 bc	21.38	19.17 ab	28.36 a	22.97 ab
NP	173.33	129.17 bcde	168.11 abc	156.87 bc	22.91	20.56 ab	27.22 ab	23.56 ab
GCT	161.78	96.83 f	210.55 a	156.39 bc	21.55	17.00 b	28.61 a	22.39 bc
PSU 132	154.28	115.67 def	176.17 ab	148.70 bc	20.54	20.00 ab	27.41 ab	22.65 abc
Mean ³	173.88 a	131.85 b	171.83 a		21.23 b	20.57 b	26.52 a	

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอรโนด RTP = อำเภอรัตภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

ความยาวทางใบ พบว่า ความยาวทางใบซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งให้ค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบสูงสุด (367.97 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ (354.39 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบความยาวทางใบเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้ความยาวทางใบเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (382.56 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (382.56 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ความยาวทางใบสูงสุด แสดงว่าความยาวทางใบของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอรโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ความยาวทางใบสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรโนด ให้ความยาวทางใบสูงสุด และพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ความยาวทางใบสูงสุด (ตารางที่ 7)

พื้นที่ใบ พบว่า พื้นที่ใบซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบสูงสุด (3.31 ตารางเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (3.13 ตารางเมตร) เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ พันธุ์ SR 3 ให้พื้นที่ใบเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่สูงสุด (3.88 ตารางเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (3.64 ตารางเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้พื้นที่ใบสูงสุด แสดงว่าพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้พื้นที่ใบสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้พื้นที่ใบสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้พื้นที่ใบสูงสุด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ ของปาล์มน้ำมัน ทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits							
	Leaf length (cm)				Leaf area (m ²)			
	Locations ¹			Mean ²	Locations ¹			Mean ²
	KHK	RN	RTP		KHK	RN	RTP	
SR 1	330.33 b	317.58 ab	282.58 d	310.17 cde	2.77 ab	3.00 a	2.30 b	2.69 cd
SR 2	365.67 ab	328.50 ab	393.67 ab	362.61 ab	3.79 a	3.21 a	3.93 a	3.64 ab
SR 3	425.92 a	342.67 a	379.08 ab	382.56 a	4.27 a	3.44 a	3.94 a	3.88 a
SR 4	346.58 ab	310.08 ab	363.83 ab	340.17 bcd	3.27 a	2.79 ab	3.70 a	3.26 abc
SR 5	367.50 ab	258.33 cd	287.08 cd	304.31 de	3.40 a	2.06 bc	2.39 b	2.62 cd
SR 6	417.58 ab	234.67 d	374.67 ab	342.31 bc	3.69 a	1.89 c	3.85 a	3.14 bc
NP	370.17 ab	291.42 bc	348.75 bc	336.78 bcde	2.74 ab	2.01 bc	3.00 ab	2.58 cd
GCT	347.17 ab	209.75 d	423.25 a	326.72 bcde	3.07 a	1.47 c	3.37 ab	2.64 cd
PSU 132	340.83 ab	221.44 d	336.55 bcd	299.61 e	1.18 b	1.69 c	3.35 ab	2.07 d
Mean ³	367.97 a	279.38 b	354.39 a		3.13 a	2.40 b	3.31 a	

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอระโนด RTP = อำเภอรัตภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก โดยความแตกต่างกันที่เกิดขึ้นอาจมีอิทธิพลมาจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น รวมถึงการดูแลรักษาของเกษตรกร ทำให้พื้นที่ปลูกแต่ละอำเภอที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลกระทบให้ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันไปด้วย (Corley *et al.*, 1971; Corley, 1973) พื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแต่ไม่ตอบสนองต่อปัจจัยอื่นๆ การเจริญเติบโตโดยทั่วไป ความสูงที่เพิ่มขึ้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการสร้างใบ และความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อใบ หรือความกว้างระหว่างปล้อง Jacquemard (1979) รายงานว่า ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นในรอบปีขึ้นอยู่กับอัตราการสร้างใบและความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อปี โดยจะสูงเพียงเล็กน้อยใน 3 ปีแรกหลังจากปลูกลงแปลง หลังจากนั้นความสูงก็จะเพิ่มมากขึ้นในระดับคงที่ในช่วงอายุประมาณ 6 ปีจนกระทั่งถึง 25 ปี

3.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตทะลาย พบว่า ผลผลิตทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสูงสุด (92.53 กิโลกรัม/ต้น/ปี) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์เฉลี่ยในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 2 ให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (89.52 กิโลกรัม/ต้น/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 3 (85.28 กิโลกรัม/ต้น/ปี) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 2 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด แสดงว่าผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ผลผลิตทะลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตทะลายโดยเฉลี่ย พันธุ์ PSU 132 จะสามารถให้ผลผลิตทะลายได้สูงกว่า ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอ รัตนบุรีมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 2 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด (ตารางที่ 8)

จำนวนทะลาย พบว่า จำนวนทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนทะลายสูงสุด (23.37 ทะลาย/ต้น/ปี) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ PSU 132 ให้จำนวนทะลายทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (26.33 ทะลาย/ต้น/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (24.00 ทะลาย/ต้น/ปี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ PSU 132 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของรัตนบุรี ให้จำนวนทะลายสูงสุด แสดงว่าจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 1 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูก

ของอำเภอรัตนภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ PSU 132 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้จำนวนทะลายสูงสุด ส่วนพันธุ์ PSU 132 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรณโคให้จำนวนทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้จำนวนทะลายสูงสุด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย ของปาล์ม-น้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits							
	Fresh fruit bunch (kg/plant/year)				Bunch number (bunch/plant/year)			
	Locations ¹			Mean ²	Locations ¹			Mean ²
	KHK	RN	RTP		KHK	RN	RTP	
SR 1	66.53	75.00 a	109.23 abc	83.59 a	19.00 b	19.00 bc	31.00 a	23.00 bc
SR 2	76.51	75.27 a	116.80 ab	89.52 a	24.33 a	21.00 ab	26.67 a	24.00 ab
SR 3	64.67	63.71 abc	127.46 ab	85.28 a	15.67 b	18.00 bc	27.00 a	20.22 d
SR 4	65.36	58.76 abcd	70.61 cd	64.91 bc	19.33 b	21.00 ab	19.67 b	20.00 d
SR 5	58.88	43.31 cd	48.07 d	50.09 c	16.00 b	16.33 cde	15.00 b	15.78 e
SR 6	67.81	53.50 bcd	132.83 a	84.71 a	16.67 b	16.67 cd	28.00 a	20.44 cd
NP	62.20	42.77 cd	70.58 cd	58.51 c	15.67 b	13.67 de	20.00 b	16.44 e
GCT	55.53	37.97 d	68.79 cd	54.10 c	16.00 b	12.33 e	15.00 b	14.44 e
PSU 132	78.66	68.77 ab	88.43 bcd	78.62 ab	26.00 a	25.00 a	28.00 a	26.33 a
Mean ³	66.24 b	57.67 c	92.53 a		18.74 b	18.11 b	23.37 a	

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอรณโค RTP = อำเภอรัตนภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า น้ำหนักทะลายเฉลี่ยซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด (3.94 กิโลกรัม/ทะลาย) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (3.60 กิโลกรัม/ทะลาย) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (4.15 กิโลกรัม/ทะลาย) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (4.75 กิโลกรัม/ทะลาย) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักทะลายเฉลี่ย พันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ สามารถให้

จำนวนทะลายสูงสุด แสดงว่าจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาทั้ง 9 พันธุ์ พันธุ์ SR 3 จะสามารถให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 9)

เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย พบว่า เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย พื้นที่ปลูกของอำเภอ ระตนบุรีจะสามารถให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (67.37 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (70.00 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 5 (69.98 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาแล้ว พันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 2 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนบุรี ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมัน
ทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits								
	Average bunch weight				Mean ²	Fruit / Bunch (%)			Mean ²
	(kg/bunch)			Locations ¹					
	Locations ¹			Locations ¹					
	KHK	RN	RTP	KHK		RN	RTP		
SR 1	3.51	3.95 a	3.52	3.66 abc	69.19 ab	72.24	68.55	70.00 a	
SR 2	3.14	3.58 ab	4.38	3.70 abc	68.43 ab	70.54	70.73	69.90 a	
SR 3	4.15	3.55 ab	4.76	4.15 a	71.77 a	69.57	68.47	69.94 a	
SR 4	3.38	2.79 bc	3.60	3.26 bc	65.86 ab	64.14	67.97	65.99 ab	
SR 5	3.68	2.65 c	3.21	3.18 bc	72.73 a	68.26	68.96	69.98 a	
SR 6	4.05	3.22 abc	4.74	4.00 ab	72.97 a	63.08	66.30	67.45 ab	
NP	4.01	3.11 abc	3.54	3.55 abc	70.34 ab	59.28	60.80	63.47 ab	
GCT	3.49	3.10 abc	4.56	3.72 abc	56.42 ab	59.57	69.29	61.76 b	
PSU 132	3.01	2.75 bc	3.16	2.97 c	54.59 b	70.96	65.28	63.61 ab	
Mean ³	3.60 a	3.19 b	3.94 a		66.92	66.40	67.37		

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอรโนด RTP = อำเภอรัตภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (74.27 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (74.13 %) เมื่อเปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (78.51 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (78.48 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ GCT ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด แสดงว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลของปาล์มน้ำมันพันธุ์ GCT สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอรโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ในพื้นที่

ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด ส่วนพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรโนดให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด และพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits							
	Wet mesocarp / Fruit (%)				Oil / Dry mesocarp (%)			
	Locations ¹			Mean ²	Locations ¹			Mean ²
	KHK	RN	RTP		KHK	RN	RTP	
SR 1	71.11 ab	71.52 ab	75.60 ab	72.74 abc	64.83 a	60.95 a	70.42 a	65.40 a
SR 2	83.07 a	68.07 b	73.65 ab	74.93 ab	21.88 b	41.26 b	71.51 a	44.88 c
SR 3	63.38 b	72.69 ab	80.82 a	72.30 abc	64.13 a	42.34 b	75.07 a	60.52 ab
SR 4	73.47 ab	54.70 c	72.40 ab	66.86 c	66.56 a	39.19 b	63.20 a	56.32 ab
SR 5	70.76 ab	77.97 ab	62.75 b	70.50 bc	63.52 a	54.36 ab	38.24 b	52.04 bc
SR 6	76.99 a	76.68 ab	81.76 a	78.48 a	68.78 a	40.19 b	72.95 a	60.64 ab
NP	71.92 ab	80.12 ab	80.65 a	77.56 ab	72.28 a	52.80 ab	66.79 a	63.96 a
GCT	83.98 a	81.98 a	69.57 ab	78.51 a	66.02 a	66.18 a	70.24 a	67.48 a
PSU 132	72.48 ab	68.45 b	71.23 ab	70.72 abc	65.15 a	65.98 a	67.90 a	66.35 a
Mean ³	74.13	72.47	74.27		61.46 a	51.47 b	66.26 a	

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอรโนด RTP = อำเภอรตภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (66.26 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (61.46 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (67.48 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ PSU 132 (66.35 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ GCT ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง

สูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง ของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ NP ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด ส่วนพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด และโดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (ตารางที่ 10)

เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (33.38 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (30.11 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (33.22 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (32.42 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด ส่วนพันธุ์ PSU 132 ให้พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 3 พื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (ตารางที่ 11)

ผลผลิตน้ำมัน พบว่า ผลผลิตน้ำมันซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำมันสูงสุด (32.46 กิโลกรัม/ตัน/ปี) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด (29.69 กิโลกรัม/ตัน/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 3 (28.54 กิโลกรัม/ตัน/ปี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 6 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด แสดงว่าผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Traits							
	Oil / Bunch (%)			Mean ²	Oil yield (kg/plant/year)			Mean ²
	Locations ¹				Locations ¹			
	KHK	RN	RTP		KHK	RN	RTP	
							39.58	
SR 1	31.91 a	31.28 a	36.46 a	33.22 a	21.31 ab	23.97 a	abc	28.28 a
SR 2	12.62 b	19.79 bcd	37.20 a	23.20 b	8.81 b	14.90 bc	43.48 ab	22.40 ab
SR 3	29.17 a	21.25 bcd	41.66 a	30.69 ab	18.82 ab	13.44 c	53.37 a	28.54 a
SR 4	32.21 a	13.75 d	31.39 a	25.78 ab	21.15 ab	8.06 c	21.72 cd	16.98 bc
SR 5	32.50 a	29.45 ab	16.57 b	26.17 ab	19.07 ab	13.15 c	7.93 d	13.38 c
SR 6	38.65 a	19.18 cd	39.43 a	32.42 a	26.54 a	10.25 c	52.29 a	29.69 a
NP	36.73 a	25.14 abc	32.64 a	31.50 a	22.86 ab	10.90 c	23.04 cd	18.93 bc
GCT	31.26 a	32.15 a	33.50 a	32.30 a	17.60 ab	12.15 c	22.90 cd	17.55 bc
PSU 132	25.93 ab	32.18 a	31.55 a	29.89 ab	20.42 ab	22.11 ab	27.84 bc	23.46 ab
Mean ³	30.11 a	24.91 b	33.38 a		19.62 b	14.33 c	32.46 a	

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอระโนด RTP = อำเภอรัตนภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

ปัจจัยของสภาพแวดล้อม และการปฏิบัติดูแลสวน จะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของผลผลิตของปาล์มน้ำมันอย่างมาก โดยบริเวณที่มีสภาวะขาดน้ำหรือปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการกำหนดเพศในผลผลิตรอบถัดไป หรืออาจเกิดสภาวะช่อดอกปาล์มน้ำมันกลายเป็นช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน จะส่งผลให้มีผลผลิตที่น้อย และจะทำให้มีปริมาณน้ำมันจากเนื้อปาล์มต่อทะลายที่ต่ำแล้ว ยังทำให้ปริมาณน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลายต่ำด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสกัดน้ำมัน โดยผลปาล์มน้ำมันที่ไม่สุกแก่เต็มที่จะมีผลเฉพาะกับปริมาณน้ำมันจากเนื้อปาล์มต่อทะลายต่ำ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันจากเนื้อในเมล็ด เนื่องจากเนื้อในเมล็ดมีการสร้างน้ำมันสมบูรณ์ก่อนแล้ว (Donough *et al.*, 1996)

ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน จากการพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อพื้นที่ปลูกในแต่ละที่ จะพิจารณาจากผลผลิต

ทะลายเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันเป็นอันดับแรก เนื่องจากผลผลิตทะลายมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นส่วนสำคัญที่เกษตรกรพิจารณาคัดเลือกที่จะปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์นั้นๆเป็นอันดับแรก (Corley *et al.*, 1971; Hardon *et al.*, 1972) รายงานว่า โดยปกติการคัดเลือกจะพิจารณาจากลักษณะผลผลิตทะลายต่อต้านที่สูง ซึ่งมักมีแนวโน้มที่จะคัดเลือกได้ต้นปาล์มที่มีลักษณะลำต้นที่สูงและแข็งแรง รวมทั้งอาจพิจารณาจากความสม่ำเสมอของประชากรด้วย และการใช้วิธีวัดการเจริญเติบโตซึ่งเป็นอีกวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ พบว่า พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ PSU 132 ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 2 และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ และพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีลักษณะผลผลิตทะลายสูงสุด (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และ พื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบ ผลผลิต องค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

Traits	Locations ¹		
	KHK	RN	RTP
Trunk height (cm)	SR 3	SR 3	GCT
Trunk diameter (cm)	NP	SR 3	SR 3
Leaf length (cm)	SR 3	SR 3	GCT
Leaf area (m ²)	SR 3	SR 3	SR 3
Fresh fruit bunch (kg/plant/year)	PSU 132	SR 2	SR 6
Bunch number (bunch/plant/year)	PSU 132	PSU 132	SR 1
Average bunch weight (kg/bunch)	SR 3	SR 1	SR 3
Fruit per bunch (%)	SR 6	SR 1	SR 2
Wet mesocarp per fruit (%)	GCT	GCT	SR 6
Oil per dry mesocarp (%)	NP	GCT	SR 3
Oil per bunch (%)	SR 6	PSU 132	SR 3
Oil yield (kg/plant/year)	SR 6	SR 1	SR 6

หมายเหตุ: ¹KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอระโนด RTP = อำเภอรัตภูมิ

สรุป

ในการศึกษาของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั้ง 9 พันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา (อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด และอำเภอรัตนภูมิ) โดยศึกษาลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ และศึกษาลักษณะผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมันสรุปได้ดังนี้

1) สมบัติทางเคมีของดินทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบกับข้อมูลความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน

2) การทดสอบคุณภาพของวาเรียนซ์ไม่มีความแตกต่างของพันธุ์ระหว่างพื้นที่ปลูก จึงไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ใช้ผลผลิตทะลายเป็นตัวเปรียบเทียบในการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยปาล์มน้ำมันพันธุ์ PSU 132 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมากที่สุด ส่วนปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 2 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดมากที่สุด และปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. ภาพรวมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่การผลิตปาล์ม น้ำมัน (ชื่อบรรณาธิการ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์). หน้า 24. สงขลา: นิโอฟอยท์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้า.
ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tan, G.Y. 1971. Analysis of growth the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). I. Estimation of growth parameter and application in breeding. Euphytica 20: 307–315.

Corley, R.H.V. 1973. Oil palm physiology: a review. In Advances in Oil Palm Cultivation (eds. R.L. Wastieand and D.A. Earp.), pp. 37–51. Kuala Lumpur : Incrop Soc. Planters.

Donough, C.R., Chew, K.W. and Law, I.H. 1996. Effect of fruit set on OER and KER: results from studies at Pamol Estates (Sabah). Sdu. Bhd. Planer. 72: 203–219.

Hardon, J.J., Corley, R.H.V. and Ooi, S.C. 1972. Analysis of growth in the oil palm II. Estimation of genetic variances of growth parameters and yield of fruit bunches. Euphytica 21: 257–264.

Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of *Elaeis guineensis* Jacq. Study of the L2T x D10D cross. Oleagineux 34: 492–497.

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: 15–24.

Yusof, B. 2007. Palm oil production through sustainable plantations. Eur. J. Lipid. Sci Tech. 109: 289–295.

การทดลองที่ 5

การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอร่า

พันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

การทดลองที่ 5

การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเริ่มมีช่อดอกเกิดขึ้นเมื่ออายุประมาณ 2.5 ปี ช่อดอกเกิดจากตาดอกบริเวณซอกมุมใบ โดยปกติช่อดอกเพศผู้และช่อดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละช่อดอกบนต้นเดียวกัน อย่างไรก็ตามในระยะที่ต้นปาล์มอายุยังน้อยเพียงจะผลิตช่อดอกครั้งแรก อาจจะมีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียเรียงเป็นวงรอบแกนช่อดอกเดียวกัน และเมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้นลักษณะเช่นนี้จะหายไป

ปกติการเกิดช่อดอกเพศผู้และช่อดอกเพศเมียบนต้นเดียวกันจะไม่พร้อมกัน ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงมีโอกาสในการผสมตัวเองน้อยมาก การผสมจึงจำเป็นต้องอาศัยเรณูจากปาล์มต้นอื่นที่มีช่อดอกเพศผู้ ในรอบปีหนึ่งๆ ต้นปาล์มจะมีช่อดอกเพศผู้ประมาณ 3 ช่อดอกและการถ่ายเรณูจากต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง ส่วนมากอาศัยลมหรือแมลงพาไป ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์หรือการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจึงจำเป็นต้องควบคุมการผสมระหว่างต้นพ่อแม่พันธุ์ที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปลอมปนของเรณูจากต้นอื่นๆ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการผสมที่ถูกต้องดังกล่าวจะถูกนำไปทำการงอกและเพาะปลูกในเรือนเพาะชำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. คัดเลือกต้นพ่อ-แม่พันธุ์ สำหรับปาล์มน้ำมันพิสิเฟอร์และดูราตามลำดับ และยื่นจดทะเบียนต้นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันกับกรมวิชาการเกษตร

2. ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

2.1 การผสมพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

วิธีการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมันมีวิธีการและขั้นตอน คือการเตรียมช่อดอกเพศผู้ การเก็บรวบรวมเรณูและเก็บรักษา การเตรียมช่อดอกเพศเมีย การถ่ายเรณู และการทำสมุดบันทึกประวัติพ่อแม่พันธุ์และคู่ผสม รายละเอียดของวิธีการในแต่ละขั้นตอนได้อธิบายโดย ธีระ (2558)

2.2 การเตรียมเมล็ดพันธุ์และการทำเมล็ดงอก

การเตรียมเมล็ดพันธุ์และการทำเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน มีรายละเอียดของวิธีการในแต่ละขั้นตอนได้อธิบายโดย ธีระ (2558)

3. ระยะเวลาดำเนินการผลิตลูกผสมเทเนอรา

เริ่มดำเนินการหลังจากได้รับหนังสือรับรองการจดทะเบียนต้นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน คือ เดือน ตุลาคม 2556

ผลดำเนินการ

1. ได้รับหนังสือรับรองการจดทะเบียนต้นพื้พันธุ์แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากกรมวิชาการเกษตร



หนังสือรับรองการจดทะเบียนต้นพื้พันธุ์แม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

เลขที่ 7/2556

กรมวิชาการเกษตร

หนังสือรับรองฉบับนี้ให้ไว้แก่ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยมี รศ.ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ เป็นผู้ดำเนินการเพื่อรับรองว่า

ต้นพื้พันธุ์และต้นแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันตามรายการที่แนบท้ายนี้ได้รับการจดทะเบียนเป็นต้นพื้พันธุ์และแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้พันธุ์ในการผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า

หนังสือรับรองฉบับนี้ออกให้เมื่อวันที่ 14 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556 และให้ใช้ได้จนถึงวันที่ 13 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557

ลายมือชื่อ
 นายธีระ รัตนพันธุ์
 ผู้อำนวยการสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร
 ปฏิบัติราชการแทน อธิบดีกรมวิชาการเกษตร
 ตำแหน่ง

2. ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่าพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 เผยแพร่ให้กับผู้ผลิตต้นกล้าเพื่อเผยแพร่ให้กับเกษตรกรจำนวน 50,000 เมล็ดตอก โดยจัดจำหน่ายเมล็ดละ 20 บาท มีรายรับเข้าโครงการ จำนวน 1,000,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตเมล็ดพันธุ์ จำนวน 831,096.70 บาท มีรายได้เหลือสุทธิ จำนวน 168,903.30 บาท

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โอ เอส พรีนติ้ง เฮาส์ จำกัด กรุงเทพฯ. 463น.

ภาคผนวก

ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และตีพิมพ์เผยแพร่

ภาคผนวกที่ 1 การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม ม.อ.

จำนวน 1 เรื่อง

ภาคผนวกที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปาล์มลูกผสมเตเนอราในระยะกล้า

จำนวน 3 เรื่อง

ภาคผนวกที่ 3 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์มลูกผสม

เตเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1

จำนวน 5 เรื่อง

ภาคผนวกที่ 4 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของพันธุ์ปาล์มลูกผสม

เตเนอราพันธุ์การค้า

จำนวน 2 เรื่อง

ภาคผนวกที่ 5 การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเตเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

จำนวน 1 เรื่อง

ภาคผนวกที่ 1 การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม ม.อ.

จำนวน 1 เรื่อง

สุนัตตา แดงหยั่ง และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2557. ผลของโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา
ในปาล์มน้ำมัน; ว. วิทยาศาสตร์สงขลานครินทร์ 1(4): 10-16.

ผลของโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในปาล์มน้ำมัน

Effect of Colchicine on Morphological Changes in Oil Palm

สุนัดดา แดงหยั่ง^{1,2} และธีระ เอกสมทราเมษฐ์^{2*}

Dangyong, S.^{1,2} and Eksomtramee, T.^{2*}

¹ สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย ต.ทุ่งค่าย อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง

¹ Thungkai botanic garden trang, Thungkai district, Yantakhao, Trang. 92110, Thailand

² ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

² Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat yai, Songkhla, 90112, Thailand

*Corresponding author: theera.e@psu.ac.th

Received 14 August 2014; Revised 31 October 2014; Accepted 16 November 2014

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าอายุ 3 ปี ที่เมล็ดงอกผ่านการแช่สารโคลชิซินซึ่งปลูกทดลองที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา ใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้นของสารโคลชิซิน มี 3 ระดับ (2.5 5.0 และ 7.5 มิลลิโมลท์) และระยะเวลาในการแช่สาร 5 ระยะเวลา (3 6 12 24 และ 48 ชั่วโมง) เปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่ไม่แช่สารโคลชิซิน แต่ละทรีทเมนต์ ทำการสุ่มจำนวน 5 ต้น ซ้ำละ 1 ต้น เพื่อบันทึกลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความกว้างเซลล์คุม ความยาวเซลล์คุมและความหนาแน่นเซลล์คุม ผลการศึกษา พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตในแต่ละระดับความเข้มข้นและในแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.01) โดยปาล์มน้ำมันที่ผ่านการแช่สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลท์ ระยะเวลาการจุ่มแช่สาร 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตดีที่สุด ได้แก่ ความสูงลำต้น (91.20 เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (47.8 เซนติเมตร) ความยาวทางใบ (59.1 เซนติเมตร) พื้นที่ทางใบ (47.3 ตารางเมตร) น้ำหนักแห้งทางใบ (47.3 กิโลกรัม) ความกว้างเซลล์คุม (0.36 มิลลิโมลท์) ความยาวเซลล์คุม (1.17 มิลลิโมลท์) และความหนาแน่นเซลล์คุม (4.16 เซลล์ต่อตารางมิลลิเมตร) การประเมินสหสัมพันธ์ทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ทางใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความกว้างเซลล์คุม และความยาวเซลล์คุม มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความสูงต้น ($r_p = 0.64^{**} 0.57^{**} 0.67^{**} 0.47^* 0.34^*$ และ 0.30 ตามลำดับ)

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน โคลชิซิน การเจริญเติบโต สัณฐานวิทยา

Abstract

This research aims to study the growth and morphology of oil palm that treated germinated seed with colchicines. The study was conducted on three years old palm variety Tenera at the Khlonghoikhong research station, Songkhla. Two factors of factorial experimental in completely randomized design (CRD) with were the concentration of colchicine with 3 levels (2.5 5.0 and 7.5 mM) and the duration of the infusion of 5 period of time (3, 6, 12, 24 and 48 hours) compared to untreated control plants. Measurements included stem height, stem diameter, leaf length, leaf area, leaf dry weight, guard cells width, guard cells length and guard cell density. The study showed that oil palm soaked with infusion of colchicine at a concentration of 2.5 mM with immersion period of 48 hours had the highest stem growth (91.20 cm), stem diameter (47.8 cm), leaf length (59.1 cm), leaf area (47.3 m²), leaf dry weight (47.3 kg), guard cells width (0.36 μm) and guard cells length (1.17 μm) and guard cell density (4.16 mm²) For evaluating the correlation of the traits showed positively correlated significantly with stem height which were 0.64 ** for stem size, 0.57 ** for leaf length, 0.67 ** for leaf area, 0.47 * for leaf dry weight, 0.34 * got stomata width and 0.30*for stomata length.

Keywords: Oil palm, colchicine, vegetative growth



บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq., $2n=2x=32$) จัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้ามให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่ต่อปีสูงที่สุดในบรรดาพืชน้ำมันทั้งหมด (Corley and Tinker, 2003) พันธุ์ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือพันธุ์เทนเอร่า (Tenera) ลักษณะที่สำคัญคือ มีกะลาบาง เป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (Dura) ที่มีกะลาหนา และพ่อพันธุ์พิสิเฟอร่า (Pisifera) มีกะลาบางมาก ปาล์มน้ำมันจะเริ่มให้ผลผลิตประมาณ 3 ปี หลังปลูกลงแปลง และสามารถให้ผลผลิตได้ต่อเนื่องนานกว่า 25 ปีขึ้นไป น้ำมันปาล์มที่สกัดได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค ปัจจุบัน ยังถูกใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล (ธีระ และคณะ, 2544; ธีระ, 2548)

ปาล์มน้ำมันมีฐานพันธุกรรมค่อนข้างแคบ จึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุกรรมให้กว้างขึ้นจึงมีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันสำหรับการปรับปรุงพันธุ์กรรมให้กว้างขึ้นมีหลายวิธีโดย หนึ่งในวิธีการนั้นคือ การใช้สารโคลชิซินซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะฟีโนไทป์และจีโนไทป์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตปาล์มน้ำมันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาจากการชักนำโดยสารโคลชิซิน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุพืช

ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทนเอร่า (DXP) อายุประมาณ 3-4 ปี ที่ผ่านการชักนำการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาโดยใช้สารโคลชิซินก่อนนำไปปลูก ณ สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา

วิธีการ

ดำเนินการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial experimental in Completely Randomized Design) มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ระดับความเข้มข้นของสารโคลชิซินมี 3 ระดับ (2.5 5.0 7.5 mM) และเวลาในการจุ่มแช่สาร 5 ระยะเวลา (3 6 12 24 และ 48 ชั่วโมง) เปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทนเอร่าที่ไม่จุ่มแช่สารโคลชิซิน แต่ละทรีทเมนต์ จำนวน 10 ต้น ทำการสุ่มต้นปาล์มจำนวน 5 ต้น บันทึกลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบย่อย ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลองและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan' multiple range test (DMRT)

การตรวจสอบทางสัณฐานวิทยา

สุ่มตัดใบปาล์มน้ำมันขนาดประมาณ 3x3 เซนติเมตร นำตัวอย่างใบที่ 0 มาลอกเนื้อเยื่อใต้ท้องใบด้วยใบมีดผ่าตัด และดึงออกด้วยปากคิ๊บแล้วนำมาวางบนแผ่นสไลด์ที่หยดน้ำไว้ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงชนิดเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า หลังจากนั้นทำการสุ่มวัดขนาดความกว้าง ความยาว ของเซลล์คุม ในเซลล์คุมจำนวน 10 เซลล์ต่อใบ เก็บข้อมูล 3 ตัวอย่างต่อ 1 ต้น สำหรับการวัดความหนาแน่นของเซลล์คุม จะนับจำนวนเซลล์คุมจาก

พื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 ต้น (สิทธิพงษ์ และธีระ, 2553)

ผลและวิจารณ์การทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเจริญเติบโต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น จำนวน 5 ลักษณะ (Table 1) พบว่า ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซิน สำหรับความแตกต่างของระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซิน พบว่า ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างระยะเวลาในการแช่สาร เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับระยะเวลาในการแช่สาร พบว่า ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ มีปฏิกริยาสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 11.20 – 20.23 % สอดคล้องกับ สิทธิพงษ์ (2553) ที่กล่าวว่าการแช่สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น หรือระยะเวลาที่ใช้ในการแช่สารโคลชิซินส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มเปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกัน การเพิ่มระดับความเข้มข้นของโคลชิซินทำให้การเจริญเติบโตลดลงไม่เท่ากัน

Table 1 Analysis of variance in vegetative growth

Source	df	Mean square				
		Vegetative growth				
		TH	TD	LL	LA	LDW
Concentration (A)	2	3506.97**	1191.25**	1124.59**	769.96**	771.21**
time(B)	4	1385.05**	565.11**	948.38**	600.52**	600.78**
concentration x time	8	1940.47**	574.35**	914.62**	574.53**	573.89**
Error	32	177.38	63.08	29.51	22.00	21.98
C.V. (%)		20.23	20.13	11.20	12.11	12.11
TH =	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		TD =	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)		
LL =	ความยาวทางใบ (เซนติเมตร)		LA =	พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)		
LDW =	น้ำหนักแห้งทางใบ(กก/ต้น)		CV =	สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน		
**	มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$					

Table 2 Analysis of variance in guard cell size in 3x3 cm.

Source	df	Mean square		
		Guard cell size (μ m)		
		Guard cell density	Guard cell length	Guard cell width
Concentration (A)	2	14.38	0.35**	0.04**
time(B)	4	187.70**	0.16*	0.03**
concentration x time	8	138.54**	0.33**	0.04**
Error	32	17.88	0.04	0.003
C.V. (%)		37.10	21.76	25.74

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเซลล์คุม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเซลล์คุมจำนวน 3 ลักษณะ (Table 2) พบว่า ความกว้างเซลล์คุมและความยาวเซลล์คุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ระหว่างความเข้มข้น แต่ลักษณะความหนาแน่นเซลล์คุมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับความแตกต่างของระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซิน พบว่า ความหนาแน่นเซลล์คุม ความกว้างเซลล์คุมและความยาวเซลล์คุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาในการแช่สาร เมื่อพิจารณาความแตกต่างปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับระยะเวลาในการแช่สาร พบว่า ความหนาแน่นเซลล์คุม ความกว้างเซลล์คุมและความยาวเซลล์คุม มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 21.76 – 37. % สอดคล้องกับรายงาน สิทธิพงษ์ (2553) ที่กล่าวว่า ภายหลังจากจุ่มแช่เมล็ดงอกด้วยสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น และระยะเวลาต่างๆ ส่งผลทำให้ความกว้างเซลล์คุม ความยาวเซลล์คุม ความหนาแน่นเซลล์คุม ของต้นปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ไม่แช่สารโคลชิซิน

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเจริญเติบโต

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ได้รับสารโคลชิซิน ที่ระดับต่างกัน (Table 3) พบว่า ลักษณะทางการเจริญเติบโต (ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ทางใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความกว้างเซลล์คุม และความยาวเซลล์คุม) ของต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับสารโคลชิซินที่ระดับ 2.5 มิลลิโมลล์ ลักษณะทางการเจริญเติบโต มีค่าเฉลี่ยมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารโคลชิซินที่ระดับ 5.0 และ 7.5 มิลลิโมลล์ โดยสารโคลชิซินที่ระดับ 2.5 มิลลิโมลล์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสารโคลชิซินที่ระดับ 5.0 และ 7.5 มิลลิโมลล์ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซิน พบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยความสูงของต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับสารโคลชิซินที่ระดับ 2.5 มิลลิโมลล์ ระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซินคือ 48 ชั่วโมงสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับสารโคลชิซินที่ระดับ 2.5 มิลลิโมลล์ ระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซินคือ 6 ชั่วโมงขัดแย้งกับ สมปองและราตี (2542) รายงานว่า มะนาวพิมพ์พร ที่ไม่ได้รับสารโคลชิซินทุกความเข้มข้นจะเจริญเติบโตการต้นที่ได้รับสารโคลชิซินอาจจะเนื่องจากการกลายพันธุ์ต้นปาล์มน้ำมันยังไม่เสถียร

4. ผลของสารโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะและความหนาแน่นเซลล์คุมปาล์มน้ำมัน

ต้นที่แช่สารโคลชิซินมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเซลล์คุมที่ใหญ่กว่าต้นที่ไม่แช่สารโคลชิซิน (Figure 1) และต้นดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของเซลล์คุมโดยมีปริมาณความหนาแน่นมากกว่าต้นที่ไม่แช่สารโคลชิซิน (Figure 2) (Table 4) สอดคล้องกับการรายงานของ Thao และคณะ (2003) Gu และคณะ (2005) Chen และ Gao, (2007) รายงานว่า ขนาดและความหนาแน่นของเซลล์คุมเป็นตัวบ่งบอก

ถึงระดับโครโมโซมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยในต้นที่มีระดับโครโมโซมเพิ่มขึ้น มักมีขนาดเซลล์คุมใหญ่กว่าต้นปกติ

Table 3 Effect of different and duration of colchicine treatments on vegetative growth character.

Colchicine concentration (mM)	Duration of immersion (hr)	TH	TD	LL	LA	LDW
0.0	0	51f	38g	46.10h	36.60g	36.60g
2.5	3	72.47c	48.20a	52.85bc	42.79c	42.79c
	6	72.45c	39.40e	52.01ef	40.73ef	40.75de
	12	70.00c	42.00cd	49.60f	39.57fg	39.57fg
	24	76.80b	44.40b	53.40cd	43.41bc	43.44bc
	48	91.20a	47.80a	59.08a	47.29a	47.28de
		76.56a	44.36a	53.39a	42.76a	42.77a
5.0	3	79.20b	42.20cd	54.56bc	43.76bc	43.75bc
	6	72.20c	47.00a	55.54b	44.11b	44.09b
	12	57.80e	40.40def	50.04f	40.14ef	40.14ef
	24	69.40c	43.60bc	51.60e	41.37d	41.38d
	48	60.40e	39.00fg	44.33h	35.47h	35.49h
		67.80b	42.44b	51.21b	40.97b	40.97b
7.5	3	71.20c	39.80efg	52.34de	41.43d	41.43d
	6	63.60d	41.80cd	49.73f	40.17ef	40.17ef
	12	60.20e	34.80h	49.36f	38.80g	38.79g
	24	70.60c	41.40de	52.76de	41.50d	41.49d
	48	0*	0	0	0*	0
		53.12c	31.56d	40.84d	32.38d	32.38c
C.V.%		20.23	19.24	10.43	11.80	11.79

5. ค่าดัชนีสหสัมพันธ์ของลักษณะทางลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผ่านการแช่สารโคลชิซิน

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและลักษณะเซลล์คุมในปาล์มน้ำมันที่ผ่านการแช่สารโคลชิซิน (Table 6) พบว่า ความสูงต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะขนาดโคนต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความกว้างเซลล์คุม และความยาวเซลล์คุม ($r_p = 0.64$ และ 0.30 ตามลำดับ) แต่ความหนาแน่นเซลล์คุมมีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะ ขนาดโคนต้น ความกว้างเซลล์คุม และความยาวเซลล์คุม สอดคล้องกับรายงาน Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสูงของลำต้น และสอดคล้องกับรายงาน Smith (1993) รายงานว่า สหสัมพันธ์ในทางบวกระหว่าง ดัชนีพื้นที่ใบ กับ จำนวนทะลาย เมื่อตัดพื้นที่ใบสูงจะส่งผลทำให้ผลผลิตสูงตามไป ที่สำคัญคือนำไปสร้างผลผลิตทะลาย (Hardon *et al.*, 1972) ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตทะลาย อาจพิจารณาได้จากลักษณะพื้นที่

ขนาดความกว้าง ความยาวของเซลล์คุมเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามไปสอดคล้องกับรายงาน สิทธิพงษ์

(2553) รายงานว่า หากมีการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมเกิดขึ้นขนาดความกว้าง ความยาวของเซลล์คุมจะมีขนาดเพิ่ม แต่จะมีจำนวนเซลล์เซลล์คุมต่อพื้นที่ลดลง ส่วนขนาดความกว้างของเซลล์คุมนั้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อขนาดความยาวของเซลล์คุม แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับความหนาแน่นของเซลล์คุม

Table 4 Effect of different and duration of colchicine treatments on guard cell size in 3x3 cm.

Colchicine concentration (mM)	Duration of immersion (hr)	Guard cell size (μm)		
		Guard cell width	Guard cell length	Guard cell density
0.0	0	0.15g	0.88def	13.30de
2.5	3	0.33c	1.17b	13.93cd
	6	0.34c	1.2b	12.80e
	12	0.27c	0.97cd	10.47f
	24	0.15g	0.93de	14.76c
	48	0.36bc	1.19b	8.33g
		0.29a	1.09a	12.06a
5.0	3	0.30de	1.04c	10.46f
	6	0.16fg	0.73h	7.90g
	12	0.14g	0.86efg	22.46b
	24	0.29e	1.03c	6.36h
	48	0.36bc	1.17b	4.16i
		0.25b	0.97b	10.27a
7.5	3	0.40a	1.28a	8.66g
	6	0.15g	0.78gh	13.20de
	12	0.19f	1.04c	10.40f
	24	0.16fg	0.83fgh	27.03a
	48	0	0	0
		0.18c	0.78c	11.86a
C.V.%		37.10	21.76	25.74

Table 5 Evaluation the correlation of growth.

Character	Height (cm)	Trunk size (cm)	Leaf length (cm)	Leaf area (m ²)	leaf dry weight (kg)	stomata width (μm)	Stomata length (μm)	Stomata density (mm ²)
Stem size	0.64**	-						
Leaf length	0.57**	0.54**	-					
Leaf area	0.67**	0.61**	0.73**	-				
leaf dry weight	0.47*	0.36*	0.62**	0.63**	-			
stomata width (μm)	0.34*	0.02 ns	0.03 ns	0.20*	0.21*	-		
Stomata length (μm)	0.30*	-0.01 ns	-0.01 ns	0.16*	0.09*	0.76**	-	
Stomata density (mm ²)	0.03 ^{ns}	-0.13*	0.12*	0.05 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.31**	-0.15*	-

ns = non significance, *=significantly different at $P \leq 0.05$

***=significantly different $P \leq 0.01$

สรุปผลการทดลอง

การแช่สารโคลชิซินกับเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา มีผลทำให้ต้นปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลล์ และระยะเวลา 48 ชั่วโมง ตอบสนองต่อการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

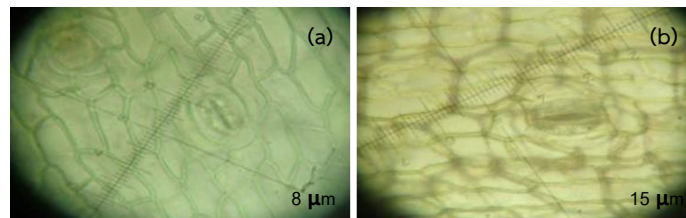


Figure 1 Size of guard cell in oil palm form colchicines a) control b) large size of guard cell treatment colchicines concentration 2.50 mM and duration of immersion 48 hr.

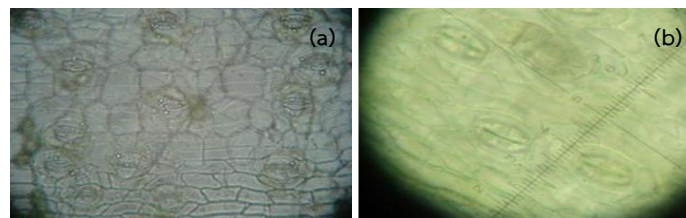


Figure 2 Density of guard cell change in oil palm form colchicine a) control b) guard cell treatment colchicine concentration 2.50 mM and duration of immersion 48 hr.

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา พบว่า ลักษณะความสูงต้น มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะขนาดโคนต้น ความยาวใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความกว้างเซลล์คุมและความยาวเซลล์คุม แต่ลักษณะความหนาแน่นของเซลล์คุมมีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะขนาดโคนต้น ความกว้างเซลล์คุมและความยาวเซลล์คุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23 (ฉบับพิเศษ ปาล์มน้ำมัน): 705-715.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสอง. 2548. พันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ และการอนุบาลต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน หน้า 25-49. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สิทธิพงษ์ พรหมมา และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. การชักนำพอลิพลอยด์และลักษณะสัณฐานของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. ว. เกษตรพระจอมเกล้า 28: 29-35.

- สมปอง เตชะโต และราตี สุจารย์. 2542. การชักนำการกลายพันธุ์มั่งคุดโดยใช้สารโคลชิซินกับตายอดที่เพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง. ว.สงขลานครินทร์ 21 : 155 – 167.
- Chen, L.L. and Gao, S.L. 2007. *In vitro* tetraploid induction and generation of tetraploids from mixoploids in *Astragalus membranaceus*. *Scientia Horticulturae* 112: 339-344.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*. 4th ed. Miami: Blackwell.
- Gu, X.F., Yang, A.F., Meng, H. and Zhang, J.R. 2005. *In vitro* induction of tetraploid plants from diploid *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Zhanhua. *Plant Cell Rep.* 24: 671-676.
- Hardon, J.J., Corley, R.H.V. and Ooi, S.C. 1972. Analysis of growth in the oil palm II. Estimation of genetic variances of growth parameters and yield of fruit bunches. *Euphytica* 21: 257–264.
- Smith B. 1993. Correlations between vegetative and yield characteristics and photosynthetic rate and stomatal conductance in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Elaeis*. 5:12-26
- Thao, N.T.P., Ureshino, K., Miyajima, I., Ozaki, Y. and Okubo, H. 2003. Induction of tetraploids in ornamental *Alocasia* through colchicine and oryzalin treatments. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 72: 19-25.

SJPS-OP-I-M01-140814-002

ภาคผนวกที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองของพันธุ์ปาล์ม ลูกผสมเทเนอราในระยะกล้า

จำนวน 3 เรื่อง

ฤทธิ์รงค์ ศรีสุข วิภาวี บุญตุลานนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2555. การตอบสนองของปาล์มน้ำมันในระยะต้นกล้าต่อดินชนิดต่างๆ. รายงานการประชุมภาคใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 3 ปี 2555 เรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย” จัดโดยมหาวิทยาลัยหาดใหญ่ วันที่ 10 พฤษภาคม 2555 ณ อาคารศูนย์กีฬาและกิจการนักศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. หน้า 8-17.

วิภาวี บุญตุลานนท์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และสายัณห์ สดุดี. 2556. การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า. ว. แก่นเกษตร 41 (2): 111-120.

วิลาพรรณ ทองตะโก ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และเสาวภา ด้วงปาน. 2559. การเจริญเติบโตและปริมาณโพรลินของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในสภาวะขาดน้ำ. ว. วิทยาศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(พิเศษ 1): 1-8.

การตอบสนองของปาล์มน้ำมันในระยะต้นกล้าต่อดินชนิดต่าง ๆ

Response of Oil Palm Seedling Genotypes to Different Soil Types

ฤทธิรงค์ ศรีสุข¹, วิภาวี บุญยะตุลานนท์¹ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์²

Rittirong Srisuk, Vipawee Bunyatulanon and Theera Eksomtramee

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²รองศาสตราจารย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

This study was aimed to evaluate the vegetative growth characters of tenera oil palm seedling in different soil types. The experimental design was the 5x4 factorial in CRD with five varieties. PSU-T-52-81 (PSU81), PSU-T-52-139 (PSU139), PSU-T-52-140 (PSU140), Nong Ped (NP) and Golden Clonal Tenera (GCT) and four soil types; Control (C), soil Ranod (Ran), soil Chieryai (Cyi) and the Phatthalung (Ptl). The results showed that lanceolate leaves were produced in 1-4 month-old with the highest average was obtained from three month-old PSU/Ran. The bifurcate leaves was first produced in 5-7 month-old palm with the highest average was from six months NP/Ran. The pinnate leaves were early produced in 8 months and the highest mean was from 12 month-old GCT/Cyi. The highest average for leaf length and plant height at 12 months old was from PSU.139/Cyi, but the highest stem size in given by NP/Ran.

Both positive and negative correlations between characters were found. Stem size was found to be positively correlated with palm height leaf length, number of bifurcate and pinnate leaves ($r = 0.71, 0.71, 0.51$ and 0.63 respectively). In contrast, negative correlations, was found between number of bifurcate leaves and leaf length, palm height and stem size ($r = -0.41, -0.58$ and -0.58 , respectively). Estimates of broad sense heritabilities for all vegetative characters of oil palm seedlings ranged from moderate (32.76%) to high levels. The highest heritability of 94.19% was obtain for leaf number.

Keywords : *Oil palm seedling, soil types, vegetative characters, correlations*

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโตทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ถูกผสมเทเนอร์าที่เหมาะสมต่อดินต่างๆ รวมทั้งสหสัมพันธ์ และอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล มี 5 พันธุ์ทดสอบคือ PSU-T-52-81 (PSU.81), PSU-T-52-139(PSU.139), PSU-T-52-140(PSU.140), หนองเป็ด (NP) และ Golden Clonal Tenera (GCT) ดิน 4 ดิน ดินควบคุม (C), ดินระโนด (Ran), ดินเชียรใหญ่ (Cyi) และ ดินพัทลุง (Ptl) พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันผลิตใบรูปหอกเดือนที่ 1-4 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด คือพันธุ์ PSU.140/Ran

ผลิตใบรูปสองแฉกเดือนที่ 5-7 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด คือพันธุ์ NP/RN และผลิตใบรูปขนนกตั้งแต่เดือนที่ 8 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด คือพันธุ์ GCT/Cyi ในเดือนที่ 12 พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวใบ ค่าเฉลี่ยความสูงเฉลี่ยสูงสุดในเดือนที่ 12 คือพันธุ์ PSU.139/Cyi และ ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นในเดือนที่ 12 สูงสุด คือ และ NP/Ran

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางลำต้นในกล้าปล้ำมน้ำมันอายุ 12 เดือน พบว่าขนาดโคนต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะความสูงต้น ความยาวใบ การสร้างใบรูปทางปลา และการสร้างใบขนนก ($r = 0.71, 0.71, 0.51$ และ 0.63 ตามลำดับ) ส่วนความสัมพันธ์ทางลบ พบว่าจำนวนใบรูปสองแฉกมีความสัมพันธ์กับลักษณะความยาวใบ ความสูงต้น และขนาดของโคนต้น ($r = -0.41, -0.58$ และ -0.58 ตามลำดับ) สำหรับอัตราทางพันธุกรรมของกล้าปล้ำมน้ำมันพบว่าทุกลักษณะมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (32.76-94.19 %) โดยเฉพาะค่าจำนวนใบมีอัตราพันธุกรรมสูงที่สุดเท่ากับ 94.19 %

คำสำคัญ: ปล้ำมน้ำมัน, สหสัมพันธ์, ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น, ชูดิน

บทนำ

ปัจจุบันปล้ำมน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลก และระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปล้ำมน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากปล้ำมน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) องค์ประกอบจากปล้ำมน้ำมันสามารถสกัดนำมาใช้ประโยชน์และใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (สุภาภรณ์ เลิศศิริ, 2552) การใช้ผลผลิตปล้ำมน้ำมันภายในประเทศในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2546-2550) ความต้องการปริมาณน้ำมันปล้ำมน้ำมันเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 5.76 โดยพื้นที่ปลูกปล้ำมน้ำมันในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาได้เพิ่มขึ้นจาก 2.75 ล้านไร่ เป็น 3.15 ล้านไร่ในปี 2550 ซึ่งพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกปล้ำมน้ำมันรวมทั้งประเทศ 10.58 ล้านไร่ แยกเป็นพื้นที่ในภาคใต้ 7.31 ล้านไร่ ภาคกลาง 0.07 ล้านไร่ ภาคตะวันออก 2.64 ล้านไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 0.56 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าปล้ำมน้ำมันทำการทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) มีทั้งหมด 5 พันธุ์ PSU-T-52-81 (PSU.81), PSU-T-52-139(PSU.139), PSU-T-52-140(PSU.140), หนองเปิด (NP) และ Golden Clonal Tenera (GCT) และมี 4 ชูดิน ชูดินควบคุม (C), ชูดินระโนด (Ran), ชูดินเชียรใหญ่(Cyi) และชูดินพัทลุง(Pu) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้นต่อชูดิน เพื่อวัดลักษณะทางลำต้น เมื่อปล้ำมน้ำมันอายุ 12 เดือนนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) ของ แฟกทอเรียลที่มี 2 ปัจจัย ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ, 2545 ; ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2527) ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น นำมาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโดยหาค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ (Steel and Torrie, 1980) การประเมินอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างโดยวิธีการประเมินจากองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, 2525)

ผลและวิจารณ์

ผลจากการศึกษาลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน พบว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอก รูปสองแฉก และรูปขนนก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในแต่ละชุดดิน เดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอกของกล้าปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งเรียงลำดับดังนี้ PSU-140 รองลงมา คือ GCT NP PSU-81 และ PSU-139 มีค่า 4.17, 3.98, 3.92, 3.90 และ 3.78 ใบ/ต้น ตามลำดับ เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ชุดดินที่มีค่าสูงสุดคือ Ran มีค่า 4.36 ใบ/ต้น รองลงมาคือ Ptl C และ Cyi ซึ่งมีค่า 3.99, 3.92 และ 3.53 ใบ/ต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบหอกมากที่สุด คือ PSU-140/Ran มีค่า 4.80 ใบ รองลงมาคือ PSU-81/Ran, GCT/Ran, PSU-140/C, NP/C, PSU-81 /Ptl, GCT/Ptl, PSU-139/Ran, PSU-140 /Ptl, NP/Ptl, NP/Ran, GCTC, PSU-139 /Ptl, PSU-139/C, PSU-139/Cyi, NP/Cyi, PSU-140 /Cyi, GCT/Cyi, PSU-8 /Cyi และ PSU-81 /C ซึ่งมีค่า 4.60, 4.45, 4.33, 4.20, 4.07, 4.07, 4.00, 4.00, 4.00, 3.93, 3.87, 3.80, 3.73, 3.60, 3.53, 3.53, 3.43, 3.47 และ 3.47 ใบ/ต้น ตามลำดับ (Table 1)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปสองแฉกในเดือนที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งพันธุ์ที่มีค่ามากที่สุด คือ พันธุ์ หนองเป็ด มีค่า 4.65 ใบ/ต้น รองลงมาคือ PSU-81, GCT, PSU-139 และ PSU-140 มีค่า 3.35, 3.05, 2.72 และ 2.63 ตามลำดับ เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยใบรูปสองแฉกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ C รองลงมาคือ Cyi, Ptl และ Ran มีค่า 3.55, 3.21, 3.20 และ 3.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดิน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปสองแฉกมากที่สุด คือ NP/Ran มีค่า 4.87 ใบ/ต้น รองลงมาคือ NPC, NP/Ptl, NP/Cyi, GCT/C, PSU-81/C, PSU-81/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/Ran, GCT/Cyi, PSU-140/C, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ran, PSU-139 /Ptl, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139 /C, PSU-139/Cyi, PSU-140/Ptl และ PSU-140/Ran ซึ่งมีค่า 4.80, 4.53, 4.40, 3.80, 3.60, 3.40, 3.27, 3.13, 3.00, 2.90, 2.87, 2.87, 2.80, 2.73, 2.67, 2.67, 2.53, 2.52 และ 2.22 ใบ/ต้น ตามลำดับ (Table 1)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปขนนกในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ GCT รองลงมาคือ PSU-140, PSU-81, PSU-139 และ หนองเป็ด มีค่า 7.39, 6.94, 6.93, 6.75 และ 6.32 ใบ/ต้น เปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ Ptl รองลงมาคือ Cyi, Ran และ C มีค่า 7.22, 7.13, 6.66 และ 6.44 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปขนนก พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปขนนกมากที่สุดคือ GCT/Cyi มีค่า 8.72 ใบ/ต้น รองลงมาคือ PSU-139/Cyi, GCT/Ptl, PSU-139/Ptl, PSU-81/Ran, PSU-81/Ptl, PSU-140/Ptl, PSU-140/C, NP/Ptl, NP/Ran, PSU-140/Cyi, PSU-140 /Ran, PSU-81/C, GCT/C, PSU-81 /Cyi, GCT/Ran, PSU-139/C,

NP/Cyi, PSU-139/Ran และ NP/C ซึ่งมีค่า 7.60, 7.58, 7.28, 7.27, 7.13, 7.10, 7.02, 7.02, 6.87, 6.843, 6.80, 6.80, 6.73, 6.53, 6.52, 6.27, 5.98, 5.87 และ 5.40 ตามลำดับ (Table 1)

ชูจิตร และคณะ (2536); Tan และ Mohan (1981) อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร (2545) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สังเกตชัดเจนที่สุดคือ จำนวนการสร้างใบใหม่ ลักษณะของใบ และความยาวของทางใบใหม่เพิ่มขึ้น สำหรับต้นกล้าที่มีอายุ 6-7 เดือน มีใบเพียง 2 ชุด คือ ใบรูปหอกและ ใบรูปสองแฉก น้ำอ้อย ศรีประสม (2552) พันธุ์ที่มีจำนวนใบสูงแสดงว่ามีการเจริญเติบโต พัฒนาการลำต้น และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงส่งผลให้มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น และคาดว่าจะมีผลต่อการให้ผลผลิตที่สูงสอดคล้องต่อกัน เนื่องจากหนึ่งทางใบมีจำนวนหนึ่งทะลาย หากจำนวนทางใบสูงก็ส่งผลให้จำนวนทะลายสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นในเดือนที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นระหว่างพันธุ์มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ NP มีค่า 5.28 เซนติเมตร รองลงมาคือ GCT, PSU-139, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 5.18, 5.13, 5.02 และ 4.55 ตามลำดับ เปรียบเทียบขนาดของโคนต้นระหว่างชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ Ptl รองลงมาคือ Ran, C และ Cyi มีค่า 5.14, 5.11, 4.97 และ 4.90 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดของโคนต้นมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นสูงสุดคือ NP/Ran มีค่า 6.01 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP/Ptl, PSU-139/Ptl, PSU-140/C, PSU-139/Cyi, GCT/C, GCT/Ran, GCT/Cyi, GCT/Ptl, PSU-139/C, PSU-140/Ptl, PSU-140/Ran, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ran, NP/C, NP/Cyi, PSU-81/C, PSU-81/Ptl, PSU-81/Ran และ PSU-81/Ptl มีค่า 5.58, 5.42, 5.24, 5.22, 5.21, 5.19, 5.17, 5.15, 5.04, 4.98, 4.97, 4.89, 4.82, 4.76, 4.75, 4.61, 4.56, 4.55 และ 4.47 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

ความสูงเฉลี่ยของลำต้นปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า ความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ พันธุ์ GCT รองลงมาคือ พันธุ์ PSU-140, PSU-139, PSU-81 และ NP มีค่า 16.14, 15.91, 15.76, 14.05 และ 9.97 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสูงของลำต้นระหว่างชุดดินพบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ชุดดิน Ptl รองลงมาคือ Cyi, Ran และ C มีค่า 15.40, 14.57, 14.35 และ 13.14 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่า PSU-139/Cyi มีค่าสูงสุดคือ 18.48 เซนติเมตร รองลงมาคือ GCT/Ptl, GCT/Cyi, PSU-140/Ran, PSU-139/Ptl, PSU-140/Ptl, PSU-140/Cyi, PSU-81/Ptl, GCT/Ran, PSU-140/C, PSU-139/C, PSU-139/Ran, PSU-81/Ran, GCT/Ran, PSU-81/C, PSU-81/Cyi, NP/Ran, NP/Ptl, NP/C และ NP/Cyi มีค่า 18.33, 17.35, 17.13, 16.30, 15.91, 15.90, 15.37, 15.13, 14.68, 14.33, 13.93, 13.87, 13.73, 13.67, 13.27, 11.67, 11.12, 9.27 และ 7.83 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

ค่าเฉลี่ยความยาวทางใบในเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า ค่าเฉลี่ยทางใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ NP มีค่า 85.64 เซนติเมตร รองลงมาคือ พันธุ์ PSU-139, GCT, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 83.58, 77.17, 74.14 และ 60.80 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวทางใบระหว่างชุดดินพบว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีความยาวมากที่สุดคือ Cyi รองลงมาคือ Ptl, Ran และชุดดิน C มีค่า 82.34, 75.20, 74.54 และ 72.98 ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ต่อชุดดินพบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ PSU-139/Cyi มีค่า 98.38 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP/Ran, NP/Ptl, GCT/Cyi, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ptl, PSU-139/Cyi, NP/Cyi, NP/C, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139/Ran, PSU-140/C, GCT/C, PSU-140/Ran, PSU-140/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/C, PSU-81/Ptl และ PSU-81/Ran ซึ่งมีค่า 98.38, 96.53, 90.98, 84.78, 84.71, 81.47, 79.47, 77.58, 77.47, 75.33, 7.02, 75.00, 73.97, 73.53, 69.07, 68.82, 66.267, 60.47, 59.38 และ 57.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมากที่สุดอาจส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้น Hardon และคณะ (1996) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างใบย่อยที่ยาวที่สุด พบว่าสัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51- 0.57 แตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน หากปาล์มน้ำมันมีความยาวทางใบมาก แสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้มีพื้นที่ใบมาก ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชมีผลให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตได้ดี

ความสูงเฉลี่ยของกล้าปาล์มน้ำมันเดือนที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ PSU-139 มีค่า 99.34 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP, GCT, PSU-140 และ PSU-81 มีค่า 95.61, 93.31, 90.05 และ 74.84 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงในชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงในแต่ละชุดดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ชุดดินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ Cyi รองลงมาคือ Ptl, Ran และ C มีค่า 96.91, 90.60, 88.88 และ 86.12 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับชุดดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ PSU-139/Cyi มีค่า 116.97 เซนติเมตร รองลงมาคือ NP/Ran, GCT/Cyi, NP/Ptl, PSU-140/Cyi, PSU-139/Ptl, PSU-139/C, GCT/Ptl, GCT/Ran, PSU-139/Ran, PSU-140/C, GCT/C, NP/C, PSU-140/Ran, NP/Cyi PSU-140/Ptl, PSU-81/Cyi, PSU-81/C และ PSU-81/Ran ซึ่งมีค่า 108.20, 102.13, 102.10, 100.62, 97.77, 93.80, 93.67, 90.15, 88.93, 88.65, 87.27, 86.73, 86.20, 85.42, 84.72, 79.53, 74.76, 74.13 และ 70.93 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

น้ำอ้อย ศรีประสม (2552) รายงานว่า ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกต้นพ่อ-แม่พันธุ์ หากลูกผสมที่ได้จากต้นพ่อ-แม่ที่มีลักษณะต้นเตี้ย ลูกผสมที่ได้จากพ่อแมดังกล่าวมีลักษณะที่ต้นเตี้ยสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต และควรพิจารณาเป็นรายต้นควบคู่กับลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายปาล์มทั้งหมด อังคณา โชติวัฒนศักดิ์ (2551) รายงานว่าลูกผสมที่ได้จากต้นพ่อ-แม่ ที่มีลักษณะต้นสูง ลักษณะลำต้นของลูกผสมจะสูงตามไปด้วย ข้อดีของลักษณะต้นสูงคือทำให้มีจำนวนทางใบ จำนวนดอก และผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้น

Jacquemert (1979) รายงานว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ รูปหอก รูปสองแฉก และ รูปขนนก ในชุดดินต่างๆ เดือนที่ 3 , 6 และ 12

Table 1 Means of number of lanceolate leaf, bifurcate leaf and pinnate leaf on different soil types at 3 6 and 12 month-old seedling stage of oil palm.

พันธุ์	number of lanceolate leaf					number of bifurcate leaf					number of pinnate leaf				
	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means
NP	4.20 ^{bcd}	3.93 ^{defgh}	3.53 ^{hi}	4.00 ^{defg}	3.92 ^a	4.80 ^a	4.87 ^a	4.40 ^{ab}	4.53 ^a	4.65 ^a	5.40 ^g	6.87 ^{bcd}	5.98 ^{efg}	7.02 ^{bcd}	6.32 ^a
GCT	3.87 ^{efghi}	4.45 ^{abc}	3.53 ^{hi}	4.07 ^{cdef}	3.98 ^a	3.80 ^{bc}	2.67 ^{efg}	3.00 ^{defg}	2.73 ^{efg}	3.05 ^{bc}	6.73 ^{bcd}	6.52 ^{cdef}	8.72 ^a	7.58 ^b	7.39 ^a
PSU-140	4.33 ^{bcd}	4.80 ^a	3.53 ^{hi}	4.00 ^{defg}	4.17 ^a	2.90 ^{defg}	2.22 ^g	2.87 ^{defg}	2.52 ^{fg}	2.63 ^c	7.02 ^{bcd}	6.80 ^{bcd}	6.84 ^{bcd}	7.10 ^{bcd}	6.94 ^a
PSU-139	3.73 ^{fghi}	4.00 ^{defg}	3.60 ^{fghi}	3.80 ^{efghi}	3.78 ^a	2.67 ^{efg}	2.87 ^{defg}	2.53 ^{fg}	2.80 ^{efg}	2.72 ^c	6.27 ^{def}	5.87 ^{fg}	7.60 ^b	7.28 ^{bc}	6.75 ^a
PSU-81	3.47 ⁱ	4.60 ^{ab}	3.47 ⁱ	4.07 ^{cdef}	3.90 ^a	3.60 ^{cd}	3.13 ^{cdef}	3.27 ^{cdef}	3.40 ^{cde}	3.35 ^b	6.80 ^{bcd}	7.27 ^{bc}	6.53 ^{cdef}	7.13 ^{bcd}	6.93 ^a
Means	3.92 ^b	4.36 ^a	3.53 ^c	3.99 ^b		3.55 ^a	3.15 ^a	3.21 ^a	3.20 ^a		6.44 ^a	6.66 ^a	7.13 ^a	7.22 ^a	

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะลำต้นในชุดดินต่างๆ เมื่อกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุ 12 เดือน

Table 2 Means of vegetative characters on different soil types at 12th month-old seedling stage of oil palm.

พันธุ์	ขนาดโคนต้น					ความสูงลำต้น					ความยาวใบ					ความสูง				
	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	Means	C	Ran	Cyi	Ptl	เฉลี่ย
NP	4.76 ^{figh}	6.01 ^a	4.75 ^{figh}	5.58 ^b	5.28 ^a	9.27 ^{hi}	11.67 ^{figh}	7.83 ⁱ	11.12 ^{gh}	9.97 ^b	77.47 ^{dc}	96.53 ^{ab}	77.58 ^{dc}	90.98 ^b	85.64 ^a	86.73 ^{efg}	108.20 ^b	85.42 ^{fg}	102.10 ^{bc}	95.61 ^{ab}
GCT	5.21 ^{cd}	5.19 ^{cd}	5.17 ^{cd}	5.15 ^{cd}	5.18 ^a	13.73 ^{efg}	15.13 ^{bcde}	17.35 ^{abc}	18.33 ^{ab}	16.14 ^a	73.53 ^{efg}	75.02 ^{defg}	84.78 ^c	75.33 ^{def}	77.17 ^a	87.27 ^{efg}	90.15 ^{ef}	102.13 ^{bc}	93.67 ^{cd}	93.31 ^{ab}
PSU-140	5.24 ^{cd}	4.97 ^{def}	4.89 ^{def}	4.98 ^{def}	5.02 ^a	14.68 ^{cdef}	17.13 ^{abcd}	15.91 ^{abcde}	15.90 ^{abcde}	15.91 ^a	73.97 ^{efg}	69.07 ^{figh}	84.71 ^c	68.82 ^{gh}	74.14 ^a	88.65 ^{ef}	86.20 ^{efg}	100.62 ^{cd}	84.72 ^{fg}	90.05 ^{ab}
PSU-139	5.04 ^{def}	4.82 ^{efg}	5.22 ^{cd}	5.42 ^{bc}	5.13 ^a	14.33 ^{cdefg}	13.93 ^{defg}	18.48 ^a	16.30 ^{abcde}	15.76 ^a	79.47 ^{cde}	75.00 ^{defg}	98.38 ^a	81.47 ^{cd}	83.58 ^a	93.80 ^{de}	88.93 ^{ef}	116.87 ^a	97.77 ^{cd}	99.34 ^a
PSU-81	4.61 ^{gh}	4.55 ^{gh}	4.47 ^h	4.56 ^{gh}	4.55 ^b	13.67 ^{efg}	13.87 ^{defg}	13.27 ^{efg}	15.37 ^{abcde}	14.05 ^a	60.47 ⁱ	57.07 ⁱ	66.27 ^h	59.38 ⁱ	60.80 ^b	74.13 ^{hi}	70.93 ⁱ	79.53 ^{gh}	74.76 ^{hi}	74.84 ^b
Means	4.97 ^a	5.11 ^a	4.90 ^a	5.14 ^a		13.14 ^a	14.35 ^a	14.57 ^a	15.40 ^a		72.98 ^a	74.54 ^a	82.34 ^a	75.20 ^a		86.12 ^a	88.88 ^a	96.91 ^a	90.60 ^a	

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันมีความแตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันที่อายุ 12 เดือน พบว่าลักษณะของขนาดโคนต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะ ความสูง และความยาวใบ มีค่า 0.7095 และ 0.7108 ตามลำดับ ความสูงมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งับลักษณะความยาวใบ มีค่า 0.9663 และ ลักษณะจำนวนใบทั้งหมดมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งับลักษณะ จำนวนใบรูปสอง แฉก และ ใบรูปขนนก มีค่า 0.5112 และ 0.6313 ตามลำดับ (Table 3)

อัตราพันธุกรรม

การศึกษาอัตราทางพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่าลักษณะขนาดโคนต้น ความสูง ความยาวใบ ความยาวใบและจำนวนใบ มีอัตราทางพันธุกรรมดังนี้ 32.76, 41.53, 51.95 และ 94.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) สุนัย เครือหิ (2550) รายงานว่าลักษณะที่มีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงมีความสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีโอกาสประสบความสำเร็จสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Rafii และคณะ (2002) รายงานว่าลักษณะที่มีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงสามารถคัดเลือกมาปรับปรุงพันธุ์ให้ประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น Musa และคณะ (2004) รายงานว่าการคัดเลือกลักษณะที่มีอัตราทางพันธุกรรมสูงทำให้มีโอกาสเพิ่มผลผลิตทะลายปาล์มให้สูงขึ้น (Table 4)

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันที่อายุ 12 เดือน

Table 3 Correlation coefficients of vegetative characters on different soil types of 12 month – oil palm seedling

	Stem size	Plant height	Leaf length	No. leaf	No. of lanceolate	No. of bifurcate
Plant height	0.7095**					
Leaf length	0.7108**	0.9663**				
No. leaf	-0.0642	-0.2259	-0.3656**			
No. of lanceolate	0.0262	-0.0883	-0.081	0.2392		
No. of bifurcate	-0.4079**	-0.5794**	-0.5955**	0.5112**	-0.1565	
No. of pinnate	0.2886*	0.2904*	0.146	0.6313**	-0.0298	-0.2336

** ค่าดัชนีสหสัมพันธ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

* ค่าดัชนีสหสัมพันธ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 อัตราทางพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันต่อชุดดินต่าง ๆ
ในเดือนที่ 12

Table 4 Broad sense heritability of vegetative character on different soil types of 12 month – oil palm seedling

Character	Heritability
Stem size	32.76
Plant height	41.53
Leaf length	51.95
No. leaf	94.19

สรุป

ค่าเฉลี่ยจำนวนใบสะสมและ ลักษณะของใบที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันผลิตได้ในระยะการเจริญ ตั้งแต่อายุ 1-12 เดือน พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันผลิตใบรูปหอกตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4 และเริ่มผลิตใบรูปสองแฉกในเดือนที่ 5 ถึงเดือนที่ 7 และผลิตใบรูปขนนกใบเดือนที่ 8 เป็นต้นไป ส่วนลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมันพบว่า พันธุ์หนองเป็ดปลูกชุดดินระโนด มีค่าเฉลี่ยลักษณะขนาดโคนต้นโตที่สุด PSU-81/Pti มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบรวมสูงที่สุด PSU-139/Cyi มีค่าความสูงและ ความยาวทางใบสูงที่สุด จำนวนใบรวมมีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะความยาวทางใบ ขนาดโคนต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะความยาวใบ และความสูง จำนวนใบรวมมีค่าอัตราทางพันธุกรรมสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. การผลิตเมล็ดและการเพาะเมล็ดปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า. ในโครงการเร่งรัดการผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า (D x P). กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ ลีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จ:ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.
- น้ำอ้อย ศรีประสม. 2552. ลักษณะทางลำต้นและอัตราพันธุกรรมในระยะกล้าของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ. 2545. วิธีการวิจัยทางเกษตร. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ผลการพยากรณ์การผลิตปาล์มน้ำมัน 2551 รายจังหวัด. กรุงเทพฯ. เข้าถึงได้จาก : http://www.oae.go.th/mis/forecast/tbl_t_15.htm. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552]

ศุคนัย เครือหฬ. 2550. การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์จากประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภารณ เลิศศิริ. 2552. ปาล์มน้ำมันพืชพลังงานทดแทน. เกษตรก้าวหน้า 21 : 1-20.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลต์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeai guineensis* Jacq.). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Hardon, J.J. and Thomas R.L. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineux 3 : 85-90.

Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeai guineensis* Jacq.) study of the L2T x D10D cross. Oleagineux 34 : 492-497.

Musa, B.B., G.B. Saleh and S.G. Loong. 2004. Genetic variability and broad-sense heritability in two DELI-AVROS DxP breeding populations of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Journal of Breeding and genetics 36 : 13-22

Rafii, M.Y., Rajinaidu N., Jalani B.S. and Kushairi A. 2002. Performance and heritability estimation on oil palm progenies tested in different environments. Journal of Oil Palm Research 14 : 15-24.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. New York : McGraw – Hill International Book Co., Inc.

Turner, P.D. and Gillbanks P.D.. 1974. Oil palm cultivation and management. Kuala Lumpur : Yau Seng Press.

การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า

Response of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) genotypes to irrigation regimes at seedling stage

วิภาวี บุญยะตุลานนท์¹,ธีระ เอกสมทราเมษฐ์^{1*} และ สายัณห์ สดุดี¹

Vipawee Bunyatulanon¹, Theera Eksomtramee^{1*} and Sayan Sdoodee¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ที่จังหวัดสงขลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อการให้น้ำในระยะกล้าของปาล์มน้ำมัน โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 5 พันธุ์ คือพันธุ์หนองเป็ด (NP) โกลด์เด็นเทเนอรา (GT) ม.อ.139 ม.อ.140 และ ม.อ.81 โดยวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) มี 3 ระดับการให้น้ำคือ ให้น้ำทุกวัน (ควบคุม) ทุก 4 วัน และ 8 วัน ทำ 3 ซ้ำ พบว่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่อสภาวะขาดน้ำ ส่งผลให้การชักนำปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าที่ให้น้ำทุก 4 วัน และ 8 วัน มีค่าต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน ซึ่งระดับของการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันทั้ง 5 พันธุ์ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของความเครียดน้ำ จากการบันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งของต้น พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถฟื้นตัวหลังจากสภาพแล้งได้ส่วนการให้น้ำทุก 8 วัน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ช้าลงการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางลำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ หรือ $P<0.01$ ได้แก่ จำนวนใบหอกและใบขนนก ความยาวทางใบ ความสูงต้น และขนาดโคนต้น
คำสำคัญ: ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน, สภาวะแล้ง, การตอบสนองทางสรีรวิทยา, สหสัมพันธ์

ABSTRACT: This study, which was carried out from March 2010 to April 2011 in Songkhla province, aimed to evaluate the growth, physiological responses, correlation and heritability at the seedling stage of oil palm subjected different irrigation regimes. Five oil palm varieties (hybrid tenera) including Nongped, Golden Clonal Tenera, PSU-139, PSU-140 and PSU-81 were used. The experiment was arranged as a factorial experiment in CRD. The five oil palm varieties were subjected to 3 irrigation regimes: daily watering, or control; 4-day interval watering; and 8-day interval watering. The experiment showed that there were some physiological responses of the oil palm seedlings to water deficits in both 4-day and 8-day interval watering treatments, resulting in lower stomatal conductance, lower leaf water potential, lower the rate of dehydration and lower net photosynthesis compared to the control. The degrees of physiological responses of the five oil palm varieties depended on the magnitude of water stress. The oil palm seedlings which were recorded for vegetative growth showed that those imposed with 4-day interval watering could recover from the dry condition while those imposed with 8-day interval watering had decreased growth rates. The correlation coefficients among the traits were positive at the significance level of $P<0.05$ or $P<0.01$. These traits included the number of lanceolate leaves, number of pinnate leaves, plant height, width of bulb and leaf length.
Keywords: oil palm seedling, drought, physiological responses, correlation

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University Thailand, 90112

* Corresponding author: theera.e@psu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลก และระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์ม น้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมัน เป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมัน ชนิดอื่น (ธีระ และคณะ, 2548) นอกจากนี้ Ruma (2007) อ้างโดย Okwuagwu et al. (2008) กล่าวว่า ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญอันดับ 2 ที่ให้ผลผลิตเป็นไขมันพืชและน้ำมัน โดยในประเทศ ในจีเรียรายงานว่า มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 70% ของพืชผักทั้งหมดที่มีการบริโภคน้ำมัน ทั้งนี้ปาล์ม น้ำมันเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำสูงในการเจริญเติบโต ซึ่ง น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของพืช โดยการขาดน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิตของปาล์ม (Dufrene et al., 1992 อ้างโดย Kallarackal, 2004) หากมีการขาดน้ำใน ปาล์มอายุน้อยมีผลทำให้การพัฒนาของปาล์มช้าลง มาก และมีพื้นที่ใบน้อย แต่สำหรับในปาล์มอายุมาก มีผลให้การแผ่กิ่งของใบอ่อนช้าลงและมีผลต่อการรับ แสงเล็กน้อย รวมทั้งสัดส่วนเพศ การเจริญและการ พัฒนาของผลด้วยเช่นกัน (ธีระพงศ์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้เมื่อเกิดสภาพขาดน้ำขึ้นในบริเวณ ที่ปลูกพืชเป็นผลให้การดูดน้ำของพืชจากดินลดลง ขนาดของเซลล์เล็กลง กระบวนการสังเคราะห์แสง ผิดปกติ อันมีผลทำให้ต้นพืชเหี่ยวแห้ง การสร้างอาหาร เป็นไปได้ไม่เต็มที่ พืชชะงักการเจริญเติบโต และถ้าพืช ประสบสภาพเช่นนี้เป็นเวลานานก็จะแห้งตายได้ (นพพร, 2543) ดังนั้นปัญหาเรื่องน้ำจึงเป็นเรื่อง ที่สำคัญควบคู่ไปกับการใช้พันธุ์ดี (อังคณา, 2551) อย่างไรก็ตามการที่จะได้กล้าปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะ ปกติและเจริญเติบโตได้ดีนั้น ในระยะกล้าปาล์มน้ำมัน ต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอกับความต้องการในแต่ละ ช่วงอายุ หากกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำไม่เพียงพอจะมี ผลทำให้ต้นปาล์มแสดงลักษณะอาการผิดปกติ เช่น ใบเริ่มเหลือง การเกิดใบใหม่ช้า กลุ่มใบอ่อนเกาะกลุ่ม

กันมากกว่า 1 กลุ่มและสั้นผิดปกติ และมีผลโดยตรง ต่อการผลิตน้ำมันกึ่งของปาล์มน้ำมัน เนื่องจาก ปากใบปิดหรือมีค่าการชักนำปากใบต่ำ การสังเคราะห์ ด้วยแสงลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์ม ต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะลักษณะจำนวนทะลาย ปาล์มลดลง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาพันธุ์ ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าในระยะกล้าปาล์ม ทั้งพันธุ์การค้า และพันธุ์ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุง เพื่อ ศึกษาการตอบสนองเบื้องต้นต่อการให้น้ำของปาล์ม น้ำมัน สหสัมพันธ์ และคัดเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้ม ทนทานต่อความแห้งแล้ง

วิธีการศึกษา

การทดลองใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 5 พันธุ์คือ พันธุ์ ลูกผสมเทเนอร่าปรับปรุงจำนวน 3 พันธุ์คือ ม.อ.139, ม.อ.140 และ ม.อ.81 และพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่าที่ผลิต เป็นการค้าในประเทศไทยจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์หนองเป็ด (NP) และ โกลด์เด็นเทเนอร่า (GT) นำ เมล็ดงอกของแต่ละพันธุ์มาปลูกลงในถุงพลาสติกสีดำ ที่มีดินบรรจุโดยการอนุบาลแบบครึ่งเดียว ขนาดของ ถุงที่ใช้ในการเพาะเมล็ดงอกของปาล์มน้ำมัน ใช้ถุง พลาสติกขนาดใหญ่ คือขนาด (40x45 เซนติเมตร หนา 500 เกจ) แล้วนำต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปวางในโรงเรือน กระจก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา ทำการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) โดยมีให้น้ำ 3 ระดับ (ให้น้ำทุกวัน ทุก 4 วัน และทุก 8 วัน) ซึ่งปริมาณน้ำที่ ให้คือ 1.20 ลิตร/ต้น จำนวน 3 ซ้ำ มีขนาดหน่วยทดลอง 10 ต้น/ทรีตเมนต์/ซ้ำ ทำการสุ่มต้นกล้า จำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อวัดลักษณะทางลำต้นของกล้า ปาล์มแต่ละพันธุ์โดยไม่ทำลายต้น ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ขนาดลำต้น เป็นต้น ทำการเก็บข้อมูล ทุก 1 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน และสุ่มต้นกล้าปาล์ม น้ำมัน อีกจำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อนำส่วนต่างๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มาวัดลักษณะทางลำต้นแบบ

ทำลายต้น ได้แก่ น้ำหนักสด พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้ง ทำการเก็บข้อมูลทุก 3 เดือน จำนวน 3 ครั้ง (ที่ปาล์ม อายุ 3, 6 และ 9 เดือน) และทำการวัดศักย์ของน้ำ ในใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วย pressure chamber โดยเลือกทางใบที่ 4 และเลือกใบย่อยในระยะเพลสด ของแต่ละช่วงอายุในการเก็บข้อมูล ตัดก้านใบตรง กลางทางใบใส่ลงไปในจุกยางของ pressure chamber ให้ปลายไหลอยู่ด้านบน ตัดก้านใบย่อยให้เรียบ จากนั้นหมุนจุกยางให้แน่น แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยแก๊ส ในโตรเจนจากตัวถังเก็บแก๊ส ใช้แว่นขยายส่องดูที่ ก้านใบสังเกตฟองน้ำออกจากก้านใบ อ่านค่าที่หน้าปัด pressure chamber เมื่อเห็นหยดน้ำแรกที่ออกมาจาก ก้านใบ ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น บาร์ นำค่าที่อ่านได้ จาก pressure chamber นี้มาแปลงเป็น MPa โดยที่ 10 บาร์ = 1 MPa สำหรับการวัดการชักน้ำปากใบ อัตรา การคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงในต้นกล้า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดอัตรา การสังเคราะห์แสง รุ่น LCI Photosynthesis System (ADC Bio Science Ltd., United Kingdom) โดยเลือก ทางใบที่ 4 และเลือกใบย่อยในระยะเพลสดของแต่ละ ช่วงอายุในการเก็บข้อมูล นำ chamber หีบตรงกลาง ใบย่อยให้แนบสนิทประมาณ 1 นาที แล้วกดบันทึก ข้อมูลที่วัดได้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะทางสรีรวิทยา

ค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทุกพันธุ์ (Table 1) ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้ม ว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ -1.42 และ -1.76 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งในพันธุ์ ม.อ.139 มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับ สภาพเครียดน้ำโดยอยู่ในสภาพน้ำท่วมนาน 60 และ 90 วัน มีค่าชักน้ำการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ และอัตราการสังเคราะห์ แสง ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม (ที่ได้รับ น้ำปกติ) (มนต์สรวง และคณะ, 2553) การที่พืชขาดน้ำ หรือได้รับน้อยเกินความต้องการเป็นเวลานานทำให้พืช มีการปรับตัวโดยมีการลดศักย์ของน้ำในใบ และ การชักน้ำปากใบมีค่าลดลง ซึ่งจากการพิจารณาค่า ชักน้ำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการ ให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่าง ทางสถิติ แต่ค่าชักน้ำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าชักน้ำปากใบเฉลี่ย เท่ากับ $102.00 \text{ mM m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นกล้า ปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ทั้งนี้ ค่าชักน้ำปากใบมีค่าแปรผันตามกับศักย์ของน้ำใน ใบ นอกจากนี้อัตราการคายน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 2) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำทุกวันมีค่า สูงสุดอยู่ระหว่าง $1.11-1.56 \mu\text{M H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในขณะที่ การให้น้ำทุก 4 วันมีอัตราการคายน้ำลดลง แต่มีค่า มากกว่าการลดลงในการให้น้ำทุก 8 วัน แสดงว่า ในการให้น้ำทุก 4 วัน มีความเครียดน้ำรุนแรงน้อยกว่า ซึ่งการคายน้ำที่ลดลงของปาล์มน้ำมันเนื่องจากการ ปิดปากใบ เพื่อรักษาสภาพของน้ำภายในเซลล์ให้ สมดุล และส่งผลต่อกระบวนการสร้างอาหารหรือการ สังเคราะห์แสงตามลำดับ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสง ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มี การให้น้ำทุกวันมีค่าการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการให้ น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีอัตราการ สังเคราะห์แสงต่ำสุด ซึ่งการสังเคราะห์แสงของ ใบปาล์มน้ำมันที่สูงขึ้นนั้นเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้าง น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงผลผลิตทะลายที่เพิ่มขึ้น ด้วยเช่นกัน (Suresh and Nagamani, 2006) นอกจากนี้ Henson et al. (1991) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสง ภายใต้สภาพที่มีความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure Deficit หรือ VPD) อีกทั้งการผลิตใบในพื้นที่ แล้งค่อยๆ ลดลง 4-12% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่

ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ โดยพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ที่มีการสร้างอาหารเพื่อสะสมและสร้างจำนวนและน้ำหนักใบ

การเจริญเติบโตทางลำต้น

พันธุ์หนองเป็ดมีขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.38 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา ม.อ.139 และม.อ.140 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ กับพันธุ์ม.อ.81 และพันธุ์ม.อ.81 มีขนาดโคนต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.96 เซนติเมตร โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีแนวโน้มขนาดโคนต้นที่ลดลงมากกว่าการให้น้ำทุกวัน และลดลงในต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน คือ 3.71 เซนติเมตร แต่ปฏิกริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ Jacquemard (1979) รายงานว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ในการเปรียบเทียบความสูงต้นกล้าปาล์มน้ำมันพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งพันธุ์หนองเป็ดมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 20.5 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139, ม.อ.140 และม.อ.81 นอกจากนี้พันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา, ม.อ.139 และม.อ.140 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพันธุ์ม.อ.81 มีความสูงต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 15.8 เซนติเมตร และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีความสูงต้นสูงสุดคือ 23.5 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา ม.อ.139 และม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน และพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา และม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน และพันธุ์ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีความสูงต้นต่ำสุดคือ 12.3 เซนติเมตรซึ่งการจำกัดน้ำในปาล์มน้ำมันส่งผลให้ความสูงลดลงด้วยเช่นกัน แต่จะมีผลน้อยในปาล์ม

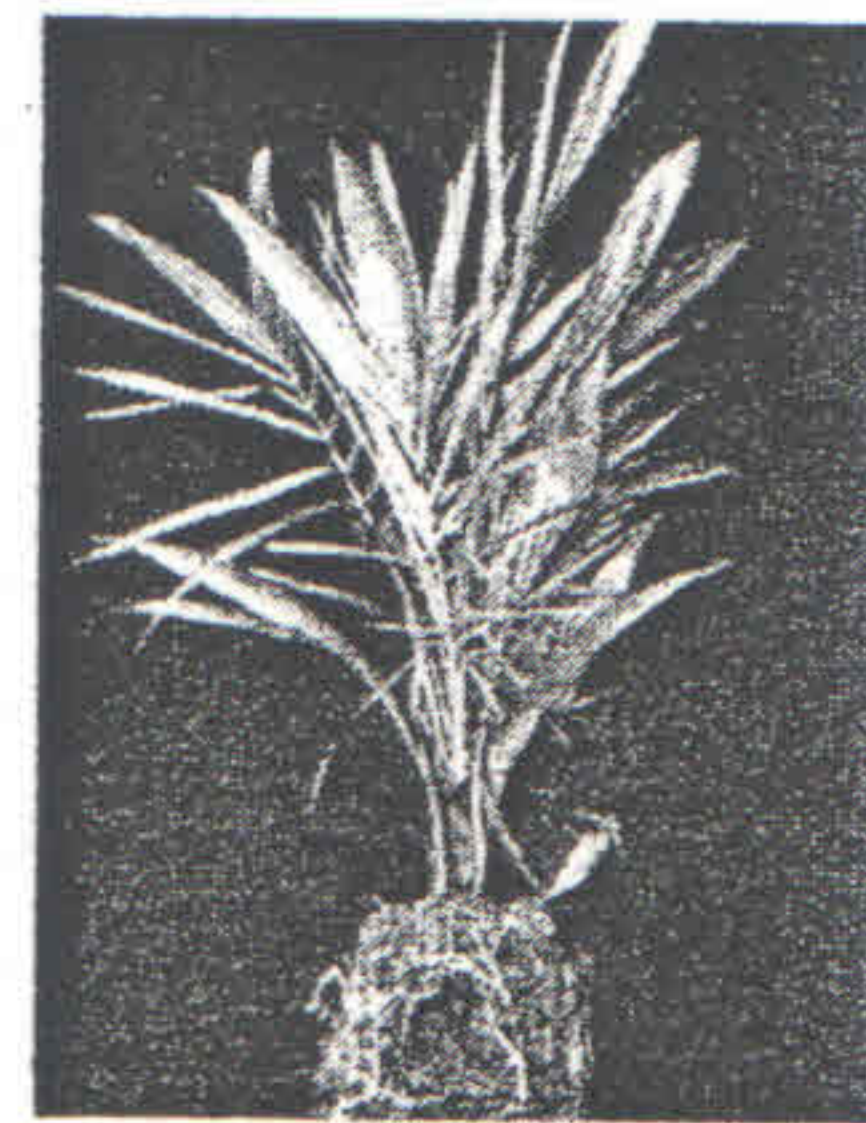
ที่โตหรือแก่เต็มที่ ซึ่งหากขาดน้ำเป็นเวลานานมีผลต่อการเพิ่มขึ้นทางด้านการเจริญเติบโตคือการเกิดใบใหม่หรือใบธง โดยในช่วงก่อนการเจริญโตเต็มที่หากได้รับสภาพแห้งแล้งมีผลมีการสร้างใบน้อย ปริมาณใบสีเขียวลดลง และหักล้ม (Noor and Harun, 2004) และในกรณีที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงอาจทำให้ปาล์มตายได้ และเมื่อพิจารณาความยาวทางใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.139 มีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 89.92 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ กับพันธุ์หนองเป็ด โกลด์เด็นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ในขณะที่พันธุ์ม.อ.81 มีความยาวทางใบต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 67.45 เซนติเมตร และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 93.10 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีความยาวทางใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 83.29 และ 51.33 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบสูงสุดคือ 105.25 เซนติเมตร และพันธุ์ม.อ.81 ที่ให้น้ำทุก 8 วัน มีความยาวทางใบต่ำสุดคือ 41.25 เซนติเมตร (Table 3)

พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมากก็อาจจะส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย Hardon et al. (1968) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างใบย่อยที่ยาวที่สุด พบว่า สัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.57 แตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน หากต้นปาล์มมีความยาวทางใบมากแสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้มีพื้นที่ใบมากซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชทำให้พืชต้นนั้นมีการเจริญเติบโตได้ดี

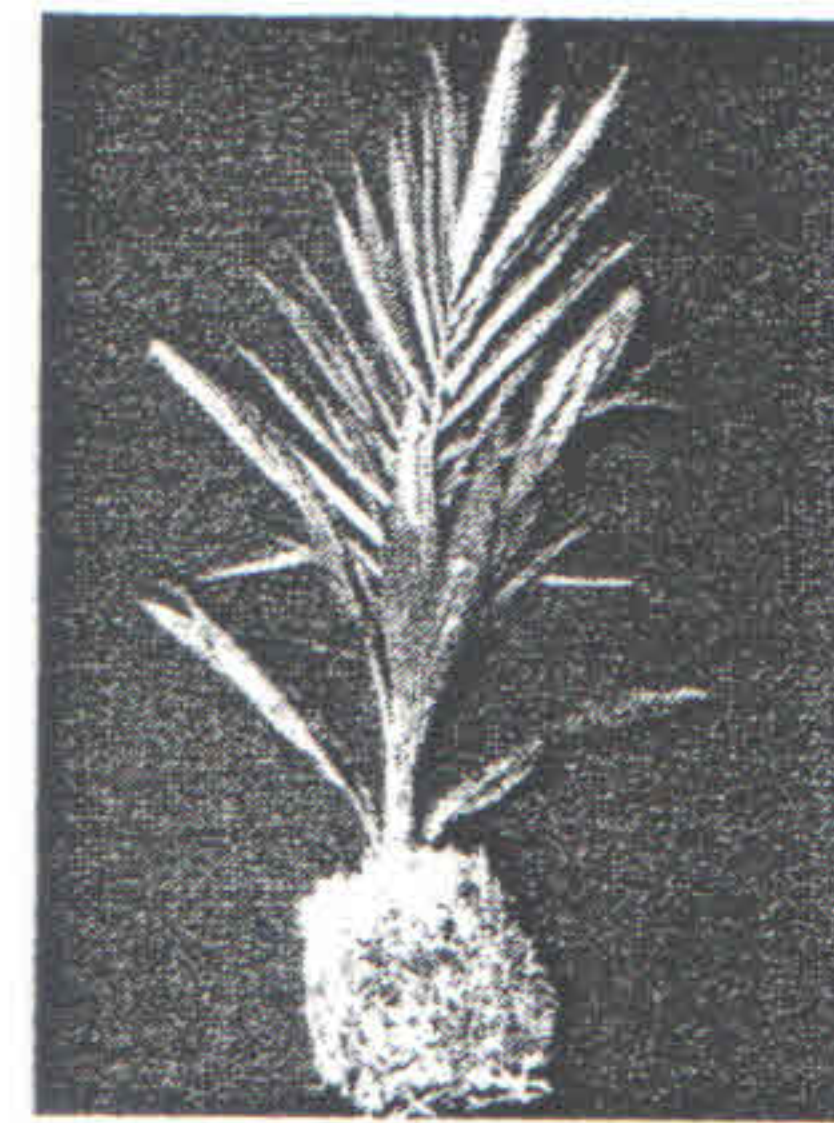
ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีลักษณะทรงพุ่มหนาทึบและมีปริมาณรากที่มากกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน แต่การให้น้ำทุก 8 วัน ลักษณะทรงพุ่มมีความโปร่ง ต้นเล็ก ขนาดทางใบ

ค่อนข้างเล็ก ปริมาณรากน้อย และรากค่อนข้างแห้ง นอกจากนี้มีการคลี่ของใบช้า ทางใบหักงอ ใบล่างแห้งตาย ส่วนของใบที่เกิดใหม่หยิก และแตกหัก โดยแสดงมากในพันธุ์ ม.อ.81 รวมทั้งมีการตายของต้นกล้าในปริมาณที่มากกว่าพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่การให้น้ำ 4 วัน ให้ผลไม่แตกต่างจากการให้น้ำทุกวัน ทั้งนี้อาจเป็น

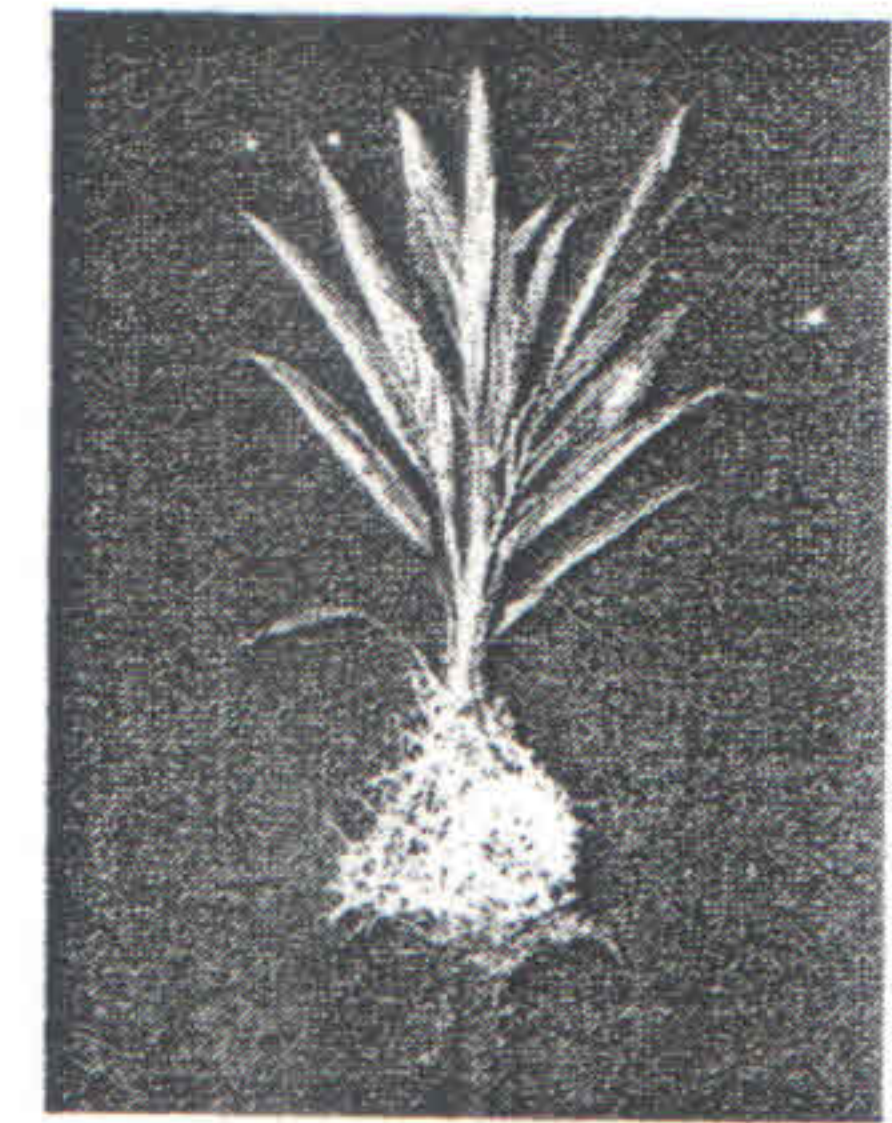
เพราะต้นปาล์มน้ำมันได้ผลกระทบในช่วงเวลาสั้นและสามารถฟื้นตัวได้หลังการทดลอง แต่การที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถมีชีวิตรอดได้ แต่จะมีผลกระทบต่อการสร้างมวลต้น (Figure 1)



daily (control)



4-day interval



8-day interval

Figure 1 Comparison of the seedlings of the five oil palm varieties under 3 irrigation regimes at 9 months after starting the experiment.

พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การพิจารณาพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ (Table 4) พบว่าปัจจัยด้านพันธุ์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 4238.40 ตารางเซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 3520.20 และ 1620.20 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบสูงสุดคือ 5385.33 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ใน 2 พันธุ์ข้างต้น และพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ ทั้งนี้การที่พืชได้รับน้ำน้อยเกินไป เนื่องจากส่งผลให้มีการพัฒนาของ

พื้นที่ใบและจำนวนใบลดลง ทำให้มีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลง และส่งผลให้มีการสร้างอาหารและการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้นพืชลดลง โดยน้ำหนักแห้งลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 5) พบว่า พันธุ์ ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 85.29 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ.139 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอราและม.อ.81 และพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอรา มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 49.81 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 102.20 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.24 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดคือ 130.06 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์

ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน และพันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน พันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน และพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า และม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ จากการพิจารณาน้ำหนักแห้งใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 50.27 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเปิดและม.อ.139 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่าและม.อ.81 และพันธุ์ม.อ.81 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 33.79 กรัม และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 8 วัน โดยการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 20.71 กรัม แต่ปฏิกริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งราก พบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 52.72 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 31.72 และ 11.26 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์หนองเปิดที่มีการให้น้ำทุกวัน มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 74.17 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์หนองเปิดและม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน รวมถึงพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า, ม.อ.140 และม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ และพันธุ์ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งรากต่ำสุดคือ 7.34 กรัม และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น พบว่า พันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 171.86 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่าและม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเปิดและม.อ.139 และพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่ามีน้ำหนักแห้ง

รวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 112.82 กรัม และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 213.99 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 159.65 และ 60.21 กรัมตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) การที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกริยามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์หนองเปิดที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดคือ 278.79 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำอีก 2 ระดับ รวมถึงพันธุ์โกลด์เด็นเทเนอร่า, ม.อ.139 และม.อ.81 ในทุกระดับการให้น้ำ โดยการที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าพันธุ์ต่างๆ ที่อายุ 9 เดือน (Table 6) พบว่า ลักษณะของจำนวนใบรูปหอกมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กับลักษณะความยาวทางใบ ขนาดโคนต้น และความสูงต้นมีค่า 0.56, 0.56 และ 0.58 ตามลำดับ เช่นเดียวกับลักษณะของจำนวนใบรูปขนนกที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P<0.01$ คือมีค่า 0.80, 0.94 และ 0.80 ตามลำดับ สำหรับลักษณะความยาวทางใบมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับลักษณะขนาดโคนต้น และความสูงต้นมีค่า 0.83 และ 0.79 ตามลำดับ และลักษณะขนาดโคนต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับลักษณะความสูงต้นมีค่า 0.85 ซึ่งความสูงต้นเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อการสร้างดอก หากต้นปาล์มมีความสูงเพิ่มขึ้นก็ย่อมมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะให้ผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้นด้วย (อังคณา, 2552)

Table 1 Means of leaf water potential and stomatal conductance of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Leaf water potential (MPa)				Stomatal conductance (mm m ⁻² s ⁻¹)			
	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean
	control)	Interval	interval		(control)	interval	interval	
NP	-1.13	-1.30	-1.68	-1.37	85.00	45.00	10.00	46.67
GT	-1.00	-1.15	-1.88	-1.34	105.00	55.00	10.00	56.67
PSU-139	-0.75	-1.60	-1.93	-1.43	85.00	20.00	10.00	38.33
PSU-140	-0.60	-1.28	-1.55	-1.14	120.00	20.00	15.00	51.67
PSU-81	-0.90	-1.75	-1.75	-1.47	115.00	60.00	10.00	61.67
Mean ¹	-0.88a	-1.42b	-1.76c	-1.35	102.00a	40.00b	11.00b	51.00

¹ Means with the same row followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.05)

Table 2 Means of transpiration rates and photosynthesis rates of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Transpiration rate (μMH ₂ O m ⁻² s ⁻¹)				Photosynthesis rate (μMCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)			
	daily	4-day	8-day	Mean	daily	4-day	8-day	Mean
	control)	Interval	interval		(control)	interval	interval	
NP	1.11	0.64	0.18	0.64	4.04	2.52	0.79	2.45
GT	1.48	0.87	0.25	0.87	3.48	1.95	0.67	2.03
PSU-139	1.25	0.34	0.22	0.60	3.40	1.24	0.60	1.75
PSU-140	1.56	0.37	0.28	0.74	3.60	1.54	0.59	1.91
PSU-81	1.48	0.94	0.23	0.88	4.20	2.29	0.82	2.43
Mean ¹	1.37a	0.63b	0.23c	0.75	3.74a	1.91b	0.69c	2.11

¹ Means with the same row followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.05)

Table 3 Means of width of bulb, leaves, plant height and leaf length of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 12 months-old seedling

Varieties	Width of bulb (cm)			Plant height (cm)			Leaf length (cm)		
	daily	4-day	8-day	daily	4-day	8-day	daily	4-day	8-day
	(control)	interval	interval	(control)	interval	interval	(control)	interval	interval
NP	6.73	5.62	3.78	23.5a	22.3ab	15.7fgh	88.27bc	69.82de	48.70fg
GT	6.58	5.47	4.00	20.5abc	19.5abc	15.6fgh	95.97ab	80.23bcd	52.68fg
PSU-139	6.45	5.33	3.72	21.2abc	21.1abc	15.3gh	105.25a	104.95a	59.55ef
PSU-140	6.77	5.40	3.75	21.5abc	18.2de	14.3hi	92.50abc	83.85bcd	54.45efg
PSU-81	6.18	5.42	3.28	17.9ef	17.2efg	12.3i	83.53bcd	77.58cd	41.25g
Mean ¹	6.54a	5.45b	3.71c	20.9a	19.6a	14.6b	93.10a	83.29b	51.33c

¹ Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Table 4 Means of leaf area of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Leaf area (cm ²)			Mean ¹
	daily	4-day	8-day	
	(control)	interval	interval	
NP	5385.33a	3604.67b	1607.00c	3532.33
GT	3745.00b	3373.00b	1857.00c	2991.67
PSU-139	4327.00ab	3468.67b	2026.00c	3273.89
PSU-140	3937.00b	3833.00b	1569.67c	3113.22
PSU-81	3797.67b	3321.67b	1041.33c	2720.22
Mean ¹	4238.40a	3520.20b	1620.20c	3126.27

¹ Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Table 5 Means of dry weight of stem, leaves, primary root and other root of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Stem (g)			Leaves (g)			Root (g)			Total (g)		
	daily	4-day	8-day	daily	4-day	8-day	daily	4-day	8-day	daily	4-day	8-day
	(control)	interval	interval	(control)	interval	interval	(control)	interval	interval	(control)	interval	interval
NP	130.06a	75.97cd	20.52gh	75.52a	74.56	50.84	16.72	47.37ab	74.17a	25.28defg	8.34gh	35.93
GT	72.87cd	52.86def	23.71gh	49.81b	45.93	40.03	22.80	36.25bc	36.66c	31.14de	12.47fgh	26.76
PSU-139	107.84ab	82.11c	43.79efg	77.91a	63.96	56.43	30.37	50.26a	61.64ab	34.63d	16.02efgh	37.43
PSU-140	114.42a	107.05ab	34.41fgh	85.29a	69.73	58.52	22.56	50.27a	56.31bc	40.44cd	12.13fgh	36.29
PSU-81	85.83bc	66.70cde	18.76h	57.10b	41.13	49.14	11.09	33.79c	34.83d	27.10def	7.34h	23.09
Mean ¹	102.20a	76.94b	28.24c	69.13	59.06a	50.99a	20.71b	43.59	52.72a	31.72b	11.26c	31.90

¹ Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Table 6 Correlation coefficients of the characters of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment

Characters	No. of leaves			Leaf length	Width of bulb
	lanceolate	bifurcate	pinnate		
No. of bifurcate leaves	0.21				
No. of pinnate leaves	0.50	0.34			
Leaf length	0.56*	0.29	0.80**		
Width of bulb	0.56*	0.51	0.94**	0.83**	
Plant height	0.58*	0.37	0.80**	0.79**	0.85**

* significantly difference at P<0.05

** significantly difference at P<0.01

สรุป

การที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำทุก 4 และ 8 วัน มีการตอบสนองต่อลักษณะทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตทาง ลำต้น ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน แสดงให้เห็นว่าระดับการตอบสนองขึ้นกับความรุนแรงของความเครียดน้ำ ทำให้ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ได้รับผลกระทบมากที่สุด ในขณะที่ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพที่ขาดน้ำปานกลาง โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 5 พันธุ์มีการตอบสนองต่อลักษณะทางสรีรวิทยาที่ใกล้เคียงกัน แต่พันธุ์ม.อ. 139 ม.อ.140 และ หนองเป็ด มีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตทาง ลำต้นต่อการให้น้ำสูง สำหรับผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่อายุ 9 เดือน พบว่าลักษณะส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิพนธ์, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสอน. 2548. เส้นทางการสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา. 117 น.
ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิพนธ์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ควรให้น้ำกับปาล์มน้ำมันหรือไม่. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 5: 2-4.

นพพร สายัมพล. 2543. การคัดพันธุ์ทนทานความแห้งแล้งและอากาศร้อน ใน เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า219-238. กรุงเทพฯ:ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
มนต์สรอง เรืองขนาบ, กฤษดา สังข์สิงห์, สุจินต์ แม้นเหมือน และระวี เจียรวิภา. 2553. การตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อสภาวะน้ำท่วมขัง. ว. วิชาการเกษตร 28: 43-57.
อังคณา ชาติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากร ช่วงที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุล ไมโครแซทเทลไลท์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทาง พันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
อังคณา ชาติวัฒนศักดิ์. 2552. สหสัมพันธ์อิทธิพลทางตรง และ อัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากร ช่วงที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 40: 25-34.
Hardon, J.J. and R.L. Thomas. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineux. 3: 85-90.
Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeis guineensis* Jacq.) study of the L2T x D10D cross. Oleagineux. 34: 492-497.
Kallarackal, J., P. Jeyakumar, and S.J. George. 2004. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in peninsular india. J. Oil Palm Res. 16: 45-53.
Noor, R.M. and M.H. Harun. 2004. Importance of water use efficiency (WUE) in oil palm productivity. Oil Palm Bull. 48: 24-30.
Okwuagwu, C.O., M.N. Okoye, E.C. Okolo, C.D. Ataga and M.I. Uguru. 2008. Genetic variability of fresh fruit bunch yield in Deli/*dura* x *tenera* breeding population of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. J. Trop. Agric. 46: 52-57.
Suresh, K. and C. Nagamani. 2006. Variation in photosynthetic rate and associated parameters with age of oil palm leaves under irrigation. Photosynthetica 44: 309-311.

การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อระดับปุ๋ยไนโตรเจนในระยะต้นกล้า Responses of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Genotypes to Nitrogen Level at Seedling Stage

วิลาพรรณ ทองตะโก¹ อีระ เอกสมทราเมษฐ์¹ และ เสาวภา ดวงปาน^{1*}

Tongtako, W.¹, Eksomtramee, T.¹ and Duangpan, S.^{1*}

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

¹ Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90112

*Corresponding author: saowapa.d@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต การสร้างโปรตีน และเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในพืช ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อระดับไนโตรเจนในระยะต้นกล้า โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผน CRD (factorial experiment in CRD) ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนรา จำนวน 6 คู่ผสม (ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1: ใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ A B C D และ E แทนจีโนไทป์ดังกล่าว และพันธุ์การค้า จำนวน 1 พันธุ์: จีโนไทป์ F) และปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ (0, 13.5 และ 27 กรัมไนโตรเจนต่อต้น) ผลการศึกษาพบว่า ระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์มีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนราอายุ 15 เดือน ที่ได้รับระดับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมไนโตรเจนต่อต้น มีปริมาณไนโตรเจนในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และค่าความเขียวของใบสูงกว่าต้นกล้าที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 0 และ 27 กรัมไนโตรเจนต่อต้น ยกเว้นจีโนไทป์ D ซึ่งมีค่าปริมาณไนโตรเจนในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และค่าความเขียวของใบสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมไนโตรเจนต่อต้น การวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ค่าดัชนีความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำ (Low-nitrogen stress tolerance index; LNTI) ที่คำนวณจากค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบ สามารถจัดกลุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ทนต่อสภาวะไนโตรเจนต่ำได้มากกว่า ประกอบด้วย ปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ A, D และ F และกลุ่มที่ทนต่อสภาวะไนโตรเจนต่ำได้น้อยกว่าประกอบด้วยปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ B C และ E

คำสำคัญ: ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ไนโตรเจน จีโนไทป์

Abstract

Nitrogen is an important essential nutrient element for growth, protein synthesis and is the composition of chlorophyll in plant. The objective of this study was to investigate the physiological responses of oil palm seedling genotypes to nitrogen level. The experiment was arranged in factorial in CRD involving two factors. The two factors are six oil palm genotypes (hybrid tenera) including SUP-PSU 1 genotype A, B, C, D and E and one commercial variety genotype F and 3 levels of nitrogen availability including 0, 13.5 and 27 g N plant⁻¹. The results showed that nitrogen level and genotype affected physiological responses of oil palm seedlings. The 15 month-old seedlings receiving 13.5 g N plant⁻¹ recorded higher foliar nitrogen content, chlorophyll content and leaf greenness compared to those receiving 0 and 27 g N plant⁻¹. This was with the exception for genotype D which the highest foliar nitrogen content, chlorophyll content and leaf greenness were observed in the 27 g N plant⁻¹ treatment. Cluster analysis based on low-nitrogen stress tolerance index (LNTI) calculated from foliar nitrogen content, chlorophyll content and leaf greenness divided oil palm genotypes into 2 groups. The group of genotypes with more tolerance to low-nitrogen stress consists of genotype A, D and F. Genotype B, C and E were grouped together as they showed less tolerance to low-nitrogen stress.

Keywords: oil palm seedling, nitrogen, genotype

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในระดับประเทศและระดับโลก เนื่องจากเป็นพืช

น้ำมันที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น (Corley and Tinker, 2003) ในประเทศไทยปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่เกษตรกรให้ความสนใจเป็นจำนวนมากและมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะภาคใต้ ที่ผ่านมามีการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากแปลงเพาะของเอกชนและรัฐบาลจำนวนมาก เนื่องจากมีการขยายพื้นที่ปลูกและใช้สำหรับปลูกทดแทนปาล์มน้ำมันที่มีอายุเกิน 20 ปีขึ้นไป ปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมให้เพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มให้เพียงพอกับความต้องการบริโภค และใช้เป็นพลังงานทดแทนในการทำไบโอดีเซล

สำหรับการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ความสมบูรณ์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะส่งผลให้ได้ต้นปาล์มน้ำมันที่มีผลผลิตสูง ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่เป็นโรคหรือขาดธาตุอาหาร จะทำให้ได้ต้นปาล์มน้ำมันที่มีผลผลิตลดลง ดังนั้นการจัดการและดูแลต้นกล้าปาล์มน้ำมันของแปลงเพาะปาล์มน้ำมันจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการธาตุอาหาร การได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ได้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่สมบูรณ์ ในขณะที่การให้ธาตุอาหารในรูปปุ๋ยมากเกินไป จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมด้วย ธาตุไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญของพืช รวมถึงปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารประกอบอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ เป็นต้น (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ในกระบวนการเพาะกล้าปาล์มน้ำมันจะมีการนำหน้าดินมาผสมกับแกลบ แต่พบว่าหน้าดินในภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอสำหรับปาล์มน้ำมันในเกือบทุกพื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมัน (ชัยรัตน์ และคณะ, 2544) ดังนั้นการศึกษาการตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อระดับไนโตรเจนในระยะต้นกล้า จึงมีความจำเป็นอย่างมาก ต่อจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้เหมาะสมกับความต้องการของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ได้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้เจริญเติบโต และให้ผลผลิตในสภาวะไนโตรเจนต่ำได้ เพื่อลดต้นทุนการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ การทดลองใช้พันธุ์ทดสอบลูกผสมเทเนอร่าจำนวน 6 พันธุ์ (คู่ผสม) ปลูกทดสอบในแปลงทดลอง ใช้การทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (factorial experiment in CRD) มีปัจจัยทดสอบ 2 ปัจจัย คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จำนวน 6 คู่ผสม ได้แก่ มอ. 196 มอ. 206 มอ. 222 มอ. 229 มอ. 230 และพันธุ์การค้า และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ยูเรีย) มี 3 ระดับ คือ 0 13.5 และ 27 กรัมไนโตรเจนต่อต้น โดยระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 0 กรัมไนโตรเจนต่อต้นที่ได้กำหนด เพราะว่าดินในบางบริเวณของประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก ทำให้ปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอสำหรับปาล์มน้ำมันในเกือบทุกพื้นที่ (ชัยรัตน์ และคณะ, 2544) โดยระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 13.5 กรัมไนโตรเจนต่อต้นมีการดัดแปลงมาจากการให้ปุ๋ยตามคำแนะนำแก่เกษตรกรของประเทศมาเลเซีย (Rankine and Fairhurst, 1989) และที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 27 กรัมไนโตรเจนต่อต้นเป็นการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเป็นสองเท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 13.5 กรัมไนโตรเจนต่อต้น

เริ่มดูแลต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่อายุ 3-12 เดือน โดยใส่ปุ๋ย (15-9-15) เดือนละ 20 กรัมต่อต้นให้กับต้นกล้า และมีการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ ระยะในการวางต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 60 X 60 X 60 เซนติเมตร ทำการทดลองต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษา 3 เดือน

การวัดค่าความเขียวใบ

ทำการสุ่มวัดค่าความเขียวใบย่อยจากทางใบที่ 3 ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จำนวน 6 ต้น/ทริทเมนต์ ในระยะใบแผ่เต็มที่ (fully expanded leaf) ด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502 Mimolta Co., Ltd., Japan) ทำการวัด 3 จุด/ใบ เพื่อหาค่าเฉลี่ย บันทึกค่าเฉลี่ยที่ได้

การสกัดและวิเคราะห์ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์

หลังจากวัดค่าความเขียวของใบ เก็บตัวอย่างใบจากต้น นำมาเจาะด้วยเครื่องเจาะกระดาษตรงตำแหน่งที่ใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์วัดค่าความเขียวใบ ได้เป็นชิ้นส่วนแผ่นใบวงกลม ขนาดพื้นที่ 0.82 ตารางเซนติเมตร เพื่อนำไปหาปริมาณคลอโรฟิลล์ นำตัวอย่างแผ่นใบใส่ในหลอดแก้วที่เติมสารเคมี DMF (*N,N*-Dimethylformamide) ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดแก้ว นำไปเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลายโดยแสง หลังจาก 24-48 ชั่วโมง คลอโรฟิลล์จะถูกสกัดออกจากใบทั้งหมด สังเกตได้จากแผ่นใบที่มีสีซีดขาว ไม่มีสีเขียวเหลืออยู่ นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance, A) ที่มีความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) โดยใช้สารละลาย DMF บริสุทธิ์เป็นตัวตั้งค่าที่ศูนย์ (สุนทร และคณะ, 2543) นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Moran (1982)

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบ

เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 12 และ 15 เดือน สุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ของทางใบที่ 3 จำนวน 12 ใบ/ทางใบ จากนั้นนำไปโปบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นนาน 72 ชั่วโมง แล้วบดตัวอย่างใบแห้งให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช (grinder) ทำการเก็บใบที่บดละเอียดแล้วไว้ในถุงกระดาษ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในใบพืชโดยวิธี Kjeldahl (1883) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การย่อยโดยใช้กรดซัลฟิวริก การกลั่น การไทเทรต และการคำนวณ (จำเริญ และจักรกฤษณ์, 2557)

ดัชนีความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำ

ค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 15 เดือนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ นำมาคำนวณหาค่าดัชนีความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำ (Fernandez, 1992) จากสูตรดังนี้

$$\text{Low-nitrogen stress tolerance index (LNTI)} = (Y_p \times Y_s) / \bar{X}_p^2$$

โดย Y_s คือ ค่าทางสรีรวิทยาของแต่ละจีโนไทป์ที่ได้รับไนโตรเจนต่ำ คือ 0 กรัมต่อต้น Y_p คือ ค่าทางสรีรวิทยาของแต่ละจีโนไทป์ที่ได้รับไนโตรเจนระดับเหมาะสม คือ 13.5 กรัมต่อต้น (พิจารณาจากค่าเฉลี่ย พบว่าค่าทางสรีรวิทยาสูงสุดเมื่อได้รับไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น) และ $\bar{X}_p$ คือ ค่าทางสรีรวิทยาเฉลี่ยของทุกจีโนไทป์ที่ได้รับไนโตรเจนเหมาะสมคือ 13.5 กรัมต่อต้น

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้นตรง (simple linear regression) รวมถึงนำค่าความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำมาวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างพันธุ์ใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับคือ 0 13.5 และ 27 กรัมต่อต้น แก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 6 จีโนไทป์ เป็นเวลา 3 เดือน ไม่พบใบที่แสดงอาการขาดไนโตรเจน การวิเคราะห์ค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ความแปรปรวนของจีโนไทป์ และระดับไนโตรเจนมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ) (Table 1) สอดคล้องกับ Law และคณะ (2012) ที่รายงานการตอบสนองทางด้านการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาที่แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาครั้งนี้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับระดับของธาตุไนโตรเจนไม่มีอิทธิพลทำให้ค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกัน

ค่าความเขียวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการวัดค่าความเขียวของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมทั้ง 6 คู่ผสม อายุ 12 เดือน ก่อนเริ่มการทดลองให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่างๆ มีค่าความเขียวของใบกระจายในช่วงกว้างระหว่าง 28.67-55.40 SPAD-unit และพบว่า ค่าความเขียวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ D และ F มีค่าสูงกว่าจีโนไทป์อื่นๆ แต่ไม่มีความสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 2) หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 15 เดือน ทุกพันธุ์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนทุกระดับ (0 13.5 และ 27 กรัมต่อต้น) มีค่าความเขียวใบสูงขึ้น ที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน 0 กรัมต่อต้น มีการเพิ่มขึ้นของค่าความเขียวใบน้อยที่สุด โดยพบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ C มีค่าความเขียวใบต่ำสุดเท่ากับ 35.85 SPAD-unit ค่าความเขียวใบสูงสุดพบในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ D ที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมต่อต้น มีค่าเท่ากับ 55.40 SPAD-unit ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับค่าความเขียวของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ D ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น จีโนไทป์ A, B, C, E และ F มีค่าความเขียวของใบสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น โดยมีค่าเท่ากับ 53.22 49.70 53.55 51.40 และ 53.17 SPAD-unit ตามลำดับ (Table 2)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.293-0.521 g m^{-2} (Table 2) หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า คลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนตลอดระยะเวลา 3 เดือน มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 13.5 และ 27 กรัมต่อต้น เปรียบเทียบเฉพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันกลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนตลอดระยะเวลา 3 เดือน พบว่า จีโนไทป์ A มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.565 g m^{-2} ในขณะที่จีโนไทป์ C มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบต่ำสุดเท่ากับ 0.429 g m^{-2} เมื่อเปรียบเทียบทุกระดับไนโตรเจน พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงสุดพบในต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ D ที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมต่อต้น มีค่าเท่ากับ 0.801 g m^{-2}

m^{-2} ส่วนจีโนไทป์ A, B, C, E และ F มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น โดยมีค่าเท่ากับ 0.759, 0.692, 0.766, 0.736 และ 0.758 g m^{-2} ตามลำดับ (Table 2)

ปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ผลการวัดปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่าเป็นไปในทางเดียวกันกับค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ก่อนเริ่มการทดลองให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่แตกต่างกัน (Table 1) หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 15 เดือน ทุกพันธุ์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า ในชุดทดลองที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการใช้ไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดิน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ A, B, C, E และ F มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 34.28 31.25 34.57 32.72 และ 34.24 g kg^{-1} เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ D มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น โดยมีค่าเท่ากับ 36.16 และ 33.23 g kg^{-1} ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มนำไปใช้ได้ดีที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบ

ค่าความเขียวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 15 เดือน ที่ได้รับไนโตรเจนระดับต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 35.85-55.40 SPAD-unit ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้จากใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.429-0.801 g m^{-2} ความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและค่าความเขียวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Figure 1A) มีสมการความสัมพันธ์คือ $y = 0.019x - 0.252$ ($r^2 = 0.99934$; $P < 0.0001$) แสดงให้เห็นว่าถ้าค่าความเขียวใบที่อ่านได้มีค่าเพิ่มขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกัน ปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในช่วง 19.28 - 36.16 g kg^{-1} มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าความเขียวใบ (Figure 1B) โดยมีสมการความสัมพันธ์คือ $y = 0.864x - 11.675$ ($r^2 = 0.99995$; $P < 0.0001$) แสดงให้เห็นว่าค่าความเขียวใบที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในใบที่มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบ พบสมการความสัมพันธ์ $y = 0.022x - 0.005$ มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) เท่ากับ 0.99933 ($P < 0.0001$) (Figure 1C)

ดัชนีความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำและการจัดกลุ่มพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การเปรียบเทียบการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนของปาล์มน้ำมันในแต่ละพันธุ์ โดยใช้การเปรียบเทียบดัชนีความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำ (Low-nitrogen stress tolerance index; LNTI) ดัชนีดังกล่าวสามารถบ่งชี้พันธุ์ที่มีค่าทางสรีรวิทยาสูงที่สุดทั้งในสภาพที่มีไนโตรเจนเหมาะสม และในสภาพที่มีไนโตรเจนต่ำ จากผลการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ต่าง ๆ อายุ 15 เดือนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนต่างระดับ พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกจีโนไทป์ ยกเว้นจีโนไทป์ D มีค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบสูงสุดเมื่อได้รับปริมาณไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น จีโนไทป์ D ที่มีค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงเลือกใช้ระดับไนโตรเจน 0 และ 13.5 กรัมต่อต้น เพื่อเป็นตัวแทนสภาวะที่มีไนโตรเจนต่ำ และสภาวะที่มีไนโตรเจนเหมาะสม ตามลำดับ จากการคำนวณค่า LNTI พบว่าจีโนไทป์ A และจีโนไทป์ C มีค่าดัชนีสูงสุด และต่ำสุดตามลำดับ (Table 3) และจากการนำค่า LNTI ไปวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis) สามารถแบ่งปาล์มน้ำมันออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยจีโนไทป์ A, D และ F เป็นกลุ่มที่สามารถปรับตัวได้ในสภาวะขาดไนโตรเจน และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยจีโนไทป์ B, C และ E เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถปรับตัวได้ในสภาวะขาดไนโตรเจน (Figure 2)

Table 1 Analysis of variance results on the effects of genotype, nitrogen level and the interaction between genotype and nitrogen level for SPAD reading, total chlorophyll and total nitrogen content in leaves of six oil palm genotypes exposed to three nitrogen levels.

Trait	SPAD reading (SPAD-unit)	Total chlorophyll (g m^{-2})	Total nitrogen content (g kg^{-1})
Genotype	2.803*	2.802*	2.801*
Nitrogen level	54.896***	54.860***	54.888***
Genotype x Nitrogen level	1.446 ^{ns}	1.447 ^{ns}	1.445 ^{ns}
C.V.	10.91	15.18	15.30

^{ns} not significant

*significantly different at $P < 0.05$

*** significantly different at $P < 0.001$

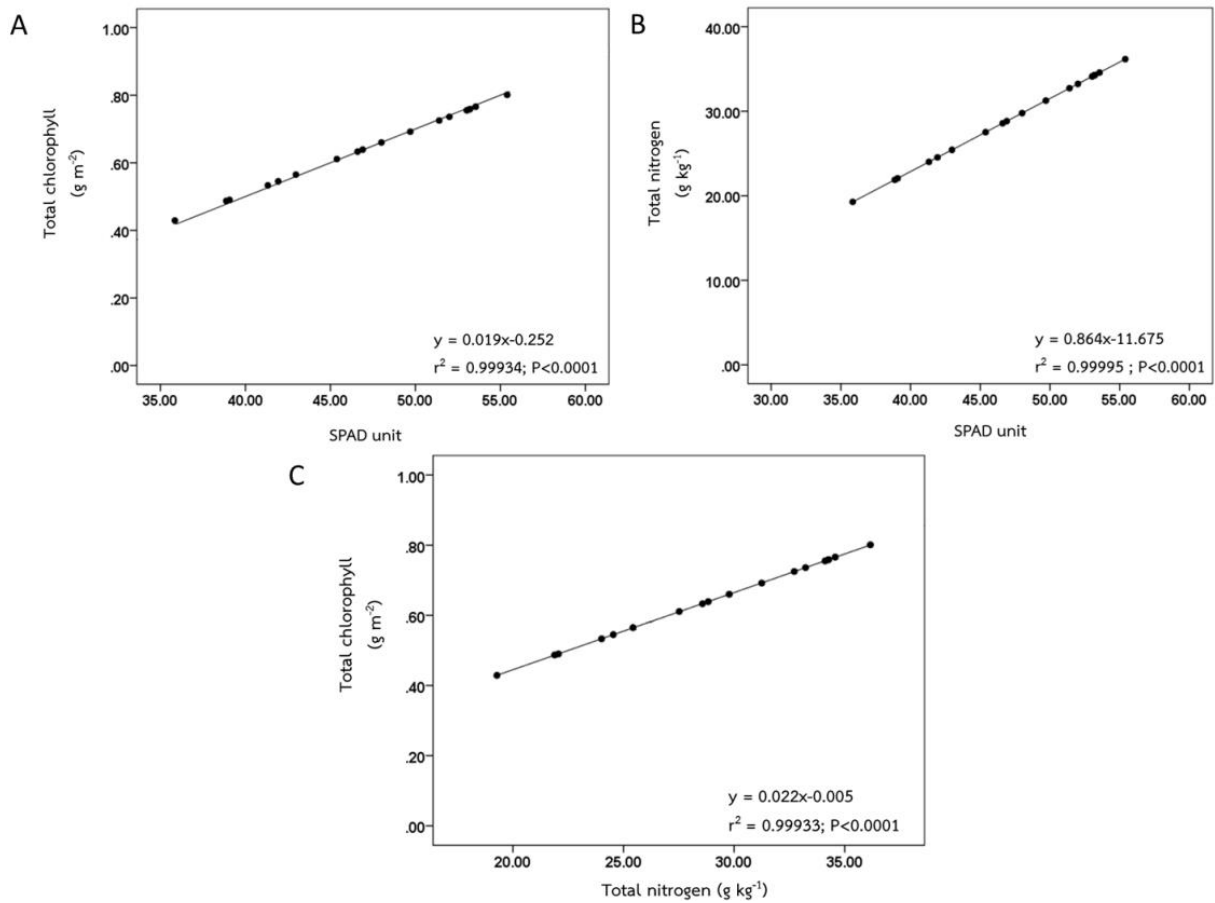


Figure 1 Relationship between SPAD readings and total chlorophyll (A), SPAD readings and total nitrogen (B) and between total chlorophyll (C) and total nitrogen.

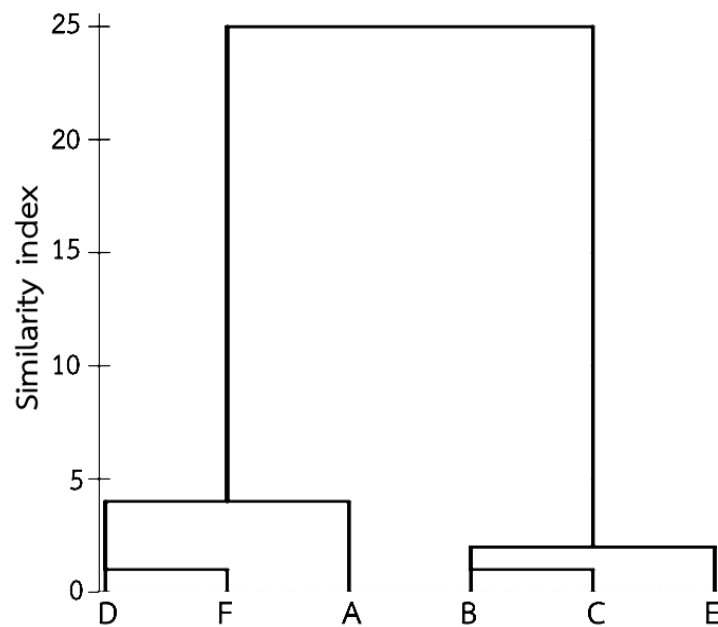


Figure 2 Hierarchical cluster of 6 oil palm genotypes based on low-nitrogen tolerance index.

Table 2 Mean values of SPAD reading, total nitrogen and total chlorophyll of 12 and 15 months old seedling at different nitrogen level.

Treatment	Total chlorophyll (g m ⁻²)		SPAD reading (SPAD-unit)		Total nitrogen (g kg ⁻¹)	
	12 month	15 month	12 month	15 month	12 month	15 month
A+N ₀	0.350 ab	0.565 ef	31.68 ab	42.97 de	15.69 ab	25.43 de
B+N ₀	0.432 ab	0.490 fg	35.98 ab	39.07 ef	19.40 ab	22.06 ef
C+N ₀	0.362 ab	0.429 g	32.32 ab	35.85 f	16.23 ab	19.28 f
D+N ₀	0.469 ab	0.545 efg	37.95 a	41.93 def	21.10 a	24.54 def
E+N ₀	0.387 ab	0.487 fg	33.62 ab	38.87 ef	17.36 ab	21.89 ef
F+N ₀	0.487 a	0.533 efg	38.90 a	41.32 def	21.92 a	24.01 def
A+N ₁	0.432 ab	0.759 abc	35.98 ab	53.22 ab	19.40 ab	34.28 ab
B+N ₁	0.425 ab	0.692 abcd	35.63 ab	49.70 abc	19.10 ab	31.25 abc
C+N ₁	0.429 ab	0.766 ab	35.85 ab	53.55 ab	19.28 ab	34.57 ab
D+N ₁	0.367 ab	0.736 abcd	32.58 ab	52.00 abc	16.46 ab	33.23 abc
E+N ₁	0.293 ab	0.725 abcd	28.67 ab	51.40 abc	13.08 ab	32.72 abc
F+N ₁	0.512 a	0.758 abc	40.23 a	53.17 ab	23.07 a	34.24 ab
A+N ₂	0.463 ab	0.633 cde	37.65 ab	46.60 bcd	20.84 ab	28.57 bcd
B+N ₂	0.379 ab	0.660 bcde	33.22 ab	48.00 bcd	17.01 ab	29.78 bcd
C+N ₂	0.448 ab	0.611 def	36.85 ab	45.38 cde	20.15 ab	27.52 cde
D+N ₂	0.491 a	0.801 a	39.08 a	55.40 a	22.08 a	36.16 a
E+N ₂	0.373 ab	0.639 bcde	32.92 ab	46.90 bcd	16.75 ab	28.83 bcd
F+N ₂	0.521 a	0.755 abc	40.70 a	53.02 ab	23.48 a	34.11 ab

Mean values in the same column followed by common letter are not significantly different at the 5% level of probability by DMRT.

N₀ = Nitrogen level at 0 g plant⁻¹, N₁ = Nitrogen level at 13.5 g plant⁻¹, N₂ = Nitrogen level at 27 g plant⁻¹

Table 3 Low-nitrogen stress tolerance index (LNTI) based on total chlorophyll content (LNTI-Chl), SPAD reading (LNTI-SPAD) and total nitrogen content (LNTI-N) of 15 months old oil palm seedlings exposed to 0 and 13.5 g N/plant.

Genotype	LNTI-Chl	LNTI-SPAD	LNTI-N
A	0.785	0.840	0.782
B	0.620	0.713	0.619
C	0.601	0.705	0.598
D	0.734	0.801	0.732
E	0.646	0.734	0.643
F	0.739	0.807	0.738

วิจารณ์ผลการทดลอง

พันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของพืชปลูก จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ต่าง ๆ มีการตอบสนองทางสรีรวิทยา ได้แก่ ความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบ ต่อดัชนีปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์มีระดับความสามารถในการดึงดูดไนโตรเจนเพื่อใช้ประโยชน์แตกต่างกัน เพื่อให้การจัดการธาตุอาหารในต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงควรมีการทดสอบปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมเฉพาะเจาะจงสำหรับปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ นอกจากนี้พันธุกรรมการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันยังเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ปาล์มน้ำมันที่ทนต่อสภาวะไนโตรเจนต่ำได้อีกด้วย

ปริมาณไนโตรเจนที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับส่งผลต่อค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในต้นกล้าปาล์มน้ำมันกลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และสูงที่สุดในกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ยกเว้นจีโนไทป์ D ที่วัดค่าได้สูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 27 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับจีโนไทป์เดียวกันซึ่งได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมที่สุดจากการศึกษาในครั้งนี้ คือ 13.5 กรัมต่อต้น ทั้งนี้พืชต่าง ๆ ต้องการปริมาณไนโตรเจนที่แตกต่างกัน การศึกษาในปาล์มน้ำมันพบว่าการได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และการให้ไนโตรเจนที่มากเกินไป ยังส่งผลเสียต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน Mohidin และคณะ (2015) ได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสารละลาย (solution culture) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาดีที่สุด เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจน จะส่งผลให้ค่าความเขียวใบ (SPAD reading) และการเจริญเติบโตลดลง เช่นเดียวกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้นส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเกือบทุกจีโนไทป์มีค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบลดลง

ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์และเอ็นไซม์ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง (Evans, 1989) ทำให้ในพืชทั่วไประดับไนโตรเจนในใบจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบว่าปริมาณไนโตรเจนและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ($r^2 = 0.99933$; $P < 0.0001$) นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวใบที่วัดได้จาก SPAD chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าสูงมาก ($r^2 = 0.99934$; $P < 0.0001$ และ $r^2 = 0.99995$; $P < 0.0001$ ตามลำดับ) ความสัมพันธ์ดังกล่าวยังมีรายงานในพืชอื่นๆ ได้แก่ ข้าว, ข้าวโพด, ถั่วเหลือง และแอปเปิ้ล (Law et al., 2014; Monje and Bugbee, 1992; Neilsen et al., 1995; Rodriguez and Miller, 2000) ความสอดคล้องระหว่างค่าความเขียวใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนในใบ แสดงถึงความเป็นไปได้ในการประเมินการตอบสนองต่อระดับปุ๋ยไนโตรเจนอย่างรวดเร็วแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้เครื่อง SPAD chlorophyll meter ร่วมกับสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ หรือปริมาณไนโตรเจนในใบ

การศึกษาในครั้งนี้ได้เปรียบเทียบการตอบสนองของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ต่างๆ ต่อดัชนีไนโตรเจน โดยใช้ค่าดัชนีความทนทานต่อสภาวะไนโตรเจนต่ำ (LNTI) ซึ่งดัดแปลงมาจากดัชนีความสามารถในการทนต่อสภาวะเครียด (Stress tolerance index; STI) โดย Fernandez (1992) เป็นดัชนีที่ใช้สำหรับคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีผลผลิตสูงทั้งภายใต้สภาวะเครียดและสภาวะที่เหมาะสม ในการศึกษาสรีรวิทยาของพืชเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้มีการปรับใช้ดัชนีดังกล่าว โดยนำค่าทางสรีรวิทยา ซึ่งสามารถตรวจวัดได้รวดเร็ว และวัดได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช มาคำนวณค่าดัชนีแทนค่าผลผลิตของพืชนั้น จากการศึกษาในครั้งนี้ ค่า LNTI ที่คำนวณจากค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบ จะนำมาใช้วิเคราะห์จัดกลุ่มจีโนไทป์ปาล์มน้ำมันที่มีการตอบสนองต่อไนโตรเจนใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถแบ่งปาล์มน้ำมันเป็น 2 กลุ่ม หากพิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 จะพบว่า ในสภาวะที่มีไนโตรเจนเพียงพอ (13.5 กรัมต่อต้น) ค่าทางสรีรวิทยาของจีโนไทป์ต่างๆ ถึงแม้จะมีค่าต่างกันแต่ไม่มีความสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ในสภาวะขาดไนโตรเจน จีโนไทป์กลุ่มที่ 2 (B C และ E) จะมีค่าทางสรีรวิทยาลดลงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ในกลุ่มที่ 1 (A D และ F) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า จีโนไทป์ในกลุ่มที่ 1 ทนต่อสภาพไนโตรเจนต่ำได้มากกว่า

สรุปผล

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 6 จีโนไทป์ ที่ระดับไนโตรเจน 3 ระดับ พบความแตกต่างของพันธุกรรม การตอบสนองต่อระดับปุ๋ยไนโตรเจน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจน 13.5 กรัมต่อต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มนำไปใช้ได้

ที่สุด การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันพบมีความสัมพันธ์สูง โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก และการวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ค่า LNTI ที่คำนวณจากค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบ สามารถจัดกลุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม 1 ซึ่งประกอบด้วยปาล์มน้ำมันจีโนไทป์ A D และ F สามารถทนต่อสภาวะไนโตรเจนต่ำได้มากกว่าปาล์มน้ำมันกลุ่ม 2 ซึ่งประกอบด้วยจีโนไทป์ B C และ E

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการผลิตบัณฑิตของสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จำเป็น อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2557. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชัยรัตน์ นิลนนท์, อีระ เอกสมทราเมษฐ์, อีระพงษ์ จันทรมิณ, ประกิจ ทองคำ และวรรณ เลี้ยววาริณ. 2544. ผลของการใช้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 23: 649-659.
- ยงยุทธ โอสดสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจุ. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทร ยิ่งซุवाल, จินตนา บางจัน และจิตฤทัย ชูมาก. 2543. ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบมะม่วงภายใต้สภาพน้ำขัง. รายงานโครงการวิจัยวิธีการให้อากาศเพื่อชีวิตต้นมะม่วงที่ประสบอุทกภัย ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 31 กรกฎาคม 2543 หน้า 69-84.
- อรรธรณ ฉัตรสีรุ่ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The Oil Palm. Fourth Edition. Oxford: Blackwell Publishing Company.
- Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C_3 plants. *Oecologia* 78: 9-19.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In: Proceedings of the international symposium on adaptation of vegetable and other food crops in temperature and water stress. Taiwan.* pp. 257-270.
- Gallais, A. and B. Hirel. 2004. Genetics of plant mineral nutrition: An approach to the genetics of nitrogen use efficiency in maize. *J. Exp. Bot.* 55: 295-306.
- Kjeldahl, J. 1883. New method for the determination of nitrogen in organic substances. *Zeitschrift für analytische Chemie.* 22: 366-383.
- Law, C.C., A.R. Zaharah, M.H.A. Husni and A. Siti Nor Akmar. 2012. Evaluation of nitrogen uptake efficiency of different oil palm genotypes using ^{15}N isotope labelling method. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 35: 743-754.
- Law, C.C., A.R. Zaharah, M.H.A. Husni and A. Siti Nor Akmar. 2014. Leaf nitrogen content in oil palm seedlings and their relationship to SPAD chlorophyll meter readings. *JOPEH* 5: 8-17.
- Ian R. and G.L. Rodriguez. 2000. Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration, and visual quality of St. Augustine grass. *Hort Science.* 35: 751-754.
- Mohidin, H., M.M. Hanafi, M.Y. Rafii, A.N.S. Abdullah, S.A. Idris, S. Man, J. Idris, and M. Sahebi. 2015. Determination of optimum levels of nitrogen, phosphorus and potassium of oil palm seedlings in solution culture. *Bragantia Campinas.* 74: 247-254.
- Monje, O.A. and B. Bugbee. 1992. Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: A comparison of two types of meters. *Hort Science.* 27: 69-71.
- Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-dimethylformamide. *J. Plant Physiol.* 69: 1376-1381.
- Neilsen, D., E.J. Hogue, G.H. Neilsen and P. Parchomchuck. 1995. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. *Hort Science.* 30: 508-512.
- Rankine I.R. and T.H. Fairhurst. 1998. Field Handbook-Oil Palm Series, Vol 1, Nursery. Singapore: Potash and Phosphate Inst.

ภาคผนวกที่ 3 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของ พันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1

จำนวน 5 เรื่อง

สิทธิพงษ์ พรหมมา สุริยการ ศรีถาวร และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2556. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. ว. หาดใหญ่วิชาการ 10 (1): 1-7.

ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์ และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การทดสอบชั่วรุ่นลูกของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสงขลา. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 2(4): 6-10.

ธวัชชัย มรกต และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2559. เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(พิเศษ 1): 23-30.

Bueraheng, N., Promma, S. and Eksomtramage, T. 2017. Biplot analysis of agronomic and yield traits relations in tenera oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Songklanakarin J. Sci. Technol. 39(6): xx-xx. (in press)

Bueraheng, N., Eksomtramage, T. and Sdoodee. 2017. Stability analysis of yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies using AMMI analysis. (full manuscript and submitted to journal)

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.

Genotypic Variability and Heritability of Improved SUP-PSU Oil Palm Populations

สิทธิพงษ์ พรหมมา¹, สุริยการ ศรีถาวร¹ และ ชีระ เอกสมทราเมษฐ์¹

Sitthipong Promma, Suriyakan Srithaworn and Theera Eksomtramage

Abstract

The objective of this study was to evaluate the genotypic coefficient of variation (GCV) and broad-sense heritability (h^2_b) of yield, and yield components and vegetative traits in two SUP-PSU improved populations (D x P and T x P populations). These populations were grown at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand, using completely randomized design (CRD) with 6 replications. Yield, yield components and some vegetative traits were continually recorded for seven months. Variance components, GCV and h^2_b were estimated using ANOVA. The results revealed that all observed traits in D x P population showed high GCV (6.61-25.82%) and showed low to moderate h^2_b (16 - 50%) where, in the T x P population, only fresh fruit bunches, bunch number and trunk diameter revealed high GCV (29.41 19.86 and 7.82%, respectively) and revealed low - high h^2_b (18%, 12% and 70%, respectively). This result indicated that interesting traits in D x P population also represented high genetic variation, so selection in this population may be more effective.

Keywords : *Oil palm, yield and yield components, vegetative trait, genotypic coefficient of variation, broad-sense heritability*

¹ สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

* ผู้ให้การติดต่อ

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม และอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางลำต้น ในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. จำนวน 2 ประชากร คือ $D \times P$ และ $T \times P$ ทั้ง 2 ประชากรปลูกทดสอบในสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ บันทึกผลผลิตทะลาย และลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างต่อเนื่องติดต่อกันนาน 7 เดือน ประเมินองค์ประกอบความแปรปรวนสัมประสิทธิ์ ความแปรปรวนทางพันธุกรรม และอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะที่บันทึกด้วยวิธี ANOVA ผลที่ได้พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษาในประชากร $D \times P$ ปรากฏค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง (6.61 - 25.82 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างตั้งแต่ ต่ำ ถึง ปานกลาง (16 - 50 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ประชากร $T \times P$ มีเฉพาะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่านั้นที่มีค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง (29.41, 19.86 และ 7.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) โดย 3 ลักษณะดังกล่าวมีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างเท่ากับ 18, 12 และ 70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าประชากร $D \times P$ ยังคงปรากฏความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจอยู่จำนวนมาก ดังนั้นการคัดเลือกที่ประชากร $D \times P$ สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ปาล์มน้ำมัน ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต, ลักษณะทางลำต้น, สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม, อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง

บทนำ

ในปัจจุบันนี้พืชน้ำมันนับวันยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากในแต่ละปีมนุษย์ต้องการน้ำมันพืชเพื่อการอุปโภคและบริโภคเป็นปริมาณมากในแต่ละปี อีกทั้งปัจจุบันปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้น้ำมันพืชที่ผลิตได้บางส่วนต้องถูกนำมาใช้เพื่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันพืชที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ การปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ หรือแม้แต่การขยายพื้นที่ปลูกพืชน้ำมันพันธุ์ดีจึงเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้วิธีหนึ่ง

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิต

น้ำมันสูงที่สุดในโลก เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ได้มากกว่าถั่วเหลืองเกือบ 10 เท่า (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2554) ชนิดพันธุ์การค้าของปาล์มน้ำมันปัจจุบันใช้พันธุ์ลูกผสม ($D \times P$) ชนิดเทเนอรา ซึ่งมีลักษณะกะลาบาง ให้สัดส่วนเนื้อผลและน้ำมันปริมาณมากเมื่อเทียบกับชนิดพันธุ์คูรา สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน พันธุ์ที่ได้ให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามพันธุ์ดังกล่าวนี้ยังคงให้ผลผลิตที่ค่อนข้างจำเพาะต่อสภาพพื้นที่เหมาะสมแตกต่างกัน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การปลูกและการบันทึกข้อมูล

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี 2529 โดยเริ่มเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมปาล์มพันธุ์ดีจากสวนปาล์มต่าง ๆ ทั่วภาคใต้ ปัจจุบันได้ปรับปรุงและผลิตพันธุ์ปาล์มลูกผสมเพื่อให้เกษตรกรได้นำไปปลูกแล้วและยังคงทำการปรับปรุงและพัฒนาประชากรพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้อย่างต่อเนื่อง

การประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมรวมถึงอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจจะช่วยให้ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถประเมินได้ว่าควรมีการจัดการอย่างไรกับประชากรปรับปรุงนั้น ๆ เช่นสามารถลงมือคัดเลือกต้นปาล์มลักษณะที่ต้องการได้โดยตรงในทันที หรือควรมีการนำเข้ายีนจากแหล่งอื่นเพื่อเพิ่มความแปรปรวนให้กับประชากรปรับปรุงก่อนการคัดเลือก การประเมินค่าที่สำคัญดังกล่าวช่วยเพิ่มโอกาสให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นได้แม่นยำมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะที่สำคัญของประชากรปาล์มน้ำมันพันธุ์ปรับปรุง ทรัพย์ม.อ. จำนวน 2 ประชากร ได้แก่ ประชากร D x P จำนวน 7 ยีนโอไทป์ และ ประชากร T x P จำนวน 4 ยีนโอไทป์ ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา โดยใช้ระบบปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่าระยะห่าง 9x9x9 เมตร ทั้ง 2 ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากพ่อแม่พันธุ์ที่เก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมจากปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีทั่วพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 6 ซ้ำ โดย 1 ซ้ำใช้ต้นปาล์ม 1 ต้น เมื่อ

ปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปีจึงเริ่มทำการบันทึกลักษณะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และลักษณะสำคัญทางการเกษตร โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบไม่ทำลายลำต้น ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความยาวทางใบ จำนวนผลผลิตทางใบ ความสูงลำต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น บันทึกข้อมูลดังกล่าวติดต่อกันทุกเดือนนาน 7 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และแยกองค์ประกอบความแปรปรวนจากค่าคาดหวังเฉลี่ยกำลังสอง (EMS) ตามวิธีของไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ (2547) หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability, h^2_b) จากสูตรดังนี้ $h^2_b = (\sigma^2_g / \sigma^2_p) \times 100$ เมื่อ σ^2_g เท่ากับ ความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม และ σ^2_p ความแปรปรวนจากลักษณะภายนอก หลังจากนั้นทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (GCV, genotypic coefficient of variation) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ (PCV, phenotypic coefficient of variation) ตามวิธีการของ Singh และ Chaudhary (1979)

ผลการทดลอง

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบทั้ง 2 ประชากร (ตารางที่ 1) พบความแตกต่างทางสถิติของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย) เฉพาะประชากรปรับปรุงปาล์มน้ำมันแบบ D x P ส่วนประชากร T x P ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ประชากร T x P นั้นให้ค่า

เฉลี่ยผลผลิตและองค์ประกอบที่มีแนวโน้มมากกว่า
ประชากรแบบ D x P (ตารางที่ 2)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทาง
พันธุกรรมของทั้ง 2 ประชากรพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง
(16.41 - 29.41 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้นลักษณะน้ำหนัก

หลายเฉลี่ยที่ประชากร T x P ที่มีค่า GCV เท่ากับ 0
ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างที่ลักษณะผลผลิต
และองค์ประกอบผลผลิตกลับพบว่าทั้ง 2 ประชากร
มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (12 - 30 เปอร์เซ็นต์) (ตาราง
ที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน 2 ประชากร

Table 1 Analysis of variance of yield and yield components in two oil palm populations

Source of variation	d.f.	MS ^a		
		FFB	BN	ABW
DxP population				
Genotypes	6	394.88	50.76*	1.73**
Error	35	173.55	18.72	0.49
TxP population				
Genotypes	3	977.65	53.17	0.75
Error	20	421.34	29.12	1.16

*, ** significant difference at $p < 0.05$ and 0.01 levels, respectively

^a FFB : fresh fruit bunch, BN : bunch number, ABW : average bunch weight

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย พิสัย ความแปรปรวน และอัตราพันธุกรรมของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของ
ปาล์มน้ำมัน 2 ประชากร

Table 2 Means, range, variance components and broad - sense heritability of yield and yield components in two oil palm populations

Trait ^a	Mean	Range	GCV (%)	PCV (%)	σ^2_g	σ^2_p	$h^2_b(\%)$
DxP population							
FFB (kg/palm/season)	24.71±14.05	1.60-58.30	24.58	58.71	36.89	210.44	18
BN (no./palm/season)	8.95±4.84	1-21	25.82	54.81	5.34	24.06	22
ABW (kg/palm)	2.77±0.82	1.15-4.98	16.41	30.13	0.21	0.70	30
TxP population							
FFB (kg/palm/season)	32.74±22.22	4.6-80.87	29.41	69.25	92.72	514.06	18
BN (no./palm/season)	10.08±5.68	2-21	19.86	57.10	4.01	33.13	12
ABW (kg/palm)	3.17±1.05	1.62-5.68	0.00	32.96	-0.07	1.09	0

^a FFB : fresh fruit bunch, BN : bunch number, ABW : average bunch weight

ลักษณะทางการเกษตร

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรจาก ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าหลายๆ ลักษณะของประชากรปรับปรุงแบบ D x P ยังคงปรากฏความแตกต่างทางสถิติมากกว่าประชากรแบบ T x P โดยพบว่ามีเพียง 2 ลักษณะ คือ ความยาวทางใบและน้ำหนักแห้งทางใบเท่านั้นที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามประชากรแบบ T x P นั้นยังพบความแตกต่างทางสถิติที่ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเช่นกัน (ตารางที่ 4) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากร D x P มีค่าปานกลางตั้งแต่ 6.61-18.06 เปอร์เซ็นต์

ขณะที่ประชากร T x P นั้นพบว่ามีค่า GCV ต่ำมากและมีเพียง 2 ลักษณะที่ปรากฏค่า GCV ได้แก่ พื้นที่ใบและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (3.27 และ 7.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะทางการเกษตรพบว่า ในประชากรแบบ D x P หลายๆ ลักษณะมีค่าอยู่ระดับปานกลาง (46 - 50 เปอร์เซ็นต์) มีเพียงลักษณะความยาวใบ และน้ำหนักแห้งทางใบเท่านั้นที่มีค่าอัตรา

พันธุกรรมต่ำ ส่วนประชากร T x P พบว่ามีเพียงลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่านั้นที่ปรากฏค่าอัตราพันธุกรรมสูง (70 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของประชากรปรับปรุง 2 ประชากร พบว่าลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจหลายลักษณะที่ได้จากประชากรปรับปรุงแบบ D x P มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงกว่าในประชากรแบบ T x P แสดงให้เห็นว่า อาจต้องมีการนำเข้ายีนจากแหล่งพันธุกรรมอื่นเพื่อเพิ่มความแปรปรวนและขยายฐานพันธุกรรม ให้แก่ประชากรดังกล่าว (Okwuagwu *et al.*, 2008) ขณะที่ประชากร D x P ซึ่งมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากกว่าแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมซึ่งเหมาะที่จะทำการคัดเลือกหรือปรับปรุงประชากรต่อไป ค่า GCV ที่วิเคราะห์ได้จากทุกลักษณะทั้ง 2 ประชากรมีค่าต่ำกว่าค่า PCV ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการแสดงออกของแต่ละลักษณะ หากลักษณะใดปรากฏค่า PCV และ GCV ห่างกัน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางอัตราของปาล์มน้ำมัน 2 ประชากร

Table 3 Analysis of variance of vegetative traits of two oil palm populations

Source of variation	d.f.	MS ^a					
		RL	FP	LA	LDW	TD	TH
DxP population							
Genotypes	6	5541.12	0.71**	146175020**	0.07	138.48**	1551.82**
Error	21	2318.38	0.15	31943000	0.04	27.49	349.32
TxP population							
Genotypes	3	536.39	0.04	18015477.6	0.37	83.5**	137.14
Error	12	1289.94	0.09	14752154.7	0.38	8.13	139.74

^a RL: rachis length, FP: frond production, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, TD: trunk diameter, TH: trunk height .

** significant difference at p<0.01 level.

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย พิสัย ความแปรปรวนขององค์ประกอบ อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างขวางของลักษณะทาง
เกษตรของปาล์มน้ำมัน 2 ประชากร

Table 4 Means, range, variance components and broad-sense heritability of vegetative traits in two oil palm populations

Trait	Mean	Range	GCV (%)	PCV (%)	σ^2_G	σ^2_P	h^2_b (%)
DxP population							
RL (cm)	331.80+55.10	227-467	8.55	16.85	805.69	3124.07	26
FP (frond/month)	2.71+0.53	1-3.4	13.81	19.87	0.14	0.29	48
LA (m ²)	2.96+0.76	1.58-5.2	18.06	26.29	28558005.00	60501005.00	47
LDW (kg)	1.31+0.22	0.82-1.78	6.61	16.64	0.01	0.05	16
TD (cm)	50.80+7.20	40-67	10.37	14.63	27.75	55.24	50
TH (cm)	114.11+24.83	66-167	15.19	22.34	300.63	649.95	46
TxP population							
RL (cm)	326.19+33.75	286-391	0.00	10.17	-188.39	1101.55	0
FP (frond/month)	2.64+0.27	2.2-3.4	0.00	10.55	-0.01	0.08	0
LA (m ²)	2.76+0.39	2.16-3.51	3.27	14.27	815830.73	15567985.43	5
LDW (kg)	1.56+0.55	1.00-3.28	0.00	39.39	0.00	0.38	0
TD (cm)	55.50+4.82	46-65	7.82	9.36	18.84	26.97	70
TH (cm)	119.62+11.79	100-138	0.00	9.86	-0.65	139.09	0

มากนั้นแสดงถึงลักษณะนั้นอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมมาก (Okoye *et al.*, 2009) สอดคล้องกับงานทดลองก่อนหน้านี้ (Kushairi *et al.*, 1999; Musa *et al.*, 2004) โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าจำนวนทะลาย (Hartley, 1988) สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างพบว่าลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบทั้ง 2 ประชากรมีค่าต่ำ สอดคล้อง

กับหลายงานทดลองที่ผ่านมา (Corley, 2003) ผลผลิตเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้นจึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้นที่ลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่มีค่าปานกลาง ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าประชากร D x P ให้ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจอยู่สูง ดังนั้น การคัดเลือกที่ประชากร D x P สามารถ

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด.
ไพศาล เหล่าสุวรรณ อริย์ วรรณวัฒน์ และปิยะดา ทิพย์พ่อง. 2547. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครราชสีมา : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Corley, R. H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Oxford : Blackwell Science Ltd.

-
- Hartley, C.W.S. 1988. The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq). New York : Longman Scientific and Technical Publication.
- Kushairi, A., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Zakri, A.H. 1999. Agronomic performance and genetic variability of dura x pisifera progenies. J. Oil Palm Res. 11: 1-24.
- Musa, B.B., Saleh, G.B. and Loong, S.G. 2004. Genetic variability and broad-sense heritability in two Deli-Avros DxP breeding populations of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). SABRAO J. Breed. Genet. 36 : 13-22.
- 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 : 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. Agr. 46: 52-57.
- Singh, R.K and Chaudhary, B.D. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers.

การทดสอบชั่วรุ่นลูกของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสงขลา Oil Palm Progeny Test in Songkhla Province

ธนันท์ รุ่งนิลรัตน์¹ และ อีระ เอกสมทราเมษฐ์^{1*}
Rungninrut, T.¹ and Eksomtramee, T.^{1*}

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

¹ Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

*Corresponding author: theera.e@psu.ac.th

Received 17 July 2015; Revised 2 September 2015; Accepted 24 September 2015

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบชั่วรุ่นลูกปาล์มน้ำมันมีความสำคัญสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ในการนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชั่วรุ่นลูกของปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา รวมถึงประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะทางการเกษตร (ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยใช้ปาล์มน้ำมันชั่วรุ่นลูก 6 คู่ผสม อายุ 5 ปี จำนวน 5 ซ้ำ ทดสอบในพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดสงขลา ได้แก่ พื้นที่ปลูกของอำเภอรันตบุรี อำเภอดงใหญ่ และอำเภอรัตภูมิ เก็บข้อมูลการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556-พฤศจิกายน 2557 พบว่า พันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ซึ่งทุกค่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพันธุ์ เมื่อปลูกในพื้นที่ปลูกต่างกัน โดยคู่ผสมเบอร์ 137 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรันตบุรี ให้ค่าผลผลิตทะลายสูงสุด (127.54 กิโลกรัม/ต้น/ปี) ส่วนคู่ผสมเบอร์ 132 ให้ค่าผลผลิตทะลายสูงสุดที่อำเภอดงใหญ่ (204.11 กิโลกรัม/ต้น/ปี) และที่อำเภอรันตบุรีคู่ผสมเบอร์ 110 ให้ค่าผลผลิตสูงสุด (293.05 กิโลกรัม/ต้น/ปี) การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของจำนวนทะลาย มีค่าสูงสุด (45.59%) ในขณะที่ลักษณะอื่นๆอยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.74-41.07% สหสัมพันธ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน พบว่า ลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าจะเป็นไปได้ $P < 0.01$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.934**

คำสำคัญ: ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต องค์ประกอบทะลาย ผลผลิตน้ำมัน อัตราพันธุกรรม

Abstract

The oil palm progeny breeding program is for breeders to use these informative results for the next selection. This study aimed to compare tenera oil palm and evaluate the growth characters for the heritability including bunch yield, yield components, bunch components and oil yield. The experiment at each location was designed as completely randomized design (CRD). Six tenera progenies five year of age with 5 replications were grown in three districts at the Ranot, Khlong Hoi Khong and Rattaphum in Songkhla province. Data were collected during November 2013 to November 2014. All data were analyzed using combined analysis to test the significance of G x L interaction. The results showed that genotypes (G), locations (L) and genotype (G) x location (L) interaction were highly significant. It was found that, environmental factors were found to affect significantly all characters. For each location, oil palm cross number 137 could provide fresh fruit bunch 127.54 kg/palm/year more than the other crosses at Ranot district. Oil palm cross number 132 could provide fresh fruit bunch 204.11 kg/palm/year more than the other crosses at Khlong Hoi Khong district, and oil palm crosses number 110 could provide fresh fruit bunch 293.05 kg/palm/year more than the other crosses at Rattaphum district. Furthermore, the evaluation of broad sense heritability of number of bunch showed the highest (45.59%), but the other characters had low heritability, which varied between 4.74-



41.07%. Moreover, the results showed that the correlation between each of the characters. The significant and positive correlation coefficient of bunch yield with oil yield, the correlation coefficients was 0.934**

Keywords: Bunch yield, Heritability, Yield components, Bunch components, Progeny test

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลปาล์ม (Arecaceae) (ธีระ, 2548) เช่นเดียวกับมะพร้าว ตาล จาก และระกำ น้ำมันปาล์มสกัดได้จากส่วนของผลในชั้นเนื้อปาล์ม (mesocarp) และเนื้อในเมล็ด (kernel) ปริมาณน้ำมันที่สกัดออกมาจากผลปาล์มน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันอื่นๆ ที่ปลูกในเนื้อที่เท่ากัน ปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าพืชน้ำมันอื่นๆ ซึ่งการให้ผลผลิตที่ดีนั้น มีปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง (พรชัย, 2523) การขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกจะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน เช่น ภาควิชาและภาคเหนือ (กาญจนา และคณะ, 2557) สามารถปลูกได้แต่ไม่สามารถแข่งขันและไม่คุ้มกับการลงทุน เนื่องจาก คุณภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมันและประสิทธิภาพในการจัดการสวนไม่ดีพอเมื่อเทียบกับพื้นที่ภาคใต้ของไทยและพื้นที่ของประเทศมาเลเซีย ในประเทศไทยพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูง ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา และตรัง ตามลำดับ (ธีระ, 2557) ดังนั้น พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีต้องปรับตัวและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ดี พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน คือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ที่ได้จากการผสมระหว่างแม่พันธุ์ดูราและพ่อพันธุ์ฟิสิเฟอรา ประเทศไทยเริ่มมีการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมเทเนอราขึ้นโดย ธีระ (2548) รายงานว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ และสามารถยืนยันได้ว่า เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูง สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ดี แต่ในปัจจุบันเกษตรกรยังขาดความเข้าใจในการเลือกใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดี ทำให้เกิดปัญหาในการพัฒนาปาล์มน้ำมันของไทย และเกิดผลเสียหายต่อเกษตรกรเอง รวมทั้งเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก รวมทั้งประเมินอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง และสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตน้ำมัน ของลูกผสมเทเนอรา ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำมาใช้ในการคัดเลือกต้นพ่อแม่เพื่อปรับปรุงประชากรต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาปาล์มน้ำมันชั่วรุ่นลูก จำนวน 6 คู่ผสม (110, 118, 119, 130, 132 และ 137) ปาล์มน้ำมันมีอายุ 5 ปี ระยะปลูก 9×9×9 เมตร ปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 3 พื้นที่ของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอรโนด อำเภอลองหอยโข่ง และ อำเภอรันภูมิ มีการควบคุมการดูแลจัดการสวนคล้ายคลึงกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 5 ต้น สุ่มทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่เต็มที่ของแต่ละทรีตเมนต์

ทรีตเมนต์ละ 12 ทะลาย/ปี นำมาวิเคราะห์ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2557 เก็บข้อมูลลักษณะผลผลิตทะลาย จำนวนทะลายน้ำหนักทะลายเฉลี่ย จำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักเนื้อปาล์มสดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทะลายปาล์มจากทุกทรีตเมนต์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (table 1) และความแปรปรวนทางพันธุกรรม (วัชรินทร์, 2545) ดังนี้

ประเมินอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability; $h^2_{b.s.}$) ของลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ไพศาล, 2527)

$$\begin{aligned} h^2_{b.s.} &= \sigma^2_G / \sigma^2_p \\ &= \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{GL} + \sigma^2_E) \end{aligned}$$

วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษาจากสมการ (Steel and Torrie, 1980) ดังนี้

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

r = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y
 x_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ X (เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n$)
 $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X
 y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ Y (เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n$)
 $\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

Table 1 Analysis of variance for agronomic characters

Source	df	MS	EMS
Location (L)	l-1		
Genotype (G)	g-1	M_1	$\sigma^2 + r\sigma^2_{GL} + rl\sigma^2_T$
Genotype X Location (GL)	(g-1)(l-1)	M_2	$\sigma^2 + r\sigma^2_{GL}$
Pooled Error	lg (r-1)	M_3	σ^2
Total	lrg-1		

MS, mean square; EMS, expected mean square

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสดจากทุกพันธุ์ใน 3 พื้นที่ปลูก พบว่า ในอำเภอรันภูมิให้ค่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยสูงสุด 202.81 กิโลกรัม/ต้น/ปี และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทะลายเฉลี่ยของทั้ง 6 คู่ผสม ใน 3 พื้นที่ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 110 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด

202.01 กิโลกรัม/ตัน/ปี และเมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ คู่ผสมเบอร์ 110 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกฤๅถุมิให้ผลผลิตทะลายนสูงสุด 293.05 กิโลกรัม/ตัน/ปี พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 132 ให้ผลผลิตทะลายนสูงสุด 204.11 กิโลกรัม/ตัน/ปี อย่างไรก็ตาม ไม่แตกต่างกับคู่ผสมเบอร์ 110 และ 137 โดยให้ผลผลิตทะลายน 188.66 และ 193.38 กิโลกรัม/ตัน/ปี ตามลำดับ พื้นที่ปลูกของอำเภอรโนด คู่ผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตทะลายนสูงสุด 127.54 กิโลกรัม/ตัน/ปี ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมเบอร์ 110 และ 118 โดยให้ผลผลิตทะลายน 124.32 และ 126.15 กิโลกรัม/ตัน/ปี ตามลำดับ จาก table 2 แสดงว่า คู่ผสมเบอร์ 110, 132 และ 137 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรฤๅถุมิ อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรโนด ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย จากทุกพันธุ์ใน 3 พื้นที่ปลูก พบว่า พื้นที่ปลูกของอำเภอรฤๅถุมิให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงที่สุด 43.10 กิโลกรัม/ตัน/ปี เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยจากทุกพื้นที่ปลูกใน 6 คู่ผสม พบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงที่สุด 39.26 กิโลกรัม/ตัน/ปี และเมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยคู่ผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด 58.40 กิโลกรัม/ตัน/ปี ที่ปลูกในอำเภอรฤๅถุมิ คู่ผสมเบอร์ 132 ให้ผลผลิตน้ำมัน 40.90 กิโลกรัม/ตัน/ปี ในอำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 110 ในอำเภอรโนดให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด 25.99 กิโลกรัม/ตัน/ปี แสดงว่าคู่ผสมเบอร์ 137, 132 และ 110 มีการปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรฤๅถุมิ อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรโนด ตามลำดับ (table 2) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2549-2557) ของอำเภอรฤๅถุมิมีค่าสูงที่สุด 1,931.9 มิลลิเมตร/ปี รองลงมาคืออำเภอรโนด และอำเภอคลองหอยโข่ง มีค่า 1,346.7 และ 1,235.8 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ ส่วนจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยที่อำเภอระโนดมีค่า 53.2 วัน ที่อำเภอคลองหอยโข่งมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยเท่ากับ 101.1 วัน และที่อำเภอรฤๅถุมิมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยเท่ากับ 92.1 วัน ตามลำดับ (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2558) ซึ่งปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยส่งผลต่อผลผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก (Corley and Tinker, 2003; Okoye *et al.*, 2009)

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟิโนไทป์ (PCV) และจีโนไทป์ (GCV) ของผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต องค์ประกอบทะลายน และผลผลิตน้ำมัน พบว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟิโนไทป์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าระหว่าง 20.65-28.30 % โดยผลผลิตทะลายนสดมีค่าสูงสุด (28.30 %) สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟิโนไทป์ขององค์ประกอบทะลายนและผลผลิตน้ำมันมีค่าระหว่าง 4.74-33.73 % โดยค่าของผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงที่สุด (33.73 %) ส่วนสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าระหว่าง 12.18-18.14 % ผลผลิตทะลายนสดมีค่าสูงสุด (18.14 %) สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ขององค์ประกอบทะลายนและผลผลิตน้ำมันมีค่าระหว่าง 1.15-19.42 % ผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงที่สุด (19.42 %) ซึ่งสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟิโนไทป์มีค่า

มากกว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ทุกลักษณะ (table 3) สอดคล้องกับ Noh และคณะ (2010) และ Okwuagwu และคณะ (2008) รายงานว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟิโนไทป์ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายน และผลผลิตน้ำมัน มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ แสดงถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูงการปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกจากลักษณะทางการเกษตรโดยตรง จึงมีโอกาสนประสบความสำเร็จน้อย จึงควรพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนควบคู่ไปกับค่าอัตราพันธุกรรม นอกจากนั้น Okoye และคณะ (2009) รายงานว่า ผลผลิตทะลายนสดจะมีการตอบสนองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสูง

จากการศึกษาอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันทั้ง 6 คู่ผสม พบว่า อัตราพันธุกรรมของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายน และองค์ประกอบน้ำมัน มีค่าต่ำอยู่ระหว่าง 4.74-45.59 % จำนวนทะลายนมีค่าสูงสุด 45.59 % (table 3) สอดคล้องกับรายงานของ Corley และ Tinker (2003) พบว่า อัตราพันธุกรรมของลักษณะเชิงปริมาณในปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายน และองค์ประกอบผลผลิตโดยทั่วไปมีค่าต่ำ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีพันธุกรรมจำนวนมากและมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง อย่างไรก็ตาม อัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวอาจแปรปรวนได้ตั้งแต่ต่ำถึงสูง ขึ้นกับความแตกต่างของเชื้อพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และสหสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (table 3)

จากการศึกษาถึงสหสัมพันธ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายน และผลผลิตน้ำมัน พบว่า ลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ $P < 0.01$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.934** น้ำหนักทะลายนเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ $P < 0.05$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.843 น้ำหนักทะลายนเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ $P < 0.01$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.810 ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายนมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ $P < 0.01$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.902 ค่าที่ได้แสดงว่าจำนวนทะลายนและน้ำหนักทะลายนเฉลี่ยเป็นอิสระต่อกัน สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ (ธีระพงศ์ และคณะ, 2538 ; ธีรภาพ และธีระ, 2553 ; วะระพงศ์ และธีระ, 2553) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลผลิตทะลายนสดเป็นลักษณะสำคัญที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ จำนวนทะลายนยังเป็นลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูงกว่าลักษณะอื่นๆ ($h^2 = 41.07$ %) สอดคล้องกับ (Hartley, 1977 ; Kushairi และ Rajanaidu, 2000) รายงานว่า ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันควรพิจารณาจากผลผลิตทะลายนสดเป็นหลักเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน (table 4)

Table 2 Average oil palm for Fresh Fruit Bunch and Oil yield each cross in each location

Genotypes	Traits							
	Fresh fruit bunch (kg/plant/year)			Mean ²	Oil yield (kg/plant/year)			Mean ²
	Locations				Locations			
	RN	KHK	RT		RN	KHK	RT	
110	124.32a	188.66a	293.05a	202.01a	25.99a	38.91ab	51.44ab	38.78ab
118	126.15a	168.99ab	163.4bc	152.85abc	23.23ab	24.81ab	29.26c	25.77ab
119	101.57ab	101.23c	145.8c	116.20c	19.96ab	22.93b	29.95c	24.28b
130	80.33b	113.55bc	183.63bc	125.84bc	11.89b	22.31b	38.33bc	24.18b
132	108.53ab	204.11a	201.33bc	171.33ab	13.91ab	40.90a	51.23ab	35.35ab
137	127.54a	193.38a	229.62ab	183.51a	21.62ab	37.77ab	58.4a	39.26a
Mean ¹	111.41b	161.65ab	202.81a		19.43b	31.27ab	43.10a	

RN = Ranot, KHK = Khlong Hoi Khong, RT = Rattaphum,

Mean¹ = The average value of palm oil 3 locations,Mean² = The average of the oil palm plantation 6 varieties

Means followed by the same letters in each column are not significantly

Table 3 Genetic variability parameters for yield, yield components, bunch components and oil yield

Traits/Genetic Parameter	Mean $\pm$ SE	PCV (%)	GCV (%)	$h^2_{b.s.}$
Fresh fruit bunch (kg/plant/year)	158.62 $\pm$ 0.21	28.30	18.14	41.07
Yield components				
Bunch number (bunch/plant/year)	23.97 $\pm$ 0.03	22.28	15.04	45.59
Average bunch weight (kg/bunch)	6.74 $\pm$ 0.01	20.65	12.18	34.79
Bunch components				
Fruit per bunch (%)	70.67 $\pm$ 0.09	4.86	2.53	27.11
Wet mesocarp per fruit (%)	72.14 $\pm$ 0.09	6.39	2.56	16.00
Oil per dry mesocarp (%)	59.96 $\pm$ 0.07	4.74	1.15	4.74
Oil per bunch (%)	19.71 $\pm$ 0.02	16.19	5.08	9.86
Oil yield (kg/plant/year)	31.27 $\pm$ 0.04	33.73	19.42	33.14

PCV = Phenotypic Coefficient of Variation

GCV = Genotypic Coefficient of Variation

 $h^2_{b.s.}$ = broad sense heritability

สรุป

1. ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันคู่ผสมเบอร์ 110, 132 และ 137 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัษฎา อำเภอลองหอยโข่ง และอำเภอรโนด ตามลำดับ

2. ผลผลิตทะลายสดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงกับผลผลิตน้ำมัน 0.934** นอกจากนี้ ยังมีอัตราพันธุกรรมสูงกว่าลักษณะอื่นๆ ($h^2 = 41.07$ %) ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันควรพิจารณาจากผลผลิตทะลายสดเป็นหลักเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ทองนะ, พสุ สุกอราวิวัฒนา, ธีรวิทย์ ตุ่นคำ และอุดม คำชา.

2557. การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 6 สายพันธุ์ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย.

ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 1: 1-6.

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. ภาพรวมของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. ใน: เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. 1-24. สงขลา: นีโอ-พอยท์.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2557. รู้เขารู้เรา. ใน: ปาล์มน้ำมันในอาเซียน. หน้า 16. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนันทน์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2538. ความแปรปรวนในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์. 17: 251-259.
- ธีรภาพ แก้วประดับ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรปาล์มน้ำมันคูรา. ว. เกษตรพระจอมเกล้า. 28: 41-48.
- พรชัย เหลืองอากาศพงศ์. 2523. ปาล์มน้ำมัน. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา. ว. เกษตร. 26: 231-239.
- วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ. 2545. วิธีการวิจัยทางเกษตร. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. 2558. ข้อมูลสถิติอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสงขลา. สงขลา: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The oil palm. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Hartley, C.W.S. 1977. The oil palm. London: Longman.
- Kushairi, A. and Rajanaidu, N. 2000. Breeding population seed production and nursery management. In: Advances in Oil palm Research (eds. Yusof, B., Jalani, B.S., Chan, K. W.) Vol. I, pp. 171-224. Selangor: SMART Print & Stationer.
- Noh, A., Rafii, M.Y., Saleh, G. and Kushairi, A. 2010. Genetic performance of 40 Deli dura x AVROS pisipera full-sib families. Journal of Oil Palm Research 22: 781-795.
- 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.) American-Eurasian Journal of Scientific Research 4: 59-63.
- Okwuagwu, C.O., Okoye, M.N., Okdo, E.C., Ataga, C.D. and Uguru, M.I. 2008. Genetic variability of fresh fruit bunch yield in Deli/dura*tenera breeding populations of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. Tropical of Agriculture 46: 52-57.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill International Book Co., Inc.

SJPS-3PPS-OP-O-M01-170715-005

Table 4 Correlation coefficients among yield, yield components, bunch components and oil yield

Traits	FFB	Yield components		Bunch components				
		BN	ABW	%F/B	%WM/F	%O/DM	%O/B	OY
FFB	-							
BN	0.721	-						
ABW	0.409	-0.326	-					
%F/B	0.653	0.053	0.843*	-				
%WM/F	-0.081	-0.248	0.231	-0.027	-			
%O/DM	0.422	-0.263	0.810**	0.902**	-0.095	-		
%O/B	0.410	-0.071	0.663	0.618	0.754	0.485	-	
OY	0.934**	0.772	0.295	0.535	0.122	0.200	0.482	-

FFB = Fresh Fruit Bunch, BN = Bunch Number, ABW = Average bunch weight, F/B = fruit per bunch, WM/F Wet mesocarp per fruit, O/DM = Oil per dry mesocarp, O/B = Oil per bunch, OY = Oil yield

*** = Correlation is significant at $p < 0.01$, 0.05

เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเตนอราในชั่วรุ่นลูก

Stability of Tenera Oil Palm Progeny

ธวัชชัย มรกต¹ และ อีระ เอกสมทราเมษฐ์¹Marakot, T.¹ and Eksomtramee, T.¹¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112¹ Department of plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90112

บทคัดย่อ

ความเสถียรภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมันคือ ความสามารถในการปรับตัว และการให้ผลผลิตที่ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมันกับสภาพแวดล้อม (GxE interaction) ของผลผลิต วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินความสามารถของลูกผสมปาล์มน้ำมันในการปรับตัวในหลายสภาพแวดล้อม โดยทำการทดสอบลูกผสมปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี จำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ 118 119 130 132 และ 137 กับพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใน 3 อำเภอของจังหวัดสงขลา คือ อำเภอรัตภูมิ อำเภอกลองหอยโข่ง อำเภอรโนด วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาเสถียรภาพผลผลิตปาล์มน้ำมันของแต่ละพันธุ์โดยใช้โมเดล AMMI ด้วย โปรแกรม R พบว่า ลูกผสมที่มีค่าเสถียรภาพสูงในลักษณะผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลายคือ ลูกผสมเบอร์ 130 และ 118 ลูกผสมมีค่าเสถียรภาพสูงในลักษณะน้ำหนัก/ทะลายคือ ลูกผสมเบอร์ 119 และเมื่อพิจารณาพันธุ์ในแต่ละสถานที่ พบว่าแปลงอำเภอรโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย ผลผลิตทะลาย มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ แปลงอำเภอกลองหอยโข่ง ลูกผสมเบอร์ 132 ให้ผลผลิตน้ำหนัก/ทะลายสูงสุด ส่วนลูกผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลายสูงสุด และลูกผสมเบอร์ 137 ให้จำนวนทะลาย และผลผลิตทะลายสูงสุด ในแปลงอำเภอรัตภูมิ

คำสำคัญ: เสถียรภาพ ผลผลิต ปาล์มน้ำมัน

Abstract

The stability of oil palm is its adaption and produce high yield in different environments with low value of genotype x environment interaction. The objective of this study was to evaluate the stability of oil palm progenies in multi-location, Five progenies and one varieties of oil palm (118, 119, 130, 132, 137 and surat thani 2), aged 5 year old, were chosen Songkhla as materials in this study. These progenies were planted in the field at 3 locations: Ranot, Khlong Hoi Khong and Rattaphum districts. Randomized complete design (CRD) with 3 replications was used for the experimental design. Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) was used for stability evaluation of oil palm yield by analyzing with R-program. The results on varietal stability revealed that oil palm progeny number 130 and 118 showed high stability in bunch yield and bunch number. Oil palm progeny number 119 was high stability in single bunch weight. For each location, surat thani 2 could provide bunch number, single bunch weight and bunch yield better than the other progeny at Ranot district. While oil palm progeny number 132 could provide high single bunch weight at Khlong Hoi Khong district. The oil palm progeny number 137 exhibited of high yield in bunch yield and bunch number while oil palm progeny number 137 showed of high bunch number and bunch yield at Rattaphum.

Keywords: stability, yield, oil palm

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกและเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ซึ่งสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่ต่อปีสูงที่สุดในบรรดาพืชน้ำมันทั้งหมด (Corley and Tinker, 2003) และสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเขตร้อนชื้นของโลก ในปัจจุบันพบว่าประเทศที่มีการเพาะปลูกพืชมีเพียง 42 ประเทศ ซึ่งจำนวนประเทศที่เพาะปลูกปาล์ม

น้ำมันทั่วโลกมีจำนวน 10 ประเทศ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย ไนจีเรีย ไทย กินี โกตดิวัวร์ ซาอีร์ โคลัมเบีย และเอกวาดอร์ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011) ที่เหมาะต่อการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 4.5 ล้านไร่ และให้ผลผลิตทั้งประเทศ 10.94 ล้านตัน เฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ 2,424 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมนำมาปลูกคือ พันธุ์เทนอรา (T) ได้จากการผสมระหว่างแม่พันธุ์ ดูรา (D) และพ่อพันธุ์ฟิลิเฟอร์ (P) เนื่องจากให้ผลผลิตสูง โดยจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อประมาณอายุ 3 ปีขึ้นไป และสามารถให้ผลผลิตได้ต่อเนื่องมากกว่า 25 ปีขึ้นไป ปัจจุบันสภาพแวดล้อมมีบทบาทอย่างมากต่อการให้ผลผลิตในพืชปลูก เช่น ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ความแห้งแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก (Corley and Tinker, 2003) ประกอบกับเกษตรกรสวนปาล์มเลือกใช้พันธุ์ไม่เหมาะสม และไม่สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่นั้นได้ จึงส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในแต่ละสภาพแวดล้อมมีการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันออกไป ปัญหาที่เกิดจากอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (GxE interaction) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์พืชควรคัดเลือกลักษณะที่สามารถปรับตัวได้กว้างหรือปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับสถานที่ปลูกนั้น ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่และหลายฤดู (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548) และการประเมินเสถียรภาพเป็นพิจารณาการปรับตัวของพันธุ์ต่อการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม เพื่อนำไปปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตของปาล์มน้ำมันเพิ่มควบคู่ไปกับการเพิ่มเสถียรภาพของผลผลิต จึงได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม หรือมีเสถียรภาพดีในการให้ผลผลิต ซึ่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีต้องผ่านการยืนยันว่าปลูกแล้วให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อระยะเวลาสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลักษณะทางเกษตรที่เหมาะสม (ธีระ และคณะ, 2545) การศึกษารุ่นนี้เพื่อศึกษาการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตลอดจนศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมันกับสภาพแวดล้อมของผลผลิต เพื่อหาพันธุ์ที่มีเสถียรภาพและพันธุ์ที่เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่

อุปกรณ์และวิธีการ

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม 118 119 130 132 และ 137 และพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 (SR 2) โดยมีอายุประมาณ 5 ปี ปาล์มน้ำมันทั้ง 6 พันธุ์ปลูกทดสอบในแปลงทดลองจำนวน 3 แปลงที่มีการควบคุมการดูแลจัดการสวนที่ใกล้เคียงกันในจังหวัดสงขลา ซึ่งได้แก่ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอรโนด และอำเภอรันตภูมิ โดยทุกแปลงการทดลองมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สุ่มผลผลิตมา 4 ซ้ำต่อทรีตเมนต์ต่อพื้นที่ปลูก และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (สถานที่) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis) ซึ่งลักษณะทางการเกษตรที่เก็บข้อมูลประกอบด้วย ผลผลิตหลายสด องค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย และน้ำหนักต่อทะลาย)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1) ทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of error variance) โดยวิธี Bartlett's test (Dixon และ Massey, 1983) เพื่อจัดกลุ่มการทดลองที่มีค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error mean square) ของทั้ง 3 สถานที่ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ หากพบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากัน จึงจะสามารถดำเนินการวิเคราะห์การทดลองทั้ง 3 สถานที่ร่วมกันได้ แต่หากความแปรปรวนไม่เท่ากัน ก็ไม่ควรนำการทดลองทั้ง 3 สถานที่มาวิเคราะห์รวมกัน เพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดสอบที่สำคัญ (ไพศาล, 2547)

ทดสอบค่า Homogeneity ของ error variance โดยวิธีของ Bartlett

$$\begin{aligned} \chi^2 &= M / C \\ \text{เมื่อ } M &= 2.3026[(N - k) \log s_p^2 - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \log s_i^2] \\ C &= 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{N - k} \right] \\ N &= \text{degree of freedom} \\ s_p^2 &= \text{pooled variance} \\ s_i^2 &= \text{variance จากแต่ละสถานที่} \\ k &= \text{จำนวน variance ที่ทดสอบ} \end{aligned}$$

2) วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในทุกสถานที่ โดยการวิเคราะห์ผลรวมของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ พันธุ์ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่ (Fixed effect) ส่วนสถานที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยสุ่ม (Random effect) มีสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งดัดแปลงจาก วัชรินทร์ (2549) ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + G_j + (GL)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

หากการทดสอบค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า F จากตารางที่ระดับ 5% แสดงว่าความแปรปรวนของแต่ละสถานที่ที่ทำการทดลองมีความแตกต่างกัน สามารถนำไปวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์ได้ แต่ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า F ตารางที่ระดับ 5% แสดงว่าไม่มีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงไม่จำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์

3) การประเมินเสถียรภาพของพันธุ์และการปรับตัว เมื่อทดสอบพบความแตกต่างทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี (additive main effects and multiplicative interaction, AMMI) Gauch (1988) ได้แยกอิทธิพลหลักที่เกิดจากพันธุ์และสภาพแวดล้อม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ส่วนอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมที่เป็นอิทธิพลแบบผลคูณได้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก มีรูปแบบโมเดลเป็นดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + G_i + L_i + \sum_{n=1}^N \lambda_n \alpha_{in} \delta_{jn} + \theta_{ij}$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance)

จากตารางที่ 1 ทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน พบว่าทุกลักษณะมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า 0.05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานที่ว่า ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในทุกสถานที่ของทุกลักษณะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นทุกลักษณะสามารถนำไปวิเคราะห์ผลรวมได้

Table 1 Homogeneity of error variance test

Bartlett's test	Homogeneity of error variance
Number of Bunch	0.33
Single Bunch Weight	4.39
Yield	5.93

2. การวิเคราะห์ผลรวม การวิเคราะห์ความเสถียร การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และแผนภาพสองทิศทาง แยกลักษณะดังนี้ จำนวนทะลาย (Number of Bunch)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าค่า สภาพแวดล้อมไม่มีอิทธิพลทำให้จำนวนทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนพันธุ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลทำให้จำนวนทะลายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G×E interaction) ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 4.5 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง (Figure 1 และ 2)

Table 2 Analysis of additive main effects and multiplicative interaction of number of bunch

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	5	923.65	184.73**
Location (L)	2	78.04	39.02 ^{ns}
G × L	10	523.96	52.39*
PCA1	6	500	83.36**
(% from G × L SS)		95.5%	
PCA2	4	23.79	5.95 ^{ns}
(% from G × L SS)		4.5%	
error	30	562.56	18.75
total	47	2088.21	

^{ns} Non significant difference, *,** Significant P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01 respectively,

PCA Principal Component Analysis

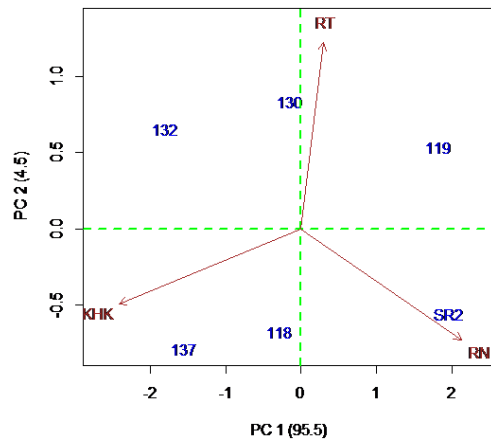


Figure 1 Biplot graph between number of bunch and PCA 1 score

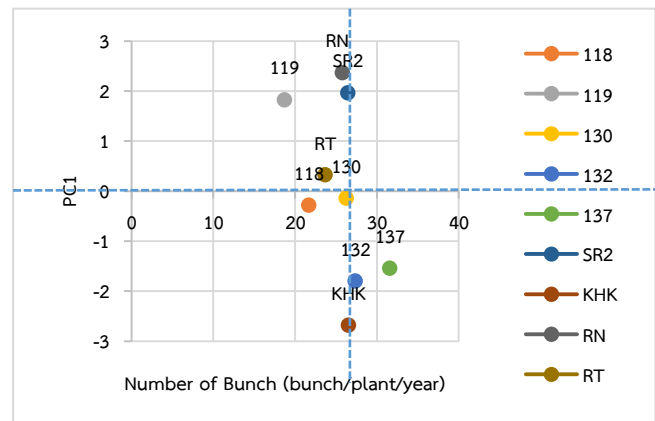


Figure 2 Biplot graph between PCA 1 score and PCA 2 score of number of bunch

เนื่องจากจำนวนทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่ต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนทะลายระหว่างสถานที่ส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมันได้ (Table 3)

เมื่อพิจารณา Table 3 ร่วมกับ Figure 1 และ 2 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

1) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ดีในพื้นที่นั้น โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งห่างจากศูนย์ พบว่า ลูกผสมเบอร์ 137 ให้จำนวนทะลายในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 37.33 ทะลาย/ต้น/ปี ส่วนแปลงในอำเภอรอนด พพบว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 32 ทะลาย/ต้น/ปี และแปลงในอำเภอรันตภูมิพบว่าลูกผสมเบอร์ 137 ให้จำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 28.33 ทะลาย/ต้น/ปี

2) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆ สภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้จำนวนทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 130 มีความเสถียรของพันธุ์สูงสุด

Table 3 Average oil palm for each cross in each location, average Number of Bunch, variety PCA 1 score and variety PCA 2 score

Cross ¹	Number of Bunch (bunch/plant/year)				Score ²	
	RN ³	KHK ³	RT ³	Mean ⁴	PCA 1	PCA 2
118	22.00	24.00bc	19.00	21.67bc	-0.29	-0.68
119	23.00	14.67c	18.33	18.67c	1.82	0.54
130	25.67	27.33abc	25.67	26.22ab	-0.14	0.84
132	23.00	33.00ab	26.00	27.33a	-1.80	0.66
137	29.00	37.33a	28.33	31.56a	1.55	-0.79
SR2	32.00	22.67bc	24.67	26.44ab	1.96	-0.56
Mean ⁵	25.78	26.50	23.67	23.32		
PCA 1	2.37	-2.69	0.32			
PCA 2	-0.81	-0.55	1.36			

Cross¹ a hybrid palm oil

Score² The essential element, Principal Component Analysis (PCA1), Principal Component Analysis (PCA 2)

Location³ Locations used in the experiment, Ranot (RN), Khlong Hoi Khong (KHK), Rattaphum (RT), If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

Mean⁴ average Number of Bunch

Mean⁵ average Number of Bunch for each cross in each location, If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

น้ำหนัก/ทะลาย (Single Bunch Weight)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Table 4) พบว่าค่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสภาพแวดล้อม มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G×E interaction) ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 52.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 47.1 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง (Figure 3; Figure 4)

เนื่องจากพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลทำให้น้ำหนัก/ทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายมาเปรียบเทียบภายในแต่ละปัจจัยได้ (Table 5)

เมื่อพิจารณา Table 5 ร่วมกับ Figure 3 และ 4 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

1) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ดีในพื้นที่นั้น โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งห่างจากศูนย์ โดยพบว่า ลูกผสมเบอร์ 132 ให้น้ำหนัก/ทะลายในแปลงอำเภอลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 8.8 กิโลกรัม/ทะลาย ส่วนแปลงในอำเภอรอนดง พบว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้น้ำหนัก/ทะลายสูงสุดถึง 8.2 กิโลกรัม/ทะลาย และแปลงในอำเภอรันตภูมิพบว่าลูกผสมเบอร์ 119 ให้น้ำหนัก/ทะลายสูงสุดเท่ากับ 10.5 กิโลกรัม/ทะลาย

2) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆ สภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้น้ำหนัก/ทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 119 มีความเสถียรของพันธุ์สูงสุด

Table 4 Analysis of additive main effects and multiplicative interaction of Single Bunch Weight

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	5	55.28	11.06**
Location (L)	2	112.97	56.49**
G x L	10	64.54	6.45**
PCA1	6	34	5.69**
(% from G x L SS)		52.9%	
PCA2	4	30.41	7.6**
(% from G x L SS)		47.1%	
error	30	12.96	0.43
total	47	245.75	

** Significant $P \leq 0.01$ respectively

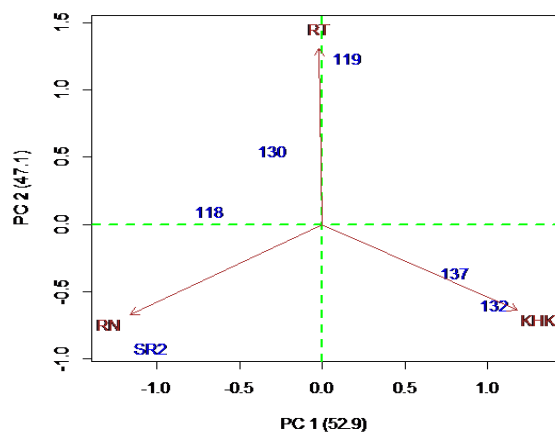


Figure 3 Biplot graph between Single Bunch Weight and PCA 1 score

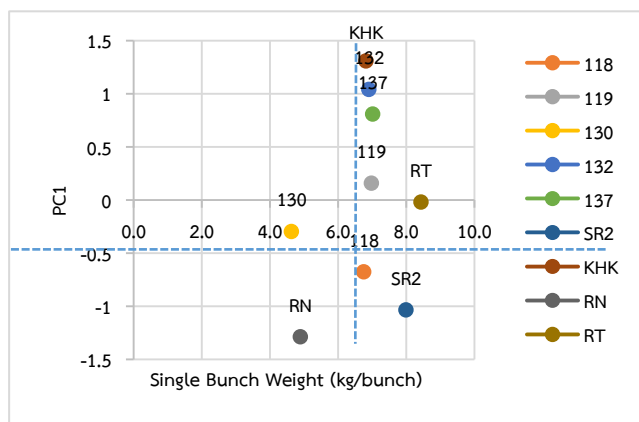


Figure 4 Biplot graph between PCA 1 score and PCA 2 score of Single Bunch Weight

Table 5 Average oil palm for each cross in each location, average Single Bunch Weight, variety PCA 1 score and variety PCA 2 score

Cross ¹	Single Bunch Weight (kg/bunch)				Score ²	
	RN ³	KHK ³	RT ³	Mean ⁴	PCA 1	PCA 2
118	5.7b	5.9c	8.6b	6.76b	-0.68	0.10
119	4.0bc	6.4c	10.5a	6.98b	0.16	1.24
130	2.8c	4.0d	7.2b	4.64c	-0.30	0.55
132	4.2bc	8.8a	7.7b	6.91b	1.04	-0.60
137	4.4bc	8.4a	8.2ab	7.00b	0.81	-0.36
SR2	8.2a	7.4a	8.4ab	8.00a	-1.03	-0.92
Mean ⁵	4.90c	6.82b	8.44a	6.72		
PCA 1	-1.29	1.31	-0.02			
PCA 2	-0.75	-0.71	1.46			

Note Cross¹ a hybrid palm oil

Score² The essential element, Principal Component Analysis (PCA1), Principal Component Analysis (PCA 2)

Location³ Locations used in the experiment, Ranot (RN), Khlong Hoi Khong (KHK), Rattaphum (RT), If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

Mean⁴ average Single Bunch Weight

Mean⁵ average Single Bunch Weight for each cross in each location, If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

ผลผลิตทะลาย (Bunch Yield)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน Table 6 พบว่าค่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ทำให้ผลผลิตทะลายมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (GxE interaction) ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 85.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 14.9 เปอร์เซ็นต์ Table 6 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง Figure 5 และ 6

Table 6 Analysis of additive main effects and multiplicative interaction of Bunch Yield

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	5	88450	17690.1**
Location (L)	2	42271	21135.7**
G x L	10	115189	11518.9**
PCA1	6	98009	16334.8**
(% from G x L SS)		85.1%	
PCA2	4	17180.01	4295*
(% from G x L SS)		14.9%	
error	30	34203	1140.1
total	47	280113	

*, ** Significant $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$ respectively

เนื่องจากพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลทำให้น้ำหนัก/ทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายมาเปรียบเทียบภายในแต่ละปัจจัยได้ Table 7

เมื่อพิจารณา Table 7 ร่วมกับ Figure 5 และ 6 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

1) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ดีในพื้นที่นั้น สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งห่างจากศูนย์ พบว่า ลูกผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตทะลายในแปลงอำเภอลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 313 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนแปลงในอำเภอรอนด พบว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุดถึง 257.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี และแปลงในอำเภอรัตภูมิพบว่าลูกผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุดเท่ากับ 214.5 กิโลกรัม/ต้น/ปี

2) กลุ่มของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้ผลผลิตทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 130 มีความเสถียรของพันธุ์สูงสุด

Table 7 Average oil palm for each cross in each location, average S Bunch Yield, variety PCA 1 score and variety PCA 2 score

Cross ¹	Bunch Yield (kg/plant/year)				Score ²	
	RN ³	KHK ³	RT ³	Mean ⁴	PCA 1	PCA 2
118	126.20b	140.40b	181.30	149.30bc	-2.37	0.58
119	94.40b	93.87b	191.30	126.50c	-3.78	4.83
130	72.17b	107.80b	163.10	114.30c	-1.61	3.27
132	95.27b	290.40a	186.20	190.60ab	7.64	-1.20
137	127.50b	313.00a	214.50	218.40a	7.13	-1.29
SR2	257.6a	167.70b	207.00	210.80a	-7.00	-6.18
Mean ⁵	128.86c	185.54b	190.57a	168.32		
PCA 1	-8.08	10.48	-2.40			
PCA 2	-4.81	-2.12	6.93			

Note Cross¹ a hybrid palm oil

Score² The essential element, Principal Component Analysis (PCA1), Principal Component Analysis (PCA 2)

Location³ Locations used in the experiment, Ranot (RN), Khlong Hoi Khong (KHK), Rattaphum (RT), If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

Mean⁴ average Bunch Yield

Mean⁵ average Bunch Yield for each cross in each location, If a different font show that Significant $P \leq 0.05$ and The same letter shows that Non significant difference $P \leq 0.05$ by DMRT

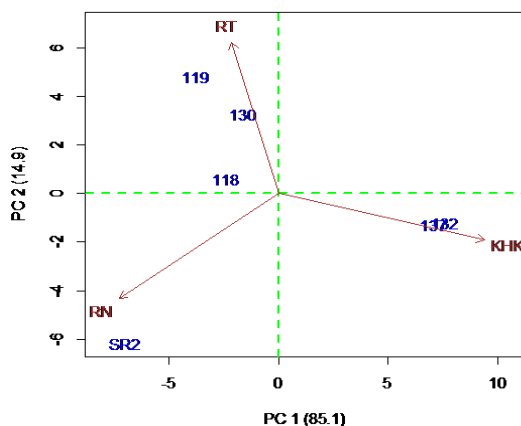


Figure 5 Biplot graph between Bunch Yield and PCA 1 score

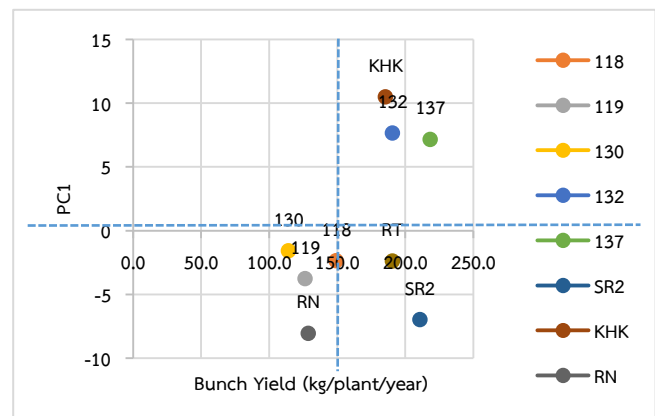


Figure 6 Biplot graph between PCA 1 score and PCA 2 score of Bunch Yield

สรุปผล

อิทธิพลของพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ทำให้ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลาย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการการวิเคราะห์เสถียรภาพของสายพันธุ์พบว่า ทั้งสามลักษณะสามารถนำมาวิเคราะห์เสถียรภาพได้ และสามารถแบ่งลูกผสมออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่สามารถปรับตัวได้อย่างเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 132 และ 137 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอคลองหอยโข่งมากที่สุด ลูกผสมเบอร์ 137 เหมาะที่จะปลูกที่อำเภอรัตภูมิมากที่สุด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอร่อนนคมมากที่สุด สำหรับลูกผสมที่มีความเสถียรซึ่งสามารถปรับตัวได้กว้าง และให้ผลผลิตที่คงที่ในหลายๆสถานที่คือลูกผสมเบอร์ 118 และ 130

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรมนิยม, ประกิจ ทองคำ และชัยรัตน์ นิลนนท์. 2545. ผลของการปลูกปาล์มน้ำมันที่เก็บเมล็ดจากโคนต้น (พันธุ์ปลอม): ความเสียหายต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 3: 2-5.
- พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. พันธุ์ศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครปฐม: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2547. สถิติ แผนการทดลองและการวิเคราะห์. นครราชสีมา: สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ. 2549. วิธีการวิจัยทางการเกษตร. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. ฐานข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. เข้าถึงได้จาก: <http://www.oae.go.th>. [เข้าถึงเมื่อ 16 สิงหาคม 2559]
- Corley, R. H. V. and P. B. Tinker. 2003. The Oil Palm. Oxford: Blackwell Publishing Company.
- Dixon, W.J. and F.J. Massey, 1983. Introduction to statistical analysis. Tokyo: Kasado Printing Company Limited.
- FAO. 2011. Statistical data base of FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Available from: <http://www.fao.org> (accessed on 2 July 2013).
- Gauch, H.G. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Amsterdam: Elsevier..

Biplot Analysis of Agronomic and Yield Trait Relations in Tenera Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Niranee Bueraheng¹, Sitthipong Promma¹ and Theera Eksomtramage^{1*}

¹ Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla
University,
Hat Yai, Songkhla 90112,

*** Corresponding author, Email address: theera.e@psu.ac.th**

Abstract

This research to evaluate crosses based on multiple traits and to observe trait interrelationships in tenera oil palm. Eleven oil palm progenies were tested at Klong Hoi Khong research station, Songkhla province, Thailand. Numerous agronomic traits, yield and yield components were recorded. The genotype by trait (GT) biplot, correlation coefficient and path coefficient were applied in multiple trait data. GT biplot graphically displayed the interrelationships among traits and facilitated visual comparison of each progenies for selection. Cross 132 and 135 were the best for bunch yield and agronomic traits respectively, whereas c119 was the poorest genotype. The useful agronomic traits correlated with yield and yield component were frond production and leaflet width, while the leaflet number proved to be an important trait as far as the average bunch weight was concerned. These traits would help to make the evaluation in the young oil palm possible.

Keywords: Agronomic trait, GT biplot, Oil palm, Trait relationship, Yield and yield components,

1. Introduction

Oil palm is a valuable crop which provides the highest oil yield compared with other oil crops. Palm oil extract is useful in many ways including alternative energy or biodiesel production (Yusof, 2007). In Thailand, the planting areas in 2010 were 0.65 million hectares, most of them were planted in the south. Average yield was 14.50 tha⁻¹ and 1.6 million ton of crude palm oil production. In 2017, the demand of crude palm oil for consumption and other uses is estimated to increase up to 3.2 million ton (Eksomtramage, 2011). Therefore, suitable oil palm varieties with a high oil yield are required for the enlargement of planting areas.

An important process for oil palm breeding is the performance testing of tenera derived from crossing between dura and pisifera parents. In numerous breeding programs, multi - environment trials (MET) and multiple traits have been involved to evaluate and identify the superior varieties. Oil palms are perennial crops which start to bear bunch yield at three years after field planting. For the early years, agronomic and vegetative trait evaluations are highly important. In addition, the beneficial relations of agronomic and yield traits are also restricted.

Effective interpretation and utilization of the MET data is very significant at all stages of plant breeding, including selection based on traits (Rubio et al., 2004). A genotype main effect plus genotype by environment (GGE) biplot methodology was developed for graphical analysis of MET data (Yan et al. 2000). The GGE refers to the genotype main effect (G) plus genotype by environment interactions (GE), which are two relevant sources of variation to genotype evaluation (Jenni and Yan, 2009). The

GGE biplot, constructed by plotting the first two principle components (PC1 and PC2) derived from singular value decomposition (SVD) of environment – centered data, is a plot that simultaneously displays both effects of genotype and genotype by environment interaction. The concept of GGE is the same as the linear-bilinear or the site regression models (SREG) and is applied for an interpretation of crossover GE interaction (Crossa et al., 2002). However this technique can be equally used for all types of two-way data that assume as a row x column structure. The genotypes can be generalized as rows and the multiple traits as columns. This application is also named the GT biplot (Yan and Rajcan, 2002), which allows for visualization of relationships among traits and the trait profiles of each genotypes (Yan et al., 2007).

The objectives of this study were to describe genotype evaluation on the basis of multiple traits and to study relationships among agronomic and yield traits in tenera oil palm using GT biplot technique.

2. Materials and Methods

2.1 Plant materials and data observations:

Eleven tenera oil palm crosses (c58, c77, c90, c110, c113, c118, c119, c130, c132, c135 and c137) were tested in the experiment and were derived from an oil palm breeding program of faculty of Natural Resource, Prince of Songkla University, Thailand. Their parents were selected from F2 population, which was collected from the southern part of Thailand (Eksomtramage et al., 2009). The experiment was conducted at Klong Hoi Khong research station, Songkhla province. A completely randomized design (CRD) with four replications per treatment (1 tree/replicate) was used to determine their trait relationships during 2011 to 2012. Growth and agronomic trait measurements proposed by Corley and Thinker (2003), i.e., height, stem radius, frond

production, rachis length, petiole cross section, leaf area, width, length and number of leaflets were observed every year after transplanting, but only the third year data were applied to assess simultaneously with yield (fresh fruit bunch) and yield component (bunch number and average bunch weight) trait data.

2.2 Statistical analysis:

All trait data collected were arranged as row x column structure prior to the application of the GT biplot method (Yan and Rajcan, 2002) to display the genotype by trait two-way data in a biplot. It is based on the following formula:

$$\frac{(T_{ij} - \beta_j)}{S_j} = \sum_{n=1}^2 \lambda_n \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij} = \sum_{n=1}^2 \xi_{in}^* \eta_{jn}^* + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

where T_{ij} is the mean value of genotype i for trait j , β_j is the mean value of all genotypes for trait j , S_j is the standard deviation of trait j among genotype means, λ_n is the singular value for principal component n (PC n), ξ_{in} and η_{jn} are scores for genotype i and trait j on PC n , respectively, and ε_{ij} is the residual associated with genotype i in trait j . To achieve trait-focused scaling between genotype scores and the trait scores the singular value λ_n has to be absorbed by the singular vector for genotypes ξ_{in} and that for traits η_{jn} . That is, $\xi_{in}^* = \lambda_n^{0.5} \xi_{in}$ and $\eta_{jn}^* = \lambda_n^{0.5} \eta_{jn}$. Because different traits use different units, for equation (1), the standardized data are necessary. Only PC1 and PC2 are retained in the model because such a model tends to be the best for extracting pattern and rejecting noise from the data. The GT biplot is constructed by plotting ξ_{i1}^* and ξ_{i2}^* against η_{j1}^* and η_{j2}^* . Correlation coefficients were worked out to pairwise comparison of all studied traits and the path coefficient analysis among yield and yield components were subsequently computed (Singh and Chaudhary, 1979). All analyses in this experiment were conducted using computer software.

3. Results

Homogeneity of variance tests indicated homogeneous error variance for each trait in the year and allowed for a combined analysis across year. Combined analysis of variance due to genotypes, year are significant ($P < 0.05, 0.01$) for all the traits observed except average bunch weight (ABW). The ($G \times Y$) interactions were significant ($P < 0.05, 0.01$) for leaflet number (LN), petiole cross section area (PCS), leaflet width (LW), leaf area (LA), frond production (FP), and fresh fruit bunch (FFB). A non significant

$G \times Y$ interaction of mean squares were estimated for rachis length (RL), leaflet length (LL), height (HT), stem radius (SR), bunch number (BN) and average bunch weight (ABW) (Table 1).

3.1 Oil palm cross comparisons

Figure 1 shows a polygon view of GT biplot application constructed by drawing a polygon on crosses that were furthest from the biplot origin (0, 0). These vertex crosses are referred as either the best or worst performance in one or more traits. Perpendicular lines to each side of the polygon are drawn, starting from biplot origin. They are equality lines between adjacent crosses on the polygon to facilitate visual comparison of test crosses (Yan and Tinker, 2006). According to above information, c132 was an outstanding cross when yield traits (fresh fruit bunch and bunch number) were considered. On the other hand, most of agronomic traits (height, stem radius, frond production, rachis length, petiole cross section, leaf area, leaflet length) located in a sector where c135 is represented by the vertex cross, indicated that c135 provided the highest value for those traits while, c119 was the poorest in both yield and agronomic traits.

3.2 Oil palm trait relationships

The GT biplot with vector view (Figure 2), based on Eq. (1), explained 78.40% of the total variation. A vector is drawn from the biplot origin to each marker of the traits to facilitate visualization of the relationships between and among traits, thus the correlation coefficient between any two traits can be approximated by cosine of the angle between their vectors. For example, two traits are positively correlated if their angle vector is $<90^\circ$, negatively correlated if the angle is $>90^\circ$ and independent if the angle is 90° . Further, traits with longer vectors are more responsive to the crosses and vice versa (Rubio et al., 2004; Yan and Rajcan, 2002).

The following can be found from Figure 2 All agronomic traits observed in oil palm were completely and positively correlated to each other, especially leaf area (LA), height (HT) and petiole cross section (PCS), as indicated by extremely acute angles. Nevertheless, no association among leaflet number (LN) and leaflet width (LW) was observed. As for the relationship between agronomic and yield traits, the most prominent relations noticed from acute angle from GT biplot revealed that leaflet width (LW) and frond production (FP) were highly positively correlated with fresh fruit bunch (FFB) and bunch number (BN), while only leaflet number (LN) was positively associated with average bunch weight (ABW). Therefore, ABW had a negative relation with the BN but independence in relation to FFB. The whole relationships derived from GT biplot were constant by correlation coefficient analysis (Table 2). The yield components (BN and ABW) were subsequently calculated to evaluate the direct and indirect effects to FFB by path coefficient analysis (Table 3). It is clear that both of them had strong positive direct effects to FFB (0.889 and 0.438 respectively) but, showed slightly negative indirect effects to each other (-0.009 and -0.018)

4. Discussion

The vertex crosses derived from the GT biplot information based on multiple traits were c132 and c135. It was indicated that both crosses had the best performance in the experiment. However, for the advantages in oil palm breeding, these crosses were mainly different. c132 provided the finest performance for yield, i.e., fresh fruit bunch and bunch number, while c135 was the best in terms of agronomic or vegetative traits (Figure 1 and Figure 2). These results indicated that most dry matter production of these crosses was used in different pathways (vegetative growth for c135 and yield for c132). The palm selected for high vegetative growth had little improvement in yield (Coley et al., 1971). Therefore, for the benefit of oil palm cultivation, only c132 was selected.

Fresh fruit bunch yield (FFB) is a complex trait that can be determined by its components. From both results of the GT biplot and correlation coefficient table, bunch number (BN) was the first relevant trait that has a higher influenced to FFB than the average bunch weight (ABW). Therefore, the palm that produced minimum number of bunch is likely to produce minimum FFB (Okoye and Okwuagwu, 2008; Okoye et al, 2008; Okoye et al, 2011). However, two yield components were negatively associated so the selection of crosses that had a high bunch number would ineritably reduce the size of the bunch (Okwuagwu and Tai, 1995). These relationships were in accordance with various experiments in genetic materials of Nigeria and Malaysia populations (Okoye et al., 2007; Kushairi et al., 1999). When considering from path coefficient analysis, the BN also showed a stronger direct correlation to FFB than ABW (Table 2), hence the agronomic traits that were positively correlated with BN were absolutely important. Although, all agronomic traits studied had a positive correlation, only frond production (FP) and leaflet width (LW) were considered as beneficial agronomic traits because they revealed a strong correlation to BN. These relationships were in

1 accordance with a short-stem genetic material of oil palm in Nigeria (Oboh and
2 Fakorede, 1990). These traits would facilitate the possibility of evaluation in the young
3 oil palm. However, oil palm is a perennial crop with an eight - to ten – year breeding
4 cycle (Musa et al., 2004), consecutive data from several years of agronomic and yield
5 traits must be collected for confirming the results.

6 The partly different information between GT biplot and correlation coefficients
7 in this experiment occurred because the GT biplot graphically describes the
8 relationships among all traits based on the overall pattern of data, whereas simple
9 correlation coefficients only describe the interrelationship between two traits (Yan and
10 Rajcan, 2002). The GT biplot application is an effectively statistical tool for visualizing
11 and making an interpretative comparison of crosses on the basis of multiple traits.
12 Interrelationships among oil palm traits are clearly more informative than another
13 conventional method such as correlation table (Dehghani et al., 2008).

14 15 **5. Conclusions**

16 The best performance cross in terms of yield production was c132, while c135
17 was outstanding in vegetative growth when agronomic traits were considered and c119
18 was the poorest cross for both bunch yield and agronomic traits. The advantageous
19 agronomic traits which strongly correlated to yield and yield component were frond
20 production (FP) and leaflet width (LW). Furthermore, the leaflet number (LN) was a
21 relevant trait as far as average bunch weight (ABW) is concerned. The GT biplot is a
22 useful statistical tool for visualizing comparison crosses on the basis of multiple traits
23 and revealing more information of interrelationships among tenera oil palm traits.

Acknowledgments

We are grateful to the Thailand Research Fund (TRF), the Graduate School and Oil Palm Research and Development Center, Prince of Songkla University for supporting the scholarship of this research. Equipment and facilities were provided by Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University and Office of the Higher Education Commission (CHE).

References

- Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tang, Y. 1971. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) I. Estimation of growth parameters and application in breeding. *Euphytica*. 20, 307-315.
- Coley, R.H.V., and Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*, 4th Ed. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Crossa, J., Cornelius, P.L. and Yan, W. 2002. Biplots of linear-bilinear models for studying crossover genotype by environment interaction. *Crop Science*. 42, 619-633.
- Dehghani, H., Omid, H and Sabaghnia, N. 2008. Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. *Agronomy Journal*. 100, 1443-1449.
- Eksomtrame, T., Songsri, N., Sriprasom, N., Chotewattanasak, A., Kaewpradub, T., Nilnond, C., Sopanodol, P., Juntaraniyom, T. and Tongkum, P. 2009. Final report of oil palm breeding for high oil yielding project, Phase 1. Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand.
- Eksomtrame, T., 2011. *Oil Palm Breeding*. O.S. Printing House Co Ltd., Bangkok, Thailand.

- 1 Jenni, S. and Yan, W. 2009. Genotype by environment interactions of heat stress
2 disorder resistance in crisphead lettuce. *Plant Breeding*. 128, 374-380.
- 3 Kushairi, A., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Zakri, A.H. 1999. Agronomic performance
4 and genetic variability of dura x pisifera progenies. *Journal of Oil Palm Research*.
5 11, 1-24.
- 6 Musa, B.B., Saleh, G.B. and Loong, S.G. 2004. Genetic variability and broad-Sense
7 heritability in two Deli-Avros DxP breeding populations of the oil palm (*Elaeis*
8 *guineensis* Jacq.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 36, 13-22.
- 9 Oboh, B.O., and Fakorede, M.A.B. 1990. Interrelations among vegetative, yield and
10 bunch quality traits in short-stem oil palm progenies. *Euphytica*. 46, 7-14.
- 11 Okoye M.N. and Okwuagwu, C.O. 2008. Variability of bunch yield among the DxT
12 interpopulation progenies of the NIFOR second cycle oil palm (*Elaeis guineensis*
13 Jacq.) breeding programme. *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*.
14 3, 38-45.
- 15 Okoye, M. N., Okwuagwu, C. O., Uguru, M. I., Ataga, C. D. and Okolo, E. C. 2007.
16 Genotype by traits relation of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) based
17 on GT biplot. *Proceedings of the 8th African Crop Science Society Conference*, El-
18 Minia, Egypt, October 27-31, 2007, 723-728.
- 19 Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 2008. Genotype and genotype by
20 environment (GGE) biplot analysis of fresh fruit bunch yield and yield components
21 of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Journal of Applied Biosciences*. 8: 288-303.
- 22 Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O., Uguru, M.I., Ataga, C.D. and Baiyeri, K.P. 2011.
23 Modelling fresh fruit bunch yield stability in oil palm using different stability
24 statistics. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 5: 379-387.

- 1 Okwuagwu, C.O. and Tai, G.C.C. 1995. Estimate of variance components and
- 2 heritability of bunch yield and yield components in the oil palm (*Elaeis guineensis*
- 3 Jacq.). Plant Breeding. 114, 463-465.
- 4 Rubio, J., Cubero, J.I., Martin, L.M., Suso, M.J. and Flores, F. 2004. Biplot analysis of
- 5 trait relations of white lupin in Spain. Euphytica 135, 217-224.
- 6 Singh, R.K. and S.D. Chaudhary. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic
- 7 Analysis. 2nd Ed. Kalyani Publishers. New Delhi, India.
- 8 Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. and Szlavnick, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-
- 9 environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science. 40, 597-605.
- 10 Yan, W. and Rajcan, I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean
- 11 in Ontario. Crop Science. 42, 11-20.
- 12 Yan, W. and Tinker, T. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: principle
- 13 and applications. Canadian Journal of Plant Science. 86, 623-645.
- 14 Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S. and Cornelius, P.L. 2007. GGE biplot vs.
- 15 AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Science. 47, 643-655.
- 16 Yusof, B., 2007. Palm oil production through sustainable plantations. European Journal
- 17 of Lipid Science and Technology. 109, 289-295.

1

2 Table 1. Combined analysis of variance for agronomic and yield traits in tenera oil palm showing only the degrees of freedom and mean square values.

Sources of variation	df	RL ⁺	LN	PCS	LW	LL	LA	HT	SR	FP	BN	ABW	FFB
Genotypes (G)	10	329043.00 ^{**}	1452.20 ^{**}	41.25 ^{**}	0.480 ^{**}	6138.59 ^{**}	1.336 ^{**}	52398.20 ^{**}	514.302 ^{**}	11.077 ^{**}	1106.18 ^{**}	0.001 ^{ns}	9328.01 ^{**}
Year (Y)	1	7416.00 ^{**}	63921.20 ^{**}	9863.15 ^{**}	25.207 ^{**}	133.67 ^{**}	67.387 ^{**}	3113.40 [*]	16.623 ^{**}	7.617 ^{**}	240.56 ^{**}	4.572 ^{**}	2112.06 ^{**}
G×Y	10	956.00 ^{ns}	558.80 [*]	29.13 ^{**}	0.135 ^{**}	8.80 ^{ns}	0.585 ^{**}	154.80 ^{ns}	0.275 ^{ns}	1.871 ^{ns}	23.88 ^{**}	0.559 ^{ns}	564.53 ^{**}
Error	66	1137.00	216.70	1.06	0.004	17.20	0.005	322.60	4.569	1.409	5.23	0.341	155.17

3

4 ns: not significant, *, **: significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

5 ⁺ RL: Rachis length, LN: Leaflet number, PCS: Petiole cross section area, LW: Leaflet width, LL: Leaflet length, LA: Leaf area, HT: Height, SR: Stem

6 radius, FP: Frond production, BN: Bunch number, ABW: Average bunch weight, FFB: fresh fruit bunch.

7

8

9

10

11 Table 2. Correlation coefficients of agronomic and yield traits in tenera oil palm

Traits ⁺	RL	LN	PCS	LW	LL	LA	HT	SR	FP	BN	ABW	FFB
RL	1											
LN	0.642*	1										
PCS	0.29	0.689*	1									
LW	0.640*	0.363	0.425	1								
LL	0.788**	0.653*	0.614*	0.778**	1							
LA	0.819**	0.769**	0.621*	0.831**	0.954**	1						
HT	0.872**	0.753**	0.565*	0.568*	0.833**	0.827**	1					
SR	0.756**	0.871**	0.564*	0.518	0.840**	0.872**	0.827**	1				
FP	0.557	0.632*	0.770**	0.498	0.676*	0.663*	0.718*	0.641*	1			
BN	0.378	0.101	0.461	0.519	0.551	0.434	0.543	0.195	0.653*	1		
ABW	0.535	0.745**	0.351	0.153	0.242	0.408	0.656*	0.56	0.42	-0.018	1	
FFB	0.640*	0.414	0.535	0.599*	0.639*	0.616*	0.795**	0.462	0.787**	0.883**	0.416	1

12

13 *, **: significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

14 ⁺ RL: Rachis length, LN: Leaflet number, PCS: Petiole cross section area, LW: Leaflet width, LL: Leaflet length, LA: Leaf area, HT: Height, SR: Stem

15 radius, FP: Frond production, BN: Bunch number, ABW: Average bunch weight, FFB: fresh fruit bunch.

Table 3. Path coefficient analysis for yield components (BN and ABW) to yield (FFB) in tenera oil palm

Partway		
BN vs. FFB		
direct effect	=	0.889*
indirect effect via ABW	=	-0.009
correlation	=	0.880**
ABW vs. FFB		
direct effect	=	0.438*
indirect effect via BN	=	-0.018
correlation	=	0.420
Residual	=	0.180

*, ** Significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

1

2 Table 1. Combined analysis of variance for agronomic and yield traits in tenera oil palm showing only the degrees of freedom and mean square values.

Sources of variation	df	RL ⁺	LN	PCS	LW	LL	LA	HT	SR	FP	BN	ABW	FFB
Genotypes (G)	10	329043.00 ^{**}	1452.20 ^{**}	41.25 ^{**}	0.480 ^{**}	6138.59 ^{**}	1.336 ^{**}	52398.20 ^{**}	514.302 ^{**}	11.077 ^{**}	1106.18 ^{**}	0.001 ^{ns}	9328.01 ^{**}
Year (Y)	1	7416.00 ^{**}	63921.20 ^{**}	9863.15 ^{**}	25.207 ^{**}	133.67 ^{**}	67.387 ^{**}	3113.40 [*]	16.623 ^{**}	7.617 ^{**}	240.56 ^{**}	4.572 ^{**}	2112.06 ^{**}
G×Y	10	956.00 ^{ns}	558.80 [*]	29.13 ^{**}	0.135 ^{**}	8.80 ^{ns}	0.585 ^{**}	154.80 ^{ns}	0.275 ^{ns}	1.871 ^{ns}	23.88 ^{**}	0.559 ^{ns}	564.53 ^{**}
Error	66	1137.00	216.70	1.06	0.004	17.20	0.005	322.60	4.569	1.409	5.23	0.341	155.17

3

4 ns: not significant, *, **: significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

5 ⁺ RL: Rachis length, LN: Leaflet number, PCS: Petiole cross section area, LW: Leaflet width, LL: Leaflet length, LA: Leaf area, HT: Height, SR: Stem

6 radius, FP: Frond production, BN: Bunch number, ABW: Average bunch weight, FFB: fresh fruit bunch.

7

8

9

10

11 Table 2. Correlation coefficients of agronomic and yield traits in tenera oil palm

Traits ⁺	RL	LN	PCS	LW	LL	LA	HT	SR	FP	BN	ABW	FFB
RL	1											
LN	0.642*	1										
PCS	0.29	0.689*	1									
LW	0.640*	0.363	0.425	1								
LL	0.788**	0.653*	0.614*	0.778**	1							
LA	0.819**	0.769**	0.621*	0.831**	0.954**	1						
HT	0.872**	0.753**	0.565*	0.568*	0.833**	0.827**	1					
SR	0.756**	0.871**	0.564*	0.518	0.840**	0.872**	0.827**	1				
FP	0.557	0.632*	0.770**	0.498	0.676*	0.663*	0.718*	0.641*	1			
BN	0.378	0.101	0.461	0.519	0.551	0.434	0.543	0.195	0.653*	1		
ABW	0.535	0.745**	0.351	0.153	0.242	0.408	0.656*	0.56	0.42	-0.018	1	
FFB	0.640*	0.414	0.535	0.599*	0.639*	0.616*	0.795**	0.462	0.787**	0.883**	0.416	1

12

13 *, **: significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

14 ⁺ RL: Rachis length, LN: Leaflet number, PCS: Petiole cross section area, LW: Leaflet width, LL: Leaflet length, LA: Leaf area, HT: Height, SR: Stem

15 radius, FP: Frond production, BN: Bunch number, ABW: Average bunch weight, FFB: fresh fruit bunch.

Table 3. Path coefficient analysis for yield components (BN and ABW) to yield (FFB) in tenera oil palm

Partway		
BN vs. FFB		
direct effect	=	0.889*
indirect effect via ABW	=	-0.009
correlation	=	0.880**
ABW vs. FFB		
direct effect	=	0.438*
indirect effect via BN	=	-0.018
correlation	=	0.420
Residual	=	0.180

*, ** Significant difference at p<0.05, 0.01 level, respectively.

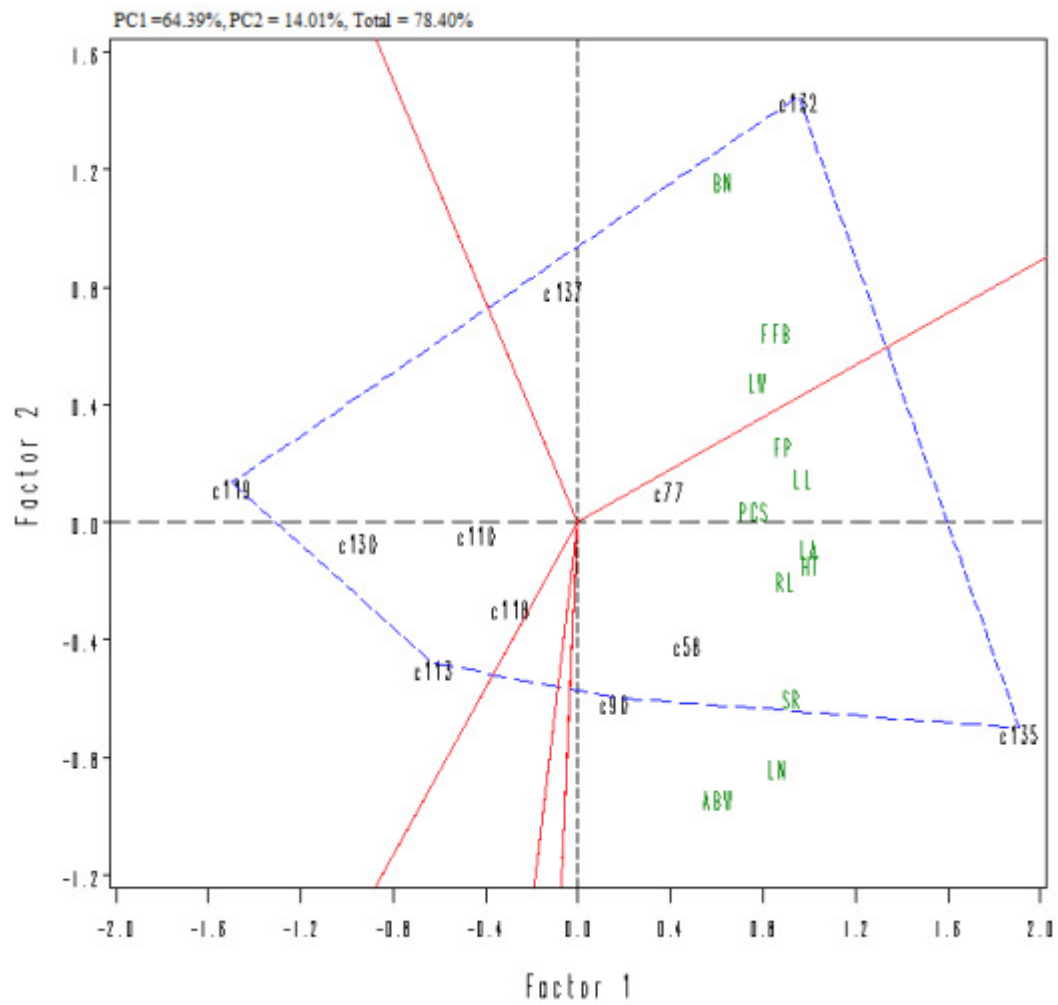


Figure 1 Polygon view of genotype by trait biplot for the experiment, showing which cross provided the highest values for which traits.

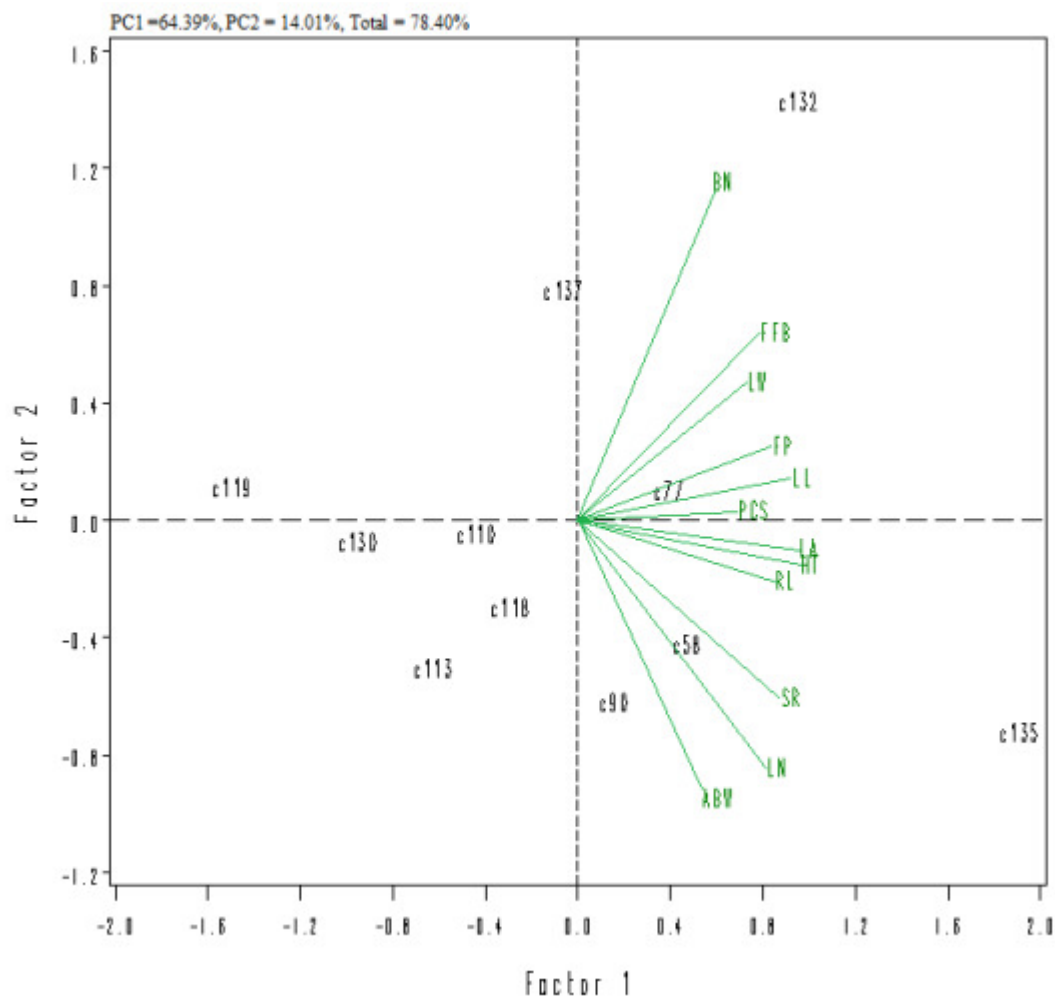


Figure 2 Vector view of genotype by trait biplot for the experiment, showing the interrelationship among all measured traits in various crosses.

**STABILITY ACROSS ENVIRONMENTS OF YIELD AND YIELD COMPONENTS
FROM AMMI ANALYSIS OF OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.) PROGENIES**

Niranee Bueraheng¹, Sayan Sdoodee¹, Jakarat Anothai¹, Theera Eksomtramage^{1*}

¹ Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University,
Hat Yai, Thailand, 90112

* Corresponding author's e-mail: theera.e@psu.ac.th

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the adaptability of six oil palm progenies grown in three environments, i.e., Nakhon Si Thammarat, Phatthalung, and Songkhla provinces in southern Thailand. The experiment was arranged in a completely randomized design with five replications per treatment and environment, during 2013-2014. The annual weather data during 2010-2014 were used to assess the responses of oil palm to rainfall, maximum temperature, minimum temperature and relative humidity. The additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) model was used to analyze the stability of yield and yield components. The results showed that the variances attributed to environment (E), genotype (G), and their interactions (G x E) were highly significant. The yield of each progeny depended on growth location. The AMMI biplot analysis showed that progeny 110 was the genotype with most stable yield and yield components in any of the environments. The highest yield of fresh fruit bunches in Phatthalung, Songkhla, and Nakhon Si Thammarat provinces were obtained with progeny 130 (403.16 kg/palm/year), progenies 132 and 137 (303.20 and 297.96 kg/palm/year), and progeny 119 (283.52 kg/palm/year), respectively. This indicates that the suitability of an oil palm progeny in general depends on the specific environment for planting.

24 **Keywords:** AMMI Biplot, *Elaeis guineensis* Jacq., Genotype/Environment interaction,
 25 stability, yield.

26

27 **INTRODUCTION**

28 Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is a globally important oil crop species that is widely cultivated
 29 in Southeast Asian countries, including Malaysia, Indonesia and Thailand (Wilcove and Koh,
 30 2010). In Thailand, palm oil demand has continuously increased with its uses in foods, feeds, and
 31 fuels (as alternative energy). The government of Thailand is promoting biodiesel to reduce the
 32 importation of fossil fuels and to strengthen energy security of the country. An Alternative
 33 Energy Development Plan (AEDP 2012-2021) has been established with the goal to increase by
 34 25% the national renewable energy consumption by year 2021, and to expand the area planted
 35 with oil palm (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2012). The
 36 plantation area of oil palm has indeed expanded rapidly from 643,840 ha in 2014 to 684,160 ha
 37 in 2015 (Office of Agricultural Economics, 2015).

38 Traditionally oil palm has been cultivated in southern Thailand, but recently this has expanded
 39 also to northern, northeastern, and central lowlands. However, limitations to such expansion
 40 include unsuitable soil or geography, climatic variability, crop management issues, and
 41 unadaptable germplasms that ultimately affect growth and productivity (Corley and Tinker,
 42 2003). Therefore, varieties need to be tested for their adaptability to and cultivation in various
 43 planting areas, to recommend appropriate oil palm varieties for specific planting areas. On the
 44 other hand, some varieties might have potential for use in diverse environments. These
 45 considerations give importance to the genotype by environment (G x E) interactions (Ataga,
 46 1993, 2010).

47 The G x E interactions are a major concern in plant breeding for two main reasons: first, they
48 can reduce progress from selection, and second, they make cultivar recommendations difficult
49 because it is statistically impossible to interpret the main effects (Kang and Gauch, 1996). Several
50 statistical methods for estimating the relative stability of performance by genotype across
51 environments, such as regression analysis, have been widely used, but they have some
52 limitations. Linear regression is oversimplified and potentially misinforms, making it largely
53 irrelevant (Yates and Cochran, 1938; Finlay and Wilkinson, 1963; Eberhart and Russell, 1966).
54 Gauch (1992) proposed the Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI) model,
55 which appears more efficient than other statistical methods with multi-environmental yield trials.
56 Using principal component analysis (PCA) the interactions can be further decomposed.
57 The AMMI model combines analysis of variance (ANOVA) with PCA. The ANOVA is used for
58 considering main effects of genotype and environment, and PCA is used for the residual
59 multiplicative interactions of genotype and environment (Zobel et al., 1988; Crossa et al., 1990).
60 AMMI biplot graphical assessment shows differences in genotype stability and adaptability
61 across the environments, in a scatter plot of genotypes according to their PCA scores (Gauch,
62 1992). Importantly, the AMMI biplot graph presents the relationship of average traits and PCA1
63 and shows G x E interactions. The closer that PCA1 is to zero, the more stable the genotypes are
64 across the testing environments. Another graph presents the relationship between PCA1 and
65 PCA2, which indicates the suitability of a variety for any environment. If the plot-point of a
66 variety is closest to one environment, it will be considered suitable for that specific environment
67 (Gauch, 1992).

68 The objectives of this study were to understand the G x E interactions on yield (and yield
 69 components) for six oil palm progenies, and to identify progenies that are stable in yield and
 70 specific to an environment, by use of AMMI analysis.

71

72 MATERIALS AND METHODS

73 Plant materials and experimental details: Six tenera oil palm progenies (code numbers 110, 118,
 74 119, 130, 132 and 137) at 5 years of age were obtained from an oil palm breeding program at the
 75 Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand (Eksomtramage, 2011). The
 76 experimental plots were located by the east coast of southern Thailand, in Thung Song district of
 77 Nakhon Si Thammarat province (NRT), Mueang Phatthalung district of Phatthalung province
 78 (PLG), and Rattaphum district of Songkhla province (SKA). The planting space per oil palm was
 79 9 m equilateral triangle in each environment. The experiments followed a completely randomized
 80 design (CRD) at each site with five replications per treatment (1 tree/replicate), with observations
 81 recorded from 2013 to 2014. The weather data (2010-2014) in the three environments, from the
 82 Thai Meteorological Department (TMD), is summarized in Table 1. The crop data recorded
 83 included bunch number, average bunch weight, and fresh fruit bunch (Corley and Thinker, 2003).
 84 Statistical Analysis: The AMMI model was used to analyze the G x E interactions (Gauch, 1988)
 85 based on this model:

$$86 \quad Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum \lambda_n \xi_{in} \eta_{jn} + \theta_{ij}$$

87 Where: Y_{ij}= Trait of genotype i in environment j

88 μ = Grand mean

89 α_i = Genotype i mean deviation

90 β_j = Environment j mean deviation

91 λ_n = Singular value for PCA axis n

92 ξ_{in} = Genotype i eigenvector values for PCA axis n

93 η_{jn} = Environment j eigenvector value for PCA axis n

94 θ_{ij} = Residuals

95

96 **RESULTS**

97 AMMI Analysis: Homogeneity of variance tests indicated homogeneous error variance for each
 98 trait in the three locations, which allows combined analysis across these locations. The combined
 99 analysis of variance indicated significant effects from environment, genotype, and $G \times E$
 100 interactions, on all the traits measured (data not shown). The AMMI analysis (Table 2) showed
 101 that the variances attributed to environment, genotype, and $G \times E$ interactions were highly
 102 significant ($P < 0.001$), and in the excepted number of bunch the variance by environment was
 103 significant ($P < 0.01$). For number of bunch the percentages of sum of squares attributed to
 104 environment, genotype, and $G \times E$ interactions, were 7.67, 18.20, and 32.99%, respectively, while
 105 the variance in average bunch weight was similarly attributed 37.77, 14.60 and 18.94%,
 106 respectively, and for fresh fruit bunches the contributions were 12.64, 23.00 and 24.46%,
 107 respectively. Obviously, the location affected yield and yield components across all the progenies
 108 tested.

109 AMMI Biplot Analysis: The AMMI biplot for bunch number was generated by genotype and
 110 environment and is shown in Fig.1a. The x-axis shows the main effect while the y-axis shows the
 111 first PCA axis. The results show that progenies 137 and 110, with their PCA1 scores relatively
 112 close to zero, have smallish response to the interaction and therefore good general adaptation to
 113 the test environments. Around the maximal average 25 bunch/palm/year progeny 137 had a

positive interaction score (0.12) while progeny 130 had a negative interaction score (-1.14). In addition, the analysis of bunch number shows that PCA 1 and PCA 2 accounted for 62.4% and 37.6%, respectively, as shown in Fig. 1b. Biplot analysis revealed the best genotypes for the various environments and accurately identified the best genotype for PLG as progeny 130. Progenies 137 and 132 were best for NRT and SKA, respectively.

Fig. 2a shows the PCA1 scores vs. average bunch weight, with progenies 118 and 110 having close to zero scores. Progeny 130 had the largest positive interaction score and the highest mean bunch weight at 14.01 kg/bunch, and is best adapted for the SKA environment (Fig. 2b). The decomposition of variance to PCA 1 and PCA 2 was 79.4% and 20.6%, as shown in Fig. 2b. The biplot revealed the best progeny as 119 for PLG, while progenies 137 and 130 were the best for NRT and SKA, respectively.

Fresh fruit bunch results are presented in Fig. 3a. Progeny 110 with PCA1 score closest to zero had the least response to interactions, and showed general adaptation across the test environments. Progeny 130 had the largest 351.12 kg/palm/year of fresh fruit bunch, and negative interaction score (-2.37). Fig. 3b shows that the PCA 1 and PCA 2 accounted for 86.8 % and 13.2 % of variations in fresh fruit bunch. The biplot also reveals that progenies 130 and 119 were the best for PLG and NRT environments, and the progenies 132 and 137 for SKA.

DISCUSSION

The analysis showed that variances due to environment (E), genotype (G), and G x E interactions were highly significant, which indicates that the test environments were diverse and the location affected yield and yield components. These results are consistent with the studies by Rafii et al. (2001;2012); Okoye et al. (2008); Ataga (2010); and Kruelee et al. (2012). This might be due to

differences in rainfall by location affecting the oil palm (Table 1), which has been proposed by Corley and Tinker (2003); and Henson and Harun (2005). Thus, access to water, including both precipitation and irrigation system supply, is the main yield-limiting factor affecting oil palm (Kallarackal et al., 2004; Adam et al., 2011; Cha-um et al., 2013; Rivera et al., 2013). The biplot analysis used here allows visual interpretation of G x E interactions and genotype recommendations for multi-environment use (Fig.1-3), showing that PCA could decompose the sum of squares for the G x E interactions (Gauch, 1992). Consequently, PCA1 represented the differences in yield and yield components, and environmental yield effects on PCA1 enabled assessing the stability of progenies across environments (Krualee et al. 2012). It was confirmed that the G x E interactions significantly affect palm oil yield.

CONCLUSION

This study demonstrated significant G x E interactions when different genotypes (G) were grown in different locations (E, for environment). The yield and yield components of oil palm progenies were highly influenced by the GxE interactions. The AMMI biplot is an important tool for assessing the stability (insensitivity to E) and specific adaptation (best matching E). Progeny110 had stable yield and yield components across the three environments. For maximal fresh fruit bunch yield, progeny 119 was identified as suitable for NRT locality or environment, while progenies 130 and 132 were suitable genotypes at PLG and SKA localities, respectively. The breeding and dissemination strategies on developing new oil palm genotypes will need to address specific suitability for each environment.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by a grant from the Office of the Higher Education Commission (CHE), Thailand, under the program of Strategic Scholarships for Frontier Research Network for the Joint Ph.D. Program Thai Doctoral degree. We are grateful to the Thailand research fund (TRF), the Graduate School and Oil Palm Research and Development Center, Prince of Songkla University, for supporting this research. Equipment and facilities were provided by the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. The copy editing service of RDO/PSU and helpful comments of Assoc. Prof. Dr. Seppo Karrile are gratefully acknowledge.

REFERENCES

- Adam, H., M. Collin, F. Richaud, T. Beulé, D. Cros, A. Omoré, L. Nodichao, B. Nouy and J.W. Tregear. 2011. Environmental regulation of sex determination in oil palm: Current knowledge and insights from other species. *Ann Bot.* 108:1529-1537.
- Ataga, C.D. 1993. Genotype – environment interaction and stability analysis for bunch yield in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Oleagineux.* 48:59-63.
- Ataga, C.D. 2010. Yield stability study in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) using descriptive method of grouping genotypes. *World J. Applied Science and Technology.* 2: 245-252.
- Cha-um, S., N. Yamada, T. Takabe and C. Kirdmanee. 2013. Physiological features and growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in response to reduced water-deficit and rewatering. *Aust J Crop Sci.* 7: 432-439.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. *The Oil Palm: Selection and breeding.* 4th ed. Blackwell Science Ltd., Oxford.

- 183 Crossa, J., H.G. Gauch and R.W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative
184 analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.* 30: 493-500.
- 185 Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*
186 6: 36-40.
- 187 Eksomtramage, T. 2011. Oil palm breeding. O.S. Printing House Co Ltd., Bangkok.
- 188 Finlay, K. and G.N. Wilkinson. 1963. Stability adaptation in a plant breeding program. *Aust J*
189 *Agric Res.* 14: 742-754.
- 190 Gauch, H.G. 1992. Statistical Analysis of Regional Yield Trials: AMMI Analysis of Factorial
191 Designs: AMMI and related models. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
- 192 Henson, I.E. and Harun, M.H. 2005. The influence of climatic conditions on gas and energy
193 exchanges above a young oil palm stand in north Kedah, Malaysia. *J Oil Palm Res.* 17: 73-
194 91.
- 195 Kallarackal, J., P. Jeyakumar and S.J. George. 2004. Water use of irrigated oil palm at three
196 different arid locations in peninsular India. *J. Oil Palm Res.* 16: 45-53.
- 197 Kang, M.S. and H.G. Gauch. 1996. Genotype-by-environment interaction: New developments in
198 selecting for phenotypic stability in crop breeding. CRC Press LLC., New York.
- 199 Krualee, S., S. Sdoodee, T. Eksomtramage and V. Sereepasert. 2012. Stability of fresh fruit bunch
200 of oil palm cross (*Elaeis guineensis* jacq.) in southern Thailand. *SABRAO J. Breed. Genet.*
201 44: 1-8.
- 202 Office of Agricultural Economics. 2015. Agricultural Statistics of Thailand 2015: Oil crops.
203 Buddhapress., Bangkok.

- 204 Okoye, M.N., C.O. Okwuagwu and M.I. Uguru. 2008. Genotype and genotype by environment
205 (GGE) biplot analysis of fresh fruit bunch yield and yield components of oil palm
206 (*Elaeis guineensis* Jacq). J. appl. biosci. 8: 288-303.
- 207 Rafii, M.Y., B.S. Jalani, N. Rajanaidu, A. Kushairi, A. Puteh and M.A. Latif. 2012. Stability
208 analysis of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) progenies in different
209 environments. Genet. Mol. Res. 11: 3629-3641.
- 210 Rafii, M.Y., N. Rajanaidu, B.S. Jalani and A.H. Zakri. 2001. Genotype x environment interaction
211 and stability analysis in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies over six locations.
212 Journal of Oil Palm Research 13: 11-41.
- 213 Rivera, M., X. Basagaña, I. Aguilera, M. Foraster, D. Agi and E. de Groot. 2013. Association
214 between long-term exposure to traffic-related air pollution and subclinical atherosclerosis:
215 the REGICOR study. Environ Health Perspect 12: 223-230.
- 216 Yates, F. and W.G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J AGR SCI 28:556-580.
- 217 Zobel, R.W., A.J. Wright and H.G. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron J. 80:
218 388-393.

219

220 **Table 1.** Characteristics of the study locations and their climatic summary statistics for the years
 221 2010-2014.

Parameters	2014	82.67	82.17	81.42
	Year	Environments		
		NRT	PLG	SKA
Latitude		8°13'17"N	7°31'20"N	7°04'47.9"N
Longitude		99°35'5"E	100°3'28"E	100°13'39.7"E
Altitude (m)		45.852	15.944	38.536
Soil texture		sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay
Total rainfall (mm)	2010	2,014.70	2,171.60	2,006.70
	2011	2,178.80	3,543.80	2,298.20
	2012	2,050.00	2,111.50	1,434.70
	2013	1,827.20	2,418.40	1,968.50
	2014	1,979.60	2,157.50	1,753.20
Max temp. (°C)	2010	33.70	32.65	33.11
	2011	32.78	31.64	31.98
	2012	33.33	32.52	32.46
	2013	33.20	32.26	32.06
	2014	33.32	32.62	32.91
Min temp. (°C)	2010	22.62	24.69	23.78
	2011	22.46	24.44	23.64
	2012	22.75	24.30	23.73
	2013	22.60	24.62	23.78
	2014	22.51	24.33	22.58
Relative humidity (%)	2010	82.42	81.08	77.58
	2011	84.83	82.00	78.17
	2012	84.00	79.25	77.08
	2013	83.67	82.17	79.08

222

223 **Table 2.** AMMI analysis of variance for bunch number, average bunch weight, and fresh fruit
 224 bunch, across oil palm progenies (G) grown in three environments (E).

Sources of variation	df	Bunch number		Average bunch weight		Fresh fruit bunch	
		SS	MS	SS	MS	SS	MS
Environment (E)	2	97.36	48.67 ^{**}	90.16	45.08 ^{***}	39,522.00	19761.10 ^{***}
Genotype (G)	5	230.99	46.19 ^{***}	34.85	6.96 ^{***}	71,934.00	14386.90 ^{***}
G×E	10	418.51	41.85 ^{***}	45.21	4.52 ^{***}	76,490.00	7649.00 ^{***}
PCA1	6	261.27	43.55 ^{***}	35.91	5.98 ^{***}	66,370.53	11,061.76 ^{***}
PCA2	4	157.24	39.31 ^{***}	9.30	2.33 ^{ns}	10,119.82	2,529.95 ^{***}
Residual	60	521.67	8.69	68.46	1.14	124,641.00	2,077.40

225 **, ***, indicates significance at 0.01 or 0.001 level, respectively, ns; not significant

a

b

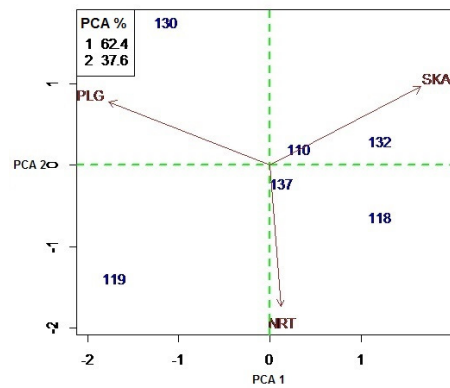
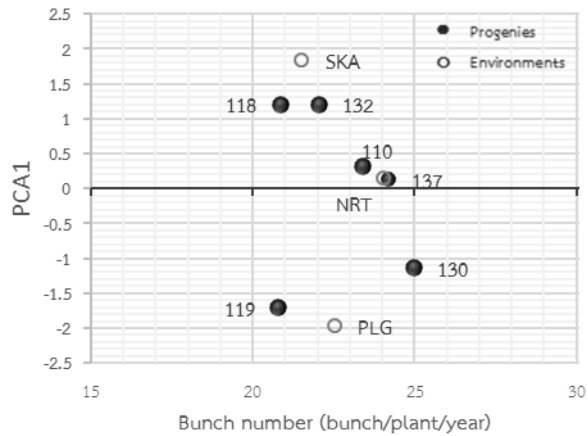


Fig.1 Biplot graph of PCA1 score versus mean of bunch number (a); Biplot graph PCA1 score versus PCA2 score for number of bunch (b). Each point represents one of the 6 oil palm progenies or the 3 environments.

a

b

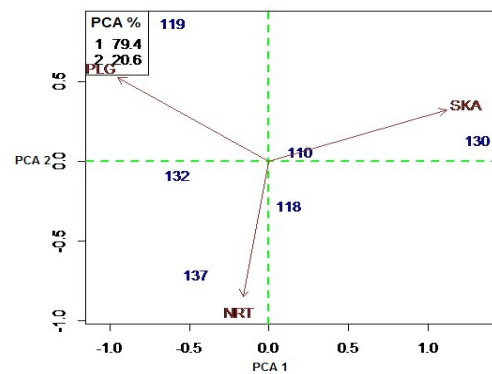
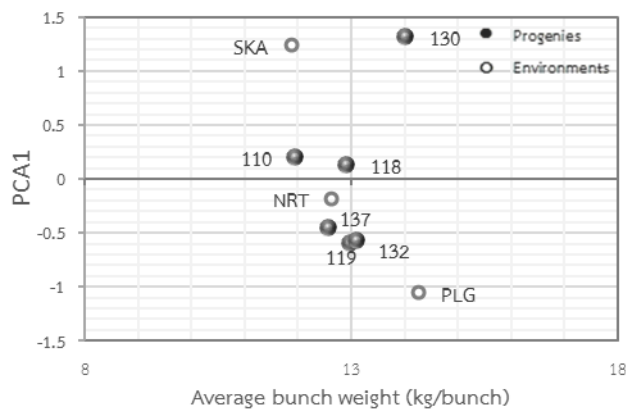
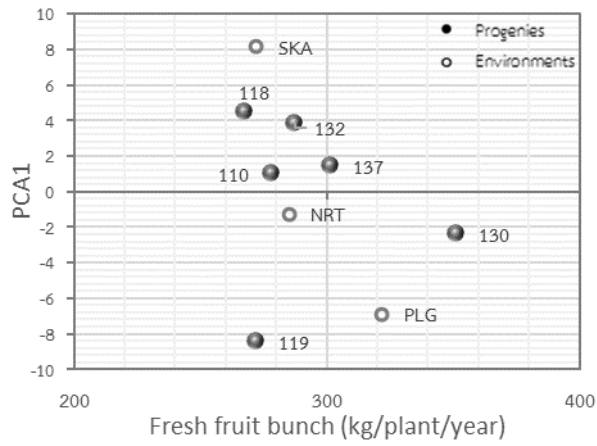


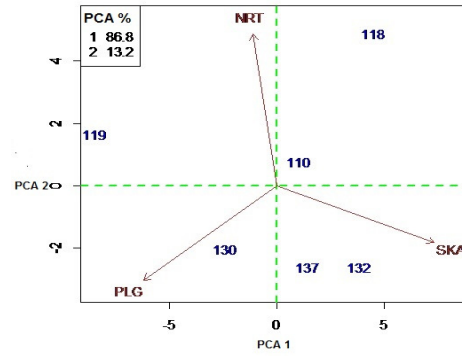
Fig.2 Biplot graph of PCA1 score versus mean of average bunch weight (a); Biplot graph PCA1 score versus PCA2 score for average bunch weight (b). Each point represents one of the 6 oil palm progenies or the 3 environments.

245

a



b



263

264 Fig.3 Biplot graph of PCA1 score versus mean of fresh fruit bunch (a); Biplot graph PCA1 score
 265 versus PCA2 score for fresh fruit bunch (b). Each point represents one of the 6 oil palm
 266 progenies or the 3 environments.

267

ภาคผนวกที่ 4 การทดสอบศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของ พันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า

จำนวน 2 เรื่อง

เอกนรินทร์ จันทรักษ์ และ วีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การเปรียบเทียบผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูก
ในจังหวัดสงขลา. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 2(4): 1-5.

สมทบ เวทโอสถ สิทธิพงษ์ พรหมมา และ วีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2555. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะ
แบบกราฟสองทิศทาง และอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า. รายงานการประชุมหาดใหญ่
วิชาการ ครั้งที่ 3 ปี 2555 เรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย” จัดโดยมหาวิทยาลัยหาดใหญ่ วันที่ 10
พฤษภาคม 2555 ณ อาคารศูนย์กีฬาและกิจการนักศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. หน้า 40-
48.

การเปรียบเทียบผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดสงขลา

Comparing the Productivity of Oil Palm Grown in Songkhla Province

เจนรินทร์ จันทรักษ์¹ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์^{1*}Junruk, A.¹ and Eksomtramej, T.^{1*}¹ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112¹Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

*Corresponding author: theera.e@psu.ac.th

Received 17 July 2015; Revised 2 September 2015; Accepted 24 September 2015

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี เพื่อศึกษาศักยภาพในการปรับตัวทางด้านการให้ผลผลิตที่ดีของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในสถานที่ปลูกแตกต่างกัน โดยใช้ปาล์มน้ำมัน พันธุ์ทรพี ม.อ.1 คู่ผสม 137 และพันธุ์การค้า 8 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์การค้าเบอร์ 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ในพื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอระโนด อำเภอกลองหย่อง และอำเภอรัตนภูมิ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 พบว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมันและพื้นที่ปลูกมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเมื่อปลูกในพื้นที่ปลูกต่างกัน โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันเบอร์ 2 ในอำเภอระโนดให้ผลผลิตทะลายสูงสุด 325.30 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี พันธุ์ปาล์มน้ำมันเบอร์ 4 ในอำเภอกลองหย่องให้ผลผลิตทะลายสูงสุด 378.90 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และพันธุ์ทรพี ม.อ.1 คู่ผสม 137 ในอำเภอรัตนภูมิให้ผลผลิตทะลายสูงสุด 187.00 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน ผลผลิต ความแปรปรวน

Abstract

This study aimed to compare the productivity of oil palm age 5 years to study the potential for adaptation to the output of the oil palm planting varieties in the different location. By using including PSU 137 and eight commercial varieties (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8) in Songkhla province that including Ranot, Khlong Hoi Khong and Rattaphum. The experiment conducted a completely randomized design (CRD) with three replications from March 2013 to January 2015. This found that oil palm varieties and location have variabilities in the different location. Oil palm varieties No.2 gave the highest yield 325.30 kg/palm/year at Ranot while No.4 gave the highest FFB yield 378.90 kg/palm/year at Khong Hoi Khong, and PSU 137 gave the highest FFB yield 187.00 kg/palm/year at Rattaphum.

Keywords: Oil palm, Production, Variance

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นของโลก อยู่ระหว่างเส้นละติจูด 10 องศาเหนือ – ใต้ ประเทศไทยสามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้ดี มีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับ 4 ของโลก ในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.40 ล้านไร่ (รองจาก อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไนจีเรีย) โดยมีผลผลิตทะลายเป็นอันดับ 3 ของโลก ให้ผลผลิตทั้งประเทศประมาณ 11.35 ล้านตัน

(สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2557) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 3,213 กิโลกรัม ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง เพราะปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูง และมีต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น อีกทั้งมีประโยชน์ทางด้านการอุปโภคบริโภค และสามารถนำไปผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ (Corley and Tinker, 2003) นอกจากนี้ ความต้องการของตลาดมี



แนวโน้มสูงขึ้นและราคาปาล์มน้ำมันสูงขึ้น ซึ่งลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันที่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรคือ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตทะลายสูง ต้นเตี้ย มีทางใบสั้น ส่วนผู้ประกอบการโรงงานมีความต้องการพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบสูง (crude palm oil yield, CPOY) จึงนำไปสู่การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดี มีผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ปลูกสูง รวมทั้งสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี (ธีระ, 2554)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่มีการผสมพันธุ์แบบผสมข้าม ใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ และเป็นพืชที่สามารถให้ผลผลิตทะลายได้ตลอดทั้งปี โดยมีอายุเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานมากกว่า 25 ปี ขึ้นไป ดังนั้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เกษตรกรเลือกนำมาปลูกต้องเป็นพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดี จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการผลิตตลอดอายุการเก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมันได้ (ธีระ, 2554) และ ธีระ (2554) ให้ความหมายพันธุ์ดีว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยระยะเวลาสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ดี รวมทั้งมีลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ที่เหมาะสม ปัจจุบันพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูกเป็นพันธุ์การค้า จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมแบบเทเนอร่าที่ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้ปลูกปาล์มน้ำมันกันมาก เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดี ซึ่งปาล์มน้ำมันที่ปลูกกันโดยทั่วไปนั้นได้จากการผสมระหว่างพันธุ์คูราและพันธุ์ฟิสิเฟอร่า ซึ่งแต่ละพันธุ์อาจมีความแตกต่างกันในลักษณะประจำพันธุ์ จึงได้มีการศึกษาการปรับตัวของปาล์มน้ำมันกับพื้นที่ปลูกในจังหวัดสงขลาเพื่อหาพันธุ์ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูก และเพื่อส่งเสริมเกษตรกรให้ใช้พันธุ์ที่เหมาะสมต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพในการปรับตัวทางด้านการให้ผลผลิตที่ดีของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในสถานที่ปลูกแตกต่างกันและศึกษาความสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ซึ่งเป็นการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรคือ ระหว่างพันธุ์และสถานที่ปลูกในลักษณะต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาโดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าใช้พันธุ์การค้าเบอร์ 1 2 3 4 5 6 7 8 และ ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คู่ผสม 137 ทดลองใน 3 อำเภอของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอรโนด คลองหอยโข่ง และรัตภูมิ ปาล์มน้ำมันมีอายุ 5 ปี โดยปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คู่ผสม 137 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) 3 ซ้ำต่อพันธุ์ โดยใช้ซ้ำเป็นต้น เก็บข้อมูลลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายและผลผลิตน้ำมัน 3 เดือนต่อครั้ง เป็นจำนวน 4 ครั้ง วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างประชากร โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 6.40 - 14.98 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ ธีระ (2554) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต่ำเนื่องจากมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องน้อย ส่วนปัจจัยที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะมีค่าสูงในปาล์มน้ำมัน ได้แก่ จำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะ ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม ความแปรปรวนของปัจจัยการผลิต อายุปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และแผนการทดลองทางการเกษตรและความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ จากการศึกษา

อิทธิพลของพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะ โดยลักษณะผลผลิตที่แตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจมีอิทธิพลมาจากหลายปัจจัยด้วยกันที่เข้ามาเกี่ยวข้อง สอดคล้องกับ สมทบ (2556) รายงานว่า ซึ่งอิทธิพลที่มีผลทำให้เกิดความแปรปรวนมากที่สุด คือ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องรวมถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และควบคุมได้ โดยเริ่มตั้งแต่ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกทั้งด้านสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และคุณสมบัติของดินต่าง ๆ ที่ปาล์มน้ำมันต้องการ การเขตกรรมและการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม เช่น ระยะปลูก การตอบสนองต่อปุ๋ยและน้ำ การตัดใบและช่อดอก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของต้นปาล์มที่เกิดขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของอายุต้นปาล์มน้ำมันเอง เป็นต้น (ตารางที่ 1)

2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก ปฏิสัมพันธ์และพื้นที่ปลูกของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิต ใน 3 พื้นที่ปลูก พบว่า อำเภอคลองหอยโข่งให้ผลผลิตทะลายสูงสุด 236.80 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับอำเภอรโนดที่ให้ผลผลิตทะลายเท่ากับ 130.20 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และอำเภอรัตภูมิที่ให้ผลผลิตทะลายเท่ากับ 137.30 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทะลายเฉลี่ยทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ No.4 ให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยสูงสุด 231.40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และเมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก พันธุ์ No.4 ในพื้นที่ปลูกอำเภอคลองหอยโข่งให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยสูงสุด 378.90 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ No.4 และพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คู่ผสม PSU 137 มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้ดี เมื่อเทียบจากค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสมมติเดียวกัน (ตารางที่ 2)

ลักษณะจำนวนทะลาย พบว่า อำเภอรอนดให้จำนวนทะลาย สูงสุด 27.70 ทะลายต่อต้นต่อปี ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับอำเภอลองหอยโข่งที่ให้จำนวนทะลายเท่ากับ 24.68 ทะลายต่อต้นต่อปี และอำเภอรตภูมิที่ให้จำนวนทะลายเท่ากับ 21.37 ทะลายต่อต้นต่อปี เมื่อเฉลี่ยทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คู่ผสม PSU 137 ให้จำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 30.11 ทะลายต่อต้นต่อปี และเมื่อเปรียบเทียบ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก พันธุ์ No.2 ในพื้นที่ปลูกอำเภอรอนด ให้จำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 37.67 ทะลายต่อต้นต่อปี แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ No.2 มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้ดี เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน ในสดมภ์เดียวกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

Source	df	Mean square				OY
		Yield components				
		FFB	BN	ABW	%O/B	
Genotypes (G)	8	14892.69**	136.65**	9.49**	73.03**	599.70**
Locations (L)	2	95812.49**	270.95**	33.72**	1232.38**	609.28**
G x L	16	15587.32**	112.07**	9.10**	33.33**	1151.50**
Error	36	634.36	8.42	0.95	2.46	16.45
C.V. (%)		14.98	11.8	12.78	6.4	9.78

หมายเหตุ : ¹FFB = ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี) BN = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี) ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม/ต้น/ปี)
O/B = น้ำมันต่อทะลาย (เปอร์เซ็นต์) OY = ผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี) C.V. = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (เปอร์เซ็นต์)
** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิตทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และลักษณะจำนวนทะลาย ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Fresh fruit bunch (kg/palm/year)			Mean ²	Bunch number (bunch/palm/year)			Mean ²	Average bunch weight (kg/bunch)			Mean ²
	Locations ¹				Locations ¹				Locations ¹			
	RN	KHK	RT		RN	KHK	RT		RN	KHK	RT	
No.1	140.90b	142.80e	114.50ab	132.70e	30.67abc	23.50ab	13.50b	22.56cd	8.60de	4.60f	5.60bc	6.30f
No.2	325.30a	152.90e	160.70ab	213.00ab	37.67a	18.50ab	22.33ab	26.17ab	7.40f	8.23ab	7.20ab	7.60c
No.3	104.00bc	159.20e	171.70ab	145.00cd	16.33e	12.50b	26.00ab	18.28f	8.10ef	5.20ef	7.33ab	6.90ef
No.4	144.40b	378.90a	170.80ab	231.40a	35.33ab	31.83a	22.33ab	29.83a	10.70ab	9.46a	8.20a	9.50a
No.5	129.80b	267.40bc	80.63b	159.30cd	29.33abcd	28.00ab	18.00ab	25.11ab	11.40a	7.90de	4.50c	7.90c
No.6	79.30cd	243.20cd	102.40ab	141.60cd	29.33abcd	26.00ab	21.33ab	25.55ab	9.40cd	6.90e	4.50c	6.90ef
No.7	62.40d	274.10bc	94.30ab	143.60cd	19.50de	28.33ab	16.00ab	21.28e	10.10bc	8.00abc	5.93bc	8.00ab
No.8	58.40d	173.00de	154.00ab	128.50f	23.67cde	19.00ab	24.50ab	22.39cd	9.10cde	8.76ab	8.50a	8.80ab
PSU 137	127.50b	339.40ab	187.00a	218.00ab	27.50bcd	34.50a	28.33a	30.11a	4.43g	8.43ab	7.60a	6.80ef
Mean ³	130.20c	236.80a	137.30b		27.70a	24.68b	21.37c		8.80a	7.50b	6.60c	

หมายเหตุ : ¹RN = อำเภอรอนด KHK = อำเภอลองหอยโข่ง RT = อำเภอรตภูมิ
²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก
³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันจะไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า อำเภอรอนดให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 8.80 กิโลกรัมต่อทะลาย ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับอำเภอลองหอยโข่งที่ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 7.50 กิโลกรัมต่อทะลาย และอำเภอรตภูมิที่ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 6.60 กิโลกรัมต่อทะลาย เมื่อเปรียบเทียบ

น้ำหนักทะลายเฉลี่ยของทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ No.4 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 9.50 กิโลกรัมต่อทะลาย และเมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก พันธุ์ No.5 ในพื้นที่ปลูกอำเภอรอนด โดยให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 11.40 กิโลกรัมต่อทะลาย จะเห็นได้ว่า พันธุ์ No.4 มีสามารถปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้ดีกว่าพันธุ์

อื่น ๆ เมื่อเทียบจากค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน (ตารางที่ 2)

น้ำมันต่อทะลาย ซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า อำเภอรัตนภูมิ ให้น้ำมันต่อทะลายสูงสุด 28.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับอำเภอลองหอยโข่งที่ให้น้ำมันต่อทะลายเท่ากับ 26.10 เปอร์เซ็นต์ และอำเภอรณดที่ให้น้ำมันต่อทะลาย 19.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบน้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยของทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า

พันธุ์ No.4 ให้น้ำต่อทะลายเฉลี่ยสูงสุด 29.30 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก พันธุ์ No.5 ในพื้นที่ปลูกอำเภอรัตนภูมิ โดยให้น้ำมันต่อทะลายสูงสุด 34.17 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า พันธุ์ No.4 มีสามารถปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้ดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ เมื่อเทียบจากค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

Genotypes	Oil /Bunch (%)			Mean ²	Oil yield (kg/palm/year)			Mean ²
	Locations ¹				Locations ¹			
	RN	KHK	RT		RN	KHK	RT	
No.1	18.13bcd	20.53e	26.13	21.60e	25.63e	27.03b	26.60ab	26.42f
No.2	19.80abcd	24.50d	25.00	23.10cd	56.17ab	33.50ab	41.40ab	43.69ab
No.3	21.10ab	25.50cd	32.23	26.30ab	27.77de	24.77b	50.20ab	34.25bc
No.4	22.70a	32.93a	32.13	29.30a	67.90a	23.60b	54.67a	48.72a
No.5	14.80e	27.83bc	34.17	25.60	31.97cde	65.60ab	14.20b	37.26e
No.6	20.27abc	32.93a	25.13	26.10ab	40.67cd	76.57a	34.50ab	50.58a
No.7	17.60cde	29.00b	28.87	25.20abc	30.10de	78.77a	27.20ab	45.36ab
No.8	21.50a	24.03d	27.83	24.50ce	44.63bc	41.47ab	62.50a	49.53a
PSU 137	16.90de	17.33f	23.83	19.40f	19.30e	51.00ab	42.10ab	37.47b
Mean ³	19.20c	26.10b	28.40		38.24c	46.92b	67.87a	

หมายเหตุ : ¹RN = อำเภอรณด KHK = อำเภอลองหอยโข่ง RT = อำเภอรัตนภูมิ

²Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

³Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันจะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ

ผลผลิตน้ำมัน ซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า อำเภอรัตนภูมิให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด 67.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับอำเภอลองหอยโข่งที่ให้ผลผลิตน้ำมันเท่ากับ 46.92 เปอร์เซ็นต์ และอำเภอรณดที่ให้ผลผลิตน้ำมันเท่ากับ 38.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ No.8 ให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุด 49.53 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก พันธุ์ No.7 ในพื้นที่ปลูกอำเภอลองหอยโข่งให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุด 78.77 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่า พันธุ์ No.2 มีความเหมาะสมในการปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้ดี เมื่อเทียบจากค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน (ตารางที่ 3)

จากการศึกษาความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการสวนของเกษตรกร ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของผลผลิตในปาล์มน้ำมัน โดยปริมาณน้ำฝน หากไม่เพียงพอจะส่งผลกระทบต่อ การกำหนดเพศดอกในผลผลิตรอบถัดไป สอดคล้องกับ Corley และคณะ (1971) รายงานว่า โดยปกติการคัดเลือก จะพิจารณาจากลักษณะผลผลิตทะลายต่อต้นสูง ซึ่งมักมีแนวโน้มที่จะคัดเลือกได้ต้นปาล์มที่มีลักษณะลำต้นที่สูงและแข็งแรง รวมทั้งอาจพิจารณาจากความสม่ำเสมอของประชากรด้วยเช่นกัน

3. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

สหสัมพันธ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน พบว่า จำนวนทะลาย มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการรายงานของ

Rajanaidu (2000) รายงานว่า ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมัน ควรพิจารณาจากจำนวนทะลายและเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ต่อผลผลิตน้ำมัน

ตารางที่ 6 สหสัมพันธ์ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน 3 พื้นที่

Traits	FFB	Yield components		Bunch components		OY
		BN	ABW	%O/B		
FFB	-					
BN	0.815**	-				
ABW	0.525	0.559	-			
%O/B	-0.04	-0.136	-0.662	-		
OY	0.307	0.372	0.109	-0.357		-

หมายเหตุ : ¹FFB = ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ตัน/ปี)

BN = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี)

ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัน/ปี)

O/B= น้ำมันต่อทะลาย (เปอร์เซ็นต์)

OY = ผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ตัน/ปี)

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P \leq 0.01$

สรุป

ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี โดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คู่ผสม 137 และพันธุ์การค้า 8 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา อำเภอระโนด อำเภอกลองหอยโข่ง และอำเภอรัตนภูมิ โดยศึกษาลักษณะผลผลิตทะลาย ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ลักษณะองค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

การทดสอบตุลภาคของวาเรียนซ์ มีความแตกต่างของพันธุ์ระหว่างพื้นที่ปลูก จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก โดยใช้ลักษณะผลผลิตทะลายเป็นตัวเปรียบเทียบในการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันพันธุ์ No.2 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรโนดมากที่สุด ส่วนปาล์มน้ำมันพันธุ์ No.4 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอกลองหอยโข่งมากที่สุด และคู่ผสม PSU 137 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตนภูมิมากที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) บัณฑิตวิทยาลัย และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. สงขลา: สำนักวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สมทบ เวทโอสถ. 2556. การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า ในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551 ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2551. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tan, G.Y. 1971. Analysis of growth the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) I. Estimation of growth parameter and application in breeding. Euphytica 20: 307-315.
- Rajanaidu, N., Maizura, I. and Cheah, S.C. 2000b. Screening of oil palm natural populations using RAPD and RFLP molecular markers. Paper presented at Int. Symp. "Oil palm genetic resources and utilization", 8-10 June, Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะแบบกราฟสองทิศทางและ อัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

Biplot Analysis of Trait Relations and Heritability of Commercial Oil Palm Varieties

สมทบ เวทโอสถ¹ สิทธิพงษ์ พรหมมา² และ ชีระ เอกสมทรามะ³

Somthob Wet-o-sot, Sitthipong Promma and Theera Eksomtramage

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ² นักศึกษา
ปริญญาเอก สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ³ รองศาสตราจารย์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

The objectives of this study were to compare the performance of commercial oil palm varieties and to evaluate trait relations and broad-sense heritability (h^2_b) of yield and yield components and some vegetative traits in oil palm. The eight commercial and one promising - PSU oil palm varieties were grown at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand. The Completely randomized design (CRD) with four replications was used in this experiment. Yield and yield components and some vegetative traits were observed at seventh month. The GT biplot and correlation coefficients were used to evaluate multiple trait relations and variance components and h^2_b were calculated using ANOVA. The results showed that PSU132 gave the best yield and yield components, while most vegetative traits were the best in SR3. Frond production, trunk height and trunk diameter were important vegetative traits, which positively correlated with bunch number and average bunch weight, respectively ($r = 0.71, 0.80$ and 0.70). h^2_b of observed traits were ranged from low to medium ($0.11-0.64$), which trunk diameter showed the highest h^2_b . The GT biplot was a useful statistical tool to genotype evaluation and comparison based on multiple traits, which graphically revealed more information than classical methods such as correlation coefficients.

Keywords: *Oil palm, yield and yield components, heritability, GT biplot*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้า และประเมินความสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต และบางลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้าและพันธุ์ปาล์ม ม.อ. รวม 9 พันธุ์ปลูกทดสอบที่สถานีวิจัย

คลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นติดต่อกันนาน 7 เดือน ประเมินศักยภาพพันธุ์และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะด้วยวิธี GT biplot และวิธีวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน และอัตราพันธุกรรมแบบกว้างด้วยวิธี ANOVA ผลที่ได้พบว่า พันธุ์ ม.อ.132 ให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าพันธุ์การค้าอื่น ๆ ขณะที่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ให้ลักษณะการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ดีที่สุด โดยลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่สำคัญ ได้แก่ การสร้างจำนวนทางใบ ความสูงลำต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ซึ่งสัมพันธ์ทางบวกกับ จำนวนทะลาย และ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ตามลำดับ ($r = 0.71, 0.80$ และ 0.70) ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่างต่ำถึงปานกลาง ($0.11-0.64$) โดยลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุด การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธี GT biplot ซึ่งสามารถประเมินศักยภาพพันธุ์ได้พร้อมกันกับการประเมินความสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร ข้อมูลที่ปรากฏในกราฟ biplot สามารถเข้าใจได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อัตราพันธุกรรม GT biplot

บทนำ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่งที่สามารถให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุดเมื่อเทียบกับพืชที่ให้น้ำมันชนิดอื่นๆ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านการอุปโภคและบริโภค และในปัจจุบันยังมีการนำไปใช้เพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทน หรือไบโอดีเซล โดยพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ มาเลเซียและอินโดนีเซีย ซึ่งประเทศดังกล่าวยังเป็นผู้ผลิตน้ำมันปาล์มรายใหญ่ของโลก สำหรับในประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศในปี พ.ศ.2553 ประมาณ 4.08 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2.32 ตัน/ไร่ และปริมาณน้ำมันดิบประมาณ 1.6 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) มีการคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2560 จะมีความต้องการน้ำมันปาล์มดิบประมาณ 3.2 ล้านตันเพื่อการอุปโภคและบริโภครวมถึงการส่งออก (ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์, 2554) ทำให้มีความต้องการน้ำมันปาล์มเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆปี การขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าวจำเป็นต้องมีพันธุ์ปาล์มที่ดี ซึ่งผ่านการยืนยันว่าปลูกแล้วให้ผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ปลูกสูง มีการปรับตัวที่ดี และมีลักษณะทางการเกษตรที่เหมาะสม (ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์, 2548)

สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาพันธุ์การค้าเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรได้ปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ และ ภาคเอกชน เช่น ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี บริษัท โกลเด้นเทนอรา จำกัด เป็นต้น พันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากหน่วยงานเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามข้อมูลผลผลิตที่ได้ยังคงค่อนข้างจำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่ ๆ เฉพาะแตกต่างกัน ข้อมูลการทดสอบผลผลิต ค่าอัตราพันธุกรรม และความสัมพันธ์ลักษณะของพันธุ์การค้าในพื้นที่อื่น ๆ ยังคงขาดแคลน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพการให้ผลผลิต และลักษณะที่สำคัญทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า รวมถึงประเมิน อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และความสัมพันธ์ลักษณะโดยใช้เทคนิค G (genotypes) x T (traits) biplot

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ สถานที่ปลูก และการวางแผนการทดลอง

ปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดสอบทั้งหมด 9 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ SR1 SR2 SR3 SR4 SR5 SR6 NP GCT และ PSU132 โดยทั้ง 9 พันธุ์มีอายุประมาณ 3 ปี ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยคลองหอยโข่ง อำเภอกลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา โดยใช้ระยะปลูก 9 x 9 x 9 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) แต่ละพันธุ์สุ่ม 4 ซ้ำ

การบันทึกข้อมูล

ปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร โดยการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายต้น (Corley et al., 1971) และลักษณะผลผลิตดังนี้

- ลักษณะทางลำต้น ได้แก่ ความสูงลำต้น (trunk height, TH) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (trunk diameter, TR) และจำนวนทางใบ (frond production, FP)
- ลักษณะทางใบ ได้แก่ ความยาวทางใบ (rachis length, RL) น้ำหนักแห้งทางใบ (leaf dry weight, LDW) และพื้นที่ใบ (leaflet area, LA)
- ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลายนสด (fresh fruit bunch, FFB) จำนวนทะลาย (bunch number, BN) และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (average bunch weight, ABW)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD และแยกองค์ประกอบความแปรปรวนจากค่าความหมายเฉลี่ยกำลังสอง (EMS) ตามวิธีของ ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ (2547) หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (board sense heritability, h^2_b) จากสูตรดังนี้

$$h^2_b = (\sigma^2_g / \sigma^2_p) \times 100$$

เมื่อ σ^2_g เท่ากับ ความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม และ σ^2_p ความแปรปรวนจากลักษณะปรากฏ

สำหรับวิธี G x T biplot (Yan and Rajcan, 2002) เป็นกราฟแสดงข้อมูล 2 ทิศทางของพันธุ์กับลักษณะ มีโมเดลแสดงได้ดังนี้

$$\frac{(T_{ij} - \beta_j)}{S_j} = \sum_{n=1}^2 \lambda_n \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij} = \sum_{n=1}^2 \xi^*_{in} \eta^*_{jn} + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ T_{ij} = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ i^{th} ที่ลักษณะ j^{th}

β_j = ค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์บนลักษณะ j^{th}

S_j = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะ j^{th} ระหว่างค่าเฉลี่ยของพันธุ์

λ_n = ค่า singular สำหรับ pc แกน n

ξ_{in}, η_{jn} = คะแนนของพันธุ์ i^{th} และลักษณะ j^{th} บน pc แกน x

ε_{ij} = ค่า error ที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์ i^{th} และลักษณะ j^{th}

เนื่องจากลักษณะที่บันทึกมีหลายลักษณะซึ่งมีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้น การวิเคราะห์ pca ในสมการดังกล่าวจึงต้องทำบนค่าข้อมูลที่เป็นกลาง (standardize data) ส่วนการแสดง pc1 และ pc2 ใน biplot ค่า λ_n ต้องถูกสเกลให้เป็นค่าคะแนนของพันธุ์และค่าคะแนนของลักษณะ ดังนี้ $\eta^*_{jn} = \lambda_n^{0.5} \xi_{in}$ สำหรับการทดลองนี้ใช้เพียง pc1 และ pc2 เท่านั้นสำหรับการพลอตลงบน biplot ซึ่งก็เพียงพอสำหรับการอธิบายรูปแบบความแปรปรวน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (simple correlation coefficient, r) จะนำมาใช้คำนวณความสัมพันธ์ของทุกลักษณะ เพื่อยืนยันถึงความสัมพันธ์ของลักษณะที่บันทึกกราฟ biplot ที่ได้

ผลการทดลอง

ศักยภาพพันธุ์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบของผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า และกลุ่มผสม มอ นาน 7 เดือน พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ PSU 132 ให้ลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (FFB และ BN) สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพันธุ์ NP จะมีลักษณะของ ABW สูงสุด ขณะที่ปาล์มน้ำมันพันธุ์ GCT นั้นให้ค่าผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ต่ำสุด (Table 1) สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR3 มีลักษณะทางการเจริญเติบโตที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ (Table 1) ผลที่ได้ดังกล่าวสอดคล้องกับค่าที่ปรากฏบนกราฟสองทิศทาง (Figure 1) ซึ่งพบว่าพันธุ์ PSU 132 ให้ลักษณะของผลผลิตและจำนวนทะลายสูงที่สุด ขณะที่ พันธุ์ SR3 ปรากฏลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่ที่มากที่สุด

อัตราพันธุกรรม

การวิเคราะห์ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั้ง 9 พันธุ์ พบว่ามีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ซึ่งอยู่ระหว่าง 15 – 31 % โดยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสดที่ 29.44 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนองค์ประกอบผลผลิตได้แก่ BN และ ABW มีค่าเฉลี่ย 9.27 ทะลาย ต่อ ต้น และ 3.25 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับลักษณะของการเจริญเติบโต พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมตั้งแต่ต่ำถึงปานกลาง (10 – 64%) โดยพบว่าลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงลำต้นมีค่าอัตราพันธุกรรมมากที่สุดและต่ำสุด เท่ากับ 64% และ 10% ตามลำดับ (Table 2)

ความสัมพันธ์ลักษณะ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าจำนวน 9 พันธุ์ พบว่าลักษณะของ FFB มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ BN และ FP ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของ FFB ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ลักษณะของ BN และ FP เพิ่มขึ้นด้วย เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของลักษณะ ABW ซึ่งสัมพันธ์ทางบวกกับ TH และ TR แสดงให้เห็นว่าลักษณะของ TH และ TR ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ลักษณะของ ABW เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Table 3) ค่าความสัมพันธ์ลักษณะที่ได้ดังกล่าว มีความสอดคล้องเช่นเดียวกับผลที่ได้จาก Figure 2 ซึ่งพบว่า กราฟสองทิศทางสามารถแยกความสัมพันธ์แบบบวกของลักษณะได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบบวกกันของลักษณะ FFB BN และ FP และ กลุ่มที่ 2 คือความสัมพันธ์แบบบวกของลักษณะที่เหลือ ได้แก่ ABW, TH, TR, LA, LDW และ RL (Figure 2)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาศักยภาพของพันธุ์การค้า โดยเฉพาะ ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจากข้อมูลนาน 7 เดือน พบว่า พันธุ์ PSU132 มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับพันธุ์การค้าอื่น ๆ เนื่องจากพันธุ์ PSU 132 ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์จากพ่อแม่ที่ปลูกอยู่ในพื้นที่เดียวกัน จึงทำให้พันธุ์ดังกล่าวน่าจะมี ความสามารถในการปรับตัวที่ดีกว่าพันธุ์การค้าอื่น ๆ

สำหรับค่าอัตราพันธุ์กรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าค่อนข้างต่ำ สอดคล้องหลายงานวิจัยที่ผ่านมา (Corley and Thinker, 2003) โดยเฉพาะลักษณะผลผลิตหลายชนิดที่มักมีค่า อัตราพันธุ์กรรมต่ำกว่า ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต (BN และ ABW) ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีน หลายคู่ซึ่งสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกจำนวนมาก

ค่าความสัมพันธ์ลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบพบว่า ลักษณะผลผลิตหลายชนิดมีความสัมพันธ์ ทางบวกค่อนข้างสูง ($r=0.83$) กับจำนวนทะลาย และยังพบความสัมพันธ์ทางลบซึ่งกันและกันขององค์ประกอบ ผลผลิต (BN และ ABW) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานทดลองในไนจีเรีย (Okoye and Okwuagwu, 2008) และเมื่อ พิจารณาความสัมพันธ์ของผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร พบว่า ผลผลิตหลายชนิดและจำนวนทะลายมี ความสัมพันธ์ทางบวก ($r=0.90$) กับจำนวนการสร้างทางใบ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อ การประเมินผลผลิตในช่วงอายุเริ่มแรก (อายุ 1-3 ปี) ที่ปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิตทะลาย

ผลการทดลองที่ได้จากตารางสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อาจมีความแตกต่างบางส่วนกับผลที่ได้บนกราฟ สองทิศทาง เนื่องจากว่า การวิเคราะห์ pca เป็นการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมดในทีเดียว ขณะที่ ตารางสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเป็นคู่ๆ ของลักษณะที่สนใจเท่านั้น (Yan and Rajcan, 2002) ผลที่ได้จากกราฟสองทิศทางแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธี GxT biplot ซึ่งสามารถใช้ อธิบายศักยภาพของพันธุ์ รวมถึงอธิบายความสัมพันธ์ลักษณะได้อย่างแม่นยำ การแปลผลและการใช้ประโยชน์ จากข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ได้ก็สามารถทำให้เข้าใจได้อย่างง่าย

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. ภาพรวมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่การผลิตปาล์มน้ำมัน (ชื่อ บรรณาธิการ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์). หน้า 24. สงขลา: นิโอพอยท์.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินต์ติ้ง เฮาส์ จำกัด.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ อารีย์ วรรณวัฒน์ และปิยะดา ทิพย์พ่อง. 2547. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครราชสีมา : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554.ฐานข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. Available protocol: <http://www.oae.go.th>. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2554]
- Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tang, Y. 1971. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica 20: 307-315.
- Coley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Oxford : Blackwell Science Ltd.

- Okoye, M.N. and Okwuagwu, C.O. 2008. Variability of bunch yield among the DxT interpopulation progenies of the NIFOR second cycle oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) breeding programme. ARPN J. Agric. Biol. Sci. 3: 38-45.
- Yan, W. and Rajcan, I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Sci. 42: 11-20.

Table 1 Mean comparisons of yield and yield components and some vegetative traits of oil palm genotypes

Genotypes	Traits ^a								
	FFB (kg/palm)	BN (no./palm)	ABW (kg)	TH (cm)	TR (cm)	RL (cm)	LA (m ²)	LDW (kg)	FP (frond/month)
SR1	36.87	10.75	3.45	136.13	53.25	322.25	2.81	1.28	2.85
SR2	25.25	9.75	2.81	129.75	57.50	366.50	3.56	1.36	2.75
SR3	35.21	8.67	4.19	158.83	61.67	440.00	4.54	1.73	3.07
SR4	22.36	7.00	2.34	133.50	53.50	336.75	3.28	1.35	2.80
SR5	27.38	10.00	2.73	135.63	57.50	362.00	3.16	1.33	2.70
SR6	25.88	7.50	3.68	154.00	61.50	419.25	3.73	1.86	2.65
NP	30.80	7.25	4.28	145.38	68.50	369.50	3.00	1.51	2.75
GCT	9.02	4.00	2.31	125.17	58.00	338.00	3.30	1.61	2.07
PSU132	41.94	16.25	2.65	141.75	48.25	356.00	3.04	1.39	3.05
F-test	*	*	ns	ns	**	**	*	*	ns
LSD _{0.05}	20.36	6.59	-	-	-	-	0.96	0.40	-
LSD _{0.01}	-	-	-	-	9.72	84.01	-	-	-

^a FFB: fresh fruit bunch, BN: bunch number, ABW: average bunch weight, TH: trunk height, TR: trunk diameter, RL: rachis length, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, FP: frond production

*,** significant difference at P<0.05 and 0.01 level, respectively.

Table 2 Means, range, variance components and broad-sense heritability of several observed traits in test oil palm

Traits ^a	mean±sd	range	$\sigma^2 G$	$\sigma^2 P$	h^2_b (%)
FFB (kg/palm)	29.44±13.54	0-54.45	51.56	207.49	25
BN (no./palm)	9.27±4.80	0-21	7.3625	23.6925	31
ABW (kg)	3.25±1.17	0.9-6.05	0.195	1.33	15
TH (cm)	140.20±18.20	100.50-186.00	31.645	325.25	10
TR (cm)	57.64±6.84	46.00-79.00	29.52	46.29	64
RL (cm)	369.24±45.40	293.00-536.00	989.77	2243.70	44
LA (m ²)	3.38±0.67	2.31-5.81	0.1375	0.49	28
LDW (kg)	1.49±0.29	1.07-2.18	0.0225	0.08	27
FP (frond/month)	2.83±0.25	2.20-3.40	0.0075	0.07	11

^a FFB: fresh fruit bunch, BN: bunch number, ABW: average bunch weight, TH: trunk height , TR: trunk diameter, RL: rachis length, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, FP: frond production

Table 3 Correlation coefficients of yield and yield components and some vegetative traits of oil palm genotypes

Traits ^a	FFB	BN	ABW	TH	TR	RL	LA	LDW	FP
FFB	1.00								
BN	0.83**	1.00							
ABW	0.46	-0.05	1.00						
TH	0.54	0.14	0.80**	1.00					
TR	-0.22	-0.60	0.70*	0.40	1.00				
RL	0.20	-0.06	0.63	0.85**	0.51	1.00			
LA	-0.03	-0.22	0.35	0.58	0.32	0.85**	1.00		
LDW	-0.21	-0.42	0.47	0.64	0.54	0.78*	0.67*	1.00	
FP	0.90**	0.71*	0.40	0.57	-0.20	0.32	0.19	-0.19	1.00

^a FFB: fresh fruit bunch, BN: bunch number, ABW: average bunch weight, TH: trunk height , TR: trunk diameter, RL: rachis length, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, FP: frond production

*,** significant difference at P<0.05 and 0.01 level, respectively.

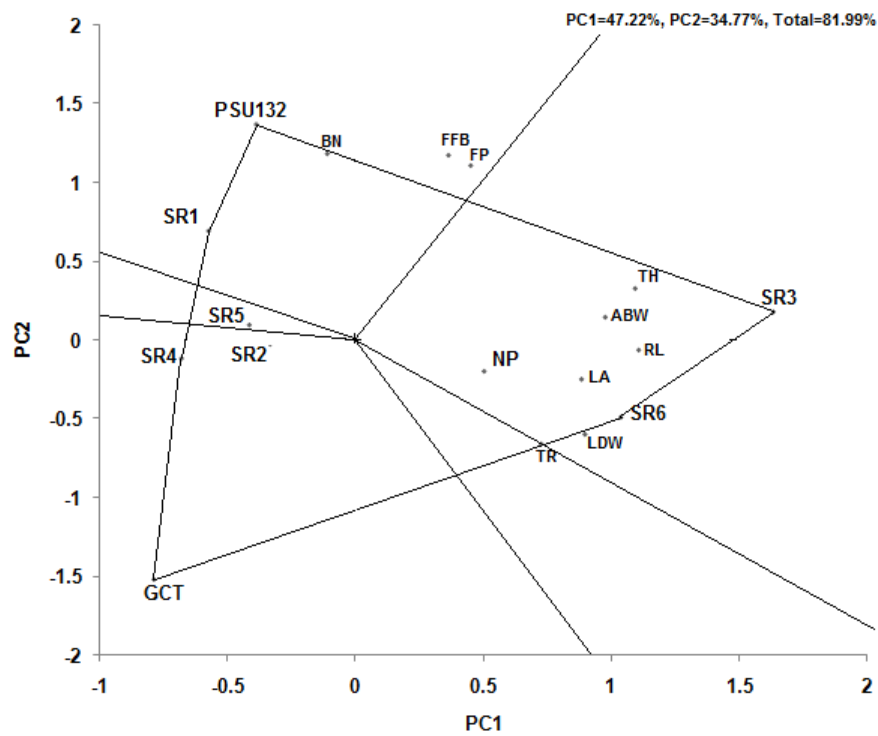


Fig. 1 GT biplot with polygon view, showing which genotypes perform the best in which traits.

Note: FFB: fresh fruit bunch, BN: bunch number, ABW: average bunch weight, TH: trunk height, TR: trunk diameter, RL: rachis length, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, FP: frond production

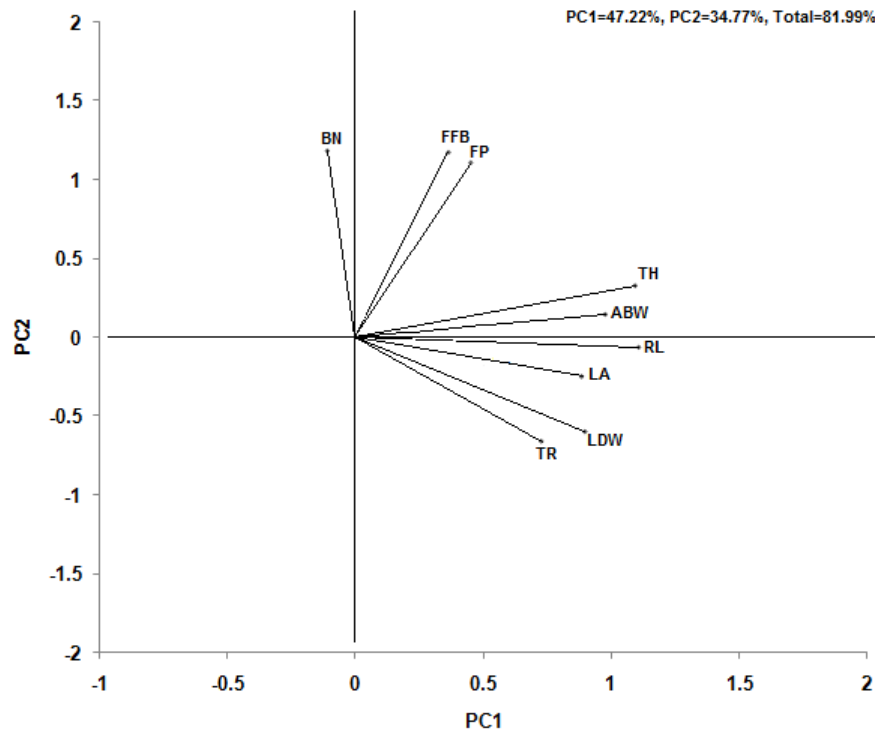


Fig. 2 GT biplot with vector view, showing the trait relations in oil palm

Note: FFB: fresh fruit bunch, BN: bunch number, ABW: average bunch weight, TH: trunk height, TR: trunk diameter, RL: rachis length, LA: single leaf area, LDW: single leaf dry weight, FP: frond production

ภาคผนวกที่ 5 การผลิตและเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1

จำนวน 1 เรื่อง

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1



มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ



ปาล์มน้ำมัน "พันธุ์ทรพย์ ม.อ.1" (FNR-PSU 1 Oil Palm Variety)

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

"พันธุ์ทรพย์ ม.อ.1" เป็นลูกผสมทนโรคพันธุ์ใหม่ของประเทศไทยที่มีผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันสูง โดยมีขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์ คือ (1) รวบรวมเชื้อพันธุกรรม (2) คัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์โดยวิธีการสืบประวัติ (3) พผสมพันธุ์เพื่อสร้างประชากรพ่อแม่พันธุ์ดูรา-ยีสเฟอร่า (4) พผสมพันธุ์เพื่อทดสอบลูกผสมทนโรคในแปลงเกษตรกรและสถานีวิจัย (5) จัดระเบียบต้นพ่อแม่พันธุ์และต้นแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันตามประกาศกรมวิชาการเกษตร และ (6) ตั้งชื่อพันธุ์ทรพย์ ม.อ.1 และผลิตเมล็ดพันธุ์เผยแพร่ให้กับเกษตรกรเอกชน และหน่วยงานภาครัฐนำไปปลูกเชิงพาณิชย์

การเผยแพร่พันธุ์ทรพย์ ม.อ.1 นี้ นอกจากช่วยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้กับผู้ปลูกแล้วยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ในประเทศและลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศด้วย

ลักษณะ ของลูกผสมทนโรค "พันธุ์ทรพย์ ม.อ.1"

1) ลักษณะทั่วไป เริ่มให้ผลผลิตทะลายเก็บเกี่ยวได้เมื่อปาล์มอายุ 36 เดือนหลังจากปลูกลงแปลง

ลักษณะทะลายมีรูปร่างกลมรี มีหนามสั้น สีผลปาล์มที่ยังไม่สุกมีสีดำ และเปลี่ยนเป็นสีแดง-ส้ม เมื่อผลสุกเต็มที่ นอกจากนี้ ลักษณะผล มีรูปร่างกลมรี

2) ลักษณะผลผลิตและการเจริญเติบโตของพันธุ์ทรพย์ ม.อ.1 ผลการประเมินลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และการเจริญเติบโตของลูกผสมทนโรคพันธุ์ทรพย์ ม.อ. 1 ในแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดสงขลา พัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช

ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และการเจริญเติบโตของลูกผสมทนโรคพันธุ์ทรพย์ ม.อ. 1 ในแปลงปลูกของเกษตรกร

ลักษณะ	อายุ 3-4 ปี ¹	อายุ 5-6 ปี ¹	อายุ 7-8 ปี ²	อายุ 9 ปี ²
ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลาย				
จำนวนทะลาย (จำนวน / ต้น / ปี)	19.30	22.28	23.20	17.80
น้ำหนักทะลาย (กก. / ทะลาย)	5.00	7.72	11.37	16.43
ผลผลิตทะลาย (กก. / ต้น / ปี)	96.50	172.00	263.78	292.45
ผลผลิตทะลาย (กก. / ไร่ / ปี)	2,123.00	3,784.04	5,803.16	6,433.99
น้ำหนักต่อทะลาย (%)	20.09	26.75	28.74	29.42
การเจริญเติบโตของไม้ 17				
ความยาวใบ (ม.)	2.35	3.80	4.86	4.93
พื้นที่ใบ (ม.2)	2.66	3.86	4.73	5.14
น้ำหนักแห้งใบ (กก.)	1.13	1.35	1.79	1.75

หมายเหตุ: ¹ ค่าเฉลี่ยจากแปลงเกษตรกรจังหวัดสงขลา พัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช

² ค่าเฉลี่ยจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครศรีธรรมราช

3) ลักษณะพิเศษของพันธุ์ทรพย์ ม.อ.1 ผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันสูง เนื้อไม้เมล็ดมีขนาดปานกลาง และเป็นพันธุ์ที่มีพันธุกรรมที่สามารถปรับตัวเข้ากับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และสภาพแห้งแล้ง เนื่องจากต้นพ่อแม่พันธุ์ถูกคัดเลือกภายใต้สภาพแวดล้อมดังกล่าว

ขอขอบคุณแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย :

- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.)
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
- สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

การผลิตและเผยแพร่
ปาล์มน้ำมันพันธุ์ "ทรพย์ ม.อ.1"



คัดเลือกและควบคุมการผสมพันธุ์

คัดเลือกและควบคุมการผสมพันธุ์ระหว่างต้นพ่อแม่ (ดูรา x ยีสเฟอร่า)

ทำเมล็ดงอก และเพาะเลี้ยงต้นกล้า



เมล็ดเริ่มงอก



คัดต้นกล้าปิดกักทิ้ง



ต้นกล้าอายุ 4 เดือน

ปลูกลงแปลง



ต้นปาล์มอายุ 1 ปีหลังปลูก



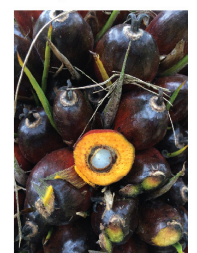
ต้นปาล์มอายุ 4 ปีหลังปลูก

ทะลายปาล์มภายหลังเก็บเกี่ยว



ทะลายปาล์มอายุ 4 ปีหลังปลูก

ลักษณะผลปาล์ม
พันธุ์ทรพย์ ม.อ.1



ผลปาล์มผ่าตามแนวขวาง