PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)

Oil Palm Breeding for High Oil Yielding (Phase 3)

คณะนักวิจัย

ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (หัวหน้าโครงการ)

นายนิทัศน์ สองศรี (ผู้ร่วมวิจัย)

นายประกิจ ทองคำ (ผู้ร่วมวิจัย)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประเภท งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554-2555

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)

Oil Palm Breeding for High Oil Yielding (Phase 3)

คณะนักวิจัย

ศ.ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ (หัวหน้าโครงการ)

นายนิทัศน์ สองศรี (ผู้ร่วมวิจัย)

นายประกิจ ทองคำ (ผู้ร่วมวิจัย)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประเภท งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554-2555

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

ส่วนที่ 2 เนื้อหา

1. **ชื่อโครงการวิจัย** การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com
PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

2. คณะนักวิจัย และคณะหน่วยงานต้นสังกัด

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

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

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

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

1.2 นายนิทัศน์ สองศรี (Mr. Nitas Songsri)

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

โทร (074) 473-473

1.3 นายประกิจ ทองคำ (Mr. Prakit Tongkum)

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

โทร (074) 473-473

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

3. สารบัญ

รายการ	หน้า
1. ชื่อโครงการวิจัย การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)	1
2. คณะนักวิจัย และคณะหน่วยงานต้นสังกัด	2
3. สารบัญ	3
4. กิตติกรรมประกาศ	4
5. รายการบทความที่ตีพิมพ์แล้ว	5
6. บทคัดย่อ	6
7. บทสรุป (Executive Summary)	7
7.1 ความเป็นมา	7
7.2 ระยะเวลาวิจัย	7
7.3 แหล่งทุนสนับสนุน	7
7.4 การดำเนินการวิจัย	7
7.5 ผล และการอภิปรายผล	8
7.6 การนำไปใช้ประโยชน์	16
8. ภาคผนวก	17
- นิพนธ์ต้นฉบับ	17
- Proceeding	17

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนโครงการวิจัยนี้

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

5. รายการบทความที่ตีพิมพ์แล้ว

- นิพนธ์ต้นฉบับ 4 เรื่อง

(1) การตอบสนองของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า

(2) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.

(3) Correlation and path analysis of palm oil yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

(4) Over expression and application of the β-carboxyltransferase (*EgaccD*) gene in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

- Proceeding 1 เรื่อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะแบบกราฟสองทิศทางและอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

6. บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในการศึกษาใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 3 ปี จำนวน 6 คู่ผสม (110, 118, 119, 130, 132 และ 137) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ปลูกทดสอบคู่ผสมละ 40 ต้น ในแปลงเกษตรกร จำนวน 4 สถานที่ คือ อ.รัตภูมิ อ.ระโนด อ.เขาชัยสน และ อ.นาบอน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบและน้ำหนักแห้งใบ และข้อมูลผลผลิตทะลาย คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย

ผลการศึกษา พบว่าอิทธิพลของสถานที่ปลูกมีผลทำให้ทุกลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตทะลายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของคู่ผสม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมและสถานที่ปลูก พบว่าลักษณะส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นความยาวแกนใบและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสมของปาล์มน้ำมัน ม.อ. มีความสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

7. บทสรุป (Executive Summary)

7.1 ความเป็นมา

โครงการ “การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)” นี้ เป็นโครงการที่ดำเนินการต่อเนื่องจากโครงการ “การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง” ระยะที่ 1 และ 2 โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

1) เพื่อพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง และปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในบางพื้นที่ปลูกของภาคใต้

2) เพื่อพัฒนาประชากรสายพันธุ์แม่ (ดูรา) และสายพันธุ์พ่อ (พิสิเฟอรา) ใช้ในการผลิตลูกผสมเทเนอรา

เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ต้องใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ยาวนาน ดังนั้นผลการศึกษาในโครงการ “การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 3)” นี้ จึงประกอบด้วยงานวิจัยที่ต่อเนื่องจากการดำเนินการในระยะที่ 1 และ 2 รวมทั้งผลงานวิจัยที่เกิดจากความร่วมมือกับโครงการทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพและชีวโมเลกุล

7.2 ระยะเวลาวิจัย 2 ปี (พ.ศ. 2553-2555)

7.3 แหล่งทุนสนับสนุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

7.4 การดำเนินการวิจัย

1) วัสดุพันธุ์พืชที่ใช้ศึกษา และวิธีการทดลอง

ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา 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 x 9 x 9 เมตร ซึ่งแต่ละพันธุ์ทำการสุ่มและให้เครื่องหมายเลขต้นปาล์ม จำนวน 10 ต้น/พันธุ์/สถานที่

2) การบันทึกข้อมูล

จัดทำหมายเลขต้นปาล์มน้ำมันของแต่ละคู่ผสมทุกต้นที่ปลูก เพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูล โดยบันทึกลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ดังนี้

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

(1) ลักษณะการเจริญเติบโต บันทึกจากลักษณะต่าง ๆ ของใบที่ 17 ได้แก่ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบ โดยทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 2 ปี คือ เมื่อปาล์มมีอายุ 3-4 ปี และ 4-5 ปี

(2) ผลผลิตทะลายปาล์ม

ทำการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุกต้นที่ให้หมายเลขไว้ บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลาย คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย และ โดยทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 2 ปี คือ เมื่อปาล์มมีอายุ 3-4 ปี และ 4-5 ปี

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range ที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

7.5 ผล และการอภิปรายผล

1) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตร

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตร ประกอบด้วยลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลาย แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม

Source	d.f.	MS			
		พื้นที่ใบ	ความสูง	ความยาวแกนใบ	น้ำหนักแห้งใบ
Year (Y)	1	11.27**	3.21**	7.56**	1.20**
Location (L)	3	3.50**	0.66**	1.86**	0.15**
Genotype (G) or Cross	5	0.09ns	0.01ns	0.10**	0.03ns
Y x L	3	0.19**	0.05**	0.03*	0.12**
Y x G	5	0.08ns	0.01ns	0.02*	0.03ns
L x G	15	0.04ns	0.01ns	0.02ns	0.03ns
Error	15	0.04	0.01	0.01	0.02
C.V. (%)		7.14	5.25	2.96	12.37

หมายเหตุ: C.V. = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

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

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 1) พบว่า อิทธิพลของอายุและสถานที่ปลูก รวมทั้งปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ทุกลักษณะการเจริญเติบโต คือพื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอิทธิพลอื่นๆ คืออิทธิพลของคู่ผสม ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและคู่ผสม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสม พบว่ามีเพียงลักษณะเดียวที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความยาวแกนใบ ส่วนลักษณะอื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดลองของลักษณะพื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบ มีค่า 7.14, 5.25, 2.96 และ 12.37% ตามลำดับ

ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลาย (ตารางที่ 2) พบว่า อิทธิพลของอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ทุกลักษณะ คือผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอิทธิพลอื่นๆ พบว่า สักษณะส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกมีผลทำให้ผลผลิตทะลายสด และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมมีผลทำให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการทดลองของลักษณะผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย มีค่า 17.88, 12.15 และ 10.40% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม

Source	d.f.	MS		
		ผลผลิตทะลายสด	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย	จำนวนทะลาย
Year (Y)	1	35,280,000**	5.62**	2,654.44**
Location (L)	3	5,007,795**	3.67**	316.88**
Genotype (G) or Cross	5	374,933ns	0.58ns	12.26ns
Y x L	3	1,202,672**	1.85**	75.31**
Y x G	5	244,312ns	0.26ns	11.69ns
L x G	15	369,022ns	0.78**	17.89ns
Error	15	222919	0.22	9.85
C.V. (%)		17.88	12.15	10.40

หมายเหตุ: C.V. = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

2) ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตร

2.1) ลักษณะการเจริญเติบโต

อิทธิพลของอายุ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันในปีแรก (อายุ 3-4 ปี) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ปาล์มน้ำมันในปีที่ 2 (อายุ 4-5 ปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น พื้นที่ใบในปีแรกมีค่า 2.25 ม.^{2} เพิ่มเป็น 3.22 ม.^{2} ความสูงในปีแรกมีค่า 1.15 ม. เพิ่มเป็น 1.67 ม. ความยาวแกนใบในปีแรกมีค่า 2.61 ม. เพิ่มเป็น 3.41 ม. และน้ำหนักแห้งใบในปีแรกมีค่า 1.06 กก. เพิ่มเป็น 1.38 กก. นอกจากนี้ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกยังมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตพันธุ์ของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจากทุกคู่ผสม 2 ปี)

แปลงทดสอบ	ปีที	ลักษณะ			
		พื้นที่ใบ (ม.^{2})	ความสูง (ม.)	ความยาวแกนใบ (ม.)	น้ำหนักแห้งใบ (กก.)
รัตภูมิ	1	2.54b	1.22e	2.72d	0.99bc
	2	3.43a	1.79b	3.42b	1.55a
ระโนด	1	1.43c	0.84f	2.03e	0.93c
	2	2.42b	1.37d	2.85cd	1.19bc
เขาชัยสน	1	2.34b	1.34de	2.75d	1.14bc
	2	3.65a	1.98a	3.68a	1.50a
นาบอน	1	2.68b	1.20e	2.94c	1.19bc
	2	3.38a	1.54c	3.68a	1.28ab
เฉลี่ย	1	2.25B	1.15B	2.61B	1.06B
	2	3.22A	1.67A	3.41A	1.38A

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

อิทธิพลของสถานที่ปลูก คู่ผสม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมต่อลักษณะการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 4-7 ผลการศึกษาอิทธิพลของสถานที่ปลูก พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ พื้นที่ใบ ความสูง ความยาวแกนใบ และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันที่ปลูกทดสอบในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกที่เขาชัยสนมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยที่เขาชัยสนมีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ 2.99 ม.^{2} (ตารางที่ 4) ความสูง 1.66 ม. (ตารางที่ 5) ความยาวแกนใบ 3.22 ม. (ตารางที่ 6) และน้ำหนักแห้งใบ 1.32 กก. (ตารางที่ 7) สถานที่ปลูกรองลงมา คือ รัตภูมิ นาบอน และระโนด ตามลำดับ สำหรับอิทธิพลของคู่ผสม พบว่า ค่าเฉลี่ยของลักษณะส่วนใหญ่ คือ พื้นที่ใบ ความสูง และน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ความยาวแกนใบ นอกจากนี้ ยังพบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมไม่มีผลทำให้ ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยลักษณะพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	พื้นที่ใบ (ม.^{2})				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	3.19	2.14	2.94	3.13	2.85
118	2.86	1.76	2.94	3.21	2.69
119	2.97	2.22	3.12	2.94	2.81
130	2.96	1.83	3.09	2.88	2.69
132	2.74	1.77	2.77	3.00	2.57
137	3.18	1.84	3.11	3.03	2.79
เฉลี่ย	2.98A	1.93B	2.99A	3.03A	2.73

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยลักษณะความสูงของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	ความสูง (ม.)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	1.48	1.19	1.67	1.43	1.44
118	1.53	1.06	1.63	1.26	1.37
119	1.40	1.15	1.64	1.35	1.38
130	1.49	0.99	1.73	1.39	1.40
132	1.50	1.12	1.57	1.42	1.40
137	1.63	1.12	1.73	1.37	1.46
เฉลี่ย	1.50B	1.10D	1.66A	1.37C	1.41

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยลักษณะความยาวแกนใบของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	ความยาวแกนใบ (ม.)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	3.17	2.66	3.40	3.64	3.22A
118	3.00	2.40	3.22	3.35	2.99B
119	2.98	2.54	3.25	3.34	3.03B
130	3.09	2.35	3.30	3.15	2.97B
132	3.00	2.36	3.02	3.16	2.89B
137	3.17	2.33	3.11	3.23	2.96B
เฉลี่ย	3.067B	2.44C	3.22A	3.31A	3.01

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com
PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำหนักแห้งใบของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	น้ำหนักแห้งใบ (กก.)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	1.21	1.15	1.42	1.23	1.25
118	1.71	1.04	1.31	1.16	1.30
119	1.16	1.10	1.33	1.30	1.22
130	1.20	0.95	1.33	1.19	1.17
132	1.15	1.03	1.21	1.19	1.14
137	1.20	1.12	1.33	1.33	1.24
เฉลี่ย	1.27A	1.06B	1.32A	1.23AB	1.22

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2.2) ลักษณะผลผลิตทะลาย

อิทธิพลของอายุ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกต่อลักษณะผลผลิตทะลาย แสดงในตารางที่ 8 ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันในปีแรก (อายุ 3-4 ปี) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ปาล์มน้ำมันในปีที่ 2 (อายุ 4-5 ปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น ผลผลิตทะลายสดในปีแรกมีค่า 1,783.00 กก./ไร่ เพิ่มเป็น 3497.60 กก./ไร่ น้ำหนักทะลายเฉลี่ยในปีแรกมีค่า 3.53 กก./ทะลาย เพิ่มเป็น 4.22 กก./ทะลาย และจำนวนทะลายในปีแรกมีค่า 22.74 ทะลาย/ต้น/ปี เพิ่มเป็น 37.62 ทะลาย/ต้น/ปี นอกจากนี้ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูกยังมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะของผลผลิตทะลายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางที่ 8)

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจากทุกคู่ผสม 2 ปี)

แปลงทดสอบ	ปีที่	ลักษณะ		
		ผลผลิตทะลายสด (กก./ไร่)	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)	จำนวนทะลาย (จำนวน/ต้น/ปี)
รัตภูมิ	1	2,221.45b	4.29ab	23.53bc
	2	3,894.48a	4.35ab	41.15a
ระโนด	1	1,057.76c	2.48c	19.48c
	2	2,297.42b	3.82b	27.00b
เขาชัยสน	1	2,218.66b	3.77b	27.34b
	2	3,542.70a	3.72b	43.28a
นาบอน	1	1,634.27bc	3.60b	20.63c
	2	4,255.97a	4.99a	39.03a
เฉลี่ย	1	1.06B	1.15B	2.61B
	2	1.38A	1.67A	3.41A

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อิทธิพลของสถานที่ปลูก คู่ผสม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมต่อลักษณะผลผลิตทะลาย แสดงในตารางที่ 9-11 ผลการศึกษาอิทธิพลของสถานที่ปลูก พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่ปลูกทดสอบในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกที่รัตภูมิมีผลผลิตทะลายสดดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยที่รัตภูมิมีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด 3,057.96 กก./ไร่ (ตารางที่ 9) น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 4.32 กก./ทะลาย (ตารางที่ 10) และจำนวนทะลาย 32.34 ทะลาย/ต้น/ปี (ตารางที่ 11) สถานที่ปลูกรองลงมา คือ เขาชัยสน และนาบอน ส่วนที่ระโนด ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตทะลายสดต่ำที่สุด สำหรับอิทธิพลของคู่ผสม พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะ คือ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดของทุกคู่ผสม 2 ปี (ปาล์มอายุ 3-4 ปี และ 4-5 ปี) มีค่า 2,640.34 กก./ไร่ (ตารางที่ 9) นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลาย (ตารางที่ 9 และ 11)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	ผลผลิตทะลายสด (กก./ไร่)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	2,775.63	1,972.85	3,465.55	2,682.90	2,724.23
118	3,047.44	1,237.06	2,824.25	2,589.40	2,424.54
119	3,373.81	1,619.31	3,207.93	3,117.84	2,829.72
130	2,901.91	1,320.33	2,744.94	2,673.55	2,410.18
132	2,660.68	2,465.98	2,135.98	2,859.34	2,530.50
137	3,588.31	1,450.02	2,905.43	3,747.70	2,922.87
เฉลี่ย	3,057.96A	1,677.59B	2,880.68A	2,945.12A	2,640.34

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	3.87a-d	3.56a-d	4.82a-c	3.71a-d	3.99
118	4.77a-c	2.00d	4.26a-c	4.08a-c	3.78
119	4.86ab	3.62a-d	3.88a-d	4.85ab	4.30
130	3.99a-d	3.11a-d	3.28a-d	4.04a-d	3.60
132	3.74a-d	3.76a-d	2.78cd	4.16a-c	3.61
137	4.72a-c	2.85b-d	3.45a-d	4.91a	3.98
เฉลี่ย	4.32A	3.15C	3.74B	4.29AB	3.88

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยลักษณะจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมัน ม.อ. จำนวน 6 คู่ผสม (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

คู่ผสม	จำนวนทะลาย (จำนวน/ต้น/ปี)				
	รัตภูมิ	ระโนด	เขาชัยสน	นาบอน	เฉลี่ย
110	31.84	24.61	33.53	32.50	30.62
118	29.58	27.92	30.83	27.13	28.86
119	32.07	19.78	37.43	27.90	29.29
130	33.26	18.00	37.45	28.80	29.38
132	32.24	26.70	35.27	28.80	30.75
137	35.05	22.45	37.35	33.85	32.17
เฉลี่ย	32.34AB	23.24C	35.31A	29.83B	30.18

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3) สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า อิทธิพลของอายุ สถานที่ปลูก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอายุและสถานที่ปลูก มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตทะลายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นจาก 3-4 ปี เป็น 4-5 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวเพิ่มขึ้น สถานที่ปลูกที่เขาชัยสนมีการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ และสถานที่ปลูกที่รัตภูมิมีผลผลิตทะลายสดดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ปลูกทดสอบอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสด 3,057.96 กก./ไร่

ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่เกิดจากอิทธิพลของคู่ผสมต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดของทุกคู่ผสม มีค่า 2,640.34 กก./ไร่ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ปลูกและคู่ผสมมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลาย จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสมของปาล์มน้ำมันที่ปรับปรุงนี้ มีความสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

7.6 การนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาของโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อเนื่องจนถึงระยะที่ 2 ได้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1) มีการเผยแพร่พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา “พันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1” ให้กับเกษตรกร

2) มีการประมวลองค์ความรู้โดยเขียนหนังสือเผยแพร่ เรื่อง “การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน”

3) มีการร่วมจดอนุสิทธิบัตรในการประดิษฐ์ เรื่อง “กรรมวิธีการตรวจวัดการแสดงออกของยีนเบตาคาร์บอกซิลทรานสเฟอเรส (beta-carboxyltransferase) หน่วยย่อย D (*accD*) ในปาล์มน้ำมัน”

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

8. ภาคผนวก

- นิพนธ์ต้นฉบับ 4 เรื่อง

(1) การตอบสนองของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า

(2) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.

(3) Correlation and path analysis of palm oil yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

(4) Over expression and application of the β-carboxyltransferase (*EgaccD*) gene in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

- Proceeding 1 เรื่อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะแบบกราฟสองทิศทางและอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

แก่นเกษตร 41 (2) : 111-120 (2556).

KHON KAEN AGR. J. 41 (2) : 111-120 (2013).

การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า

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

วิภาวี บุญยะตุลานนท์[1], ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[1*] และ สายัณห์ สดุดี[1]

Vipawee Bunyatulanon[1], Theera Eksomtramage[1*] and Sayan Sdoodee[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ที่จังหวัดสงขลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อการให้น้ำในระยะกล้าของปาล์มน้ำมัน โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 5 พันธุ์ คือพันธุ์หนองเป็ด (NP) โกลด์เด้นเทเนอรา (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 ซึ่งระดับของการตอบสนองทางสรรีวิทยาของปาล์มน้ำมันทั้ง 5 พันธุ์ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของความเครียดน้ำ จากการบันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งของต้น พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถฟื้นตัวหลังจากสภาพแล้งได้ ส่วนการให้น้ำทุก 8 วัน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางลำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 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 cil 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 Ressources, Prince of Songkla University Thailand, 90112

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

บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ และคณะ, 2548) นอกจากนี้ Ruma (2007) อ้างโดย Okwuagwu et al. (2008) กล่าวว่าปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญอันดับ 2 ที่ให้ผลผลิตเป็นไขมันพืชและน้ำมัน โดยในประเทศไนจีเรียรายงานว่า มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 70% ของพืชผักทั้งหมดที่มีการบริโภคน้ำมัน ทั้งนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำสูงในการเจริญเติบโต ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยการขาดน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของปาล์ม (Dufrene et al., 1992 อ้างโดย Kallarackal, 2004) หากมีการขาดน้ำในปาล์มอายุน้อยมีผลทำให้การพัฒนาของปาล์มช้าลงมาก และมีพื้นที่ใบน้อย แต่สำหรับในปาล์มอายุมากมีผลให้การแผ่กางของใบอ่อนช้าลงและมีผลต่อการรับแสงเล็กน้อย รวมทั้งสัดส่วนเพศ การเจริญและการพัฒนาของผลด้วยเช่นกัน (ธีระพงศ์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้เมื่อเกิดสภาพขาดน้ำขึ้นในบริเวณที่ปลูกพืชเป็นผลให้การดูดน้ำของพืชจากดินลดลง ขนาดของเซลล์เล็กลง กระบวนการสังเคราะห์แสงผิดปกติ อันมีผลทำให้ต้นพืชเหี่ยวแห้ง การสร้างอาหารเป็นไปได้ไม่เต็มที่ พืชชะงักการเจริญเติบโต และถ้าพืชประสบสภาพเช่นนี้เป็นเวลานานก็จะแห้งตายได้ (นพพร, 2543) ดังนั้นปัญหาเรื่องน้ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญควบคู่ไปกับการใช้พันธุ์ดี (อังคณา, 2551) อย่างไรก็ตามการที่จะได้กล้าปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะปกติและเจริญเติบโตได้ดีนั้น ในระยะกล้าปาล์มน้ำมันต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอกับความต้องการในแต่ละช่วงอายุ หากกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำไม่เพียงพอจะมีผลทำให้ต้นปาล์มแสดงลักษณะอาการผิดปกติ เช่น ใบเริ่มเหลือง การเกิดใบใหม่ช้า กลุ่มใบอ่อนเกาะกลุ่มกันมากกว่า 1 กลุ่มและสั้นผิดปกติ และมีผลโดยตรงต่อการผลิตน้ำหนักแห้งของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปากใบปิดหรือมีค่าการซักนำปากใบต่ำ การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์มต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะลักษณะจำนวนทะลายปาล์มลดลง สำหรับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะกล้าปาล์มทั้งพันธุ์การค้า และพันธุ์ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุง เพื่อศึกษาการตอบสนองเบื้องต้นต่อการให้น้ำของปาล์มน้ำมัน สหสัมพันธ์ และคัดเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนทานต่อความแห้งแล้ง

วิธีการศึกษา

การทดลองใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 5 พันธุ์คือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอราปรับปรุงจำนวน 3 พันธุ์คือ ม.อ.139, ม.อ.140 และ ม.อ.81 และพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่ผลิตเป็นการค้าในประเทศไทยจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์หนองเป็ด (NP) และ โกลด์เด้นเทเนอรา (GT) นำเมล็ดงอกของแต่ละพันธุ์มาปลูกลงในถุงพลาสติกสีดำที่มีดินบรรจุโดยการอนุบาลแบบครั้งเดียว ขนาดของถุงที่ใช้ในการเพาะเมล็ดงอกของปาล์มน้ำมัน ใช้ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ คือขนาด (40x45 เซนติเมตร หนา 500 เกจ) แล้วนำต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปวางในโรงเรือนกระจก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) โดยมีให้น้ำ 3 ระดับ (ให้น้ำทุกวัน ทุก 4 วัน และทุก 8 วัน) ซึ่งปริมาณน้ำที่ให้คือ 1.20 ลิตร/ต้น จำนวน 3 ซ้ำ มีขนาดหน่วยทดลอง 10 ต้น/ทรีตเมนท์/ซ้ำ ทำการสุ่มต้นกล้า จำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อวัดลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มแต่ละพันธุ์โดยไม่ทำลายต้น ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ขนาดลำต้น เป็นต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 1 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน และสุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อีกจำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อนำส่วนต่างๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มาวัดลักษณะทางลำต้นแบบ

ทำลายต้น ได้แก่ น้ำหนักสด พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้ง ทำการเก็บข้อมูลทุก 3 เดือน จำนวน 3 ครั้ง (ที่ปาล์มอายุ 3, 6 และ 9 เดือน) และทำการวัดศักย์ของน้ำในใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วย pressure chamber โดยเลือกทางใบที่ 4และเลือกใบย่อยในระยะเพสลาดของแต่ละช่วงอายุในการเก็บข้อมูล ตัดก้านใบตรงกลางทางใบใส่ลงไปในจุกยางของ pressure chamber ให้ปลายโผล่อยู่ด้านบน ตัดก้านใบย่อยให้เรียบ จากนั้นหมุนจุกยางให้แน่น แล้วค่อยๆ ปล่อยแก๊สไนโตรเจนจากตัวถังเก็บแก๊ส ใช้แว่นขยายส่องดูที่ก้านใบสังเกตฟองน้ำออกจากก้านใบ อ่านค่าที่หน้าปัด pressure chamber เมื่อเห็นหยดน้ำแรกที่ออกมาจากก้านใบ ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น บาร์ นำค่าที่อ่านได้จาก pressure chamber นี้มาแปลงเป็น MPa โดยที่ 10 บาร์ = 1 MPa สำหรับการวัดการซักนำปากใบ อัตราการคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงในต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LCi Photosynthesis System (ADC Bio Science Ltd., United Kingdom) โดยเลือกทางใบที่ 4 และเลือกใบย่อยในระยะเพสลาดของแต่ละช่วงอายุในการเก็บข้อมูล นำ chamber หนีบตรงกลางใบย่อยให้แนบสนิทประมาณ 1 นาที แล้วกดบันทึกข้อมูลที่วัดได้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะทางสรีรวิทยา

ค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ (Table 1) ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ -1.42 และ -1.76 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งในพันธุ์ ม.อ.139 มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับสภาวะเครียดน้ำโดยอยู่ในสภาพน้ำท่วมนาน 60 และ 90 วัน มีค่าซักนำการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม (ที่ได้รับน้ำปกติ) (มนต์สรวง และคณะ, 2553) การที่พืชขาดน้ำหรือได้รับน้อยเกินความต้องการเป็นเวลานานทำให้พืชมีการปรับตัวโดยมีการลดศักย์ของน้ำในใบ และการซักนำปากใบมีค่าลดลง ซึ่งจากการพิจารณาค่าซักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ค่าซักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าซักนำปากใบเฉลี่ยเท่ากับ 102.00 mM m^{-2} s^{-1} ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ทั้งนี้ค่าซักนำปากใบมีค่าแปรผันตามกับศักย์ของน้ำในใบ นอกจากนี้อัตราการคายน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 2) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำทุกวันมีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 1.11–1.56 μMH_2O $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การให้น้ำทุก 4 วันมีอัตราการคายน้ำลดลง แต่มีค่ามากกว่าการลดลงในการให้น้ำทุก 8 วัน แสดงว่าในการให้น้ำทุก 4 วัน มีความเครียดน้ำรุนแรงน้อยกว่า ซึ่งการคายน้ำที่ลดลงของปาล์มน้ำมันเนื่องจากการปิดปากใบ เพื่อรักษาสภาพของน้ำภายในเซลล์ให้สมดุล และส่งผลต่อกระบวนการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงตามลำดับ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำสุด ซึ่งการสังเคราะห์แสงของใบปาล์มน้ำมันที่สูงนั้นเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้างน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงผลผลิตทะลายที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Suresh and Nagamani, 2006) นอกจากนี้ Henson et al. (1991) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาพที่มีความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure Deficit หรือ VPD) อีกทั้งการผลิตใบในพื้นที่แล้งค่อยๆ ลดลง 4-12% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่

ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ โดยพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่มีการสร้างอาหารเพื่อสะสมและสร้างจำนวนและน้ำหนักใบ

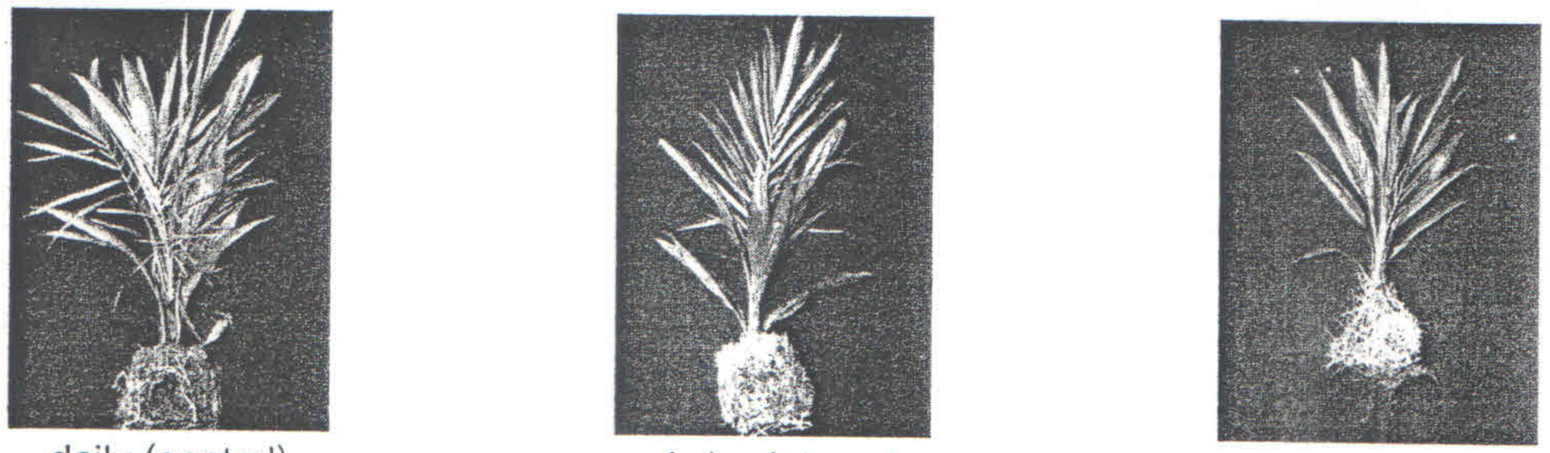
การเจริญเติบโตทางลำต้น

พันธุ์หนองเป็ดมีขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.38 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา 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 แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ Jacquemard (1979) รายงานว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ในการเปรียบเทียบความสูงต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งพันธุ์หนองเป็ดมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 20.5 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139, ม.อ.140 และม.อ.81 นอกจากนี้พันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, 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 เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีความสูงต้นสูงสุดคือ 23.5 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.139 และม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา และม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน และพันธุ์ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีความสูงต้นต่ำสุดคือ 12.3 เซนติเมตรซึ่งการจำกัดน้ำในปาล์มน้ำมันส่งผลให้ความสูงลดลงด้วยเช่นกัน แต่จะมีผลน้อยในปาล์มที่โตหรือแก่เต็มที่ ซึ่งหากขาดน้ำเป็นเวลานานมีผลต่อการเพิ่มขึ้นทางด้านการเจริญเติบโตคือการเกิดใบใหม่หรือใบธง โดยในช่วงก่อนการเจริญโตเต็มที่หากได้รับสภาพแห้งแล้งมีผลมีการสร้างใบน้อย ปริมาณใบสีเขียวลดลง และหักล้ม (Noor and Harun, 2004) และในกรณีที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงอาจทำให้ปาล์มตายได้ และเมื่อพิจารณาความยาวทางใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.139 มีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 89.92 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 กับพันธุ์หนองเป็ด โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ในขณะที่พันธุ์ม.อ.81 มีความยาวทางใบต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 67.45 เซนติเมตร และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยท่ากับ 93.10 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีความยาวทางใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 83.29 และ 51.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ (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 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้นปาล์มน้ำมันได้ผลกระทบในช่วงเวลาสั้นและสามารถฟื้นตัวได้หลังการทดลอง 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 เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบสูงสุดคือ 5385.33 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ใน 2 พันธุ์ข้างต้น และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ ทั้งนี้การที่พืชได้รับน้ำน้อยเกินไป เนื่องจากส่งผลให้มีการพัฒนาของพื้นที่ใบและจำนวนใบลดลง ทำให้มีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลง และส่งผลให้มีการสร้างอาหารและการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้นพืชลดลง โดยน้ำหนักแห้งลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 5) พบว่า พันธุ์ ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 85.29 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ.139 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอราและม.อ.81 และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 49.81 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 102.20 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)กับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.24 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) 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 และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา และม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ จากการพิจาณาน้ำหนักแห้งใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 50.27 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ. 139 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) กับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอราและม.อ.81 และพันธุ์ม.อ. 81 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 33.79 กรัม และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 8 วัน โดยการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 20.71 กรัม แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งราก พบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 52.72 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลียเท่ากับ 31.72 และ 11.26 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวัน มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 74.17 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ. 139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน รวมถึงพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, 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) กับพันธุ์โกลด์เทเนอราและม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ.139 และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรามีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 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 เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดคือ 278.79 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำอีก 2 ระดับ รวมถึงพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, ม.อ.139 และม.อ. 81 ในทุกระดับการให้น้ำ โดยการที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ต่างๆ 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 0.85ซึ่งความสูงต้นเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทางใบปาล์มน้ำมัน 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 control)	4-day Interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean
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 ($\mu MH_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)				Photosynthesis rate ($\mu MCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)			
	daily control)	4-day Interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean
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 (control)	4-day interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
NP	6.73	5.62	3.78	5.38a	23.5a	22.3ab	15.7fgh	20.5a	88.27bc	69.82de	48.70fg	68.93bc
GT	6.58	5.47	4.00	5.35a	20.5abc	19.5abc	15.6fgh	18.5b	95.97ab	80.23bcd	52.68fg	76.29bc
PSU-139	6.45	5.33	3.72	5.17ab	21.2abc	21.1abc	15.3gh	19.2b	105.25a	104.95a	59.55ef	89.92a
PSU-140	6.77	5.40	3.75	5.31a	21.5abc	18.2de	14.3hi	18.0b	92.50abc	83.85bcd	54.45efg	76.93b
PSU-81	6.18	5.42	3.28	4.96b	17.9ef	17.2efg	12.3i	15.8c	83.53bcd	77.58cd	41.25g	67.45c
Mean [1]	6.54a	5.45b	3.71c	5.23	20.9a	19.6a	14.6b	18.4	93.10a	83.29b	51.33c	75.91

[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)			
	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
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 (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
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	278.79a	152.10de	45.58h	158.82a
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	155.46de	124.04ef	58.98gh	112.82b
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	233.44b	173.17cd	90.18fg	165.60a
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	240.46ab	206.01bc	69.10gh	171.86a
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	161.80de	142.94de	37.19h	113.98b
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	213.99a	159.65b	60.21c	144.62

[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 มีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นต่อการให้น้ำสูง สำหรับผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่อายุ 9 เดือน พบว่าลักษณะส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา. 117 น.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ควรให้น้ำกับปาล์มน้ำมันน้ำมันหรือไม่. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 5: 2-4.

นพพร สายัมพล. 2543. การคัดพันธุ์ทนทานความแห้งแล้งและอากาศร้อน *ใน* เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า 219-238. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์สรวง เรืองขนาบ, กฤษดา สังข์สิงห์, สุจินต์ แม้นเหมือน และระวี เจียรวิภา. 2553. การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อสภาวะน้ำท่วมขัง. ว. วิชาการเกษตร 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.). ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 40: 25-34.

Hardon, J.J. and R.L. Thomas. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineaux. 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. Oleagineaux. 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.

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

บทความวิจัย

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.

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

สิทธิพงษ์ พรมมา[1*],สุริยการ ศรีถาวร[1] และ ธีระ เอกสมทรามเมษฐ์[1]

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

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

บทคัดย่อ

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

คำสำคัญ : *ปาล์มน้ำมัน ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต, ลักษณะทางลำต้น, สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม, อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง*

บทนำ

ในปัจจุบันนี้พืชน้ำมันนับวันยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากในแต่ละปีมนุษย์ต้องการน้ำมันพืชเพื่อการอุปโภคและบริโภคเป็นปริมาณมากในแต่ละปี อีกทั้งปัจจุบันปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้น้ำมันพืชที่ผลิตได้บางส่วนต้องถูกนำมาใช้เพื่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันพืชที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ การปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ หรือแม้แต่การขยายพื้นที่ปลูกพืชน้ำมันพันธุ์ดีจึงเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาได้วิธีหนึ่ง

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูงที่สุดในโลก เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ได้มากกว่าถั่วเหลืองเกือบ 10 เท่า (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2554) ชนิดพันธุ์การค้าของปาล์มน้ำมันปัจจุบันใช้พันธุ์ลูกผสม (D x P) ชนิดเทเนอรา ซึ่งมีลักษณะกะลาบาง ให้สัดส่วนเนื้อผลและน้ำมันปริมาณมากเมื่อเทียบกับชนิดพันธุ์ดูรา สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน พันธุ์ที่ได้ให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามพันธุ์ดังกล่าวนั้นยังคงให้ผลผลิตที่ค่อนข้างจำเพาะต่อสภาพพื้นที่เหมาะสมแตกต่างกัน

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การปลูกและการบันทึกข้อมูล

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี 2529 โดยเริ่มเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมปาล์มพันธุ์ดีจากสวนปาล์มต่าง ๆ ทั่วภาคใต้ ปัจจุบันได้ปรับปรุงและผลิตพันธุ์ปาล์มลูกผสมเพื่อให้เกษตรกรได้นำไปปลูกแล้ว และยังคงทำการปรับปรุงและพัฒนาประชากรพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้อย่างต่อเนื่อง

การประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรม รวมถึงอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจจะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถประเมินได้ว่าควรมีการจัดการอย่างไรกับประชากรปรับปรุงนั้น ๆ เช่น สามารถลงมือคัดเลือกต้นปาล์มลักษณะที่ต้องการได้โดยตรงในทันที หรือควรมีการนำเข้ายีนจากแหล่งอื่นเพื่อเพิ่มความแปรปรวนให้กับประชากรปรับปรุงก่อนการคัดเลือก การประเมินค่าที่สำคัญดังกล่าวช่วยเพิ่มโอกาสให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นได้แม่นยำมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะที่สำคัญของประชากรปาล์มน้ำมันพันธุ์ปรับปรุง ทรัพย์ ม.อ. จำนวน 2 ประชากร ได้แก่ ประชากร D x P จำนวน 7 ยีโนไทป์ และประชากร T x P จำนวน 4 ยีโนไทป์ ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา โดยใช้ระบบปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่าระยะห่าง 9 x 9 x 9 เมตร ทั้ง 2 ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากพ่อแม่พันธุ์ที่เก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมจากปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีทั่วพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 6 ซ้ำ โดย 1 ซ้ำใช้ต้นปาล์ม 1 ต้น เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปีจึงเริ่มทำการบันทึกลักษณะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และลักษณะสำคัญทางการเกษตร โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบไม่ทำลายลำต้น ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทางใบ ความยาวทางใบ จำนวนผลผลิตทางใบ ความสูงลำต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น บันทึกข้อมูลดังกล่าวติดต่อกันทุกเดือนนาน 7 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และแยกองค์ประกอบความแปรปรวนจากค่าคาดหมายเฉลี่ยกำลังสอง (EMS) ตามวิธีของ ไพศาล 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 เท่ากับความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม 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 (ตารางที่1) พบความแตกต่างทางสถิติของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย) เฉพาะประชากรปรับปรุงปาล์มน้ำมันแบบ D x P ส่วนประชากร T x P ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ประชากร T x P นั้นให้ค่า

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

เฉลี่ยผลผลิตและองค์ประกอบที่มีแนวโน้มมากกว่าประชากรแบบ D x P (ตารางที่ 2)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของทั้ง 2 ประชากรพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง (16.41 - 29.41 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้นลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยที่ประชากร T x P ที่มีค่า GCV เท่ากับ 0 ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างที่ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตกลับพบว่าทั้ง 2 ประชากรมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (12 - 30 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน 2 ประการ

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 และอัตราพันธุกรรมของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน 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

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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 หลาย ๆ ลักษณะมีค่าอยู่ระดับปานกลาง (46 - 50 เปอร์เซ็นต์) มีเพียงลักษณะความยาวใบ และน้ำหนักแห้งทางใบเท่านั้นที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ 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.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย พิสัย ความแปรปรวนขององค์ประกอบ อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างขวางของลักษณะทางเกษตรของปาล์มน้ำมัน 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) สอดคล้องกับงานทดลองก่อนหน้า (Kushairi *et al.*, 1999; Musa *et al.*, 2004) โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าจำนวนทะลาย (Hartley, 1988) สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างพบว่าลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบทั้ง 2 ประชากรมีค่าต่ำ สอดคล้องกับหลายงานทดลองที่ผ่านมา (Corley, 2003) ผลผลิตเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้นจึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องมาก ขณะที่ลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่มีค่าปานกลาง ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าประชากร D x P ให้ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจอยู่สูง ดังนั้น การคัดเลือกที่ประชากร D x P สามารถ

เอกสารอ้างอิง

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

ไพศาล เหล่าสุวรรณ อารีย์ วรัญญูวัฒก์ และปิยะดา ทิพยผ่อง. 2547. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครราชสีมา : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

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

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

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. Biometical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers.

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

J. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 47 : 528 - 533 (2013)

Correlation and Path Analysis of Palm Oil Yield Components in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Sudanai Krualee, Sayan Sdoodee*, Theera Eksomtramage and Vinich Sereeprasert

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the correlation coefficients, direct effects and indirect effects of agronomic characters on palm oil yield components for selection and improvement of next-generation oil palm populations. The seven crosses of oil palms aged 4 yr were investigated at three locations in southern Thailand. The experiment at each location was designed as a completely randomized design with five replications. Data on bunch yield, yield components and bunch components were collected from July 2009 to June 2010. Combined analysis was used to estimate the variance and covariance for the calculation of correlation coefficient and path coefficient values. The results showed that the bunch yield, single weight, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had positive genotypic and phenotypic correlation coefficient values with regard to palm oil yield (1.03, 0.93, 1.70, 0.13 and 0.85, 0.56, 0.32, 0.34, respectively). The path analysis indicated that the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had a positive direct effect on both the genotype and phenotype of palm oil yield (1.32, 0.68, 0.27 and 0.94, 0.20, 0.31, respectively). Although, the single weight had a positive correlation coefficient value for both genotype and phenotype, it had a negative direct genotypic and phenotypic effect on palm oil yield. Therefore, palm oil yield improvement should be considered especially in terms of the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch, because these characters had high, positive direct genotypic and phenotypic effects on palm oil yield.

Keywords: correlation, path analysis, oil yield, oil palm

INTRODUCTION

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) can produce a greater oil yield than other oil plants (Corley and Tinker, 2003). Its oil is used by various consumers (Eksomtramage, 2010a). In Thailand, oil palm demand has been increasing continuously since 2006, but the domestic production of palm oil inside country has been balanced with palm oil demand; however, climatic variability may be causing the bunch yield and palm oil yield to decline (Bureau of Agricultural Economics Research, 2012). To avoid the risk of insufficient palm oil, it is essential to increase palm oil yield to correspond with consumer's demand and storage requirements. One of the many methods available is oil palm breeding to augment oil yield.

Palm oil yield is involved with many agronomic characters; moreover, environmental influences on this phenotype are considerable and so heritability is low (Rafii *et al*., 2002; Noh *et al*., 2010). It is very difficult to improve palm

Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand.
* Corresponding author, e-mail: sayan.s@psu.ac.th

Received date : 01/02/13 Accepted date : 15/07/13

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

oil yield directly. Consequently, palm oil yield enhancement should consider other agronomic characters that relate to oil yield traits.

The correlation coefficient is a parameter that is used to evaluate the relation between traits. The range of the correlation coefficient is between -1 and 1. A positive correlation between traits indicates that if one character increases, the other character increases too. On the other hand (a negative correlation), if one character increases, the other character will decrease. The genotypic correlation coefficient is another parameter that is used by breeders and is applied to pleiotropic genes and linkage genes. The correlation coefficient value associated with pleiotropic genes is important because it is the net effect of genes controlling traits that are correlated. Furthermore, the effect of pleiotropic genes can be obtained every generation. This contrasts with linkage genes which are expressed especially in early generations (Dobholkar, 1992). To improve plants, the correlation coefficient is essential to determine the criteria of selection (Falconer, 1981).

Since the value of the correlation coefficient between characters is the sum of the effects that influence the character of interest, this value has a combined indirect effect. It is necessary to subtract the indirect effect from the total effect. The remaining value is the direct effect that describes the direct relation of one trait to the trait of interest. These processes are analyzed by path analysis which is essential to plant breeders because it helps breeders to choose correctly the important and related traits to the trait of interest.

The objective of this research was the evaluation of the correlation coefficients, direct effects and indirect effects of agronomic characters on the palm oil yield of seven oil palm crosses. These data can be applied to select and improve oil palm populations in future generations.

MATERIALS AND METHODS

The seven oil palm crosses were from a single cross from Dura (D) × Pisifera (P) planted at three locations in southern Thailand—Huea Khlong district, Krabi province, and Ronphibon district and Cha Uat district, Nakhon Si Thammarat province. At each location, the experiment was set up as a completely randomized design with five replications (that is, five oil palm trees). The bunch yield, yield components and bunch components of oil palm crosses aged 4 yr were collected in July 2009 –June 2010 by the method of Blaak *et al.*(1963) as cited in Corley and Tinker (2003). Finally, all data were analyzed by combined analysis to estimate the variance and covariance for calculation of the correlation coefficient value and path coefficient value of the genotype and phenotype.

To separate the variance and covariance components of combined analysis (Table 1), the variance and covariance components were substituted in Equations 1 and 2 to calculate the correlation coefficient value.

$$r_g = \frac{\sigma_{xy(g)}}{\sqrt{\sigma^2_{x(g)}\ \sigma^2_{y(g)}}} \quad (1)$$

$$r_p = \frac{\sigma_{xyp}}{\sqrt{\sigma^2_{x(p)}\ \sigma^2_{y(p)}}} \quad (2)$$

where r_g is the genotypic correlation coefficient value and r_p is the phenotypic correlation coefficient value

The significance of the correlation coefficient value can be tested by comparison with an r table using the degrees of freedom being n-2.

The correlation coefficient value was used to in the path analysis to calculate the direct and indirect effects of other traits on the trait of interest (Arnhold *et al*., 2006). Singh and Chaudhary (1979) explained path analysis method using Equation 3 as follows:

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

From the correlation coefficient value

$$r_p = \frac{\sigma_{xyp}}{\sqrt{\sigma^2_{x(p)}\ \sigma^2_{y(p)}}} \quad (3)$$

The path coefficient value can be calculated from

$$a = \frac{\sigma_{x1}}{\sigma_Y}$$

Likewise

$$b = \frac{\sigma_{x2}}{\sigma_Y}$$

and so on. Then, the path coefficient values (a, b, c,…) can be substituted in the simultaneous equation r (x_1,Y) = a + r(x1 , x2)b + r(x1 , x3) c …

RESULTS AND DISCUSSION

Average agronomic characters

Tables 2 and 3 show that the crosses did not affect the agronomic trait averages, so the different crosses did not influence the traits. On the other hand, location and the interaction between locations with crosses affected the average of agronomic traits significantly at both the $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$ levels. Consequently, different factors would influence the differences in traits.

Correlation

The bunch yield, single weight, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had positive

Table 1 Variance and covariance component of combined analysis.

Source of Variance	df	Expected mean square		
		X	Y	XY
Location (L)	l–1	$\sigma^2_{x(e)}+r\sigma^2_{x(lg)}+rv\sigma^2_{x(l)}$	$\sigma^2_{y(e)}+r\sigma^2_{y(lg)}+rv\sigma^2_{y(l)}$	$\sigma_{xy(e)}+r\sigma_{xy(lg)}+rv\sigma_{xy(l)}$
Variety (V)	v–1	$\sigma^2_{x(e)}+r\sigma^2_{x(lg)}+rl\sigma^2_{x(g)}$	$\sigma^2_{y(e)}+r\sigma^2_{y(lg)}+rl\sigma^2_{y(g)}$	$\sigma_{xy(e)}+r\sigma_{xy(lg)}+rl\sigma_{xy(g)}$
L×V	(l–1)(v–1)	$\sigma^2_{x(e)}+r\sigma^2_{x(lg)}$	$\sigma^2_{y(e)}+r\sigma^2_{y(lg)}$	$\sigma_{xy(e)}+r\sigma_{xy(lg)}$
Error	l(v–1)	$\sigma^2_{x(e)}$	$\sigma^2_{y(e)}$	$\sigma_{xy(e)}$
Total	lv–1			

df = Degrees of freedom, l = Number of locations, v = Number of varieties.

Table 2 Agronomic characters of palm oil yield components.

Cross	Oil yield	Yield	NB	SW	DMFM	FB	FMF	ODM	OB
501	8.10	38.61	16.47	2.38	69.02	54.76	74.64	70.50	19.93
506	7.81	36.1	14.00	2.68	67.59	57.22	78.19	73.91	21.87
512	12.11	55.23	16.60	3.22	68.29	56.18	76.26	73.15	21.32
514	7.78	40.19	14.00	2.85	65.36	59.17	70.56	71.86	19.61
521	6.92	33.51	13.53	2.69	65.16	57.00	71.37	75.19	19.89
523	8.08	38.63	13.07	3.11	66.34	59.15	73.11	74.16	21.09
530	5.67	27.87	13.40	2.28	66.21	53.91	72.56	75.79	19.89
Mean	8.07	38.59	14.44	2.74	66.85	56.77	73.81	73.51	20.51

OY = Oil yield, NB = Number of bunch, ODM = Oil per dry mesocarp, Y = Bunch yield, FMF = Fresh mesocarp per fruit, FB = Fruit / Bunch, SW = Single weight, DMFM = Dry mesocarp per fresh mesocarp, OB = Oil per bunch.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

genotypic and phenotypic correlation coefficient values for palm oil yield (1.03, 0.93, 1.70, 0.13 and 0.85, 0.56, 0.32, 0.34, respectively) as shown in Table 4. Clearly, if the bunch yield, single weight, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch were improved, the oil yield might be increased. In particular, the bunch yield had a high positive phenotypic correlation and so is an important trait for palm oil yield. Kushairi *et al*. (1999) and Okoye *et al*. (2009) reported that the bunch yield had a significant correlation with palm oil yield. The fresh mesocarp per fruit was another character that was important; it was also positively correlated with palm oil yield (Table 4).

Path analysis

From the genotypic path analysis of the agronomic characters affecting palm oil yield, it was clear that the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had a great direct effect on palm oil yield (1.32, 0.68 and 0.27, respectively). In addition, the genotypic correlation of both traits was also high. On the other hand, single weight had a negative genotypic path coefficient value but it had a positive genotypic correlation coefficient value on palm oil yield due to the single weight character having a positive indirect effect on palm oil yield through other traits, especially the bunch yield (Table 5).

Table 3 Analysis of variance of agronomic characters of palm oil yield components.

SOV	df	Mean square								
		OY	BY	SW	NB	FMF	DMFM	ODM	FB	OB
Cross (C)	6	58.99^{ns}	1066.34^{ns}	1.81^{ns}	32.38^{ns}	111.08^{ns}	32.77^{ns}	51.29^{ns}	60.61^{ns}	11.94^{ns}
Location (L)	2	400.95**	6731.34**	15.48**	909.07**	1214.11**	1289.42**	109.28**	371.14**	251.05**
C×L	12	55.75**	972.18**	0.96**	40.66**	45.05**	82.49**	18.93^{ns}	38.03^{ns}	22.35*
error	84	7.26	111.38	0.30	8.28	13.82	32.37	11.38	46.74	10.98

^{ns} = No significant difference, * = Significant difference at $P \leq 0.05$, ** = Significant difference at $P \leq 0.01$.

OY = Oil yield, NB = Number of bunch, ODM = Oil per dry mesocarp, Y = Bunch yield, FMF = Fresh mesocarp per fruit, FB = Fruit / Bunch, SW = Single weight, DMFM = Dry mesocarp per fresh mesocarp, OB = Oil per bunch.

Table 4 Genotypic correlation (upper slope) and phenotypic correlation (lower slope)

	OY	Y	SW	NB	FMF	DMFM	ODM	FB	OB
OY		1.03	0.93	N/A	1.70	N/A	-4.05	0.13	N/A
Y	0.85**		0.93	N/A	1.09	N/A	-3.25	0.88	N/A
SW	0.56**	0.71**		N/A	0.25	N/A	-0.52	1.12	N/A
NB	0.38**	0.40**	-0.27**		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FMF	0.32**	0.17^{ns}	0.13^{ns}	0.00^{ns}		N/A	-0.29	-0.70	N/A
DMFM	0.30**	0.10^{ns}	0.07^{ns}	0.02^{ns}	0.28**		N/A	N/A	N/A
ODM	-0.24*	-0.47**	-0.31**	-0.22*	-0.04^{ns}	0.02^{ns}		-0.38	N/A
FB	0.34**	0.05^{ns}	0.05^{ns}	-0.01^{ns}	-0.05^{ns}	-0.25**	0.03^{ns}		N/A
OB	0.46**	-0.02^{ns}	0.00^{ns}	-0.03^{ns}	0.39**	0.36**	0.31**	0.66**	

N/A = Not available because genetic variation = 0.

^{ns} = No significant difference, * = Significant difference at $P \leq 0.05$, ** = Significant difference at $P \leq 0.01$.

OY = Oil yield, NB = Number of bunch, ODM = Oil per dry mesocarp, Y = Bunch yield, FMF = Fresh mesocarp per fruit, FB = Fruit / Bunch, SW = Single weight, DMFM = Dry mesocarp per fresh mesocarp, OB = Oil per bunch.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

Table 6 shows that the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had high direct phenotypic effects on palm oil yield (0.94, 0.20 and 0.31, respectively). Correspondingly, their phenotypic correlation coefficient values were quite high. According to Eksomtramage (2010b), the bunch yield and fresh mesocarp per fruit had a direct phenotypic effect on palm oil yield. Conversely, single weight had a negative phenotypic path coefficient value but its phenotypic correlation coefficient value was negative due to the single weight character which was expressed mostly through the positive indirect effect on the bunch yield character.

CONCLUSION

The evaluation correlation coefficient of agronomic characters of palm oil yield showed that the bunch yield, single weight, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had positive genotypic and phenotypic correlation coefficient values for oil yield. The path analysis indicated that the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch had positive genotypic and phenotypic direct effects on palm oil yield. Thus, the bunch yield, fresh mesocarp per fruit and fruit per bunch should be considered when selecting for improvement in palm oil characters. While the single weight had positive genotypic and phenotypic correlation coefficient values, it had a negative genotypic and phenotypic direct effect. However, the single weight character had a high positive genotypic and phenotypic indirect effect through the bunch yield character.

Table 5 Genotypic path analysis of agronomic characters of palm oil yield.

Variable	Direct and indirect effect					r
	Y	SW	FMF	ODM	FB	
Y	1.32	-0.63	0.74	-0.64	0.24	1.03
SW	1.23	-0.67	0.17	-0.10	0.31	0.93
FMF	1.44	-0.17	0.68	-0.06	-0.19	1.70
ODM	-4.30	0.35	-0.20	0.20	-0.10	-4.05
FB	1.16	-0.76	-0.47	-0.08	0.27	0.13

The underlined numbers show a direct effect while numbers not underlined show an indirect effect.
Y = Bunch yield, SW = Single weight, FMF = Fresh mesocarp per fruit, ODM = Oil per dry mesocarp, FB = Fruit per bunch.

Table 6 Phenotypic path analysis of agronomic characters of palm oil yield.

Variable	Direct and indirect effect					r
	Y	SW	FMF	ODM	FB	
Y	0.94	-0.06	0.03	-0.08	0.01	0.85
SW	0.67	-0.09	0.02	-0.05	0.02	0.56
FMF	0.16	-0.01	0.20	-0.01	-0.02	0.32
ODM	-0.44	0.03	-0.01	0.17	0.01	-0.24
FB	0.04	0.00	-0.01	0.00	0.31	0.34

The underlined numbers show a direct effect while numbers not underlined show an indirect effect. Residual (P_R^2) = 0.125.
Y = Bunch yield, SW = Single weight, FMF = Fresh mesocarp per fruit, ODM = Oil per dry mesocarp, , FB = Fruit per bunch.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the Graduate School and the Oil Palm Research and Development Center, Prince of Songkla University for financially supporting this research. Equipment and facilities were provided by the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. Furthermore, the Pao-Rong Oil Palm Company is acknowledged for providing the oil palm crosses. Mr.Terapong Jantaraniyom and Mr.Sunton Ratanadilok-na-phuket are thanked for allowing the experiment to be conducted in the oil palm plantations.

LITERATURE CITED

Arnhold, E., F. Mora and A. Deitos. 2006. Genetic correlation in S_4 families of popcorn (*Zea mays*). **Cien. Inv. Agr.** 33: 105–110.

Bureau of Agricultural Economics Research. 2012. **Major Agricultural Situation and Outlook 2012.** Aksornsiam Printing. Bangkok, Thailand. 164 pp.

Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. **The Oil Palm.** 4th ed. Blackwell Science. Oxford, UK. 460 pp.

Dobholkar, A.R. 1992. **Elements of Biometrical Genetics.** Concept Publishing Company. New Delhi, India. 431 pp.

Eksomtramage, T. 2010a. **Oil Palm Breeding.** 1st ed. O.S. Printing House. Bangkok, Thailand. 463 pp.

Eksomtramage, W. 2010b. **Responses of Oil Palm Genotypes in Different Environment.** MSc. Thesis. Prince of Songkla University. Hat Yai, Songkhla, Thailand.

Falconer, D.S. 1981. **Introduction to Quantitative Genetics.** 2nd ed. Longman. New York, NY, USA. 340 pp.

Kushairi, A., N. Rajanaidu, B.S. Jalani and A.H. Zakri. 1999. Agronomic performance and genetic variability of dura x pisifera progenies. **JOPR.** 11: 1–24.

Noh, A., M.Y. Rafii, G. Saleh and A. Kushairi. 2010. Genetic performance of 40 deli dura x AVROS pisifera full-sib families. **JOPR.** 22: 781–795.

Okoye, M.N., C.O. Okwuangwa and M.I. Uguru. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **AEJSR.** 4: 59–63.

Rafii, M.Y., N. Rajanaidu, B.S. Jalani and A. Kushairi. 2002. Performance and heritability estimations on oil palm progenies tested in different environments. **JOPR.** 14: 15–24.

Singh, R.K. and S.D. Chaudhary. 1979. **Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis.** 2nd ed. Kalyani Publishers. New Delhi, India. 300 pp.

Songklanakarin J. Sci. Technol.
36 (1), 57-64, Jan. - Feb. 2014

SJST SONGKLANAKARIN JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
http://www.sjst.psu.ac.th

Original Article

Over expression and application of the β-carboxyltransferase *(EgaccD)* gene in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq)

Alisa Nakkaew[1,2]*, Amornrat Phongdara[1,2], Theera Eksomtramage[3], and Wilaiwan Chotigeat[1,2]

[1] *Center for Genomics and Bioinformatics Research*

[2] *Department of Molecular Biotechnology and Bioinformatics, Faculty of Science,*

[3] *Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources,*
Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand.

Received 14 September 2012; Accepted 21 September 2013

Abstract

Oil palm is an economic crop with its oil currently in high demand. In this work, the numbers of *EgaccD* copies, one of the key genes involved in fatty acid synthesis and oil production, were compared from two populations of oil palm, one a low and the other a high oil content productivity cultivar. Real time PCR was employed and the copy number of the *EgaccD* from the high oil yielding cultivar was much higher than from the low oil yielding cultivar. The *EgaccD* was then over expressed in oil palm calli under the control of its promoter to establish if its overexpression could enhance the oil content of transgenic calli. An increase in the lipid accumulation by the modified calli was detected by Sudan black B staining. Based on this finding, genetic manipulation of *EgaccD* seemed to be one promising method to try to increase the oil content. Also it seemed possible to use the level of this gene as a marker to assist selection of possible high oil yielding cultivars in breeding programs.

Keywords: copy number, *EgaccD*, marker assisted selection, palm oil content

1. Introduction

Oil from the fruit of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) is becoming one of the major sources for bio-diesel production. Its annual production per hectare of planted area can be as high as 7,250 liter/year, which is far higher than for coconut and soybean (Majid and Parveez, 2007). The preferred cultivation is tenera (Sh^+Sh^-) hybrid was derived exclusively from the dura (Sh^+S^+) X pisifera (Sh^-Sh^-) of *E. guineensis* Jacq. Tenera produces higher yields than its parents so its planting is recommended and widely distributed (Billotte *et al.*, 2010). At present, the worldwide demand for palm oil is continuously increasing. However, production of new and better elite genotypes from breeding programs has been extremely slow and has only increased yields slightly (Corley and Tinker 2003). However, the use of high yielding planting materials is one of the most important ways that could lead to increased oil palm productivity. This would decrease the time necessary to quickly disseminate these elite genotypes obtained from breeding programs (Lin *et al.*, 2009). Even though conventional breeding programs have made some contributions to the production of high yielding oil palm planting materials, progress is considered to be slow due to a limited genetic diversity and the length of the selection cycle for oil palm (Wong and Bernardo, 2008). Further improvements using molecular genetic strategies have now been given a priority to ensure successful manipulation of oil palm for years to come. Such molecular techniques have shortened the duration of the breeding programs from years to months, weeks, or even eliminated

* Corresponding author.
Email address: joy_alisa@yahoo.com

the need for them altogether (Mayes *et al.*, 2008; Stuber *et al.*, 1999).

One of the approaches that might overcome potential problems is to try metabolic engineering of some of the key genes required for oil biosynthesis and/or for use as a marker to select high yielding oil palm cultivars (Tester and Langridge 2010; Varshney *et al.*, 2007). Several publications have shown a correlation between the activities of acetyl-CoA carboxylase (ACCase) and the rate of fatty acid synthesis and oil accumulation (Francki *et al.*, 2002; Klaus *et al.*, 2004). In barley, maize and tobacco, ACCase was proven to be the key enzyme in controlling triacylglycerol biosynthesis (Page *et al.*, 1994; Shintani *et al.*, 1997). The ACCase enzyme is a multisubunit complex of four components, a biotin carboxyl carrier protein (BCCP), biotin carboxylase (BC), and the α-subunit and the β-subunit of carboxyltransferase (CT). These four components are encoded by four subunit genes named *accB*, *accC*, *accA*, and *accD*, respectively, as reviewed by Li *et al.* (2010). In a previous study, there was a strong indication that the expression level of β-carboxyltransferase *(EgaccD)* mRNA was directly correlated with the oil palm's productivity (Nakkaew *et al.*, 2008). It was of interest, therefore, to use a plastid-encoded subunit of the *EgaccD* gene as a marker to assist in the selection of high oil producing variants. Also was it possible to determine if there was any correlation between the copy numbers of the *EgaccD* gene from the plastid genome and a high productivity plant. Furthermore, a transgenic approach was used to determine the importance of the *EgaccD* from a plastid genome for production and accumulation of oil. In this study, transgenic oil palm calli were produced and checked for their lipid accumulation. This work is the first attempt to enhance oil palm productivity by genetic modification of the *EgaccD*, β subunit of ACCase in oil palm.

2. Materials and Methods

2.1 Plant materials

Different *tenera* cultivars of *Elaeis guineensis* were used as the source of the embryos to produce callus. The sterilised fruits were halved and the embryos were extracted. These embryos were cultured on MS media supplemented with 2.5 mg/L 2, 4-D at 25°C and subcultured onto fresh media every month. After one month of culture, small calli were observed and they were used for transgenic studies. The leaves were harvested from fifteen-year old oil palm plants for the isolation of chromosomal DNA for the detection of the copy number of *EgaccD* in *E. guineensis* tenera varieties that had been produced from low and high oil yielding plants.

2.2 The copy number of *EgaccD* in chromosomal DNA

To measure the copy number of *EgaccD*, chromosomal DNA was isolated from 16 samples of *E. guineensis* leaves (tenera variety types) including 8 samples of low and 8 samples of high oil content oil palms and treated with the RNaseH (Invitrogen) according to the manufacturer's instructions. The real-time PCR was conducted by amplifying 0.1 µg of DNA with the iQ™ SYBR® Green Super Mix (BioRad) on the MX3000P™. The efficiency of the real-time PCR reactions was determined by performing the reaction using a DNA standard in the range of a 10^5- 10^9 copy numbers and the cycle-threshold (Ct) values were plotted against the log10 concentration of the template. To estimate the copy number of the target gene (*EgaccD*) in the oil palm genome, the real-time PCR technique was used to quantitate relative to a single-copy endogenous gene, (the defensin gene, *EgAD1*; GenBank accession no. AF322914) (Weng *et al.*, 2004). The genome of the 16 leaf samples was extracted and analyzed for the estimated number of copies of *EgaccD*. The PCR reaction was performed to amplify a 394-bp of *EgaccD* using the gene-specific primers set (EgaccD F and EgaccD R, Table 1) and *EgAD1* was used as the control by using the *EgAD1* gene-specific primer set (EgADF and EgADR, Table 1). The specificity of the amplification products was determined by the use of dissociation curves and then the genomic copy number of the samples was calculated from the Ct by interpolation from the standard curve by MaxPro QPCR Software Version 4.01 (Stratagene) (Nakkaew *et al.*, 2008; Weng *et al.*, 2004).

2.3 Cloning of EgaccD and an Eg rbcl-accD promoter for plant transformation

Total RNA was isolated from 100 mg of young *E. guineensis* leaves using the RNeasy extraction Kit (Qiagen). Fragments of *EgaccD* were amplified using an RT-PCR reaction, according to the manufacturer's instructions (Qiagen). The specific primers were designed from the *EgaccD* (GenBank accession no. DQ004687). The specific primers used were as follows; the EgaccD forward and EgaccD reverse primer were used to amplify the full length of *EgaccD*. The RT-PCR products with the expected sizes were purified and inserted into the pGEM-T Easy Vector (Promega). Subsequently, the recombinant DNA plasmid was sequenced and used as the template for construction of the *EgaccD* for plant transformation. The forward and reverse PCR primer corresponding to the beginning of the ORF with the addition of an upstream in-frame *Nco* I restriction site (*EgaccD Nco*I F and *EgaccD Nco*I R, Table 1) were used to amplify *EgaccD*. The PCR products were ligated to a similarly digested pCAMBIA 1303 (www.cambia.com.au), carrying the *gus* and *mgfp5* reporter gene controlled by a CaMV35S promoter. The recombinant plasmid DNA fragments were sequenced using the 3730 DNA sequencer to ensure the authenticity of the cloned nucleotide sequence and it was named p3EgD plasmid.

For amplification of the *Eg rbcl-accD*, a promoter sequence of the *E. guineensis* chloroplast genome was used to design the primer sets. The forward PCR primer cor-

Table 1. Sequences of the primers that were used in this study.

Primer name	Sequences (5' → 3')
EgaccD F	CT ATA GCA ATT GGA GTT ATG AAT T
EgaccD R	CY GCT TGT GAA CCT TCR GGY AC
EgADF	ATG GAG CAC TCT CGG CGA ATG CTT
EgADR	TTA ACA CTT GAT CTC CTT CAG CC
EgaccD forward	ATG GAA AAA TGG TGG TTC AAT TCG ATG TT
EgaccD reverse	CTC GAA TCA AAA CTC AAA AAA TTT ATA A
EgaccD Nco I F	CCA TGG AAA AAT GGT GGT TCA ATT CGA T
EgaccD Nco I R	CCA TGG ATA TTT TTG AGT TTT GAT T
rbcl-accD BamH I	GGA TCC GTG ATC TTG CTC GTG AAG GTA ATG AA
rbcl-accD Hind III	AAG CTT TTA TAA ATT TTT TGA GTT TTG ATT
CaMV35S promoter	ATG CCA TCA TTG CGA TAA AGG AAA GG
Egrbcl-accD F	GGA TCC GTG ATC TTG CTC GTG AAG GTA ATG AA
Egrbcl-accD R	ACT TAA ATG TAA CTG TCA CTG TAA TTG TC
GUSF	ATG GTA GAT CTG ACT AGT TTA CGT
GUSR	GCA TAC GCT GGC CTG CCC AAC CTT
18SF	CAA AGC AAG CCT ACG CTC TG
18SR	CGC TCC ACC AAC TAA GAA CG

responded to the chloroplast partial *rbcL* gene (AJ404830.1) with the addition of an upstream *BamH* I restriction site; the *rbcl-accD BamH*I primer and the reverse primer corresponding to the 3′ end of the *EgaccD* was flanked by a *Hind* III restriction site; the *rbcl-accD Hind*III primer, were used to amplify *Eg rbcl-accD*. The oil palm chromosomal DNA was isolated by DNeasy kit (Qiagen) and was amplified by using Platinum *Pfx* DNA polymerase according to the manufacturer's instructions (Invitrogen). The PCR product was purified and cloned into the pGEM-Teasy vector (Promega) followed by sequencing to ensure that the cloned nucleotide sequence was correct. The inserted plasmids were double digested with *BamH*I and *Hind*III before being ligated into the *p3EgD* to create the *prbcl-D3EgD*. Subsequently, the recombinant DNA plasmid, *prbcl-D3EgD,* was verified by sequencing and used for transformation of oil palm calli.

2.4 Plant transformation

The calli, approximately 3 mm in size were selected from the same callus line and bombarded using the PDS-1000/He particle delivery system (BioRad). The conditions for biolistic-mediated gene transfer for oil palm were optimised using callus and the pressure of 1100 psi that was found to be the best for bombardment and the frequency of transient transformants. Bombardments without DNA and with an empty vector were used as experimental controls. After bombardment, the calli were selected for transformants in media containing hygromycin (50 mg/mL). The expression of the reporter protein, *mgfp5* gene (green fluorescence protein; GFP) in one-month transgenic calli were visualized with a confocal laser scanning microscope (FV300, Olympus) fitted with a GFP filter set for excitation between 455 nm and 490 nm and emission above 543 nm (Nakkaew *et al.*, 2010).

2.5 DNA analysis of transgenic calli

To analyse for the integration of the *EgaccD* gene into the transgenic oil palm calli, genomic DNA was isolated from one-month old transformants and was used for PCR analysis. The PCR reaction was performed using the primer sets with the specific site, *CaMV35S* promoter and EgaccD R as the primer set were used for PCR amplification of a *CaMV35S-EgaccD* fragment. The *gus* primer set, GUSF forward and GUSR reverse primer, was used as a positive control to ensure a complete transgenic callus at a 298 bp of *gus* amplicon size. An *18S rDNA* primer set of 540 bp fragment size (18SF and 18SR) was used for an internal positive control in the PCR reactions.

2.6 Histological analysis

The control and bombarded calli at the same development stages (2 months after transformation) were fixed in a Navashin solution containing 90 mL of 70% ethyl alcohol, 5 mL of glacial acetic acid and 5 mL of formalin solution. These tissues were dehydrated through an ethanol-tertiary butanol series for 48 h and embedded in paraplast. The specimens were sectioned at 6 μm and stained in a saturated solution of Sudan black B in 70% ethanol for 1 h, washed in 70% ethanol, and rinsed in water (O2Brien and McCully, 1981). All the sections were mounted with gelatin permount and were viewed with bright-field illumination and an Olympus microscope.

3. Results and Discussion

3.1 Estimating the gene copy number of EgaccD by real time quantitative PCR assay

The quantitative PCR of the *EgaccD* copies was performed with specific oligonucleotide primers using the chromosomal DNA samples collected from the leaves of low and high oil content productivity oil palm cultivars (Table 2). The specificity of the amplified PCR products was determined by melting curve analysis, directly following the real-time quantitative PCR analysis. Sequencing of the amplified fragments confirmed the identity of the sequences to the previously assembled *EgaccD* (GenBank accession no. DQ004687) from oil palm. DNA standards for *EgaccD* and *EgAD1* in the range of 10^5- 10^9 copy numbers was used to calculate the gene copy number of both genes in individual samples. Each sample was performed in triplicate and all reactions were independently repeated twice to ensure the reproducibility of the results. The observed gene copy numbers of *EgaccD* by real-time PCR assay was estimated relative to the PCR product of the single-copy of the endogenous, *EgAD1* in the same sample. There was a significantly higher genomic copy number of *EgaccD* in the high oil content compared to the low oil content plants (Figure 1). The average oil content of the high and low oil content productivity plants over a 6 year period are shown in Table 2. Our previous study had shown a correlation between the expression of *EgaccD* from mature oil palm leaves and the yield of the plant (Nakkaew *et al.*, 2008) but we did not know if the

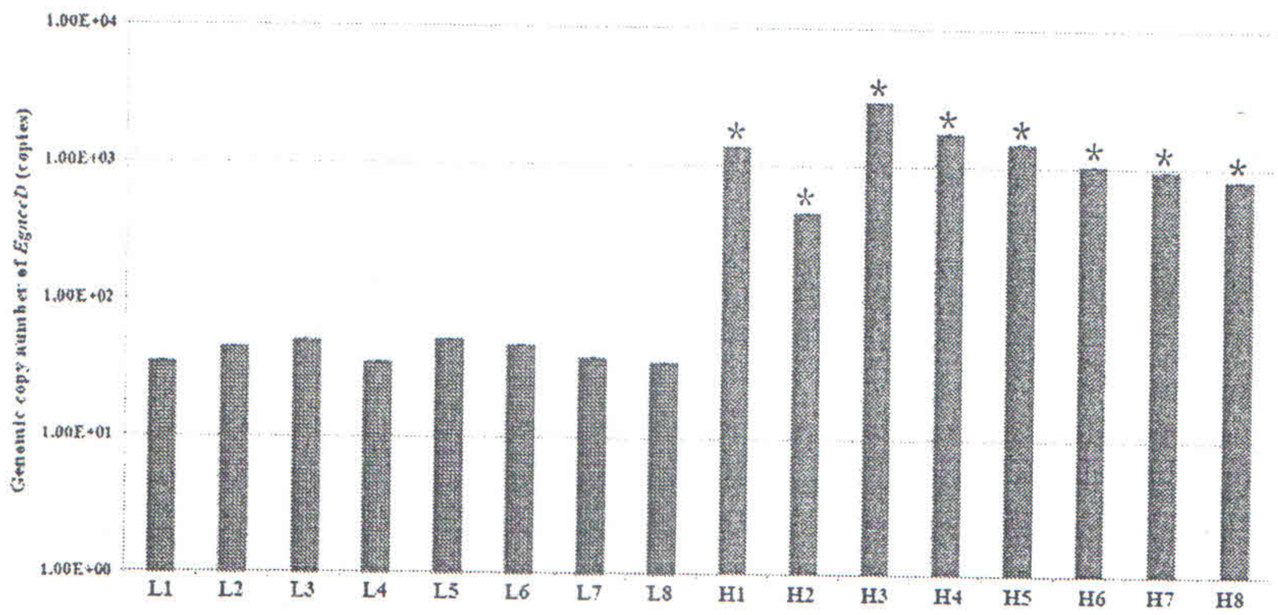


Figure 1. Quantitation of the *EgaccD* copy number in the chromosomal DNA samples collected from low and high productivity oil palm leaves (n=8) by using real time PCR. Each sample was analyzed in triplicate ($p = 0.05$).

Table 2. Yield of oil content from oil palm fruit that were determined by the value of fresh palm oil (kg/plant/year) that were collected from each tree over a period of 6 years

Sample	Oil yield content (kg/palm/year)						Sum	Average
	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Oil content	Oil content
L1	ND	7.26	24.71	4	ND	4.18	40.15	10.04
L2	2	20.36	11.75	1.48	0.52	5.31	41.42	6.90
L3	2.7	5.46	6.21	4.35	13.87	15.66	48.25	8.04
L4	1.95	10.28	9.14	6.33	10.27	4.52	42.49	7.08
L5	9.8	9.94	19.59	10.34	ND	ND	49.67	12.42
L6	ND	ND	ND	17.27	5.23	ND	22.5	11.25
L7	ND	5.62	ND	ND	ND	ND	5.62	5.62
L8	ND	1.48	ND	3.04	1.43	ND	5.95	1.98
H1	8.2	41.1	25.73	18.32	28.29	36.28	157.92	26.32
H2	18.64	47.5	40.39	28.31	23.73	34.7	193.27	32.21
H3	15.86	44.62	82.75	41.69	41.65	35.48	262.05	43.68
H4	7.8	31.82	39.31	24.36	24.15	37.06	164.5	27.42
H5	2.17	48.68	34.85	57.22	23.09	57.69	223.7	37.28
H6	22.69	48.48	28.54	25.47	42.21	50.75	218.14	36.36
H7	27.86	32.48	44.62	49.79	45.33	55.17	255.25	42.54
H8	25.63	27.68	13.8	40.04	40.02	34.28	181.45	30.24

ND: Not determined.

expression of *EgaccD* from leaves from younger plants would provide a similar correlation. We now know that the relative copy numbers of *EgaccD* obtained from the plastid genomes of leaves from either young or old plants reflected their potential for a low or high productivity phenotype. As *EgaccD* gene is the plastid gene so the copy number of the gene also reflexes the chloroplast number as wellas the productivity of plant. Therefore, determining the genomic copy number of *EgaccD* from the younger plant is perhaps a much better method to use to select for a high oil content yielding plant. This occurrence of a high *EaccD* genomic copy number was positively correlated to the high oil content and productivity of oil palm groups and supported the use of *EgaccD* for MAS selection of high oil yielding palm plants produced by breeding (Francki *et al.*, 2002; Madoka *et al.*, 2002). In a similar way, Gaines et al. (2010) have reported that the genomic copy number of *EPSPS* (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) in resistant plants (*Amaranthus palmeri*) was higher than in sensitive plants by 5-160 fold.

3.2 Isolation and sequence analysis of the Eg rbcl-accD franking region

An *Eg rbcl-accD* (GenBank accession no. JQ616774) fragment of 2308 bp was cloned and subjected to DNA sequence analysis for determination of sequences with known binding motives. The 2308 bp fragment contained 829 bp of the putative 5' UTR region of *EgaccD* (called the *accD* promoter) and a 1479 bp including an open reading frame (ORF) that encodes a putative protein of 492 amino acid residues of the beta-carboxyltransferase from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). The *accD* promoter region (Figure 2) analysis performed with the aid of the Proscan (Version 1.7) detected the putative transcription start site at position -484 and a putative TATA box position at -528/-532. Plantcare also predicted the presence of some cis-regulatory elements related to its metabolic expression and light induction or stress responses, such as a putative GATA-motif, Sp1 and a putative CAAT box at –741/-737, that was relatively close to the transcriptional start site (Figure 2). In addition, a promoter motif search of the *EgaccD* was carried out to define putative transcriptional elements using the MatInspector 7.7.3 software programs on the Genomatix server (Cartharius et al., 2005). A number of potential regulatory motifs corresponding to known cis-regulatory signals of plant genes were found to be present in the sequence. In addition, several core fragments of importance for transcription factors such as MYB proteins (orange line), MADS box proteins (blue line), DNA binding with one finger (DOF) (red line), WRKY domains (green line) and a motif conserved among the sucrose box (yellow bar) as shown in Figure 2.

3.3 Confirmation of transgenic calli by laser-scanning microscope and polymerase chain reaction analysis

The *Eg rbcl-accD* promoters were cloned to *3EgD* at the *BamH*I and *Hind*III sites to produce *prbcl-D3EgD*. Then

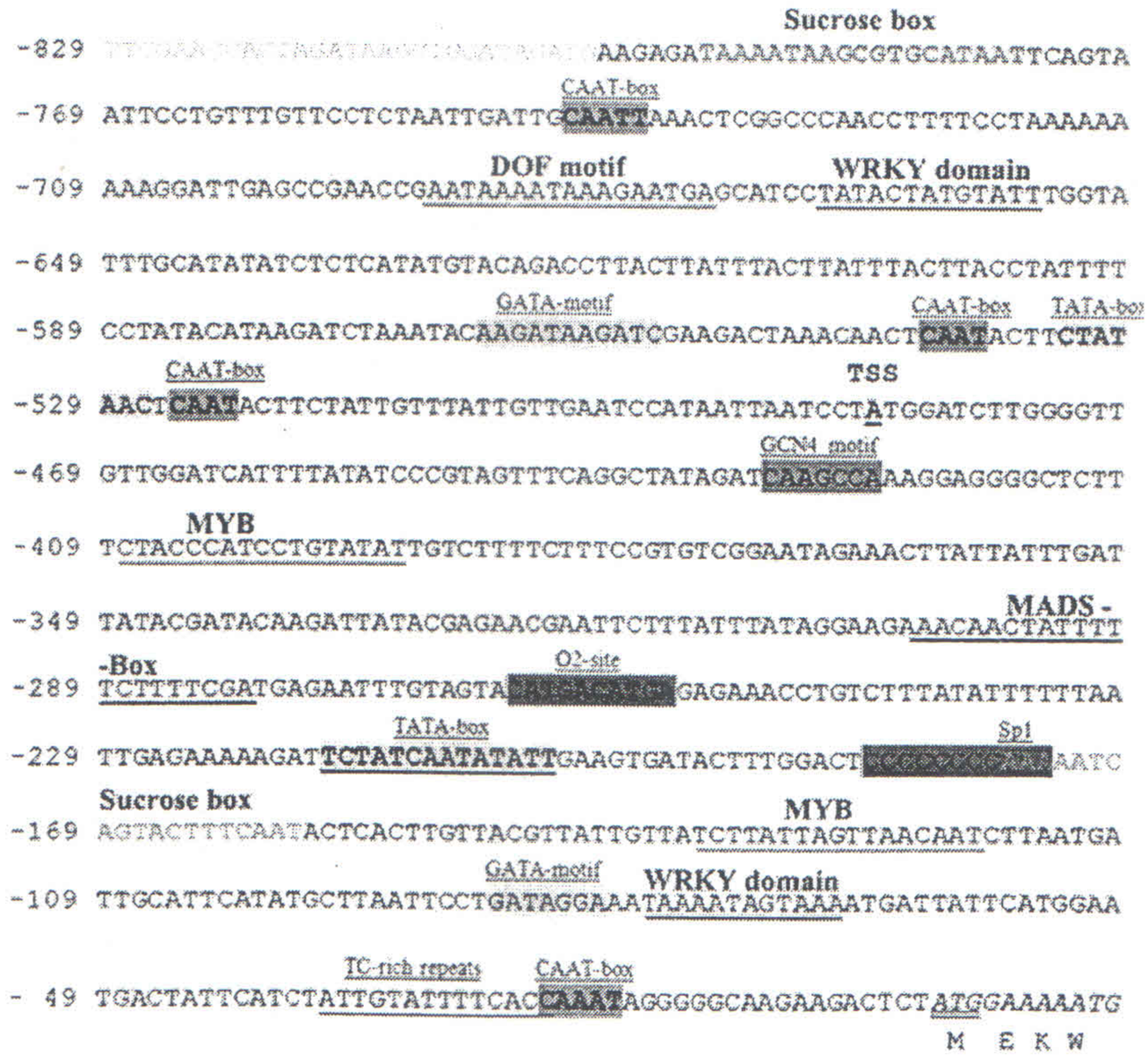
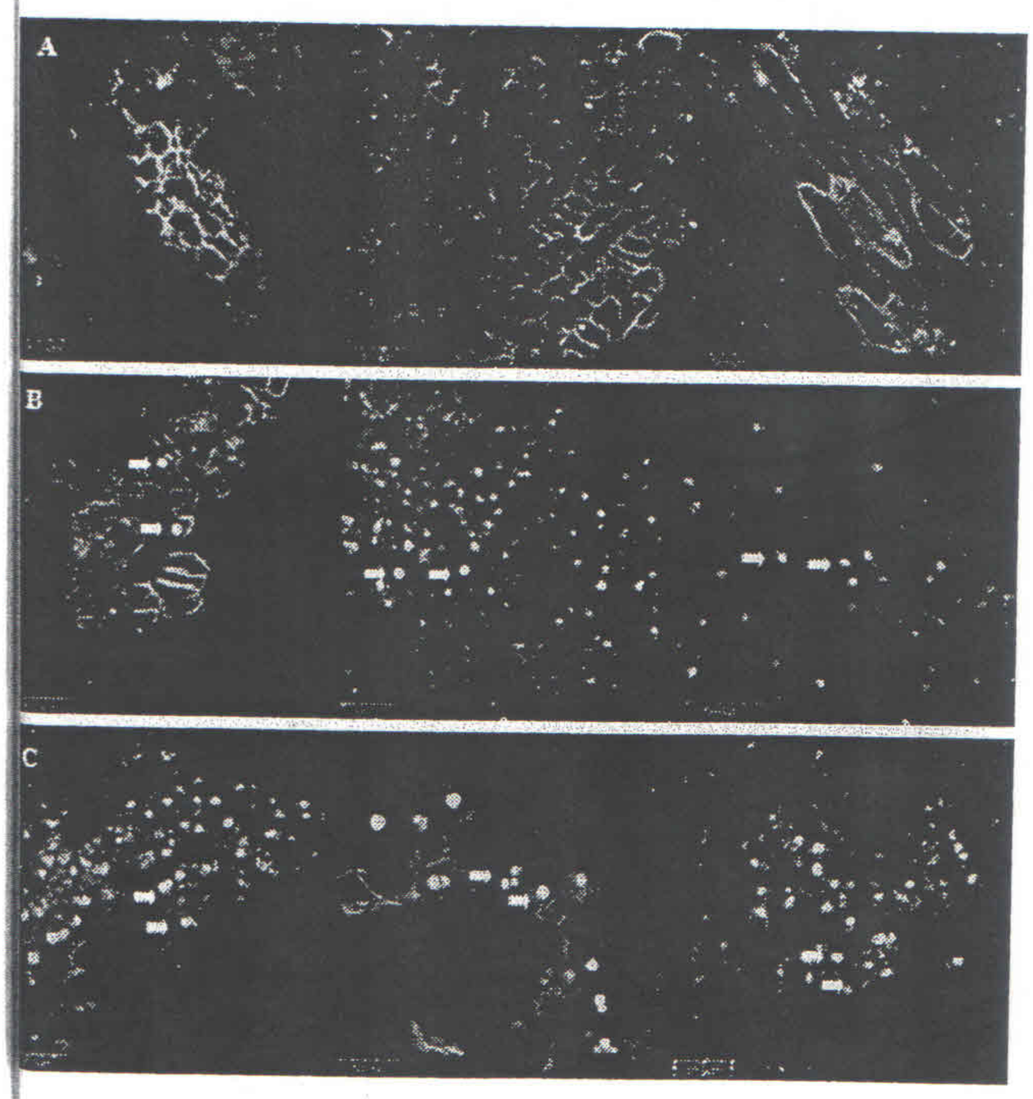


Figure 2. The nucleotide sequence of the 5' prime region of *EgaccD* gene showing the 829 bp DNA fragment that represents the promoter region of *EgaccD* and has the start codon at position +1 (ATG) and the Transcription start site (TSS) at position -484.

the *prbcl-D3EgD* was transformed into oil palm calli and selected using a growth medium supplemented with 50 µg/L hygromycin. Tissue sections obtained from these transgenic calli were examined directly for GFP fluorescence with a confocal laser scanning microscope. Callus bombarded with an empty vector (Figure 3B) and recombinant *prbcl-D3EgD* (Figure 3C) showed many bright green spots from the GFP fluorescence spots inside the cells compared with no fluorescence after bombardment with only gold particles (Figure 3A). Surviving transformed calli were selected for checking the insertion of recombinant DNA (*prbcl-D3EgD*) into the plant genome, using specific primer sites: CaMVF and accDR to amplify a 1624 bp of the prbcl_D3EgD (Figure 4A). Confirmed transformed callus was also tested for *gus* expression, using the specific primers set for *gus* (298 bp) and for *18S rDNA* (540 bp) a housekeeping region, as internal positive controls in the PCR reactions (Figure 4A). The target sites of *prbcl-D3EgD* were identified in the callus to clearly demonstrate the presence of the recombinant DNA. Hence, GFP and PCR analysis demonstrated the successful transcription of *EgaccD* genes in the transformed oil palm calli and confirmed the efficiency of the biolistic delivery of the DNA. The mRNA expression level of *EgaccD* was measured by real time PCR and revealed a high copy number in the *EgaccD* transformed calli (prbcl-D3EgD 1-5) compared with the control calli as shown in Figure 4B, in which each sample



gure 3. Expression of the GFP (bright green spots at white arrow) in the transformed oil palm calli; *prbcl-D3EgD* (C), compared with the control empty vector (B) and gold particle (A) transgenic calli, the *prbcl-D3EgD* transgenic calli shown many bright green spots using an Olympus confocal laser scanning microscope.

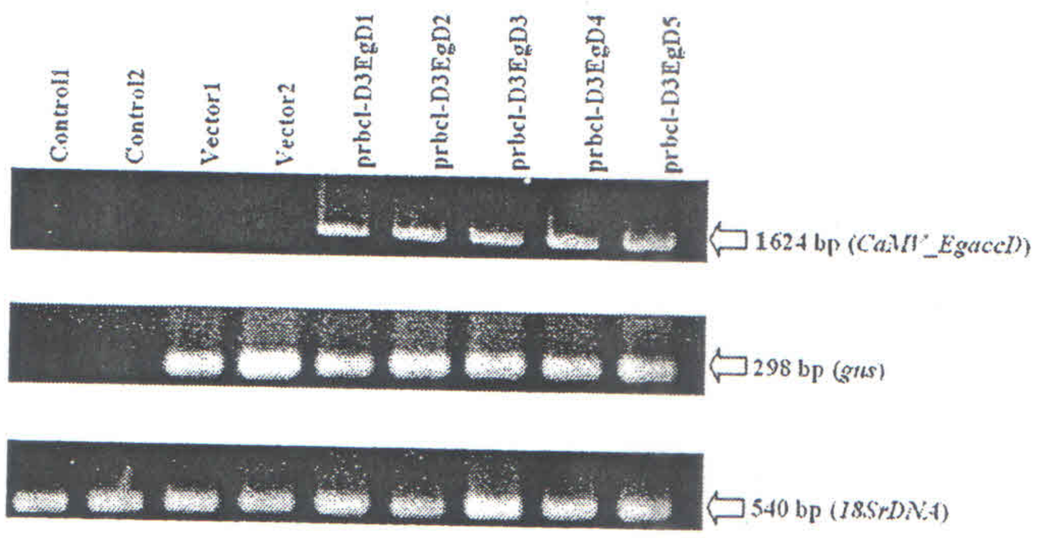


Figure 4A. PCR analysis of transgenic calli using specific primers to amplify the chromosomal DNA from bombarded calli and identify the *CaMV* promoter and *EgaccD* fragment; *CaMV-_EgaccD* (1624 bp), *gus* (298 bp) and *18S rDNA* (540 bp) on *prbcl-D3EgD* bombarded transgenic calli and compare with the gold particle (Control 1-2) and empty vector (Vector 1-2) transgenic calli i to confirm of integrated of T-DNA in transgenic.

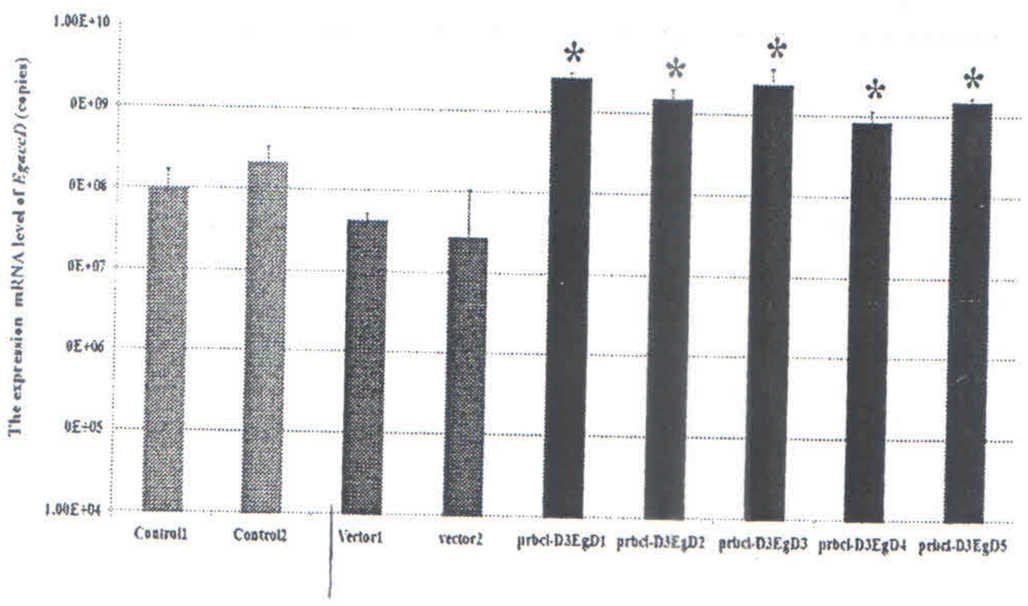


Figure 4B. Observed of the *EgaccD* gene expression level by real-time PCR in the samples of the EgaccD transgenic calli (*prbcl-D3EgD* 1-5) compared with the control.

was tested in triplicate and all reactions were independently repeated twice to ensure the reproducibility of the results.

3.4 Histological analysis

Light microscopy (LM) was conducted to visualize any lipid oil bodies that occurred in the three month transgenic oil palm calli (Figure 5C1-C2) and control (untransformed and empty vector transformed calli, Figure 5A and 5B, respectively). Intracellular oil droplets in callus tissue were observed after histological staining with Sudan black B as dark brown areas from several sections of tissue isolated from *prbcl-D3EgD* calli (Figure 5C1-C2) when compared with the transformed control calli. The section of transgenic oil palm showed oil droplets within cells and showed dark brown stained oil droplets on the periphery of the cell surfaces of the callus. In addition, Lipid staining is one of the screening methods used. However, determination of the amount of lipid is a further requirement for future work

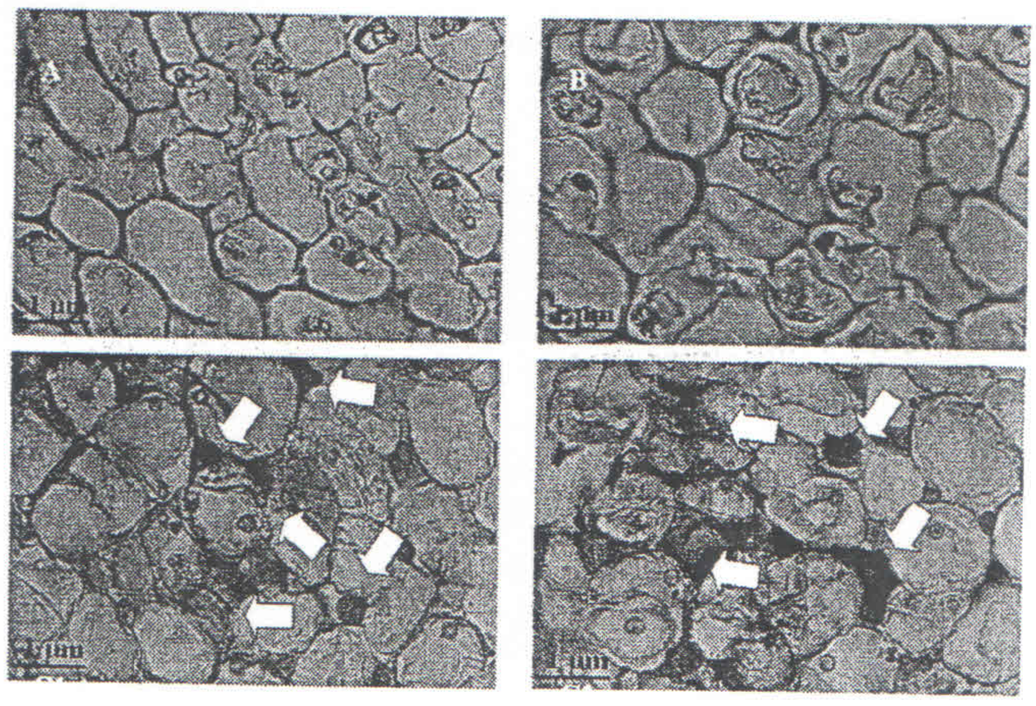


Figure 5. Histochemical analysis of lipid and oil droplets in sudan black B stained sections of *prbcl-D3EgD* transformed calli (C1-2), empty vector transformed calli (B) and non transformed calli (A), Bar = 1 ìm.

(Francki *et al.*, 2002). Over expression of *EgaccD* might increase fatty acid production and oil accumulation in calli. We expressed *EgaccD* with a 5'-untranslated region (UTR) because the 5' UTR acts as a translational enhancer or a stabilizer of the transcripts that require a specific nuclear-encoded RNA polymerase (NEP) (Hirata *et al.*, 2004) for expression. We found that the level of *EgaccD* expression correlated with the copy number and accumulation of lipid in the transformed callus cells. The over expression of the *accD* gene in tobacco showed a significant increase of the oil content in their leaves together with an increased leaf longevity compared to the wild type tobacco plant. It is also possible that the storage oil might enhance the growth of a transgenic plant because fatty acids are important regulators of plant growth and differentiation (Madoka *et al.*, 2002; Ohlrogge and Browse, 1995; Topfer *et al.*, 1995).

In conclusion, the results of this work provide evidence that the level of *EgaccD* supports the level of oil synthesis in transgenic oil palm calli and this could result in an increase in the overall level of oil produced by commercial oil crops. In addition, this study showed that a high copy number of *EgaccD* genes was correlated with a high oil content productivity of the oil palm in field trials. It will be easy and practical to determine the genotype number of this gene at an early stage for selection of varieties with the potential for improved oil yields and plantation. This could significantly reduce the time now required to detect and grow high yielding oil palm commercial cultivars and eventually could more efficiently increase further the productivity of oil palm plants to provide larger amounts of industrial oil.

Acknowledgements

We thank the Program Strategic Scholarships for Frontier Research Network for the Ph.D. Program Thai Doctoral degree from the Office of the Higher Education Commission Thailand, for support to Alisa Nakkaew and also supported by the Thailand Research Fund; TRF (RDG 5420022), the National Research University Project of Thailand's Office of the Higher Education Commission (SCI540561S). Furthermore, this work was financially supported by Prince of Songkla University Fund (SCI 540113S) and the Center for Genomics and Bioinformatics Research, the Faculty of Science, Prince of Songkla University. We thank Dr. Brian Hodgson for assistance with the English and valuable comments.

References

Billotte, N., Jourjon, M.F., Marseillac, N., Berger, A., Flori, A., Asmady, H., Adon, B., Singh, R., Nouy, B., Potier, F., Cheah, S.C., Rohde, W., Ritter, E., Courtois, B., Charrier, A. and Mangin, B. 2010. QTL detection by multi-parent linkage mapping in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Theoretical and Applied Genetics. 120, 1673-1687.

Cartharius, K., Frech, K., Grote, K., Klocke, B., Haltmeier, M., Klingenhoff, A., Frisch, M., Bayerlein, M. and Werner, T. 2005. MatInspector and beyond: promoter analysis based on transcription factor binding sites. Bioinformatics. 21, 2933-2942.

Corley, R.H.V. and Tinker, P.B., 2003. The Oil Palm,. 4th ed, Blackwell Science Ltd, Oxford, U.K.

Francki, M.G., Whitaker, P., Smith, P.M. and Atkins, C.A. 2002. Differential expression of a novel gene during seed triacylglycerol accumulation in lupin species (*Lupinus angustifolius* L. and *L. mutabilis* L.). Functional and Integrative Genomics. 2, 292-300.

Gaines, T.A., Zhang, W., Wang, D., Bukun, B., Chisholm, S.T., Shaner, D.L., Nissen, S.J., Patzoldt, W.L., Tranel, P.J., Culpepper, A.S., Grey, T.L., Webster, T.M., Vencill, W.K., Sammons, R.D., Jiang, J., Preston, C., Leach, J.E. and Westra, P. 2010. Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A., 107, 1029-1034.

Hirata, N., Yonekura, D., Yanagisawa, S. and Iba, K. 2004. Possible involvement of the 5'-flanking region and the 5'UTR of plastid accD gene in NEP-dependent transcription. Plant and Cell Physiology. 45, 176-186.

Klaus, D., Ohlrogge, J.B., Neuhaus, H.E. and Dormann, P. 2004. Increased fatty acid production in potato by engineering of acetyl-CoA carboxylase. Planta. 219, 389-396.

Li, M., Xia, H., Zhao, C., Li, A., Li, C., Bi, Y., Wan, S. and Wang, X. 2010. Isolation and characterization of putative acetyl-CoA carboxylases in *Arachis hypogaea* L. Plant Molecular Biology Reporter. 28, 56–58.

Lin, H.C., Morcillo, F., Dussert, S., Tranchant-Dubreuil, C., Tregear, J.W. and Tranbarger, T.J. 2009. Transcriptome analysis during somatic embryogenesis of the tropical monocot *Elaeis guineensis*: evidence for conserved

gene functions in early development. Plant Molecular Biology. 70, 173-192.

Madoka, Y., Tomizawa, K., Mizoi, J., Nishida, I., Nagano, Y. and Sasaki, Y. 2002. Chloroplast transformation with modified *accD* operon increases acetyl-CoA carboxylase and causes extension of leaf longevity and increase in seed yield in tobacco. Plant and Cell Physiology. 43, 1518-1525.

Majid, N.A. and Parveez, G.K.A. 2007. Evaluation of green fluorescence protein (GFP) as a selectable marker for oil palm transformation via transient expression. Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology. 15, 1-8.

Mayes, S., Hafeez, F., Price, Z., MacDonald, D., Billotte, N. and Roberts, J. 2008. Molecular research in oil palm, the key oil crop for the future. In: Epigenetic floral variant of clonal oil palm. Moore PH, Ming R., editors. Genomics of Tropical Crop Plants, Springer, New York, U.S.A., pp 371-404.

Nakkaew, A., Chotigeat, W., Eksomtramage, T. and Phongdara, A. 2008. Cloning and expression of a plastid-encoded subunit, β-carboxyltransferase gene (*accD*) and a nuclear-encoded subunit, biotin carboxylase of acetyl-CoA carboxylase from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Plant Science. 175, 497-504.

Nakkaew, A., Chotigeat, W. and Phongdara, A. 2010. Molecular cloning and expression of *EgTCTP*, encoding a calcium binding protein, enhances the growth of callus in oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq). Songklanakarin Journal of Science and Technology. 32, 561-569.

O'Brien, T.P. and McCully, M.E. 1981. The study of plant structure. Principles and selected methods, Termarcarphi Pty. Ltd., Melbourne, Australia.

Ohlrogge, J. and Browse, J., 1995. Lipid biosynthesis. Plant Cell. 7, 957-970.

Page, R.A., Okada, S. and Harwood, J.L. 1994. Acetyl-CoA carboxylase exerts strong flux control over lipid synthesis in plants. Biochimica et Biophysica Acta. 1210, 369-372.

Ruenwai, R., Cheevadhanarak, S. and Laoteng, K. 2009. Overexpression of acetyl-CoA carboxylase gene of *Mucor rouxii* enhanced fatty acid content in *Hansenula polymorpha*. Molecular Biotechnology. 42, 327-332.

Shintani, D., Roesler, K., Shorrosh, B., Savage, L. and Ohlrogge, J. 1997. Antisense expression and overexpression of biotin carboxylase in tobacco leaves. Plant Physiology. 114, 881-886.

Stuber, C.W., Polacco, M. and Senior, M.L. 1999. Synergy of empirical breeding, marker-assisted selection, and genomics to increase crop yield potential. Crop Science. 39, 1571-1583.

Tester, M. and Langridge, P. 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. Science. 327, 818-822.

Topfer, R., Martini, N. and Schell, J. 1995. Modification of plant lipid synthesis. Science. 268, 681-686.

Varshney, R.K., Mahender, T., Aggarwal, R.K. and Börner, A. 2007. Genetic molecular markers in plants: development and applications. In: Genomic assisted crop improvement: genomics approaches and platforms. Varshney RK, Tuberosa R, editors, Springer, The Netherlands, pp 13-30.

Weng, H., Pan, A., Yang, L., Zhang, C., Liu, Z. and Zhang, D. 2004. Estimating number of transgene copies in transgenic rapeseed by Real-Time PCR assay with *HMG I/Y* as an endogenous reference Gene. Plant Molecular Biology Reporter. 22, 289–300.

Wong, C.K. and Bernardo, R., 2008. Genomewide selection in oil palm: increasing selection gain per unit time and cost with small populations. Theoretical and Applied Genetics. 116, 815-824.

PDF-XChange Editor
Click to BUY NOW!
tracker-software.com

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะแบบกราฟสองทิศทางและอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

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

สมทบ เวทโอสถ[1] สิทธิพงษ์ พรมมา[2] และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[3]

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

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ [2] นักศึกษาปริญญาเอก 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

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้า และประเมินความสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต และบางลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น พันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้าและพันธุ์ปาล์ม ม.อ. รวม 9 พันธุ์ถูกปลูกทดสอบที่สถานีวิจัย

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com
PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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 สำหรับในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศในปี 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 โกลเด้นเทเนอรา จำกัด เป็นต้น พันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากหน่วยงานเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามข้อมูลผลผลิตที่ได้ยังคงค่อนข้างจำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่ ๆ เฉพาะแตกต่างกัน ข้อมูลการทดสอบผลผลิต ค่าอัตราพันธุกรรม และความสัมพันธ์ลักษณะของพันธุ์การค้าในพื้นที่อื่น ๆ ยังคงขาดแคลน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพการให้ผลผลิต และลักษณะที่สำคัญทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า รวมถึงประเมิน อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และความสัมพันธ์ลักษณะโดยใช้เทคนิค G (genotypes) x T (traits) biplot

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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 อำเภอคลองหอยโข่ง 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 ผลผลิตทะลายสด(fresh fruit bunch, FFB) จำนวนทะลาย (bunch number, BN)และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย(average bunch weight, ABW)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD และแยกองค์ประกอบความแปรปรวนจากค่าคาดหมายเฉลี่ยกำลังสอง (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}

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com
PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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 biolot ที่ได้

ผลการทดลอง

ศักยภาพพันธุ์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและองค์ประกอบของผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า และคู่ผสม 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 และความสูงลำต้นมีค่าอัตราพันธุกรรมมากสุดและต่ำสุด เท่ากับ 64% และ 10% ตามลำดับ (Table 2)

ความสัมพันธ์ลักษณะ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันพันธ์การค้าจำนวน 9 พันธุ์ พบว่าลักษณะของ FFB มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ BN และ FP ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของ FFB ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ลักษณะของ BN และ FP เพิ่มขึ้นด้วย เช่นเดียวกันกับความสัมพันธ์ของลักษณะ ABW ซึ่งสัมพันธ์ทางบวกกับ TH และ TR แสดงให้เห็นว่าลักษณะของ TH และ TR ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ลักษณะของ ABW เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Table 3) ค่าความสัมพันธ์ลักษณะที่ได้ดังกล่าว มีความสอดคล้องเช่นเดียวกันกับผลที่ได้จาก 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)

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com
PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

วิจารณ์ผลการทดลอง

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

สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าค่อนข้างต่ำ สอดคล้องหลายงานวิจัยที่ผ่านมา (Corley and Thinker, 2003) โดยเฉพาะลักษณะผลผลิตทะลายสดที่มักมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำกว่า ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต (BN และ ABW) ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ซึ่งสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกจำนวนมาก

ค่าความสัมพันธ์ลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบพบว่า ลักษณะผลผลิตทะลายสดมีความสัมพันธ์ทางบวกค่อนข้างสูง (r= 0.83) กับจำนวนทะลาย และยังพบความสัมพันธ์ทางลบซึ่งกันและกันขององค์ประกอบผลผลิต (BN และ ABW) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานทดลองในไนจีเรีย (Okoye and Okwuagwu, 2008) และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร พบว่า ผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวก (r=0.90) กับจำนวนการสร้างทางใบ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการประเมินผลผลิตในช่วงอายุเริ่มแรก (อายุ1-3ปี) ที่ปาล์มน้ำมันยังไม่ให้ผลผลิตทะลาย

ผลการทดลองที่ได้จากตารางสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อาจมีความแตกต่างบางส่วนกับผลที่ได้บนกราฟสองทิศทาง เนื่องจากว่า การวิเคราะห์ pca เป็นการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมดในทีเดียว ขณะที่ตารางสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเป็นคู่ๆ ของลักษณะที่สนใจเท่านั้น (Yan and Rajcan, 2002) ผลที่ได้จากกราฟสองทิศทางแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธี GxT biplot ซึ่งสามารถใช้อธิบายศักยภาพของพันธุ์ รวมถึงอธิบายความสัมพันธ์ลักษณะได้อย่างแม่นยำ การแปลผลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ก็สามารถทำให้เข้าใจได้อย่างง่าย

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. ภาพรวมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. *ใน* เส้นทางสู่การผลิตปาล์มน้ำมัน (ชื่อบรรณาธิการ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์). หน้า 24. สงขลา: นีโอพอยท์.

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

ไพศาล เหล่าสุวรรณ อารีย์ วรัญญูวัฒก์ และปิยะดา ทิพยผ่อง. 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.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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.

PDF-XChange Editor Click to BUY NOW! tracker-software.com

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

Traits [a]	mean±sd	range	σ^2 G	σ^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.

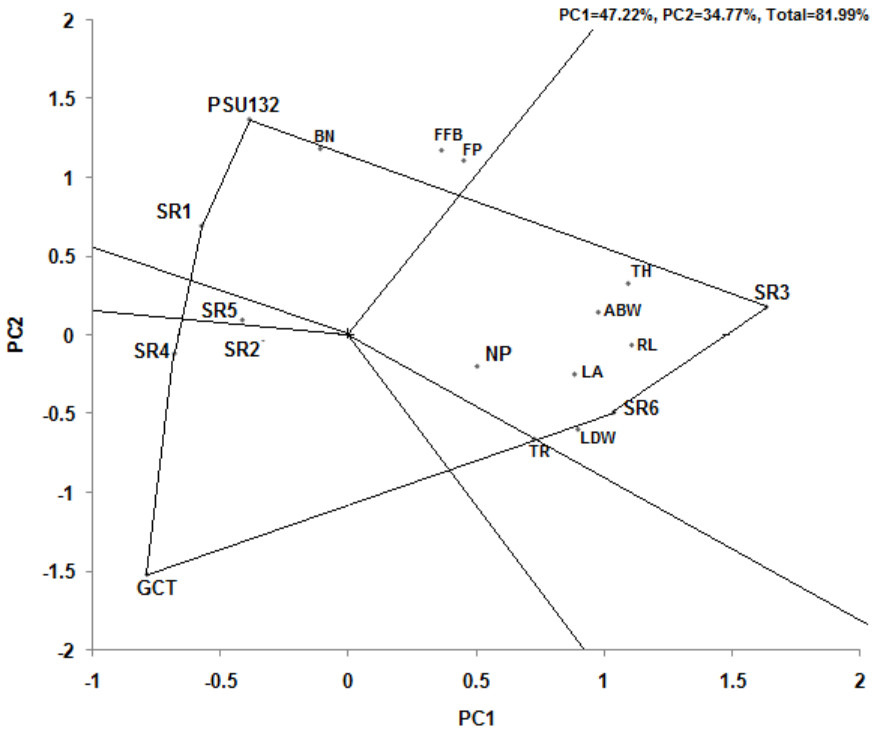


Fig. 1 GT biplot with polygon view, showing which genotypes perform the best in which traits.

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

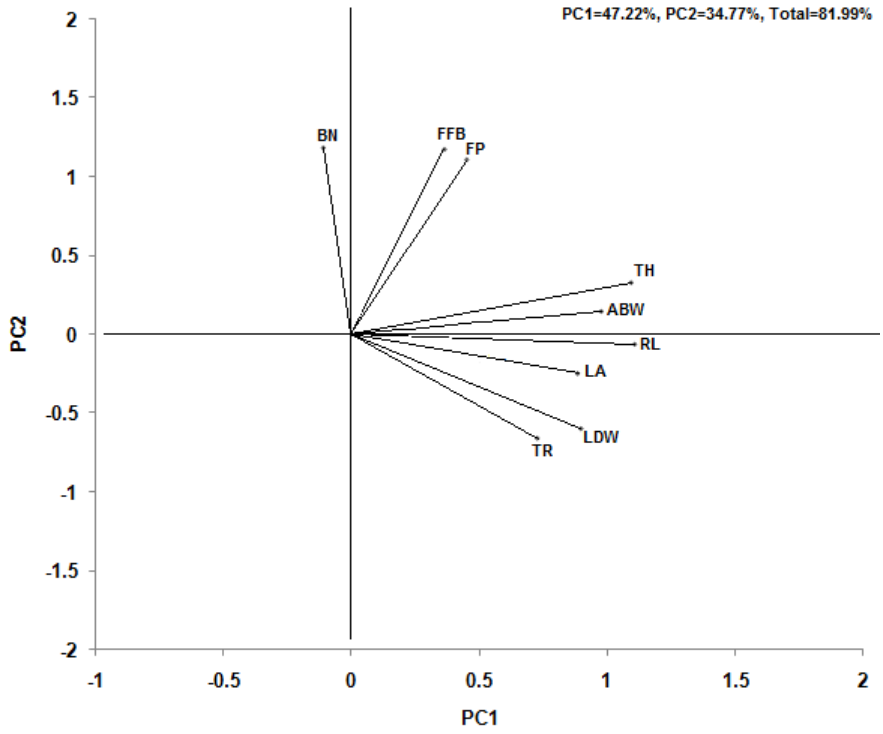


Fig. 2 GT biplot with vector view, showing the trait relations in oil palm

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