



การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน
Responses of Oil Palm Genotypes in Different Environments

วสะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์
Wasapong Eksomtramage

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

(1)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน
ผู้เขียน นายวศพงษ์ เอกสมทราเมษฐ์
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เสรีประเสริฐ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เสรีประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน
ผู้เขียน	นายวศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มก่อนให้ผลผลิตทะลาย และเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลาย เพื่อประเมินอัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน ทำการศึกษาเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราจำนวน 7 พันธุ์ อายุ 1 ปี ปลูกใน 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา แปลงเกษตรกร และสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง และปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราจำนวน 18 พันธุ์ อายุ 8 ปี ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แต่ละพันธุ์ทำการสุ่มต้น จำนวน 3 ต้น สำหรับการศึกษเปรียบเทียบพันธุ์และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก และจำนวน 4 ต้น สำหรับการศึกษเปรียบเทียบพันธุ์และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี เพื่อบันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ทางการเกษตรและนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

ผลการศึกษการเปรียบเทียบพันธุ์และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก พบว่าลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเปรียบเทียบพันธุ์และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปีในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลาย พบว่า ค่าเฉลี่ยของพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ เฉพาะลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย โดยลักษณะเหล่านี้มีค่าอัตราพันธุกรรมแปรปรวนตั้งแต่ต่ำ – สูง อยู่ระหว่าง 0 ถึง 66 % ลักษณะการเจริญเติบโตที่มีสหสัมพันธ์

ทางพีโนไทป์ และจีโนไทป์ในทางบวกกับน้ำหนักแห้งใบ ได้แก่ ความยาวใบ และพื้นที่ใบ ($r_p = 0.750$ และ 0.839 ; $r_g = 1.954$ และ 1.198 ตามลำดับ) โดยพื้นที่ใบมีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อน้ำหนักแห้งใบจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์และจีโนไทป์ ลักษณะผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์และจีโนไทป์ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล และน้ำมัน/ทะลาย ($r_p = 0.854, 0.654, 0.373, 0.260, 0.200$ และ 0.505 ; $r_g = 0.979, 0.822, 1.025, 0.401, 0.710$ และ 0.365 ตามลำดับ) โดยลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตทะลาย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด และน้ำมัน/ทะลาย จากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ และจำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย และเนื้อปาล์มสด/ผล จากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ ส่วนลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อผลผลิตทะลาย ได้แก่ จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลาย และน้ำมัน/เนื้อปาล์มสด จากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์และจีโนไทป์ ผลการศึกษานี้เสนอแนะว่าการคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ ดังกล่าวจะมีผลการตอบสนองต่อการปรับปรุงผลผลิตน้ำมัน

Thesis Title	Responses of Oil Palm Genotypes in Different Environments
Author	Mr. Wasapong Eksomtramage
Major Program	Plant Science
Academic Year	2010

Abstract

The objectives of this study were to evaluate the growth characters of the tenera oil palm (dura x pisifera, DxP) progenies before bearing bunch yield and the interaction between progenies x locations. Others D x P progenies at bunch bearing stage were evaluated for growth, oil yield, bunch yield and its components together with the interaction between progenies x years. Agronomic characters in both progenies trials were estimated for the heritabilities and their correlations. Seven tenera progenies (D x P) one year of age were grown in three locations at the Songkhla Field Crop Research Center, the agriculturist garden and the Klong Hoi Khong Research Station and eighteen tenera progenies (D x P) eight years of age were grown at the Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand. The completely randomized design with three replications (one plant per replication) was used for progenies testing and interaction between progenies x locations, four replications (one plant per replication) for progenies testing and interaction between progenies x years.

The results showed that the progenies mean for all vegetative growth characters such as number of leaf, leaf length, leaf area and leaf dry weight were not significantly different but there were significant between progenies x locations interaction. The others progenies test showed that the progenies means for oil yield, fresh fruit bunch (FFB), number of bunch (NB) and average kernel weight (AKW) were significantly different. Only oil/wet mesocarp (O/WM), oil/fruit (O/F) and oil/bunch (O/B) had significant difference between progenies x years interaction. These characters had low to high heritabilities which varied between 0 to 66 %. Correlations of growth

characters showed highly positive in both phenotypic and genotypic correlations with leaf dry weight such as leaf length and leaf area ($r_p = 0.750$ and 0.839 ; $r_g = 1.954$ and 1.198 , respectively). The leaf area showed high direct effects via leaf dry weight calculated from phenotypic and genotypic correlations. Phenotypic and genotypic correlations of bunch yield and its components showed high and positive correlation with oil yield such as FFB yield, BN, ABW, fruit/bunch (F/B), wet mesocarp/fruit (WM/F) and O/B ($r_p = 0.854, 0.654, 0.373, 0.260, 0.200$ and 0.505 ; $r_g = 0.979, 0.822, 1.025, 0.401, 0.710$ and 0.365 respectively). Path analysis using phenotypic correlations of bunch yield and its components characters had high direct effects via oil yield such as FFB, F/B, WM/F O/B. Path analysis using genotypic correlations of bunch yield and its components characters had high direct effects via oil yield such as NB, ABW, F/B and WM/F. Part of bunch yield and its components characters showed highly direct effects via FFB such as NB, ABW and O/WM which were calculated from phenotypic and genotypic correlations. These results suggest that selection in oil palm breeding based on these characters will produce a good response to oil yield improvement.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพ	(11)
บทที่	
1. บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	25
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	26
3. ผล และวิจารณ์	38
4. สรุป	70
เอกสารอ้างอิง	72
ประวัติผู้เขียน	81

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน	13
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลองในหลายสภาพแวดล้อม ใช้แผนการทดลองแบบ CRD โดยทรีตเมนต์ (T) เป็นปัจจัยคงที่และ สภาพแวดล้อม (E) เป็นปัจจัยสุ่ม	32
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ของ 2 ลักษณะ (x และ y)	34
4	ปริมาณธาตุอาหารในดินของแปลงทดลอง 3 พื้นที่	39
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตของ พันธุ์ปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกในพื้นที่ต่างๆ	40
6	ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน หลังจากปลูกในพื้นที่ต่างๆ	42
7	อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะการเจริญเติบโตของ ปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูก	43
8	สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (r_p , เหนือแนวทแยง) และสหสัมพันธ์ ทางจีโนไทป์ (r_G , ใต้แนวทแยง) ของลักษณะการเจริญเติบโตของ ปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูก	45
9	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของลักษณะ การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูก ไปยังน้ำหนักแห้งใบ	46
10	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ของลักษณะ การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูก ไปยังน้ำหนักแห้งใบ	47
11	ปริมาณและการกระจายของฝนระหว่างการทดลองที่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา	48
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะองค์ประกอบทะลาย ในพันธุ์ปาล์มน้ำมัน	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะเลลายของปาล์มน้ำมัน แต่ละพันธุ์ (เฉลี่ยจาก 2 ปี)	52
14	ค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบทะเลลายของปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ (เฉลี่ยจาก 2 ปี)	53
15	ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะเลลายและองค์ประกอบทะเลลาย ของปาล์มน้ำมันในแต่ละปี (เฉลี่ยจาก 18 พันธุ์)	55
16	ค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบทะเลลายของปาล์มน้ำมันของ ปฏิภานระหว่างพันธุ์และปี	56
17	อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะเลลาย และองค์ประกอบทะเลลายของปาล์มน้ำมัน	58
18	สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (r_p , เหนือแนวทแยง) และสหสัมพันธ์ทาง จีโนไทป์ (r_G , ใต้แนวทแยง) ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะเลลาย และองค์ประกอบทะเลลายของปาล์มน้ำมัน	61
19	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของ ลักษณะผลผลิตทะเลลายและองค์ประกอบทะเลลายไปยังผลผลิตน้ำมัน	63
20	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ของลักษณะผลผลิตทะเลลาย และองค์ประกอบทะเลลายไปยังผลผลิตน้ำมัน	65
21	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของลักษณะองค์ประกอบ ทะเลลายไปยังผลผลิตทะเลลาย	67
22	การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ของของ ลักษณะองค์ประกอบทะเลลายไปยังผลผลิตทะเลลาย	69

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงสัมประสิทธิ์เส้นทางของตัวแปรอิสระ 3 ตัว	36

บทที่ 1

บทนำ

บทนำตั้งเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก และของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยถือเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์ม โดยในอดีตเมื่อประมาณ 40 ปี ที่ผ่านมาภาคเอกชนได้เริ่มปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าครั้งแรก ในพื้นที่เริ่มต้นเพียงไม่กี่หมื่นไร่ ต่อมาเกษตรกรรายย่อยอื่นๆ ให้ความสนใจปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้น ปัจจุบันพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยมีประมาณ 3 ล้านไร่ และปาล์มน้ำมันเป็นพืชอุตสาหกรรมที่กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สามารถทำรายได้ให้กับประเทศปีหนึ่งๆ นับหมื่นล้านบาท ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาช่องทางของการนำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยนำน้ำมันปาล์มไปใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งคาดว่าในอนาคตประเทศไทยไม่ได้ผลิตเพียงพออุปโภค บริโภค หรือส่งออกเท่านั้น แต่จะเป็นการผลิตเพื่อนำน้ำมันปาล์มไปใช้เป็นพลังงานทดแทนด้วยเช่นกัน ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยมีความมั่นคงทางด้านพลังงานอีกทางหนึ่ง แม้ว่า ปาล์มน้ำมันมีอนาคตที่สดใส แต่เกษตรกรยังขาดความเชื่อมั่นในเรื่องของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ เนื่องจากประสบปัญหาพันธุ์ปลอม หลังจากประเทศมาเลเซียออกกฎหมายห้ามนำเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันเข้าประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2530 (ธีระ และคณะ, 2548) ทำให้มีการเก็บเมล็ดจากโคนต้นมาจำหน่ายอย่างแพร่หลายมากขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกษตรกรบางรายไม่กล้าเสี่ยงที่จะปลูกปาล์มน้ำมัน แต่ในปัจจุบันได้มีพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีภายในประเทศไทยเกิดขึ้น จากการผลิตของภาครัฐ และภาคเอกชนหลายบริษัท โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีเหล่านั้นต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ที่ดี และพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันเป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (tenera) ซึ่งได้จากการควบคุมการผสมระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (dura) กับพ่อพันธุ์พิซิเฟอรา (pisifera) เนื่องจากปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าปาล์มน้ำมันชนิดอื่นๆ (ธีระ, 2528; Kushairi and Rajanaidu, 2000 และ Corley and Tinker, 2003) การปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรที่ดีเพื่อปรับปรุงประชากรดูรา และพิซิเฟอราที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกผสมเทเนอราให้มีศักยภาพสูงจึงมีความสำคัญเนื่องจาก ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณ

(Corley and Tinker, 2003) เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางลำต้น ซึ่งมีปัญหาคลุมหลายคู่ จึงมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง รวมทั้งมีอิทธิพลปฏิภยสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับปรุงประชากรปาล์มน้ำมันในลักษณะดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ จากเชื้อพันธุกรรมที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมของไทย รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาในการคัดเลือก

การศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิภยสัมพันธ์ระหว่างพันธุกับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุก่อนให้ผลผลิตทะลาย และเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิภยสัมพันธ์ระหว่างพันธุกับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายและองค์ประกอบทะลายในช่วงที่ให้ผลผลิตทะลาย โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะดังกล่าว ศึกษาอัตราพันธุกรรม ศึกษาสหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะทางการเกษตร ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์เพื่อการปรับปรุงประชากรในรอบต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติความเป็นมาของปาล์มน้ำมัน

ชาวพื้นเมืองแถบทวีปแอฟริกาได้ทำการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันมาเป็นเวลานาน โดยในระยะแรกไม่ได้ปลูกเพื่อการค้า แต่เริ่มปลูกเป็นการค้าครั้งแรกในโลกเมื่อราวคริสต์ศตวรรษที่ 16 หลังจากนั้นการเพาะปลูกในทวีปแอฟริกาได้ขยายตัวออกไป จนถึงราวปี พ.ศ. 1911 (กรมวิชาการเกษตร, 2532) ต่อมาชาวโปรตุเกสได้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกในทวีปเอเชีย โดยเริ่มปลูกที่สวนพฤกษศาสตร์ เมืองโบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย ราวปี พ.ศ. 2391 จากนั้นได้แพร่กระจายพันธุ์มายังเกาะสุมาตราในช่วงปี พ.ศ. 2396 – 2400 และเริ่มต้นเป็นการค้าอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. 2454 และในปี พ.ศ. 2461 เกาะสุมาตรามีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 22,500 ไร่ สำหรับประเทศมาเลเซีย ได้เริ่มปลูกปาล์มน้ำมันครั้งแรกที่สวนพฤกษศาสตร์สิงคโปร์ราว พ.ศ. 2413 และเริ่มปลูกเป็นการค้าครั้งแรกใน พ.ศ. 2460 จนถึงปัจจุบัน โดยอินโดนีเซีย และมาเลเซียมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันรวมกันประมาณ 37.04 ล้านไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ประเทศไทยเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันเป็นครั้งแรก เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2480 โดยปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยางคองหงส์ จังหวัดสงขลา โดยพระยาประดิพัทธ์ภูบาล เป็นผู้นำเข้ามาปลูก และเริ่มปลูกเป็นการค้าครั้งแรก พื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ ที่ตำบลบ้านปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณ์ กิติยากร (สวนปาล์มน้ำมันได้หยุดกิจการไปภายหลัง) ต่อมา ปี พ.ศ. 2511 เริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าอีกครั้งโดยหน่วยงานรัฐ โดยกรมประมงสงเคราะห์ได้ดำเนินการปลูกปาล์มน้ำมัน ในนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล โดยมีสมาชิกเข้าร่วมโครงการ 1,645 ราย พื้นที่ปลูกประมาณ 20,000 ไร่ ในขณะเดียวกันภาคเอกชนได้ดำเนินการขอสัมปทานจากรัฐ เป็นเวลา 20 ปี พื้นที่ปลูก 16,262 ไร่ ที่ตำบลปลายพระยา อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ (ธีระ และคณะ, 2548) หลังจากนั้น ได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 – 2546 มีการขยายพื้นที่ปลูกเฉลี่ยประมาณ 50,000 - 100,000 ไร่/ปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547) และได้มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง จนปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิต 3.44 ล้านไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.10 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551ก) โดยพื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในประเทศไทย ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และ ตรัง ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551ข) และต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออก และภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในขนาดที่มีแนวโน้มจะขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ธีระพงศ์, 2553)

2. ลักษณะพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชผสมข้าม โใบเลี้ยงเดี่ยว และเป็นพืชยืนต้น สามารถเก็บผลผลิตได้นานกว่า 20 ปี ซึ่งปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลปาล์ม (Palmae ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น Arecaceae) ตระกูลย่อย เดียวกับมะพร้าว คือ *Cocoideae* สกุล *Elaeis* ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* และ *Elaeis odora* โดยทั้ง 3 ชนิดนี้ *Elaeis guineensis* มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ธีระ และคณะ, 2548) ดังนี้

2.1) ราก

ปาล์มน้ำมันมีระบบรากแบบรากฝอย โดยรากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เรียกว่า radical เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 – 4 เดือน รากอ่อนจะหยุดการเจริญเติบโตและหายไป และระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่ จะประกอบไปด้วยราก 4 ชุด ซึ่งทำหน้าที่ช่วยค้ำจุนลำต้น ดูดซับน้ำและธาตุอาหาร (กรมวิชาการ เกษตร, 2550) ดังนี้

รากชุดแรก เป็นรากที่เกิดจากฐานของลำต้นรูปกรวย มีการเจริญเติบโต 2 แนว คือ แนวตั้งลง และแนวระนาบ รากมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 – 10 มิลลิเมตร ความยาว 3 – 4 เมตร อาจยาวได้มากกว่านี้ ส่วนของรากที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารอยู่ตรงส่วนกลางของราก

รากชุดที่สอง เป็นรากที่เกิดจากเนื้อเยื่อ pericycle ของรากชุดแรก เกิดในแนวระดับมากกว่าในแนวตั้ง ทิศทางการแตกแขนงของรากชุดที่สองมี 2 ประเภท คือ รากที่แตกแขนงในแนวตั้งขึ้น เรียกว่า ascending secondary roots และในแนวตั้งลง เรียกว่า descending secondary roots โดยทั้ง 2 ประเภทจะตั้งฉากกับรากชุดแรก แต่มีขนาดเล็กกว่า จำนวนที่เกิดเกือบเท่าๆ กัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 4 มิลลิเมตร

รากชุดที่สาม เกิดจากเนื้อเยื่อ pericycle ของรากชุดที่สอง มีทิศทางการเกิดตั้งฉากกับรากชุดที่สอง แต่ขนานกับรากชุดแรก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 – 1.2 มิลลิเมตร และยาวไม่เกิน 15 เซนติเมตร

รากชุดที่สี่ อาจจะมีหรือไม่มี ถ้ามีจะเจริญ หรือพัฒนาการมารากรากชุดที่สาม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 – 0.3 มิลลิเมตร ความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตร

รากทุกชุดไม่มีขนราก โดยการดูดซึมน้ำและดูดธาตุอาหารที่ปาล์มนำมึ้นนำมาใช้ประโยชน์ที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตรจากผิวดิน (ธีระ และคณะ, 2548) ศักดิ์ศิลป์ และคณะ (2541) รายงานว่า ความหนาแน่นของรากจะพบในบริเวณรัศมีของพุ่มใบ และลึกลงไปประมาณ 15 เซนติเมตรจากผิวดิน ซึ่งการแผ่กระจายของรากจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ความตื้นของระดับน้ำในดิน เป็นต้น โดยการดูดซึมน้ำและดูดธาตุอาหารจะเกิดตรงส่วนที่เรียกว่า hypodermis บริเวณถัดจากปลายรากของรากแขนงแต่ละชุด นอกจากนี้ปาล์มนำมึ้นมีรากอีกชุดหนึ่งที่แตกออกมาคือ รากอากาศ มีจุดกำเนิดจากเนื้อเยื่อ epidermis และ hypodermis ของลำต้นในระดับที่สูงจากพื้นดินตั้งแต่ 1 เมตร ลงมา โดยทำหน้าที่จับ และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างเนื้อเยื่อรากกับบรรยากาศ

2.2) ลำต้น

ลำต้นของปาล์มนำมึ้นมีลักษณะตั้งตรง ไม่มีกิ่งแขนง ประกอบด้วยข้อและปล้องที่ถี่มาก แต่ละข้อมีหนึ่งทางใบเกิดเวียนรอบลำต้น ในระยะที่ปาล์มอายุยังน้อย (น้อยกว่า 3 ปี) จะสังเกตเห็นทางใบอยู่ติดกับลำต้นมากกว่า 40 ทางใบ เมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้น และเริ่มมีการตัดแต่งทางใบ จะสังเกตเห็นฐานทางใบที่เป็นรอยตัดแต่งติดอยู่รอบๆ ลำต้น รอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นก็คือข้อของลำต้น และส่วนที่อยู่ระหว่างข้อของลำต้นคือปล้อง ต้นปาล์มนำมึ้นที่แก่มาก (อายุมากกว่า 20 ปี) อาจมีความสูงถึง 15 – 18 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 30 – 38 เซนติเมตร โดยทั่วไปความสูงของต้นปาล์มจะเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 50 เซนติเมตร (ธีระ และคณะ, 2548) และเมื่อต้นปาล์มมีอายุมากขึ้นกาบใบรอบลำต้นจะร่วง ลำต้นปาล์มนำมึ้นจะเรียบเหมือนต้นมะพร้าว (เอกชัย, 2548) Jacquemard (1979) รายงานว่า ลำต้นของปาล์มนำมึ้นมีความแปรปรวน ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยของสภาพแวดล้อม และพันธุกรรม โดยภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ปริมาณแสงที่น้อย หรืออุณหภูมิที่ต่ำ ส่งผลให้ต้นปาล์มนำมึ้นมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ช้ามาก และการปลุกหนาแน่นส่งผลให้ปาล์มนำมึ้นมีการยืดตัวสูงเร็วกว่าปกติ

ลำต้นของปาล์มนำมึ้นมีหน้าที่สำคัญคือ ชูใบรับแสงเพื่อสังเคราะห์อาหาร ลำเลียงน้ำและอาหารผ่านกลุ่มมดท่อลำต้นและท่ออาหารภายในลำต้น ซึ่งระบบเนื้อเยื่อภายในประกอบด้วยกลุ่มมดท่อลำต้น ท่ออาหารถึง 20,000 หน่วย เป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ได้แก่ phloem ส่วนมากทำหน้าที่เคลื่อนย้ายทางลง ส่วนระบบเนื้อเยื่อลำเลียงภายนอกประกอบด้วยเส้นใยที่ไม่มีชีวิตจำนวนมาก

ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายน้ำ และธาตุอาหารทางขึ้น ระบบเนื้อเยื่อดังกล่าวติดต่อถึงกันหมดตลอดทั้งลำต้นและใบ (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.3) ใบหรือทางใบ

ใบ หรือทางใบ เป็นใบประกอบรูปขนนก แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนของก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้าง แต่ละทางมีใบย่อยประมาณ 100 – 160 คู่ ใบย่อยยาวประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร กว้างประมาณ 4 – 6 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

ใบ ประกอบด้วยแกนทางใบ ก้านใบและใบย่อย ซึ่งเกิดจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ลำต้นเป็นจุดกำเนิดตาใบมีประมาณ 40 – 50 ตาใบ เมื่อปาล์มน้ำมันโตเต็มที่ทางใบอาจจะยาว 6 – 9 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะปลูก และสภาพแวดล้อม โดยทางใบจะเกิดเป็นลักษณะเกลียวรอบต้น ซึ่งเกลียวรอบต้นนี้จะเห็นได้เมื่อตัดใบจนถึงโคนใบออก ซึ่งการเกิดของทางใบมีทั้งเวียนซ้ายและเวียนขวา และสามารถนับอายุของต้นปาล์มน้ำมันได้ เช่น ชั้นของทางใบมี 3 – 4 ชั้น หมายถึงต้นปาล์มมีอายุ 1 ปี (เอกชัย, 2548) Corley และคณะ (1971) รายงานว่า ใบเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยส่งผลต่อการติดทะลายและขนาดของทะลายเนื่องจาก ใบเป็นส่วนที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างอาหารและอาหารจะถูกลำเลียงไปสะสมที่ส่วนต่างๆ ของต้นปาล์ม โดยเฉพาะที่ทะลายปาล์ม

2.4) ช่อดอก

ปาล์มน้ำมันมีทั้งช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่อยู่กันคนละช่อ (monoecious) ซึ่ง 1 ทางใบมีตาดอก 1 ตา โดยตาดอกเกิดอยู่บริเวณซอกใบที่ติดกับต้น และดอกสามารถพัฒนาเป็นช่อดอกตัวผู้หรือช่อดอกตัวเมียก็ได้ บางครั้งช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอาจรวมอยู่ในช่อเดียวกันเรียกช่อดอกประเภทนี้ว่า ช่อดอกกระเทย โดยการกำหนดเพศของช่อดอกตัวเมียขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ สภาพแวดล้อมและการจัดการสวน (ธีระ และคณะ, 2548) โดยการพัฒนาตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะได้รับการผสม ใช้เวลาประมาณ 33 – 34 เดือน (สำหรับปาล์มน้ำมันที่ให้ทางใบ 2 ทางใบ/เดือน) การกำหนดเพศของตาดอกจะเกิดขึ้นในช่วง 20 – 22 เดือนก่อนดอกบาน ถ้าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่อดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ การผสมเกสรมีลมและแมลงเป็นพาหะ โดยเฉพาะด้วงวงปาล์มน้ำมัน

(*Elaeidobius kamerunicus*) เป็นแมลงที่มีความสำคัญต่อการช่วยผสมเกสร ซึ่งหลังจากการผสม 5 – 6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่ (ธีระพงศ์, 2553)

2.5) ผลและเมล็ด

หลังจากที่ช่อดอกตัวเมียได้รับการผสมเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 5 – 6 เดือน (โดยเฉลี่ย ประมาณ 6 เดือน) ผลปาล์มในทะลายจึงจะสุกพร้อมเก็บเกี่ยวได้ การสุกของผลจะเริ่มจากฐานช่อดอกขึ้นมา โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันสามารถผลิตทะลายสด ตั้งแต่ 12 ทะลายต่อต้นต่อปี มีน้ำหนักต่อหนึ่งทะลายประมาณ 10 – 30 กิโลกรัม จำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมแล้วประมาณ 500 – 4,000 ผล โดยเฉลี่ยมีจำนวน 1,600 ผลต่อทะลาย (ธีระ และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวข้างต้นขึ้นอยู่กับอายุของปาล์มน้ำมัน ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 5 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผลมีน้ำหนัก ประมาณ 3 – 30 กรัม (เอกชัย, 2548) ผลปาล์มประกอบด้วย เปลือกผล (pericarp) เนื้อปาล์ม (mesocarp) กะลา (shell) เนื้อในเมล็ด (kernel) และคัพภะ (embryo) ส่วนของผลปาล์มที่นำมาหีบเพื่อสกัดน้ำมันมาใช้ประโยชน์ มี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจากเปลือกผลกับ เนื้อผล และ ส่วนที่สองจากเนื้อในเมล็ด กับ คัพภะ น้ำมันที่หีบแยกได้จาก 2 ส่วนนี้มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยส่วนแรกนิยมนำมาใช้เพื่อการบริโภค ส่วนที่สองนิยมนำมาใช้เพื่อการอุปโภค

เมล็ดปาล์มน้ำมันประกอบด้วย กะลา เนื้อในเมล็ด และคัพภะ ใช้สำหรับการขยายพันธุ์ กะลาเป็นส่วนที่แข็ง ขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาของกะลา และขนาดเนื้อในเมล็ดบริเวณปลายด้านหนึ่งของกะลาสังเกตเห็นตาสำหรับกรงอก 3 ตา ทำหน้าที่ดูดซับน้ำในระยะที่ทำการเพาะเมล็ด ดังนั้นในการเพาะเมล็ดปาล์มอาจได้จำนวนต้นกล้าปาล์ม 1 – 3 ต้นต่อเมล็ด (โดยทั่วไปงอก 1 ต้น) โดยเนื้อในเมล็ดจะเป็นแหล่งให้อาหารแก่กล้าปาล์มน้ำมันในระยะแรกของการพัฒนา และคัพภะจะพัฒนาเป็นต้นกล้า โดยปกติเมล็ดปาล์มมีระยะพักตัว หากปล่อยให้มีการงอกในสภาพธรรมชาติ ที่ระดับเปอร์เซ็นต์การงอก 50 เปอร์เซ็นต์ จะต้องใช้เวลานาน 3 – 6 เดือน แต่หากมีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมในการเพาะที่ระดับเปอร์เซ็นต์การงอก 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเพียง 40 วัน (ธีระ และคณะ, 2548)

3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ถึงแม้ว่าปาล์มน้ำมันจะเป็นพืชยืนต้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ในหลายสภาพแวดล้อมก็ตาม แต่การที่จะมีการเจริญเติบโตที่ดี ให้ผลผลิตสูงได้นั้นต้องมีปัจจัยของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ดังนี้

3.1) ปัจจัยทางพันธุกรรม

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่ช่วงเวลาการออกดอกไม่พร้อมกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ *E. guineensis*, *E. oleifera* และ *E. odora* (ธีระ และคณะ, 2545)

1) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* เป็นปาล์มน้ำมันชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศต่างๆ ในทวีปแอฟริกาบริเวณตอนกลางและตะวันตกของทวีป อาจเรียกปาล์มน้ำมันพวกนี้ว่า African oil palm ซึ่งคำว่า *Elaeis* มีความหมายตรงกับคำว่า *elaion* ซึ่งแปลว่า น้ำมัน ส่วนคำว่า *guineensis* หมายถึงประเทศ Guinea อยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันตก ลักษณะที่เด่นชัดของ *E. guineensis* คือให้ผลผลิตทะลาย เปลือกนอก/ผล น้ำมัน/ทะลาย และผลผลิตน้ำมันสูง โดยพันธุ์หรือสายพันธุ์ของปาล์มน้ำมันชนิดนี้สามารถจำแนกออกได้ 3 แบบ (Beirmaert and Vanderweyen, 1941) ได้แก่

1.1 แบบดูรา มียีนควบคุมเป็นยีนเด่น (dominant, Sh+Sh+) ลักษณะผลมีกะลาหนาประมาณ 2 – 8 มิลลิเมตร มีชั้นเปลือกนอกบางประมาณ 20 – 65 เปอร์เซ็นต์ของผลโดยน้ำหนัก และไม่มีวงเส้นประสีน้ำตาลรอบกะลา

1.2 แบบพิลิวรา มียีนควบคุมเป็นยีนด้อย (recessive, Sh-Sh-) ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง มีชั้นเปลือกนอกหนาประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของผลโดยน้ำหนัก และมีวงเส้นประสีน้ำตาลรอบกะลา มีข้อเสียคือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (abortion) ทำให้ผลฝ่อลีบทะลายเล็กเนื่องจากผลไม่พัฒนา ซึ่งไม่ใช่ปลูกเป็นการค้า แต่ใช้เป็นต้นพันธุ์ในการผลิตลูกผสม

1.3 แบบเทเนอรา เป็นพันธุ์ทาง (heterozygous, Sh+Sh-) เกิดจากการผสมข้ามระหว่างลักษณะดูราและพิลิวรา มีกะลาบางตั้งแต่ 0.5 – 4 มิลลิเมตร มีชั้นเปลือกนอกบางประมาณ 75– 85 เปอร์เซ็นต์ของผลโดยน้ำหนัก มีวงเส้นประสีน้ำตาลรอบกะลา

2) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. oleifera* (เดิมคือ *E. melanococca* หรือ *Corozo oleifera*) พันธุ์ปาล์มน้ำมันชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศต่างๆ ทางภาคเหนือของกลุ่มแม่น้ำอะเมซอนของ

ทวีปอเมริกาใต้ยาวติดต่อกันไปถึงทวีปอเมริกากลางบริเวณประเทศคอสตาริกา อาจเรียกปาล์ม น้ำมันชนิดนี้ว่า American oil palm ไม่นิยมปลูกเป็นการค้าเนื่องจากการเจริญเติบโตช้า ผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตน้ำมันต่ำกว่าปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis*

3) ปาล์มน้ำมันชนิด *E. odora* (ชื่อเดิมคือ *Barcella odora*) มีรายงานพบปาล์มน้ำมันชนิดนี้บริเวณเดียวกับ *E. oleifera* คือแถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอน บทบาทและความสำคัญของปาล์ม น้ำมันในชนิดนี้ยังไม่มีรายงาน

พันธุ์ของปาล์มน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเป็นอย่างมาก การเพาะปลูก ปาล์มน้ำมันพันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ไม่ดีพอจะทำให้ได้ผลผลิตต่ำ เช่น พันธุ์ฟิลิเพอรา เป็นปาล์ม น้ำมันที่เมื่อเติบโตเต็มที่แล้วมักเป็นหมันโดยมีการผลิตช่อดอกตัวเมียในต้นน้อยมาก ขนาดของผล เล็ก จึงนับเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำไม่เหมาะสำหรับใช้ปลูกเป็นการค้า ส่วนพันธุ์ดูรามีลักษณะต่าง ๆ ที่ดี เช่น มีขนาดผลใหญ่ แต่มีข้อเสียคือมีเนื้อปาล์มบาง และน้ำมันน้อย ดังนั้นปาล์มน้ำมันพันธุ์ นี้จึงไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูกเช่นกัน เรื่องของพันธุ์ที่ใช้ปลูกจึงนับว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ อย่างมาก เพราะถึงแม้ผู้ปลูกจะพยายามบำรุงรักษาให้ดีเพียงใดแล้วก็ตาม ก็ไม่สามารถทำให้ ผลผลิตสูงได้เลยถ้าหากใช้พันธุ์ปลูกที่ไม่ดีพอ (พรชัย, 2523) ซึ่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกใน ปัจจุบัน คือ พันธุ์เทนอราซึ่งไม่ใช่แต่เป็นเพียงพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงเพียงอย่างเดียว ยังจำเป็นต้องมี คุณสมบัติและลักษณะต่าง ๆ ประกอบมากมาย ซึ่งลักษณะของปาล์มน้ำมันพันธุ์ที่ใช้ปลูกควรมี ลักษณะดังนี้ คือ ลักษณะการเจริญเติบโต มีอัตราการผลิทางใบในรอบปีสูง และมีลำต้นเตี้ย ลักษณะผลผลิต มีผลผลิตน้ำมันสูง และมีอัตราส่วนจำนวนช่อดอกตัวเมียต่อจำนวนช่อดอก ทั้งหมดในรอบปี (sex - ratio) สูง ลักษณะผล มีสัดส่วนผล/ทะลายสูง มีเนื้อปาล์มหนา มีเนื้อใน เมล็ดหนา มีกะลาบาง และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูง เป็นต้น โดยพันธุ์ต้องปรับตัวได้ดีใน หลายสภาพแวดล้อม (ธีระ และคณะ , 2548)

3.2) ปัจจัยสภาพแวดล้อม

ปัจจัยสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากความแปรปรวน สามารถแบ่งได้ เป็น 2 แบบคือ แบบที่คาดการณ์ได้ ได้แก่ ปัจจัยบางอย่างที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบและอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้วิจัย เช่น ชนิดของดิน วันปลูก ระยะปลูก อัตราปลูก ระดับปุ๋ย และวิธีเก็บเกี่ยว เป็นต้น และแบบที่คาดการณ์ไม่ได้ ได้แก่ ปัจจัยที่เกิดขึ้นอย่างไม่เป็นระบบ และควบคุมได้ยาก เช่น การกระจายของฝน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น ดังนั้นปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ควบคุมได้ยากพอจำแนกได้ เป็นปัจจัยลมฟ้าอากาศ และปัจจัยเกี่ยวกับดิน ดังนี้

3.2.1) ปัจจัยลมฟ้าอากาศ

ก.) ฝน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงมาก ต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันคือ ความชื้น ปาล์มน้ำมันควรได้รับความชื้นสม่ำเสมอตลอดปี ไม่ว่าจะเป็นความชื้นจากฝน ทะเล หรือการให้น้ำจากแหล่งน้ำที่ขุดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณฝนตกควรอยู่ระหว่าง 1,800 – 3,000 มม. /ปี ขึ้นไป และแต่ละเดือนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 120 มม. /เดือน และต้องไม่มีสภาพแล้งเกินกว่า 3 เดือน (เอกชัย, 2548) จากการศึกษาในเรื่องของฝนที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันสรุปได้ว่า ฝนมีความสัมพันธ์กับผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ในประเทศมาเลเซียได้เคยมีการบันทึก การสำรวจ และประมาณการเอาไว้ว่าปริมาณฝนที่ตกลงมานั้นจะมีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันโดยสามารถทำให้ผลผลิตแปรปรวนได้ถึง 25 % อย่างไรก็ตามปริมาณของฝนที่ตกลงมายังแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน ใ้ว่าจะนำมาใช้ประโยชน์ได้หมด แต่บางส่วนอาจสูญเสียบ้างได้ ซึ่งจากการศึกษาในประเทศแอฟริกาใต้ประมาณการเกี่ยวกับการใช้น้ำฝนของปาล์มน้ำมัน พบว่า ปาล์มน้ำมันสามารถดูดใช้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาได้เพียง 25 % อีก 24 % จะสูญเสียบ้างโดยการชะล้างและซึมลงไปในส่วนชั้นล่างของดิน ปริมาณน้ำฝนอีก 51 % จะถูกดูดยึดและไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (พรชัย, 2523) หากมีการให้น้ำปาล์มน้ำมัน อายุ 4 – 11 ปี เท่ากับค่าการคายระเหยน้ำจากต้น สามารถเพิ่มผลผลิตทะลายนสดได้ 41 % เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปาล์มที่ไม่ได้ให้น้ำ ส่วนต้นปาล์มน้ำมันอายุ 3 – 9 ปี ที่ให้น้ำจะให้ผลผลิต 3.75 ตัน/ไร่/ปี ขณะที่ต้นปาล์มที่ไม่ได้ให้น้ำจะให้ผลผลิตเพียง 3 ตัน/ไร่/ปี ดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันในเขตที่ขาดน้ำ 200 มม. /ปี ขึ้นไป ควรมีการให้น้ำ

เพิ่ม หรือมีการจัดการให้มีความชื้นในสวนปาล์มเพิ่มมากขึ้น (เอกชัย, 2548) Mohd Roslan (2007) รายงานว่า สภาพที่แห้งแล้งหรือขาดน้ำปาล์มน้ำมันจะมีความพยายามปรับตัวเพื่ออยู่รอด ซึ่งมีผลให้ปาล์มน้ำมันใช้น้ำอย่างประหยัด ขณะเดียวกันสามารถรักษาระดับการสร้างอาหารเอาไว้ได้ และมีการให้ผลผลิตอย่างเหมาะสม ซึ่งหมายถึง การที่ปาล์มน้ำมันนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีการเคลื่อนย้ายอาหารเพื่อนำไปสร้างผลผลิตได้

ข.) แสงแดด

ในปาล์มน้ำมันแสงแดดจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันรองจากน้ำฝน จำนวนช่วงที่ปาล์มน้ำมันต้องการแสงต่อวัน โดยทั่วไปควรมีแสงแดดประมาณ 4 – 5 ชั่วโมง/วัน โดย Corley (1975) รายงานว่า ในช่วงกลางวัน ปากใบของปาล์มน้ำมันจะปิด เนื่องจากในช่วงกลางวันมีความเข้มแสงสูง และอาจส่งผลกระทบต่อศักยภาพของผลผลิตประมาณ 10 % Broekmans (1957) ได้ศึกษาการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศแอฟริกาพบว่า แสงแดดที่มีความเข้มสูงมีความสัมพันธ์ต่อการผลิตช่อดอกตัวเมียในรอบปี โดยมีผลทำให้การผลิตช่อดอกตัวเมียในรอบปี เพิ่มขึ้น แต่การที่ปาล์มน้ำมันได้รับแสงไม่เพียงพอมีผลมากต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะอายุ 2-3 ปี ทางใบจะมีอาการสูงยาว ทรงพุ่มมีขนาดเล็กคล้ายอาการเป็นโรค (Germer and Sauerborn, 2004) Hirsch (1988) อ้างโดย Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า เมื่ออายุของปาล์มน้ำมันมากขึ้น ได้ร่มเงาของต้นอื่น ให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าการไม่อยู่ภายใต้ร่มเงา

ค.) อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันอย่างยิ่งจากการศึกษา พบว่า อุณหภูมิที่ 14 องศาเซลเซียส มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 20 องศาเซลเซียส ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว 3 – 7 เท่า เมื่อเทียบกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 17.4 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน คือ 24 – 30 องศาเซลเซียส (เอกชัย, 2548)

ง.) ลม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ไม่ต้านทานต่อลมแรงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมะพร้าว เพราะปาล์มน้ำมันมีทรงพุ่มใหญ่และแข็งแรงน้อยกว่า จึงไม่ควรปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีลมแรง (เอกชัย, 2548) Paramanathan (2003) รายงานว่า บริเวณหมู่เกาะ Solomon มีต้นปาล์มถูกทำลายมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดยพายุ Namu ในปี ค.ศ. 1985 แต่ถ้าลมพัดอ่อนๆ จะช่วยส่งเสริมให้ การหายใจของปาล์มน้ำมันดีขึ้นและยังช่วยลดความร้อนบริเวณผิวใบได้

จ.) ความชื้นอากาศ

ความชื้นในอากาศมีผลต่อปาล์มน้ำมันโดยตรง โดยปาล์มน้ำมันชอบอากาศแบบชุ่มชื้น ซึ่งควรมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยในรอบปีสูงกว่า 75 % ขึ้นไปจึงจะทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ และสามารถให้ผลผลิตสูง Henson (1991) รายงานว่า ปากใบปาล์มน้ำมันจะปิดเมื่อความชื้นในบรรยากาศอิ่มตัว และสภาพที่มีแสงแดดจัด โดยมีผลทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันแปรปรวนได้ถึง 400 กิโลกรัม/ไร่/ปี (พรชัย, 2523) แต่จะมีผลกระทบน้อยเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น (Mohd Roslan and Mohd Haniff, 2007)

3.2.2) ปัจจัยเกี่ยวกับดิน

ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงได้ในดินหลายชนิด แต่ต้องมีเทคนิคการจัดการสวนปาล์มที่เหมาะสม และสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 300 เมตร ความลาดเทของพื้นที่ 1 – 12 % และต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีการระบายน้ำดีถึงระบายน้ำได้ปานกลาง ถ้าเป็นพื้นที่ต่ำมากก็ต้องยกร่องปลูก การจัดการน้ำและความชื้นในดินที่เหมาะสม การอนุรักษ์อินทรีย์วัตถุในบริเวณผิวดิน การปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการระบายน้ำและอากาศ (เอกชัย, 2548) ซึ่งคุณสมบัติของดินที่ปลูกมีความสำคัญมาก โดยปกติดินที่เหมาะสม ในการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วนถึงเหนียวที่มีความลึกของชั้นหน้าดินมากกว่า 75 เซนติเมตร ดินที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ดินลูกรังที่มีเม็ดกรวด และชั้นล่างอาจเป็นแผ่นศิลา มีชั้นของหน้าดินน้อย ซึ่งอาจระบายน้ำได้ยาก

คุณสมบัติทางเคมีของดินก็มีความสำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารในดินในปริมาณมาก ดังนั้นจำเป็นต้องให้ปริมาณธาตุอาหารในดินเพื่อรักษาระดับปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ดังนั้นในดินที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำจำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหาร (ปุ๋ย) ในปริมาณที่สูงเพื่อรักษาระดับดังกล่าวไว้ Rankine and Fairhurst (1998) อ้างโดย ธีระพงศ์ (2548) ได้เสนอปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารในดิน			
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
pH (1:5, ดิน:one)	<3.5	4	4.2	5.5
Organic C (%)	<0.8	1.2	1.5	2.5
Total N (%)	<0.08	0.12	0.15	0.25
Total P (mg/kg)	<120	200	250	400
Available P (mg/kg)	<8	15	20	25
Exchangeable K (cmol/kg)	<0.08	0.2	0.25	0.3
Exchangeable Mg cmol/kg)	<0.08	0.2	0.25	0.3
Available Cu (mg/kg)	<4	<5	5	>6
ECEC (cmol/kg)	<6	12	15	18

หมายเหตุ : mg/kg = ppm และ cmol/kg = meq/100 g

3.3) ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

พืชทุกชนิดที่ปลูกในธรรมชาติ มีการแสดงออกในลักษณะปริมาณต่างกัน เมื่อวัดในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น พันธุ์ A ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ 1 ให้ผลผลิตอยู่ในลำดับที่ 1 แต่เมื่อปลูกในอีกสภาพแวดล้อมหนึ่งกลับให้ผลผลิตอยู่ในลำดับที่ 4 เป็นต้น และไม่ว่าจะพยายามเพียงใดคงหลีกเลี่ยงปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมไม่ได้ ถึงแม้พันธุ์ที่ใช้ปลูกจะเป็นพันธุ์ลูกผสม ที่เกิดจากการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่ดีแล้วก็ตาม หรือแม้กระทั่งพันธุ์ที่เกิดจากการผสมเปิดที่มีความแตกต่างภายในประชากร ซึ่งอาจช่วยลดปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง

พันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามทุกพันธุ์ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ลูกผสมหรือพันธุ์ผสมเปิด ต่างมีปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งปฏิริยาดังกล่าวนี้เป็นตัวลดความสัมพันธ์ระหว่าง จีโนไทป์กับฟีโนไทป์ และทำให้การนำผลการทดลองจากสถานที่หนึ่งไปใช้ในสถานที่อีกที่หนึ่งก็ทำได้จำกัดลง โดยผลของการเกิดปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ทำให้ค่าประเมินขององค์ประกอบของค่าความแปรปรวน (variance) โดยเฉพาะค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมไม่ตรงกับความเป็นจริง เนื่องจากนักปรับปรุงพันธุ์พืชมีความสนใจที่จะหาขนาดของความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกับความจริง เพื่อให้ประเมินหาอัตราพันธุกรรมของแต่ละลักษณะและนำค่าประเมินที่ได้มาทำนายความก้าวหน้าจากการคัดเลือกพันธุ์อีกที่หนึ่ง ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม อาจจะทำให้ค่าความแปรปรวน ที่ประเมินได้ขาดความน่าเชื่อถือทั้งนี้เพราะความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่ประเมินได้ รวมค่าความแปรปรวนระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมอยู่ด้วย และมักทำให้ค่าประเมินทางพันธุกรรมสูงกว่าความเป็นจริง จึงทำให้การทำนายความก้าวหน้าจากการคัดเลือกขาดความแม่นยำ และมีผลต่อเสถียรภาพของพันธุ์ ทำให้การแสดงออกของพันธุ์หรือจีโนไทป์ในแต่ละสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกัน ดังนั้น พันธุ์ที่มีเสถียรภาพนั้น ลักษณะที่สนใจต้องมีปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่ำ และลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ถึงแม้สภาพแวดล้อมแปรเปลี่ยนไป

ปาล์มน้ำมัน พันธุ์เดียวกันที่ปลูกในสถานที่ต่างกัน มีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต เป็นต้น อาจสืบเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ปาล์มน้ำมันได้รับ ส่งผลต่อจีโนไทป์ทำให้แสดงลักษณะที่แตกต่างออกมา ซึ่งความแตกต่างในเรื่องสภาพแวดล้อม นักปรับปรุงพันธุ์จึงคัดเลือกต้นที่มีการปรับตัวได้กว้าง และมีเสถียรภาพทางด้านผลผลิต ในหลายสภาพแวดล้อม โดยการเปรียบเทียบปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเพื่อให้มีผลผลิตสูงสุดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Corley and Tinker, 2003) Rajanaidu และคณะ (1993) ได้ศึกษาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในลูกผสมเทเนอรา (DxP) ในประเทศมาเลเซีย ทำการทดลองใน 6 สถานที่ พบว่าลักษณะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งในแต่ละสถานที่ให้ผลผลิตทะลายที่แตกต่างกันโดยอยู่ในช่วงระหว่าง 85 กิโลกรัม/ต้น/ปี ที่ Kudat (ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ) – 184.4 กิโลกรัม/ต้น/ปี ที่ Carey Island (ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง) ต่อมา Rafii (1996) ศึกษาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในลักษณะทางการเกษตรของลูกผสมเทเนอรา (DxP) จำนวน 40 ประชากร ทำการทดลองใน 6 สถานที่ พบว่า

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม มีผลต่อผลผลิตทะเลลายเพียง 3 – 4 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบทะเลลาย (จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย) เพียง 4 – 12 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการเจริญเติบโตเพียง 4 เปอร์เซ็นต์

4. การประเมินการเจริญเติบโตของปลาล์มน้ำมัน

การประเมินการเจริญเติบโตทางลำต้น และน้ำหนักแห้งใบโดยการทำลายต้น เป็นวิธีที่ไม่นิยม จึงมีการคิดค้นวิธีวัดแบบไม่ทำลายต้น โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้ง และการวัดวิธีง่ายๆ โดยสามารถทำซ้ำได้ในต้นเดิมแม้เวลาแตกต่างกัน Henson และ Chang (2000) รายงานว่า พื้นที่ใบปลาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพของปลาล์มน้ำมัน เพราะใบเป็นตัวกำหนดการรับแสงและการสังเคราะห์ด้วยแสง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับใบที่สำคัญคือ พื้นที่ใบ Hardon และ Tan (1969) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างที่ยาวที่สุด คำนวณจากสูตร $A = b(nlw)$ แต่ในการศึกษาของ Henson (1993) พบว่า การผันแปรของอายุจากปลาล์มน้ำมันที่เริ่มเพาะในเรือนเพาะชำ จนถึงช่วงอายุ 8 ปี ในแปลงทดลอง ค่าการคำนวณพื้นที่ใบที่เหมาะสมที่สุด คำนวณได้จากสูตร $LA = -0.25 + [0.455 \times (nlw)]$ โดย n คือ จำนวนใบย่อยบนทางใบที่วัด และ lw คือ ค่าเฉลี่ยของความยาว คูณกับค่าเฉลี่ยความกว้างกลางใบย่อย

5. ลักษณะผลผลิตของปลาล์มน้ำมัน

ลักษณะผลผลิตในปลาล์มน้ำมัน รวมถึงองค์ประกอบผลผลิตในปลาล์มน้ำมัน โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือผลผลิตทะเลลาย และผลผลิตน้ำมัน (Corley and Gray, 1976)

5.1) ผลผลิตทะเลลาย

ผลผลิตทะเลลายขึ้นอยู่กับอายุของต้นปลาล์มน้ำมัน และเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะองค์ประกอบผลผลิต โดยในระยะแรกที่ปลาล์มน้ำมันมีอายุน้อยจะให้ผลผลิตต่ำและจะเพิ่มขึ้นสูงเรื่อยๆ จนถึงอายุระหว่าง 8 – 10 ปี หลังจากนั้นผลผลิตเริ่มลดลง อาจพิจารณาได้จากจำนวนทะเลลายและน้ำหนักทะเลลาย ดังนี้

5.1.1) จำนวนทะลาย

จำนวนทะลายขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบ ซึ่งทางใบปาล์มน้ำมันจะเจริญจาก ส่วนของตายอดของลำต้น การผลิตทางใบจะมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับอายุของปาล์มน้ำมัน โดย ปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 2 – 4 ปีหลังปลูกในแปลงปลูก จะมีการผลิตทางใบประมาณ 30 – 40 ทางใบ ต่อปี เมื่ออายุมากขึ้นจะมีการผลิตทางใบประมาณ 18 – 24 ทางใบ/ปี และยังมีปัจจัยอย่างอื่นที่มี ผลต่อการผลิตทางใบ เช่น อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การจัดการ สวน เป็นต้น และจำนวนทะลายยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันเมื่อคิดเป็นร้อยละของ จำนวนช่อดอกตัวเมียต่อช่อดอกทั้งหมดในระยะเวลา 1 ปี Broekmans (1975) รายงานว่า อัตราส่วนของเพศของปาล์มน้ำมันที่เริ่มให้ผลผลิตในปีแรก ๆ จะมีอัตราส่วนเพศสูง และลดลง ตามลำดับเมื่ออายุปาล์มน้ำมันสูงขึ้น สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลสูงต่ออัตราส่วนเพศ จากการ เปรียบเทียบพบว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศมาเลเซียมีอัตราส่วนเพศสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ ปลูกในประเทศไนจีเรียมาก (Corley and Gray, 1976)

5.1.2) น้ำหนักทะลาย

น้ำหนักทะลายขึ้นอยู่กับน้ำหนักของก้านทะลาย จำนวนช่อดอกย่อย จำนวนดอก ต่อช่อดอกย่อย ร้อยละของการติดผลและน้ำหนักเฉลี่ยของผลปาล์ม ปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากขึ้น จะมีผลทำให้น้ำหนักทะลาย จำนวนช่อดอกย่อย จำนวนดอกต่อช่อดอกย่อย และน้ำหนักเฉลี่ยของ ผลปาล์มสูงขึ้น ส่วนร้อยละของการติดผลมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพในการถ่ายละอองเกสร Broekmans (1975) ตั้งข้อสังเกตว่าความแตกต่างของ สภาพแวดล้อมมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในลักษณะน้ำหนักทะลาย จำนวนช่อดอกย่อยและ จำนวนดอกต่อช่อดอกย่อย อย่างไรก็ตามความแตกต่างของสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อ ลักษณะจำนวนทะลายมากกว่าน้ำหนักทะลาย

5.2) ผลผลิตน้ำมัน

ผลผลิตน้ำมันของต้นปาล์มน้ำมัน ขึ้นอยู่กับน้ำหนักทะลายและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองนี้ พบว่า อัตราส่วนน้ำมันต่อทะลายจะสูงและค่อนข้างสูงคงที่ เมื่อปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักทะลาย 5 กิโลกรัม ขึ้นไป (Corley and Gray, 1976) ซึ่งโดยทั่วไปใน ปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะมีน้ำหนักทะลายต่ำและเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่ม มากขึ้น (Gray, 1969)

6. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การพัฒนาสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันในปัจจุบันและอนาคตมุ่งไปที่ผลผลิตทะลายสดเปอร์เซ็นต์น้ำมัน อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ช้า เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่เป็นต้นเดี่ยว และสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ของสารอาหารสำคัญสูง เช่น วิตามินและไอโอดีนสูง ซึ่งเป็นส่วนที่จะสร้างมูลค่าให้กับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยลักษณะต่างๆ ดังกล่าว ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันการปรับปรุงพันธุ์แบบ conventional breeding ในปาล์มน้ำมัน มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

6.1) การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในชนิดเดียวกัน (intraspecific hybridization)

ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในชนิดเดียวกันเป็นการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* ด้วยกัน โดยเริ่มจากการรวบรวมพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ ที่มีฐานพันธุกรรมที่ต่างกัน แล้วคัดเลือกต้นพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสม และทดสอบลูกผสม โดยจะทำให้ทราบว่าพ่อหรือแม่ใดที่ดีที่ควรจะนำมาผลิตลูกผสมขึ้น ซึ่งในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์นิยมผสมข้ามระหว่างกลุ่มพันธุ์หรือต้นพันธุ์มากกว่าการผสมตัวเอง เพื่อลดความเสี่ยงจากการเสื่อมถอยของลักษณะเนื่องจากอินบรีดดิ้ง (inbreeding depression) ซึ่งอาจจะผิดปกติได้จากการผสมตัวเองในหลายชั่วรุ่น (ไพศาล, 2527) Luyindula และคณะ (2005) ศึกษาผลกระทบของการผสมเลือดชิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่า การผสมตัวเองทำให้เกิดการถดถอยของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น และพื้นที่ใบ ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลายสด น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และจำนวนทะลาย แต่มีผลเล็กน้อยต่อองค์ประกอบทะลาย ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสม สำหรับปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชอายุยาวและเป็นพืชผสมข้าม ควรเป็นวิธีการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) ซึ่งในแต่ละวงจรของปาล์มน้ำมัน ใช้ระยะเวลาประมาณ 10 ปี โดยเริ่มจากการผสมเกสรจนถึงเมล็ด และนำไปเพาะเป็นต้นกล้า ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 ปี เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้ระยะเวลาประมาณ 3 ปี หลังจากนั้นอีกอย่างน้อย 4 ปี เก็บข้อมูลลูกผสม เพื่อใช้ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ต่อไป (Corley and Tinker, 2003) โดย การปรับปรุงพันธุ์แบบวงจรมันั้นในแต่ละองค์หรือบริษัทได้ปรับวิธีตามความเหมาะสม เช่น บริษัท Felda ซึ่งเป็นบริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมรายใหญ่ ของประเทศมาเลเซีย ได้ใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบ modified recurrent selection (MRS) ประกอบด้วยขั้นตอนการทดสอบคู่ผสม และสร้างคู่ผสมจากต้นแม่พันธุ์ดูรา (D) และพ่อพันธุ์พิลีเฟอรา (P) โดยมีหลักการในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์และแม่พันธุ์ เริ่มจากพิจารณาสายพันธุ์ที่ดีเป็นรายต้น และพิจารณาในการให้

ลูกผสมที่ดี (Hardon, 1970) Lee และ Toh (1992) ได้ใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ แบบ MRS ในการผลิตลูกผสม พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตทะลายนสด (FFB) จาก 132 กิโลกรัม/ตันปี เป็น 190 กิโลกรัม/ตันปี และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายน (% O/B) จาก 20 % เป็น 25 % ใช้ระยะเวลา 17 ปี

สถาบัน IRHO ประเทศไอวอรีโคสต์ ได้ใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบ reciprocal recurrent selection (RRS) ประกอบด้วย การคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์จากการผสมตัวเอง ซึ่งกระทำควบคู่ในเวลาเดียวกัน ใช้ระยะเวลาในช่วงนี้ประมาณ 10 - 12 ปี การคัดเลือกแม่พันธุ์จะเน้นต้นพันธุ์ที่มีน้ำหนักทะลายนมาก ส่วนพ่อพันธุ์จะเน้นต้นพันธุ์ที่มีจำนวนทะลายนมาก ต้นพันธุ์จะต้องผสมตัวเอง เพื่อให้แต่ละสายพันธุ์มีจำนวนต้นพันธุ์เพิ่มขึ้น ซึ่งการคัดเลือกต้นพันธุ์มาจากการทดสอบคู่ผสม (Meunier and Gascon, 1972) Meunier (1989) ได้ปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยวิธี RRS พบว่า วิธีนี้สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำมันได้ถึง 18 % จากพื้นฐานประชากรเดิม และสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำมันได้อีก 15 % จากคู่ผสมที่ดีที่สุด ซึ่งรวมทั้งโครงการใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 25 ปี สามารถได้ผลผลิตน้ำมันถึง 36 %

ขั้นตอนการสร้างพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์มีความสำคัญมาก โดยต้องทำการประเมินความสามารถในการรวมตัวของยีนว่าเป็นแบบทั่วไป (general combining ability; GCA) หรือแบบเฉพาะ (specific combining ability; SCA) เช่น ความสามารถของพันธุ์หรือสายพันธุ์ใดก็ตามเมื่อผสมกับพันธุ์อื่นแล้วให้ลูกผสมที่ดี และสามารถให้ลูกผสมที่ดีไม่ว่าผสมกับพันธุ์ใดก็ตาม แสดงว่ามีการรวมตัวของยีนแบบทั่วไป แต่ถ้าความสามารถของพันธุ์หรือสายพันธุ์ให้ลูกผสมที่ดีเมื่อผสมกับพันธุ์หนึ่ง แต่เมื่อผสมกับพันธุ์อื่นให้ลูกที่ไม่ดี แสดงว่ามีการรวมตัวของยีนแบบเฉพาะ ซึ่งทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะสามารถพิจารณาได้จากการทดสอบลูกผสม (Griffing, 1956)

6.2) การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากการผสมข้ามระหว่างชนิด (interspecific hybridization)

เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์เป้าหมายใหม่ในวงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยการผสมข้ามระหว่างปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* กับชนิด *E. oleifera* ซึ่งวิธีนี้มุ่งปรับปรุงลักษณะผลผลิตน้ำมัน ความสูงลำต้น และความต้านทานโรค เนื่องจากลักษณะดังกล่าวพบในปาล์มน้ำมันชนิด *E. oleifera* แต่ในปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นน้อยหรือไม่มี และเป็นพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการค้า ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ทำการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 2 ชนิดขึ้น เนื่องจากมีฐานพันธุกรรมที่ต่างกัน โดยทดลองนำมาผสมกัน เพื่อรวมลักษณะต่างๆ เข้าด้วยกัน แล้วทำการคัดเลือกลักษณะที่ดีตามต้องการ คือ ลักษณะผลผลิตสูงและต้นเตี้ย Hardon

(1969) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของลูกผสมระหว่าง *E. guineensis* x *E. oleifera* พบว่าผลผลิตของลูกผสมอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ปริมาณน้ำมันเนื้อในเมล็ดอยู่ในระดับปานกลาง ระหว่างพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ ในส่วนของการเจริญเติบโต พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบ/ปี ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ และค่าเฉลี่ยความยาวทางใบของลูกผสม มีค่าสูงกว่าพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนทางใบย่อย/ทางใบ ของลูกผสมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างพ่อและแม่ Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า ลูกผสมที่ได้ไม่เป็นหมันและมีลักษณะอื่นๆ ที่ดีขึ้น เช่น การติดผล จำนวนทะลาย เปลือกนอกต่อผล การติดทะลาย และมีคุณภาพน้ำมันที่ดีกว่า *E. guineensis* เนื่องจากมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง แต่จากการผสมต้องสร้างลูกผสมกลับไปหา *E. guineensis* และทำการทดสอบลูกผสม เพื่อให้มีน้ำมันที่มีคุณภาพในการบริโภค ผลผลิตน้ำมันสูง และมีลักษณะต้นเตี้ย เพื่อใช้ปลูกเป็นการค้า แต่สืบเนื่องจากในปัจจุบันราคาต้นพันธุ์มีราคาสูงกว่าลูกผสมจาก *E. guineensis* มาก และปัจจุบันในบางประเทศได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *E. guineensis* กับ *E. oleifera* ในเชิงการค้า เช่น บริษัท ASD เป็นต้น

7. มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เน้นการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดี และเป็นเกณฑ์สำหรับคัดเลือกพันธุ์ ว่าควรจะนำไปปลูกหรือขยายพันธุ์ต่อไปหรือไม่ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันในประเทศไทยของกรมวิชาการเกษตรในปาล์มน้ำมันทั้ง 3 แบบ (ดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอรา) มีความแตกต่างกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547) คือ

7.1) มาตรฐานการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ดูราเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา

ลักษณะผลผลิตทะลาย

- | | |
|--|----------------|
| 1. ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสม) | 170 กก./ไร่/ปี |
| 2. ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสมปานกลาง) | 130 กก./ไร่/ปี |

ลักษณะองค์ประกอบทะลาย

- | | |
|---|--------|
| 1. เนื้อปาล์มสด/ผล (% โดยน้ำหนัก) | > 55 % |
| 2. น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง (% โดยน้ำหนัก) | > 70 % |
| 3. กะลา/ผล (% โดยน้ำหนัก) | < 35 % |
| 4. น้ำมัน/ทะลาย (% โดยน้ำหนัก) | > 16 % |

7.2) มาตรฐานการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ฟิลิเฟอร่าเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า

1. ไม่เป็นต้นฟิลิเฟอร่าที่มีอาการโรคใบบิด (crown disease)
2. ไม่เป็นต้นฟิลิเฟอร่าที่ผิดปกติ ต้องทำการตรวจสอบต้นพันธุ์ติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี
3. มีอัตราส่วนของช่อดอกตัวเมียสูง
4. ช่อดอกไม่มีดอกกระเทย
5. มีลักษณะตรงตามพันธุ์
6. ไม่มีลักษณะอาการขาดธาตุโบรอน (B) หรือแมกนีเซียม (Mg) อย่างรุนแรง
7. เป็นต้นพันธุ์ฟิลิเฟอร่าที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน

7.3) มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า

- | | |
|--|------------------|
| 1. ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสม) | > 150 กก./ต้น/ปี |
| 2. ผลผลิตทะลายสด (ปลูกในพื้นที่เหมาะสมปานกลาง) | > 110 กก./ต้น/ปี |
| 3. น้ำมัน/ทะลาย (% โดยน้ำหนัก) | > 22 % |
| 4. เนื้อปาล์ม/ผล (% โดยน้ำหนัก) | > 80 % |
| 5. น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด (% โดยน้ำหนัก) | > 45 % |
| 6. น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง (% โดยน้ำหนัก) | > 65 % |
| 7. กะลา/ผล (% โดยน้ำหนัก) | < 10 % |
| 8. ผล/ทะลาย (การติดผล) (% โดยน้ำหนัก) | > 70 % |

8. สหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน

สหสัมพันธ์ (correlation) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร โดยลักษณะต่างๆ ของพืชอาจมีความสัมพันธ์กัน เช่น ลักษณะทั้ง 2 มีสหสัมพันธ์ในทางบวก แสดงว่าถ้าลักษณะหนึ่งเพิ่ม อีกลักษณะหนึ่งเพิ่มตาม แต่ถ้ามีสหสัมพันธ์ในทางลบแสดงว่าถ้าลักษณะหนึ่งเพิ่ม อีกลักษณะหนึ่งกลับลดลง ซึ่งความสัมพันธ์ที่สังเกตได้จากพืชนั้น เป็นสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (ไพศาล, 2527) โดยสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วน คือสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อม และสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ โดยการที่สองลักษณะนั้นมีความสัมพันธ์กัน มักเกิดจากสาเหตุใหญ่

2 ประการ คือ การที่ยีนคู่เดียวสามารถควบคุมได้ 2 ลักษณะ และยีนที่ควบคุมลักษณะทั้ง 2 อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (พีระศักดิ์, 2525)

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตในปาล์มน้ำมันต่อผลผลิตน้ำมันและองค์ประกอบผลผลิต ประภัสสร (2550) พบว่า ลักษณะน้ำหนักแห้งใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบ มีสหสัมพันธ์ในทางบวก ต่อผลผลิตทะลายสด ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ (น้ำหนักแห้งใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบ) ต่างมีสหสัมพันธ์ต่อกัน และยังสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทะลายสดได้ จากการคัดเลือกของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ (Corley *et al.*, 1971) เนื่องจากลักษณะดังกล่าวพิจารณาจากใบ โดยใบเป็นส่วนที่สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตทะลาย เป็นต้น (Hardon *et al.*, 1971) ธีรภาพ (2552) ศึกษาสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ ระหว่างลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน พบว่า ความยาวใบ มีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ต่อจำนวนทะลาย ($r_p = 0.43$ และ $r_G = 0.92$ ตามลำดับ) และพื้นที่ใบ มีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ต่อผลผลิต ($r_p = 0.51$ และ $r_G = 1.00$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ Spamaaij และคณะ (1963) รายงานว่า ผลผลิตน้ำมันเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ซึ่งได้จากองค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายร่วมกัน

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตทะลายในปาล์มน้ำมันต่อผลผลิตน้ำมัน Okoye และคณะ (2009) พบว่า ผลผลิตทะลายสด และจำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน ($r_p = 0.569$ และ 0.724 ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ ธีระ และคณะ (2544); ประภัสสร (2550); Okwuagwu และ Tai (1995) และ Okoye และคณะ (2007) ซึ่งในระหว่างลักษณะผลผลิตทะลายด้วยกัน พบว่า ผลผลิตทะลายสดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (ธีระ และคณะ, 2544; Obosesan and Fatunla, 1982; Thomson *et al.*, 1986 และ Kushairi *et al.*, 1993) แต่ระหว่างลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยนั้น มีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อกัน (Corley and Tinker, 2003; Okoye *et al.*, 2007 และ Okoye *et al.*, 2009) Hartley (1988) รายงานว่า ผลผลิตทะลายสดมีความสำคัญต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจ ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต้องคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีลักษณะดี โดยอาศัยพื้นฐานของผลผลิตทะลายสด และต้องคำนึงถึงจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยด้วย เนื่องจากลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มสัดส่วนของผลผลิตทะลายสด แต่อาจได้รับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่งผลให้ผลผลิตทะลายสดมีความแปรปรวนและการแสดงออกของพันธุกรรมแปรเปลี่ยนไป (Rafii *et al.*, 2001 และ Okoye *et al.*, 2008) ซึ่ง

เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ของปาล์มน้ำมันแต่ละแบบแตกต่างกัน ในปาล์มน้ำมันชนิดคูรา และเทเนอราจะพิจารณาจากลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย ส่วนในปาล์มน้ำมันแบบฟิลิเฟอราจะพิจารณาจากลักษณะจำนวนทะลายเป็นหลัก (ธีระ และคณะ, 2544)

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบทะลายในปาล์มน้ำมันต่อผลผลิตน้ำมัน จากการศึกษาที่ผ่านมาของ ธีระ และคณะ (2544); ยงยุทธ (2545); ประภัสสร (2550); Kushairi และ Rajanaidu (2000) และ Okoye และคณะ (2009) พบว่า ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน ซึ่งในระหว่างองค์ประกอบทะลายด้วยกัน ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตน้ำมัน ดังนั้นจากการศึกษาที่ผ่านมาของลักษณะองค์ประกอบทะลายที่มีความสัมพันธ์ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย โดย ธีระ และคณะ (2544); ยงยุทธ (2545); ประภัสสร (2550); และ Okoye และคณะ (2009) พบว่า ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล มีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย แต่ลักษณะเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล มีสหสัมพันธ์ในทางลบต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ซึ่งจากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าในการเพิ่มผลผลิตน้ำมันนั้นควรพิจารณาจากลักษณะหลักๆ ได้แก่ ผลผลิตทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เนื่องจากลักษณะทั้ง 2 นั้นมีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำมัน และจากการวิเคราะห์เส้นทาง ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตน้ำมันคือ ผลผลิตทะลายสด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย (Rajanaidu *et al.*, 2000) แต่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะนั้นไม่สามารถชี้วัดความสำเร็จได้ในแต่ละประชากร จึงควรศึกษาอัตราพันธุกรรมเพื่อประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ควบคู่กันไป

9. อัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน

อัตราพันธุกรรม หมายถึง ส่วนของความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมกับความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น (พีระศักดิ์, 2525) โดยค่าอัตราพันธุกรรมจะมีความแปรปรวนได้ง่าย ถ้าใช้วิธีการแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ ฤดูปลูก และสถานที่ปลูก เป็นต้น ก็อาจส่งผลให้อัตราพันธุกรรมแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน ซึ่งอัตราพันธุกรรมสามารถประเมินค่าได้ 2 แบบ ได้แก่ อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability, $h^2_{b.s.}$) โดยเป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมดต่อความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมด (พีระศักดิ์, 2525) อัตราพันธุกรรมชนิดนี้

อาจแปลความหมายได้ดังนี้ ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 100 % แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมดเป็นผลมาจากยีนเพียงอย่างเดียว แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 % แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมดไม่ได้เกิดจากผลของยีนแต่อย่างใด แต่เป็นผลที่เกิดจากสภาพแวดล้อม อัตราพันธุกรรมแบบที่สอง คือ อัตราพันธุกรรมอย่างแคบ (narrow sense heritability, $h^2_{n.s.}$) เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดจากยีนที่แสดงผลในแบบบวกต่อความแปรปรวนทั้งหมด อัตราพันธุกรรมอย่างแคบนี้จะชี้ให้เห็นถึงอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากลักษณะพ่อและแม่ ไปยังลูกหลาน (ไพศาล, 2527) ใช้ทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะหรือการตอบสนองต่อการคัดเลือก และใช้เป็นหลักในการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม เช่น ถ้าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าสูงก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่าย ๆ ได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าต่ำก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกได้ยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลมาก (พีระศักดิ์, 2525)

ค่าอัตราพันธุกรรมในปาล์มน้ำมันที่ได้ในแต่ละประชากรที่ทำกรทดลอง จะเป็นค่าเฉพาะในประชากรที่ปรับปรุงพันธุ์อยู่ Ooi และ Bin Ngah (1976) รายงานว่าความแตกต่างในประชากรปาล์มน้ำมันและสภาพแวดล้อม อาจส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะเดียวกันมีความแตกต่างกัน จากการศึกษาอัตราพันธุกรรมในลักษณะการเจริญเติบโตในปาล์มน้ำมัน อังคณา และคณะ (2551) ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างในลักษณะการเจริญเติบโตในประชากรปาล์มน้ำมันช่วงที่ 2 พบว่า ลักษณะความยาวใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ มีอัตราพันธุกรรมต่ำ ($h^2_{b.s.} = 0.02, 0.01$ และ 0.08 % ตามลำดับ) ธีรภาพ (2552) ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง ของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน พบว่า ลักษณะความกว้างใบ ความยาวใบ และความสูงมีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง ($h^2_{b.s.}$ อยู่ระหว่าง $56.00 - 67.00$ %) ประภัสสร (2550) ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบแคบของลักษณะทางการเกษตร พบว่าลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ มีอัตราพันธุกรรมที่ต่ำ ($h^2_{n.s.} = 19.12$ และ 15.37 %) แต่ลักษณะจำนวนใบ มีอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0

อัตราพันธุกรรมในลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายในปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นลักษณะปริมาณ ที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (Corley and Tinker, 2003) Rafii และคณะ (2002) ได้ศึกษาการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบของประชากรปาล์มน้ำมันในหลายสภาพแวดล้อม โดยใช้ประชากรเทเนอรา (D x P) จำนวน 40 ต้น ทดสอบใน 6 สถานที่ พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมในลักษณะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่ Okuagwu และคณะ (2008) ได้ประเมินอัตรา

พันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย จาก 3 ประชากร พบว่า ทั้ง 3 ประชากรมีอัตราพันธุกรรมที่แตกต่างกัน โดยประชากรกลุ่มที่ 1 มีอัตราพันธุกรรมสูงที่สุดในลักษณะจำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย และผลผลิตทะลายสด ($h^2_{b.s} = 78.00, 88.60$ และ 70.70 % ตามลำดับ) Musa และคณะ (2004) และ Okoye และคณะ (2009) รายงานว่า ทั้ง 3 ลักษณะ (ผลผลิตทะลายสด จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย) มีอัตราพันธุกรรมที่สูง แต่จากการศึกษาของ Kushairi และ Rajanaidu (2000) พบว่าลักษณะผลผลิตทะลายสดมีอัตราพันธุกรรมต่ำ Obisesan และ Fatunla (1982) และ Kushairi และคณะ (1993) พบว่า ผลผลิตทะลายสดมีอัตราพันธุกรรมต่ำ ($h^2_{b.s} = 31.5$ และ 13.0 % ตามลำดับ) Hardon (1976) พบว่า ลักษณะน้ำหนักทะลายและจำนวนทะลายมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ในส่วนขององค์ประกอบทะลายนั้น Musa และคณะ (2004) ได้ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างในองค์ประกอบทะลาย พบว่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง Corley และ Lee (1992) ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 65 ประชากร พบว่า อัตราพันธุกรรม อยู่ระหว่าง $17.20 - 22.90$ % ธีระ และคณะ (2544) ได้ประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะองค์ประกอบทะลายในปาล์มน้ำมันเทเนอรา พบว่าลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล มีอัตราพันธุกรรมสูงสุดเท่ากับ 97.4 % รองลงมาคือ ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ($h^2_{b.s} = 84.00, 73.57$ และ 28.60 % ตามลำดับ) จากงานวิจัยที่ผ่านมาเห็นได้ว่าค่าอัตราพันธุกรรม มีความแตกต่างกันในแต่ละงานทดลอง ดังนั้นค่าอัตราพันธุกรรมถือว่ามีความสำคัญต่อการปรับปรุงประชากรนั้นๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ว่าควรไปในทิศทางใด ลักษณะใดที่มีอัตราพันธุกรรมที่สูงย่อมสามารถปรับปรุงได้เร็วกว่าลักษณะที่อัตราพันธุกรรมต่ำ (Jonhson *et al.*, 1955) ไพศาล (2527) รายงานว่า นักปรับปรุงพันธุ์ต้องเข้าใจธรรมชาติของอัตราพันธุกรรม คือ ลักษณะต่างๆ ของพืชที่ให้ค่าที่แตกต่างกัน เช่น ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน เป็นต้น ย่อมมีค่าอัตราพันธุกรรมที่ต่ำมาก

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มก่อนให้ผลผลิตทะลาย
- 2) เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลาย
- 3) เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้มี 2 การศึกษา คือ (1) การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มก่อนให้ผลผลิตทะลาย โดยปลูกทดลองใน 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา แปลงเกษตรกร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา และสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา และ (2) การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลาย ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม 2551 – เมษายน 2553

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุพืช

การศึกษาที่ 1 : ใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทเนอรา จำนวน 7 พันธุ์ ในจำนวนนี้ 6 พันธุ์ เป็นการทดสอบในชั่วรุ่นลูก (progeny test) และอีก 1 พันธุ์เป็นพันธุ์การค้า คือ สุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

การศึกษาที่ 2 : ใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทเนอรา จำนวน 18 พันธุ์ ทุกพันธุ์เป็นการทดสอบในชั่วรุ่นลูก

วัสดุ

- 1) ป้ายแสดงหน่วยงานวิจัย
- 2) กระสอบใส่ทะลายปาล์ม
- 3) ตะกร้า
- 4) ถังพลาสติก
- 5) มีดคัตเตอร์

- 6) ปากกาเคมี
- 7) เชือก
- 8) เวอร์เนีย
- 9) ไม้บรรทัด
- 10) ตลับเมตร

อุปกรณ์

- 1) ตู้อบ
- 2) เครื่องชั่งแบบละเอียดและหยาบ
- 3) เครื่องปั่นบดละเอียด
- 4) เสียมแทงทะลาย
- 5) น้ำมันเบนซิน 91
- 6) ขวดแก้วแช่ตัวอย่าง

วิธีการศึกษา

1. การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในช่วงอายุปาล์มก่อนให้ผลผลิตทะลาย

1.1) แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ในแต่ละพื้นที่ปลูก มีทรีตเมนต์ (treatment) เป็นพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ ม.อ.105, ม.อ.110, ม.อ.130, ม.อ.132, ม.อ.135, ม.อ.137 และสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งทำการสุ่มต้นปาล์มจำนวน 3 ต้น (ซ้ำ) ต่อทรีตเมนต์ต่อพื้นที่ปลูก ทำการบันทึกข้อมูลในเดือนที่ 6 หลังจากวันที่ปลูกลงแปลงทดลอง โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Duncan's multiple range test (DMRT)

1.2) การบันทึกข้อมูล

1.2.1) ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน

เก็บข้อมูลดินในแต่ละพื้นที่ทำการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 – 30 ซม. เพื่อวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่าง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อินทรีย์คาร์บอน และธาตุอาหารหลักในดิน ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียม

1.2.2) ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นบันทึกจากใบที่ 9 ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ ดังนี้

1) **จำนวนใบ** เป็นการนับใบที่พัฒนาเกิดขึ้นในรอบ 1 ปี โดยทำเครื่องหมายที่ใบที่ 1 ในครั้งแรกหลังปลูกลงแปลง เมื่อครบระยะเวลา 1 ปี ทำการนับใบตั้งแต่ใบที่ทำเครื่องหมายจนถึงใบที่ 1 ล่าสุด

2) **ความยาวใบ** นำใบที่ 9 มาทำการวัดเริ่มจากจุดกำเนิดใบย่อยล่างสุดไปจนถึงจุดกำเนิดใบย่อยปลายใบ

3) **พื้นที่ใบ** ประเมินจากสมการของ Henson (1993) โดยความผันแปรของอายุจากปาล์มน้ำมันที่เริ่มเพาะในเรือนเพาะชำ จนถึงช่วงอายุ 8 ปี ในแปลงทดลอง ค่าการคำนวณพื้นที่ใบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$LA = -0.25 + [0.455 \times (nlw)]$$

โดย LA คือ พื้นที่ใบ

n คือ จำนวนใบย่อยของใบที่ 9

l คือ ค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย

w คือ ค่าเฉลี่ยความกว้างกลางใบย่อย

4) **น้ำหนักแห้งใบ** นำใบที่ 9 มาหาลำต้นแห้งทั้งใบ โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง

2. การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลาย ของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าในช่วงอายุปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลาย

2.1) แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด มีทรีตเมนต์เป็นพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าจำนวน 18 พันธุ์ และได้ทำการสุ่มต้นปาล์มน้ำมันจำนวน 4 ต้น (ซ้ำ) ต่อทรีตเมนต์ ต่อปี เก็บข้อมูลของลักษณะผลผลิตทะลายแต่ละทรีตเมนต์ เป็นระยะเวลา 2 ปี ได้แก่ ปีที่ 1 เมื่อปาล์มน้ำมัน อายุ 8 ปี (พ.ศ. 2551) และปีที่ 2 เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 9 ปี (พ.ศ. 2552) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Duncan's multiple range test (DMRT)

2.2) การบันทึกข้อมูล

2.2.1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และการกระจายตัวของฝนรายเดือนบริเวณแปลงปลูกอำเภอคลองหอยโข่ง ปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2552 จากข้อมูลศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

2.2.2) ผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมัน

ทำการเก็บทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่เต็มที่และบันทึกผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในต้นที่สุ่มเลือกในแต่ละพันธุ์ ซึ่งน้ำหนักทะลายสด และเก็บข้อมูลผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลายจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 2 ปี (เดือน มกราคม พ.ศ. 2551 – เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552)

2.2.3) องค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

ทำการเก็บทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่เต็มที่ของแต่ละพันธุ์ จากการสุ่มต้นปาล์มน้ำมันจำนวน 4 ต้น ต่อทรีตเมนต์ ต่อปี เก็บต้นละ 1 ทะลาย โดยนำทะลายปาล์มน้ำมันที่ทำการเก็บในแต่ละต้น มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย โดยเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่เต็มที่จากต้นที่คัดเลือกไว้ แล้วชั่งน้ำหนักทะลายสด จากนั้นนำมาสับแยกแขนงออกจากแกนทะลาย ซึ่งน้ำหนักแกนทะลายสด สุ่มไว้ 10 แขนง แล้วนำผลจาก 10 แขนงมาบ่ม สังเกตการหลุดออกของผลจากแขนง เมื่อผลออกจากแขนงดีแล้ว แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลดี และผลลีบ ซึ่งน้ำหนักทั้ง 2 ส่วน สุ่มผลดี 10 ผล ซึ่งน้ำหนักผลสด แยกส่วนของเนื้อปาล์ม ส่วนของกะลา และส่วนเนื้อในเมล็ด ซึ่งน้ำหนักทั้ง 3 ส่วน หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำทั้ง 3 ส่วน ออกจากตู้อบมาชั่งน้ำหนักทั้ง 3 ส่วน นำส่วนของเนื้อปาล์มบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้งโดยนำเนื้อปาล์มที่บดละเอียดแล้วบรรจุลงถุงผ้า ปิดผนึกให้เรียบร้อย ซึ่งน้ำหนัก นำมาแช่ในน้ำมันเบนซิน นานติดต่อกัน 7 วัน โดยต้องเปลี่ยนน้ำมันเบนซินใหม่ทุกวัน เมื่อครบ 7 วัน นำถุงผ้ามาผึ่งในที่ร่มให้แห้ง ซึ่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมันเบนซิน นำข้อมูลที่บันทึกมาเพื่อวิเคราะห์ทะลายด้วยวิธี Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR) (Blaak *et al.*, 1963) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักผลเฉลี่ย} &= \frac{\text{น้ำหนักผล (จากตัวอย่างที่สุ่ม)}}{\text{จำนวนผล (จากตัวอย่างที่สุ่ม)}} \\ (\text{average fruit weight, AFW}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด (จากตัวอย่างที่สุ่ม)}}{\text{จำนวนผล (จากตัวอย่างที่สุ่ม)}} \\ (\text{average kernel weight, AKW}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ผล/ทะลาย} &= \frac{(\text{น้ำหนักทะลาย} - \text{น้ำหนักแกนทะลาย}) \times \text{น้ำหนักผลดี (จากตัวอย่างที่สุ่ม)}}{\text{น้ำหนักทะลาย} \times \text{น้ำหนักผลปาล์มที่ติดก้านผลย่อย}} \times 100 \\ (\text{fruit/bunch, \%F/B}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เนื้อในเมล็ดต่อทะลาย} &= \frac{\% \text{เนื้อในเมล็ด/ผล} \times \% \text{ผล/ทะลาย}}{100} \\ (\text{kernel/bunch, \%K/B}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เนื้อปาล์มสดต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักผล} - \text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100 \\ (\text{wet mesocarp/fruit, \%WM/F}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กะลาต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด} - \text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100 \\ (\text{shell/fruit, \%S/F}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เนื้อในเมล็ดต่อผล} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100 \\ (\text{kernel/fruit, \%K/F}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง} - \text{น้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}} \times 100 \\ (\text{oil/wet mesocarp, \%O/MM}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง} &= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง} - \text{น้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}} \times 100 \\ (\text{oil/dry mesocarp, \%O/DM}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันต่อผล} &= \frac{\% \text{ น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด} \times \% \text{ เนื้อปาล์มสด/ผล}}{100} \\ (\text{oil/fruit, \%O/F}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันต่อทะลาย} &= \frac{\% \text{ น้ำมัน/ผล} \times \% \text{ ผล/ทะลาย}}{100} \\ (\text{oil/bunch, \%O/B}) & \end{aligned}$$

2.2.4) ผลผลิตน้ำมันปาล์ม

นำข้อมูลผลผลิตทะลายและองค์ประกอบทะลายมาคำนวณเพื่อทราบผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตน้ำมัน} &= \frac{\text{ผลผลิตทะลายสด} \times \% \text{ น้ำมัน/ทะลาย}}{100} \\ (\text{oil yield, kg/palm/year}) & \end{aligned}$$

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1) การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรทั้ง 2 การศึกษา จากการวางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลองหลายสภาพแวดล้อม (วัชรินทร์, 2545) ได้สรุปในตารางที่ 2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการทดลองรวมจากทุกสภาพแวดล้อมของ CRD คือ

$$Y_{ijk} = \sigma + E_i + T_k + ET_{ik} + K_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากสถานีที่ i^{th} ในซ้ำที่ j^{th} และจากพันธุ์ที่ k^{th}

i = 1, ..., e (e = จำนวนสภาพแวดล้อม)

j = 1, ..., r (r = จำนวนซ้ำ)

k = 1, ..., t (t = จำนวนพันธุ์)

σ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

E_i = อิทธิพลของสภาพแวดล้อม i

T_k = อิทธิพลของพันธุ์ที่ k

ET_{ik} = อิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ i และพันธุ์ที่ k

K_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตเฉพาะจากสภาพแวดล้อมที่ i^{th} ในซ้ำที่ j^{th} และจากพันธุ์ที่ k^{th}

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลองในหลายสภาพแวดล้อม ใช้แผนการทดลองแบบ CRD โดยที่รีดเมนต์ (T) เป็นปัจจัยคงที่และสภาพแวดล้อม (E) เป็นปัจจัยสุ่ม

Source	Df	MS	EMS
Environment (E)	e-1	M_1	$\sigma^2 + rt\sigma_E^2$
Treatment (T)	t-1	M_2	$\sigma^2 + r\sigma_{ET}^2 + re\sigma_T^2$
Environment X Treatment (ET)	(e-1)(t-1)	M_3	$\sigma^2 + r\sigma_{ET}^2$
Pooled Error	et(r-1)	M_4	σ^2
Total	ert-1		

3.2) การประเมินอัตราพันธุกรรม

ทำการประเมินอัตราพันธุกรรม ของลักษณะทางการเกษตรทั้ง 2 การศึกษา โดยอัตราพันธุกรรมสามารถชี้วัดโอกาสความสำเร็จในการปรับปรุงลักษณะนั้นๆ ว่ามีโอกาสเพิ่มหรือลดลักษณะดังกล่าวมากน้อยเพียงใด เนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมขึ้นอยู่กับ ความถี่และปฏิกริยาของยีน ดังนั้นอัตราพันธุกรรมจะเป็นลักษณะเฉพาะพันธุ์ที่กำลังปรับปรุงอยู่

อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมด ต่อความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมด แต่การทำการทดลองหลายสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมที่เชื่อถือได้ (พีระศักดิ์, 2525 และ ไพศาล, 2527)

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad h_{b.s.}^2 &= \sigma_G^2 / \sigma_p^2 \\ &= \sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_{GE}^2/e + \sigma_{E/r}^2) \end{aligned}$$

โดย	σ_G^2	คือ ความแปรปรวนทางพันธุกรรม
	σ_E^2	คือ ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม
	σ_{GE}^2	คือ ความแปรปรวนจากปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม
	σ_p^2	คือ ความแปรปรวนทั้งหมด
	e	คือ จำนวนสภาพแวดล้อม
	r	คือ จำนวนซ้ำ

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองในหลายสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 2) สามารถหาค่าข้างต้น ดังนี้

$$\begin{aligned} \sigma_G^2 &\text{ เท่ากับ } \sigma_T^2 \text{ หาได้จาก } (M_2 - M_3)/re \\ \sigma_{GE}^2 &\text{ หาได้จาก } (M_3 - M_4)/r \\ \sigma_E^2 &\text{ หาได้จาก } M_4 \end{aligned}$$

3.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

นำลักษณะทางการเกษตรต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ โดยทั้ง 2 การศึกษา นำข้อมูลซึ่งเฉลี่ยจากทุกพื้นที่ปลูก (และ/หรือทุกปี) นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Dabholkar, 1992) ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ของ 2 ลักษณะ (x และ y)

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

หมายเหตุ: MCP = Mean Cross Product และ EMCP = Expected Mean Cross Product

โดยที่

$$\sigma_{E^*}^2 = M_1^*$$

$$\sigma_{T^*}^2 = (M_2^* - M_1^*)/r$$

$$\sigma_E^2 = M_1$$

$$\sigma_T^2 = (M_2 - M_1)/r$$

$$\sigma_{E^*E} = M_1^* M_1$$

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

Phenotypic variance (σ_p^2) หาได้จาก $\sigma_p^2 = \sigma_T^2 + \sigma_E^2$
 $\sigma_{p^*}^2 = \sigma_{T^*}^2 + \sigma_{E^*}^2$

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

3.3.1 สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (r_p) คำนวณได้จากสูตร

$$r_p = \frac{(\sigma_{T^*T} + \sigma_{E^*E})}{\sqrt{(\sigma_{T^*}^2 + \sigma_{E^*}^2)(\sigma_T^2 + \sigma_E^2)}}$$

3.3.2 สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_G) คำนวณได้จากสูตร

$$r_G = \frac{\sigma_{T^*T}}{\sqrt{\sigma_{T^*}^2 + \sigma_T^2}}$$

3.4) การวิเคราะห์เส้นทาง

การประเมินสหสัมพันธ์นั้น ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะได้ชัดเจน เนื่องจากอาจมีอิทธิพลของตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่การวิเคราะห์เส้นทางเป็นการศึกษา ระหว่างอิทธิพลของตัวแปรสาเหตุต่างๆ เพื่อดูว่ามีอิทธิพลทางตรง และอิทธิพลทางอ้อม ผ่านทาง ตัวแปรสาเหตุหรือตัวแปรอื่นอย่างไร โดยสัมประสิทธิ์เส้นทางเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอิทธิพลทางตรง ของตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่มีต่อตัวแปรตาม โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์มัลติเพิลรีเกรสชัน (multiple regression) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันของตัวแปรอิสระ แต่ละตัว เรียกว่า สัมประสิทธิ์การ ถดถอยบางส่วน (partial regression coefficient) ซึ่งในการวิเคราะห์เส้นทางถ้าทำการแปลง ข้อมูลของทุกตัวแปรให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐานแล้วทำการวิเคราะห์มัลติเพิลรีเกรสชัน ค่า สัมประสิทธิ์รีเกรสชันจะเป็น ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันบางส่วนมาตรฐาน (standardized partial regression coefficient, b') ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและ สัมประสิทธิ์รีเกรสชันบางส่วนมาตรฐานสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า (สุรพล, 2536)

$$b' = \frac{b(s_x)}{s_y}$$

โดยที่ b' คือ ค่ารีเกรสชันบางส่วนมาตรฐาน

b คือ ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันบางส่วน

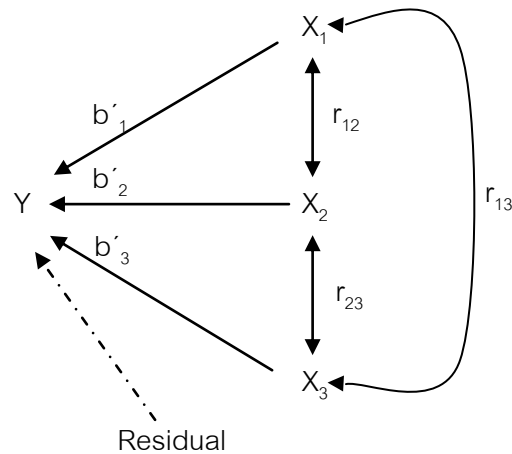
s_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ

s_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม

$$\text{เมื่อ } s_x = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}{n-1}}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n}{n-1}}$$

ค่า b' ของตัวแปรอิสระต่างๆ แต่ละตัวกับตัวแปรปรวนตาม คือ สัมประสิทธิ์ เส้นทาง จากภาพที่ 1 เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ ของการวิเคราะห์เส้นทาง เมื่อมีตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ X_1 , X_2 และ X_3 กับตัวแปรตาม Y ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงสัมประสิทธิ์เส้นทางของตัวแปรอิสระ 3 ตัว

โดยที่ b'_1 , b'_2 และ b'_3 คือ ค่ารีเกรสชันบางส่วนมาตรฐาน ของ X_1 , X_2 และ X_3 กับ Y ตามลำดับ
ความสัมพันธ์ในรูปสมการปกติ (normal equation)

$$r_{1y} = r_{11}b'_1 + r_{12}b'_2 + r_{13}b'_3$$

$$r_{2y} = r_{21}b'_1 + r_{22}b'_2 + r_{23}b'_3$$

$$r_{3y} = r_{31}b'_1 + r_{32}b'_2 + r_{33}b'_3$$

เมื่อ r_{11} , r_{22} และ r_{33} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัว
มันเอง ดังนั้นจึงมีค่าเท่ากับ 1

r_{1y} , r_{2y} และ r_{3y} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X_1 , X_2 และ X_3 กับ Y
ตามลำดับ

r_{12} , r_{13} และ r_{23} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X_1 กับ X_2 , X_1 กับ X_3 และ
 X_2 กับ X_3 ตามลำดับ ในขณะที่ $r_{12} = r_{21}$, $r_{13} = r_{31}$ และ $r_{23} = r_{32}$

$$\text{Residual} = 1 - R^2$$

$$R^2 = r_{1y}b'_1 + r_{2y}b'_2 + r_{3y}b'_3$$

สมการข้างต้นสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ (Matrix) ได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b'_1 \\ b'_2 \\ b'_3 \end{pmatrix}$$

สมการนี้เขียนในรูปเมทริกซ์ได้ว่า $R_{xy} = R_{xx} \cdot B$

$$\text{โดย } R_{xy} = \begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \end{pmatrix} R_{xx} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$$

หาค่า B ได้โดย $B = (R_{xx})^{-1} \cdot R_{xy}$

เมื่อ $(R_{xx})^{-1}$ คือ ค่า inverse ของ R_{xx}

และเมื่อคำนวณค่า b' ได้แล้ว ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ แต่ละตัว กับตัวแปรตามได้ดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่าง X_1 กับ Y

$$\text{อิทธิพลทางตรงของ } X_1 \text{ ต่อ } Y = b'_1$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_1 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_2 = r_{12}b'_2$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_1 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_3 = r_{13}b'_3$$

$$\text{อิทธิพลรวมของ } X_1 \text{ ต่อ } Y = r_{1y}$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง X_2 กับ Y

$$\text{อิทธิพลทางตรงของ } X_2 \text{ ต่อ } Y = b'_2$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_2 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_1 = r_{21}b'_1$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_2 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_3 = r_{23}b'_3$$

$$\text{อิทธิพลรวมของ } X_2 \text{ ต่อ } Y = r_{2y}$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง X_3 กับ Y

$$\text{อิทธิพลทางตรงของ } X_3 \text{ ต่อ } Y = b'_3$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_3 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_1 = r_{31}b'_1$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_3 \text{ ต่อ } Y \text{ ผ่าน } X_2 = r_{32}b'_2$$

$$\text{อิทธิพลรวมของ } X_3 \text{ ต่อ } Y = r_{3y}$$

บทที่ 3

ผล และวิจารณ์

1. การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ในลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าในช่วงอายุปาล์มก่อนให้ผลผลิตทะลายน

1.1) ข้อมูลดินปริมาณธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินของแปลงทดลอง 3 พื้นที่ (ตารางที่ 4) พบว่าปฏิกริยากรด - ด่าง ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีค่าอยู่ระหว่าง 5.90 – 7.47 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าระหว่าง 2.47 – 6.87 มิลลิอีควิวาเลนต์/100 กรัม อินทรีย์คาร์บอน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 – 0.99 % ไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.08 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.59 – 2.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.03 – 0.10 มิลลิอีควิวาเลนต์/100 กรัม จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันในตารางที่ 1 ที่กล่าวมาแล้ว พบว่า สมบัติดินของแปลงทดลองทั้ง 3 พื้นที่ข้างต้นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่าที่แปลงเกษตรกรรมมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลามีปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่สูงกว่าพื้นที่ปลูกอื่นๆ

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารในดินของแปลงทดลอง 3 พื้นที่

Soil properties ³	Locations ¹					
	1		2		3	
	0 - 30 cm	Level ²	0 - 30 cm	Level	0 - 30 cm	Level
pH (1:5 H ₂ O)	5.90	4	5.96	4	7.47	4
CEC (meq/100g)	6.72	1	2.47	1	4.16	1
Organic carbon (%)	0.99	1	0.87	1	0.75	1
Total N (%)	0.08	1	0.04	1	0.03	1
Available P (mg/kg)	2.53	1	44.90	4	1.80	1
K (meq/100g)	0.10	1	0.04	1	0.03	1

หมายเหตุ : ¹ Locations (1 = ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา, 2 = แปลงเกษตรกร อำเภอรัตภูมิ และ 3 = สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง)

² Level (1 = ต่ำมาก, 2 = ต่ำ, 3 = ปานกลาง และ 4 = สูง) เมื่อเทียบกับตารางที่ 1

³ pH = ปฏิกริยากรด - ด่าง CEC = ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก Organic carbon = อินทรีย์คาร์บอน
Total N = ไนโตรเจนทั้งหมด Available P = ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ K = โพแทสเซียม

1.2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะการเจริญเติบโต พบว่า แต่ละพันธุ์มีจำนวนใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) พื้นที่ปลูกมีผลทำให้ลักษณะส่วนใหญ่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นจำนวนใบ ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก พบว่าทุกลักษณะการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 9.47 – 17.44 %

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกในพื้นที่ต่าง ๆ

Characters	MS				C.V. ¹ (%)
	Progenies	Locations	Prog. X Loc.	Error	
d.f.	6	2	12	42	
No. of leaf	30.64 ^{ns}	5.67 ^{ns}	43.37 ^{**}	13.87	12.86
Leaf length	569.31 ^{ns}	1677.02 ^{**}	228.65 ^{**}	90.71	9.47
Leaf area	0.02 ^{ns}	0.08 [*]	0.03 ^{**}	0.00	12.17
Leaf dry weight	625.63 ^{ns}	9529.08 ^{**}	549.00 ^{**}	129.80	17.44

หมายเหตุ : *, ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

¹C.V. (%) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

1.3) ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ค่าเฉลี่ยจาก 3 พื้นที่ของลักษณะการเจริญเติบโตของแต่ละพันธุ์ พบว่า จำนวนใบ มีค่าอยู่ระหว่าง 26.33 – 31.56 ใบ/ปี (ตารางที่ 6) โดยพันธุ์ ม.อ. 132 มีจำนวนใบสูงสุด คือ 31.56 ใบ/ปี รองลงมาคือ ม.อ. 105 และ ม.อ.135 คือ 30.44 และ 29.94 ใบ/ปี ตามลำดับ ความยาวใบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 89.44 – 114.67 ซม. พื้นที่ใบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.55 ตร.ม. และน้ำหนักแห้งใบ มีค่าอยู่ระหว่าง 58.38 – 82.07 กรัม สำหรับพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 พบว่ามีจำนวนใบต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ แต่มีความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

ค่าเฉลี่ยจาก 7 พันธุ์ของลักษณะการเจริญเติบโตในแต่ละพื้นที่ปลูก พบว่าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของทุกลักษณะสูงกว่าพื้นที่ปลูกอื่นๆ (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดิน (ตารางที่ 4) ที่พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลาสูงกว่าพื้นที่ปลูกอื่นๆ ยกเว้นปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าต่ำกว่าแปลงเกษตรกร สำหรับที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง พบว่า มีความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกอื่นๆ

เมื่อพิจารณาถึงปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก พบว่า พันธุ์ปาล์มน้ำมัน ม.อ. 130 และ ม.อ. 135 มีการเจริญเติบโตในทุกลักษณะสูงกว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ เฉพาะที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่งเท่านั้น ส่วนที่พื้นที่ปลูกอื่นๆ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีการเจริญเติบโตสูงกว่า จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ม.อ. 130 และ ม.อ. 135 อาจตอบสนองต่อพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมเดียวกับพ่อแม่พันธุ์ดูราและพิสิเฟอราซึ่งปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่งเช่นกัน ซึ่งอาจหมายความว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมันม.อ. อาจมีการปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำด้วย

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มนามอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกในพื้นที่ต่าง ๆ

Progenies	Characters												
	No. of leaf (leaf/year)			Leaf length (cm.)			Leaf area (m ²)			Leaf dry weight (g)			
	Locations ¹	Mean	Locations ¹	Mean	Locations ¹	Mean	Locations ¹	Mean	Locations ¹	Mean	Locations ¹		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
C 105	34.67 ^{ab}	24.00 ^{de}	32.67 ^{abc}	30.44	109.00 ^{abcd}	104.33 ^{cdef}	79.33 ^g	0.60 ^b	0.39 ^{ef}	0.34 ^f	94.12 ^b	43.16 ^g	37.87 ^g
C 110	26.67 ^{bcd}	27.00 ^{abcde}	25.33 ^{cde}	26.33	95.00 ^{cdefg}	101.33 ^{cdef}	92.67 ^{defg}	0.45 ^{cdef}	0.48 ^{bcd}	0.40 ^{def}	78.43 ^{bcd}	56.91 ^{cdefg}	48.44 ^g
C 130	28.00 ^{abcde}	29.00 ^{abcde}	29.33 ^{abcde}	28.78	115.33 ^{abc}	97.67 ^{cdefg}	92.67 ^{defg}	0.55 ^{bc}	0.39 ^{ef}	0.40 ^{def}	100.79 ^b	50.23 ^g	53.00 ^{efg}
C 132	32.00 ^{abcd}	32.00 ^{abcd}	30.67 ^{abcde}	31.56	105.00 ^{bcd}	103.00 ^{cdef}	87.33 ^{efg}	0.43 ^{def}	0.36 ^{ef}	0.39 ^{ef}	81.13 ^{bc}	54.01 ^{defg}	47.90 ^g
C 135	28.00 ^{abcde}	28.50 ^{abcde}	33.33 ^{abc}	29.94	107.67 ^{bcd}	105.33 ^{bcd}	103.33 ^{cdef}	0.42 ^{def}	0.44 ^{cdef}	0.56 ^{bc}	80.23 ^{bc}	60.04 ^{cdefg}	62.43 ^{cdefg}
C 137	28.00 ^{abcde}	35.00 ^a	22.67 ^e	28.56	85.67 ^g	95.67 ^{cdefg}	87.00 ^{efg}	0.45 ^{cdef}	0.41 ^{def}	0.48 ^{bcd}	65.20 ^{cdef}	58.44 ^{cdefg}	53.08 ^{efg}
SR 2	29.33 ^{abcde}	24.00 ^{de}	28.00 ^{abcde}	27.11	129.00 ^a	125.33 ^{ab}	89.67 ^{defg}	0.79 ^a	0.52 ^{bcd}	0.33 ^f	126.52 ^a	77.44 ^{bcd}	42.25 ^g
Mean	29.52	28.5	28.86	106.67 ^a	104.67 ^a	90.29 ^b	0.53 ^a	0.43 ^b	0.41 ^b	89.49 ^a	57.18 ^b	49.28 ^c	

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก และค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันโดยตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับ P ≤ 0.05

ค่าเฉลี่ยทั้ง 21 ค่า ของพันธุ์กับพื้นที่ปลูก ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับ P ≤ 0.05

¹Locations : 1 = ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา, 2 = แปลงเกษตรกร อำเภอรัตนภูมิ และ 3 = สถานีวิจัยคลองท่อย(ทุ่ง)

1.4) อัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่จำนวนใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ มีค่า 0.00, 59.84, 0.00 และ 12.25% ตามลำดับ สอดคล้องกับ อังคณา และคณะ (2551) ซึ่งรายงานว่ อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบมีอัตราพันธุกรรมต่ำเช่นกัน (1.10 และ 8.30% ตามลำดับ) ธีระภาพ (2550) รายงานว่า พื้นที่ใบมีอัตราพันธุกรรมปานกลาง (36.00 %) ส่วนน้ำหนักแห้งใบมีอัตราพันธุกรรมต่ำ (11.00 %) ซึ่งความแตกต่างของอัตราพันธุกรรมของลักษณะเดียวกันเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมสภาพแวดล้อม และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Ooi and Bin Ngah, 1976)

ตารางที่ 7 อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน หลังจากปลูก

Characters ¹	Component of variance and board sense heritability ($h_{b.s.}^2$)				
	σ_G^2	$\sigma_{GE/e}^2$	$\sigma_{E/re}^2$	σ_P^2	$h_{b.s.}^2$ (%)
No. of leaf	0.00	3.28	1.54	3.40	0.00
Leaf length	37.85	15.33	10.08	63.26	59.84
Leaf area	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Leaf dry weight	8.51	46.58	14.42	69.51	12.25

หมายเหตุ : ¹ No. of leaf = จำนวนใบ Leaf length = ความยาวใบ Leaf area = พื้นที่ใบ Leaf dry weight = น้ำหนักแห้งใบ

1.5) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

1.5.1) สหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์

ลักษณะน้ำหนักแห้งใบมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความยาวและใบพื้นที่ใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ (r) เท่ากับ 0.750 และ 0.839 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) โดยความยาวใบและพื้นที่ใบมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.680$) สอดคล้องกับ ประภัสสร (2550) ซึ่งรายงานว่าคุณลักษณะน้ำหนักแห้งใบ และความยาวใบมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกต่อพื้นที่ใบ ($r = 0.643$ และ 0.521 ตามลำดับ) และทั้ง 2 ลักษณะมีสหสัมพันธ์ในทางบวก ($r = 0.375$)

1.5.2) สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์

ลักษณะน้ำหนักแห้งใบมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกสูงกับความยาวและใบพื้นที่ใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ (r) เท่ากับ 1.954 และ 1.198 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) โดยความยาวใบและพื้นที่ใบมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกเช่นกัน ($r = 0.908$) แต่ลักษณะจำนวนใบมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางลบกับน้ำหนักแห้งใบ ความยาวใบ และพื้นที่ใบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (r) เท่ากับ -2.943, -0.415 และ -1.970 ตามลำดับ

ธีระภาพ (2552) รายงานว่าคุณลักษณะพื้นที่ใบมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์และพีโนไทป์ในทางบวกต่อผลผลิต เนื่องจากใบเป็นส่วนในการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างแป้งและน้ำตาลไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ในลำต้น ที่สำคัญคือนำไปสร้างผลผลิตทะลาย (Hardon *et al.*, 1971) ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตทะลาย อาจพิจารณาได้จากลักษณะพื้นที่ใบ

ตารางที่ 8 สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (r_p , เหนือแนวทแยง) และสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_G , ใต้แนวทแยง) ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูก

Characters ¹	No. of leaf	Leaf length	Leaf area	Leaf dry weight
No. of leaf	-	0.008	0.127	0.155
Leaf length	-0.415	-	0.680**	0.750**
Leaf area	-1.970	0.908	-	0.839**
Leaf dry weight	-2.943	1.954	1.198	-

หมายเหตุ : ¹ No. of leaf = จำนวนใบ Leaf length = ความยาวใบ Leaf area = พื้นที่ใบ Leaf dry weight = น้ำหนักแห้งใบ

1.6) การวิเคราะห์เส้นทาง

1.6.1) การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะการเจริญเติบโตไปยังน้ำหนักแห้งใบ

ก) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์

การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกไปยังน้ำหนักแห้งใบ (ตารางที่ 9) พบว่า พื้นที่ใบและความยาวใบ มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อน้ำหนักแห้งใบ มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.595, 0.345 ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ใบยังมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความยาวใบสูงด้วย โดยค่าอิทธิพลทางอ้อม เท่ากับ 0.404 ส่วนจำนวนใบมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่ำ ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มน้ำหนักแห้งใบ คือ พื้นที่ใบ

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกไปยังน้ำหนักแห้งใบ

Characters ¹	Correlation coefficient	Direct effect	Indirect effect		
			No. of leaf	Leaf length	Leaf area
No. of leaf	0.155	0.077	-	0.003	0.076
Leaf length	0.750	0.345	0.001	-	0.404
Leaf area	0.839	0.595	0.010	0.235	-

หมายเหตุ : ¹ No. of leaf = จำนวนใบ Leaf length = ความยาวใบ Leaf area = พื้นที่ใบ

ข) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์

การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์ม น้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกไปยังน้ำหนักแห้งใบ (ตารางที่ 10) พบว่า พื้นที่ใบ ความยาวใบ และจำนวนใบ มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อน้ำหนักแห้งใบ มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 1.619, 0.708 และ 0.540 ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ใบยังมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความยาวใบสูงด้วยเช่นกัน โดยค่าอิทธิพลทางอ้อม เท่ากับ 1.470 ส่วนจำนวนใบมีอิทธิพลทางอ้อมต่ำ ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มน้ำหนักแห้งใบ คือ พื้นที่ใบเช่นกัน

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์ม น้ำมันอายุ 6 เดือนหลังจากปลูกไปยังน้ำหนักแห้งใบ

Characters ¹	Correlation coefficient	Direct effect	Indirect effect		
			No. of leaf	Leaf length	Leaf area
No. of leaf	-2.943	0.540	-	-0.294	-3.189
Leaf length	1.954	0.708	-0.224	-	1.470
Leaf area	1.198	1.619	-1.064	0.643	-

หมายเหตุ : ¹ No. of leaf = จำนวนใบ Leaf length = ความยาวใบ Leaf area = พื้นที่ใบ

2. การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลาย ของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าในช่วงอายุปาล์มที่ให้ผลผลิตทะลาย

2.1) ปริมาณและการกระจายของฝนระหว่างการทดลอง

ปริมาณและการกระจายของฝนระหว่างการทดลองปี พ.ศ. 2551 – 2552 (year 2008 – 2009) อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 และ 2552 มีปริมาณฝน 1,038 และ 1,203 มม./ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 11) โดยในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฝนสูงสุดทั้งสองปี ส่วนจำนวนวันฝนตก พบว่าในปี พ.ศ. 2551 และ 2552 มีจำนวน 56 และ 41 วัน ตามลำดับ โดยจำนวนวันฝนตกในแต่ละเดือนที่น้อยกว่า 4 วัน มีจำนวนถึง 8 เดือนทั้งสองปี จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าทั้งปริมาณและการกระจายของฝนระหว่างการทดลองนี้มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันมาก โดยเกณฑ์มาตรฐานควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 2,000 มม./ปี และมีการกระจายของฝนตลอดทั้งปี

ตารางที่ 11 ปริมาณและการกระจายของฝนระหว่างการทดลองที่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา

Month	year 2008		year 2009	
	Rain fall	Distribution of rain	Rain fall	Distribution of rain fall
January	20.00	1	47.50	4
February	42.70	1	0.00	0
March	41.20	1	103.30	5
April	8.20	1	18.90	3
May	25.70	2	86.00	8
June	147.60	8	0.00	0
July	29.60	2	62.90	2
August	40.40	2	8.20	1
September	0.00	0	14.50	1
October	103.70	10	41.50	2
November	368.40	16	812.60	13
December	211.00	12	7.60	2
Total	1,038.50	56	1,203.00	41

หมายเหตุ : Rain fall = ปริมาณฝน (มม./เดือน) Distribution of rain fall = การกระจายตัวของฝน (วัน/เดือน)

2.2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

2.2.1) ลักษณะผลผลิตน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 12) พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์และระหว่างปี มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะเท่ากับ 35.05 %

2.2.2) ลักษณะผลผลิตทะลาย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตทะลาย (ตารางที่ 12) พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในลักษณะผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย แต่ในส่วนของปี พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว ส่วนพันธุ์ พบว่า ผลผลิตทะลายและจำนวนทะลาย มีความแตกต่างทางสถิติ แต่น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน อยู่ระหว่าง 25.36 – 35.41 %

2.2.3) ลักษณะองค์ประกอบทะลาย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะองค์ประกอบทะลาย (ตารางที่ 12) พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี มีนัยสำคัญทางสถิติ ในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ส่วนลักษณะอื่นๆในองค์ประกอบทะลาย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของปี พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนลักษณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ส่วนพันธุ์ พบว่า มีเพียงลักษณะเดียวที่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย ส่วนลักษณะอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน อยู่ระหว่าง 5.46 – 42.09 %

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะองค์ประกอบทะลายในพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

Characters	MS				c.v. ¹ (%)
	Progenies	Year	Prog. X Year	Error	
d.f.	17	1	17	108	
Oil yield ²	787.30 [*]	3069.07 ^{**}	320.15 ^{ns}	223.00	35.05
Bunch yield³					
FFB	6834.14 ^{**}	20322.17 ^{**}	1893.95 ^{ns}	2475.94	35.41
NB	37.54 [*]	177.78 ^{**}	16.10 ^{ns}	12.93	31.84
ABW	20.74 ^{ns}	819.01 ^{**}	16.41 ^{ns}	10.86	25.36
Bunch components⁴					
AFW	31.68 ^{ns}	521.86 ^{**}	16.49 ^{ns}	10.75	20.07
AKW	0.31 ^{**}	0.09 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.12	28.59
%F/B	136.55 ^{ns}	192.49 ^{ns}	72.83 ^{ns}	57.95	11.09
%K/B	7.56 ^{ns}	98.08 ^{**}	4.86 ^{ns}	4.46	34.53
%WM/F	30.64 ^{ns}	1529.14 ^{**}	18.47 ^{ns}	20.87	5.46
%S/F	21.18 ^{ns}	466.49 ^{**}	15.98 ^{ns}	15.48	42.09
%K/F	10.14 ^{ns}	143.38 ^{**}	7.16 ^{ns}	7.13	30.23
%O/WM	64.42 ^{ns}	20.44 ^{ns}	92.99 ^{**}	42.32	12.34
%O/DM	18.07 ^{ns}	42.25 ^{ns}	29.56 ^{ns}	18.47	5.57
%O/F	67.61 ^{ns}	283.14 ^{**}	84.63 [*]	39.72	14.26
%O/B	47.56 ^{ns}	47.73 ^{ns}	47.69 [*]	25.92	16.85

หมายเหตุ : *, ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

¹c.v. (%) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน ²oil yield = ผลผลิตน้ำมัน (กก./ต้นปี)

³FFB = ผลผลิตทะลาย (กก./ต้นปี) NB = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี) ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)

⁴AFW = น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม) AKW = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) F/B = ผล/ทะลาย

K/B = เนื้อในเมล็ด/ทะลาย WM/F = เนื้อปาล์มสด/ผล S/F = กะลา/ผล

K/F = เนื้อในเมล็ด/ผล O/WM = น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด O/DM = น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง

O/F = น้ำมัน/ผล O/B = น้ำมัน/ทะลาย

2.3) ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะองค์ประกอบ ทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ในแต่ละปี

2.3.1) อิทธิพลของพันธุ์

ก) ลักษณะผลผลิตน้ำมัน และลักษณะผลผลิตทะลาย

ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมันของแต่ละพันธุ์ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 25.31 - 63.90 กก./ต้น/ปี (ตารางที่ 13) โดยพันธุ์ที่ 3 มีผลผลิตน้ำมันสูงสุด คือ 63.90 กก./ต้น/ปี รองลงมาคือ พันธุ์ที่ 14 และ 1 มีผลผลิตน้ำมัน 60.51 และ 51.19 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ ลักษณะผลผลิตทะลาย พบว่า ผลผลิตทะลาย มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 82.61 - 196.69 กก./ต้น/ปี โดยพันธุ์ที่ 3 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด คือ 196.69 กก./ต้น/ปี รองลงมาคือพันธุ์ที่ 14 และ 10 มีผลผลิตทะลาย 193.84 และ 174.29 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ จำนวนทะลาย มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.50 - 17.50 ทะลาย/ปี โดยพันธุ์ที่ 3 มีจำนวนทะลายสูงสุด คือ 17.50 ทะลาย/ปี รองลงมาคือพันธุ์ที่ 10 และ 14 มีจำนวนทะลาย 13.63 และ 13.25 ทะลาย/ปี ตามลำดับ และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.00 - 15.15 กก./ทะลาย โดยพันธุ์ที่ 12 มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด คือ 15.15 กก./ทะลาย รองลงมาคือพันธุ์ที่ 6 และ 7 มีน้ำหนักทะลาย 14.94 และ 14.69 กก./ทะลาย ตามลำดับ

ข) ลักษณะองค์ประกอบทะลาย

ค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบทะลายของแต่ละพันธุ์ (ตารางที่ 14) พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.76 - 33.92% โดยพันธุ์ที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย สูงที่สุด คือ 33.92 % และมีเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย สูงที่สุดเช่นกัน รองลงมาคือพันธุ์ที่ 6 และ 15 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย 33.23 และ 32.32 % ตามลำดับ นอกจากนี้พันธุ์ที่ 15 ยังมี เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสดสูงสุด ส่วนเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.55 - 12.21% และ 6.60 - 10.56% ตามลำดับ โดยพบว่าพันธุ์ที่ 18 มีเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล สูงที่สุด คือ 12.21 และ 10.56 % ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์ที่ 5 และ 16 ส่วนน้ำหนักผลเฉลี่ย และน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.63 - 21.52 กรัม และ 0.96 - 1.78 กรัม โดยพันธุ์ที่ 11 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย และน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย สูงที่สุด คือ 21.52 และ 1.78 % ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์
(เฉลี่ยจาก 2 ปี)

progenies	Oil yield (kg/palm/year)	Bunch yield		
		FFB (kg/palm/year)	NB (no./year)	ABW (kg/bunch)
1	51.19 ^{abc}	165.75 ^{ab}	12.38 ^{bc}	13.84
2	40.29 ^{abcde}	117.24 ^{bc}	9.75 ^{bc}	12.22
3	63.90 ^a	196.69 ^a	17.50 ^a	11.21
4	39.71 ^{abcde}	125.78 ^{abc}	10.25 ^{bc}	12.86
5	37.06 ^{cde}	138.40 ^{abc}	10.75 ^{bc}	14.49
6	48.95 ^{abcd}	146.78 ^{abc}	10.00 ^{bc}	14.94
7	42.27 ^{abcde}	139.53 ^{abc}	10.38 ^{bc}	14.69
8	42.69 ^{abcde}	143.09 ^{abc}	11.75 ^{bc}	13.80
9	48.97 ^{abcd}	154.01 ^{abc}	11.88 ^{bc}	13.65
10	48.66 ^{abcd}	174.29 ^{ab}	13.63 ^{ab}	12.89
11	25.31 ^e	82.61 ^c	7.50 ^c	11.11
12	41.44 ^{abcde}	142.63 ^{abc}	9.88 ^{bc}	15.15
13	34.94 ^{cde}	120.34 ^{bc}	9.75 ^{bc}	13.14
14	60.51 ^{ab}	193.84 ^a	13.25 ^{ab}	14.64
15	38.85 ^{abcde}	120.38 ^{bc}	10.25 ^{bc}	12.18
16	27.24 ^{de}	110.27 ^{bc}	11.88 ^{bc}	9.00
17	36.77 ^{cde}	114.79 ^{bc}	9.88 ^{bc}	11.98
18	38.21 ^{cde}	143.16 ^{abc}	12.63 ^b	12.04

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแต่ละสดมภ์ของแต่ละพันธุ์ ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรที่ซ้ำกันอย่างน้อย 1 ตัว แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P \leq 0.05$ และ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบของปาล์มงามันแต่ละพันธุ์ (เฉลี่ยจาก 2 ปี)

Progenies	Bunch components												
	AFW (g)	AKW ¹ (g)	%F/B	%K/B	%W/MF	%S/F	%K/F	%O/MM	%O/DM	%O/F	%O/B		
1	16.92	1.19 ^{bc}	71.33	6.13	83.25	10.15	8.61	50.05	78.25	42.07	30.24		
2	15.40	1.23 ^{bc}	75.32	7.11	82.63	10.60	9.44	54.46	77.38	45.26	33.92		
3	16.13	1.23 ^{bc}	69.07	5.98	82.69	9.68	8.60	55.92	80.63	46.24	31.95		
4	15.07	1.13 ^{bc}	73.29	6.71	83.72	9.78	9.10	51.71	78.75	43.31	31.77		
5	14.31	1.08 ^{bc}	73.13	7.65	81.88	12.10	10.23	45.49	75.75	37.54	27.03		
6	16.28	1.08 ^{bc}	73.60	5.88	85.37	9.57	7.91	52.96	77.63	45.36	33.23		
7	14.78	1.06 ^{bc}	68.04	5.79	84.86	8.70	8.47	52.56	77.63	44.55	30.29		
8	15.84	0.96 ^c	62.99	4.21	86.42	6.86	6.70	54.74	76.50	47.17	29.80		
9	19.78	1.23 ^{bc}	67.26	4.43	87.66	6.55	6.60	53.83	76.00	47.27	32.01		
10	16.98	1.31 ^{bc}	65.97	6.09	83.11	9.53	9.19	51.27	79.00	42.55	27.94		
11	21.52	1.78 ^a	65.50	6.08	83.74	7.81	9.23	56.10	78.00	47.03	30.68		
12	17.33	1.11 ^{bc}	63.30	4.60	85.63	8.57	7.23	54.10	75.63	46.24	29.14		
13	17.13	1.35 ^{bc}	64.67	5.64	84.65	7.26	8.59	53.36	75.88	45.29	29.06		
14	15.22	1.20 ^{bc}	71.99	7.11	83.48	9.94	9.68	52.29	76.88	43.75	31.22		
15	17.09	1.50 ^{ab}	67.56	6.28	83.15	8.07	9.27	57.71	78.13	47.80	32.32		
16	12.63	1.07 ^{bc}	61.82	6.12	80.61	10.94	9.86	50.50	74.88	40.54	24.76		
17	16.47	1.26 ^{bc}	72.78	7.13	83.30	9.96	9.66	52.67	77.88	44.23	31.97		
18	15.16	1.48 ^{ab}	68.16	7.19	79.55	12.21	10.56	49.27	75.25	39.07	26.60		

หมายเหตุ : ¹ AKW = ค่าเฉลี่ยในแต่ละผสมที่คูณกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันอย่างน้อย 1 ตัว แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับ P ≤ 0.01

2.3.2) อิทธิพลของปี

ก) ลักษณะผลผลิตน้ำมัน และลักษณะผลผลิตทะลาย

ค่าเฉลี่ยในแต่ละปีของลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 15) พบว่า ปีที่ 2 (47.23 กก./ต้น/ปี) มีผลผลิตน้ำมันสูงกว่า ปีที่ 1 (37.99 กก./ต้น/ปี) ลักษณะผลผลิตทะลาย พบว่า ผลผลิตทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ปีที่ 2 (152.41 กก./ต้น/ปี และ 15.38 กก./ทะลาย ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปีที่ 1 (128.65 กก./ต้น/ปี และ 10.61 กก./ทะลาย ตามลำดับ) แต่จำนวนทะลาย ปีที่ 1 (12.40 ทะลาย/ปี) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปีที่ 2 (10.18 ทะลาย/ปี) แสดงให้เห็นว่าเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงขึ้น แต่จำนวนทะลายลดลง

ข) ลักษณะองค์ประกอบทะลาย

ค่าเฉลี่ยในแต่ละปีของลักษณะองค์ประกอบทะลาย (ตารางที่ 15) พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่ในปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปีที่ 1 ได้แก่ น้ำหนักผลเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย แต่น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล เปอร์เซ็นต์กะลา/ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล พบว่าปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปีที่ 2

2.3.3) อิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี

ปฏิกริยาระหว่างสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี พบว่า พันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน ทั้ง 2 ปี ในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด ได้แก่ พันธุ์ที่ 3, 9, 11, 14 และ 17 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล ได้แก่ พันธุ์ที่ 4, 8, 11 และ 15 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ได้แก่ พันธุ์ที่ 7, 8, 11, 12, 14, 16 และ 17 โดยทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว พันธุ์ที่ 11 สามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกันทั้ง 2 ปี

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายและองค์ประกอบทะลายของปาล์ม
น้ำมันในแต่ละปี (เฉลี่ยจาก 18 พันธุ์)

Characters	Year 2008	Year 2009
Oil yield (kg/palm/year)	37.99 ^b	47.23 ^a
Bunch yield		
FFB (kg/palm/year)	128.65 ^b	152.41 ^a
NB (no./year)	12.40 ^a	10.18 ^b
ABW (kg/bunch)	10.61 ^b	15.38 ^a
Bunch components		
AFW (g)	14.43 ^b	18.24 ^a
AKW (g)	1.26	1.21
%F/B	69.81	67.50
%K/B	6.94 ^a	5.29 ^b
%WM/F	80.39 ^b	86.91 ^a
%S/F	11.15 ^a	7.55 ^b
%K/F	9.83 ^a	7.83 ^b
%O/WM	53.10	52.34
%O/DM	76.68	77.76
%O/F	42.78 ^b	45.58 ^a
%O/B	29.64	30.79

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละปี ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรที่ซ้ำกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT
ที่ระดับ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบทะเลายของปาล์มน้ำมันของปฏิภริยาสัมพันธ์
ระหว่างพันธุ์และปี

Progenies	Characters					
	%O/WM		%O/F		%O/B	
	Year		Year		Year	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
1	44.71 ^{ab}	55.39 ^{ab}	34.44 ^{ab}	49.70 ^{ab}	23.90 ^b	36.57 ^{ab}
2	50.27 ^{ab}	58.65 ^{ab}	39.99 ^{ab}	50.53 ^a	29.68 ^{ab}	38.16 ^a
3	56.48 ^{ab}	55.36 ^{ab}	44.92 ^{ab}	47.56 ^{ab}	29.42 ^{ab}	34.48 ^{ab}
4	54.19 ^{ab}	49.23 ^{ab}	43.89 ^{ab}	42.73 ^{ab}	35.40 ^{ab}	28.14 ^{ab}
5	42.08 ^{ab}	48.90 ^{ab}	32.40 ^b	42.69 ^{ab}	24.29 ^{ab}	29.76 ^{ab}
6	50.12 ^{ab}	55.79 ^{ab}	41.16 ^{ab}	49.55 ^{ab}	32.12 ^{ab}	34.34 ^{ab}
7	53.35 ^{ab}	51.77 ^{ab}	43.37 ^{ab}	45.72 ^{ab}	29.86 ^{ab}	30.71 ^{ab}
8	57.21 ^{ab}	52.28 ^{ab}	47.19 ^{ab}	47.14 ^{ab}	30.44 ^{ab}	29.17 ^{ab}
9	53.82 ^{ab}	53.84 ^{ab}	46.23 ^{ab}	48.32 ^{ab}	33.09 ^{ab}	30.92 ^{ab}
10	50.31 ^{ab}	52.23 ^{ab}	39.52 ^{ab}	45.58 ^{ab}	26.59 ^{ab}	29.29 ^{ab}
11	56.91 ^{ab}	55.29 ^{ab}	47.78 ^{ab}	46.28 ^{ab}	30.80 ^{ab}	30.55 ^{ab}
12	58.72 ^{ab}	49.48 ^{ab}	49.70 ^{ab}	42.78 ^{ab}	29.53 ^{ab}	28.75 ^{ab}
13	51.28 ^{ab}	55.43 ^{ab}	41.91 ^{ab}	48.68 ^{ab}	27.08 ^{ab}	31.03 ^{ab}
14	51.92 ^{ab}	52.66 ^{ab}	41.52 ^{ab}	45.98 ^{ab}	31.63 ^{ab}	30.82 ^{ab}
15	59.89 ^a	55.53 ^{ab}	48.28 ^{ab}	47.32 ^{ab}	33.18 ^{ab}	31.46 ^{ab}
16	54.70 ^{ab}	46.31 ^{ab}	41.44 ^{ab}	39.64 ^{ab}	24.99 ^{ab}	24.53 ^{ab}
17	52.11 ^{ab}	53.23 ^{ab}	41.42 ^{ab}	47.03 ^{ab}	31.47 ^{ab}	32.48 ^{ab}
18	57.71 ^{ab}	40.82 ^b	44.86 ^{ab}	33.28 ^{ab}	30.07 ^{ab}	23.12 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยทั้ง 36 ค่า ของพันธุ์กับปี ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรที่ซ้ำกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี DMRT
ที่ระดับ $P \leq 0.05$

2.4) อัตราพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายในชั่วรุ่นลูก (ตารางที่ 17) พบว่า อัตราพันธุกรรมมีค่าตั้งแต่ต่ำ – สูง อยู่ระหว่าง 0 – 66.61 % โดยลักษณะผลผลิตน้ำมันมีอัตราพันธุกรรมปานกลาง เท่ากับ 59.34 % ลักษณะผลผลิตทะลาย พบว่า ผลผลิตทะลายมีอัตราพันธุกรรมสูงสุด เท่ากับ 66.61 % รองลงมาคือจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ($h^2 = 57.11$ และ 20.88 % ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม Hardon (1976) รายงานว่าน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและจำนวนทะลายมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่ออัตราส่วนเพศของดอก ส่วนลักษณะองค์ประกอบทะลาย พบว่า น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ยมีอัตราพันธุกรรมสูงสุด เท่ากับ 60.00 % รองลงมาคือน้ำหนักผลเฉลี่ย และผล/ทะลาย ($h^2 = 47.95$ และ 46.66 % ตามลำดับ) แต่เนื้อในเมล็ด/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล กะลา/ผล เนื้อในเมล็ด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย พบว่า มีอัตราพันธุกรรมต่ำ – ปานกลาง (h^2 อยู่ในช่วง 0 – 40 %) โดยลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำเป็นผลเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ไม่ได้เกิดจากความแปรปรวนของพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว Corley and Tinker (2003) รายงานว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณในปาล์ม น้ำมัน เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลาย โดยทั่วไปมีค่าต่ำเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมียีนควบคุมหลายคู่ และมีอิทธิพลสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง อย่างไรก็ตามอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวอาจแปรปรวนได้ตั้งแต่สูงถึงต่ำ (h^2 อยู่ระหว่าง 0 – 100%) ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Raffi *et al.*, 2002)

ตารางที่ 17 อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลายและองค์ประกอบ
ทะลายของปาล์มน้ำมัน

Characters	Component of variance and broad sense heritability ($h_{b.s.}^2$)				
	σ_G^2	σ_{GE}^2/e	σ_E^2/re	σ_P^2	$h_{b.s.}^2$ (%)
Oil yield ¹ (kg/palm/year)	58.39	12.14	27.88	98.41	59.34
Bunch yield²					
FFB (kg/palm/year)	617.52	-72.75	309.49	927.01	72.29
NB (no./year)	2.68	0.40	1.62	4.69	57.11
ABW (kg/bunch)	0.54	0.69	1.36	2.59	20.88
Bunch components³					
AFW (g)	1.90	0.72	1.34	3.96	47.95
AKW (g)	0.03	0.00	0.02	0.05	60.00
%F/B	7.97	1.86	7.24	17.07	46.66
%K/B	0.34	0.05	0.56	0.95	35.71
%WM/F	1.52	0.00	2.61	4.13	36.80
%S/F	0.65	0.06	1.94	2.65	24.55
%K/F	0.37	0.00	0.89	1.27	29.39
%O/WM	0.00	6.33	5.29	8.05	0.00
%O/DM	0.00	1.39	2.31	2.26	0.00
%O/F	0.00	5.61	4.97	8.45	0.00
%O/B	0.00	2.72	3.24	5.95	0.00

หมายเหตุ : ¹oil yield = ผลผลิตน้ำมัน (กก./ต้นปี)

²FFB = ผลผลิตทะลาย (กก./ต้นปี) NB = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี) ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กก./ทะลาย)

³AFW = น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)

AKW = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย (กรัม)

F/B = ผล/ทะลาย

K/B = เนื้อในเมล็ด/ทะลาย

WM/F = เนื้อปาล์มสด/ผล

S/F = กะลา/ผล

K/F = เนื้อในเมล็ด/ผล

O/WM = น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด

O/DM = น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง

O/F = น้ำมัน/ผล

O/B = น้ำมัน/ทะลาย

2.5) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ลักษณะผลผลิตทะลาย และ ลักษณะองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน

2.5.1) สหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน

ลักษณะผลผลิตทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 18) คือ ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.854, 0.635 และ 0.373 ตามลำดับ โดยผลผลิตทะลายมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย ($r = 0.761$ และ 0.429 ตามลำดับ) แต่จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.224$) แสดงว่าจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยต่างต้องการใช้สารอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงและมีอิทธิพลของการแข่งขันในการใช้สารอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบที่ชดเชยกัน ความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาที่เคยรายงานมาก่อน (ธีระพงศ์ และคณะ 2538; ธีระ และคณะ 2544; อังคนา และคณะ, 2552 ; ธีรภาพ, 2552 ; Obisesan and Fatunla, 1982 ; Kushairi *et al.*, 2000 ; Okwuagwu *et al.*, 2008 ; Okoye *et al.*, 2009) แต่ทั้ง 3 ลักษณะ (ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย) มีสหสัมพันธ์กับองค์ประกอบทะลายต่ำ

ลักษณะองค์ประกอบทะลายที่มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 18) คือ น้ำมัน/ทะลาย น้ำมัน/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ผล/ทะลาย และเนื้อปาล์มสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.505, 0.373, 0.341, 0.306, 0.260 และ 0.200 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กัน (r อยู่ระหว่าง 0.068 – 0.912) ยกเว้น ผล/ทะลาย ที่มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางลบต่อเนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด และน้ำมัน/ผล ($r = -0.227, -0.121$ และ -0.188 ตามลำดับ) แต่ผล/ทะลายมีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล ($r = 0.513, 0.314$ และ 0.225 ตามลำดับ) ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ (เนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล) มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางลบกับผลผลิตน้ำมัน โดยเฉพาะกับน้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย (r อยู่ระหว่าง $-0.120 - -0.704$) สอดคล้องกับรายงานของ Okoye และคณะ (2009) ลักษณะองค์ประกอบทะลายอื่นๆ ที่ไม่มีสหสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตน้ำมัน คือ เนื้อในเมล็ด/ทะลาย กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล แต่มีสหสัมพันธ์ซึ่งต่อกันในทางบวกหรือลบอย่างมีนัยสำคัญขึ้นอยู่กับคู่ของลักษณะ เช่น เนื้อในเมล็ด/

ทะเลาะ มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับเนื้อในเมล็ด/ผล แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับ เนื้อปาล์ม/ผล และเนื้อปาล์ม/ทะเลาะ เป็นต้น

2.5.2) สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมัน

ลักษณะผลผลิตทะเลาะที่มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกสูงกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 18) คือ น้ำหนักทะเลาะเฉลี่ย ผลผลิตทะเลาะและจำนวนทะเลาะ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_g) เท่ากับ 1.025, 0.822 และ 0.979 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_g อยู่ระหว่าง 0.684 – 0.936) สอดคล้องกับ Obisesan และ Fatunla (1982) รายงานว่า จำนวนทะเลาะมีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์กับผลผลิตทะเลาะ และน้ำหนักทะเลาะเฉลี่ย ($r_g = 0.61$ และ 0.60 ตามลำดับ) ส่วนลักษณะผลผลิตทะเลาะที่มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกกับลักษณะองค์ประกอบทะเลาะ คือ ผลผลิตทะเลาะและน้ำหนักทะเลาะเฉลี่ยมีสหสัมพันธ์กับผล/ทะเลาะ เนื้อปาล์มสด/ผล และน้ำมัน/ทะเลาะ (r_g อยู่ระหว่าง 0.150 – 2.069) โดยเฉพาะน้ำหนักทะเลาะเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับลักษณะดังกล่าวสูง จำนวนทะเลาะมีสหสัมพันธ์กับกะลา/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_g) เท่ากับ 0.919 ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ (ผลผลิตทะเลาะ จำนวนทะเลาะ และน้ำหนักทะเลาะเฉลี่ย) มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางลบกับลักษณะองค์ประกอบทะเลาะ คือ น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย เนื้อในเมล็ด/ทะเลาะ เนื้อในเมล็ด/ผล และน้ำมัน/เนื้อปาล์มสด (r อยู่ระหว่าง -0.052 – -1.165)

ลักษณะองค์ประกอบทะเลาะที่มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกสูงกับลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ตารางที่ 18) คือ เนื้อปาล์มสด/ผล ผล/ทะเลาะ และน้ำมัน/ทะเลาะ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_g) เท่ากับ 0.710, 0.401 และ 0.365 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกซึ่งกันและกัน (r_g อยู่ระหว่าง 0.03 – 0.648) แต่กะลา/ผล และเนื้อในเมล็ด/ผล มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางลบกับน้ำหนักผลเฉลี่ย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด และน้ำมัน/ผล (r_g อยู่ระหว่าง -0.200 – -1.816 ตามลำดับ) ส่วนน้ำมัน/ทะเลาะมีเพียงกะลา/ผลที่มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางลบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_g) เท่ากับ -0.138

ตารางที่ 18 สหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ (r_p , เหนือแนวทแยง) และสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (r_G , ใต้แนวทแยง) ของลักษณะผลผลิตต้นน้ำมัน ผลผลิตทะลายนํ้า และองค์ประกอบทะลายนํ้าของป่าส้มน้ำมัน

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

หมายเหตุ : **, * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระดับ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ และ N/A = ไม่สามารถคำนวณได้

2.6) การวิเคราะห์เส้นทาง

2.6.1) การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะผลผลิตทะเลลาย และลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย ไปยังลักษณะผลผลิตน้ำมัน

1) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์

ลักษณะผลผลิตทะเลลาย (ตารางที่ 19) พบว่า ผลผลิตทะเลลายมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.867 แต่จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย มีอิทธิพลทางตรงในทางลบต่อผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางเท่ากับ -0.009 และ -0.012 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า ทั้ง 2 ลักษณะ (จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลาย) มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางผลผลิตทะเลลายไปยังผลผลิตน้ำมัน มีค่าอิทธิพลทางอ้อม เท่ากับ 0.659 และ 0.372 ตามลำดับ แต่ผลผลิตทะเลลายมี อิทธิพลทางอ้อมผ่านทางลักษณะองค์ประกอบทะเลลายไปยังผลผลิตน้ำมันต่ำ

ลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย (ตารางที่ 19) พบว่า น้ำมัน/เนื้อปลาต้มสด มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.308 รองลงมาคือ ผล/ทะเลลาย น้ำมัน/ทะเลลาย และเนื้อปลาต้มสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.237, 0.173 และ 0.161 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า น้ำมัน/เนื้อปลาต้มแห้ง น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะเลลาย มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางน้ำมัน/เนื้อปลาต้มสด ไปยังลักษณะผลผลิตน้ำมัน (ค่าอิทธิพลทางอ้อม อยู่ระหว่าง 0.152 – 0.222)

ลักษณะผลผลิตทะเลลายและองค์ประกอบทะเลลายที่มีอิทธิพลทางตรงต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน เมื่อพิจารณาคู่กับสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ (ตารางที่ 18) พบว่า ผลผลิตทะเลลาย น้ำมัน/ทะเลลาย น้ำมัน/เนื้อปลาต้มสด ผล/ทะเลลาย และเนื้อปลาต้มสด/ผล มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำมัน ($r = 0.854, 0.505, 0.341, 0.260$ และ 0.200 ตามลำดับ) ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ ได้แก่ ผลผลิตทะเลลาย น้ำมัน/ทะเลลาย น้ำมัน/เนื้อปลาต้มสด ผล/ทะเลลาย และเนื้อปลาต้มสด/ผล สอดคล้องกับ Rajanaidu และคณะ(1992) รายงานว่าหากต้องการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันต้องพิจารณาจากผลผลิตทะเลลายและน้ำมัน/ทะเลลาย เนื่องจากผลผลิตทะเลลายและน้ำมัน/ทะเลลาย มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมัน (Kushairi and Rajanaidu, 2000 และ Rajanaidu *et al.*, 2000)

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพื้นที่ของลักษณะผลผลิตทะเลสาบและองค์ประกอบทะเลสาบไปยังผลผลิตน้ำมัน

Characters ¹	Correlation		Indirect effect													
	Direct effect	coefficient	FFB	NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/MM	O/DM	O/F	O/B
FFB	0.867	-	-0.007	-0.005	-0.006	0.005	0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	0.001	-0.005	0.001	0.001	0.000
NB	-0.009	0.659	-	0.003	-0.006	0.004	-0.011	-0.001	-0.010	-0.001	-0.001	0.004	0.006	0.000	0.001	-0.005
ABW	-0.012	0.372	0.002	-	0.001	0.002	0.005	0.002	0.018	0.001	-0.007	-0.012	0.000	0.001	-0.002	0.004
AFW	0.057	-0.089	0.001	0.000	-	-0.018	-0.027	0.019	0.088	0.010	-0.044	0.040	0.001	-0.027	0.041	
AKW	-0.152	-0.095	0.001	0.000	0.021	-	-0.004	-0.018	-0.045	-0.001	0.049	-0.001	0.000	0.010	-0.021	
F/B	0.260	0.008	0.000	0.000	-0.006	0.001	-	-0.025	-0.037	-0.006	0.025	-0.037	0.001	0.015	0.085	
K/B	-0.120	0.012	0.000	0.000	-0.022	-0.018	0.121	-	-0.122	-0.014	0.104	-0.138	-0.001	0.054	-0.048	
WM/F	0.200	0.002	0.001	-0.001	0.031	0.014	-0.054	0.037	-	0.018	-0.086	0.060	0.001	-0.046	0.064	
S/F	-0.193	0.030	0.000	0.001	-0.029	-0.002	0.074	-0.034	-0.140	-	0.074	-0.128	-0.001	0.056	-0.073	
K/F	-0.228	0.009	0.000	0.001	-0.023	-0.022	0.053	-0.046	-0.127	-0.014	-	-0.142	-0.001	0.056	-0.084	
O/MM	0.341	-0.014	0.000	0.000	0.007	0.000	-0.029	0.022	0.031	0.009	-0.051	-	0.005	-0.073	0.124	
O/DM	0.306	0.065	0.000	0.000	0.006	-0.002	0.025	0.003	0.011	0.002	-0.010	0.152	-	-0.036	0.081	
O/F	-0.080	-0.007	0.000	0.000	0.019	0.006	-0.044	0.033	0.093	0.014	-0.077	0.281	0.005	-	0.131	
O/B	0.505	0.002	0.000	0.000	0.013	0.006	0.116	0.013	0.060	0.009	-0.053	0.222	0.005	-0.061	-	

หมายเหตุ : ¹ FFB = ผลผลิตทะเลสาบ (กก./ตันปี) NB = จำนวนทะเลสาบ (ทะเลสาบ/ปี) ABW = นำหน้าทะเลสาบเฉลี่ย (กก./ทะเลสาบ) AFW = นำหน้าผลเฉลี่ย (กรัม)
 AKW = นำหน้าก้อนไขมันเฉลี่ย (กรัม) F/B = ผลทะเลสาบ K/B = เนื้อไขมันเฉลี่ยทะเลสาบ WM/F = เนื้อปลาสดทะเลสาบ S/F = เนื้อไขมันเฉลี่ยทะเลสาบ
 O/MM = นำหน้าเนื้อปลาสด O/DM = นำหน้าเนื้อปลาแห้ง O/F = นำหน้าเนื้อปลา O/B = นำหน้าเนื้อปลา

2) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์

ลักษณะผลผลิตทะลาย (ตารางที่ 20) พบว่า จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.821 และ 0.433 ตามลำดับ แต่ผลผลิตทะลายมีอิทธิพลทางตรงในทางลบต่อผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ -0.218 ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า ทั้ง 3 ลักษณะ (ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย) ได้รับอิทธิพลทางอ้อมในทางบวก และทางลบผ่านทาง ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย ไปยังผลผลิตน้ำมัน

ลักษณะองค์ประกอบทะลาย (ตารางที่ 20) พบว่า น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 2.164 รองลงมาคือ ผล/ทะลาย และเนื้อปาล์มสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 1.770 และ 0.754 ตามลำดับ ส่วนลักษณะ น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย มีอิทธิพลทางตรงในทางลบสูงต่อผลผลิตน้ำมัน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ -0.985 และ -1.829 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า ลักษณะต่างๆ ในองค์ประกอบทะลาย มีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวก และทางลบผ่านทางลักษณะจำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลาย ไปยังผลผลิตน้ำมัน

ลักษณะผลผลิตทะลายและลักษณะองค์ประกอบทะลายที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมัน เมื่อพิจารณาคู่กับสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (ตารางที่ 18) พบว่า น้ำหนักทะลายเฉลี่ย จำนวนทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล และผล/ทะลาย มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกสูงกับผลผลิตน้ำมัน ($r = 1.025, 0.822, 0.710$ และ 0.401 ตามลำดับ) ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ ได้แก่ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย จำนวนทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล และผล/ทะลาย

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจิตในทรัพย์สินของลักษณะผลผลิตทะเลสาบและองค์ประกอบทะเลสาบไปยังผลผลิตน้ำมัน

Characters ¹	Correlation coefficient		Indirect effect												
	Direct effect		FFB	NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/MM	O/F	O/B
FFB	0.979	-0.218	-	0.768	0.395	-0.038	0.125	0.572	-0.021	0.459	0.001	-0.013	-0.966	0.190	-0.273
NB	0.822	0.821	-0.204	-	0.296	-0.080	0.105	0.107	-0.005	-0.330	0.016	-0.003	-0.886	0.481	0.504
ABW	1.025	0.433	-0.199	0.561	-	0.040	0.134	1.210	-0.051	1.559	-0.021	-0.030	-0.937	-0.271	-1.404
AFW	-0.097	0.165	0.050	-0.398	0.104	-	-0.167	-0.810	-0.055	0.361	-0.028	-0.013	2.692	-1.136	-0.863
AKW	-0.422	-0.213	0.129	-0.406	-0.273	0.130	-	0.065	0.028	-0.407	-0.004	0.010	1.918	-0.566	-0.833
F/B	0.401	1.770	-0.071	0.050	0.296	-0.076	-0.008	-	0.096	0.023	0.022	0.017	-0.731	0.199	-1.186
K/B	-0.109	0.103	0.045	-0.043	-0.213	-0.088	-0.058	1.636	-	-0.582	0.025	0.024	-0.626	0.428	-0.760
WM/F	0.710	0.754	-0.133	-0.359	0.897	0.079	0.115	0.053	-0.080	-	-0.010	-0.033	1.472	-0.868	-1.176
S/F	-0.062	0.017	-0.008	0.754	-0.527	-0.265	0.044	2.250	0.150	-0.445	-	0.039	-3.929	1.607	0.253
K/F	-0.434	0.026	0.111	-0.087	-0.505	-0.084	-0.086	1.191	0.095	-0.974	0.026	-	-0.433	0.533	-0.247
O/MM	-0.240	2.164	0.097	-0.336	-0.188	0.206	-0.188	-0.598	-0.030	0.513	-0.031	-0.005	-	-0.941	-0.902
O/F	0.007	-0.985	0.042	-0.401	0.119	0.191	-0.122	-0.358	-0.045	0.665	-0.028	-0.014	2.068	-	-1.125
O/B	0.365	-1.829	-0.033	-0.226	0.333	0.078	-0.097	1.148	0.043	0.485	-0.002	0.003	1.068	-0.606	-

หมายเหตุ : ¹ FFB = ผลผลิตทะเลสาบ (กก./ตันปี) NB = จำนวนทะเลสาบ (ทะเลสาบ/ปี) ABW = นำหนักทะเลสาบเฉลี่ย (กก./ทะเลสาบ) AFW = นำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)

AKW = นำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) F/B = ผลทะเลสาบ K/B = เนื้อในเมล็ดทะเลสาบ WM/F = เนื้อเปลือกทะเลสาบ S/F = ทะเลสาบ K/F = เนื้อในเมล็ด/ผล

O/MM = นำมัน/เนื้อเปลือกเมล็ด O/DM = นำมัน/เนื้อเปลือกแห้ง O/F = นำมัน/ผล O/B = นำมันทะเลสาบ

2.6.2) การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะผลผลิตทะเลลาย และลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย ไปยังผลผลิตทะเลลาย

1) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์

ลักษณะผลผลิตทะเลลาย (ตารางที่ 21) พบว่า จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.898 และ 0.637 ตามลำดับ ซึ่งจำนวนทะเลลายมีอิทธิพลทางอ้อมในทางลบต่อผลผลิตทะเลลาย ผ่านทางน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางอ้อมในทางลบต่อผลผลิตทะเลลาย ผ่านทางจำนวนทะเลลาย โดยทั้ง 2 ลักษณะ (จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย) มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางลักษณะองค์ประกอบทะเลลายต่ำ

ลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย (ตารางที่ 21) พบว่า น้ำมัน/เนื้อปลาสด มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.369 รองลงมาคือ ลักษณะเนื้อปลาสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.144 ส่วนลักษณะน้ำมัน/ผล มีอิทธิพลทางตรงในทางลบสูงกับผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ -0.510 ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า ลักษณะต่างๆ ในองค์ประกอบทะเลลายมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวก และทางลบผ่านทางลักษณะน้ำมัน/เนื้อปลาสด และน้ำมัน/ผล ไปยังผลผลิตทะเลลาย

ลักษณะผลผลิตทะเลลายและลักษณะองค์ประกอบทะเลลายที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตทะเลลาย เมื่อพิจารณาคู่กับสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ (ตารางที่ 18) พบว่า จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย มีสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตทะเลลาย ($r = 0.898$ และ 0.637 ตามลำดับ) ส่วนลักษณะองค์ประกอบทะเลลายมีสหสัมพันธ์กับผลผลิตทะเลลายต่ำมาก ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตทะเลลายจากสหสัมพันธ์ทางพีโนไทป์ ได้แก่ จำนวนทะเลลาย และน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางพื้นที่ของลักษณะองค์ประกอบทะเลสาบไปยังผลผลิตทะเลสาบ

Characters ¹	Correlation coefficient		Indirect effect												
	Direct effect	NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/WM	O/DM	O/F	O/B	
NB	0.761	0.898	-0.143	-0.004	0.005	0.001	0.000	-0.009	-0.001	0.000	0.007	0.001	0.006	-0.002	
ABW	0.429	0.637	-	0.000	0.002	0.000	-0.001	0.016	0.001	0.000	-0.015	0.001	-0.013	0.001	
AFW	-0.102	0.040	0.006	-	-0.025	0.002	-0.015	0.079	0.014	-0.001	0.048	0.003	-0.174	0.014	
AKW	-0.109	-0.066	-0.020	0.015	-	0.000	0.014	-0.041	-0.001	0.001	-0.001	0.001	0.062	-0.007	
F/B	0.009	-0.021	0.014	-0.005	0.001	-	0.019	-0.033	-0.009	0.000	-0.045	0.003	0.096	0.029	
K/B	0.014	0.038	-0.020	-0.016	-0.025	-0.011	-	-0.109	-0.019	0.002	-0.166	-0.002	0.347	-0.016	
WM/F	0.002	0.144	0.071	0.022	0.019	0.005	-0.029	-	0.024	-0.001	0.072	0.002	-0.294	0.022	
S/F	0.034	-0.027	0.048	-0.034	-0.020	-0.006	0.026	-0.125	-	0.001	-0.153	-0.003	0.356	-0.025	
K/F	0.011	0.002	0.037	-0.039	-0.016	-0.029	0.036	-0.113	-0.018	-	-0.170	-0.003	0.359	-0.029	
O/WM	-0.016	0.369	0.018	-0.025	0.005	0.000	-0.017	0.028	0.011	-0.001	-	0.016	-0.465	0.042	
O/DM	0.075	0.032	0.039	0.018	0.004	-0.003	-0.002	0.010	0.002	0.000	0.182	-	-0.232	0.028	
O/F	-0.009	-0.510	-0.010	0.016	0.014	0.008	-0.026	0.083	0.019	-0.001	0.336	0.015	-	0.045	
O/B	0.003	0.059	-0.027	0.016	0.009	0.008	-0.010	0.054	0.011	-0.001	0.265	0.015	-0.387	-	

หมายเหตุ : ¹ NB = จำนวนทะเลสาบ (ทะเลสาบ/ปี) ABW = นำหนักทะเลสาบเฉลี่ย (กก./ทะเลสาบ) AFW = นำหนักผลผลิต (กรัม) AKW = นำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย (กรัม)

F/B = ผลทะเลสาบ K/B = เนื้อในเมล็ดทะเลสาบ WM/F = เนื้อป่าล้มสดทะเลสาบ S/F = กะลา/ผล K/F = เนื้อในเมล็ดผล

O/WM = นำมัน/เนื้อป่าล้มสด O/DM = นำมัน/เนื้อป่าล้มแห้ง O/F = นำมัน/ผล O/B = นำมันทะเลสาบ

2) การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์

ลักษณะผลผลิตทะเลลาย (ตารางที่ 22) พบว่า จำนวนทะเลลายและน้ำหนักทะเลลายเฉลี่ยมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 0.680 และ 0.390 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า จำนวนทะเลลายและน้ำหนักทะเลลายมีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวกซึ่งกันและกัน โดยลักษณะดังกล่าว มีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวก และทางลบผ่านทางลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย ได้แก่ ผล/ทะเลลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะเลลาย ไปยังผลผลิตทะเลลาย

ลักษณะองค์ประกอบทะเลลาย (ตารางที่ 22) พบว่า น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 1.132 รองลงมาคือ ผล/ทะเลลาย และเนื้อปาล์มสด/ผล มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ 1.022 และ 0.408 ตามลำดับ ส่วนน้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะเลลาย มีอิทธิพลทางตรงในทางลบสูงต่อผลผลิตทะเลลาย มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง เท่ากับ -0.404 และ -1.255 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลทางอ้อม พบว่า ลักษณะต่างๆ ในองค์ประกอบทะเลลาย มีอิทธิพลทางอ้อมในทางบวก และทางลบผ่านทางลักษณะ จำนวนทะเลลาย น้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย ผล/ทะเลลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะเลลาย ไปยังผลผลิตทะเลลาย

ลักษณะผลผลิตทะเลลายและลักษณะองค์ประกอบทะเลลายที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตทะเลลาย เมื่อพิจารณาคู่กับสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (ตารางที่ 18) พบว่า จำนวนทะเลลาย น้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย เนื้อปาล์มสด/ผล และผล/ทะเลลาย มีสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ในทางบวกสูงกับผลผลิตทะเลลาย ($r = 0.936, 0.911, 0.609$ และ 0.323 ตามลำดับ) ดังนั้นลักษณะที่ควรใช้พิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตทะเลลายจากสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ ได้แก่ จำนวนทะเลลาย น้ำหนักทะเลลายเฉลี่ย เนื้อปาล์มสด/ผล และผล/ทะเลลาย

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์เส้นทางจากสหสัมพันธ์ทางจิตในทวีปของลักษณะองค์ประกอบทะเลสาบไปยังผลผลิตทะเลสาบ

Characters ¹	Correlation coefficient	Direct effect										Indirect effect													
		NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/WM	O/F	O/B	NB	ABW	AFW	AKW	F/B	K/B	WM/F	S/F	K/F	O/WM	O/F	O/B
NB	0.936	0.680	-	0.267	-0.023	0.030	0.062	-0.010	-0.179	0.016	0.013	-0.463	0.197	0.346											
ABW	0.911	0.390	0.465	-	0.011	0.038	0.698	-0.097	0.844	-0.021	0.147	-0.490	-0.111	-0.964											
AFW	-0.227	0.047	-0.330	0.094	-	-0.047	-0.468	-0.105	0.196	-0.027	0.064	1.409	-0.466	-0.592											
AKW	-0.590	-0.060	-0.337	-0.246	0.037	-	0.037	0.054	-0.221	-0.004	-0.051	1.004	-0.232	-0.571											
F/B	0.323	1.022	0.041	0.266	-0.021	-0.002	-	0.183	0.012	0.022	-0.085	-0.383	0.082	-0.814											
K/B	-0.206	0.198	-0.036	-0.191	-0.025	-0.016	0.945	-	-0.315	0.025	-0.116	-0.327	0.176	-0.522											
WM/F	0.609	0.408	-0.298	0.806	0.022	0.032	0.031	-0.153	-	-0.010	0.163	0.770	-0.356	-0.807											
S/F	0.038	0.017	0.625	-0.474	-0.075	0.013	1.299	0.286	-0.241	-	-0.189	-2.055	0.660	0.174											
K/F	-0.510	-0.126	-0.072	-0.454	-0.024	-0.024	0.688	0.183	-0.527	0.026	-	-0.227	0.219	-0.170											
O/WM	-0.447	1.132	-0.279	-0.169	0.058	-0.053	-0.345	-0.057	0.278	-0.031	0.025	-	-0.386	-0.619											
O/F	-0.193	-0.404	-0.333	0.107	0.054	-0.034	-0.206	-0.086	0.360	-0.028	0.068	1.082	-	-0.772											
O/B	0.150	-1.255	-0.187	0.299	0.022	-0.027	0.663	0.082	0.262	-0.002	-0.017	0.559	-0.249	-											

หมายเหตุ : ¹NB = จำนวนทะเลสาบ (ทะเลสาบ/ปี) ABW = น้ำหนักทะเลสาบเฉลี่ย (กก./ทะเลสาบ) AFW = น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย (กรัม) AKW = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย (กรัม)
 F/B = ผลทะเลสาบ K/B = เนื้อในเมล็ดทะเลสาบ WM/F = เนื้อเปลือกเมล็ดทะเลสาบ S/F = กะลาผล K/F = เนื้อในเมล็ดผล O/WM = น้ำมันเนื้อเปลือกเมล็ด
 O/F = น้ำมันผล O/B = น้ำมันทะเลสาบ

บทที่ 4

สรุป

การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูกในปาล์มน้ำมัน อายุ 6 เดือนหลังจากปลูก พบว่า สมบัติดินของทุกพื้นที่ปลูกทดลองมีปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำมากและต่ำกว่าดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันทั่วไป การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตใน 4 ลักษณะ คือ จำนวนใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักใบแห้ง พบว่า ทุกลักษณะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากอิทธิพลเนื่องจากพันธุ์ แต่อิทธิพลเนื่องจากพื้นที่ปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันแตกต่างทางสถิติทุกลักษณะ ยกเว้นจำนวนใบ ส่วนอิทธิพลเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูก มีผลทำให้การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันแตกต่างทางสถิติทุกลักษณะ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 เจริญเติบโตดีที่สุดที่พื้นที่ปลูกศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา และแปลงเกษตรกร ส่วนพันธุ์ ม.อ. 130 และ ม.อ. 135 เจริญเติบโตดีที่สุดที่พื้นที่ปลูกสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง การศึกษาอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต พบว่าทุกลักษณะมีค่าต่ำ (0 – 12 %) ยกเว้นความยาวใบมีค่าอัตราพันธุกรรม ประมาณ 60 % การศึกษาสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์และจีโนไทป์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตเหล่านี้ พบว่า ความยาวใบ พื้นที่ใบและน้ำหนักใบแห้งมีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงต่อกัน ($r = 0.680 - 0.839$) โดยการวิเคราะห์เส้นทางสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์และจีโนไทป์ไปยังน้ำหนักใบแห้ง พบว่าทั้งพื้นที่ใบและความยาวใบมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อน้ำหนักใบแห้ง นอกจากนี้พื้นที่ใบยังมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความยาวใบสูงด้วย

การเปรียบเทียบพันธุ์และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปีในลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมัน พบว่า แต่ละปีมีปริมาณฝนต่ำ (1039 – 1203 มม./ปี) โดยปีที่สองมีปริมาณฝนสูงกว่าปีแรกประมาณ 164 มม. การกระจายของฝนในแต่ละเดือนใกล้เคียงกันทั้งสองปี คือ มีฝนตกน้อยกว่า 4 วัน จำนวน 8 เดือน อิทธิพลเนื่องจากพันธุ์มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักเมล็ดในเฉลี่ยแตกต่างทางสถิติ ส่วนอิทธิพลเนื่องจากปี มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนักผลเฉลี่ยเมล็ดใน/ทะลาย เนื้อปาล์ม/ผล กะลา/ผล เมล็ดใน/ผล และน้ำมัน/ผลแตกต่างทางสถิติ สำหรับอิทธิพลเนื่องจากพันธุ์กับปีมีผลทำให้ น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด น้ำมัน/ผล และน้ำมัน/ทะลายแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ย 2 ปีของลักษณะผลผลิตน้ำมันของแต่ละพันธุ์มีความแปรปรวนสูงอยู่ระหว่าง 25.31 – 63.90 กก./ตัน/ปี โดยพันธุ์ที่ 3 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิต

น้ำมันสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีผลผลิตทะลายและจำนวนทะลายสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ค่าเฉลี่ย 18 พันธุ์ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตทะลายของแต่ละปีอยู่ระหว่าง 37.99 – 47.23 และ 128.65 – 152.41 กก./ต้น/ปี โดยปีที่สองให้ผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะลายสูงกว่าปีแรก อย่างไรก็ตามพบว่าในปีที่ 2 จะมีจำนวนทะลายต่ำกว่าปีแรก แต่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงกว่า

อัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ พบว่ามีความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 0 – 66 % ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูงมากกว่า 50 % มี 4 ลักษณะคือ ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย ลักษณะเหล่านี้มีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ต่อกันในทางบวก ยกเว้นน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ยที่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะอื่นๆ ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์โดยพิจารณาจากจำนวนทะลายเป็นหลักจะสามารถเพิ่มผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันให้สูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์เส้นทางสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ไปยังผลผลิตน้ำมัน พบว่าจำนวนทะลายมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมัน แต่ผลผลิตทะลายจะมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมันสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นๆ การวิเคราะห์เส้นทางสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ไปยังผลผลิตน้ำมัน พบว่าจำนวนทะลายมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตน้ำมัน แต่ผลผลิตทะลายกลับมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมันต่ำมาก นอกจากจำนวนทะลายแล้วยังมีลักษณะอื่นๆ ที่มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด ซึ่งลักษณะดังกล่าวเหล่านี้อาจนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูงร่วมกับลักษณะจำนวนทะลายที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกหลัก เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2532. ปาล์มน้ำมัน. สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ดอกเบญจ.

กรมวิชาการเกษตร. 2550. เอกสารวิชาการเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ธีรภาพ แก้วประดับ. 2552. อัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตในปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.).วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2528. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์. 7 : 471-479.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรมนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เข้มมงคล. 2544. สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม สำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ วทท. ปีที่ 23 ฉบับพิเศษ (ปาล์มน้ำมัน) : 691 – 704.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรมนิยม ประกิจ ทองคำ นิทัศน์ สองศรี และ ยงยุทธ เข้มมงคล. 2545. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรมนิยม ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา : Neo Point..

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2548. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์ม
น้ำมัน. (ปก. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์), หน้า 51 – 62. สงขลา : Neo Point.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553. คู่มือการปลูกปาล์มน้ำมันแบบก้าวหน้า. ชุมพร : บริษัท วิจิตรภัณฑ์
ปาล์มออยล์ จำกัด

ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2538. ความ
แปรปรวนในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์. 17 : 251-259.

ประภัสสร เพชรโพธิ์. 2550. องค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะการ
เจริญเติบโตและผลผลิตในปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.).วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรชัย เหลืองอากาศพงศ์. 2523. ปาล์มน้ำมัน. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากร
ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
พืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2545. ความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน.
วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจักษ์ วงษ์กุลเถาะ. 2541. ปาล์มน้ำมัน. กรมส่งเสริมพืชไร่นา กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2551. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551ข. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2551. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพล อุปติสสกุล. 2536. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซต.

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

เอกชัย พุกษ์อำไพ. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : เพ็ท-แพลัน พับลิชชิง.

Beirmaert, A and Vanderweyen, R. 1941. Contribution a l'etude genetique et biomrique des varietes d'*Elaeis guineensis* Jacq. Ser Sci. 27 : 1-101.

Blaak, G., Sparnaaij, L.D. and Menendez, T. 1963. Breeding and inheritance in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res. 4 : 146 – 155.

Broekmans, A.F.M. 1975. Growth, flowering and yield of the oil palm in Nigeria. J. W. Afri. Inst. Oil Palm Res. 2 : 187 – 220.

Corley, R H V. 1973. Midday closure of stomata in the oil palm in Malaysia. MARDI Research Bull. 2: 1-4.

- Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Tan, G.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.
- Corley, R.H.V. and Gray, B.J. 1976. Yield and yield component. *In* Oil Palm Research. (eds. R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B.J. Wood). pp. 77 – 86. Amsterdam : Elsevier.
- Corley, R.H.V. and Lee, C.H. 1992. The physiological basis for genetic improvement of oil palm in Malaysia. *Euphytica* 60 : 179 – 184.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*. Miami : Blackwell.
- Dabholkar, A.R. 1992. *Element of Biometrical Genetic*. Vol. I. New Delhi : Concept Publishing Company.
- Germer, J. and Sauerborn, J. 2004. Solar radiation below the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) canopy and its impact on the undergrowth species composition. *The Planter* 80 : 13 – 27.
- Gray, B.S. 1969. A study of the influence of genetic, agronomic and environmental factors on the growth, flowering and bunch production of the oil palm on the west coast of West Malaysia. Ph.D. Thesis. University of Aberdeen.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9 : 463 – 493.
- Hardon, J.J. 1969. Developments in oil palm breeding. *In* *Progress in Oil Palm*. (ed.P.D. Turner). pp. 13 – 24. Kuala Lumpur : Incorporated Society of Planters.

- Hardon, J.J. 1970. In breeding in populations of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.).
Oleagineux 28 : 1 – 449.
- Hardon, J.J. 1976. Oil palm breeding introduction. *In* Oil Palm Research. (eds. R.H.V. Corley., J.J. Hardon and B.J. Wood), pp. 89 – 108. Amsterdam : Elsevier.
- Hardon, J.J. and Tan, G.Y. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. I. Crossability, cytogenetics and fertility of F1 hybrids of *E. Guineensis* X *E. Oleifera*. Euphytica 18 : 372 – 379.
- Hardon, J.J., Corley, R.H.V. and Ooi, S.C. 1971. Analysis of growth the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). II. Estimation of genetic variances of growth parameter and yield of fruit bunches. Euphytica 21 : 257 – 264.
- Hartley, C.W.S. 1988. The Oil Palm. 3rd ed. London : Longman.
- Henson, I.E. 1991. Limitations to gas exchange, growth and yield of young oil palm by soil water supply and atmospheric humidity. Transactions of Malaysian Society of Plant Physiology 2 : 39 – 45.
- Henson, I.E. 1993. Assessing frond dry matter production and leaf area development in young oil palm. *In* Proc. 1991 PORIM Int. Palm Oil Conference –Agriculture. (ed. Y. Basiron). pp. 473 – 478. Kuala Lumpur : Malaysian Palm Oil Board.
- Henson, I.E. and Chang, K.C. 2000. Oil palm productivity and its component processes. *In* Advance in Oil Palm Research. (eds. B. Yudof, B.S. Jalani and W.C. Kook). Vol. I, pp. 97 – 145. Kuala Lumpur : Malaysian Palm Oil Board.

- Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of height, growth of the stems of *Elaeis guineensis* Jacq. *Oleagineux*. 34 : 492 – 497.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. 1955. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. *Agron. J.* 47 : 477 – 483.
- Kushairi, A., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Zakri, A.H. 1993. Variation in Malaysian dura x pisifera planting materials I. bunch yield. *Elaeis* 6 : 14 – 23.
- Kushairi, A. and Rajanaidu, N. 2000. Breeding population seed production and nursery management. *In Advances in Oil Palm Research*. (eds. B. Yusof, B.S. Jalani and K.W. Chan) Vol.I, pp. 39 – 98. Selangor : SMART Print and Stationer.
- Lee, C.H. and Toh, P.Y. 1992. Yield performance of Goden Hope OPRS DxP planting materials. pp. 24 – 29. Bangi : Palm Oil Research Instiute of Malaysia .
- Luyindula, N., Mantantu, N., Dumortier, F. and Corley, R.H.V. 2005. Effects of inbreeding on growth and yield of oil palm. *Euphytica* 143 : 9 – 17.
- Meunier, J. 1989. *Advance in Oil Palm Breeding*. Nigeria : NIFOR.
- Meunier, J. and Gascon, J.P. 1972. General scheme for oil palm improvement at the IRHO. *Oleagineux* 27 : 1 – 12.
- Mohd Roslan, M.N. and Mohd Haniff, H. (2007). *Technique for Determining Water Use Efficiency (WUE) in Oil Palm*. Kuala Lumpur : Malaysian Palm Oil Board.

- Musa, B.B., Saleh, G.B. and Loong, S.G. 2004. Genetic variability and broad – sense heritability in two Deli – AVROS DxP breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). SABRAO J. Genet. Breed. 36 : 13 – 22.
- Obosesan, I.O. and Fatunla, T. 1982. Heritability of fresh fruit bunch yield and its components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Theor. Appl. Genet. 65 : 65 – 68.
- Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O., Uguru, M.I., Ataga, C.D. and Okolo, E.C. 2007. Genotype by traits relation of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). African Crop Sci. 8 : 723 – 728.
- Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 2008. Genotype and genotype by environment (GGE) biplot analysis of fresh fruit bunch yield and yield components of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). J. Appl. Biosci 8 : 288 – 303.
- Okoye, M.N., Okwuagwu, C.O. and Uguru, M.I. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). American-Eurasian J. Sci. Res. 4 : 59 – 63.
- Okwuagwu, C.O. and Tai, G.C.C. 1995. Estimate of variance components and heritability of bunch yield and yield components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Plant Breeding 114 : 463 – 465.
- 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 tanera breeding population of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. J. Trop. Agric. 46 : 52 – 57.

- Ooi, C.O. and Bin Ngah, A.W. 1976. Oil palm breeding – some aspects of selection. Kuala Lumpur : Incorporated Society of Planters.
- Paramanath, S. 2003. Land selection for oil palm. *In* Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields (eds. T. Fairhurst and R. Hardter). pp. 27 – 58. Basel : International Potash Institute.
- Rafii, M. 1996. Genotype x Environment Interaction and Stability Analysis in 40 Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Progenies Over Six Locations. Ph.D. University Kebangsaan of Malaysia.
- Rafii, M.Y., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Zakri, A.H. 2001. Genotype x environment interaction and stability analyses in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies over six locations. *J. Oil Palm Res.* 13 : 11 – 41.
- Rafii, M.Y., Rajanaidu, N., Jalani, B.S. and Kushairi, A. 2002. Performance and heritability estimations on oil palm progenies tested in different environments. *J. Oil Palm Res.* 14 : 15 – 24.
- Rajanaidu, N., Jalani, B.S., Rao, V. and Kushairi, A. 1993. Genotype – environment interaction (GE) studies in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies. *In* Workshop on Genotype – Environment Interaction Studies in Perennial Tree Crops. (eds. V. Rao, I.E. Henson and N. Rajanaidu), pp. 12 – 32. Kuala Lumpur : Palm Oil Res. Inst. Malaysia.
- Rajanaidu, N., Kushairi, A., Raffi, M., Din, A.M., Maizura, I. and Jalani, B.S. 2000. Oil palm breeding and genetic resources. *In* Advances in Oil Palm Research. (eds. B. Yusof, B.S. Jalani and K.W. Chan) Vol.I, pp. 171 – 244. Selangor : SMART Print & Stationer.

Sparnaaij, L.D., Rees, A.R. and Chapas, L.C. 1963. Annual yield variation in the oil palm.

J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res. 4 : 11 – 125.

Thomson, R.L., Watson, I. and Hardon, J.J. 1986. Inheritance of some components of

yield in deli dura variety of oil palm. Euphytica 18 : 92 – 100.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายวศະพงค์ เอกสมทราเมษฐ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5110620059

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (วิทยาเขตนครศรีธรรมราช)	2550

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

วศະพงค์ เอกสมทราเมษฐ์ และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของ
ลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า. ว. เกษตร. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)