การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในจังหวัดสงขลา

Performance of Commercial Oil Palm Varieties in Songkhla Province

สมทบ เวทโอสถ

Somthob Wet-o-sot

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
2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในจังหวัดสงขลา
ผู้เขียน นายสมทบ เวทโอสถ
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

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

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

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

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม)

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

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

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

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจาการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายสมทบ เวทโอสถ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสมทบ เวทโอสถ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในจังหวัดสงขลา
ผู้เขียน นายสมทบ เวทโอสถ
สาขาวิชา พืชศาสตร์
ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้าในพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกัน รวมถึงประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ ของลักษณะทางการเกษตร (การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน) โดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5, 6 (SR 1, SR 2, SR 3, SR 4, SR 5, SR 6) หนองเป็ด (NP), โกเด้นเทเนอรา (GCT) และพันธุ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คู่ผสม 132 (PSU 132) ทดลองปลูกในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด และอำเภอรัตภูมิ โดยแต่ละพื้นที่ปลูก ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เป็นจำนวน 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลการทดลองตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2554 – พฤศจิกายน 2555 พบว่า พันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกโดยส่วนใหญ่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพันธุ์เมื่อปลูกในพื้นที่ปลูกต่างกัน โดยพันธุ์ PSU 132 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ค่าของผลผลิตทะลายสูงสุด (78.66 กิโลกรัม/ต้น/ปี) ส่วนพันธุ์ SR 2 และ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และอำเภอรัตภูมิให้ผลผลิตทะลายสูงสุด (75.27 และ 132.83 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ) การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีค่าต่ำสุด (26.46 %) ในขณะที่ลักษณะอื่นๆ อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 40.18 – 70.32 % สหสัมพันธ์ของลักษณะความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลาย ($r = 0.42^{**}, 0.54^{**}, 0.36^{**}, 0.42^{**}, 0.81^{**}, 0.65^{**}, 0.32^{**}, 0.39^{**}$ และ 0.89^{**} ตามลำดับ)

Thesis Title	Performance of Commercial Oil Palm Varieties in Songkhla Province
Author	Mr. Somthob Wet-o-sot
Major Program	Plant Science
Academic Year	2012

Abstract

This study aimed at comparing the commercial oil palm varieties grown at different locations in Songkhla province, evaluating the broad–sense heritability and estimating phenotypic correlations among their agronomic characters (vegetative growth, yield, yield components, bunch components and oil yield). Nine commercial varieties including Surat-Thani 1, 2, 3, 4, 5, 6 (SR 1, SR 2, SR 3, SR 4, SR 5, SR 6), Nongpet (NP), Golden Clonal Tenera (GCT) and Prince of Songkla University 132 (PSU 132) were planted at three districts (or locations) in Songkhla province; Khlong Hoi Khong, Ranot and Rattaphum. The experiment at each location was conducted using a completely randomized design (CRD) with four replications. The data have recorded since October 2011 to November 2012. The results showed that genotypes, locations and genotype x location interaction of the most traits were highly significant ($P<0.01$). This indicated genetic variability of genotypes when grown in different locations. Oil palm varieties of PSU 132 gave the highest FFB (fresh fruit bunch) yield (78.66 kg/palm/year) at Khlong Hoi Khong, while SR 2 and SR 6 gave the highest FFB yield (75.27 and 132.83 kg/palm/year) at Ranot and Rattaphum, respectively. Only average bunch weight gave the low value of broad–sense heritability (26.46%), while others characters had the medium values ranged between 40.18-70.32%. The characters including the trunk height, trunk diameter, leaf length, leaf area, bunch number, average bunch weight, percentage of oil per dry mesocarp, percentage of oil per bunch and oil yield gave highly positive correlation coefficients with a FFB yield ($r = 0.42^{**}$, 0.54^{**}, 0.36^{**}, 0.42^{**}, 0.81^{**}, 0.65^{**}, 0.32^{**}, 0.39^{**} and 0.89^{**} respectively).

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(8)
รายการตาราง		(9)
บทที่		
1.	บทนำ	
	บทนำต้นเรื่อง	1
	ตรวจเอกสาร	3
	วัตถุประสงค์	25
2.	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	26
3.	ผล และวิจารณ์	36
4.	สรุป	64
เอกสารอ้างอิง		66
ประวัติผู้เขียน		72

รายงานตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและปัจจัยข้อจำกัดต่างๆ	16
2	สมบัติทางเคมีของดินสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน	17
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลองในหลายสภาพแวดล้อม ใช้แผนการทดลองแบบ CRD โดยพันธุ์ (G) เป็นปัจจัยคงที่ และ พื้นที่ปลูก (L) เป็นปัจจัยสุ่ม	33
4	สมบัติทางเคมีของดินใน 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา	37
5	การกระจายตัวของน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ.2554-2555 ทั้ง 3 อำเภอ จังหวัดสงขลา	38
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเจริญเติบโต	40
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน	41
8	ค่าดุลภาคความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทั้ง 3 พื้นที่ ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์	42
9	ค่าดุลภาคความแปรปรวนของลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์	42
10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	44
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	46
12	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	48
13	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	50
14	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล และเปอร์เซ็นต์-น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	52

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก	54
16	การเปรียบเทียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน	56
17	ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา	58
18	ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน	60
19	สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตกับผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน 3 พื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา	62
20	สหสัมพันธ์ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายและผลผลิตน้ำมัน	63

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

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

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชยืนต้นต้องใช้เวลายาวนานเพื่อที่จะได้มาซึ่งพันธุ์ดี ธีระ (2548) ให้ความหมายของพันธุ์ดีว่าพันธุ์นั้นต้องผ่านการยืนยันว่าปลูกแล้วให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อระยะเวลาสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลักษณะทางเกษตรที่เหมาะสม จึงทำให้การสร้างพันธุ์ใหม่ ๆ ก่อนจะออกมาใช้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกได้นั้นจำเป็นต้องผ่านการปลูกทดสอบในหลายปี และหลายพื้นที่เพื่อให้มั่นใจและสามารถยืนยันถึงความสามารถในการปรับตัว และศักยภาพของพันธุ์นั้นๆ ได้อย่างแม่นยำ (ไพศาล, 2527) ซึ่งในการผลิตน้ำมัน ผลผลิตน้ำมันที่ได้จากปาล์มน้ำมัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักคือ ผลผลิตทะลายที่ได้จากจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และลักษณะคุณภาพของผล โดยเฉพาะผลผลิต

ทะลาย จะเป็นปัจจัยหลักที่บ่งบอกถึงจำนวนทะลายทั้งปีและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยในแต่ละต้น จะเป็นส่วนสำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์นำไปพิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป จังหวัดสงขลาในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้มีการปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้นจนเริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันกันทั่วไป เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน คือ มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ดังนั้นจึงมีพันธุ์ปาล์มน้ำมันหลายพันธุ์ที่ปลูกกันทั่วไปในจังหวัดสงขลา ซึ่งปาล์มน้ำมันที่ปลูกกันโดยทั่วไปได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ดูราและพันธุ์ฟิสิเฟอรา ซึ่งแต่ละพันธุ์อาจมีความแตกต่างกันของลักษณะประจำพันธุ์ จึงได้ทำการศึกษาการปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดสงขลาเพื่อศึกษาถึงศักยภาพของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในจังหวัดสงขลาว่าพันธุ์ไหนเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไป

ตรวจเอกสาร

1. พฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชผสมข้าม ใบเลี้ยงเดียว อยู่ในวงศ์ปาล์ม และเป็นพืชยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตทะลายได้ตลอดทั้งปี เริ่มจากปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 2 ปีครึ่งหลังจากปลูก โดยเฉลี่ยแต่ละต้นควรจะให้ทะลายได้อย่างน้อยหนึ่งทะลาย/ต้น/เดือน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายได้นานกว่า 20 ปี พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกโดยทั่วไป มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้

1.1 เมล็ดและต้นกล้า

เมล็ดปาล์มประกอบด้วย กะลาหรือผนังผลชั้นใน (shell หรือ endocarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (testa หรือ seed coat) เนื้อในเมล็ดหรือเอนโดสเปิร์ม (kernel หรือ endosperm) และเอ็มบริโอ (embryo) ใช้สำหรับการขยายพันธุ์ กะลาเป็นส่วนที่แข็ง โดยมีความหนาตามลักษณะประจำพันธุ์ ทางปลายด้านหนึ่งของกะลาสังเกตเห็นกระจุกเส้นใยปิดรูสำหรับการงอก (germ pore) จำนวน 3 รู รูนี้ทำหน้าที่เป็นช่องให้น้ำผ่านเข้าไปในเมล็ดในช่วงระยะการงอกของเมล็ด จำนวนรูสำหรับการงอกนี้จะสอดคล้องกับจำนวนพูหรือคาร์เพล (carpel) ที่มีเนื้อในเมล็ดและเอ็มบริโอบรรจุอยู่ ดังนั้นในการเพาะเมล็ดปาล์มในระยะแรกของการพัฒนา โดยปกติเมล็ดปาล์มน้ำมันมีระยะพักตัว หากปล่อยให้มีการงอกในสภาพธรรมชาติที่ระดับเปอร์เซ็นต์การงอก 50% จะต้องใช้เวลานาน 3-6 เดือน แต่หากมีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมในการเพาะที่ระดับเปอร์เซ็นต์ 85-90% จะใช้เวลาเพียง 40 วัน เมล็ดที่งอกจะสังเกตเห็นส่วนของรากอ่อน (radicle) เจริญและพัฒนาโผล่ออกมาก่อนทางรูสำหรับการงอก หลังจากนั้นยอดอ่อน (plumule) จึงเจริญออกมาโดยเชื่อมต่อกับรากอ่อนตรงเนื้อเยื่อบริเวณลิ้นใบ (ligule) ซึ่งเป็นที่เกิดของรากชุดแรก (primary roots) ต้นอ่อนจะได้รับอาหารจากใบเลี้ยง (cotyledon) ซึ่งดูดซับอาหารจากเนื้อในเมล็ดและพัฒนาเป็นจาว (haustorium) เมื่อเมล็ดปาล์มเริ่มงอก ในช่วงที่ 3 เดือนแรกหลังจากการงอกอาหารจากจาวจะถูกส่งไปเลี้ยงต้นอ่อนผ่านทางก้านใบเลี้ยง (cotyledon petiole) ที่เชื่อมกับข้อซึ่งลิ้นใบห่อหุ้มอยู่ หลังจากนั้นใบที่เจริญเต็มที่แล้วจึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงและผลิตอาหารเพื่อหล่อเลี้ยงต้นกล้าปาล์มน้ำมันให้เกิดการเจริญเติบโตและพัฒนาต่อไป (Alang *et al.*, 1988)

หลังจากปลูกเมล็ดที่งอกในถุงพลาสติกบรรจุดินประมาณ 1 เดือน จะสังเกตเห็นใบ (leaf blade หรือ lamina) เกิดขึ้น มีลักษณะใบรูปหอก (lanceolate leaf) หลังจาก

นั้นใบใหม่ถูกสร้างขึ้นประมาณ 1 ใบ/เดือน ในเดือนที่ 4 ใบใหม่ที่เจริญและพัฒนาขึ้นจะมีลักษณะรูปใบสองแฉก (bifurcate leaf) จนกระทั่งต้นกล้าอายุประมาณ 6 เดือนเป็นต้นไป ใบใหม่ที่เจริญและพัฒนาขึ้นจึงมีลักษณะใบรูปขนนก (pinnate leaf) บริเวณโคนต้นกล้าที่ระดับผิวดินจะสังเกตเห็นการขยายตัวโป่งออกของลำต้น (bulb) เมื่อกล้าปาล์มอายุประมาณ 3-4 เดือน บริเวณนี้เป็นที่เกิดของรากชุดแรกจริง (first true primary roots) รากชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่กว่ารากอ่อน และจะเจริญทำมุมประมาณ 45 องศากับรากอ่อน หลังจากนั้นจะมีรากชุดที่สอง (secondary roots) เจริญออกมาในทุกทิศทาง (Corley, 1976)

1.2 ราก

ปาล์มน้ำมันมีระบบรากแบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยรากชุดต่างๆประมาณ 4 ชุด รากชุดต่างๆทำหน้าที่ช่วยค้ำจุนลำต้น ดูดซับน้ำและอาหาร รากชุดแรกที่อยู่ในระดับแนวนอนใต้ผิวดิน (horizontal) ยาวประมาณ 3-4 เมตร จากลำต้น ส่วนรากชุดแรกที่อยู่แนวดิ่งลึกลงดิน (vertical descending) ยาวประมาณ 1-2 เมตร จากผิวดิน สำหรับรากชุดที่สอง สาม และสี่ จะเกิดขึ้นเรียงตามลำดับ มีทิศทางเกิดทั้งระดับแนวนอนและแนวดิ่ง (vertical ascending) โดยทั่วไปรากชุดที่สอง สาม และสี่ เกิดมากที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตรจากผิวดิน ทำให้รากบริเวณนี้มีบทบาทสำคัญมากในการดูดซับน้ำและอาหารที่ปาล์มนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต (Jourdan and Rey, 1997)

1.3 ลำต้น

ลำต้นของปาล์มน้ำมันมีลักษณะตั้งตรง ไม่มีกิ่งแขนง ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ที่ถี่มาก แต่ละข้อมีใบ (leaf) จำนวนหนึ่งใบเกิดเวียนรอบลำต้น ในระยะที่ปาล์มอายุยังน้อย (น้อยกว่า 3 ปี) จะสังเกตเห็นใบอยู่ติดกับลำต้นมากกว่า 40 ใบ เมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้นและเริ่มมีการตัดแต่งใบ จะสังเกตเห็นฐานใบที่เป็นรอยตัดแต่งติดอยู่รอบลำต้น รอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้น (leaf scar) นี้ อยู่บนข้อของลำต้นและส่วนที่อยู่ระหว่างข้อคือปล้อง ลำต้นปาล์มที่แก่มาก (อายุมากกว่า 20 ปี) อาจมีความสูงถึง 15-18 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 30-38 เซนติเมตร โดยทั่วไปความสูงของต้นปาล์มจะเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 50 เซนติเมตร

การเจริญเติบโตของลำต้นมีความแปรปรวนมาก ขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม เช่น ในสภาพที่มีร่มเงามากหรือที่อุณหภูมิต่ำ การเจริญเติบโตของใบและลำต้นช้ามาก ในระดับประชากรหนาแน่นหรือต้นปาล์มมีทรงพุ่มที่ติดกันแน่นเมื่ออายุปาล์ม

ประมาณ 7- 8 ปี จะทำให้ต้นปาล์มยืดตัวสูงขึ้นเพื่อแข่งขันการรับแสงในการสร้างอาหารด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเฉพาะใบที่เกิดใหม่จะสังเกตเห็นว่ามีลักษณะตั้งตรงและทำมุมเฉียงกับลำต้นส่วนยอดน้อยกว่า 45 องศา ใบจะมีลักษณะสีจางเพราะขาดแสง ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการยืดตัวของก้านใบและแกนกลางใบเป็นหลักเพื่อให้ได้รับแสง ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต่ำมากเนื่องจากช่อดอกเพศเมียไม่สามารถเจริญและพัฒนาออกมาจากซอกใบได้ (Jacduemard, 1979)

1.4 ใบหรือทางใบ

ใบหรือทางใบ ประกอบด้วย ก้านใบ (petiole) แกนกลางใบ (leaf rachis) และใบย่อย (leaf lets) ซึ่งเกิดจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (apical meristem) ของลำต้น บริเวณดังกล่าวจะมีจุดกำเนิดตาใบอยู่มากกว่า 50 ตาใบ ในปาล์มที่มีอายุ 2-4 ปี จำนวนใบของปาล์มน้ำมันที่ผลิตในแต่ละปีจะอยู่ระหว่าง 30-40 ใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20-25 ใบ/ปีในปาล์มที่มีอายุมากกว่า 8 ปี การเรียงตัวของใบปาล์มเป็นแบบฟิลโลทาซีส (phyllothaxis) โดยใบจะเกิดการเรียงตัวในลักษณะเป็นเกลียวรอบลำต้น (spiral หรือ parastichies) โดยลักษณะการเวียนของใบปาล์มน้ำมันมี 2 แบบ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นหลังการตัดแต่งใบของต้นปาล์มแล้ว แบบแรกคือ การเกิดใบแบบเวียนซ้าย (left-hand phyllotaxy) แบบที่สองคือ การเกิดใบแบบเวียนขวา (right-hand phyllotaxy) การสังเกตการเวียนของใบจะมีประโยชน์สำหรับการนับใบที่เกิดขึ้นเพื่อทราบตำแหน่งของใบ โดยใบล่างหนึ่งๆจะรองรับใบบนจำนวน 2 ใบ ใบบนหนึ่งที่มีลักษณะการเวียนของใบชัดเจน (เวียนซ้ายหรือขวา) จะนับจำนวนใบห่างจากใบล่างจำนวน 5 ใบ การประมาณอายุของปาล์มน้ำมันหลังจากปลูกสามารถสังเกตได้จากจำนวนรอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นหลังการตัดแต่งนี้ โดยประมาณว่าชั้นใบ 3-4 ชั้น ใช้เวลาพัฒนาประมาณ 1 ปี และการเก็บตัวอย่างใบจากใบที่ 17 อย่างถูกต้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและการวัดการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันก็จำเป็นต้องสังเกต การเวียนของใบเช่นกัน (Hartley, 1988)

1.5 ช่อดอก

ช่อดอกปาล์มน้ำมันเกิดจากตาดอก (floral bud) ที่บริเวณซอกมุมใบที่ติดกับต้น ตาดอกอาจพัฒนาเป็นช่อดอกตัวเมีย (female inflorescences) หรือช่อดอกตัวผู้ (male inflorescences) ก็ได้ ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงมีทั้งช่อดอกตัวเมียหรือช่อดอกตัวผู้บนต้นเดียวกันแต่เกิดในตำแหน่งของใบที่แตกต่างกัน และบางครั้งในปาล์มน้ำมันที่อายุยังน้อยอาจ

สังเกตพบช่อดอกแบบผสมหรือช่อดอกกะเทย (mixed or hermaphrodite inflorescences) ช่อดอกแบบผสมคือ มีทั้งช่อดอกย่อย (spikelet) ตัวผู้และตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ส่วนช่อดอกกะเทยคือ มีทั้งดอกตัวผู้ (male flower และดอกตัวเมีย (female flower) อยู่ในช่อดอกย่อยตัวผู้หรือตัวเมียเดียวกันและแต่ละดอกมีการพัฒนาทั้งสองเพศ ทั้งช่อดอกตัวเมียและช่อดอกตัวผู้ประกอบด้วย ก้านช่อดอก (peduncle) ลักษณะอวบใหญ่และแข็ง และมีช่อดอกย่อยจัดเรียงเป็นเกลียวรอบแกนกลางช่อดอก (inflorescence rachis) ช่อดอกย่อยมีจำนวนแปรปรวนตามอายุและตำแหน่งที่เกิดบนแกนกลางช่อดอก

ในปาล์มที่มีอายุประมาณ 8 ปี ช่อดอกตัวเมียประกอบด้วยช่อดอกย่อย (จำนวนมากกว่า 110 ช่อดอกย่อย) และดอก (จำนวนมากกว่า 4,000 ดอก/ช่อดอกย่อย) ส่วนช่อดอกตัวผู้ประกอบด้วยช่อดอกย่อย (จำนวนมากกว่า 160 ช่อดอกย่อย) และดอก (จำนวนโดยเฉลี่ย 785 ดอก/ช่อดอกย่อย หรือประมาณ 126,000 ดอก/ช่อดอก) สามารถผลิตละอองเกสรโดยประมาณถึง 900 ล้านละอองเกสร คิดเป็นน้ำหนักละอองเกสรสด โดยเฉลี่ย 30-50 กรัม/ช่อดอก ในสภาพธรรมชาติความมีชีวิตของละอองเกสรสดมีระยะเวลาประมาณ 7 วัน การเก็บรักษาละอองเกสรในระยะเวลาสั้นๆอาจทำได้โดยการให้ละอองเกสรแห้งที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาในห้องเย็นหรือในภาชนะที่มีแคลเซียมคลอไรด์ ความมีชีวิตรอดของละอองเกสรจะลดต่ำลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา หากเก็บรักษานานถึง 6-8 สัปดาห์ จะทำให้ความมีชีวิตรอดของละอองเกสรลดลงเหลือประมาณ 10% ในการปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องเก็บรักษาละอองเกสรจากต้นพ่อเป็นเวลานาน เพื่อมาใช้ผสมกับต้นแม่ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว วิธีการเก็บละอองเกสรให้คงสภาพความมีชีวิตรอดได้นานมากกว่า 1 ปี ทำได้โดยการลดความชื้นของละอองเกสรให้เหลือน้อยกว่า 5% และเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำที่ -25 องศาเซลเซียส

การพัฒนาของช่อดอกตั้งแต่ระยะตาดอกที่อยู่ในซอกมุมใบจนระยะแก่เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มได้ ใช้ระยะเวลายาวนานประมาณ 42-44 เดือน หรือประมาณ 3 ปีครึ่ง ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดเพศของช่อดอก นอกจากเป็นลักษณะประจำพันธุ์แล้ว ยังมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ปริมาณสมดุลของธาตุอาหารทั้งในดินและใบปาล์ม ปริมาณและการกระจายของฝน ความชื้นดิน และการตัดแต่งใบ เป็นต้น โดยทั่วไปสัดส่วนเพศระหว่างช่อดอกตัวเมียต่อช่อดอกตัวผู้สำหรับปาล์มที่เริ่มให้ผลผลิต (อายุน้อย) ประมาณ 3 : 2 และสัดส่วนนี้จะเปลี่ยนไปเป็น 1 : 2 – 1 : 3 เมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้นตามลำดับ (Corley and Gray, 1976)

1.6 ทะลายและผล

หลังที่ช่อดอกตัวเมียได้รับการผสมแล้วเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 5.5-8 เดือน (โดยเฉลี่ยประมาณ 6 เดือน) ผลปาล์มในทะลายจึงจะสุกพร้อมเก็บเกี่ยวได้ การสุกของผลจะเริ่มจากส่วนฐานของช่อดอกขึ้นมา โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันสามารถผลิตทะลายปาล์มได้ไม่ควรต่ำกว่า 12 ทะลาย/ต้น/ปี มีน้ำหนักต่อหนึ่งทะลายประมาณ 10-30 กิโลกรัม จำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมแล้วประมาณ 500-4,000 ผล โดยเฉลี่ยมีจำนวน 1,600 ผล/ทะลาย พบว่าปาล์มที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมากแต่ทะลายจะมีขนาดเล็ก และเมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้นจะมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อยลงแต่ทะลายจะใหญ่ขึ้น ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-5 เซนติเมตร หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับพันธุ์ น้ำหนักต่อผลประมาณ 3-30 กรัม ผลปาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล มีขนาดและรูปร่างแปรปรวนตั้งแต่กลม รูปไข่ ถึงยาวรี (Hartley, 1988)

2. โครงสร้างทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี แต่ละต้นจะมีช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกันแต่บานไม่พร้อมกัน จึงจัดเป็นพืชผสมข้าม ดังนั้นโครงสร้างพันธุกรรมพื้นฐานของปาล์มน้ำมันจึงอยู่ในรูปของเฮเทอโรไซกัส (Heterozygous) พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันเป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา ซึ่งได้จากการควบคุมการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันชนิดดูรา (แม่พันธุ์) กับปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรา (พ่อพันธุ์) เนื่องจากปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าปาล์มน้ำมันชนิดอื่นๆ การเก็บเมล็ดจากต้นปาล์มที่ไม่ผ่านการควบคุม การผสม (หรือเรียกว่าเมล็ดโคนต้น) จะทำให้ต้นชั่วลูกมีความแปรปรวนสูงและมีผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (ธีระ, 2554)

3. พันธุกรรมของลักษณะและการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

3.1 ลักษณะเชิงคุณภาพของปาล์มน้ำมัน

จัดเป็นลักษณะของปาล์มน้ำมันที่มีอัตราพันธุกรรมสูงมาก และไม่มีอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ลักษณะที่พบมียีนควบคุมเพียงคู่เดียวหรือน้อยคู่

การกระจายตัวของลักษณะในชั่วลูกเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ลักษณะเชิงคุณภาพที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน คือ

3.1.1 ลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เกี่ยวกับการกระจายตัวของลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมันในชั่วลูกที่เกิดจากการผสมระหว่างเทเนอรา x เทเนอรา ดูรา x ฟิสิเฟอรา และดูรา x ดูรา พบว่าลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมันถูกควบคุมด้วยยีนคู่เดียว โดยลักษณะกะลาปาล์มบางมาก หรืออาจมีลักษณะเป็นเยื่อหุ้มเนื้อในเมล็ดปาล์มจะถูกควบคุมด้วยยีนด้อยโฮโมไซกัส (Homozygous) มักพบลักษณะในปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรา เมื่อทดลองทำการผสมระหว่างต้นแม่-พ่อปาล์มน้ำมันชนิดดูรากับฟิสิเฟอราที่มีลักษณะกะลาข้างต้น จะทำให้ได้ปาล์มน้ำมันชนิดลูกผสมเทเนอรา ที่มีลักษณะความหนาของกะลาบางลง และความหนาของกะลาอยู่ระหว่างลักษณะทั้งสอง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมันเป็นบวก (additive gene action)

3.1.2 ลักษณะปรากฏของวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลบริเวณเนื้อปาล์มน้ำมัน เมื่อตัดผลปาล์มตามขวาง

จากการศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เกี่ยวกับการกระจายตัวของลักษณะการปรากฏของวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลบริเวณเนื้อปาล์มเมื่อตัดผลปาล์มน้ำมัน ตามขวางในชั่วลูกที่เกิดจากการผสมระหว่าง เทเนอรา x เทเนอรา ดูรา x ฟิสิเฟอรา และดูรา x ดูรา พบว่า ลักษณะการปรากฏของวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลกระจายตัวบริเวณเนื้อปาล์มชัดเจน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการแสดงออกของยีนเป็นแบบเด่น (dominant gene action) โดยสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นการข่มของยีนแบบสมบูรณ์ เนื่องจากสังเกตเห็นความเด่นชัดของการปรากฏของวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลในปาล์มชนิดฟิสิเฟอราและชนิดเทเนอรา

3.1.3 ลักษณะสีผลปาล์มน้ำมันขณะยังดิบ (ผลสีเขียวและผลสีดำ)

จากการศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยทำการผสมระหว่างต้นปาล์มน้ำมันแบบผลสีเขียว (ต้นพ่อ) จำนวน 1 ต้น กับต้นปาล์มน้ำมันสีดำ (ต้นแม่) จำนวน 9 ต้น พบว่าชั่วลูกที่ได้ของแต่ละคู่ผสม (ทั้ง 9 คู่ผสม) มีลักษณะผลสีเขียว : ผลสีดำ ใน

อัตราส่วน 1 : 1 และเมื่อทำการผสมระหว่างต้นปาล์มน้ำมันผลสีดำ (ต้นพ่อ) จำนวน 1 ต้น กับต้นปาล์มน้ำมันผลสีดำ (ต้นแม่) อีกจำนวน 9 พันธุ์ พบว่าชั่วลูกที่ได้ของแต่ละคู่ผสม (ทั้ง 9 คู่ผสม) มีลักษณะผลสีเขียว : ดำ ในอัตราส่วน 1 : 1 จำนวน 6 คู่ผสม และพบลักษณะผลสีดำทุกต้น จำนวน 3 คู่ผสม จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าลักษณะสีผลปาล์มน้ำมันขณะยังดิบถูกควบคุมด้วยยีนคู่เดียว โดยลักษณะผลสีเขียวถูกควบคุมด้วยยีนด้อยโฮโมไซกัส ในขณะที่ลักษณะผลสีดำถูกควบคุมด้วยยีนเด่นโฮโมไซกัสหรือเฮเทอโรไซกัส (Beirneart and Vanderweyen, 1941)

3.1.4 ลักษณะใบปาล์มน้ำมันบิดเป็นเกลียว (spiral leaf symptom หรือ crow symptom)

โดยทั่วไปลักษณะใบบิดมักจะเริ่มแสดงอาการในปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อย อยู่ระหว่าง 1-4 ปีหลังจากปลูกลงแปลง และอาการใบบิดของปาล์มน้ำมันจะเริ่มหายไปเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้น อย่างไรก็ตามมีรายงานพบว่าลักษณะนี้มีผลกระทบทำให้ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันลดลงถึง 20-50% จากการศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยได้ทำการผสมตัวเองของต้นปาล์มน้ำมันชนิดดูราอายุ 15 ปี ที่มีลักษณะใบปกติ และให้ผลผลิตทะลายสูง จำนวน 4 ต้น และนำต้นลูกที่ได้จากการผสมตัวเองของต้นแม่ดูราแต่ละต้นไปปลูกทดสอบจำนวน 50 ต้นต่อหนึ่งต้นแม่ พบว่าลูกที่เกิดจากการผสมตัวเองต้นแม่ 1 ต้น มีลักษณะใบบิดเกิดขึ้น โดยมีการกระจายตัวของต้นที่มีลักษณะใบบิด และต้นที่มีลักษณะใบปกติ จำนวน 38 และ 12 ต้น ตามลำดับ ส่วนลูกที่เกิดจากการผสมตัวเองของต้นแม่อื่นๆไม่พบต้นที่มีลักษณะใบบิด

จากการศึกษานี้สามารถสรุปถึงสาเหตุอันเนื่องมาจากพันธุกรรมได้ 2 กรณีคือ กรณีแรก ลักษณะใบบิดอาจถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 1 คู่ เนื่องจากมีการกระจายตัวของลักษณะเป็นไปตามกฎของเมนเดล คือ ใบบิด : ใบปกติ มีสัดส่วน 3 :1 ตามลำดับ กรณีที่สองลักษณะใบบิดอาจถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ ที่เป็นอิสระต่อกัน โดยลักษณะใบที่ปกติจะมียีนด้อยโฮโมไซกัสคู่หนึ่งทำหน้าที่เป็นยีนยับยัง (inhibitor gene) ยีนอีกคู่หนึ่งซึ่งเป็นยีนเด่นที่ควบคุมลักษณะใบบิด จีโนไทป์ของยีนเด่นอาจอยู่ในรูปโฮโมไซกัสหรือเฮเทอโรไซกัส และเมื่อยีนด้อยโฮโม-ไซกัสที่ควบคุมลักษณะใบปกติอยู่รวมกันกับยีนโฮโมไซกัสของอีกคู่หนึ่ง จะส่งผลให้ปาล์มมีลักษณะใบบิดด้วยเช่นกัน ผลของการควบคุมด้วยยีน 2 คู่ ที่มียีนยับยั้งต่อลักษณะใบบิดนี้ จะมีการกระจายตัวของลักษณะใบบิด : ใบปกติ ในสัดส่วน 13 : 3 ตามลำดับ ซึ่งในกรณีที่สองนี้มีความเป็นไปได้สูงกว่าในกรณีแรกที่กล่าวแล้ว และมีความสอดคล้องกับข้อมูลการกระจายตัวของลักษณะที่ศึกษาเช่นกัน

3.2 ลักษณะเชิงปริมาณของปาล์มน้ำมัน

ลักษณะเชิงปริมาณจัดเป็นลักษณะของปาล์มน้ำมันที่มีความแปรปรวนสูง ความแปรปรวนนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะปัจจัยสภาพแวดล้อมมักมีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้องต่อการแสดงลักษณะของปาล์มน้ำมันสูง ดังนั้นลักษณะเชิงปริมาณจึงมีอัตราพันธุกรรมแปรปรวนตั้งแต่ต่ำ-สูง เนื่องจากมียีนควบคุมหลายคู่ โดยการกระจายตัวของลักษณะในชั่วรุ่นลูกเป็นแบบต่อเนื่อง ลักษณะเชิงปริมาณที่สำคัญของปาล์มน้ำมัน ได้แก่

3.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ความสูงลำต้น ความยาวใบ ความกว้างและความยาวใบย่อย จำนวนใบย่อย พื้นที่ใบ และจำนวนใบ

3.2.2 ลักษณะผลผลิตทะลาย ได้แก่จำนวนทะลายต่อต้น น้ำหนักต่อทะลาย และน้ำหนักทะลายต่อต้น

3.3.3 ลักษณะองค์ประกอบทะลายปาล์ม ได้แก่ น้ำหนักต่อผล น้ำหนักเนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มสด เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมันเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย

3.3.4 ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตน้ำมันต่อต้นต่อปี ผลผลิตน้ำมันเนื้อในเมล็ดต่อต้นต่อปี ลักษณะเชิงปริมาณดังกล่าวข้างต้นมักมีความแปรปรวนสูง ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ปัจจัย คือ พันธุกรรมและอายุปาล์ม และสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาพแวดล้อมมีความหมายกว้างรวมถึงสิ่งที่ไม่มีชีวิต (abiotic) เช่น ปริมาณน้ำฝน แสง อุณหภูมิ ดิน เป็นต้น และสิ่งที่มีชีวิต (biotic) เช่น โรค แมลง สัตว์ศัตรูต่างๆ เป็นต้น และอาจรวมไปถึงการดูแลรักษาและปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น ระยะปลูก การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การตัดแต่งทางใบ การเก็บเกี่ยวตรงตามกำหนด เป็นต้น

4. ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก

ควรคำนึงปัจจัยสำคัญต่างๆ 6 ปัจจัย คือ ลักษณะภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ความเปียกชื้นของดิน สมบัติทางกายภาพของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสมบัติทางเคมีของดิน แต่ละปัจจัยมีความเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน และส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

4.1 ภูมิอากาศ

4.1.1 ปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝน

เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงมาก ในการจำกัดผลผลิตของปาล์มน้ำมันคือ ความชื้น ปาล์มน้ำมันจึงควรได้รับความชื้นสม่ำเสมอตลอดปี ไม่ว่าจะเป็นความชื้นจากฝน ทะเล หรือจากการให้น้ำจากแหล่งน้ำที่ขุดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณฝนตกควรอยู่ระหว่าง 2,000 – 2,500 มิลลิเมตร/ปี ขึ้นไป และแต่ละเดือนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร/เดือน และต้องไม่มีสภาพแล้งเกินกว่า 3 เดือน การปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันสูง โดยการตอบสนองของปาล์มน้ำมันต่อปริมาณฝนที่ได้รับมักเห็นผลชัดเจนในอีกประมาณ 19-22 เดือน (Hardon and Thomas, 1968) (ตารางที่ 1)

4.1.2 อุณหภูมิ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่ต้องการอุณหภูมิสูง อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 29-33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ระหว่าง 22-24 องศาเซลเซียส (Hartley, 1988) Ferwerda (1977) รายงานว่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันคือ 27 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดที่ 22 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส ทำให้การเจริญเติบโตช้าลงเล็กน้อย แต่ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 17 องศาเซลเซียส พบว่าการเจริญเติบโตลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส และการเจริญเติบโตช้ามากที่อุณหภูมิเฉลี่ย 12 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดที่ 7 และ 17 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะส่งผลกระทบให้การเจริญเติบโตช้าและให้ผลผลิตต่ำ เช่น มีอัตราการฝ่อของช่อดอก (inflorescence abortion) สูง การสุกแก่ทะลายช้า เป็นต้น (Goh, 2000) (ตารางที่ 1)

4.1.3 ปริมาณแสง

ในปาล์มน้ำมัน แสงแดดจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันรองจากน้ำฝน จำนวนช่วงเวลาที่ปาล์มน้ำมันต้องการแสงต่อวัน โดยทั่วไปควรจะมีแสงแดดประมาณ 4–5 ชั่วโมง/วัน จำนวนชั่วโมงแสงที่ปาล์ม-น้ำมันได้รับในรอบปี จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตของปาล์มน้ำมันในอีก 28 เดือนข้างหน้า (Hartley, 1988) Germen และ Sauerborn (2004) รายงานว่าต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับแสงไม่เพียงพอจะมีผลมากต่อปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในช่วงอายุ 2-3 ปี จะมีอาการสูงยาว ทรงพุ่มมีขนาดเล็กคล้ายอาการเป็นโรค เมื่อต้นปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นอาการดังกล่าวจะลดลง แต่ส่วนสำคัญคือ ทรงพุ่มของต้นปาล์มน้ำมันมีขนาดเล็ก ทางใบแคบ ทำให้ผลผลิตลดลง (ตารางที่ 1)

4.1.4 ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ

ปาล์มน้ำมันชอบอากาศแบบชุ่มชื้น ซึ่งพื้นที่ปลูกควรมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยในรอบปีสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปจึงจะทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติและสามารถให้ผลผลิตสูง ความชื้นในอากาศมีผลต่อปาล์มน้ำมันโดยตรงซึ่งได้มีรายงานว่าในสภาพที่มีแสงแดดจัด ความชื้นของอากาศ จะมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีความแปรปรวนของผลผลิตได้ถึง 400 กิโลกรัม/ไร่/ปี (พรชัย, 2523) (ตารางที่ 1)

4.1.5 ความเร็วลม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ไม่ทนต่อลมที่พัดแรง ความเร็วลมที่เหมาะสมควรน้อยกว่า 15 เมตร/วินาที ความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในการคายระเหยน้ำของใบและการดูดซับน้ำและแร่ธาตุอาหารในดิน (Paramananthan, 2000) (ตารางที่ 1)

4.2 ภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศจะพิจารณาถึงความลาดชันของพื้นที่ปลูก พื้นที่ปลูกที่มีความลาดชันเพิ่มขึ้นจะมีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานในพื้นที่สูงทั้งด้านแรงงานและเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งต้องเพิ่มการจัดการสวนสูงกว่าที่มีความลาดชันน้อย การจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกแบ่งเป็น 5 ระยะ (ธีระ, 2554) คือ

4.2.1 พื้นที่มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 0-12 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0-6 องศา จัดเป็นพื้นที่ที่เหมาะสม

4.2.2 พื้นที่มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 12-23 เปอร์เซ็นต์ หรือ 6-12 องศา จัดเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง

4.2.3 พื้นที่มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 23-38 เปอร์เซ็นต์ หรือ 12-20 องศา จัดเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมน้อย

4.2.4 พื้นที่มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 38-50 เปอร์เซ็นต์ หรือ 20-26 องศา จัดเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม

4.2.5 พื้นที่มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า 26 องศา จัดเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมที่สุด (ตารางที่ 1)

4.3 ความเปียกชื้นของดิน

ความเปียกชื้นของดินมีปัจจัยที่ต้องพิจารณา 2 ประการ คือ การระบายน้ำของดิน และการท่วมขังของน้ำ (ธีระพงศ์, 2538) (ตารางที่ 1)

4.3.1 การระบายน้ำของดิน

การระบายน้ำของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตและการตั้งตัวของต้นปาล์มน้ำมันที่ลงปลูกใหม่ ปกติปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่ค่อนข้างไม่ทนต่อการท่วมขังของน้ำ ในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีการระบายน้ำไม่ดีทำให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นในพื้นที่ดังกล่าวควรมีการทำระบบการระบายน้ำเพื่อให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 1)

4.3.2 การท่วมขังของน้ำ

พื้นที่ที่มีการท่วมขังของน้ำนาน จัดเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันที่ปลูกใหม่หรือมีอายุน้อย เนื่องจากการท่วม

ขังของน้ำจะทำความเสียหายให้กับต้นปาล์มจำนวนมากและต้องมีการปลูกซ่อมใหม่ การป้องกันการท่วมขังของน้ำในพื้นที่ดังกล่าวจึงมีความจำเป็นมาก (ตารางที่ 1)

4.4 ลักษณะทางกายภาพของดิน

4.4.1 เนื้อดินและโครงสร้าง

ดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันมาก เช่น ดินร่วน ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินเหนียวปนทราย ส่วนดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันน้อยมาก เช่น ดินทราย ดินกรวด และดินเหนียวแบบแน่นทึบมาก โดยเฉพาะดินทรายซึ่งมีโครงสร้างโปร่งทำให้เก็บความชื้นได้น้อยและมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก (ตารางที่ 1)

4.4.2 ระดับความลึกถึงชั้นดินดานแข็ง

ระดับความลึกถึงชั้นดานแข็ง ที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันปานกลางถึงมากควรมีค่ามากกว่า 50 เซนติเมตร ดินที่มีหน้าดินตื้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันไม่ดี (ตารางที่ 1)

4.4.3 ระดับความลึกถึงชั้นกรดซัลเฟต

ระดับความลึกถึงชั้นกรดซัลเฟต ที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันปานกลางถึงมาก ควรมากกว่า 75 เซนติเมตร ชั้นดินตื้นที่มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 3.5 จะมีความเป็นพิษต่อราก และทำให้รากดูดซับธาตุอาหารได้น้อยลง (ตารางที่ 1)

4.4.4 ระดับความหนาของดินชั้นอินทรียวัตถุ

ระดับความหนาของดินชั้นอินทรียวัตถุหรือชั้นพีท ที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันปานกลางถึงมาก ควรน้อยกว่า 200 เซนติเมตร การที่ดินมีชั้นอินทรียวัตถุหนามากจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลง (ตารางที่ 1)

4.5 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

4.5.1 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (effective cation exchange capacity, ECEC)ของดินบ่งบอกถึงระยะการผุสลายตัวของดินหรือชนิดของแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของดิน ดินที่มีค่า ECEC ต่ำแสดงว่ามีแร่ดินเหนียวพวกเคโอลิไนท์มาก แร่ดินเหนียวชนิดนี้มีความจุในการดูดจับแร่ธาตุอาหารได้น้อย จึงยึดธาตุอาหารปุ๋ยที่ใส่ลงในดินได้น้อย (ตารางที่ 1)

4.5.2 ความอิ่มตัวของด่าง

ค่าความอิ่มตัวของด่างในดินบ่งบอกถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในขณะนั้น ค่าความความอิ่มตัวของด่างในดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันมาก ควรมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

4.5.3 ความเค็ม

ปาล์มน้ำมันไม่ทนต่อความเค็มของดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงตั้งแต่ 3 มิลลิโมห์ ขึ้นไป เนื่องจากทำให้ผลผลิตลดลง นอกจากนี้ทำให้เกิดปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย (ตารางที่ 1) (ธีระ, 2554)

ตารางที่ 1 การจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและปัจจัยข้อจำกัดต่างๆ

ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก ข้อจำกัด	ความเหมาะสมมาก		เหมาะสมปานกลาง มีปานกลาง	เหมาะสมน้อย มีรุนแรง	เหมาะสมน้อยมาก มีรุนแรงมาก
	ไม่มี	มีเล็กน้อย			
1. ภูมิอากาศ					
-ปริมณฝน (มม./ปี)	2,000-2,500	2,500-3,000	3,000-4,000	4,000-5,000	>5,000
-ช่วงฤดูแล้ง (เดือน)	0	1	2-4	5-6	>6
-ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (°ซ)	26-29	29-32	32-34	34-36	>36
-ปริมาณแสง (เมกะจูล/ม.^{2}/วัน)	16-17	17-19	19-21	21-23	>23
-ความเร็วลม (ม./วินาที)	<10	10-15	15-25	25-40	>40
2. ภูมิประเทศ					
-ความลาดชัน (%)	0-4	4-12	12-23	23-38	>38
-ความลาดชัน (°)	0-2	2-6	6-12	12-20	>20
3. ความเปียกชื้นของดิน					
-การระบายน้ำ	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
-การท่วมขังของน้ำ	ไม่ท่วม	ไม่ท่วม	ท่วมขังเล็กน้อย	ท่วมขังปานกลาง	ท่วมขังรุนแรง
4. สมบัติทางกายภาพของดิน					
-เนื้อดินและโครงสร้าง[1]	SL, L, SiL	CL, SiCL, SC,	SCL, LS, SiC, SC	C, P	S, C, G
-ความลึกถึงชั้นดานแข็ง (ซม.)	>100	75-100	50-75	25-50	<50
-ความลึกชั้นกรดซัลเฟต (ซม.)	>100	-	75-100	50-75	<50
-ความหนาของดินอินทรีย์ (ซม.)	-	0-50	50-200	200-500	>500
5. ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน					
-ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมล/กก. ดิน)	>24	16-24	<16	-	-
-ความอิ่มตัวของด่าง (%)	>50	35-50	<35	-	-
-อินทรียวัตถุ (%)	1.5-2.0	2.0 หรือ<1.5	-	-	-
-ความเค็มที่ความลึก 50 ซม. (มิลลิโมห์/ซม.)	0-1	1-2	2-3	3-4	>4
-จุลธาตุ	-	ขาด	เป็นพิษ	-	-

หมายเหตุ: [1]SL=ดินร่วนปนทราย L=ดินร่วน SiL=ดินร่วนปนทรายแป้ง CL=ดินร่วนปนเหนียว SiCL=ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง SC=ดินเหนียวปนทราย SCL=ดินร่วนเหนียวปนทราย LS=ดินทรายปนร่วน SiC=ดินเหนียวปนทรายแป้ง C=ดินเหนียว S=ดินทราย P=ดินพีทหรือดินพรุ G=ดินกรวดหรือดินลูกรัง

ที่มา: ชัยรัตน์ และ ธีระพงศ์ (2553); Goh (2000); Paramananthan (2000)

4.6 สมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดินมีความสำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้ธาตุอาหาร

แก่ปาล์มน้ำมันในอัตราที่สูง เพื่อรักษาระดับปริมาณธาตุอาหารที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

สมบัติทางเคมีของดิน[1]	ระดับปริมาณธาตุอาหารในดิน			
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความเป็นกรดด่าง (pH (1:5, ดิน:น้ำ))	<3.50	4.00	4.20	5.50
อินทรีย์คาร์บอน (organic C (%))	<0.80	1.20	1.50	2.50
ไนโตรเจนทั้งหมด (total N (%))	<0.08	0.12	0.15	0.25
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P (มก./กก. ดิน))	<120	200	250	400
ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ (avail. P (มก./กก. ดิน))	<8	15	20	25
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K (เซนติโมล/กก. ดิน))	<0.08	0.20	0.25	0.30
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg (เซนติโมล/กก. ดิน))	<0.08	0.20	0.25	0.30
ทองแดงที่เป็นประโยชน์ (avail. Cu (มก./กก. ดิน))	<4	<5	5	>6
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (ECEC (เซนติโมล/กก. ดิน))	<6	12	15	18

หมายเหตุ: [1]avail.=available, exch.=exchangeable, ECEC = effective cation exchange capacity, มก./กก.= พีพีเอ็ม (ppm) และเซนติโมล/กก. (cmol/kg) = มิลลิอีควิฟวาเลนท์/100 กรัมดิน (หรือ meq/100 กรัมของดิน)

ที่มา: Rankine และ Fairhurst (1998)

5. การปลูกและการรักษาโดยทั่วไป

5.1 การปลูก

ในพื้นที่ดอนหรือพื้นที่ลุ่มที่มีการระบายน้ำที่ดี ช่วงเวลาในการปลูกปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมควรอยู่ในช่างต้นฤดูฝนจนถึงกลางฤดูฝน คือประมาณเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม เนื่องจากดินมีความชื้นมากและเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของรากปาล์ม ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันสามารถตั้งตัวได้รวดเร็วและเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง สำหรับในพื้นที่ลุ่มมากและมีการระบายน้ำได้ไม่ดี หรือมักมีน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน เช่น พื้นที่นาร้างที่มีการยกร่อง ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงปลายฤดูฝน คือประมาณเดือนพฤศจิกายน-มกราคม ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยง

การท่วมขังของน้ำในแปลงก่อนที่รากปาล์มจะมีการเจริญเติบโตหลังการปลูก ขั้นตอนต่างๆที่สำคัญสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรดำเนินการให้สอดคล้องกับช่วงเวลาการปลูก มีดังนี้

5.1.1 การเตรียมพื้นที่ปลูก

การเตรียมพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ควรมีการไถปรับสภาพพื้นที่ในช่วงฤดูแล้งอย่างน้อย 2 ครั้ง ซึ่งช่วงนี้มีฝนน้อยหรือไม่มีฝนทำให้สะดวกต่อการทำงาน การไถครั้งแรกใช้วิถีการไถอย่างหยาบโดยการใช้รถแบบ 3 จาน และการไถครั้งที่สองใช้วิธีการไถอย่างละเอียดโดยใช้การไถแบบ 7 จาน ทำให้เนื้อดินร่วนซุยเหมาะสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

5.1.2 ระยะปลูก การทำแผนผังแปลงและการเตรียมหลุมปลูก

ในการปลูกปาล์มน้ำมันนิยมใช้วิธีการปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า เนื่องจากทรงพุ่มของปาล์มน้ำมันมีลักษณะรูปวงกลม และสามารถปลูกต้นปาล์มได้จำนวนมากกว่าการปลูกแบบสี่เหลียมจัตุรัสประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ระยะปลูกที่แนะนำโดยทั่วไป คือ 9 x 9 x 9 เมตร ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรประมาณ 22 ต้น/ไร่ สมการในการคำนวณจำนวนต้นต่อไร่ในการปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า และระยะระหว่างแถวคือ

$$\text{จำนวนต้นต่อไร่} = 1600 / [\text{ระยะปลูก} \times \sqrt{(\text{ระยะปลูก})^2 - (\text{ระยะปลูก}/2)^2}]$$

$$\text{ระยะระหว่างแถว (เมตร)} = \sqrt{(\text{ระยะปลูก})^2 - (\text{ระยะปลูก}/2)^2}$$

การทำผังปลูกมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการได้รับแสงของต้นปาล์มน้ำมัน มีวิธีการคือ ให้ปักหลักแรกโดยเริ่มจากมุมแปลงหนึ่ง แล้วทำแถวแรกตามแนวยาวในทิศทางเหนือ-ใต้ ภายในแถวปักหลักทำเครื่องหมายระยะห่าง 9 เมตร หลังจากนั้นทำมุมตั้งฉากที่ปลายแถวแรกทั้งสองด้าน โดยในแต่ละด้านทำแถวตามแนวยาวในทิศทางตะวันออก-ตะวันตก ภายในแถวที่ตั้งฉากนี้ปักหลักทำเครื่องหมายระยะห่าง 7.79 เมตร แล้วทำการปักหลักของแถวที่สอง ในตำแหน่งที่ห่างจากแนวตั้งฉาก 4.5 เมตร หลังจากนั้นปักหลักภายในแถวที่สองใช้ระยะห่าง 9 เมตร สำหรับแถวถัดๆไปดำเนินการเช่นเดียวกับแถวที่หนึ่งและสอง

การเตรียมหลุมปลูก ใช้วิธีขุดหลุมปลูกที่ขนาดกว้างและยาวประมาณ 45 เซนติเมตร และหลุมลึกประมาณ 35-40 เซนติเมตร หรือมีขนาดหลุมปลูกกว้าง ยาว และลึกกว่าขนาดของถุงปาล์มเล็กน้อย หลังจากนั้นอาจมีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (rock

phosphate, 0-3-0) รองก้นหลุม อัตราประมาณ 250-500 กรัม/หลุม แล้วใช้ดินที่ขุดขึ้นมาปิดปกคลุมปุ๋ยที่ใส่บางๆ

5.1.3 การทำถนนและร่องระบายน้ำ

การทำถนนและร่องระบายน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกในการขนย้ายผลผลิตและป้องกันไม่ให้มีน้ำท่วมขังในสวนปาล์มน้ำมัน ในกรณีที่พื้นที่มีขนาดใหญ่ การทำถนนอาจทำได้ 2 แบบ คือถนนหลักและถนนรอง ถนนหลักภายในสวนมักใช้สำหรับแบ่งพื้นที่ในสวนออกเป็นแปลงย่อย ขนาดแปลง 50-100 ไร่ มีความกว้างของถนนประมาณ 6 เมตร ส่วนถนนรองภายในสวนมีความกว้างของถนนประมาณ 4 เมตร ในกรณีพื้นที่มีขนาดเล็ก คือน้อยกว่า 50 ไร่ อาจทำเฉพาะถนนรองภายในสวนเท่านั้น สำหรับร่องระบายน้ำควรจัดทำตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจากสภาพแนวลาดชันของพื้นที่

5.1.4 การขนย้ายต้นกล้าและการปลูกปาล์มน้ำมัน

คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์และไม่มีลักษณะผิดปกติใดๆที่มีอายุระหว่าง 8-14 เดือน เพื่อขนย้ายมายังแปลงปลูก โดยป้องกันไม่ให้ต้นกล้าได้รับความกระทบกระเทือนจากการขนย้ายมากนัก หลังจากนั้นจัดวางต้นกล้าในตำแหน่งของหลักที่ปักหรือหลุมปลูก ทำการปลูกโดยให้โคนต้นกล้าอยู่ในแนวระดับผิวดินแล้วใช้ดินที่ขุดขึ้นมาปิดกลบให้แน่นพอประมาณ การปลูกต้นกล้าถ้าให้โคนต้นอยู่ลึกจากระดับผิวดินมากเกินไปจะทำให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตช้ามาก

ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันขั้นตอนการย้ายและการจัดวางต้นกล้าปาล์มแต่ละพันธุ์หรือคู่ผสมในแปลงปลูกมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากขั้นตอนนี้มีโอกาสเกิดการปลอมปนระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมันมากที่สุด เพราะว่าขั้นตอนนี้มีการปฏิบัติงานของคนงานจำนวนมาก วิธีการควรดำเนินการอย่างเป็นระบบมีดังนี้

5.1.4.1 จัดทำแผนผังของแผนการทดลองในแปลงปลูกในแผ่นกระดาษและสมุดบันทึกข้อมูล

5.1.4.2 จัดวางต้นกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่างๆที่หลุมปลูกตามแผนผังของแผนการทดลอง

5.1.4.3 ตรวจสอบความถูกต้องของพันธุ์ปาล์มน้ำมันหรือคู่ผสมที่จัดวางที่ข้างหลุมก่อนทำการปลูก

5.1.5 การปลูกพืชคลุม

การปลูกพืชคลุมตระกูลถั่วในสวนปาล์มน้ำมัน มีประโยชน์ในการควบคุมวัชพืชและป้องกันการชะล้างของหน้าดิน รวมทั้งช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากพืชตระกูลถั่วจะช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และปลดปล่อยให้กับดินซึ่งปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และเมื่อใบหรือต้นพืชตระกูลถั่วย่อยสลายก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อปาล์มน้ำมันเช่นกัน ส่งผลให้ต้นปาล์มเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงขึ้น

5.2 การดูแลรักษาภายหลังการปลูก

ปาล์มน้ำมันที่ได้รับการดูแลรักษาดีอย่างต่อเนื่อง ภายหลังจากการปลูกจะมีการเจริญเติบโตดี ส่วนของต้นปาล์มน้ำมันต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษในระยะหลังจากการปลูกจนถึงระยะเริ่มให้ผลผลิต (อายุประมาณ 2-3 ปี) คือใบ โดยจะต้องลดความเสียหายต่างๆที่เกิดกับใบ เนื่องจากใบมีความสำคัญในการสร้างอาหารด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ดังนั้นภายหลังจากการปลูกปาล์มน้ำมันควรตรวจสอบต้นปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ เช่น เมื่อพบต้นที่ปลูกใหม่ไม่ตั้งตรง จะต้องปรับให้ต้นอยู่ในสภาพตั้งตรงทันที หากทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานจะทำให้ยากต่อการให้ต้นตั้งตรง เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันจะมีรากใหม่เกิดขึ้นจำนวนมาก เมื่อพบบริเวณใดที่มีน้ำขังจะต้องระบายน้ำออกทันที โดยเฉพาะโคนต้นปาล์มน้ำมัน และเมื่อพบสัตว์ศัตรูและแมลงทำลายจะต้องทำการป้องกันกำจัด สัตว์ศัตรูที่สำคัญที่สุดในระยะหลังจากการปลูกคือ สัตว์ที่กัดกินต้นปาล์มน้ำมัน เช่น หนู โดยมักกินส่วนของโคนต้นปาล์มน้ำมัน จนเข้าทำลายส่วนของปลายยอดของต้นปาล์มน้ำมัน ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันตาย การป้องกันอาจใช้ลวดตาข่ายห่อปิดโคนต้นปาล์มน้ำมัน รวมถึงการใช้กับดัก เป็นต้น ส่วนแมลงที่เป็นศัตรูสำคัญในช่วงระยะปลูกคือ แมลงที่กัดกินใบปาล์มน้ำมัน เช่น ด้วงกุหลาบ (*Adoretus compessus* Weber) ซึ่งเข้าทำลายโดยการกัดกินใบในเวลากลางคืน ส่วนกลางวันจะหลบซ่อนตัวบริเวณซอกโคนใบปาล์มน้ำมัน การป้องกันและกำจัดแมลงชนิดนี้อาจใช้สารเคมีประเภทดูดซึม เช่น ฟูราดาน อัตรา 200 กรัม/ต้น ใส่รอบยอดอ่อนและซอกโคนใบ หรือสารคลอร์ไพริฟอส อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ราดรอบยอดอ่อนและซอกโคนใบ ต้นละประมาณ 100-250 มิลลิลิตร หรือใช้สารไล่ คือลูกเหม็น ใส่ไว้ที่ซอกโคนใบประมาณ 2-3 เม็ดต่อต้น

การปลูกซ่อมต้นที่ได้รับความเสียหายจากการทำลายของหนู หรือต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตผิดปกติ ควรขุดทิ้งและปลูกซ่อมทันที โดยใช้ต้นกล้าที่มีอายุใกล้เคียงกับต้นปาล์มน้ำมันเดิมที่ปลูก

การจำกัดวัชพืชในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะบริเวณโคนต้นจะสามารถช่วยลดการเข้าทำลายของหนูได้ และช่วยลดการแข่งขันการใช้ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน เช่น ธาตุอาหาร แสง และน้ำ เป็นต้น ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง การใช้แรงคนร่วมกับเครื่องตัดทำลายวัชพืชเป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่หากจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชประเภทดูดซึม ควรต้องระมัดระวังไม่ให้สารเคมีกระทบในปาล์มน้ำมัน และต้องไม่ฉีดพ่นสารเคมีบริเวณโคนต้นปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสารเคมีดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อรากและต้นปาล์มน้ำมัน ทำให้ต้นมีลักษณะเหลืองคล้ายขาดธาตุไนโตรเจนและชะงักการเจริญเติบโต

ช่อดอกแรกที่เกิดขึ้นในขณะที่ปาล์มน้ำมันมีอายุน้อย (16-24 เดือนหลังจากปลูก) ทั้งช่อดอกเพศผู้และเพศเมียควรทำการตัดทิ้งหรือดึงช่อดอกทิ้ง เพื่อให้ต้นปาล์มน้ำมันได้มีการเจริญเติบโตทาง ลำต้นได้เต็มที่ ข้อควรระวังคือ ต้องไม่ตัดใบที่รองรับช่อดอกนั้นทิ้ง การตัดใบควรเริ่มตัดในช่วงที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตคือประมาณในปีที่ 3 หลังจากการปลูก ควรตัดใบเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น ปกติเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตแล้วควรตัดใบให้เหลือใบอย่างน้อย 2 ชั้นล่างจากทะลายปาล์มน้ำมันต่ำสุด ใบที่ตัดไม่ควรวางกองไว้เพราะนอกจากจะทำให้ใบย่อยสลายช้าแล้ว ยังทำให้เป็นที่หลบซ่อนของหนูซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของปาล์มน้ำมัน ดังนั้นควรวางใบที่ตัดทิ้งให้กระจายรอบโคนต้นคลุมหน้าดินเพื่อให้ใบย่อยสลายเร็วขึ้น และช่วยรักษาความชื้นในดินบริเวณโคนต้นด้วย นอกจากใบแล้วอาจใช้ทะลายปาล์มน้ำมันเปล่าคลุมโคนต้นปาล์มน้ำมันร่วมด้วยได้เช่นกัน

การให้น้ำในปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งจะช่วยรักษาความชื้นดินในแปลงปลูกให้สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ซึ่งมีผลทำให้ต้นปาล์มมีการเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำอย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มักไม่มีแหล่งน้ำจึงมักอาศัยฝนเพียงอย่างเดียว

การเก็บเกี่ยวผลผลิตควรเก็บเกี่ยวทุก 7-15 วัน เมื่อปาล์มน้ำมันถึงอายุเก็บเกี่ยว คือประมาณเดือนที่ 31 หลังจากปลูก ควรเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่พอเหมาะ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนสีของผลปาล์มน้ำมันในทะลายและการร่วงของผลจากทะลายบนต้น

จำนวน 3-5 ผล ไม่ควรเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันดิบหรือสุกแก่ไม่เต็มที่ เพราะจะทำให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ต่ำ

6. ความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ต้องการธาตุอาหารสูงในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยมีการประมาณการกันว่าจะใช้ธาตุอาหารสะสมในช่วงการเจริญเติบโต 9 ปีแรกหลังจากปลูกลงแปลงดังนี้ ไนโตรเจน (N) 196-275 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัส (P) 32-43 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียม (K) 296-398 กิโลกรัม/ไร่ แมกนีเซียม (Mg) 50-67 กิโลกรัม/ไร่ และแคลเซียม (Ca) 84-115 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นสัดส่วน N : P : K : Mg : Ca ประมาณ 6.12 : 1 : 9.25 : 1.56 : 2.63 ตามลำดับ ในขณะเดียวกันก็มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายออกไปด้วยซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารออกไปกับผลผลิต โดยทุกๆ 1,000 กิโลกรัมของผลผลิตนั้น ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, K, Mg, Ca ออกไปประมาณ 2.94, 0.44, 3.71, 0.77 และ 0.81 กิโลกรัม. ตามลำดับ คิดเป็นสัดส่วน N : P : K : Mg : Ca ประมาณ 6.68 : 1 : 8.43 : 1.75 : 1.84 ตามลำดับ ดังนั้นถ้ามีการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปมากก็มีการสูญเสียธาตุอาหารไปมากเช่นเดียวกัน นอกจากนี้การที่มีฝนตกชุกก็ทำให้มีการชะล้างธาตุอาหารออกไปจากดิน ทั้งที่ติดไปกับดินที่ถูกชะล้างและชะล้างสูญเสียไปกับน้ำใต้ดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

7. สหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน

สหสัมพันธ์ (correlation) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร โดยลักษณะต่างๆ ของพืชอาจมีความสัมพันธ์กัน เช่น ลักษณะทั้ง 2 มีสหสัมพันธ์ในทางบวก แสดงว่าถ้าลักษณะหนึ่งเพิ่ม อีกลักษณะหนึ่งเพิ่มตาม แต่ถ้ามีสหสัมพันธ์ในทางลบแสดงว่าถ้าลักษณะหนึ่งเพิ่ม อีกลักษณะหนึ่งกลับลดลง ซึ่งความสัมพันธ์ที่สังเกตได้จากพืชนั้น เป็นสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (phenotypic correlation) (ไพศาล, 2527) โดยสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วน คือสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อม (environmental correlation) และสหสัมพันธ์ทางจีโนไทป์ (genotypic correlation) โดยการที่สองลักษณะนั้นมีความสัมพันธ์กัน มักเกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ การที่ยีนคู่เดียวสามารถควบคุมได้ 2 ลักษณะ (pleiotropy) และยีนที่ควบคุมลักษณะทั้ง 2 อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (linkage) (พีระศักดิ์, 2525)

8. อัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมัน

อัตราพันธุกรรม (heritability) หมายถึงส่วนของความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมกับความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น (พีระศักดิ์, 2525) โดยค่าอัตราพันธุกรรมจะมีความแปรปรวนได้ง่าย ถ้าใช้วิธีการแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ ฤดูปลูก และสถานที่ปลูก เป็นต้น ก็อาจส่งผลให้อัตราพันธุกรรมแตกต่างไปด้วยเช่นกัน ซึ่งอัตราพันธุกรรมสามารถประเมินค่าได้ 2 แบบ ได้แก่ อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability, $h^2_{b.s.}$) โดยเป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมดต่อความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมด (พีระศักดิ์, 2525) อัตราพันธุกรรมชนิดนี้อาจแปลความหมายได้ดังนี้ ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 100 % แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมดเป็นผลมาจากยีนเพียงอย่างเดียว แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 % แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมดไม่ได้เกิดจากผลของยีนแต่อย่างใด แต่เป็นผลที่เกิดจากสภาพแวดล้อม และอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ (narrow sense heritability, $h^2_{n.s.}$) เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดจากยีนที่แสดงผลในแบบบวกต่อความแปรปรวนทั้งหมด

อัตราพันธุกรรมอย่างแคบนี้จะชี้ให้เห็นถึงอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากลักษณะพ่อและแม่ ไปยังลูกหลาน (ไพศาล, 2527) ใช้ทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะหรือการตอบสนองต่อการคัดเลือก และใช้เป็นหลักในการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม เช่น ถ้าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าสูงก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่ายๆได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าต่ำก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกได้ยาก เนื่องจากอาจต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยอื่นๆควบคู่ไปด้วย ซึ่งมักเกิดจากสาเหตุ 2 ปัจจัย คือ เชื้อพันธุกรรมหรือประชากรที่ใช้มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่ต่ำ หรือลักษณะที่ศึกษามียีนที่ควบคุมลักษณะจำนวนมากและมีอิทธิพลสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจำแนกให้ได้ว่าเกิดจากปัจจัยใด หากเกิดจากปัจจัยแรกโอกาสในการปรับปรุงลักษณะนั้นให้ประสบความสำเร็จนั้นน้อย แต่ถ้าหากเกิดจากปัจจัยที่สอง โอกาสในการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะนั้นให้ประสบความสำเร็จมีสูงกว่าโดยอาจกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์เป็นพันธุ์ลูกผสมเปิดหรือพันธุ์ลูกผสม โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างและแบบแคบ หากค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างสูง แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบต่ำมาก แสดงว่าลักษณะนั้นอาจมีการแสดงออกของยีนแบบเด่นสูงหรือมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบไม่เป็นผลบวกสูง (non-additive genetic variance)

การพัฒนาพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะดังกล่าวอาจต้องมุ่งเน้นในการพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสม ในทางตรงกันข้ามหากค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างสูงแต่มีค่าอัตราพันธุกรรมแบบ

แคบสูงด้วย แสดงว่าลักษณะนั้นอาจมีการแสดงออกของยีนแบบเด่นต่ำหรือมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบผลบวกสูง การพัฒนาพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะนั้นอาจต้องมุ่งเน้นในการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด เป็นต้น (พีระศักดิ์, 2525)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาศักยภาพทางด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าที่ปลูกในพื้นที่ปลูกจังหวัดสงขลา

2. เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันที่ทำการศึกษา

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าที่ปลูกในจังหวัดสงขลา ใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอคลองหอยโข่ง (KHK) อำเภอระโนด (RN) อำเภอรัตภูมิ (RTP) บันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน และการให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าที่ปลูกในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ นำข้อมูลที่ได้ ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต รวมทั้งประเมินการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว ระยะเวลาการดำเนินงาน เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัสดุพืช

ศึกษาปาล์มน้ำมันของพันธุ์การค้าในจังหวัดสงขลาที่ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด อำเภอรัตภูมิ โดยใช้พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1, สุราษฎร์ธานี 2, สุราษฎร์ธานี 3, สุราษฎร์-ธานี 4,สุราษฎร์ธานี 5, สุราษฎร์ธานี 6, หนองเป็ด, โกล์เด้นเทเนอรา และ มอ. 132 โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้ SR1, SR2, SR3, SR4, SR5, SR6, NP, GCT และ PSU 132 ปาล์มที่ปลูกมีอายุ 3 ปี ระยะปลูก 9 x 9x 9 เมตร

2. วัสดุ

2.1 ป้ายแสดงหน่วยการทดลอง

2.2 กระสอบใส่ทะลายปาล์มน้ำมัน

2.3 ถุงกระดาษ

2.4 ถุงพลาสติก

2.5 ตะกร้า

2.6 มีดคัตเตอร์

2.7 ปากกาเคมี

2.8 เวอร์เนีย

2.9 ตลับเมตร

2.10 สีสเปรย์

2.11 ลวด

2.12 เชือก

2.13 กระดาษทิชชู

2.14 กรรไกร

3. อุปกรณ์

3.1 ตู้อบ

3.2 เครื่องชั่งแบบละเอียดและหยาบ

3.3 เครื่องปั่นบดละเอียด

3.4 เสียมแทงทะลาย

3.5 น้ำมันเบนซิน 91

3.6 ขวดแก้วแช่ตัวอย่าง

วิธีการศึกษา

1. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) เก็บข้อมูล 4 ซ้ำต่อพันธุ์ ซ้ำละ 1 ต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน เก็บข้อมูลลักษณะทางการเจริญเติบโตและผลผลิต 3 เดือน/ครั้ง เป็นจำนวน 4 ครั้ง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแปรปรวนเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ ดีเอ็มอาร์ที (Duncan's Multiple Range Test, DMRT)

2. การบันทึกข้อมูล

2.1 ทางด้านการเจริญเติบโตทางลำต้น

ต้นปาล์มน้ำมันแต่ละพื้นที่ปลูก จะมีการวัดการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบไม่ทำลายต้นของ Corley และ Tinker (2003) การสุ่มเลือกทางใบตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูลในแต่ละต้นจะใช้ทางใบที่ 17 เป็นหลัก สำหรับใช้ในการบันทึกข้อมูล

2.1.1 วิธีเลือกตัวอย่างใบที่ 17 มีดังนี้

2.1.1.1 เลือกต้นปาล์มที่จะเก็บตัวอย่าง ติดป้ายแสดงหน่วยการทดลอง

2.1.1.2 เลือกใบที่ 1 ซึ่งได้แก่ ใบอ่อนที่สุดที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยสังเกตจากใบย่อยบริเวณโคนใบคลี่เต็มที่และตั้งฉากกับแกนกลางใบแล้ว

2.1.1.3 สังเกตการเวียนของใบว่าเป็นการเวียนซ้าย หรือเวียนขวา

2.1.1.4 ใบที่อยู่ด้านล่างเยื้องกับใบที่ 1 เล็กน้อย คือ ใบที่ 9 ซึ่งใบที่ 9 นี้เยื้องไปทางซ้ายหรือขวาของใบที่ 1 ขึ้นอยู่กับการเวียนของใบ ถ้าต้นปาล์มน้ำมันมีใบเวียนซ้ายใบที่ 9 จะเยื้องไปทางด้านขวา แต่ถ้าต้นปาล์มน้ำมันมีใบเวียนขวาใบที่ 9 จะเยื้องไปทางด้านซ้าย

2.1.1.5 ไล่ลำดับถอยลงมาด้านล่างอีกชั้นจะเป็นใบที่ 17 (เนื่องจากรอบของการเวียนของใบ 1 รอบจะมี 8 ใบ ดังนั้นใบที่ 1, 9, 17, 25,..... จะอยู่ในแนวที่ใกล้เคียงกัน)

2.1.2 ลักษณะที่บันทึกข้อมูลมี ดังนี้

2.1.2.1 ความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดจากโคนต้นระดับพื้นดินถึงตำแหน่งรอยต่อระหว่างก้านและแกนทางใบที่ 1

2.1.2.2 ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) วัดจากทางใบที่ 17 ที่ตัดครั้งแรก กับโคนทางใบที่ 17 ที่ตัดครั้งสุดท้าย

2.1.2.3 ความยาวของทางใบโดยตำแหน่งที่ทำการวัดคือทางใบที่ 17 ในการวัดจะเริ่มวัดจากจุดกำเนิดของใบย่อยล่างสุดใบจนถึงจุดกำเนิดของใบย่อยบนสุด

2.1.2.4 จำนวนใบย่อยที่มีบนทางใบที่ 17

2.1.2.5 ความยาวใบย่อย มีวิธีการวัด คือ สุ่มวัดความยาวใบบริเวณตรงกลางของทางใบ สังเกตที่ทางใบมีลักษณะเริ่มเป็นสันรูปสามเหลี่ยม สุ่มด้ายซ้าย 3 ใบ และด้านขวา 3 ใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.1.2.6 ความกว้างใบย่อย วิธีการวัด คือ สุ่มวัดความกว้างใบบริเวณตรงกลางของทางใบ สังเกตที่ทางใบมีลักษณะเริ่มเป็นสันรูปสามเหลียม สุ่มด้ายซ้าย 3 ใบ และด้านขวา 3 ใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.1.2.7 ความกว้างของทางใบ วัดบริเวณโคนทางใบที่ตัดระหว่างส่วนของทางใบที่เริ่มมีหนาม

2.1.2.8 ความหนาของทางใบ วัดบริเวณโคนทางใบที่ตัดระหว่างส่วนของทางใบที่เริ่มมีหนาม

2.1.2.9 พื้นที่ใบ (LA, ตารางเมตร) สามารถหาได้จากสมการของ Henson (1993)

LA = -0.25 + 0.455nlw

เมื่อ n = จำนวนใบย่อย

lw = ค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย × ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบย่อย

2.2 ผลผลิตและการให้ผลผลิต

ในการบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลาย จะสุ่มและทำเครื่องหมายต้นปาล์มที่เป็นตัวแทนในพื้นที่ปลูก แล้วทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและจำนวนทะลายทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นที่สุ่มไว้ โดยข้อมูลที่บันทึก คือ

จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม/ทะลาย)

ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี) = ผลคูณระหว่างจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย

ในการประเมินผลผลิตน้ำมัน จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ทะลายปาล์มโดยมีขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนี้

2.2.1 เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่สุกแก่เต็มที่จากต้นที่คัดเลือกไว้ แล้วชั่งน้ำหนักทะลาย

2.2.2 ใช้ขวานสับแยกก้านช่อผลย่อยออกจากแกนทะลาย ชั่งน้ำหนักแกนทะลาย และก้านช่อผลย่อย หลังจากนั้นสับย่อยแกนทะลายแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2.2.3 สุ่มก้านช่อผลย่อยประมาณ 1/4-1/8 ของก้านช่อผลย่อยทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของทะลายปาล์ม แล้วชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นทำการแยกผลปาล์มออกจากก้านช่อผล ผลปาล์มที่ได้นำมาแยกออกเป็น 2 ส่วน คือผลปาล์มดีและผลปาล์มลีบ ชั่งน้ำหนักผลปาล์มดีและผลปาล์มลีบ

2.2.4 สุ่มผลดี ประมาณ 10 ผล ชั่งน้ำหนักผลปาล์มสด หลังจากนั้นแยกเนื้อปาล์มออกจากผล แล้วชั่งน้ำหนักเนื้อปาล์มสดและเมล็ดปาล์ม (กะลาปาล์มและเนื้อในเมล็ด)

2.2.5 สุ่มเนื้อปาล์มสด (ประมาณ 50-100 กรัม) และเมล็ดปาล์มมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง และเมล็ดปาล์มแห้ง

2.2.6 นำส่วนของเนื้อปาล์มแห้งบดให้ละเอียด แล้วมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเนื้อปาล์มแห้ง

2.2.7 นำเมล็ดปาล์มแห้งมาแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของกะลาปาล์มและส่วนของเนื้อในเมล็ดแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักของแต่ละส่วนที่แยก หลังจากนั้นสุ่มเนื้อในเมล็ดแห้งมาชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันของเนื้อปาล์มแห้ง ทำได้โดยการสุ่มเนื้อปาล์มแห้งที่บดละเอียดแล้วมาชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นบรรจุถุงผ้า ปิดผนึกให้เรียบร้อยแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง หลังจากนั้นนำมาแช่ในน้ำมันเบนซินหรือสารเคมีที่อยู่ในกลุ่มเบนซินนานติดต่อกัน 5 วัน โดยมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเบนซินใหม่ทุกวัน เมื่อครบกำหนดนำถุงผ้าพร้อมเนื้อปาล์มแห้งมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและบักทึกน้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมันเบนซิน

ข้อมูลต่างๆที่บันทึกได้ข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนี้

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

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

เนื้อปาล์มสดต่อผล = น้ำหนักผล – น้ำหนักเมล็ด x 100
(wet mesocarp/fruit, %WM/F) น้ำหนักผล

น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง = น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง – น้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน x 100
(oil/dry mesocarp, %O/DM) น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง

น้ำมันต่อทะลาย = % น้ำมัน/ผล x % ผล/ทะลาย
(oil/bunch, %O/B) 100

นำข้อมูลผลผลิตทะลายและองค์ประกอบทะลายมาคำนวณเพื่อหาผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี) ดังนี้

ผลผลิตน้ำมัน = ผลผลิตทะลายสด x % น้ำมัน/ทะลาย
(oil yield, kg/palm/year) 100

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรของแต่ละพันธุ์ มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD และเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะที่ปรากฏของพันธุ์ ข้อมูลดังกล่าวนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ ทดสอบดุลภาคของค่าวาเรียนซ์ แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ที่ปลูกในหลายพื้นที่ปลูก (วัชรินทร์, 2545) สรุปได้ดัง ตารางที่ 3

โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ของการทดลองรวมจากหลายพื้นที่ปลูก ของ CRD คือ

$$Y_{ijl} = \mu + G_J L_i + GL_{ji} + \varepsilon_{ijl}$$

เมื่อ Y_{ijl} = ค่าสังเกตจากพื้นที่ปลูกที่ i^{th} จากพันธุ์ที่ j^{th} และในซ้ำที่ l^{th}

j = 1,…..,G (G = จำนวนพันธุ์)

i = 1,…..,I (I = จำนวนพื้นที่ปลูก)

l = 1,…..,r (r = จำนวนซ้ำ)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

G_j = อิทธิพลของพันธุ์ j

L_i = อิทธิพลของพื้นที่ปลูก i

GL_{ji} = อิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ j และพื้นที่ปลูก i

ε_{ijl} = ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตเฉพาะจากจากพันธุ์ที่ j^{th} ในพื้นที่ปลูกที่ i^{th} และซ้ำที่ l^{th}

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลองในหลายพื้นที่ปลูก ใช้แผนการทดลองแบบ CRD โดยพันธุ์ (G) เป็นปัจจัยคงที่และพื้นที่ปลูก (L) เป็นปัจจัยสุ่ม

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

3.2 การทดสอบดุลภาคของวาเรียนซ์

ในการตัดสินว่าวาเรียนซ์มากกว่า 2 ค่า ต่างกันหรือไม่ หรือต่างกันมากเท่าไหร จำเป็นต้องมีการทดสอบดุลภาคของวาเรียนซ์โดยวิธีของ Bartlett ได้เสนอวิธีการทดสอบโดยใช้ไค-สแควร์ (ไพศาล, 2547) ดังนี้

$\chi^2 = M/C$

โดย $M = 2.3026 [(\sum V_i) \log S^2_p - \sum V_i \log S^2_p]$

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{Vi} + \frac{1}{\sum Vi} \right]$$

เมื่อ V_i = degrees of freedom (df)

S^2_p = pooled variance = pooled SS / pooled df

k = จำนวนตัวอย่างหรือจำนวนวาเรียนซ์

3.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์

การประเมินค่าในการตอบสนองขององค์ประกอบต่างๆของปาล์มน้ำมันอยู่ที่การคัดเลือกและขนาดของความแปรปรวนสามารถคำนวณได้ตามสูตร (Burton and De Vane, 1953)

$$\text{Phenotypic Coefficient of Variation (PCV) (\%)} = \frac{\sqrt{\sigma^2_G}}{\overline{X}} \times 100$$

$$\text{Genotypic Coefficient of Variation (GCV) (\%)} = \frac{\sqrt{\sigma^2_G}}{\overline{X}} \times 100$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยแต่ละลักษณะ

$\sigma^2_G = (M_1 - M_2)/rl$

$\sigma^2_P = \sigma^2_e + \sigma^2_G + \sigma^2_{GL}$

$\sigma^2_G = (M_2 - M_3)/r$

$\sigma^2_e = M_3$

3.4 การประเมินค่าอัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability) เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมดต่อความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมด ค่าอัตราพันธุกรรมจะบอกให้ทราบว่าลักษณะใดลักษณะหนึ่งนั้นมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานได้มากน้อยเพียงใด ค่าอัตราพันธุกรรมจึงเป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมขึ้นอยู่กับความถี่ของยีนและปฏิกิริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์ อัตราพันธุกรรมจึงเป็นค่าเฉพาะสำหรับเชื้อพันธุกรรมที่ใช้และสำหรับสภาพแวดล้อมที่ทำการคัดเลือก

ประโยชน์ของการประเมินค่าอัตราพันธุกรรม นอกจากเป็นตัวชี้วัดถึงโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกพันธุ์ลักษณะใดๆแล้ว ยังใช้ในการทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะว่าจะสามารถปรับปรุงลักษณะนั้นได้มากน้อยเพียงใด

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทำการทดลองหลายสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมที่เชื่อถือได้

จากสูตร $h^2_{b.s.} = \sigma^2_G / \sigma^2_P$

$= \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{GL} + \sigma^2_e)$

3.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

ลักษณะที่ทำการศึกษานำมาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตในปาล์มน้ำมัน โดยหาค่าดัชนีหรือสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (Steel and Torrie, 1980) ดังสูตร

$$r = \frac{\sum\left(X_i - \overline{X}\right)\left(Y_i - \overline{Y}\right)}{\sqrt{\sum\left(X_i - \overline{X}\right)^2 \sum\left(Y_i - \overline{Y}\right)^2}}$$

r = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y

X_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ X (เมื่อ i =1,2,……,n)

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X

Y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ Y (เมื่อ i =1, 2,……..,n)

$\overline{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

บทที่ 3

ผล และวิจารณ์

1. ข้อมูลสมบัติทางเคมีของดิน ใน 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

จากข้อมูลดินทั้ง 3 พื้นที่ปลูก พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับที่สูง (5.96-7.47) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอรัต – ภูมิอยู่ในระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดอยู่ในระดับปานกลาง (15.59 มิลลิอิควิวาเลนท์/ดิน 100 กรัม) อินทรียคาร์บอนทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับต่ำมาก (0.75-0.97 %) ไนโตรเจนทั้งหมดทุกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (0.03-0.10 %) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอ ระโนดอยู่ในระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิอยู่ในระดับที่สูง (44.90 มิลลิกรัม/ดิน 1 กิโลกรัม) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอรัตภูมิอยู่ระดับต่ำมาก ยกเว้นพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดอยู่ในระดับที่สูง (0.65 มิลลิอิควิวาเลนท์/ดิน 100 กรัม) (ตารางที่ 4) จากข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินที่ได้ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลในตารางที่ 2 รากที่ดูดกินอาหารส่วนใหญ่พบภายในความลึก 30 เซนติเมตร (Gray, 1966) Goh และคณะ (2000) รายงานว่า ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารสูงจึงจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยตามปริมาณที่ต้องการนำไปใช้

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินใน 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

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

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

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

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

Exch.K = exchangeable potassium

[3]1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง

2. ข้อมูลการกระจายตัวของน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2554-2555 ทั้ง 3 อำเภอ จังหวัดสงขลา

ปริมาณน้ำฝนในช่วงปี พ.ศ. 2554-2555 ซึ่งอยู่ในระยะเวลาการเก็บข้อมูล พบว่า ปริมาณน้ำฝนทั้ง 2 ปี ทั้ง 3 อำเภอ มีปริมาณน้ำฝน อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ (712-1,615.70 มิลลิเมตร/ปี) เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการน้ำฝนของปาล์มน้ำมัน การกระจายตัวของน้ำฝนโดยส่วนใหญ่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน ในบางเดือนเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 5) Paramananthan (2000) รายงานว่า สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อให้ได้ผลผลิตเต็มที่ตามศักยภาพนั้น จำเป็นต้องมีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 2,000-2,500 มิลลิเมตร/ปี การกระจายตัวของน้ำฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร ของทุกๆเดือนในรอบปี

ตารางที่ 5 การกระจายตัวของน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ.2554-2555 ทั้ง 3 อำเภอ จังหวัดสงขลา

Months	Rainfall (mm)					
	KHK[1]		RN[1]		RTP[1]	
	2554	2555	2554	2555	2554	2555
January	166.00	293.80	85.30	428.30	182.00	381.60
February	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00
March	178.70	10.20	193.50	37.50	370.10	68.70
April	144.70	18.50	26.70	5.50	65.30	94.40
May	10.00	0.00	0.00	5.50	56.70	65.00
June	0.00	55.30	0.00	26.40	14.50	51.90
July	7.60	9.70	6.70	0.00	85.40	52.90
August	122.80	3.50	6.00	32.00	116.50	140.80
September	143.60	48.70	16.70	39.90	147.20	53.00
October	73.90	29.90	311.10	216.50	327.70	148.60
November	347.30	21.80	518.90	216.80	654.20	212.60
December	451.10	220.60	406.90	279.10	649.40	444.70
Total	1,615.70	712.00	1,571.80	1,287.50	2,669.00	1,061.60

[1]KHK = อำเภอคลองหอยโข่ง RN = อำเภอระโนด RTP = อำเภอรัตภูมิ

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2555)

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า

ผลการทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า พบว่า อิทธิพลของพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ปลูก อิทธิพลของพันธุ์แต่ละพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ ของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 6) ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น อาจมีอิทธิพลมาจากหลายปัจจัยด้วยกันที่เข้ามาเกี่ยวข้องและทำให้เกิดความแตกต่างขึ้น อิทธิพลที่มีผลทำให้เกิดความแปรปรวนมากที่สุด คือ สภาพแวดล้อม เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความแปรปรวนได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง ในการเปรียบเทียบทั้ง 3 พื้นที่ปลูกในจังหวัดสงขลา ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีสภาพแวดล้อมบางส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ปริมาณน้ำฝน ดังในตารางที่ 5 และมีปริมาณสมบัติทางเคมีของดินที่แตกต่างกัน ในตารางที่ 4 Rafii และคณะ (2002) รายงานว่า ความแตกต่างของลักษณะการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากปัจจัยของความแปรปรวนของสภาพอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน แสงแดด เป็นต้น สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 7.07-15.80 % (ตารางที่ 6) ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตในบางลักษณะ อาจมีความแปรปรวนได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนเกิดขึ้น ธีระ (2554) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต่ำเนื่องจากมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องน้อย ส่วนปัจจัยที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะมีค่าสูงในปาล์มน้ำมัน ได้แก่ จำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะ ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม ความแปรปรวนของปัจจัยการผลิต อายุปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และแผนการทดลองทางการเกษตรและความคลาดเคลื่อนอื่นๆจากการศึกษา เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ และพื้นที่ปลูก พบว่าอิทธิพลของพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ปลูก อิทธิพลของพันธุ์แต่ละพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลาย องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05, 0.01$ ตามลำดับ) ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับพื้นที่ปลูกของน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และพื้นที่ปลูก ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีองค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7) ลักษณะของผลผลิตทะลายที่แตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน อาจเกิดจากการพัฒนาของช่อดอกในขั้นตอนการกำหนดเพศของช่อดอก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสภาพของเพศดอก ตั้งแต่ระยะเริ่มเกิดตาดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวทะลาย

นอกจากขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์แล้ว ยังมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการดูแลสวนปาล์มน้ำมันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ปริมาณสมดุลของธาตุอาหารในดินและใบปาล์มน้ำมัน ปริมาณและการกระจายตัวของฝน จำนวนเดือนที่ขาดฝน ความชื้นของดิน และการตกแต่งทางใบ เป็นต้น (ธีระ, 2554) ส่วนสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.99-29.58 % (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเจริญเติบโต

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

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

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

C.V. = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

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

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

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

[3]F/B = ผลต่อทะลาย WM/F = เนื้อปาล์มสดต่อผล

O/DM = น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง O/B = น้ำมันต่อทะลาย

OY = ผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี)

C.V. = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

4.1 การทดสอบดุลภาคความแปรปรวนของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองในหลายพื้นที่ปลูก จำเป็นต้องทดสอบสมดุลความแปรปรวน พบว่า ข้อมูลของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีข้อมูลความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยข้อมูลของพื้นที่ปลูกทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ปลูกต่อไป (ตารางที่ 8 และ 9)

ตารางที่ 8 ค่าดุลภาคความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์

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

ตารางที่ 9 ค่าดุลภาคความแปรปรวนของลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก ในปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์

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

4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตใน 3 พื้นที่ปลูก ของลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น พบว่า ความสูงต้นซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงสุด (173.88 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างกับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ (171.83 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบความสูงต้นของปาล์มน้ำมันซึ่งเฉลี่ยทั้ง 9 พันธุ์ ในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 มีความสูงต้นเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (185.41 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (173.06 เซนติเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ความสูงต้นสูงสุด แสดงว่าความสูงต้นของปาล์มน้ำมันพันธุ์ GCT สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้ดีกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ไม่มีความแตกต่างกันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาถึงความสูงเฉลี่ย พันธุ์ SR 3 จะสามารถให้ความสูงต้นได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 10)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (26.52 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (24.92 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 4 (23.61 เซนติเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด แสดงว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้ดีกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งไม่มีความแตกต่างกันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาถึงเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยพันธุ์ NP จะสามารถให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิมีความแตกต่างทาง

สถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด และพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

ความยาวทางใบ พบว่า ความยาวทางใบซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งให้ค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบสูงสุด (367.97 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ (354.39 เซนติเมตร) ส่วนการเปรียบเทียบความยาวทางใบเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้ความยาวทางใบเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่

ปลูกสูงสุด (382.56 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (382.56 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ความยาวทางใบสูงสุด แสดงว่าความยาวทางใบของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ความยาวทางใบสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ความยาวทางใบสูงสุด และพันธุ์ GCT ในพื้นที่ของอำเภอรัตภูมิ ให้ความยาวทางใบสูงสุด (ตารางที่ 11)

พื้นที่ใบ พบว่า พื้นที่ใบซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบสูงสุด (3.31 ตารางเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (3.13 ตารางเมตร) เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ พันธุ์ SR 3 ให้พื้นที่ใบเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่สูงสุด (3.88 ตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ พันธุ์ SR 2 (3.64 ตารางเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้พื้นที่ใบสูงสุด แสดงว่าพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้พื้นที่ใบสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้พื้นที่ใบสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้พื้นที่ใบสูงสุด (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก โดยความแตกต่างกันที่เกิดขึ้นอาจมีอิทธิพลมาจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น รวมถึงการดูแลรักษาของเกษตรกร ทำให้พื้นที่ปลูกแต่ละอำเภอที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลกระทบให้ลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันไปด้วย (Corley *et al*., 1971; Corley, 1973) พื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแต่ไม่ตอบสนองต่อปัจจัยอื่นๆ การเจริญเติบโตโดยทั่วไป ความสูงที่เพิ่มขึ้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการสร้างใบ และความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อใบ หรือความกว้างระหว่างปล้อง Jacquemard (1979) รายงานว่า ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นในรอบปีขึ้นอยู่กับอัตราการสร้างใบและ

ความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อปี โดยจะสูงเพียงเล็กน้อยใน 3 ปีแรกหลังจากปลูกลงแปลง หลังจากนั้นความสูงก็จะเพิ่มมากขึ้นในระดับคงที่ในช่วงอายุประมาณ 6 ปีจนกระทั่งถึง 25 ปี

4.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ ผลผลิตทะลาย พบว่า ผลผลิตทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสูงสุด (92.53 กิโลกรัม/ต้น/ปี) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 2 ให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (89.52 กิโลกรัม/ต้น/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 3 (85.28 กิโลกรัม/ต้น/ปี) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 2 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด แสดงว่าผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้ผลผลิตทะลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตทะลายโดยเฉลี่ย พันธุ์ PSU 132 จะสามารถให้ผลผลิตทะลายได้สูงกว่า ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 2 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด (ตารางที่ 12)

จำนวนทะลาย พบว่า จำนวนทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนทะลายสูงสุด (23.37 ทะลาย/ต้น/ปี) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยในพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ PSU 132 ให้จำนวนทะลายทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (26.33 ทะลาย/ต้น/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 2 (24.00 ทะลาย/ต้น/ปี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ PSU 132 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของรัตภูมิ ให้จำนวนทะลายสูงสุด แสดงว่าจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 1 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่-

ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ PSU 132 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้จำนวนทะลายสูงสุด ส่วนพันธุ์ PSU 132 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดให้จำนวนทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้จำนวนทะลายสูงสุด (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย ของปาล์ม-น้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า น้ำหนักทะลายเฉลี่ยซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด (3.94 กิโลกรัม/ทะลาย) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (3.60 กิโลกรัม/ทะลาย) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยจาก

พื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ปลูกสูงสุด (4.15 กิโลกรัม/ทะลาย) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (4.75 กิโลกรัม/ทะลาย) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักทะลายเฉลี่ย พันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ สามารถให้จำนวนทะลายสูงสุด แสดงว่าจำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาทั้ง 9 พันธุ์ พันธุ์ SR 3 จะสามารถให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดและพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย พบว่า เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย พื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิจะสามารถให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (67.37 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ เฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (70.00 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 5 (69.98 %)ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่-ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาแล้ว พันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 2 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (74.27 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (74.13 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (78.51 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (78.48 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ GCT ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล

สูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลของปาล์มน้ำมันพันธุ์ GCT สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด ส่วนพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด และพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูงสุด (ตารางที่ 14)

เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (66.26 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (61.46 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ GCT ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (67.48 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ PSU 132 (66.35 %) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ GCT ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง ของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ NP ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด ส่วนพันธุ์ GCT ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด และโดยพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งสูงสุด (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล และเปอร์เซ็นต์-น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (33.38 %) ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง (30.11 %) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 1 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (33.22 %) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 6 (32.42 %)ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่า

พันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด ส่วนพันธุ์ PSU 132 ให้พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด และพันธุ์ SR 3 พื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด (ตารางที่ 15)

ผลผลิตน้ำมัน พบว่า ผลผลิตน้ำมันซึ่งเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ทั้ง 3 พื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำมันสูงสุด (32.46 กิโลกรัม/ต้น/ปี) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ซึ่งเฉลี่ยจากพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด (29.69 กิโลกรัม/ต้น/ปี) รองลงมาได้แก่พันธุ์ SR 3 (28.54 กิโลกรัม/ต้น/ปี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SR 6 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 3 ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด แสดงว่าผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 3 สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิได้สูงกว่าพันธุ์ และพื้นที่ปลูกอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่ง พื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ SR 6 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด ส่วนพันธุ์ SR 1 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนด ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด และพันธุ์ SR 3 ในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุด (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูก

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

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

[2]Mean = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่ปลูก

[3]Mean = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกจากปาล์มทั้ง 9 พันธุ์

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

ในการเปรียบเทียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน จากการพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะต่อพื้นที่ปลูกในแต่ละที่ จะพิจารณาจากผลผลิตทะลายเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันเป็นอันดับแรก เนื่องจากผลผลิตทะลายมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นส่วนสำคัญที่เกษตรกรพิจารณาคัดเลือกที่จะปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์นั้นๆเป็นอันดับแรก (Corley *et al*., 1971; Hardon *et al*., 1972) รายงานว่า โดยปกติการคัดเลือกจะพิจารณาจากลักษณะผลผลิตทะลายต่อต้นที่สูง ซึ่งมักมีแนวโน้มที่จะคัดเลือกได้ต้นปาล์มที่มีลักษณะลำต้นที่สูงและแข็งแรง รวมทั้งอาจพิจารณาจากความสม่ำเสมอของประชากรด้วย และการใช้วิธีวัดการเจริญเติบโตซึ่งเป็นอีกวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ พบว่า พื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ PSU 132 ส่วนพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 2 และพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ และพื้นที่ปลูกทั้ง 3 อำเภอ มีลักษณะผลผลิตทะลายสูงสุด (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ พื้นที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

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

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

5. ค่าลักษณะทางพันธุกรรม

5.1 ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

5.1.1 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV)

จากการศึกษาถึงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั้ง 9 พันธุ์ ใน 3 พื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา พบว่า ลักษณะของการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง

ลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์อยู่ระหว่าง 8.07-18.96 % โดยพื้นที่ใบมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์สูงกว่าลักษณะอื่นๆ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์อยู่ระหว่าง 3.87-10.30 % โดยพื้นที่ใบมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์สูงกว่าลักษณะอื่นๆ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ทุกลักษณะ (ตารางที่ 17) สอดคล้องกับการรายงานของ Noh และคณะ (2010) ได้รายงานว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะมีค่าสูงกว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ แสดงให้เห็นว่ามีสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง โดยสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์เป็นลักษณะที่ปาล์มน้ำมันสามารถแสดงออกให้เห็นว่าปาล์มแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันเกิดขึ้นเมื่อปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นมักจะเกิดมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นส่วนใหญ่ เช่น ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน อุณหภูมิ เป็นต้น ส่วนลักษณะสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์มักจะมีค่าต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์เสมอ เนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดจากอิทธิพลของยีนในปาล์มชนิดนั้นๆ จึงมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่แปรปรวนมากนัก

5.1.2 อัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ค่าอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า ลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ มีค่าอยู่ระหว่าง 47.99-67.95 % ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยมีลักษณะของความยาวทางใบมีค่าสูงสุด (67.95 %) รองลงมาได้แก่ พื้นที่ใบ และความสูงต้น (67.95 % และ54.68 % ตามลำดับ) (ตารางที่ 17) สอดคล้องกับการรายงานของ วศะพงศ์ และ ธีระ (2553) ว่าลักษณะทางการเจริญเติบโต (ความสูง และความยาวใบ) ที่มีอัตราพันธุกรรมในระดับปานกลางถึงสูง Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า อัตราพันธุกรรมในปาล์มน้ำมัน เช่น ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยทั่วไปมีค่าต่ำเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมียีนควบคุมจำนวนมาก และมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Rafii *et al*., 2002) Obisoesan และ Fatunla (1982) รายงานว่า อัตราพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะต่างๆจะมีค่าลดลงเมื่อประเมินที่อายุ 10 และ 14 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 17 ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พื้นที่-ปลูก จังหวัดสงขลา

Traits/Genetic Parameter[1]	Mean±SE	PCV (%)	GCV (%)	$h^2_{b.s.}$
Vegetative growths				
Trunk height (cm)	159.19±7.58	12.07	6.60	54.68
Trunk diameter (cm)	22.77±0.76	8.07	3.87	47.99
Leaf length (cm)	333.91±11.56	10.01	6.80	67.95
Leaf area (m^2)	2.95±0.22	18.96	10.30	54.35

หมายเหตุ: [1] PCV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์

GCV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์

$h^2_{b.s.}$ = อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง

5.2 ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

5.2.1 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV)

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV) ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน พบว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 12.12-19.99 % โดยมีค่าของผลผลิตทะลายสูงสุด (19.99 %) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ขององค์ประกอบทะลายและผลผลิตน้ำมันมีค่าอยู่ระหว่าง 8.36-34.69 % โดยมีค่าของผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงสุด (34.69 %) ส่วนสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 4.27-10.84 % โดยมีค่าของผลผลิตทะลายสูงสุด (10.84 %) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ขององค์ประกอบทะลายและผลผลิตน้ำมันมีค่าอยู่ระหว่าง 3.36-24.00 % โดยมีค่าของผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงสุด (24.00 %) ซึ่งสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์มีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ทุกลักษณะ (ตารางที่ 18) สอดคล้องกับการรายงานของ Noh และคณะ (2010) และ Okwuagwu และคณะ (2008) รายงานถึงค่าของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของ

ฟีโนไทป์ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก โดยเฉพาะจำนวนทะลายจะมีการความตอบสนองมากเมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง (Okoye *et al*., 2009)

5.2.2 อัตราพันธุกรรมของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน

จากการศึกษาถึงอัตราพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า อัตราพันธุกรรมของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีค่าอยู่ระหว่าง 26.46-70.00 % ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยที่จำนวนทะลายมีค่าสูงสุด (70.00 %) รองลงมาได้แก่ ผลผลิตน้ำมัน และน้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง (69.17 % และ 66.95 % ตามลำดับ) (ตารางที่ 18) สอดคล้องกับการรายงานของ Noh และคณะ (2010) ที่พบว่าลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลายโดยส่วนใหญ่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลาง จากการรายงานมีค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุดอยู่ที่ 41.40% Corley และ Tinker (2003) รายงานว่า อัตราพันธุกรรมของลักษณะเชิงปริมาณในปาล์มน้ำมัน เช่น ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบผลผลิต โดยทั่วไปมีค่าต่ำ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมียีนควบคุมจำนวนมาก และมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง อย่างไรก็ตาม อัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังกล่าวอาจแปรปรวนได้ตั้งแต่ต่ำถึงสูง ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บข้อมูลสำหรับการทดลองอาจมีการเก็บข้อมูลที่อยู่ในระยะเวลาที่สั้นและปาล์มน้ำมันมีอายุที่น้อยจึงทำให้อัตราพันธุกรรมมีค่าที่สูง Okwuagwu และ Tai (1995) รายงานว่า การเก็บข้อมูลควรเก็บข้อมูลอย่างน้อยเป็นจำนวน 4 ปี สำหรับข้อมูลของผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย ส่วนข้อมูลของลักษณะน้ำหนักทะลายเฉลี่ยควรเก็บข้อมูลอย่างเป็นเวลา 6 ปี เนื่องจากเป็นช่วงที่กำลังเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 18 ค่าลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ทั้ง 3 พื้นที่ปลูก จังหวัดสงขลา

Traits/Genetic Parameter[1]	Mean±SE	PCV (%)	GCV (%)	$h^2_{b.s.}$
Fresh fruit bunch (kg/plant/year)	72.15±5.71	19.98711	10.84	54.24
Yield components				
Bunch number (bunch/plant/year)	20.07±0.81	12.11608	8.52	70.32
Average bunch weight (kg/plant)	3.58±0.26	16.14418	4.27	26.46
Bunch components				
Fruit per bunch (%)	66.9±2.41	8.36	3.36	40.18
Wet mesocarp per fruit (%)	73.62±2.43	8.60	5.01	58.22
Oil per dry mesocarp (%)	59.73±3.51	16.77	11.23	66.95
Oil per bunch (%)	29.47±2.38	22.03	13.87	62.96
Oil yield	22.14±2.61	34.69	24.00	69.17

หมายเหตุ: [1]PCV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์

GCV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจีโนไทป์

$h^2_{b.s.}$ = อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง

6. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

6.1 สหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตกับผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

สหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต พบว่า ลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลาย ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนทะลาย ส่วนความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักทะลายเฉลี่ย เมื่อศึกษาในส่วนของสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางการเจริญเติบโต พบว่า ความสูงต้นมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ ส่วนเส้นผ่าน

ศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับทุกลักษณะของการเจริญเติบโต ลักษณะทางการเจริญเติบโตที่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในทางบวกแสดงให้เห็นว่า เมื่อลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อีกลักษณะหนึ่งเพิ่มตามขึ้นไปด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 19) สอดคล้องกับรายงานของธีรภาพ และ ธีระ(2553) รายงานว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางลำต้นในทางบวกเหล่านี้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในกระบวนการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบปาล์มน้ำมัน การใช้และการสะสมอาหารในส่วนต่างๆของต้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน Hardon และคณะ (1969) รายงานว่า พื้นที่ใบจะมีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวกกับผลผลิตทะลาย แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากพื้นที่ใบมีมากเกินใบจะทำให้ผลผลิตทะลายและผลผลิตอาจลดลง แต่กลับทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มมากขึ้นและทำให้จำนวนทะลายลดลง (Corley, 1973)

6.2 สหสัมพันธ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาถึงสหสัมพันธ์ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน พบว่า จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลายซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในการผลิตปาล์มน้ำมัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อลักษณะเหล่านี้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตทะลายเพิ่มตามไปด้วย ส่วนผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับลักษณะของผลผลิตน้ำมัน ส่วนลักษณะอื่นๆ ได้แก่ จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง และน้ำมันต่อทะลาย มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งในทางบวกและทางลบ (ตารางที่ 20) ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (ธีระพงศ์ และคณะ, 2538; ธีระ และคณะ, 2544ก,ข; อังคณา และคณะ, 2552; ธีระภาพ และ ธีระ, 2553; Obisesan and Fatunla, 1982; Okwuagwu *et al*., 2008; Okoye *et al*., 2009) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า จำนวนทะลายเป็นลักษณะสำคัญที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เนื่องจากมีสหสัมพันธ์ทางบวกสูงทั้งกับผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมัน (Okoye *et al*., 2009)

ตารางที่ 19 สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตกับผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน 3 พื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา

Traits	FFB[1]	Yield components[2]		Vegetative growths[3]			
		BN	ABW	TH	TD	LL	LA
FFB	1.00						
BN	0.81**	1.00					
ABW	0.65**	0.09	1.00				
TH	0.42**	0.18	0.53**	1.00			
TD	0.54**	0.33**	0.50**	0.61**	1.00		
LL	0.36**	0.07	0.57**	0.92**	0.58**	1.00	
LA	0.42**	0.15	0.55**	0.75**	0.60**	0.79**	1.00

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

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

[3]TH = ความสูงต้น (เซนติเมตร) TD = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)

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

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$

ตารางที่ 20 สหสัมพันธ์ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลายและผลผลิต-น้ำมัน ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกใน 3 พื้นที่ปลูกของจังหวัดสงขลา

Traits	FFB[1]	Yield components[2]		Bunch components[3]				
		BN	ABW	% F/B	% WM/F	% O/DM	% O/B	OY
FFB	1.00							
BN	0.81**	1.00						
ABW	0.65**	0.09	1.00					
% F/B	0.14	0.01	0.25*	1.00				
% WM/F	0.19	0.09	0.17	-0.25*	1.00			
% O/DM	0.32**	0.16	0.33**	0.02	0.15	1.00		
% O/B	0.39**	0.18	0.43**	0.26*	0.37**	0.91**	1.00	
OY	0.89**	0.63**	0.65**	0.21	0.31**	0.65**	0.75**	1.00

หมาเหตุ: [1]FFB = ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี) [2]BN = จำนวนทะลาย (ทะลาย/ปี)

ABW = น้ำหนักทะลายเฉลี่ย (กิโลกรัม/ทะลาย)

[3]F/B = ผลต่อทะลาย WM/F = เนื้อปาล์มสดต่อ O/DM = น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง

O/B = น้ำมันต่อทะลาย OY = ผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี)

**,* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ $P < 0.01$ และ 0.05

บทที่ 4

สรุป

ในการศึกษาของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั้ง 9 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอในจังหวัดสงขลา (อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด และอำเภอรัตภูมิ) โดยศึกษาลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ และศึกษาลักษณะผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย องค์ประกอบทะลาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน สรุปได้ดังนี้

1. สมบัติทางเคมีของดินทั้ง 3 พื้นที่ปลูก มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบกับข้อมูลความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน การกระจายตัวของน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2554-2555 มีปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน แต่บางเดือนการกระจายน้ำฝนก็เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. การทดสอบดุลภาคของวาเรียนซ์ ไม่มีความแตกต่างของพันธุ์ระหว่างพื้นที่-ปลูก จึงไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และพื้นที่ปลูก ใช้ผลผลิตทะลายเป็นตัวเปรียบเทียบในการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยปาล์มน้ำมันพันธุ์ PSU 132 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอคลองหอยโข่งมากที่สุด ส่วนปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 2 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอระโนดมากที่สุด และปาล์มน้ำมันพันธุ์ SR 6 มีความเหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ปลูกของอำเภอรัตภูมิมากที่สุด

3. ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ มีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของจีโนไทป์ทุกลักษณะ (การเจริญเติบโต และลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน) อัตราพันธุกรรมทั้งลักษณะของการเจริญเติบโต และลักษณะการให้ผลผลิตมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงเนื่องจากมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องที่ค่อนข้างน้อย

4. สหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะ (ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง-ลำต้น ความยาวทางใบ และพื้นที่ใบ) มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลายซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจ แสดงว่าลักษณะการเจริญเติบโตจะเพิ่มหรือลดลงจะส่งผลต่อผลผลิตทะลายด้วยเช่นกัน ส่วนสหสัมพันธ์ของลักษณะการให้ผลผลิต (จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมัน) โดยส่วนใหญ่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตทะลาย

เอกสารอ้างอิง

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553. การจัดการสวนปาล์มน้ำมันและการใช้ปุ๋ย. *ใน* ปาล์มน้ำมัน-การปรับปรุงขยายพันธุ์ การปลูกและการจัดการสวน (บก. นิรันดร์ สุมาลี). หน้า 59–92. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์จำกัด.

ธีภาพ แก้วประดับ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากราปาล์มน้ำมันดูรา. ว. เกษตรพระจอมเกล้า 28: 41–48.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544ก. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายถอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ วทท. (ฉบับพิเศษ: ปาล์มน้ำมัน) 23: 705–715.

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

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

ธีระ เอกสมทราเมธฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้า.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2538. ความแปรปรวนในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลนครินทร์ 17: 251–259.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2523. ปาล์มน้ำมัน. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2547. สถิติ แผนการทดลองและการวิเคราะห์. สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา. ว. เกษตร 26: 231–239.

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

ศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคใต้ฝั่งตะวันออก. 2555. ข้อมูลสถิติอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสงขลา. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก: http://www.songkhla.tmd.go.th/songkhla.html. (เข้าถึงเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2556).

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และนิทัศน์ สองศรี. 2552. สหสัมพันธ์ อิทธิพลทางตรง และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). ว. เกษตร 40: 25–34.

Alang, Z.C., Moir, G.F.J. and Jones, L.H. 1988. Composition degradation and utilization of endosperm during germination in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Ann. Bot. 61: 261–268.

Beirneart, A. and Vanderweyen, R. 1941. Contribution a l' etude génétique et biometrique des varietiés d' *Elaeis guineensis* Jacquin. Publ. Inst. Etude Agron. Congo Belge, Ser. Sci. 27: 1–101.

Burton, G.W. and De Vane, E.H. 1953. Estimating heritability in tall fescus from replicated clonal material. Agrc. J. 45: 478–481.

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

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

Corley, R.H.V. 1976. Germination and seeding growth. *In* Oil Palm Research (eds. R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B.J. Wood), pp. 23–36. Amsterdam : Elsevier.

Corley, R.H.V. and Gray, B.S. 1976. Yield and yield components. *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 Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Oxford : Blackwell Science Ltd.

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

Ferwerda, J.D. 1977. Oil palm. *In* Ecophysiology of tropical crops (eds. P. de.,T. Alvim. and T.T. Kozloski.), pp. 351–383. London : Academic Press.

Germen, 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.

Goh, K.J. 2000. Climatic requirements of the oil palm for high yields. *In* Managing Oil Palm for High Yields: Agronomic Principles (ed. K.J. Goh), pp. 1–17. Kuala Lumpur : Soc. of Soil Sci. and Param Agric. Surveys.

Goh, K.J., Teo, C.B., Chew, P.S. and Chiu, S.R. 2000. Fertilizer man agreement in oil palm – agronomic principles and field practices. *In* Managing Oil Palm for High Yield: Agronomic Principles (ed. Goh K.J.), pp. 98–122. Kuala Lumpur : Soc. of Soil Sci. and Param Agric. Surveys.

Gray, B.S. 1966. The necessity for assisted pollination in areas of low male inflorescence production and its effect on components of yield of the oil palm (*Elaeis guineensis*). The Planter 42: 1–7.

Hardon, J.J. and Thomas, R.L. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaysia. Oleagineaux 3: 85–90.

Hardon, J.J., Williams, C.N. and Watson, I. 1969. Leaf area and yield in the oil palm in Malaysia. Expl. Agric. 5: 25–32.

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

Hartley, C.W.S. 1988. The Oil Palm. 3rd edn. London : Longman.

Henson, I.E. 1993. Assessing frond dry matter production and leaf area development in young oil palm. *In* Proc. 1991 PORIM Int. Palm Oil Conf.-Agriculture (eds. Y. Basiron *et al*.), pp. 473–478. Malaysia : Palm Oil Res. Inst.

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

Jourdan, C. and Rey, H. 1997. Architecture and development of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. Pl. Soil. 189: 33–48.

Noh, A., Rafii, M.Y., Saleh, G, and Kushairi, A. 2010. Genetic performance of 40 Deli dura x AVROS pisipera full-sib families. J. Oil Palm Res. 22: 781–795.

Obisoesan, I.O. and Fatunla, T. 1982. Heritability of fresh fruit bunch yield and its components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Theor. Appl. Genet. 64: 65–68.

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

Okwuagwu, C.O. and Tai, G.C.C. 1995. Estimation of variance components and heritability of bunch yield and yield components in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Plant. Breed. 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 tenera breeding populations of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. J. Trop. Agric. 46: 52–57.

Paramananthan, S. 2000. Soil requirements of oil palm for high yields. *In* Managing Oil Palm for High Yields: Agromic Prinples (ed. K.J. Goh.), pp. 18–38. Kuala Lumpur : Soc. Soil Sci./Param Agric. Surveys.

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

Rankine, I.R. and Fairhurst, T.H. 1998. Field handbook-Oil palm series, Vol. 1, Nursery. Singapore : Oxford Graphic Printers Pte. Ltd.

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

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