เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก
Stability of Tenera Oil Palm Progeny

ธวัชชัย มรกต
Tawatchai Marakot

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
2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก

Stability of Tenera Oil Palm Progeny

ธวัชชัย มรกต

Tawatchai Marakot

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

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก
ผู้เขียน นายธวัชชัย มรกต
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
....	....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม)
	....กรรมการ
	(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)
	....กรรมการ
	(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)
	....กรรมการ
	(ดร.สุดนัย เครือหลี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

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

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ..

(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ..

(นายธวัชชัย มรกต)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ..

(นายธวัชชัย มรกต)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก
ผู้เขียน นายธวัชชัย มรกต
สาขาวิชา พืชศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

เสถียรภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมันคือความสามารถในการปรับตัว และการให้ผลผลิตที่ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมันกับสภาพแวดล้อม (GxE interaction) ของผลผลิต วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินความสามารถของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในการปรับตัวในหลายสภาพแวดล้อม โดยทำการทดสอบคู่ผสมปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี จำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ 118 119 130 132 และ137 กับพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใน 3 อำเภอของจังหวัดสงขลา คือ อำเภอรัตภูมิ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาเสถียรภาพผลผลิตปาล์มน้ำมันของแต่ละพันธุ์โดยใช้การวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ ด้วยโปรแกรม R พบว่าคู่ผสมที่มีค่าเสถียรภาพสูงในลักษณะผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย คือคู่ผสมเบอร์ 130 คู่ผสมมีค่าเสถียรภาพสูงในลักษณะผลผลิตน้ำมัน และน้ำหนัก/ทะลาย คือคู่ผสมเบอร์ 119 และคู่ผสมมีค่าเสถียรภาพสูงในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย คือคู่ผสมเบอร์ 118 และเมื่อพิจารณาพันธุ์ในแต่ละสถานที่ พบว่าแปลงอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย ผลผลิตทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และผลผลิตน้ำมัน มากกว่าคู่ผสมเบอร์อื่นๆ แปลงอำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 132 ให้ผลผลิตน้ำมัน และน้ำหนัก/ทะลายสูงสุด ส่วนคู่ผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลายสูงสุด และคู่ผสมเบอร์ 119 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุด แปลงอำเภอรัตภูมิ การใช้วิธีการวิเคระห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้เหมาะสมกับแต่ละสถานที่ได้

Thesis Title Stability of Tenera Oil Palm Progeny

Author Mr. Tawatchai Marakot

Major Program Plant Science

Academic Year 2016

ABSTRACT

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม ประธานกรรมการสอบ ดร.จักรัตน์ อโณทัย กรรมการสอบ และดร.สุดนัย เครือหลี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณา ตรวจสอบ แนะนำ และสละเวลาแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ สถานวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แปลงเกษตรกรของคุณนิพัฒน์ในพื้นที่อำเภอรัตภูมิ และแปลงเกษตรกรของคุณบิวในพื้นที่อำเภอระโนด ที่ได้เอื้อเฟื้อมอบแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้ในการทดลองและดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และที่ขาดไม่ได้ต้องขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่เกี่ยวข้องทุกๆ คนที่ได้คอยช่วยเหลือตั้งแต่การเก็บข้อมูลตลอดจนถึงการให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดีเสมอมา

กราบขอขอบพระคุณ คุณพ่อจรัส คุณแม่ปราณี และครอบครัวมรกตทุกคน สำหรับการคอยช่วยเหลือสนับสนุนทุนทรัพย์เลี้ยงดูเสมอมา และให้โอกาสทางการศึกษาเล่าเรียนจนมาถึงวันนี้ และคอยเป็นกำลังใจช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะเกิดประโยชน์ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่ เหล่าคณาจารย์ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ธวัชชัย มรกต

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	13
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	14
บทที่ 3 ผล และวิจารณ์	23
บทที่ 4 สรุป	52
เอกสารอ้างอิง	54
ประวัติผู้เขียน	59

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์	18
2	ความแปรปรวนของการวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	20
3	สมบัติทางเคมีของดินพื้นที่อำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ ที่ระดับความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร	24
4	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยของ อ.ระโนด อ.คลองหอยโข่ง และ อ.รัตภูมิ ในรอบปี พ.ศ. 2553-2557	25
5	การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน	27
6	วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะจำนวนทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	28
7	การเปรียบเทียบลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	29
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	32
9	การเปรียบเทียบลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	33
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะผลผลิตทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	36
11	การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	37
12	วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย โดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	40
13	การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	41
14	วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะผลผลิตน้ำมัน โดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	45
15	การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	46
16	คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่สุดและคู่ผสมที่มีเสถียรภาพในแต่ละสถานที่	50

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	30
2	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะจำนวนทะลาย	31
3	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	34
4	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย	35
5	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลาย และแกนองค์ประกอบ สำคัญที่หนึ่ง	38
6	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตทะลาย	39
7	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	42
8	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย	43
9	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมัน และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	47
10	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน	48

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก และเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ซึ่งสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่ต่อปีสูงที่สุดในบรรดาพืชน้ำมันทั้งหมด (Corley and Tinker, 2003) และสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเขตร้อนชื้นของโลก ปัจจุบันมีประเทศที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันเพียง 42 ประเทศ จากจำนวนประเทศที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั่วโลก พบว่า มีจำนวน 10 ประเทศที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้มากกว่า 8 แสนไร่ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย ไนจีเรีย ไทย กินี กานา โกตดิวอร์ ซาอีร์ โคลัมเบีย และเอกวาดอร์ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 4.50 ล้านไร่ และให้ผลผลิตทั้งประเทศ 10.94 ล้านตัน เฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ 2,424 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูก คือ พันธุ์เทเนอรา (T) ได้จาการผสมระหว่างแม่พันธุ์ ดูรา (D) และพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา (P) เนื่องจากให้ผลผลิตสูง โดยจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อประมาณอายุ 3 ปีขึ้นไป และสามารถให้ผลผลิตได้ต่อเนื่องมากกว่า 25 ปีขึ้นไป

สภาพแวดล้อมในปัจจุบันมีบทบาทอย่างมากต่อการให้ผลผลิตในพืชปลูก เช่น ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ความแห้งแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก (Corley and Tinker, 2003) ประกอบกับเกษตรกรสวนปาล์มเลือกใช้พันธุ์ไม่เหมาะสม และไม่สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่นั้นได้ จึงส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในแต่ละสภาพแวดล้อมมีการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะผลผลิต ดังนั้น การคัดเลือกพันธุ์พืชควรคัดเลือกลักษณะที่สามารถปรับตัวได้กว้างหรือปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับสถานที่ปลูกนั้น ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่และหลายฤดู (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548) เพื่อประเมินเสถียรภาพความสามารถในการปรับตัวของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การคัดเลือกพันธุ์สามารถให้มีผลผลิตได้เพิ่มสูงขึ้นควบคู่ไปกับการเพิ่มเสถียรภาพของผลผลิต จึงได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม หรือมีเสถียรภาพดีในการให้ผลผลิตที่ ซึ่ง

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีต้องผ่านการยืนยันว่าปลูกแล้วให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อระยะเวลาสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลักษณะทางการเกษตรที่เหมาะสม (ธีระ และคณะ, 2545)

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมันกับสภาพแวดล้อมของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทะลาย พร้อมศึกษาการปรับตัวของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา ซึ่งปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบเสถียรภาพผลผลิตปาล์มน้ำมัน เพื่อหาพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีและให้ผลผลิตสูง

การตรวจเอกสาร

1. พฤกษศาสตร์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Arecaceae (ที่รู้จักกันในชื่อเดิม Palmae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Elaeis guineensis* Jacq. จัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้าม โดยมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plants) โดยสามารถจำแนกได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะความหนาของกะลาในผลปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอรา

1.1 ราก เป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) โดยมี adventitious root แตกออกจากข้อของลำต้นส่วนล่างๆ รากชุดแรกเรียกว่า primary root ต่อมามีการแตกแขนงของรากเป็น secondary root, tertiary root และ quaternary root ตามลำดับ (เรวัต และคณะ, 2541) โดยที่รากส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณผิวดินลึกไม่เกิน 45 เซนติเมตร มีความหนาแน่นมากในบริเวณส่วนโคนและระยะรัศมี 1.5-2.0 เมตรจากลำต้น แต่ในกรณีที่ดินมีการถ่ายเทอากาศดี และระดับน้ำใต้ดินไม่สูง อาจมีรากบางส่วนลึกถึง 5 เมตร (นพพร และคณะ, 2542)

1.2 ลำต้น ปาล์มน้ำมันมีลำต้นเดี่ยว ตั้งตรง ลักษณะทรงกระบอก ไม่มีกิ่งก้านสาขา บริเวณส่วนยอดสุดของลำต้นมีตายอด (terminal bud) เป็นเนื้อเยื่อเจริญ ในช่วง 2-3 ปีแรก ตายอดมีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง ต่อมาภายหลังมีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (Corley and Tinker, 2003) โดยที่ลำต้นของต้นทำหน้าที่ในการชูใบให้รับแสงเพื่อการสังเคราะห์อาหาร ลำเลียงน้ำ และอาหารโดยผ่านกลุ่มมัดท่อน้ำ (xylem) และท่ออาหาร (phloem) (ธีระ, 2554)

1.3 ใบ เป็นใบประกอบแบบ pinnate มีส่วนของทางใบ (leaf stalk) อาจมีความยาวถึง 7.50 เมตร เมื่อตัดขวาง พบว่า ส่วนปลายทางใบมีลักษณะเกือบกลม แต่ในส่วนของกลางทางใบลงมา ทางใบมีลักษณะไม่สมดุล โดยส่วนด้านบนมีความโค้งมากกว่าด้านล่าง ทางใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แกนกลางใบ (rachis) ที่รองรับใบย่อย (leaflet) ซึ่งมีประมาณ 250-300 ใบ

ใบย่อยแตกออกจากแกนกลางใบที่ด้านข้างสลับขึ้นลง ทำให้เห็นแนวใบย่อยไม่เป็นแนวเดียวกัน และก้านใบ (petiole) ที่อยู่ส่วนโคนติดกับลำต้น ซึ่งก้านใบมีความยาวประมาณ 1 ใน 4 ของทางใบ (เรวัต และคณะ, 2541) ปาล์มที่มีอายุ 2-4 ปี จำนวนใบของปาล์มน้ำมันที่ผลิตในแต่ละปีจะอยู่ระหว่าง 30-40 ใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20-25 ใบต่อปี ปาล์มที่มีอายุมากกว่า 8 ปี ใบปาล์มมีรูปแบบการเรียงตัวของใบ (phyllothaxis) ในลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยมีลักษณะการเวียนของใบมี 2 แบบ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นหลังจากการตัดแต่งใบของต้นปาล์มแล้ว แบบแรก คือการเรียงตัวของใบแบบเวียนซ้าย (left-hand phyllotaxy) แบบที่สองคือการเรียงตัวของใบแบบเวียนขวา (right-hand phyllotaxy) (ธีระ, 2554)

1.4 **ช่อดอก** ของปาล์มน้ำมันเกิดจากตาดอก (floral bud) ที่บริเวณมุมใบที่ติดกับต้น ช่อดอกเป็นแบบ compound spike หรือ spadix (เรวัต และคณะ, 2541) ซึ่งตาดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียหรือช่อดอกเพศผู้ ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงเป็นพืชที่มีทั้งช่อดอกเพศเมียหรือช่อดอกเพศผู้บนต้นเดียวกันแต่เกิดในตำแหน่งของใบที่แตกต่างกัน และบางครั้งสังเกตพบช่อดอกแบบผสมและดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกะเทยเกิดขึ้น แต่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย (ธีระ, 2554)

1.5 **ทะลาย และผล** ปาล์มน้ำมันจะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้หลังจากที่ช่อดอกเพศเมียได้รับการผสมเรียบร้อยแล้วประมาณ 5.5-8 เดือน โดยจะเริ่มสุกจากส่วนฐานช่อดอกขึ้นไปส่วนปลาย และโดยทั่วไปปาล์มน้ำมันจะสามารถให้ผลผลิตทะลายปาล์มได้ไม่ควรต่ำกว่า 12 ทะลายต่อต้นต่อปี ให้น้ำหนักต่อหนึ่งทะลายประมาณ 10-30 กิโลกรัม จำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมแล้วประมาณ 500-4,000 ผล โดยเฉลี่ยมีจำนวน 1,600 ผลต่อทะลาย ในปาล์มน้ำมันที่อายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมากแต่ทะลายมีขนาดเล็ก และเมื่ออายุมากขึ้นจะมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อยลงแต่มีขนาดทะลายใหญ่ขึ้น ผลปาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล (sessile fruit) มีขนาดและรูปร่างแปรปรวนตั้งแต่กลม รูปไข่ ถึงยาวรี บริเวณส่วนปลายผลมักจะมีส่วนของยอดเกสรเพศเมียลักษณะแห้งแข็งสีดำติดอยู่ขณะที่ผลสุกแก่ (ธีระ, 2554)

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อมและการปรับตัวของพืช

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช นอกจากจะมุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พืชพันธุ์ดีแล้ว การปรับตัวของพืชพันธุ์ใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญเช่นกัน พันธุ์ใหม่เหล่านี้เมื่อทดสอบในพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน กลับส่งผลต่อผลผลิตที่แปรปรวนต่างกันไปด้วย เช่น ปลูกพืชพันธุ์หนึ่งในพื้นที่หนึ่งให้ผลผลิตสูงมากเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ แต่เมื่อเปลี่ยนสถานที่ปลูกที่มีปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างกัน หรือ การดูแลจัดการที่ต่างกันก็ส่งผลให้พันธุ์

ดังกล่าวมีผลผลิตที่ลดลงต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์และสภาพแวดล้อม ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากการปรับตัวของพืช พืชจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Dabholkar, 1992)

การปรับตัวของพืชหรือสิ่งมีชีวิตทั่วไปอาจทำได้โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาเพื่อการอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1) การปรับตัวทางพันธุกรรมแบบจำเพาะ (specific genotypic adaptation) คือการปรับตัวที่เกี่ยวข้องทางพันธุกรรมของตัวเองโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมที่จำกัด

2) การปรับตัวทางพันธุกรรมแบบทั่วไป (general genotypic adaptation) คือความสามารถของพันธุกรรมที่จะสร้างลักษณะต่างๆ ทางฟีโนไทป์ออกมามากมายเพื่อปรับตัวต่อการอยู่รอดในสภาพแวดล้อมต่างๆ

3) การปรับตัวของประชากรแบบจำเพาะ (specific population adaptation) คือ การปรับตัวของกลุ่มประชากรที่ใช้หลายๆ องค์ประกอบร่วมกันเพื่อปรับตัวในสภาพแวดล้อมนั้นๆมากกว่าการใช้ความสามารถของตัวเองอย่างเดียว

4) การปรับตัวของประชากรแบบทั่วไป (general population adaptation) คล้ายกับการปรับตัวของประชากรแบบจำเพาะ แต่เป็นการปรับตัวร่วมกันแบบประชากร

เป้าหมายของนักปรับปรุงพันธุ์ คือการสร้างพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้อย่างกว้างขวาง สามารถให้ผลผลิตได้สูงอย่างคงตัวเมื่อปลูกในหลายๆ สภาพแวดล้อม ซึ่งอาจเกิดได้จากความสามารถของประชากรที่แต่ละต้นให้พันธุกรรมที่แตกต่างกันในการส่งเสริมกันเพื่อปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมหรือ การปรับตัวของพันธุกรรมจากต้นเพียงเดี่ยวๆ ภายในประชากรเอง

3. **กรอบแนวคิดของเสถียรภาพพันธุ์**

กฤษฎา (2544) กล่าวว่าการผลิตพืชในสภาพธรรมชาติ ไม่มีทางหลีกเลี่ยงปัญหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ถึงแม้การใช้พันธุ์ที่เป็นเฮตเทอโรไซโกต (คู่ผสมเดี่ยว) ที่มีความสม่ำเสมอของประชากรสูง และพันธุ์คละที่ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมคละกันอยู่ภายในประชากร (พันธุ์อื่นๆ ยกเว้นคู่ผสมเดี่ยว และพันธุ์แท้) มาช่วยลดปฏิสัมพันธ์ระหว่างๆ พันธุ์กับสภาพแวดล้อม ได้ระดับหนึ่ง ไม่สามารถทำให้หมดไปได้ แต่ทำให้

พันธุ์มีเสถียรภาพมากขึ้น โดยมีการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อม และจัดกลุ่มของพันธุ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เข้าทดสอบร่วมกัน เพื่อลดปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยได้ในระดับหนึ่ง แต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปี ก็ยังมีระดับสูง มีการคิดค้นเพื่อที่จะหาดัชนีบางอย่าง เพื่อช่วยในการคัดพันธุ์ที่มีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมต่ำ แต่ละวิธีการต่างก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป มีความซับซ้อนของวิธีการแตกต่างกัน เหมาะกับการใช้ตามสภาพของโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่แตกต่างกัน

เงื่อนไขเสถียรภาพของลักษณะที่แสดงออกมา เช่น เสถียรภาพของการให้ผลผลิตและการปรับตัว มักจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแต่ลักษณะ ซึ่งแนวคิดที่แตกต่างและความหมายของเสถียรภาพได้มีการอธิบายไว้หลายแบบในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา

Lin และคณะ (1986) ได้กำหนดแนวคิดความมีเสถียรภาพไว้ 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 พันธุ์ที่ถือว่ามีเสถียรภาพ จะมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่ทดสอบเพียงเล็กน้อย Becker และ Leon (1988) เรียกว่า มีเสถียรภาพที่คงที่ หรือเป็นแนวคิดเสถียรภาพทางชีวภาพ ซึ่งพันธุ์ที่มีเสถียรภาพครบถ้วนจะมีศักยภาพของพันธุ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมใดๆ แนวคิดเสถียรภาพนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับลักษณะคุณภาพ เช่น ความต้านทานโรค หรือสำหรับลักษณะที่มีความเครียดเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การทนต่ออากาศหนาว ตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายถึงเสถียรภาพนี้ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV_i) ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีเสถียรภาพ ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนทางพันธุกรรมในสภาพแวดล้อมนั้นๆ (S_i^2)

ประเภทที่ 2 พันธุ์ที่ถือว่ามีเสถียรภาพ หากการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมเป็นในลักษณะของเส้นความชันนั้นเป็นเส้นขนาน โดยเป็นการตอบสนองของค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในการทดลอง Becker และ Leon(1988) ซึ่งเรียกเสถียรภาพนี้ว่าเป็นแนวคิดทางด้านการเกษตร พันธุ์ที่มีเสถียรภาพจะไม่มีการเบี่ยงเบน เมื่อได้รับการตอบสนองจากสภาพแวดล้อม และนั่นสามารถคาดเดาได้เมื่อมีการตอบสนองจากสภาพแวดล้อม ซึ่งประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b_i) และความแปรปรวนจากเสถียรภาพ (σ^2_i)

ประเภทที่ 3 พันธุ์ที่ถือว่ามีเสถียรภาพ ถ้ามีค่า Mean Square Error ที่ได้มาจากดัชนีสภาพแวดล้อมบนสมการรีเกรสชันนั้นมีค่าน้อย ดัชนีสภาพแวดล้อมมีส่วนเกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ยผลผลิตของพันธุ์ทั้งหมดในแต่ละสถานที่หักลบด้วยค่าเฉลี่ยของพันธุ์ทั้งหมดในทุกสถานที่ ประเภทที่ 3 ยังเป็นส่วนหนึ่งของแนวคิดทางด้านการเกษตร (Becker and Leon, 1988)

วิธีการที่อธิบายทั้ง 3 ประเภทเป็นวิธีเกี่ยวกับการมีเสถียรภาพ และเป็นวิธีการของ Eberhart และ Russell (1966) และ Perkins และ Jinks (1968) และ Becker และ Leon (1988) ได้ระบุว่าทุกขั้นตอนที่มีเสถียรภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวคิดทางด้านการเกษตร และรวมถึงขั้นตอนของการแบ่งพาร์ทิชันของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม

Lin และ คณะ (1986) ได้กำหนดกลุ่มทางสถิติที่มีเสถียรภาพออกเป็น 4 กลุ่ม โดยที่กลุ่ม A จะขึ้นอยู่กับส่วนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของพันธุ์ ซึ่งจะแสดงโดยค่า sum of squares กลุ่ม B จะขึ้นอยู่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม แสดงโดยใช้ค่า sum of squares กลุ่ม C จะขึ้นอยู่กับแต่ละส่วนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของพันธุ์ หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม แสดงโดยค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน และกลุ่ม D จะขึ้นอยู่กับแต่ละส่วนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของพันธุ์ หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะแสดงโดยส่วนเบี่ยงเบนจากค่ารีเกรสชัน จากกลุ่มทั้งหมดสามารถแบ่งกลุ่มเสถียรภาพได้ 3 ประเภท โดยที่กลุ่ม A เป็นเสถียรภาพประเภทที่ 1 และกลุ่ม B และ C เป็นประเภทที่ 2 และกลุ่ม D เป็นประเภทที่ 3

4. การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์

ในการคัดเลือกพันธุ์พืชเพื่อให้สามารถปรับตัวได้กว้าง หรือปรับตัวเข้าสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงกับสถานที่ปลูกนั้นๆ นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องทำการทดสอบจากหลายสถานที่ปลูก หลายฤดูกาล และบ่อยครั้ง เพื่อทดสอบการปรับตัวของพันธุ์พืชที่จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ มีการเสนอวิธีการวิเคราะห์หลายวิธี ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

4.1 การวิเคราะห์ตัวแปรเดียว เป็นการวิเคราะห์รีเกรสชัน ซึ่งนิยมใช้กันมี 2 วิธี คือ การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์โดยวิธีการของ Finlay และ Wilkinson (1963) และวิธีของ Eberhart และ Russell (1966)

1) วิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) ใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์กับค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์ในแต่ละจุดทดลอง เพื่อเป็นดัชนีแสดงเสถียรภาพและการปรับตัวของพันธุ์ ถ้าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ต่ำ แสดงว่า พันธุ์มีเสถียรภาพสูง

ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละจุดจะใกล้เคียงกัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์สูง แสดงว่าพันธุ์ตอบสนองต่อความสมบูรณ์ของสภาพปลูกได้ดี

สมใจ และคณะ (2552) ได้ใช้วิธีการ Finlay และ Wilkinson (1963) ทดสอบเสถียรภาพผลผลิตของข้าวเหนียวต้านทานโรคไหม้ จำนวน 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์สันป่าตอง 1 และ กข 10 ใน 17 สภาพแวดล้อม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม พบว่า ผลผลิต อายุเก็บเกี่ยว ความสูง และจำนวนรวงต่อกอของข้าวแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนั้นยังพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมของทั้ง 4 ลักษณะ จึงได้วิเคราะห์เสถียรภาพของผลผลิตด้วยวิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน สามารถคัดเลือกข้าวที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต จำนวน 7 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งสามารถแบ่งข้าวตามกลุ่มของสภาพแวดล้อมได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นข้าวที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีหลายสภาพแวดล้อมและมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดีที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเท่ากับ 1 หรือไม่แตกต่างจาก 1 และ กลุ่มที่ 2 เป็นข้าวที่สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันต่ำกว่า 1

ธีระ และคณะ (2547) ได้ศึกษาเสถียรภาพผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในสภาพแวดล้อมภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งเป็นท้องที่หรือฤดูกาปลูกที่แตกต่างกัน การปลูกถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ภายใต้ 7 สภาพแวดล้อม โดยพบว่าปฏิสัสมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต ความสูง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีการตอบสนองต่างกันต่อการเปลี่ยนแปงสภาพแวดล้อม ซึ่งรายงานว่า กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์มีเสถียรภาพ โดยให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากเสถียรภาพเฉลี่ยของประชากร ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสูง ซึ่งสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่ดีได้

จิรวัฒน์ และคณะ (2552) ได้ทดสอบผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์อายุสั้น 4 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ สจ.5 1 พันธุ์ เพื่อประเมินเสถียรภาพผลผลิตสายพันธุ์ถั่วเหลือง จากการปลูกทดสอบใน 4 สภาพแวดล้อม โดยพิจารณาการตอบสนองของพันธุ์พืชต่อสภาพแวดล้อม พบว่า สามารถแบ่งระดับเสถียรภาพของผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์อายุสั้นออกได้เป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชันต่ำกว่า 1 จัดว่าเป็นพันธุ์พืชที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมค่อนข้างต่ำ และสามารถให้ผลผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ส่วนกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่ามากกว่า 1 จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) พบว่าการวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธีนี้จะแยกความแปรปรวนของพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) sum of square ของรีเกรสชัน และ 2) sum of square ของส่วนเบี่ยงเบนจากรีเกรสชัน ซึ่งในข้อ 2 จะแสดงสัดส่วนของ sum of square ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมาก จึงทำให้ข้อมูลมีความแปรปรวนจากรีเกรสชันสูง จึงทำให้เทคนิคการใช้รีเกรสชันเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในรูปของรีเกรสชันเส้นตรงได้ดีพอ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

2) วิธีของ Eberhart และ Russell (1966) เสนอการใช้ดัชนีสภาพแวดล้อม เพื่อวัดเสถียรภาพของพันธุ์ โดยการปลูกทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่หรือทดสอบในหลายปี หลักการก็คือ การหาค่าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของแต่ละพันธุ์กับดัชนีสภาพแวดล้อม ซึ่งได้มาจากผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลองกับค่าเฉลี่ยของทุกการทดลอง ค่าเบี่ยงเบนออกจากเส้นปฏิสัมพันธ์ (deviation mean square) เป็นข้อมูลเสริมในการวิเคราะห์ค่าเสถียรภาพของพันธุ์

พันธุ์ที่มีสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของแต่ละพันธุ์ดัชนีสภาพแวดล้อมเท่ากับ 1 แสดงว่าพันธุ์นั้นเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ สำหรับพันธุ์ที่ค่าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมากกว่า 1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ ส่วนพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมน้อยกว่า 1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำภายใต้สภาพที่ไม่สมบูรณ์ ถ้าค่าเบี่ยงเบนจากเส้นปฏิสัมพันธ์สูงในสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่ง แสดงถึงผลกระทบปัจจัยบางอย่างต่อพันธุ์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในทุกสภาพแวดล้อม แต่ไม่ต้านทานโรคบางอย่าง ดังนั้นในสภาพที่มีโรคและพันธุ์อื่นๆ ต้านทานต่อโรค พันธุ์ดังกล่าวย่อมให้ผลผลิตต่ำ ทำให้ค่าเบี่ยงเบนจากเส้นปฏิสัมพันธ์สูง แต่ไม่จำเป็นต้องมีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์นั้นๆ

จากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า ได้รวมค่า SS ของสภาพแวดล้อมกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม เข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้สามารถแยกความแปรปรวนออกได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) Environment linear sum of square 2) G x E linear sum of square และ 3) Deviation from regression sum of square ส่วนที่เป็น G x E linear sum of square จำเป็นต้องมีสัดส่วนมากเพียงพอจึงจะสามารถอธิบาย

เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยสัมประสิทธิ์รีเกรสชันได้ดี หาก G x E linear sum of square มีสัดส่วนไม่มากนัก ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากรีเกรสชันเส้นตรง ($S^2_{d_i}$) จะเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) ในการหาค่าเสถียรภาพของพันธุ์ ซึ่งอาจเกิดจากการตอบสนองของพันธุ์พืชต่อสภาพแวดล้อมไม่เป็นเส้นตรง จึงเป็นสาเหตุให้ส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันมีขนาดใหญ่ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

ปิยะ และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาเสถียรภาพของพันธุ์สำปะหลังไทย จำนวน 4 พันธุ์ ปลูกเปรียบเทียบใน 11 สถานที่ปลูก รายงานว่าจากการนำค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละสถานที่ปลูกมาวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่าสามารถอธิบายเสถียรภาพของพันธุ์ในปริมาณแป้งในหัว ผลผลิตหัวสด และผลผลิตหัวแห้ง ด้วยสัมประสิทธิ์รีเกรสชันได้ดี

จำลักษณ์ และคณะ (2550) ได้ศึกษาเสถียรภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 3 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังพันธุ์การค้า 4 พันธุ์ โดยทดสอบใน 8 จังหวัด จากการประเมินเสถียรภาพของพันธุ์ตามวิธี Eberhart และRussell (1966) พบว่า ผลผลิตที่มีเสถียรภาพเหมาะสมที่จะแนะนำให้เกษตรกรปลูกโดยทั่วไป มีค่าสัมปะสิทธิ์รีเกรสชันเข้าใกล้ 1 ส่วนพันธุ์ที่มีค่าสัมปะสิทธิ์รีเกรสชันต่ำกว่า 1 มีค่าเสถียรภาพต่ำกว่าเฉลี่ย ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะแนะนำให้ปลูกในเขตที่ให้ผลผลิตต่ำ และพันธุ์ให้ผลผลิตสูง และมีปริมาณแป้งในหัวสดสูง โดยมีค่าเสถียรภาพของพันธุ์ที่มีค่าสัมปะสิทธิ์รีเกรสชันมากกว่า 1 จึงเหมาะแก่การแนะนำให้ปลูกในท้องที่ที่ให้ผลผลิตสูง

จากการศึกษาของ Gauch (1992) ได้รายงานว่าในการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์โดยวิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) และวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) ยังไม่สามารถอธิบายผลผลิตได้อย่างแม่นยำ การระบุพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ ไม่สามารถให้ข้อสรุปทางสถิติที่ชัดเจนได้ และต้องใช้ทรัพยากรมากเพื่อให้เกิดความแม่นยำสูง จึงนำไปสู่การหาแนวทางในการหาวิธีการวิเคราะห์แบบใหม่ๆ ขึ้น

4.2 **การวิเคราะห์หลายตัวแปร** (multivariate) เป็นการวิเคราะห์ตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันในตัวแปรชุดนั้น และยังช่วยในการจัดกลุ่มชุดของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน แล้วทำนายค่าตัวแปรใหม่โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่มีอยู่จากการวิเคราะห์เดิม ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์แบ่งออกได้เป็นหลายวิธี

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548) เป็นวิธีการทางสถิติวิธีการหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร (Multivariate data) ซึ่งทำให้เห็นว่าข้อมูลอยู่ในรูปหลายมิติ (dimension) การจะอธิบายข้อมูลโดยรวมทำได้ยาก การลดมิติของข้อมูลให้สามารถอธิบายได้โดยจำนวนน้อยมิติจึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่การลดมิตินั้นจะต้องสามารถคงรายละเอียดของข้อมูลโดยส่วนใหญ่ไว้ได้ หรือมีข้อมูลหายไปพร้อมกับการลดมิติน้อย ดั้งนั้น PCA จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายการกระจายของข้อมูล และโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น มีข้อมูลหลายพันธุ์ หรือมีหลายสภาพแวดล้อม การวิเคราะห์สามารถทำได้ทั้งในแนวของพันธุ์ และของสภาพแวดล้อม โดยใช้องค์ประกอบหลักที่อยู่ในรูป linear combination ของตัวแปรเดิม หากจำนวนจำแนกองค์ประกอบหลักที่คำนวณได้มีน้อยกว่าจำนวนตัวแปรเดิม แต่สามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลส่วนใหญ่ไว้ได้เกือบเท่ากับตัวแปรเดิมทั้งหมด ก็อาจใช้องค์ประกอบหลักจำนวนน้อนแกนนั้นแทนตัวแปรเดิมได้ โดยจำนวนมิติข้อมูลจะลดลงเหลือเท่ากับจำนวนแกงองค์ประกอบหลักๆ นั้น นอกจากนี้ PCA ยังช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดีขึ้น

การวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ (additive main effects and multiplicative interaction, AMMI) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในสองทิศทาง ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำการทดสอบพันธุ์พืชเป็นจำนวนมาก และปลูกทดสอบในหลายท้องที่หรือสภาพแวดล้อม การวิเคราะห์ข้อมูลวิธี AMMI มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

1) ใช้เป็นโมเดลสำหรับวินิจฉัยโมเดลอื่นๆ โดยเฉพาะในกรณีที่โมเดลย่อยนั้นเป็นส่วนหนึ่งของ AMMI เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis, PCA) การวิเคราะห์รีเกรสชัน (linear regression, LR)

2) ใช้อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม โดยโมเดลสามารถแสดงรูปแบบ และให้ข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมโดยใช้พลอตกราฟสองทิศทาง ที่เรียกว่า biplot

3) ใช้ในการประมาณค่าผลผลิตให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยความถูกต้องนี้สามารถเทียบได้กับการเพิ่มจำนวนซ้ำที่ใช้สำหรับการทดลองในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถทำให้ผลจำนวนซ้ำ เพิ่มจำนวนพันธุ์ เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ความดีเด่นของ AMMI ประการสุดท้ายนี้ สามารถใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์สำหรับทดสอบ

สายพันธุ์พืชจำนวนมากในขั้นต้นที่มีความสามารถในการทำซ้ำได้จำกัด (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

จากวิธีการวิเคราะห์ด้วย AMMI พบว่าการใช้วิธีวิเคราะห์เสถียรภาพสามารถแยกได้ทั้งอิทธิพลหลักแบบที่เป็นแบบผลบวกของพันธุ์กับสภาพแวดล้อม และอิทธิพลแบบผลคูณของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งการแยกผลคูณทำโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก แกนใดมีนัยสำคัญทางสถิติจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของโมเดล วิธี AMMI ทำให้สามารถแยกความแปรปรวนที่เกิดจากโมเดลออกจากความแปรปรวนทั้งหมดได้ (รจนา และเรวัต, 2555) ซึ่งในปัจจุบันพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อม นั้นจะนำวิธีนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ โดยมีรายงานไว้ดังต่อไปนี้

รจนา และเรวัต (2555) ได้วิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อยกำแพงแสนชุดปี 2000-2003 ในอ้อยปลูก จำนวน 10 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 2 พันธุ์ จำนวน 8 แปลง พบว่า วิธีวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธี AMMI สามารถอธิบายสัดส่วนของค่าเปอร์เซ็นต์ของปฏิสัมพันธุ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ในลักษณะผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และ Commercial Cane Sugar (C.C.S.) ได้

ปิยธิดา และเรวัต (2552) ได้ทดสอบเสถียรภาพของค่าซีซีเอสของพันธุ์อ้อยโดยปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ 18 แปลง ในพื้นที่ปลูกอ้อย 4 ภูมิภาค โดยปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2000 – 2001 จำนวน 15 พันธุ์ ได้วิเคราะห์เสถียรภาพในอ้อยพันธุ์กำแพงแสน พบว่า อิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อค่าความหวานใกล้เคียงกับอิทธิพลของพันธุ์ โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะซีซีเอส และยังสามารถบอกถึงการปรับตัวของพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้ โดยการจัดกลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้

โอภาษ และคณะ (2540) ได้ทดสอบพันธุ์พืชภายใต้สภาพแวดล้อมอย่างกว้างเพื่อหาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีเสถียรภาพสูงในสภาพแวดล้อมทั่วไป และในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง ในกรณีที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลสูง พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธี AMMI ในลักษณะผลผลิตหัวมันแห้ง แยกตามอัตราปุ๋ย 4 อัตรา สามารถอธิบายการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธีปกติได้ แต่เนื่องจากมีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมอยู่มาก จึงนำส่วนของปฏิสัมพันธ์ซึ่งเป็นแบบผลคูณมาแยกวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ในปุ๋ยทุกอัตราให้ผลการวิเคราะห์เหมือนกัน พบว่ามีแกนองค์ประกอบหลัก 2 แกน ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อรวมเปอร์เซ็นต์ผลรวมกำลังสองของแกน

องค์ประกอบหลักที่ 1 และ 2 จะสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ประเสริฐ และพีระศักดิ์ (2540) ศึกษาการแยกอิทธิพลหลักแบบผลบวกและปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณของการทดสอบพันธุ์อ้อยหลายสภาพแวดล้อม พบว่า การวิเคราะห์ด้วยวิธี AMMI สามารถแยกความแปรปรวนออกเป็นอิทธิพลแบบบวก และแบบผลคูณได้ จึงทำให้สามารถอธิบายข้อมูลได้เกือบทั้งหมด แต่ก็มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ไม่สามารถแยกปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังสามารถแยกปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมได้เกือบทั้งหมด ทำให้สามารถประมาณค่าจากโมเดลได้ค่อนข้างแม่นยำ

ประเสริฐ และพีระศักดิ์ (2541) ได้วิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อยภายใต้สถานที่ปลูกแตกต่างกัน พบว่าการศึกษาเสถียรภาพของพันธุ์อ้อยโดยวิธี Linear Regression (REG) และ วิธี AMMI ให้ผลคล้ายคลึงกัน โดยพบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เกือบทุกลักษณะ ในบางลักษณะไม่สามารถใช้วิธี REG แยกได้ แต่สามารถใช้ AMMI แยกได้ ดังนั้น โมเดล AMMI จึงสามารถอธิบายข้อมูลได้ดีกว่าวิธี REG

จากการวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธี AMMI ช่วยให้นักวิจัยให้รูปแบบการตอบสนองของพันธุ์ และสภาพแวดล้อมได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเสนอในรูปแบบของกราฟ biplot ของ AMMI เป็นการพล็อตข้อมูลแบบสองทิศทาง (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548) ซึ่งพิจารณาจาก 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ระดับค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถแบ่งพันธุ์ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตต่ำ กับกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตสูง โดยที่พันธุ์ใด มีการกระจายของจุดไปทางด้านซ้ายของแผนภาพมากกว่า ก็จะให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตนั้นมากกว่า ในส่วนที่เป็นสภาพแวดล้อมก็เช่นเดียวกัน

2) ระดับของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม โดยที่พันธุ์หรือสภาพแวดล้อมใด ที่อยู่ใกล้กับเส้น PCA 1 เท่ากับ 0.0 แสดงว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมต่ำ ส่วนพันธุ์ที่มีระยะห่างจากเส้น PCA 1 มาก จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมสูงสุด และในส่วนของสภาพแวดล้อมก็แปลความหมายเช่นเดียวกันกับพันธุ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเสถียรภาพของปาล์มน้ำมันในชั่วรุ่นลูกต่อการให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน จำนวน 5 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์ “สุราษฎร์ธานี 2” โดยใช้วิธีวิเคราะห์อิทธิพลหลักแบบผลบวกและอิทธิพลร่วมแบบผลคูณ (Additive Main effects and Multiplicative Interaction, AMMI)

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการปรับตัวของปาล์มน้ำมันในชั่วรุ่นลูก เมื่อปลูกทดสอบในสถานที่แตกต่างกั

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

เป็นการศึกษาปาล์มน้ำมันในชั่วรุ่นลูก จำนวน 5 คู่ผสม กับ 1 พันธุ์ โดยปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 3 สถานที่ คือ อำเภอรัตภูมิ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอระโนด ซึ่งมีระยะการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 โดยศึกษาองค์ประกอบความแปรปรวน เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาแบบผลคูณ และการปรับตัวของพันธุ์ เพื่อหาพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง สามารถปรับตัวได้กว้าง และให้ผลผลิตได้สูงในสถานที่ที่มีความแตกต่างกัน

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุพืช

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม 118 119 130 132 และ 137 และพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีอายุประมาณ 5 ปี ซึ่งพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ได้ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์จากพ่อแม่ที่มีฐานพันธุกรรมมาจากปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย ส่วนพันธุ์การค้าเป็นพันธุ์ที่ได้พัฒนามาจากหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนที่มีการส่งเสริมให้ปลูกอยู่ในประเทศไทย

วัสดุ

กระสอบใส่ทะลายปาล์ม

ไม้บรรทัด

ตะกร้า

ถุงพลาสติก

มีดคัตเตอร์

ป้ายแสดงหน่วยทดลอง

เชือก

น้ำมันเบนซิน

ขวดแก้ว

อุปกรณ์

ตู้อบ

เครื่องชั่งแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง

เครื่องชั่งแบบ 50 กิโลกรัม

เครื่องปั่นบด

วิธีการศึกษา

1. การวางแผนการทดลอง

ปาล์มน้ำมันทั้ง 6 พันธุ์ปลูกทดสอบในแปลงทดลองจำนวน 3 แปลง ที่มีการควบคุมการดูแลจัดการสวนที่ใกล้เคียงกัน โดยทุกแปลงการทดลองมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สุ่มมา 3 ซ้ำต่อทรีตเมนต์ต่อพื้นที่ปลูก และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test (DMRT) และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis)

2. การบันทึกข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ และคุณสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และจำนวนวันฝนตก (วัน) บริเวณแปลงปลูกในอำเภอรัตภูมิ อำเภอคลองหอยโข่ง และ อำเภอระโนด ของจังหวัดสงขลา โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2557 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2558)

2.2 ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน

เก็บข้อมูลดิน โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร วิเคราะห์ข้อมูลที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อินทรีย์คาร์บอน และธาตุอาหารหลักในดิน ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียม

3. การเก็บข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลาย จะสุ่มและทำเครื่องหมายต้นปาล์มที่เป็นตัวแทนในพื้นที่ปลูกแล้วทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก/ทะลาย และจำนวนทะลายทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นที่สุ่มไว้ โดยข้อมูลที่ทำการบันทึก ดังนี้

จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี) น้ำหนัก/ทะลาย (กิโลกรัม/ทะลาย)

ผลผลิตทะลาย (กิโลกรัม/ต้น/ปี) = ผลคูณระหว่างจำนวนทะลายและน้ำหนัก/ทะลาย เป็นระยะเวลา 1 ปี (มิถุนายน 2556 – มิถุนายน 2557)

ในการประเมินผลผลิตน้ำมันจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ทะลายปาล์ม โดยมีขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน โดยเก็บข้อมูลผลผลิตทะลาย ซึ่งจะเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันตามรอบของการเก็บเกี่ยวพร้อมทั้งทำการจดบันทึกน้ำหนัก/ทะลาย จำนวนทะลาย และผลผลิตทะลายรวม แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย (ธีระ, 2554) ตามขั้นตอน ดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมัน แล้วนำมาสับแยกก้านผลย่อยออกจากแกนทะลาย แล้วบ่มก้านผลย่อยที่มีผลติดอยู่ 2-3 วัน เมื่อผลหลุดออกจากก้านดีแล้ว ทำการแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากก้านย่อย ทำการสุ่มผลปาล์มน้ำมันจำนวน 10 ผล ชั่งน้ำหนักผลสด นำไปหั่น แล้วอบที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2.) เมื่อครบเวลานำมาชั่งน้ำหนักผล เพื่อหาน้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง โดยแยกส่วน ออกเป็นเนื้อปาล์มแห้ง กะลา และเมล็ดใน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มแห้ง/เนื้อปาล์มสด

3) นำเนื้อปาล์มแห้งไปบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน โดยนำเนื้อปาล์มบด ใส่ในกระดาษทิชชู่แล้วชั่งน้ำหนัก

4) นำกระดาษทิชชู่บรรจุเนื้อปาล์มบดแช่ในน้ำมันเบนซินนาน 5 วัน โดยเปลี่ยนน้ำมันทุกวัน เมื่อครบ 5 วัน นำกระดาษทิชชู่ออกผึ่งที่ร่มให้แห้ง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

นำข้อมูลมาคำนวณหาองค์ประกอบทะลาย ตามวิธีการของ NIFOR อ้างโดย Corley และ Tinker (2003)

เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย (fruit/bunch, %F/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลสด}}{\text{น้ำหนักทะลาย}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล (wet mesocarp/fruit, %WM/F)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อผลแห้ง (oil/dry mesocarp, %OD/M)

$$= \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย (oil/bunch, %OB)

$$= \frac{\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล}}{\text{เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 ทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of error variance)

วิธี Bartlett's test เพื่อจัดกลุ่มการทดลองที่มีค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error mean square) ของทั้ง 3 สถานที่ ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ หากพบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากัน จึงจะสามารถดำเนินการวิเคราะห์การทดลองทั้ง 3 สถานที่ร่วมกันได้ แต่หากความแปรปรวนไม่เท่ากัน ก็ไม่ควรนำการทดลองทั้ง 3 สถานที่มาวิเคราะห์รวมกัน เพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดสอบนัยสำคัญ (ไพศาล, 2547)

ทดสอบค่า Homogeneity ของ error variance โดยวิธีของ Bartlett

χ^2 = M / C

เมื่อ M = $2.3026[(N-k)logs_p^2 - \sum_{i=1}^{k}(n_i-1)logs_i^2$

C = $1+\frac{1}{3(\mathrm{k}-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{n_i-1}-\frac{1}{\mathrm{N-k}}\right]$

N = degree of freedom

s_p^2 = pooled variance

s_i^2 = variance จากแต่ละสถานที่

k = จำนวน variance ที่ทดสอบ

4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในทุกสถานที่

โดยการวิเคราะห์ผลรวมของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (ตารางที่ 1) พันธุ์ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่ (Fixed effect) ส่วน สถานที่ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยสุ่ม (Random effect) ตารามีสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งดัดแปลงจาก วัชรินทร์ (2549) ดังตารางที่ 1

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

เมื่อ Y_{ijk} คือ ค่าสังเกตจากสถานที่ที่ i พันธุ์ที่ j และซ้ำที่ k

μ คือ ค่าเฉลี่ยของการทดลอง

L_i คือ อิทธิพลของสถานที่ที่ i

G_j คือ อิทธิพลของพันธุ์ที่ j

$(GL)_{ij}$ คือ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ที่ i กับพันธุ์ที่ j

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของสถานที่ที่ i พันธุ์ที่ j และซ้ำที่ k

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

Source of variation	d.f.	Expected Mean Square (EMS)
Genotype (G)	g-1	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG} + rl\,\theta^2_G$
Location (L)	l-1	$\sigma^2_e + rg\sigma^2_L$
L x G	(l-1)(g-1)	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG}$
Error	l(g-1)	σ^2_e
Total	gl-1	

หมายเหตุ : σ^2_L คือ ความแปรปรวนเนื่องจากสถานที่

θ^2_G คือ ความแปรปรวนของพันธุ์ในกรณีที่พันธุ์เป็นปัจจัยคงที่

σ^2_{LG} คือ ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่

σ^2_e คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

l คือ จำนวนสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

g คือ จำนวนพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

r คือ จำนวนซ้ำ

gl คือ จำนวนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่

การตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ของ GxE โดยการวิเคราะห์ผลรวม

นำข้อมูลที่สนใจแต่ละแปลงทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD แล้วทำการทดสอบความแปรปรวนของแต่ละการทดลองเพื่อดูความแตกต่างโดยใช้การทดสอบแบบ F ดังนี้

$$F = \frac{Error\ MS_{\text{ค่ามาก}}}{Error\ MS_{\text{ค่าน้อย}}}$$

หากการทดสอบค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าความแปรปรวนของแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกัน สามารถนำไปวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ได้ แต่ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า F ตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่าไม่มีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงไม่จำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์

4.3 การประเมินเสถียรภาพของพันธุ์ และการปรับตัว

เมื่อทดสอบพบความแตกต่างทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี AMMI (Gauch, 1988) โดยแยกอิทธิพลแบบผลบวก และปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ (ตารางที่ 2) เพื่อแยกอิทธิพลส่วนอิทธิพลหลักที่เกิดจากพันธุ์ และสถานที่ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ได้แยกอิทธิพลเป็นแบบผลคูณ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก แสดงเป็นโมเดลดังนี้

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

เมื่อ Y_{ij} คือ ค่าสังเกตจากพันธุ์ที่ i สถานที่ที่ j

μ คือ ค่าเฉลี่ยของการทดลอง

G_j คือ อิทธิพลของพันธุ์ที่ i

L_i คือ อิทธิพลของสถานที่ที่ j

λ_n คือ ค่าไอเกน (eigenvalue) ของการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของแกนที่ n

α_{in} คือ คะแนนการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของพันธุ์ที่ j สำหรับแกนที่ n

δ_{jn} คือ คะแนนการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของสถานที่ที่ i สำหรับแกนที่ n

N คือ จำนวนของแกนองค์ประกอบทั้งหมดที่วิเคราะห์

θ_{ij} คือ ส่วนเบี่ยงเบนที่ไม่สามารถอธิบายได้โดยแกนองค์ประกอบหลัก

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกอิทธิพลหลักที่เป็นแบบผลบวก (additive main effects) ที่เกิดจากพันธุ์ และสถานที่ ทำโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนปกติ ส่วนอิทธิพลแบบผลคูณ (multiplicative interaction) ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่แยกออกจากอิทธิพลของพันธุ์และสถานที่ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก มีรูปแบบโมเดลเป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแปรปรวนของการวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source of variation	d.f.	MS	Expected Mean Square (EMS)
Genotype (G)	g-1		$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG} + rl\theta^2_G$
Location (L)	l-1		$\sigma^2_e + rg\sigma^2_L$
L x G	(l-1)(g-1)		$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG}$
PCA 1	g + l – 1 – 2(1)	M1	
.	.		
PCA k.	g + l – 1 – 2(k).		
.	.		
PCA N	g + l – 1 – 2(N)		
residual	u		
Error	l(g-1)	M2	σ^2_e
Total	lg-1		

หมายเหตุ : u คือ $[(g-1)(l-1)] - \sum_k[g + l - 1 - 2(k)]$

k คือ จำนวนองค์ประกอบสำคัญ (k = 1,2,3,…, N) N สามารถมีได้มากที่สุดเท่ากับค่าที่น้อยกว่าระหว่าง Degree of freedom (d.f.) ของพันธุ์หรือสถานที่

l คือ จำนวนสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

g คือ จำนวนพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

ทดสอบนัยสำคัญของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง โดยหาค่า F จาก Mean square ของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งหารด้วย Mean square ของค่าความคลาดเคลื่อน (M1 / M2) เทียบกับค่า F จากตารางที่ d.f. ของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งหารด้วย d.f. ของค่าความคลาดเคลื่อน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

สร้างกราฟแสดงแผนภาพสองทิศทาง เพื่อหาความสัมพันธ์ของพันธุ์ในแต่ละสถานที่ โดยใช้แผนภาพสองทิศทาง ในการแสดงผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของแต่ละพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 แผ่นภาพ คือ แผนภาพสองสองทิศทางระหว่างผลผลิตกับค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแผนภาพสองทิศทางระหว่างค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง กับค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่สอง

ประเมินความสามารถในการปรับตัวของแต่ละพันธุ์ จากค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งร่วมกับค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรที่กำลังพิจารณา

สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R Version 2.14.0 (R-language and environment for statistical computing and graphics) (Development core team, 2006)

บทที่ 3

ผล และวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกอำเภอระโนด คลองหอยโข่งและรัตภูมิ

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินทั้ง 3 พื้นที่ปลูกในอำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอรัตภูมิ ที่ระดับความลึกของที่ 30 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) พบว่า ในพื้นที่อำเภอระโนด ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ใรระดับปานกลาง เท่ากับ 5.16 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอยู่ในระดับที่ต่ำ เท่ากับ 12.81 (meq/100) อินทรีย์คาร์บอนอยู่ในระดับที่ปานกลาง เท่ากับ 1.64 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 17.53 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมีระดับสูง เท่ากับ 0.62 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน ในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ใรระดับสูง เท่ากับ 5.68 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอยู่ในระดับที่ต่ำมาก เท่ากับ 2.66 (meq/100) อินทรีย์คาร์บอนอยู่ในระดับที่ต่ำมาก เท่ากับ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินมีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก เท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 19.94 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมีระดับสูง เท่ากับ 0.73 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน ส่วนพื้นที่อำรัตภูมิ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ใรระดับปานกลาง เท่ากับ 5.46 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอยู่ในระดับที่ต่ำมาก เท่ากับ 2.47 (meq/100) อินทรีย์คาร์บอนอยู่ในระดับที่ต่ำมาก เท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินมีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก เท่ากับ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 44.90 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมีระดับต่ำมาก เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัมดิน ซึ่งสอดคล้องกับ ธนนท์ (2558) รายงานไว้ ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินทั้ง 3 อำเภอ พบว่า สมบัติทางเคมีของดินของดินในพื้นที่อำเภอระโนดดีว่า อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ เมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางเคมีของดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันมีสมบัติของดินค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐาน

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินพื้นที่อำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ ที่ระดับความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมีของดิน	ระโนด		คลองหอยโข่ง		รัตภูมิ	
	0-30 (ซม.)	ระดับ	0-30 (ซม.)	ระดับ	0-30 (ซม.)	ระดับ
pH (1:5 H_2O)	5.16	ปานกลาง	5.68	สูง	5.46	ปานกลาง
CEC (meq/100g)	12.81	ต่ำ	2.66	ต่ำมาก	2.47	ต่ำมาก
Organic carbon (%)	1.64	ปานกลาง	0.70	ต่ำมาก	0.65	ต่ำมาก
Total N (%)	0.15	ปานกลาง	0.05	ต่ำมาก	0.04	ต่ำมาก
Available P (mg/kg)	17.53	ต่ำ	19.94	ปานกลาง	44.9	สูง
K (meq/100g)	0.62	สูง	0.73	สูง	0.04	ต่ำมาก

หมายเหตุ: CEC = effective cation exchange capacity

Total N = total nitrogen

P = available phosphorus

K = exchangeable potassium

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและการจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย ในปี พ.ศ. 2553-2557 ของอำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ

ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา 5 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2557 ของ 3 อำเภอที่ทำการทดลองในจังหวัดสงขลา ดังตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่อำเภอระโนดมีค่า 1,425.08 มิลลิเมตร/ปี โดยมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย เท่ากับ 56 วัน/ปี อำเภอคลองหอยโข่งมีปริมาณฝนตกเฉลี่ย เท่ากับ 1,934.34 มิลลิเมตร/ปี มีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย เท่ากับ 123 วัน/ปี และอำเภอรัตภูมิมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย เท่ากับ 1,928.84 มิลลิเมตร/ปี จำนวนวันฝนตกเฉลี่ย เท่ากับ 94 วัน/ปี ซึ่งจะพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยในเดือนตุลาคม พฤศจิกายนและเดือนธันวาคมมีปริมาณน้ำฝน และวันฝนตกเฉลี่ยสูงในทุกพื้นที่ปลูก (ตารางที่ 4) เมื่อเทียบกับความต้องการปริมาณน้ำฝนของปาล์มน้ำมัน ธีระ (2554) รายงานว่า พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกปลูกปาล์มน้ำมันควรมีปริมาณน้ำฝนสูงและมีการกระจายของฝนดีตลอดทั้งปี ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1,800-2,500 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งแต่ละเดือนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยของ อ.ระโนด อ.คลองหอยโข่ง และ อ.รัตภูมิ ในรอบปี พ.ศ. 2553-2557

เดือน	อ.ระโนด		อ.คลองหอยโข่ง		อ.รัตภูมิ	
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)
	2553-2557	2553-2557	2553-2557	2553-2557	2553-2557	2553-2557
มกราคม	114.40	3	116.20	9	153.40	6
กุมภาพันธ์	30.50	1	22.48	2	53.80	2
มีนาคม	46.20	2	103.08	7	91.44	4
เมษายน	27.92	2	94.62	7	84.88	4
พฤษภาคม	45.04	3	124.74	11	65.08	6
มิถุนายน	20.74	2	79.08	6	46.60	4
กรกฎาคม	6.70	1	69.20	8	66.80	5
สิงหาคม	27.34	2	143.98	11	124.62	7
กันยายน	18.34	2	153.38	13	104.38	7
ตุลาคม	258.36	11	253.96	14	242.22	13
พฤศจิกายน	463.18	14	372.86	18	439.32	18
ธันวาคม	366.36	13	400.76	17	456.30	18
รวม	1,425.08	56	1,934.34	123	1,928.84	94

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2558)

การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าใกล้เคียงกัน ให้การวิเคราะห์ผลรวมสามารถดำเนินการต่อได้ หากพบว่าแต่หากทดสอบแล้วพบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความแตกต่างกันมาก ก็ไม่ควรดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อ ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบนัยสำคัญ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548, สุดนัย, 2556) ตารางการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน ตารางที่ 5 ของการทดลองนี้ พบว่าทุกลักษณะมีค่าความเป็นเอกภาพของความแปปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยอมรับสมมุติฐานที่ว่า ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในทุกสถานที่ของทุกลักษณะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นทุกลักษณะสามารถนำไปวิเคราะห์ผลรวมได้

ตารางที่ 5 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน

Bartlett's test	Homogeneity of error variance
Number of Bunch (NB)	0.33^{ns}
Single Bunch Weight (SBW)	4.39^{ns}
Yield (Y)	5.93^{ns}
Oil per Bunch (OB)	3.08^{ns}
Oil Yield (OY)	5.35^{ns}

หมายเหตุ : NB คือ จำนวนทะลายเฉลี่ย
SBW คือ น้ำหนักต่อทะลายเฉลี่ย
Y คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ย
OB คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ย
OY คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย

การวิเคราะห์ผลรวม การวิเคราะห์เสถียรภาพ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และแผนภาพสองทิศทาง แยกตามลักษณะดังนี้

จำนวนทะลาย (Number of Bunch)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) พบว่า ส่วนอิทธิพลของพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งเพียงแกนเดียวที่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะจำนวนทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

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

หมายเหตุ : ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากจำนวนทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงไม่จำเป็นต้องนำสามารถวิเคราะห์ ส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ผสมปาล์มน้ำมันได้ ดังตารางที่ 6

จากการการเปรียบเทียบลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่ (ตารางที่ 7) พบว่า จำนวนทะลายในอำเภอระโนด คู่ผสมทุกเบอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 137 มีจำนวนทะลายสูงสุดทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และพื้นที่อำเภอระโนด ทุกคู่ผสมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่า มีค่าเฉลี่ยจำนวนทะลายเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ที่ปลูกในทุกสถานที่มีค่าเท่ากับ 25.32 ทะลาย/ต้น/ปี

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Number of Bunch (bunch/plant/year)				Score[2]	
	RN[3]	KHK[3]	RT[3]	Mean[4]	PCA 1	PCA 2
118	22.00	24.00bc	19.00	21.67bc	-0.29	-0.68
119	23.00	14.67c	18.33	18.67c	1.82	0.54
130	25.67	27.33ab	25.67	26.22ab	-0.14	0.84
132	23.00	33.00ab	26.00	27.33a	-1.80	0.66
137	29.00	37.33a	28.33	31.56a	1.55	-0.79
SR2	32.00	22.67bc	24.67	26.44ab	1.96	-0.56
Mean[5]	25.78	26.50	23.67	25.32		
PCA 1	2.37	-2.69	0.32			
PCA 2	-0.81	-0.55	1.36			

หมายเหตุ : 1 Cross คือ คู่ผสมปาล์มน้ำมัน

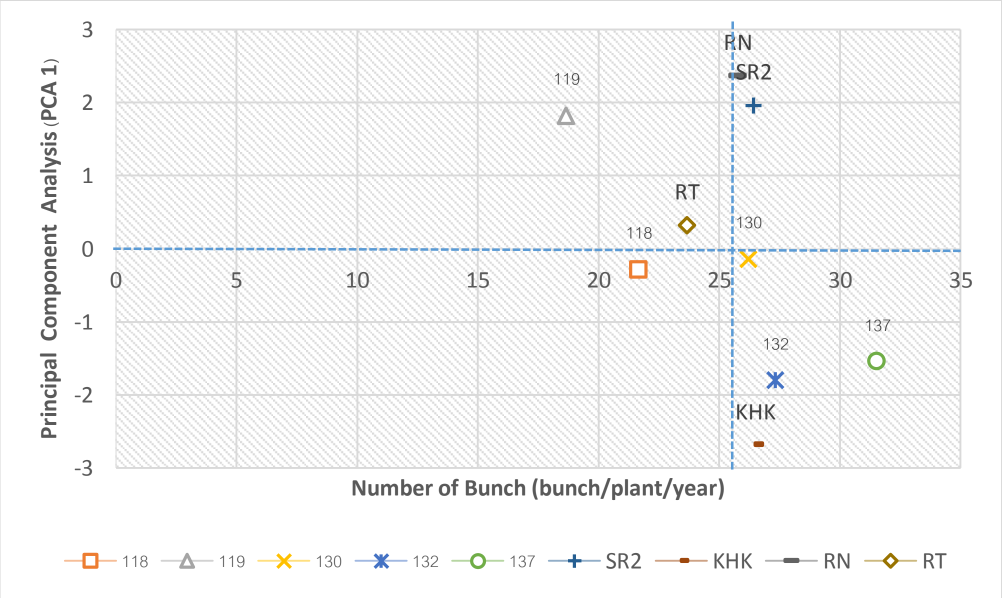
2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ที่ซึ่ง PCA 1 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง PCA 2 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย RN คืออำเภอระโนด KHK คืออำเภอคลองหอยโข่ง RT คืออำเภอรัตภูมิ ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าจำนวนทะลายของคู่ผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ จำนวนทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมแต่ละเบอร์

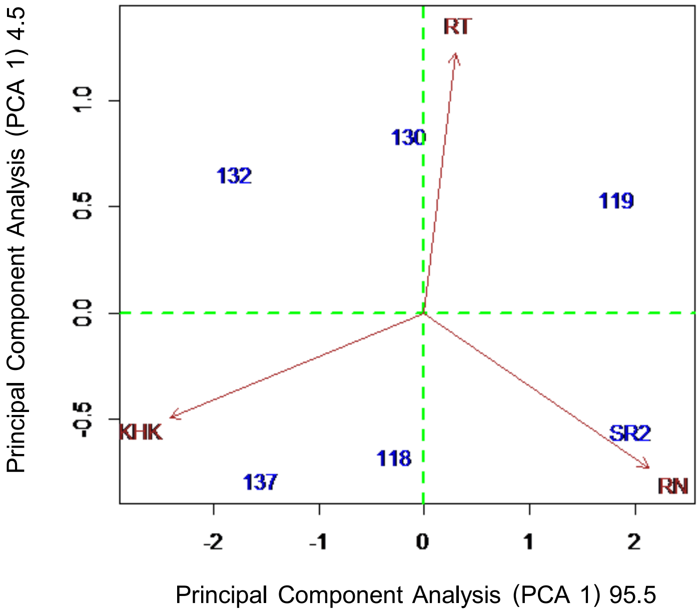
5 คือ จำนวนทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าจำนวนทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลายปาล์มและแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง (ภาพที่ 1) แสดงให้เห็นว่า ในคู่ผสมเบอร์ 130 มีค่าคะแนนขององค์ประกอบบที่หนึ่ง เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด โดยมีค่าคะแนนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งเท่ากับ -0.14 และมีค่าจำนวนทะลายฉลี่ยเท่ากับ 26.22 ทะลาย/ต้น/ปี



ภาพที่ 1 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะจำนวนทะลาย (ภาพที่ 2) แสดงค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกน โดยพิจารณา ตารางที่ 7 ร่วมกับ ภาพที่ 1 สามารถแบ่งคู่ผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่



ภาพที่ 2 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะจำนวนทะลาย

กลุ่มที่ 1 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสถานที่ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 137 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งห่างจากศูนย์ จะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างในแต่ละที่ได้อย่างชัดเจน พบว่า ในแปลงอำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 137 ให้จำนวนทะลายในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 37.33 ทะลาย/ต้น/ปี และแตกต่างกับคู่ผสมอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแปลงในอำเภอระโนด พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตสูงสุด จำนวน 32 ทะลาย/ต้น/ปี และแปลงในอำเภอรัตภูมิ พบว่าคู่ผสมเบอร์ 137 ให้จำนวนทะลายสูงสุดเท่ากับ 28.33 ทะลาย/ต้น/ปี

กลุ่มที่ 2 ของคู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สถานที่ ซึ่งได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 130, 118 และ 119 กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับ

สถานที่ต่ำ และให้จำนวนทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 130 มีเสถียรภาพของพันธุ์สูงสุด ตามมาด้วยคู่ผสมเบอร์ 118 โดยมีจำนวนทะลายเฉลี่ย เท่ากับ 26.22 และ 21.67 ทะลาย ตามลำดับ คู่ผสมทั้งสองสามารถให้จำนวนทะลายใกล้เคียงกันทั้งสามสถานที่

น้ำหนัก/ทะลาย (Single Bunch Weight)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 8) พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 52.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 47.1 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกนมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

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

หมายเหตุ : ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากน้ำหนัก/ทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลของสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ผสมปาล์มน้ำมันได้ ดังตารางที่ 8

จากการการเปรียบเทียบลักษณะน้ำหนัก/ทะลายระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่ (ตารางที่ 9) พบว่า ในอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีน้ำหนัก/ทะลายสูงสุดทางสถิต เท่ากับ 8.2 กิโลกรัม ส่วนในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 132 และ 137 มีน้ำหนัก/ทะลายสูงสุดทางสถิติ เท่ากับ 8.8 และ 8.4 กิโลกรัม ตามลำดับ และพื้นที่อำเภอระโนด คู่ผสมเบอร์ 119 มีน้ำหนัก/ทะลายสูงสุดทางสถิติ เท่ากับ 10.5 กิโลกรัม และพบว่า มีค่าน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 6.72 กิโลกรัม

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

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

หมายเหตุ : 1 Cross คือ คู่ผสมปาล์มน้ำมัน

2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ที่ซึ่ง PCA 1 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง PCA 2 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

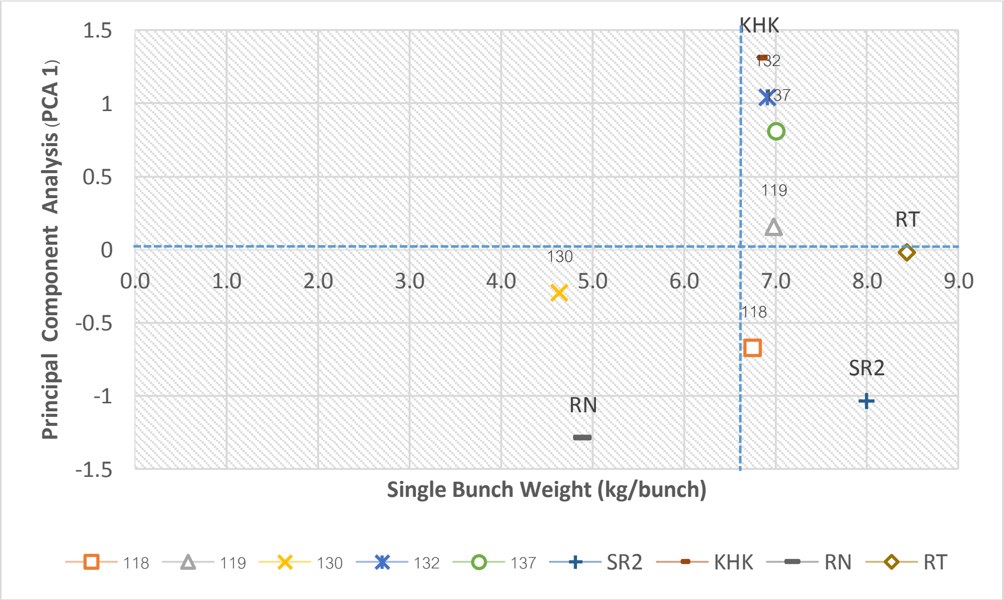
3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย RN คืออำเภอระโนด KHK คืออำเภอคลองหอยโข่ง RT คืออำเภอรัตภูมิ ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษร

ต่างกันแสดงว่าน้ำหนักต่อทะลายของคู่ผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ น้ำหนักต่อทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมแต่ละเบอร์

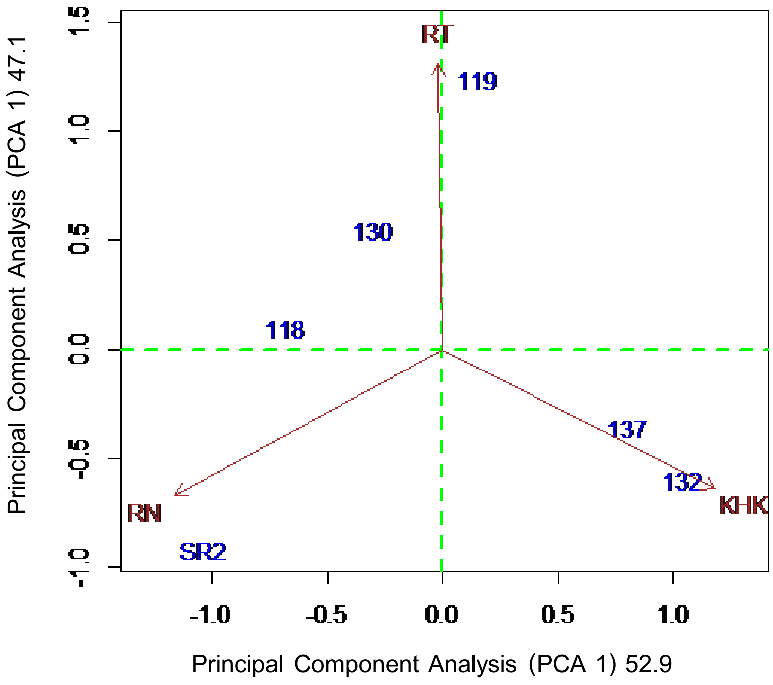
5 คือ น้ำหนักต่อทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าน้ำหนักต่อทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายและแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นว่า ในคู่ผสมเบอร์ 119 มีค่าคะแนนขององค์ประกอบบที่หนึ่ง เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด โดยมีค่าคะแนนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งเท่ากับ 0.16 และมีค่าน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 6.72 กิโลกรัม



ภาพที่ 3 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย (ภาพที่ 4) แสดงค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกน โดยพิจารณา ตารางที่ 9 ร่วมกับ ภาพที่ 3 สามารถแบ่งคู่ผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่



ภาพที่ 4 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย

กลุ่มที่ 1 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสถานที่ที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 119, 132, 137 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง หรือแกนที่สองห่างจากศูนย์ จะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 132 และ137 ให้น้ำหนัก/ทะลายในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 8.8 และ 8.4 กิโลกรัม/ทะลาย ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแปลงในอำเภอระโนด พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้น้ำหนัก/ทะลายสูงสุดถึง 8.2 กิโลกรัม/ทะลาย อย่างมีนัยสำคัญ และแปลงในอำเภอรัตภูมิพบว่าคู่ผสมเบอร์ 119 ให้น้ำหนัก/ทะลายสูงสุดเท่ากับ 10.5 กิโลกรัม/ทะลาย

กลุ่มที่ 2 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สถานที่ ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 118 และ 132 กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้น้ำหนัก/ทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งและสองอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 118 และ 130 สามารถให้จำนวนทะลายในพื้นที่อำเภอระโนด อำเภอรัตภูมิ และอำเภอคลองหอยโข่ง มีน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย เท่ากับ 6.76 และ 4.64 กิโลกรัม ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลผลิตทะลาย (Bunch Yield)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 10) พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 85.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 14.9 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกนมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะผลผลิตทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

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

หมายเหตุ : * คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากผลผลิตทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลของสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ผสมปาล์มน้ำมันได้ ดังตารางที่ 10

จากการการเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่ (ตารางที่ 11) พบว่า ในอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีผลผลิตทะลายสูงสุดทางสถิติ เท่ากับ 257.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 132 และ 137 มีผลผลิตทะลายสูงสุด เท่ากับ 313 และ 290.40 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ และพื้นที่อำเภอระโนด คู่ผสมทุกเบอร์มีผลผลิตทะลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าจากทุกพันธุ์ที่ปลูกในทุกสถานที่ มีค่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 168.32 กิโลกรัม/ต้น/ปี

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

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

หมายเหตุ : 1 Cross คือ คู่ผสมปาล์มน้ำมัน

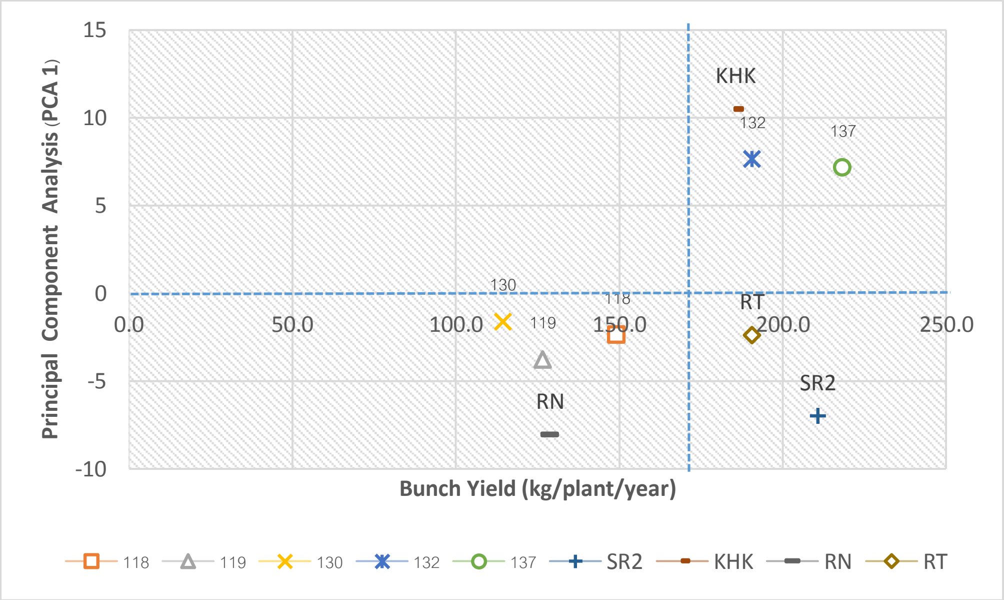
2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ที่ซึ่ง PCA 1 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง PCA 2 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย RN คืออำเภอระโนด KHK คืออำเภอคลองหอยโข่ง RT คืออำเภอรัตภูมิ ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าผลผิตทะลายของคู่ผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หาก มีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมแต่ละเบอร์

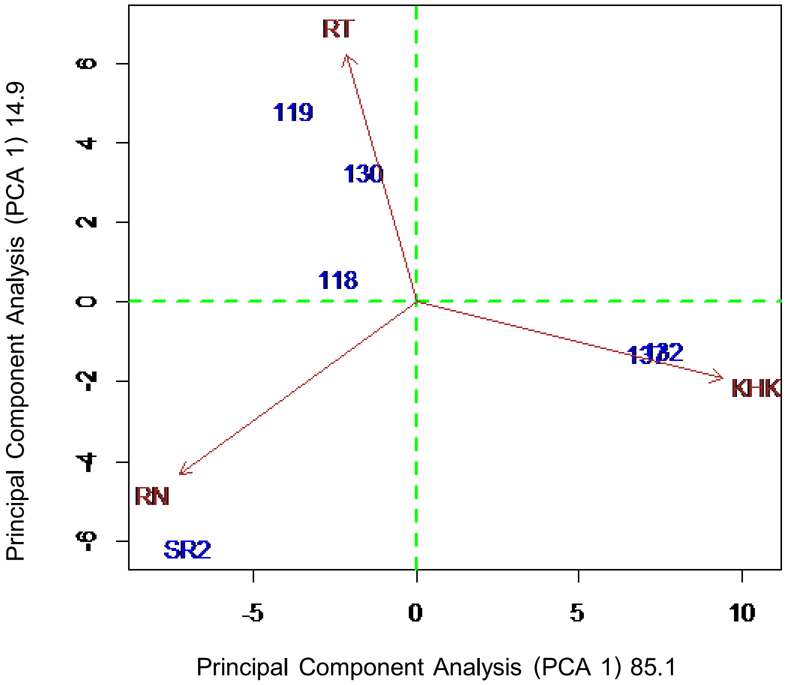
5 คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง (ภาพที่ 5) แสดงให้เห็นว่า ในคู่ผสมเบอร์ 130 มีค่าคะแนนขององค์ประกอบบที่หนึ่ง เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด แต่พบว่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยน้อยกว่า คู่ผสมเบอร์ 118 ซึ่งมีค่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยสูงกว่าคู่ผสมเบอร์ 118 เท่ากับ 149.30 กิโลกรัม/ต้น/ปี โดยมีค่าคะแนนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง เท่ากับ -2.37



ภาพที่ 5 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตทะลาย (ภาพที่ 6) แสดงค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกน โดยพิจารณา ตารางที่ 11 ร่วมกับ ภาพที่ 5 สามารถแบ่งคู่ผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่



ภาพที่ 6 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตทะลาย

กลุ่มที่ 1 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสถานที่ที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 119, 130, 132 และ 137 โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และสองห่างจากศูนย์ จะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันทางสถิตในแต่ละที่ได้อย่างชัดเจน พบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 และ 132 ให้ผลผลิตทะลายในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 313 และ 290.40 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ ส่วนแปลงในอำเภอระโนด พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุดถึง 257.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี แตกต่างจากคู่ผสมเบอร์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต และแปลงในอำเภอรัตภูมิ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 และ 132 ให้ผลผลิตทะลายสูงสุด เท่ากับ 214.5 และ186.20 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สถานที่ ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 118 และ 130 ซึ่งกลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้ผลผลิตทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และสองอยู่ใกล้ศูนย์ โดยมีค่าผลผลิตทะลายเฉลี่ย เท่ากับ 149.30 และ 114.30 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ

น้ำมัน/ทะลาย (Oil / Bunch)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 12) พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 60.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 39.2 องค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกนมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	5	309.3	61.86**
Location (L)	2	230.76	115.38**
G x L	10	442.57	44.26**
Principal Component Analysis (PCA1)	6	269	44.87**
(% from G x L SS)		60.8%	
Principal Component Analysis (PCA2)	4	173.2	43.34**
(% from G x L SS)		39.2%	
Error	30	43.46	1.45
Total	47	1026.09	

หมายเหตุ : ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลของสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ผสมปาล์มน้ำมันได้ ดังตารางที่ 12

จากการการเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่ (ตารางที่ 13) พบว่า ในอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุด เท่ากับ 19.98 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 119 และ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุด เท่ากับ 25 และ 24.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกับคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพื้นที่อำเภอระโนด คู่ผสมเบอร์ 137 และ 132 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุด เท่ากับ 25.40 และ 25.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกับคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าจากทุกพันธุ์ที่ปลูกในทุกสถานที่ มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 19.64 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Oil / Bunch (%t)				Score[2]	
	RN[3]	KHK[3]	RT[3]	Mean[4]	PCA 1	PCA 2
118	18.39ab	17.00c	17.97c	17.79d	-0.20	1.42
119	19.33ab	25.00a	20.53bc	21.62ab	1.44	0.97
130	15.82bc	9.86d	20.80bc	15.49e	-2.16	0.07
132	12.81c	22.99b	25.37a	20.39bc	1.08	-1.93
137	16.89ab	17.32c	25.40a	19.87c	-0.95	-0.89
SR2	19.98a	24.50a	23.53ab	22.67a	0.80	0.37
Mean[5]	17.21c	19.44b	22.26a	19.64		
PCA 1	-1.22	2.51	-1.29			
PCA 2	1.97	-0.04	-1.93			

หมายเหตุ : 1 Cross คือ คู่ผสมปาล์มน้ำมัน

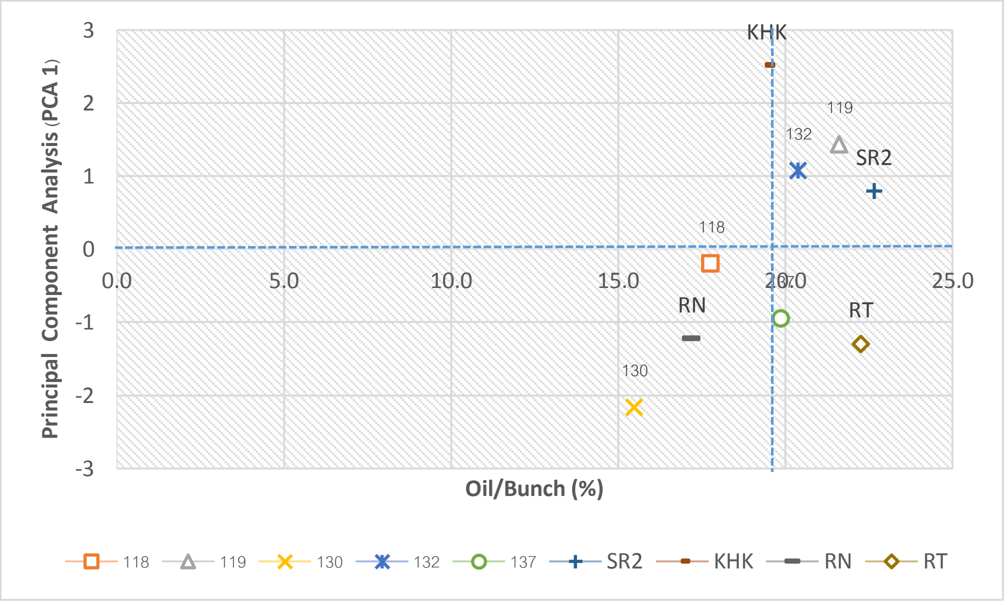
2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ที่ซึ่ง PCA 1 คือ ค่าคะแนน

องค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง PCA 2 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย RN คืออำเภอระโนด KHK คืออำเภอคลองหอยโข่ง RT คืออำเภอรัตภูมิ ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หาก มีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมแต่ละเบอร์

5 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

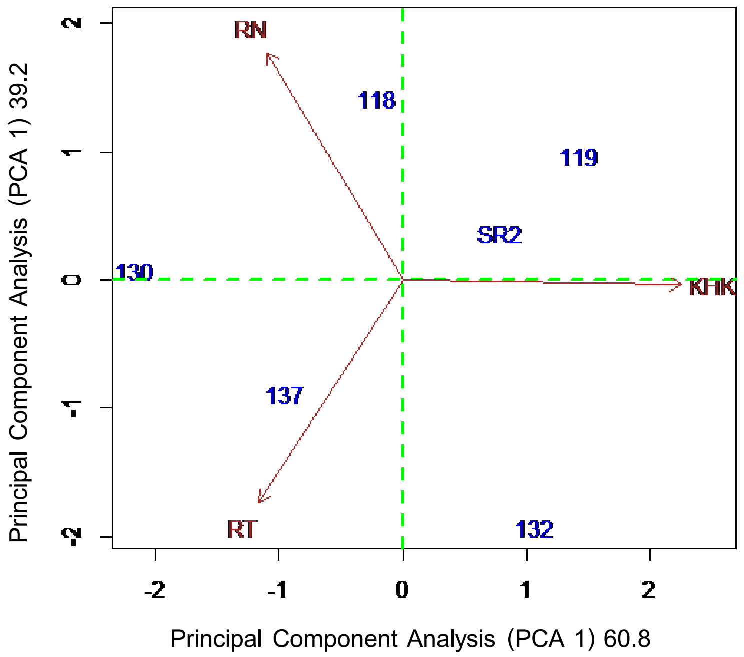


ภาพที่ 7 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายและแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง (ภาพที่ 7) แสดงให้เห็นว่า คู่ผสมเบอร์ 118 มีค่าคะแนนของ

องค์ประกอบบที่หนึ่ง เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด โดยมีค่าคะแนนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง เท่ากับ -0.20 และมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เท่ากับ 17.79 เปอร์เซ็นต์

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ย (ภาพที่ 8) แสดงค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกน โดยพิจารณา ตารางที่ 13 ร่วมกับ ภาพที่ 7 สามารถแบ่งคู่ผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่



ภาพที่ 8 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย

กลุ่มที่ 1 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสถานที่ที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 118, 119, 132 และ 137 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสถานที่ได้ดีในพื้นที่นั้น โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งร่วมกับสองห่างจากศูนย์ จะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า คู่ผสมเบอร์ 119 และ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 25 และ 24.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงในอำเภอระโนด พบว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุดถึง 19.98 เปอร์เซ็นต์ และแปลงในอำเภอรัตภูมิพบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 และ 132 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงสุดเท่ากับ 25.40 และ 25.37 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สถานที่ ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีเสถียรภาพของพันธุ์สูงสุด โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เท่ากับ 22.67 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตน้ำมัน (Oil Yield)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 14) พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลจากสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแยกส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ในส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ได้ 16 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกนมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของลักษณะผลผลิตน้ำมันโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	5	5964.9	1192.97**
Location (L)	2	3346.8	1673.4**
G x L	10	5628.1	562.81**
Principal Component Analysis (PCA1)	6	4726.8	787.8**
(% from G x L SS)		84%	
Principal Component Analysis (PCA2)	4	901.3	225.33*
(% from G x L SS)		16%	
Error	30	1695.4	56.51
Total	47	16635.2	

หมายเหตุ : * คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากผลผลิตน้ำมันของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในส่วนของอิทธิพลของพันธุ์ อิทธิพลของสถานที่ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ผสมปาล์มน้ำมันได้ ดังตารางที่ 14

จากการการเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่ (ตารางที่ 15) พบว่า ในอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดทางสถิติ เท่ากับ 51.57 กิโลกรัม/ต้น/ปี แตกต่างกับคู่ผสมเบอร์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง คู่ผสมเบอร์ 132 มีผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 66.71 กิโลกรัม/ต้น/ปี แตกต่างกับคู่ผสมเบอร์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพื้นที่อำเภอระโนด คู่ผสมเบอร์ 137 132 มีผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 59.90 กิโลกรัม/ต้น/ปี แตกต่างกับคู่ผสมเบอร์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ มีค่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 34.56 กิโลกรัม/ต้น/ปี

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Oil Yield (kg/plant/year)				Score[2]	
	RN[3]	KHK[3]	RT[3]	Mean[4]	PCA 1	PCA 2
118	23.20b	23.9c	32.33b	26.48b	-1.34	-0.90
119	21.13b	23.47c	39.27ab	27.96b	-1.27	0.72
130	11.40b	10.6c	33.67ab	18.56b	-1.70	1.78
132	12.13b	66.71a	39.60ab	39.48a	4.79	-1.58
137	21.63b	54.27ab	59.90a	45.27a	2.04	2.26
SR2	51.57a	41.03b	49.03ab	47.21a	-2.51	-2.29
Mean[5]	23.51c	36.66b	42.30a	34.56		
PCA 1	-4.15	4.71	-0.56			
PCA 2	-2.01	-1.37	3.38			

หมายเหตุ : 1 Cross คือ คู่ผสมปาล์มน้ำมัน

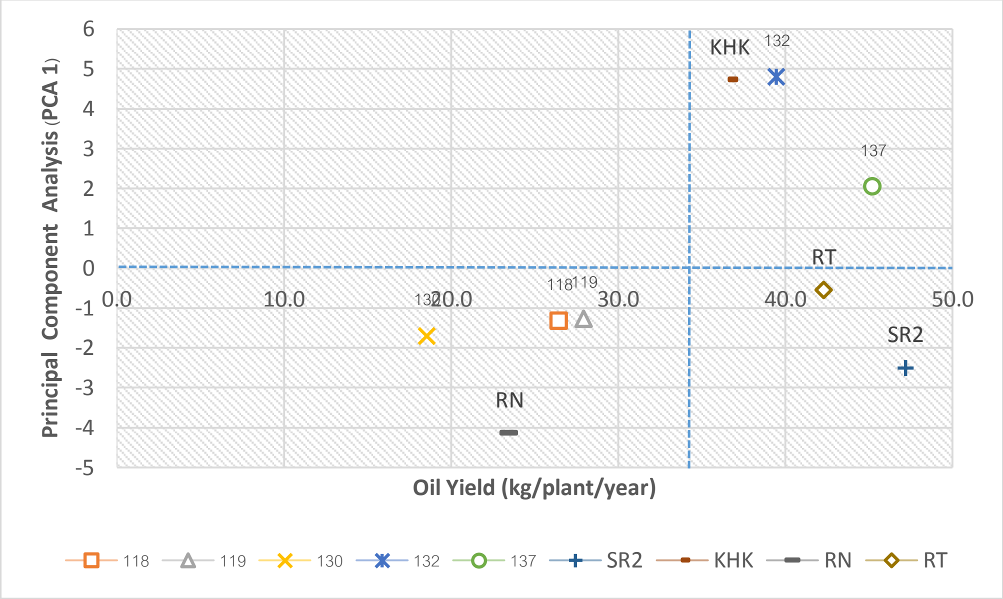
2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ที่ซึ่ง PCA 1 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง PCA 2 คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย RN คืออำเภอระโนด KHK คืออำเภอคลองหอยโข่ง RT คืออำเภอรัตภูมิ ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของคู่ผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของคู่ผสมแต่ละเบอร์

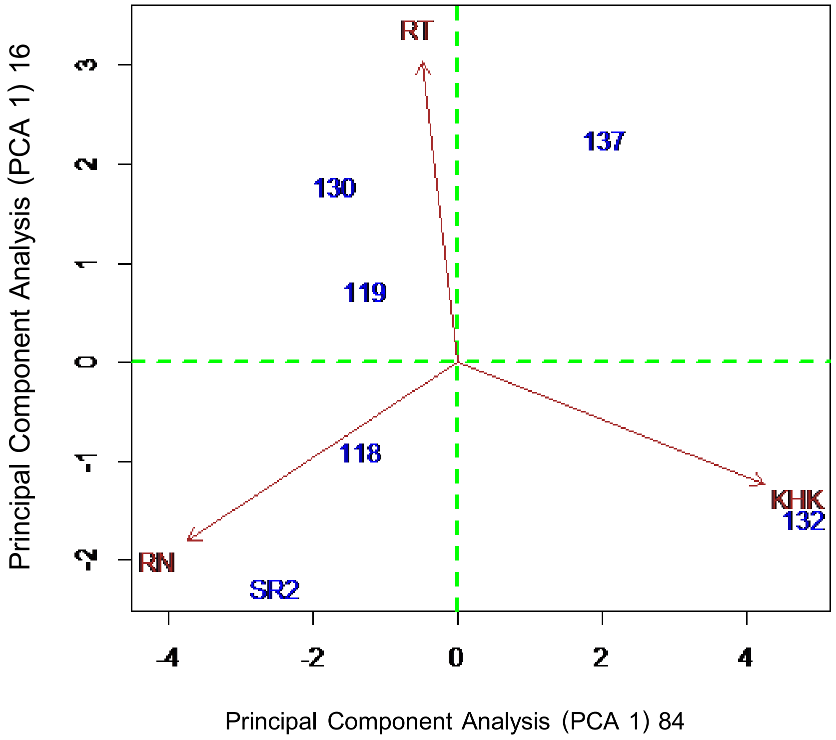
5 คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมัน และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง (ภาพที่ 9) แสดงให้เห็นว่า คู่ผสมเบอร์ 119 มีค่าคะแนนขององค์ประกอบบที่หนึ่ง เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด โดยมีค่าคะแนนแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง เท่ากับ -1.27 และมีค่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 27.96 กิโลกรัม/ต้น/ปี



ภาพที่ 9 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมัน และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง

จากแผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย (ภาพที่ 10) แสดงค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญทั้งสองแกน โดยพิจารณา ตารางที่ 15 ร่วมกับ ภาพที่ 9 สามารถแบ่งคู่ผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่



ภาพที่ 10 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน

กลุ่มที่ 1 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีในสถานที่ที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 130, 132, 137 และ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสถานที่ได้ดีในพื้นที่นั้น โดยสังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งร่วมกับสองห่างจากศูนย์ จะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างทางสถิติในแต่ละที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า คู่ผสมเบอร์ 132 ให้ผลผลิตน้ำมันในแปลงอำเภอคลองหอยโข่งได้สูงสุด เท่ากับ 66.71 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนแปลงในอำเภอระโนด พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุดถึง 51.57 กิโลกรัม/ต้น/ปี และแปลงในอำเภอรัตภูมิ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 และ 130 ให้ผลผลิตน้ำมันสูงสุดเท่ากับ 59.9 และ 33.67 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มที่ 2 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีได้ในหลายๆ สถานที่ ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 118 และ 119 กลุ่มนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้ผลผลิตน้ำมันค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่

หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ พบว่า คู่ผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 119 และ 118 มีเสถียรภาพของพันธุ์สูงสุดทางสิถิติ โดยมีค่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย เท่ากับ 27.96 และ 26.48 กิโลกรัม/ต้น/ปี ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ กับสถานที่ปลูก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ปลูกของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมัน ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม อย่างเช่น การขาดน้ำตามฤดูกาลเป็นปัจจัยภูมิอากาศที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันที่มีอายุมาก อาจมีผลทำให้การแผ่กางของใบอ่อนช้าลง และมีผลต่อการรับแสง และยังพบอีกว่า การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทะลายสด เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย ซึ่งได้รับอิทธิพลจากความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม (ธีระ, 2554) และรวมถึงการจัดการสวนมีที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (Corley and Gray, 1976; Okoye *et al*., 2009; ธีระ, 2548; ธีระ, 2554; สุดนัย, 2556 และธนนท์, 2558)

การวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวก และปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ ของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต องค์ประกอบทะลาย และผลผลิตน้ำมันน้ำมัน (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2540; Thangavel *et al*., 2011; Ortiz, 1998; Rafii *et al*., 2012; Negash *et al*., 2013; Lule *et al*., 2014; Kruallee *et al*., 2012. และ Sabaghnia *et al*., 2008) รายงานว่า การ AMMI สามารถอธิบายความแปรแปรวนที่เกิดขึ้นจากพันธุ์ สภาพดแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างงพันธุ์กับสภาพแวดล้อม จึงทำให้อธิบายข้อมูลได้เกือบทั้งหมด มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่สามารถอธิบายโดยใช้โมเดลนี้ สอดคล้องกับ (ประเสริฐ และพีระศักดิ์, 2541) รายงาน วิธีการ AMMI สามารถประยุกต์เทคนิคการจัดกลุ่มสถานที่ เพื่อลดปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม โดยการเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแต่ละสถานที่ได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวก และปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่า สามารถอธิบายอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ที่ส่งผลทำให้ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลายนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถพิจารณาการแบ่งกลุ่มการปรับตัวของพันุ์พืชออกได้เป็น 2 กลุ่ม (ตารางที่ 14) คือ กลุ่มที่สามารถปรับตัวได้อย่างเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 132, 137 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอคลองหอยโข่งมากที่สุด คู่ผสมเบอร์ 137 เหมาะที่จะปลูกที่อำเภอรัตภูมิมากที่สุด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 เหมาะที่

จะปลูกในอำเภอระโนดมากที่สุด และกลุ่มที่มีเสถียรภาพสามารถปรับตัวได้กว้าง ให้ผลผลิตที่คงที่ในหลายๆ สถานที่ คือ คู่ผสมเบอร์ 118, 119 และ130

ตารางที่ 16 คู่ผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่สุดและคู่ผสมที่มีเสถียรภาพในแต่ละสถานที่

Trait	RN	KHK	RT	Stable cross
NB (bunch/palm)	SR2	137	137	130
SBW(kg/bunch)	SR2	132,137	119	118
Y(kg/palm/year)	SR2	132,137	137	118
OB (%)	SR2	119,SR2	132,137	SR2
OY (kg/palm/year)	SR2	132	137	119

หมายเหตุ : NB คือ จำนวนทะลายเฉลี่ย
SBW คือ น้ำหนักต่อทะลายเฉลี่ย
Y คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ย
OB คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ย
OY คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าที่อำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ โดยพิจารณาออกเป็นลักษณะในแต่ลักษณะ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 119, 132, 137 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญทางเศรษฐกิจดีที่สุด (ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย, ผลผลิตทะลายเฉลี่ย, จำนวนทะลายเฉลี่ย, เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ย และน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย) สำหรับคู่ผสมเบอร์ 118 มีเสถียรภาพในลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย และผลผลิตทะลายเฉลี่ย ส่วนพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีเสถียรภาพในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ย และคู่ผสมเบอร์ 130 มีเสถียรภาพในลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาการแสดงลักษณะทางการเกษตรที่ดีเป็นอำเภอแต่ละอำเภอ พบว่า แปลงในอำเภอระโนด พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 สามารถแสดงลักษณะทางการเกษตรที่ดีได้ทุกลักษณะ ส่วนแปลงในอำเภอคลองหอยโข่ง พบว่า คู่ผสมเบอร์ 132 สามารถแสดงลักษณะที่ดีในลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย, ผลผลิตทะลายเฉลี่ย และผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยได้สูงสุด คู่ผสม

เบอร์ 137 สามารถแสดงลักษณะที่ดีในลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ย น้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย และผลผลิตทะลายเฉลี่ยได้ดีที่สุด ส่วนคู่ผสมเบอร์ 119 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 สามารถแสดงลักษณะที่ดีในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยได้ดีที่สุด และแปลงในอำเภอรัตภูมิ พบว่าคู่ผสมเบอร์ 132 สามารถแสดงลักษณะที่ดีในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยได้ดีที่สุด และคู่ผสมเบอร์ 137 สามารถแสดงลักษณะที่ดีในลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ย, ผลผลิตทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ย และผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยได้ดีที่สุด

บทที่ 4

สรุป

การศึกษาเสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก ในสถานที่ที่แตกต่างกันจำนวน 3 สถานที่ ในพื้นที่อำเภอระโนด อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ ของจังหวัดสงขลา โดยใช้คู่ผสมปาล์มน้ำมัน จำนวน 6 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ เพื่อหาคู่ผสมที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตทะลาย, จำนวนทะลาย, น้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเฉลี่ย และผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย และศึกษาการปรับตัวของปาล์มน้ำมันเทเนอรานัช่วรุ่นลูกได้ดีในหลายๆ สถานที่ ที่มีมีตวามแตกต่างกัน โดยในพื้นที่จังหวัดสงขลาอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งจะมีฝนตกชุกมากกว่าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งไม่มีภูเขาสูงปิดกั้นจึงได้รับมรสุมเต็มที่ทำให้มีฝนตกชุกโดยเฉพาะเดือนตุลาคมถึงธันวาคม จึงมีทำให้พื้นที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน แต่ในปัจจุบันสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช ซึ่งปาล์มน้ำมันก็ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศที่แปรปรวน ซึ่งมีผลกระทบต่อลักษณะการให้ผลผลิตดังกล่าว ปัจจัยที่ส่งผลกระทบมาจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี จำนวนวันที่ฝนตก และรวมถึงสมบัติทางเคมีของดิน โดยพบว่า ในพื้นที่อำเภอระโนดมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดต่ำสุด ซึ่งมีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยทำให้เกิดช่วงแล้งยางนาน และพื้นที่มีน้ำท่วมขังเมื่อมีฝนตก ส่งผลกระทบต่อลักษณะผลผลิตทะลาย และผลผลิตน้ำมัน แต่พบว่าสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่นี้มีความเหมาะสมแก่การปลูกปาล์มน้ำมันดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภออื่นที่ทำการทดลอง ในพื้นที่อำเภอคลองหอยโข่ง พบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี และจำนวนวันฝนตกอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทำให้พื้นที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน ส่งให้ลักษณะผลผลิตทะลาย และผลผิตน้ำมันสูง แต่สมบัติทางเคมีของดินอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ซึ่งทำให้ความเป็นประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารในดินของธาตุอื่นๆ เกิดขึ้นน้อย ส่วนพื้นที่อำเภอรัตภูมิสมบัติทางเคมีของดิน และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในระดับใกล้เคียงอำเภอคลองหอยโข่ง แต่พบว่าจำนวนวันฝนตกน้อยกว่าอำเภอคลองหอยโข่ง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน, จำนวนวันฝนตก และสมบัติทางเคมีดิน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์กับสถานที่ปลูก โดยให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยเป็นสิ่งเปรียบเทียบในการคัดเลือกคู่ผสม เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตสูงสุดในอำเภอระโนด คู่ผสมเบอร์ 137 ให้ผลผลิตสูงสุดในอำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอรัตภูมิ เมื่อพิจารณาผลผลิตทะลายเฉลี่ยในทั้ง 3 สถานที่ พบว่า คู่ผสมเบอร์ 137 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตทะลายเฉลี่ยสูงสุดในทุกสถานที่ และเมื่อให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยเป็นสิ่งเปรียบเทียบในการคัดเลือกพันธุ์ พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ให้ค่าผลผลิตน้ำมันสูงสุดในอำเภอระโนด คู่ผสมเบอร์ 132 ให้ค่าผลผลิตน้ำมันสูงสุดในอำเภอคลองหอยโข่ง และคู่ผสมเบอร์ 137 ให้ค่าผลผลิตน้ำมันสูงสุดในอำเภอรัตภูมิ พิจารณาผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยในทั้ง 3 สถานที่ พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2, คู่ผสมเบอร์ 137 และ132 ให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดในทุกสถานที่ ตามลำดับ

การวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวก และปฏิสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ทำให้ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลาย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการการวิเคราะห์เสถียรภาพของสายพันธุ์ พบว่า ทั้งสามลักษณะสามารถนำมาวิเคราะห์เสถียรภาพได้ และสามารถแบ่งคู่ผสมออกได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่สามารถปรับตัวได้อย่างเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ ได้แก่ คู่ผสมเบอร์ 132, 137 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอคลองหอยโข่งมากที่สุด คู่ผสมเบอร์ 137 เหมาะที่จะปลูกที่อำเภอรัตภูมิมากที่สุด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอระโนดมากที่สุด สำหรับคู่ผสมที่มีเสถียรภาพซึ่งสามารถปรับตัวได้กว้าง และให้ผลผลิตที่คงที่ในหลายๆสถานที่คือคู่ผสมเบอร์ 118, 119 และ130

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2544. ปรับปรุงพันธุ์พืช: ความหลากหลายของแนวคิด. *ใน* การเรียกชื่อพันธุ์และแนวคิดในการปรับปรุงพันธุ์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรวัฒน์ สนิทชน, สนิท ลวดทอง และเชาวเลิศ ธีรอำพน. 2552. เสถียรภาพของผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์อายุสั้น. รายงานสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2552 ณ ห้องประชุมกวีจุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 26-27 มกราคม 2552 หน้า 314-317.

จำลักษณ์ ศรีปัญญา, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วัชรี เลิศมงคล, เอ็จ สโรบล ประภาส ช่างเหล็ก และสุภาวดี บุญมา. 2550. เสถียรภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550 หน้า 351-356.

ธนนท์ รุ่งนิลรัตน์. 2558.การทดสอบชั่วรุ่นลูกของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ สมหวัง, อำนวย โยธาศิริ, สุเมศ ทับเงิน, นพศูล สมุทรทอง และกิ่งกานท์ พานิชนอก. 2547. การศึกษาทางเสถียรภาพของพันธุ์ถั่วเหลืองในสภาพแวดล้อมภาคกลางของประเทศไทย. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 - 6 กุมภาพันธ์ 2547 หน้า 358-366.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และชัยรัตน์ นิลนนท์. 2545. ผลของการปลูกปาล์มน้ำมันที่เก็บเมล็ดจากโคนต้น (พันธุ์ปลอม): ความเสียหายต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 3 : 2-5.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. ภาพรวมของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. *ใน* เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา: นีโอพอยท์. หน้า 1–24.

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

นพพร สายัมพล, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และสนธิชัย จันทร์เปรม. 2542. พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2540. การแยกอิทธิพลหลักแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณของการทดสอบพันธุ์อ้อยหลายสภาพแวดล้อม. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 31 : 155-165.

ประเสริฐ ฉัตรชิระวงษ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2541. การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อยภายใต้ท้องที่ปลูกแตกต่างกัน. รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาล ครั้งที่ 3 ณ โรงแรมเจริญธานี จังหวัดขอนแก่น 6-8 พฤษภาคม 2541 หน้า 15-29.

ปิยธิดา อินทร์สุข และเรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2552. การวิเคราะห์เสถียรภาพของลักษณะซีซีเอสในอ้อยพันธุ์กำแพงแสน ชุดปี 2000 และ 2001. รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 6 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 8-9 ธันวาคม 2552 หน้า 1617-1623.

ปิยะ กิตติภาดากุล, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วิจารณ์ วิชชุกิจ, ประภาส ช่างเหล็ก,ชเนษฎ์ ม้าลำพอง และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2547. เสถียรภาพของพันธุ์มันสำปะหลังไทย. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์ ครั้งที่ 42 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547 หน้า 191-201.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครปฐม : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2547. สถิติ แผนการทดลองและการวิเคราะห์. นครราชสีมา : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

รจนา อุดมสัย และเรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2555. การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อยกำแพงแสน ชุดปี 2000-2003 ในอ้อยปลูก. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1: 1-13.

เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, ชูศักดิ์ จอมพุก และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2549. วิธีการวิจัยทางการเกษตร. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. 2558. ข้อมูลสถิติอุตุนิยมวิทยาจังหวัดสงขลา. สงขลา: กรมอุตุนิยมวิทยา.

สมใจ สาลีโท, ณราวุฒิ ปิยโชติสกุลชัย, อัฒพล สุวรรณวงศ์, สุขวิทยา ภาโสภะ, ชนะ ศรีสมภาร , รณชัย ช่างศรี, วีระศักดิ์ หอมสมบัติ, ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์ และเอกสิทธิ์ สกุลคู. 2552. เสถียรภาพผลผลิตของข้าวเหนียวต้านทานโรคไหม้. การประชุมข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552 ณ โรงแรม ซีบรีทจอมเทียน พัทยา 9 มิถุนายน 2552 หน้า .220-230

สุดนัย เครือหลี. 2556. ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการวิเคราะห์ความเสถียรของคู่ผสมปาล์มน้ำมันในสามสถานที่ทางภาคใต้ของไทย. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. ฐานข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th. [เข้าถึงเมื่อ 6 สิงหาคม 2559]

โอภาษ บุญเส็ง, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, เอ็จ สโรบล, ปิยะ ดวงพัตรา และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2540. เสถียรภาพของพันธุ์มันสำปะหลังของไทยที่ปลูกต้นฤดูฝน. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 31 : 281-290.

Becker, H. C. and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101 : 1-23.

Corley, R. H. V. and Gray, B. S. 1976. Yield and yield component. *In* Oil Palm Research. (eds. Corley, R. H. V., Hardon, J. J. and Wood, B. J.). Elsevier : Amsterdam. pp. 77–86.

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

Dabholkar, A. R. 1992. Elements of Biometrical Genetics. New delhi : Concept Publishing Company.

Development Core Team. 2006. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org

Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6 : 36-40.

FAO. 2011. Statistical data base of FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Available Protocol: http://www.fao.org accessed on 2 July 2013.

Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. Analysis of adaptation in plant breeding programe. Aust. J. Agric. Res. 14 : 742-754.

Francis, T.R. and G.N. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short-season maize. J. Plant Sci. 38 : 1029-1034.

Gauch, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics 44 : 705-715.

Gauch, H.G. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier. Amsterdam.

Krualee, S., Sdoodee, S., Eksomtramage, T. and V., Sereeprasert. 2012. Stablity of fresh bunch of oil palm cross (*Elaeis guineensis* Jacq.) in southern Thailand. J. Breed. Genet. 44(1) : 1-8.

Lin, C. S., Binns, M. R. and L. P. Lefkovitch. 1986. Stabilbty analysis: Where do we stand. Crop Science 26 : 894-900.

Lule, D., Fetene, M., Villiers, S. D. and K. Tsfaye. 2014. Additive Main Effects and Multiplicative Interactions (AMMI) and genotype by environment interaction (GGE) biplot analyses aid selection of high yielding and adapted finger millet varieties. J. Appl. Biosci. 76 : 6291-6303.

Negash, A. W., Mwambi, H., Zewotir, T. and G. Taye. 2013. Additive main effects and multiplicative interactions model (AMMI) and genotype main effect and genotype by environment interaction (GGE) biplot analysis of multi-environmental wheat variety trials. Af. J. Agric. Res. 8 (12) : 1033-1040.

Ortiz, R. 1998. AMMI and Stability Analyses of Bunch Mass in Multilocational Testing of *Musa* Germplasm in Sub-Saharan Africa. J. Amer.Soc. Hort. Sci. 123 (4) : 623-627.

Perkins, J.M. and J.L. Jinks. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variance. III. Multiple lines and crosses. Heredity 23 : 339-359.

Sabaghnia, N., Sabaghpour, S. H. and H. Dehghani. 2008. The use of an AMMI model and its parameters to analyse yield stability inmulti-environment trials. Journal of Agricultural Science. 146 : 571-581.

Thangavel, P., Anandan, A. and R. Eswaran. 2011. AMMI analysis to comprehend genotype-by-environment (GxE) interactions in rainfed grown mungbean (*Vigna radiate* L.). AJCS 5 (13) : 1767-1775.

Rafii, M.Y., Jalani, B. S., Rajanaidu, N., Kushairi, A., Puteh, A. and M. A. Latif. 2012. Stability analysis of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis*) progenies in different enironments. Genetics and Molecular Rsearch 11 (4) : 3629-3641.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายธวัชชัย มรกต

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5510620024

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ปฐพีศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยวิทยานิพนธ์ สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ธวัชชัย มรกต และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2559. เสถียรภาพของปาล์มน้ำมันเทเนอราในชั่วรุ่นลูก. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3 : 23-30.