ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการวิเคราะห์ความเสถียรของลูกผสมปาล์มน้ำมันในสามสถานที่ ทางภาคใต้ของไทย

Genotype x Environment Interaction and Stability Analysis in Oil Palm Crosses on Three Locations of Southern Thailand

สุดนัย เครือหลี

Sudanai Krualee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Plant Science
Prince of Songkla University
2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการวิเคราะห์ความเสถียรของลูกผสมปาล์มน้ำมันในสามสถานที่ ทางภาคใต้ของไทย

ผู้เขียน นายสุดนัย เครือหลี

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

…….....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

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

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

คณะกรรมการสอบ

……...…..ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ)

……...…..……กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

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

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

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

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

……
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายสุดนัย เครือหลี)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ……...
(นายสุดนัย เครือหลี)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และการวิเคราะห์ความเสถียรของลูกผสมปาล์มน้ำมันในสามสถานที่ ทางภาคใต้ของประเทศไทย

ผู้เขียน สุดนัย เครือหลี

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลาย รวมทั้งประเมินความเสถียรของลูกผสมปาล์มน้ำมันใน 3 สถานที่ ทางภาคใต้ของไทย ลูกผสมปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี จำนวน 7 คู่ผสม ซึ่งได้รับสนับสนุนจากบริษัทเปารงค์ ออยล์ ปาล์ม ถูกปลูกทดสอบในอำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ อำเภอร่อนพิบูลย์ และ อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช แต่ละสถานที่วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ซึ่งกำหนดให้ลูกผสมปาล์มน้ำมันเป็นสิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองเก็บข้อมูลจำนวน 5 ต้น ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 ถึง เดือนมิถุนายน 2553 ข้อมูลทั้ง 3 สถานที่นำมาวิเคราะห์ผลรวมเพื่อประเมินความสำคัญของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และประเมินความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลหลักแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

ผลการศึกษา พบว่าผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ของพันธุ์ต่างๆไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลทำให้ลักษณะทางการเกษตรของลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาในแต่ละสถานที่ พบว่า

บริเวณอำเภอเหนือคลอง ลูกผสมเบอร์ 514 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ ลูกผสมเบอร์ 512 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ บริเวณอำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 501 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ สำหรับลูกผสมเบอร์ 521 มีความเสถียรของผลผลิตน้ำมันมากที่สุด ในขณะที่ลูกผสมเบอร์ 523 มีความเสถียรของผลผลิตทะลายมากที่สุด

Thesis Title Genotype x Environment Interaction and Stability Analysis in Oil Palm Crosses on Three Locations of Southern Thailand

Auther Mr. Sudanai Krualee

Major Program Plant Science

Academic Tear 2013

Abstract

This research was conducted to evaluate genotypes, environment and interaction between genotype with environment that affected phenotypic traits (oil yield, bunch yield, bunch yield components and bunch components) and estimated stability of oil palm crosses. Seven crosses of oil palms, aged 4 years old, were provided by Pao-Rong oil palm Company. These crosses were planted at 3 locations in Southern Thailand including Nuea Khlong district, Krabi province; Ron Phibun district and Cha-uat district Nakhon Sri Thammarat province. The experiment at each location was designed as completely randomized design with 5 replications. Yield, yield components and bunch components were collected during July 2009 –June 2010. All data were analyzed using combined analysis to test the significance of G x E interaction. Furthermore, the stability crosses were evaluated by Additive Main effects and Multiplicative Interaction (AMMI) method.

The results reported that the agronomic traits i.e. oil yield, bunch yield, bunch number, single bunch weight, fresh mesocarp per fruit (%), fruit per bunch (%), oil per dry mesocarp (%) and oil per bunch (%) of different crosses were not significantly different. On the other hand, environmental factors were found to affect significantly all characters. It was found that G x E interaction influenced oil yield, bunch yield, bunch number, single bunch weight, fresh mesocarp per fruit (%) and oil per bunch (%), but fruit per bunch (%) and oil per dry mesocarp (%) traits were not affected by G x E interaction. For each location, oil palm cross number 514 could provide oil yield, bunch yield, bunch number and single bunch weight more than the other crosses at Nuea Khlong district. While oil palm cross number 512 could provide

oil yield, bunch yield, bunch number and single bunch weight more than the other crosses at Ron Phibun province and oil palm cross number 501 could provide oil yield, bunch yield, bunch number and fresh mesocarp per fruit (%) more than other crosses at Cha-uat district. It can be concluded that oil palm cross number 521 showed the highest stability for oil yield, while the cross number 523 was stable for bunch yield.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(14)
รายการภาคผนวก	(15)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	20
2. ระเบียบวิธีวิจัย	21
3. ผล และวิจารณ์	32
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	84
ประวัติผู้เขียน	87

รายการตาราง (1)

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน	7
2	ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ผลรวม	26
3	ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	28
4	การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน	32
5	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	33
6	การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	34
7	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน	37
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะผลผลิตทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	38
9	การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	39
10	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตทะลาย	42
11	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะจำนวนทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	43
12	การเปรียบเทียบลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	44
13	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะจำนวนทะลาย	47
14	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	48

รายการตาราง (2)

ตารางที่		หน้า
15	การเปรียบเทียบลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	49
16	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย	52
17	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะเนื้อปาล์มสด/ผลโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	53
18	การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	54
19	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล	57
20	วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย	58
21	การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	59
22	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย	61
23	วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง	62
24	การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	63
25	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง	65
26	วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ	66
27	การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่	67

รายการตาราง (3)

ตารางที่		หน้า
28	อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย	70
29	ลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่สุดในแต่ละสถานที่	71
30	แสดงค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม (σ^2_g), ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (GCV) ค่าความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก (σ^2_p) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก (PCV) และค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง ($H^2_{b.s.}$)	75

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	36
2	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน	36
3	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลายปาล์ม และองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	41
4	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตทะลาย	41
5	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	46
6	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะจำนวนทะลาย	46
7	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	51
8	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย	51
9	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	56
10	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล	56
11	แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง	69
12	แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย	69

รายการภาคผนวก

		หน้า
ตารางที่ 1	สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่, อำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช	85
ภาพที่ 1	ปริมาณน้ำฝนบริเวณจังหวัดกระบี่ และจังหวัดนครศรีธรรมราชตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550 – เดือนมิถุนายน 2553	86

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

น้ำมันปิโตรเลียม เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่ปัจจุบันทั่วโลกประสบปัญหาราคาน้ำมันปิโตรเลียมแพงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ หลายประเทศจึงพยายามหาพลังงานชนิดใหม่มาทดแทน สำหรับประเทศไทยเน้นการนำผลผลิตจากภาคการเกษตรมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานชนิดใหม่ เพื่อทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม เช่น การผลิตแก๊สโซฮอล์จากอ้อย และมันสำปะหลัง หรือการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ แต่ผลผลิตทางการเกษตรที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากต้องนำผลผลิตอีกส่วนหนึ่งไปใช้เพื่อการบริโภค สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2555) รายงานว่าความต้องการใช้น้ำมันปาล์มภายในประเทศในช่วง 5 ที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551 – 2555) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยใช้เพื่อการบริโภคเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.06 ต่อปี และเพื่อผลิตไบโอดีเซลในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 16.98 ต่อปี จากความต้องการใช้น้ำมันปาล์มที่เพิ่มขึ้น รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบาย เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์ม โดยมอบหมายให้สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ภายใต้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จัดทำยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมัน โดยมีเป้าหมายที่จะขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 10 ล้านไร่ ภายใน พ.ศ. 2573 เพื่อให้มีผลผลิตปาล์มสด 25 ล้านตัน หรือผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบประมาณ 4.50 ล้านตัน (พินิจ, 2551) สำหรับ พ.ศ. 2554 รัฐบาลสามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตประมาณ 3.75 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2553 ที่มีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตประมาณ 3.55 ล้านไร่ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

นอกจากนโยบายขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันแล้ว การเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน/ไร่ ก็เป็นอีกนโยบายหนึ่งที่รัฐบาลมอบหมายให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งรับผิดชอบโดยกรมวิชาการเกษตรทำการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ควบคุมการนำเข้าเมล็ดพันธุ์และผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี เพื่อส่งเสริมให้แก่เกษตรกรปลูก (พินิจ, 2551) ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีในความหมายของ ธีระ (2548) คือพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ที่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำมัน/หน่วยพื้นที่/หน่วยระยะเวลาสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับ

สภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ดี รวมทั้งมีลักษณะทางการเกษตรอื่นๆที่เหมาะสม ปัจจุบันพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้า คือพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ซึ่งได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ดูรากับพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา แม้ว่าลูกผสมเทเนอราผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิต และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ดี เนื่องจากลักษณะทางการเกษตรหลายลักษณะมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมสูง ดังนั้นการปลูกทดสอบในแหล่งปลูกต่างๆ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการปรับตัวของลูกผสมเทเนอราจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ก่อนที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูกในเชิงการค้า

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้น เพื่อศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรพร้อมทั้งศึกษาความเสถียร และความสามารถในการปรับตัวเฉพาะเจาะจงของลูกผสมปาล์มต่อพื้นที่ปลูก ข้อมูลที่ได้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเลือกลูกผสมปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในภาคใต้ของประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติและการกระจายตัวของปาล์มน้ำมัน

Yusof และคณะ (2000) แสดงลำดับอนุกรมวิธานของปาล์มน้ำมันดังนี้

พืชใบเลี้ยงคู่โบราณ (สูญพันธุ์แล้ว)

บรรพบุรุษของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (สูญพันธุ์แล้ว)

Superorder Arecidae

Order Arecales

Family Arecaceae

Subfamily Cocoideae

Genus *Elaeis*

Species

- *E. guineensis*

Race idolatrica

Race mantled

Race pisifera

Race tenera

Race dumpy

Race dura

- *E. oleifera*

พ.ศ. 2391 ชาวโปรตุเกสนำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกครั้งแรกที่สวนพฤกษศาสตร์เมืองโบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย จากนั้นกระจายพันธุ์มาปลูกยังเมืองเดลีในหมู่เกาะสุมาตราในช่วง พ.ศ. 2396 – 2400 (ชาย และ สุรกิตติ, 2547) พ.ศ. 2454 – 2455 เริ่มนำปาล์มน้ำมันจากเมืองเดลีของประเทศอินโดนีเซียเข้ามาปลูกในประเทศมาเลเซียที่เมือง Rantau Panjang และ Kuala Selangor เป็นปาล์มน้ำมันแบบดูรา กระทั่ง พ.ศ. 2460 เริ่มปลูกเป็นการค้าในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (ธีระ, 2548)

สำหรับประเทศไทย พระยาประดิพัทธ์ภูบาลเป็นผู้นำเข้ามาปลูกเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2480 โดยนำเข้าจากประเทศอินโดนีเซีย และมาเลเซีย แต่ครั้งนั้นนำมาปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยางคอหงษ์ จังหวัดสงขลา และสถานีกสิกรรมพริ้ว จังหวัดจันทบุรี ภายหลังหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณ์ กิติยากร ปลูกเป็นการค้าครั้งแรกในสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง มีพื้นที่ปลูก 1,000 ไร่ บริเวณตำบลปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ต่อมามีการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าเมื่อ พ.ศ. 2511 โดยมีโครงการรองรับอยู่ 2 โครงการ คือ โครงการนิคมสร้างตนเองภาคใต้จังหวัดสตูลมีพื้นที่ 20,000 ไร่ และโครงการบริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและสวนปาล์มจำกัด ที่อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ มีพื้นที่ 20,000 ไร่ (ธีระ, 2548)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

2.1 ผลและเมล็ด

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีเมล็ดแบบ drupe (เมล็ดแข็ง) (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541) ผลปาล์ม ประกอบด้วยชั้นผิวเปลือก (exocarp) เปลือกชั้นกลางหรือเนื้อปาล์ม (mesocarp) และเปลือกชั้นในหรือกะลา (shell หรือ endocarp)

2.2 ระบบราก

ระบบรากของปาล์มน้ำมันเป็นระบบรากแขนง ประกอบด้วยรากชุดต่างๆ ประมาณ 4 ชุด (ดำรงค์ และ อรษา, 2544) โดยทั่วไป รากปาล์มน้ำมันมีความหนาแน่นสูงสุดในช่วง 30 เซนติเมตร จากผิวดิน (Henson and Chai, 1997)

2.3 ลำต้น

ปาล์มน้ำมันมีลำต้นเดี่ยว ตั้งตรง ลักษณะทรงกระบอก ไม่มีกิ่งก้านสาขา บริเวณส่วนยอดสุดของลำต้นมีตายอด (terminal bud) เป็นเนื้อเยื่อเจริญ ในช่วง 2 - 3 ปีแรก ตายอดมีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง ต่อมาภายหลังมีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (Corley and Tinker, 2003)

2.4 ใบ

ใบรูปหอกเป็นใบจริงชุดแรกที่ถูกสร้างขึ้นหลังจากปลูกเมล็ดงอกประมาณหนึ่งเดือน เมื่อต้นกล้าปาล์มอายุประมาณ 3 เดือน ใบปาล์มจะเปลี่ยนเป็นใบหางปลา (bifurcate) และ

เปลี่ยนเป็นใบขนนก (pinnate) เมื่ออายุประมาณ 5 เดือน ตามลำดับ ใบปาล์มพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของลำต้น บริเวณดังกล่าวมีจุดกำเนิดตาใบอยู่มากกว่า 50 ตาใบ (ธีระ, 2548)

2.5 ช่อดอก

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชสมบูรณ์เพศ ที่มีช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่อยู่กันคนละช่อ (monoecious) (Yusof *et al*., 2000) บริเวณซอกทางใบจะเกิดตาหนึ่งตาดอกเสมอ ในขณะที่ตาดอกนั้นสามารถพัฒนาต่อไปเป็นช่อดอกตัวผู้หรือช่อดอกตัวเมียได้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นปาล์ม และสภาพแวดล้อม (ธีระพงศ์, 2553)

3. พื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจาณาเบื้องต้นในการสร้างสวนปาล์มน้ำมัน หากปลูกปาล์มในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม เกษตรกรจำเป็นต้องปรับสภาพพื้นที่ปลูก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการเพาะปลูกให้สูงขึ้น ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันควรพิจารณาจากปัจจัยของภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชัน การระบายน้ำ คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดิน อีกปัจจัย คือปัจจัยของภูมิอากาศ ได้แก่ ฝน แสงแดด อุณหภูมิ และลม (ธีระพงศ์, 2553)

3.1 สภาพภูมิประเทศ

3.1.1 ระดับความสูงและความชัน

เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการกำหนดความเหมาะสมของการปลูกปาล์มน้ำมัน พื้นที่ปลูกที่อยู่สูงเกินไป อุณหภูมิจะลดต่ำลง และมีเมฆปกคลุมมาก ซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยทั่วไปจะไม่แนะนำให้เกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันที่ระดับความสูงมากกว่า 200 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ย ส่วนความชันเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการกัดเซาะดิน พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันควรมีความชันไม่เกิน 12 องศา หากมีความชันมากกว่า 10 องศา จำเป็นต้องทำขั้นบันได และวางทางใบขวางทางน้ำ เพื่อลดการกัดเซาะ และเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน (Paramananthan, 2003)

3.1.2 การระบายน้ำ

ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้ดีในดินที่สามารถเก็บรักษาความชื้น และมีการระบายน้ำดีปานกลาง หากมีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต เนื่องจากระบบรากได้รับความเสียหายจึงไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้ใบเหลืองจากอาการขาดธาตุไนโตรเจน และตายในที่สุด (Paramananthan, 2003)

3.1.3 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

Hartley (1977) แนะนำว่าดินที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินตะกอนที่ทับถมกันอย่างหลวมๆ ประกอบกับมีดินร่วนเหนียวผสมอยู่ด้านล่างของผิวดิน เนื่องจากดินร่วนเหนียวมีรูพรุนมากกว่าดินทราย จึงมีส่วนสำคัญในการเก็บรักษาความชื้น และให้ธาตุอาหาร ต้นปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินชนิดนี้จึงเจริญเติบโตที่ดี ส่วนพื้นที่ปลูกที่เป็นดินทราย ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของดินได้ โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน นอกจากนี้ความลึกของหน้าดินเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ระดับความลึกหน้าดินที่เหมาะสมควรมีความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันสร้างรากเป็นจำนวนมากที่ระดับความลึก 30 -60 เซนติเมตร (Paramananthan, 2003)

3.1.4 สมบัติทางเคมีของดิน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องให้ธาตุอาหารแก่ต้นปาล์มในอัตราสูง เพื่อรักษาระดับธาตุอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต Goh และคณะ (1997) แนะนำมาตรฐานสำหรับใช้ประเมินความเหมาะสมของคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ในการปลูกปาล์มน้ำมันดังนี้

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

Property	Very low	Low	Moderate	High	Very high
pH	< 3.5	4.0	4.2	5.5	> 5.5
Organic (%)	< 0.8	1.2	1.5	2.5	> 2.5
Total Nitrogen (%)	< 0.08	0.12	0.15	0.25	> 0.25
Total Phosphorus (mg/kg)	< 120	200	250	400	> 400
Available Phosphorus (mg/kg)	< 8	15	20	25	> 25
Exchangeable Potassium (cmol/kg)	< 0.08	0.2	0.25	0.3	> 0.3

ที่มา : Goh และคณะ (1997)

3.2 สภาพภูมิอากาศ

ปาล์มน้ำมันปลูกกันอย่างแพร่หลายระหว่างละติจูดที่ 16 องศาเหนือ ถึง 16 องศาใต้ ส่วนใหญ่นิยมปลูกในช่วงละติจูดที่ 10 องศาเหนือ ถึง 10 องศาใต้ เนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (Corley and Tinker, 2003)

3.2.1 ฝน

เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่ไม่มีระบบชลประทาน เนื่องจากฝนเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน สำหรับพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน ควรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 1200 มิลลิเมตร/ปี ในแต่ละเดือนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร และไม่มีฝนทิ้งช่วงนานๆ (Hartley, 1977) ธีระพงศ์ (2553) รายงานว่าพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนดีจะช่วยให้กระบวนการพัฒนาและการสุกแก่ของผลเป็นไปอย่างปกติ โดยมีสัดส่วนเพศสูง มีการสร้างตาดอกมาก ส่งผลให้ได้ทะลายมาก แต่ถ้าปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย (น้อยกว่า 1200 มิลลิเมตร/ปี) และการกระจายตัวของน้ำฝนไม่ดี (มีฝนทิ้งช่วง 3 – 4 เดือน) เป็นเหตุให้ปาล์มน้ำมันแสดงอาการใบอ่อนไม่คลี่ ขอบใบของทางใบล่างแห้ง ทางใบหัก ทะลายแห้ง ยอดหักและตายในที่สุด

3.2.2 แสงแดด

เป็นปัจจัยอีกปัจจัยที่มีความสำคัญ (Paramananthan, 2003) ต้นปาล์มน้ำมันควรได้รับประมาณ 5 – 7 ชั่วโมง/วัน (Goh, 2000 อ้างโดย Corley และ Tinker 2003) ความเข้มแสงควรมีอยู่ในช่วง 750 – 900 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ หากต่ำกว่า 750 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้ระบบการใช้แสงของใบปาล์มน้ำมันมีข้อจำกัด (พรชัย และ สุนทรี, 2550)

3.2.3 อุณหภูมิ

Henry (1958) อ้างโดย Corley และ Tinker (2003) รายงานว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในสภาพควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส สามารถเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งต่างจากการปลูกในสภาพควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มหยุดการเจริญเติบโต สำหรับในสภาพแปลงปลูก Goh (2000) อ้างโดย Corley และ Tinker (2003) รายงานว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศ Hondurus ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเส้นละติจูด 15 องศาเหนือ มีผลผลิตต่ำกว่าบริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณเส้นศูนย์สูตร นอกจากนี้ Paramananthan (2003) รายงานว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในเขตพื้นที่สูงมากกว่า 500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ของเกาะสุมาตราให้ผลผลิตน้อยกว่าปาล์มที่ปลูกในเขตพื้นที่น้อยกว่า 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ของเกาะ

3.3.4 ลม

ปาล์มน้ำมันมีทรงพุ่มใหญ่ประกอบกับมีระบบรากฝอย จึงไม่ทนทานต่อกระแสลมที่พัดแรง เป็นผลให้ทางใบหรือลำต้นหักโค่นล้มได้ง่าย (ธีระพงศ์, 2553) Paramananthan (2003) รายงานว่าปี 1985 พายุ Namu พัดเข้าบริเวณหมู่เกาะ Solomon เป็นผลให้ต้นปาล์มถูกทำลายมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ในช่วงที่มีแสงแดดจัดและมีลมพัดอ่อนๆ จะช่วยส่งเสริมให้กระบวนการหายใจของต้นปาล์มน้ำมันดีขึ้น และยังช่วยลดความร้อนบริเวณผิวใบ

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญทางเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมัน ส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณ ได้แก่ ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย/ต้น น้ำหนัก/ทะลาย และองค์ประกอบของทะลาย ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีน (Gene) หลายคู่ ยีนแต่ละคู่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกน้อย ในขณะที่สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกมาก (ธีระ, 2554) การกระจายตัวของลักษณะเหล่านี้เป็นแบบโค้งปกติ (Normal curve) ซึ่งไม่สามารถแบ่งชั้นของลักษณะ

ออกจากกันได้ การวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณจึงต้องใช้หลักพันธุศาสตร์ปริมาณ ซึ่งนำความรู้ทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เข้ามาช่วยอธิบาย (ไพศาล, 2539) โดยทั่วไป ค่าทางสถิติที่ใช้อธิบายลักษณะเชิงปริมาณมักเป็นความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ย นั่นก็คือค่าความแปรปรวน (Variance) สำหรับความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกเป็นผลรวมของความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genotype) สภาพแวดล้อม (Environment) และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Interaction between genotype and environment) (Falconer, 1981)

$$V_P = V_G + V_E + V_{GE}$$

เมื่อ V_P คือ ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก

V_G คือ ความแปรปรวนทางพันธุกรรม

V_E คือ ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม

V_{GE} คือ ความแปรปรวนของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

โดยปกติ องค์ประกอบทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ไม่สามารถประเมินได้จากค่าสังเกตในประชากร แต่องค์ประกอบเหล่านี้สามารถประเมินได้จากการทดลอง เพื่อกำจัดองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ค่าความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกจึงเป็นผลรวมของค่าองค์ประกอบที่เหลืออยู่ (พีระศักดิ์, 2525) ค่าความแปรปรวนเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการประเมินตัวแปรทางพันธุกรรม (Genetic parameter) เพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ และประเมินขนาดของอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genetic variability)

การปรับปรุงพันธุ์พืช ต้องพิจารณาปัจจัยทางพันธุกรรมที่สำคัญหลายๆ ปัจจัยพร้อมกัน เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและลักษณะที่แสดงออก (Analysis of variance of genotype and phenotype) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและลักษณะที่แสดงออก (Phenotypic and genotypic coefficient of variance) และอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (Broad sense heritability) ค่าเหล่านี้ช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์ทราบขอบเขตของพันธุกรรมเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการคัดเลือกและกำหนดวิธีการปรับปรุงพันธุ์

4.1.1 ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability)

ลักษณะที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกจะถูกควบคุมด้วยยีนไม่ใช่พันธุกรรม ดังนั้นการประเมินค่าทางพันธุกรรม หรือค่าของลักษณะที่แสดงออกของลูกจึงต้องรู้ผลกระทบของยีนในประชากร ผลกระทบนี้นอกจากเป็นผลจากยีนโดยตรงแล้ว ยังเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนในตำแหน่งเดียวกัน (Dominance) และผลกระทบของยีนที่อยู่คนละตำแหน่ง (Epistasis) เมื่อรวมผลกระทบเหล่านี้จะได้ค่าทางพันธุกรรม (Genotypic value) ที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genetic variation) ในประชากร ค่าอัตราพันธุกรรมจึงถูกกำหนดขึ้น เพื่อศึกษาสัดส่วนของความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกที่เกิดจากความแปรปรวนของค่าทางพันธุกรรม (Wray and Visscher, 2008) จากที่กล่าวมาข้างต้นอัตราพันธุกรรม หมายถึงความสามารถในการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะที่แสดงออกด้วยยีนนั้นๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใดในสภาพแวดล้อมที่กำหนด (กฤษฎา, 2551) ซึ่งก็คือสัดส่วนของความแปรปรวนจากพันธุกรรมเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก ค่าดังกล่าวเป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ ว่ามีโอกาสเพิ่มหรือลดลักษณะได้มากน้อยเพียงใด เนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมขึ้นอยู่กับความถี่และปฏิกิริยาระหว่างยีน อัตราพันธุกรรมจึงเป็นลักษณะเฉพาะตัวของประชากรที่กำลังศึกษาอยู่ ค่าอัตราพันธุกรรมมี 2 แบบคือ

1. Broad sense heritability ($H^2_{b.s.}$) เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่อความแปรปรวนทั้งหมด

2. Narrow sense heritability ($H^2_{n.s.}$) อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่แสดงผลของยีนแบบบวก (Additive gene effect) ต่อความแปรปรวนทั้งหมด อัตราพันธุกรรมแบบนี้มีประโยชน์มากกว่าค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง เนื่องจากค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบได้ตัดความแปรปรวนจากพันธุกรรมที่แสดงผลแบบข่ม และความแปรปรวนจากปฏิกิริยาระหว่างยีนต่างตำแหน่ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติของพันธุกรรมที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในการแบ่งเซลล์แบบ meiosis ออกไป

ประโยชน์ของอัตราพันธุกรรม มี 3 ประการ คือ

1. บอกปริมาณความแปรปรวนทางพันธุกรรม เมื่อเทียบกับความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น

2. ใช้ทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะ (gain from selection) หรือการตอบสนองต่อการคัดเลือก (response from selection) ว่าจะปรับปรุงไปได้แค่ไหนในเวลาและวิธีการคัดเลือกที่กำหนดให้

3. ใช้เป็นหลักในการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม เช่น ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูงก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่ายๆ แต่ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าต่ำจะคัดเลือกได้ยาก เพราะสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลมาก อาจต้องใช้วิธีการทดสอบลูกเข้ามาช่วย แต่ถ้าพบว่า non additive genetic variance มีความสำคัญก็อาจต้องใช้การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงสมรรถนะเฉพาะ หรือถ้าปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีมากก็อาจต้องใช้วิธีการคัดเลือกหลายๆ แบบและทำภายใต้หลายสภาพแวดล้อม (พีระศักดิ์, 2525)

4.1.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation)

เนื่องจาก ลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นลักษณะทางปริมาณที่ซึ่งสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลการแสดงออกของลักษณะมาก การปรับปรุงพันธุ์ โดยการคัดเลือกจากลักษณะทางการเกษตรโดยตรงจึงมีโอกาสประสบความสำเร็จน้อย ด้วยเหตุนี้ การประเมินขนาดของความแปรปรวนที่มีสาเหตุจากพันธุกรรมและความแปรปรวนที่ไม่ใช่ทางพันธุกรรม จึงมีความจำเป็น เพื่อเป็นตัวช่วยในการคัดเลือกพันธุ์ (Linge *et al.*, 2010) Singh และ Chaudhary (1977) ได้เสนอพารามิเตอร์สำหรับประเมินค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมไว้ 2 พารามิเตอร์ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genotypic coefficient of variation, GCV) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก (Phenotypic coefficient of variation, PCV) ค่าทั้งสองเป็นพารามิเตอร์ที่บอกขนาดของความแปรปรวนที่เทียบเคียงกันของลักษณะต่างๆ กล่าวคือหากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกน้อย แสดงว่าลักษณะทางการเกษตรที่กำลังพิจารณาได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมน้อย ในทางกลับกัน หากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกมาก แสดงว่าลักษณะทางการเกษตรที่กำลังพิจารณาได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมมาก (Sumathi *et al.*, 2010) นอกจากนี้ Roychowdhury และ Tah (2011) แนะนำว่าลักษณะทางการเกษตรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง เป็นลักษณะที่เหมาะสมที่จะใช้ในการคัดเลือก อย่างไรก็ตามการพิจารณาเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพียงค่าเดียวอาจเกิดความผิดพลาดในการคัดเลือกได้ ดังนั้นเพื่อให้เห็นภาพขอบเขตความแปรปรวนที่สามารถถ่ายทอดได้ชัดเจน จึงควรพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมควบคู่ไปกับค่าอัตราพันธุกรรม

แม้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของการถ่ายทอดของลักษณะเชิงปริมาณ แต่การพิจารณาเฉพาะค่าอัตราพันธุกรรมเพียงค่าเดียวอาจไม่ได้ช่วยให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การคัดเลือกมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น นักปรับปรุงพันธุ์ควรพิจารณาค่าอัตราพันธุกรรมร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก เป็นอีกพารามิเตอร์หนึ่งที่บอกขอบเขตความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรที่พิจารณา (Sumathi *et al*., 2010)

4.2 การวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์

ลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ เป็นลักษณะทางปริมาณได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม หากมีความเข้าใจในอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม จะช่วยให้เข้าใจการปรับตัวของพืชในแต่ละแหล่งปลูกได้ การปรับตัวของพืชในแง่ของนักปรับปรุงพันธุ์ หมายถึงการที่พืชเหล่านั้นสามารถให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่คุ้มค่าในทางเศรษฐกิจตามสภาพแวดล้อมที่กำหนด หรือเป็นการปรับตัวตามระดับของปัจจัยการผลิต (กฤษฎา, 2551) รูปแบบการปรับตัวของพืชสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ความสามารถของพืชบางพันธุ์ในการปรับตัวได้เฉพาะบางสภาพแวดล้อม (Specific adaptability)

2. ความสามารถของพืชบางพันธุ์ในการปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย (General adaptability)

แม้ว่าการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ปรับตัวเฉพาะเจาะจงกับสภาพแวดล้อมที่สามารถคาดการณ์ได้ เช่น การดูแลรักษา และชุดดิน เป็นต้น จะสามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงพันธุ์ให้ปรับตัวเข้ากับสภาพล้อมที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เช่น สภาพภูมิอากาศ แต่จุดประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์พืช มักต้องการพัฒนาพันธุ์ให้สามารถปรับตัวได้กับสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ นั่นคือพันธุ์ที่สามารถปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย Dabholkar (1992) สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความเสถียรของพันธุ์ 2 แนวคิด คือ

1. แนวคิดทางชีวภาพ (Biological concept) เป็นแนวคิดที่เสนอว่า การแสดงผลของพันธุ์ควรจะคงที่ในทุกๆสภาพแวดล้อม หรือสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) = 0 แนวคิดนี้เป็น

ประโยชน์สำหรับประเมินความเสถียรของลักษณะเชิงคุณภาพ ได้แก่ ความทนทานต่อโรค หรือความเครียดต่อสภาพอากาศ (Backer and Leon, 1988)

2. แนวคิดทางการเกษตร (Agronomical concept) เป็นแนวคิดที่เสนอว่า พันธุ์ที่มีความเสถียร ควรมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่คู่ขนานกับการตอบสนองเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม หรือสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) = 1

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) การวิเคราะห์ตัวแปรเดียว และ 2) การวิเคราะห์หลายตัวแปร แต่ละกลุ่มจะกล่าวถึงวิธีที่นิยมใช้วิเคราะห์ความเสถียรซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ตัวแปรเดียว (Univariate analysis)

การวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์ตัวแปรเดียวมีวิธีที่นิยม คือ การวิเคราะห์รีเกรสชัน (Linear regression analysis) ซึ่งมีวิธีที่สำคัญ 2 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) และวิธีของ Eberhart และ Russell (1966)

4.2.1.1 วิธีของ Finlay และ Wilkinson

Finlay และ Wilkinson (1963) ได้เสนอให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ซึ่งได้จากการสร้างเส้นรีเกรสชันของผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์บนผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมเป็นพารามิเตอร์ในการวัดความเสถียรของพันธุ์ ผลผลิตที่วัดได้จะเปลี่ยนเป็นค่า log ฐาน 10 ก่อน เพื่อให้ค่าของผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์บนผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมมีความสัมพันธ์มากขึ้น นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยผลผลิตพืชเป็นอีกพารามิเตอร์หนึ่งที่ถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความเสถียรของพันธุ์พืช ซึ่งสามารถจัดกลุ่มพันธุ์พืชได้ดังนี้

1. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเท่ากับ 1 เป็นพันธุ์พืชที่มีความเสถียรโดยเฉลี่ย (Average stability) ถ้าพันธุ์พืชสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง ถือว่าเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม แต่หากพันธุ์พืชให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ ถือได้ว่าพืชมีการปรับตัวไม่ดีในทุกสภาพแวดล้อม

2. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันน้อยกว่า 1 เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ไม่ดี (Specifically adapted to unfavorable environments) พันธุ์ในกลุ่มนี้จะให้ผลผลิตที่ไม่ค่อยดี แต่ในสภาพแวดล้อมที่ดี พืชในกลุ่มนี้ก็จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่มาก

3. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันมากกว่า 1 เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ดี (Specifically adapted to favorable environments) พันธุ์นี้จะให้ผลผลิตไม่ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่ดี แต่เมื่อสภาพแวดล้อมดีขึ้นพืชพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมาก

Gauch และ Zobel (1997) รายงานว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันของ Finlay และ Wilkinson (1963) สามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับความเสถียรของพันธุ์พืชได้ทั้งสองแนวคิด กล่าวคือหากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันมีค่าเท่ากับ 0 เป็นการอธิบายความเสถียรของพันธุ์พืชตามแนวคิดทางชีวภาพ ในทางตรงข้าม หากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเข้าใกล้ 1 จะเป็นการอธิบายความเสถียรของพันธุ์ตามแนวคิดทางการเกษตร

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) พบว่าการวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์วิธีนี้จะแบ่ง sum of square ของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมออกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) sum of square ของรีเกรสชัน และ 2) sum of square ของส่วนเบี่ยงเบนจากรีเกรสชัน วิธีการนี้ sum of square ของส่วนเบี่ยงเบนจากรีเกรสชั่นเป็นสัดส่วนส่วนใหญ่ของ sum of square ของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม นั่นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความแปรปรวนจากเส้นรีเกรสชันสูง ดังนั้น การอธิบายความแปรปรวนของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมโดยวิธีการของ Finlay และ Wilkinson (1963) จึงไม่ดีพอ (Zobel *et al*., 1988 และ พีระศักดิ์ และ ประเสริฐ, 2548)

4.2.1.2 วิธีของ Eberhart และ Russell

Eberhart และ Russell (1966) ได้เสนอแนวคิดการวัดความเสถียรที่มีจุดประสงค์ เพื่อลดขนาดของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม โดยการสร้างเส้นรีเกรสชันเส้นตรงของผลผลิตเฉลี่ยแต่ละพันธุ์บนดัชนีของสภาพแวดล้อม (Environmental index) ดัชนีของสภาพแวดล้อมนี้ได้มาจากผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมลบด้วยผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม จากการสร้างเส้นรีเกรสชันเป็นผลให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) และค่าความแปรปรวนจากเส้นรีเกรสชัน (s^2_{di}) เป็นพารามิเตอร์ในการวัดความเสถียรของพันธุ์ นอกจากนี้ Eberhart และ Russell

(1966) ได้เพิ่มผลผลิตเฉลี่ยเป็นอีกหนึ่งพารามิเตอร์ในการวัดความเสถียร สำหรับพันธุ์พืชที่มีความเสถียรในความหมายของ Eberhart และ Russell (1966) คือพันธุ์พืชที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 1 ความแปรปรวนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2_{di}) ควรมีค่าน้อยที่สุดหรือใกล้เคียงค่าศูนย์ และให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธีของ Eberhart and Russell (1966) พบว่า sum of square ของ สภาพแวดล้อม (E) และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G x E) จะถูกรวมกันและแบ่งออกเป็น 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 จำเป็นต้องมีสัดส่วนมากเพียงพอจึงจะสามารถอธิบายความเสถียรของพันธุ์ด้วยสัมประสิทธิ์รีเกรสชันได้ดี แต่หาก G x E linear sum of square มีสัดส่วนไม่มากนัก ค่าเบี่ยงเบนจากรีเกรสชันจะเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญในการพิจารณาความเสถียรของพันธุ์มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน อาจมีสาเหตุจากการตอบสนองของพันธุ์พืชต่อสภาพแวดล้อมไม่เป็นเส้นตรง ส่วนเบี่ยงเบนจากรีเกรสชันจึงมีขนาดใหญ่ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

Becker และ Leon (1988) รายงานว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเป็นลักษณะการตอบสนองเฉพาะของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อม จึงใช้เป็นพารามิเตอร์นี้สำหรับพิจารณาการตอบสนองของพันธุ์พืช ในขณะที่ค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน เป็นค่าที่ชี้วัดความแม่นยำในการทำนายผลผลิตของพันธุ์พืช จึงใช้พารามิเตอร์นี้สำหรับพิจารณาความเสถียรของพันธุ์

แม้ว่าการวิเคราะห์รีเกรสชันสามารถอธิบายปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้มีอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ Freeman (1973) ได้วิจารณ์การวัดความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีรีเกรสชัน ดังนี้

1. ดัชนีสภาพแวดล้อมไม่เป็นอิสระกับข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่ได้ตัดอิทธิพลของพันธุ์ออก ดังนั้นดัชนีสภาพแวดล้อมจึงยังคงมีอิทธิพลของพันธุ์อยู่

2. ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันมีความคลาดเคลื่อน นี่เป็นเพราะข้อสมมุติฐานของการวิเคราะห์รีเกรสชันกำหนดให้ตัวแปรอิสระ ซึ่งในที่นี้คือค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมถูกวัดโดยปราศจากค่าความคลาดเคลื่อน

3. ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากันระหว่างสถานที่

นอกจากนี้ Guach (1992) ได้เปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ความเสถียรวิธีต่างๆ พบว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีของ Finlay และ Wilkinson (1963) และวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) ไม่สามารถประเมินผลผลิตได้อย่างแม่นยำ การระบุพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ ไม่สามารถให้ข้อสรุปพร้อมทั้งการแสดงผลทางสถิติที่ชัดเจน และต้องใช้ทรัพยากรมากเพื่อให้เกิดความแม่นยำ (การเพิ่มจำนวนซ้ำในการทดลอง) เพื่อแก้ปัญหาข้างต้นการวิเคราะห์ความเสถียรวิธีการใหม่ได้ถูกออกแบบขึ้น

4.2.2 การวิเคราะห์ความเสถียรแบบหลายตัวแปร (Multivariate)

ข้อมูลหลายตัวแปร คือกลุ่มของข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวแปร (Variable) ที่มีมากกว่าหนึ่งตัวแปรที่ซึ่งถูกบันทึกจากหน่วยทดลอง (Object) จำนวนมาก การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรแบบเดิมใช้การวิเคราะห์เส้นตรงที่มีหลายตัวแปร เช่น การวิเคราะห์ multiple regression และ multifactor analysis of variance แต่การวิเคราะห์ด้วยวิธีเหล่านี้ยังคงมีตัวแปรอยู่มาก ทำให้การแปลผลทำได้ยาก (Quinn and Keougn, 2002) ปัจจุบันจึงได้คิดค้นวิธีการวิเคราะห์แบบใหม่ๆ ขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายตัวแปร โดยมีเทคนิคที่สำคัญคือการแปลงข้อมูลชุดเก่าที่มีหลายตัวแปรเป็นข้อมูลชุดใหม่ที่มีตัวแปรเพียงไม่กี่ตัว

4.2.2.1.การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ

(Principal component analysis, PCA)

การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ เป็นการวิเคราะห์หลายตัวแปรที่มีจุดประสงค์หลัก 2 จุดประสงค์ คือ 1) การลดตัวแปรที่ซ้ำซ้อนจากข้อมูลชุดเดิมเป็นตัวแปรชุดใหม่ที่มีตัวแปรน้อยลง ในขณะที่ข้อสรุปจากข้อมูลชุดเดิมยังคงอยู่ และยังสามารถนำข้อมูลชุดใหม่ไปวิเคราะห์ต่อได้ และ 2) การเปิดเผยข้อมูลในรูปแบบข้อมูลที่ไม่สามารถพบได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรที่แยกแต่ละตัวออกจากกัน เป็นการแสดงข้อมูลแบบใหม่โดยใช้การพล็อตจุดลงบนแกนองค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบคือตัวแปรใหม่ที่ได้รับ (Quinn and Keough, 2002) องค์ประกอบที่เกิดขึ้นใหม่สามารถหาได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ในรูป linear combination ของตัวแปรเดิม แปลงสมการให้อยู่ในรูปเมตริกซ์สหสัมพันธ์เพื่อแยกค่าไอเกน (Eigen value) กับค่าไอเกนเวคเตอร์ (Eigen vector) ค่าทั้งสองนี้ได้จากการคำนวณซ้ำๆ (Iteration) เพื่อปรับค่าเวคเตอร์ให้สอดคล้องกัน ความสอดคล้องนี้จะพิจารณาจากค่าผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง

ค่าชุดของเวคเตอร์ที่อยู่ติดกัน ทั้งนี้ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.00001 ถ้ายังไม่สอดคล้องต้องคำนวณซ้ำเพื่อปรับค่าเวคเตอร์ต่อไป เวคเตอร์สุดท้ายที่มีความสอดคล้องจะเป็นไอเกนเวคเตอร์แรกของเมตริกซ์ สำหรับค่าองค์ประกอบส่วนแรกถูกสกัดออกมาจากผลคูณระหว่างรากที่สองของค่าไอเกน กับค่าไอเกนเวคเตอร์ ซึ่งองค์ประกอบสำคัญส่วนแรก คือองค์ประกอบทั่วไปที่อธิบายความแปรปรวนในเมตริกซ์สหสัมพันธ์ได้มากที่สุด ความแปรปรวนทั้งหมดในเมตริกซ์สหสัมพันธ์นั้นอธิบายได้ด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักองค์ประกอบกำลังสองในระบบ (ชัย ลิขิต, 2553)

สำหรับการใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรนิยมใช้เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลคูณ เช่น การอธิบายปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในการวิเคราะห์ความเสถียร (Bernardo, 2002) ซึ่งได้ตัดค่าอิทธิพลแบบบวกออก จากการวิเคราะห์ จะได้ค่าไอเกนเวคเตอร์ 2 ชุด คือค่าไอเกนเวคเตอร์ของพันธุ์และค่าไอเกนเวคเตอร์ของสภาพแวดล้อม เมื่อนำค่าไอเกนเวคเตอร์ของแต่ละปัจจัยคูณด้วยค่ารากที่สองของค่าไอเกนของแต่ละแกนองค์ประกอบ จะได้ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญของแกนนั้นๆ

ในกรณีวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่ได้ตัดอิทธิพลแบบบวกออก พบว่าการวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ คือไม่สามารถอธิบายอิทธิพลแบบบวกซึ่งเป็นอิทธิพลของพันธุกรรมและอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เพราะอิทธิพลทั้งสองถูกรวมเข้ากับอิทธิพลแบบผลคูณ (Zobel *et al*., 1988)

4.2.2.2 การวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ (Additive main effects and multiplicative interaction, AMMI)

Gauch (1988) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์การทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การวิเคราะห์อิทธิพลผลบวก ซึ่งประกอบด้วยอิทธิพลของพันธุกรรมและอิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2) การวิเคราะห์อิทธิพลของผลคูณซึ่งเป็นอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมที่ตัดอิทธิพลผลบวก ได้แก่ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง, ค่าเบี่ยงเบนจากสภาพแวดล้อม และค่าเบี่ยงเบนจากพันธุกรรมออกจากค่าสังเกต ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญแต่ละพันธุ์และแต่ละสภาพแวดล้อมจะมีค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของแต่ละแกน ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญนี้ได้จากผลคูณระหว่างรากที่สองของค่าไอเกน กับค่า

ไอเกนเวคเตอร์ของแต่ละพันธุ์หรือแต่ละสภาพแวดล้อมในแต่ละแกนองค์ประกอบสำคัญ ค่าคะแนนที่ได้จะถูกนำไปพล็อตในแผนภาพสองทิศทาง (Biplot) แผนภาพสองทิศทางที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณส่วนใหญ่ใช้ 2 แผนภาพ คือ 1) แผนภาพสองทิศทางระหว่างค่าเฉลี่ยกับแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และ 2) แผนภาพสองทิศทางระหว่างแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนขององค์ประกอบสำคัญที่สอง สำหรับการพิจารณาความเสถียรของพันธุ์จะประเมินจากค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง หากพืชพันธุ์หนึ่งมีจุดอยู่ใกล้ 0 แสดงว่าพืชพันธุ์นั้นมีความเสถียร กล่าวคือเป็นพันธุ์ที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรใกล้เคียงกันในทุกสภาพแวดล้อมที่พิจารณา ในทางตรงข้ามหากพืชมีจุดอยู่ห่างจาก 0 แสดงว่าพืชพันธุ์นั้นมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมาก กล่าวคือเป็นพันธุ์ที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรแตกต่างกันในทุกสภาพแวดล้อมที่พิจารณา (Gauch, 1992)

พีระศักดิ์ และ ประเสริฐ (2548) รายงานว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 3 ประการคือ 1) ใช้สำหรับวินิจฉัยวิธีวิเคราะห์อื่นๆ โดยเฉพาะวิธีวิเคราะห์ที่เป็นส่วนหนึ่งของของวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ และการวิเคราะห์รีเกรสชัน 2) ใช้อธิบายปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมโดยสามารถแสดงรูปแบบและให้ข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมโดยใช้แผนภาพสองทิศทาง และ 3) ใช้ประมาณค่าผลผลิตให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยความถูกต้องนี้ สามารถเทียบได้กับการเพิ่มซ้ำสำหรับการทดลองในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนซ้ำ เพิ่มจำนวนพันธุ์ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์

ปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบพันธุ์ในหลายๆ สถานที่ใช้มักนิยมใช้วิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ ในการวิเคราะห์ความเสถียร โดยมีรายงาน ดังนี้

ประเสริฐ และคณะ (2540) ได้แยกอิทธิพลหลักแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณของการทดสอบพันธุ์อ้อยในหลายสภาพแวดล้อม พบว่าวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณสามารถอธิบายความแปรปรวนของอิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงส่วน

น้อยเท่านั้นที่ไม่สามารถอธิบายโดยการใช้โมเดล นอกจากนี้ยังสามารถประเมินค่าจากโมเดลได้อย่างแม่นยำ

Asfaw และคณะ (2009) วิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณสำหรับหาพันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในประเทศเอธิโอเปีย จากการวิเคราะห์สามารถแยกอิทธิพลต่างๆได้เป็นสัดส่วนดังนี้ อิทธิพลของสภาพแวดล้อม 61.08 เปอร์เซ็นต์ อิทธิพลของพันธุกรรม 4.79 เปอร์เซ็นต์ และอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม 34.13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ พบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญสองแกนแรก สามารถอธิบายความแปรปรวนของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้ถึง 67.5 เปอร์เซ็นต์

Chatwachirawong และคณะ (1999) ศึกษาผลของพันธุกรรมและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมของลักษณะความจุแป้งในมันสำปะหลัง พบว่าวิธีวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณสามารถอธิบายสัดส่วนของ sum of square และยังสามารถแบ่งสัดส่วนของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าวิธีรีเกรสชันของ Eberhart และ Russell (1966)

Rodrigues และคณะ (2011) ได้เปรียบเทียบการวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีรีเกรสชันและวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณในข้าวสาลี พบว่าทั้งวิธีรีเกรสชัน และวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ สามารถแนะนำพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานที่ได้เหมือนกัน อย่างไรก็ตามวิธีรีเกรสชันสามารถให้ผลลัพธ์ที่มีความเสถียรมากกว่าในกรณีที่มีข้อมูลสูญหายมาก

Annicchiarico (1997) ได้วิเคราะห์รีเกรสชันและวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณร่วมกัน ในการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมของธัญพืชในประเทศอิตาลี พบว่าการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ สามารถอธิบายความแปรปรวนของอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าการวิเคราะห์รีเกรสชัน สำหรับกรณีการวิเคราะห์รีเกรสชันมีประสิทธิภาพในการอธิบายความแปรปรวนของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมได้ดีนั้น เกิดจากการได้รับปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่

เหมือนกัน เช่น การเกิดสภาพแล้งในทุกสถานที่ที่ทำการทดลอง ซึ่งอาจมีผลให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกสถานที่มีค่าเท่ากัน

Chatwachirawong (1993) วิเคราะห์ความเสถียรพันธุ์อ้อยในประเทศไทย โดยใช้วิธีวิเคราะห์ของ Eberhart และ Russell (1966) และวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าวิธีวิเคราะห์ความเสถียรทั้งสองสามารถระบุพันธุ์ที่มีความเสถียรสำหรับค่าคุณภาพความหวานและผลผลิตน้ำตาลได้ตรงกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรของลูกผสมปาล์มน้ำมัน

2. เพื่อวิเคราะห์ความเสถียรของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ปลูกทดสอบในสามสถานที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย

บทที่ 2

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (สถานที่) และความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันปาล์ม ผลผลิตทะลายปาล์ม องค์ประกอบผลผลิตทะลาย และองค์ประกอบทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันจำนวนเจ็ดคู่ผสม อายุ 4 ปี ปาล์มลูกผสมทั้งหมดถูกปลูกทดสอบใน 3 สถานที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุพืช

ลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกผสมเดี่ยวของบริษัทเปารงค์ ออยล์ปาล์มจำนวน 7 คู่ผสม อายุ 4 ปี ประกอบด้วยลูกผสมเบอร์ 501, 506, 512, 514, 521, 523 และ 530 ซึ่งปลูกแบบสามเหลี่ยมระยะ 9 x 9เมตรใน 3 สถานที่ทางภาคใต้ของไทย ประกอบด้วย

1. อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ (ละติจูด 7° 55′ 17.4″ ลองติจูด 99° 1′ 47.1″) มีลักษณะทางกายภาพของดินเป็นดินร่วนปนทราย

2. อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช (ละติจูด 8° 6′ 29.9″ ลองติจูด 99° 56′ 56.9″) มีลักษณะทางกายภาพของดินเป็นดินทรายร่วน

3. อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ละติจูด 7° 57′ 49.6″ ลองติจูด 99° 59′ 26.3″) มีลักษณะทางกายภาพของดินเป็นดินเหนียว

การดูแลรักษาทั้ง 3 แปลง จะดูแลรักษาให้ใกล้เคียงกันให้มากที่สุด เช่น การใส่ปุ๋ยโดยใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ส่วนการให้น้ำ อาศัยแหล่งน้ำธรรมชาติ (ฝน)

1.2 วัสดุ

1. ป้ายแสดงหน่วยวิจัย
2. กระสอบใส่ทะลายปาล์ม
3. ตะกร้า
4. ถุงพลาสติก
5. มีดคัตเตอร์
6. ขวาน
7. น้ำมันเบนซิน

1.3 อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. เครื่องชั่งแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องชั่งแบบ 50 กิโลกรัม
4. ขวดแก้ว

2. วิธีการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

ในแต่ละสถานที่วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยมีจำนวนต้นปาล์มคู่ละ 5 ต้น และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (สถานที่) และการวิเคราะห์ความเสถียรใช้วิธีวิเคราะห์ผลรวม (Combined analysis) ซึ่งรวมทั้ง 3 สถานที่เข้าด้วยกัน

2.2 การเก็บข้อมูล

2.2.1 การเก็บข้อมูลผลผลิตทะลาย

เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุกๆ 20 วัน พร้อมทั้งจดบันทึกน้ำหนัก/ทะลาย จำนวนทะลาย และผลผลิตทะลายรวม

2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย

1. ชั่งน้ำหนักทะลายปาล์มน้ำมัน

2. สับแยกก้านผลย่อยออกจากแกนทะลาย

3. บ่มก้านผลย่อยที่มีผลติดอยู่ 2-3 วัน เมื่อผลหลุดออกจากก้านดีแล้ว ทำการแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากก้านย่อย

4. สุ่มผลปาล์มน้ำมันจำนวน 20 ผล ชั่งน้ำหนักผลสด และนำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำมาชั่งน้ำหนักผล เพื่อหาน้ำหนักผลแห้ง

5. แยกส่วนของผลแห้งทั้ง 20 ผล ออกเป็นเนื้อปาล์มแห้ง กะลา และ เมล็ดใน ชั่งน้ำหนักจากส่วนที่แยกแล้วทั้ง 3 ส่วน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มแห้ง/เนื้อปาล์มสด

6. นำส่วนของเนื้อปาล์มแห้งไปบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

2.2.3 การวิเคราะห์น้ำมัน

1. ชั่งน้ำหนักถุงผ้าสำหรับใส่เนื้อปาล์มบด

2. ใส่เนื้อปาล์มบดในถุงผ้าแล้วชั่งน้ำหนัก

3. นำถุงบรรจุเนื้อปาล์มบดแช่ในน้ำมันเบนซินนาน 5 วัน โดยต้องเปลี่ยนน้ำมันทุกวัน

4. เมื่อครบ 5 วัน นำถุงผ้าออกผึ่งที่ร่มให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก

2.2.4 การคำนวณหาองค์ประกอบทะลาย

$$\text{1. เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย} = \frac{\text{น้ำหนักผลสด}}{\text{น้ำหนักทะลาย}} \times 100$$

$$\text{2. เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มแห้ง/เนื้อปาล์มสด} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}} \times 100$$

$$\text{3. เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มสด}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100$$

4. เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง = $\frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อปาล์มแห้ง}}$ x 100

5. เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย = โดยการนำผลที่คำนวณได้จากข้อที่ 1 x 2 x 3 x 4 มาคูณกัน

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

2.3.1 การวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม

งานวิจัยชิ้นนี้กำหนดให้ พันธุ์ คือลูกผสมเดี่ยวปาล์มน้ำมัน จำนวน 7 คู่ผสม สภาพแวดล้อม คือสถานที่ที่แตกต่างกัน จำนวน 3 สถานที่ โดยมีขั้นตอนการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ดังนี้

1. การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of error variance) เพื่อทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error mean square) ของทั้ง 3 สถานที่ ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ หากพบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากัน จึงจะสามารถดำเนินการวิเคราะห์การทดลองทั้ง 3 สถานที่ร่วมกันได้ แต่หากความแปรปรวนไม่เท่ากันก็ไม่ควรนำการทดลองทั้ง 3 สถานที่มาวิเคราะห์รวมกัน เพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดสอบนัยสำคัญ

ทดสอบค่า Homogeneity ของ error variance โดยวิธีของ Bartlett (1943) อ้างโดย ไพศาล (2547)

$$\chi^2 = M / C$$

เมื่อ $$M = 2.3026 \left[(\Sigma v_i) \log s^2_p - \Sigma v_i \log s^2_i\right]$$

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

v_i = degree of freedom

s^2_p = pooled variance

s^2_i = variance จากแต่ละสถานที่

k = จำนวน variance ที่ทดสอบ

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในทุกสถานที่ โดยการวิเคราะห์ผลรวมของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ พันธุ์ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่ (Fixed effect) ส่วนสถานที่ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยสุ่ม (Random effect) มีสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งดัดแปลงจากวัชรินทร์ (2549) ดังนี้

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

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

มีตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ตารางที่ 2 ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ผลรวม

Source of variation	d.f.	Expected Mean Square (EMS)	
Location (L)	l-1	$\sigma^2_e + rg\sigma^2_L$	M1
Genotype (G)	g-1	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG} + rl\,\theta^2_G$	M2
L x G	(l-1)(g-1)	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG}$	M3
Error	l(g-1)	σ^2_e	M5
total	lg-1		

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

ทดสอบนัยสำคัญของ Location โดยหาค่า F จาก Mean square ของ Location หารด้วย Mean square ของ Error (M1 / M5) เทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

ทดสอบนัยสำคัญของ Genotype โดยหาค่า F จาก Mean square ของ Genotype หารด้วย Mean square ของ L x G (M2 /M3) เทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

ทดสอบนัยสำคัญของ Interaction โดยหาค่า F จาก Mean square ของ Interaction หารด้วย Mean square ของ Error (M3 / M5) เทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

หากการทดสอบนัยสำคัญตรวจพบความแตกต่างของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ สามารถนำไปวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์ได้ แต่หากไม่พบความแตกต่างของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์

3. การวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ Gauch (1992) เสนอสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + G_j + \sum_{n=1}^{N} \lambda_n \gamma_{jn} \delta_{in} + \theta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

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

μ คือ ค่าเฉลี่ยของการทดลอง

L_i คือ อิทธิพลของสถานที่ที่ i

G_j คือ อิทธิพลของพันธุ์ที่ j

λ_n คือ ค่าไอเกนของการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของแกนที่ n

γ_{jn} คือ คะแนนการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของพันธุ์ที่ j สำหรับแกนที่ n

δ_{in} คือ คะแนนการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของสถานที่ที่ i สำหรับแกนที่ n

N คือ จำนวนของแกนองค์ประกอบสำคัญที่วิเคราะห์

θ_{ij} คือ residual จาก interaction

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสถานที่ที่ i พันธุ์ที่ j และซ้ำที่ k

มีตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ตารางที่ 3 ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source of variation	d.f.	Expected Mean Square (EMS)	
Location (L)	l-1	$\sigma^2_e + rg\sigma^2_L$	
Genotype (G)	g-1	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG} + rl\ \theta^2_G$	
L x G	(l-1)(g-1)	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{LG}$	
PCA 1	g + l – 1 – 2(1)		M4
.	.		
PCA k.	g + l – 1 – 2(k).		
.	.		
PCA N	g + l – 1 – 2(N)		
residual	u		
Error	l(g-1)	σ^2_e	M5
total	lg-1		

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 ของพันธุ์หรือสถานที่
l	คือ	จำนวนสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง
g	คือ	จำนวนพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

ทดสอบนัยสำคัญของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง โดยหาค่า F จาก Mean square ของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งหารด้วย Mean square ของค่าความคลาดเคลื่อน (M4 / M5) เทียบกับค่า F จากตารางที่ d.f. ของแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง/ d.f. ของค่าความคลาดเคลื่อน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

4. พล็อตแผนภาพสองทิศทาง เพื่อแสดงความเสถียรของแต่ละพันธุ์และแต่ละสถานที่ โดยทั่วไปจะใช้แผนภาพสองทิศทาง 2 แผนภาพ สำหรับแสดงผลการวิเคราะห์ คือ 1) แผนภาพสองทิศทางระหว่างผลผลิตกับค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง โดยกำหนดให้ค่าผลผลิตเป็นค่าในแนวแกน X และค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง เป็นค่าในแนวแกน Y และ 2) แผนภาพสองทิศทางระหว่างค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง กับค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่สอง โดยกำหนดให้ค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง เป็นค่าในแนวแกน X และค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่สอง เป็นค่าในแนวแกน Y

การประเมินความสามารถในการปรับตัวของลูกผสม จะพิจารณาจากค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งร่วมกับค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรที่กำลังพิจารณา ลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้เฉพาะสถานที่ จะมีค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรในสถานที่นั้นๆ สูง ส่วนลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้หลายสถานที่จะมีค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรทุกสถานที่อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ สำหรับลูกผสมที่มีความเสถียรมากที่สุดจะมีค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งต่ำ แต่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรสูงกว่าค่าเฉลี่ยของลูกผสมเบอร์อื่นๆ ในกลุ่มลูกผสมที่มีค่าคะแนนขององค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งต่ำ

สำหรับการวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CropStat 7.2 พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute, IRRI)

2.3.2 การประเมินอัตราพันธุกรรมแบบกว้างและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

จากตารางที่ 2 สามารถแยกองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมและความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกได้ดังนี้ (พีระศักดิ์, 2525)

$$\theta^2_G = (M2 - M3) / rl \quad (1)$$

$$\sigma^2_{LG} = (M3 - M5) / r \quad (2)$$

$$\sigma^2_P = \theta^2_G + \sigma^2_{LG} + \sigma^2_e \quad (3)$$

เมื่อ θ^2_G คือ ความแปรปรวนเนื่องจากพันธุ์

σ^2_{LG} คือ ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่

σ^2_e คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

l คือ จำนวนสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

r คือ จำนวนซ้ำ

1. อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (Broad Sense Heritability; $H^2_{b.s.}$)

$$H^2_{b.s.} = (\theta^2_G / \sigma^2_P) \times 100$$

2. สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genotypic Coefficient of Variation; GCV)

$$GCV = (\theta_G / mean) \times 100$$

สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก (Phenotypic Coefficient of Variation; PCV)

$$PCV = (\sigma_p / mean) \times 100$$

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่

1.1 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance)

ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผลรวม เป็นการนำค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองต่างๆมาเฉลี่ย ก่อนการวิเคราะห์ผลรวมจำเป็นต้องทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนก่อน เพื่อดูความเป็นเอกภาพของการทดลอง หากทดสอบแล้วความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้การวิเคราะห์ผลรวมสามารถดำเนินการต่อได้ แต่หากทดสอบแล้วพบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความแตกต่างกันมาก ก็ไม่ควรดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อ เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบนัยสำคัญ จากตารางการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน พบว่าทุกลักษณะมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า 0.05 ซึ่งยอมรับสมมุติฐานที่ว่า ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในทุกสถานที่ของทุกลักษณะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นทุกลักษณะสามารถนำไปวิเคราะห์ผลรวมได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน

Bartlett's test	p-value
Oil Yield	0.91
Yield	0.72
Single Bunch Weight	0.07
Number of Bunch	0.69
Fruit per Bunch	0.99
Fresh Mesocarp / Fruit	0.99
Oil / Dry Mesocarp	0.43
Oil per / Bunch	0.85

1.2 การวิเคราะห์ผลรวม การวิเคราะห์ความเสถียร การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และแผนภาพสองทิศทาง

แยกตามลักษณะดังนี้

ผลผลิตน้ำมัน (Oil Yield)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตน้ำมัน พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้ผลผลิตน้ำมันแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้ผลผลิตน้ำมันแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าผลผลิตน้ำมันของลูกผสมต่างๆ ตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 78.02 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 21.91 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 1 และ 2

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	353.90	58.98^{ns}
Location (L)	2	801.91	400.95**
G x L	12	669.04	55.75**
PCA1	7	522.01	74.57**
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(78.02 %)	
PCA2	5	146.62	29.32**
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(21.91 %)	
error	84	609.73	7.26
total	104	2434.57	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากผลผลิตน้ำมันของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำมันของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากผลผลิตน้ำมันมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Oil Yield (kg/plant/year)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA 1	PCA 2
501	4.77 BC	10.34 B	9.19 A	8.10	0.35	1.38
506	5.60 B	12.32 B	5.51 B	7.81	-0.18	-0.29
512	6.18 B	22.71 A	7.45 AB	12.11	-2.50	-0.85
514	11.09 A	7.74 B	4.52 B	7.78	1.91	-1.44
521	4.32 BC	10.68 B	5.75 AB	6.92	-0.01	0.28
523	6.39 B	10.79 B	7.06 AB	8.08	0.43	0.22
530	2.55 C	9.16 B	5.29 B	5.67	0.00	0.70
Mean[5]	5.84 b	11.96 a	6.39 b			
PCA 1	1.92	-2.49	0.56			
PCA 2	-1.28	-0.57	1.86			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

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

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าผลผลิตน้ำมันของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

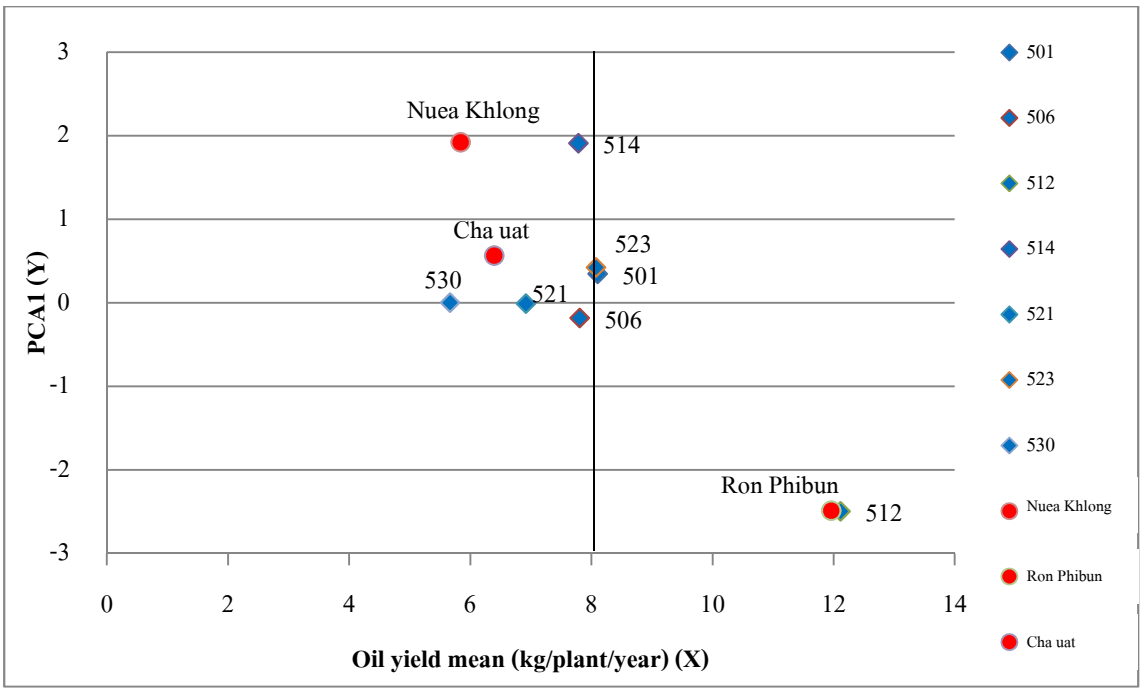
5 คือ ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 6 ร่วมกับ ภาพที่ 1 และ 2 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

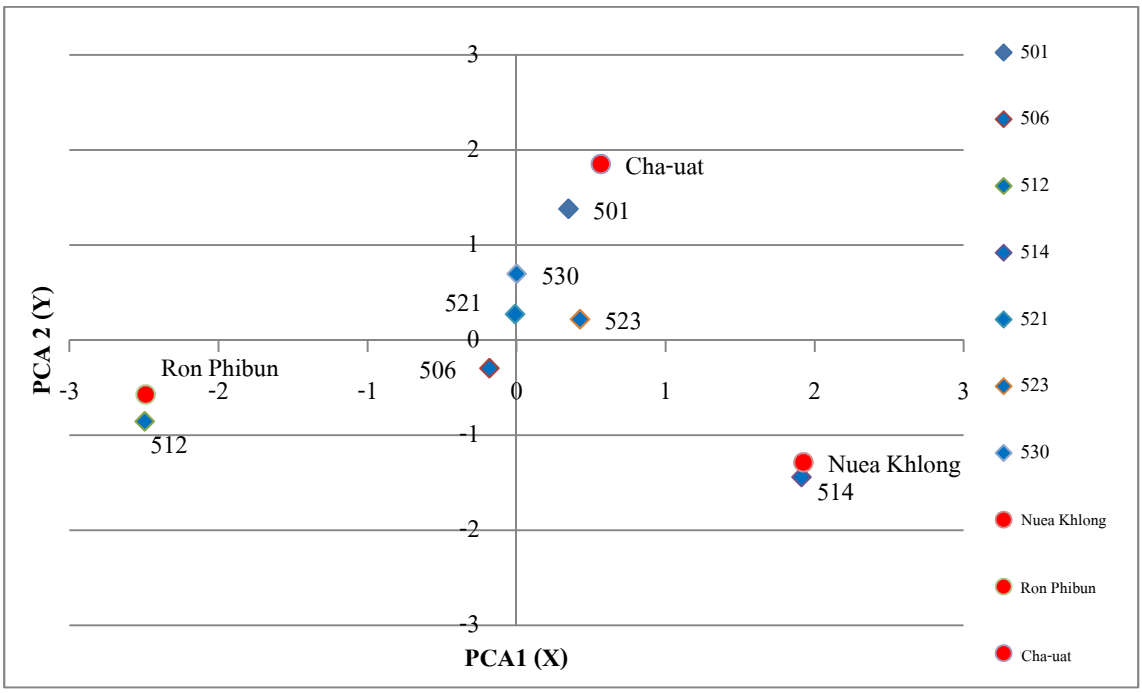
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ และความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำมันในบางสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 501, 512 และ 514 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 501 อยู่ใกล้จุดของอำเภอชะอวด แสดงว่าบริเวณอำเภอชะอวดลูกผสมเบอร์ 501 สามารถให้ผลผลิตน้ำมันมากที่สุด (9.19 กก./ต้น/ปี) จุดของลูกผสมเบอร์ 512 อยู่ใกล้จุดของอำเภอร่อนพิบูลย์ แสดงว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ลูกผสมเบอร์ 512 สามารถให้ผลผลิตน้ำมันมากที่สุด (22.71 กก./ต้น/ปี) ส่วนจุดของลูกผสมเบอร์ 514 อยู่ใกล้จุดของอำเภอเหนือคลอง แสดงว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 สามารถให้ผลผลิตน้ำมันมากที่สุด (11.09 กก./ต้น/ปี)

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆสภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และสามารถให้ผลผลิตน้ำมันค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 506, 521, 523 และ 530 ผลผลิตน้ำมันของลูกผสมเหล่านี้ค่อนข้างต่ำทั้ง 3 สถานที่ จากการศึกษา พบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมทั้ง 4 เบอร์สามารถให้ผลผลิตน้ำมัน 5.60, 4.32, 6.39 และ 2.55 กก./ต้น/ปี, อำเภอร่อนพิบูลย์ 12.32, 10.68, 10.79 และ 9.16 กก./ต้น/ปี, อำเภอชะอวด 5.51, 5.75, 7.06 และ 5.29 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ที่มีความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันมากที่สุด คือ ลูกผสมเบอร์ 521

การแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมเบอร์ 512 มีอิทธิพลในการเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 4.05 กก./ต้น/ปี ในขณะที่ลูกผสมเบอร์ 530 มีอิทธิพลในการลดผลผลิตน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 2.40 กก./ต้น/ปี เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ มีผลต่อการการเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 3.90 กก./ต้น/ปี ส่วนการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอเหนือคลอง มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมันลดลงจากค่าเฉลี่ย 2.22 กก./ต้น/ปี สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 6.70 กก./ต้น/ปี ตรงข้ามกับการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ เป็นผลให้ผลผลิตน้ำมันลดลงจากค่าเฉลี่ย 3.94 กก./ต้น/ปี ดังตารางที่ 7



ภาพที่ 1 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมัน และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 2 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตน้ำมัน

ตารางที่ 7 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมัน

Cross	Location	OY	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	4.77	8.07	0.03	-2.22	-1.10
506	NK	5.60	8.07	-0.26	-2.22	0.03
512	NK	6.18	8.07	4.05	-2.22	-3.70
514	NK	11.09	8.07	-0.28	-2.22	5.52
521	NK	4.32	8.07	-1.15	-2.22	-0.37
523	NK	6.39	8.07	0.01	-2.22	0.53
530	NK	2.55	8.07	-2.40	-2.22	-0.89
501	RP	10.34	8.07	0.03	3.90	-1.65
506	RP	12.32	8.07	-0.26	3.90	0.62
512	RP	22.71	8.07	4.05	3.90	6.70
514	RP	7.74	8.07	-0.28	3.90	-3.94
521	RP	10.68	8.07	-1.15	3.90	-0.13
523	RP	10.78	8.07	0.01	3.90	-1.19
530	RP	9.16	8.07	-2.40	3.90	-0.40
501	CU	9.19	8.07	0.03	-1.67	2.77
506	CU	5.51	8.07	-0.26	-1.67	-0.65
512	CU	7.45	8.07	4.05	-1.67	-2.99
514	CU	4.52	8.07	-0.28	-1.67	-1.61
521	CU	5.75	8.07	-1.15	-1.67	0.51
523	CU	7.06	8.07	0.01	-1.67	0.65
530	CU	5.29	8.07	-2.40	-1.67	1.30

OY คือ ผลผลิตน้ำมัน (กก./ต้น/ปี)

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

ผลผลิตทะลาย (Bunch Yield)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตทะลาย พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้ผลผลิตทะลายแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้ผลผลิตทะลายแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าผลผลิตทะลายของลูกผสมต่างๆ ตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะผลผลิตทะลายได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 78.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 21.40 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 8 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 3 และ 4

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะผลผลิตทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	6,398.04	1,066.34 ^{ns}
Location (L)	2	13,462.70	6,731.34 **
G x L	12	11666.10	972.18 **
PCA1	7	9,169.05	1,309.86 **
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(78.60 %)	
PCA2	5	2,497.06	499.41 **
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(21.40 %)	
error	84	9,356.27	111.38
total	104	40,883.10	393.11

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากผลผลิตทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนผลผลิตทะลายเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับผลผลิตทะลายเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากผลผลิตทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Bunch Yield (kg/plant/year)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA1	PCA2
501	30.02 B	47.68 B	38.14 A	38.61	0.75	2.33
506	31.74 B	54.70 B	21.86 B	36.10	-0.29	-1.04
512	32.92 B	99.12 A	33.66 AB	55.23	-5.13	-1.73
514	57.90 A	39.94 B	22.74 B	40.19	3.95	-2.97
521	25.74 BC	45.42 B	29.38 AB	33.51	0.41	1.45
523	32.02 B	52.02 B	31.84 AB	38.63	0.28	0.78
530	19.28 C	42.04 B	22.28 B	27.87	0.03	1.17
Mean[5]	32.80 b	54.42 a	28.56 b			
PCA1	4.06	-5.04	0.97			
PCA2	-2.51	-1.29	3.80			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

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

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าผลผลิตทะลายของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

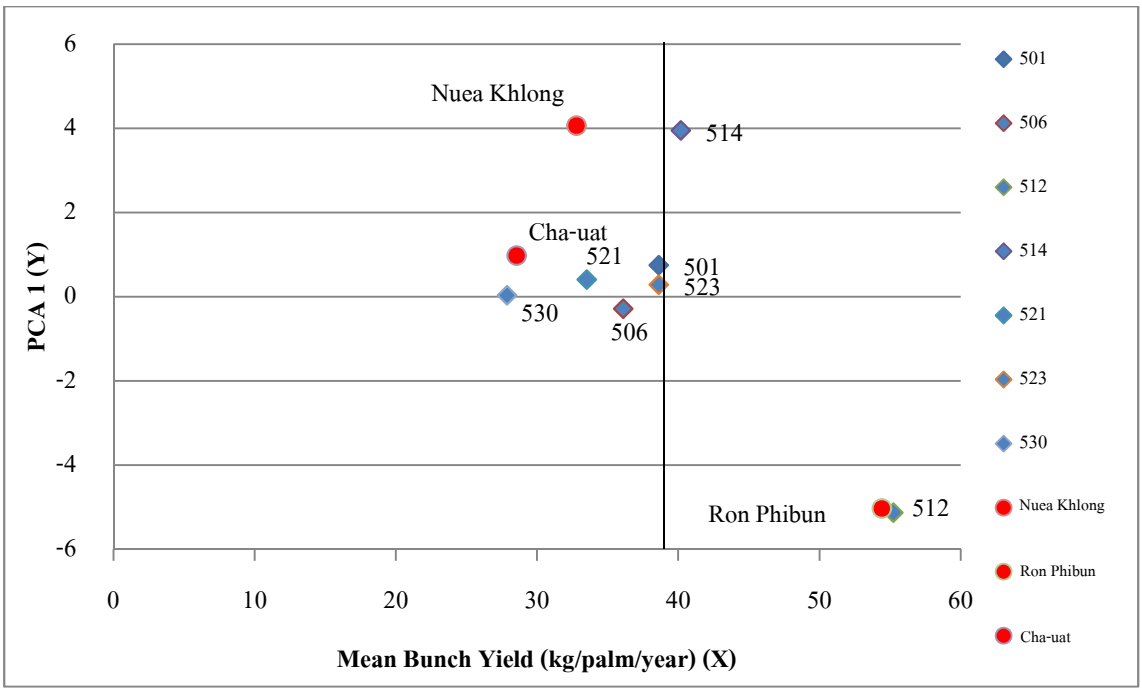
5 คือ ผลผลิตทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าผลผลิตทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 9 ร่วมกับ ภาพที่ 3 และ 4 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

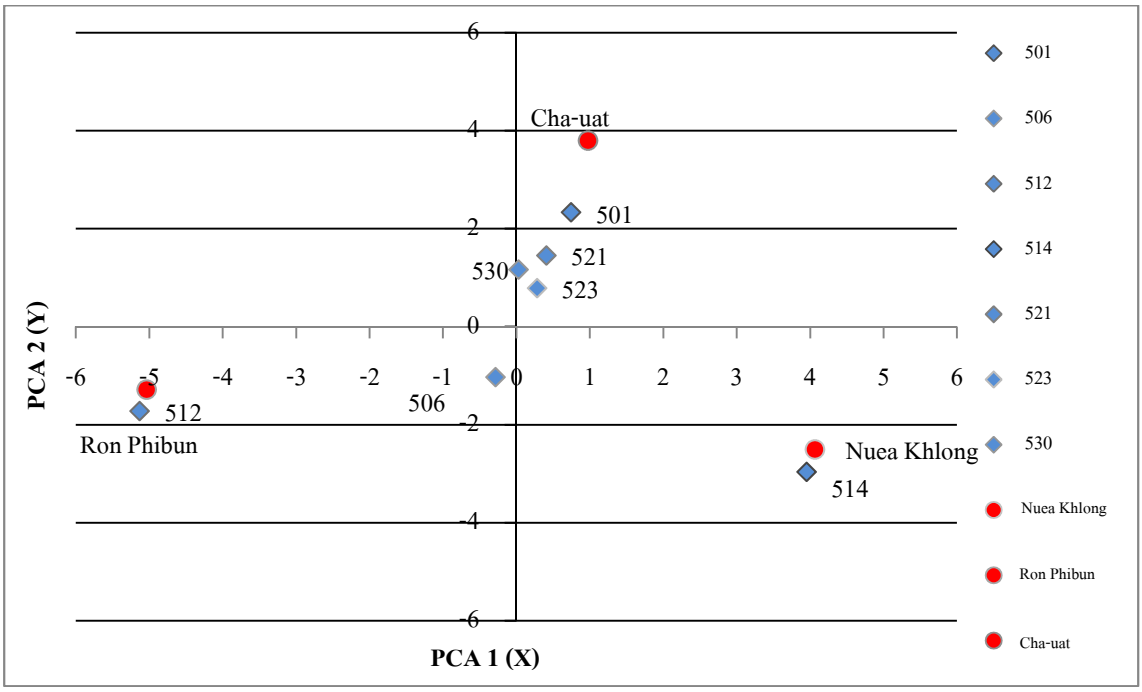
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่และความสามารถในการให้ผลผลิตทะลายในบางสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 501, 512 และ 514 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 501 อยู่ใกล้จุดของอำเภอชะอวด แสดงว่าบริเวณอำเภอชะอวดลูกผสมเบอร์ 501 สามารถให้ผลผลิตทะลายมากที่สุด (38.14 กก./ต้น/ปี) จุดของลูกผสมเบอร์ 512 อยู่ใกล้จุดของอำเภอร่อนพิบูลย์ แสดงว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ลูกผสมเบอร์ 512 สามารถให้ผลผลิตทะลายมากที่สุด (99.12 กก./ต้น/ปี) ส่วนจุดของลูกผสมเบอร์ 514 อยู่ใกล้จุดของอำเภอเหนือคลอง แสดงว่าที่อำเภอเหนือคลองลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 สามารถให้ผลผลิตทะลายมากที่สุด (57.90 กก./ต้น/ปี)

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆสภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้ผลผลิตทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 506, 521, 523, และ 530 ผลผลิตทะลายของลูกผสมเหล่านี้ค่อนข้างต่ำทั้ง 3 สถานที่ จากการศึกษาพบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมทั้ง 4 เบอร์สามารถให้ผลผลิตทะลาย 31.74, 25.74, 32.03 และ 19.28 กก./ต้น/ปี, อำเภอร่อนพิบูลย์ 54.70, 45.42, 52.02 และ 42.04 กก./ต้น/ปี, อำเภอ ชะอวด 21.86, 29.38, 31.84 และ 22.28 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ ในขณะที่ลูกผสมเบอร์ 523 มีความเสถียรของผลผลิตทะลายมากที่สุด

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าอิทธิพลของลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มผลผลิตทะลายจากค่าเฉลี่ย 16.64 กก./ต้น/ปี ส่วนลูกผสมเบอร์ 530 มีอิทธิพลต่อการลดผลผลิตทะลายจากค่าเฉลี่ย 10.73 กก./ต้น/ปี เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ เป็นผลให้ผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 15.82 กก./ต้น/ปี ในขณะที่การปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอชะอวด เป็นผลให้ผลผลิตทะลายลดลงจากค่าเฉลี่ย 10.04 กก./ต้น/ปี สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตทะลายจากค่าเฉลี่ย 28.06 กก./ต้น/ปี ตรงข้ามกับการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 บริเวณอำเภอเหนือคลอง ที่เป็นผลให้ผลผลิตทะลายลดลง 16.52 กก./ต้น/ปี จากค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 10



ภาพที่ 3 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 4 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะผลผลิตทะลาย

ตารางที่ 10 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตทะลาย

Cross	Location	Y	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	30.02	38.59	0.02	-5.79	-2.80
506	NK	31.74	38.59	-2.49	-5.79	1.43
512	NK	32.92	38.59	16.64	-5.79	-16.52
514	NK	57.90	38.59	1.60	-5.79	23.50
521	NK	25.74	38.59	-5.08	-5.79	-1.98
523	NK	32.02	38.59	0.03	-5.79	-0.82
530	NK	19.28	38.59	-10.73	-5.79	-2.80
501	RP	47.68	38.59	0.02	15.82	-6.76
506	RP	54.70	38.59	-2.49	15.82	2.78
512	RP	99.12	38.59	16.64	15.82	28.06
514	RP	39.94	38.59	1.60	15.82	-16.08
521	RP	45.42	38.59	-5.08	15.82	-3.92
523	RP	52.02	38.59	0.03	15.82	-2.43
530	RP	42.04	38.59	-10.73	15.82	-1.65
501	CU	38.14	38.59	0.02	-10.04	9.56
506	CU	21.86	38.59	-2.49	-10.04	-4.20
512	CU	33.66	38.59	16.64	-10.04	-11.54
514	CU	22.74	38.59	1.60	-10.04	-7.42
521	CU	29.38	38.59	-5.08	-10.04	5.90
523	CU	31.84	38.59	0.03	-10.04	3.25
530	CU	22.28	38.59	-10.73	-10.04	4.45

Y คือ ผลผลิตทะลาย (กก./ต้น/ปี)

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

จำนวนทะลาย (Number of Bunch)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนทะลาย พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้จำนวนทะลายแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้จำนวนทะลายแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าจำนวนทะลายของลูกผสมต่างๆ จะตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะจำนวนทะลายได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 65.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 32.62 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 11 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 5 และ 6

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะจำนวนทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	194.25	32.38 ^{ns}
Location (L)	2	1818.13	909.07 **
G x L	12	487.87	40.66 **
PCA1	7	317.99	45.43 **
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(65.18 %)	
PCA2	5	159.16	31.83 **
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(32.62 %)	
error	84	695.60	8.28
total	104	3195.85	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากจำนวนทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนจำนวนทะลายเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับจำนวนทะลายเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากจำนวนทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบลักษณะจำนวนทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Number of Bunch (bunch/plant/year)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA1	PCA2
501	11.20 B	18.80 ABC	19.40 A	16.47	0.63	1.50
506	9.20 BCD	21.60 AB	11.20 B	14.00	-0.80	-1.31
512	9.80 BC	24.40 A	15.60 AB	16.60	-0.97	-0.09
514	14.20 A	15.40 C	12.40 B	14.00	2.24	-0.88
521	7.60 CD	18.20 BC	14.80 AB	13.53	0.09	0.85
523	8.40 BCD	19.20 ABC	11.60 B	13.07	-0.24	-0.32
530	6.40 D	20.40 ABC	13.40 AB	13.40	-0.95	0.26
Mean[5]	9.54 c	19.71 a	14.06 b			
PCA1	1.91	-2.08	0.17			
PCA2	-1.09	-0.85	1.93			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

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

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าจำนวนทะลายของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ จำนวนทะลายเฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

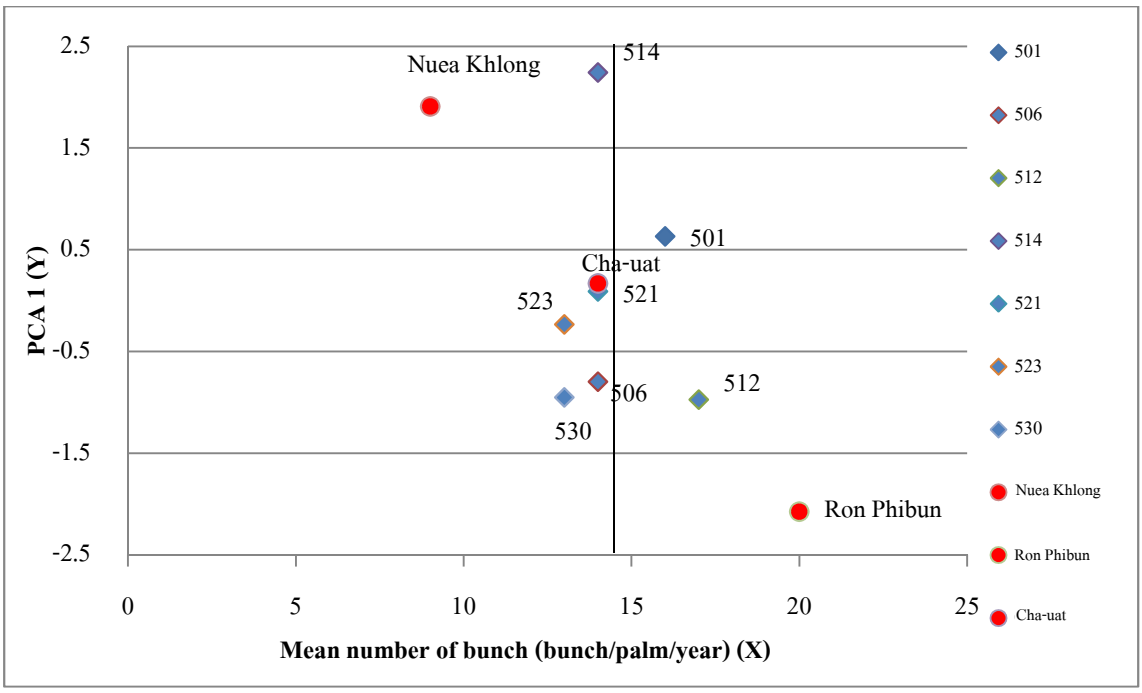
5 คือ จำนวนทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าจำนวนทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 12 ร่วมกับ ภาพที่ 5 และ 6 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

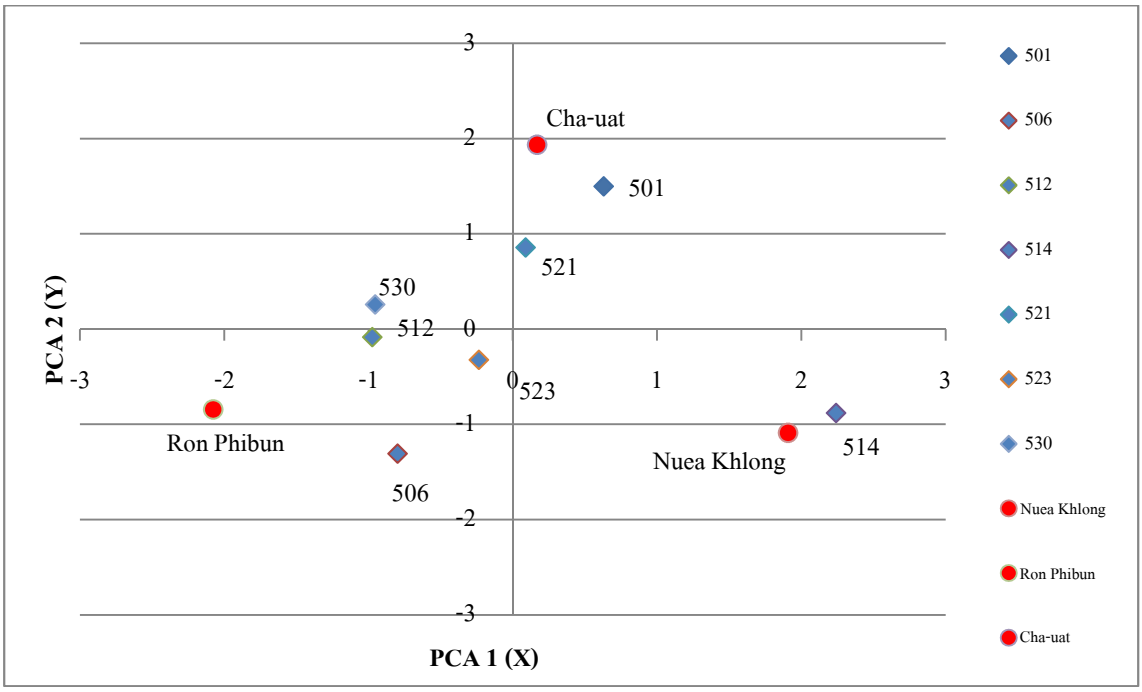
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่และจำนวนทะลายในบางสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 501, 512 และ 514 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 501 อยู่ใกล้จุดของอำเภอชะอวด แสดงว่าบริเวณอำเภอชะอวดลูกผสมเบอร์ 501 สามารถให้จำนวนทะลายมากที่สุด (19.40 ทะลาย/ต้น/ปี) จุดของลูกผสมเบอร์ 512 อยู่ใกล้จุดของอำเภอร่อนพิบูลย์ แสดงว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ลูกผสมเบอร์ 512 สามารถให้จำนวนทะลายมากที่สุด (24.40 ทะลาย/ต้น/ปี) สำหรับจุดของลูกผสมเบอร์ 514 อยู่ใกล้จุดของอำเภอเหนือคลอง แสดงว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 สามารถให้จำนวนทะลายมากที่สุด (14.20 ทะลาย/ต้น/ปี)

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆสภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้จำนวนทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 521 และ 523 จำนวนทะลายของลูกผสมเหล่านี้ค่อนข้างต่ำทั้ง 3 สถานที่ จากการศึกษา พบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมทั้ง 2 เบอร์สามารถให้จำนวนทะลาย 7.60 และ 8.40 ทะลาย/ต้น/ปี อำเภอร่อนพิบูลย์ 18.20 และ 19.20 ทะลาย/ต้น/ปี อำเภอชะอวด 14.80 และ 11.60 ทะลาย/ต้น/ปี สำหรับลูกผสมปาล์มน้ำมันที่มีความเสถียรของจำนวนทะลายมากที่สุด คือ ลูกผสมเบอร์ 523

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนทะลายปาล์มน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 2.16 ทะลาย/ต้น/ปี ต่างจากลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 523 ที่มีอิทธิพลต่อการลดจำนวนทะลายปาล์มน้ำมันจากค่าเฉลี่ย 1.37 ทะลาย/ต้น/ปี เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ มีอิทธิพลให้จำนวนทะลายปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 5.28 ทะลาย/ต้น/ปี ส่วนลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ปลูกในอำเภอเหนือคลอง มีอิทธิพลให้จำนวนทะลายปาล์มน้ำมันลดลง 4.90 ทะลาย/ต้น/ปี จากค่าเฉลี่ย สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 บริเวณอำเภอเหนือคลอง มีอิทธิพลให้จำนวนทะลายเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 5.24 ทะลาย/ต้น/ปี ในขณะที่การปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีอิทธิพลให้จำนวนทะลายลดลง 3.90 ทะลาย/ต้น/ปี จากค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 13



ภาพที่ 5 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 6 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะจำนวนทะลาย

ตารางที่ 13 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะจำนวนทะลาย

Cross	Location	NB	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	11	14.44	2.03	-4.90	-0.43
506	NK	9	14.44	-0.44	-4.90	-0.10
512	NK	10	14.44	2.16	-4.90	-1.76
514	NK	14	14.44	-0.44	-4.90	5.24
521	NK	8	14.44	-0.90	-4.90	-0.76
523	NK	8	14.44	-1.37	-4.90	-0.10
530	NK	6	14.44	-1.04	-4.90	-2.10
501	RP	19	14.44	2.03	5.28	-2.57
506	RP	22	14.44	-0.44	5.28	2.76
512	RP	24	14.44	2.16	5.28	2.10
514	RP	15	14.44	-0.44	5.28	-3.90
521	RP	18	14.44	-0.90	5.28	-0.90
523	RP	19	14.44	-1.37	5.28	0.76
530	RP	20	14.44	-1.04	5.28	1.76
501	CU	19	14.44	2.03	-0.38	3.00
506	CU	11	14.44	-0.44	-0.38	-2.67
512	CU	16	14.44	2.16	-0.38	-0.33
514	CU	12	14.44	-0.44	-0.38	-1.33
521	CU	15	14.44	-0.90	-0.38	1.67
523	CU	12	14.44	-1.37	-0.38	-0.67
530	CU	13	14.44	-1.04	-0.38	0.33

NB คือ จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

น้ำหนัก/ทะลาย (Single Bunch Weight)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนัก/ทะลาย พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้น้ำหนัก/ทะลายแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้น้ำหนัก/ทะลายแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าน้ำหนัก/ทะลายของลูกผสมต่างๆ ตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 74.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สองสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 24.11 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 14 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 7 และ 8

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	10.86	1.81 ^{ns}
Location (L)	2	30.96	15.48 **
G x L	12	11.49	0.96 **
PCA1	7	8.58	1.23 **
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(74.67 %)	
PCA2	5	2.77	0.55 ^{ns}
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(24.11 %)	
error	84	25.39	0.30
total	104	78.70	0.76

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากน้ำหนัก/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้เนื่องจากน้ำหนัก/ทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบลักษณะน้ำหนัก/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Single Bunch Weight (kg/bunch)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA1	PCA2
501	2.70 C	2.46 B	1.98 B	2.38	-0.24	-0.45
506	3.46 ABC	2.54 B	2.04 B	2.68	0.17	0.09
512	3.38 ABC	4.08 A	2.20 B	3.22	-0.95	0.22
514	4.12 A	2.56 B	1.86 B	2.85	0.38	0.61
521	3.42 ABC	2.54 B	2.10 B	2.69	0.13	-0.07
523	3.88 AB	2.66 B	2.78 A	3.12	0.38	-0.32
530	3.02 BC	2.10 B	1.72 B	2.28	0.13	-0.07
Mean[5]	3.43 a	2.71 b	2.10 c			
PCA1	0.66	-0.91	0.25			
PCA2	0.50	0.18	-0.68			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

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

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าน้ำหนัก/ทะลาย ของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ น้ำหนัก/ทะลาย เฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

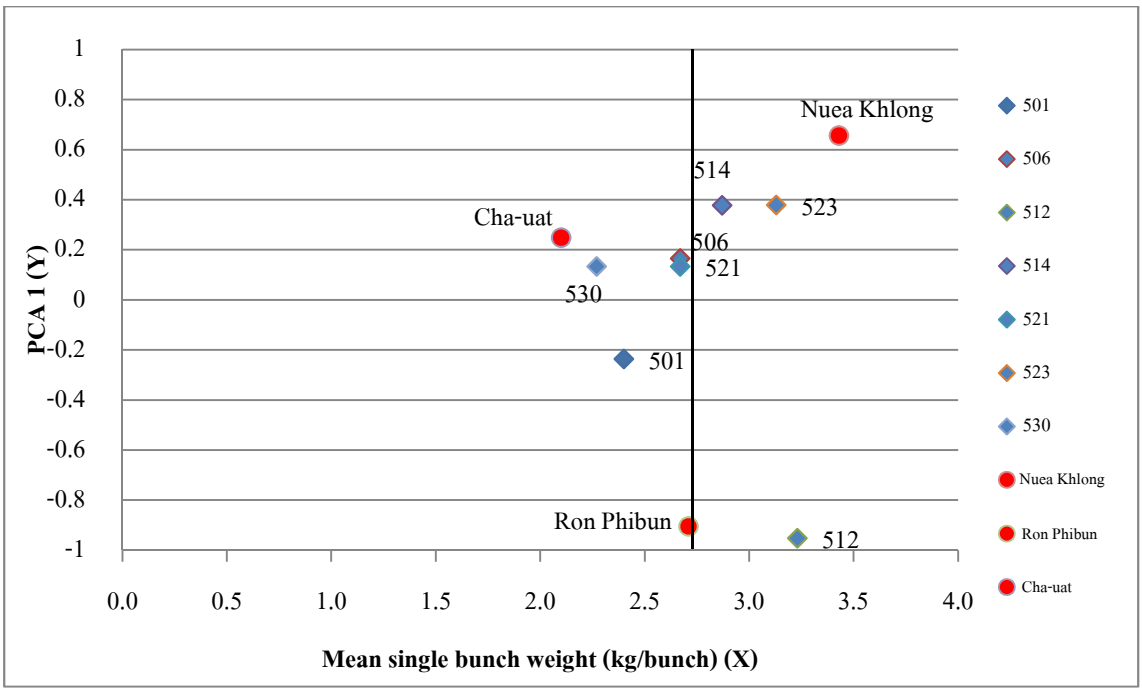
5 คือ น้ำหนัก/ทะลาย เฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าน้ำหนัก/ทะลาย เฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 15 ร่มกับภาพที่ 7 และ 8 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

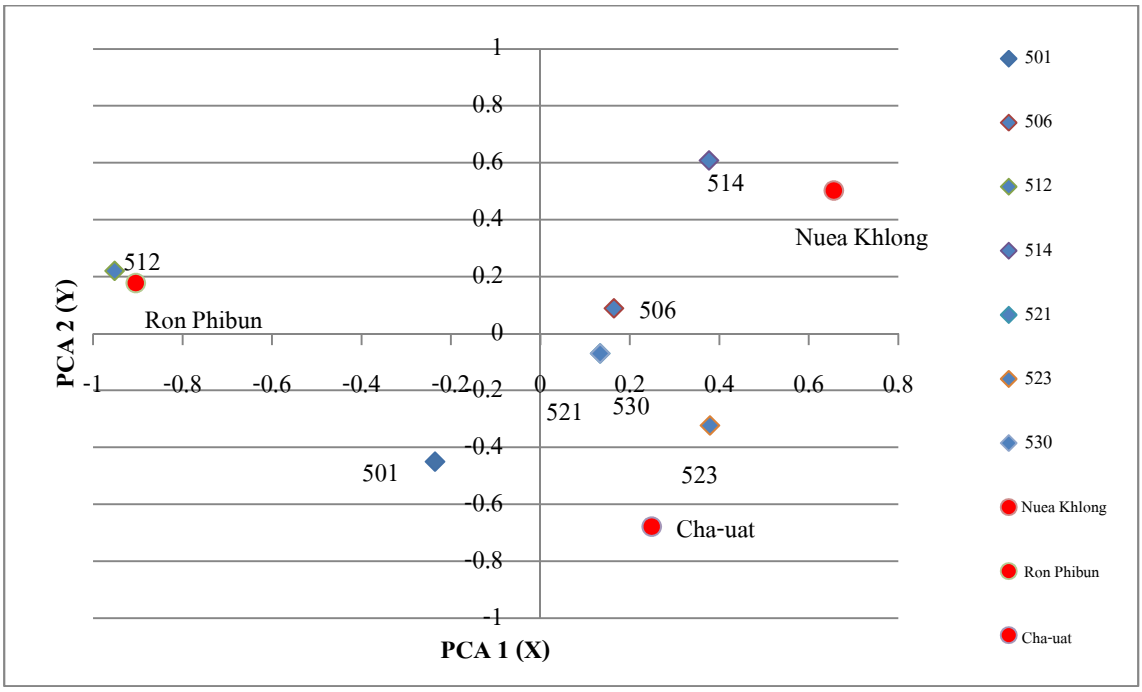
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่และน้ำหนัก/ทะลายในบางสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 512, 514 และ 523 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 512 อยู่ใกล้จุดของอำเภอร่อนพิบูลย์ แสดงว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ ลูกผสมเบอร์ 512 สามารถให้น้ำหนัก/ทะลายมากที่สุด (4.08 กก./ทะลาย) จุดของลูกผสมเบอร์ 514 อยู่ใกล้จุดของอำเภอเหนือคลอง แสดงว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 สามารถให้น้ำหนัก/ทะลายมากที่สุด (4.12 กก./ทะลาย) สำหรับจุดของลูกผสมเบอร์ 523 อยู่ใกล้จุดของอำเภอชะอวด แสดงว่าบริเวณอำเภอชะอวดลูกผสมเบอร์ 523 สามารถให้น้ำหนัก/ทะลายมากที่สุด (2.78 กก./ทะลาย)

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆสภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้น้ำหนัก/ทะลายในค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 506, 521 และ 530 น้ำหนัก/ทะลายของลูกผสมเหล่านี้ค่อนข้างต่ำทั้ง 3 สถานที่ จากการศึกษา พบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมทั้ง 3 เบอร์สามารถให้น้ำหนัก/ทะลาย 3.46, 3.42 และ 3.02 กก./ทะลาย, อำเภอร่อนพิบูลย์ 2.54, 2.54 และ 2.10 กก./ทะลาย, อำเภอชะอวด 2.04, 2.10 และ 1.72 กก./ทะลาย ตามลำดับ สำหรับลูกผสมที่มีความเสถียรของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายมากที่สุดคือ ลูกผสมเบอร์ 521

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มน้ำหนัก/ทะลายจากค่าเฉลี่ย 0.50 กก./ทะลาย ต่างจากลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 530 ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มน้ำหนัก/ทะลายจากค่าเฉลี่ย 0.47 กก./ทะลาย เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอเหนือคลองสามารถทำให้น้ำหนัก/ทะลายเพิ่มขึ้น 0.68 กก./ทะลาย จากค่าเฉลี่ย ส่วนการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเหล่านี้บริเวณอำเภอชะอวดมีอิทธิพลต่อการลดน้ำหนัก/ทะลาย จากค่าเฉลี่ย 0.65 กก./ทะลาย สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีอิทธิพลให้น้ำหนัก/ทะลายเพิ่มขึ้น 0.90 กก./ทะลาย จากค่าเฉลี่ย ในขณะที่การปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 512 บริเวณอำเภอเหนือคลองทำให้น้ำหนัก/ทะลายลดลงจากค่าเฉลี่ย 0.51 กก./ทะลาย ดังตารางที่ 16



ภาพที่ 7 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก/ทะลายปาล์ม และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 8 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย

ตารางที่ 16 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย

Cross	Location	SW	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	2.7	2.74	-0.37	0.68	-0.38
506	NK	3.5	2.74	-0.06	0.68	0.15
512	NK	3.4	2.74	0.50	0.68	-0.51
514	NK	4.1	2.74	0.10	0.68	0.55
521	NK	3.4	2.74	-0.06	0.68	0.05
523	NK	3.9	2.74	0.36	0.68	0.09
530	NK	3.0	2.74	-0.47	0.68	0.05
501	RP	2.5	2.74	-0.37	-0.04	0.13
506	RP	2.5	2.74	-0.06	-0.04	-0.13
512	RP	4.1	2.74	0.50	-0.04	0.90
514	RP	2.6	2.74	0.10	-0.04	-0.23
521	RP	2.5	2.74	-0.06	-0.04	-0.13
523	RP	2.7	2.74	0.36	-0.04	-0.40
530	RP	2.1	2.74	-0.47	-0.04	-0.13
501	CU	2.0	2.74	-0.37	-0.65	0.25
506	CU	2.0	2.74	-0.06	-0.65	-0.02
512	CU	2.2	2.74	0.50	-0.65	-0.39
514	CU	1.9	2.74	0.10	-0.65	-0.32
521	CU	2.1	2.74	-0.06	-0.65	0.08
523	CU	2.8	2.74	0.36	-0.65	0.31
530	CU	1.7	2.74	-0.47	-0.65	0.08

SW คือ น้ำหนัก/ทะลาย (กก./ทะลาย)

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

เนื้อปาล์มสด/ผล (Fresh Mesocarp / Fruit)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลของลูกผสมต่างๆ ตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งสามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 76.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง สามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 24.34 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 17 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 9 และ 10

ตารางที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลโดยวิธีวิเคราะห์ อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	666.47	111.08 ^{ns}
Location (L)	2	2428.21	1214.11 **
G x L	12	540.59	45.05 **
PCA1	7	411.10	58.73 **
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(76.05 %)	
PCA2	5	129.95	25.99 ^{ns}
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(24.34 %)	
error	84	1160.90	13.82
total	104	4796.18	46.12

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลของลูกผสมปาล์มน้ำมันในแต่ละสถานที่จึงสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Fresh Mesocarp / Fruit (percent)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA1	PCA2
501	68.03 AB	75.42 CD	80.48 A	74.64	2.09	0.54
506	71.00 A	83.99 A	79.57 A	78.19	-0.15	0.40
512	69.80 AB	80.68 ABC	78.28 AB	76.26	0.36	0.10
514	66.66 AB	74.46 D	70.57 C	70.56	0.17	-1.34
521	62.71 B	81.81 AB	69.59 C	71.37	-2.05	0.82
523	68.83 AB	78.72 ABC	71.79 BC	73.11	-0.55	-1.27
530	64.86 AB	77.94 BCD	74.87 ABC	72.56	0.13	0.74
Mean[5]	67.41 c	79.00 a	75.02 b			
PCA1	0.37	-2.29	1.92			
PCA2	-1.82	0.67	1.15			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

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

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล เฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

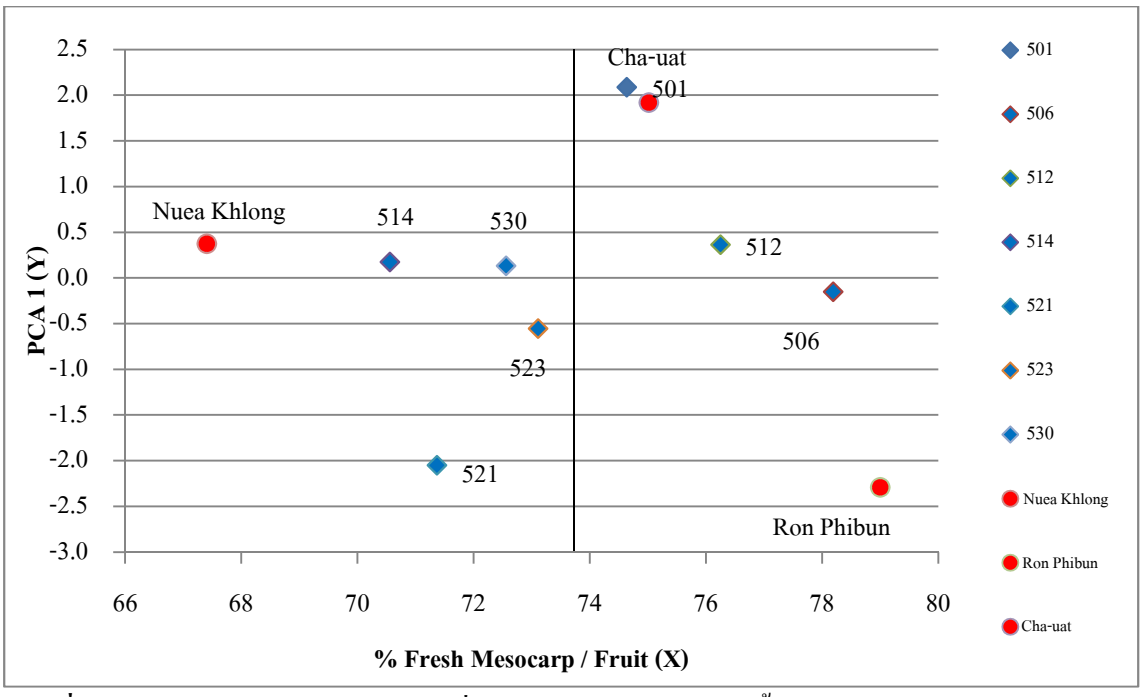
5 คือ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล เฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 18 ร่วมกับ ภาพที่ 9 และ 10 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

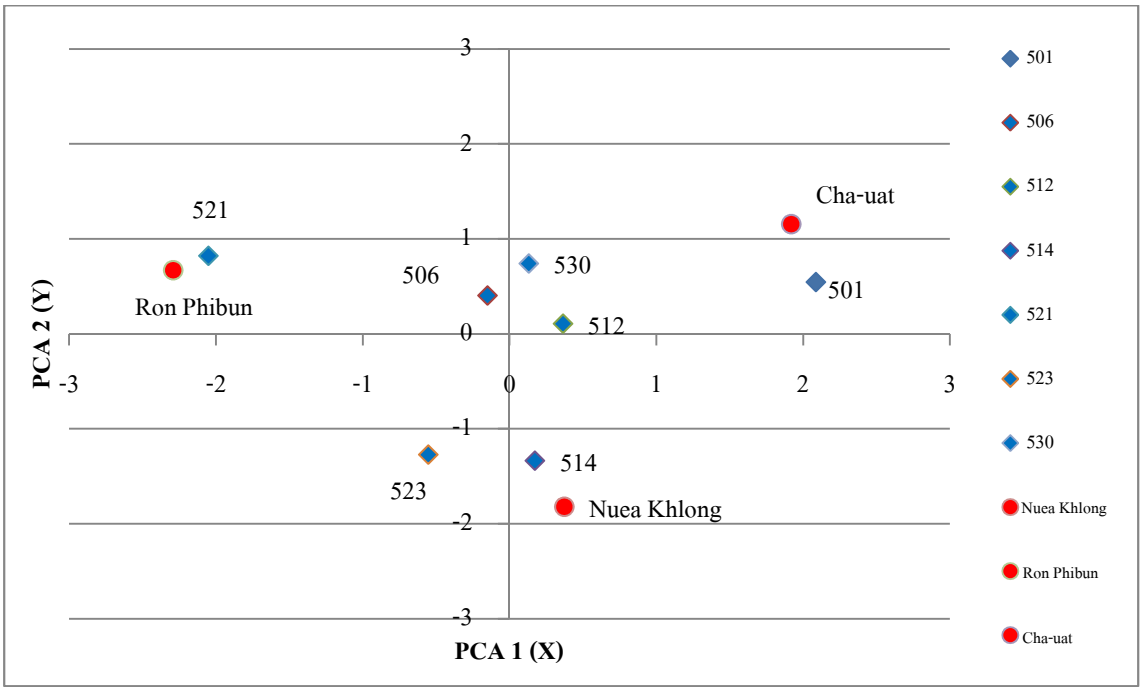
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่และเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลในแต่ละสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 501, 514 และ 521 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 501 อยู่ใกล้กับจุดของอำเภอชะอวด แสดงว่าบริเวณอำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 501 สามารถให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุด (80.48 เปอร์เซ็นต์) สำหรับลูกผสมเบอร์ 514 และ 521 แม้ไม่สามารถให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุดในสถานที่ใดๆ แต่จากการศึกษา พบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลอง ลูกผสมเบอร์ 514 สามารถให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล ค่อนข้างใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 506 ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุด ส่วนบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ ลูกผสมเบอร์ 512 สามารถให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล ค่อนข้างใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 506 ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุด เช่นกัน

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆ สภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 506 และ 512 ลูกผสมเหล่านี้สามารถให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลสูงทั้ง 3 สถานที่ สำหรับลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล คือ ลูกผสมเบอร์ 506

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 506 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลจากค่าเฉลี่ย 4.38 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากลูกผสมเบอร์ 514 ที่มีอิทธิพลต่อการลดเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลจากค่าเฉลี่ย 3.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสถานที่ พบว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 5.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พื้นที่บริเวณอำเภอเหนือคลองมีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลลดลงจากค่าเฉลี่ย 6.40 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 521 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ มีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 5.25 เปอร์เซ็นต์ ตรงข้ามกับการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 501 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ที่มีอิทธิพลในการลดเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลจากค่าเฉลี่ย 4.41 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่



ภาพที่ 9 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 10 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล

ตารางที่ 19 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล

Cross	Location	FMF	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	68.03	73.81	0.83	-6.40	-0.21
506	NK	71.00	73.81	4.38	-6.40	-0.79
512	NK	69.80	73.81	2.44	-6.40	-0.05
514	NK	66.66	73.81	-3.25	-6.40	2.50
521	NK	62.71	73.81	-2.44	-6.40	-2.26
523	NK	68.83	73.81	-0.70	-6.40	2.12
530	NK	64.86	73.81	-1.26	-6.40	-1.30
501	RP	75.42	73.81	0.83	5.19	-4.41
506	RP	83.99	73.81	4.38	5.19	0.61
512	RP	80.68	73.81	2.44	5.19	-0.76
514	RP	74.46	73.81	-3.25	5.19	-1.29
521	RP	81.81	73.81	-2.44	5.19	5.25
523	RP	78.72	73.81	-0.70	5.19	0.42
530	RP	77.94	73.81	-1.26	5.19	0.19
501	CU	80.48	73.81	0.83	1.21	4.63
506	CU	79.57	73.81	4.38	1.21	0.18
512	CU	78.28	73.81	2.44	1.21	0.82
514	CU	70.56	73.81	-3.25	1.21	-1.21
521	CU	69.59	73.81	-2.44	1.21	-2.99
523	CU	71.79	73.81	-0.70	1.21	-2.53
530	CU	74.87	73.81	-1.26	1.21	1.11

FMF คือ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

ผล/ทะลาย (Fruit / Bunch)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มที่ต่างกันไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันต่างๆ ตอบสนองไม่แตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	363.65	60.61 ^{ns}
Location (L)	2	742.28	371.14 **
G x L	12	456.30	38.03 ^{ns}
error	84	3926.42	46.74
total	104	5488.65	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจาก เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันบริเวณอำเภอเหนือคลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันในอำเภอเหนือคลองจึงสามารถทำได้ ต่างจากอำเภอร่อนพิบูลย์และอำเภอชะอวดที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายของลูกผสมปาล์มไม่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในอำเภอทั้งสอง ส่วนเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเฉลี่ยของสถานที่ สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Fruit / Bunch (percent)			
	NK[2]	RP[2]	CU[2]	Mean[3]
501	50.30 B	53.48	60.51	54.76
506	59.34 AB	51.50	60.83	57.22
512	58.16 AB	53.23	57.13	56.18
514	60.01 AB	57.23	60.28	59.17
521	55.75 AB	54.54	60.72	57.00
523	63.91 A	52.74	60.78	59.15
530	54.29 AB	50.01	57.44	53.91
Mean[4]	57.39 a	53.25 b	59.67 a	

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

2 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3 คือ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

4 คือ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ในกรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์ การพิจารณาเลือกลูกผสมปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับสถานที่ใดๆให้ใช้ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรนั้นในการตัดสินใจ จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมเบอร์ 523 ให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมากที่สุด โดยมีค่าใกล้เคียงกับคู่ผสมเบอร์ 514 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ ลูกผสมเบอร์ 514 สามารถให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับลูกผสมเบอร์อื่นๆ ส่วนที่อำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 506 สามารถให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับลูกผสมเบอร์อื่นๆ เช่นกัน

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายจากค่าเฉลี่ย 2.40 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 530 ที่มีอิทธิพลต่อการลด

เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย 2.86 เปอร์เซ็นต์ จากค่าเฉลี่ย ส่วนพื้นที่บริเวณอำเภอชะอวดมีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 2.90 เปอร์เซ็นต์ ตรงข้ามกับพื้นที่บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายลดลง 3.52 เปอร์เซ็นต์ จากค่าเฉลี่ย สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 523 บริเวณอำเภอเหนือคลองมีอิทธิพลในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย 4.14 เปอร์เซ็นต์ จากค่าเฉลี่ย ส่วนการปลูกลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 501 บริเวณอำเภอเหนือคลองมีอิทธิพลให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายลดลงจากค่าเฉลี่ย 5.09 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย

Cross	Location	FB	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	50.30	56.77	-2.01	0.62	-5.09
506	NK	59.34	56.77	0.45	0.62	1.49
512	NK	58.16	56.77	-0.59	0.62	1.36
514	NK	60.01	56.77	2.40	0.62	0.22
521	NK	55.75	56.77	0.23	0.62	-1.88
523	NK	63.91	56.77	2.38	0.62	4.14
530	NK	54.29	56.77	-2.86	0.62	-0.25
501	RP	53.48	56.77	-2.01	-3.52	2.24
506	RP	51.50	56.77	0.45	-3.52	-2.20
512	RP	53.23	56.77	-0.59	-3.52	0.58
514	RP	57.22	56.77	2.40	-3.52	1.57
521	RP	54.54	56.77	0.23	-3.52	1.06
523	RP	52.74	56.77	2.38	-3.52	-2.88
530	RP	50.01	56.77	-2.86	-3.52	-0.38
501	CU	60.51	56.77	-2.01	2.90	2.85
506	CU	60.83	56.77	0.45	2.90	0.71
512	CU	57.13	56.77	-0.59	2.90	-1.94
514	CU	60.28	56.77	2.40	2.90	-1.79
521	CU	60.72	56.77	0.23	2.90	0.82
523	CU	60.78	56.77	2.38	2.90	-1.26
530	CU	57.44	56.77	-2.86	2.90	0.63

FB คือ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง (Oil / Dry Mesocarp)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งของลูกผสมปาล์มน้ำมันต่างๆ จะตอบสนองไม่แตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	307.76	51.29 ^{ns}
Location (L)	2	218.57	109.28 **
G x L	12	227.16	18.93 ^{ns}
error	84	956.27	11.38
total	104	1709.75	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งของลูกผสมปาล์มน้ำมันบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งของแต่ละคู่ในอำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด จึงสามารถทำได้ ต่างจากอำเภอเหนือคลองที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในอำเภอนี้ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยของลูกผสมซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Oil / Dry Mesocarp (percent)			
	NK[2]	RP[2]	CU[2]	Mean[3]
501	72.58	69.24 AB	69.67 B	70.50
506	74.97	71.84 AB	74.92 AB	73.91
512	74.53	73.91 AB	70.10 AB	73.15
514	75.25	67.12 B	73.20 AB	71.86
521	75.74	74.73 A	75.10 AB	75.19
523	77.36	69.88 AB	75.24 AB	74.16
530	75.55	74.70 A	77.12 A	75.79
Mean[4]	75.14 a	71.63 b	73.75 a	

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

2 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

4 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ความเสถียรของพันธุ์ได้ การพิจารณาเลือกคู่ผสมปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับสถานที่ใดๆให้ใช้ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรนั้นในการตัดสินใจ จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าที่อำเภอเหนือคลองลูกผสมเบอร์ 523 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมเบอร์อื่นๆ บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ ลูกผสมเบอร์ 521 สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งมากที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับลูกผสมเบอร์ 530 ส่วนบริเวณอำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 530 สามารถให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมากที่สุด โดยค่าใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 523

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 530 มีอิทธิพลต่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งจากค่าเฉลี่ย 2.28 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 501 ซึ่งมีอิทธิพลต่อการลด

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งจากค่าเฉลี่ย 3.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอิทธิพลของสถานที่ พบว่าพื้นที่บริเวณอำเภอเหนือคลองมีอิทธิพลในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง 1.63 เปอร์เซ็นต์ จากค่าเฉลี่ย ตรงข้ามกับพื้นที่บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ที่มีผลในการลดเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง 1.88 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมเบอร์ 512 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีอิทธิพลต่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งจากค่าเฉลี่ย 2.64 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การปลูกลูกผสมเบอร์ 514 บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีอิทธิพลต่อการลดเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้งจากค่าเฉลี่ย 2.86 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง

Cross	Location	ODM	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	72.59	73.51	-3.01	1.63	0.46
506	NK	74.97	73.51	0.40	1.63	-0.57
512	NK	74.53	73.51	-0.36	1.63	-0.24
514	NK	75.24	73.51	-1.65	1.63	1.74
521	NK	75.74	73.51	1.68	1.63	-1.08
523	NK	77.36	73.51	0.65	1.63	1.56
530	NK	75.55	73.51	2.28	1.63	-1.88
501	RP	69.24	73.51	-3.01	-1.88	0.62
506	RP	71.84	73.51	0.40	-1.88	-0.20
512	RP	73.91	73.51	-0.36	-1.88	2.64
514	RP	67.12	73.51	-1.65	-1.88	-2.86
521	RP	74.72	73.51	1.68	-1.88	1.42
523	RP	69.88	73.51	0.65	-1.88	-2.40
530	RP	74.70	73.51	2.28	-1.88	0.80
501	CU	69.67	73.51	-3.01	0.24	-1.08
506	CU	74.92	73.51	0.40	0.24	0.77
512	CU	70.99	73.51	-0.36	0.24	-2.39
514	CU	73.21	73.51	-1.65	0.24	1.11
521	CU	75.10	73.51	1.68	0.24	-0.33
523	CU	75.24	73.51	0.65	0.24	0.83
530	CU	77.12	73.51	2.28	0.24	1.08

ODM คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

น้ำมัน/ทะลาย (Oil / Bunch)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย พบว่าปัจจัยของลูกผสมปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ต่างกันไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายแตกต่างกัน แต่ปัจจัยของสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าสถานที่ที่ต่างกันมีอิทธิพลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของลูกผสมต่างๆ ตอบสนองแตกต่างกันจากสถานที่หนึ่งกับสถานที่อื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถวิเคราะห์ความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายได้ จากการวิเคราะห์ความเสถียรโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ พบว่าแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง สามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 72.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง สามารถอธิบายอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ได้ 28.04 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 26 สำหรับการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่โดยแผนภาพสองทิศทาง แสดงดังภาพที่ 11 และ 12

ตารางที่ 26 วิเคราะห์ความแปรปรวนและความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายโดยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ

Source	d.f.	SS	MS
Genotype (G)	6	71.64	11.94 ^{ns}
Location (L)	2	502.11	251.05 **
G x L	12	268.18	22.35 *
PCA1	7	193.45	27.64 *
(% from G x L SS)	(58.33 %)	(72.13 %)	
PCA2	5	75.20	15.04 ^{ns}
(% from G x L SS)	(41.67 %)	(28.04 %)	
error	84	922.28	10.98
total	104	1764.21	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของลูกผสมปาล์มน้ำมันบริเวณอำเภอเหนือคลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของแต่ละคู่ในอำเภอเหนือคลองจึงสามารถทำได้ ต่างจากอำเภอร่อนพิบูลย์และอำเภอชะอวดที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของลูกผสมปาล์มไม่แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในอำเภอเหล่านี้ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของลูกผสมปาล์มน้ำมันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างลูกผสมปาล์มน้ำมัน สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของสถานที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสถานที่ได้ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยระหว่างพันธุ์และระหว่างสถานที่

Cross[1]	Oil / Bunch (percent)				Score[2]	
	NK[3]	RP[3]	CU[3]	Mean[4]	PCA1	PCA2
501	15.85 AB	20.10	23.85	19.93	-0.86	-0.75
506	17.73 AB	22.97	24.91	21.87	-0.65	-0.16
512	18.80 AB	23.02	22.13	21.32	0.43	0.29
514	19.19 AB	19.71	19.91	19.61	1.21	-0.65
521	16.91 AB	23.51	19.24	19.89	0.66	1.50
523	19.85 A	21.31	22.11	21.09	0.77	-0.61
530	13.71 B	21.96	23.98	19.89	-1.55	0.39
Mean[5]	17.43 b	21.80 a	22.31 a			
PCA1	1.81	-0.11	-1.71			
PCA2	-0.73	1.61	-0.88			

1 Cross คือ ลูกผสมปาล์มน้ำมัน

2 Score คือ ค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่ซึ่งPCA1คือค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งPCA2คือค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่สอง

3 คือ สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย NK คือ อำเภอเหนือคลอง RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์ CU คือ อำเภอชะอวด ในแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกัน แสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายของลูกผสมมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของลูกผสมแต่ละเบอร์

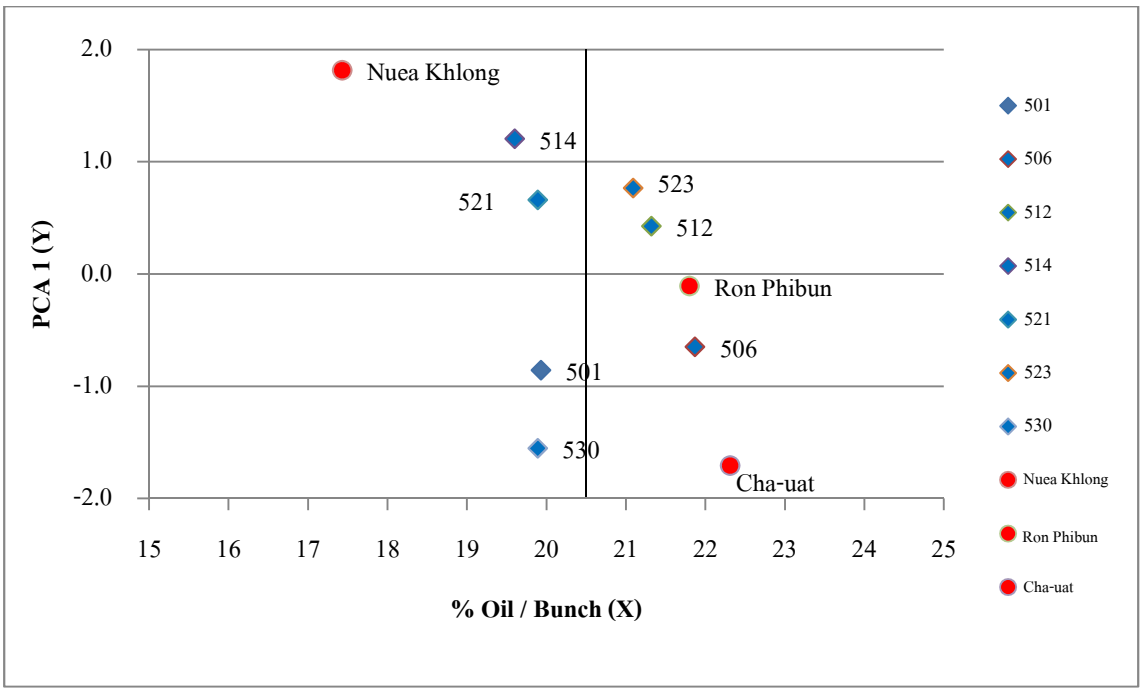
5 คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของแต่ละสถานที่ หากมีอักษรต่างกันแสดงว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ยของสถานที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ หากมีอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาตารางที่ 27 ร่วมกับภาพที่ 11 และ 12 สามารถแบ่งลูกผสมปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

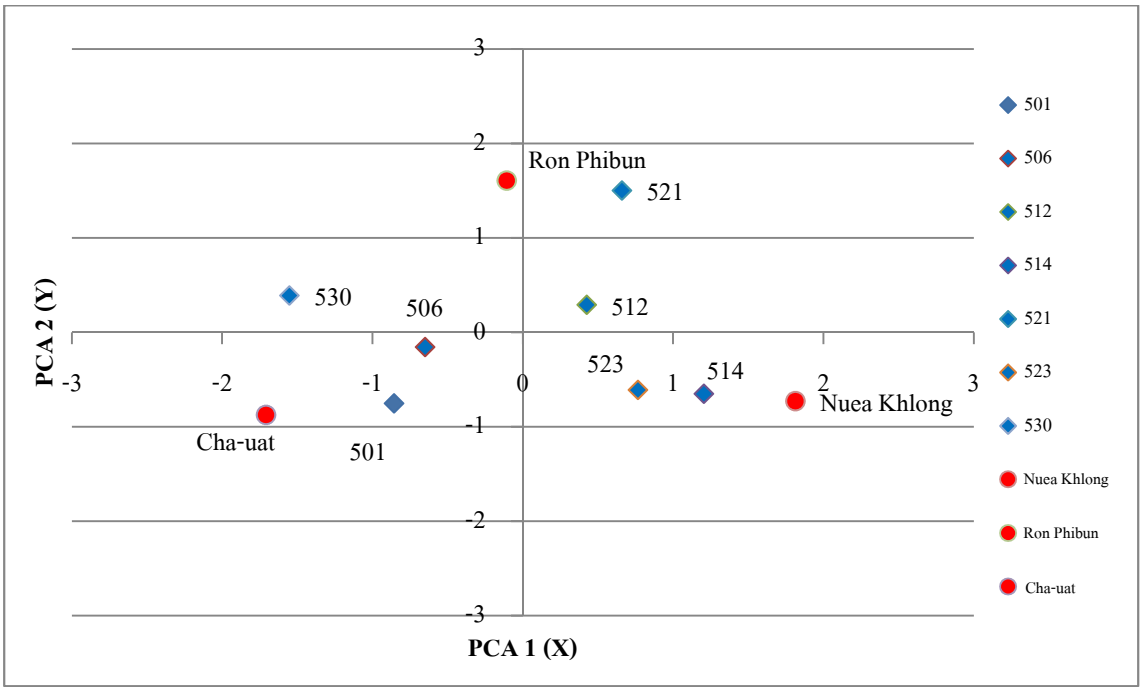
1. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่สูง และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายในแต่ละสถานที่สูง สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ห่างจากศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 501, 521 และ 523 เมื่อพิจารณาร่วมกับสถานที่ พบว่าจุดของลูกผสมเบอร์ 521 อยู่ใกล้กับจุดของอำเภอร่อนพิบูลย์ แสดงว่าบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ลูกผสมเบอร์ 521 สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมากที่สุด (23.51 เปอร์เซ็นต์) ส่วนจุดของลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 523 อยู่ใกล้กับจุดของอำเภอเหนือคลอง แสดงว่าบริเวณอำเภอเหนือคลองลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 523 สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมากที่สุด (19.85 เปอร์เซ็นต์) สำหรับลูกผสมเบอร์ 501 แม้ไม่สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมากที่สุดในสถานที่ใดๆ แต่จากการศึกษาพบว่าที่อำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 501 สามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 506 ที่ให้เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน/ทะลายมากที่สุด

2. กลุ่มของลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีในหลายๆสภาพแวดล้อม กลุ่มนี้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ต่ำ และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกสถานที่ สังเกตได้จากค่าคะแนนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่งอยู่ใกล้ศูนย์ ลูกผสมกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูกผสมเบอร์ 506 และเบอร์ 512 ลูกผสมเหล่านี้ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายใกล้เคียงกันทั้ง 3 สถานที่ และสามารถให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูงในบางสถานที่ จากการศึกษาพบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันทั้งสองให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายที่อำเภอเหนือคลอง 17.73 และ 18.80 เปอร์เซ็นต์ อำเภอร่อนพิบูลย์ 22.97 และ 23.02 เปอร์เซ็นต์ และอำเภอชะอวด 24.91 และ 22.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับลูกผสมปาล์มน้ำมันที่มีความเสถียรของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมากที่สุด คือ ลูกผสมเบอร์ 512

จากการแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 506 มีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 1.36 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากลูกผสมปาล์มน้ำมันเบอร์ 514 ซึ่งมีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายลดลงจากค่าเฉลี่ย 0.91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอิทธิพลของสถานที่ พบว่าพื้นที่บริเวณอำเภอชะอวดมีอิทธิพลในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายจากค่าเฉลี่ย 1.79 เปอร์เซ็นต์ ตรงข้ามกับพื้นที่บริเวณอำเภอเหนือคลองที่มีอิทธิพลในการลดเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเฉลี่ย 3.08 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ พบว่าการปลูกลูกผสมเบอร์ 514 บริเวณอำเภอเหนือคลองมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 2.66 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การปลูกลูกผสมเบอร์ 530 บริเวณอำเภอเหนือคลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายลดลงจากค่าเฉลี่ย 3.10 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 28



ภาพที่ 11 แผนภาพสองทิศทางแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง



ภาพที่ 12 แผนภาพสองทิศทางแสดงแกนองค์ประกอบสำคัญที่หนึ่ง และแกนองค์ประกอบสำคัญที่สอง ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย

ตารางที่ 28 อิทธิพลหลักและอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ที่มีผลต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย

Cross	Location	OB	Mean	Effect		
				Genotype	Location	Interaction
501	NK	15.85	20.51	-0.58	-3.08	-1.01
506	NK	17.73	20.51	1.36	-3.08	-1.06
512	NK	18.80	20.51	0.81	-3.08	0.56
514	NK	19.19	20.51	-0.91	-3.08	2.66
521	NK	16.91	20.51	-0.63	-3.08	0.10
523	NK	19.85	20.51	0.58	-3.08	1.84
530	NK	13.71	20.51	-0.63	-3.08	-3.10
501	RP	20.10	20.51	-0.58	1.28	-1.12
506	RP	22.97	20.51	1.36	1.28	-0.18
512	RP	23.02	20.51	0.81	1.28	0.42
514	RP	19.71	20.51	-0.91	1.28	-1.18
521	RP	23.51	20.51	-0.63	1.28	2.34
523	RP	21.31	20.51	0.58	1.28	-1.06
530	RP	21.96	20.51	-0.63	1.28	0.79
501	CU	23.85	20.51	-0.58	1.79	2.12
506	CU	24.91	20.51	1.36	1.79	1.25
512	CU	22.13	20.51	0.81	1.79	-0.98
514	CU	19.91	20.51	-0.91	1.79	-1.49
521	CU	19.24	20.51	-0.63	1.79	-2.44
523	CU	22.11	20.51	0.58	1.79	-0.77
530	CU	23.99	20.51	-0.63	1.79	2.31

OB คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย

NK คือ อำเภอเหนือคลอง, RP คือ อำเภอร่อนพิบูลย์, CU คือ อำเภอชะอวด

ตารางที่ 29 ลูกผสมปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่สุดและลูกผสมที่มีความเสถียรในแต่ละสถานที่

Trait	Nuea Khlong	Ron Phibun	Cha-uat	Stable cross
OY (kg/palm/year)	514	512	501	521
Y(kg/palm/year)	514	512	501	523
NB (bunch/palm)	514	512	501	523
SW(kg/bunch)	514	512	523	521
FMF (%)	506	506	501	506
FB (%)	523	514	506	-
ODM (%)	523	521	530	-
OB (%)	523	521	506	512

OY = Oil Yield NB = Number of Bunch FB = Fruit / Bunch

Y = Bunch Yield FMF = Fresh Mesocarp / Fruit OB = Oil / Bunch

SW = Single bunch Weight ODM = Oil / Dry Mesocarp

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าที่อำเภอเหนือคลอง อำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 514, 512 และ 501 สามารถให้ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญทางเศรษฐกิจดีที่สุด (ผลผลิตน้ำมัน, ผลผลิตทะลาย, จำนวนทะลาย และ น้ำหนัก/ทะลาย) ส่วนลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ลูกผสมปาล์มน้ำมันทั้ง 3 เบอร์มีค่าใกล้เคียงค่าสูงสุดในแต่ละสถานที่ สำหรับลูกผสมเบอร์ 521, 523, 521, 506 และ 512 มีความเสถียรในลักษณะผลผลิตน้ำมัน, ผลผลิตทะลาย, จำนวนทะลาย, น้ำหนัก/ทะลาย, เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ตามลำดับ สอดคล้องกับ Krualee และคณะ (2012) ที่รายงานว่าอำเภอเหนือคลอง, อำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด ลูกผสมเบอร์ 514, 512 และ 501 สามารถให้ผลผลิตทะลายมากที่สุด

2. อัตราพันธุกรรมแบบกว้างและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง

ตารางที่ 30 อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างของลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เนื้อปาล์มแห้ง/เนื้อปาล์มสด ผล/ทะลาย เนื้อปาล์มสด/ผล น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และน้ำมัน/ทะลาย ของลูกผสมปาล์มน้ำมันมีค่าระหว่าง 2.28 – 18.43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลักษณะทางการเกษตรที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำได้แก่ ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย ส่วนลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมปานกลางได้แก่ ลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ในขณะที่ลักษณะจำนวนทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ไม่สามารถหาค่าอัตราพันธุกรรมได้ เนื่องจากไม่สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้ เพราะค่า mean square ของจีโนไทป์มีน้อยกว่าค่า mean square ของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่

เมื่อพิจารณางานวิจัยของ วศะพงศ์ (2553) ซึ่งศึกษาการตอบสนองของพันธุ์ลูกผสมปาล์มน้ำมันเทเนอราจำนวน 18 พันธุ์ อายุ 8 ปี ปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา พบว่าลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย และลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล มีค่าอัตราพันธุกรรมใกล้เคียงกับงานวิจัยชิ้นนี้ (16.67 และ 24.19 ตามลำดับ) ส่วนลักษณะผลผลิตน้ำมัน, ผลผลิตทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีค่าอัตราพันธุกรรมต่างกันมาก (59.34, 72.29 และ 46.66 ตามลำดับ)

สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ลักษณะทางการเกษตรซึ่งประกอบด้วยผลผลิตน้ำมัน, ผลผลิตทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าลักษณะเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม (สถานที่) มากกว่าอิทธิพลทางพันธุกรรม ในขณะที่ลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย, เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก แสดงให้เห็นว่าลักษณะเหล่านี้ได้รับอิทธิพลทางพันธุกรรมมากกว่าอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม (สถานที่) สำหรับลักษณะจำนวนทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ไม่สามารถระบุได้ว่าสภาพแวดล้อม (สถานที่) มีอิทธิพลต่อลักษณะเหล่านี้มากหรือน้อย เนื่องจากไม่สามารถประเมินค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้ ผลการวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยของสิทธิพงษ์ และคณะ (2555) ซึ่งรายงานว่าใน

ประชากรปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. ซึ่งปลูกทดสอบที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย มีค่าค่อนข้างสูง (24.58, 25.82 และ 16.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก มีค่า 58.71, 54.81 และ 30.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกของลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย และลักษณะผลผลิตทะลายของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Okwuagwu และคณะ (2008) ที่ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในประชากรปาล์มน้ำมันที่ผ่านการคัดเลือกแบบ Modified Reciprocal Recurrent ในรอบที่สอง (14.9 , 21.8 และ 19.2 , 37.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาค่าอัตราพันธุกรรมร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกของลูกผสมปาล์มน้ำมันที่ใช้ในงานวิจัยนี้ พบว่าลักษณะลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับต่ำประกอบกับมีค่าความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกค่อนข้างสูง ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าลักษณะทางการเกษตรเหล่านี้มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานที่ ตรงข้ามกับลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย, เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง มีค่าอัตราพันธุกรรมในระดับปานกลาง ประกอบกับค่าความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกค่อนข้างต่ำ ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าลักษณะทางการเกษตรเหล่านี้ พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกมากกว่าอิทธิพลของสถานที่

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Noh และคณะ (2010) ซึ่งศึกษาผลทางพันธุกรรมของลูกผสมเทเนอรา จำนวน 40 คู่ ในประเทศมาเลเซีย พบว่าลักษณะผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีผลต่างกันระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกมาก และมีค่าอัตราพันธุกรรมน้อย แสดงว่าลักษณะเหล่านี้ได้รับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมาก พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกน้อย ส่วนลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย, เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง มีผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับ

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกและมีค่าอัตราพันธุกรรมในระดับปานกลาง แสดงว่าอิทธิพลของพันธุกรรมค่อนข้างมีผลต่อลักษณะที่แสดงออก

ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Okwuagwu และคณะ (2008) ซึ่งศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศไนจีเรีย พบว่าลักษณะผลผลิตทะลายน้ำหนัก/ทะลาย และจำนวนทะลายในลูกผสม Deli x Tenera และ Dura x Tenera มีผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกน้อย แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมมาก แสดงว่าลักษณะทางการเกษตรของลักษณะเหล่านี้ได้รับอิทธิพลทางพันธุกรรมมาก แต่ในประชากร Deli/dura x Tenera มีผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออกมาก แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมน้อย แสดงว่าลักษณะทางการเกษตรของลักษณะเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมมาก

ตารางที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม (σ^2_g), ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (GCV), ค่าความแปรปรวนของลักษณะที่แสดงออก (σ^2_p), ค่าสัมประสิทธิ์ของลักษณะที่แสดงออก (PCV) และ ค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง ($H^2_{b.s.}$)

Character	Mean	σ^2_g	σ_g	GCV	σ^2_p	σ_p	PCV	$H^2_{b.s.}$
OY (kg/palm/year)	8.07	0.22	0.47	5.82	7.45	2.73	33.83	2.28
Y(kg/palm/year)	38.59	6.30	2.51	6.50	117.72	10.85	28.12	3.97
NB (bunch/palm)	14.44	NA	NA	NA	8.29	2.88	19.93	NA
SW(kg/bunch)	2.74	0.06	0.24	8.76	0.36	0.6	21.90	13.45
FB (%)	56.77	1.51	1.23	2.16	48.30	6.95	12.24	3.03
FMF (%)	73.81	4.41	2.10	2.84	18.23	4.27	5.79	18.43
ODM (%)	73.51	2.16	1.47	2.00	13.54	3.68	5.01	13.50
OB (%)	20.51	NA	NA	NA	10.96	3.31	16.14	NA

OY = Oil Yield NB = Number of Bunch FB = Fruit / Bunch

Y = Bunch Yield FMF = Fresh Mesocarp / Fruit OB = Oil / Bunch

SW = Single Bunch Weight ODM = Oil / Dry Mesocarp

บทที่ 4

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรซึ่งประกอบด้วย ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย แบ่งออกได้ 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางพันธุ์, ปัจจัยทางสถานที่ (สภาพแวดล้อม)และปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยทางพันธุ์ไม่ทำให้ลักษณะทางการเกษตรเหล่านี้มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนปัจจัยของสถานที่ (สภาพแวดล้อม) มีอิทธิพลทำให้ลักษณะทางการเกษตรของลูกผสมปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีอิทธิพลทำให้ลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง ที่ซึ่งปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ไม่มีอิทธิพลให้เกิดความแตกต่าง เมื่อแยกอิทธิพลของพันธุ์ สถานที่ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ของแต่ละลักษณะ พบว่าปัจจัยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่มีอิทธิพลในการเพิ่มและลดค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรมากกว่าปัจจัยทางพันธุ์ และปัจจัยสถานที่ (สภาพแวดล้อม)

2. การทดสอบนัยสำคัญทางการเกษตร พบว่าลักษณะทางการเกษตรที่สามารถทดสอบความเสถียรของพันธุ์ได้ประกอบด้วยลักษณะผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เมื่อพิจารณาในแต่ละสถานที่ พบว่าบริเวณอำเภอเหนือคลอง ลูกผสมเบอร์ 514 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ ส่วนลูกผสมเบอร์ 523 ให้ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มากที่สุดแต่ใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 514 สำหรับลูกผสมเบอร์ 506 ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุดแต่ใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 514

บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ พบว่าลูกผสมเบอร์ 512 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ ลูกผสมเบอร์ 514 ให้

เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลายมากที่สุดโดยมีค่าใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 512 ส่วนลูกผสมเบอร์ 521 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/เนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มากที่สุด แต่มีค่าใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 512 สำหรับลูกผสมเบอร์ 506 ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผลมากที่สุด แต่มีค่าใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 512

สำหรับบริเวณอำเภอชะอวด พบว่าลูกผสมเบอร์ 501 ให้ผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย จำนวนทะลาย และเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสด/ผล มากกว่าลูกผสมเบอร์อื่นๆ ลูกผสมเบอร์ 523 ให้น้ำหนัก/ทะลายมากที่สุด โดยมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับลูกผสมเบอร์ 501 ลูกผสมเบอร์ 506 ให้เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับลูกผสมเบอร์ 501

3. ความสามารถในการปรับตัวของพืช พบว่าลูกผสมเบอร์ 501, 512 และ 514 มีความสามารถในการปรับตัวเฉพาะ ลูกผสมเบอร์ 501 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอชะอวดมากที่สุด ลูกผสมเบอร์ 512 เหมาะที่จะปลูกที่อำเภอร่อนพิบูลย์มากที่สุด และลูกผสมเบอร์ 514 เหมาะที่จะปลูกในอำเภอเหนือคลองมากที่สุด สำหรับลูกผสมเบอร์ 521 มีความเสถียรของลักษณะผลผลิตน้ำมันมากที่สุด ส่วนลูกผสมเบอร์ 523 มีความเสถียรของลักษณะผลผลิตทะลายมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2556. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา. เข้าถึงได้จาก : http://www.tmd.go.th/service/service.php (เข้าถึงเมื่อ 1 พฤษภาคม 2556).

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. กรุงเทพฯ : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม. 2553. การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ. ว.วัดผลการศึกษา 16 : 4 - 12.

ชาย โพธรวิส และสุรกิตติ ศรีกุล. 2547. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ดอกเบี้ย.

ดำรงค์ พงศ์มานะวุฒิ และอรษา เสือทิม. 2544. ปาล์มน้ำมันกับการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม. กสิกร 74 : 30 - 45.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา : Neo Point.

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

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553. คู่มือการปลูกปาล์มน้ำมันแบบก้าวหน้า. กรุงเทพฯ : บริษัทวิจิตรภัณฑ์ออยล์ปาล์ม จำกัด.

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2540. การแยกอิทธิพลหลักแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณของการทดสอบพันธุ์อ้อยหลายสภาพแวดล้อม. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์) 31 : 155 - 156.

พรชัย ไพบูลย์ และสุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2550. ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบปาล์มน้ำมัน. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 38 : 483 - 492.

พินิจ จันทร. 2551. อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด.

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

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. นครปฐม : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2539. พันธุศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

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

วศะพงศ์ เอกสมทราเมษฐ์. 2553. การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2549. วิธีการวิจัยทางการเกษตร. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุดเลาะ. 2541. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร.

สิทธิพงษ์ พรมมา, สุริยการ ศรีถาวร และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2555. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอัตราพันธุกรรมในประชากรปรับปรุงของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. *ใน* การประชุมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ 10 พฤษภาคม 2555.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญปี 2556. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Annicchiario, P. 1997. Joint regression vs AMMI analysis of genotype-environment interaction for cereals in Italy. Euphytica 94 : 53 - 62.

Asfaw, A., F. Alemayehu, F. Gurum and M. Atnaf. 2009. Ammi and SREG GGE biplot analysis for matching varieties onto soybean production environments in Ethiopia. Scientific Research and Essay 4 : 1322 - 1330.

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

Bernardo, R. 2002. Breeding for Quantitative Traits in Plants. Minnesota : Stemma Press.

Chatwachirawong, P. 1993. Yield Stability of Major Sugarcane Cultivars in Thailand. Master Thesis. Kasetsart University.

Chatwachirawong, P., O. Boonseng and A. Summatraya. 1999. The effect of genotypes and G x E interaction on starch content of cassava. Kasetsart Journal Natural Science 33 : 171 - 177.

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

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

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

Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. New York : Longman.

Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Australia Journal Agricultural Research 14 : 742 - 754.

Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interaction. Heredity 31 : 339 - 354.

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. Amsterdam : Elsevier Science Publisher B.V.

Gauch, H.G. and R.W. Zobel. 1997. Selection and G x E: Advanced Topics. [Online] Available : http://nitro.biosci.arizona.edu/zbook/NewVolume_2/pdf/Chapter39.pdf. (Access on 15 May 2013).

Goh, K.J., P.S. Chew, Y.C. Heng, S.H. Tey and H.H. Gan. 1997. Developing decision support systems for plantation : a new role for agronomists. Planter 73 : 687 - 693.

Hartley, C.W.S. 1977. The Oil Palm. New York : Longman Inc.

Henson, I.E and S.H. Chai. 1997. Analysis of oil palm productivity. II biomass, productivity and turnover of the root system. Elaeis 9 : 78 - 92.

Krualee, S., S. Sdoodee, T. Eksomtramage and V. Sereeprasert. 2012. Stability of fresh fruit bunch of oil palm cross (*Elaeis quinnensis* Jacq.) in Southern Thailand. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 44 : 1 - 8.

Linge, S.S., H.V. Kalpande, S.L. Sawargaonkar, B.V. Hudge and H.P. Thanki. 2010. Study of genetic variability and correlation in interspecific derivatives of Pigeon pea (*Cajanus cajan*(L.) Millsp.). Electronic Journal of Plant Breeding 1 : 929 - 935.

Noh, A., M.Y. Rafii and A. Kushairi. 2010. Genetic performance of 40 deli dura x AVROS pisifera full-sib families. Journal of oil palm research 22 : 781 - 795

Okwuagwu, C.O., M.N. Okoye, E.C. Okolo, C.D. Ataga and M.I. Uguru. 2008. Genetic variability of fresh fruit bunch yield in deli/dura x tenera breeding population of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. Journal of Tropical Agriculture 46 : 52 - 57.

Paramananthan, S. 2003. Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields. Basel : International Potash Institute.

Quinn, G.P. and M.J. Keougn. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge : The Press Syndicate of The University of Cambridge.

Rodrigues, P.C., D.G.S. Pereira and J.T. Mexia. 2011. A comparison between joint regression analysis and the additive main and multiplicative interaction model : the robustness with increasing amount of missing data. Science Agricola 68 : 679 - 686.

Roychowdhury, R. and J. Tah. 2011. Genetic variability for different quantitative traits in *Dianthus caryophyllus* L. during mutation breeding. International Journal of Science and Nature 2 : 778 - 781.

Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. New Delhi : Kalyani.

Sumathi, P., S. Madineni and P. Veerabadhiran. 2010. Genetic variability for different biometrical traits in pearl millet genotypes (*Pennisetum glaucum* L. R. BR.). Electronic Journal of Plant Breeding 1 : 437 - 440.

Wray, N.R. and P.M. Visscher. 2009. Estimating trait heritability. Nature Education 1 [Online] Available : http://www.nature.com/scitable/topicpage/estimating-trait-heritability-46889. (Access on 15 May 2013).

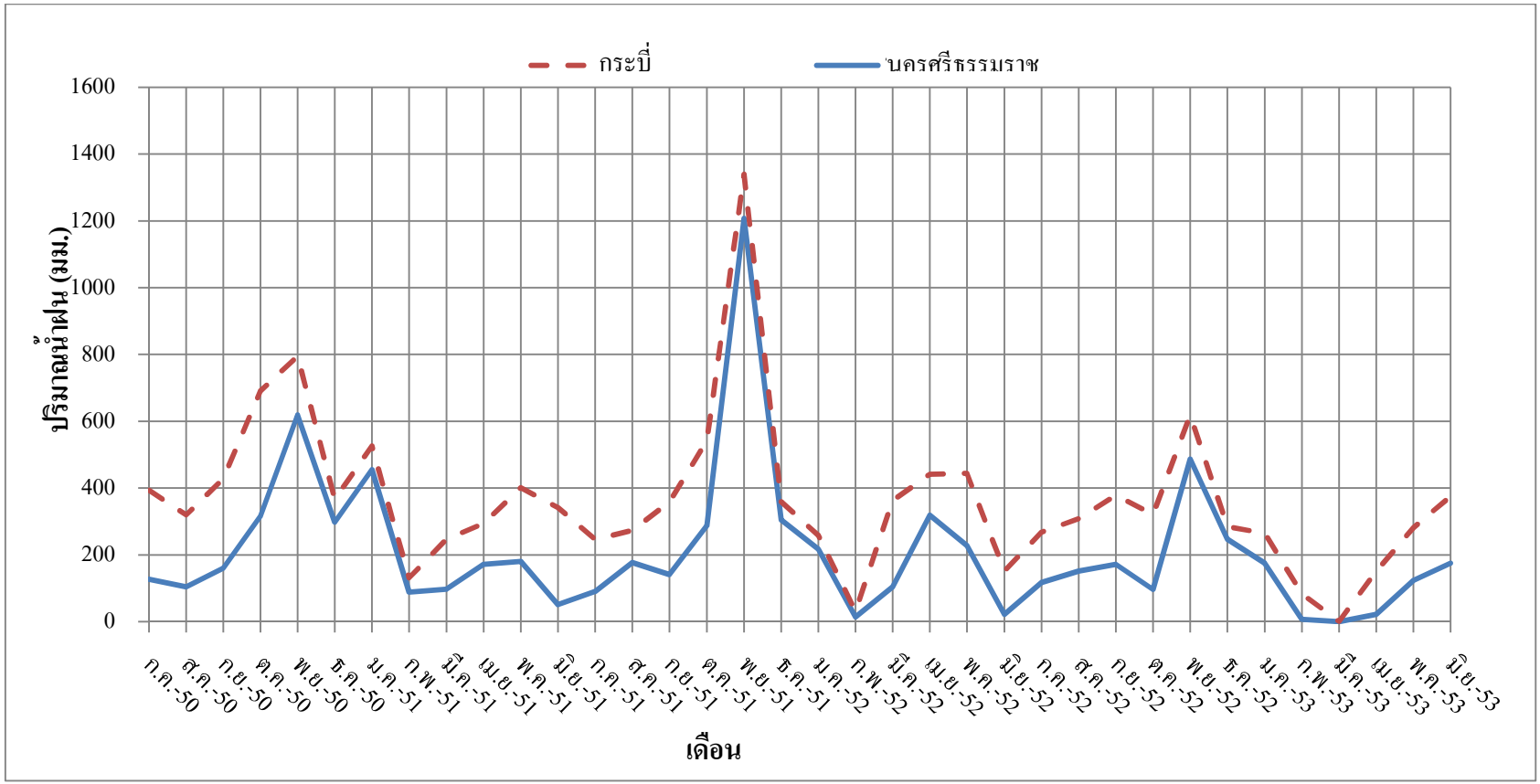
Yosof, B., B.S. Jalani, K.W. Chan. 2000. Advances in Oil Palm Research. Selangor : Smart & Stationer.

Zobel, R.W., M.J. Wright and H.G. Gauch. 1988. Statistical Analysis of a Yield Trial. Agronomy Journal 80 : 388 - 393.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินอำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ อำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

Soil Texture	Nuea Khlong	Ron Phibun	Cha-uat
% CLAY	17.36	11.10	65.32
% SILT	16.36	0.46	12.49
% SAND	66.28	88.44	22.19
TEXTURE	Sandy Loam	Loamy Sand	Clay
Nutrient in Soil			
Total N (%)	0.09	0.09	0.15
Available P (mg/kg)	26.65	2.22	5.23
K (meq/100g)	0.93	0.22	0.36
pH	4.71	4.43	5.30
Nutrient in Plant			
Total N (% as dry matter)	2.46	1.94	1.43
P (% as dry matter)	0.16	0.12	0.12
K (% as dry matter)	1.01	0.76	0.38
B (ppm dry matter)	8.89	9.78	10.88



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนบริเวณจังหวัดกระบี่ และจังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550 – เดือนมิถุนายน 2553