



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

ปริญญา

การปรับปรุงพันธุ์พืช

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง อัตราค่าและสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดورا
สายพันธุ์บางเบิด

Repeatability and Correlation between Yield and Yield Components in Bang Boet Dura Oil
Oil Palm

นามผู้วิจัย นางสาวเยวณาด หาดคำ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์พัชรินทร์ ตัญญา, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์พิเศษ ศรัณวี ศรนิเวศน์, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์วรัญญู สิริพลวัฒน์, D.Agr.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อัตราซ้ำและสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
แบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Repeatability and Correlation between Yield and Yield Components in Bang Boet Dura Oil Palm

โดย

นางสาวเขาวนาค หาดคำ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

พ.ศ. 2553

เยาวนาถ หาดคำ 2553: อัตราซ้ำและสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของ
ปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบิด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์
พืช) สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืช โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์พัชรินทร์ ศัญญะ, ประ.ด. 111 หน้า

ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) ของลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (ทะลาย ผล และ
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน) ในปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบิด ที่เก็บข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง
พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 พบว่า มีค่าอัตราซ้ำอยู่ระหว่าง 0.098-0.691 โดยลักษณะที่ให้อัตราซ้ำสูงสุดและ
ต่ำสุดคือ น้ำหนักทะลาย (0.691) และความหนาเนื้อผล (0.098) ตามลำดับ สำหรับจำนวนทะลายที่
เหมาะสมสำหรับลักษณะน้ำหนักทะลาย น้ำหนักผลต่อทะลาย น้ำหนักแกน จำนวนผลต่อทะลาย
น้ำหนักผลขนาดใหญ่ และจำนวนผลขนาดใหญ่ คือ 3-6 ทะลาย ลักษณะน้ำหนักผลขนาดเล็ก น้ำหนักผล
ขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง และจำนวนผลขนาดเล็ก คือ 7-11 ทะลาย ส่วนจำนวนผลที่เหมาะสม
ในการศึกษาลักษณะความหนาเนื้อในเมล็ด ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์
เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล คือ 4-9 ผล และลักษณะความ
หนาของกะลาและความหนาเนื้อผล คือ 18-22 ผล ในขณะที่จำนวนทะลายที่เหมาะสมในการศึกษา
ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย คือ 4
และ 8 ทะลาย ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ของลักษณะผลผลิตและ
องค์ประกอบของผลผลิต พบว่า ลักษณะน้ำหนักทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทุกลักษณะ ยกเว้น
ลักษณะความหนาเนื้อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อ
ผล โดยความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักทะลายกับน้ำหนักผลต่อทะลาย น้ำหนักทะลายกับน้ำหนักแกน
น้ำหนักผลต่อทะลายกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ น้ำหนักทะลายกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ และน้ำหนักผล
ต่อทะลายกับจำนวนผลขนาดใหญ่ มีค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.98, 0.92, 0.91, 0.88 และ 0.88
ตามลำดับ เมื่อนำค่าความสัมพันธ์มาวิเคราะห์เป็นค่าพาธโคเอฟฟิเชียน พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันมี
อิทธิพลทางตรงจากน้ำหนักทะลาย รองลงมาคือ จำนวนทะลาย โดยน้ำหนักทะลายเกิดจากอิทธิพลของ
น้ำหนักผลต่อทะลาย ที่มีอิทธิพลทางตรงมาจากน้ำหนักผลขนาดใหญ่ พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อผลสูงส่งผล
ไปถึงเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบิด เพื่อเพิ่ม
ผลผลิตปาล์มน้ำมันด้วยการพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตเพื่อให้ได้พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

Yaowanat Hadkam 2010: Repeatability and Correlation between Yield and Yield Components in Bang Boet Dura Oil Palm. Master of Science (Plant Breeding), Major Field: Plant Breeding, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Miss Patcharin Tanya, Ph.D. 111 pages.

Repeatability of yield and yield components consisting of bunch and fruit components, and the percentage of oil to bunch was collected in Bang Boet Dura oil palm during June to November 2007. Repeatability values were found between 0.098- 0.691, with the highest and lowest values in bunch weight (0.691) and mesocarp thickness (0.098), respectively. The optimal number of bunches for observation of bunch weight, fruit weight per bunch, axial bunch weight, number of fruits per bunch, weight of large size fruits, and number of large size fruits were 3-6 bunches, weight of small size fruits, weight of medium size fruits, number of medium size fruits and number of small size fruits were 7-11 bunches. While number of fruits for observation of kernel thickness, fruit width, fruit length, weight per fruit and the percentage of mesocarp per fruit, shell per fruit and kernel per fruit were 4-9 fruits, endocarp and mesocarp thickness were 18-22 fruits. The optimal number of bunches for the percentage of crude palm oil and palm kernel oil per bunch are 4 and 8 bunches, respectively. Positive correlation coefficients were observed among bunch weight, fruit weight per bunch, axial bunch weight, number of fruits per bunch, weight of large size fruits, weight of medium size fruits, weight of small size fruits, number of large size fruits, number of medium size fruits, number of small size fruits, endocarp thickness, kernel thickness, fruit length, fruit width and weight per fruit. The highest positive correlations were observed between bunch weight and fruit weight per bunch, bunch weight and axial bunch weight, fruit weight per bunch and weight of large size fruits, bunch weight and weight of large size fruits, and fruit weight per bunch and number of large size fruits, with the values of 0.98, 0.92, 0.91, 0.88 and 0.88, respectively. Path coefficient analysis showed that oil palm yield was directly influenced by bunch weight and number of bunches. The oil palm bunch weight caused by the effect of fruit weight per bunch which was directly affected by weight of large size fruits. High percentage of mesocarp per fruit influenced the percentage of oil per bunch. Therefore, the oil palm breeding program should consider selecting oil palm productivity through yield components.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร. พชรินทร์ ตัญญา ประธานกรรมการที่ปรึกษา และศาสตราจารย์ ดร. พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ กรรมการที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำแนะนำเรื่องการเรียนรู้ การวางแผนงานวิจัย คำปรึกษา และคำแนะนำแนวทางแก้ปัญหาในการทดลอง ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ ดร. ชีรยุทธ ตูจินดา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนพัฒนาคณาจารย์ระดับปริญญาโท จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบคุณสมาชิกโครงการปาล์มน้ำมันและสบู่ดำ สมาชิกห้องแลป A 207 ทุกคน รวมถึงผู้มีส่วนร่วมในการทำงานทุกท่าน ที่ช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อต่อกันด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณยาย คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวที่รักทุกคน ที่อบรมสั่งสอนและเป็นแรงผลักดันให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เขาวนาถ หาดคำ

กรกฎาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	42
ผล	42
วิจารณ์	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	82
สรุป	82
ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	84
ภาคผนวก	92
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	111

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบของความแปรปรวน (variance component)	34
2	องค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ของลักษณะปรากฏ (phenotype)	35
3	การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตของปาล์ม น้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด จำนวน 33 ต้น	42
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	43
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	44
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบน้ำมันจากเนื้อผลของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	45
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	46
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบทะลายนํ้ามัน และเปอร์เซ็นต์นํ้ามันของทะลายที่นำมาสกัดนํ้ามันในช่วงเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2550	47
9	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	48
10	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	51
11	ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	53
12	ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	54
14	องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) ของจำนวนทะลาย ที่เหมาะสมของลักษณะองค์ประกอบทะลายของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	55
15	องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และจำนวนผล ที่เหมาะสมของลักษณะองค์ประกอบผลของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	56
16	ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	57
17	องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และจำนวนทะลาย ที่เหมาะสมของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	58
18	ค่าอัตราซ้ำ จำนวนทะลายที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นของการวัดจำนวน 2 ทะลายเทียบกับ 1 ทะลาย ของลักษณะองค์ประกอบทะลาย	59
19	ค่าอัตราซ้ำ จำนวนผลที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นของการวัดจำนวน 2 ผลเทียบกับ 1 ผล ของลักษณะองค์ประกอบผล	60
20	ค่าอัตราซ้ำ จำนวนทะลายที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของลักษณะองค์ประกอบทะลาย	61
21	ค่าอัตราซ้ำ จำนวนผลที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของลักษณะองค์ประกอบผล	62
22	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดურาสายพันธุ์บางเบิด	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน	68
24	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดوراสายพันธุ์บางเบ็ด จำนวน 33 ต้น	69
25	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน	71
ตารางผนวกที่		
1	ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) จากการวัดจำนวน 1-10 ทะลาย เมื่อลักษณะที่ทำการวัดมีค่าอัตราเข้าต่าง ๆ กัน	93
2	ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะน้ำหนักทะลายของปาล์มน้ำมันแบบดوراสายพันธุ์บางเบ็ด จำนวน 33 ต้น 110 ทะลาย	94
3	แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เมื่อเพิ่มจำนวนทะลาย	96
4	ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตจากต้นแม่พันธุ์ดورا จำนวน 33 ต้น	99
5	ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันของต้นแม่พันธุ์ดورا จำนวน 33 ต้น ที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่อง soxhlet extractor (Buchi Universal Extraction System B-811)	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบ่งเป็น 3 แบบ (types) คือ ดุรา (dura) พิสิเฟอรา (pisifera) และเทเนอรา (tenera) อาศัยความแตกต่างของลักษณะความหนาของกะลา (shell) การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา (fiber ring) และความหนาของเนื้อผลปาล์ม (mesocarp)	6
2	ระบบรากของปาล์มน้ำมัน	9
3	ส่วนของลำต้นและการเรียงตัวของใบ	10
4	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของทางใบปาล์มน้ำมัน และการเรียงตัวของใบย่อย	11
5	ส่วนประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน	12
6	ผลปาล์มน้ำมัน	13
7	การงอกและการพัฒนาของเมล็ดจนกระทั่งเจริญเป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน	15
8	ช่อดอกปาล์มน้ำมัน	16
9	ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน เมื่อผ่าผลตามแนวขวาง	30
10	เครื่อง soxhlet extractor (Buchi Universal Extraction System B-811) ที่ใช้ในการสกัดน้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดุรา สายพันธุ์บางเบ็ดทั้ง 33 ต้น	32
11	แสดงภาพโคแอฟฟิเชียนของตัวแปรปรวนอิสระ 3 ตัว	39
12	ค่าพาหโคแอฟฟิเชียน (path coefficient) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดุราสายพันธุ์บางเบ็ด	70
13	ค่าองค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550	78

อัตราเข้าและสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน แบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Repeatability and Correlation between Yield and Yield Components in Bang Boet Dura Oil Palm

คำนำ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับพลังงาน จากการนำซากฟอสซิลมาใช้ทำให้มีการจัดหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซล และลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ รวมถึงการผลิตเป็นสินค้าอุปโภคและบริโภค พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ร้อยละ 90 อยู่ในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างรวดเร็ว เพื่อเร่งการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลให้เพียงพอับความต้องการ โดยปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.69 ตันต่อไร่ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ในอดีตพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยเกือบทั้งหมดเป็นเมล็ดที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2530 ประเทศมาเลเซียมีการออกกฎหมายห้ามนำเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันออกจำหน่ายนอกประเทศ จึงทำให้มีการแพร่กระจายพันธุ์ปลอมหรือพันธุ์ที่เก็บจากใต้ต้นปาล์มน้ำมันมาเพาะกล้าจำหน่าย (ธีระ และคณะ, 2548) โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าคือลูกผสมแบบเทนเอร่า (tenera) ที่เกิดจากการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันต้นแม่แบบดูรา (dura) กับปาล์มน้ำมันต้นพ่อแบบพิสิเฟอร่า (pisifera)

แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ผ่านการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร ส่วนใหญ่ของประเทศไทย มาจากบริษัทเอกชน ที่ได้ผ่านการจดทะเบียนต้นพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2547 มี 3 บริษัท คือ บริษัทยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) จังหวัดกระบี่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด โกลด์เด็นเทนเอร่า จังหวัดกระบี่ และ บริษัทเปาแรงค์ออยปาล์ม จังหวัดนครศรีธรรมราช นอกจากนี้ยังมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากต่างประเทศ แล้วนำมาเพาะเป็นต้นกล้าเพื่อจำหน่าย เช่น บริษัท ASD ประเทศออสเตรเลีย เบนินไอโวลโรโคส ปาปัวนิวกินี (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2553) โดยแหล่งของแม่พันธุ์ที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ Deli Dura เป็นแม่พันธุ์ที่ถูกคัดเลือกมาจากเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย Dumpy Dura คัดเลือกมาจากกลุ่มพันธุ์ Deli Dura และ African Dura มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา ส่วนแหล่งของพ่อพันธุ์มาจากหลายแหล่ง เช่น AVROS จากสถาบัน Algemene Verkeering Rubber

Planters Oostkust Sumatra ประเทศอินโดนีเซีย Yangambi มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับกลุ่ม AVROS
Lame จากประเทศไอวอรีโคสต์ Ekona จากประเทศคอซตาริกา Calabar จากประเทศไนจีเรีย

กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่สำคัญคือ การปลูกทดสอบพันธุ์เพื่อการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย เพื่อคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ที่จะใช้ในการสร้างปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา แล้วนำมาขึ้นทะเบียนพันธุ์ โดยต้นพ่อแม่พันธุ์ต้องมีการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ แต่เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชอายุยาว เมื่อทำการเก็บข้อมูลลักษณะดังกล่าว ต้องใช้ระยะเวลานาน จึงมีการศึกษาถึงระยะเวลาและจำนวนซ้ำที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล โดยอัตราซ้ำ (repeatability) เป็นค่าสถิติที่มีความสำคัญต่อการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของลักษณะปริมาณ ที่เกิดจากการชั่ง ตวง หรือวัด มีความแปรผันของผลที่ทำการเก็บข้อมูลตามช่วงเวลา เมื่อวัดจากสมาชิกต้นเดียวกันพบความแตกต่างที่เกิดจากอิทธิพลสภาพแวดล้อม สมัย และ ปีระศักดิ์ (2546) กล่าวว่า จำนวนครั้งที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลของลักษณะปริมาณ เกิดจากการคำนวณค่าอัตราซ้ำ ประเมินการแสดงออก (performance) ของลักษณะฟีโนไทป์ และประเมินค่าสูงสุด (upper limit) ของค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ได้

นักปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันของไทยมีการวางแผนเพื่อพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศ แต่การสร้างพันธุ์ใหม่ต้องใช้ระยะเวลานาน ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีไม่เพียงพอเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ขั้นตอนดังกล่าวลดระยะเวลาลง จึงมีการเก็บข้อมูลและประเมินลักษณะ (phenotype) ที่สนใจในการปรับปรุงพันธุ์ โดยการศึกษาอัตราซ้ำ (repeatability) ที่ทำให้ทราบถึงจำนวนครั้งและจำนวนทะเลาะที่เหมาะสมของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เพื่อประเมินระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ปาล์มที่ดี เพื่อใช้สร้างปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาอัตราซ้ำและจำนวนการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบคูรา
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation) ระหว่างลักษณะองค์ประกอบของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย



การตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeis guineensis* Jacq. จัดเป็นพืชผสมข้าม ใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledons) ที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่อยู่แยกช่อดอกกัน และมีช่วงเวลาการออกดอกไม่พร้อมกัน เป็นพืชดิพลอยด์มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 32$ United States Department of Agriculture (2010) ได้จำแนกทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมันไว้ดังต่อไปนี้

Kingdom : Plantae - Plants

Division : Magnoliophyta - Flowering plants

Class : Liliopsida - Monocotyledons

Family : Arecaceae - Palm family

Genus : *Elaeis* Jacq. – oil palm

Species : *Elaeis guineensis* Jacq.

: *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortes

ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในสกุล *Elaeis* ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* Jacq. นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในบริเวณตอนกลางและตะวันตกของทวีปแอฟริกา หรือเรียกปาล์มน้ำมันกลุ่มนี้ว่า African oil palm (Hartley, 1988) พันธุ์ปาล์มน้ำมันชนิดนี้สามารถจำแนกได้โดยพิจารณาลักษณะของผล กะลา (shell) การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา (fiber ring) และความหนาของเนื้อผล (mesocarp) ได้ ดังนี้

1.1 ลักษณะของผล พิจารณาจากสีและรูปร่างผล โดยแบ่งสีผลที่ผิวเปลือกนอกของปาล์มน้ำมันออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ผลดิบมีสีเขียว เมื่อผลสุกเปลี่ยนเป็นสีส้ม (light reddish-orange) เรียกลักษณะนี้ว่า virescens ผลดิบมีสีดำ เมื่อผลสุกเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง เรียกว่า nigrescens และสีผิว

เปลือกเมื่อสุกเป็นสีเหลืองซีด เรียกว่า *albescens* โดยทั่วไปพบน้อยมาก รูปร่างผล มี 2 ลักษณะ คือ เปลือกนอกปกติและเปลือกนอกผิดปกติ (*mantled fruit*)

1.2 ลักษณะความหนาของกะลา (shell) การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา (fiber ring) และความหนาของเนื้อผลปาล์ม (mesocarp) สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 แบบ ดังภาพที่ 1 คือ

1.2.1 แบบคูรา (*dura*) มีกะลาหนา 2-8 มิลลิเมตร และไม่มียางเส้นประสีน้ำตาลรอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกบาง 35-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่น (*dominant*) $sh^+ sh^+$

1.2.2 แบบพิซิเฟอรา (*pisifera*) ยีนที่ควบคุมลักษณะผลแบบนี้เป็นลักษณะด้อย (*recessive*) $sh^- sh^-$ ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง มีข้อเสีย คือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (*abortion*) ทำให้ผลฝ่อลีบ ทะลายเล็กเนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตทะลายต่ำมาก ไม่ใช้ปลูกเป็นการค้า ช่อดอกตัวเมียมี 2 ลักษณะ คือ *female fertile* และ *female infertile* พบว่า ต้นพิซิเฟอราที่มีการพัฒนาของผลมาจากช่อดอกแบบ *female infertile* จะมีทะลายฝ่อและลำต้นใหญ่มาก ส่วนลักษณะ *female fertile* พบว่าอาจมีเนื้อในเมล็ดขนาดเล็กปรากฏในบางผล

1.2.3 ปาล์มน้ำมันแบบเทนอรา (*tenera*) เกิดจากการผสมข้ามระหว่างปาล์มน้ำมันแบบคูรากับพิซิเฟอรา มีกะลาบาง ตั้งแต่ 0.5-4 มิลลิเมตร มียางเส้นประสีน้ำตาลรอบกะลา มีชั้นเปลือกนอก 60-90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล ยีนที่ควบคุมลักษณะผลแบบนี้เป็นพันธุ์ทาง (*heterozygous*) $sh^+ sh^-$ (ธีระ, 2546)

ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ นิยมใช้พันธุ์พิซิเฟอราเป็นพ่อพันธุ์ เพราะมีกะลาบาง แต่ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากช่อดอกตัวเมียมีโอกาสเป็นหมันสูง ผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตต่ำ จึงนำไปผสมกับแม่พันธุ์คูรา ซึ่งมีผลขนาดใหญ่และกะลาหนา เพื่อผลิตเมล็ดปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทนอรา ดังนั้นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าคือ พันธุ์แบบคูราและเทนอรา โดยเฉพาะพันธุ์แบบเทนอรา มีการปลูกอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากมีเนื้อผลปาล์ม (*mesocarp*) หนา กะลาบาง เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และทะลายดกกว่าพันธุ์แบบคูรา (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541)



ดูรา (dura)



พิสิเฟอรา (pisifera)



เทเนอรา (tenera)

ภาพที่ 1 การจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบ่งเป็น 3 แบบ (types) คือ ดูรา (dura) พิสิเฟอรา (pisifera) และเทเนอรา (tenera) อาศัยความแตกต่างของลักษณะความหนาของกะลา (shell) การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา (fiber ring) และความหนาของเนื้อผลปาล์ม (mesocarp)

2. ปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortes มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศที่ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของกลุ่มเม็กซิโกและอเมริกากลางได้ติดต่อไปถึงทวีปอเมริกากลาง บริเวณประเทศ คอสตาริกา ปาล์มน้ำมันกลุ่มนี้ถูกเรียกว่า American oil palm ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า ผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตน้ำมันต่ำกว่าปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* แต่มีข้อดีที่สามารถนำมาใช้ร่วมในงานปรับปรุงพันธุ์ได้ เช่น ต้นเตี้ย การเจริญเติบโตช้า ต้านทานโรคตาเน่า และมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จึงนำมาใช้เพื่อปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมข้ามชนิด

ประวัติปาล์มน้ำมันในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

Purseglove (1972) กล่าวว่า ชาวดัชต์ได้นำเมล็ดปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* มาจากแอฟริกาตะวันตก เมื่อปี พ.ศ. 2391 ถูกนำเข้าปลูกไว้ในสวนพฤกษชาติโบกอร์ เกาะสุมาตรา ประเทศ

อินโดนีเซีย จำนวน 4 ต้น ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดมาจากต้นปาล์มน้ำมันทั้ง 4 ต้นนี้ ต่อมาได้มีการคัดเลือกพันธุ์และนำไปปลูกที่เมืองเดลี ประเทศอินโดนีเซีย ต่อมา มีการกระจายพันธุ์เข้าสู่ประเทศมาเลเซีย จนเป็นที่รู้จักในชื่อพันธุ์เดลีดูรา (Deli dura) ลูกหลานของปาล์มน้ำมันพันธุ์นี้มีลักษณะน้ำหนักทะลายสม่ำเสมอ ผลปาล์มมีกะลาหนาแบบดูรา ช่อดอกย่อยที่ปลายทะลายมีหนามสั้น ผลใหญ่ มีปริมาณเนื้อผลสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันค่อนข้างสูง มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางในเขตคันของการปลูกเป็นการค้าในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (Hartley, 1988) Hartley *et al.* (1962) กล่าวว่า ในอดีตพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าเกิดจากการผสมข้ามระหว่างแบบดูรากับดูรา ภายหลังมีการค้นพบว่า ความหนาของกะลาถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว และสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ จึงได้มีการพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยการผสมระหว่างแบบดูรากับเทเนอรา แต่ไม่ประสบความสำเร็จ จนกระทั่งได้พันธุ์ลูกผสมซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างแบบดูรากับฟิลิเฟอรา เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าการผสมแบบอื่น

ประวัติปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

เมื่อปี พ.ศ. 2472 ประเทศไทย เริ่มมีการนำเข้าปาล์มน้ำมันโดยพระยาประดิพัทธ์ภูบาล จากประเทศมาเลเซีย เพื่อปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยางคอหงส์ จังหวัดสงขลา และสถานีการกรมพลี จังหวัดจันทบุรี ปาล์มน้ำมันเริ่มปลูกเป็นการค้าก่อนสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณะ กิตติยากร นำมาปลูกจำนวน 1,000 ไร่ ที่ตำบลบ้านปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ต่อมาได้หยุดกิจการไป (ดำรง, 2532) ต่อมาในปี พ.ศ. 2510 รัฐบาลมีการจัดตั้งโครงการปลูกปาล์มน้ำมัน 2 โครงการ คือ โครงการนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ จังหวัดสตูล มีพื้นที่ปลูกจำนวน 2,000 ไร่ และโครงการบริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันและสวนปาล์มจำกัด ตำบลปลายพระยา อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ พื้นที่ปลูกจำนวน 20,000 ไร่ ทั้งสองโครงการนี้เป็นจุดเริ่มต้นให้มีผู้สนใจปลูกปาล์มน้ำมันและเริ่มมีบริษัทปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นหลายแห่ง ขณะเดียวกันรัฐบาลก็ส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยปลูกตามสหกรณ์นิคมต่าง ๆ ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงสุด โดยให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าถั่วเหลือง เรพซิด ทานตะวัน และถั่วลิสง ประมาณ 10, 18, 6 และ 10 เท่า ตามลำดับ จึงมีศักยภาพในด้านการผลิตและการตลาดการแข่งขันสูงเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (นคร และคณะ, 2541) นอกจากนี้ ต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มต่ำกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น รัฐบาลจึงมีการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้า แต่ประสบปัญหาเมล็ดพันธุ์ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงได้มีการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ในปี พ.ศ. 2511 โดยกรมวิชาการเกษตรมอบหมายให้ศูนย์วิจัย

พืชสวนสุราษฎร์ธานีรับผิดชอบโครงการ ในระยะแรกเป็นงานทดสอบปลูกผสมจาก ประเทศแซมและ ปาปัวนิวกินี ควบคู่กับการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่ที่ได้จากประเทศมาเลเซีย แต่การดำเนินงานไม่ ต่อเนื่อง เนื่องจากสถานการณ์ก่อการร้ายเกิดขึ้น จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2530 ประเทศไทยได้รับการ สนับสนุนจาก UNDP/FAO (United Nations Development Programme/Food and Agriculture Organization of the United Nations) ในการจัดซื้อเชื้อพันธุ์กรรมปาล์มน้ำมันจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) จากประเทศออสเตรเลีย ทวีปอเมริกากลาง เพื่อดำเนิน โครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันแห่งประเทศไทย โดยนำเชื้อปาล์มน้ำมันมาจากบริษัทที่รวบรวม ไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 มีการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์กรรมจากหลายประเทศ ได้แก่ (1) Chermara Harrisons และ PORIM (Palm Oil Research Institute of Malaysia) ประเทศมาเลเซีย (2) Dami ประเทศปาปัวนิวกินี (3) Socfin และ AVROS (Algemene Verneiging Rubber Planters Oostkust Sumatra) ประเทศอินโดนีเซีย (4) Pobe ประเทศแคเมอรูน (5) ประเทศไอเวอรีโคสต์ และ (6) ประเทศแซม (อรรถน และคณะ, 2544)

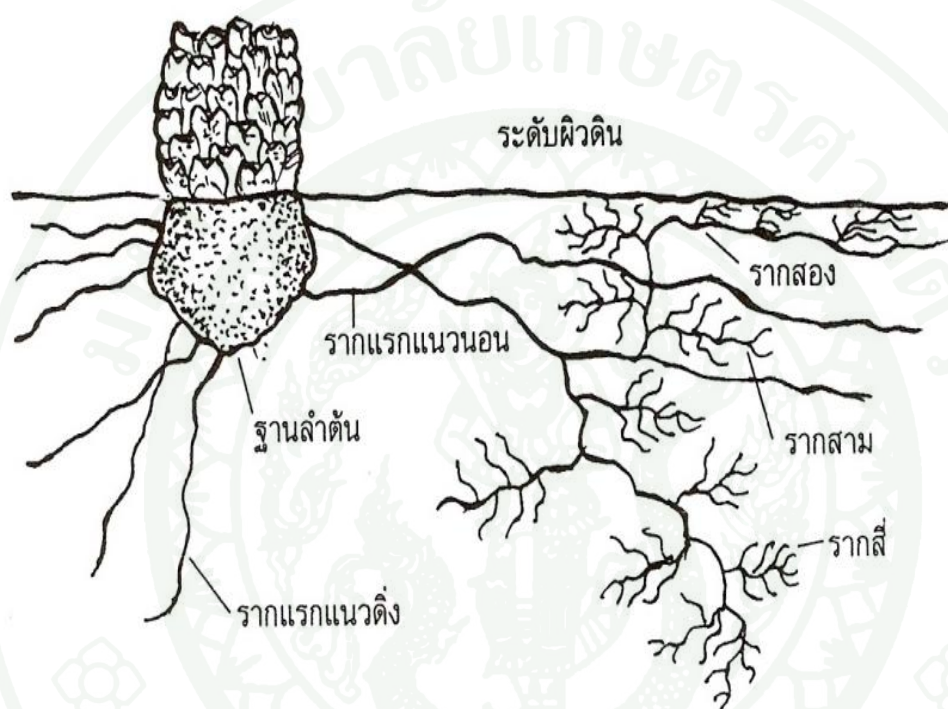
ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2548-2552) พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ส่งผล ให้พื้นที่ให้ผลและผลผลิตปาล์มน้ำมันในปี 2552 เพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 11.65 และร้อยละ 15.12 ต่อปี ตามลำดับ โดยปี 2552 มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ 3.95 ล้านไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 3.20 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิต 8.61 ล้านตัน หรือมีผลผลิตต่อไร่ 2,694 กิโลกรัม เมื่อเทียบกับปี 2551 พื้นที่ให้ผลผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.50 ส่วนผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ ลดลงร้อยละ 7.02 และ 16.46 ตามลำดับ สาเหตุที่ ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากทางภาคใต้ประสบปัญหาแล้งช่วงปลายปี 2551 ต่อเนื่องถึงต้นปี 2552 และปริมาณน้ำฝนลดลงช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2552 ประกอบกับอุณหภูมิที่สูงขึ้น รวมทั้งปี นี้การสะสมอาหารของต้นปาล์มลดลง จึงส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตร, 2552)

ลักษณะพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ราก

ปาล์มน้ำมันมีรากเป็นระบบรากฝอย (adventitious root system) โดยรากชุดแรกจะเกิดตรง โคนลำต้นและมีขนาดใหญ่ที่สุด (เส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 เซนติเมตร) ทำหน้าที่ยึดลำต้น ดูดน้ำ และ ธาตุอาหาร ไปเลี้ยงต้นกล้า สามารถเจริญได้ทั้งแนวนอนและแนวลึก (ทรงยศ, 2529) ซึ่งในสภาพดินดี สามารถทอดยาวตามแนวนอนออกไปได้ถึง 5 เมตร และจะมีการแตกรากสอง (secondary

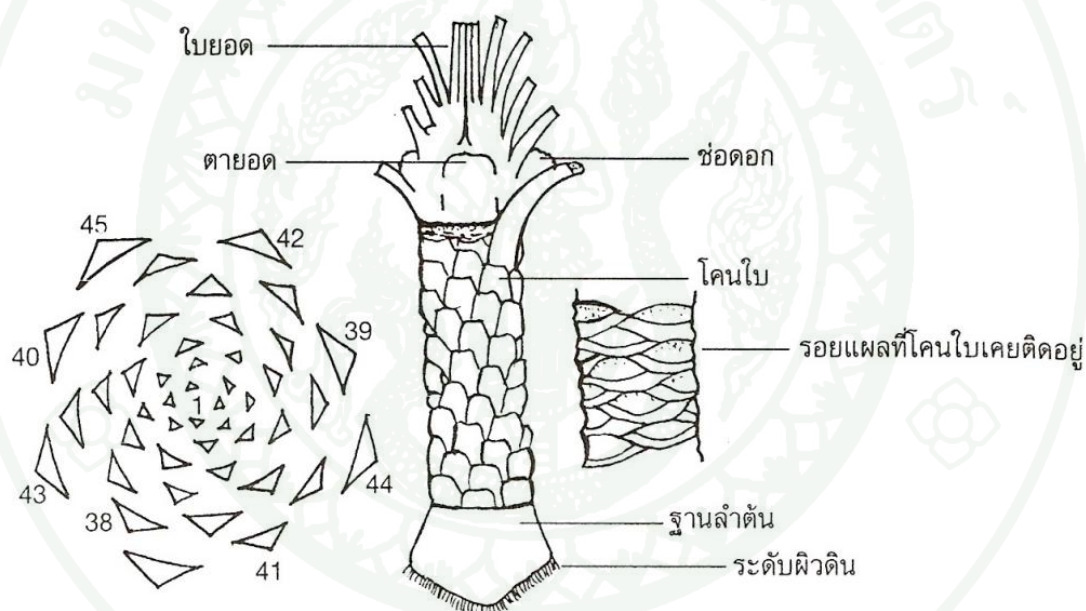
adventitious root) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-4 มิลลิเมตร ออกจากรากแรกทอดออกไปตามแนวนอน รากสาม (tertiary adventitious root) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.5 มิลลิเมตร แตกออกจากรากสอง และรากสี่ (quaternary adventitious root) ความหนาแน่นของรากจะพบในบริเวณรัศมีของพุ่มใบอยู่ลึกจากผิวดินลงไป 15-30 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2-0.5 มิลลิเมตร แตกออกจากรากที่สาม รัศมีการแผ่กระจายของราก 3.5 - 4.5 เมตร (Ugbah *et al.*, 1990) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบรากของปาล์มน้ำมัน
แหล่งที่มา: พรรณนีย์ (2544)

ลำต้น

ลำต้นมีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรง รูปร่างทรงกระบอก มีจุดเจริญเพียงตำแหน่งเดียว คือ ที่ปลายยอด ในระยะ 2-3 ปีแรก จะเจริญเติบโตด้านความกว้าง ต่อจากนั้นจะเจริญเติบโตด้านความสูง เฉลี่ยประมาณปีละ 25-50 เซนติเมตรต่อปี ลำต้นปาล์มน้ำมันจะเพิ่มความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม (Gascon *et al.*, 1989) โดยส่วนปล้องจะยืดตัวขึ้น เพราะไม่มีเนื้อเยื่อเจริญในระบบท่อน้ำท่ออาหาร ส่วนข้อจะเห็นได้เมื่อโคนใบหลุดไปจากลำต้น โดยทางใบจะติดอยู่กับลำต้นอย่างน้อย 12 ปี และเริ่มร่วงจากใบล่างขึ้นไปหาใบบน รอบลำต้นกาบใบจะเรียงตัวเป็นเกลียววนซ้ายหรือขวา แตกต่างกันไปในปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ (Arasu, 1970) ดังภาพที่ 3

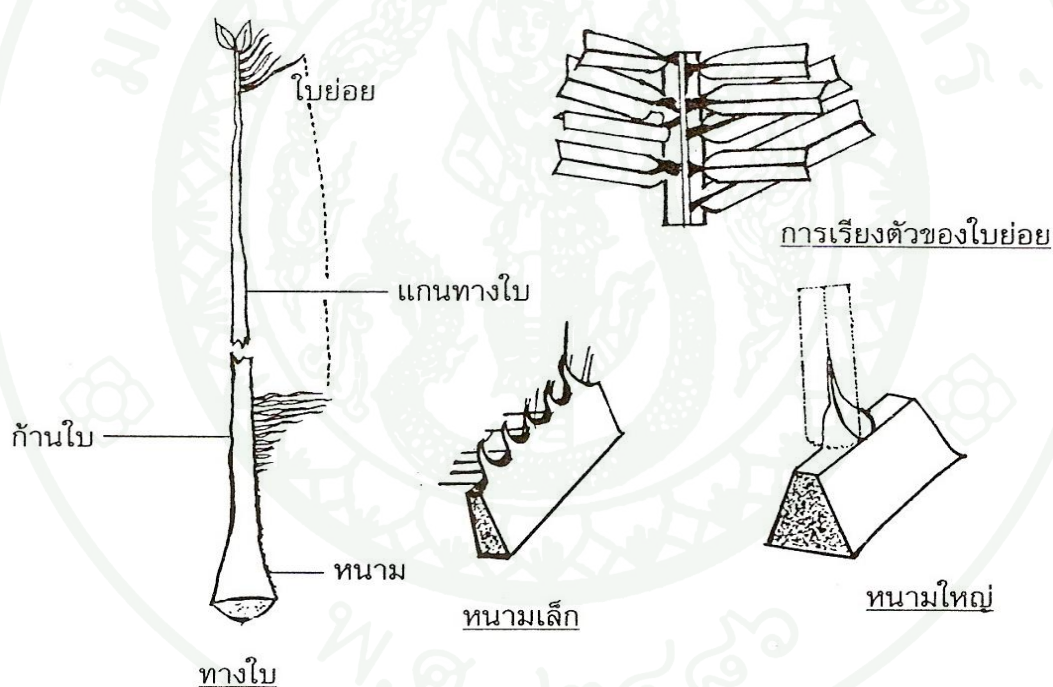


ภาพที่ 3 ส่วนของลำต้นและการเวียนของใบ

แหล่งที่มา: วีระ และคณะ (2548)

ใบ

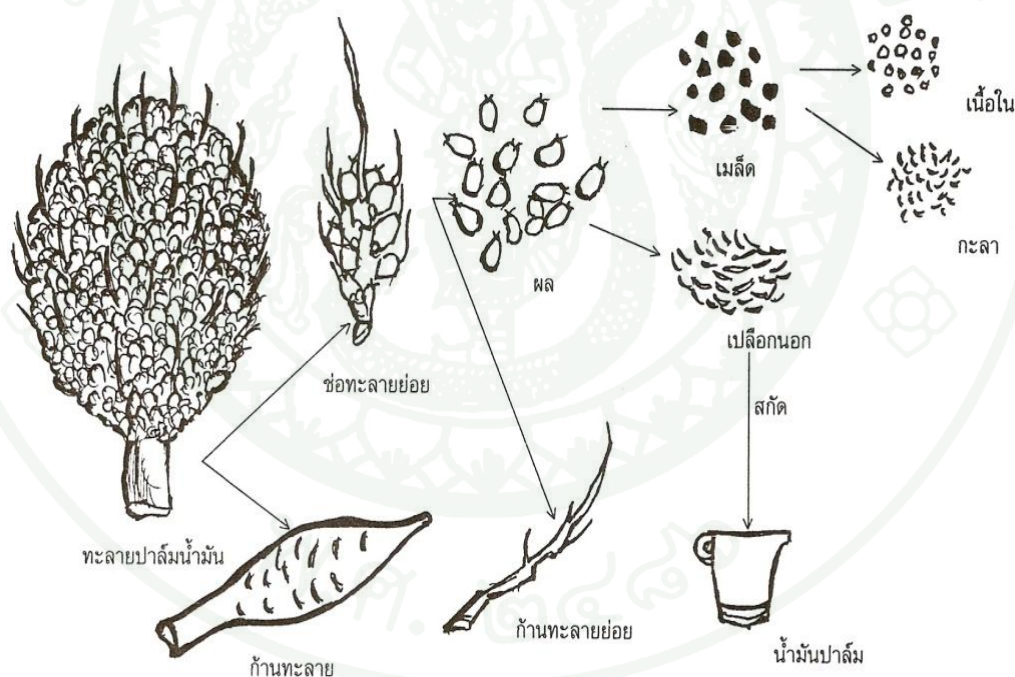
ใบประกอบด้วย ใบย่อย (leaflet) เรียงเหลื่อมกันสองระดับดังภาพที่ 4 ในแต่ละข้างของแกนอันเป็นลักษณะพิเศษของปาล์มน้ำมัน (Corley and Gray, 1976) แต่ละใบย่อยจะประกอบไปด้วยแผ่นใบ (lamina) ท่อและตรงกลางจะมีแกนทางใบ (rachis) ต่อกับโคนก้านใบ (petiole) ส่วนที่เป็นใบย่อยที่อยู่ล่างสุดจะไม่มีการพัฒนา ส่วนที่ขนาดสั้นของใบย่อยจะเริ่มเปลี่ยนเป็นหนาม (spine) หนามมี 2 ชนิด คือ หนามเล็กที่ประกอบขึ้นจากเส้นใยของก้านทางใบ (fiber spine) และหนามขนาดใหญ่ที่เกิดจากก้านใบของใบย่อยที่ยังไม่พัฒนา (midrib spine) โดยจะพบชัดเจนบริเวณก้านใบ ปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตแล้วจะมีทางใบประมาณ 40-50 ทางใบ เกิดขึ้นรอบยอด (crown) ดังภาพที่ 4 (กรมวิชาการเกษตร, 2541) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของทางใบปาล์มน้ำมัน และการเรียงตัวของใบย่อย
แหล่งที่มา: พรรณนีย์ (2544)

ทะลาย

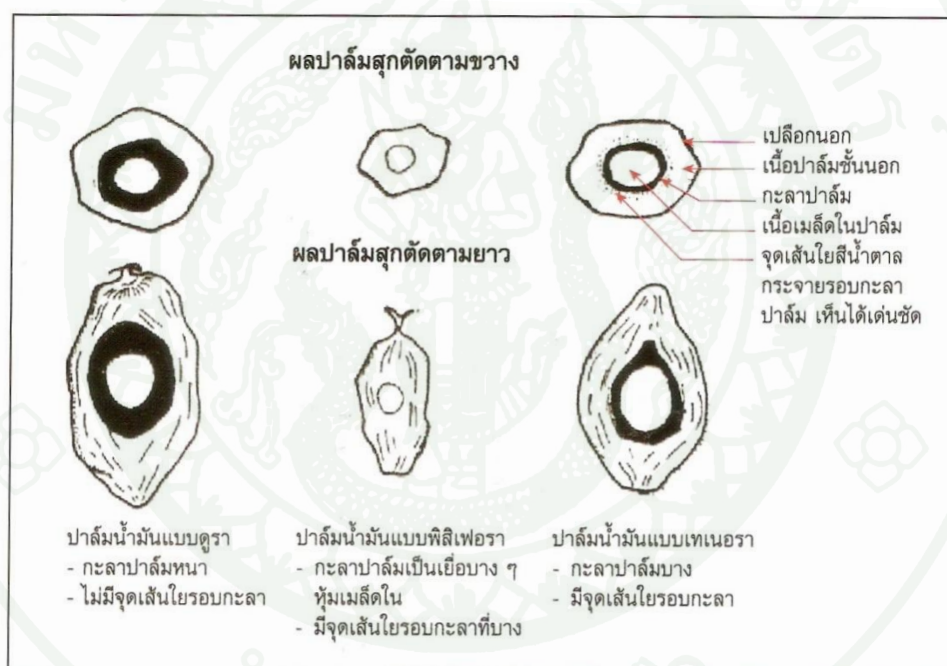
ทะลายปาล์มน้ำมันประกอบด้วย ก้านทะลาย (axil bunch) ช่อทะลายย่อย (inflorescence) และผล (fruit) รูปร่างของทะลายมีลักษณะเป็นรูปไข่ (oval) ป่องกว้างตรงกลางทะลายและเรียวยาวแหลมที่ปลาย อาจยาวถึง 50 เซนติเมตร กว้าง 35 เซนติเมตร ประกอบด้วยผลด้านนอกและผลด้านใน ผลด้านในมีลักษณะแบนและมีรังควัตถุน้อย บางผลไม่เจริญและไม่มีน้ำมัน มีบางผลเป็นแบบ parthenocarpic ไม่มีเอนโดสเปิร์ม คัพภะตรงกลางมักเป็นก้อนแข็ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ น้ำหนักของทะลายขึ้นอยู่กับอายุและสภาพแวดล้อมของต้นปาล์ม น้ำหนักทะลายโดยเฉลี่ย 10-30 กิโลกรัม อัตราส่วนของผลต่อทะลายมักจะต่ำ ในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45-70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเริ่มสุกแก่จากปลายทะลายลงไปที่โคน เมื่อสุกแก่จัดผลจะร่วงจากทะลาย (ชัยฤกษ์ และคณะ, 2534) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน
แหล่งที่มา: พรธณีย์ (2544)

ผล

ผลของปาล์มน้ำมันจัดเป็นผลแบบ drupe คล้ายผลมะพร้าว ไม่มีก้านผล (sessile drupe) รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปเรียวแหลม (lanceolate) จนถึงรูปไข่ (oval) หรือรูปยาวรี (ovate) ขนาดของผลแปรปรวนมากขึ้นกับความหนาของกะลาและขนาดของเนื้อในเมล็ด (ชัยฤกษ์ และคณะ, 2534) ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2-5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3-30 กรัม ประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเนื้อปาล์ม (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ ปัจจุบันใช้ลักษณะของผลที่แตกต่างกัน ความหนาของกะลา และการปรากฏของเส้นใยรอบกะลาในการจำแนกชนิดปาล์มน้ำมัน ซึ่งจำแนกได้ 3 แบบ คือ คูรา พิลิเฟอรา และเทเนอรา ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลปาล์มน้ำมัน

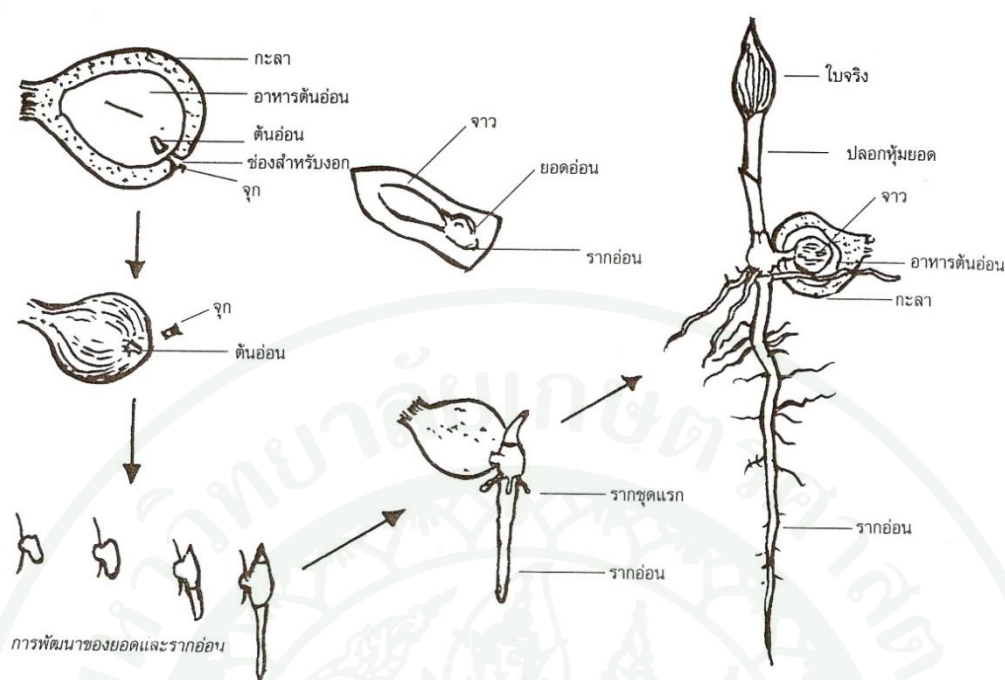
แหล่งที่มา: วีระ และคณะ (2548)

เมล็ด

เมล็ดของปาล์มน้ำมันมีลักษณะแข็ง มีเปลือกหุ้มหนาคลายผลมะพร้าว (drupe) เมล็ดประกอบด้วย กะลา (endocarp) และเนื้อใน (kernel) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่ 1-3 อัน บนกะลามีช่องสำหรับงอก (germ pore) 3 ช่อง ในกะลาประกอบด้วยอาหารต้นอ่อน (endosperm) ซึ่งเป็นเนื้อในสีขาวอมเทา มีน้ำมันสะสมอยู่และมีเยื่อ (testa) สีน้ำตาลแก่หุ้มอยู่ เมล็ดปาล์มน้ำมันจะงอกเมื่อมีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 39-40 องศาเซลเซียส การทำลายการพักตัวของเมล็ดจะช่วยให้ขบวนการงอกเกิดเร็วขึ้น เมื่อต้นอ่อนในเมล็ดเริ่มเจริญเติบโต ยอดของใบเลี้ยงจะขยายใหญ่ขึ้นมีสีเหลืองเรียกว่า จาว (haustorium) จะยังคงฝังตัวอยู่ในเนื้อใน ทำหน้าที่ดูดอาหารมาเลี้ยงต้นอ่อน จาวจะผลิตเอนไซม์มาย่อยอาหารต้นอ่อนให้เป็นของเหลว เพื่อนำไปเลี้ยงต้นอ่อนเป็นเวลาประมาณ 3 เดือน จนกระทั่งต้นอ่อนสามารถสังเคราะห์แสงได้ ดังภาพที่ 7

ต้นกล้า

ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ช่วงแรกของการเจริญเติบโต รากอ่อน (radicle) จะโผล่ออกมาเป็นส่วนแรก แล้วยอดอ่อน (plumule) จึงโผล่ตามมา ในช่วง 2 เดือนแรกนั้น ต้นกล้าจะอาศัยอาหารจากเอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) ในการเจริญเติบโต โดยระบบรากจะสร้างขึ้นมาบริเวณลำต้นเหนือรากอ่อน ซึ่งรากอ่อนนี้จะเจริญเติบโตอยู่ประมาณ 6 เดือน จากนั้นรากที่เจริญเติบโตเต็มที่ที่ทำหน้าที่แทน ในระยะแรกต้นกล้าจะสร้างเปลือกหุ้มยอด 2 แผ่นก่อนที่จะสร้างใบขึ้นหลังจากต้นกล้างอก 1 เดือน จะสร้างใบจริงรูปหอกชุดแรกขึ้น และหลังจากนั้น 3-4 เดือน จะมีใบเพิ่มขึ้นเดือนละ 1 ใบ ส่วนฐานของลำต้นจะขยายออกและระบบรากถาวรจะงอกบริเวณนี้ ต่อมาใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและใบใหม่เปลี่ยนเป็นรูป 2 แฉก (bifurcate) และเป็นรูปขนนก (pinnate) ต่อไป ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การงอกและการพัฒนาของเมล็ดจนกระทั่งเจริญเป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
แหล่งที่มา: พรรณนีย์ (2544)

ช่อดอก

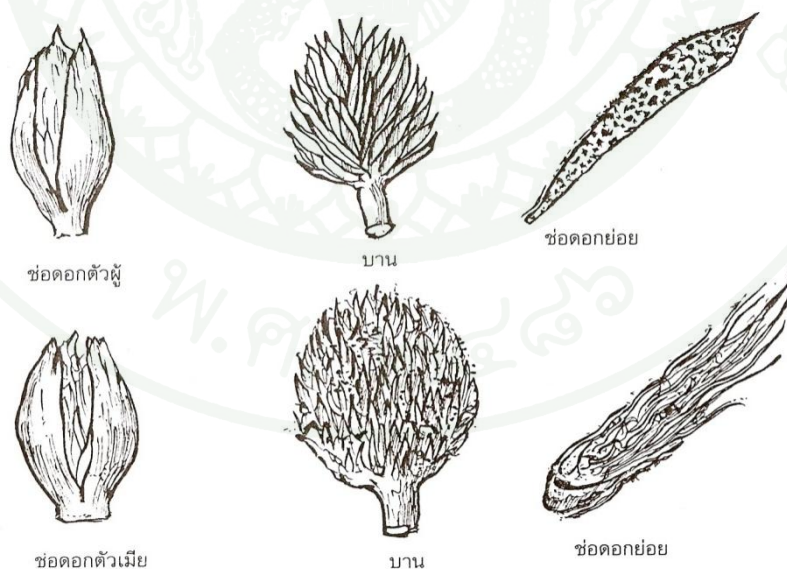
การพัฒนาของช่อดอกตั้งแต่ระยะตาดอกที่อยู่ในชอกทางใบจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้ใช้ระยะเวลาประมาณ 44 เดือน หรือ 3 ปีครึ่ง หลังจากปลุกช่อดอกจะพัฒนาตาดอกตรงชอกโคนก้านใบทุกใบ ช่อดอกที่เกิดขึ้นมาใหม่จะถูกหุ้มด้วยกาบหุ้มช่อดอก (spathe) ซึ่งจะเปิดออก 6-8 สัปดาห์ก่อนที่ดอกจะบาน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาของช่อดอก คือ ลักษณะประจำพันธุ์ นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยของสภาพแวดล้อม และการจัดสวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ปริมาณสมดุลของธาตุอาหารทั้งในดินและใบปาล์ม ปริมาณและการกระจายของฝน ความชื้นดิน และการตัดแต่งทางใบ เป็นต้น โดยทั่วไปสัดส่วนเพศระหว่างช่อดอกตัวเมียต่อช่อดอกตัวผู้สำหรับปาล์มที่เริ่มให้ผลผลิต (อายุน้อย) ประมาณ 3 : 2 และ สัดส่วนนี้จะเปลี่ยนเป็น 1 : 2 หรือ 1 : 3 เมื่อปาล์มมีอายุมากขึ้น (ธีระ และคณะ, 2548) ช่อดอกสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. ช่อดอกเพศเมีย (female inflorescence) เป็นแบบ spike หรือ spadix ยาวประมาณ 25-45 เซนติเมตร ประกอบด้วยช่อดอกย่อย (spikelet) ซึ่งมีใบประดับที่ยาวปลายแหลม (spinous bract)

เรียงเป็นเกลียวบนแกนช่อดอกใหญ่ ช่อดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางแกนจะมีดอกตัวเมียประมาณ 12-30 ดอก (กรมวิชาการเกษตร, 2541) และจะมีน้อยลงทางโคนและปลายแกนของช่อ ทั้งช่อดอกจะมีดอกตัวเมียหลายพันดอก เมื่อดอกพร้อมที่จะผสมจะเห็นยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ซึ่งมี 3 แฉก โดยดอกที่จะพัฒนาไปเป็นผลปาล์มน้ำมันนั้นจะพัฒนาอยู่ตรงกลางของกลุ่มดอก 3 ดอก ซึ่งดอกด้านข้าง 2 ดอกเป็นดอกตัวผู้ที่ไม่มีการพัฒนาไปเป็นผล (Lawton, 1981) ดังภาพที่ 8

2. ช่อดอกเพศผู้ (male inflorescence) เกิดมาจากก้านดอกที่ยาวคล้ายนิ้วมือ แต่ละก้านประกอบไปด้วยช่อดอกย่อย (spikelet) เรียงอยู่บนแกนกลางของช่อดอก ในแต่ละช่อดอกย่อยจะมีดอกตัวผู้ประมาณ 700-1,200 ดอก ช่อดอกหนึ่งจะให้เกสรตัวผู้ประมาณ 25 – 50 กรัม เพื่อใช้สำหรับผสมกับช่อดอกตัวเมีย โดยดอกจะเริ่มบานจากโคนไปสู่ปลายช่อดอก ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 วัน (Thomas and Hardter, 2003) ดังภาพที่ 8

3. ช่อดอกผสมหรือดอกกะเทย (mixed inflorescence) ช่อดอกจะมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน มักจะเกิดในระยะที่ปาล์มเริ่มให้ผลผลิตใหม่ ๆ (อายุประมาณ 3-4 ปี โดยดอกตัวเมียจะอยู่ตรงกลางช่อดอก ส่วนช่อดอกตัวผู้จะอยู่ส่วนโคนและปลายของช่อดอกใหญ่ ช่อดอกแบบนี้ไม่เป็นที่ต้องการ เพราะให้ผลผลิตต่ำ (Hartley, 1977)



ภาพที่ 8 ช่อดอกปาล์มน้ำมัน

แหล่งที่มา: พรรณนีย์ (2544)

การคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดี หมายถึง ปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยระยะเวลาสูง พร้อมทั้งสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ดี รวมถึงลักษณะทางการเกษตรที่เหมาะสม เช่น มีการเจริญเติบโตด้านความสูงช้า ความยาวทางใบไม่สั้นหรือยาวเกินไป ลำต้นอวบสมบูรณ์ ทนต่อโรคและแมลง เป็นต้น (ธีระ และคณะ, 2544)

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบเดิมจะมุ่งเน้นไปที่ปริมาณน้ำมันเพื่อการบริโภคเป็นหลัก ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบกับวิกฤตการณ์พลังงาน จึงหันมาใช้พลังงานทดแทนจากพืชน้ำมัน เพื่อใช้ในการผลิตไบโอดีเซลภายในประเทศไทย โดยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและบริษัทเอกชน จึงทำโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เพื่อสร้างลูกผสมที่ให้ปริมาณน้ำมันต่อทะลายสูงขึ้น โดยการเพิ่มส่วนเนื้อผลให้หนาขึ้น และ Rajanaidu *et al.* (1996) ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณกรดลอริกสูงเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมด้านโอเลโอเคมีคอล (oleochemical) โดยเพิ่มสัดส่วนของเนื้อในเมล็ดต่อผล (kernel per fruit) ให้มากขึ้น การสร้างพันธุ์ที่จำเพาะกับความต้องการกับอุตสาหกรรมการผลิต ถือเป็นการสร้างทางเลือกที่ดีให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากในอนาคตมีการคาดการณ์ว่า ในการซื้อขายปาล์มน้ำมันจะใช้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายเป็นเกณฑ์ในการให้ราคา

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน เริ่มจากการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของพันธุ์พ่อและแม่ (germplasm) ที่มีแหล่งที่มาของลักษณะประจำพันธุ์ ถ้าไม่มีข้อมูลดังกล่าว ต้องมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของผลผลิตแต่ละต้นประมาณ 7-10 ปี จึงจะสามารถดำเนินการคัดเลือกต้นและทำการผสมช่อดอกตัวเมียของต้นแม่พันธุ์กับละอองเกสรจากต้นพ่อพันธุ์ต่อไป ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันในแต่ละรอบ ใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 10 ปี และมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง และพื้นที่ปลูกมาก ถึงจะเพียงพอสำหรับการคัดพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นกว่าเดิม (วรารุท และคณะ, 2551) ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงลักษณะทางการเกษตรต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่เป็นองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งพิจารณาจากผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน และผลผลิตน้ำมันโดยผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันสดนั้นจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น

1) อายุของต้นปาล์มน้ำมัน ในระยะแรกที่ปาล์มน้ำมันมีอายุน้อยจะให้ผลผลิตต่ำและเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอายุระหว่าง 8-10 ปี หลังจากนั้นผลผลิตก็จะเริ่มลดลง

2) จำนวนทะลาย จำนวนผลผลิตต่อต้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนการผลิตทางใบต่อปี และสัดส่วนเพศ (คิดเป็นร้อยละของจำนวนช่อดอกตัวเมียต่อช่อดอกทั้งหมด หรือรวมทั้งช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย ในช่วงระยะเวลา 1 ปี)

3) ลักษณะน้ำหนัगतะลาย น้ำหนัगतะลายต่อต้นของปาล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับน้ำหนักของก้านทะลาย น้ำหนักและจำนวนช่อดอกย่อย จำนวนดอกต่อช่อดอกย่อย เปอร์เซ็นต์การติดผล และน้ำหนักเฉลี่ยของผลปาล์มในทะลาย ปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากขึ้นจะมีผลทำให้น้ำหนัगतะลาย จำนวนช่อดอกย่อย จำนวนดอกต่อช่อดอกย่อย และน้ำหนักเฉลี่ยของผลปาล์มน้ำมันสูงขึ้น

กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดมาตรฐานของแม่พันธุ์ดูลา โดยให้พิจารณาจากองค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบของทะลายเป็นหลัก ต้นแม่พันธุ์ดีต้องสามารถให้ผลผลิตทะลายสดไม่ต่ำกว่า 170 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อปลูกในพื้นที่เหมาะสม หรือให้ผลผลิตทะลายสดไม่ต่ำกว่า 130 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อปลูกในพื้นที่เหมาะสมปานกลาง และเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของทะลาย ต้นแม่พันธุ์ดีต้องมีเปลือกนอกสดต่อผลมากกว่า 55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีน้ำมันต่อเปลือกนอกแห้ง มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผลต้องน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และน้ำมันต่อทะลายต้องมากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ชาย และคณะ, 2548) แต่การวัดเก็บข้อมูลลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ยังไม่มีการทดลองที่เป็นวิชาการว่า ควรจะเก็บข้อมูลในแต่ละลักษณะกี่ครั้ง ที่ฤดูกาล จึงจะเป็นตัวแทนของลักษณะดังกล่าวนี้ได้ ซึ่งการวัดลักษณะใด ลักษณะหนึ่งให้ถูกต้องนั้น ขึ้นอยู่กับว่าลักษณะนั้นได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมมากหรือน้อย ถ้าลักษณะนั้นได้รับผลกระทบเนื่องจากสภาพแวดล้อมน้อย ก็ถือว่ามีความซ้ำ (repeatability) สูง ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ปาล์มสามารถเก็บข้อมูลของลักษณะนั้นได้ภายในเวลาเพียง 1-2 ฤดูกาล ในขณะที่บางลักษณะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมมาก (มีอัตราซ้ำต่ำ) จึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลหลายครั้งหรือหลายฤดูกาล เพื่อให้ได้ข้อมูลมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ (เขาวนาถ และคณะ, 2552)

อัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรม (heritability, h^2) คือ สัดส่วนความแปรปรวนที่เกิดจากพันธุกรรมเทียบกับความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีตามลักษณะที่ต้องการทดสอบในประชากรหนึ่งและภายใต้สภาวะแวดล้อมหนึ่งเท่านั้น เมื่อนำค่าอัตราพันธุกรรมจากประชากรหนึ่งมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ จำเป็นต้องพิจารณาความคล้ายคลึงของประชากร เช่น ชนิดและอายุของพืช เป็นต้น รวมทั้งพิจารณาสภาพแวดล้อมนั้นด้วย (พิระศักดิ์ และ ประเสริฐ, 2548) ถ้าทำการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมเดียว ถือเป็นการศึกษาอัตราพันธุกรรมในแนวกว้าง สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

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

$$= \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_E)$$

$h^2_{b.s.}$ = อัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมแนวกว้าง (broad-sense heritability)

σ^2_G = ความแปรปรวนทั้งหมด (genotypic variance)

σ^2_P = ความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม (phenotypic variance)

σ^2_E = ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม (environmental variance)

การวัดอัตราซ้ำ (repeatability, R)

ค่าอัตราซ้ำเป็นค่าที่ได้จากการวัดลักษณะหนึ่ง ๆ ในต้นเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง การศึกษาอัตราซ้ำมีความสำคัญต่อนักปรับปรุงพันธุ์ไม่ยีนต้น แสดงถึงค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะสูงสุด สำหรับประกอบการตัดสินใจจำนวนลักษณะที่แสดงออกในแต่ละต้น ว่าแต่ละลักษณะนั้นมีสิ่งแวดล้อมมากระทบมากหรือน้อย ซึ่ง Bulmer (1980) สามารถแบ่งองค์ประกอบของการประเมินค่าเบี่ยงเบนสิ่งแวดล้อม (environment deviation) ออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบถาวร (permanent component) เกิดจากการแสดงการข้ามของยีนบนตำแหน่งเดียวกัน พร้อมกันนั้นยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบต่าง ๆ เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงต้น ๆ ของชีวิต และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างถาวร เช่น ลักษณะหัวนมบอดของวัว

2. องค์ประกอบชั่วคราว (temporary component) เป็นองค์ประกอบที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมในช่วงสั้น ๆ มักเกิดจากความแตกต่างระหว่างการวัด เช่น ลักษณะความสูงของต้นพืช

Falconer and Mackay (1996) ได้ให้ความหมายของค่าอัตราซ้ำไว้ว่า อัตราซ้ำ คือ สัดส่วนความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมถาวรเทียบกับความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งหมด เมื่อทำการวัดซ้ำในลักษณะใดลักษณะหนึ่งภายในกลุ่มประชากรเดียวกัน สามารถนำมาคำนวณเป็นอัตราซ้ำ (repeatability) โดยใช้โมเดลทางสถิติของ Becker (1984) ดังนี้

รูปแบบทางสถิติของอัตราซ้ำ (Statistical model of Repeatability)

$$Y_{km} = \mu + \alpha_k + e_{km}$$

เมื่อ Y_{km} = ค่าสังเกตที่ได้จากการวัดลักษณะหนึ่งของลูกต้นที่ k วัดครั้งที่ m
 μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร
 α_k = อิทธิพลของพืชต้นที่ k
 e_m = อิทธิพลของสภาพแวดล้อมในการวัดครั้งที่ m

ประโยชน์ของอัตราซ้ำเพื่อบอกขนาดหรือจำนวนการแสดงออกหรือพฤติกรรมที่ยังคงปรากฏขึ้นตลอด (Dohm, 2002) และยังสามารถใช้เพื่อประเมินค่าสูงสุด (upper limit) ของค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) เพื่อประเมินจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการวัดลักษณะ ใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อกำหนดจำนวนค่าสังเกตต่อต้นของลักษณะที่ต้องการศึกษา จะต้องเก็บจำนวนเท่าใดในแต่ละต้นจึงจะเหมาะสม เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและแรงงาน โดยค่าอัตราซ้ำที่มีค่าสูงแสดงถึงค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุดได้ด้วย ถ้าอัตราซ้ำมีค่าสูง การวัดแต่ละลักษณะของพืชจะใช้จำนวนครั้งที่น้อย หากอัตราซ้ำมีค่าต่ำจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนซ้ำให้มากขึ้น อัตราซ้ำยังสามารถทำนายอนาคตการแสดงออก (performance) ของลักษณะนั้นจากค่าอัตราซ้ำที่มีอยู่เดิม และใช้อธิบายสหสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการวัดลักษณะใดลักษณะหนึ่งในต้นเดียวกัน ซึ่งต้นที่ทำการประเมินจะถูกวัดซ้ำในช่วงเวลาหนึ่ง (Hansche, 1983)

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation; r_G) คือ ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะสองลักษณะที่สามารถเห็นได้ โดยมีสาเหตุมาจากการที่ยีน (gene) ที่ตำแหน่งหนึ่งมีผลในทางควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotropy) ทำให้ทราบถึงการทำงานของยีนแบบ pleiotropy และทราบวิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมของลักษณะ มีประโยชน์อย่างมากต่อการปรับปรุงพันธุ์พืช เพราะสามารถกำหนดแผนการคัดเลือกลักษณะที่สามารถเพิ่มความก้าวหน้าของอีกลักษณะหนึ่งได้ ลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชหรือสัตว์หลาย ๆ ลักษณะมีการแสดงออกไม่เป็นอิสระต่อกัน การแสดงออกของลักษณะหนึ่งจะมีผลกระทบต่ออีกลักษณะหนึ่ง อาจเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อปรับปรุงลักษณะหนึ่งให้ดีขึ้นมีผลทำให้อีกลักษณะดีขึ้นหรือลดลงก็ได้ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1996) การทราบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองว่าเป็นไปในทิศทางใด และมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเท่าไร จะช่วยให้การคัดเลือกและการวางแผนปรับปรุงพันธุ์ได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation: r_P) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสองลักษณะที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ซึ่งลักษณะที่ปรากฏนั้น เกิดมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมร่วมกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม แต่ปฏิกริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (genotype by environment interaction) อาจเป็นแบบร่วมหรือแบบหักล้างกันก็ได้ ส่งผลให้ค่าของลักษณะปรากฏมีค่าไม่เท่ากับผลรวมของอิทธิพลของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

ในการศึกษาการประเมินอัตราเข้าได้มีการศึกษามาแล้วใน องุ่น มะม่วง พืช มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์ ฝรั่ง และปาล์มน้ำมัน (Albuquerque *et al.*, 2004) ดังนี้

ธีระ และคณะ (2544) ศึกษาสหสัมพันธ์ (correlation) วิเคราะห์เส้นทาง (path coefficient) และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (heritability) ของปาล์มน้ำมันลูกผสมชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทเนอร่า โดยบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบผลผลิตเป็นเวลา 4 ปี ติดต่อกัน พบว่า น้ำหนักทะลายทั้งหมด เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย และ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อผล ในปาล์มน้ำมันแบบคูราและเทเนอร่าเป็นลักษณะที่มีนัยสำคัญยิ่งในสหสัมพันธ์ทางบวก ที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมสูงต่อผลผลิตน้ำมัน นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันแบบพิลีเฟอร่า ลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด จำนวนทะลาย น้ำหนักต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย พบลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมสูงต่อผลผลิตน้ำมัน

ด้วยเช่นกัน สำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อผล และเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายมี การถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างสูง

เกรียงศักดิ์ (2545) ศึกษาอัตราส่วนของลักษณะคุณภาพผลฝรั่งในฤดูหนาวและฤดูร้อน เพื่อ ประเมินองค์ประกอบความแปรปรวนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิต ที่มี อิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะคุณภาพผล พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (correlation coefficient = 0.88) ค่าความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษาทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อน หาก ในฤดูหนาวค่าความสัมพันธ์เป็นบวก ค่าความสัมพันธ์ในฤดูร้อนก็เป็นบวกเช่นกัน และพบว่าการ ประเมินค่าสูงสุดของค่าอัตราพันธุกรรมจากค่าอัตราซ้ำ ควรใช้ค่าอัตราซ้ำที่ประเมินได้จากฤดูกาลที่มี ค่าต่ำกว่า เนื่องจากให้ค่าประเมินที่ใกล้เคียงกับอิทธิพลของความแปรปรวนจากพันธุกรรมที่มีผลต่อ การแสดงออกของลักษณะปรากฏมากกว่า ความแปรปรวนของลักษณะคุณภาพฝรั่งส่วนใหญ่เป็นผล มาจากความแปรปรวนของพันธุกรรม สภาพแวดล้อมของฤดูกาล และความแตกต่างของตัวอย่างผล ภายในต้น ในขณะที่ได้รับอิทธิพลจากความแปรปรวนระหว่างต้นภายในพันธุ์ต่ำ ดังนั้นการประเมิน คุณภาพผลสำหรับคัดเลือกฝรั่ง จึงควรใช้ตัวอย่างผลจำนวนมากจากหนึ่งต้นเป็นระยะเวลาหลาย ฤดูกาล

Souza and Costa (2003) ทำการศึกษาหาค่าอัตราซ้ำ และจำนวนครั้งของการประเมิน 5 ลักษณะในผลผลิตขององุ่น ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ คั้น ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนัก (ความยาว ความกว้าง และน้ำหนักของพวง) และ จำนวนผลต่อพวง จากต้นองุ่นจำนวน 11 ต้น เก็บผลผลิตจำนวน 5 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่เก็บได้ไป วิเคราะห์หาอัตราซ้ำ ค่าสหสัมพันธ์ และพาโทเอฟเฟกต์ เขียน พบว่า ค่าอัตราซ้ำที่ประเมินได้มีค่าอยู่ ระหว่าง 0.475 - 0.837 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 81.90 - 96.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำคั้น และความยาวของพวง ให้ค่า อัตราซ้ำต่ำ สรุปได้ว่า ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางผลมีค่าอัตราซ้ำสูง มีความสัมพันธ์ทางบวกและ อิทธิพลทางตรงสูงกับผลผลิตองุ่น การคัดเลือกต้นองุ่นเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ จึงควรพิจารณาจาก ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางผลเป็นหลัก

Costa (2004) ศึกษาหาอัตราซ้ำในหลายลักษณะของมะม่วง ได้แก่ จำนวนผลทั้งหมดต่อ ต้น ผลผลิตต่อต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย น้ำหนักเนื้อผล น้ำหนักเปลือกผล น้ำหนักเมล็ด เส้นผ่าน ศูนย์กลางผลตามแนวยาว เส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวขวาง สัดส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนว ยาวต่อแนวขวาง เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดตามแนวยาว เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดตามแนวขวาง สัดส่วน

ของเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดตามแนวยาวต่อแนวขวาง แล้วประเมินหาจำนวนผลที่เหมาะสมในการศึกษาแต่ละลักษณะ จากการประเมินค่าอัตราซ้ำ พบว่า สัดส่วนของลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวยาว เส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวขวาง สัดส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวยาวต่อแนวขวาง และลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดตามแนวขวาง ที่ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ในการประเมินค่าอัตราซ้ำที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่า จำนวนผลที่เหมาะสมคือ 4 ผล ในลักษณะน้ำหนักเนื้อผล และน้ำหนักเปลือกผล ลักษณะน้ำหนักผลเฉลี่ย และเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดตามแนวยาว ใช้จำนวน 5 ผล ส่วนลักษณะจำนวนผลทั้งหมดและเส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวขวาง ใช้จำนวน 6 และ 5 ผล ตามลำดับ ซึ่งความแม่นยำในการประเมินอยู่ที่ 87 เปอร์เซ็นต์

Cedillo *et al.* (2008) ศึกษาจำนวนผลต่อทะลายและผลผลิตต่อปีของปาล์มน้ำมัน ในการประเมินความคลาดเคลื่อนและวัดอัตราซ้ำ เพื่อหาจำนวนทะลายที่น้อยที่สุดที่ต้องเก็บข้อมูลและนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์กรรมในรุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 (เทเนอร์) พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างจำนวนทะลายต่อต้านกับผลผลิต มีความสัมพันธ์ทางลบ แสดงว่า เมื่อคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตสูง จำนวนทะลายจะลดลง โดยทั่วไป สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจะแสดงผลตรงกันข้ามกับสหสัมพันธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อม ผลจากการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องนาน 5 ปี ทำให้ค่าที่ประเมินได้ค่อนข้างน่าเชื่อถือ ซึ่งได้ค่า ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (reliability) และค่าอัตราซ้ำ (repeatability) เท่ากับ 87.6 เปอร์เซ็นต์และ 0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินค่า phenotypic value คือ 4 ปี โดยเริ่มเก็บข้อมูลหลังจากที่ลงปลูกแล้ว 3 ปี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม
 - 1.1 ตันปาล์มน้ำมันแบบคูราที่มีทะลายสุกแก่
 - 1.2 เสียมเหล็ก
 - 1.3 กระสอบป่าน
2. อุปกรณ์ในการวัดองค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบของผล
 - 2.1 ขวานสับทะลาย
 - 2.2 ตาชั่งมาตรฐาน น้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม
 - 2.3 เครื่องคิดเลข
 - 2.4 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ชนิดดิจิทัล
 - 2.5 ตะกร้าพลาสติก
 - 2.6 ถูตาข่าย
 - 2.7 มีดสับ
 - 2.8 เขียง
 - 2.9 สมุดบันทึก
 - 2.10 ดินสอ หรือปากกา
 - 2.11 ขางลบ
3. อุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่างปาล์มน้ำมันเพื่อการสกัดน้ำมัน
 - 3.1 มีด
 - 3.2 เขียง
 - 3.3 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
 - 3.4 กระบออะลูมิเนียม สำหรับใส่ตัวอย่าง
 - 3.5 ถาดอะลูมิเนียม

- 3.6 ตู้อบ (hot air oven)
 - 3.7 เครื่องบดตัวอย่าง (150 G high speed grinder)
 - 3.8 ถุงพลาสติก
 - 3.9 โถดูดความชื้น (desiccators)
 - 3.10 เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มน้ำมัน
 - 3.11 ซ้อนตักตัวอย่าง
 - 3.12 ดินสอ หรือปากกา
 - 3.13 ปากกา permanent
 - 3.14 สมุดบันทึก
4. อุปกรณ์ในการสกัดน้ำมัน
- 4.1 เครื่อง soxhlet automatic ยี่ห้อ Buchi Universal Extraction System B-811
 - 4.2 เครื่องทำน้ำเย็น (water cooler)
 - 4.3 petroleum ether (AR grade)
 - 4.4 บีกเกอร์ที่ใช้จำเพาะกับเครื่อง soxhlet automatic
 - 4.5 กระบอกตวง ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
 - 4.6 กระบอกตวง ปริมาตร 25 มิลลิลิตร
 - 4.7 บีกเกอร์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
 - 4.8 กรวยกระดวยเซลลูโลส (fat extraction thimble)
 - 4.9 ขวดแก้วใสสำหรับใส่น้ำมันปาล์มที่สกัดแล้ว (vial)
 - 4.10 กระดาษ label
 - 4.11 ดินสอ หรือปากกา

สายพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษา

ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์บางเบ็ด เป็นชื่อเรียกปาล์มน้ำมันที่เป็นลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ผสมกันแบบเปิด (open pollination) ระหว่างพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน 2 ต้น ซึ่งหม่อมเจ้าสิทธิพรกฤดากรทรงนำเมล็ดมาจากประเทศมาเลเซียและปลูกไว้ในแปลงบางเบ็ดหรือสถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2460 โดยมีเกษตรกรนำเอาเมล็ดจากต้นแม่พันธุ์ 2 ต้นนี้ไปปลูกต่อ เพื่อทำการคัดเลือกเฉพาะแม่พันธุ์

ที่มีเนื้อในเมล็ดขนาดใหญ่ รวมทั้งมีปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil, CPO) ค่อน้ำหนัก
ทะลาย และปริมาณน้ำมันเมล็ดใน (palm kernel oil, PKO) ค่อน้ำหนักทะลายสูง

การคัดเลือกต้นปาล์มน้ำมันจากองค์ประกอบผลผลิตทะลายสด

แปลงปาล์มน้ำมันที่ศึกษาเป็นของเกษตรกรในอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ซึ่งปลูกในปี 2542
เริ่มเก็บข้อมูลผลผลิตในปี 2550 ต้นปาล์มน้ำมันมีอายุประมาณ 7 ปี ต้นแม่พันธุ์แบบคูราในแปลง
ศึกษามีจำนวน 71 ต้น พบว่า ต้นปาล์มน้ำมันแบบคูราที่ผ่านการคัดเลือกจากมาตรฐานของกรม
วิชาการเกษตรมีเพียง 33 ต้น โดยพิจารณาจากผลผลิตทะลายสดต้องมากกว่า 130 กิโลกรัมต่อต้นต่อ
ปี เมื่อปลูกในเขตพื้นที่เหมาะสมปานกลาง เช่น ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง เป็นต้น ทำการเก็บ
ข้อมูลผลผลิตตลอดทั้งปี (มกราคม ถึง ธันวาคม 2550) และเก็บข้อมูลผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต
และข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ในช่วงฤดูฝน โดยเริ่มเก็บเกี่ยวทะลายที่สุกแก่เต็มที่ ตั้งแต่เดือน
กรกฎาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ปาล์มน้ำมันทั้ง 33 ต้น มีจำนวนทะลายต่อปีอยู่ระหว่าง
6 – 14 ทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ยเท่ากับ 18.63 – 45.75 กิโลกรัม

ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ลักษณะผลผลิต ได้แก่

- จำนวนทะลาย (number of bunch, BN)
- น้ำหนักทะลาย (bunch weight, BW)

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ซึ่งประกอบด้วย

องค์ประกอบทะลาย ได้แก่

- จำนวนผลต่อทะลาย (number of fruits per bunch, NF/B)
- น้ำหนักผลต่อทะลาย (fruit weight per bunch, FW/B)
- น้ำหนักแกน (axial weight, AW)
- น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (weight of large size fruits, WLF)
- จำนวนผลขนาดใหญ่ (number of large size fruits, NLF)

- น้ำหนักผลขนาดกลาง (weight of medium size fruits, WMF)
- จำนวนผลขนาดกลาง (number of medium size fruits, NMF)
- น้ำหนักผลขนาดเล็ก (weight of small size fruits, WSF)
- จำนวนผลขนาดเล็ก (number of small size fruits, NSF)

องค์ประกอบของผล โดยการเก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ตามแนวทางได้แก่

- ความหนาเนื้อผล (mesocarp thickness, MT)
- ความหนากะลา (shell thickness, ST)
- ความหนาเนื้อในเมล็ด (kernel thickness, KT)
- ความกว้างผล (fruit width, FWI)
- ความยาวผล (fruit length, FL)
- น้ำหนักผลต่อผล (weight per fruit, W/F)
- เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%mesocarp per fruit, %M/F)
- เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (%shell per fruit, %S/F)
- เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%kernel per fruit, %K/F)

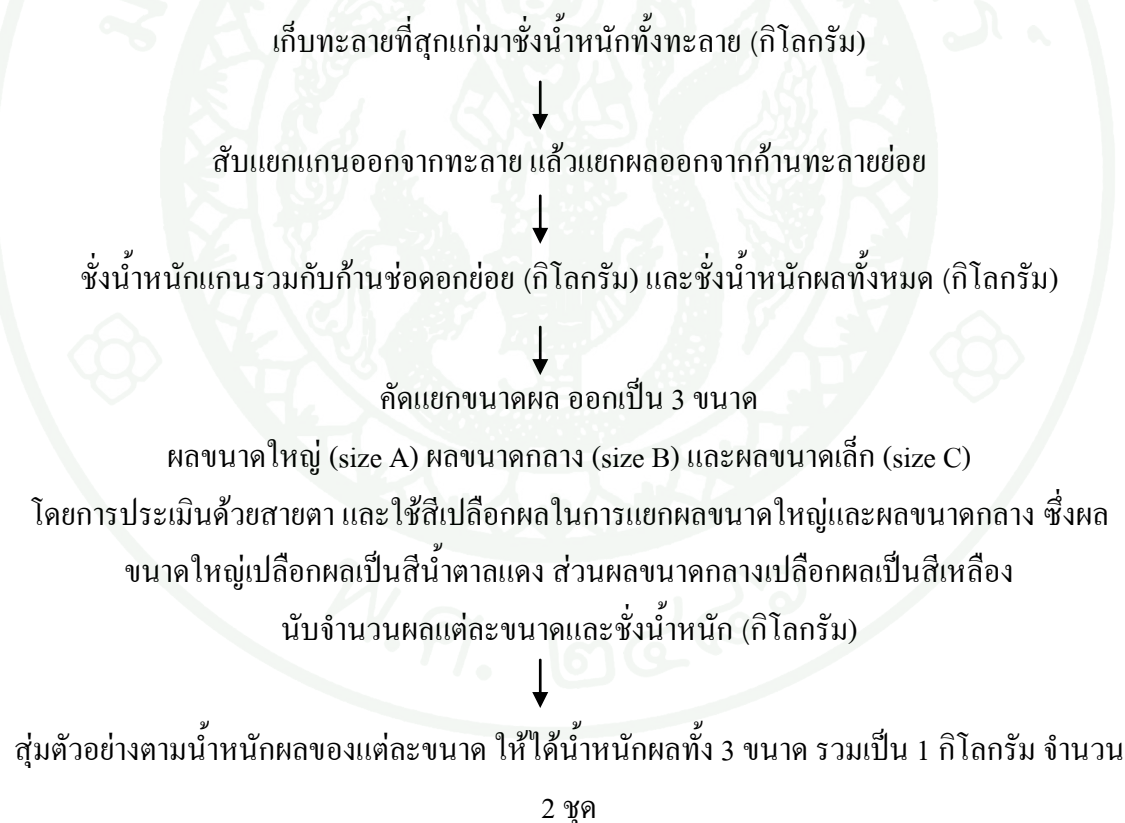
องค์ประกอบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมัน ได้แก่

- น้ำหนักเนื้อผลสดทั้งทะลาย (fresh mesocarp per bunch, FM/B)
- น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (dry mesocarp per bunch, DM/B)
- น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อผล (mesocarp oil weight, MOW)
- น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย (crude palm oil weight per bunch, CPOW/B)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด (%crude palm oil per fresh mesocarp per bunch, %CPO/FM)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง (%crude palm oil per dry mesocarp per bunch, %CPO/DM)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อน้ำหนักทะลาย (%crude palm oil per bunch, %CPO/B)
- น้ำหนักเนื้อในเมล็ดสดทั้งทะลาย (fresh kernel per bunch, FK/B)
- น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้งทั้งทะลาย (dry kernel per bunch, DK/B)
- น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อในเมล็ด (kernel oil weight, KOW)

- น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย (palm kernel oil weight per bunch, PKOW/B)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลสด (%palm kernel oil per fresh mesocarp per bunch, %PKO/FM)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (%palm kernel oil per dry mesocarp per bunch, %PKO/DM)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อน้ำหนักทะลาย (%palm kernel oil per bunch, %PKO/B)

วิธีการ

การเก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบของผล



ตัวอย่างวิธีการคำนวณการสุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

สมมติให้ ปาล์มน้ำมัน 1 ทะลาย มีน้ำหนักผลปาล์มน้ำมัน 10 กิโลกรัม แบ่งเป็น

ผลขนาดใหญ่ (size A) = 3.0 กิโลกรัม

ผลขนาดกลาง (size B) = 4.6 กิโลกรัม

ผลขนาดเล็ก (size C) = 2.4 กิโลกรัม

การสุ่มผลขนาดใหญ่ (size A)

น้ำหนักผลปาล์มน้ำมันทั้งทะลายเท่ากับ 10 กิโลกรัม มีผลขนาดใหญ่ 3.0 กิโลกรัม

ต้องการตัวอย่างผลจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดใหญ่เท่ากับ $\frac{3.0}{10.0} \times 1 = 0.30$ กิโลกรัม

ดังนั้น ในตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดใหญ่เท่ากับ 300 กรัม

การสุ่มผลขนาดกลาง (size B)

น้ำหนักผลปาล์มน้ำมันทั้งทะลายเท่ากับ 10 กิโลกรัม มีผลขนาดกลาง 4.6 กิโลกรัม

ต้องการตัวอย่างผลจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดกลางเท่ากับ $\frac{4.6}{10.0} \times 1 = 0.46$ กิโลกรัม

ดังนั้น ในตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดกลางเท่ากับ 460 กรัม

การสุ่มผลขนาดเล็ก (size C)

น้ำหนักผลปาล์มน้ำมันทั้งทะลายเท่ากับ 10 กิโลกรัม มีผลขนาดเล็ก 2.4 กิโลกรัม

ต้องการตัวอย่างผลจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดเล็กเท่ากับ $\frac{2.4}{10.0} \times 1 = 0.24$ กิโลกรัม

ดังนั้น ในตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีผลขนาดเล็กเท่ากับ 240 กรัม

เพราะฉะนั้น กลุ่มตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันมาจำนวน 1 กิโลกรัม แบ่งเป็นผลขนาดใหญ่ 300 กรัม ผลขนาดกลาง 460 กรัม และผลขนาดเล็ก 240 กรัม

ผลชุดที่ 1

สุ่มผลในแต่ละขนาดอีกครั้ง โดยสุ่มขนาดละ 4 ผล นำทั้ง 12 ผล ซึ่งน้ำหนักผลสดต่อผล วัดความกว้าง และความยาวผล บันทึกข้อมูล แล้วผ่าผลตามแนวขวาง ดังภาพที่ 2 วัดความหนาของเนื้อผล ความหนาของเนื้อในเมล็ด ความหนาของกะลา ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะนี้ จะทำการวัดบริเวณที่หนาที่สุด และบริเวณที่บางที่สุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นผ่านเนื้อผลออก แล้วกะเทาะกะลา และแยกเนื้อในเมล็ดออก นำทั้งสามส่วนไปชั่งน้ำหนักสด เพื่อหาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อผล



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน เมื่อผ่าผลตามแนวขวาง

สูตรในการคำนวณหาองค์ประกอบทะลายและองค์ประกอบของผล ดังนี้

1) เปอร์เซนต์ผลต่อทะลาย (%) (fruit bunch, %F/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักทะลาย (kg)} - \text{น้ำหนักแกน (kg)}}{\text{น้ำหนักทะลาย (kg)}} \times 100$$

2) น้ำหนักผลต่อทะลาย (g) (fruit weight per bunch, FW/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลทั้งทะลาย (g)}}{\text{น้ำหนักทะลาย (g)}}$$

3) เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%) (mesocarp per fruit, %M/F)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลสดต่อผล (g)} - \text{น้ำหนักเมล็ดสด (g)}}{\text{น้ำหนักผลสดต่อผล (g)}} \times 100$$

4) เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (%) (shell per fruit, %S/F)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลทั้งทะลาย (g)} - \text{น้ำหนักเนื้อผล (g)} - \text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด (g)}}{\text{น้ำหนักผลสดต่อผล (g)}} \times 100$$

5) เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%) (kernel per fruit, %K/F)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลสดต่อผล (g)} - \text{น้ำหนักเนื้อผล (g)} - \text{น้ำหนักกะลา (g)}}{\text{น้ำหนักผลสดต่อผล (g)}} \times 100$$

หมายเหตุ ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (mesocarp per fruit, %M/F) เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (shell per fruit, %S/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (kernel per fruit, %K/F) คัดจาก 12 ผลที่สุ่มมาจากทั้งทะลาย

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ขั้นเตรียมตัวอย่าง

ผลชุดที่ 2



ผ่าแยกส่วนเปลือกผลออกจากเมล็ด กะเทาะกะลาออก ชั่งน้ำหนักสด
แล้วชั่งน้ำหนักส่วนเนื้อผลและเมล็ดก่อนอบ

↓
 อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

↓
 ชั่งน้ำหนักหลังอบ กะเทาะส่วนของกะลาและส่วนเนื้อในเมล็ดออกจากกัน นำเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ดไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อหาน้ำหนักที่แท้จริง จากนั้นบดส่วนของเนื้อผลและเนื้อในเมล็ดให้ละเอียด เพื่อนำไปสกัดน้ำมันโดยใช้เครื่อง soxhlet extractor (Buchi Universal Extraction System B-811)



ภาพที่ 10 เครื่อง soxhlet extractor (Buchi Universal Extraction System B-811) ที่ใช้ในการสกัดน้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดুরา สายพันธุ์บางเบ็ดทั้ง 33 ต้น

ขั้นตอนการสกัด

ชั่งตัวอย่างปาล์มน้ำมันที่อบแล้วประมาณ 5 กรัม ใส่ในกระดาษกรอง (filter paper) พับปิดให้สนิทใส่ลงในกรวยกระดาษเซลลูโลส (thimble) นำกรวยกระดาษเซลลูโลส (thimble) ใส่ลงใน chamber

↓
 ตวง petroleum ether ปริมาตร 120 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ที่อบและบันทึกน้ำหนักแล้ว จากนั้นประกอบบีกเกอร์เข้ากับเครื่อง soxhlet extractor



เปิดเครื่องทำน้ำเย็นเข้ากับเครื่อง soxhlet extractor ตั้งโปรแกรมของการสกัดเป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) การสกัดน้ำมัน (2) การชะล้างน้ำมันให้ปนออกมากับ petroleum ether และ (3) การระเหย petroleum ether ออกจนหมดใช้เวลาในการสกัดน้ำมันประมาณ 3 ชั่วโมง



นำน้ำมันที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เพื่อให้ petroleum ether ระเหยออกจนหมด ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น



ชั่งน้ำหนักปึกเกอร์บันทึคน้ำหนัก จากนั้นคำนวณหาน้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย (oil per bunch, %O/B)

ซึ่งมีสูตรในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ดังต่อไปนี้

1) %ความชื้น (% moisture)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อผลก่อนอบ (g)} - \text{น้ำหนักเนื้อผลหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักเนื้อผลหลังอบ (g)}} \times 100$$

2) น้ำหนักเนื้อผลทั้งทะลาย (g) (fresh mesocarp per bunch, FM/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลทั้งทะลาย (g)} \times \text{น้ำหนักเนื้อผลก่อนอบ (g)}}{\text{น้ำหนักผลที่สุ่มมาสกัด (g)}}$$

3) น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (g) (dry mesocarp per bunch, DM/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลทั้งทะลาย (g)} \times \text{น้ำหนักเนื้อผลหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักผลที่สุ่มมาสกัด (g)}}$$

4) น้ำหนักน้ำมันทั้งทะลาย (g) (oil weight per bunch, OW/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ (g)} \times \text{น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (g)}}{\text{น้ำหนักเนื้อผลแห้ง 5 กรัม}}$$

5) เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (%) (%oil per dry mesocarp per bunch, %O/DM)

$$= \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันทั้งทะลาย}}{\text{น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย}} \times 100$$

6) เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลสด (%) (%oil per fresh mesocarp per bunch, %O/FM)

$$= \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันทั้งทะลาย (g)}}{\text{น้ำหนักเนื้อผลสดทั้งทะลาย (g)}} \times 100$$

7) เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย (%) (oil per bunch, %O/B)

$$= \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันทั้งทะลาย (g)}}{\text{น้ำหนักทะลาย (g)}} \times 100$$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (องค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบของผล และ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน) ที่ประเมินได้จากทั้ง 33 ต้น เพื่อหาค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Least significant difference, LSD) ด้วยโปรแกรม R version 2.10 (Development Core Team, 2006)

ตารางที่ 1 แสดงความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบของความแปรปรวน (variance component) (Becker, 1984)

Source of variation	d.f.	SS	MS	Expected Mean Squares
Between individuals	n-1	SS_w	MS_w	$\sigma^2_E + k_1 \sigma^2_w$
Between measurements within individuals	n(m-1)	SS_E	MS_E	σ^2_E

เมื่อ n = จำนวนต้นปาล์มน้ำมัน
 m = จำนวนทะลายที่เก็บต่อต้น
 k_1 = จำนวนข้อมูลที่เก็บต่อต้นปาล์มน้ำมันแต่ละต้น

หมายเหตุ กรณีจำนวนข้อมูลที่เก็บต่อต้นเท่ากันของแต่ละต้น $k_1 = m$

กรณีจำนวนข้อมูลที่เก็บต่อต้นไม่เท่ากันของแต่ละต้น

$$k_1 = \frac{1}{N-1} \left[m \cdot \left(\frac{\sum m_k^2}{m} \right) \right]$$

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถประเมินค่าองค์ประกอบความแปรปรวนได้ดังนี้

$$\sigma_E^2 = MS_E$$

และ

$$\sigma_w^2 = \frac{MS_w - MS_E}{k_1}$$

ตารางที่ 2 องค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ของลักษณะปรากฏ (phenotype)
(Becker, 1984)

source	V_A	V_D	V_{AA}	V_{AD}	V_{DD}	V_{EG}	V_{ES}
σ_w^2	1	1	1	1	1	1	1
σ_E^2	0	0	0	0	0	0	1

$$V_P = V_A + V_D + V_{AA} + V_{AD} + V_{DD} + V_{EG} + V_{ES}$$

$$V_G = V_A + V_D + V_{AA} + V_{AD} + V_{DD}$$

$$V_E = V_{EG} + V_{ES}$$

เมื่อ V_A = additive genetic variance
 V_D = dominant variance
 V_{AA} = additive by additive interaction variance
 V_{AD} = additive by dominant interaction variance
 V_{DD} = dominant by dominant interaction variance
 V_{EG} = general environmental variance
 V_{ES} = special environmental variance

และ $\sigma_w^2 = V_A + V_D + V_{AA} + V_{AD} + V_{DD} + V_{EG}$
 $\sigma_E^2 = V_{ES}$

ดังนั้น

$$\sigma_E^2 = MS_E$$

$$\sigma_w^2 = \frac{MS_w - MS_E}{k_1}$$

ดังนั้น ค่าอัตราซ้ำ (Repeatability)

$$R = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_w^2 + \sigma_E^2} \quad \text{หรือ} \quad R = \frac{(V_G + V_{EG})}{V_P}$$

เมื่อ σ_w^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรม
 σ_E^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม
 R = ค่าอัตราซ้ำ
 V_G = genetic variance
 V_P = phenotypic variance
 V_{EG} = general environmental variance

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราซ้ำ

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราซ้ำ (standard error of repeatability: S.E.(R)) เป็นค่าที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี (Becker, 1984) ได้แก่

1. กรณีจำนวนทะเลายที่ใช้ในการวัดเท่ากัน

$$S.E. (R) = \sqrt{\frac{[2(1-R)^2][1+(k_1-1)R]^2}{k(k-1)(N-1)}}$$

เมื่อ k คือ จำนวนทะเลายที่ใช้ในการวัดลักษณะของแต่ละต้น
 N คือ จำนวนต้นที่ศึกษา
 R คือ ค่าอัตราซ้ำ

2. กรณีจำนวนทะเลายที่ใช้ในการวัดแต่ละต้นไม่เท่ากัน

$$S.E. (R) = \sqrt{\frac{[2(m.-1)(1-R)^2][1+(k_1-1)R]^2}{k_1^2(m.-N)(N-1)}}$$

$$k_1 = \frac{1}{N-1} \left[m. \left(\frac{\sum m_k^2}{m.} \right) \right]$$

เมื่อ k_1 คือ จำนวนทะเลายที่ใช้ในการวัดลักษณะของแต่ละต้น
 N คือ จำนวนต้นที่ศึกษา
 $m.$ คือ จำนวนทะเลายทั้งหมด
 R คือ ค่าอัตราซ้ำ

ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการวัด

ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency: r) ของการวัด คือ ค่าสถิติที่แสดงถึงประสิทธิภาพหรือความแม่นยำจากการเพิ่มจำนวนครั้งในการวัดลักษณะ และสามารถนำไปใช้กำหนดจำนวนครั้งที่เหมาะสมต่อการวัดลักษณะ การคำนวณหาประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการวัดสามารถคำนวณจากค่าอัตราซ้ำของลักษณะคุณภาพผลผลิต จากสูตร (Becker, 1984)

$$\text{relative efficiency (r)} = R/(1+(n-1) R)$$

เมื่อ r คือ ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการวัด จำนวน n ครั้งเทียบกับการวัดหนึ่งครั้ง
 n คือ จำนวนครั้งที่ทำการวัดลักษณะ
 R คือ ค่าอัตราซ้ำ

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์รีเกรสชันและสหสัมพันธ์

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ที่บ่งความใกล้ชิด (closeness) โดยไม่สนใจเหตุและผลของความสัมพันธ์ ซึ่งค่าสหสัมพันธ์นั้นเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงปริมาณหลายลักษณะ โดยลักษณะที่วิเคราะห์ต้องเป็นอิสระต่อกัน (ดำเนิน, 2545; Jerrold, 1984) หากลักษณะหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงอีกลักษณะหนึ่งก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีทั้งทางบวกและทางลบ ตัวอย่างเช่น ลักษณะหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้อีกลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นเช่นกัน ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทางบวก แต่ถ้าหากลักษณะหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้อีกลักษณะหนึ่งมีค่าลดลง แสดงว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางลบ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation, r) สามารถคำนวณได้จากสูตร (สุรพล, 2536) ดังนี้

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2 \sum (y_i - \bar{Y})^2}}$$

เมื่อ r = สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y
 X_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ X (เมื่อ i คือ ค่าสังเกตที่ 1 ถึง n)
 $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X
 Y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ Y (เมื่อ i คือ ค่าสังเกตที่ 1 ถึง n)
 $\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (regression coefficient) สามารถคำนวณได้จากสูตร (สุรพล, 2536) ดังนี้

$$b = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y)/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

โดยให้

b = สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน

X = ตัวแปรอิสระ

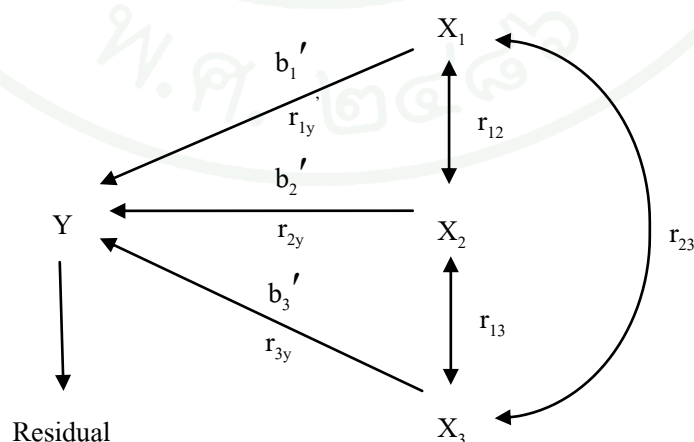
Y = ตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

การวิเคราะห์พาทโคแอฟฟิเซียน (path coefficient analysis)

การวิเคราะห์พาทโคแอฟฟิเซียน ถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกในหลายพืช เป็นการวัดอิทธิพลทางตรงของการเปลี่ยนแปลงหนึ่งต่อการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ และทำให้ทราบถึงองค์ประกอบภายในอิทธิพลรวม ซึ่งได้แก่ อิทธิพลทางตรง (direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (ดำเนิน, 2545; Jerrold *et al.*, 1984) การวิเคราะห์ดังกล่าวนี้มีประโยชน์เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระต่อตัวแปรตาม และเพื่อดูความสำคัญของตัวแปร หากตัวแปรอิสระใดมีค่าอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมน้อย สามารถตัดลักษณะดังกล่าวออกจากการประเมินได้

เมื่อลักษณะที่ศึกษาประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ X_1 , X_2 , X_3 กับตัวแปรปรวนตาม Y ซึ่งจะได้รูปแบบของความสัมพันธ์ (สุรพล, 2536) ดังนี้



ภาพที่ 11 แสดงพาทโคแอฟฟิเซียนของตัวแปรปรวนอิสระ 3 ตัว

เมื่อ b_1', b_2', b_3' คือ ค่า standardized partial regression coefficient ของ X_1, X_2 และ X_3

$$b_1' = b_1(\text{standard deviation of } X_1) / (\text{standard deviation of } Y)$$

r_{12}, r_{13}, r_{23} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นอิทธิพลทางอ้อมระหว่างตัวแปร X_1 กับ X_2, X_1 กับ X_3 และ X_2 กับ X_3 ตามลำดับ

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

$$r_{1y} = r_{11} b_1' + r_{12} b_2' + r_{13} b_3'$$

$$r_{2y} = r_{21} b_1' + r_{22} b_2' + r_{23} b_3'$$

$$r_{3y} = r_{31} b_1' + r_{32} b_2' + r_{33} b_3'$$

r_{11}, r_{22}, r_{33} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวของมันเองมีค่าเท่ากับ 1

$$r_{12} = r_{21}, r_{13} = r_{31} \text{ และ } r_{23} = r_{32}$$

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

R^2 คือ ค่าพหุสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ

$$R^2 = r_{1y} b_1' + r_{2y} b_2' + r_{3y} b_3'$$

เมื่อคำนวณค่า b_1' แล้วจึงสามารถบอกความสัมพันธ์ของปัจจัยอิสระแต่ละปัจจัยกับปัจจัยตามได้ดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_1 กับ Y

$$\text{อิทธิพลทางตรงของ } X_1 \text{ กับ } Y = b_1'$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_1 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_2 = r_{12} b_2'$$

$$\text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_1 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_3 = r_{13} b_3'$$

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

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_2 กับ Y

$$\begin{aligned} \text{อิทธิพลทางตรงของ } X_2 \text{ กับ } Y &= b_2' \\ \text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_2 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_1 &= r_{12} b_1' \\ \text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_2 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_3 &= r_{13} b_3' \\ \text{อิทธิพลรวมของ } X_2 \text{ กับ } Y &= r_{2y} \end{aligned}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_3 กับ Y

$$\begin{aligned} \text{อิทธิพลทางตรงของ } X_3 \text{ กับ } Y &= b_3' \\ \text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_3 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_1 &= r_{13} b_1' \\ \text{อิทธิพลทางอ้อมของ } X_3 \text{ กับ } Y \text{ ผ่าน } X_2 &= r_{23} b_2' \\ \text{อิทธิพลรวมของ } X_3 \text{ กับ } Y &= r_{3y} \end{aligned}$$

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบ็ด จำนวน 33 ต้น (ตารางที่ 3) เปรียบเทียบผลการเก็บข้อมูลผลผลิตเป็นระยะเวลา 12 เดือน (มกราคม ถึง ธันวาคม) กับข้อมูลผลผลิต 5 เดือน คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน ซึ่งผลการเปรียบเทียบให้ผลตรงกันว่า ลักษณะจำนวนทะลาย (NB) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนลักษณะน้ำหนักทะลาย (BW) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบ็ด จำนวน 33 ต้น

Source	d.f.	Mean squares				
		ผลผลิต (ม.ค.-ธ.ค.)		d.f.	ผลผลิต (ก.ค.-พ.ย.)	
		NB	BW		NB	BW
Treatment	32	11.17	63.45	32	1.27	134.83
Error	307	10.99	20.13	77	1.76	15.98
mean		5.88	24.01		2.39	24.04
F-test		ns	**		ns	**
C.V. (%)		56.35	18.69		55.48	16.63

หมายเหตุ จำนวนทะลาย = (number of bunch, NB) และน้ำหนักทะลาย = (bunch weight, BW)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของ
ปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Source	d.f.	Mean squares										
		NB	BW	NF/B	FW/B	AW	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF
Treatment	32	1.27	134.83	912,831	61.46	18.62	19.82	139,023	5.43	112,844	5.76	185,113
Error	77	1.76	15.98	250,865	8.07	3.68	3.47	42,529	2.53	57,387	2.18	100,987
Mean		2.39	24.04	1,938	14.11	9.93	5.7	565	4.97	683	3.44	688
F-test		ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)		55.5	16.63	25.84	20.13	19.33	32.68	36.44	31.98	35.04	42.9	46.15

หมายเหตุ จำนวนทะลาย = (number of bunch, NB), น้ำหนักทะลาย = (bunch weight, BW),
จำนวนผลต่อทะลาย = (number of fruits per bunch, NF/B), น้ำหนักผลต่อทะลาย =
(fruit weight per bunch, FW/B), น้ำหนักแกน = (axil weight, AW), น้ำหนักผลขนาดใหญ่
= (weight of large size fruits WLF), จำนวนผลขนาดใหญ่ = (number of large size
fruits, NLF), น้ำหนักผลขนาดกลาง = (weight of medium size fruits, WMF), จำนวน
ผลขนาดกลาง = (number of medium size fruits, NMF), น้ำหนักผลขนาดเล็ก = (weight
of small size fruits, WSF) และจำนวนผลขนาดเล็ก = (number of small size fruits, NSF)
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ดังตารางที่ 4 พบว่า
จำนวนทะลาย (NB) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนน้ำหนักทะลาย (BW) จำนวนผลต่อทะลาย
(NF/B) น้ำหนักผลต่อทะลาย (FW/B) น้ำหนักแกน (AW) น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF) จำนวนผล
ขนาดใหญ่ (NLF) น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF) จำนวนผลขนาดกลาง (NMF) น้ำหนักผลขนาด
เล็ก (WSF) จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกลักษณะ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบของผลปาล์ม
น้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Source	d.f.	Mean squares								
		MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	%M/F	%S/F	%K/F
Treatment	32	0.01	0.008	0.06	0.13	0.06	7.33	64.35	55.40	41.63
Error	77	0.008	0.005	0.01	0.05	0.01	1.53	30.87	23.97	8.93
Mean		0.28	0.23	1.04	2.32	1.80	7.57	47.87	34.47	17.66
F-test		ns	ns	**	**	**	**	*	*	**
C.V. (%)		33.08	31.60	11.49	9.49	6.69	16.34	11.61	14.21	16.92

หมายเหตุ ความหนาเนื้อผล = (mesocarp thickness, MT), ความหนากะลา = (shell thickness, ST), ความหนาเนื้อในเมล็ด = (kernel thickness, KT), ความยาวผล = (fruit length, FL), ความกว้างผล = (fruit width, FWI), น้ำหนักผลสดต่อผล = (weight per fruit, W/F), เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล = (%mesocarp per fruit, %M/F), เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล = (%shell per fruit, %S/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล = (%kernel per fruit, %K/F)
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

จากตารางที่ 5 ความหนาเนื้อในเมล็ด (KT) ความยาวผล (FL) ความกว้างผล (FWI) น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F) เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%M/F) เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (%S/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนลักษณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความหนาเนื้อผล (MT) และความหนากะลา (ST)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบน้ำมันจากเนื้อผล
ของปาล์มน้ำมันแบบดูลายพันธุ์บางเบิด

Source	d.f.	Mean squares							
		BW (kg)	FM/B (g)	DM/B (g)	MOW (g)	CPOW /B (g)	%CPO /FM	%CPO /DM	%CPO /B
Treatment	32	119.78	11,486,049	8,122,801	0.03	4,563,250	63.06	11.61	75.05
Error	48	13.62	2,001,637	1,222,630	0.02	688,742	25.50	9.08	19.23
Mean		23.90	6,054	5,190	3.65	3,802	63.17	73.09	16.39
F-test		**	**	**	ns	**	**	ns	**
C.V. (%)		15.44	23.37	21.3	4.12	21.83	8	4.12	26.75

หมายเหตุ น้ำหนักทะลาย = (bunch weight, BW), น้ำหนักเนื้อผลสดทั้งทะลาย = (fresh mesocarp per bunch, FM/B), น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย = (dry mesocarp per bunch, DM/B), น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อผล = (mesocarp oil weight, MOW), น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย (crude palm oil weight per bunch, CPOW/B), เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด = (%crude palm oil per fresh mesocarp, %CPO/FM), เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง = (%crude palm oil per dry mesocarp, %CPO/DM) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อน้ำหนักทะลาย = (%crude palm oil per bunch,%CPO/B)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

จากตารางที่ 6 ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลพบว่า น้ำหนักเนื้อผลสดทั้งทะลาย (FM/B) น้ำหนักเนื้อผลแห้งทั้งทะลาย (DM/B) น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย (CPOW/B) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด (%CPO/FM) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อน้ำหนักทะลาย (%CPO/B) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนลักษณะน้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อผล (MOW) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง (%CPO/DM) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบน้ำมันจาก
เนื้อมะลิของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Source	d.f.	Mean squares						
		FK/B(g)	DK/B (g)	KOW(g)	PKOW/B (g)	%PKO/FM	%PKO/DM	%PKO/B
Treatment	32	1060758	898,658	0.08	163,423	33.02	30.03	1.84
Error	48	291517	283305	0.04	69791	15.39	17.17	0.98
Mean		2023	1916	2.24	850	44.87	42.53	3.61
F-test		**	**	**	**	**	*	*
C.V. (%)		26.69	27.78	8.74	31.06	8.74	9.74	27.4

หมายเหตุ น้ำหนักเนื้อมะลิสดทั้งทะลาย = (fresh kernel per bunch, FK/B), น้ำหนักเนื้อมะลิแห้งทั้งทะลาย = (dry kernel per bunch, DK/B), น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อมะลิ = (kernel oil weight, KOW), น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อมะลิต่อทะลาย = (palm kernel oil weight per bunch, PKOW/B), เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อเนื้อผลสด = (%palm kernel oil per fresh mesocarp, %PKO/FM), เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อเนื้อผลแห้ง = (%palm kernel oil per dry mesocarp, %PKO/DM) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อน้ำหนักทะลาย = (%palm kernel oil per bunch, %PKO/B)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

จากตารางที่ 7 ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิ พบว่า น้ำหนักเนื้อมะลิสดทั้งทะลาย (FK/B) น้ำหนักเนื้อมะลิแห้งทั้งทะลาย (DK/B) น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อมะลิ (KOW) น้ำหนักน้ำมันจากเนื้อมะลิต่อทะลาย (PKOW/B) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อเนื้อผลสด (%PKO/FM) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อเนื้อผลแห้ง (%PKO/DM) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อมะลิต่อน้ำหนักทะลาย (%PKO/B) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทุกลักษณะ

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะองค์ประกอบทะลาย
องค์ประกอบผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายที่นำมาสกัดน้ำมันในช่วงเดือน
กรกฎาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2550

Source	d.f.	Mean squares						
		BW (kg)	FW/B (kg)	%M/F	%S/F	% K/F	%CPO/B	%PKO/B
Treatment	4	59.85	3.30	48.8	74.49	27.59	12.94	2.00
Error	75	56.02	27.33	74.50	73.77	10.79	43.60	1.30
mean		31.20	33.94	21.64	18.35	24.68	40.24	31.66
F-test		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)		23.99	15.40	39.88	46.81	13.31	16.41	3.60

หมายเหตุ น้ำหนักทะลาย = (bunch weight, BW), น้ำหนักผลต่อทะลาย = (fruit weight per bunch, FW/B), เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล = (%mesocarp per bunch, %M/F), เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล = (%shell per fruit, %S/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล = (%kernel per fruit, %K/F), เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อน้ำหนักทะลาย = (%crude palm oil per bunch, %CPO/B) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากส่วนเนื้อในเมล็ดต่อน้ำหนักทะลาย = (%palm kernel oil per bunch, %PKO/B)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

จากตารางที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายที่นำมาสกัดน้ำมันในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พบว่า ทุกลักษณะ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F) ที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

plant No.	ค่าเฉลี่ยของลักษณะ									
	BW (kg)	FW/B (kg)	AW (kg)	NF/B (fruits)	WLF (kg)	NLF (fruits)	WMF (kg)	NMF (fruits)	WSF (kg)	NSF (fruits)
B4	32.00 cd	18.60 b-d	13.40 a-c	1907.00 d-i	7.20 c-h	580.00 c-h	6.00 a-g	577.00 c-e	5.40 a-d	750.00 b-g
B15	18.98 g-i	10.43f-h	8.55 d-g	1576.25 f-i	3.15 hi	396.25 gh	4.88 c-g	681.50 b-e	2.40 d-f	498.50 c-g
B16	22.00 e-i	12.00 d-h	10.00 c-f	1716.00 e-i	5.60 e-i	644.00 b-h	3.60 fg	542.00 de	2.80 d-f	530.00 c-g
B17	15.50 i	8.60 h	6.90 g	1589.00 f-i	2.70 hi	348.00 gh	4.50 d-g	821.00 b-d	1.40 ef	420.00 d-g
C13	21.26 f-i	12.66 d-h	8.60 d-g	1952.80 d-h	4.12 hi	571.60 d-h	5.76 b-g	793.60 b-d	2.78 d-f	587.60 b-g
C14	16.47 i	9.53 gh	6.93 g	1513.00 f-i	2.47 i	236.67 h	3.73 fg	536.00 de	3.33 d-f	740.33 b-g
C15	35.90 bc	22.47 ab	13.43 ab	2846.67 ab	9.40 b-d	992.33 ab	6.60 a-d	822.67 b-d	6.47 ab	1031.67 ab
C16	24.33 d-g	13.13 d-h	11.20 b-d	1844.33 d-i	5.53 f-i	571.67 c-h	4.20 e-g	597.00 c-e	3.40 d-f	675.67 b-g
C19	21.35 f-i	12.10 d-h	9.25 c-g	1705.50 e-i	4.70 g-i	443.00 e-h	4.40 d-g	612.50 c-e	3.00 d-f	650.00 b-g
D1	21.87 e-i	14.13 d-f	7.73 fg	1579.00 f-i	6.53 d-h	610.33 c-h	5.07 b-g	594.67 c-e	2.53 d-f	374.00 e-g
D12	18.80 g-i	10.00 f-h	8.80 d-g	2128.00 b-h	2.70 hi	360.00 gh	4.30 d-g	815.00 b-d	3.00 d-f	953.00 a-d
D14	19.45 g-i	9.00 h	10.45 c-f	1450.75 g-i	2.40 i	282.50 h	3.95 fg	599.50 c-e	2.65 d-f	568.75 b-g
D17	21.63 f-i	12.48 d-h	9.15 c-g	1488.50 g-i	5.08 g-i	426.00 f-h	5.10 b-g	607.25 c-e	2.30 d-f	455.25 d-g
E1	22.23 e-i	13.13 d-h	9.10 c-g	2222.67 a-f	4.00 hi	481.33 d-h	5.13 b-g	774.67 b-d	4.00 c-e	966.67 a-c
E13	19.76 g-i	11.18 f-h	8.58 d-g	1401.00 h-i	3.56 hi	323.60 h	4.52 d-g	526.20 de	3.10 d-f	551.20 c-g

ตารางที่ 9 (ต่อ)

plant	ค่าเฉลี่ยของลักษณะ									
No.	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF
	(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)
E14	32.25 c	19.13 bc	13.13 a-c	2639.50 ab	7.43 c-g	755.00 a-d	7.20 ab	990.75 ab	4.50 b-d	893.75 a-e
F13	28.80 c-e	14.50 c-f	14.30 ab	1325.00 h-i	7.80 b-f	527.50 d-h	5.40 b-g	550.00 de	1.30 f	247.50 g
F17	23.00 d-h	13.80 d-f	9.20 c-g	1486.00 g-i	8.27 b-g	626.33 c-h	3.60 g	536.33 de	1.93 ef	323.33 fg
G1	24.20 d-g	15.33 c-e	8.87 d-g	1442.33 g-i	8.20 b-f	581.33 c-h	4.33 d-g	451.67 de	2.80 d-f	409.33 d-g
G5	18.18 hi	9.60 gh	8.58 d-g	1128.33 i	4.20 hi	313.50 h	3.40 g	376.17 e	2.00 ef	438.67 d-g
G13	20.98 f-i	12.64 d-h	8.34 e-g	1723.40 e-i	4.48 hi	455.00 e-h	4.32 d-g	632.80 c-e	3.84 c-e	635.60 b-g
G14	31.93 cd	18.33 b-d	13.60 ab	3020.33 a	5.33 f-i	720.00 a-f	8.67 a	1340.33 a	4.33 b-d	960.00 a-c
H10	22.38 e-i	12.78 d-h	9.60 c-g	1646.20 f-i	5.02 g-i	429.60 f-h	4.16 e-g	550.40 de	3.60 d-f	666.20 b-g
H14	20.53 f-i	13.47 d-g	7.07 g	2481.00 a-c	5.40 f-i	737.00 a-e	4.80 c-g	914.00 bc	3.27 d-f	830.00 a-f
I9	43.25 a	27.55 a	15.70 a	2875.50 ab	13.60 a	1071.00 a	7.80 ab	877.00 b-d	6.15 a-c	927.50 a-e
I11	31.53 cd	18.50 b-d	13.03 a-c	1959.00 c-h	9.03 b-e	708.67 a-g	6.47 a-e	703.67 b-e	3.00 d-f	546.67 c-g
I13	40.60 ab	25.00 a	15.60 a	2926.25 a	10.35 b	870.50 a-c	7.00 a-c	784.25 b-d	7.65 a	1271.50 a
J3	18.70 g-i	10.17 f-h	8.53 d-g	2154.00 b-g	3.10 hi	435.67 e-h	3.60 g	704.00 b-e	3.47 d-f	1014.33 ab
J6	30.33 cd	19.20 bc	11.13 b-d	2076.67 b-h	9.67 bc	798.67 a-d	6.27 a-f	707.00 b-e	3.27 d-f	571.00 b-g

ตารางที่ 9 (ต่อ)

plant No.	ค่าเฉลี่ยของลักษณะ									
	BW (kg)	FW/B (kg)	AW (kg)	NF/B (fruits)	WLF (kg)	NLF (fruits)	WMF (kg)	NMF (fruits)	WSF (kg)	NSF (fruits)
J7	22.47 e-i	14.00 d-f	8.47 d-g	2293.67 a-e	5.47 f-i	689.33 b-g	5.07 b-g	845.00 b-d	3.47 d-f	759.33 b-g
J8	20.80 f-i	11.90 e-h	8.90 d-g	1715.33 e-i	4.77 g-i	512.67 d-h	3.87 fg	519.67 de	3.27 d-f	683.00 b-g
K6	25.03 d-f	14.43 d-f	10.60 c-e	2378.00 a-d	6.43 e-h	820.83 a-c	4.23 e-g	683.83 b-e	3.77 c-e	873.33 a-e
M7	22.30 e-i	15.03 c-e	7.28 g	2364.00 a-d	6.58 d-h	700.50 b-g	4.55 d-g	766.00 b-d	3.90 c-e	897.50 a-e
Mean	24.51	14.39	10.12	1956.21	5.89	576.38	5.04	691.92	3.46	687.91

ตารางที่ 10 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมันแบบคูรา
สายพันธุ์บางเบ็ด

plant	ค่าเฉลี่ยของลักษณะ						
No.	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
B4	0.88ab	2.03c-e	1.53j	4.76g	58.01a	26.45d	15.54c-f
B15	1.22a	2.44a-e	1.90a-g	8.21a-e	44.33bc	32.83b-d	22.84ab
B16	1.16ab	2.16a-e	1.71e-j	5.44fg	43.93bc	30.78b-d	25.29a
B17	0.95ab	2.13a-e	1.75c-j	6.20d-g	49.21ab	32.53b-d	18.26b-d
C13	1.10ab	2.33a-e	1.74c-j	7.04b-g	47.18a-c	27.57d	25.26a
C14	0.96ab	2.19a-e	1.71e-j	6.83c-g	51.08ab	29.72cd	19.19ab-d
C15	1.25a	2.41a-e	1.90a-g	8.39a-e	47.25a-c	32.92b-d	19.83a-d
C16	1.06ab	2.30a-e	1.82a-i	7.17b-g	44.49bc	38.66a-c	16.85b-e
C19	0.98ab	2.33a-e	1.65g-j	6.69c-g	52.63ab	29.24cd	18.14b-d
D1	1.15ab	2.41a-e	1.92a-f	8.37a-e	36.13c	46.41a	17.46b-e
D12	0.79ab	2.00de	1.59ij	4.98g	49.87ab	31.64b-d	18.50b-d
D14	0.88ab	2.06b-e	1.62h-j	6.24d-g	51.43ab	30.27cd	18.30b-d
D17	1.07ab	2.60a	1.90a-g	8.75a-d	52.96ab	29.16cd	17.89b-d
E1	0.80ab	2.03c-e	1.64g-j	6.14d-g	53.10ab	37.32a-d	9.59f
E13	1.05ab	2.59a	1.87a-h	8.59a-e	48.97ab	33.00b-d	18.03b-d
E14	1.05ab	2.26a-e	1.79a-j	7.15b-g	46.58a-c	34.06b-d	19.37a-d
F13	1.12ab	2.59a	1.99a-d	10.06a	45.21bc	39.07a-c	15.74c-f
F17	1.16a	2.52a-c	2.04a	10.13a	50.41ab	34.44b-d	15.15c-f
G1	0.86ab	2.48a-d	2.03ab	9.60ab	48.81ab	36.91a-d	14.28d-f
G5	1.03ab	2.29a-e	1.82a-i	7.22b-g	45.28bc	36.07a-d	18.66a-d
G13	0.83ab	2.32a-e	1.81a-i	8.36a-e	51.43ab	32.99b-d	15.58c-f
G14	1.06ab	2.46a-d	1.78a-j	7.81a-f	53.57ab	28.96cd	17.47b-e
H10	1.16ab	2.55a	1.83a-i	8.36a-e	44.83bc	35.85a-d	19.32a-d
H14	1.03ab	2.01de	1.59ij	5.26fg	44.58bc	33.68b-d	21.74a-c
I9	1.12ab	2.57a	2.01a-c	9.28a-c	47.31a-c	38.68a-c	14.02d-f

ตารางที่ 10 (ต่อ)

plant	ค่าเฉลี่ยของลักษณะ						
No.	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
I11	1.13ab	2.53ab	1.99a-d	9.61ab	52.56ab	33.69b-d	13.74d-f
I13	1.14ab	2.45a-d	1.95a-e	10.05a	44.48bc	41.26ab	14.27d-f
J3	0.67b	1.96e	1.59ij	5.39fg	54.65ab	34.37b-d	10.98ef
J6	1.15ab	2.45a-d	1.93a-f	8.81a-d	47.91a-c	35.63a-d	16.45b-e
J7	0.98ab	2.17a-e	1.63h-j	5.95e-g	47.38a-c	36.06a-d	16.57b-e
J8	1.13ab	2.28a-e	1.77b-j	6.94b-g	46.79a-c	35.47b-d	17.75b-d
K6	1.12ab	2.17a-e	1.72d-j	6.32d-g	44.12bc	36.01a-d	19.88a-d
M7	0.96ab	2.04c-e	1.68f-j	6.16d-g	45.53bc	39.80a-c	14.67d-f
Mean	1.03	2.31	1.79	7.46	48.24	34.29	17.47

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยลักษณะ (ตารางที่ 9) พบว่า น้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 24.51 กิโลกรัม เมื่อคิดสัดส่วนจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล ต่อเปอร์เซ็นต์ กะลาต่อผล ต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (ตารางที่ 10) มีค่าเท่ากับ 48.24 : 34.29 : 17.47 คิดเป็น สัดส่วนจะมีค่าเท่ากับ 2.77 : 1.97 : 1.00 แสดงว่า โดยเฉลี่ยแต่ละทะลายมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เนื้อผล ต่อผลมากที่สุด รองลงมาเป็นเปอร์เซ็นต์กะลาต่อผลและเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด ตามลำดับ

ค่าอัตราส่วนของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

ตารางที่ 11 ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Source of variance	d.f.	Expected Mean Squares
Between individuals	32	$\sigma^2_E + 3.319\sigma^2_W$
Between measurements within individuals	77	σ^2_E
Total	109	

ตารางที่ 12 ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

Source of variance	d.f.	Expected Mean Squares
Between individuals	32	$\sigma^2_E + 2.437\sigma^2_W$
Between measurements within individuals	48	σ^2_E
Total	80	

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ดังตารางที่ 11 โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตจำนวน 19 ลักษณะ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจำนวน 6 ลักษณะ ดังตารางที่ 12 เพื่อกำหนดค่าความแปรปรวนที่เกิดจากพันธุกรรม (genetic variance) และสภาพแวดล้อม (environmental variance)

ตารางที่ 13 ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูรายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	σ_p^2	σ_w^2	σ_e^2	อัตราซ้ำ (R)
น้ำหนักทะลาย (BW)	51.790	35.790	16.000	0.691±0.072
น้ำหนักผลต่อทะลาย (FW/B)	24.155	16.085	8.070	0.666±0.067
น้ำหนักแกน (AW)	8.181	4.501	3.680	0.550±0.092
จำนวนผลต่อทะลาย (NF/B)	450,293	199,428	250,865	0.443±0.101
น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF)	8.396	4.926	3.470	0.587±0.087
จำนวนผลขนาดใหญ่ (NLF)	71,600	29,070	42,530	0.406±0.103
น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF)	3.402	0.873	2.529	0.257±0.106
จำนวนผลขนาดกลาง (NMF)	74,094	16,707	57,387	0.225±0.106
น้ำหนักผลขนาดเล็ก (WSF)	3.987	1.808	2.179	0.331±0.106
จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF)	126,331	25,344	100,987	0.201±0.105
ความหนาของเนื้อผล (MT)	0.009	0.001	0.008	0.098±0.099
ความหนาของกะลา (ST)	0.006	0.001	0.005	0.121±0.101
ความหนาของเนื้อในเมล็ด (KT)	0.027	0.013	0.014	0.485±0.098
ความกว้างผล (FWI)	0.028	0.014	0.014	0.489±0.098
ความยาวผล (FL)	0.073	0.025	0.048	0.340±0.106
น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F)	3.278	1.748	1.530	0.533±0.094
เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%M/F)	40.956	10.086	30.870	0.246±0.106
เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (%S/F)	33.439	9.469	23.970	0.283±0.106
เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F)	18.781	9.851	8.930	0.525±0.094

จากตารางที่ 13 พบว่า สัดส่วนองค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละลักษณะ เกิดจากการแสดงออกของลักษณะที่เป็นผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมสูง ได้แก่ น้ำหนักทะลาย (BW) น้ำหนักผลต่อทะลาย (FW/B) น้ำหนักแกน (AW) น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF) น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F) ส่วนลักษณะที่ได้รับอิทธิพลมาจากพันธุกรรมต่ำ ได้แก่ จำนวนผลต่อทะลาย (NF/B) จำนวนผลขนาดใหญ่ (NLF) น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF)

จำนวนผลขนาดกลาง (NMF) น้ำหนักผลขนาดเล็ก (WSF) จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF) ความหนาของเนื้อผล (MT) ความหนาของกะลา (ST) ความหนาของเนื้อในเมล็ด (KT) ความยาวผล (FL) ความกว้างผล (FWI) เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%M/F) และเปอร์เซ็นต์เนื้อกะลาต่อผล (%S/F)

ตารางที่ 14 องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และจำนวนทะเลาะ ที่เหมาะสมของลักษณะองค์ประกอบทะเลาะของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	σ_w^2	σ_e^2	ค่าอัตราซ้ำ (R)	จำนวนทะเลาะที่เหมาะสม
น้ำหนักทะเลาะ (BW)	35.790	16.000	0.691	3
น้ำหนักผลต่อทะเลาะ (FW/B)	16.085	8.070	0.666	3
น้ำหนักแกน (AW)	4.501	3.680	0.550	4
จำนวนผลต่อทะเลาะ (NF/B)	199,428	250,865	0.443	5
น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF)	4.926	3.470	0.587	4
จำนวนผลขนาดใหญ่ (NLF)	29,070	42,530	0.406	6
น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF)	0.873	2.529	0.257	8
จำนวนผลขนาดกลาง (NMF)	16,707	57,387	0.225	10
น้ำหนักผลขนาดเล็ก (WSF)	1.808	2.179	0.331	7
จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF)	25,344	100,987	0.201	11

ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราซ้ำและจำนวนทะเลาะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตเกี่ยวกับจำนวนทะเลาะ ดังตารางที่ 14 พบว่า อัตราซ้ำของลักษณะองค์ประกอบทะเลาะที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง $0.4 \leq R < 0.7$ ได้แก่ น้ำหนักทะเลาะ ($R = 0.691$, 3 ทะเลาะ) น้ำหนักผลต่อทะเลาะ ($R = 0.666$, 3 ทะเลาะ) น้ำหนักผลขนาดใหญ่ ($R = 0.587$, 4 ทะเลาะ) น้ำหนักแกน ($R = 0.550$, 4 ทะเลาะ) จำนวนผลต่อทะเลาะ ($R = 0.443$, 5 ทะเลาะ) และจำนวนผลขนาดใหญ่ ($R = 0.406$, 6 ทะเลาะ) ส่วนลักษณะที่มีอัตราซ้ำต่ำมีค่า $R \leq 0.4$ ได้แก่ น้ำหนักผลขนาดเล็ก ($R = 0.331$, 7 ทะเลาะ) น้ำหนักผลขนาดกลาง ($R = 0.257$, 8 ทะเลาะ) จำนวนผลขนาดกลาง ($R = 0.225$, 10 ทะเลาะ) และจำนวนผลขนาดเล็ก ($R = 0.201$, 11 ทะเลาะ)

ตารางที่ 15 องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และจำนวนผลที่เหมาะสมของลักษณะองค์ประกอบผลของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	σ_w^2	σ_E^2	ค่าอัตราซ้ำ (R)	จำนวนผลที่ เหมาะสม
ความหนาของเนื้อผล (MT)	0.001	0.008	0.098	22
ความหนาของกะลา (ST)	0.001	0.005	0.121	18
ความหนาของเนื้อในเมล็ด (KT)	0.013	0.014	0.485	5
ความกว้างผล (FWI)	0.014	0.014	0.489	5
ความยาวผล (FL)	0.025	0.048	0.340	7
น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F)	1.748	1.530	0.533	4
เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล (%M/F)	10.086	30.870	0.246	9
เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล (%S/F)	9.469	23.970	0.283	8
เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F)	9.851	8.930	0.525	4

จากตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราซ้ำและจำนวนผลที่เหมาะสมของลักษณะองค์ประกอบผล พบว่า อัตราซ้ำของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบของผลที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง $0.4 \leq R < 0.7$ ได้แก่ น้ำหนักผลสดต่อผล ($R = 0.533$, 4 ทะลาย) เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล ($R = 0.525$, 4 ผล) ความกว้างผล ($R = 0.489$, 5 ผล) ความหนาของเนื้อในเมล็ด ($R = 0.485$, 5 ผล) ส่วนลักษณะที่มีอัตราซ้ำต่ำมีค่า $R \leq 0.4$ ได้แก่ ความยาวผล ($R = 0.340$, 7 ผล) เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล ($R = 0.283$, 8 ผล) เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล ($R = 0.246$, 9 ผล) ความหนาของกะลา ($R = 0.121$, 18 ผล) และความหนาของเนื้อผล ($R = 0.098$, 22 ผล)

ตารางที่ 16 ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	σ_p^2	σ_w^2	σ_e^2	อัตราซ้ำ (R)
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด (%CPO/FM)	10.12	1.04	9.08	0.102±0.136
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง (%CPO/DM)	40.91	15.41	25.50	0.377±0.127
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย (%CPO/B)	42.13	22.90	19.23	0.544±0.108
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อ ผลสด (%PKO/FM)	22.62	7.24	15.39	0.320±0.131
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อ ผลแห้ง (%PKO/DM)	22.45	5.28	17.17	0.235±0.136
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อ ทะลาย (%PKO/B)	1.33	0.35	0.98	0.266±0.134

จากตารางที่ 16 โดยพบว่า สัดส่วนองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน มีความแตกต่างกัน โดยการแสดงออกของลักษณะที่มีผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมสูง มีเพียงลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย (%CPO/B) เท่านั้น ส่วนลักษณะที่ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมต่ำ หรือเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมสูง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด (%CPO/FM) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง (%CPO/DM) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลสด (%PKO/FM) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง (%PKO/DM) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย (%PKO/B)

ตารางที่ 17 องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ค่าอัตราซ้ำ (repeatability) และจำนวนทะเลาย ที่เหมาะสมของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	σ_w^2	σ_e^2	อัตราซ้ำ (R)	จำนวนทะเลายที่ เหมาะสม
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด (%CPO/FM)	1.04	9.08	0.102±0.136	22
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง (%CPO/DM)	15.41	25.50	0.377±0.127	6
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะเลาย (%CPO/B)	22.90	19.23	0.544±0.108	4
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลสด (%PKO/FM)	7.24	15.39	0.320±0.131	7
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง (%PKO/DM)	5.28	17.17	0.235±0.136	10
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะเลาย (%PKO/B)	0.35	0.98	0.266±0.134	8

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ดังตารางที่ 17 พบว่า อัตราซ้ำของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง $0.4 \leq R < 0.7$ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันส่วนเนื้อผลต่อน้ำหนักทะเลาย ($R = 0.544$, 4 ทะลาย) ส่วนลักษณะที่มีอัตราซ้ำต่ำ มีค่า $R \leq 0.4$ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันส่วนเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง ($R = 0.377$, 6 ทะลาย) เปอร์เซ็นต์น้ำมันส่วนเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลสด ($R = 0.320$, 7 ทะลาย) เปอร์เซ็นต์น้ำมันส่วนเนื้อในเมล็ดต่อทะเลาย ($R = 0.266$, 8 ทะลาย) เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง ($R = 0.235$, 10 ทะลาย) เปอร์เซ็นต์น้ำมันส่วนเปลือกผลต่อเนื้อผลสด ($R = 0.102$, 22 ทะลาย)

ตารางที่ 18 ค่าอัตราซ้ำ จำนวนทะเลาะที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นของ
การวัดจำนวน 2 ทะละเทียบกับ 1 ทะละ ของลักษณะองค์ประกอบทะเลาะ

ลักษณะ	ค่า อัตราซ้ำ	จำนวน ทะเลาะที่ เหมาะสม	ค่าประสิทธิภาพ สัมพัทธ์ที่ 2 ทะละ เทียบกับ 1 ทะละ	%ความแม่นยำ ที่ 2 ทะละ เทียบกับ 1 ทะละ
น้ำหนักทะเลาะ (BW)	0.691	3	1.183	18.300
น้ำหนักผลต่อทะเลาะ (FW/B)	0.666	3	1.201	20.100
น้ำหนักแกน (AW)	0.550	4	1.290	29.000
จำนวนผลต่อทะเลาะ (NF/B)	0.443	5	1.386	38.600
น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF)	0.587	4	1.260	26.000
จำนวนผลขนาดใหญ่ (NLF)	0.406	6	1.422	42.200
น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF)	0.257	8	1.591	59.100
จำนวนผลขนาดกลาง (NMF)	0.225	10	1.632	63.200
น้ำหนักผลขนาดเล็ก (WSF)	0.331	7	1.502	50.200
จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF)	0.201	11	1.666	66.600
%น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะเลาะ (%CPO/B)	0.544	4	1.580	58.015
%น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะเลาะ (%PKO/B)	0.266	8	1.295	29.560

จากตารางที่ 18 และตารางที่ 19 เมื่อนำค่าอัตราซ้ำของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของ
ปาล์มน้ำมันที่ประเมินได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของจำนวนทะเลาะหรือผลที่
เหมาะสมของการวัดลักษณะต่าง ๆ ของการวัดที่ 2 ทะละหรือผลเทียบกับ 1 ทะละหรือผล พบว่า
ลักษณะที่มีค่าอัตราซ้ำสูงใช้จำนวนทะเลาะหรือผลในการวัดลักษณะน้อยกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราซ้ำ
ต่ำ และพบว่าลักษณะที่ให้ค่าอัตราซ้ำต่ำนั้น หากเพิ่มจำนวนทะเลาะหรือผลในการวัดจะทำให้ความ
แม่นยำของการวัดลักษณะนั้นเพิ่มสูงขึ้น เช่น ลักษณะความหนาของกะลา (ST) และความหนาของ
เนื้อผล (MT) มีค่าอัตราซ้ำเท่ากับ 0.121 และ 0.098 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มจำนวนผลมากขึ้นทำให้ความ
แม่นยำของการวัดเพิ่มขึ้น ดังนั้น เมื่อทำการวัดเพิ่มขึ้น 1 ผล พบว่า มีผลทำให้ความแม่นยำของการ
วัดเพิ่มขึ้นประมาณ 78.142 และ 82.149 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ต้องเพิ่มความแม่นยำของการ
ประเมินลักษณะเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนผลที่เหมาะสมดังนี้ ความหนาของกะลา มีจำนวนผลที่

เหมาะสมในการวัด 18 ผลต่อทะลาย ความหนาเนื้อผลมีจำนวนผลที่เหมาะสมในการวัด 22 ผลต่อทะลาย เป็นต้น ในขณะที่ลักษณะที่ให้ค่าอัตราซ้ำสูงขึ้น การเพิ่มจำนวนผลทำให้เพิ่มความแม่นยำของการวัดลักษณะนั้น ๆ มีค่าสูงขึ้นไม่มากนัก เช่น น้ำหนักทะลาย มีค่าอัตราซ้ำเท่ากับ 0.691 และ น้ำหนักผลต่อทะลายมีค่าเท่ากับ 0.666 เมื่อเพิ่มจำนวนผลขึ้นอีก 1 ผล พบว่า ทำให้ความแม่นยำเพิ่มขึ้น 18.3 และ 20.1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 ค่าอัตราซ้ำ จำนวนผลที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นของการวัดจำนวน 2 ผลเทียบกับ 1 ผล ของลักษณะองค์ประกอบผล

ลักษณะ	ค่าอัตราซ้ำ	จำนวนทะลายที่เหมาะสม	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ 2 ผลเทียบกับ 1 ผล	%ความแม่นยำที่ 2 ผลเทียบกับ 1 ผล
ความหนาของเนื้อผล (MT)	0.098	22	1.821	82.149
ความหนาของกะลา (ST)	0.121	18	1.784	78.412
ความหนาของเนื้อในเมล็ด (KT)	0.485	5	1.347	34.680
ความกว้างผล (FWI)	0.489	5	1.342	34.229
ความยาวผล (FL)	0.340	7	1.493	49.254
น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F)	0.533	4	1.305	30.463
%เนื้อผล/ผล (%M/F)	0.246	9	1.605	60.514
%กะลา/ผล (%S/F)	0.283	8	1.559	55.885
%เนื้อในเมล็ด/ผล (%K/F)	0.525	4	1.311	31.148

ตารางที่ 20 ค่าอัตราซ้ำ จำนวนทะเลาะที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นไม่
เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของลักษณะองค์ประกอบทะเลาะ

ลักษณะ	ค่า ประสิทธิภาพ ภาพ สัมพัทธ์		ค่า ประสิทธิภาพ- ภาพ สัมพัทธ์		%ความ แม่นยำ เมื่อเพิ่ม จำนวน	
	จำนวน		จำนวน		ทะเลาะเทียบ	
	ค่า อัตรา ซ้ำ	ทะเลาะ ที่เหมาะสม	จำนวน ของ ทะเลาะที่ เหมาะสม	ทะเลาะ ที่เพิ่ม อีก 1 ทะเลาะ	จำนวน ของจำนวน ทะเลาะ ที่เพิ่มอีก 1 ทะเลาะ	กับจำนวน ทะเลาะ ที่เหมาะสม
น้ำหนักทะเลาะ (BW)	0.691	3	1.259	4	1.301	4.200
น้ำหนักผลต่อทะเลาะ (FW/B)	0.666	3	1.287	4	1.334	4.700
น้ำหนักแกน (AW)	0.550	4	1.509	5	1.563	5.400
จำนวนผลต่อทะเลาะ (NF/B)	0.443	5	1.804	6	1.866	6.200
น้ำหนักผลขนาดใหญ่ (WLF)	0.587	4	1.449	5	1.494	4.500
จำนวนผลขนาดใหญ่ (NLF)	0.406	6	1.98	7	2.037	5.700
น้ำหนักผลขนาดกลาง (WMF)	0.257	8	2.947	9	3.021	7.400
จำนวนผลขนาดกลาง (NMF)	0.225	10	3.301	11	3.379	7.800
น้ำหนักผลขนาดเล็ก (WSF)	0.331	7	2.343	8	2.410	6.700
จำนวนผลขนาดเล็ก (NSF)	0.201	11	3.659	12	3.742	8.300
%น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะเลาะ						
(%CPO/B)	0.544	4	2.797	5	2.879	8.200
%น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะเลาะ						
(%PKO/B)	0.266	8	1.520	9	1.575	5.500

ตารางที่ 21 ค่าอัตราซ้ำ จำนวนผลที่เหมาะสม ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ของลักษณะองค์ประกอบผล

ลักษณะ	ค่า ประสิทธิภาพ ภาพ สัมพัทธ์		ค่า ประสิทธิภาพ ภาพ สัมพัทธ์		%ความ แม่นยำ เมื่อเพิ่ม จำนวน	
	จำนวน ของ ผลที่ เพิ่มอีก		จำนวน ของจำนวน ผล ที่เพิ่มอีก		ผลเทียบกับ จำนวนผล ที่เหมาะสม	
	อัตรา ซ้ำ	ผล ที่เหมาะสม	จำนวน ผลที่ เหมาะสม	1 ผล	1 ผล	
ความหนาของเนื้อผล (MT)	0.098	22	7.194	23	7.288	9.346
ความหนาของกะลา (ST)	0.121	18	5.888	19	5.979	9.048
ความหนาของเนื้อในเมล็ด (KT)	0.485	5	1.701	6	1.752	5.114
ความกว้างผล (FWI)	0.489	5	1.689	6	1.739	4.994
ความยาวผล (FL)	0.340	7	2.303	8	2.367	6.423
น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F)	0.533	4	1.539	5	1.596	5.737
%เนื้อผล/ผล (%M/F)	0.246	9	3.032	10	3.111	7.904
%กะลา/ผล (%S/F)	0.283	8	2.684	9	2.757	7.369
%เนื้อในเมล็ด/ผล (%K/F)	0.525	4	1.553	5	1.613	5.951

เกณฑ์ในการคัดเลือกจำนวนทะเลาะที่เหมาะสมของการวัดลักษณะจะใช้วิธีการเปรียบเทียบผลต่างของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของจำนวนทะเลาะหรือผลที่เพิ่มขึ้นทีละ 1 ทะละหรือ 1 ผล เมื่อผลต่างของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าไม่เกิน 10 จึงจะใช้จำนวนทะเลาะหรือผลที่น้อยกว่าเป็นจำนวนทะเลาะหรือผลที่เหมาะสมในการศึกษาลักษณะ ดังตารางที่ 20 และ 21 ลักษณะน้ำหนักทะเลาะ มีค่าอัตราซ้ำเท่ากับ 0.691 เมื่อนำค่าอัตราซ้ำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ 3 ทะละ เทียบกับ 4 ทะละ พบว่า ผลต่างค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 4.2 เปอร์เซนต์ ดังนั้น จึงเลือกจำนวนทะเลาะที่เหมาะสม คือ 3 ทะละ ลักษณะอื่น ๆ ที่ศึกษาก็ใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเหมือนกัน

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 22 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบคูรา สายพันธุ์บางเบิด

ลักษณะ	ผลผลิตต่อต้นต่อปี	จำนวนทะลาย
จำนวนทะลาย	0.46**	
น้ำหนักทะลาย	0.52**	-0.49**

จากตารางที่ 22 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อต้นต่อปีกับจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลาย พบว่า ผลผลิตต่อต้นต่อปีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลาย ซึ่งมีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.46 และ 0.52 ตามลำดับ แสดงว่า ต้นปาล์มน้ำมันที่ให้จำนวนทะลายมาก และมีน้ำหนักทะลายสูง ผลผลิตต่อต้นต่อปีจะสูงขึ้นด้วย แต่พบว่า จำนวนทะลายมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย มีค่าเท่ากับ 0.49

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (ตารางที่ 23) พบว่า น้ำหนักทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลต่อทะลาย น้ำหนักแกนจำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.98, 0.92, 0.67, 0.88, 0.82, 0.83, 0.39, 0.75, 0.43, 0.63, 0.46, 0.46 0.54 และ 0.56 ตามลำดับ ส่วนความหนาเนื้อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักทะลาย

น้ำหนักผลต่อทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับ น้ำหนักแกน จำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.81, 0.71, 0.91, 0.88, 0.82, 0.42, 0.78, 0.46, 0.61,

0.46, 0.43, 0.52 และ 0.53 ตามลำดับ ส่วนความหนาเนื้อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลต่อทะลาย

น้ำหนักแกนมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.51, 0.72, 0.62, 0.74, 0.61, 0.59, 0.41, 0.45, 0.51 และ 0.54 ตามลำดับ ส่วนจำนวนผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนาเนื้อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแกน

จำนวนผลต่อทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก มีค่าเท่ากับ 0.47, 0.77, 0.72, 0.82, 0.78 และ 0.85 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อผล ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

น้ำหนักผลขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.86, 0.60, 0.54, 0.65, 0.49, 0.55, 0.68 และ 0.68 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนาเนื้อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

จำนวนผลขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด มีค่าเท่ากับ 0.67, 0.48, 0.64, 0.44, 0.55 และ 0.44 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อผล ความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

น้ำหนักผลขนาดกลางมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนผลขนาดกลาง น้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนากะลา และความหนาเนื้อในเมล็ด มีค่าเท่ากับ 0.73, 0.59, 0.41, 0.40 และ 0.41 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อผล

ความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และ เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

จำนวนผลขนาดกลางมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลขนาดเล็ก จำนวนผลขนาดเล็ก มีค่าเท่ากับ 0.40 และ 0.58 ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับความหนาเนื้อผล ความยาวผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.48, 0.41, 0.37 และ 0.39 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

น้ำหนักผลขนาดเล็กมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนผลขนาดเล็ก และ ความหนากะลา มีค่าเท่ากับ 0.82 และ 0.40 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อผล ความหนาเนื้อในเมล็ด ความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

จำนวนผลขนาดเล็กมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวผล มีค่าเท่ากับ 0.36 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อผล ความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด ความกว้าง น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

ความหนาเนื้อผลมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.49, 0.43, 0.48 และ 0.40 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนากะลา ความหนาเนื้อในเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และ เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

ความหนากะลามีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวผล ความกว้างผล และ น้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.35, 0.42 และ 0.43 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาเนื้อในเมล็ด เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

ความหนาเนื้อในเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวผล ความกว้างผล น้ำหนักผลสดต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.63, 0.62, 0.57 และ 0.42

ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.48 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล

ความยาวผลมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างผล และน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.93 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

ความกว้างผลมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลสดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.97 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

น้ำหนักผลสดต่อผลไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผลมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับเปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.71 และ 0.50 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล

ดังนั้น เพื่อให้สามารถพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตที่จะใช้คัดเลือกได้อย่างมีความแม่นยำ จึงจำเป็นต้องศึกษาอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อการแสดงออกด้วยการวิเคราะห์พาธโคเอฟฟิเชียน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย ดังตารางที่ 24 พบว่า น้ำหนักทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักผลต่อทะลาย และ เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล มีค่าเท่ากับ 0.96 และ 0.28 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย

ตารางที่ 23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

Characters	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	%M/F	%S/F
FW/B	0.98**																	
AW	0.92**	0.81**																
NF/B	0.67**	0.71**	0.51**															
WLF	0.88**	0.91**	0.72**	0.47**														
NLF	0.82**	0.88**	0.62**	0.77**	0.86**													
WMF	0.83*	0.82**	0.74**	0.72**	0.60**	0.67**												
NMF	0.39*	0.42*	0.31	0.82**	0.15	0.48**	0.73**											
WSF	0.75**	0.78**	0.61**	0.78**	0.54**	0.64**	0.59**	0.40*										
NSF	0.43*	0.46**	0.33	0.85**	0.16	0.44*	0.41*	0.58**	0.82**									
MT	0.16	0.06	0.31	-0.32	0.21	-0.09	-0.15	-0.48*	-0.03	-0.24								
ST	0.63**	0.61**	0.59**	0.31	0.65**	0.55**	0.40*	0.10	0.40*	0.13	0.18							
KT	0.46**	0.46**	0.41*	0.09	0.49**	0.44**	0.41*	0.00	0.19	-0.19	0.01	0.17						
FL	0.46**	0.43*	0.45**	-0.24	0.55**	0.19	0.24	-0.41*	0.15	-0.36*	0.49**	0.35*	0.63**					
FWI	0.54**	0.52**	0.51**	-0.16	0.68**	0.33	0.27	-0.37*	0.18	-0.34	0.43*	0.42*	0.62**	0.90**				
W/F	0.56**	0.53**	0.54**	-0.18	0.68**	0.29	0.28	-0.39*	0.20	-0.31	0.48**	0.43*	0.57**	0.93**	0.97**			
%M/F	-0.04	-0.06	-0.01	-0.12	-0.04	-0.20	-0.21	-0.24	0.10	0.09	0.40*	0.12	-0.48**	0.04	-0.07	0.06		
%S/F	0.22	0.24	0.16	0.15	0.32	0.31	0.16	0.05	0.04	0.02	-0.16	0.10	0.19	0.02	0.24	0.16	-0.71**	
%K/F	-0.21	-0.22	-0.18	-0.02	-0.33	-0.11	0.10	0.25	-0.19	-0.14	-0.34	-0.28	0.42*	-0.08	-0.21	-0.27	-0.50**	-0.26

หมายเหตุ BW = น้ำหนักทะลาย FW/B = น้ำหนักผลต่อทะลาย AW = น้ำหนักแกนต่อทะลาย NF/B = จำนวนผลต่อทะลาย WLF = น้ำหนักผลขนาดใหญ่ NLF = จำนวนผลขนาดใหญ่ WMF = น้ำหนักผลขนาดกลาง NMF = จำนวนผลขนาดกลาง WSF = น้ำหนักผลขนาดเล็ก NSF = จำนวนผลขนาดเล็ก MT = ความหนาเนื้อผล ST = ความหนากะลา KT = ความหนาเนื้อในเมล็ด FL = ความยาวผล FWI = ความกว้างผล W/F = น้ำหนักผลสดต่อผล %M/F = เปอร์เซนต์เนื้อผลต่อผล %S/F = เปอร์เซนต์กะลาต่อผล %K/F = เปอร์เซนต์เนื้อในเมล็ดต่อผล *, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% และ 99% ตามลำดับ

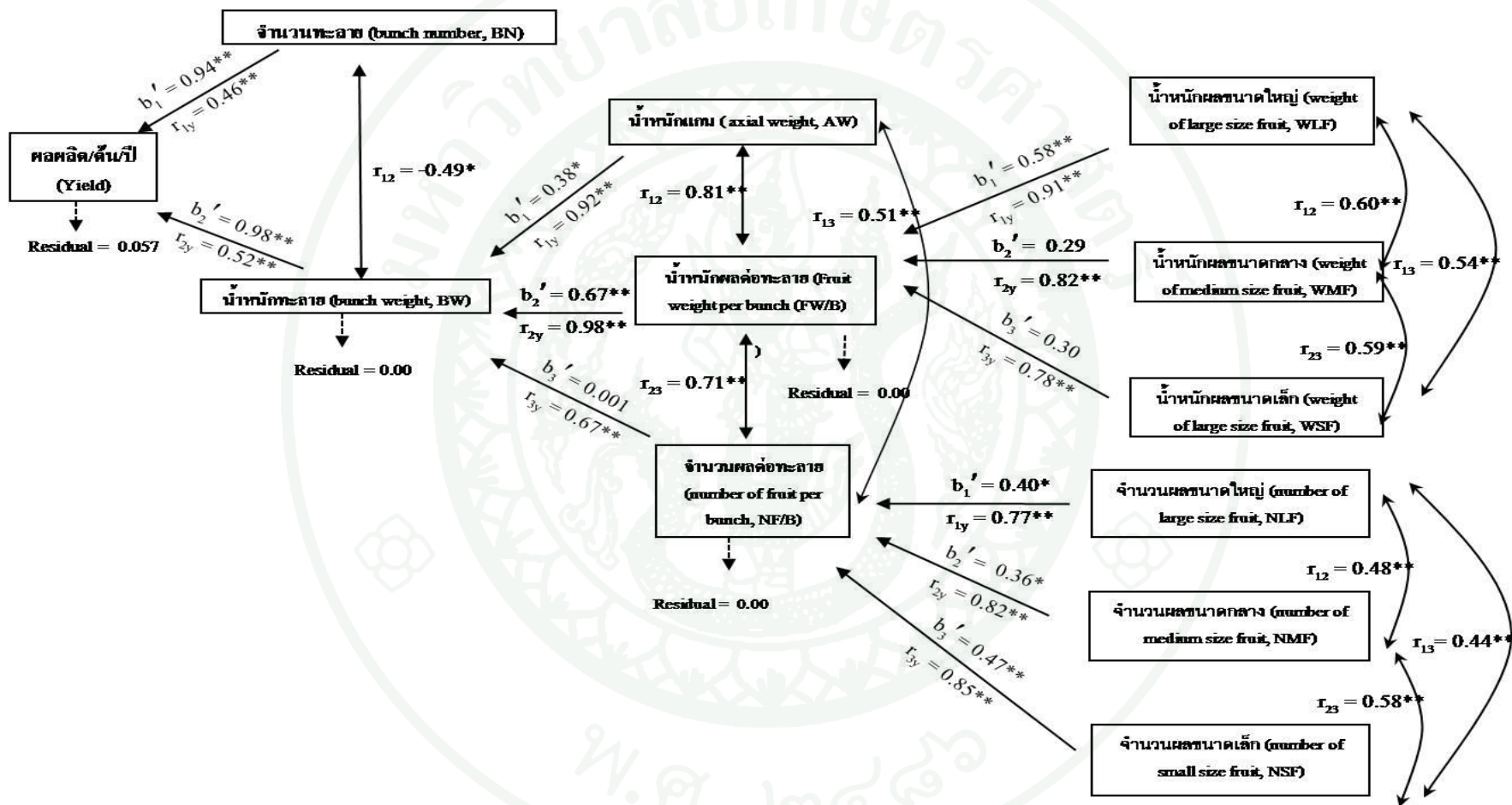
ตารางที่ 24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation coefficient) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์
บางเบ็ด จำนวน 33 ต้น

characters	BW	FW/B	%M/F	%S/F	%K/F	%CPO/DM	%CPO/B	%PKO/DM
FW/B	0.96**							
%M/F	-0.16	-0.12						
%S/F	0.28*	0.27*	-0.74**					
%K/F	-0.15	-0.17	-0.46**	-0.26*				
%CPO/DM	-0.12	-0.10	-0.03	0.13	-0.13			
%CPO/B	-0.11	-0.04	0.18	-0.08	-0.15	0.32**		
%PKO/DM	-0.16	-0.13	0.11	-0.09	-0.05	-0.03	-0.08	
%PKO/B	-0.06	0.03	0.03	-0.20*	0.21	-0.02	0.30**	0.18

หมายเหตุ BW = น้ำหนักทะลาย FW/B = น้ำหนักผลต่อทะลาย %M/F = เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล %S/F = เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล %K/F = เปอร์เซ็นต์เนื้อใน
เมล็ดต่อผล %CPO/DM = เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง %CPO/B = เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อน้ำหนักทะลาย %PKO/DM =
เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง %PKO/B = เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อน้ำหนักทะลาย
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%



ภาพที่ 12 ค่าพาทโคเอฟฟิเชียน (path coefficient) ของลักษณะองค์ประกอบของผลและผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดรูาสายพันธุ์บางเบ็ด

ตารางที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

จำนวนทะลากับผลผลิต		
อิทธิพลทางตรงของจำนวนทะลาย		0.9407
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักทะลาย		-0.4807
อิทธิพลรวม		0.4600
น้ำหนักทะลากับผลผลิต		
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักทะลาย		0.9809
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนทะลาย		-0.4609
อิทธิพลรวม		0.5200
$R^2 = 94.28 \%$		
น้ำหนักแกนกับน้ำหนักทะลาย		
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักแกน		0.3795
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลต่อทะลาย		0.5422
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลต่อทะลาย		0.0003
อิทธิพลรวม		0.9220
น้ำหนักผลต่อทะลากับน้ำหนักทะลาย		
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักผลต่อทะลาย		0.6670
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักแกน		0.3085
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลต่อทะลาย		0.0004
อิทธิพลรวม		0.9759
จำนวนผลต่อทะลากับน้ำหนักทะลาย		
อิทธิพลทางตรงของจำนวนผลต่อทะลาย		0.0010
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลต่อทะลาย		0.1946
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักแกน		0.4767
อิทธิพลรวม		0.6723
$R^2 = 100\%$		

ตารางที่ 25 (ต่อ)

น้ำหนักผลขนาดใหญ่กับน้ำหนักผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักผลขนาดใหญ่	0.5761
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลขนาดกลาง	0.1751
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลขนาดเล็ก	0.1621
อิทธิพลรวม	0.9133
น้ำหนักผลขนาดกลางกับน้ำหนักผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักผลขนาดกลาง	0.2900
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลขนาดใหญ่	0.3479
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลขนาดเล็ก	0.1719
อิทธิพลรวม	0.8098
น้ำหนักผลขนาดเล็กกับน้ำหนักผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของน้ำหนักผลขนาดเล็ก	0.3024
อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำหนักผลขนาดใหญ่	0.3087
อิทธิพลทางอ้อมของน้ำหนักผลขนาดกลาง	0.1719
อิทธิพลรวม	0.7830
$R^2 = 100\%$	
จำนวนผลขนาดใหญ่กับจำนวนผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของจำนวนผลขนาดใหญ่	0.3975
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดกลาง	0.1718
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดเล็ก	0.2043
อิทธิพลรวม	0.7736
จำนวนผลขนาดกลางกับจำนวนผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของจำนวนผลขนาดกลาง	0.3591
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดใหญ่	0.1902
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดเล็ก	0.2723
อิทธิพลรวม	0.8216

ตารางที่ 25 (ต่อ)

จำนวนผลขนาดเล็กกับจำนวนผลต่อทะเล	
อิทธิพลทางตรงของจำนวนผลขนาดเล็ก	0.4673
อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดใหญ่	0.1738
อิทธิพลทางอ้อมของจำนวนผลขนาดกลาง	0.2092
อิทธิพลรวม	0.8503
$R^2 = 99.98\%$	

ผลการวิเคราะห์เส้นทาง (พาโทโคเอฟฟีเซียน)

จากภาพที่ 12 และตารางที่ 25 พบว่า ค่าพาโทโคเอฟฟีเซียนของลักษณะผลผลิตกับจำนวนทะเล และน้ำนักทะเล พบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจำนวนทะเล และผลผลิตกับน้ำนักทะเลมีค่าเท่ากับ 0.4600 และ 0.5200 ตามลำดับ ลักษณะจำนวนทะเลและน้ำนักทะเลมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงเท่ากับ 0.9407 และ 0.9809 ตามลำดับ และจำนวนทะเลมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักทะเล และน้ำนักทะเลมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนทะเล มีค่าเท่ากับ -0.4807 และ -0.4609 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์พาโทโคเอฟฟีเซียนของลักษณะน้ำนักทะเลกับน้ำนักแกน มีค่าเท่ากับ 0.9220 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของน้ำนักแกนต่อทะเลเท่ากับ 0.3795 มีอิทธิพลทางอ้อมของน้ำนักผลต่อทะเลเท่ากับ 0.5422 และอิทธิพลทางอ้อมของจำนวนผลต่อทะเล เท่ากับ 0.0003 ส่วนน้ำนักผลต่อทะเลมีความสัมพันธ์กับน้ำนักทะเล เท่ากับ 0.9759 เกิดจากอิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.6670 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักแกนเท่ากับ 0.3085 อิทธิพลทางอ้อมของน้ำนักต่อผลเท่ากับ 0.0004 ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำนักทะเลกับจำนวนผลต่อทะเลมีค่าเท่ากับ 0.6723 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของน้ำนักผลเท่ากับ 0.0010 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมของน้ำนักแกนเท่ากับ 0.1946 และอิทธิพลทางอ้อมของน้ำนักผลต่อทะเลเท่ากับ 0.4767 ลักษณะน้ำนักทะเล น้ำนักแกน น้ำนักผลต่อทะเล และน้ำนักต่อผลมีอิทธิพลร่วมต่อการแสดงออกต่อน้ำนักทะเลสูงเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

น้ำนักผลต่อทะเลสาบกับน้ำนักผลขนาดใหญ่ น้ำนักผลขนาดกลาง และน้ำนักผลขนาดเล็ก มีอิทธิพลต่อการแสดงออกต่อน้ำนักทะเลสาบ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์พาโทโคเอฟฟีเซียน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำนักผลขนาดใหญ่กับน้ำนักผลต่อทะเลสาบ มีค่าเท่ากับ 0.9133 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของน้ำนักผลขนาดใหญ่เท่ากับ 0.5761 แต่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.1751 และอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.1621 ส่วนน้ำนักผลต่อทะเลสาบมีความสัมพันธ์กับน้ำนักผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.8098 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของน้ำนักผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.2900 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดใหญ่ เท่ากับ 0.3479 อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.1719 ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำนักผลขนาดเล็กกับน้ำนักผลต่อทะเลสาบมีค่าเท่ากับ 0.7830 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของน้ำนักผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.3024 อิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดใหญ่เท่ากับ 0.3087 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมผ่านน้ำนักผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.1719

ค่าพาโทโคเอฟฟีเซียนของลักษณะจำนวนผลต่อทะเลสาบกับจำนวนผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดกลาง และจำนวนผลขนาดเล็ก พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผลต่อทะเลสาบกับจำนวนผลขนาดเล็ก มีค่าสูงเท่ากับ 0.8503 เกิดจากอิทธิพลทางตรงผ่านจำนวนผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.4673 อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดใหญ่เท่ากับ 0.1738 และอิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.2092 ขณะที่จำนวนผลต่อทะเลสาบมีความสัมพันธ์กับจำนวนผลขนาดกลางเท่ากับ 0.8216 เกิดจากอิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.3591 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดใหญ่ เท่ากับ 0.1902 และ อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.2723 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผลต่อทะเลสาบกับจำนวนผลขนาดใหญ่มีค่าเท่ากับ 0.7736 เกิดจากอิทธิพลทางตรงของจำนวนผลขนาดใหญ่ เท่ากับ 0.3975 ร่วมกับอิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดกลาง เท่ากับ 0.1718 และอิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนผลขนาดเล็ก เท่ากับ 0.2043 ลักษณะจำนวนผลต่อทะเลสาบกับจำนวนผลขนาดใหญ่ จำนวนผลขนาดกลาง และจำนวนผลขนาดเล็ก มีอิทธิพลต่อการแสดงออกต่อน้ำนักทะเลสาบสูงเท่ากับ 99.98 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์

การเก็บเกี่ยวทะลายเริ่มในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นทะลายที่ได้รับการผสมเกสรตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 หลังจากที่อยู่ดอกตัวเมียได้รับการผสมเรียบร้อยแล้ว ต้องรออีกประมาณ 5.5 -8 เดือน (ธีระ และคณะ, 2548) ทะลายจึงจะสุกแก่ การพัฒนาของทะลายของงานนี้อยู่ในช่วงฤดูแล้ง สภาพพื้นที่ที่ไม่มีฝนตก จึงมีการให้น้ำแก่ต้นปาล์ม น้ำมันเฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการฝ่อลีบของผล ซึ่งส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของลักษณะจำนวนทะลายมีค่าสูง (C.V.= 55.48) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตไม่ได้ถูกควบคุมด้วยพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว ค่าของลักษณะปรากฏได้รับอิทธิพลมาจากพันธุกรรมและอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ซึ่งลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมักถูกควบคุมด้วยยีนหลายตัว (polygene) และได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ อังคณา (2552) รายงานว่าลักษณะทางการเกษตรในประชากรปาล์มน้ำมันชั่วที่ 2 ที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง พบค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) มีค่าสูงเช่นเดียวกัน โดยลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เท่ากับ 55.7 และ 53.4 ตามลำดับ ส่วนค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่า จำนวนทะลาย ความหนาเนื้อผล ความหนากะลา และน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากส่วนเนื้อผล ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันสายพันธุ์นี้ ให้จำนวนทะลายไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ทะลายที่ศึกษามีความหนาเนื้อผลและความหนากะลาใกล้เคียงกันทุกทะลาย ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmad (2007) ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่เกิดจากการผสมของแม่พันธุ์ดูรา ที่มาจากแหล่งพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ผสมกับพ่อพันธุ์เฟอรากา AVROS พบว่า จำนวนทะลายของต้นแม่พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล มีความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมสูง แต่การศึกษาในครั้งนี้ใช้ประชากรที่มาจากแหล่งเดียวกัน คือ เมล็ดจากต้นดั้งเดิม ที่ปลูกไว้ในสถานีวิจัยสิทธิพรกฤษฎากร พบความแปรปรวนสูงเฉพาะลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล ส่วนน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากเนื้อผล ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อนำไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย แล้วให้ค่าที่ต่างกันนั้น เนื่องมาจากทะลายที่นำมาสกัดน้ำมัน มีน้ำหนักทะลายไม่เท่ากัน ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายจึงแปรไปตามน้ำหนักทะลายและน้ำหนักผลต่อทะลาย

จากการประเมินค่าอัตราซ้ำของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบของผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่า น้ำหนักทะลาย (BW) น้ำหนักผลต่อทะลาย (FW/B) น้ำหนักผลขนาด

ใหญ่ (WLF) น้ำหนักแกน (AW) น้ำหนักผลสดต่อผล (W/F) เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล (%K/F) และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะเลาย (%CPO/B) ให้ค่าอัตราซ้ำสูง ($0.4 \leq R < 0.7$) แสดงว่า ลักษณะเหล่านี้มีแนวโน้มถูกควบคุมด้วยอิทธิพลจากพันธุกรรมสูงกว่าลักษณะอื่น ๆ ส่วนความกว้าง ผล ความหนาของเนื้อในเมล็ด เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล จำนวนผลต่อทะเลาย เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล จำนวนผลขนาดใหญ่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลแห้ง ความยาวผล น้ำหนักผลขนาดเล็ก เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะเลาย น้ำหนักผลขนาดกลาง เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อเนื้อผลแห้ง จำนวนผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดเล็ก ความหนาของกะลา ความหนาของเนื้อผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อเนื้อผลสด ให้ค่าอัตราซ้ำต่ำ ($R < 0.4$) เพราะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมสูง เช่น ได้รับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ผลที่อยู่ชั้นนอกทะเลายจึงเจริญและขยายขนาดของผลได้ดีที่สุด ส่วนผลที่อยู่ด้านในและผลที่อยู่ส่วนลึกสุดติดกับก้านช่อดอกย่อยจะถูกบีบอัดให้มีขนาดผลเล็กลง เนื่องจากมีพื้นที่จำกัด การที่ค่าอัตราซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าต่างกันมาก เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะเหล่านี้ นอกจากนี้ ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ยังแสดงความแตกต่างในโอกาสประสบความสำเร็จจากการปรับปรุงพันธุ์ในแต่ละลักษณะด้วยการศึกษา พบว่า ลักษณะที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงกว่าความแปรปรวนจากสภาพแวดล้อม เช่น น้ำหนักทะเลาย มีโอกาสประสบความสำเร็จในการปรับปรุงลักษณะนี้มากกว่าลักษณะความหนาเนื้อผล เนื่องจากค่าอัตราซ้ำสามารถประเมินเป็นค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุดได้ น้ำหนักทะเลายที่มีค่าอัตราซ้ำสูงจึงสามารถถ่ายทอดลักษณะได้ดี ส่วนลักษณะความหนาของเนื้อผลมีค่าอัตราซ้ำต่ำสุด จึงมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต่ำที่สุด

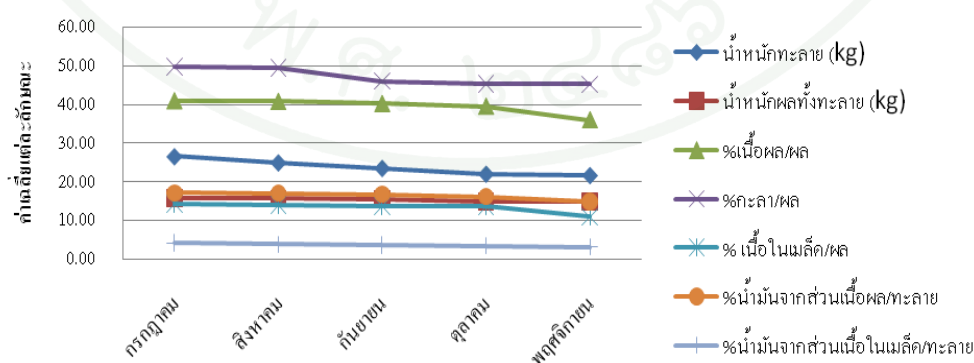
การประเมินค่าความแม่นยำจากการเพิ่มจำนวนครั้งในการวัดลักษณะ เพื่อนำไปใช้กำหนดจำนวนครั้งที่เหมาะสม วิธีการเลือกจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการศึกษาอัตราซ้ำในปาล์มน้ำมัน ใช้ค่าความแม่นยำจากการเพิ่มจำนวนครั้งในการวัดลักษณะที่ 90 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ เมื่อเพิ่มจำนวนทะเลายขึ้นอีก 1 ทะลาย ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวนทะเลายที่มีค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์นี้ จะถูกเลือกให้เป็น จำนวนทะเลายที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล เช่นเดียวกับกับรายงานของ เกรียงศักดิ์ (2545) ที่ได้ทำการศึกษาอัตราซ้ำของลักษณะคุณภาพผลของฝรั่ง 11 พันธุ์ ในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่า ควรประเมินค่าอัตราซ้ำจากฤดูที่มีค่าอัตราซ้ำต่ำ เพราะความแปรปรวนของลักษณะคุณภาพฝรั่งเป็นผลมาจากความแปรปรวนของพันธุกรรม สภาพแวดล้อมของฤดูกาล และความแตกต่างของตัวอย่างผลภายในต้น และจำนวนผลที่เหมาะสมต่อการศึกษาลักษณะคุณภาพของฝรั่ง คือ 2-8 ผล Souza and Costa (2003) ศึกษาอัตราซ้ำของจำนวนครั้งในการประเมินลักษณะผลผลิตขององุ่น พบว่า ค่าอัตราซ้ำที่ประเมินได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.475-

0.837 ลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำคั้น และความยาวของพวง ให้ค่าอัตราซ้ำต่ำ ส่วนลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางผล ให้ค่าอัตราซ้ำสูงสุด ดังนั้น จำนวนครั้งที่เหมาะสมของการวัดอยู่ระหว่าง 2-10 ครั้ง ขึ้นอยู่กับแต่ละลักษณะ Costa (2004) ศึกษาอัตราซ้ำของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตในมะม่วง พบว่า น้ำหนักเนื้อผล น้ำหนักผลเฉลี่ย และเส้นผ่านศูนย์กลางผลตามแนวขวาง ต้องใช้จำนวนครั้งที่เหมาะของการประเมินลักษณะ คือ 4-6 ครั้ง และ Aguiar *et al.* (2006) รายงานว่า การวัดลักษณะการเจริญเติบโต โดยการวัดเส้นรอบวงลำต้นของยางพารา และผลผลิตน้ำยาง ศึกษาในต้นยางพารา อายุ 7 ปี ต้องใช้จำนวนครั้งที่เหมาะสมในการวัดลักษณะคือ 2-4 ครั้ง ซึ่งใช้ค่าความแม่นยำจากการเพิ่มจำนวนครั้งในการวัดลักษณะเป็นเกณฑ์ในการเลือกจำนวนครั้งของการวัดที่เหมาะสม ค่าอัตราซ้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นทางเลือกของนักปรับปรุงพันธุ์ในการศึกษาอัตราซ้ำในปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการวัด คือ การเพิ่มจำนวนทะลายและจำนวนผลในการศึกษาแทนการเพิ่มจำนวนซ้ำของปีหรือจำนวนต้น เพราะช่วยลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ดังนั้นการศึกษาค่าอัตราซ้ำในปาล์มน้ำมันต้องคำนึงถึง ผลผลิตทะลายต่อต้น ระยะเวลาการสุกแก่และเก็บข้อมูล แรงงาน ความสะดวกในการทำงาน และค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน

อายุของต้นปาล์มน้ำมันที่นำมาศึกษาอัตราซ้ำเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง จากการสังเกต พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมาก แต่ทะลายมีขนาดเล็ก และเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นจำนวนทะลายต่อต้นจะลดลง แต่ทะลายจะมีขนาดใหญ่ขึ้น อายุของปาล์มน้ำมันที่ศึกษาในครั้งนี้ มีอายุประมาณ 7-8 ปี ซึ่งแสดงว่าให้ผลผลิตมา 4-5 ปี แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ Aguiar *et al.* (2006) ที่ใช้ต้นยางพาราอายุ 7 ปี ในการศึกษาอัตราซ้ำ ส่วน Thomas and Hardter (2003) กล่าวว่า ปาล์มน้ำมันที่มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกเหมาะสม จะให้ผลผลิตสูงสุดในช่วงอายุ 6-8 ปี และสอดคล้องกับ Oboh and Fakorede (1999) ที่อ้างถึง รายงานของตนเมื่อปี ค.ศ.1989 ที่ได้สรุปไว้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกและประเมินลักษณะจำนวนทะลายในปาล์มน้ำมันลูกผสม ควรอยู่ในช่วง ปีแรก ถึงปีที่ 15 ของการให้ผลผลิต ลักษณะน้ำหนักทะลายและน้ำหนักผลต่อทะลาย ควรประเมินในช่วง ปีแรก ถึงปีที่ 13 ของการให้ผลผลิต ดังนั้น หากต้องการศึกษาในปาล์มน้ำมันที่มีอายุแตกต่างไปจากนี้ก็สามารถทำได้

จากการเก็บข้อมูลในแปลงทดสอบ พบว่า ปาล์มน้ำมันแบบคูรามีลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตที่ดีหลายอย่าง เช่น ทะลายใหญ่ น้ำหนักผลต่อทะลายสูง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง จึงมีการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ของผลผลิต พบว่า ลักษณะผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักทะลายและจำนวนทะลาย แสดงว่า ต้นปาล์มน้ำมันที่ให้จำนวนทะลายมาก และมีน้ำหนักทะลายสูง

ผลผลิตต่อต้นต่อปีจะสูงขึ้นด้วย และพบว่า จำนวนทะเลายมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะเลาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีจำนวนทะเลายต่อต้นมาก น้ำหนักของแต่ละทะเลายจะต่ำลง เนื่องจากต้นจะต้องหาอาหารมาเลี้ยงทะเลายให้สมบูรณ์โดยเฉลี่ยเท่า ๆ กัน หากมีจำนวนทะเลายต่อต้นมากเกินไป การติทะเลายจะไม่สมบูรณ์ บางทะเลายอาจฝ่อได้ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบสุรายาพันธุ์บางเบิดเพื่อเพิ่มผลผลิต จึงควรพิจารณาลักษณะน้ำหนักทะเลายควบคู่ไปกับลักษณะจำนวนทะเลาย แต่ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ที่มีน้ำหนักทะเลายปานกลาง (18-20 กิโลกรัม) แต่ให้จำนวนทะเลายต่อต้นสูง เพราะสะดวกในการเก็บเกี่ยว ขนย้าย และสามารถขายผลผลิตได้เกือบตลอดทั้งปี อีกทั้งเมื่อคำนวณผลผลิตแล้ว พบว่า ปาล์มน้ำมันที่ให้จำนวนทะเลายต่อต้นสูง จะให้ผลผลิตสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่มีน้ำหนักต่อทะเลายสูง แต่จำนวนทะเลายมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะเลาย ซึ่งผลจากการศึกษาสอดคล้องกับ ชีระ และคณะ (2544) ที่ศึกษาในประชากรปาล์มน้ำมันลูกชั่วที่ 2 พบว่า ลักษณะจำนวนทะเลายมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะเลาย และ Okoye *et al.* (2008) กล่าวว่า การที่ลักษณะจำนวนทะเลายมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะเลายนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของพันธุกรรมร่วมกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากสภาพภูมิอากาศและดินจะมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะ จากการศึกษาปาล์มน้ำมันแบบสุรายาพันธุ์บางเบิด ได้ทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 5 เดือน คือ เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของลักษณะองค์ประกอบทะเลาย องค์ประกอบผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในแต่ละเดือน ดังภาพที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะของต้นที่เก็บเกี่ยวทะเลายในเดือนเดียวกัน มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เป็นเพราะต้นปาล์มน้ำมันทุกต้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในช่วงแรกของพัฒนาการของทะเลายเหมือนกัน หากพิจารณาปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงพฤศจิกายน พบว่า มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 83.1 - 424.2 มิลลิเมตร ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่มีมากในช่วง 1 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันในแต่ละทะเลาย



ภาพที่ 13 ค่าองค์ประกอบทะเลาย องค์ประกอบผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550

เมื่อพิจารณาระหว่างองค์ประกอบผลผลิต พบว่า น้ำหนักทะลายมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักแกน และน้ำหนักผลต่อทะลาย แต่เมื่อเทียบสัดส่วนของน้ำหนักผลต่อทะลายกับน้ำหนักแกนแล้ว พบว่า มีค่าใกล้เคียงคือ น้ำหนักทะลาย 20 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักผลต่อทะลาย 12 กิโลกรัม และน้ำหนักแกน 10 กิโลกรัม ดังนั้น ค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายจึงมีค่าต่ำ เนื่องจากทะลายของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์บางชนิดมีขนาดใหญ่ น้ำหนักครึ่งหนึ่งเป็นน้ำหนักแกนทะลาย และเมื่อแบ่งผลของการทดลองนี้ออกเป็น 3 ขนาด คือ ผลขนาดใหญ่ ผลขนาดกลาง และผลขนาดเล็ก ผลที่อยู่ด้านในของทะลายจะมีขนาดเล็กกว่าและมีสัดส่วนเนื้อผลต่อผลน้อยกว่าผลที่อยู่ด้านนอกทะลาย การเจริญเติบโตที่ช้าของผลขนาดเล็กนั้น ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเกิดจากพื้นที่การพัฒนาของผลมีจำกัดหรือ การดูดซึมธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ ปัจจัยจากสภาพแวดล้อม เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมไปถึงสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ล้วนแต่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของลักษณะที่ศึกษาก่อนข้างมาก และยังพบว่า น้ำหนักผลต่อทะลายกับน้ำหนักทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อกันซึ่งสอดคล้องกับ Oboh and Fakorede (1990) ที่ได้ศึกษาถึงปัจจัยสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันแบบคูราและเทนอราในประเทศไนจีเรีย พบว่า น้ำหนักผลต่อทะลายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักทะลาย นอกจากนี้ น้ำหนักผลต่อทะลายมีอิทธิพลทางตรงต่อน้ำหนักทะลายสูงสุด ซึ่ง Kushairi *et al.* (1999) รายงานว่า น้ำหนักผลต่อทะลายสามารถบอกขนาดของทะลายได้ ทะลายขนาดใหญ่ย่อมมีน้ำหนักผลต่อทะลายมาก ส่วนน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักผลขนาดกลาง และน้ำหนักผลขนาดเล็ก แสดงว่าผลขนาดกลางและผลขนาดเล็กมีพื้นที่การขยายขนาดของผลอย่างจำกัด ต่างจากผลขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่ชั้นนอกสุด สามารถขยายขนาดผลได้อย่างอิสระ

จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผลกับเปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล พบว่า มีสหสัมพันธ์ทางลบต่อกัน และลักษณะประจำพันธุ์ของปาล์มน้ำมันแบบคูรา คือ กะลาหนา ดังนั้น จึงสอดคล้องกับที่ Abiepkor และ Yap (1981) รายงานไว้ว่าปาล์มน้ำมันแบบคูรามีผลปาล์มต่อทะลายโดยเฉลี่ยสูงกว่าแบบเทนอรา เพราะน้ำหนักกะลามีผลต่อน้ำหนักผล และพบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อผลกับเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดเป็นลบ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Hartley (1988) ที่ได้ทำการศึกษาประชากรปาล์มน้ำมันของประเทศไนจีเรีย และพบสหสัมพันธ์ทางลบเปอร์เซ็นต์เนื้อผลและเปอร์เซ็นต์กะลา และยิ่งสอดคล้องกับ Okoye *et al.* (2009) คือ จำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อผล มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลในเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลสดทั้งทะเล มีความแปรปรวนสูงมากขึ้นอยู่กับขนาดของทะเล ซึ่งสอดคล้องกับ Henson (2007) ที่รายงานว่า ทะเลที่มีขนาดใหญ่ จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลสดทั้งทะเลต่ำ เนื่องจากจำนวนผลโดยเฉลี่ยของทะเล คือ ผลขนาดเล็ก สัดส่วนของเนื้อผลต่อผลจึงต่ำ มีความชื้นสูง และมีองค์ประกอบของเส้นใยในส่วนของเนื้อผลมาก และ Corley and Tinker (2003) ยังกล่าวว่าความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อผลสดทั้งทะเล ขึ้นอยู่กับเวลาเก็บเกี่ยว ฤดูกาล และอายุของปาล์มน้ำมันร่วมด้วย นอกจากนี้ เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์ จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เนื่องจากฤดูที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นช่วงฤดูฝน สัดส่วนของน้ำในทะเลมีมาก ทำให้สัดส่วนของน้ำมันต่อทะเลมีค่าน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ สุณีวัลย์ และคณะ (2552) ที่ทำการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลในฤดูแล้ง และฤดูฝนของต้นแม่พันธุ์ดูราในแปลงเดียวกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเล ทั้งจากส่วนของเนื้อผลและส่วนของเนื้อในเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน แต่ให้ผลตรงกันข้ามกับ พลัฏฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะเลที่เก็บข้อมูลในฤดูฝนของปาล์มน้ำมันลูกผสม ให้ค่าสูงกว่าที่เก็บข้อมูลในฤดูแล้ง

ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถูกควบคุมด้วยยีนหลายตัว ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยอื่น ๆ ส่งผลให้ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน มีความแปรปรวนมากขึ้น เนื่องมาจากแต่ละประชากรมีพื้นฐานทางพันธุกรรม อายุปาล์ม และปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน จากการศึกษาพาโทเคอเฟฟิเซียนในปาล์มน้ำมัน พบว่า ผลผลิตของปาล์มน้ำมันได้รับอิทธิพลทางตรงสูงสุดจากน้ำหนักทะเลและจำนวนทะเล สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ศึกษาวิเคราะห์ค่าพาโทเคอเฟฟิเซียนเพื่อประเมินอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของความสัมพันธ์ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตในพืชอื่น เช่น Ali *et al.* (2009) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของถั่วชิกพี (chickpea) และพาโทเคอเฟฟิเซียนเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ดี จากถั่วชิกพีจำนวน 20 คู่ผสม พบว่า ลักษณะจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงสุด Sahoo *et al.* (1990) ศึกษาในพริกหวาน เพื่อศึกษาลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจต่อการปรับปรุงพันธุ์พริกหวานในอนาคต พบว่า น้ำหนักพริก 10 ผล และจำนวนผลต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตพริกแห้งต่อต้น ซึ่งทั้งสองลักษณะนี้มีอิทธิพลทางตรงของผลผลิตผลสด และ Mohammadi *et al.* (2003) ได้ศึกษาในข้าวโพดเพื่อประเมินลักษณะของข้าวโพดลูกผสม จำนวน 56 คู่ผสม ซึ่งปลูกในประเทศอินเดีย พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อฝัก มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อผลผลิตเมล็ด เป็นต้น

ดังนั้นในการคัดเลือกปาล์มน้ำมันแบบสุราสายพันธุ์บางเบิด จึงควรพิจารณาลักษณะน้ำหนักรวมเป็นหลัก ร่วมกับจำนวนทะลาย เนื่องจากทะลายที่ศึกษามีขนาดใหญ่ จึงมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อย ส่วนอัตราการสร้างช่อดอกนั้น ในปาล์มน้ำมันต้องอาศัยปัจจัยของสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำฝน แสง อุณหภูมิ เป็นต้น เป็นตัวช่วยให้เกิดการสร้างช่อดอกขึ้นมา จากการนับรอบการแทงช่อดอกของต้นแม่พันธุ์ในแปลงพบว่ายังไม่สม่ำเสมอ หากมีปริมาณน้ำฝนมากพอการแทงช่อดอกจะเป็นดอกตัวเมีย ส่วนลักษณะน้ำหนักรวมทะลายได้รับอิทธิพลทางตรงมาจากน้ำหนักผลต่อทะลาย และน้ำหนักผลต่อทะลายมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของจำนวนผลต่อทะลาย โดยผลขนาดเล็กจะมีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ จำนวนผลขนาดกลาง และจำนวนผลขนาดใหญ่ แต่ในการคัดเลือกมักจะใช้จำนวนผลขนาดใหญ่เป็นหลักในการพิจารณาเนื่องจากมีสัดส่วนเนื้อผลและกะลามากกว่าลักษณะอื่น การคัดเลือกโดยใช้ลักษณะน้ำหนักต่อผลควรใช้น้ำหนักผลขนาดใหญ่ เนื่องจากมีค่าสหสัมพันธ์กับน้ำหนักต่อผล ส่วนน้ำหนักผลขนาดกลางและน้ำหนักผลขนาดเล็กมีค่าสหสัมพันธ์ต่ำกว่า จึงไม่นำมาพิจารณา

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาค่าอัตราซ้ำ สหสัมพันธ์ และค่าพาหโคเอฟฟิเชียน ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบของผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในปาล์มน้ำมันแบบสุราจำนวน 33 ต้น สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ให้อัตราซ้ำสูงสุดและต่ำสุด คือ น้ำหนักทะลายและความหนาเนื้อผล ตามลำดับ จำนวนทะลายที่เหมาะสมสำหรับลักษณะน้ำหนักทะลาย น้ำหนักผลต่อทะลาย น้ำหนักแกน จำนวนผลต่อทะลาย น้ำหนักผลขนาดใหญ่ และจำนวนผลขนาดใหญ่ คือ 3-6 ทะลาย ลักษณะน้ำหนักผลขนาดเล็ก น้ำหนักผลขนาดกลาง จำนวนผลขนาดกลาง และจำนวนผลขนาดเล็ก คือ 7-11 ทะลาย ส่วนจำนวนผลที่เหมาะสมในการศึกษาลักษณะความหนาเนื้อในเมล็ด ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผลสดต่อผล เปอร์เซ็นต์เนื้อผลต่อผล เปอร์เซ็นต์กะลาต่อผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดต่อผล คือ 4-9 ผล และลักษณะความหนาของกะลาและความหนาเนื้อผล คือ 18-22 ผล ในขณะที่จำนวนทะลายที่เหมาะสมในการศึกษาลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อผลต่อทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดต่อทะลาย คือ 4 และ 8 ทะลาย ตามลำดับ

2. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิต พบว่า น้ำหนักทะลายกับน้ำหนักผลต่อทะลาย น้ำหนักทะลายกับน้ำหนักแกน น้ำหนักผลต่อทะลายกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ น้ำหนักทะลายกับน้ำหนักผลขนาดใหญ่ และน้ำหนักผลต่อทะลายกับจำนวนผลขนาดใหญ่ มีค่าดัชนีสหสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.98, 0.92, 0.91, 0.88 และ 0.88 ตามลำดับ

3. ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีอิทธิพลทางตรงจากน้ำหนักทะลาย รองลงมาคือ จำนวนทะลาย โดยน้ำหนักทะลายเกิดจากอิทธิพลของน้ำหนักผลต่อทะลาย ที่มีอิทธิพลมาจากน้ำหนักผลขนาดใหญ่ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เนื้อผลสูงส่งผลไปถึงเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายมาก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบสุราสายพันธุ์บางเบิดเพื่อเพิ่มผลผลิตผลผลิตปาล์มน้ำมันด้วยการพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตเพื่อใช้ในการคัดเลือกแม่พันธุ์

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้อาศัยค่าอัตราซ้ำและค่าสหสัมพันธ์ในการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญของ ปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ให้สูงขึ้น นอกเหนือจากการใช้มาตรฐานจาก กรมวิชาการเพียงอย่างเดียว แต่ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูลมีความละเอียด ชับซ้อน และต้องใช้เวลานาน แม้ว่าค่าอัตราซ้ำจะเป็นค่าเฉพาะของประชากรที่ศึกษา แต่สามารถนำรูปแบบขั้นตอน และวิธีการจากการศึกษาครั้งนี้ไปใช้กับประชากรแปลงอื่น เพื่อช่วยลดระยะเวลา ค่าใช้จ่าย และ แรงงานในการเก็บข้อมูลโดยประชากรที่นำมาศึกษาควรมีอายุระหว่าง 6 - 8 ปี เพราะเป็นช่วงที่ น้ำหนักทะลายน้อยขึ้นสม่ำเสมอ

จากการศึกษาความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต องค์ประกอบของผล และ เปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์บางเบ็ด พบว่า ผลความแปรปรวนทาง สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลสูงกว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรม เนื่องจากแปลงที่ทำการศึกษาเป็น แปลงที่ยังไม่ได้มีการจัดการด้านการให้น้ำและธาตุอาหารพืช ทำให้การจัดการดูแลสวนปาล์มและ การให้ปุ๋ยแก่ปาล์มน้ำมันมีผลต่อการให้ผลผลิตสูงมาก ส่งผลให้การคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ดีมีความยาก จึงจำเป็นต้องประเมินเป็นระยะเวลาหลายปี แต่เพื่อลดระยะเวลาในการศึกษาและช่วยให้การ คัดเลือกมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำในการประเมินคุณภาพสายพันธุ์มากยิ่งขึ้น จึงควรเพิ่มจำนวน ทะลายและจำนวนผลในการศึกษาให้มากขึ้น และมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในปีถัดไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2541. **ปาล์มน้ำมัน**. กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2545. **อัตราค่าของลักษณะคุณภาพผลที่สำคัญของฝรั่ง**. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาย โฆรวิต, อรรถนัน วงศ์ศรี, ฤทัย มิเดช, ทวีศักดิ์ ชโยภาส, พวงทอง บุญทรง, พชรินทร์
วนิชย์อนันตกุล, วชิร ศรีรักษา, สุรศักดิ์ ศรีกุล, ศิริชัย มามีวัฒนะ, เกริกชัย ธนรักษ์,
ศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช, เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์, สุพร มังคมณี และ วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน.
2548. **เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย,
ไทย, กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ มณีพงษ์, นคร สาระคุณ, บุญรักษ์ ดุษิรี, ดำรง พงษ์มานะวุฒิ และ สิญญา เนตรสาร.
2534. **ปาล์มน้ำมัน**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. แปลจาก C.W.S Hartley, ed. **The oil
palm**. Lengthman, London.

ดำรง พงษ์มานะวุฒิ. 2532. ประวัติการปลูกในประเทศไทย, น. 1-2. ใน กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผู้รวบรวม, **เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน**. กรุงเทพฯ.

ดำเนิน กาละดี. 2545. **เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์พืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์เมือง, เชียงใหม่.

ทรงยศ ดันพิพัฒน์. 2529. ปาล์มน้ำมัน, น. 463 – 513. ใน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้รวบรวม. **พืชน้ำมัน**. คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร, กรุงเทพฯ.

นคร สาระคุณ, สมยศ สันระหัด และ สุทัศน์ ด้านกุลผล. 2541. **วิเคราะห์พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน
ในภาคใต้ของประเทศไทย Agro-Ecological Zoning Analysis for oil palm in the South
of Thailand**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, ธีรพงศ์ จันทรมิข, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ
 ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. **สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และการถ่ายทอดอัตรา
 พันธุกรรม สำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน**. ว. สข. 23 (ฉบับพิเศษ): 361-
 704.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีรพงศ์ จันทรมิข, ประกิจ ทองคำ และ วรณา เลี้ยว
 วาริน. 2546. **คู่มือปาล์มน้ำมันและการจัดการสวน**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์ม
 น้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีรพงศ์ จันทรมิข, ประกิจ ทองคำ และ สมเกียรติ
 สีสอนง. 2548. **เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์วิจัยและ
 พัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.

พรณีย์ วิชชาชู. 2544. **ปาล์มน้ำมันกับการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม**. น.ส.พ. กลีกร 74(3): 31-45.

พลัญญ์ จิตินัฐชนน, ชยวัฒน์ นครินทร์, เว้นเกตต้า ราว และ เฮอร์เวิร์ด คอรัลีย์. 2551. **การปรับปรุง
 พันธุ์ปาล์มน้ำมันยูนิวานิชและผลการทดสอบลูกผสมเทเนอร่า**, น. 159-171. **ใน เอกสาร
 ประกอบการประชุม สมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย**. 11-12
 ธันวาคม 2551. โรงแรมมารวยการ์เด็น, กรุงเทพฯ.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. **เอกสารประกอบการสอนวิชาพันธุ
 ศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

เขื่อนาถ หาดคำ, พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ พชรินทร์ ตัญญะ. 2552. **อัตราซ้ำและสหสัมพันธ์
 ระหว่างองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบดูราสายพันธุ์บางเบิด**. ว. วิทย์. กษ. 40(3)
 (พิเศษ): 230-233.

วรารุช ชูธรรมรัช, ศิริชัย มามีวัฒนะ, อรรถนันท์ วงศ์ศรี และ วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2551. พืชพลังงาน-ปาล์มน้ำมัน: การปรับปรุงพันธุ์ที่มีผลต่อการเกษตร สิ่งแวดล้อมและประเทศชาติน. 110-116. ใน เอกสารประกอบการประชุม สมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย. 11-12 ธันวาคม 2551. โรงแรมมารวยการ์เด็น, กรุงเทพฯ.

สุณีวัลย์ หมั่นหมาด, วิทยา ปิ่นสุวรรณ, สนธิชัย จันทน์เปรม, พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ พรศิริ หลิวานิช. 2552. ผลของฤดูกาลต่อปริมาณน้ำมันและองค์ประกอบของกรดไขมันในปาล์มน้ำมันชนิดแบบดูรา. ว. วิทย. กษ. 40(3) (พิเศษ): 234-237.

สุรพล อุปติสสกุล. 2536. สถิติการวางแผนการทดลอง. พิมพ์ครั้งที่ 3. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ.

สมชัย จันทน์สว่าง และ พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2546. พันธุศาสตร์ประชากร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2553. รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2552. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/download/article/2553.pdf>, 17 มกราคม 2553.

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎีรัตน์ และ กิจจารักษ์ วงษ์กุลเถาะ. 2541. ปาล์มน้ำมัน. กองส่งเสริมพืชไร่ กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2553. การเลือกซื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. พันธุ์ปาล์มน้ำมัน. แหล่งที่มา: <http://it.doa.go.th/palm/breed.html>, 17 มกราคม 2553.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์, ชีระ อกสมทราเมษฐ์ และ นิทัศน์ สองศรี. 2552. สหสัมพันธ์อิทธิพลทางตรงและอ้อมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). ว. วิทย. กษ. 40(1): 25-34.

อรรถนันท์ วงศ์ศรี, ศิริชัย มามีวัฒน์, ดำรง พงศ์มานะวุฒิ, เกริกชัย ชนรักษ์มงคล, สุรศักดิ์ ศรีกุล, ชาย โฆรวิส และ นคร สารระคุณ. 2544. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันและพันธุ์แนะนำ **Oil Palm Breeding Programs and Introduce Variety**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการปาล์มน้ำมันแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร.

Ahiekpor, E.K.S. and T.C. Yap. 1981. Heritability, correlation and path coefficient analyses of some oil palm breeding populations in Malaysia, pp. 47-60. In E. Pushparajah and C.P. Soon, eds. The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Volume I. **A Report of the Proceeding of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties**, n.p., Kuala Lumpur.

Ahmad, N. 2007. **Genetic performance of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies from different dura source in crosses with AVROS pisifera**. University Putra Malaysia. Available Source: <http://psasir.upm.edu.my/5493/>, May 28, 2010.

Albuquerque, A.S., C.H. Bruckner, C.D. Cruz, L.C.C. Salomao and J.C.L. Neves. 2004. Repeatability and correlations among peach physical traits. **Crop Breed. Appl.** 4: 441-445.

Aguiar, E.A.T., G.P. Souza, E.J.S. Junior and J.Q. Silva. 2006. Repeatability of yield and girth growth traits in rubber tree clones of series IAC 300. **Crop Breed.** 6: 290-294.

Ali, M.A., N.N. Nawab, A. Abbas, M. Zulkiffal and M. Sajjad. 2009. Evaluation of selection criteria in *Cicer arietinum* L. using correlation coefficients and path analysis. **Aus. J. Crop Sci.** 3(2): 65-70.

Arasu, N.T. 1970. Foliar spiral and yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Malay. Agric. J.** 47: 409-412.

- Becker, W.A. 1984. **Manual of Quantitative Genetics**. 4th ed. Academic Enterprises, Washington.
- Bulmer, M.G. 1980. **The mathematical theory of quantitative genetics**. Oxford Press, New York.
- Cedillo, D.S.O., S.B. Willian, M.F. Fábio, S.D.A. Luiz, B.R. Rodrigo and D.C. Cosme. 2008. Correlation and repeatability in progenies of African oil palm. **Acta Sci. Agron.** 30: 197-201.
- Corley, R.H.V. and B.S. Gray. 1976. Growth and morphology, pp. 7-12. *In* R.H.V. Corley B.S. Gray and P.B. Tinker, eds. **Oil Palm Research**. Elsevier Scientific, Amsterdam.
- Corley, R.H.V and P.B. Tinker. 2003. **The oil palm**. 4th ed. Blackwell, Miami.
- Costa, J.G. 2004. Estimation of repeatability and number of evaluations for characterization of mango germplasm. **Acta Hort.** 645: 295-297.
- Development Core Team. 2006. **R: A language and environment for statistical computing**. Available Source: <http://www.R-project.org>, April 10, 2009.
- Dohm, M. 2002. Repeatability estimates do not always set an upper limit to heritability. **Funct. Ecol.** 16: 273-280.
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th ed. Lengthman, England.
- Gascon, J.P., J.M. Noiret and J. Meunier. 1989. Oil Palm, pp. 475-493. *In* R.H.V. Corley, ed. **Oil Crops of the World**. Mc Graw-Hill, New York.

Hansche, P.E. 1983. Respons to selection, pp. 154-171. In J.N. Moore and J. Janick, eds.

Method in Fruit Breeding. Purdue University Press, Indiana.

Hartley, C.W.S. 1977. **The Oil Palm.** 2nd ed. Lengthman, London.

Hartley, C.W.S. 1988. **The Oil Palm.** 3rd ed. Lengthman, London.

Hartley, C.W.S., T. Menendez and K.W. Smilde. 1962. **Report on a visit to oil palm estates, Research Centers and a Settlement Scheme in Malaya.** West African Inst. for Oil Palm Res., 73 p.

Henson, I.E. 2007. Modeling oil palm bunch components, palm oil and kernel yield. **Oil Palm Bulletin** 55: 15-25.

Jerrold, H.Z. 1984. **Biostatistical Analysis.** Prentice-Hall, New Jersey.

Kushairi, A., N. Rajanaidu, B.S. Jalani and A.H. Zakri. 1999. Agronomic performance and genetic variability of dura x pisifera progenies. **J. Oil Palm Res.** 11(2): 1-24.

Lawton, D.W. 1981. Pollination and fruit set in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), pp. 241-242. In J.J. Hardon and B.J. Wood, eds. **oil palm in Africa in eighties.** Malaysia oil palm conference.

Mohammadi, S.A., B.M. Prasanna and N.N. Singh. 2003. Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. **Crop Sci.** 43(5): 1690-1697.

Oboh, B.O. and M.A.B. Fakorede. 1990. Interrelation among vegetative, yield and bunch quality traits in short-stem oil palm progenies. **Euphytica** 46: 7-14.

- _____. 1999. Effects of weather on yield components of the oil palm in a forest location in Nigeria. **J. Oil Palm Res.** 2(1): 79-89. Cited B.O. Oboh and M.A.B. Fakorede. 1989. Optimum time for yield evaluation and selection in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Oleagineux** 4(4): 509-513.
- Okoye, M.N. and C.O. Okwuagwu. 2008. Variability of bunch yield among the D x T inter-population progenies of the NIFOR second cycle oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) breeding programme. **ARPJ. Agri. Bio. Sci.** 3(3): 38-45.
- Okoye, M.N., C.O. Okwuagwu and M.I. Uguru. 2009. Population improvement for fruit bunch yield and yield component in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Am.-Eu. J. Sci. Res.** 4(2): 59-63.
- Purseglove, J.W. 1972. **Tropical crops. Monocotyledons 2.** Lengthman, London.
- Rajanaidu, N., B.S. Jalani, A. Kushairi, R. Mohn and A. Mohd Din. 1996. Breeding for high kernel planting material PORIM Series 3 (PS 3). **PORIM TT.** 41: 1-3.
- Sahoo, S.C., S.N. Mishra and R.S. Mashra. 1990. Association of traits in segregating population of chilli (*Capsicum annum*). **Indian J. of Agri. Sci.** 60(4): 233-236.
- Souza, L.P.C. and J.G. Costa. 2003. Estimates of repeatability and path coefficients on grapes. **Crop Breed.** 3: 231-236.
- Thomas, F. and R. Hardter. 2003. **Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields.** The International Potash Institute (IPI), Singapore.
- Ugbah, M.M., O. Rabalola and P.N. Vine. 1990. Effect of tillage compaction and dry season irrigation of inceptisol on soil properties nutrient status and oil palm root system growth. **Trop. Agric.** 67(4): 321-330.

United States Department of Agriculture, 2010. **Classification.** USDA Plants. Available

Source: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=ELAEI>,
April 8, 2010.





ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) จากการวัดจำนวน 1-10 ทะลาย
เมื่อลักษณะที่ทำการวัดมีค่าอัตราซ้ำต่าง ๆ กัน

จำนวน ทะลาย/ผล	ค่าอัตราซ้ำ								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.82	1.67	1.54	1.43	1.33	1.25	1.18	1.11	1.05
3	2.50	2.14	1.88	1.67	1.50	1.36	1.25	1.15	1.07
4	3.08	2.50	2.11	1.82	1.60	1.43	1.29	1.18	1.08
5	3.57	2.78	2.27	1.92	1.67	1.47	1.32	1.19	1.09
6	4.00	3.00	2.40	2.00	1.71	1.50	1.33	1.20	1.09
7	4.38	3.18	2.50	2.06	1.75	1.52	1.35	1.21	1.09
8	4.71	3.33	2.58	2.11	1.78	1.54	1.36	1.21	1.10
9	5.00	3.46	2.65	2.14	1.80	1.55	1.36	1.22	1.10
10	5.26	3.57	2.70	2.17	1.82	1.56	1.37	1.22	1.10

ที่มา: Becker (1984)

ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราซ้ำ

ตารางผนวกที่ 2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และองค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะน้ำหนักทะเลลายของปลาดม้น้ำมันแบบคูรา สายพันธุ์บางเบ็ด จำนวน 33 ตัน 110 ทะลาย

Source of variance	d.f.	SS	MS	EMS
Between individuals	32	4,314.69	134.83	$\sigma^2_E + 3.319\sigma^2_W$
Between measurements within individuals	77	1,230.57	15.98	σ^2_E
Total	109	5,545.26		

$$\sigma^2_E = MS_E = 15.98$$

$$\sigma^2_W = \frac{MS_W - MS_E}{k_1}$$

$$k_1 = \frac{1}{N-1} \left[m. \left(\frac{\sum m_k^2}{m.} \right) \right]$$

เมื่อ k_1 คือ จำนวนทะเลลายที่ใช้ในการวัดลักษณะของแต่ละตัน
 N คือ จำนวนตันที่ศึกษาจำนวน 33 ตัน
 $m.$ คือ จำนวนทะเลลายทั้งหมด 110 ทะลาย

$\sum m_k^2$ คือ ผลรวมของจำนวนทะเลลายในแต่ละตันยกกำลังสอง

$$k_1 = \frac{1}{33-1} \left[110 \left(\frac{416}{110} \right) \right]$$

$$k_1 = 3.319$$

ดังนั้น

$$\sigma^2_W = (134.83 - 15.98)/3.319$$

$$\sigma^2_W = 35.81$$

$$R = \frac{\sigma^2_W}{\sigma^2_W + \sigma^2_E}$$

$$= 35.81/(35.81+15.98)$$

$$R = 0.691$$

ตัวอย่างการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราซ้ำ
(standard error of repeatability: S.E.(R)) ของลักษณะน้ำหนักระบาย

$$S.E. (R) = \sqrt{\frac{[2(m-1)(1-R)^2][1+(k_1-1)R]^2}{k_1^2(m-N)(N-1)}}$$

$$S.E. (R) = \sqrt{\frac{[2(110-1)(1-0.691)^2][1+(3.319-1)0.691]^2}{3.319^2(110-33)(33-1)}}$$

$$S.E. (R) = \sqrt{0.00519}$$

$$S.E. (R) = 0.0721$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency: r) ของการวัด

$$\text{relative efficiency (r)} = 1/(1+(n-1) R)$$

$$r = 1/(1+(3-1) 0.691)$$

$$r = 1.259$$

เมื่อ

n คือ จำนวนครั้งที่ทำการวัดลักษณะ

R คือ ค่าอัตราซ้ำ

ตัวอย่างการเลือกทะเลทรายที่เหมาะสม

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เมื่อเพิ่มจำนวน
ทะเลทราย

ลักษณะ	จำนวน ทะเลทราย	ค่า อัตราซ้ำ	ค่า ประสิทธิภาพ สัมพัทธ์	ค่าประสิทธิภาพ สัมพัทธ์เมื่อเพิ่ม ทะเลทรายที่ละ 1 ทะเลทราย	%ความแม่นยำของ การเลือก
น้ำหนัก ทะเลทราย (BW)	1	0.691	1.0000	0.0000	0.00
	2	0.691	1.1824	0.1824	18.24
	3	0.691	1.2590	0.0766	7.66
	4	0.691	1.3011	0.0421	4.21
จำนวนผล ขนาดใหญ่ (NLF)	1	0.406	1.0000	0.0000	0.00
	2	0.406	1.4225	0.4225	42.25
	3	0.406	1.6556	0.2331	23.31
	4	0.406	1.8034	0.1478	14.78
	5	0.406	1.9055	0.1021	10.21
	6	0.406	1.9802	0.0747	7.47
	7	0.406	2.0372	0.0571	5.71
จำนวนผล ขนาดเล็ก (NSF)	1	0.201	1.0000	0.0000	0.00
	2	0.201	1.6658	0.6658	66.58
	3	0.201	2.1410	0.4752	47.52
	4	0.201	2.4971	0.3561	35.61
	5	0.201	2.7740	0.2769	27.69
	6	0.201	2.9954	0.2214	22.14
	7	0.201	3.1765	0.1811	18.11
	8	0.201	3.3273	0.1509	15.09
	9	0.201	3.4550	0.1276	12.76
	10	0.201	3.5644	0.1094	10.94
	11	0.201	3.6591	0.0948	9.48
	12	0.201	3.7421	0.0829	8.29

เมื่อคำนวณได้ค่าอัตราและค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไป คือ การนำทั้งสองค่ามาเทียบกับตารางประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ Becker (ตารางภาคผนวกที่ 1) เพื่อหาจำนวนทะเลาะที่เหมาะสมของการวัดลักษณะ

จากตัวอย่างการคำนวณ พบว่า ค่าอัตราซ้ำมีค่าเท่ากับ 0.691 หรือประมาณ 0.70 และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ เท่ากับ 1.259 หรือประมาณ 1.26 จากนั้น นำทั้งสองค่ามาเทียบกับตาราง โดยให้ค่าอัตราซ้ำที่คำนวณได้ เท่ากับ 0.7 จากนั้นเทียบกับจำนวนทะเลาะ เริ่มจาก 1 ทะเลาะ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 1.00 ที่ 2 ทะเลาะ มีค่าสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 1.18 ที่ 3 ทะเลาะ มีค่าสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 1.25 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้ แต่ยังไม่อาจสรุปได้ว่า ที่ 3 ทะเลาะ เป็นจำนวนทะเลาะที่เหมาะสม จำเป็นต้องมีการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการวัด และเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ โดยเพิ่มจำนวนทะเลาะขึ้นอีกครั้งละ 1 ทะเลาะ ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ใช้คัดเลือก คือ ค่าผลต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของทะเลาะที่เพิ่มขึ้นกับทะเลาะก่อนหน้า (ดังสูตรหน้า 100) การเพิ่มจำนวนทะเลาะขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่ง ผลต่างของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าไม่เกิน 10 หรือค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเพิ่มขึ้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จึงจะใช้จำนวนทะเลาะหรือผลตัวแรกที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นจำนวนทะเลาะหรือผลที่เหมาะสม ตัวอย่างการเลือกจำนวนทะเลาะที่เหมาะสม

สูตรการหาเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ โดยใช้ค่าจากตารางภาคผนวกที่ 3

$$= (\text{ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของทะเลาะที่ } n - \text{ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของทะเลาะที่ } n-1) \times 100$$

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของทะเลาะที่ 1 ของลักษณะน้ำหนักทะเลาะ

$$= (1.00 - 0) \times 100$$

$$= 100 \%$$

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของทะเลาะที่ 2 ของลักษณะน้ำหนักทะเลาะ

$$= (1.1824 - 1.00) \times 100$$

$$= 0.1824 \times 100$$

$$= 18.24\%$$

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของทะเลาะที่ 3 ของลักษณะน้ำหนักทะเลาะ

$$= (1.2590 - 1.1824) \times 100$$

$$= 0.0766 \times 100$$

$$= 7.66\% \quad \text{***เลือกเป็นจำนวนทะเลาะที่เหมาะสม***}$$

เมื่อทำการเพิ่มจำนวนทะเลายตั้งแต่ 1 ทะลายไปจนถึง 4 ทะลาย พบว่า จำนวนทะเลายที่ 3 ทะลาย ค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 7.66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจำนวนทะเลายที่ 4 ทะลาย มีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 1.3011 เพิ่มขึ้นจากจำนวนทะเลายก่อนหน้านี้เพียง 0.0421 หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 4.21 เปอร์เซ็นต์ การเลือกทะเลายที่เหมาะสมต้องเลือกจากจำนวนทะเลายตัวแรกที่ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จำนวนทะเลายที่เหมาะสมในการศึกษาลักษณะน้ำหนักทะเลาย คือ 3 ทะลาย ลักษณะอื่น ๆ ที่ศึกษาก็ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันนี้ในการพิจารณาเช่นเดียวกัน เช่น ลักษณะจำนวนผลขนาดใหญ่ ใช้จำนวนทะเลายที่เหมาะสม คือ 6 ทะลาย เพราะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เท่ากับ 7.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลักษณะจำนวนผลขนาดเล็ก จำนวนทะเลายที่เหมาะสม คือ 11 ทะลาย เพราะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เท่ากับ 9.48 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตจากต้นแม่พันธุ์ดูรา จำนวน 33 ต้น

Plant No.	B th	BW (kg)	FW/B (kg)	AW (kg)	NF/B (fruits)	WLF (kg)	NLF (fruits)	WMF (kg)	NMF (fruits)	WSF (kg)	NSF (fruits)	MT (cm)	ST (cm)	KT (cm)	FL (cm)	FWI (cm)	W/F (g)	M/F (%)	S/F (%)	K/F (%)
B4	1	32.00	18.60	13.40	1907.00	7.20	580.00	6.00	577.00	5.40	750.00	0.34	0.22	1.22	2.68	2.06	10.74	54.70	29.38	15.92
B15	1	22.00	10.60	11.40	1320.00	5.00	480.00	4.00	560.00	1.60	280.00	0.22	0.17	1.20	2.36	1.91	8.50	36.39	37.21	26.40
	2	14.20	7.20	7.00	894.00	3.00	350.00	3.40	404.00	0.80	140.00	0.22	0.26	1.25	2.30	1.88	7.32	46.49	32.17	21.33
	3	21.30	13.20	8.10	2191.00	1.40	204.00	7.40	1053.00	4.40	934.00	0.19	0.21	1.20	2.40	1.75	6.26	39.75	32.55	27.71
	4	18.40	10.70	7.70	1900.00	3.20	551.00	4.70	709.00	2.80	640.00	0.19	0.11	1.16	2.16	1.71	5.44	43.93	30.78	25.29
B16	1	22.00	12.00	10.00	1716.00	5.60	644.00	3.60	542.00	2.80	530.00	0.28	0.32	0.98	2.25	1.83	7.13	51.85	32.15	15.99
B17	1	17.20	10.00	7.20	1507.00	3.40	400.00	5.60	917.00	1.00	190.00	0.19	0.13	0.92	2.00	1.67	5.26	46.56	32.91	20.53
	2	13.80	7.20	6.60	1671.00	2.00	296.00	3.40	725.00	1.80	650.00	0.27	0.21	0.88	2.03	1.53	4.76	58.01	26.45	15.54
C13	1	20.00	12.80	7.20	2166.00	3.40	866.00	6.20	656.00	3.20	644.00	0.27	0.17	1.11	2.25	1.62	5.76	46.78	31.39	21.83
	2	25.00	15.00	10.00	2226.00	6.40	770.00	6.20	956.00	2.40	500.00	0.26	0.20	1.04	2.18	1.76	6.71	41.55	36.24	22.22
	3	22.20	13.20	9.00	2265.00	5.40	690.00	5.40	965.00	2.40	610.00	0.27	0.20	1.05	2.21	1.74	6.99	52.72	14.75	32.53
	4	18.50	10.20	8.30	1316.00	3.00	280.00	4.80	614.00	2.40	422.00	0.24	0.21	1.22	2.52	1.77	8.26	53.18	22.42	24.40
	5	20.60	12.10	8.50	1791.00	2.40	252.00	6.20	777.00	3.50	762.00	0.21	0.18	1.09	2.49	1.80	7.49	41.65	33.04	25.31
C14	1	21.00	13.20	7.80	1135.00	3.60	219.00	5.40	441.00	4.20	475.00	0.25	0.20	1.17	2.45	1.96	10.27	60.66	22.29	17.05
	2	17.40	10.00	7.40	1929.00	2.80	333.00	3.60	650.00	3.60	946.00	0.28	0.15	0.92	2.20	1.73	6.44	63.76	19.50	16.74
	3	11.00	5.40	5.60	1475.00	1.00	158.00	2.20	517.00	2.20	800.00	0.22	0.21	0.80	1.92	1.43	3.78	28.83	47.38	23.79
C15	1	35.00	21.00	14.00	2605.00	7.40	900.00	7.20	845.00	6.40	860.00	0.28	0.22	1.14	2.41	1.97	8.92	47.07	32.80	20.13

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant No.	B ^h	BW (kg)	FW/B (kg)	AW (kg)	NF/B (fruits)	WLF (kg)	NLF (fruits)	WMF (kg)	NMF (fruits)	WSF (kg)	NSF (fruits)	MT (cm)	ST (cm)	KT (cm)	FL (cm)	FWI (cm)	W/F (g)	M/F (%)	S/F (%)	K/F (%)
C15	2	41.30	24.40	16.90	3233.00	11.40	1163.00	6.60	870.00	6.40	1200.00	0.23	0.30	1.26	2.25	1.79	7.78	49.95	32.15	17.90
	3	31.40	22.00	9.40	2702.00	9.40	914.00	6.00	753.00	6.60	1035.00	0.24	0.31	1.35	2.56	1.94	8.46	44.73	33.80	21.47
C16	1	24.20	13.60	10.60	1896.00	6.20	648.00	4.40	637.00	3.00	611.00	0.28	0.24	1.09	2.37	1.92	8.10	46.26	37.80	15.95
	2	22.00	11.00	11.00	1596.00	3.40	367.00	3.80	529.00	3.80	700.00	0.98	0.26	0.99	2.32	1.79	7.07	41.38	41.24	17.38
	3	26.80	14.80	12.00	2041.00	7.00	700.00	4.40	625.00	3.40	716.00	0.20	0.19	1.10	2.21	1.75	6.33	45.84	36.94	17.22
C19	1	21.50	12.80	8.70	2253.00	4.20	518.00	4.60	795.00	4.00	940.00	0.26	0.19	1.05	2.10	1.67	5.80	53.26	26.91	19.84
	2	21.20	11.40	9.80	1158.00	5.20	368.00	4.20	430.00	2.00	360.00	0.35	0.17	0.90	2.56	1.62	7.58	52.00	31.56	16.44
D1	1	25.40	16.60	8.80	1785.00	10.00	930.00	4.40	525.00	2.20	330.00	0.20	0.28	1.12	2.42	2.00	8.97	41.38	46.26	12.37
	2	19.20	12.00	7.20	1330.00	3.20	280.00	5.80	625.00	3.00	425.00	0.22	0.33	1.14	2.49	1.99	9.17	36.11	49.33	14.56
	3	21.00	13.80	7.20	1622.00	6.40	621.00	5.00	634.00	2.40	367.00	0.15	0.16	1.19	2.33	1.78	6.96	30.91	43.64	25.45
D12	1	20.80	11.80	9.00	2268.00	3.20	400.00	5.60	990.00	3.00	878.00	0.25	0.18	0.93	2.11	1.67	6.00	54.67	28.35	16.98
	2	16.80	8.20	8.60	1988.00	2.20	320.00	3.00	640.00	3.00	1028.00	0.27	0.21	0.65	1.88	1.51	3.95	45.06	34.92	20.02
D14	1	24.20	13.80	10.40	1389.00	3.00	210.00	6.60	596.00	4.20	583.00	0.27	0.22	1.06	2.37	1.85	9.14	60.26	23.65	16.09
	2	17.00	6.60	10.40	1326.00	1.80	250.00	3.20	628.00	1.60	448.00	0.47	0.16	0.79	2.02	1.58	5.73	57.41	25.07	17.51
	3	19.20	10.00	9.20	2055.00	3.20	460.00	4.00	810.00	2.80	785.00	0.21	0.32	0.84	1.91	1.50	4.89	51.92	29.39	18.69
	4	17.40	5.60	11.80	1033.00	1.60	210.00	2.00	364.00	2.00	459.00	0.27	0.24	0.82	1.94	1.53	5.20	36.14	42.96	20.90
D17	1	25.00	15.80	9.20	1444.00	5.60	351.00	6.60	599.00	3.60	494.00	0.53	0.19	0.95	2.95	1.92	8.74	51.61	31.59	16.80

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
No.		(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
D17	2	20.80	11.80	9.00	1179.00	6.60	500.00	3.60	405.00	1.60	274.00	0.34	0.24	1.24	2.70	2.06	10.79	54.69	31.31	14.01
	3	25.50	15.60	9.90	2568.00	5.20	653.00	7.00	1120.00	3.40	795.00	0.29	0.16	1.06	2.23	1.74	6.56	54.82	27.84	17.34
	4	15.20	6.70	8.50	763.00	2.90	200.00	3.20	305.00	0.60	258.00	0.35	0.16	1.02	2.51	1.87	8.91	50.70	25.90	23.39
E1	1	21.50	14.80	6.70	2436.00	3.00	282.00	6.80	894.00	5.00	1260.00	0.31	0.15	0.73	2.04	1.61	6.04	50.91	40.27	8.82
	2	22.00	13.60	8.40	2574.00	4.40	600.00	5.20	934.00	4.00	1040.00	0.20	0.14	0.80	1.92	1.60	5.38	55.25	34.53	10.22
	3	23.20	11.00	12.20	1658.00	4.60	562.00	3.40	496.00	3.00	600.00	0.25	0.20	0.86	2.14	1.72	6.99	53.14	37.15	9.72
E13	1	19.00	12.60	6.40	1467.00	2.40	160.00	6.00	640.00	4.20	667.00	0.39	0.44	1.16	3.02	1.90	9.04	46.20	35.27	18.53
	2	23.80	13.40	10.40	1756.00	5.60	496.00	5.40	750.00	2.40	510.00	0.25	0.25	1.02	2.49	1.89	9.34	47.05	36.43	16.52
	3	26.00	13.60	12.40	1877.00	4.40	422.00	5.00	675.00	4.20	780.00	0.25	0.27	0.99	2.40	1.68	7.55	46.49	34.46	19.05
	4	18.80	11.30	7.50	1422.00	3.60	400.00	4.40	392.00	3.30	630.00	0.27	0.21	0.87	2.25	1.66	6.68	52.60	32.50	14.91
	5	11.20	5.00	6.20	483.00	1.80	140.00	1.80	174.00	1.40	169.00	0.30	0.13	1.23	2.77	2.24	10.35	52.51	26.34	21.15
E14	1	35.00	19.40	15.60	2840.00	4.20	410.00	11.80	1650.00	3.40	780.00	0.27	0.17	1.04	2.22	1.73	6.80	43.80	35.04	21.16
	2	37.80	21.80	16.00	3008.00	11.40	1238.00	5.20	740.00	5.20	1030.00	0.28	0.21	1.04	2.23	1.73	6.80	46.64	34.46	18.90
	3	31.20	21.10	10.10	2839.00	7.90	724.00	6.60	855.00	6.60	1260.00	0.27	0.22	1.01	2.24	1.87	7.53	48.19	32.06	19.75
	4	25.00	14.20	10.80	1871.00	6.20	648.00	5.20	718.00	2.80	505.00	0.28	0.24	1.10	2.34	1.82	7.48	47.67	34.68	17.65
F13	1	29.40	15.00	14.40	1443.00	7.40	528.00	5.80	620.00	1.80	295.00	0.26	0.19	1.34	2.69	2.00	10.49	46.04	38.11	15.86
	2	28.20	14.00	14.20	1207.00	8.20	527.00	5.00	480.00	0.80	200.00	0.40	0.34	0.89	2.49	1.98	9.62	44.37	40.02	15.61

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
No.		(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
F17	1	24.20	15.60	8.60	1491.00	9.60	752.00	4.00	439.00	2.00	300.00	0.37	0.26	1.17	2.52	2.14	11.24	50.84	34.25	14.92
	2	21.00	12.20	8.80	1083.00	8.00	573.00	2.80	280.00	1.40	230.00	0.33	0.26	1.20	2.57	2.07	9.95	49.39	34.86	15.75
	3	23.80	13.60	10.20	1884.00	7.20	554.00	4.00	890.00	2.40	440.00	0.30	0.15	1.12	2.48	1.90	9.19	51.01	34.22	14.77
G1	1	22.40	14.20	8.20	1553.00	9.00	826.00	4.00	514.00	1.20	213.00	0.35	0.27	0.83	2.44	2.00	8.97	45.37	35.18	19.45
	2	22.00	11.80	10.20	1010.00	7.40	418.00	1.80	207.00	2.60	385.00	0.30	0.29	0.99	2.55	2.13	10.39	55.31	34.52	10.17
	3	28.20	20.00	8.20	1764.00	8.20	500.00	7.20	634.00	4.60	630.00	0.35	0.19	0.77	2.46	1.96	9.45	45.76	41.04	13.21
G5	1	16.00	7.40	8.60	881.00	3.00	196.00	2.60	289.00	1.80	396.00	0.47	0.24	0.67	2.38	1.99	9.94	55.95	31.18	12.87
	2	22.00	12.20	9.80	1368.00	5.20	419.00	4.00	443.00	3.00	506.00	0.26	0.26	1.11	2.46	1.93	9.59	48.62	33.27	18.11
	3	16.00	7.80	8.20	678.00	4.40	211.00	2.40	187.00	1.00	280.00	0.37	0.15	0.76	2.28	1.78	7.37	57.01	27.41	15.58
	4	17.50	8.60	8.90	1015.00	4.60	386.00	3.00	329.00	1.00	300.00	0.37	0.24	0.83	2.32	1.82	8.14	42.01	42.60	15.38
	5	15.80	8.40	7.40	1140.00	3.60	322.00	3.60	458.00	1.20	360.00	0.32	0.27	0.80	2.14	1.54	6.77	53.55	30.49	15.96
	6	21.80	13.20	8.60	1688.00	4.40	347.00	4.80	551.00	4.00	790.00	0.24	0.16	1.21	2.78	1.85	8.67	55.13	32.58	12.29
G13	1	22.40	11.00	11.40	1682.00	2.80	288.00	4.60	670.00	3.60	724.00	0.26	0.26	0.90	2.16	1.77	7.38	54.29	30.38	15.33
	2	22.00	13.60	8.40	1799.00	7.40	830.00	4.20	600.00	2.00	369.00	0.27	0.24	1.06	2.44	1.73	7.38	51.29	23.92	24.79
	3	21.50	13.20	8.30	1725.00	5.00	506.00	4.80	639.00	3.40	580.00	0.27	0.20	1.03	2.54	2.01	8.78	50.61	33.57	15.83
	4	20.40	13.00	7.40	1787.00	3.20	288.00	4.40	830.00	5.40	669.00	0.27	0.18	0.96	2.40	1.94	8.26	51.17	34.08	14.75
	5	18.60	12.40	6.20	1624.00	4.00	363.00	3.60	425.00	4.80	836.00	0.29	0.26	1.03	2.43	1.87	7.84	50.12	35.20	14.69

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
No.		(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
G14	1	35.50	21.60	13.90	3470.00	4.20	505.00	10.20	1565.00	7.20	1400.00	0.17	0.32	1.17	2.10	1.64	5.90	31.01	43.44	25.56
	2	34.80	19.40	15.40	3297.00	4.20	463.00	11.80	1854.00	3.40	980.00	0.18	0.20	1.08	2.14	1.81	6.72	42.70	33.50	23.80
	3	25.50	14.00	11.50	2294.00	7.60	1192.00	4.00	602.00	2.40	500.00	0.23	0.30	0.93	2.13	1.62	5.80	46.04	36.62	17.35
H10	1	22.40	14.30	8.10	1242.00	5.50	345.00	4.60	485.00	4.20	412.00	0.51	0.26	1.26	3.70	1.93	11.21	47.94	37.83	14.23
	2	26.60	15.00	11.60	1535.00	7.60	567.00	5.00	544.00	2.40	424.00	0.20	0.17	1.36	2.42	1.82	8.50	46.32	29.59	24.09
	3	22.80	13.20	9.60	1361.00	8.00	731.00	3.20	340.00	2.00	290.00	0.27	0.23	1.28	2.52	1.92	9.89	43.27	37.69	19.04
	4	21.50	12.40	9.10	1972.00	2.40	288.00	4.60	663.00	5.40	1021.00	0.25	0.21	1.10	2.11	1.85	7.01	40.18	39.04	20.78
	5	18.60	9.00	9.60	2121.00	1.60	217.00	3.40	720.00	4.00	1184.00	0.21	0.30	0.79	2.01	1.61	5.18	46.43	35.11	18.45
H14	1	16.40	9.80	6.60	1434.00	7.00	829.00	2.40	445.00	0.40	160.00	0.22	0.20	0.89	2.00	1.58	5.90	51.45	29.30	19.25
	2	19.60	12.80	6.80	2542.00	3.80	555.00	5.60	1047.00	3.40	940.00	0.19	0.28	1.11	2.07	1.63	5.21	36.65	36.02	27.33
	3	25.60	17.80	7.80	3467.00	5.40	827.00	6.40	1250.00	6.00	1390.00	0.17	0.12	1.08	1.96	1.57	4.67	45.64	35.73	18.63
I9	1	45.00	28.10	16.90	2808.00	17.00	1312.00	7.40	896.00	3.70	600.00	0.35	0.77	1.07	2.63	1.96	10.88	56.03	30.84	13.12
	2	41.50	27.00	14.50	2943.00	10.20	830.00	8.20	858.00	8.60	1255.00	0.32	0.19	1.07	2.52	1.95	8.86	59.38	29.54	11.08
I11	1	20.60	12.40	8.20	1206.00	6.70	540.00	3.80	436.00	1.90	230.00	0.22	0.26	1.25	2.45	2.06	9.10	42.28	40.69	17.03
	2	38.00	22.10	15.90	2623.00	12.60	1012.00	6.80	795.00	2.70	816.00	0.23	0.28	1.24	2.30	2.03	9.81	40.16	43.60	16.25
	3	36.00	21.00	15.00	2048.00	7.80	574.00	8.80	880.00	4.40	594.00	0.40	0.21	1.31	2.58	1.92	10.86	43.98	41.24	14.78

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant		BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
No.	B th	(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
I13	1	44.40	27.80	16.60	3178.00	13.00	1118.00	7.20	820.00	7.60	1240.00	0.28	0.29	1.03	2.47	1.95	9.92	46.20	39.90	13.90
	2	44.00	27.00	17.00	3355.00	7.80	642.00	9.40	1022.00	9.80	1691.00	0.28	0.27	0.97	2.43	1.91	9.60	47.56	40.30	12.14
	3	37.00	22.40	14.60	2375.00	10.60	824.00	5.40	571.00	6.40	980.00	0.26	0.21	1.18	2.50	1.96	9.71	46.59	40.00	13.42
	4	37.00	22.80	14.20	2797.00	10.00	898.00	6.00	724.00	6.80	1175.00	0.34	0.28	1.06	2.64	2.05	8.85	48.03	37.35	14.62
J3	1	18.50	11.40	7.10	2751.00	2.80	413.00	3.20	708.00	5.40	1630.00	0.27	0.25	0.58	1.89	1.48	4.69	44.27	41.62	14.11
	2	17.20	9.60	7.60	1979.00	3.60	496.00	3.20	640.00	2.80	843.00	0.26	0.26	0.71	2.03	1.62	5.64	56.38	36.23	7.40
	3	20.40	9.50	10.90	1732.00	2.90	398.00	4.40	764.00	2.20	570.00	0.29	0.21	0.72	1.95	1.66	5.85	63.31	25.26	11.42
J6	1	35.00	22.00	13.00	2569.00	11.60	1000.00	6.40	859.00	4.00	710.00	0.27	0.23	1.13	2.41	1.83	8.05	45.55	36.73	17.72
	2	28.00	17.60	10.40	1791.00	8.40	728.00	6.20	538.00	3.00	525.00	0.29	0.19	1.11	2.31	1.89	8.57	51.68	34.47	13.85
	3	28.00	18.00	10.00	1870.00	9.00	668.00	6.20	724.00	2.80	478.00	0.27	0.27	1.21	2.64	2.07	9.82	46.51	35.70	17.79
J7	1	25.40	15.40	10.00	2228.00	9.00	1058.00	4.20	680.00	2.20	490.00	0.22	0.18	1.05	2.18	1.63	5.98	47.68	37.15	15.18
	2	18.00	10.80	7.20	2058.00	3.80	620.00	5.20	1000.00	1.80	438.00	0.25	0.22	0.89	1.98	1.63	5.08	44.59	37.76	17.65
	3	24.00	15.80	8.20	2595.00	3.60	390.00	5.80	855.00	6.40	1350.00	0.20	0.12	0.99	2.36	1.62	6.79	49.86	33.27	16.87
J8	1	17.20	8.90	8.30	1334.00	4.30	506.00	3.40	544.00	1.20	284.00	0.29	0.19	1.04	2.24	1.78	6.52	44.32	38.06	17.63
	2	28.80	17.00	11.80	2681.00	5.40	591.00	5.40	700.00	6.20	1390.00	0.18	0.14	1.15	2.24	1.64	6.57	45.88	36.54	17.57
	3	16.40	9.80	6.60	1131.00	4.60	441.00	2.80	315.00	2.40	375.00	0.25	0.20	1.20	2.37	1.88	7.72	50.16	31.80	18.04

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FW/B	AW	NF/B	WLF	NLF	WMF	NMF	WSF	NSF	MT	ST	KT	FL	FWI	W/F	M/F	S/F	K/F
No.		(kg)	(kg)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(kg)	(fruits)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)
K6	1	28.60	13.20	15.40	1735.00	6.00	685.00	3.60	412.00	3.60	638.00	0.24	0.19	1.15	2.19	1.76	7.04	39.94	37.67	22.39
	2	28.40	17.20	11.20	3352.00	7.40	1182.00	4.20	770.00	5.60	1400.00	0.40	0.17	1.08	2.14	1.61	5.86	47.68	33.16	19.16
K6	3	21.40	13.20	8.20	2070.00	7.00	865.00	4.20	750.00	2.00	455.00	0.24	0.19	1.08	2.13	1.84	6.97	43.50	36.41	20.09
	4	24.50	15.60	8.90	2635.00	6.00	720.00	5.40	915.00	4.20	1000.00	0.23	0.30	1.18	2.23	1.75	6.42	46.33	33.72	19.95
	5	21.50	12.40	9.10	1782.00	6.20	683.00	3.60	532.00	2.60	567.00	0.24	0.32	1.19	2.24	1.77	6.32	44.07	35.54	20.40
	6	25.80	15.00	10.80	2694.00	6.00	790.00	4.40	724.00	4.60	1180.00	0.21	0.29	1.05	2.11	1.60	5.33	43.17	39.53	17.30
M7	1	21.60	13.80	7.80	2358.00	6.60	848.00	3.80	656.00	3.40	854.00	0.23	0.22	0.97	2.04	1.72	6.52	46.23	39.86	13.91
	2	26.00	17.00	9.00	2906.00	4.80	568.00	6.40	1028.00	5.80	1310.00	0.20	0.21	0.96	1.99	1.72	6.30	44.83	41.01	14.16
	3	20.60	13.80	6.80	1866.00	7.20	706.00	3.80	590.00	2.80	570.00	0.23	0.22	0.95	2.07	1.62	5.96	47.96	36.11	15.93
	4	21.00	15.50	5.50	2326.00	7.70	680.00	4.20	790.00	3.60	856.00	0.18	0.21	0.94	2.06	1.65	5.85	43.11	42.22	14.67
Mean		24.51	14.39	10.12	1956.21	5.89	576.38	5.04	691.92	3.46	687.91	0.28	0.23	1.04	2.32	1.80	7.57	47.87	34.47	17.66

ตารางผนวกที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันของดินแม่พันธุ์ดูราจำนวน 33 ต้น ที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่อง soxhlet extractor (Buchi Universal Extraction System B-811)

Plant	B th	BW	FM/B	MOW	DM/B	CPOW/B	CPO/DM	CPO/FM	CPO/B	FK/B	KOW	DK/B	PKOW/B	PKO/DM	PKO/FM	PKO/B
No.		(kg)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)
B4	1	32.00	9811.50	3.68	6532.69	4808.06	73.60	49.00	15.03	1933.66	2.48	1894.60	939.72	49.60	48.60	2.94
B15	1	22.00	2940.18	3.70	2454.80	1816.55	74.00	61.78	8.26	2198.28	1.88	2136.38	803.28	37.60	36.54	3.65
	2	14.20	2723.26	3.75	2536.63	1902.47	75.00	69.86	13.40	1192.10	2.32	1163.38	539.81	46.40	45.28	3.80
	3	18.40	3639.66	3.25	3562.24	2315.46	65.00	63.62	12.58	2235.50	2.36	2178.41	1028.21	47.20	45.99	5.59
B16	1	22.00	5400.00	3.83	4356.00	3336.70	76.60	61.79	15.17	1920.00	2.25	1562.16	702.97	45.00	36.61	3.20
B17	1	17.20	3642.50	3.72	3407.80	2535.40	74.40	69.61	14.74	1576.00	2.37	1483.20	703.04	47.40	44.61	4.09
	2	13.80	3873.56	3.46	3043.66	2106.21	69.20	54.37	15.26	965.95	2.43	943.92	458.75	48.60	47.49	3.32
C13	1	20.00	7193.60	3.66	6243.97	4570.58	73.20	63.54	22.85	944.64	2.34	896.64	419.63	46.80	44.42	2.10
	2	22.20	4719.92	3.58	3914.13	2802.52	71.60	59.38	12.62	2578.03	2.43	2486.81	1208.59	48.60	46.88	5.44
	3	18.50	4410.23	3.57	4193.88	2994.43	71.40	67.90	16.19	2021.28	1.77	1962.89	694.86	35.40	34.38	3.76
	4	20.60	4747.50	3.60	4342.09	3126.30	72.00	65.85	15.18	2028.63	1.81	1953.30	707.10	36.20	34.86	3.43
C14	1	21.00	6453.48	3.74	4791.73	3584.22	74.80	55.54	17.07	2012.87	2.40	1861.33	893.44	48.00	44.39	4.25
	2	17.40	3863.25	3.71	3280.50	2434.13	74.20	63.01	13.99	1930.50	1.89	1880.30	710.75	37.80	36.82	4.08
	3	11.00	2243.16	3.68	1918.57	1412.06	73.60	62.95	12.84	881.17	1.91	841.89	321.60	38.20	36.50	2.92
C15	1	41.30	8827.68	3.36	7797.26	5239.76	67.20	59.36	12.69	4566.46	2.34	3914.49	1831.98	46.80	40.12	4.44

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FM/B	MOW	DM/B	CPOW/B	CPO/DM	CPO/FM	CPO/B	FK/B	KOW	DK/B	PKOW/B	PKO/DM	PKO/FM	PKO/B
No.		(kg)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)
C16	1	26.80	4866.24	3.51	4086.43	2868.67	70.20	58.95	10.70	2125.28	2.27	2008.21	911.73	45.40	42.90	3.40
C19	1	21.50	5774.27	3.64	5014.66	3650.67	72.80	58.95	16.98	1607.36	2.42	1410.56	682.71	48.40	42.47	3.18
	2	21.20	4565.42	3.66	3805.43	2785.58	73.20	58.95	13.14	1289.45	2.35	1262.72	593.48	47.00	46.03	2.80
D1	1	25.40	5146.00	3.80	4520.18	3435.34	76.00	58.95	13.52	1690.88	2.28	1509.27	688.23	45.60	40.70	2.71
D12	1	20.80	2574.70	3.80	2397.58	1822.16	76.00	58.95	8.76	685.17	2.29	650.24	297.81	45.80	43.47	1.43
	2	16.80	3813.33	3.77	3306.08	2492.78	75.40	58.95	14.84	926.11	2.39	872.23	416.93	47.80	45.02	2.48
D14	1	24.20	7089.75	3.55	4553.03	3232.65	71.00	58.95	13.36	1868.38	2.34	1751.36	819.64	46.80	43.87	3.39
	2	19.20	4290.25	3.29	3452.95	2272.04	65.80	58.95	11.83	1366.50	2.44	1300.80	634.79	48.80	46.45	3.31
	3	17.40	2445.91	3.57	2087.60	1490.54	71.40	58.95	8.57	805.78	2.30	776.83	357.34	46.00	44.35	2.05
D17	1	25.00	6859.65	3.78	6061.51	4582.50	75.60	58.95	18.33	2357.68	2.32	2038.28	945.76	46.40	40.11	3.78
	2	20.80	6927.90	3.89	6154.59	4788.27	77.80	58.95	23.02	2105.18	2.46	2031.08	999.29	49.20	47.47	4.80
	3	25.50	6351.77	3.68	6265.19	4611.18	73.60	58.95	18.08	2315.12	2.37	2253.19	1068.01	47.40	46.13	4.19
	4	15.20	2995.40	3.71	2831.09	2100.67	74.20	58.95	13.82	820.72	2.44	800.45	390.62	48.80	47.59	2.57
E1	1	21.50	7147.96	3.73	5922.66	4418.31	74.60	58.95	20.55	2241.02	2.33	2092.28	975.00	46.60	43.51	4.53
	2	22.00	5401.85	3.74	4721.24	3531.49	74.80	58.95	16.05	1556.04	2.44	1473.49	719.06	48.80	46.21	3.27
	3	23.20	4607.52	3.52	4318.44	3040.18	70.40	58.95	13.10	1046.27	2.21	1015.80	448.98	44.20	42.91	1.94
C19	1	21.50	5774.27	3.64	5014.66	3650.67	72.80	58.95	16.98	1607.36	2.42	1410.56	682.71	48.40	42.47	3.18

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FM/B	MOW	DM/B	CPOW/B	CPO/DM	CPO/FM	CPO/B	FK/B	KOW	DK/B	PKOW/B	PKO/DM	PKO/FM	PKO/B
No.		(kg)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)
E13	1	19.00	5129.21	3.77	4534.68	3419.15	75.40	58.95	18.00	1606.06	2.36	1492.28	704.36	47.20	43.86	3.71
	2	23.80	4452.08	3.71	3829.39	2841.40	74.20	58.95	11.94	2261.85	2.37	2173.35	1030.17	47.40	45.55	4.33
E13	3	26.00	5394.17	3.66	4251.84	3112.34	73.20	58.95	11.97	2220.81	2.27	2161.04	981.11	45.40	44.18	3.77
	4	18.80	5063.19	3.38	4235.07	2862.91	67.60	58.95	15.23	1608.84	2.35	1568.33	737.11	47.00	45.82	3.92
	5	11.20	2004.45	3.53	1935.23	1366.27	70.60	58.95	12.20	595.50	2.34	583.00	272.84	46.80	45.82	2.44
E14	1	35.00	7623.42	3.71	5667.90	4205.58	74.20	58.95	12.02	2951.32	2.07	2866.25	1186.63	41.40	40.21	3.39
	2	37.80	6941.81	3.52	5674.99	3995.19	70.40	58.95	10.57	3064.62	1.58	2981.78	942.24	31.60	30.75	2.49
	3	31.20	7383.54	3.53	5793.81	4090.43	70.60	58.95	13.11	2782.25	1.63	2694.08	878.27	32.60	31.57	2.81
F13	1	29.40	7668.43	3.60	6678.06	4808.20	72.00	58.95	16.35	2529.18	1.85	2457.30	909.20	37.00	35.95	3.09
	2	28.20	8577.42	3.41	7189.64	4903.33	68.20	58.95	17.39	2093.84	2.37	2024.20	959.47	47.40	45.82	3.40
F17	1	24.20	7296.53	3.83	6291.23	4819.08	76.60	58.95	19.91	2466.32	2.24	2106.84	943.86	44.80	38.27	3.90
G1	1	22.40	10864.00	3.73	7391.40	5513.98	74.60	58.95	24.62	1823.60	2.40	1598.17	767.12	48.00	42.07	3.42
G5	1	16.00	11866.59	3.76	10339.23	7775.10	75.20	58.95	48.59	1099.20	2.34	1033.24	483.56	46.80	43.99	3.02
	2	22.00	7821.98	3.76	7132.12	5363.35	75.20	58.95	24.38	2138.75	1.82	2104.42	766.01	36.40	35.82	3.48
	3	16.00	9597.76	3.78	8518.15	6439.72	75.60	58.95	40.25	1914.78	1.83	1864.63	682.45	36.60	35.64	4.27
	4	21.80	6566.32	3.78	6290.45	4755.58	75.60	58.95	21.81	2187.35	1.96	2127.50	833.98	39.20	38.13	3.83
G13	1	22.40	7816.16	3.69	7308.17	5393.43	73.80	58.95	24.08	2633.94	2.20	2546.25	1120.35	44.00	42.54	5.00

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Plant	B th	BW	FM/B	MOW	DM/B	CPOW/B	CPO/DM	CPO/FM	CPO/B	FK/B	KOW	DK/B	PKOW/B	PKO/DM	PKO/FM	PKO/B
No.		(kg)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)
G13	2	22.00	8833.31	3.86	7607.23	5872.78	77.20	58.95	26.69	2164.75	2.20	2100.83	924.36	44.00	42.70	4.20
	3	20.40	7606.06	3.80	7355.22	5589.97	76.00	58.95	27.40	2256.03	2.33	2211.79	1030.70	46.60	45.69	5.05
G14	1	35.50	2611.82	3.36	1975.02	1327.21	67.20	58.95	3.74	2053.01	2.34	1649.49	771.96	46.80	37.60	2.17
	2	34.80	5913.41	3.70	5215.98	3859.83	74.00	58.95	11.09	3253.48	2.55	3139.89	1601.34	51.00	49.22	4.60
	3	25.50	6813.28	3.64	5805.16	4226.16	72.80	58.95	16.57	3259.20	2.92	3224.09	1882.87	58.40	57.77	7.38
H10	1	22.40	7588.41	3.64	6629.17	4826.04	72.80	58.95	21.54	2604.45	2.25	2312.97	1040.83	45.00	39.96	4.65
	2	26.60	6338.76	3.82	5901.29	4508.58	76.40	58.95	16.95	3340.10	2.33	3207.60	1494.74	46.60	44.75	5.62
	3	22.80	6842.87	3.68	6044.94	4449.08	73.60	58.95	19.51	2929.40	1.90	2864.51	1088.51	38.00	37.16	4.77
	4	21.50	7030.85	3.77	6223.23	4692.31	75.40	58.95	21.82	2835.12	1.96	2655.86	1041.10	39.20	36.72	4.84
	5	18.60	6526.74	3.70	6330.03	4684.22	74.00	58.95	25.18	3559.03	1.95	3184.70	1242.03	39.00	34.90	6.68
H14	1	16.40	4231.33	3.82	3609.18	2757.41	76.40	58.95	16.81	1549.58	2.40	1416.49	679.92	48.00	43.88	4.15
	2	19.60	7620.81	3.56	6534.50	4652.57	71.20	58.95	23.74	2754.41	2.39	2674.10	1278.22	47.80	46.41	6.52
I9	1	45.00	16157.50	3.70	12841.70	9502.86	74.00	58.95	21.12	2641.40	2.14	2280.60	976.10	42.80	36.95	2.17
I11	1	38.00	5859.67	3.74	4988.03	3731.05	74.80	58.95	9.82	2525.40	2.34	2403.56	1124.87	46.80	44.54	2.96
	2	36.00	7356.09	3.75	6201.99	4651.49	75.00	58.95	12.92	2504.64	1.65	2384.75	786.97	33.00	31.42	2.19
I13	1	44.40	10995.32	3.70	9561.25	7075.33	74.00	58.95	15.94	2744.97	1.95	2656.57	1036.06	39.00	37.74	2.33

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Plant No.	B th	BW (kg)	FM/B (g)	MOW (g)	DM/B (g)	CPOW/B (g)	CPO/DM (%)	CPO/FM (%)	CPO/B (%)	FK/B (g)	KOW (g)	DK/B (g)	PKOW/B (g)	PKO/DM (%)	PKO/FM (%)	PKO/B (%)
I13	2	44.00	8868.15	3.53	8006.04	5652.26	70.60	58.95	12.85	3144.02	1.96	3066.12	1201.92	39.20	38.23	2.73
	3	37.00	8382.98	3.74	8203.55	6136.26	74.80	58.95	16.58	2586.64	2.27	2520.11	1144.13	45.40	44.23	3.09
J3	1	18.50	6142.32	3.73	4555.21	3398.19	74.60	58.95	18.37	874.27	2.37	834.48	395.54	47.40	45.24	2.14
	3	20.40	4610.11	3.58	3753.88	2687.78	71.60	58.95	13.18	652.32	2.37	630.56	298.89	47.40	45.82	1.47
J6	1	35.00	8569.11	3.57	6947.60	4960.59	71.40	58.95	14.17	2679.27	2.19	2568.06	1124.81	43.80	41.98	3.21
J7	1	25.40	5604.14	3.63	5268.49	3824.93	72.60	58.95	15.06	1872.10	2.31	1775.39	820.23	46.20	43.81	3.23
	2	18.00	4718.25	3.64	3963.33	2885.30	72.80	58.95	16.03	1299.46	2.36	1259.17	594.33	47.20	45.74	3.30
	3	24.00	4822.00	3.62	4681.94	3389.72	72.40	58.95	14.12	2166.89	2.35	2103.53	988.66	47.00	45.63	4.12
J8	1	17.20	1955.55	3.88	1801.40	1397.89	77.60	58.95	8.13	610.90	2.45	579.97	284.18	49.00	46.52	1.65
	2	28.80	5341.83	3.88	5114.79	3969.08	77.60	58.95	13.78	2584.94	2.43	2512.60	1221.12	48.60	47.24	4.24
K6	1	28.60	5114.67	3.61	3721.61	2687.00	72.20	58.95	9.40	1944.76	2.34	1887.27	883.24	46.80	45.42	3.09
	2	24.50	5608.75	3.25	4342.73	2822.77	65.00	58.95	11.52	2563.24	2.35	2495.14	1172.72	47.00	45.75	4.79
	3	21.50	4322.76	3.75	4027.40	3020.55	75.00	58.95	14.05	1993.36	2.38	1946.80	926.68	47.60	46.49	4.31
M7	1	21.60	4971.86	3.94	4541.58	3578.77	78.80	58.95	16.57	1677.60	2.28	1590.93	725.47	45.60	43.24	3.36
	2	20.60	5519.66	3.20	4833.04	3093.14	64.00	58.95	15.02	1663.31	2.28	1617.02	737.36	45.60	44.33	3.58
	3	21.00	5378.19	3.30	5159.56	3405.31	66.00	58.95	16.22	1950.21	2.33	1893.17	882.22	46.60	45.24	4.20
Mean		25.27	6446.18	3.66	5408.70	3958.48	73.15	59.23	16.00	2066.74	2.26	1932.87	865.77	44.85	42.51	3.62

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวเขาวนาถ หาดคำ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 มีนาคม พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	ต. ม่วงสามสิบ อ. ม่วงสามสิบ จ. อุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงาน	เขาวนาถ หาดคำ, พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ พัชรินทร์ ตัณยู. 2552. อัตราซ้ำและสหสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันแบบคูราสายพันธุ์ บางเบ็ด. ว. วิทย์. กษ. 40(3) (พิเศษ): 230-233.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนพัฒนาบุคลากรระดับปริญญาโท จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ