

สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม สำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน

ธีระ เอกสมตราเมษฐ์¹ นิทัศน์ สองศรี² ธีระพงศ์ จันทรนิยม³
ประกิจ ทองคำ⁴ ชัยรัตน์ นิลนนท์⁵ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล⁶

Abstract

Eksomtrame, T.¹, Songsri, N.², Juntaraniyom, T.³, Tongkum, P.⁴, Nilnond, C.⁵
and Chaumongkol, Y.⁶

Correlation, path coefficient analysis and heritability for agronomic characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2001, 23(Suppl.): 691-704

A study of correlation, path coefficient analysis and heritability for some agronomic characters of oil palm was investigated during February 1998 to January 2002. The oil palm population used in this experiment was derived from F₁ tenera hybrids which were collected from various oil palm plantations in Southern Thailand. One good performance bunch (i.e., big bunch, thin shell) was selected from each plantation and four to six seeds per selected bunch were used for cultivation. One thousand thirty eight plants were grown at Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, in 1989. Forty five palms consisted of Dura, Tenera and Pisifera types with 18, 18 and 9 plants respectively,

^{1,6}Department of Plant Science ²Klong Hoi Khong Research Station ^{3,4}Oil Palm Research and Development Center ⁵Department of Soil Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand

¹Docteur de l'Université de Rennes I (Sciences Biologiques) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์ ²วท.บ.(เกษตรศาสตร์) สถาบันวิจัยคลองหอยโข่ง ³วท.ม.(ชีววิทยา) ⁴วท.บ.(เกษตรศาสตร์), ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน ⁵Ph.D.(Soil Science), รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ ⁶วท.ม.(พืชศาสตร์) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: etheera@ratree.psu.ac.th

were selected by randomization and tagged for investigation. The oil palm bunch yield and yield component characters were observed from individual palm for 4 years (February 1998 to January 2002). The bunch composition characters were analysed from a single bunch of each palm, sampled between June to October 1999. The results showed that in F_2 plants of oil palm, the correlation and the path coefficient between characters relating to oil yield and %oil/bunch varied according to oil palm types (Dura, Tenera and Pisifera). In Dura and Tenera palms, the characters which gave highly positive correlation with a large direct and indirect positive effects on oil yield and %oil/bunch were total bunch weight, %oil/bunch, %fruit/bunch and %oil/fruit. In case of Pisifera palms, the characters which gave highly positive correlation with a large direct and indirect positive effects on oil yield and %oil/bunch were total bunch weight, number of bunches, single bunch weight, %oil/bunch and %fruit/bunch. However, from all investigated characters in F_2 plants, only %mesocarp/fruit, %oil/fruit and %fruit/bunch showed the high values of broad sense heritabilities.

Keys words : oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq., correlation, path coefficient, heritability

บทคัดย่อ

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล
สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราถ่ายทอดทางพันธุกรรม
สำหรับลักษณะทางเกษตรของปาล์มน้ำมัน
ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 691-704

การศึกษาสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์เส้นทาง และอัตราถ่ายทอดทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึง มกราคม 2545 ในแปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่สถานีวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา เชื้อพันธุ์ดังกล่าวเป็นลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ได้จากลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ของปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทนเอร่า โดยทำการคัดเลือกทะเลาะที่มีขนาดใหญ่ และมีลักษณะกะลาของผลบางจากแต่ละสวน ๆ ละ 1 ทะละาะ แต่ละทะเลาะคัดเลือกไว้ 4-6 ผล และนำมาปลูกไว้จำนวน 1,038 ต้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ทำการสุ่มต้นปาล์มน้ำมันและให้หมายเลขต้น จำนวนทั้งหมด 45 ต้น เป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทนเอร่า และฟิลิเฟอร่า จำนวน 18, 18 และ 9 ต้น ตามลำดับ เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลผลผลิตทะเลาะสด และองค์ประกอบผลผลิต ของต้นปาล์มทุกต้น เป็นเวลา 4 ปีติดต่อกัน (เดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึง มกราคม 2545) และได้สุ่มเก็บทะเลาะสดปาล์มน้ำมันไว้ต้นละ 1 ทะละาะ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม 2542 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทะเลาะสดปาล์มน้ำมัน ผลการศึกษาพบว่า ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำมัน และ %น้ำมัน/ทะเลาะ มีความแปรปรวนขึ้นกับชนิดของปาล์มน้ำมัน (ดูรา เทนเอร่า และฟิลิเฟอร่า) ลักษณะที่พบมีนัยสำคัญยิ่งในสหสัมพันธ์ทางบวก และมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมสูง ต่อผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันชนิดดูราและเทนเอร่า คือ น้ำหนักทะเลาะทั้งหมด %น้ำมัน/ทะเลาะ %ผล/ทะเลาะ และ %น้ำมัน/ผล ส่วนปาล์มน้ำมันชนิดฟิลิเฟอร่าคือ น้ำหนักทะเลาะทั้งหมด จำนวนทะเลาะ น้ำหนัก/ทะเลาะ %น้ำมัน/ทะเลาะ และ %ผล/ทะเลาะ อย่างไรก็ตามลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน พบว่ามีเฉพาะลักษณะ %เนื้อปาล์ม/ผล %น้ำมัน/ผล และ %ผล/ทะเลาะ เท่านั้น ที่มีค่าอัตราถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างสูง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) จัดเป็นพืชยืนต้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย พืชนี้มีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว โดยนับตั้งแต่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511: ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกเพียง 1,600 ไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 69,600 ไร่ 617,960 ไร่ และ 1,400,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2520 พ.ศ. 2530 และ พ.ศ. 2540 ตามลำดับ จากรายงานของศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2544) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันแล้วไม่น้อยกว่า 1,300,000 ไร่ อัตราการขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ระหว่าง 50,000-90,000 ไร่/ปี เกษตรกรมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ดีปาล์มน้ำมันประมาณ 1.5-3 ล้าน เมล็ด/ปี สถานการณ์เพาะปลูกปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน นอกจากจะมีเกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ใหม่แล้วยังมีการปลูกปาล์มน้ำมันใหม่ทดแทนแปลงปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 25 ปี (ประมาณปีละ 50,000 ไร่) รวมทั้งการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนในพื้นที่ปลูกยางพารา ทำให้คาดได้ว่า ปริมาณความต้องการเมล็ดพันธุ์ดีปาล์มน้ำมันจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีที่นิยมใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันเป็นพันธุ์ลูกผสมชนิดเทเนอรา (Tenera, T) ซึ่งได้จากการผสมระหว่างพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา (Pisifera, P) กับแม่พันธุ์ดูรา (Dura, D) และผ่านการทดสอบความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูกแล้ว การขาดแคลนพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ดีของไทย เป็นปัญหาอุปสรรคขั้นพื้นฐานประการหนึ่งของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะจะมีผลต่อการให้ผลผลิตทะลาย และผลผลิตน้ำมัน รวมทั้งต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร เมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกส่วนใหญ่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ปาปัวนิวกินี คอสตาริกา ซาอีร์ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (กรมวิชาการเกษตร, 2541) ซึ่งยังไม่ได้ผ่านการทดสอบความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของไทยมาก่อน พันธุ์ดังกล่าวมีทั้งนำเข้าเมล็ดพันธุ์ถูกต้องตามกฎหมายและไม่ถูกต้องตามกฎหมาย รวมทั้งอาจมีการปลอมปนของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ใช่เมล็ดพันธุ์ลูกผสมชนิดเทเนอรา ซึ่งส่งผลเสียอย่างมากต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน

ของไทย ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ขึ้นใช้เองภายในประเทศ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานและต่อเนื่อง (ธีระ, 2528)

โดยทั่วไปการคัดเลือกพ่อพันธุ์พิสิเฟอราและแม่พันธุ์ดูรา เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา พิจารณาได้จากลักษณะทางเกษตรของพ่อแม่พันธุ์ (Meunier and Gascon, 1972; Ooi and Bin Ngah, 1977; Hartley, 1977) เนื่องจากลักษณะทางเกษตรต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน มีความซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกัน โดยเฉพาะลักษณะผลผลิตน้ำมันมีความซับซ้อนมากที่สุด และมีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ การคัดเลือกจึงจำเป็นต้องพิจารณาจากลักษณะผลผลิตทะลายปาล์มและลักษณะองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ ประกอบด้วย ดังนั้นการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ เพื่อการปรับปรุงประชากรและการผลิตลูกผสม (Ooi, *et al.*, 1973; Van der Vossen, 1974; Corley and Gray, 1976; Tan, 1978; Ataga, 1995) นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการคัดเลือกยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ด้วย ลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูงจะสามารถปรับปรุงได้เร็วกว่าลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ (Johnson *et al.*, 1955; Allard, 1960) จากผลการศึกษาของ Ahiekpor and Yap (1981) โดยทำการทดลองกับปาล์มน้ำมัน 4 ประชากร คือ ประชากร A (D x P), ประชากร B (D x P), ประชากร C (D x P) และประชากร D (D x P) พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ทางเกษตร และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับประชากรของปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่แต่ละประชากรมีพื้นฐานทางพันธุกรรมอายุปาล์ม และปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปาล์มที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลต่อการสร้างทางใบ และสัดส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน (Ahiekpor and Yap, 1981; Obot and Fakorede, 1990) ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในแต่ละประชากรนั้น นักปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องทราบข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ต่างๆ ทางเกษตร และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะของประชากรที่จะปรับปรุงเสียก่อน จึงจะทำให้การคัดเลือกพันธุ์เพื่อการปรับปรุงประชากรและการผลิตลูกผสมมีประสิทธิภาพ

การศึกษารัชนี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis) พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีผลต่อลักษณะผลผลิตน้ำมันของปาล์มแต่ละชนิด และศึกษาอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 เพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกต้นพ่อแม่สำหรับปรับปรุงพันธุ์สร้างลูกผสมและการปรับปรุงประชากรของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ประวัติแปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์

จากแปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ซึ่งปลูกที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่งของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 1,038 ต้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 เชื้อพันธุ์ดังกล่าวเป็นลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ที่ได้จากการผสมเกสรเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ของปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอร่า โดยทำการคัดเลือกจากแต่ละสวนๆ ละ 1 ทะลาย แต่ละทะลายคัดเลือกไว้ 4-6 ผล ซึ่งทะลายที่ทำการคัดเลือกนั้น พิจารณาจากทะลายที่มีขนาดใหญ่ และมีลักษณะกะลาของผลบาง นำเมล็ดที่คัดเลือกมาปลูกในแปลง

วิธีการศึกษา

ทำการสุ่มคัดเลือกต้นปาล์มน้ำมันชนิดดูราเทเนอร่า และฟิลิเฟอร่า รวมจำนวน 45 ต้น โดยจำแนกเป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูรา 18 ต้น ปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอร่า 18 ต้น และปาล์มน้ำมันชนิดฟิลิเฟอร่า 9 ต้น แต่ละต้นให้หมายเลขประจำต้นและเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตทะลายสดและองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย) โดยเก็บแยกเป็นรายต้นทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวเป็นเวลาติดต่อกัน 4 ปี (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึง

มกราคม 2545)

การวิเคราะห์ทะลายปาล์ม (bunch analysis) ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทะลายปาล์มจากปาล์มน้ำมันที่ให้หมายเลขไว้ทั้ง 45 ต้นๆ ละ 1 ทะลาย เมื่อเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม 2542 เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของทะลายสดปาล์มน้ำมัน (bunch composition) โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่สุกแก่เต็มที่จากต้นที่คัดเลือกไว้ โดยพิจารณาการสุกแก่ของทะลายปาล์ม แล้วชั่งน้ำหนักทะลายสด
 2. สับแยกก้านผลย่อยออกจากแกนทะลาย ชั่งน้ำหนักแกนทะลายสด สับย่อยแกนทะลาย อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C 24 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
 3. บ่มก้านผลย่อยที่มีผลติดอยู่ 2-3 วัน สังเกตการหลุดของผลออกจากก้านผลดีแล้ว แยกผลออกจากก้านผลทั้งหมด โดยแยกผลเป็น 2 ส่วน คือ ผลดี และผลลีบ ชั่งน้ำหนักก้านผลที่แยกแล้วทั้งหมด ชั่งน้ำหนักผลดี และผลลีบ
 4. สุ่มผลดี 20% โดยน้ำหนัก หรือประมาณ 200 ผล ชั่งน้ำหนักผลสด และนำไปอบที่ 80°C นาน 12 ชั่วโมง สุ่มผลดีที่อบแห้งแล้ว 50 ผล ชั่งน้ำหนักผลอบแห้ง
 5. จากผลอบแห้ง 50 ผล แยกส่วนของเนื้อปาล์มส่วนกะลา และส่วนเนื้อในเมล็ด ชั่งน้ำหนักจากส่วนที่แยกแล้วทั้ง 3 ส่วน
 6. นำส่วนของเนื้อผลบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเนื้อปาล์ม
- การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉพาะน้ำมันในส่วนของเนื้อปาล์มชั้นนอก โดยนำเนื้อปาล์มชั้นนอกที่บดละเอียดแล้วบรรจุลงถุงผ้า ปิดผนึกให้เรียบร้อย ชั่งน้ำหนักนำมาแช่ในน้ำมันเบนซิน (gasoline) นานติดต่อกัน 5 วัน โดยต้องเปลี่ยนน้ำมันเบนซินใหม่ทุกๆ วัน เมื่อครบ 5 วัน นำถุงผ้ามาผึ่งแดดให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมันเบนซิน นำข้อมูลที่บันทึกมาคำนวณหาองค์ประกอบทะลายปาล์ม ดังนี้

1) ผล/ทะลาย (%) (%F/B, fruit/bunch)	= $\frac{\text{น้ำหนักผลสด} \times \text{น้ำหนักทะลายสด} - \text{น้ำหนักแกนทะลายสด}}{\text{น้ำหนักผลสดติดกับก้านผลย่อย} - \text{น้ำหนักทะลายสด}} \times 100$
2) น้ำหนักผล (g)	= $\frac{\text{น้ำหนักผลตัวอย่าง}}{\text{จำนวนผล}}$
3) เนื้อปาล์ม/ผล (%) (%M/F, mesocarp/fruit)	= $\frac{\text{น้ำหนักผลสด} - \text{น้ำหนักเมล็ดสด}}{\text{น้ำหนักผลสด}} \times 100$
4) น้ำมัน/เนื้อปาล์มสด (%) (%O/WM, oil/wet mesocarp)	= $\frac{\text{น้ำหนักผลสด} - \text{น้ำหนักของเส้นใยแห้งหลังจากแช่น้ำมัน}}{\text{น้ำหนักเนื้อผลสด}} \times 100$
5) น้ำมัน/ผล (%) (%O/F, oil/fruit)	= $\frac{\%O/WM \times \%M/F}{100}$
6) น้ำมัน/ทะลาย (%) (%O/B, oil/bunch)	= $\frac{\%O/F \times \%F/B}{100}$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT (MSTAT, 1993) เพื่อวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างลักษณะต่างๆ และเพื่อวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis หรือ path coefficient analysis) ระหว่างลักษณะผลผลิตน้ำมัน กับองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งการประมาณค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ (Becker, 1984) ซึ่งใช้วิธีการดังนี้

1. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน และสหสัมพันธ์

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (regression coefficient) และสหสัมพันธ์ สามารถคำนวณได้จากสมการ (จรัญ, 2540) ดังนี้

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

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \cdot \sum Y)/n}{\sqrt{[\sum X^2 - (\sum X)^2/n][\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n]}}$$

โดยให้

b = สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน

r = สหสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะ X และ Y

X = ตัวแปรอิสระ

Y = ตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

2. การวิเคราะห์เส้นทาง

ค่าต่างๆ และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องทางตรง และทางอ้อมระหว่างตัวแปรอิสระ ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$) กับตัวแปรตาม (Y) แสดงใน Figure 1

2.1 อิทธิพลทางตรง ระหว่างตัวแปรอิสระ (X_i) กับตัวแปรตาม (Y)

การประเมินค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ที่แสดงอิทธิพลทางตรงของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม (b'_i = ค่า standardized partial regression coefficient) ได้จากผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) ของตัวแปรอิสระหนึ่ง (X_i) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระนั้น (X_i)หารด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม (Y)

$$\text{หรือ } b'_i = \frac{b_i (\text{standard deviation of } X_i)}{(\text{standard deviation of } Y)}$$

2.2 อิทธิพลทางอ้อม ระหว่างตัวแปรอิสระ (X_i) กับตัวแปรตาม (Y)

ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ที่แสดงอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรอิสระหนึ่งที่มีต่อตัวแปรตาม ผ่านตัวแปรอิสระอื่น ได้จากผลคูณระหว่างอิทธิพลทางตรงกับ

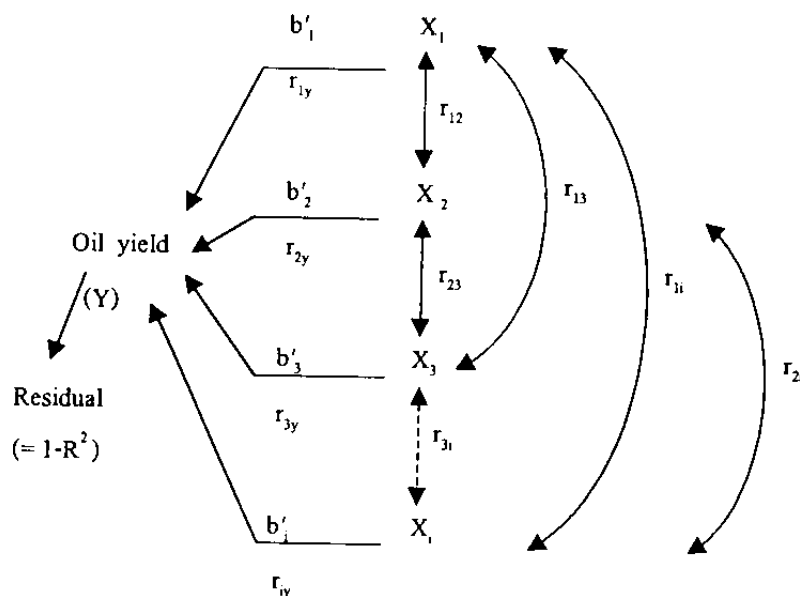


Figure 1 Diagram of path analysis.

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ เช่น อิทธิพลทางอ้อมของ X_1 ต่อ Y โดยผ่าน X_2 มีค่าเท่ากับ $b'_{12}r_{12}$ โดยที่ r_{12} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_1 และ X_2

2.3 อิทธิพลรวม ระหว่างตัวแปรอิสระ (X_i) กับตัวแปรตาม (Y)

ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เป็นอิทธิพลรวมเป็นผลรวมระหว่างค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เป็นอิทธิพลทางตรงของตัวแปรอิสระหนึ่งๆที่ศึกษา กับค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เป็นอิทธิพลทางอ้อมโดยผ่านตัวแปรอิสระอื่นๆที่เกี่ยวข้อง กับตัวแปรอิสระที่ศึกษา เช่น

$$r_{1y} = b'_1 + r_{12}b'_2 + r_{13}b'_3 + \dots r_{1i}b'_i$$

$$r_{2y} = b'_2 + r_{21}b'_1 + r_{23}b'_3 + \dots r_{2i}b'_i$$

เป็นต้น

2.4 ค่าความคลาดเคลื่อน (residual)

ค่าความคลาดเคลื่อน เป็นอิทธิพลอื่นๆ ที่มีต่อตัวแปรตาม นอกเหนือจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่ศึกษา มีค่าเท่ากับ $1-R^2$ โดยที่ R^2 คือ ค่าพหุสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (หรือ multiple coefficient of determination)

สำหรับรายละเอียดของหลักการและวิธีการวิเคราะห์เส้นทาง สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ใน สุรพล (2526), Li (1956) และ Singh และ Chaudhary (1979)

3. การประเมินค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อใช้ในการประเมินค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบกว้างของลักษณะต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$h^2_{b.s.} \text{ ของปาล์มน้ำมัน} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} = \frac{\sigma_G^2}{(\sigma_G^2 + \sigma_E^2)}$$

โดยให้

$h^2_{b.s.}$ = อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมอย่างกว้าง

σ_G^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genotypic variance)

σ_P^2 = ความแปรปรวนทั้งหมด (total variance)

σ_E^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม (environmental variance)

ส่วนการประเมินค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมข้างต้นของทั้งประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ได้ประยุกต์ใช้วิธีการที่เสนอโดย Becker (1984) ซึ่งใช้ในการที่มีจำนวนของลูก (progeny) ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ซึ่งสรุปได้ดัง Table 1

Table 1 Analysis of variance for genotypic variation in F_2 plants of oil palm.

Source of Variance	d.f.	SS	MS	EMS
Between group	s - 1	SS_B	MS_B	$\sigma_E^2 + k\sigma_G^2$
Within group	n. - s	SS_W	MS_W	σ_E^2

โดยให้

s = จำนวนชนิดของปาล์มน้ำมันที่พบในประชากรชั่วที่ 2

(s = 3 คือ ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา และฟิสิเฟอรา)

n. = จำนวนต้นปาล์มทั้งหมด ($n. = \sum n_i$)

n_i = จำนวนต้นปาล์มของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด

$$k = \frac{1}{s-1} (n. - \frac{\sum n_i^2}{n.})$$

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\sigma_G^2 = (MS_B - MS_W)/k$$

$$\sigma_E^2 = MS_W$$

ดังนั้น $h^2_{b.s.}$ ของประชากรชั่วที่ 2 = $\sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_E^2)$

ผลการทดลอง

สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์เส้นทางระหว่างลักษณะองค์ประกอบของผลผลิต กับผลผลิตน้ำมัน

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบของผลผลิต กับผลผลิตน้ำมัน รวมทั้งแผนภูมิการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะ ได้แสดงใน Figure 2 พบว่า ในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ลักษณะที่มีความสำคัญและมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกสูง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด จำนวนทะลาย และ

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย กับผลผลิตน้ำมัน ลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด กับจำนวนทะลาย ส่วนความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบสูง คือ ลักษณะจำนวนทะลายกับน้ำหนัก/ทะลาย เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด (ดูรา เทเนอรา และฟิสิเฟอรา) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ แตกต่างกันตามชนิดของปาล์มน้ำมัน (Figure 2) เช่น ในปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอรา และฟิสิเฟอรา ลักษณะจำนวนทะลายมีสหสัมพันธ์สูงในทางบวกกับน้ำหนักทะลายทั้งหมด แต่มีสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก/ทะลาย กับน้ำหนักทะลายทั้งหมดต่ำ ซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับปาล์มน้ำมันชนิดดูรา

ผลการวิเคราะห์เส้นทางของ Figure 2 แสดงใน Table 2 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในประชากรปาล์มน้ำมันทั้งหมด ทุกลักษณะมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมันปาล์มสูง ส่วนอิทธิพลทางอ้อมของลักษณะต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมัน ส่วนใหญ่พบว่าไม่มีอิทธิพลต่ำ ยกเว้นลักษณะจำนวนทะลาย ซึ่งมีอิทธิพลทางอ้อมต่อลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่สูง (มีค่า 0.263) เมื่อพิจารณาปาล์มน้ำมันแยกแต่ละชนิด (Table 2) พบว่า ในปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และเทเนอรา มีเพียงลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมันสูง โดยมีอิทธิพลทางอ้อมของลักษณะอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ สำหรับลักษณะจำนวนทะลายและน้ำหนัก/ทะลาย พบว่ามีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมันต่ำมาก แต่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมดสูง โดยพบเฉพาะกับปาล์มน้ำมันชนิดดูรา ในปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรา พบว่าทุกลักษณะมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำมัน โดยเฉพาะลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด (มีค่า 0.856) สำหรับลักษณะที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลผลิตน้ำมัน ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ยกเว้นลักษณะจำนวนทะลายที่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมดสูง (มีค่า 0.555)

สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์เส้นทางระหว่างลักษณะองค์ประกอบของทะลายปาล์ม กับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบของทะลายปาล์ม กับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และแผนภูมิการ

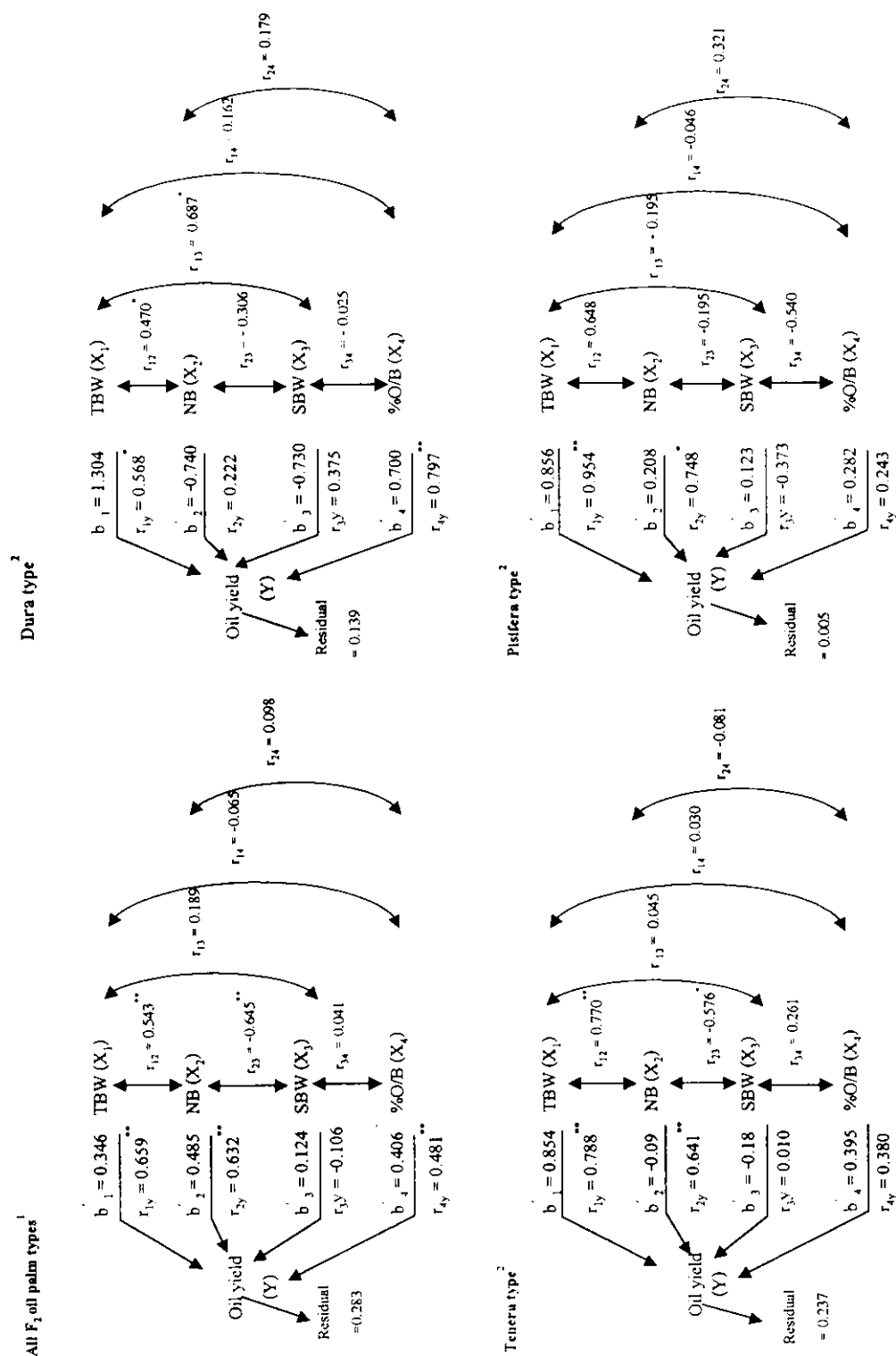


Figure 2 Path diagram, standardized partial regression coefficient (b') and correlation coefficient (r) between oil yield and yield component characters
(TBW = total bunch weight, NB = number of bunches, SBW = single bunch weight and O/B = oil/bunch) in F_2 plants of oil palm.

¹ * = Significant at $P < 0.05$, ** = Significant at $P < 0.01$ (at $df = 43$)

² * = Significant at $P < 0.05$, ** = Significant at $P < 0.01$ (at df of Dura, Tenera and Pisifera palm = 16, 16 and 7, respectively)

Table 2 Path coefficient for direct (underline) and indirect effects of yield and yield components on oil yield for all F₂ oil palm types and individual type.

	Correlation coefficient with oil yield (r)	TBW	NB	SBW	%O/B
All F₂ oil palm types¹					
TBW	0.659**	<u>0.346</u>	0.263	0.023	0.026
NB	0.633**	0.188	<u>0.485</u>	-0.080	0.040
SBW	-0.107	0.065	-0.313	<u>0.124</u>	0.017
%O/B	0.481**	0.022	0.048	0.005	<u>0.406</u>
Dura type²					
TBW	0.568*	<u>1.304</u>	-0.348	-0.502	0.113
NB	0.222	0.613	<u>-0.740</u>	0.223	0.125
SBW	0.375	0.896	0.226	<u>-0.730</u>	-0.018
%O/B	0.797**	0.211	-0.132	0.018	<u>0.700</u>
Tenera type²					
TBW	0.788**	<u>0.854</u>	-0.070	-0.008	0.012
NB	0.641**	0.658	<u>-0.091</u>	0.106	-0.032
SBW	0.010	0.038	0.052	<u>-0.184</u>	0.103
%O/B	0.380	0.026	0.007	-0.048	<u>0.395</u>
Pisifera type²					
TBW	0.954**	<u>0.856</u>	0.135	-0.024	-0.013
NB	0.748	0.555	<u>0.208</u>	-0.105	0.091
SBW	-0.373	-0.167	-0.177	<u>0.123</u>	-0.152
%O/B	0.243*	-0.039	0.067	-0.066	<u>0.282</u>

Character notes: TBW (total bunch weight), NB (number of bunches), SBW (single bunch weight) and O/B (oil/bunch)

¹ * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df = 43)

² * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df of Dura, Tenera and Pisifera palm = 16, 16 and 7, respectively)

วิเคราะห์เส้นทางของลักษณะ ได้แสดงใน Figure 3 พบว่า ในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ทุกลักษณะมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกสูง กับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ได้แก่ ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล และ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล นอกจากนี้พบว่า ลักษณะ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล กับเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกสูงเช่นกัน สำหรับลักษณะที่มีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบสูง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย กับเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด (ดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา) พบว่าความสัมพันธ์

ระหว่างลักษณะต่างๆ แตกต่างกันตามชนิดของปาล์มน้ำมันเช่นกัน (Figure 3) เช่น ในปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และ เทเนอรา มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ระหว่างลักษณะ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล กับ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ส่วนปาล์มน้ำมันชนิดพิสิเฟอรา ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์เส้นทางของ Figure 3 แสดงใน Table 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในประชากรปาล์มน้ำมันทั้งหมด ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย คือ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล (มีค่า 1.016 และ 1.234 ตามลำดับ) ส่วน

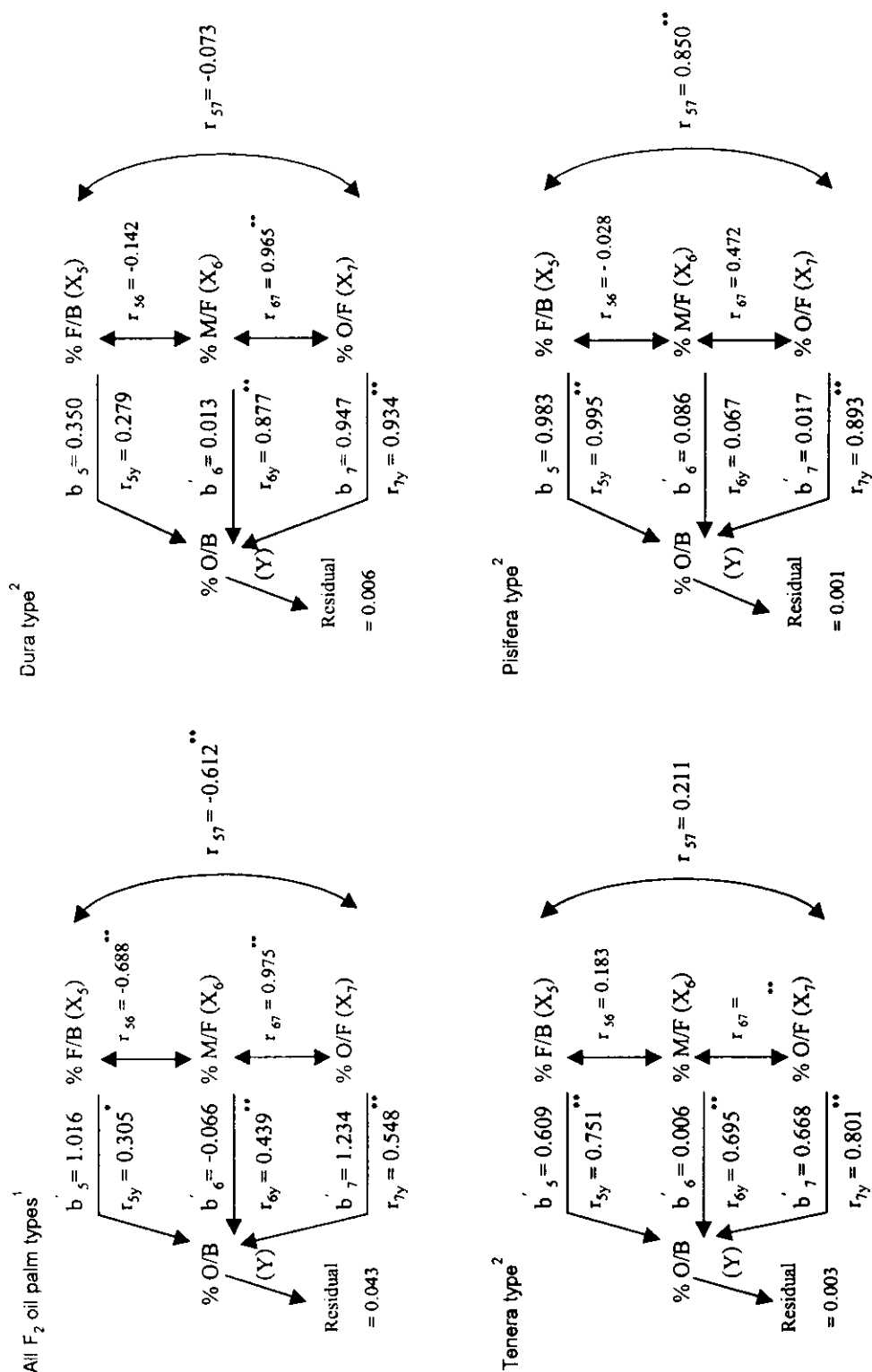


Figure 3 Path diagram, standardized partial regression coefficient (b') and correlation coefficient (r) between oil to bunch (O/B) and bunch composition characters (F/B = fruit/bunch, M/F = mesocarp/fruit and O/F = oil/fruit) in F₂ plants of oil palm.

¹ * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df = 43)

² * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df of Dura, Tenera and Pisifera palm = 16, 16 and 7, respectively)

เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล มีอิทธิพลในทางตรงต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายต่ำมาก (มีค่า -0.066) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายผ่านทางลักษณะ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล สูง (มีค่า 1.203) สำหรับอิทธิพลทางอ้อมของลักษณะอื่นๆ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย โดยทั่วไปพบว่าต่ำมาก เมื่อพิจารณาปาล์มน้ำมันแยกแต่ละชนิด (Table 3) พบว่า ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และเทนเอร่า มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมของลักษณะต่างๆ ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาในประชากรปาล์มน้ำมันทั้งหมด ในปาล์มน้ำมันชนิดฟิลิเฟอร่า พบว่ามีเฉพาะลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย ที่มีอิทธิพลทางตรงต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลายสูง (มีค่า 0.983) ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล มีอิทธิพลทางตรงต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ต่ำมาก (มีค่า 0.017) แต่

มีอิทธิพลทางอ้อมต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ผ่านทางเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย สูง (มีค่า 0.836)

อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน

ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างในระดับสูง ได้แก่ ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย มีค่า 0.974, 0.840 และ 0.737 ตามลำดับ (Table 4) ส่วนลักษณะอื่นๆ มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก ได้แก่ ลักษณะผลผลิตน้ำมัน เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย และน้ำหนักทะลายทั้งหมด มีค่า 0.390, 0.286, 0.238, 0.178 และ -0.070 ตามลำดับ

Table 3 Path coefficient for direct (underline) and indirect effects of bunch composition characters on %oil to bunch (%O/B) for all F₂ oil palm types and individual type.

	Correlation coefficient with %O/B (r)	% F/B	% M/F	% O/F
All F₂ oil palm types¹				
% F/B	0.306*	<u>1.016</u>	0.045	-0.755
% M/F	0.438**	-0.699	<u>-0.066</u>	1.203
% O/F	0.548**	-0.622	-0.064	<u>1.234</u>
Dura type²				
% F/B	0.279	<u>0.350</u>	-0.002	-0.069
% M/F	0.877**	-0.050	<u>0.013</u>	0.914
% O/F	0.934**	-0.026	0.013	<u>0.947</u>
Tenera type²				
% F/B	0.751**	<u>0.609</u>	0.001	0.141
% M/F	0.695**	0.111	<u>0.006</u>	0.578
% O/F	0.801**	0.128	0.004	<u>0.668</u>
Pisifera type²				
% F/B	0.995**	<u>0.983</u>	-0.002	0.014
% M/F	0.067	-0.028	<u>0.086</u>	0.008
% O/F	0.893**	0.836	0.041	<u>0.017</u>

Character notes: F/B (fruit/bunch), M/F (mesocarp/fruit) and O/F (oil/fruit)

¹ * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df = 43)

² * = Significant at P<0.05, ** = Significant at P<0.01 (at df of Dura, Tenera and Pisifera palm = 16, 16 and 7, respectively)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำมันและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน พบว่าปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด (ดูรา เทเนอรา และ ฟิสิเฟอรา) มีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ และมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่แตกต่างกัน ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Ahiekpor และ Yap (1981) โดยสาเหตุหลักเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน ดังนั้นการคัดเลือกปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดในโครงการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อผลิตพันธุ์ลูกผสมแบบเทเนอรา และเพื่อการปรับปรุงประชากรของปาล์มแต่ละชนิด จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ในปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และเทเนอรา ลักษณะสำคัญที่ควรทำการคัดเลือก และมีผลทำให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มสูงขึ้นคือ น้ำหนักทะลายทั้งหมด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีอิทธิพลสูงทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลผลิตน้ำมัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอัตราการผลิตทางพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะ

ดังกล่าวแล้ว พบว่าลักษณะน้ำหนักทะลายทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย มีค่าต่ำถึงต่ำมาก สาเหตุสำคัญเนื่องมาจากลักษณะดังกล่าว มีปัจจัยของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อการอัตราส่วนเพศดอกและทำให้ช่อดอกเป็นหมันหรือฟ่อได้ (Hardon, 1976) ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล มีค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในอดีต (Van der Vossen, 1974; West et al. 1976; Ahiekpor and Yap, 1981) สำหรับปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรา พบว่าลักษณะต่างๆ ที่มีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตน้ำมัน ได้แก่ น้ำหนักทะลายทั้งหมด จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย แต่ลักษณะส่วนใหญ่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย จากผลการศึกษาอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดในประชากรเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้จำนวนต้นปาล์มที่เก็บข้อมูลมากกว่า (ธีระ และคณะ, 2544) พบว่า ปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะจำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลายแตกต่างกัน โดยลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูง และควรพิจารณาคัดเลือกเบื้องต้นของปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และเทเนอรา คือ ลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย ส่วนปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรา คือ ลักษณะจำนวนทะลาย

Table 4 Broad sense heritability ($h^2_{b.s.}$) of yield, yield components and bunch composition characters in F_2 plants of oil palm.

Characters	Heritability ($h^2_{b.s.}$)
%F/B	0.737
%M/F	0.974
%O/F	0.840
%O/B	0.286
NB	0.238
SBW	0.178
TBW*	-0.070
Oil Yield	0.390

Character notes: F/B (fruit/bunch), M/F (mesocarp/fruit), O/F (oil/fruit), O/B (oil/bunch), NB (number of bunches), SBW (single bunch weight) and TBW (total bunch weight)

* : Assume the value as 0

สรุป

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ขึ้นอยู่กับชนิดของปาล์มน้ำมัน (ดูรา เทเนอรา และฟิสิเฟอรา) ในปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และเทเนอรา ลักษณะสำคัญที่ควรพิจารณาคัดเลือก และมีผลทำให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มสูงขึ้นคือ น้ำหนักทะลายทั้งหมด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีอิทธิพลสูงทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลผลิตน้ำมัน สำหรับปาล์ม

น้ำมันชนิดฟิลิเฟอร่า ลักษณะสำคัญที่ควรพิจารณาคัดเลือก และมีผลทำให้ผลผลิตน้ำมันปาล์มสูงขึ้นคือ น้ำหนักทะลายทั้งหมด จำนวนทะลาย น้ำหนัก/ทะลาย เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย

สำหรับอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะต่างๆ ที่มีค่าสูง ของลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล และ เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย ส่วนลักษณะอื่นๆ มีค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2537-2543 ในโครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณ สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนสถานที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2541. คำแนะนำการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องและเหมาะสม. เบสิกเกียร์, กรุงเทพฯ.
- จรัญ จันทลักษณ์. 2540. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2528. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ 7(4): 471-479.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 23 (ฉบับพิเศษ) ปาล์มน้ำมัน: 705-715.
- สุรพล อุปติสสกุล. 2526. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2543/2544. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 9/2544 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- Ahiekpor, E.K.S. and Yap, T.C. 1981. Heritability, correlation and path coefficient analyses of some oil palm breeding populations in Malaysia. In: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Volume I (Eds. by Pushparajah, E. and Soon, C.P.) A Report of the Proceeding of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Kuala Lumpur, June, 17-20, 1981: 47-60.
- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Ataga, C.D. 1995. Character interrelationships and path coefficient analysis for oil yield in the oil palm. Annuals of Applied Biology 127: 157-162.
- Becker, W.A. 1984. Manual of Quantitative Genetics. McNaughton & Gunn, Michigan.
- Corley, R.H.V. and Gray, B.J. 1976. Yield and yield components. In: Oil Palm Research. (Eds. by Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J.), Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam: 77-86.
- Hardon, J.J. 1976. Oil palm breeding introduction. In: Oil Palm Research. (Eds. by Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J.), Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam: 89-108.
- Hartley, C.W.S. 1977. The Oil Palm. Longman, London.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. Agron. J., 47: 314-318.
- Li, C.C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics 12: 190-210.
- Meunier, J. and Gascon, J. 1972. General scheme for oil palm improvement at the IRHO. Oleagineux 27: 1-12.
- MSTAT, 1993. A Microcomputer Program for the Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University, Michigan.
- Obot, B.O. and Fakorede, M.A.B. 1990. Interrelations among vegetative, yield and bunch quality traits in short-stem oil palm progenies. Euphytica 46: 7-14.
- Ooi, S.C., Hardon, J.J. and Phang, S. 1973. Variability in the Deli dura breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). 1. Components of bunch yield. Malay Agric. J. 49: 112-121.

- Ooi, S.C. and Bin Ngah, A.W. 1977. Oil palm breeding-some aspects of selection. In: International Developments in Oil Palm. (Eds. by Earp, D.A. and Newall, W.) The Incorporated Society of Planter, Kuala Lumpur: 58-67.
- Singh, R.K. and Chaudhary, B.D. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers. New Delhi.
- Tan, G.Y. 1978. Genetic studies of some morphological characters associated with yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Trop. Agric. 55: 9-16.
- Van der Vossen, H.A.M. 1974. Towards more efficient selection for oil yield in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Agric. Res Report No. 823 PUDOC Wageningen.
- West, M.J., Ross, J.M., Obasola, C.O. and Kako, H.U. 1976. The inheritance of yield and of fruit and bunch composition characters in the oil palm-an analysis of NIFOR main breeding programme. In: International Developments in Oil Palm. (Eds. by Earp, D.A. and Newall, W.) The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur: 95-105.