

การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ของลักษณะต่าง ๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์¹ นิทัศน์ สองศรี² ธีระพงศ์ จันทรนิยม³
ประกิจ ทองคำ⁴ ชัยรัตน์ นิลนนท์⁵ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล⁶

Abstract

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

**Segregation, correlation and heritability of agronomic characters
in F₂ progenies of oil palm**

Songklanakarinn J. Sci. Technol., 2001, 23(Suppl.): 705-715

This study aimed at evaluating the segregation, correlation and heritability of certain agronomic characters in F₂ plants of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) which were collected and planted in 1989 at Klong Hoi Khong Research Station, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, Southern Thailand. The 1,038 palms collected at the age of thirteen-years derived from F₁ Tenera hybrid plants were selected from oil palm plantations in different areas in Southern Thailand. Only one good performance bunch (i.e. big bunch with thin shell fruit) was selected from each plantation and four seeds per

^{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) สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง 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

selected bunch were used for planting. The results showed that three types of oil palm could be distinguished by brown fiber ring in mesocarp and shell thickness of fruit, as having Dura, Tenera and Pisifera at 27.3, 49.8 and 22.9%, respectively. The presence of brown fiber ring character was controlled by a single gene pair with complete dominant action. The action of genes controlling shell thickness in fruit was additive. High variation was observed for agronomic characters in F_2 plants, e.g. fruit weight, %mesocarp/fruit, %shell/fruit, %kernel/fruit, number of bunch/plant, bunch weight and FFB yield. Correlations among these characters and broad sense heritabilities from this study could help in parental selection in breeding program of Thai oil palm.

Key words : oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq., segregation, correlation, heritability, agronomic characters

บทคัดย่อ

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล
การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ
ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน
ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 705-715

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ของลักษณะต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมันลูกชั่วที่ 2 (F_2) ซึ่งปลูกในแปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์ปาล์มที่สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 1,038 ต้น เมื่อปี 2532 เชื้อพันธุ์ดังกล่าวเป็นลูกชั่วที่ 2 ที่ได้รับการคัดเลือกมาจากลูกชั่วที่ 1 (F_1) ของปาล์มลูกผสมเทเนอรา โดยทำการคัดเลือกจากแต่ละสวน ๆ ละ 1 ทะลาย และแต่ละทะลายคัดเลือกไว้เพียง 4 ผล ทะลายที่คัดเลือกพิจารณาจากทะลายที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะกะลาในผลปาล์มบาง เมล็ดที่คัดได้นำมาเพาะและปลูกในแปลง ปัจจุบันต้นปาล์มดังกล่าวมีอายุประมาณ 13 ปี ผลการศึกษาพบว่าในประชากรปาล์มน้ำมันดังกล่าวสามารถแยกความแตกต่างของพันธุ์ปาล์มโดยอาศัยลักษณะวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลในเนื้อปาล์มชั้นนอกและลักษณะความหนาของกะลา ออกได้ 3 ชนิด (types) คือ ดุรา เทเนอรา และพิลีเฟอรา ซึ่งมีสัดส่วน 27.3, 49.8 และ 22.9% ตามลำดับ ลักษณะวงแหวนเส้นใยสีน้ำตาลในเนื้อปาล์มชั้นนอกเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนคู่เดียว การแสดงออกของยีนแบบข่มสมบูรณ์ ส่วนลักษณะความหนาของกะลาจะถูกควบคุมด้วยยีนอิสระมากกว่า 1 ยีนที่มีการแสดงออกของยีนแบบบวก สำหรับลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน พบว่ามีความแปรปรวนสูงในลักษณะน้ำหนัก/ผล เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มชั้นนอก/ผล เปอร์เซ็นต์กะลา/ผล เปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล จำนวนทะลาย/ต้น น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลายสด ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ รวมทั้งค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ประกอบการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปาล์มเพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันของไทยต่อไป

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) จัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้าม มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา แถบบริเวณชายฝั่งตะวันตกและตอนกลางของทวีป สามารถ

จำแนกพันธุ์ที่ใช้ปลูกของปาล์มน้ำมันออกได้เป็น 3 ชนิด (types) โดยอาศัยลักษณะของผลคือ ผลที่มีกะลาหนาถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 1 คู่ เรียกว่า ดุรา ผลที่ไม่มีกะลาถูก

ควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ เรียกว่า ฟิสเฟอรา และผลที่มีกลายบางถูกควบคุมด้วยยีนพันธุทาง 1 คู่ เรียกว่า เทเนอรา ซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างดูรากับฟิสเฟอรา (Beirmaert and Vanderweyen, 1941)

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในระยะต้น มีกำเนิดมาจากต้นปาล์มดูราเพียง 4 ต้น ที่ปลูกในสวนพฤกษชาติโบกอร์ (Bogor botanical garden) เมืองโบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2391 หลังจากนั้นได้มีการคัดเลือกพันธุ์และนำไปปลูกที่เมืองเดลี ประเทศอินโดนีเซีย และมีการนำเข้าไปปลูกในประเทศมาเลเซียในเวลาต่อมา ซึ่งรู้จักกันในชื่อพันธุ์เดลีดูรา ที่มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางในยุคต้นๆ ของการปลูกปาล์มน้ำมันเชิงการค้าในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (Hartley, 1988) โดยพันธุ์ปลูกต่างๆ ได้รับการพัฒนามาจากการผสมข้ามระหว่างดูรากับดูรา ภายหลังจากที่มีการค้นพบว่า ความหนาของกะลาในผลปาล์มถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว และสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ โดย Beirmaert และ Vanderweyen (1941) ก็ได้มีการพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกจากการผสมระหว่างดูรากับเทเนอรา และท้ายที่สุดได้เปลี่ยนพันธุ์ปลูกที่ใช้กันมาเป็นพันธุ์ลูกผสมซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างดูรากับฟิสเฟอราเกือบทั้งหมด เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าการผสมแบบอื่นๆ ในอดีต (Hartley *et al.*, 1962)

ประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าในปี พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดสตูล โดยมีพื้นที่ปลูกเพียง 1,600 ไร่ และมีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา จนถึง พ.ศ. 2543 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 1.3 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) ในพื้นที่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยเกือบทั้งหมดนั้น มีการนำเมล็ดพันธุ์เข้ามาจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2530 พันธุ์ที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา ที่นำเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย และมีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยที่ปลูกปาล์มน้ำมันโดยใช้เมล็ดที่เก็บจากโคนต้นปาล์มลูกผสมเทเนอรามาปลูก โดยสามารถสังเกตได้จากความแปรปรวนของผลปาล์ม เช่น ความหนาของกะลาในเมล็ดของผลปาล์ม ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันขึ้นในประเทศไทยเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ใช้

เองภายในประเทศจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทยในระยะยาว ซึ่งในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์นั้นจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องทราบถึงอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะทางเกษตร เพื่อประโยชน์ต่อการคัดเลือกต้นปาล์ม Ooi และ Bin Ngah (1976) รายงานว่าความแตกต่างของประชากรปาล์มน้ำมัน และสภาพแวดล้อม อาจมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะเดียวกันแตกต่างกันมาก

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่ผ่านมา Van der Vossen (1974) ศึกษาอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวแคบ (narrow sense heritability, $h^2_{n.s.}$) โดยวิธีการหาค่ารีเกรสชันของพ่อแม่ (ดูรากับฟิสเฟอรา) กับลูก (เทเนอรา) พบว่าลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูงคือ เเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล และเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล ซึ่งมีค่า $h^2_{n.s.}$ 80% และ 79% ตามลำดับ ลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมปานกลางคือ เเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล มีค่า $h^2_{n.s.}$ 60% West และคณะ (1976) ศึกษาอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้าง (broad sense heritability, $h^2_{b.s.}$) โดยวิธีการหาค่ารีเกรสชันของพ่อแม่ (เทเนอรากับเทเนอรา) กับลูก (เทเนอรา) พบว่าลักษณะสำคัญๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตมีค่า $h^2_{b.s.}$ ตั้งแต่ระดับปานกลางถึงสูง เช่น เเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล เเปอร์เซ็นต์เนื้อชั้นนอกปาล์ม/ผล และเนื้อเมล็ดใน/ผล มีค่า $h^2_{b.s.}$ 109, 77 และ 67% ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมันที่รวบรวมมาจากแปลงเกษตรกรจากสถานที่ปลูกต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

แปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์

เชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันซึ่งปลูกรวบรวม ที่สถานีวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา

จำนวน 1,038 ต้น ตั้งแต่เมื่อปี 2532 ในเนื้อที่ประมาณ 50 ไร่ เป็นปาล์มน้ำมันลูกชั่วที่ 2 (F_2) ที่ได้รับการคัดเลือกมาจากต้นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ของปาล์มลูกผสมเทเนอรา โดยทำการคัดเลือกมาจากแต่ละสวนปาล์มของแปลงเกษตรกรในภาคใต้ สวนละ 1 ทะลาย และคัดเลือกไว้เพียง 4 ผลจากแต่ละทะลาย ทะลายที่คัดเลือกนั้นพิจารณาจากทะลายที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะกะลาของเมล็ดในผลปาล์มบาง ได้นำเมล็ดที่คัดมาเพาะในเรือนเพาะชำเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากนั้นจึงย้ายไปปลูกในแปลง ปัจจุบันต้นปาล์มดังกล่าวมีอายุประมาณ 13 ปี ระยะเวลาปลูกของปาล์มน้ำมันที่ใช้คือ 9 x 9 x 9 เมตร ใช้หลักวิชาการการจัดการและการดูแลรักษาต้นปาล์มตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2532)

วิธีการศึกษา

ทำการให้หมายเลขต้นปาล์มทุกต้นในแปลงรวบรวมพันธุ์ จำนวน 1038 ต้น เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2541

เพื่อติดตามบันทึกเกี่ยวกับศักยภาพการให้ผลผลิตทะลายสด/ต้น และลักษณะทางเกษตรอื่นๆ เช่น จำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย โดยทำการบันทึกข้อมูลแยกเป็นรายต้นทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 ปี (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 ถึง มกราคม พ.ศ. 2544) จากประชากรปาล์มน้ำมันดังกล่าว (1,038 ต้น) ได้ทำการสุ่มต้นปาล์ม จำนวน 891 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาการกระจายตัวและความแปรปรวนของลักษณะของปาล์มน้ำมันแบบดورا เทเนอรา และพิสิเฟอรา (Figure 1) ในช่วงปีที่ 2 ของการทดลอง (พ.ศ. 2542) โดยสุ่มผลปาล์มจากแต่ละทะลาย/ต้น จำนวน 10 ผล แยกสุ่มผลปาล์มออกเป็น 3 จุด คือ ส่วนปลายทะลาย 3 ผล ส่วนกลางทะลาย 4 ผล และส่วนฐานทะลาย 3 ผล ทำการตัดกลางผลปาล์มแต่ละผลในแนวขวาง (Figure 1) เก็บบันทึกข้อมูลลักษณะต่างๆ เช่น จำนวนชนิดของปาล์มน้ำมัน น้ำหนัก/ผลเปอร์เซ็นต์ความหนาของเนื้อชั้นนอก/ผล (%mesocarp/

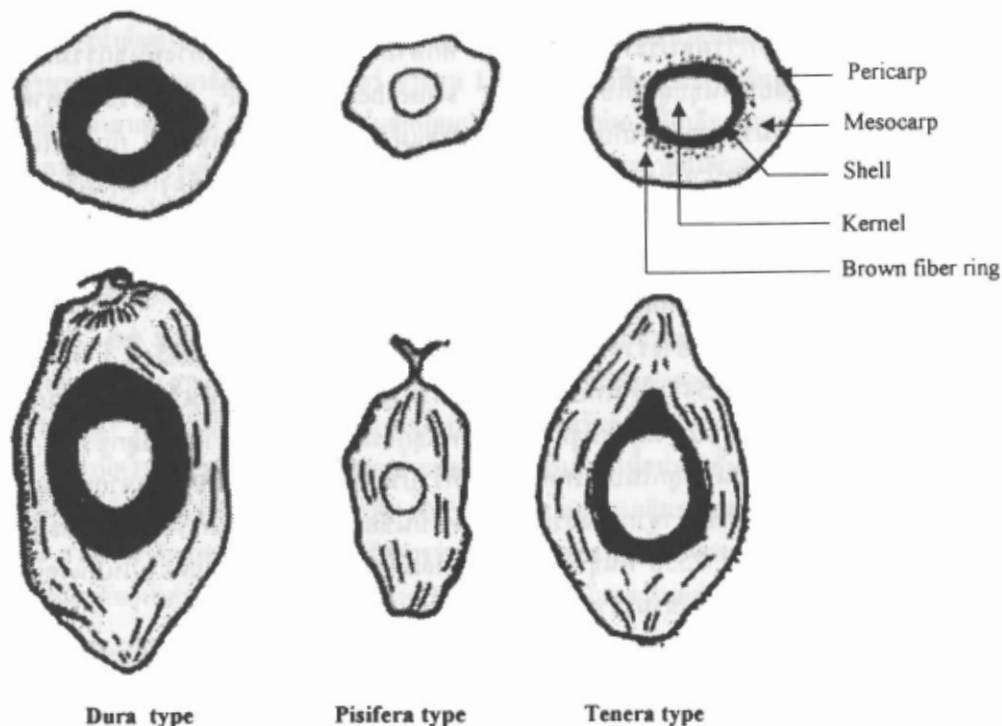


Figure 1 Fruit character of different oil palm types.

fruit) เปอร์เซ็นต์ความหนาของกะลา/ผล (%shell/fruit) และเปอร์เซ็นต์ความหนาของเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล (%kernel/fruit)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT (1993) เพื่อวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์และความแปรปรวน (variance) ของลักษณะต่างๆ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$r = \frac{\sum(Xi-\bar{X})(Yi-\bar{Y})}{\sqrt{\sum(Xi-\bar{X})^2 \cdot \sum(Yi-\bar{Y})^2}}$$

โดยกำหนดให้

r = สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X

\bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

สำหรับการประเมินค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

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

โดยกำหนดให้

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

σ_G^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genotypic variance)

σ_p^2 = ความแปรปรวนทั้งหมด (phenotypic variance)

σ_E^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อม (environmental variance)

การประเมินค่าความแปรปรวนต่างๆ ข้างต้น ของประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน ได้ประยุกต์ใช้วิธีการที่เสนอโดย Becker (1984) ซึ่งใช้ในกรณีที่มีจำนวนของลูก (progeny) ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ซึ่งสรุปได้ดัง Table 1

Table 1 Analysis of variance for genotypic variation in F₂ population of oil palm.

Source of variance	d.f.	SS	MS	EMS
Between oil palm type	s - 1	SS _B	MS _B	$\sigma_E^2 + k\sigma_G^2$
Within type	n. - s	SS _w	MS _w	σ_E^2

โดยกำหนดให้

s = จำนวนชนิดของปาล์มน้ำมันที่พบในประชากรชั่วที่ 2

(s = 3 คือ ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา และฟิลิเฟอรา)

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

n_i = จำนวนต้นปาล์มของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด

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

จาก Table 1

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

$$\sigma_E^2 = MS_w$$

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

สำหรับการประเมินค่าความแปรปรวนต่างๆ ของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด (ดูรา เทเนอรา และฟิลิเฟอรา) แสดงใน Table 2

Table 2 Analysis of variance for genotypic variation in F₂ specific type of oil palm.

Source of variance	d.f.	SS	MS	EMS
Replication (year)	r-1	SS _R	MS _R	$\sigma_E^2 + n\sigma_R^2$
Between individual	n - 1	SS _B	MS _B	$\sigma_E^2 + r\sigma_G^2$
Within individual	(r-1)(n-1)	SS _w	MS _w	σ_E^2

โดยกำหนดให้

r = จำนวนซ้ำ (หรือ จำนวนปีที่เก็บข้อมูล)

n = จำนวนต้นปาล์มแต่ละชนิด

จาก Table 2

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

$$\sigma_E^2 = MS_W$$

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

ผลและวิจารณ์

การกระจายตัวของปาล์มน้ำมันชั่วที่ 2 และค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ทางเกษตร

จากผลการศึกษาพบว่า ในประชากรปาล์มน้ำมันลูกชั่วที่ 2 มีการกระจายตัวในลักษณะความหนาของกะลาของเมล็ดในผลปาล์ม และการปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลบริเวณเนื้อชั้นนอกของผล โดยพบทั้งปาล์มชนิดดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา ในสัดส่วน 27.3 : 49.8 : 22.9% ตามลำดับ (Table 3) ทั้งปาล์มชนิดดูราและเทเนอรามีกะลาปรากฏให้เห็นชัดเจน และมีความหนาของกะลาแปรปรวนจนไม่อาจจำแนกชนิดของปาล์มทั้งสองออกจากกันได้ โดยสังเกตจากความหนาของกะลาเพียงอย่างเดียว ลักษณะสำคัญที่ช่วยจำแนกคือ ลักษณะเส้นใยสีน้ำตาลซึ่งกระจายอยู่รอบๆ กะลา บริเวณเนื้อชั้นนอกของผล โดยปาล์มชนิดเทเนอราจะมีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏให้เห็น ในขณะที่ในปาล์มชนิดดูราเส้นใยสีน้ำตาลไม่ปรากฏ ส่วนในปาล์มชนิดพิสิเฟอรา จะสังเกตเห็นส่วนความหนาของกะลาที่บางถึง

บางมาก จนบางครั้งพบเป็นเยื่อบางๆ หุ้มส่วนของเนื้อในเมล็ดปาล์ม ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของปาล์มชนิดพิสิเฟอรา คือ บริเวณเนื้อชั้นนอกของผล จะสังเกตเห็นเส้นใยสีน้ำตาล เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนในการกระจายตัวของลักษณะเส้นใยสีน้ำตาลในปาล์มน้ำมันชั่วที่ 2 ทั้งสามชนิด จากการศึกษาครั้งนี้ กับสัดส่วนการกระจายตัวตามกฎของเมนเดล โดยวิธีการทดสอบค่าไค-สแควร์ พบว่า สัดส่วนการกระจายตัวของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสัดส่วนการกระจายตัว 1:2:1 ตามกฎของเมนเดล (ค่า χ^2 คำนวณได้เท่ากับ 0.954 น้อยกว่าค่า χ^2 จากตารางที่ df 2 ซึ่งเท่ากับ 5.990) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ลักษณะเส้นใยสีน้ำตาลที่ปรากฏหรือไม่ปรากฏในปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดควบคุมโดยยีนเพียงคู่เดียว และมีการแสดงออกของยีนเป็นแบบซ่ม โดยลักษณะเส้นใยสีน้ำตาลที่ปรากฏของปาล์มชนิดพิสิเฟอรา ถูกควบคุมโดยยีนเด่น 1 คู่ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันชนิดดูราซึ่งไม่มีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏ ถูกควบคุมโดยยีนด้อย 1 คู่ สำหรับลักษณะความหนาของกะลาของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดนั้น จากข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้ ไม่สามารถยืนยันได้ว่าถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ ตามที่ Beirmaert และ Vanderweyen (1941) และ Hartley (1988) ได้เคยรายงานไว้ แต่พอจะสันนิษฐานได้ว่า ลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมันอาจถูกควบคุมด้วยยีนที่ไม่ใช่คู่เดียวตามที่มีการรายงานมาก่อน ทั้งนี้เนื่องจากความหนาของกะลาของปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอรา มีค่าอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันชนิดดูรากับปาล์ม

Table 3 Segregation of brown fiber and shell thickness in 891 F₂ plants of oil palm under study.

Characters	F ₂ population	Specific type in F ₂ populations			χ^2 (1:2:1)
		Dura	Tenera	Pisifera	
Number of F ₂ plants	891	243	444	204	0.954 ¹
Segregation (%)	100	27.3	49.8	22.9	
Brown fiber ring	-	Absent	Present	Present	
Shell thickness (mm)	1.7±1.4 ²	3.3±0.9	1.6±0.7	0	
Range (mm)	0-5.0	1.5-5.0	0.5-5.0	-	

¹Not significantly different from the ratio 1:2:1 (P>0.05)

²Mean ± S.D.

น้ำมันชนิดฟิลิเฟอร่า และมีความแปรปรวนของความหนา
กะลาสูง (Table 3) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะ
เส้นใยสีน้ำตาล และยีนที่ควบคุมลักษณะความหนาของกะลา
น่าจะเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซมในตำแหน่งที่แตกต่างกัน
และมีการแสดงออกของยีนเป็นอิสระต่อกัน

สำหรับค่าเฉลี่ยลักษณะของผลปาล์ม และลักษณะ
ผลผลิตปาล์มน้ำมันนั้น (Table 4) โดยทั่วไป พบว่า
ประชากรปาล์มน้ำมันชั่วที่ 2 และปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด
มีความแปรปรวนสูงในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา โดย
สังเกตพบว่า ปาล์มน้ำมันชนิดดูราและเทนอรามีค่าเฉลี่ย
ใกล้เคียงกัน ยกเว้นลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล และ
เปอร์เซ็นต์กะลา/ผล โดยปาล์มน้ำมันเทนอรามีเปอร์เซ็นต์
เนื้อปาล์ม/ผล สูงกว่า และมีเปอร์เซ็นต์กะลา/ผล ต่ำกว่า
ปาล์มน้ำมันดูรา สำหรับปาล์มน้ำมันฟิลิเฟอร่านั้น พบว่ามี
เปอร์เซ็นต์กะลา/ผล ต่ำที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/
ผล สูงกว่าปาล์มชนิดอื่นๆ มีจำนวนทะลาย/ต้น/ปี ต่ำกว่า
ปาล์มน้ำมันชนิดดูราและเทนอรา มาก ทะลายมีขนาดเล็ก
และมีผลผลิตทะลายสด/ต้น/ปี ต่ำที่สุด (Table 4) ซึ่ง
สอดคล้องกับรายงานผลของ Beirmaert และ Vanderweyen

(1941) ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วของปาล์ม
น้ำมันทั้งสามชนิด โดยทั่วไปมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ โดย
เฉพาะอย่างยิ่งลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น น้ำหนัก/ทะลาย
และผลผลิตทะลายสด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเกิดลักษณะ
เสื่อมถดถอย (inbreeding depression) ของปาล์มน้ำมัน
ลูกชั่วที่ 2 ที่เกิดจากการผสมเปิดระหว่างต้นของลูกผสม
เทนอราชั่วที่ 1 Wonkyi-Appiah (1987) รายงานว่า
ฟิลิเฟอร่าที่ได้จากการกระจายตัวในชั่วลูกของลูกผสม มี
ลักษณะช่อดอกตัวเมียทั้งปกติ (ไม่เป็นหมัน) และลักษณะ
กึ่งเป็นหมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคู่ผสมหรือพันธุกรรมพ่อแม่ โดย
พบว่า หากผสมพ่อแม่ ระหว่างเทนอรา กับ เทนอรา หรือ
เทนอราผสมตัวเอง ลูกชนิดฟิลิเฟอร่าที่ได้จะมีสัดส่วนช่อดอก
ตัวเมียส่วนใหญ่เป็นลักษณะกึ่งเป็นหมัน แต่หากเกิด
จากการผสมระหว่างพ่อแม่ เทนอรา กับ ฟิลิเฟอร่าลักษณะ
ปกติ ลูกฟิลิเฟอร่าที่ได้จะมีสัดส่วนช่อดอกตัวเมียที่ปกติกับ
ลักษณะกึ่งเป็นหมัน ในสัดส่วน 1:1

สหสัมพันธ์ของลักษณะทางเกษตรต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมัน

ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตทะลายสดมีความ

Table 4 Mean and variation (S.D. and range) of certain agronomic characters in 891 F₂ plants of oil palm under study.

Character	Value	F ₂ Population	Specific type in F ₂ population		
			Dura	Tenera	Pisifera
Weight/fruit (g)	Mean ± S.D.	11.3±6.7	13.5±4.6	10.9±5.8	8.4±10.4
	Range	3.7-98.9	6.3-30.3	4.1-98.9	3.7-94.6
Mesoscarp/fruit (%)	Mean ± S.D.	42.5±16.4	30.4±6.2	40.4±8.3	74.1±11.5
	Range	13.2-100	13.2-48.8	13.3-90.8	32.7-100
Shell/fruit (%)	Mean ± S.D.	14.2±9.3	24.8±5.3	12.3±4.5	0±0.2
	Range	0-39.7	11.0-39.7	2.6-35.8	0-2.3
Kernel/fruit (%)	Mean ± S.D.	43.3±11.5	45.0±7.9	47.3±8.3	25.6±10.8
	Range	0-85.8	24.3-85.8	6.6-81.9	0-46.3
Number of bunches (no./palm/year)	Mean ± S.D.	7.2±2.9	7.3±2.3	7.6±2.6	6.4±3.8
	Range	0.3-20.7	2.0-13.7	1.3-17.3	0.3-20.7
Bunch weight (kg/bunch)	Mean ± S.D.	11.9±4.3	13.0±3.8	12.7±3.9	8.9±4.1
	Range	1.3-41.7	3.6-25.5	4.6-32.6	1.3-41.7
Fresh fruit bunch yield (kg/palm/year)	Mean ± S.D.	92.9±37.1	98.4±31.8	100.2±33.3	70.4±41.9
	Range	1.7-237.5	27.5-204.1	13.4-237.5	1.7-182.6

Table 5 Correlations among certain agronomic characters in 891 F₂ plants of oil palm under study.

Characters	Weight/ fruit	Mesocarp/ fruit	Shell/ fruit	Kernel/ fruit	Number of bunches	Bunch weight	FFB yield
Weight/fruit (gm)	1						
Mesocarp/fruit (%)	-0.178**	1					
Shell/fruit (%)	0.279**	-0.769**	1				
Kernel/fruit (%)	0.056	-0.875**	0.397**	1			
Number of bunches (no./palm/year)	-0.019	-0.120**	0.033	0.131**	1		
Bunch weight (kg/bunch)	0.052	-0.324**	0.250**	0.292**	-0.157**	1	
FFB yield (kg/palm/year)	0.032	-0.277**	0.184**	0.254**	0.694**	0.482**	1

¹ Result obtained from 862 reproductive palms observed during February 1998 to January 2001
** Significant at P<0.01

สัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับจำนวน ทะลายและน้ำหนัก/ทะลาย (Table 5) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์ 0.694 และ 0.482 ตามลำดับ และใกล้เคียงกับงานทดลอง ที่เคยศึกษาไปแล้วในปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (ธีระ และคณะ, 2541) Ataga (1995) รายงานว่าจำนวนทะลาย/ ต้น ของปาล์มน้ำมันมีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดต่อผลผลิต น้ำมันของปาล์มน้ำมัน และลักษณะที่มีอิทธิพลรองลงมา ได้แก่ น้ำหนัก/ทะลาย และสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ เนื้อปาล์ม ตามลำดับ สำหรับลักษณะที่มีความสัมพันธ์ใน ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสูง ในการศึกษา นี้ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มชั้นนอก/ผล กับเปอร์เซ็นต์กะลา/ ผล และเปอร์เซ็นต์เนื้อในเมล็ด/ผล ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์ -0.769 และ -0.875 ตามลำดับ ดังนั้นจากความสัมพันธ์ ของลักษณะดังกล่าวข้างต้น ชี้ให้เห็นว่าการคัดเลือกปาล์ม น้ำมันเพื่อให้มีผลผลิตทะลาย และผลผลิตน้ำมันสูง ควร คัดเลือกปาล์มน้ำมันที่มีจำนวนทะลายสูง ทะลายปาล์มมี ขนาดใหญ่ และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล สูง

อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

จากการประเมินค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม แนวกว้าง ($h^2_{b.s.}$) ของลักษณะทางเกษตรจากประชากรชั่ว ที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (Table 6) ในส่วนที่เกี่ยวกับลักษณะ ผลปาล์ม พบว่า ลักษณะน้ำหนัก/ผล มีค่า $h^2_{b.s.}$ ต่ำสุดคือ 8.04% ซึ่งชี้ให้เห็นว่าลักษณะน้ำหนัก/ผล มีการตอบสนอง ต่อปัจจัยอื่นเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมสูง จึงควรใช้ เป็นเกณฑ์เพื่อการคัดเลือกในอันดับความสำคัญที่ต่ำ ส่วน ลักษณะเปอร์เซ็นต์ความหนาของกะลา เนื้อปาล์มชั้นนอก และเนื้อในเมล็ดปาล์ม/ผล มีค่า $h^2_{b.s.}$ ที่สูงคือ 91.03, 87.80 และ 67.65% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Van der Vossen (1974) และ West และคณะ (1976) ดังนั้นลักษณะดังกล่าวจึงควรนำมาใช้เป็นเกณฑ์เพื่อการ คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ปาล์ม เนื่องจากมีการตอบสนอง ต่อสภาพแวดล้อมต่ำ โดย Donough และ Law (1995) ได้ใช้ลักษณะดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกต้นแม่ดูรา ผสมกับต้นพ่อฟิลิเฟอรา เพื่อผลิตลูกผสมเทเนอรา สำหรับ

Table 6 Broad sense heritability (% $h^2_{b.s.}$) of certain agronomic characters in F_2 population of oil palm.

Character	% $h^2_{b.s.}$ in F_2 population	% $h^2_{b.s.}$ for specific type in F_2 populations		
		Dura	Tenera	Pisifera
Weight/fruit	8.04	-	-	-
Mesocarp/fruit	87.80	-	-	-
Shell/fruit	91.03	-	-	-
Kernel/fruit	67.65	-	-	-
Number of bunches	18.22	13.03	15.62	33.59
Bunch weight	41.98	46.87	51.47	15.83
FFB yield	11.96	12.51	23.65	17.50

ลักษณะทางเกษตรที่สำคัญอีกสามลักษณะจากการทดลองนี้พบว่า จำนวนทะลาย และผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันมีค่า $h^2_{b.s.}$ อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำคือ มีค่า 18.22 และ 11.96% ตามลำดับ ส่วนลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย มีค่า $h^2_{b.s.}$ อยู่ในระดับปานกลางคือ มีค่า 41.98%

เมื่อทำการศึกษาแยกตามชนิดของปาล์มน้ำมัน (Table 6) พบว่า ปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดมีค่า $h^2_{b.s.}$ ของลักษณะทางเกษตรต่างๆ ที่แตกต่างกันมาก กล่าวคือ ปาล์มน้ำมันชนิดพิสิเฟอรา มีค่า $h^2_{b.s.}$ ในลักษณะจำนวนทะลายสูงสุด (33.59%) ในขณะที่ปาล์มน้ำมันชนิดดูราและเทเนอรา มีค่า $h^2_{b.s.}$ ต่ำ คือ 13.03 และ 15.62% ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ปาล์มน้ำมันชนิดพิสิเฟอรา มีค่า $h^2_{b.s.}$ ในลักษณะน้ำหนัก/ทะลายต่ำที่สุด ในขณะที่ปาล์มน้ำมันชนิดดูราและเทเนอรา มีค่า $h^2_{b.s.}$ อยู่ในระดับปานกลางคือ 46.87 และ 51.47% ตามลำดับ ส่วนลักษณะผลผลิตทะลายพบว่าปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดมีค่า $h^2_{b.s.}$ อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำคือ อยู่ระหว่าง 12.51-23.65% โดยปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอรา มีค่า $h^2_{b.s.}$ (23.65%) สูงกว่าปาล์มน้ำมันชนิดอื่น

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงประชากร (population improvement) รอบต่อไปของปาล์มน้ำมันทั้งชนิดดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา รวมทั้งการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา และพิสิเฟอรา เพื่อใช้ในการผลิตลูกผสมชนิดเทเนอราไว้ทดสอบต่อไป ซึ่งคาดว่าอาจจะพบคู่ผสมพ่อแม่พันธุ์ที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากในประชากรปาล์มน้ำมันที่ศึกษานี้ เป็นประชากร

ที่ได้จากเมล็ดที่เกิดจากการผสมระหว่างต้นปาล์มลูกผสมชนิดเทเนอราที่อยู่ในแปลงเดียวกัน และรวบรวมมาจากหลายๆ แปลง ดังนั้นในประชากรดังกล่าวจึงประกอบด้วยปาล์มน้ำมันยีนโนไทป์ต่างๆ ที่เกิดจากการผสมเลือดชิดมาครั้งหนึ่งแล้ว นอกจากนี้หากพิจารณาถึงประวัติการปรับปรุงสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันชนิดดูราในอดีตแล้ว พบว่าฐานพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันชนิดดูราแคบ เนื่องจากพัฒนามาจากปาล์มน้ำมันชนิดดูราเพียง 4 ต้นเท่านั้น (Hartley, 1988) สำหรับเกณฑ์ในการคัดเลือกลักษณะปาล์มน้ำมันแต่ละชนิด อาศัยผลจากการศึกษาครั้งนี้ ควรพิจารณาให้ความสำคัญลักษณะตามลำดับความสำคัญดังนี้ ปาล์มน้ำมันชนิดพิสิเฟอรา ควรพิจารณาลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น ผลผลิตทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา ควรพิจารณาลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย จำนวนทะลาย/ต้น และผลผลิตทะลาย และปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอรา ควรพิจารณาลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย/ต้น หลังจากคัดเลือกต้นของปาล์มทั้งสามชนิดได้แล้ว ลักษณะที่ควรพิจารณาต่อไปคือ ลักษณะส่วนประกอบทะลายปาล์ม (bunch composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล เปอร์เซ็นต์กะลา/ผล เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ผล เปอร์เซ็นต์ผล/ทะลาย และเปอร์เซ็นต์เมล็ดใน/ผล เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแนวกว้าง ตั้งแต่ระดับปานกลางถึงสูง (Van der Vossen, 1974; West *et al.*, 1976)

สรุป

จากผลการศึกษาการกระจายตัวของปาล์มน้ำมันชั่วที่ 2 พบว่า ปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา และฟิสิเฟอราที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างปาล์มน้ำมันเทเนอรา มีการกระจายตัวในอัตราส่วน 1:2:1 การจำแนกชนิดของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดสามารถสังเกตได้จากการปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลและลักษณะความหนาของเมล็ดปาล์ม กล่าวคือ ปาล์มน้ำมันชนิดดูราไม่มีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏ ซึ่งแตกต่างกับปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอราและฟิสิเฟอราที่มีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏในส่วนของเนื้อชั้นนอกของผล ดังนั้นในการจำแนกปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอราและฟิสิเฟอราออกจากกัน จำเป็นต้องสังเกตจากลักษณะความหนาของเมล็ด โดยปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอราจะมีกะลาที่บางมากหรือกะลามีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ห่อหุ้มส่วนของเนื้อในเมล็ดปาล์ม

จากผลการศึกษาทางพันธุกรรม (การกระจายตัว) ของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิด สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะการปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลในส่วนของเนื้อชั้นนอกถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว การแสดงออกของยีนเป็นแบบซ่มสมบูรณ์ โดยปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอรามียีนซ่มไฮโมไซกัส 1 คู่ ปาล์มน้ำมันชนิดดูรามียีนด้อยไฮโมไซกัส 1 คู่ และปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอราซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันชนิดดูราและฟิสิเฟอรา มียีนในรูปของเฮเทอโรไซกัส 1 คู่ สำหรับลักษณะความหนาของกะลาของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิด สันนิษฐานว่าถูกควบคุมด้วยยีนที่มีการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวก และเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซมในตำแหน่งที่แตกต่างกันกับยีนที่ควบคุมลักษณะการปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาล และมีการแสดงออกของยีนเป็นอิสระต่อกัน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ทางเกษตร พบว่าลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกปาล์มน้ำมัน เพื่อให้มีผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันสูงนั้น ควรคัดเลือกปาล์มน้ำมันที่มีจำนวนทะลายสูง ทะลายปาล์มมีขนาดใหญ่ และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม/ผล สูง

จากผลการศึกษา $h^2_{b.s.}$ ของลักษณะผลปาล์ม พบว่าเปอร์เซ็นต์กะลาและเนื้อชั้นนอก/ผล มีค่า $h^2_{b.s.}$ สูง ดังนั้น

ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจำเป็นต้องพิจารณาให้ความสำคัญกับลักษณะดังกล่าว เพราะมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง สำหรับค่า $h^2_{b.s.}$ ของลักษณะทางเกษตรที่สำคัญอีกสามลักษณะคือ จำนวนทะลาย/ต้น น้ำหนัก/ทะลาย และผลผลิตทะลาย/ต้น ซึ่งให้เห็นว่าความแปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมหรืออัตราการทำทอดทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการคัดเลือกที่ให้ลำดับความสำคัญของลักษณะที่ทำการคัดเลือกแตกต่างกัน โดยสรุปได้ว่า ลักษณะที่ควรให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกของปาล์มน้ำมัน ชนิดดูรา เทเนอรา คือ น้ำหนัก/ทะลาย ส่วนปาล์มน้ำมันชนิดฟิสิเฟอราลักษณะที่ควรให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกคือ จำนวนทะลาย/ต้น เนื่องจากมีความแปรปรวนในลักษณะดังกล่าวสูง ซึ่งจะทำให้การคัดเลือกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลกว่าการคัดเลือกลักษณะที่มี $h^2_{b.s.}$ ต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2537-2543 ในโครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณ สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนสถานที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2532. ปาล์มน้ำมัน. โครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน, ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 114 หน้า.
ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ธีระพงศ์ จันทรมนิยม ประกิจ ทองคำวรรณ เลี้ยววาริน นิทัศน์ สองศรี และ ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2541. สรุปความก้าวหน้าผลงานวิจัยปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปี 2535-2540. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการปาล์มน้ำมันแห่งชาติครั้งที่ 1 จัดโดยกรมวิชาการเกษตรร่วมกับสมาคมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มประเทศไทย วันที่ 22-24

- มิถุนายน 2541 ณ โรงแรมสยามธานี อ.เมือง
จ.สุราษฎร์ธานี: 21 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของ
ประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2543/2544. เอกสารสถิติ
การเกษตร เลขที่ 9/2544 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กรุงเทพฯ. หน้า 40-42.
- Ataga, C.D. 1995. Character interrelationships and path
coefficient analysis for oil yield in the oil palm.
Annals of Applied Biology 127: 157-162.
- Becker, W.A. 1984. *Manual of quantitative genetics*.
McNaughton & Gunn., Michigan.
- Beirnaert, A. and Vanderweyen, R. 1941. Contribution
a l'etude genetique et biometrique des varietes
d'*Elaeis guineensis* Jacq. INEAC Publ. Ser. Sci.,
27.
- Donough, C.R. and Law, I.H. 1995. Breeding and
selection for seed production at Pamol Planta-
tions Sdn Bhd and early performance of Pamol
D x P. *The Planter* 71(836): 513-530.
- Hartley, C.W.S. 1988. *The oil palm*. 3rd ed. Longman,
London.
- Hartley, C.W.S., Menendez, T. and Smilde, K.W. 1962.
Report on a visit to oil palm estates, research
centres and a settlement scheme in Malaya. *West
African Inst. for Oil Palm Res.*, 73.
- MSTAT. 1993. A microcomputer program for the de-
sign, management and analysis of agronomic
research experiments. Michigan State University,
Michigan.
- Ooi, C.O. and Bin Ngah, A.W. 1976. 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
Planters, Malaysia.
- Van der Vossen, H.A.M. 1974. Yield and yield compo-
nents. (Cited by Corley, R.H.V. and Gray, B.S.
1976) In: *Oil Palm Research* (Eds. by Corley,
R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J.) Elsevier,
Amsterdam, Netherlands.
- West, M.J., Ross, J.M., Obasola, C.O. and Mekkako,
H.U. 1976. The inheritance of fruit and bunch
composition characters in the oil palm analysis
of the NIFOR main breeding programme. In:
International Developments in Oil Palm. (Eds.
by Earp, D.A. and Newall, W.) The Incorporated
Society of Planters, Malaysia.
- Wonkyi-Appiah, J.B. 1987. Genetic control of fer-
tility in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.).
Euphytica 36: 505-511.