

การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์¹ ธีระพงศ์ จันทรนิยม² ประกิจ ทองคำ³
และ ชัยรัตน์ นิลนนท์⁴

Abstract

Eksomtramage, T.¹, Juntaraniyom, T.², Tongkum, P.³ and Nilnond, C.⁴
Predicting fresh fruit bunch yield of oil palm
Songklanakar J. Sci. Technol., 2001, 23(Suppl.): 717-726

This study aimed to develop the simulation model for predicting fresh fruit bunch (FFB) yield of oil palm through multiple linear regression analysis. Two experiments were conducted at the oil palm plantation of Agricultural and Technology College, Krabi province. Six-year-old Tenera hybrid palms were used for the experiments. These palms were planted in Tha-sae soil series (Typic Paleudults; Fine loamy mixed) with spacing of 9x9x9 m. In the first experiment, 151 Tenera palms were selected and marked randomly throughout an area of plantation about 16 ha. For each selected palm, FFB yield and yield component characters (FFB number and bunch weight) were recorded at every harvesting time for four consecutive years (June 1993 to May 1997). The results showed that the FFB number and bunch weight could be used to predict the FFB oil palm yield. In the second experiment, nine plots of Tenera hybrid palms were arranged. The plot size was 0.48 ha and had twenty palms per plot for data collection for three consecutive years (January 1994 to December 1996). These data included leaf nutrient (N, P, K, Mg and B) contents in the 17th

¹Department of Plant Science ^{2,3}Oil Palm Research and Development Center, ⁴Department of Soil Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand

¹Docteur de l'Université de Rennes I (Sciences Biologiques), รองศาสตราจารย์, ภาควิชาพืชศาสตร์ ²วท.ม.(ชีววิทยา) ³วท.บ. (เกษตรศาสตร์), ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน ⁴Ph.D.(Soil Science), รองศาสตราจารย์, ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Corresponding e-mail: etheera@ratree.psu.ac.th

frond, the fresh fruit bunch (FFB) yield and the amount of rainfall. The results showed that N, P, K, Mg and B contents in the leaves, the amount of rainfall and FFB yield in the previous year, together with the N, P, K, Mg and B contents in the leaves (in the predicting year) could be used to predict the FFB oil palm yield.

Key words : oil palm, *Elaeis guineensis*, predicting fresh fruit bunch yield, multiple linear regression

บทคัดย่อ

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ธีระพงศ์ จันทรมนิยม ประกิจ ทองคำ และ ชัยรัตน์ นิลนนท์
การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน

ว. สงขลานครินทร์ ฉบับวทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 717-726

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบจำลองในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ โดยดำเนินการที่สวนปาล์มของวิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยี จังหวัดกระบี่ จำนวน 2 การทดลอง ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทเนอรา มีอายุ 6 ปี ปลูกในดินชุดท่าชะ ระยะปลูก 9 x 9 x 9 เมตร ในการทดลองแรก ได้สุ่มตัวอย่างต้นปาล์มน้ำมันจำนวน 151 ต้น ซึ่งปลูกกระจายอยู่ในพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ และมีการให้หมายเลขต้นปาล์มเพื่อบันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนักทะลาย/ต้น/ปี จำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย โดยมีการบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 4 ปี (ระหว่างเดือนมิถุนายน 2536 - พฤษภาคม 2540) ผลการทดลองพบว่า ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย สามารถใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน การทดลองที่สอง ได้แบ่งพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจำนวน 9 แปลง แต่ละแปลงมีขนาดเนื้อที่ประมาณ 3 ไร่ และให้หมายเลขต้นปาล์มในแต่ละแปลงไว้จำนวน 20 ต้น ทำการบันทึกข้อมูลในแต่ละแปลงเป็นระยะเวลา 3 ปี (ระหว่างเดือนมกราคม 2537 - ธันวาคม 2539) ได้แก่ ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ (N, P, K, Mg และ B) จากทางใบที่ 17 ปริมาณฝน และผลผลิตทะลายสด ผลการทดลองพบว่า มีตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจำนวน 12 ตัวแปร ที่ควรใช้ร่วมกันเพื่อการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน คือ ค่าปริมาณธาตุอาหารในใบ N, P, K, Mg และ B ในปีที่ผ่านมา (5 ตัวแปร) ปริมาณฝนในปีที่ผ่านมา (1 ตัวแปร) ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในปีที่ผ่านมา (1 ตัวแปร) และค่าปริมาณธาตุอาหารในใบ N, P, K, Mg และ B ในปีที่จะคาดคะเน (5 ตัวแปร)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นอายุยาว มีช่อดอกเพศผู้ และเพศเมียบนต้นเดียวกัน สามารถให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดทั้งปี โดยเริ่มให้ผลผลิตทะลายตั้งแต่ปาล์มมีอายุประมาณ 2 ปีครึ่งหลังจากปลูกลงแปลง จนถึงอายุมากกว่า 20 ปี ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ จำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะดังกล่าว เช่น ความสมบูรณ์ของกล้าปาล์มที่นำไปปลูก สภาพแวดล้อม (ปริมาณและการกระจายของฝน) ปริมาณและชนิดของปุ๋ย การจัดการสวนปาล์ม และศักยภาพทางพันธุกรรมของพันธุ์ปาล์ม

เป็นต้น (Corley and Gray, 1976; Hartley, 1988; von Uexkull and Fairhurst, 1991) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบจากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมัน (Ochs and Olivin, 1976)

จากข้อมูลปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้แล้ว ไม่น้อยกว่า 1,300,000 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) ให้ผลผลิตทะลายสดรวมทั้งประเทศ 3,256,000 ตัน มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยประมาณ 2.50 ตัน/ไร่ และราคา

ทะลายสดปาล์มน้ำมันเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1.66 บาท/กก. ผลผลิตทะลายสดของไทยจะผลิต และส่งเข้าโรงงานสกัด น้ำมันได้มากในช่วงฤดูฝน ประมาณช่วงเดือนสิงหาคม- ธันวาคม ในช่วงฤดูแล้งผลผลิตจะลดลง การกำหนดราคา ทะลายสดของปาล์มน้ำมัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 4 ประการ คือ ประการแรก ปริมาณความต้องการ และราคาน้ำมัน ปาล์มของโลก ประการที่สอง ปริมาณสต็อกน้ำมันปาล์ม และน้ำมันพืชอื่นๆ ของโลก ประการที่สาม ปริมาณผลผลิต ทะลายสดและปริมาณน้ำมันปาล์มที่คาดว่าประเทศมาเลเซีย จะผลิตได้ ประการที่สี่ ปริมาณผลผลิตทะลายสด และ ปริมาณน้ำมันปาล์มของประเทศไทยที่คาดว่าจะผลิตได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์ม น้ำมันล่วงหน้า จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการกำหนด ทิศทางการพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ซึ่ง นอกจากจะช่วยให้สามารถประเมินราคาผลผลิตทะลาย ล่วงหน้าที่เกษตรกรจะสามารถจำหน่ายได้แล้ว เกษตรกร ยังสามารถอาศัยผลการคาดคะเนผลผลิตดังกล่าว นำมาใช้ ในการกำหนดปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กำไร สูงสุดได้ด้วย

การศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบสมการที่สามารถใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันล่วงหน้า โดยอาศัยตัวแปรอิสระต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

อุปกรณ์ และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยลักษณะองค์ประกอบ ผลผลิต

การทดลองดำเนินการที่สวนปาล์มน้ำมันของ วิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดกระบี่ ซึ่งเป็น ปาล์มน้ำมันลูกผสมแบบเทเนอราที่ให้ผลผลิตแล้ว มีอายุ 6 ปี ปาล์มดังกล่าวปลูกในดินชุดท่าแซะ ทำการสุ่มและให้ หมายเลขต้นปาล์มไว้จำนวน 151 ต้น จากพื้นที่ปลูกจำนวน 100 ไร่ ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะต่างๆ ได้แก่ ผลผลิต ทะลายสด/ต้น จำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย

โดยมีการบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวทะลายใน แต่ละเดือน เป็นเวลา 4 ปีติดต่อกัน (ตั้งแต่มีถุนายน 2536 - พฤษภาคม 2540)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT (MSTAT, 1993) เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างลักษณะต่างๆ และวิเคราะห์การ ถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (multiple linear regression) ระหว่างตัวแปรตาม (Y, dependent variable) คือ ผลผลิต ทะลายสด/ต้น/ปี กับตัวแปรอิสระ (X, independent variables) คือ จำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ คำนวณได้จาก สมการ (จรัญ, 2540) ดังนี้

$$r_{XY} = \frac{\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)/n}{\sqrt{[\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n][\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2/n]}}$$

โดยกำหนดให้

r_{XY} = สหสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะ X_i และ Y_i

X_i = ตัวแปรอิสระ ที่ 1, 2, 3, ... i

Y_i = ตัวแปรตาม ที่ 1, 2, 3, ... i

n = จำนวนข้อมูล

การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ มีรูปแบบสมการ ในการคาดคะเนผลผลิต (จรัญ, 2540) ดังนี้

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

โดยกำหนดให้

Y' = ค่าตัวแปรตาม (ผลผลิตทะลายสด/ต้น/ปี) ที่ต้องการคาดคะเนผลผลิต หรือค่าเฉลี่ย ของ Y ที่กระจายอยู่ ณ จุดที่กำหนดโดย X_1 และ X_2

a = ค่าของจุดที่เส้นตรงตัดกับแกน Y (Y-intercept)

b_1 = ค่า partial regression coefficient ของ Y ต่อ X_1 โดยให้ X_2 คงที่

b_2 = ค่า partial regression coefficient ของ Y ต่อ X_2 โดยให้ X_1 คงที่

X_1 = ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี

X_2 = ลักษณะน้ำหนัก/ทะลาย

การทดสอบการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ใช้ข้อมูลเฉลี่ยของลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย ซึ่งได้จากผลการทดลองปาล์มน้ำมันที่สถานีวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา (ธีระ และคณะ, 2544) ซึ่งมีการบันทึกข้อมูลผลผลิตของปาล์มน้ำมันเป็นรายต้น จำนวน 891 ต้น แยกเป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา และฟิลิเฟอรา จำนวน 243, 444 และ 204 ต้น ตามลำดับ ทุกต้นเก็บบันทึกข้อมูลเป็นเวลาติดต่อกัน 3 ปี (ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2541 - มกราคม 2544) นำค่าเฉลี่ยลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย แทนลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่ได้ แล้วเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักทะลาย/ต้น/ปี ที่คาดคะเนได้ กับน้ำหนักทะลาย/ต้น/ปี ที่บันทึกได้จริง

การทดลองที่ 2 การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยผลการวิเคราะห์ใบ ปริมาณน้ำฝน และผลผลิตย้อนหลัง

การทดลองดำเนินการที่สวนปาล์มน้ำมันของวิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดกระบี่ เช่นเดียวกับ การทดลองที่ 1 โดยได้แบ่งพื้นที่ปลูกปาล์ม จำนวน 9 แปลง แต่ละแปลงมีขนาดเนื้อที่ประมาณ 3 ไร่ และให้หมายเลขต้นปาล์มในแต่ละแปลงไว้จำนวน 20 ต้น เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลลักษณะเป็นรายต้น เป็นเวลา 3 ปีติดต่อกัน (ระหว่างมกราคม 2537 - ธันวาคม 2539) ลักษณะผลผลิตที่บันทึกได้แก่ ผลผลิตทะลายสด/ต้น จำนวนทะลาย/ต้น และน้ำหนัก/ทะลาย ปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17 ที่บันทึกได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) และโบรอน (B) โดยทำการเก็บตัวอย่างใบปีละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน นอกจากนี้ได้บันทึกข้อมูลปริมาณฝน ตลอดจนการทดลอง โดยติดตั้งอุปกรณ์วัดน้ำฝนในบริเวณแปลงทดลอง

การเก็บตัวอย่างใบ และการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบจากทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน

ในการเก็บตัวอย่างใบปาล์มใช้วิธีของ Poon (1969) แต่ละแปลง เก็บตัวอย่างใบจากทางใบที่ 17 จากต้นปาล์ม จำนวน 25% ของต้นปาล์มที่สุ่มไว้ ใบที่เก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารเป็นใบย่อย (leaflets หรือ pinnae)

บริเวณส่วนกลางของทางใบที่ 17 โดยเก็บใบย่อยข้างละ 6 ใบย่อย (รวม 2 ข้าง 12 ใบย่อย) หลังจากได้ใบย่อยแล้ว ตัดส่วนโคนและปลายใบออกให้เหลือเฉพาะส่วนกลางของใบ ซึ่งยาวประมาณ 15-20 ซม. หลังจากนั้นเอาส่วนของเส้นกลางใบ (midrib) ออก แล้วทำความสะอาดใบก่อนตัดใบ ออกเป็นชิ้นเล็กๆ หลังจากนั้นนำใบที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เข้าตูบที่อุณหภูมิ 65-70°C จนแห้ง บดตัวอย่างใบที่แห้งแล้ว เพื่อนำเข้าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ

นำตัวอย่างใบที่บดละเอียดวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารโดยย่อยตัวอย่างใบด้วย H_2SO_4 เข้มข้น ใน digestion block และกลั่นหา N โดยใช้วิธี Kjeldahl ส่วน P, K และ Mg ย่อยตัวอย่างใบด้วยกรดผสมเข้มข้นระหว่าง HNO_3 และ $HClO_4$ นำสารที่ย่อยสลายได้มาวิเคราะห์หา K โดยใช้ flame photometer และ Mg โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometry สำหรับ P วิเคราะห์โดยวิธี vanadomolybdate ใช้เครื่อง spectrophotometry สำหรับ B ทำการย่อยตัวอย่างโดยวิธี dry ashing ทำการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 525°C นาน 4.5 ชั่วโมง และเอาเถ้าละลายใน 1 N H_2SO_4 แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงโดยวิธี azomethine-H

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ และการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ดังวิธีการที่กล่าวแล้วข้างต้น โดยให้ลักษณะผลผลิตทะลายสด/ต้น/ปี ของปาล์มน้ำมัน เป็นตัวแปรตาม (Y) และลักษณะอื่นๆ เป็นตัวแปรอิสระ (X) ได้แก่ ข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบจากทางใบที่ 17 ปริมาณฝน และผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน โดยจัดแบ่งกลุ่มตัวแปรอิสระออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบจากทางใบที่ 17 ของปีที่ผ่านมา ประกอบด้วย 5 ตัวแปรอิสระคือ ปริมาณ N, P, K, Mg และ B ในใบจากทางใบที่ 17 ในปีที่ผ่านมา ($X_1 - X_5$)

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนของปีที่ผ่านมา ประกอบด้วย 1 ตัวแปรอิสระ (X_6)

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ข้อมูลผลผลิตทะลายสดของปาล์ม ในปีที่ผ่านมา ประกอบด้วย 1 ตัวแปรอิสระ (X_7)

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบจากทางใบที่ 17 ของปีที่คาดคะเนผลผลิต ประกอบด้วย 5 ตัวแปรอิสระคือ ปริมาณ N, P, K, Mg และ B ในใบจากทางใบที่ 17 ในปีที่คาดคะเน ($X_8 - X_{12}$)

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน โดยอาศัยลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

สหสัมพันธ์ และสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุระหว่างผลผลิตทะลายสด และองค์ประกอบของผลผลิต

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ พบมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทางบวก ระหว่างลักษณะผลผลิตทะลายสดกับจำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.85 และ 0.27 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทางลบคือ ลักษณะจำนวนทะลาย กับน้ำหนัก/ทะลาย (Table 1)

เมื่อนำลักษณะต่างๆ มาวิเคราะห์หาสมการการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน สมการที่ได้คือ

$$Y' = -88.13 + 16.78 X_1 + 5.14 X_2$$

กำหนดให้

$$Y' = \text{ผลผลิตทะลายสด/ตัน/ปีที่คาดคะเน (กก./ตัน/ปี)}$$

$$X_1 = \text{จำนวนทะลาย/ตัน/ปี}$$

$$X_2 = \text{น้ำหนัก/ทะลาย (กก./ทะลาย)}$$

สมการดังกล่าวมีค่าพหุสัมพันธ์สหสัมพันธ์ (multiple R) เท่ากับ 0.96 ค่าพหุสัมพันธ์ของการตัดสินใจ (multiple regression of determination, R^2) และค่าพหุสัมพันธ์ของการตัดสินใจที่ปรับแล้ว (adjusted R^2) เท่ากับ 0.92 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินค่าที่เกิดจากการคาดคะเนโดยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (standard error of estimate) เท่ากับ 15.57

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทะลายสด/ตัน/ปี ที่บันทึกจริงจากการทดลอง กับผลผลิตที่คาดคะเน ในจำนวนต้นปาล์มทั้งหมด 151 ต้น ที่เก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 4 ปี รวมตัวอย่างต้นปาล์มที่ทดสอบทั้งหมด 604 ตัวอย่าง (Figure 1) พบว่า จำนวนตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าความคลาดเคลื่อน (error) ใกล้เคียงกันคือ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ± 10 กก./ตัน/ปี คิดเป็น 68.4% ของตัวอย่างทั้งหมด อยู่ระหว่าง ± 10 ถึง ± 20 กก./ตัน/ปี คิดเป็น 18.4% ของตัวอย่างทั้งหมด อยู่ระหว่าง ± 21 ถึง ± 30 กก./ตัน/ปี คิดเป็น 6.9% ของตัวอย่างทั้งหมด และมากกว่า ± 30 กก./ตัน/ปี คิดเป็น 6.3% ของตัวอย่างทั้งหมด

การทดสอบสมการในการคาดคะเนผลผลิต โดยอาศัยลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

จากการใช้ตัวอย่างข้อมูล ลักษณะจำนวนทะลาย/ตัน/ปี น้ำหนัก/ทะลาย/ปี และน้ำหนักทะลาย/ตัน/ปี ซึ่งได้ทำการจัดบันทึกเป็นระยะเวลา 3 ปี ติดต่อกัน จากปาล์มน้ำมัน จำนวน 891 ต้น โดยเป็นปาล์มน้ำมันชนิดดูรา เทเนอรา และฟิลิเฟอรา จำนวน 243, 444 และ 204 ต้น

Table 1 Correlation matrix of fresh fruit bunch (FFB) yield and yield component characters of oil palm.

	FFB yield (kg/palm/year)	FFB number (no./palm/year)	Bunch weight (kg/bunch)
FFB yield (kg/palm/year)	1.00	0.85**	0.27**
FFB number (no./palm/year)	-	1.00	-0.20**
Bunch weight (kg/bunch)	-	-	1.00

** = significant at $P \leq 0.01$

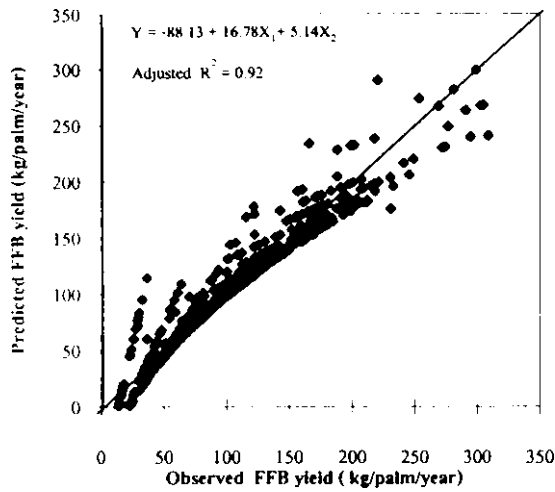


Figure 1 Simulation model for predicting fresh fruit bunch (FFB) oil palm yield through yield component characters (number of bunches/palm/year and weight/bunch).

ตามลำดับ ซึ่งปลูกที่สถานีวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ เมื่อแทนค่าลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย/ปี ในสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่ใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันที่ได้จากการคาดคะเนของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิด มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันที่บันทึกได้จริง (Figure 2)

การทดลองที่ 2 การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน โดยอาศัยผลการวิเคราะห์ใบปริมาณน้ำฝน และผลผลิตย้อนหลัง

สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทะลายสด (Y) กับตัวแปรอิสระอื่น ๆ (X)

ค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย ของลักษณะต่างๆ และค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างผลผลิตทะลายสดกับตัวแปรอิสระต่างๆ ในจำนวน 4 กลุ่ม ที่ใช้วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ แสดงใน Table 2 พบว่า ทุกลักษณะที่ใช้เป็นตัวแปรอิสระ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติกับตัวแปรตาม (ผลผลิตทะลายสด)

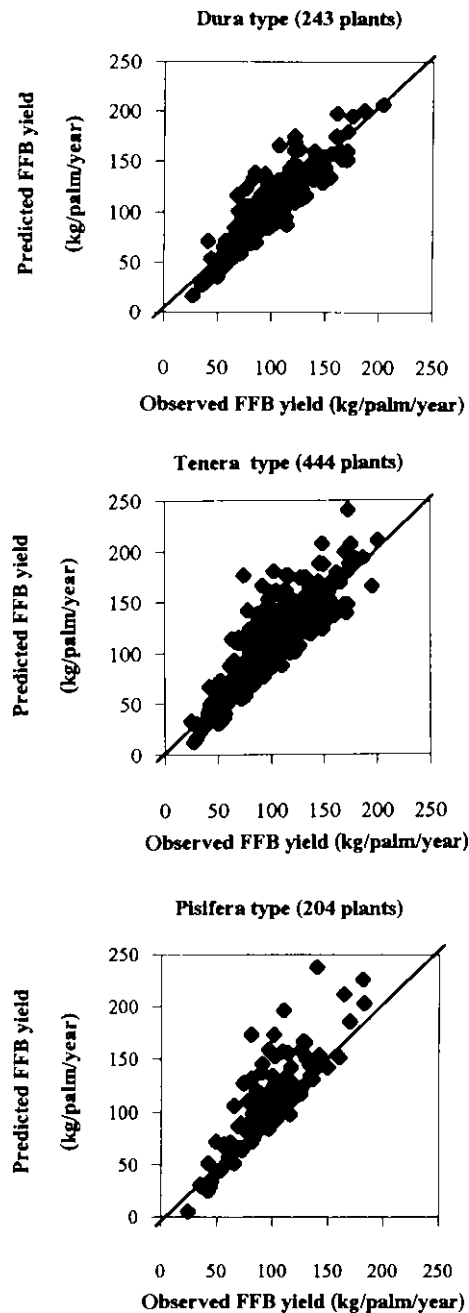


Figure 2 Test of simulation model with different oil palm types (Dura, Tenera and Pisifera) for predicting fresh fruit bunch (FFB) yield through yield component characters (number of bunches/palm/year and weight/bunch).

Table 2 Values of variables used for multiple linear regression analysis^{1/} and correlation coefficient (r) between dependent (Y) and independent variables (X_i) (data observed from January 1994 to December 1996).

Variables [dependent (Y)/independent variables (X _i)]	Minimum	Maximum	Mean	r
Y = FFB ^{2/} yield in each year (kg/palm/year)	72.07	147.52	103.25	-
Group 1				
X ₁ = N content in leaf analysis of previous year (%)	2.15	2.65	2.40	0.46 ^{n.s.}
X ₂ = P content in leaf analysis of previous year (%)	0.14	0.22	0.17	0.20 ^{n.s.}
X ₃ = K content in leaf analysis of previous year (%)	0.84	1.29	1.03	0.34 ^{n.s.}
X ₄ = Mg content in leaf analysis of previous year (%)	0.23	0.35	0.26	0.14 ^{n.s.}
X ₅ = B content in leaf analysis of previous year (ppm)	11.90	16.76	14.01	0.07 ^{n.s.}
Group 2				
X ₆ = Amount of rainfall in previous year (mm./year)	1729.00	2531.00	2130.00	0.27 ^{n.s.}
Group 3				
X ₇ = FFB yield in previous year (kg/palm/year)	77.14	147.72	111.60	0.18 ^{n.s.}
Group 4				
X ₈ = N content in leaf analysis of predicting year (%)	2.15	2.58	2.38	0.25 ^{n.s.}
X ₉ = P content in leaf analysis of predicting year (%)	0.14	0.22	0.18	-0.22 ^{n.s.}
X ₁₀ = K content in leaf analysis of predicting year (%)	0.84	1.09	0.95	0.01 ^{n.s.}
X ₁₁ = Mg content in leaf analysis of predicting year (%)	0.23	0.36	0.28	-0.35 ^{n.s.}
X ₁₂ = B content in leaf analysis of predicting year (ppm)	8	17	12	0.12 ^{n.s.}

^{1/} Values derived from 18 samples (9 samples or plots/year)

^{2/} FFB = Fresh fruit bunch

การทดสอบกลุ่มตัวแปรเพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

ผลการทดสอบกลุ่มตัวแปรอิสระ จำนวน 4 กลุ่มตัวแปร เพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน (Table 3) พบว่าการใช้กลุ่มตัวแปรอิสระร่วมกันทั้ง 4 กลุ่มรวมจำนวน 12 ตัวแปร (X₁ - X₁₂) จะให้ค่าพหุสัมพันธ์สหสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R²) และค่าพหุสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของการตัดสินใจที่ปรับแล้ว สูงที่สุดคือ 0.97, 0.95 และ 0.82 ตามลำดับ และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินที่เกิดจากการคาดคะเนโดยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ต่ำที่สุด เท่ากับ 10.09 นอกจากนี้ผลการทดสอบการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุโดยวิธีทดสอบ F (F-test of multiple regression) มีค่าสูงสุด 7.36 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง

สถิติ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรอิสระต่างๆ ของทั้ง 4 กลุ่มมีความสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน

สำหรับกลุ่มตัวแปรอิสระที่มีความเหมาะสมรองลงมาเพื่อนำมาใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน คือ การใช้กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ร่วมกัน โดยตัดกลุ่มตัวแปรที่ 2 ออก (X₆) นอกเหนือจากนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันได้

สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิต

จากผลการทดสอบกลุ่มตัวแปรอิสระต่างๆ ที่มีความเหมาะสม เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เพื่อคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน (Y') ในแต่ละปี พบว่าสมการที่เหมาะสมที่สุด คือ

Table 3 Results of relating values in multiple linear regression analysis of dependent (fresh fruit bunch yield of oil palm) and different groups of independent variables.

Groups of independent variables ^{1/}	Multiple R	R ²	Adjusted R ²	Standard error of estimate	F-test of regression ^{2/}	Degrees of freedom (regression, residual)
Group 1	0.62	0.39	0.14	21.98	1.53 ^{n.s.}	5,12
Group 2	0.26	0.07	0.01	23.51	1.18 ^{n.s.}	1,16
Group 3	0.18	0.03	-0.03	23.95	0.56 ^{n.s.}	1,16
Group 4	0.55	0.31	0.02	23.44	1.06 ^{n.s.}	5,12
Group 1+2	0.67	0.45	0.07	22.84	1.17 ^{n.s.}	7,10
Group 1+3	0.70	0.48	0.20	21.14	1.71 ^{n.s.}	6,11
Group 1+4	0.76	0.58	-0.03	24.00	0.95 ^{n.s.}	10,7
Group 2+3	0.31	0.09	-0.03	23.96	0.77 ^{n.s.}	2,15
Group 2+4	0.56	0.31	-0.07	24.40	0.82 ^{n.s.}	6,11
Group 3+4	0.57	0.33	-0.04	24.11	0.89 ^{n.s.}	6,11
Group 1+2+3	0.70	0.49	0.12	22.12	1.34 ^{n.s.}	7,10
Group 1+2+4	0.79	0.63	-0.05	24.23	0.92 ^{n.s.}	11,6
Group 2+3+4	0.58	0.34	-0.13	25.10	0.73 ^{n.s.}	7,10
Group 1+3+4	0.94	0.88	0.67	13.58	4.13*	11,6
Group 1+2+3+4 ^{3/}	0.97	0.95	0.82	10.09	7.36**	12,5

^{1/} Variables in each group presented in Table 2

^{2/} n.s. = Not significant, * = Significant at P ≤ 0.05, ** = Significant at P ≤ 0.01

^{3/} The best suitable variables for fresh fruit bunch yield prediction

$$Y' = -187.84 + 207.68 X_1 - 276.78 X_2 + 88.47 X_3 + 719.47 X_4 - 6.06 X_5 - 0.17 X_6 - 1.18 X_7 + 232.09 X_8 - 1351.50 X_9 - 66.84 X_{10} - 807.60 X_{11} + 9.35 X_{12}$$

กำหนดให้

Y' = ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันในปีที่จะคาดคะเน

X₁ - X₅ = ปริมาณ N, P, K, Mg และ B ในใบจากทางใบที่ 17 ในปีที่ผ่านมา ตามลำดับ

X₆ = ปริมาณฝนในปีที่ผ่านมา

X₆ = ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันในปีที่ผ่านมา

X₇ - X₁₂ = ปริมาณ N, P, K, Mg และ B ในใบจากทางใบที่ 17 ในปีที่จะคาดคะเนตามลำดับ

สมการดังกล่าวมีค่าพหุสัมพันธ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.97 ค่าพหุสัมพันธ์ของการตัดสินใจ เท่ากับ 0.95 ค่าพหุสัมพันธ์ของการตัดสินใจที่ปรับแล้ว เท่ากับ 0.82 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินค่าที่เกิดจากการคาดคะเนโดยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เท่ากับ 10.09

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตทะลายสด/ตัน/ปีของปาล์มน้ำมันที่บันทึกได้จริง และที่ได้จากการคาดคะเนได้แสดงใน Figure 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการคาดคะเนผลผลิตในแต่ละปีของแต่ละแปลงส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่บันทึกจริง โดยแต่ละตัวอย่างมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -6.74 ถึง 9.41

วิจารณ์ผลการทดลอง

การคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน โดยอาศัยลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ตัวแปรอิสระสำคัญที่

$$Y = -187.84 + 207.68X_1 - 276.78X_2 + 88.47X_3 + 719.47X_4 + 6.06X_5 - 0.17X_6 - 1.18X_7 + 232.09X_8 - 1351.50X_9 - 66.84X_{10} - 807.60X_{11} + 9.35X_{12}$$

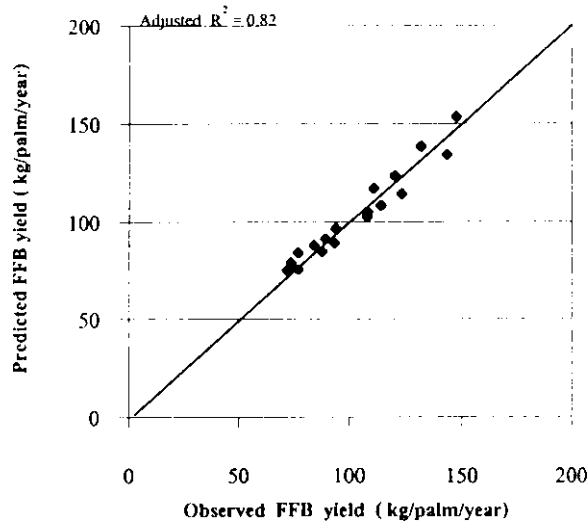


Figure 3 Simulation model for predicting fresh fruit bunch (FFB) oil palm yield through leaf analysis, rainfall and yield in previous year. (For definition of variables see Table 1)

ต้องใช้คือ ลักษณะจำนวนทะลาย และน้ำหนัก/ทะลาย เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงกับผลผลิตทะลาย สอดคล้องกับรายงานที่เคยศึกษามาก่อนทั้งในและต่างประเทศ (ธีระพงศ์ และคณะ, 2538; ธีระ และคณะ, 2544; Corley and Gray, 1976; Ataga, 1995) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในอดีตยังไม่พบรายงานการนำลักษณะดังกล่าวมาใช้เพื่อการคาดคะเนผลผลิต เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลสั้น และใช้จำนวนต้นในการสุ่มเก็บข้อมูลน้อย ซึ่งสาเหตุดังกล่าวจะมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคาดคะเนผลผลิตสูง สำหรับผลการศึกษานี้ การพัฒนารูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันโดยอาศัยลักษณะจำนวนทะลายและน้ำหนัก/ทะลาย ได้ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลปาล์มน้ำมันเป็นรายต้น จำนวน 151 ต้น แต่ละต้นใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลยาวนาน 4 ปีติดต่อกัน และรูปแบบสมการคาดคะเนที่ได้ เมื่อนำมาใช้ทดสอบกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกัน พบว่าผลผลิตที่ได้จากการคาดคะเนกับผลผลิตที่บันทึกได้จริง ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน โดยอาศัยตัวแปรอิสระ จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารในใบปีที่ผ่านมา ปริมาณฝนปีที่ผ่านมา ผลผลิตทะลายสดปีที่ผ่านมา และปริมาณธาตุอาหารในใบปีที่คาดคะเน พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ กับผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันปีที่คาดคะเน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ดังนั้นในการคาดคะเนผลผลิต ไม่ควรใช้ตัวแปรอิสระเดียวๆ ในการคาดคะเนผลผลิต เนื่องจากจะทำให้ผลการคาดคะเนผลผลิตมีความคลาดเคลื่อนสูง เหตุผลที่เป็นเช่นนั้นเนื่องมาจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้น มีช่อดอกตัวผู้ และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน และสามารถให้ผลผลิตทะลายสดตลอดทั้งปี การพัฒนาของช่อดอกตัวเมียแต่ละช่อ ตั้งแต่เริ่มเป็นตาดอก จนถึงเป็นทะลายที่พร้อมเก็บเกี่ยวได้ ต้องใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 44 เดือน (von Uexkull and Fairhurst, 1991) ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีปัจจัยสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเกิดทะลายปาล์มหลายปัจจัย เช่น ความสมดุลของปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์ม และความชื้นในดิน ตลอดจนรอบการให้ผลผลิตทะลายของต้นปาล์ม

แต่ละต้น ปัจจัยดังกล่าวมีผลอย่างมากต่อการกำหนดจำนวนตาดอก การกำหนดเพศช่อดอกของปาล์ม การฟ่อของช่อดอก การผสมติด และการพัฒนาของผลปาล์ม ซึ่งจากผลการศึกษาชี้ให้เห็นได้ว่า ทุกกลุ่มตัวแปรอิสระจำเป็นต้องใช้ร่วมกันเพื่อใช้ในการคาดคะเนผลผลิต โดยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่ได้ มีค่าพหุสัมพันธ์ของการตัดสินใจที่ปรับแล้ว สูงเท่ากับ 0.82 และทำให้ค่าคาดคะเนผลผลิต กับค่าผลผลิตที่บันทึกได้จริง มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

สรุป

จากผลการศึกษาเพื่อคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันล่วงหน้า พบว่ารูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่ได้จากทั้งสองการทดลอง สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันได้ จากผลการทดลองแรก ตัวแปรอิสระที่สำคัญที่ใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน มีจำนวน 2 ตัวแปร คือ ลักษณะจำนวนทะลาย/ต้น/ปี และน้ำหนัก/ทะลาย ส่วนผลการทดลองที่สอง ตัวแปรอิสระที่สำคัญที่ใช้ในการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน มีจำนวน 12 ตัวแปร คือ ค่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน N, P, K, Mg และ B ในปีที่ผ่านมา (5 ตัวแปร) ปริมาณฝนในปีที่ผ่านมา (1 ตัวแปร) ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในปีที่ผ่านมา (1 ตัวแปร) และค่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน N, P, K, Mg และ B ในปีที่คาดคะเน (5 ตัวแปร)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2537-2543 ในโครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณ วิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีจังหวัดกระบี่ ที่สนับสนุนสถานที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการทดลอง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนในการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ จันทลักขณา. 2540. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกช่อที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 23 (ฉบับพิเศษ) ปาล์มน้ำมัน: 705-715.
- ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2538. ความแปรปรวนในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ 17(3): 251-259.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2543/2544. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 9/2544 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Ataga, C.D. 1995. Character interrelationships and path coefficient analysis for oil yield in the oil palm. *Annals of Applied Biology* 127, 157-162.
- Corley, R.H.V. and Gray, B.J. 1976. Growth and morphology. In: *Oil Palm Research* (Eds. by Corley, R.H.V., Hardon J.J. and Wood, B.J.) Elsevier Sci. publ. Co., Amsterdam.: 77-86.
- Hartley, C.W.S. 1988. *The Oil Palm*. Third Edition, Longman, London.
- MSTAT. 1993. A microcomputer program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University, Michigan.
- Ochs, R. and Olivin, J. 1976. Research on mineral nutrition by the IRHO. In: *Oil Palm Research* (Eds. by Corley, R.H.V., Hardon J.J. and Wood, B.J.) Elsevier Sci. publ. Co., Amsterdam.: 183-213.
- Poon, Y.C. 1969. An outline of the technique of oil palm foliar analysis. *Planter*, Kuala Lumpur. 45: 452.
- von Uexkull, H.R. and Fairhurst, T.H. 1991. *Fertilizer for High Yield and Quality: The Oil Palm*. International Potash Institute. Bern, Switzerland, Bulletin No.12. 79p.