การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า

Response of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) genotypes to irrigation regimes at seedling stage

วิภาวี บุญยะตุลานนท์[1], ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[1*] และ สายัณห์ สดุดี[1]

Vipawee Bunyatulanon[1], Theera Eksomtramage[1*] and Sayan Sdoodee[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ที่จังหวัดสงขลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อการให้น้ำในระยะกล้าของปาล์มน้ำมัน โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา จำนวน 5 พันธุ์ คือพันธุ์หนองเป็ด (NP) โกลด์เด้นเทเนอรา (GT) ม.อ.139 ม.อ.140 และ ม.อ.81 โดยวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) มี 3 ระดับการให้น้ำคือ ให้น้ำทุกวัน (ควบคุม) ทุก 4 วัน และ 8 วัน ทำ 3 ซ้ำ พบว่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่อสภาวะขาดน้ำ ส่งผลให้การชักนำปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าที่ให้น้ำทุก 4 วัน และ 8 วัน มีค่าต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน ซึ่งระดับของการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันทั้ง 5 พันธุ์ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของความเครียดน้ำ จากการบันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งของต้น พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถฟื้นตัวหลังจากสภาพแล้งได้ ส่วนการให้น้ำทุก 8 วัน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางลำต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 หรือ P<0.01 ได้แก่ จำนวนใบหอกและใบขนนก ความยาวทางใบ ความสูงต้น และขนาดโคนต้น

คำสำคัญ: ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน, สภาวะแล้ง, การตอบสนองทางสรีรวิทยา, สหสัมพันธ์

ABSTRACT: This study, which was carried out from March 2010 to April 2011 in Songkhla province, aimed to evaluate the growth, physiological responses, correlation and heritability at the seedling stage of oil palm subjected different irrigation regimes. Five oil palm varieties (hybrid tenera) including Nongped, Golden Clonal Tenera, PSU-139, PSU-140 and PSU-81 were used. The experiment was arranged as a factorial experiment in CRD. The five oil palm varieties were subjected to 3 irrigation regimes: daily watering, or control; 4-day interval watering; and 8-day interval watering. The experiment showed that there were some physiological responses of the oil palm seedlings to water deficits in both 4-day and 8-day interval watering treatments, resulting in lower stomatal conductance, lower leaf water potential, lower the rate of dehydration and lower net photosynthesis compared to the control. The degrees of physiological responses of the five oil palm varieties depended on the magnitude of water stress. The oil palm seedlings which were recorded for vegetative growth showed that those imposed with 4-day interval watering could recover from the dry condition while those imposed with 8-day interval watering had decreased growth rates. The correlation coefficients among the traits were positive at the significance level of P<0.05 or P<0.01. These traits included the number of lanceolate leaves, number of pinnate leaves, plant height, width of bulb and leaf length.
Keywords: oil palm seedling, drought, physiological responses, correlation

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

Department of Plant Science, Faculty of Natural Ressources, Prince of Songkla University Thailand, 90112

* Corresponding author: theera.e@psu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ และคณะ, 2548) นอกจากนี้ Ruma (2007) อ้างโดย Okwuagwu et al. (2008) กล่าวว่าปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญอันดับ 2 ที่ให้ผลผลิตเป็นไขมันพืชและน้ำมัน โดยในประเทศไนจีเรียรายงานว่า มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 70% ของพืชผักทั้งหมดที่มีการบริโภคน้ำมัน ทั้งนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำสูงในการเจริญเติบโต ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยการขาดน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของปาล์ม (Dufrene et al., 1992 อ้างโดย Kallarackal, 2004) หากมีการขาดน้ำในปาล์มอายุน้อยมีผลทำให้การพัฒนาของปาล์มช้าลงมาก และมีพื้นที่ใบน้อย แต่สำหรับในปาล์มอายุมากมีผลให้การแผ่กางของใบอ่อนช้าลงและมีผลต่อการรับแสงเล็กน้อย รวมทั้งสัดส่วนเพศ การเจริญและการพัฒนาของผลด้วยเช่นกัน (ธีระพงศ์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้เมื่อเกิดสภาพขาดน้ำขึ้นในบริเวณที่ปลูกพืชเป็นผลให้การดูดน้ำของพืชจากดินลดลง ขนาดของเซลล์เล็กลง กระบวนการสังเคราะห์แสงผิดปกติ อันมีผลทำให้ต้นพืชเหี่ยวแห้ง การสร้างอาหารเป็นไปได้ไม่เต็มที่ พืชชะงักการเจริญเติบโต และถ้าพืชประสบสภาพเช่นนี้เป็นเวลานานก็จะแห้งตายได้ (นพพร, 2543) ดังนั้นปัญหาเรื่องน้ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญควบคู่ไปกับการใช้พันธุ์ดี (อังคณา, 2551) อย่างไรก็ตามการที่จะได้กล้าปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะปกติและเจริญเติบโตได้ดีนั้น ในระยะกล้าปาล์มน้ำมันต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอกับความต้องการในแต่ละช่วงอายุ หากกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำไม่เพียงพอจะมีผลทำให้ต้นปาล์มแสดงลักษณะอาการผิดปกติ เช่น ใบเริ่มเหลือง การเกิดใบใหม่ช้า กลุ่มใบอ่อนเกาะกลุ่มกันมากกว่า 1 กลุ่มและสั้นผิดปกติ และมีผลโดยตรงต่อการผลิตน้ำหนักแห้งของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปากใบปิดหรือมีค่าการชักนำปากใบต่ำ การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์มต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะลักษณะจำนวนทะลายปาล์มลดลง สำหรับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะกล้าปาล์มทั้งพันธุ์การค้า และพันธุ์ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุง เพื่อศึกษาการตอบสนองเบื้องต้นต่อการให้น้ำของปาล์มน้ำมัน สหสัมพันธ์ และคัดเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนทานต่อความแห้งแล้ง

วิธีการศึกษา

การทดลองใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 5 พันธุ์คือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอราปรับปรุงจำนวน 3 พันธุ์คือ ม.อ.139, ม.อ.140 และ ม.อ.81 และพันธุ์ลูกผสมเทเนอราที่ผลิตเป็นการค้าในประเทศไทยจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์หนองเป็ด (NP) และ โกลด์เด้นเทเนอรา (GT) นำเมล็ดงอกของแต่ละพันธุ์มาปลูกลงในถุงพลาสติกสีดำที่มีดินบรรจุโดยการอนุบาลแบบครั้งเดียว ขนาดของถุงที่ใช้ในการเพาะเมล็ดงอกของปาล์มน้ำมัน ใช้ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ คือขนาด (40x45 เซนติเมตร หนา 500 เกจ) แล้วนำต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปวางในโรงเรือนกระจก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผน CRD (Factorial Experiment in CRD) โดยมีให้น้ำ 3 ระดับ (ให้น้ำทุกวัน ทุก 4 วัน และทุก 8 วัน) ซึ่งปริมาณน้ำที่ให้คือ 1.20 ลิตร/ต้น จำนวน 3 ซ้ำ มีขนาดหน่วยทดลอง 10 ต้น/ทรีตเมนท์/ซ้ำ ทำการสุ่มต้นกล้า จำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อวัดลักษณะทางลำต้นของกล้าปาล์มแต่ละพันธุ์โดยไม่ทำลายต้น ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ขนาดลำต้น เป็นต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 1 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน และสุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อีกจำนวน 3 ต้น/หน่วยทดลอง เพื่อนำส่วนต่างๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มาวัดลักษณะทางลำต้นแบบ

ทำลายต้น ได้แก่ น้ำหนักสด พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้ง ทำการเก็บข้อมูลทุก 3 เดือน จำนวน 3 ครั้ง (ที่ปาล์มอายุ 3, 6 และ 9 เดือน) และทำการวัดศักย์ของน้ำในใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วย pressure chamber โดยเลือกทางใบที่ 4และเลือกใบย่อยในระยะเพสลาดของแต่ละช่วงอายุในการเก็บข้อมูล ตัดก้านใบตรงกลางทางใบใส่ลงไปในจุกยางของ pressure chamber ให้ปลายโผล่อยู่ด้านบน ตัดก้านใบย่อยให้เรียบ จากนั้นหมุนจุกยางให้แน่น แล้วค่อยๆ ปล่อยแก๊สไนโตรเจนจากตัวถังเก็บแก๊ส ใช้แว่นขยายส่องดูที่ก้านใบสังเกตฟองน้ำออกจากก้านใบ อ่านค่าที่หน้าปัด pressure chamber เมื่อเห็นหยดน้ำแรกที่ออกมาจากก้านใบ ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น บาร์ นำค่าที่อ่านได้จาก pressure chamber นี้มาแปลงเป็น MPa โดยที่ 10 บาร์ = 1 MPa สำหรับการวัดการชักนำปากใบ อัตราการคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงในต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LCi Photosynthesis System (ADC Bio Science Ltd., United Kingdom) โดยเลือกทางใบที่ 4 และเลือกใบย่อยในระยะเพสลาดของแต่ละช่วงอายุในการเก็บข้อมูล นำ chamber หนีบตรงกลางใบย่อยให้แนบสนิทประมาณ 1 นาที แล้วกดบันทึกข้อมูลที่วัดได้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะทางสรีรวิทยา

ค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ (Table 1) ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันในทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ -1.42 และ -1.76 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งในพันธุ์ ม.อ.139 มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับสภาวะเครียดน้ำโดยอยู่ในสภาพน้ำท่วมนาน 60 และ 90 วัน มีค่าชักนำการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม (ที่ได้รับน้ำปกติ) (มนต์สรวง และคณะ, 2553) การที่พืชขาดน้ำหรือได้รับน้อยเกินความต้องการเป็นเวลานานทำให้พืชมีการปรับตัวโดยมีการลดศักย์ของน้ำในใบ และการชักนำปากใบมีค่าลดลง ซึ่งจากการพิจารณาค่าชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ค่าชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าชักนำปากใบเฉลี่ยเท่ากับ 102.00 mM m^{-2} s^{-1} ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ทั้งนี้ค่าชักนำปากใบมีค่าแปรผันตามกับศักย์ของน้ำในใบ นอกจากนี้อัตราการคายน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 2) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำทุกวันมีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 1.11–1.56 μMH_2O $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การให้น้ำทุก 4 วันมีอัตราการคายน้ำลดลง แต่มีค่ามากกว่าการลดลงในการให้น้ำทุก 8 วัน แสดงว่าในการให้น้ำทุก 4 วัน มีความเครียดน้ำรุนแรงน้อยกว่า ซึ่งการคายน้ำที่ลดลงของปาล์มน้ำมันเนื่องจากการปิดปากใบ เพื่อรักษาสภาพของน้ำภายในเซลล์ให้สมดุล และส่งผลต่อกระบวนการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงตามลำดับ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำสุด ซึ่งการสังเคราะห์แสงของใบปาล์มน้ำมันที่สูงนั้นเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้างน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงผลผลิตทะลายที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Suresh and Nagamani, 2006) นอกจากนี้ Henson et al. (1991) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาพที่มีความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure Deficit หรือ VPD) อีกทั้งการผลิตใบในพื้นที่แล้งค่อยๆ ลดลง 4-12% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่

ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ โดยพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่มีการสร้างอาหารเพื่อสะสมและสร้างจำนวนและน้ำหนักใบ

การเจริญเติบโตทางลำต้น

พันธุ์หนองเป็ดมีขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.38 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.139 และม.อ.140 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 กับพันธุ์ม.อ.81 และพันธุ์ม.อ.81 มีขนาดโคนต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.96 เซนติเมตร โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีแนวโน้มขนาดโคนต้นที่ลดลงมากกว่าการให้น้ำทุกวัน และลดลงในต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน คือ 3.71 เซนติเมตร แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ Jacquemard (1979) รายงานว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นแต่ละปีขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ในการเปรียบเทียบความสูงต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งพันธุ์หนองเป็ดมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 20.5 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139, ม.อ.140 และม.อ.81 นอกจากนี้พันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, ม.อ.139 และม.อ.140 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพันธุ์ม.อ.81 มีความสูงต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 15.8 เซนติเมตร และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) กับต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีความสูงต้นสูงสุดคือ 23.5 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.139 และม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา และม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน และพันธุ์ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีความสูงต้นต่ำสุดคือ 12.3 เซนติเมตรซึ่งการจำกัดน้ำในปาล์มน้ำมันส่งผลให้ความสูงลดลงด้วยเช่นกัน แต่จะมีผลน้อยในปาล์มที่โตหรือแก่เต็มที่ ซึ่งหากขาดน้ำเป็นเวลานานมีผลต่อการเพิ่มขึ้นทางด้านการเจริญเติบโตคือการเกิดใบใหม่หรือใบธง โดยในช่วงก่อนการเจริญโตเต็มที่หากได้รับสภาพแห้งแล้งมีผลมีการสร้างใบน้อย ปริมาณใบสีเขียวลดลง และหักล้ม (Noor and Harun, 2004) และในกรณีที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงอาจทำให้ปาล์มตายได้ และเมื่อพิจารณาความยาวทางใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.139 มีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 89.92 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 กับพันธุ์หนองเป็ด โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ในขณะที่พันธุ์ม.อ.81 มีความยาวทางใบต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 67.45 เซนติเมตร และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบสูงสุดเฉลี่ยท่ากับ 93.10 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน มีความยาวทางใบลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 83.29 และ 51.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบสูงสุดคือ 105.25 เซนติเมตร และพันธุ์ม.อ.81 ที่ให้น้ำทุก 8 วัน มีความยาวทางใบต่ำสุดคือ 41.25 เซนติเมตร (Table 3)

พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบมากก็อาจจะส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพดีขึ้น ด้วย Hardon et al. (1968) ประเมินพื้นที่ใบจากตัวอย่างใบย่อยที่ยาวที่สุด พบว่า สัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.57 แตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน หากต้นปาล์มมีความยาวทางใบมากแสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้มีพื้นที่ใบมากซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชทำให้พืชต้นนั้นมีการเจริญเติบโตได้ดี

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีลักษณะทรงพุ่มหนาทึบและมีปริมาณรากที่มากกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน แต่การให้น้ำทุก 8 วัน ลักษณะทรงพุ่มมีความโปร่ง ต้นเล็ก ขนาดทางใบ

ค่อนข้างเล็ก ปริมาณรากน้อย และรากค่อนข้างแห้ง นอกจากนี้มีการคลี่ของใบช้า ทางใบหักงอ ใบล่างแห้งตาย ส่วนของใบที่เกิดใหม่หยิก และแตกหัก โดยแสดงมากในพันธุ์ ม.อ.81 รวมทั้งมีการตายของต้นกล้าในปริมาณที่มากกว่าพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่การให้น้ำ 4 วัน ให้ผลไม่แตกต่างจากการให้น้ำทุกวัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้นปาล์มน้ำมันได้ผลกระทบในช่วงเวลาสั้นและสามารถฟื้นตัวได้หลังการทดลอง แต่การที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถมีชีวิตรอดได้ แต่จะมีผลกระทบต่อการสร้างมวลต้น (Figure 1)

daily (control) 4-day interval 8-day interval

Figure 1 Comparison of the seedlings of the five oil palm varieties under 3 irrigation regimes at 9 months after starting the experiment.

พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การพิจารณาพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ (Table 4) พบว่าปัจจัยด้านพันธุ์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 4238.40 ตารางเซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 3520.20 และ 1620.20 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีพื้นที่ใบสูงสุดคือ 5385.33 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน ใน 2 พันธุ์ข้างต้น และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา ม.อ.140 และ ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ ทั้งนี้การที่พืชได้รับน้ำน้อยเกินไป เนื่องจากส่งผลให้มีการพัฒนาของพื้นที่ใบและจำนวนใบลดลง ทำให้มีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลง และส่งผลให้มีการสร้างอาหารและการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้นพืชลดลง โดยน้ำหนักแห้งลำต้นต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และ 8 วัน (Table 5) พบว่า พันธุ์ ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 85.29 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ.139 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอราและม.อ.81 และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 49.81 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 102.20 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)กับการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.24 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดคือ 130.06 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์

ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน และพันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน พันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา และม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ จากการพิจาณาน้ำหนักแห้งใบ พบว่า พันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 50.27 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ. 139 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) กับพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอราและม.อ.81 และพันธุ์ม.อ. 81 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 33.79 กรัม และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันและทุก 4 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำทุก 8 วัน โดยการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 20.71 กรัม แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งราก พบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 52.72 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 31.72 และ 11.26 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยาสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวัน มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 74.17 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.139 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ. 139 ที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน รวมถึงพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, ม.อ.140 และม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ และพันธุ์ม.อ.81 ที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งรากต่ำสุดคือ 7.34 กรัม และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น พบว่า พันธุ์ม.อ.140 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 171.86 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) กับพันธุ์โกลด์เทเนอราและม.อ.81 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์หนองเป็ดและม.อ.139 และพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรามีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 112.82 กรัม และต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 213.99 กรัม ซึ่งมากกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 159.65 และ 60.21 กรัมตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) การที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับน้ำ พบว่า ปฏิกิริยามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยพันธุ์หนองเป็ดที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุดคือ 278.79 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ม.อ.140 ที่มีการให้น้ำระดับเดียวกัน แต่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำอีก 2 ระดับ รวมถึงพันธุ์โกลด์เด้นเทเนอรา, ม.อ.139 และม.อ. 81 ในทุกระดับการให้น้ำ โดยการที่พืชขาดน้ำมีผลต่ออาหารที่นำเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นลดลง ส่งผลให้การสร้างน้ำหนักแห้งลดลง

สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ต่างๆ ที่อายุ 9 เดือน (Table 6) พบว่า ลักษณะของจำนวนใบรูปหอกมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 กับลักษณะความยาวทางใบ ขนาดโคนต้น และความสูงต้นมีค่า 0.56, 0.56 และ 0.58 ตามลำดับ เช่นเดียวกับลักษณะของจำนวนใบรูปขนนกที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ P<0.01 คือมีค่า 0.80,0.94 และ 0.80 ตามลำดับ สำหรับลักษณะความยาวทางใบมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับลักษณะขนาดโคนต้น และความสูงต้นมีค่า 0.83 และ 0.79 ตามลำดับ และลักษณะขนาดโคนต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับลักษณะความสูงต้น มีค่า 0.85ซึ่งความสูงต้นเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อการสร้างดอก หากต้นปาล์มมีความสูงเพิ่มขึ้นก็ย่อมมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะให้ผลผลิตทะลายเพิ่มขึ้นด้วย (อังคณา, 2552)

Table 1 Means of leaf water potential and stomatal conductance of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Leaf water potential (MPa)				Stomatal conductance ($mM\ m^{-2}\ s^{-1}$)			
	daily control)	4-day Interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean
NP	-1.13	-1.30	-1.68	-1.37	85.00	45.00	10.00	46.67
GT	-1.00	-1.15	-1.88	-1.34	105.00	55.00	10.00	56.67
PSU-139	-0.75	-1.60	-1.93	-1.43	85.00	20.00	10.00	38.33
PSU-140	-0.60	-1.28	-1.55	-1.14	120.00	20.00	15.00	51.67
PSU-81	-0.90	-1.75	-1.75	-1.47	115.00	60.00	10.00	61.67
Mean [1]	-0.88a	-1.42b	-1.76c	-1.35	102.00a	40.00b	11.00b	51.00

[1] Means with the same row followed by the different letters are significantly difference according to DMRT ($P<0.05$)

Table 2 Means of transpiration rates and photosynthesis rates of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Transpiration rate ($\mu MH_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)				Photosynthesis rate ($\mu MCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)			
	daily control)	4-day Interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean
NP	1.11	0.64	0.18	0.64	4.04	2.52	0.79	2.45
GT	1.48	0.87	0.25	0.87	3.48	1.95	0.67	2.03
PSU-139	1.25	0.34	0.22	0.60	3.40	1.24	0.60	1.75
PSU-140	1.56	0.37	0.28	0.74	3.60	1.54	0.59	1.91
PSU-81	1.48	0.94	0.23	0.88	4.20	2.29	0.82	2.43
Mean [1]	1.37a	0.63b	0.23c	0.75	3.74a	1.91b	0.69c	2.11

[1] Means with the same row followed by the different letters are significantly difference according to DMRT ($P<0.05$)

Table 3 Means of width of bulb, leaves, plant height and leaf length of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 12 months-old seedling

Varieties	Width of bulb (cm)				Plant height (cm)				Leaf length (cm)			
	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
NP	6.73	5.62	3.78	5.38a	23.5a	22.3ab	15.7fgh	20.5a	88.27bc	69.82de	48.70fg	68.93bc
GT	6.58	5.47	4.00	5.35a	20.5abc	19.5abc	15.6fgh	18.5b	95.97ab	80.23bcd	52.68fg	76.29bc
PSU-139	6.45	5.33	3.72	5.17ab	21.2abc	21.1abc	15.3gh	19.2b	105.25a	104.95a	59.55ef	89.92a
PSU-140	6.77	5.40	3.75	5.31a	21.5abc	18.2de	14.3hi	18.0b	92.50abc	83.85bcd	54.45efg	76.93b
PSU-81	6.18	5.42	3.28	4.96b	17.9ef	17.2efg	12.3i	15.8c	83.53bcd	77.58cd	41.25g	67.45c
Mean[1]	6.54a	5.45b	3.71c	5.23	20.9a	19.6a	14.6b	18.4	93.10a	83.29b	51.33c	75.91

[1] Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Table 4 Means of leaf area of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Leaf area (cm^2)			
	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
NP	5385.33a	3604.67b	1607.00c	3532.33
GT	3745.00b	3373.00b	1857.00c	2991.67
PSU-139	4327.00ab	3468.67b	2026.00c	3273.89
PSU-140	3937.00b	3833.00b	1569.67c	3113.22
PSU-81	3797.67b	3321.67b	1041.33c	2720.22
Mean [1]	4238.40a	3520.20b	1620.20c	3126.27

[1] Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT (P<0.01)

Table 5 Means of dry weight of stem, leaves, primary root and other root of the five oil palm varieties and three irrigation regimes at 9 months-old seedling

Varieties	Stem (g)				Leaves (g)				Root (g)				Total (g)			
	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]	daily (control)	4-day interval	8-day interval	Mean [1]
NP	130.06a	75.97cd	20.52gh	75.52a	74.56	50.84	16.72	47.37ab	74.17a	25.28defg	8.34gh	35.93	278.79a	152.10de	45.58h	158.82a
GT	72.87cd	52.86def	23.71gh	49.81b	45.93	40.03	22.80	36.25bc	36.66c	31.14de	12.47fgh	26.76	155.46de	124.04ef	58.98gh	112.82b
PSU-139	107.84ab	82.11c	43.79efg	77.91a	63.96	56.43	30.37	50.26a	61.64ab	34.63d	16.02efgh	37.43	233.44b	173.17cd	90.18fg	165.60a
PSU-140	114.42a	107.05ab	34.41fgh	85.29a	69.73	58.52	22.56	50.27a	56.31bc	40.44cd	12.13fgh	36.29	240.46ab	206.01bc	69.10gh	171.86a
PSU-81	85.83bc	66.70cde	18.76h	57.10b	41.13	49.14	11.09	33.79c	34.83d	27.10def	7.34h	23.09	161.80de	142.94de	37.19h	113.98b
Mean [1]	102.20a	76.94b	28.24c	69.13	59.06a	50.99a	20.71b	43.59	52.72a	31.72b	11.26c	31.90	213.99a	159.65b	60.21c	144.62

[1] Means with the same row or column followed by the different letters are significantly difference according to DMRT ($P<0.01$)

Mean of varieties x irrigation regimes followed by the different letters are significantly difference according to DMRT ($P<0.01$)

Table 6 Correlation coefficients of the characters of the five oil palm varieties at 9 months after starting the experiment

Characters	No. of leaves			Leaf length	Width of bulb
	lanceolate	bifurcate	pinnate		
No. of bifurcate leaves	0.21				
No. of pinnate leaves	0.50	0.34			
Leaf length	0.56*	0.29	0.80**		
Width of bulb	0.56*	0.51	0.94**	0.83**	
Plant height	0.58*	0.37	0.80**	0.79**	0.85**

* significantly difference at $P<0.05$

** significantly difference at $P<0.01$

สรุป

การที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำทุก 4 และ 8 วัน มีการตอบสนองต่อลักษณะทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตทาง ลำต้น ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน แสดงให้เห็นว่าระดับการตอบสนองขึ้นกับความรุนแรงของความเครียดน้ำ ทำให้ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ได้รับผลกระทบมากที่สุด ในขณะที่ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพที่ขาดน้ำปานกลาง โดยพันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้ง 5 พันธุ์มีการตอบสนองต่อลักษณะทางสรีรวิทยาที่ใกล้เคียงกัน แต่พันธุ์ม.อ. 139 ม.อ.140 และ หนองเป็ด มีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นต่อการให้น้ำสูง สำหรับผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่อายุ 9 เดือน พบว่าลักษณะส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา. 117 น.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ควรให้น้ำกับปาล์มน้ำมันน้ำมันหรือไม่. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 5: 2-4.

นพพร สายัมพล. 2543. การคัดพันธุ์ทนทานความแห้งแล้งและอากาศร้อน *ใน* เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า219-238. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์สรวง เรืองขนาบ, กฤษดา สังข์สิงห์, สุจินต์ แม้นเหมือน และระวี เจียรวิภา. 2553. การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อสภาวะน้ำท่วมขัง. ว. วิชาการเกษตร 28: 43-57.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2552. สหสัมพันธ์อิทธิพลทางตรง และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 40: 25-34.

Hardon, J.J. and R.L. Thomas. 1968. Breeding and selection of the oil palm in Malaya. Oleagineaux. 3: 85-90.

Jacquemard, J.C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeis guineensis* Jacq.) study of the L2T x D10D cross. Oleagineaux. 34: 492-497.

Kallarackal, J., P. Jeyakumar, and S.J. George. 2004. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in peninsular india. J. Oil Palm Res. 16: 45-53.

Noor, R.M. and M.H. Harun. 2004. Importance of water use efficiency (WUE) in oil palm productivity. Oil Palm Bull. 48: 24-30.

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

Suresh, K. and C. Nagamani. 2006. Variation in photosynthetic rate and associated parameters with age of oil palm leaves under irrigation. Photosynthetica 44: 309-311.