

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อสภาวะน้ำท่วมขัง  
Physiological and Growth Responses of Oil Palm  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedling to Waterlogging

มนต์สรวง เรืองขนาบ<sup>1/</sup>

กฤษดา สังข์สิงห์<sup>2/</sup>

Monsuang Rueangkhanab<sup>1/</sup>

Krissada Sangsing<sup>2/</sup>

สุจินต์ แม้นเหมือน<sup>3/</sup>

ระวี เจริญวิภา<sup>4/</sup>

Suchin Maenmeun<sup>3/</sup>

Rawee Chiarawipa<sup>4/</sup>

---

**ABSTRACT**

An experiment was conducted to investigate the physiological responses and growth of waterlogged oil palm (*Elaeis guineensis* cv. Suratthanee 2) seedlings at Krabi Oil Palm Research Centre, Klong Thom district, Krabi province during June-November 2008. Thirty oil palm seedlings were grown in 0.57 m<sup>3</sup> cement pot under natural conditions. The experiment was arranged in CRD with 5 treatments. Twelve month-old oil palm seedlings were subjected to continuous waterlogging for 0 (non-waterlogged seedlings), 15, 30, 60 and 90 days, and then drained. Six seedlings were used for each waterlogging treatment. It was found that the effects of 60 and 90 days of waterlogging had lower stomatal conductance, leaf water potential, total chlorophyll content and net photosynthesis than those of non-waterlogged seedlings. Moreover, growth rate (height, number of petiole, cross-section area of petiole and leaf area) and both fresh and dry weights of oil palm seedlings were also markedly decreased as a result of waterlogged condition for 60 and

---

<sup>1/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

<sup>1/</sup> Office of Agricultural and Development Region 8, Department of Agriculture, Hat Yai district, Songkhla province 90110

<sup>2/</sup> ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี อ.ท่าชนะ จ. สุราษฎร์ธานี 84170

<sup>2/</sup> Surat Thani Rubber Research Centre, Thachana district, Surat Thani province 84170

<sup>3/</sup> ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อ. คลองท่อม จ. กระบี่ 81120

<sup>3/</sup> Krabi Oil Palm Research Centre, Klong Thom district, Krabi province 81120

<sup>4/</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

<sup>4/</sup> Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus, Hat Yai district, Songkhla province 90112

90 days. Therefore, this study was indicated that long periods (over 60 days) of waterlogging caused a reduction in growth and biomass allocation of oil palm seedlings which ultimately negative affected oil palm productivity.

**Key words:** waterlogging, physiological response, oil palm seedling, *Elaeis guineensis*

### บทคัดย่อ

ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตโดยใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 12 เดือน ปลูกในท่อซีเมนต์บรรจุดินขนาด 0.57 ลบ.ม. ภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 6 ซ้ำ 5 กรรมวิธี คือให้น้ำตามปกติ (ควบคุม) ได้รับน้ำท่วมขังเป็นเวลา 15 30 60 และ 90 วัน พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน มีค่าชักนำการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง ต่ำกว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนทางใบ พื้นที่หน้าตัดทางใบ พื้นที่ใบต่อต้น รวมถึงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งต้นลดลง ดังนั้นต้นกล้าปาล์ม

น้ำมันที่อยู่ในสภาพน้ำท่วมขังติดต่อกันเป็นเวลาตั้งแต่ 60 วันขึ้นไป มีผลให้การเจริญเติบโตและการสะสมมวลชีวภาพของต้นลดลง ซึ่งอาจส่งผลต่อการให้ผลผลิตในระยะต่อมาได้

**คำหลัก:** น้ำท่วมขัง การตอบสนองทางสรีรวิทยา ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis*

### คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการผลิตของประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซียและประเทศอื่นๆ ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศประมาณ 3 ล้านไร่ (นิรนาม, 2550) ขณะเดียวกันจากมติคณะรัฐมนตรี ได้กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศประมาณ 5 ล้านไร่ เพื่อเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนในรูปของไบโอดีเซล (นิรนาม, 2551) นอกเหนือจากการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค (วิษณีย์, 2548) จึงทำให้เกษตรกรมีความสนใจปลูกสร้างสวนปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญมาเป็นระยะเวลานาน และมีแนวโน้มขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในบริเวณพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางสภาพภูมิประเทศมากขึ้น (ธีระและคณะ, 2548) ส่งผลให้เกษตรกรหลายๆ พื้นที่ได้ให้ความสำคัญกับการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น โดยไม่ได้คำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก โดยเฉพาะการปลูกทดแทนในพื้นที่นา หรือพื้นที่ราบลุ่มซึ่งมีน้ำท่วม

ซึ่งได้ง่าย ทั้งนี้สภาวะน้ำท่วมขังได้ถูกจำแนกเป็น 2 ลักษณะคือ น้ำท่วม (flooding) เป็นสภาพของระดับน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดินและซึมลงสู่ใต้ดิน โดยสามารถสังเกตได้จากระดับน้ำยังสูงจากผิวดินและน้ำขัง (waterlogging) ซึ่งเป็นส่วนของดินที่ระบบรากเจริญเติบโตอยู่อึดด้วยน้ำตลอดเวลา ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ อาจเกิดจากระดับน้ำใต้ดิน (water table) สูงหรือตื้น (รวี, 2540) โดยธรรมชาติของพืชเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังจะมีการตอบสนองทางสรีรวิทยา และมีการปรับตัวเพื่อแสดงออกถึงสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น อาการใบเหลือง การทิ้งใบ ดอกและผล รวมถึงการตอบสนองทางสรีรวิทยาเพื่อการอยู่รอดของพืช เช่น การปิดปากใบเพื่อลดศักย์ของน้ำในใบ (Grassini et al., 2007) และการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง (Gravatt and Kirby, 1998) รวมถึงการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลงในระยะต่อมา เช่น ฝ้าย (Bange et al., 2004) และมะเฟือง (star fruit) (Ismail and Noir, 1996) เป็นต้น ซึ่งความสมบูรณ์ของต้นกล้าในระยะแรกของการปลูกจะส่งผลต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิตได้ (Corley and Tinker, 2003; Fairhurst and Hardter, 2003) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโตหรืออายุของพืช (Zhou and Lin, 1995) ความสมบูรณ์ของพืช สภาพของการท่วมขัง ช่วงระยะเวลาของการท่วมขัง และสภาพอากาศระหว่างการท่วมขัง (Glenz et al., 2006;

Kozlowski, 1984) สำหรับหลักการจัดการสวนปาล์มน้ำมันนั้น สภาพพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน ควรมีลักษณะดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย ดินเหนียวร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำดี มีระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 0.75 ม. (สุรกิตติและคณะ, 2548) ขณะเดียวกันพื้นที่ลาดชันเชิงเขาหรือพื้นที่ลุ่มที่มีน้ำท่วมขังติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จัดเป็นพื้นที่ที่ไม่มีศักยภาพในการปลูกปาล์มน้ำมัน (Fairhurst and Hardter, 2003) จึงควรศึกษาผลกระทบจากสภาพพื้นที่ปลูกที่มีน้ำท่วมต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงการปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพพื้นที่ดังกล่าวต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 12 เดือน ในท่อซีเมนต์บรรจุดินขนาด 0.57 ลบ.ม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ม. สูง 50 ซม. จำนวน 2 ท่อ ซึ่งวางซ้อนกันในท่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.20 ม. สูง 40 ซม. จำนวน 3 ท่อปิดกันท่อ โดยวางบนฐานซีเมนต์เพื่อควบคุมระดับน้ำ และมีระยะปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่าเหมือนกับสภาพจริงคือ 9 x 9 x 9 ม. ภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (Figure 1) ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ระหว่างเดือนมิถุนายน - พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 6 ซ้ำ 5 กรรมวิธีคือ กรรมวิธีควบคุม (ให้น้ำ

ปกติ) ให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 15 30 60 และ 90 วัน รวม 30 ต้น เลือกใช้ทางใบที่ 3 และสุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ต้นละ 3 ใบย่อย ในช่วงเวลา 07.00-11.00 น. หลังให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 15 30 60 และ 90 วัน เพื่อวัดการเปิดปากใบด้วย porometer และวัดศักย์ของน้ำในใบด้วย pressure chamber ส่วนอัตราการสังเคราะห์แสงวัดด้วย Lci portable photosynthesis system เมื่อครบกำหนด 95 วันหลังการทดลองทุกกรรมวิธี และเก็บตัวอย่างใบขนาด 1 ตร.ซม. แช่ในกรด N, N-Dimethylformamide (DMF) 3 มล. วางในที่มืดอย่างน้อย 24 ชม. เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (กฤษดาและคณะ, 2551) จากสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์} = \frac{(7.04A_{664} + 20.27A_{647}) \cdot \text{Vol}}{(\text{Area} \cdot 10)}$$

เมื่อ  $A_{664}$  และ  $A_{647}$  คือค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร

Vol คือปริมาตรของ DMF ที่ใช้สกัด (มล.)

และ Area คือพื้นที่แผ่นใบ (ตร.ซม.)

วัดความยาวและความกว้างใบย่อยบริเวณส่วนกลางของทางใบที่ 3 ด้านละ 3 ใบ คำนวณพื้นที่ใบต่อต้นของต้นปาล์มน้ำมัน โดยดัดแปลงจาก Corley และ Tinker (2003) จากสูตร

$$A = (b)(2nlw)(m)$$

เมื่อ A คือพื้นที่ใบต่อต้น (ตร.ม.)

b คือค่าคงที่ 0.55

n คือจำนวนใบย่อย 1 ด้านของตัวอย่างทางใบ

w คือค่าเฉลี่ยของความกว้างใบย่อย 6 ใบ (ม.)

l คือค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย 6 ใบ (ม.)

และ m คือจำนวนทางใบทั้งต้น

วัดอัตราการเจริญเติบโตได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นบริเวณเหนือพื้นดิน 5 ซม. ความสูงทั้งต้น (ไม่รวบใบ) ความยาวทางใบ เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม และจำนวนทางใบทุกเดือน ชั่งน้ำหนักสดของต้นและรากเมื่อครบกำหนด 95 วันหลังการทดลองทุกกรรมวิธี และอบที่อุณหภูมิ 80 °ซ. เป็นเวลา 96 ชม. เพื่อคำนวณน้ำหนักแห้งของต้นและราก

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันหลังจากได้รับน้ำท่วมขัง 15 วัน พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 30 60 และ 90 วัน มีค่าเปิดปากใบลดลง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 วัน มีค่า 292.78 มิลลิโมล/ตร.ม./วินาที ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ที่ได้รับน้ำท่วมขัง (Table 1) ส่วนค่าศักย์ของน้ำในใบ (Table 2) และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ



a



b

**Figure 1.** A field experiment (a) and waterlogged oil palm seedlings in cement pot (b) at Krabi Oil Palm Research Centre, Krabi province in June-November 2008

(Table 3) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกกรรมวิธี เช่นเดียวกันกับหลังจากได้รับน้ำท่วมขัง 30 วัน กรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 30 และ 60 วัน มีค่าชักนำการเปิดปากใบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขังมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่า 646.11 มิลลิโมล/ตร.ม./วินาที ส่วนค่าศักย์ของน้ำในใบและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ พบว่าทุกกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขังมีค่าลดลง แม้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีควบคุมซึ่งมีค่า -1.75 เมกกะปาสคาล และ 0.56 มก./ตร.ม. ตามลำดับ ขณะที่หลังจากได้รับน้ำท่วมขัง 60 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 และ 30 วัน มีค่าชักนำการเปิดปากใบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม แต่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน มีค่า 214.93 และ 278.67 มิลลิ

โมล/ตร.ม./วินาที มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม เช่นเดียวกับค่าศักย์ของน้ำในใบ ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน มีค่า -2.30 และ -2.76 เมกกะปาสคาล และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ กรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 30 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 0.46 0.44 และ 0.37 มก./ตร.ม. แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 วัน และหลังจากได้รับน้ำท่วมขัง 90 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 และ 30 วัน มีค่าชักนำการเปิดปากใบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 วัน แต่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 90 วัน มีค่าต่ำที่สุดคือ 36.03 มิลลิโมล/ตร.ม./วินาที และมีความแตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ อย่างไร ก็ตามกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 30 60 และ 90 วัน มีค่าศักย์ของน้ำในใบและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 90 วัน มีค่าต่ำที่สุดคือ -2.47 เมกกะปาสคาล และ 0.26 มก./ตร.ม. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมตามลำดับ

ส่วนอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. คือ 17.13 12.07 และ 12.37 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที รองลงมา คือกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 15 วัน ซึ่งมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ได้รับน้ำท่วมขัง ในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. คือ 12.95 11.53 และ 8.79 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที ลำดับต่อมา คือกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 30 วัน ซึ่งมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน ในช่วงเวลา 9.00-10.00 น. คือ 10.38 และ 4.48 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที ขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 วัน มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในช่วงเวลา 7.00-9.00 น. คือ 3.66 8.91 และ 1.43 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงในเวลา 11.00 น. (Figure 2)

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อระยะเวลาน้ำท่วมขังคล้ายคลึงกัน ทั้งค่าชักนำการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบและอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีค่าสูงสุดในต้นกล้าปาล์มน้ำมันควบคุม หรือไม่ได้รับน้ำท่วมขัง ขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังเป็นเวลา 60 และ 90 วัน มีแนวโน้มของค่าทางสรีรวิทยาต่ำกว่าที่ระดับอื่นๆ รวมถึงค่าอัตราการสังเคราะห์แสง ที่มีแนวโน้มฟื้นตัวหลังการทดลอง 95 วัน ชำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าชักนำการเปิดปากใบ ค่าศักย์ของน้ำในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงประมาณ 50-80 % สอดคล้องกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ที่อยู่ในสภาวะเครียดน้ำ ซึ่งมีค่าชักนำการเปิดปากใบ ค่าอัตราการสังเคราะห์แสง และค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงประมาณ 30-40 % เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำตามปกติ (สุจิตราและคณะ, 2550) นอกจากนี้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขังติดต่อกันเป็นเวลานาน มักมีปริมาณความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ลดลง ซึ่งบ่งบอกถึงการลดลงของปริมาณธาตุไนโตรเจน เพราะแสดงอาการใบเหลืองจากการขาดธาตุไนโตรเจน (Corley and Tinker, 2003) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบที่ลดลง เนื่องจากผลกระทบจากสภาวะน้ำท่วมขัง (Gravatt and Kirby, 1998) ส่งผลให้พืชมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง และอาจเป็นการตอบสนองเพื่อการอยู่รอดของพืชจากสภาวะเครียด เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะกายวิภาคเนื้อเยื่อในใบ (leaf anatomical responses) (Wang et al., 2007) การปิดปากใบ และการลดศักย์ของน้ำในใบ (Grassini et

al., 2007) รากจึงไม่สามารถดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงใบได้อย่างเพียงพอ (Lamade et al., 1998; William, 1989) รวมทั้งการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตลดลงในระยะต่อมา (กฤษดาและคณะ, 2551; Ismail and Noir, 1996) อย่างไรก็ตาม แม้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกันนาน 60 และ 90 วัน มีค่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่ำลง แต่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันสามารถปรับตัวให้มีชีวิตรอดเป็นเวลานานถึง 90 วัน โดยไม่พบการตาย ทั้งนี้จากการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกัน 30 วัน สามารถฟื้นตัวได้หลังจากไม่อยู่ในสภาพน้ำท่วมขังแล้วประมาณ 30 วัน (60 วัน หลังเริ่มการทดลอง) เช่นเดียวกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกัน 60 วัน เริ่มฟื้นตัวหลังจากไม่อยู่ในสภาพน้ำท่วมขังแล้วประมาณ 30 วัน (Tables 1 and 2) ขณะที่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกัน 90 วัน มีแนวโน้มที่จะสามารถฟื้นตัวได้หลังการทดลองที่ 95 วันเช่นเดียวกัน (Figure 2) แสดงว่าการปลูกปาล์มน้ำมันในระยะต้นกล้าหากได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขังติดต่อกันเกินกว่า 30 วัน สามารถฟื้นตัวได้โดยใช้เวลาประมาณ 30 วัน แต่อาจใช้เวลาในการฟื้นตัวต่างกัน ตามอายุ ขนาดต้นและสภาพพื้นที่ปลูกของปาล์มน้ำมัน ซึ่งโดยปกติแล้วระยะในการฟื้นตัวจะขึ้นอยู่กับชนิดพืช (Kozlowski, 1984) ระยะเวลาของน้ำท่วมขังและอายุ (Zhou and Lin, 1995) รวมถึงอาหารสะสมภายในต้น

ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง เช่นเดียวกับในไม้ยืนต้นบางชนิด (Gravatt and Kirby, 1998) ที่พบว่าบางสายพันธุ์สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้เนื่องจากมีปริมาณแป้งสะสมในใบ ลำต้นและรากแตกต่างกัน ส่วนการฟื้นตัวของพืชอื่นๆ เช่น โกโก้พบว่าสามารถฟื้นตัวหลังจากได้รับน้ำท่วมขังได้ประมาณ 10 วัน (Gomes and Kozlowski, 1986) ขณะที่ต้นกล้าลองกองกลับทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้เพียงประมาณ 6 วันเท่านั้น (เกียรติศักดิ์, 2541) สำหรับในปาล์มน้ำมันควรศึกษาถึงความสามารถในการทนต่อสภาพน้ำท่วมขังในแต่ละสายพันธุ์ เพราะจากรายงานการวิจัยพบว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1-6 ทนต่อสภาวะเครียดน้ำและตอบสนองทางสรีรวิทยาได้แตกต่างกัน (สุจิตราและคณะ, 2550) ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้พันธุ์ได้อย่างเหมาะสม กับสภาพพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมขังต่อไป

## 2. การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

อัตราการเพิ่มความสูงมีค่ามากที่สุดในการมวิธีควบคุมคือ 34.33 ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 30 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 10.33 7.33 และ 12.67 ซม. ส่วนอัตราการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นมีค่ามากที่สุดในการมวิธีควบคุมคือ 3.20 ซม. แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และน้อยที่สุดในกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 90 วัน คือ 1.63 ซม.

**Table 1.** Stomatal conductance ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{second}$ ) of oil palm seedlings cv. Suratthanee 2 at 0, 15, 30, 60 and 90 days after waterlogging

| Treatment               | Days after waterlogging |          |          |           |           |
|-------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
|                         | 0                       | 15       | 30       | 60        | 90        |
| Control                 | 679.40 a                | 451.11 a | 646.11 a | 439.11 a  | 342.44 a  |
| 15 days of waterlogging | 614.90 a                | 292.78 b | 331.73 b | 376.33 ab | 299.67 ab |
| 30 days of waterlogging | 738.20 a                | 225.11 b | 225.37 b | 433.33 a  | 288.33 ab |
| 60 days of waterlogging | 667.90 a                | 230.56 b | 197.04 b | 214.93 b  | 200.55 b  |
| 90 days of waterlogging | 694.30 a                | 212.11 b | 134.00 c | 278.67 b  | 36.03 c   |

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

**Table 2.** Leaf water potential (MPa) of oil palm seedlings cv. Suratthanee 2 at 0, 15, 30, 60 and 90 days after waterlogging

| Treatment               | Days after waterlogging |       |       |         |          |
|-------------------------|-------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                         | 0                       | 15    | 30    | 60      | 90       |
| Control                 | -1.30                   | -0.72 | -1.75 | -1.38 a | -1.65 a  |
| 15 days of waterlogging | -1.32                   | -1.27 | -1.67 | -1.78 a | -1.89 ab |
| 30 days of waterlogging | -1.49                   | -1.23 | -2.08 | -1.69 a | -2.05 ab |
| 60 days of waterlogging | -1.36                   | -1.08 | -2.56 | -2.36 b | -1.89 ab |
| 90 days of waterlogging | -1.34                   | -1.08 | -2.28 | -2.76 b | -2.47 b  |

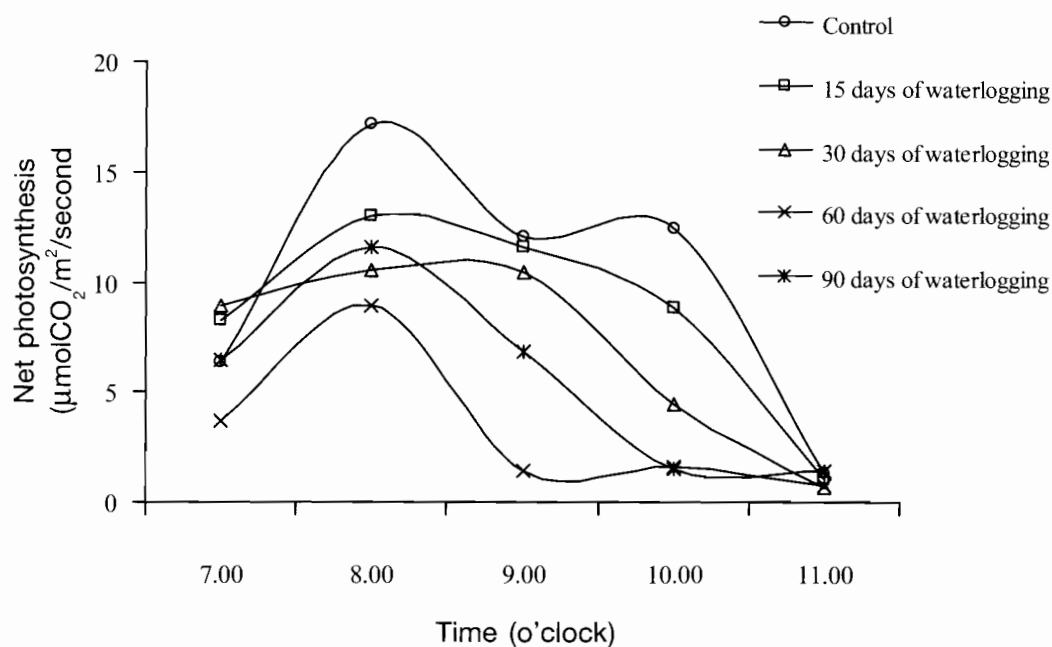
Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

**Table 3.** Total chlorophyll content ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) of oil palm seedlings cv. Suratthanee 2 at 0, 15, 30, 60 and 90 days after waterlogging

| Treatment               | Days after waterlogging |      |      |        |         |
|-------------------------|-------------------------|------|------|--------|---------|
|                         | 0                       | 15   | 30   | 60     | 90      |
| Control                 | 0.53                    | 0.56 | 0.56 | 0.67 a | 0.64 a  |
| 15 days of waterlogging | 0.65                    | 0.66 | 0.45 | 0.72 a | 0.48 ab |
| 30 days of waterlogging | 0.48                    | 0.45 | 0.37 | 0.46 b | 0.51 ab |
| 60 days of waterlogging | 0.48                    | 0.50 | 0.37 | 0.44 b | 0.36 b  |
| 90 days of waterlogging | 0.46                    | 0.53 | 0.37 | 0.37 b | 0.26 b  |

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.





**Figure 2.** Diurnal changes of net photosynthesis of oil palm seedlings cv. Suratthanee 2 after 95 days of waterlogging

ขณะที่อัตราการเพิ่มจำนวนทางใบมีค่ามากที่สุด ในกรรมวิธีควบคุมเช่นเดียวกันคือ 6.00 ใบ ทั้งนี้ กรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 30 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 4.33 3.00 2.00 และ 2.33 ใบ ส่วนอัตราการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดทางใบมีค่ามากที่สุดในกรรมวิธี ควบคุมคือ 77.18 ตร.ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 วัน คือ 46.92 ตร.ซม. ส่วนกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 30 60 และ 90 วัน พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราการเพิ่มความกว้าง ทรงพุ่ม พบว่ากรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 30 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติคือ 21.42 23.30 26.07 และ 18.42 ซม.

เช่นเดียวกับอัตราการเพิ่มพื้นที่ใบต่อต้น ซึ่ง กรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 30 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 14.97 15.77 14.43 และ 14.19 ตร.ม./ต้น ตาม ลำดับ (Table 4)

### 3. มวลต้น และลักษณะต้นและรากของต้นกล้า ปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 วัน มีน้ำ หนักสดต้นและรากมากที่สุดคือ 3,983.33 และ 625.00 ก. ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้น้ำ ท่วมขัง 30 วัน โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติกับกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน

**Table 4.** The effect of waterlogged condition on growth rate of oil palm seedlings cv. Suratthanee 2 (height, stem base diameter, number of petiole, cross-section area of petiole, canopy width and leaf area)

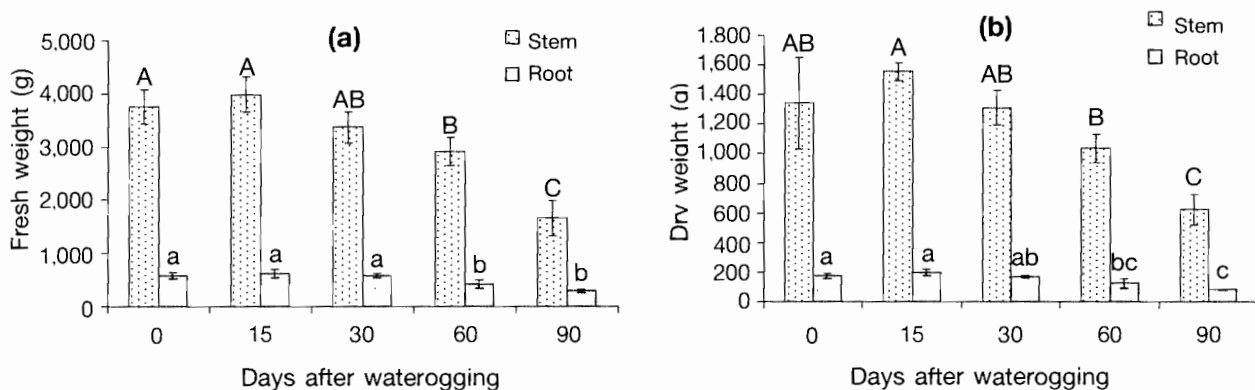
| Treatment               | Growth rate of oil palm seedlings |                         |               |                                                  |                   |                                  |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                         | Height (cm)                       | Stem base diameter (cm) | No of petiole | Cross-section area of petiole (cm <sup>2</sup> ) | Canopy width (cm) | Leaf area (m <sup>2</sup> /tree) |
| Control                 | 34.33 a                           | 3.20 a                  | 6.00 a        | 77.18 a                                          | 36.42 a           | 51.37 a                          |
| 15 days of waterlogging | 15.33 b                           | 3.06 a                  | 4.33 ab       | 46.92 b                                          | 21.42 b           | 14.97 b                          |
| 30 days of waterlogging | 10.33 bc                          | 1.99 a                  | 3.00 b        | 19.90 c                                          | 23.30 ab          | 15.77 b                          |
| 60 days of waterlogging | 7.33 c                            | 1.76 a                  | 2.00 b        | 25.25 c                                          | 26.07 ab          | 14.43 b                          |
| 90 days of waterlogging | 12.67 bc                          | 1.63 a                  | 2.33 b        | 17.80 c                                          | 18.42 b           | 14.19 b                          |

Means the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

คือ 2,913.33 และ 418.33 ก. และ 1,656.67 และ 296.67 ก. (Figure 3a) เช่นเดียวกับ น้ำหนักแห้งต้นและราก พบว่ากรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 วัน มีค่ามากที่สุดคือ 1,554.77 และ 199.83 ก. ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 30 วัน แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน คือ 1,036.00 และ 127.13 ก. และ 625.70 และ 83.23 ก. ตามลำดับ (Figure 3b) นอกจากนี้ต้นกล้าปาล์ม น้ำมันที่ได้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่แตกต่างกันยังแสดงลักษณะภายนอกต่างกัน คือต้นกล้าปาล์มน้ำมันกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 15 วัน มีลักษณะทรงพุ่มหนาทึบและมีปริมาณรากมาก แต่กรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 30 60 และ 90 วัน ลักษณะทรงพุ่มมีความโปร่ง

และมีปริมาณรากน้อย โดยเฉพาะต้นกล้าปาล์ม น้ำมันกรรมวิธีที่ได้น้ำท่วมขัง 90 วัน พบว่ามีลักษณะอาการใบเหลือง ขนาดทรงพุ่มและขนาดทางใบค่อนข้างเล็ก ส่วนบริเวณรากมีการปรับตัวโดยการสร้างรากอากาศบริเวณใกล้โคนลำต้นเล็กน้อย และมีปริมาณรากค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะภายนอกที่ปรากฏกับต้นกล้าปาล์มน้ำมันกรรมวิธีอื่นๆ (Figure 4)

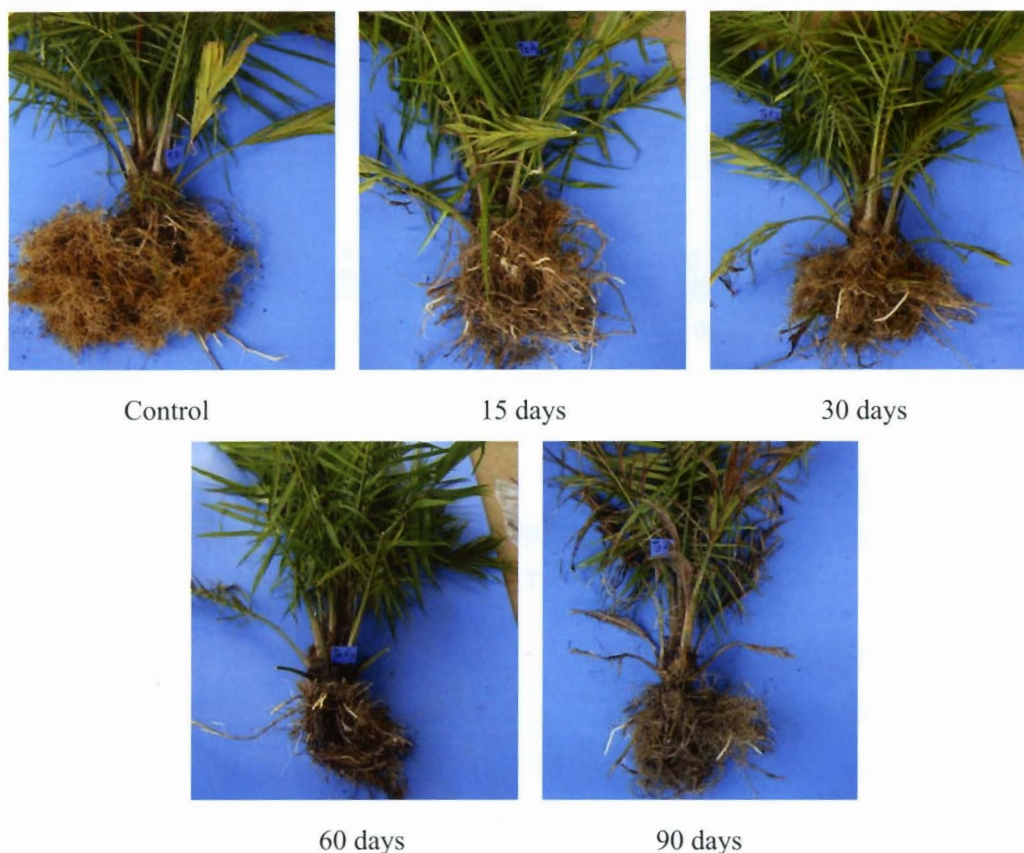
การได้รับสภาพน้ำท่วมขังทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโตมากกว่าสภาพปกติ หรือไม่ได้ผลกระทบจากน้ำท่วมขัง ซึ่งการศึกษานี้พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงทั้งความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น จำนวนทางใบ พื้นที่หน้าตัดทางใบ ความกว้างทรงพุ่มและพื้นที่ใบ แม้บางค่าของอัตราการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัย



**Figure 3.** Means of fresh weight (a) and dry weight (b) in the stem and root of oil palm seedling cv. Suratthanee 2 after 95 days of waterlogging vertical bars represent standard deviations, followed by a common capital or small letters in each column are not significant different at the 5% level by DMRT.

สำคัญทางสัณยศาสตร์ระหว่างกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขังก็ตาม (Table 4) ซึ่งอาจเป็นเพราะต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบในช่วงเวลาสั้นและสามารถฟื้นตัวได้หลังการทดลอง ขณะที่ผลการศึกษาในต้นข้าวฟ่างและต้นทานตะวันเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังมี การเจริญเติบโตทางลำต้นและพื้นที่ใบลดลง (Grassini *et al.*, 2007; Orchard *et al.*, 1986) เนื่องจากมีการยับยั้งการสร้างฮอร์โมนบางชนิด ได้แก่ ออกซิน ไซโตไคนินและจิบเบอเรลลิน ที่มีผลต่อการขยายและแบ่งตัวของเซลล์ (Kozlowski, 1984) รวมถึงกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ การซึมผ่านเซลล์เมมเบรน และการยึดตัวของใบและทางใบลดลง (epinasty) (Gindin and Mayak, 1992) ขณะเดียวกันระยะเวลาน้ำท่วมขังยังส่งผลต่อความมีชีวิตรอด และมีผลให้การสะสมมวลชีวภาพลดลงเนื่องจากทำให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นน้ำหนักรากแห้งลดลง (radiation use efficiency) (Bange *et al.*, 2004)

สอดคล้องกับปริมาณน้ำหนักราก น้ำหนักแห้งของต้นและรากต้นกล้าปาล์มน้ำมันกรรมวิธีที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน ซึ่งต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันกรรมวิธีควบคุม เช่นเดียวกับ ลางสาดลองกองและทุเรียน ที่มีการสะสมน้ำหนักรากและรากต่ำลงตามระยะเวลาที่ได้รับน้ำท่วมขัง (มณูญและสุจริต, 2549) แสดงว่าต้นปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่สามารถฟื้นตัวได้ หากได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกันในระยะสั้น ส่วนต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกันนานกว่า 60 วัน แม้สามารถมีชีวิตรอดได้ แต่จะมีผลกระทบต่อการสร้างมวลต้น (Figure 3a and 3b) ทั้งนี้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขัง 60 และ 90 วัน สามารถฟื้นตัวและยังคงมีชีวิตรอดหลังจากพ้นสภาวะน้ำท่วมขัง แต่มีลักษณะผิดปกติทางลำต้นเกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะสีรากคล้ำขึ้น และมีการเน่าของรากเล็กน้อย ดังนั้นจึงไม่ควรปล่อยให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำท่วมขัง



**Figure 4.** Effect of waterlogged condition periods on leaf, stem and root characteristics of oil palm cv. Suratthanee 2 seedlings after 95 days of waterlogging

ติดต่อกันนานกว่า 60 วัน เพราะระยะดังกล่าว น่าจะเป็นระยะวิกฤติที่สามารถส่งผลกระทบต่อ การสะสมมวลชีวภาพของต้น รวมถึงอาจมีผลต่อ พัฒนาการทางลำต้นและการให้ผลผลิตในระยะ ต่อมาได้ และควรมีการศึกษาวิธีการฟื้นฟูต้นต่อ ไป เพื่อเป็นแนวทางสำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะน้ำท่วมขังติดต่อกัน เป็นเวลานานหรือได้รับอุทกภัย เช่นเดียวกับการ ฟื้นฟูต้นทุเรียน ลองกองและมังคุดที่ได้รับ วิกฤตการณ์น้ำท่วม (สายนท์และคณะ, 2547) หรือ oilseed rape (*Brassica napus* L.) (Leul

and Zhou, 1998) จนสามารถเจริญเติบโตและ ให้ผลผลิตได้ตามปกติในระยะต่อมา

### สรุปผลการทดลอง

สภาวะน้ำท่วมขังติดต่อกันเป็นเวลา 60 และ 90 วัน มีผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการ ตอบสนองทางสรีรวิทยาได้แก่ การชักนำการเปิด ปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงลดต่ำลง และมีแนวโน้มส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนทางใบ พื้นที่หน้า

ตัดทางใบ พื้นที่ใบต่อดัน น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก ต่ำกว่ากับต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้รับน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกัน 30 และ 60 วัน สามารถฟื้นตัวหลังจากสภาพน้ำท่วมขัง 30 วัน ส่วนที่ระยะเวลา 90 วัน ต้นกล้าปาล์มน้ำมันยังคงปรับตัวให้มีชีวิตรอดได้

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสุจิตรา พรหมเชื้อ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ที่ให้คำปรึกษา และอนุเคราะห์เครื่องมือทางสรีรวิทยา

### เอกสารอ้างอิง

กฤษดา สังข์สิงห์ มนต์สรอง เรืองชนาบ และ พิเชษฐ ไชยพานิชย์. 2551. ผลของการขาดน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นยางพาราอายุ 3 เดือน. *ว. วิชาการเกษตร* 26 (3): 210-222.

เกียรติศักดิ์ รักษ์วงษ์. 2541. *การตอบสนองของต้นกล้าลองกองต่อช่วงน้ำขังและระยะฟื้นตัว*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 94 หน้า.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิพนธ์ ธีรพงศ์ จันทนิยม ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. *เส้นทางสู่ความสำเร็จ การผลิตปาล์มน้ำมัน*. ศูนย์วิจัย

และพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 117 หน้า.

นิรนาม. 2550. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. *การปรับโครงสร้างการผลิตสินค้าเกษตร ระดับจังหวัด*. เอกสารวิชาการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (อัดสำเนา) นิรนาม. 2551. *โครงการปลูกปาล์มน้ำมันทดแทนพลังงาน*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งข้อมูล [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=3944&filename=index..](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=3944&filename=index..), 16/12/51.

มณูญ ศิริบุบผา และสุจิตรา ส่วนไพโรจน์. 2549. *รายงานการวิจัย การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของต้นกล้ายางสด ลองกอง ทุเรียน เพื่อเป็นต้นตอภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง*. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 35 หน้า.

รวี เสริมภักดี. 2540. ต้นไม้ผลในสภาวะถูกน้ำท่วมขังและแนวทางการแก้ไข. *ว. เกษตรก้าวหน้า* 12(3): 4-11.

วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2548. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน. หน้า 151-172. ใน: *ปาล์มน้ำมัน*. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สายัณห์ สดุดี สุภาณี ชนะวีรวรรณ และพรพิมล พวงแก้ว. 2547. ผลของวิธีการบำรุงรักษาต่อการฟื้นฟูสวนไม้ผลภายหลังวิกฤตการณ์น้ำท่วมในจังหวัดสงขลา. *ว. สงขลานครินทร์ วทท.* 26 (1): 31-42.

- สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน  
เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และสิทธิพงศ์ ศรี  
สว่างวงศ์. 2550. การศึกษาการตอบสนอง  
ทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน  
ถูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้  
และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 73-  
84. ใน: รายงานประจำปี 2550.  
สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุรภิตติ ศรีกุล ภิญโญ มีเดช และเกริกชัย ธนรักษ์.  
2548. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. หน้า  
35-60. ใน: ปาล์มน้ำมัน. เอกสารวิชาการ  
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.
- Bange, M.P., S.P. Milroy, and P.  
Thongbai. 2004. Growth and yield  
of cotton in response to  
waterlogging. *Field Crops Res.* 88:  
129-142.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker, 2003. *The  
Oil Palm*. 4<sup>th</sup> Edition, Blackwell  
Science Ltd., Oxford. 562 p.
- Fairhurst, T. and R. Hardter L. 2003. *Oil  
palm: Management for Large and  
Sustainable Yields*. Potash &  
Phosphate Institute (PPI), Potash &  
Phosphate Institute of Canada  
(PPIC) and International Potash  
Institute (IPI). 382 p.
- Gindin, E. and S. Mayak. 1992.  
Relationship between transient  
flooding and effects of plant  
hormones on chrysanthemum  
plants. *Israel Agresearch* 6 (1-2):  
97-115.
- Glenz, C., R. Schlaepfer, I. Iorgulescu and  
F. Kienast. 2006. Flooding tolerance  
of Central European tree and shrub  
species. *For. Ecol. Manage.* 235: 1-  
13.
- Gomes, A.R.S. and T.T. Kozlowski. 1986.  
The effects of flooding on water  
relations and growth of *Theobroma  
coco* cv. Eatongo seedling.  
*J. Hort. Sci.* 61: 265-276.
- Grassini, P., G.V. Indaco, M.L., Pereira, N.  
Hall and N. Trapani. 2007.  
Responses to short-term waterlogging  
during grain filling in sunflower.  
*Field Crops Res.* 101 (3): 352-363.
- Gravatt, D.A. and C.J. Kirby. 1998.  
Patterns of photosynthesis and  
starch allocation in seedlings of  
four bottomland hardwood tree  
species subjected to flooding. *Tree  
Physiol.* 18: 411-417.
- Ismail, M.R. and J.M. Noir. 1996. Growth  
and physiological process of young  
starfruit (*Averrhoa evambola* L.)  
plants under soil floodings. *Scientia  
Hort.* 65: 229-238.
- Kozlowski, T.T. 1984. *Flooding and Plant  
Growth*. Academic Press, New  
York. 356 p.
- Lamade E., E. Setiyo, and A. Purba. 1998.  
Gas exchange and carbon

- allocation of oil palm seedlings submitted to water logging in interaction with N fertilizer application. Pages 573-584. In: *Proc. Int. Oil Palm Conf. Commodity of the Past, Today and the Future*. 23-25 September 1998, Bali, Indonesia.
- Leul, M. and W. Zhou. 1998. Alleviation of waterlogging damage in winter rape by application of uniconazole: effects on morphological characteristics, hormones and photosynthesis. *Field Crops Res.* 59: 121-127.
- Orchard, P.W., R.S. Jessop and H.B. So. 1986. The response of sorghum and sunflower to short-term waterlogging IV: water and nutrient uptake effects. *Plant and Soil* 91 (1): 87-100.
- Wang, W., Y. Xiao, L. Chen and P. Lin. 2007. Leaf anatomical responses to periodical waterlogging in simulated semidiurnal tides in mangrove *Bruguiera gymnorhiza* seedlings. *Aquat. Bot.* 86: 223-228.
- William, C.O. 1989. Seasonal soil waterlogging influence water relations and leaf nutrient content of bearing apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 537-542.
- Zhou, W.J. and X.Q. Lin. 1995. Effects of waterlogging at different growth stages on physiological characteristics and seed yield of winter rape (*Brassica napus*). *Field Crops Res.* 44: 103-110.