

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน
กิจกรรม : การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา
บางประการของต้นปาล์มน้ำมัน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Waterlogging on some physiological responses of oil palm
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวอุษา ชูรัมย์¹
ผู้ร่วมงาน : นางสาวสายชล จันมาก¹
นางสาวจารุภา รอดทุกข์¹
นางสาววิษณีย์ ออมทรัพย์สิน²
นายสุริยะ คงศิลป์¹

abstract

This experiment was conducted to investigate the physiological responses of different ages of oil palm (*Elaeis guineensis* cv. Suratthanee 2) seedlings under waterlog conditions, at Krabi Oil Palm Research Centre, Klong Thom district, Krabi Province, Thailand, during 2011-2013. All oil palm seedlings were grown in 0.57 m³ cement pots, and arranged in CRD for 4 treatments (8, 12, 16 and 24 months old) in 7 replications of continuous waterlogging for 120 days. The results found that the highest values of stomatal conductance and leaf water potential were found in 30 days of waterlogging, but the lowest values were in 65 days of waterlogging with 24 month old seedlings. Leaf SPAD index and chlorophyll content (a, b and total) also found that the highest values were in the 24 month old seedlings, as a result of waterlogged conditions of 30-45 days. The density of leaf stomata of the 24 month old seedlings was higher in the abaxial rather than adaxial sides, which were significantly different from the 8 and 12 month old seedlings. Additionally: leaf areas, branch cross-sectional areas, no. of leaflets and branch lengths showed significant differences in the 24 month old seedlings, as opposed to waterlogged treatments. Moreover, fresh and dry weights of the stems, roots and frond parts

displayed the highest data in the 24 month old seedlings after treatment. There were similarly calculated dry weight and fresh weight ratios for all seedlings.

5. บทคัดย่อ

ศึกษาผลของสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมขังให้กับต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยแตกต่างกัน ตั้งแต่ย้ายปลูกลงในท่อซีเมนต์บรรจุดินขนาด 0.57 ลบ.ม. โดยกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4 ให้กับต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน 12 เดือน 18 เดือน และ 24 เดือนได้รับน้ำท่วมขังตามลำดับ ทำการศึกษาระยะยาวนานของน้ำท่วมขัง ในช่วงเวลา 120 วัน ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2554-กันยายน 2556 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) 7 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ผลการทดลองพบว่า ต้นปาล์มน้ำมันในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 30 วัน ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีค่าเฉลี่ยการชักนำการเปิดปากใบ สูงสุด คือ 308.33 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และค่าต่ำสุด คือ 9.09 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เมื่อขังน้ำนาน 65 วัน ค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในใบสูงสุดในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์ม น้ำมันอายุ 24 เดือน คือ -0.50 MPa เมื่อขังน้ำนาน 30 วัน และค่าต่ำสุดคือ -2.19 MPa เมื่อขังน้ำนาน 65 วัน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน คือ 61.23 ส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยของ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และคลอโรฟิลล์รวมสูงสุดเช่นเดียวกัน คือ 0.39 0.13 และ 0.51 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีแนวโน้มสูงสุดเมื่อขังน้ำนาน 30-45 วัน ส่วนปากใบปาล์มน้ำมัน พบว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์ม น้ำมันอายุ 24 เดือน มีจำนวนปากใบด้านล่างเฉลี่ยค่อนข้างสูงคือ 23 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งสูงกว่าสภาวะ น้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 และ 12 เดือนแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และทุกกรรมวิธี มีจำนวนปากใบ ด้านล่างมากกว่าจำนวนปากใบด้านบน ส่วนการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน พบว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์ม น้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อย และความยาวทางใบ คือ 1.74 ตารางเมตร 6.98 ตารางเซนติเมตร 88.95 ใบย่อย และ 193.32 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดและแห้งของลำต้นทั้งหมด ราก และดอก สัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนัก สด ของลำต้นทั้งหมด ราก และดอก พบว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ น้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมด ราก และดอกคือ 34,900.34 2,875.72 และ 699.79 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง ของลำต้นทั้งหมด ราก และดอกคือ 14,963.82 1,412.40 และ 462.45 กรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบเป็นสัดส่วน ของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด คือ 42.87 49.11 และ 66.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และร้อยละของน้ำหนักแห้ง ต่อน้ำหนักสดของลำต้น ราก และดอก รวมคือ 43.76 เปอร์เซ็นต์

¹ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ต.ห้วยน้ำขาว อ. คลองท่อม จ. กระบี่

²ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ต.ท่าอุแท อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี

6. คำนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ได้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ปี 2555 ประมาณ 4.48 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศ 11.33 ล้านตัน ขณะเดียวกันจากมติคณะรัฐมนตรีซึ่งได้กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศประมาณ 5 ล้านไร่ เพื่อเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนในรูปของไบโอดีเซล นอกเหนือจากการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค ปี 2555 ประเทศไทยใช้ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) ปริมาณ 0.63 ล้านตัน เพื่อผลิตไบโอดีเซล (สุรจิตติ, 2554) และนับวันพลังงานทดแทนในรูปของไบโอดีเซล มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น เนื่องจากช่วยลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ

พื้นที่/ต้นทุน/ผลผลิตเฉลี่ย	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555
1) พื้นที่ขึ้นต้น : ล้านไร่	3.676	3.890	4.077	4.285	4.483
2) พื้นที่ให้ผล : ล้านไร่	2.884	3.188	3.552	3.747	3.983
3) ต้นทุนผลปาล์ม : บาท/กก.	2.120	2.710	2.970	2.770	2.900
4) ผลผลิตเฉลี่ย : กก./ไร่	3,214	2,561	2,315	2,876	2,844
5) ผลผลิต (ล้านตัน)	9.27	8.16	8.22	10.78	11.33

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ณ. ก.ย. 2555

จากปี 2522 ปาล์มน้ำมันเป็นเพียงพืชที่มีพื้นที่ปลูกเฉพาะในจังหวัดทางภาคใต้เท่านั้น โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 167,300 ไร่ (ธีระ, 2554) แต่ปัจจุบันปาล์มน้ำมันได้กลายเป็นพืชสำคัญทั้งของประเทศไทยและเป็นพืชสำคัญสำหรับโลกทั้งเป็นพืชอาหารและพืชพลังงาน เนื่องจากปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันชนิดเดียวของโลกที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันอื่นทุกชนิด และประเทศไทยมีปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มจัดอยู่ในอันดับ 3 ของโลก รองจากอินโดนีเซียและมาเลเซีย ด้วยเหตุผลที่สำคัญเช่นนี้ จึงทำให้เกษตรกรมีความสนใจทำสวนปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญมาเป็นระยะเวลาช้านาน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งในรอบปีไม่ควรน้อยกว่า 75 % (วิษณีย์ และคณะ, 2554) เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ชอบสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้น สภาพแวดล้อมที่หนาวเย็นและแห้งแล้งยาวนานจะมีผลกระทบกับผลผลิตโดยตรง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ในภาคใต้เป็นส่วนใหญ่ประมาณ 7.31 ล้านไร่

จากพื้นที่เหมาะสมทั้งหมด ประมาณ 10.58 ล้านไร่ (เกริกชัย และคณะ, 2553) จังหวัดกระบี่เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดจังหวัดหนึ่งในภาคใต้ โดยปี 2554 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นเนื้อที่ขึ้นต้น 968,155 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 935,330 ไร่ ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี 2.53 ล้านตัน (กรมการค้าภายใน, 2554) ปี 2556 คาดว่าการผลิตปาล์มน้ำมันของไทยจะมีเนื้อที่ให้ผล 4.11 ล้านไร่ ผลผลิต 12.02 ล้านตัน และผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี 2,925 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากเนื้อที่ให้ผล 3.98 ล้านไร่ ผลผลิต 11.33 ล้านตัน และผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี 2,844 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

อย่างไรก็ตามในช่วงปี 2554 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ ถูกน้ำท่วมขังติดต่อกันเป็นระยะเวลาานานทำให้เกิดผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมันอย่างมาก โดยที่ผลนั้นย่อมเกิดจากการเปลี่ยนแปลงบางประการในทางสรีรวิทยาของพืชอันเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ได้รับ จนส่งผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพ และทางสัณฐานวิทยา ซึ่งสภาวะของต้นไม้ที่ถูกน้ำท่วมขังนั้น จะแสดงอาการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่คล้ายคลึงกัน ต่างก็เป็นผลกระทบต่อต้นไม้และก่อให้เกิดความเสียหายไม่มากนักน้อยตามแต่ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของไม้ผล ความแข็งแรงของต้นไม้ สภาพของน้ำที่ท่วมขัง (น้ำนิ่ง น้ำไหล หรือน้ำเน่า) ชนิดของดินที่ปลูก แสงแดด อุณหภูมิ ลม ฯลฯ

สภาพน้ำท่วมขัง ทำให้ดินขาดออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนเพียงเล็กน้อยที่ละลายอยู่ในน้ำจะถูกจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้หมดเพียงไม่กี่ชั่วโมงภายหลังจากเกิดภาวะน้ำท่วมขัง และยังก่อให้เกิดการสะสมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซเอทิลีน และสารประกอบของโลหะบางตัว เช่น แมงกานีส เหล็ก แคลเซียม โมลิบดีนัม นิเคิล สังกะสี และ ตะกั่ว ซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุในดินและจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ในดินเหล่านี้ชักนำให้เกิดความเครียดขึ้นในพืช ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเกิดความเสียหายในพืช ความเสียหายจะรุนแรงแค่ไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง ปริมาณสารพิษที่สะสมอยู่ในน้ำที่ท่วมขัง ชนิดของพืช และระยะการเจริญเติบโตของพืช (มารวยและไพศาล, 2539) ในขั้นแรกพืชจะตอบสนองโดยชักนำให้รากมีการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนเพิ่มขึ้นแล้วลำเลียงขึ้นสู่ลำต้นและใบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยา สัณฐานวิทยา และกายวิภาคหลายประการ เช่นการลู่ลงล่างของใบ การปิดปากใบอย่างถาวร การซีดเหลืองของใบ (chlorosis) การหลุดร่วงของใบ ดอกและผล การบวมพองของโคนต้น hypertrophy การสร้างช่องอากาศภายในลำต้นและการสร้างรากวิสามัญระดับผิวน้ำขึ้นมาทดแทนรากชุดเดิม ที่ได้รับความเสียหาย ทำให้การลำเลียงออกซิเจนจากใบผ่านลำต้นสู่รากได้ ซึ่งเป็นการปรับตัวของพืชเพื่อหลีกเลี่ยงต่อภาวะเครียด พบว่าถ้าเขียวที่ได้รับสภาพน้ำท่วมขัง มีอัตราการเพิ่มพื้นที่ใบลดลง การสะสมน้ำหนักแห้งน้อยลงรวมถึงพื้นที่ผิวสะสมน้ำหนักแห้งได้น้อยลง เช่นเดียวกัน และถ้ามีการตายของรากและมีการสะสมของสารพิษดังกล่าวจะทำให้การสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชพวกจิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน และออกซิเจน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้น้อย ในอ้อยที่ระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังในแปลงปลูกนานมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยมากกว่าระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังสั้นๆ (Glaz *et al.*, 2004) และการให้น้ำท่วมขังในข้าวโพด (ศานิต และ สุนันทา, 2553) และ อ้อยพันธุ์ อู่ทอง (ศานิต และคณะ, 2554) พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นของน้ำท่วมขังทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น

รวี (2540) รายงานว่าสภาวะน้ำท่วมขัง เป็นสภาวะที่ดินมีการระบายน้ำต่ำหรือมีระดับน้ำในดินสูง มักเป็นดินที่มีคุณสมบัติการระบายน้ำไม่ดี เช่น ดินเหนียว สภาพเช่นนี้จะส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนในดินต่ำและโครงสร้างของดินเปลี่ยนไปจากเดิม อาจจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ น้ำท่วม (flooding) ซึ่งเป็นสภาพของระดับน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดินและซึมลงสู่ใต้ดิน โดยสามารถสังเกตได้จากระดับน้ำยังสูงจากผิวดิน และน้ำขัง (waterlogging) ซึ่งเป็นส่วนของดินที่ระบบรากเจริญเติบโตอยู่อึดตัวด้วยน้ำตลอดเวลา ไม่สามารถระบายออกได้ อาจเกิดจากระดับน้ำใต้ดิน (water table) สูงหรือตื้น ทั้ง 2 ลักษณะก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชได้คล้ายคลึงกัน สภาวะต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับพืช ได้แก่ ระบบรากขาดออกซิเจน ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การดูดน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ขึ้นไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน เมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วมขังขึ้นน้ำจะแทรกซึมเข้าไปตามช่องว่างของอากาศที่มีอยู่ในดิน และเข้าแทนที่ช่องว่างเหล่านั้นอย่างรวดเร็ว ในสภาวะธรรมชาตินั้นช่องว่างเหล่านี้มีอยู่ค่อนข้างจำกัดอยู่แล้ว อีกทั้งยังมีจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมากที่ต้องการออกซิเจนเช่นกัน จึงทำให้ส่วนของระบบรากนั้นขาดแคลนก๊าซออกซิเจนอย่างรวดเร็วและรุนแรงในธรรมชาติรากต้นไม้อาจ เปลี่ยนกลไกไปใช้ระบบการหายใจแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) (Parent *et al.*, 2008) หรือที่เรียกว่าเป็นการหมัก (fermentation) ขึ้นแทน แต่พลังงานที่ได้จากวิธีการหายใจแบบนี้มีอยู่ต่ำมาก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดสารที่เป็นผลพลอยได้ซึ่งเป็นพิษกับต้นไม้ เช่น เอทานอล (ethanol) และกรดแลคติก (lactic acid) อีกด้วย พืชจึงไม่สามารถที่จะอยู่ในสภาวะนี้ได้นานพอ ดังนั้น ความอยู่รอดของต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะของการขาดออกซิเจนนี้เป็นสิ่งสำคัญ

อาการใบเหลือง อาการดังกล่าวอาจไม่เด่นชัดในวันแรก แต่จะพบชัดเจนมากขึ้นในวันต่อมาอาการดังกล่าวมักพบเกิดขึ้นที่ใบมีอายุมากกว่าหรือใบที่อยู่ทางส่วนโคนของกิ่งในแต่ละกิ่งย่อย และจะเหลืองเข้มมากขึ้น ส่วนอาการชืดเหลืองมักพบในกรณีของต้นไม้ที่ถูกน้ำท่วมขังต่อเนื่อง โดยอาจแสดงอาการให้เห็นทั่วทั้งต้น นอกจากนี้ ยังพบอาการใบลู่หรือห้อยลงด้วย

อาการทิ้งใบ ดอก และผล ระบบรากต้นไม้ที่ถูกน้ำท่วมขังนี้จะก่อให้เกิด สภาวะเครียด (stress) ขึ้น ความเครียดนี้จะส่งผลให้ต้นไม้มีการกระตุ้นให้เกิดมีการสร้างฮอร์โมนเอทิลีน (ethylene) ในปริมาณที่สูงกว่าปกติอย่างมาก ผลที่แสดงออกมาอย่างชัดเจน คือ การทิ้งส่วนสืบพันธุ์ (ในที่นี้ คือ ดอกและผล) ก่อน โดยอาการหลุดร่วงนี้จะเกิดขึ้นค่อนข้างรวดเร็วและรุนแรงจนหมดหรือเกือบหมดต้น สำหรับการทิ้งใบนั้นมักพบในส่วนใบที่มีอายุมากกว่าใบที่อ่อนกว่า โดยสังเกตได้จากใบที่อยู่ทางส่วนล่างของกิ่งกระจายไปทุกบริเวณของต้น อาจพบอาการรุนแรงในไม้ผล พบอาการทิ้งใบอย่างรุนแรงทั่วทั้งต้น เช่น มะนาว ส้มเขียวหวาน ทุเรียน หรืออาการยืนต้นตายทั้งที่มีใบอยู่เต็มต้น เช่น มะม่วง

การสร้างรูเปิด (lenticel formation) นี้โดยปกติจะพบในส่วนของเปลือกลำต้นที่มีอายุมากเพื่อใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในและภายนอกลำต้นได้ตลอดเวลาอย่างถาวร โดยปราศจากกลไกการควบคุมของปากใบ (stomata) ในสภาวะของต้นไม้ที่ถูกน้ำท่วมขังนั้น ระบบรากได้รับผลกระทบโดยอยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจนอย่างรุนแรง การอยู่รอดของต้นไม้ นอกจากกลไกอื่นแล้วในทางหนึ่งได้แก่ ความสามารถในการที่จะนำอากาศหรือออกซิเจนให้ไปสู่ส่วนของระบบรากให้ได้เร็วที่สุดบริเวณส่วนที่จะพบมีการสร้างรูเปิดนี้มักอยู่ ณ ส่วน

ของลำต้นที่อยู่เหนือผิวน้ำที่ท่วมขังขึ้นมาเพียงเล็กน้อย อันเป็นส่วนที่ใกล้ที่สุดที่จะนำอากาศไปสู่ระบบราก หากต้นไม้สามารถที่จะสร้างรูเปิดนี้ได้เร็วก็จะมีโอกาสอยู่รอดได้สูงกว่า สภาพื่อน้ำท่วมขังมักส่งผลให้มีการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ทำให้กระทบต่อการสังเคราะห์แสง โดยมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ทำให้พืชสร้างอาหารลดลง และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้นในระยะต่อมา

ความทนทานของต้นไม้ทั่วไป เช่นไม้ผล ในสภาวะที่ถูกน้ำท่วมขัง ความสามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้แค่ไหน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของต้นไม้ สภาพของน้ำที่ท่วมขัง สภาพความสมบูรณ์ของต้นไม้ อายุหรือขนาดต้น ระดับความสูงของน้ำที่ท่วมขัง ระยะเวลาและจำนวนครั้งที่ท่วมขัง อุณหภูมิ ชนิดของต้นไม้ ต้นไม้ผลอาจสามารถอยู่ได้ระหว่าง 7-15 วัน เช่น ชมพู พุทรา ละมุด มะขาม มะพร้าว สภาพของน้ำที่ท่วมขังหากเป็นน้ำไหล ต้นไม้ผลมีโอกาสได้รับออกซิเจนที่ละลายมา ทำให้ระบบรากสามารถนำไปใช้ได้ หากน้ำที่ท่วมขังเป็นน้ำนิ่งและเน่าก็จะช่วยลดความอยู่รอดของต้นไม้ให้สั้นลงได้มากขึ้น สภาพความสมบูรณ์ของต้นไม้ อายุหรือขนาดต้นไม้ผล ต้นไม้ที่มีขนาดเล็กกว่าย่อมมีระบบรากที่เล็กกว่า ความทนทานจึงสู้ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่าหรืออายุมากกว่าไม่ได้ ระดับความสูงของน้ำที่ท่วมขัง หากระดับน้ำที่ท่วมขังนั้นสูงมากจนท่วมกิ่งและใบหรือพุ่มต้นแล้ว โอกาสที่จะอยู่รอดจะน้อยมาก ในขณะเดียวกัน ถ้าระดับน้ำอยู่เพียงแค่เหนือดิน โอกาสที่ระบบรากจะได้รับออกซิเจนจะง่ายกว่าและใกล้กว่าในสภาพน้ำลึก

ระยะเวลาและจำนวนครั้งที่ท่วมขัง ความอ่อนแอของต้นไม้จะมีมากขึ้นหากได้รับการท่วมขังระยะเวลาสั้น ๆ แต่ถูกท่วมซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เช่น ต้นไม้ต้นหนึ่ง หากถูกท่วมขังต่อเนื่องอาจสามารถทนได้นานกว่า 10 วัน แต่ต้นเดียวกันหากถูกน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลา 5 วัน แล้วระบายน้ำออกไป 15 วัน โดยเกิดน้ำท่วมขังซ้ำอีกครั้งเป็นระยะเวลา 3 วัน ต้นไม้นี้จะอ่อนแอกว่า เนื่องจากภายหลังจากถูกน้ำท่วมในครั้งแรกแล้วยังอยู่ในระหว่างการฟื้นคืนซึ่งยังไม่เต็มที่แล้วถูกซ้ำอีก อุณหภูมิ หากมีอากาศร้อนจัด จะเพิ่มความรุนแรงของความเสียหายจากการถูกน้ำท่วมขังของต้นไม้มากยิ่งขึ้น ลม ในขณะที่ต้นไม้ผลถูกน้ำท่วมขังอยู่นั้นและมีลมพัดจัด ส่งผลให้ระบบรากคลอนและต้นโยก ต้นไม้จึงมีโอกาสตายได้ง่ายขึ้น

ดังนั้นในปัจจุบัน การแก้ปัญหาการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ ที่มีน้ำท่วมขัง ยังไม่มีใครทำ อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาที่แน่ชัดถึงผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ด้วยสาเหตุดังกล่าว การศึกษาถึงผลกระทบจากสภาพพื้นที่ปลูกที่มีน้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในต้นกล้า อายุต่าง ๆ จึงน่าจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทั้งในด้านองค์ความรู้เบื้องต้น และแนวทางในการใช้พื้นที่ปลูกที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรได้ อีกทั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลการปรับตัวให้อยู่รอดของต้นปาล์มน้ำมันในสภาวะน้ำท่วมขัง

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 จำนวน 28 ต้น
2. ท่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 และ 1.20 เมตร จำนวน 60 และ 90 ท่อ ตามลำดับ
3. เครื่อง Pressure bomb
4. เครื่อง Porometer
5. เครื่อง SPAD-502
6. เครื่อง Spectrophotometer
7. เครื่อง Temperature and humidity meter
8. กล้องจุลทรรศน์
9. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Balance)
10. เตาอบ (Oven)
11. เวอร์เนีย คาร์ลิปเปอร์ (Vernier caliper)
12. กรด N,N-Dimethylformamide (DMF)

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้ต้นกล้าปาล์ม น้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 12 เดือน จำนวน 28 ต้น ทดลอง 7 ซ้ำ 4 กรรมวิธี โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมขัง ให้ต้นปาล์มน้ำมันที่อายุต่างๆ กัน ได้รับน้ำท่วมขัง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

กรรมวิธีที่ 2 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

กรรมวิธีที่ 3 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

กรรมวิธีที่ 4 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมขัง (ภาพที่ 1) เพื่อเตรียมต้นปาล์มน้ำมันให้ได้อายุตามกรรมวิธีคือ ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน ปลูกเมื่อ กุมภาพันธ์ 2553 ต้นปาล์ม น้ำมันอายุ 18 เดือน ปลูกเมื่อ สิงหาคม 2553 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน ปลูกเมื่อ กุมภาพันธ์ 2554 และต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน ปลูกเมื่อ มิถุนายน 2554 ในท่อซีเมนต์บรรจุดินขนาด 0.57 ลูกบาศก์เมตร จนกระทั่งได้อายุต้นปาล์มน้ำมันครบทั้ง 4 ช่วงอายุ และเริ่มขังน้ำในเดือน มีนาคม 2555 โดยขังน้ำสูงจากผิวดิน 15 เซนติเมตร ขังน้ำนาน 120 วัน ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่

2. วัดการชักนำการเปิดปากใบด้วยเครื่อง Porometer ต้นปาล์มน้ำมันทุกต้น โดยเลือกใช้ทางใบที่ 9 และสุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ต้นละ 3 ใบย่อย ในช่วงเวลา 07.00-10.00 น. หลังให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 7 15 30 45 65 75 93 112 และ 120 วัน

3. วัดศักย์ของน้ำในใบด้วยเครื่อง Pressure chamber ต้นปาล์มน้ำมันทุกต้น โดยใช้ทางใบที่ 9 และสุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ต้นละ 3 ใบย่อย ในช่วงเวลา 07.00-10.00 น. หลังให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 7 15 30 45 65 75 93 112 และ 120 วัน

4. วัดคลอโรฟิลล์ในใบด้วยเครื่อง SPAD-502 ต้นปาล์มน้ำมันทุกต้น โดยใช้ทางใบที่ 9 โดยสุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์จำนวน 3 ใบย่อย วัดจำนวน 10 ซ้ำต่อใบย่อย ในช่วงเวลา 07.00-10.00 น. หลังให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 7 15 30 45 65 75 93 112 และ 120 วัน และเก็บตัวอย่างใบขนาด 1 ตารางเซนติเมตร แช่ในหลอดแก้วที่มีปริมาตรกรด DMF 3 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท วางในที่มืดทันทีเป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดนี้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร นำค่านี้มาคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{คลอโรฟิลล์เอ} = ((12.6 * \text{ค่า absorbance}_{664}) - (2.99 * \text{ค่า absorbance}_{647})) * 0.02$$

$$\text{คลอโรฟิลล์บี} = ((23.26 * \text{ค่า absorbance}_{647}) - (2.99 * \text{ค่า absorbance}_{664})) * 0.02$$

$$\text{คลอโรฟิลล์รวม} = ((20.27 * \text{ค่า absorbance}_{647}) + (7.04 * \text{ค่า absorbance}_{664})) * 0.02$$

5. วัดการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในสภาวะน้ำท่วมขัง เดือนละ 1 ครั้ง โดยวัดในเดือน มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน และ กรกฎาคม ได้แก่ ความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อย และพื้นที่ใบ โดยใช้ทางใบที่ 9

พื้นที่ใบ คำนวณโดย หาค่าเฉลี่ยของความยาวและความกว้างของใบย่อยจำนวน 3 คู่ คูณด้วยจำนวนใบย่อยทั้งหมดและคูณด้วยค่า correction factor 0.55 โดยดัดแปลงจาก Corley and Tinker (2003) จากสูตร

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

เมื่อ A = พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเมตร)

b = ค่าคงที่ 0.55

n = จำนวนใบย่อย 1 ด้านของตัวอย่างทางใบ 1 ทางใบ

w = ค่าเฉลี่ยของความกว้างใบย่อย 6 ใบ (ม.)

l = ค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย 6 ใบ (ม.)

m = จำนวนทางใบทั้งต้น

6. นับจำนวนปากใบด้านบนและด้านล่าง สุ่มเลือกใบย่อยที่สมบูรณ์ต้นละ 3 ใบย่อย โดยเลือกใช้ทางใบที่ 9 หลังให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 65 และ 120 วัน

7. ชั่งน้ำหนักสดของต้นรากและดอกหลังครบกำหนดทดลอง และนำต้นปาล์มน้ำมันไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งของต้น รากและดอกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี

การบันทึกข้อมูล

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันที่อายุต่างๆ กันในสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนี้

1.1 บันทึกค่าชักนำการเปิดปากใบ (Stomatal conductance measurement) ด้วยเครื่อง Porometer

1.2 บันทึกค่าศักย์ของน้ำในใบ (Leaf water potential measurement) ด้วย เครื่อง Pressure chamber

1.3 บันทึกค่าคลอโรฟิลล์ในใบด้วยเครื่อง SPAD-502 และวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (Chlorophyll analysis) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

1.4 บันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้น ในเดือน มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน และ กรกฎาคม และคำนวณหาพื้นที่ใบ เดือนละ 1 ครั้ง

1.5 บันทึกจำนวนปากใบด้านบนและด้านล่าง 3 ครั้ง คือ ก่อนการขังน้ำ เมื่อขังน้ำนาน 65 วัน และ 120 วัน

1.6 ขังน้ำหนักสดของต้น รากและดอก หลังครบกำหนดทดลอง และนำต้นปาล์มน้ำมันไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งของลำต้น รากและดอก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอายุต้นปาล์มน้ำมัน

2. บันทึกข้อมูลสภาพอากาศ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความเข้มแสง

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ CRD โดยวิธี DMRT

- ระยะเวลา และสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2553 – กันยายน 2556

สถานที่ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

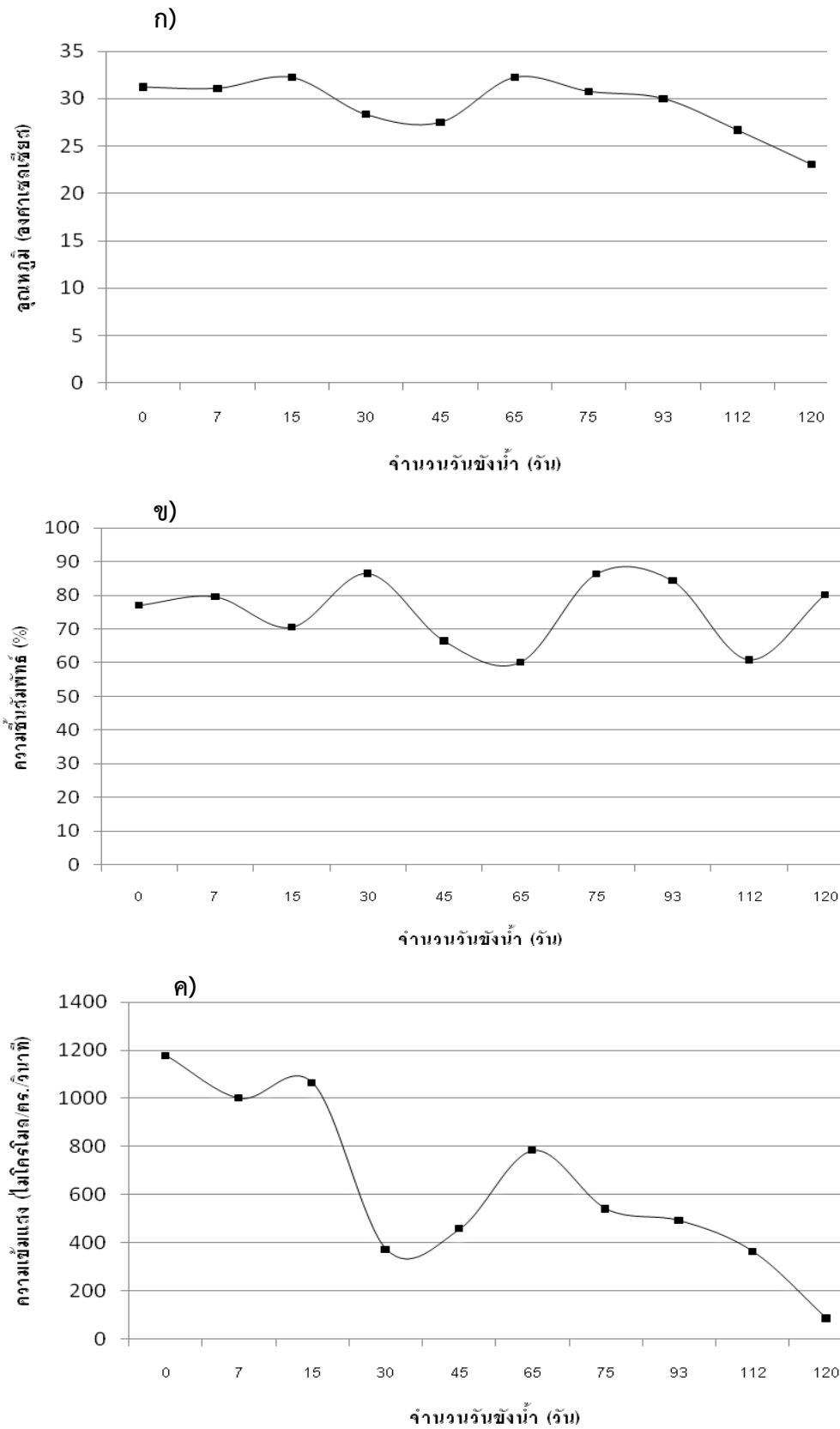




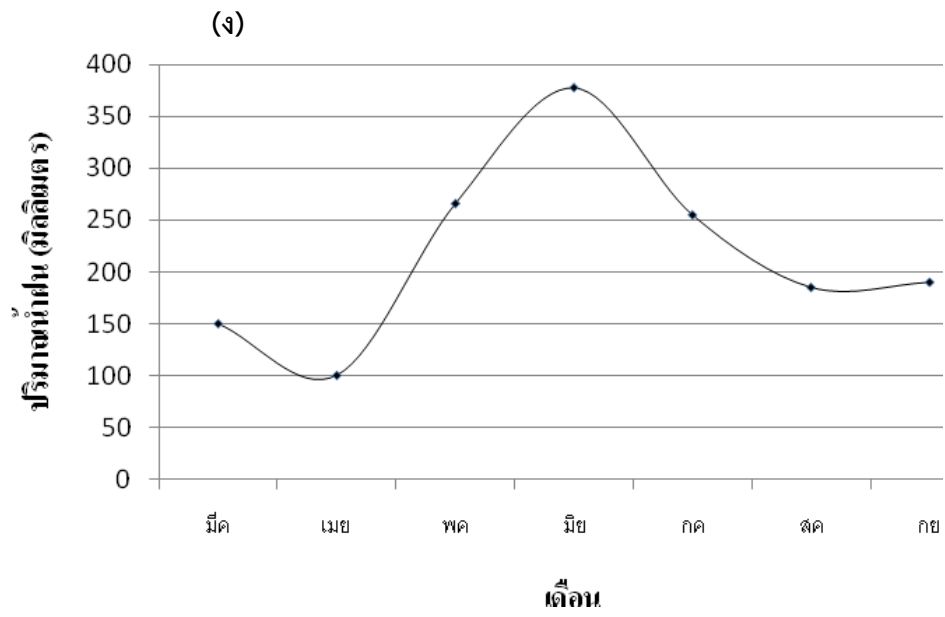
ภาพที่ 1 การจัดวางแปลงทดลอง (ก) และลักษณะการปลูกต้นปาล์มน้ำมันเพื่อจำลองสภาวะน้ำท่วมขังให้ต้นปาล์มน้ำมัน ในท่อซีเมนต์ (ข), (ค) ในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่

1. สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลองนั้นมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75 % ความเข้มแสงเฉลี่ย 634 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 217.71 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2) สภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหรือปัจจัยภายใน และการเจริญเติบโตของพืชทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ การกระจายตัวของน้ำหนักแห้งไปยังส่วนต่างๆ ของพืช การสร้างรงควัตถุต่างๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกริยาร่วมระหว่างปัจจัยทางพันธุกรรมกับปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่นความเข้มแสงที่สูงเกินไปในต้นปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและใบสูงขึ้นและทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง (สุจิตรา และคณะ, 2553) ในฤดูฝนใบปาล์มน้ำมันสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าในฤดูร้อนเป็นต้น และใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น



ภาพที่ 2 ลักษณะสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย (ก) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (ข) และความเข้มแสง (ค) ระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 2 (ต่อ) ลักษณะสภาพอากาศ : ปริมาณน้ำฝน (ง) ระหว่างการทดลอง

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

2.1 การชักนำการเปิดปากใบ

พบว่าในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีค่าการชักนำการเปิดปากใบสูงที่สุด ในช่วงขังน้ำนาน 30 วัน ค่าคือ 308.33 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที ค่าการตอบสนองสูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน แต่เมื่อขังน้ำนานเกินกว่า 30 วัน การตอบสนองมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง จนไม่สามารถอธิบายการตอบสนองได้ชัดเจน (ภาพที่ 3ก) โดยเฉพาะเมื่อขังน้ำนาน 65 วัน ค่าชักนำการเปิดปากใบต่ำสุด และต่ำสุดเกือบทุกกรรมวิธี

สุจิตรา และคณะ (2551) รายงานว่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ที่อยู่ในสภาวะเครียดน้ำ มีค่าชักนำการเปิดปากใบ และค่าอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำตามปกติ และค่าชักนำการเปิดปากใบที่สูงนั้นแสดงว่าปากใบเปิดกว้าง อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มตามค่าการชักนำปากใบที่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งค่าชักนำปากใบไม่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป โดยปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี มีค่าชักนำปากใบในฤดูฝน 420 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที และ 358 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที ในฤดูแล้ง และปาล์มน้ำมันอายุ 5 ปี มีค่าการชักนำปากใบ 750 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที (สุจิตรา และคณะ, 2553) Parent *et al.* (2008) รายงานว่าพืชที่อยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังจะมีการปรับตัวโดยลดค่าชักนำการเปิดปากใบ และในอ้อยที่น้ำท่วมขัง 7 วัน ที่ระดับความลึก 16 เซนติเมตร มีผลทำให้ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการหายใจ และการชักนำการเปิดปากใบ สูงกว่าที่ระดับน้ำท่วมขังอื่นๆ (Glaz *et al.*, 2004)

2.2 ศักย์ของน้ำในใบ

พบว่าในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงที่สุด ในช่วงขังน้ำนาน 30 วัน ค่าคือ -0.50 MPa ซึ่งสูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน เมื่อขังน้ำในเวลาเดียวกัน แต่เมื่อขังน้ำนานเกินกว่า 30 วัน การตอบสนองมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง จนไม่สามารถอธิบายการตอบสนองได้ชัดเจน (ภาพที่ 3ข) และเมื่อขังน้ำนาน 65 วัน ค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุด ค่าคือ -2.19 MPa และต่ำสุดเกือบทุกกรรมวิธี

ค่าศักย์ของน้ำในใบเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการปรับตัวของปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพจะสามารถปรับตัวโดยการรักษาสภาพใบที่สมบูรณ์หรือมีปริมาณน้ำในใบเต็มที่ (วิชณีย์ และคณะ, 2554) ในแต่ละวันก่อนเริ่มกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชเตรียมพร้อมในการเปิดปากใบและคายน้ำ ถ้าปาล์มน้ำมันมีความเครียดน้ำ ซึ่งค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีค่าต่ำ (ปริมาณน้ำในใบน้อย) ส่งผลให้การเปิดปากใบมีค่าน้อย นั่นคือค่าชักนำการเปิดปากใบต่ำไปด้วยเพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งล้วนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันเนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อปาล์มน้ำมันมีปริมาณน้ำในใบลดลงต่ำสุดหรืออยู่ในสภาวะเครียดน้ำ พืชจะมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดให้มากที่สุดและหลังจากนั้นค่าศักย์ของน้ำในใบจะเพิ่มสูงขึ้น และในสภาวะของน้ำท่วมขัง ค่าศักย์ของน้ำในใบจะขึ้นๆ ลงๆ เมื่อระยะเวลาในการขังน้ำนานขึ้น พบว่าปาล์มน้ำมันอายุ 12 18 และ 24 เดือน มีปริมาณน้ำในใบต่ำสุดเมื่อขังน้ำนาน 65 วัน (ความเข้มแสง 784 ไมโครโมล/

ตารางเมตร/วินาที และอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 %) และจะปรับตัวให้อยู่รอดโดยการเพิ่มปริมาณน้ำในใบ แม้จะยังคงขังน้ำต่อไป ในขณะที่ปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน ค่าต่ำสุดก่อนการขังน้ำ และค่าสูงสุดเมื่อขังน้ำนาน 120 วัน ซึ่งในวันดังกล่าวมีความเข้มแสงน้อยเพียง 85 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที อายุพืช และระยะเวลาของน้ำท่วมขัง มีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพืช นอกจากนี้สุจิตราและคณะ (2553) รายงานว่าค่าศักย์ของน้ำในใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 4 จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศ โดยค่าจะสูงในช่วงเช้าก่อนพระอาทิตย์ขึ้น ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มแสงน้อย ความชื้นสัมพัทธ์สูง และอุณหภูมिन้อยกว่า 30 องศาเซลเซียส ใบที่อายุมากขึ้นจะมีแนวโน้มของอัตราการหายใจลดลง growth respiration มีสูงมากในใบอายุน้อย เมื่อใบอายุมากขึ้นจะลดลง (ดวงรัตน์ และคณะ, 2556)

2.3 ปริมาณความชื้นสีใบ

ผลการวัดปริมาณความชื้นสีใบ พบว่าในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าความชื้นสีใบสูงที่สุดหลังจากขังน้ำนาน 30-120 วัน โดยเมื่อขังน้ำนาน 30 วัน มีค่า 69.95 (ภาพที่ 4) ค่าความชื้นสีสูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน เมื่อคิดเป็นค่าความชื้นสีเฉลี่ยตลอดการทดลอง ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าความชื้นสีใบเฉลี่ยสูงที่สุดเช่นเดียวกัน ค่าคือ 61.23 (ตารางที่ 1)

ค่าปริมาณความชื้นสีใบเป็นค่าที่บ่งบอกทางอ้อมอย่างหนึ่ง ที่จะแสดงถึงการลดลงของปริมาณธาตุไนโตรเจนได้ ทั้งนี้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำท่วมขังมักแสดงอาการใบเหลือง ซึ่งเป็นผลมาจากการขาดธาตุไนโตรเจน (Corley and Tinker, 2003 ; Fairhurst *et al.*, 2003 ; Fairhurst *et al.*, 2005) เช่นเดียวกับ ผลการเปรียบเทียบสีใบต้นกล้าปาล์มน้ำมันในสภาพปกติที่มีสีเขียวอยู่ในระดับ Green 137A สุจิตรา และคณะ (2553) รายงานว่าใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในสภาวะปกติ ในภาคใต้มีค่าดัชนีความเขียวหรือความชื้นสีใบอยู่ในช่วง 65-77 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 49-77 และภาคเหนือความชื้นสีใบอยู่ในช่วง 60-77

2.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

ผลการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ในสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมัน พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์ A ปริมาณคลอโรฟิลล์ B และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุดในต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน ค่าเฉลี่ยคือ 0.39 0.13 และ 0.51 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน และช่วงขังน้ำนาน 30-120 วัน มีแนวโน้มของทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ A B และ คลอโรฟิลล์รวมสูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 5 ก ข และ ค) นอกจากนี้พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ A สูงกว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ B ในทุกกรรมวิธี และทั้งคลอโรฟิลล์ A B และคลอโรฟิลล์รวม มีค่าสูงสุดเมื่อขังน้ำนาน 30-45 วัน และค่าเฉลี่ยของคลอโรฟิลล์ A B และคลอโรฟิลล์รวมต่ำสุดในต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน ค่าเฉลี่ยคือ 0.32 0.11 และ 0.43 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

คลอโรฟิลล์มีหลายชนิดแต่ละชนิดจะดูดแสงได้ดีที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ในพืชสีเขียวชั้นสูงจะพบคลอโรฟิลล์เพียง 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์ A ซึ่งจัดเป็น primary pigment ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง จะ

ดูดกลืนแสงในช่วง 420 และ 660 นาโนเมตร อีกชนิดคือ คลอโรฟิลล์ B จะดูดกลืนแสงในช่วง 435 และ 643 นาโนเมตรรับแสงแล้วจึงส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ A โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการสร้างอาหารของพืช ในสภาพแวดล้อมมลพิษจากน้ำมันดิบมีผลต่อโครงสร้างทางสรีรวิทยาและทางเคมีของดิน ส่งผลกระทบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบปาล์มน้ำมันและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดินด้วย (Otitoju and Onwurah, 2010) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ มีปริมาณของคลอโรฟิลล์ A สูงกว่าคลอโรฟิลล์ B โดยในภาคใต้ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ A B และคลอโรฟิลล์รวม 0.54-0.74 0.25-0.41 และ 0.72-0.98 กรัมต่อตารางเมตร (สุจิตรา และคณะ, 2553)

2.5 จำนวนปากใบ

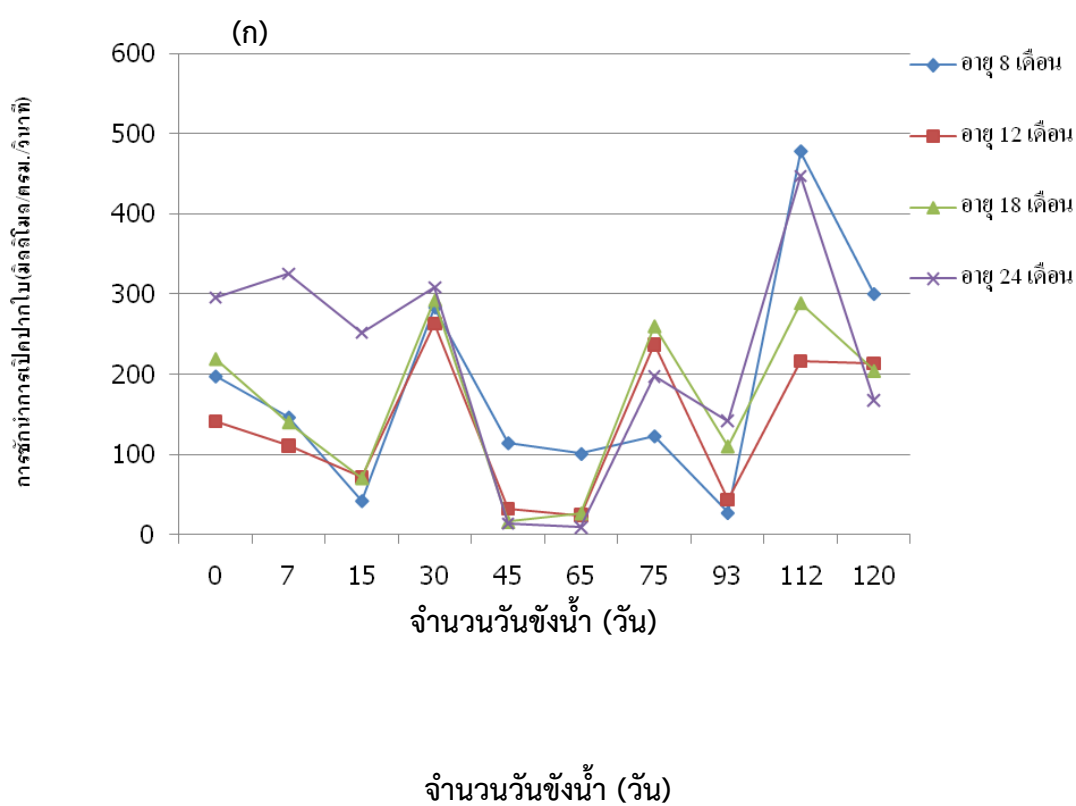
จากการทดลองพบว่าในสภาวะชั่งน้ำต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีจำนวนปากใบด้านล่างเฉลี่ยสูงกว่าจำนวนปากใบด้านบนเฉลี่ย โดยจำนวนปากใบด้านบนเฉลี่ย ค่อนข้างต่ำกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุอื่นๆ (ภาพที่ 6 ก) แต่เมื่อดูจากจำนวนปากใบด้านล่าง พบว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีจำนวนปากใบด้านล่างเฉลี่ยค่อนข้างสูง 23.10 ปากใบ/ตร.มม. ใกล้เคียงกับต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน และสูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 และ 12 เดือน และในช่วงของการชั่งน้ำนาน 65 วัน ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีแนวโน้มของจำนวนปากใบด้านล่างสูงที่สุด (ภาพที่ 6 ข)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนปากใบด้านบนและด้านล่าง พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนปากใบด้านล่างมากกว่าจำนวนปากใบด้านบนทุกช่วงของการชั่งน้ำ โดยสัดส่วนของจำนวนปากใบด้านบนต่อด้านล่างในต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 และ 18 เดือนคือ 1:21 และ 1:13 ตามลำดับ ส่วนต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 และ 8 เดือนมีสัดส่วนของจำนวนปากใบด้านบนต่อด้านล่าง 1:6 เท่ากัน นั่นคือเมื่ออยู่ในสภาวะชั่งน้ำต้นปาล์มน้ำมันอายุมากกว่ามีสัดส่วนของจำนวนปากใบด้านบนต่อด้านล่างเพิ่มขึ้น

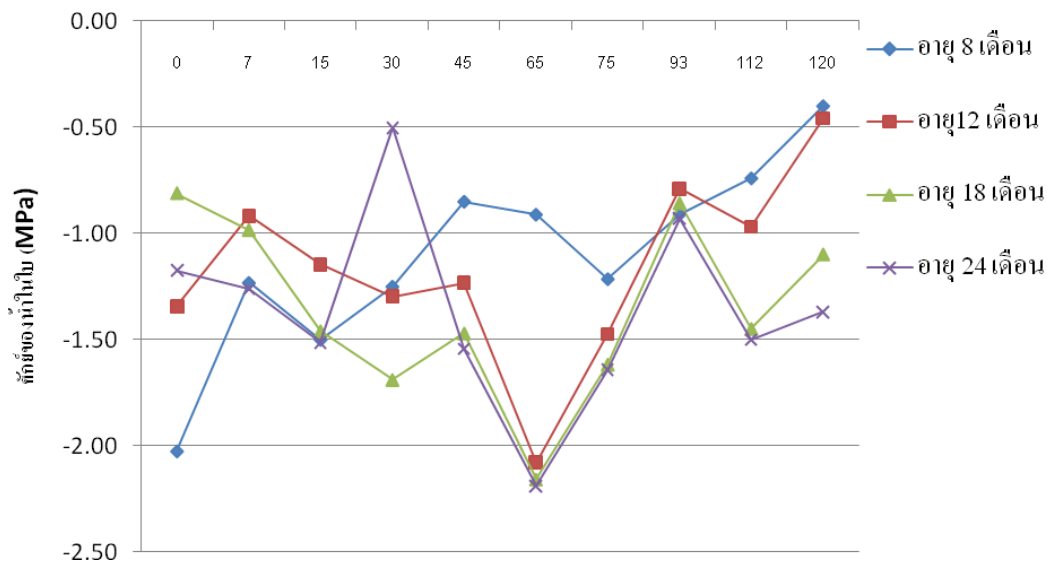
การที่ใบจะยังรักษาสภาพของตนเองให้คงอยู่ได้นั้น จำเป็นจะต้องลดการคายน้ำลงเพื่อมิให้ใบเหี่ยวตายได้ กลไกดังกล่าวจึงอยู่ที่ส่วนของเซลล์ปากใบที่จะทำหน้าที่นี้โดยวิธีการลดขนาดของปากใบลงหรือการปิดส่วนปากใบนี้ ทำให้การคายน้ำลดลงอย่างไรก็ตาม แม้ว่าการปิดปากใบจะสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำได้เป็นอย่างดียิ่งแต่ผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงย่อมเป็นสิ่งที่ไม่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อปากใบปิดลง การแลกเปลี่ยนก๊าซจะถูกจำกัดทำให้ปริมาณของคาร์บอน-ไดออกไซด์อันเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของต้นไม้ก็ถูกปิดกั้นลงด้วย (รวี, 2556)

ธีระ (2554) รายงานว่า ในสภาวะปกติ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน มีปากใบด้านบนผิวใบ จำนวน 17 ปากใบ/ตร.มม. และด้านล่างผิวใบ 92 ปากใบ/ตร.มม.โดยปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดีเนื่องจากเนื้อเยื่อของใบมีสารลิกนินสูงและมีเนื้อเยื่อเอพิเดอมิส (epidermis) ที่เคลือบด้วยสารคิวทิน (cutin) หนา เซลล์ของเนื้อเยื่อเอพิเดอมิสมีการพัฒนาสูง โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ผิวใบด้านบน (upper หรือ adaxial surface) ซึ่งมี

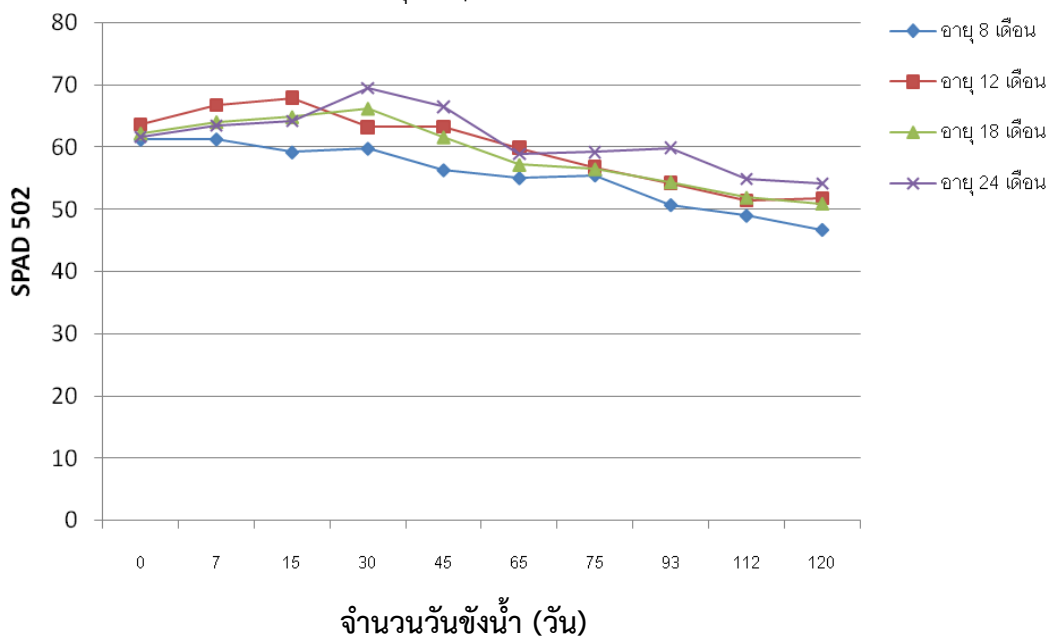
จำนวนปากใบน้อย ส่วนบริเวณพื้นที่ผิวใบด้านล่าง (lower หรือ abaxial surface) จึงมีจำนวนปากใบมาก ในสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น อุณหภูมิและแสงมีผลต่อปริมาณ การกระจายตัว และรูปร่างของปากใบปาล์มน้ำมัน ดังนั้นปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมต่างกัน ทำให้ปริมาณ การกระจายตัว และรูปร่างของปากใบปาล์มน้ำมันต่างกัน (Zanderluce *et al.*, 2010) โดยจำนวนปากใบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ที่ปลูกในภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือที่โตเต็มที่ มีเฉพาะด้านล่าง มีจำนวนปากใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19-25 23-25 และ 18-26 ปากใบ/ตร.มม. ตามลำดับ (สุจิตรา และคณะ, 2553)



(ข)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์การเปิดปากใบ (ก) ค่าศักย์ของน้ำในใบ (ข) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสถานะน้ำท่วมขัง 0-120วัน

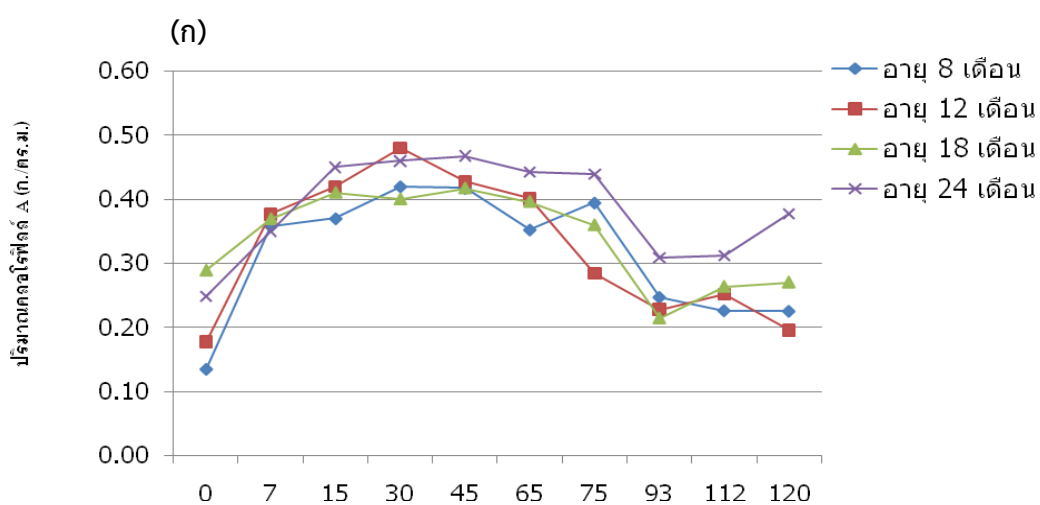


ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสีของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสถานะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

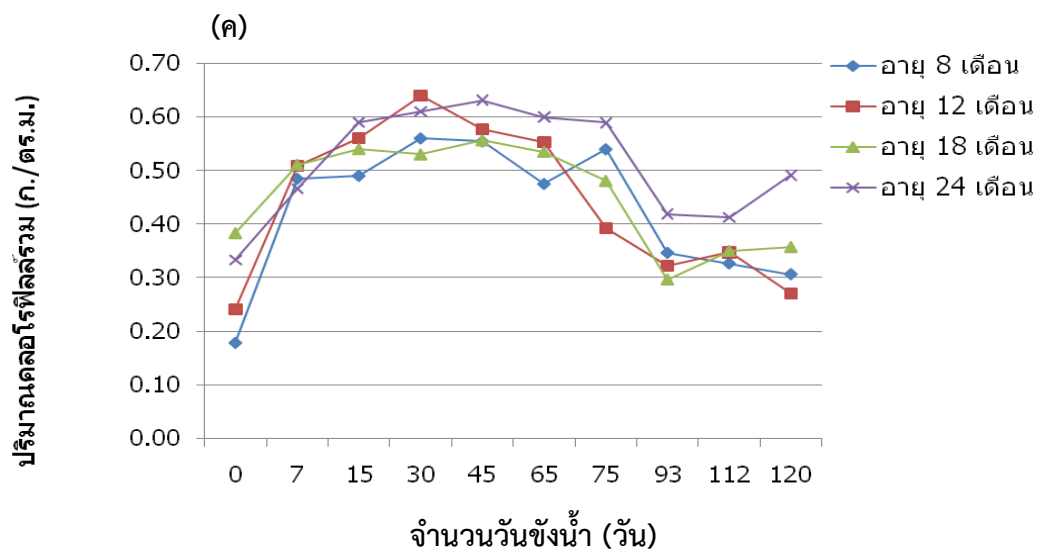
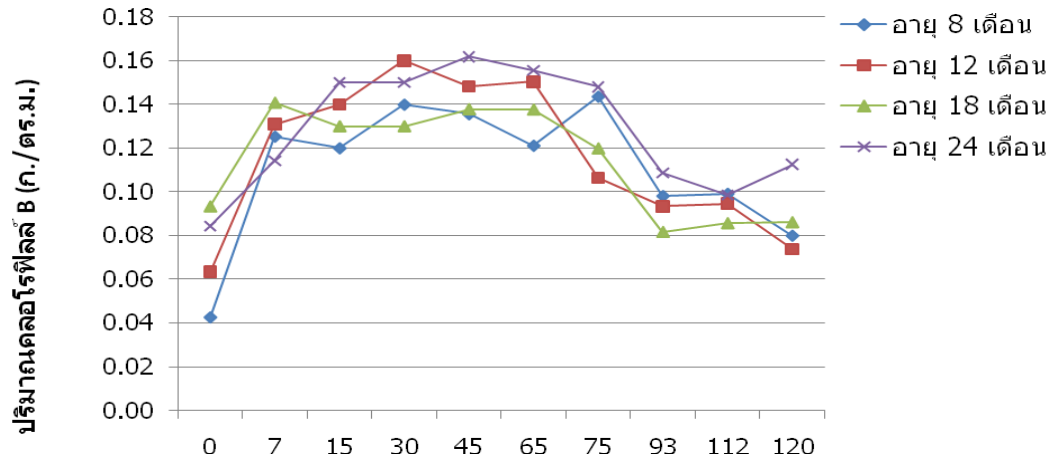
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของ SPAD 502 ปริมาณคลอโรฟิลล์ A B และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสถานะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

อายุต้นปาล์ม น้ำมัน (เดือน)	ความเข้มสีใบ (SPAD unit)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (กรัม/ตร.ม.)		
		คลอโรฟิลล์ A	คลอโรฟิลล์ B	คลอโรฟิลล์รวม
8	55.48a	0.32b	0.11a	0.43a
12	58.07a	0.33ab	0.12a	0.44a
18	58.93a	0.34ab	0.11a	0.45a
24	61.23a	0.39a	0.13a	0.51a
C.V. (%)	10	18	20	18

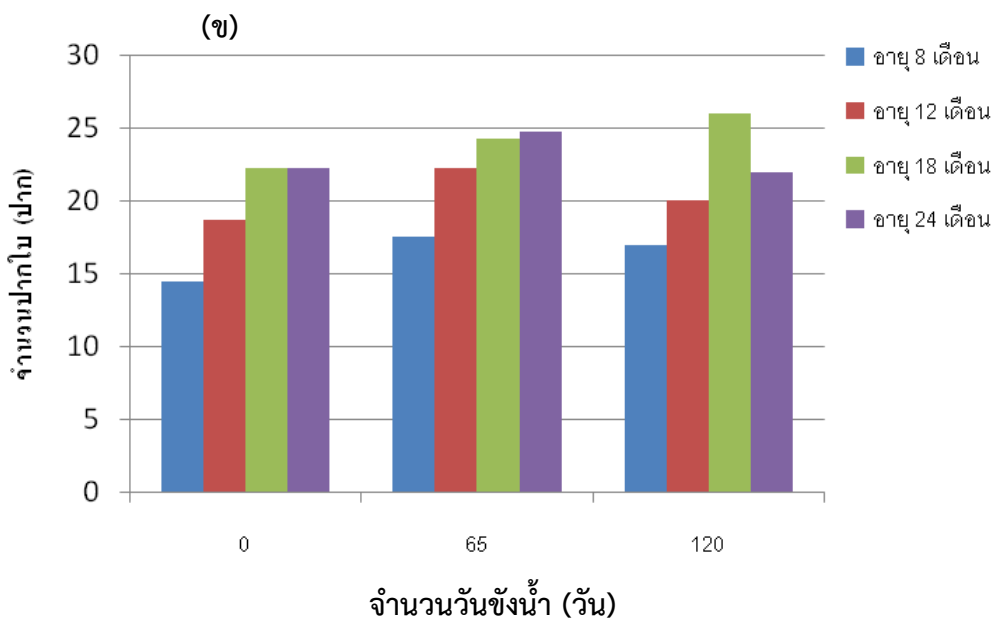
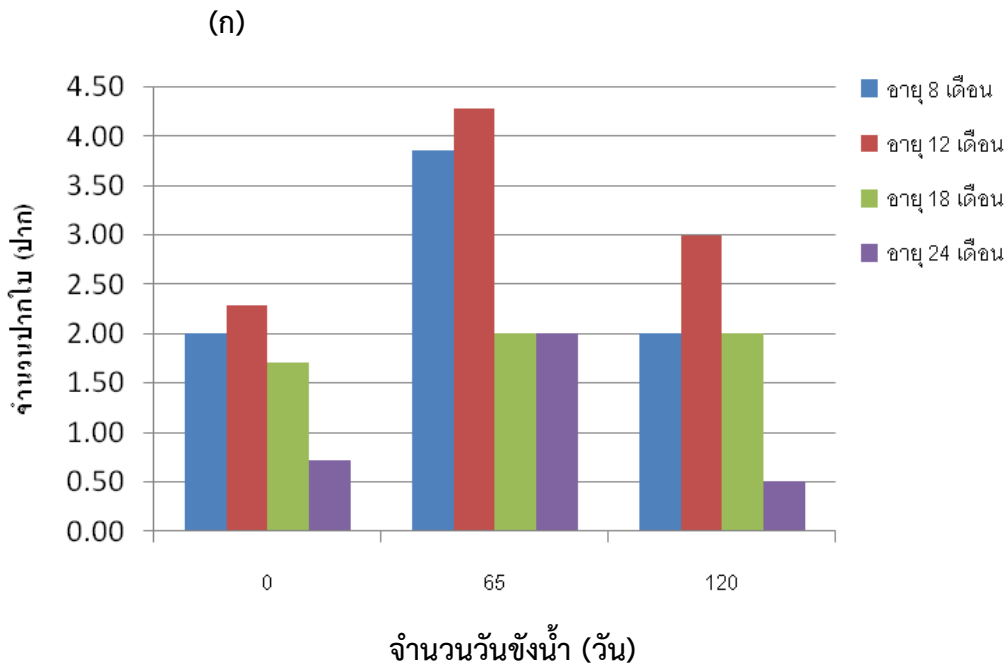
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละสัปดาห์ ไม่มีความต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



(ข)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ A (ก) คลอโรฟิลล์ B (ข) และคลอโรฟิลล์ รวม (ค) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน



ภาพที่ 6 จำนวนปากใบด้านบน (ก) และด้านล่าง (ข) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ
ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนปากใบด้านบนและด้านล่างของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ

ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

อายุต้นปาล์มน้ำมัน (เดือน)	จำนวนปากใบ (ปากใบ)	
	ด้านบน	ด้านล่าง
8	2.67ab	16.29c
12	3.00a	20.38b
18	1.81bc	24.14a
24	1.00c	23.10a
C.V. (%)	40.8	11.1

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

3.1 พื้นที่ใบ

ผลจากการที่ต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ได้รับน้ำท่วมขังนาน 0-120 วัน พบว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1.74 ตร.ม. รองลงมาคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 12 และ 8 เดือน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1.22 0.62 และ 0.28 ตร.ม. ตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 7ก) เมื่อเทียบผลต่างของพื้นที่ใบระหว่างการเก็บข้อมูลพื้นที่ใบครั้งสุดท้ายและครั้งแรก พบว่าค่าผลต่างของพื้นที่ใบของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือนคือ 0.27 0.20 0.25 และ 0.10 ตร.ม. ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4)

3.2 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง

ผลจากการที่ต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ได้รับน้ำท่วมขังนาน 0-120 วัน พบว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางเฉลี่ย 6.98 ตร.ซม. รองลงมาคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 12 และ 8 เดือน มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางเฉลี่ย 5.20 3.35 และ 1.39 ตร.ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 7ข) เมื่อเทียบผลต่างของพื้นที่หน้าตัดแกนทางระหว่างการเก็บข้อมูลพื้นที่หน้าตัดแกนทางครั้งสุดท้ายและครั้งแรก พบว่าค่าผลต่างของพื้นที่หน้าตัดแกนทางของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือนคือ 0.83 0.41 0.27 และ 0.37 ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4)

3.3 จำนวนใบย่อย

ผลจากการที่ต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ได้รับน้ำท่วมขังนาน 0-120 วัน พบว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีจำนวนใบย่อยเฉลี่ย 88.93 ใบย่อย รองลงมาคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 12 และ 8 เดือน มีจำนวนใบย่อยเฉลี่ย 73.74 49.78 และ 33.01 ใบย่อย ตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 8ก) เมื่อเทียบผลต่างของจำนวนใบย่อยระหว่างการเก็บข้อมูลจำนวนใบย่อยครั้งสุดท้ายและครั้งแรก พบว่าค่าผลต่างของจำนวนใบย่อยของต้นปาล์ม

น้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือนคือ 8.71 7.86 7.29 และ 3.71 ใบย่อย ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4)

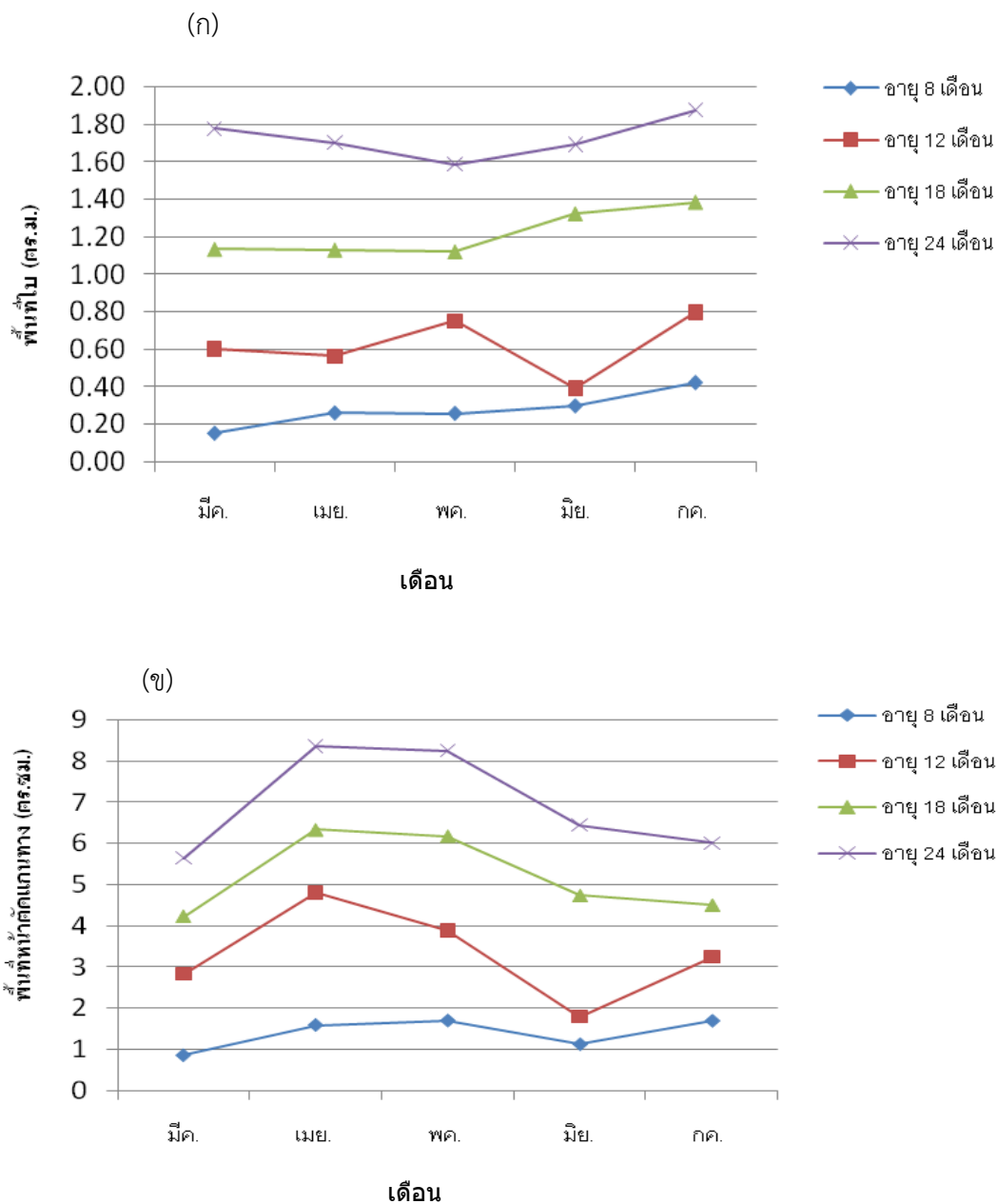
3.4 ความยาวทางใบ

ผลจากการที่ต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ได้รับน้ำท่วมขังนาน 0-120 วัน พบว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีความยาวทางใบเฉลี่ย 193.32 ซม. รองลงมาคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 12 และ 8 เดือน มีความยาวทางใบเฉลี่ย 167.95 110.72 และ 62.01 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 3)(ภาพที่ 8ข) เมื่อเทียบผลต่างของความยาวทางใบระหว่างการเก็บข้อมูลความยาวทางใบครั้งสุดท้ายและครั้งแรก พบว่าค่าผลต่างของความยาวทางใบของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือนคือ 32.53 25.37 18.73 และ 10.29 ใบย่อย ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4)

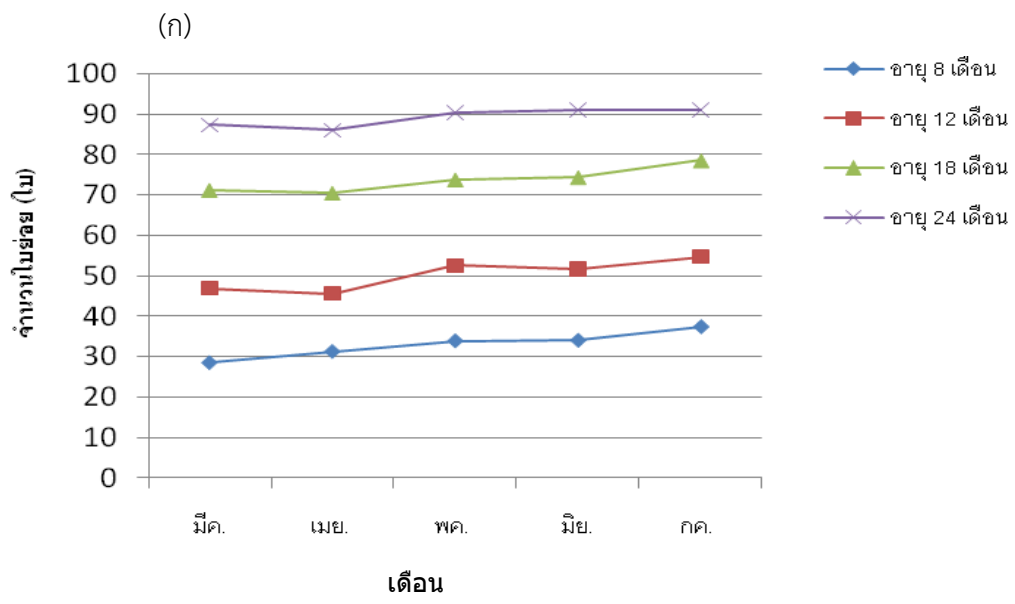
จากการทดลองพบว่าพื้นที่ใบ จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบในต้นปาล์มน้ำมันทุกช่วงอายุมีแนวโน้มเพิ่มมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ขังน้ำนานที่สุด นั่นคือระยะเวลาในการขังน้ำที่มากขึ้นถึง 120 วัน ไม่มีผลทำให้พื้นที่ใบ จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ลดลง ส่วนพื้นที่หน้าตัดแกนทาง พบว่าเกือบทุกกรรมวิธีมีค่าสูงที่สุดในเดือนเมษายนเช่นเดียวกัน และค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาในการขังน้ำนานขึ้น เมื่อนำค่าการบันทึกข้อมูลครั้งสุดท้ายในเดือนกรกฎาคมลบด้วยค่าการบันทึกข้อมูลครั้งแรกในเดือนมีนาคมเพื่อหาค่าผลต่างหรืออัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการขังน้ำนานขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าต่ำสุด และอัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือนมีค่าสูงสุด นั่นคือในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุมากมีแนวโน้มลดลง

ลักษณะทางลำต้นมีความสำคัญต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสร้าง การใช้อาหารเพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ลักษณะทางลำต้นในระยะกล้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะพื้นที่ใบและความกว้างของใบย่อย มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 6 ปี สำหรับในปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งของใบ มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (น้ำอ้อย และ ซีระ, 2551) Parent *et al.* (2008) รายงานว่า น้ำท่วมขังส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงของพืชในทางสรีรวิทยา สรีรวิทยา และกายวิภาค พืชจะมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดได้จากสภาพน้ำท่วมขังโดยการสำรองแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอาหารของพืช ดังนั้นพืชบางชนิดที่สามารถทนต่อสภาวะน้ำท่วมขังจึงสามารถอยู่รอดได้ ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในกลุ่ม พืชที่ทนภาวะน้ำท่วมขังได้เกินกว่า 15 วัน ซึ่งจัดเป็นกลุ่มที่ทนทานได้นาน นอกจากนี้ในอ้อย ที่ระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังในแปลงปลูกนานมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยมากกว่าระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังสั้นๆ (Glaz *et al.*, 2004) และการให้น้ำท่วมขังในข้าวโพด (ศานิต และ สุนันทา, 2553) และ อ้อยพันธุ์อุ้มทอง (ศานิต และคณะ,

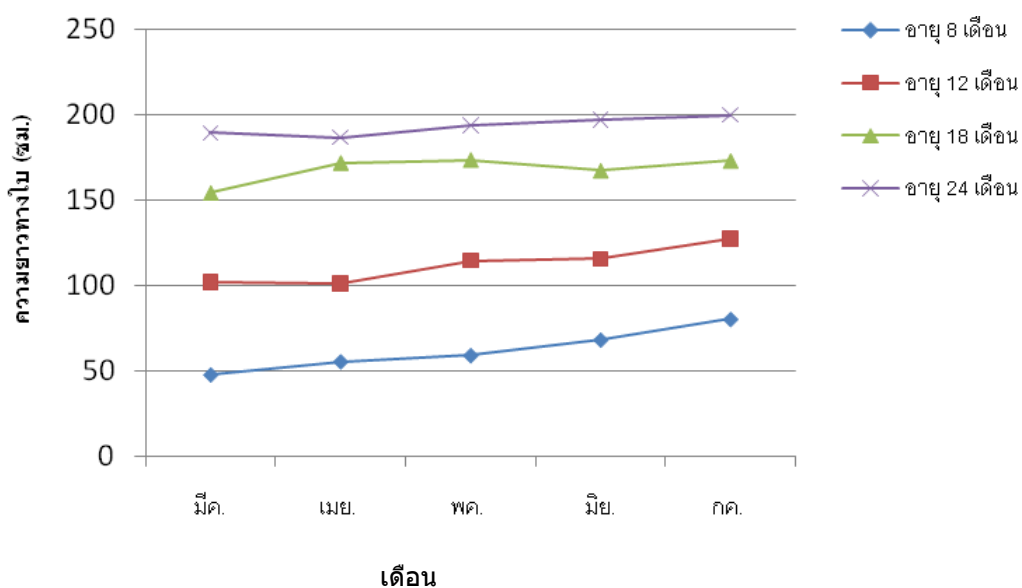
2554) พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยถูกยับยั้งเพิ่มขึ้น โดยน้ำท่วมขังนาน 48 ชม. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์อุทองได้



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ (ก) และพื้นที่หน่อตัดแกนทาง (ข) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน ในช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม 2555



(ข)



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบย่อย (ก) และความยาวทางใบ (ข) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาน้ำมันท่วมขัง 0-120 วัน ในช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม 2555

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาน้ำมันท่วมขัง 0-120 วัน ในช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม 2555

อายุต้นปาล์ม น้ำมัน (เดือน)	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)	พื้นที่หน้าตัดแกน ทาง (ตร.ซม.)	จำนวนใบย่อย (ใบย่อย)	ความยาวทางใบ (ซม.)
8	0.28d	1.39d	33.01d	62.01d
12	0.62c	3.35c	49.78c	110.72c
18	1.22b	5.20b	73.74b	167.95b
24	1.74a	6.98a	88.93a	193.32a
C.V. (%)	17.7	14.7	7.2	10.7

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

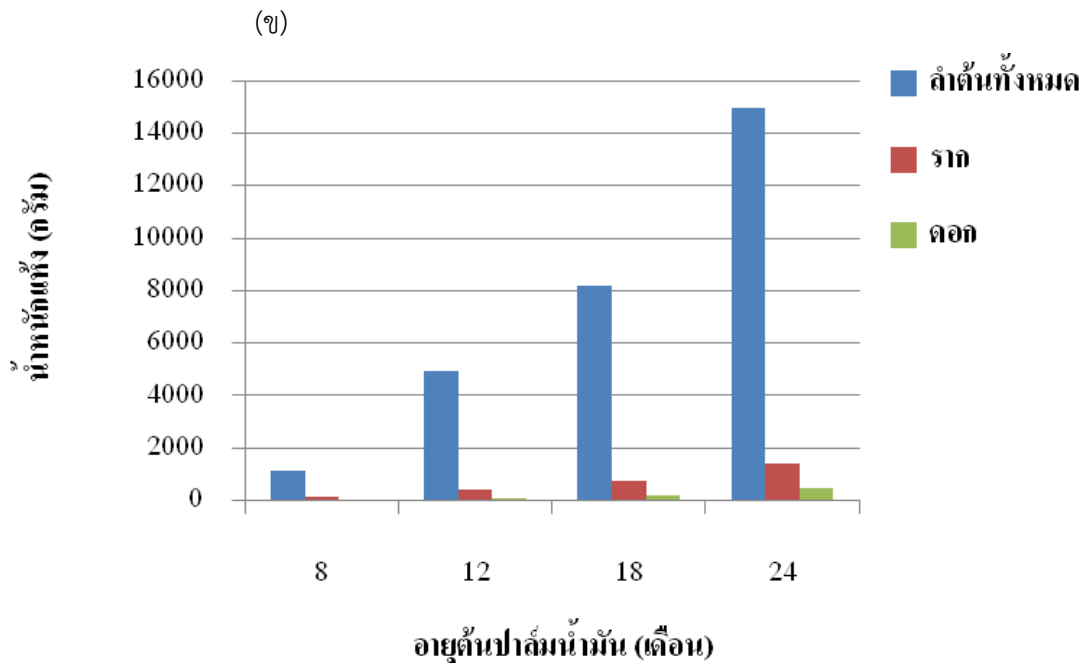
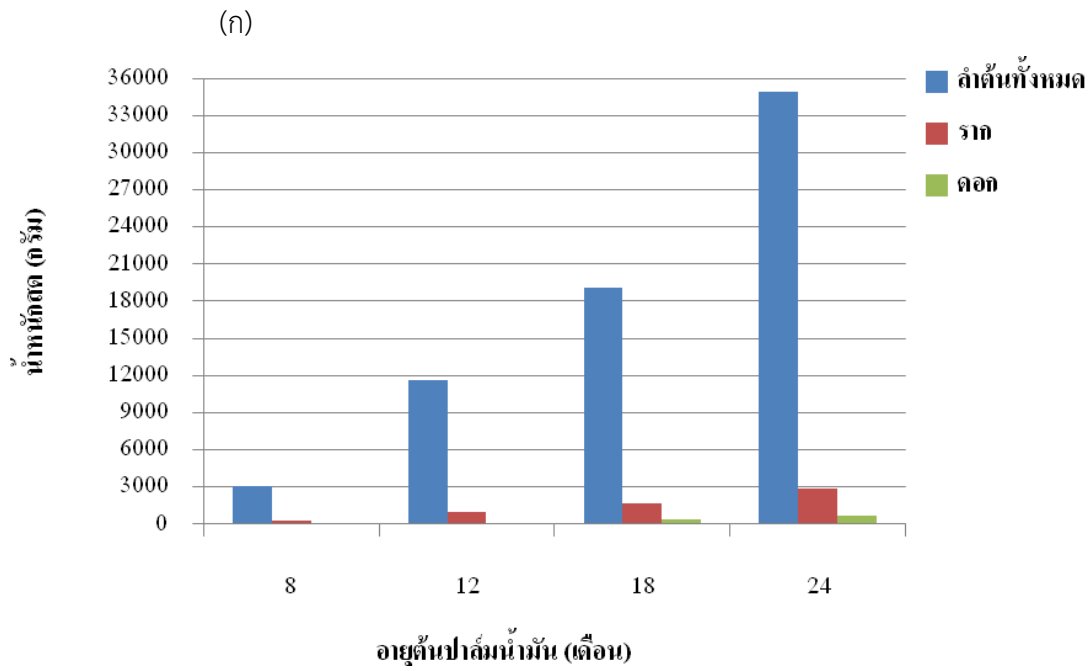
ตารางที่ 4 ค่าผลต่างการเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ก่อนการขังน้ำและเมื่อขังน้ำนาน 120 วัน

อายุต้นปาล์ม น้ำมัน (เดือน)	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)	พื้นที่หน้าตัดแกน ทาง (ตร.ซม.)	จำนวนใบย่อย (ใบย่อย)	ความยาวทางใบ (ซม.)
8	0.27	0.83	8.71	32.53
12	0.20	0.41	7.86	25.37
18	0.25	0.27	7.29	18.73
24	0.10	0.37	3.71	10.29

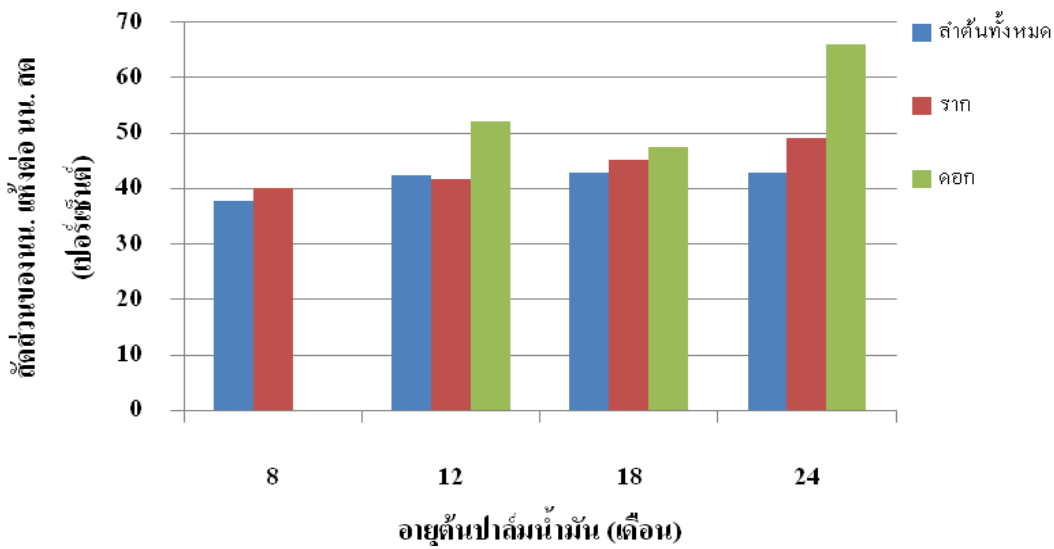
4. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของลำต้น รากและดอกของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือน หลังได้รับน้ำท่วมขังนาน 120 วัน พบว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมด รากและดอก สูงกว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 เดือน โดยน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมด ราก และดอกของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน คือ 34,900.34 2,875.72 และ 699.79 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมด ราก และดอกคือ 14,963.82 1,412.40 และ 462.45 กรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2), (ภาพที่ 9)) เมื่อเทียบเป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลงของต้นปาล์มน้ำมัน พบว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลงของสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน ของลำต้นทั้งหมด ราก และดอก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 42.87 49.11 และ 66.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดรวมของลำต้น ราก และดอก คือ 43.76 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน โดยต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือนมีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลง ของลำต้น ราก และดอก คือ 42.82 45.11 และ 47.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดรวมของลำต้น รากและดอก คือ 43.10 เปอร์เซ็นต์ ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลง ของลำต้น รากและดอก คือ 42.35 41.81 และ 52.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดรวมของลำต้น ราก ดอก คือ 42.39 เปอร์เซ็นต์ และต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลง ของลำต้น รากและดอก คือ 37.70 และ 40.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดรวมของลำต้น รากและดอก คือ 37.93 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9), (ภาพที่ 10)

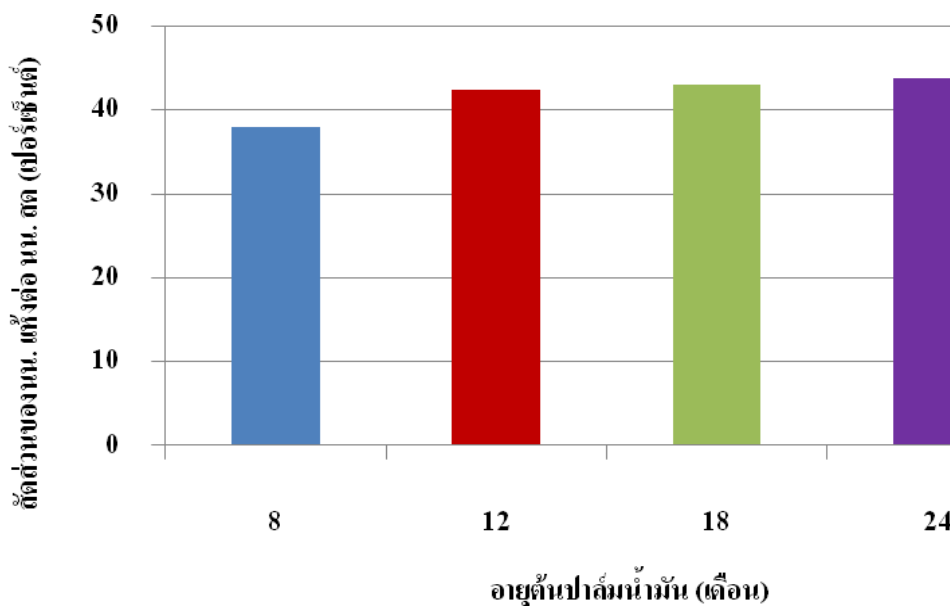
ในพืชบางชนิดเช่น ถั่วเหลืองเมื่อถูกน้ำท่วมขังจะทำให้เกิดผลกระทบต่อการสะสมน้ำหนักแห้งและการสร้างผลผลิต ระยะเวลาขังน้ำนาน 9 วัน ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งรวมลดลงมากที่สุด (สุภชัย และจักรี, 2553) โดยหลักการตอบสนองในเชิงปริมาณของพืชต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมนั้น พืชจะแสดงออกของการตอบสนองในกระบวนการทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะไม่แสดงอาการตอบสนองเมื่อมีปัจจัยนั้นอยู่ในระดับต่ำสุด (minimum) เมื่อมีการเพิ่มปัจจัยนั้นมากขึ้น การตอบสนองจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแทบจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณปัจจัยที่เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณหรือความเข้มข้นของปัจจัยนั้นต่อ ๆ ไป อัตราการตอบสนองจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงจุดสูงสุดระดับหนึ่ง แล้วก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อมีปัจจัยนั้นเพิ่มขึ้น จนกระทั่งระดับการตอบสนองเท่ากับศูนย์ไปเลย ปริมาณของปัจจัยที่ทำให้การตอบสนองของพืชอยู่ในระดับสูงสุดนั้นมักจะเรียกว่า จุดเหมาะสม (optimum) หรืออีกนัยหนึ่ง พืชจะแสดงอาการอิ่มตัว (saturation) ต่อปริมาณของปัจจัยในระดับนั้น และจุดที่ปริมาณของปัจจัยที่เพิ่มขึ้นจนทำให้การตอบสนองของพืชเท่ากับศูนย์นั้น จะเรียกว่า จุดสูงสุด (maximum) การที่การตอบสนองลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อมีการเพิ่มปัจจัยจนถึงศูนย์หลังจากถึงระยะอิ่มตัวดังกล่าวนี้ มีข้ออธิบายได้ว่าพืชได้รับปัจจัยนั้นในปริมาณที่มากเกินไป จนทำให้เกิดการยับยั้งหรือเป็นพิษต่อพืชขึ้น (ประวิตร, 2556 ; Gardner *et al.*, 1985) ไม่ควรปล่อยให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับน้ำท่วมขังติดต่อกันนานกว่า 30 วัน เพราะระยะดังกล่าวน่าจะเป็นระยะวิกฤติที่สามารถส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและการสะสมมวลชีวภาพของต้น รวมถึงอาจมีผลต่อพัฒนาการทางลำต้นและการให้ผลผลิตในระยะต่อมาได้



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต้นทั้งหมด ขี้ผึ้งและเกสร (ก) และน้ำหนักแห้งต้น ขี้ผึ้งและเกสร (ข) ของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ หลังได้รับน้ำท่วมชงนาน 120 วัน



ภาพที่ 10 สัดส่วนของน้ำหนักร้างต่อน้ำหนักสตกที่ลดลงของลำต้นทั้งหมด รากและดอกของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ หลังได้รับน้ำท่วมขังนาน 120 วัน



ภาพที่ 11 สัดส่วนของน้ำหนักร้างต่อน้ำหนักสตกรวมของลำต้นทั้งหมด รากและดอกของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ หลังได้รับน้ำท่วมขังนาน 120 วัน



ภาพที่ 12 ลักษณะต้นและรากของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน (ก) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน (ข)
ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน (ค) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน (ง) หลังได้รับน้ำท่วมขังนาน 120 วัน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีค่าการเจริญเติบโต น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมด รากและดอก และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมด รากและดอก สูงกว่าสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน และในสภาวะน้ำท่วมขังนานาน 30 วันทำให้ค่าการตอบสนองทางสรีรวิทยามีค่าสูงกว่า ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือนเช่นเดียวกัน และสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน ต้นปาล์มน้ำมันยังมีชีวิตอยู่รอดได้ทุกช่วงอายุ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในสภาวะน้ำท่วมขัง นั่นคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีค่าการเจริญเติบโต และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมด รากและดอก และสัดส่วนรวมของลำต้นทั้งหมด รากและดอก สูงกว่าสภาวะน้ำท่วมขัง ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน

2. ทำให้ทราบว่า ในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 30 วันทำให้ ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีค่าการตอบสนองทางสรีรวิทยา สูงกว่า สภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน แต่หลังจากน้ำท่วมนานเกิน 30 วัน ทำให้ค่าต่างๆ มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้มีรายชื่อดังต่อไปนี้ซึ่งมีส่วนให้งานวิจัยสำเร็จ

- ดร. กฤษดา สังข์สิงห์ ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี นางสาวกาญจนา ทองนะ ศวพ. หนองคาย ซึ่งเอื้อเพื่อเครื่องมือวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยา

- นายสัมพันธ์ มณีโชติ นางสาวศิรินทร คงประพุดติ และนางสาวอำภา อ้าบาย เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ที่ช่วยดำเนินการตลอดการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าภายใน. 2554. การผลิต การตลาด ปาล์มน้ำมัน ปี 2554. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน : 31 หน้า.
- เกริกชัย ธนรัักษ์ อรรถรัตน์ วงศ์ศรี และวิชฌีย์ ออมทรัพย์สิน. 2553. ปาล์มน้ำมันและพืชทดแทนพลังงาน (ปาล์มน้ำมัน). ใน การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2553 เรื่องผลงานวิจัยด้านพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. ณ ห้องประชุมเฉลิมพระเกียรติ เทศบาลเมืองแม่โจ้. เชียงใหม่, 10-12 พฤษภาคม 2553 : 260-274.
- ดวงรัตน์ ศตคุณ พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และ Yres Cro Zat. อิทธิพลของแสงและอายุใบต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบฝ้าย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 27-33.
- ธีระ เอกสมทราเมษณ์ . 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : 463 หน้า.
- น้ำอ้อย ศรีประสม และ ธีระ เอกสมทราเมษณ์. 2551. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางลำต้นในระยะกล้าปาล์มน้ำมัน. ว. หาดใหญ่วิชาการ 6(2) : 109-115.
- ประวิตร โสภโณดร. 2556. การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยสภาพแวดล้อม ใน สรีรวิทยาการผลิตพืช ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : 3-14.
- มารวย เมฆานวกุล และ ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2539. ผลของระยะเวลาที่น้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. ว. เทคโนโลยีสุรนารี 3(2) : 85-94.
- รวี เสธฐักดิ์. 2540. ต้นไม้ผลในสภาวะถูกร้ำน้ำท่วมขังและแนวทางการแก้ไข. ว. เกษตรก้าวหน้า 12(3): 4-11.
- วิชฌีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ และเพ็ญศิริ จำรัสฉาย. 2554. การจัดการน้ำ และสรีรวิทยาปาล์มน้ำมัน. การอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร, 10-26 มกราคม 2554 : 105-169.
- ศานิต สวัสดิ์กาญจน์ วริสรา ปลื้มฤดี และ สิงหราช ไคว้เจริญ. 2554. ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของอ้อย. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 42(2)(พิเศษ) : 165-168.
- ศานิต สวัสดิ์กาญจน์ และ สุนันทา อินทสุวรรณ. 2553. ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 41(พิเศษ) : 493-496.
- สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชฌีย์ ออมทรัพย์สิน เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และ สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานประจำปี 2550 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร : 73-84.

- สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุรจิตติ ศรีกุล เพ็ญศิริ จำรัสฉาย กาญจนา ทองนะ พสุ สุกุลอารีวัฒนา และนิพนธ์ สุขวิบูลย์. 2553. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน สุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร : 112-132.
- สุภชัย วรรณมณี และ จักรี เส้นทอง. 2553. ผลของน้ำท่วมขังในระยะการเจริญพันธุ์ต่อการเติบโตและผลผลิตของ ถั่วเหลือง. ว. เกษตร 26(3) : 214-249.
- สุรจิตติ ศรีกุล ภิญโญ มีเดช และ เกริกชัย ธนรักษ์. 2547. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน.
ใน: เอกสารวิชาการ ปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 35-60.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2555. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 174 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 162 หน้า.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. 4th Edition, Blackwell Science Ltd., Oxford, 562 p.
- Fairhurst, T. and Hardter, R. 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.
- Fairhurst, T., Caliman, J.P., Hardter, R., and Witt, C. 2005. Oil Palm : Nutrient Management (Oil Palm Series Volume 7). Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), Singapore, 67 p.
- Gardner, F. P., Pearch, B. R. and Mitchell, R. L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames, USA, 66 p.
- Glaz, B., Morris, D.R. and Daroub, S. H. 2004. Sugarcane photosynthesis, transpiration and stomatal conductance due to flooding and water take. Crop science 44 : 1633-1641.
- Gutierrez, M. V. 2002. The scientific development of the physiology of plants in the American tropics. Revista de Biologia Tropical 50(2) : 429-438.
- Jourdan, C., Michaux, N., Perbal, G. 2000. Root system architecture and gravitropism in the oil palm. Annals of Botany 85 : 868-868.
- Otitoju, O. and Onwurah, I.N.E. 2010. Chlorophyll contents of oil palm (*Elaeis Guineensis*) leaves harvested from crude oil polluted soil: a shift in productivity dynamic. Annals of Biological Research 1(4) : 20-27.
- Parent, C., Capelli, N., Berger, A., Crevecoeur, M, and Dat, J. F. 2008. An Overview of plant responses to soil waterlogging. Plant Stress 2(1) : 20-27.

- Sairam, R.K., Kumutha, D., Ezhilmathi, K., Deshmukh, P.S., and Srivastava, G.C. 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. *Biologia plantarum* 52(3) : 401-412.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1985. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California, 540 p.
- Springer, T. J. 1997. Photosynthetic rates of C3 and C4 plants under tow light types. Senior Research thesis, Department of biology, University of Nebraska at Kearney, Nebraska.
- Zanderluce G. Luis, Kadja Milena G., Bezerra and Jonny Everson Scherwinski-Pereira. 2010. Adaptability and leaf anatomical features in oil palm seedings produced by embryo rescue and pre-germinated seeds 22(3) : 209-215.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตก

พ.ศ. เดือน	ปริมาณน้ำฝน		จำนวนวันฝนตก	
	2554	2555	2554	2555
ม.ค.	60	269	5	10
ก.พ.	0	42	0	5
มี.ค.	485.6	150	19	10
เม.ษ.	180	100	4	5
พ.ค.	281.5	266	12	12
มิ.ย.	109.5	378	9	11
ก.ค.	383.5	255	12	14
ส.ค.	316	185	10	12
ก.ย.	357	190	17	11
ต.ค.	230	45	12	4
พ.ย.	115	285	7	14
ธ.ค.	135	155	11	9
รวม	2,653.1	2320	118	117
เฉลี่ย	221.09	193.33	9.83	9.75

ตารางผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักราก ลำต้น รากและดอก และน้ำหนักแห้งลำต้น รากและดอก
ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ หลังได้รับน้ำ ท่วมขังนาน 120 วัน

อายุต้น ปาล์ม น้ำมัน (เดือน)	น้ำหนักสด (กรัม)			น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
	ลำต้น ทั้งหมด	ราก	ดอก	ลำต้น ทั้งหมด	ราก	ดอก
8	3,039.55	314.86	0	1,145.80	126.37	0
12	11,585.48	938.42	108.72	4,905.91	392.31	56.63
18	19,096.63	1,648.43	413.06	8,178.91	743.64	196.50
24	34,900.34	2,875.72	699.79	14,963.82	1,412.40	462.45



ภาพผนวกที่ 1 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน (ก) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน (ข) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน (ค) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน (ง) เมื่อขังนํ้านาน 10 วัน



ภาพผนวกที่ 2 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน (ก) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน (ข) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน (ค) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน (ง) เมื่อขังนํ้านาน 75 วัน



ภาพผนวกที่ 3 ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน (ก) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 12 เดือน (ข) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 เดือน (ค) ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน (ง) เมื่อชั่งน้ำหนักาน 120 วัน