การคัดเลือกลักษณะทนแล้งในพันธุ์ปาล์มน้ำมันระยะต้นกล้า

Screening for Drought Tolerance in Oil Palm Seedling Genotypes

ศาตนันทน์ สุจิตโต

Satanan Sujitto

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกลักษณะทนแล้งในพันธุ์ปาล์มน้ำมันระยะต้นกล้า
ผู้เขียน ว่าที่ร้อยตรีหญิงศาตนันทน์ สุจิตโต
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……...
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ดร.เสาวภา ด้วงปาน)

คณะกรรมการสอบ

……...……ประธานกรรมการ
(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)

…….…….....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

……..…….....กรรมการ
(ดร.เสาวภา ด้วงปาน)

……..…….....กรรมการ
(ดร.สุดนัย เครือหลี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่เกี่ยวข้อง

ลงชื่อ……..……..
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ……..
(ว่าที่ร้อยตรีหญิงศาตนันทน์ สุจิตโต)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ……..
(ว่าที่ร้อยตรีหญิงศาตนันทน์ สุจิตโต)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกลักษณะทนแล้งในพันธุ์ปาล์มน้ำมันระยะต้นกล้า
ผู้เขียน ว่าที่ร้อยตรีหญิงศาตนันทน์ สุจิตโต
สาขาวิชา พืชศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

สภาวะแห้งแล้งเกิดขึ้นเมื่ออัตราการคายน้ำของพืชมีมากกว่าอัตราการดูดน้ำ ส่งผลให้เกิดการตอบสนองของพืชทางด้านการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาหลายประการ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการตอบสนองดังกล่าวมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการคัดเลือกพันธุ์พืชทนแล้งได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาการตอบสนองทางการเจริญเติบโตและทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในสภาวะขาดน้ำ และคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะต้นกล้าที่มีแนวโน้มทนแล้ง ทำการศึกษาโดยการจัดแผนการทดลอง 8 × 3 factorial in CRD ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 8 คู่ผสม คือ คู่ผสมที่ 96 106 128 206 208 210 220 และ 206-1 ปัจจัยของการให้น้ำ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน ทำการทดลองในโรงเรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เก็บข้อมูลทุก 3 เดือน จำนวน 3 ครั้ง เก็บข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาและลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนใบรูปหอก รูปสองแฉก รูปขนนก ขนาดโคนและความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด-แห้งใบ น้ำหนักสด-แห้งลำต้น น้ำหนักสด-แห้งราก พบว่า ต้นกล้าปาล์มที่ให้น้ำทุกวันมีค่าการชักนำปากใบ และการเจริญเติบโตสูงกว่าการให้น้ำทุก 4 วัน และ 8 วัน ตามลำดับ และพบการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้นเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ในสภาวะขาดน้ำ เมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า มีการตอบสนองทางด้านการเจริญเติบโต สรีรวิทยา และการสะสมโพรลีนที่แตกต่างกัน โดยที่การตอบสนองทางการเจริญเติบโตจะชัดเจนที่สุด การจัดลำดับโดยใช้ Stress Tolerance Index (STI) คู่ผสมที่ 96 และ106 มีการเจริญเติบโตในสภาวะขาดน้ำได้ดีกว่าคู่ผสมอื่นๆ

Thesis Screening for Drought Tolerance in Oil Palm Seedling Genotypes

Author Pol.Sub.Lt Satanan Sujitto

Major Program Plant Science

Academic Year 2016

Abstract

Dehydration is caused by the imbalance between root water uptake and leaf transpiration under drought stress condition and results in a number of morphological and physiological responses. It has been reported that those responses are genotypically different. Therefore, they could be used as drought tolerance screening index. The objectives of this study were to investigate the growth and physiological responses of oil palm seedling and to screen for drought tolerance in oil palm seedling genotypes. The experiment was arranged 8 × 3 factorial in CRD consisting of two factors. The first factor was genotype including progenies 96, 106, 128, 206, 208, 210, 220 and 206-1. The second factor was water regime consisting of 3 levels: daily watering, 4-day interval watering and 8-day interval watering. Physiological responses and growth characteristics including number of lanceolate leaf, number of bifurcate leaf, number of pinnate leaf, trunk diameter, trunk height, leaf length, leaf area, fresh and dry weight of leaves, fresh and dry weight of stem, fresh and dry weight of root were recorded. The results showed that oil palm seedlings with daily watering exhibit better growth performance than those with 4-day and 8-day interval watering. Proline accumulation was found in water deficiency in all genotypes. Genotypic difference was observed based on growth, physiological responses and proline accumulation. However, the most pronounced difference was found in growth. According to Stress Tolerance Index calculated based on growth, progenies 96 and 106 are likely to be drought tolerance.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ดร.เสาวภา ด้วงปาน กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.พิมพ์ชนก บัวเพชร ที่ให้คำปรึกษา และข้อแนะนำในการทำวิจัยจนการเขียนและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.จักรัตน์ อโณทัย ประธานกรรมการสอบ ดร.เสาวภา ด้วงปาน กรรมการสอบ และดร.สุดนัย เครือหลี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณา ตรวจสอบแนะนำ และสละเวลาแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 คุณปฐมพงศ์ วงษ์เลี้ยง หัวหน้าหน่วยเรือนกระจกทดลองรวม ที่คอยให้ความช่วยเหลือด้านระบบน้ำ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆในการเก็บข้อมูลการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ พี่บิ๋ม พี่เอ๊ะ พี่นิ พี่แม็ค พี่นน พี่ปอนด์ พี่วิ น้องปุ๋ม ที่คอยช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล แนะนำกระบวนการทำงาน การวิเคราะห์ข้อมูล และยังให้คำปรึกษาในด้านการเรียน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และครอบครัว รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดมา

ศาตนันทน์ สุจิตโต

สารบัญ

บทคัดย่อ (5)

Abstract (6)

กิตติกรรมประกาศ (7)

สารบัญ (8)

รายงานตาราง (9)

รายการภาพ (11)

บทที่ 1 บทนำ

บทนำต้นเรื่อง 1

ตรวจเอกสาร 2

วัตถุประสงค์การวิจัย 13

บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ 14

1. วัสดุและอุปกรณ์ 14

2. วิธีการทดลอง 16

บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ 20

1. ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ 20

2. การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 24

3. ลักษณะทางสรีรวิทยา 53

4. การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 60

บทที่ 4 สรุป 63

บรรณานุกรม 64

ภาคผนวก 70

ประวัติผู้วิจัย 77

รายงานตาราง

ตารางที่ 1 ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยในแปลงอนุบาลแรก 6
ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย
ในแผนแบบสุ่มตลอด 19
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทำลายต้น 25
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตแบบทำลายต้น 25
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปหอก ใบรูปสองแฉก และใบรูปขนนก
ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ. 1 จำนวน 8 คู่ผสม
ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 27
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 29
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 31
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 33
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความสูงต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 35
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 38
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์
ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 39
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 42
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 43
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 45
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 46

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 48
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1
จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 49
ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม
ที่มีการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีอายุ 9 เดือน 51
ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความทนทานต่อความเครียดและการจัดลำดับของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
ลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำทุกวัน
และให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีอายุ 9 เดือน 52
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์
ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน 59

รายการภาพ

ภาพที่ 1 กระบวนการสร้างและการสลายโพรลีน 10
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิในดิน ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ระหว่างการทดลองการให้น้ำ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 6 และ 9 เดือน 22
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ ในช่วงการให้น้ำ ระหว่างต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 ถึง 9 เดือน 23
ภาพที่ 4 การชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 8 คู่ผสม และมีระยะการให้น้ำ 3 ระยะ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน (ก) ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 3 เดือน (ข) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (ค) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน 55
ภาพที่ 5 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุกวัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■) 56
ภาพที่ 6 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุก 4 วัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■) 57
ภาพที่ 7 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุก 8 วัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■) 58
ภาพที่ 8 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 3 61
ภาพที่ 9 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 6 61
ภาพที่ 10 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 9 6

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ความต้องการผลผลิตจากปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูงเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ธีระ และคณะ, 2548) ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยได้ขาดแคลนน้ำมันพืชบริโภคอย่างรุนแรง รัฐบาลได้มีการอนุมัติให้มีการนำเข้าน้ำมันปาล์มกึ่งบริสุทธิ์ประมาณ 60,000 ตัน เพื่อเป็นการบรรเทาสภาวะขาดแคลนดังกล่าว (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำมันปาล์ม คือ การขาดแคลนผลผลิตทะลายปาล์มซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดสภาพแห้งแล้ง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน โดยเฉพาะสภาวะแห้งแล้ง ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (Reddy *et al*., 2004) และปาล์มน้ำมันเป็นพืชหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากสภาพความแปรปรวนของภูมิอากาศ

ในสภาพที่มีความแห้งแล้งยาวนานมีผลทำให้พืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำเนื่องจากอัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เมื่อปริมาณน้ำในพืชลดลงจะทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการทางสรีรวิทยาลดลงด้วย และส่งผลต่อเนื่องไปสู่การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช พืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อความความเครียดที่เกิดจากสภาวะขาดน้ำที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง และช่วงเวลาของการขาดน้ำ (สายัณห์, 2537) ปาล์มน้ำมันพืชที่มีความต้องการน้ำสูง และมีอิทธิพลต่อการออกดอก ปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะปกติและเจริญเติบโตได้ดี ควรได้รับน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละช่วงอายุ (อังคณา, 2551) หากได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการจะส่งผลต่อผลผลิตในระยะยาว ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้ได้พันธุ์ที่ดีนั้นปัจจุบันถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันไทย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในสภาวะขาดน้ำและการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะต้นกล้าที่มีแนวโน้มทนแล้ง

ตรวจเอกสาร

1. การจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชยืนต้นผสมข้าม เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และเป็นพืชอายุยาว (perennial crop) อยู่ในวงศ์ Palmae หรือ Arecaceae และอยู่ในสกุล *Elaeis* มีโครโมโซม $2n=2x=32$ พันธุ์ปลูกเพื่อการค้า คือ *Elaeis guineensis* Jacq. มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก ปาล์มน้ำมันที่อยู่ในสกุล *Elaeis* สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด

1.1 *E. guineensis* ปาล์มน้ำมันในกลุ่มนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมปลูกในปัจจุบัน มีถิ่นฐานดั้งเดิมอยู่ในแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก ปาล์มชนิดนี้เรียกว่า African oil palm พันธุ์หรือสายพันธุ์ของปาล์มชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ดูราเทเนอรา และพิสิเฟอราโดยอาศัยลักษณะความต่างของความหนาของกะลา การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาล และความหนาของเนื้อปาล์มชั้นนอก

1.2 *E. oleifera* ชื่อเดิมคือ *E. melanoccoca* หรือ *Corozo oleifera* มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศต่างๆ ทางตอนเหนือของลุ่มแม่น้ำอเมซอนของทวีปอเมริกาใต้ติดต่อไปถึงทวีปอเมริกากลางบริเวณประเทศคอสตาริกา เรียกปาล์มน้ำมันชนิดนี้ว่า American oil palm ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า ผลมีขนาดเล็ก และให้ผลผลิตน้ำมันต่ำ

1.3 *E. odora* ชื่อเดิมคือ *Barcella odora* พบบริเวณเดียวกับ *E. oleifera* แถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอน ความสำคัญของปาล์มกลุ่มนี้ยังไม่มีรายงาน

2. ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพัฒนามาจากเอ็มบริโอที่อยู่ในเนื้อในเมล็ด โดยมีเนื้อเยื่อเจริญของใบเลี้ยงอยู่ด้านเดียวกับปลายยอดและปลายรากที่จะเจริญเป็นก้านใบเลี้ยง จากนั้นดันปลายยอดและปลายรากออกมาภายนอกจากช่อง micropyles ส่วนเนื้อเยื่อเจริญของใบเลี้ยงที่อยู่ด้านตรงข้ามกับปลายยอดและปลายรากจะเจริญต่อไปเป็นจาวหลังจากเมล็ดเริ่มงอก การพัฒนาของต้นกล้าจะอาศัยสารอาหารจากเนื้อผ่านจาวในเมล็ด และจะใช้คาร์โบไฮเดรตก่อนไขมันในเมล็ด (Alang *et al.*, 1988)

กล้าปาล์มอายุ 2 สัปดาห์ จะสังเกตเห็นแผ่นใบเล็กๆ จำนวน 2 ใบ ที่หุ้มยอดอ่อน (bladeless plumular sheath) และเมื่ออายุ 1 เดือนจะสังเกตเห็นแผ่นใบ (lanceolate leaf) เกิดขึ้นมีลักษณะใบรูปหอก หลังจากนั้นกล้าปาล์มมีการเจริญเติบโตต่อเนื่องจนถึงในเดือนที่ 4 การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นจากมีการคลี่ใบแรก การเคลื่อนย้ายสารอาหารจากเมล็ดลดลง หากใบแรกแผ่เต็มที่สามารถสังเคราะห์แสงได้มากกว่าการสูญเสียทางการหายใจ ต้นกล้าจะมีการสะสมน้ำหนัก

แห้งของต้นเพิ่มขึ้น ในระยะนี้จะสังเกตการขยายของโคนต้น (bulb) ชัดเจนขึ้นเมื่อเทียบกับเดือนแรก ในเดือนที่ 5 ใบรูปหอกที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มแห้งและหลุดร่วงจากต้น ใบจะเปลี่ยนเป็นใบรูปสองแฉก (bifurcate leaf) ใบรูปสองแฉกจะพัฒนาจนถึงจุดสูงสุดในเดือนที่ 8 หลังจากนั้นจะเริ่มลดลง เนื่องจากเหี่ยวแห้งและหลุดไปจากต้น ใบใหม่ที่เกิดขึ้นจากต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเป็นใบรูปขนนก (Pinnae leaf) ซึ่งเป็นรูปแบบใบสุดท้ายที่จะมีใหม่ต่อไปตลอดอายุปาล์มน้ำมัน โดยทั่วไปต้นกล้าในเรือนเพาะชำก่อนที่จะนำไปปลูกลงแปลงจะใช้ระยะเวลาประมาณ 8 - 12 เดือน (ธีระ, 2554)

3. การจัดการในระยะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

3.1 การอนุบาลต้นกล้า

การเพาะกล้าปาล์มน้ำมันอาจทำได้ 2 วิธี คือ การเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว (single stage nursery) และการเพาะกล้าแบบอนุบาลสองครั้ง (double stage nursery) โดยทั่วไปการเพาะกล้าแบบอนุบาลสองครั้งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าการเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว โดยมีขั้นตอนในการอนุบาลกล้าปาล์มน้ำมัน 2 ระยะ คือ

3.1.1 ระยะอนุบาลแรก (pre-nursery) เป็นการดูแลต้นกล้าประมาณ 3 เดือนแรกในเรือนเพาะชำที่ถาวรหรือชั่วคราวที่มีความคงทนอยู่ได้ไม่ต่ำกว่า 1 ปี โดยเพาะชำต้นกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15 x 23 เซนติเมตร (6 x 9 นิ้ว) หนาอย่างน้อย 250 เกจ (gauge) หลังจากนั้นจึงย้ายต้นกล้าลงถุงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

3.1.2 ระยะอนุบาลหลัก (main nursery) เป็นการดูแลรักษาต้นกล้าตั้งแต่อายุ 3 เดือน จนถึงนำไปปลูกในแปลงจริง ซึ่งต้นกล้ามีอายุตั้งแต่ 10 - 14 เดือน โดยเพาะชำต้นกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาดไม่ต่ำกว่า 40 x 45 เซนติเมตร (16 x 18 นิ้ว) หนาอย่างน้อย 500 เกจ

3.2 การเลือกสถานที่เพาะปลูก

พรชัย (2523) เสนอวิธีการคัดเลือกสถานที่เพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เรียงตามลำดับความสำคัญ มีดังนี้

3.2.1 ควรตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำและมีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปีเพราะต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่สูงมาก 12.5 มิลลิเมตรต่อวัน (12,800 ลิตรต่อไร่ต่อวัน หรือต้นกล้าปาล์มจะได้รับน้ำ 2-3 ลิตรต่อต้นต่อวัน ถ้าใช้ระบบการให้น้ำแบบ sprinkler)

3.2.2 ควรเป็นพื้นที่ที่มีการระบายน้ำอย่างดี หรือมีร่องระบายน้ำเพื่อไม่ให้น้ำท่วมขังและสามารถไหลลงสู่พื้นที่เก็บน้ำแล้วนำกลับมาใช้ได้อีก ตลอดจนพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึงในฤดูน้ำหลาก

3.2.3 ควรตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันและมีการคมนาคมสะดวก เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต้นกล้า และลดความเสียหายของต้นกล้า

3.2.4 ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพดินซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเหมาะสำหรับนำมาเป็นวัสดุเพาะต้นกล้า

3.2.5 สถานที่ตั้งเหมาะสม สะดวกต่อการรักษาความปลอดภัยและไม่มีการบังแสงแดดจากต้นไม้ใหญ่

ก. การเลือกที่ตั้งเรือนเลี้ยงต้นอ่อนแบบกระบะทราย มีปัจจัยที่ควรคำนึง 4 อย่าง ดังนี้

1) ใกล้แหล่งน้ำ เพราะในระยะต้นอ่อนนี้ ต้นปาล์มน้ำมันต้องการใช้น้ำปริมาณมาก ดังนั้นทรายต้องมีความชุ่มชื้นตลอดเวลา จึงต้องมีการให้น้ำอย่างพอเพียงและสม่ำเสมอ

2) ใกล้เรือนเลี้ยงต้นอ่อนแบบถุงพลาสติกขนาดใหญ่ หลังจากการเพาะในกะบะทรายแล้วต้องนำต้นอ่อนไปเพาะในถุงพลาสติกอีกระยะหนึ่ง การย้ายต้นอ่อนนั้นอาจได้รับการกระทบกระเทือนและเสียหายได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและระยะทางในการขนย้ายจึงควรเลือกที่ตั้งกะบะทรายให้อยู่ใกล้กับเรือนเลี้ยงต้นอ่อนแบบถุงพลาสติกขนาดใหญ่

3) เป็นพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วม เพราะสภาพดังกล่าวนี้จะเป็นอันตรายแก่ต้นอ่อนในกะบะได้

4) ห่างไกลหรือปราศจากศัตรูต่างๆ โดยเฉพาะมดที่มักจะทำความเสียหายให้แก่ต้นอ่อนโดยการกัดกินรากและยอดอ่อน

ข. การเลือกที่ตั้งเรือนเลี้ยงต้นอ่อนแบบถุงพลาสติก เรือนเลี้ยงต้นอ่อนแบบถุงพลาสติกทั้งแบบเล็กและใหญ่ มีปัจจัยในการเลือกดังนี้

1) ใกล้แหล่งน้ำ ในระยะนี้เป็นระยะที่จำเป็นต้องให้น้ำอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน ดังนั้นจึงควรเป็นสภาพที่ใกล้แหล่งน้ำ เช่น ใกล้ลำคลอง หรือ ลำธาร

2) สภาพดินควรเป็นที่ราบเรียบ ความลาดเทไม่มากนัก การระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วมหรือขัง

3) ใกล้แปลงปลูกจริง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและลดอันตรายของต้นอ่อนในการขนย้าย

3.3 ลักษณะของดินที่ใช้ในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน

ดินควรมีการระบายน้ำดี นำดินร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 เซนติเมตร เพื่อแยกเศษดินและวัสดุที่มีขนาดใหญ่ออก ความเป็น กรด – ด่าง อยู่ระหว่าง

4.5 - 7.0 การบรรจุดินใส่ถุงควรเลือกเฉพาะหน้าดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม โดยเป็นดินร่วนปนเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีการระบายน้ำและอากาศได้ ถ้าเป็นดินเหนียวควรผสมด้วยวัสดุปลูกอื่น เช่น ทราย แกลบ หรือ ขุยมะพร้าว อัตราส่วนดิน : วัสดุปลูก 2:1ข้อควรระวังคือต้องใช้ดินร่วนปนเหนียวที่ไม่แตกออกจากกัน ถ้าดินแตกออกจากกันเวลาย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงใหญ่จะทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อระบบราก และส่งผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต (transplanting shock) ของต้นกล้า สำหรับการบรรจุดินควรอัดดินให้แน่นพอสมควร ควรบรรจุดินล่วงหน้าก่อนการเพาะเมล็ดประมาณ 7 วัน หลังบรรจุดินควรรดน้ำพอประมาณเพื่อทำให้ดินยุบ หลังจากนั้น 1-2 วัน ควรเติมดินให้อยู่ในระดับเสมอปากถุง (ธีระ และคณะ, 2548)

3.4 การพรางแสง

ในระยะแรกต้องทำร่มเงาให้กับต้นกล้า เพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ จนกล้ามีอายุได้ 3 เดือน จึงเอาร่มเงาออกได้ (ผาสุข และคณะ, 2528) ทั้งนี้เนื่องจากในระยะแรกของการเจริญเติบโตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะอ่อนแอต่อแสงแดดมาก โดยเฉพาะยอดอ่อนและใบอ่อน ซึ่งจะปรากฏอาการยอดและใบไหม้ (sun scorch) หรือมีอาการใบเรียวแคบกว่าปกติ และเจริญเติบโตช้า ดังนั้นในช่วง 10 สัปดาห์แรกของการเจริญเติบโตจะต้องมีการทำร่มเงาให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างเป็นปกติ สำหรับวัสดุพรางแสงควรเป็นตาข่ายพรางแสงที่สามารถลดความเข้มแสง (light intensity) ได้ 60 เปอร์เซ็นต์

3.5 การให้น้ำและการใส่ปุ๋ย

พรชัย (2523) รายงานว่า การให้น้ำในระยะต้นอ่อนมีทั้งแบบการใช้แรงงานฉีดเท่านั้น โดยปริมาณความต้องการของน้ำของกล้าปาล์มน้ำมันในแปลงเพาะที่อายุต่างๆ กัน ดังนี้

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 0-2 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 4 มิลลิเมตรต่อวัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 2-4 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 5 มิลลิเมตรต่อวัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 4-6 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 7 มิลลิเมตรต่อวัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6-8 เดือน ต้องการปริมาณน้ำ 10 มิลลิเมตรต่อวัน

การให้น้ำกล้าปาล์มน้ำมันที่ไม่เพียงพอจะทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตช้า และแสดงอาการผิดปกติในลักษณะต่างๆ กัน (ธีระ และคณะ, 2548)

ปุ๋ยใส่เมื่อใบแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมันพัฒนาเต็มที่ หรือประมาณสัปดาห์ที่ 4 หลังปลูกควรเริ่มใส่ปุ๋ยและให้ปุ๋ยทุกสัปดาห์ จนกว่าจะย้ายต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปปลูกในระยะอนุบาลหลัก โดยวิธีการให้ปุ๋ยจะให้ในรูปสารละลายหรือปุ๋ยทางใบ เริ่มจากการให้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในระยะที่ใบแรกของต้นกล้าปาล์มน้ำมันพัฒนาเต็มที่ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยในแปลงอนุบาลแรก

อายุกล้าปาล์มน้ำมัน (สัปดาห์ที่)	ปุ๋ยชนิด	อัตราการใช้ / ต้นกล้า 500 ต้น
4 (ใบที่ 1 พัฒนาเต็มที่)	46-0-0	40 กรัม + น้ำ 25 ลิตร
5	18-46-0	75 กรัม + น้ำ 25 ลิตร
6	15-15-15/1.2 MgO	75 กรัม + น้ำ 25 ลิตร
7	18-46-0	100 กรัม + น้ำ 30 ลิตร
8	15-15-15/1.2 MgO	110 กรัม + น้ำ 30 ลิตร
9	18-46-0	150 กรัม + น้ำ 30 ลิตร
10	15-15-15/1.2 MgO	150 กรัม + น้ำ 30 ลิตร

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2550)

4. การคัดทิ้งกล้าปาล์มที่ผิดปกติ

การคัดทิ้งลักษณะผิดปกติเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญมากสำหรับแปลงเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกแปลง เนื่องจากจะส่งผลกระทบในระยะยาวต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเมื่อนำไปปลูกลงในแปลง ดังนั้นหากต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผิดปกติหรือคาดว่าจะผิดปกติให้คัดทิ้งทันที โดยทั่วไปแปลงเพาะกล้าที่มีการจัดการดี การเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียวจะมีการคัดทิ้งกล้าที่ผิดปกติไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเพาะกล้าแบบอนุบาลสองครั้งจะมีการคัดทิ้งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผิดปกติไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (ส่วนใหญ่เป็นต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ตายไม่สมบูรณ์ และผิดปกติ) ส่วนในระยะการอนุบาลหลักจะมีการคัดทิ้งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ผิดปกติไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปาล์มน้ำมันอายุได้ 3 และ 6 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่สามารถสังเกตลักษณะผิดปกติได้ชัดเจน หากต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีอายุมากกว่า 10 เดือน การสังเกตลักษณะผิดปกติต่างๆ จะยากมากขึ้น ลักษณะผิดปกติในกล้าปาล์มน้ำมันที่ต้องคิดทิ้ง คือ

1) ในระยะอนุบาล ลักษณะผิดปกติในกล้าปาล์มน้ำมันที่พบ ได้แก่

- ยอดและใบบิดเบี้ยว (twisted shoot หรือ twisted leaf)

- ใบม้วนรอบเส้นกลางใบ (rolled leaf หรือ spike leaf)

- ใบม้วนย่น (crinkled leaf)

- ใบกึ่งกลางขอด (collante)

- ใบเรียวแคบ (narrow leaf หรือ grass leaf)

- ต้นแคระแกร็น (stunted seedling)

2) ในระยะอนุบาลหลัก ลักษณะผิดปกติในกล้าปาล์มน้ำมันที่พบ ได้แก่

- ใบย่อยไม่คลี่ (juvenile seedling)
- ต้นสูงชะลูด (upright sterile seedling)
- ต้นเล็กแคระแกร็น (runts)
- ใบใหม่เกิดสั้น (flat top seedling)
- ทางใบตก และต้นอ่อนแอ (lime form)
- มีปล้องสั้น (short internode)
- มีปล้องกว้าง (wide internode)
- ใบย่อยแคบ (narrow pinnae)
- ใบด่าง (chimera)

5. ความสำคัญของน้ำและปริมาณความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยปริมาณน้ำที่พืชต้องการขึ้นอยู่กับชนิด อายุ และส่วนของพืชเพราะน้ำเป็นตัวทำละลายของธาตุอาหาร ทำให้อาหารเคลื่อนย้ายจากดินไปสู่รากพืช และพืชสามารถดูดซับอาหารจากดินและลำเลียงไปส่วนของลำต้นและใบ น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ ช่วยรักษาสภาพความเต่งของเซลล์ ทำให้พืชคงรูปร่างได้ น้ำควบคุมการเจริญเติบโต การขยายขนาดและกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ ของพืช การแลกเปลี่ยนก๊าซ การเคลื่อนที่ของน้ำทั้งภายในและภายนอกเซลล์ และควบคุมอุณหภูมิภายในเซลล์ เป็นผลทำให้กิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์พืชทำงานได้ตามปกติ น้ำจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชอย่างยิ่ง นอกจากนี้น้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมผลผลิตพืชด้วย (สมบุญ, 2548)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณเขตร้อนชื้น ที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายตัวของฝนสูง เช่น ในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย

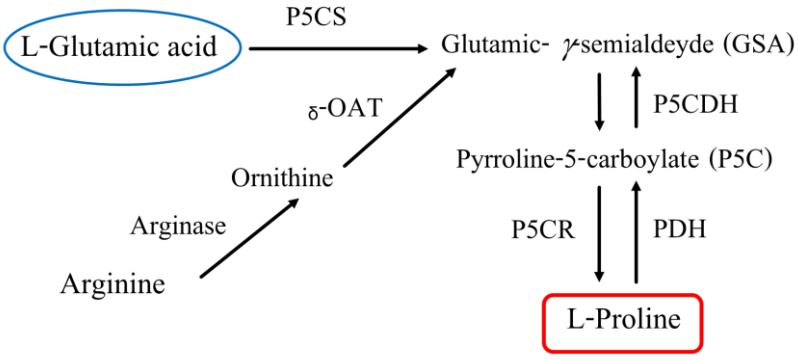
หรือบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีฝนตกตลอดปี และอาจมีช่วงแล้งฝนประมาณ 2-4 เดือนต่อปี ซึ่งสภาพแล้งดังกล่าวอาจมีผลต่อการให้ผลผลิตปาล์มสดลดลง การติดตั้งระบบชลประทานจะทำให้ผลผลิตปาล์มสดเพิ่มขึ้น 15-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการให้น้ำแบบหยดสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตปาล์มน้ำมัน การให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ 85-95 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตได้ 15-25 เปอร์เซ็นต์ (อนวัช, 2551)

การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันอายุ 4-11 ปี ถ้ามีการให้น้ำเท่ากับค่าการระเหยน้ำจากต้น สามารถเพิ่มผลผลิตสดได้ 41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มที่ไม่ให้น้ำ ส่วนต้นปาล์มที่มีอายุ 3-9 ปี ต้นปาล์มที่ให้น้ำจะให้ผลผลิต 3.75 ตันต่อไร่ต่อปี ขณะที่ต้นปาล์มที่ไม่ได้ให้น้ำจะให้ผลผลิตเพียง 3 ตันต่อไร่ต่อปี ดังนั้นปาล์มน้ำมันในเขตที่ได้รับน้ำฝนน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี ควรมีการให้น้ำเพิ่ม และมีการจัดการให้มีความชื้นในสวนปาล์มเพิ่มมากขึ้น (เอกชัย, 2548)

6. สภาวะขาดน้ำ (water deficit) และผลของสภาวะขาดน้ำของพืช

สภาวะขาดน้ำส่งผลให้เกิดความเครียดในพืช เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช สภาวะขาดน้ำอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ความแห้งแล้ง และสภาพดินเค็ม เป็นต้น สภาพเหล่านี้ทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำที่อยู่ภายนอกเข้าสู่เซลล์ได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา กระบวนการทางชีวเคมี รวมไปถึงรูปแบบการแสดงออกของยีนบางประการ (Shinozaki and Yamaguchi-Shinozaki, 1997) พื้นที่ปลูกก็เป็นอีกส่วนที่สำคัญในการเจริญเติบโตโดยเฉพาะสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม พืชจะปรับตัวให้เข้ากับความเครียดของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาพืชสามารถตอบสนองต่อการขาดน้ำได้หลายวิธี เช่น การปิดปากใบ ในสภาวะปกติพืชจะมีกระบวนการเปิดปิดปากใบ เพื่อส่งเสริมให้มีการคายน้ำ หายใจ และดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่เมื่อพืชอยู่ในสภาวะแล้ง พืชจำเป็นต้องปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ สำหรับการปรับสมดุลของน้ำในต้นพืช ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลงด้วย (Turner and Gilibanks, 1974) ส่วนการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมี พืชจะมีการสังเคราะห์น้ำตาลและแป้งน้อยลง มีการสังเคราะห์ฮอร์โมน กรดแอบไซซิก (abscise acid, ABA) เพิ่มขึ้น แม้กระทั่งการสะสมสารละลายบางชนิด เช่น โพรลีน น้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือน้ำตาลในปริมาณที่สูงขึ้น เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในเซลล์ (Hore *et al.*,1998) ระดับของการเปลี่ยนแปลงของพืชมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ และระยะเวลาของการขาดน้ำ พืชบางชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วถึงแม้ว่ามีการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อการขาดน้ำมีความรุนแรง

มากขึ้นทำให้การเปลี่ยนแปลงมีความรุนแรงมากขึ้นด้วย และส่งผลไปยังกระบวนการอื่นๆที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน (สายัณห์, 2537)



ภาพที่ 1 กระบวนการสร้างและการสลายโพรลีน

7. ความสัมพันธ์ของสภาวะขาดน้ำกับการสะสมโพรลีน

โพรลีน (Proline) เป็นกรดอะมิโน (Amino acid) ชนิดหนึ่งเป็นกลุ่มอะมิโนที่ไม่มีขั้ว (Nonpolar) โดยแบ่งตามหมู่อนุพันธ์ (R-groups) มีโครงสร้างทางเคมีเป็น $C_5H_9NO_2$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 115.13 โพรลีนจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่จากกรดกลูตามิค (Boggess *et al.*,1976) กระบวนการสร้างเริ่มต้นจากสาร glutamate โดยมีเอนไซม์ pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) เป็นเอนไซม์ที่เริ่มปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์โพรลีน ผลของปฏิกิริยาจะได้สาร glutamyl-γ-semialdehyde (GSA) ต่อจากนั้นจะเกิดกระบวนการ dehydration โดยไม่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง ผลของปฏิกิริยาจะได้ pyrroline-5-carboxylate (P5C) จากนั้นก็เกิดกระบวนการ reduction โดยเอนไซม์ pyrroline-5-carboxylate reductase (P5CR) จากปฏิกิริยานี้จะได้สารโพรลีนและโพรลีนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน โพรลีนบางส่วนจะถูกเคลื่อนย้ายเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหาร (Hanson and Hitz, 1982) โดยทั่วไปพืชจะมีการสะสมโพรลีนอยู่แล้ว แต่มีอยู่ในระดับต่ำ (Gzik, 1996)

การสลายตัวของโพรลีนเกิดจากกระบวนการ proline oxidation ของเอนไซม์ proline oxidase ผลจากปฏิกิริยานี้จะได้ pyrroline-5-carboxylate ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาอีกขั้นตอนหนึ่งโดยใช้เอนไซม์ pyrroline-5-carboxylate dehydrogenase (P5CDH)ได้ glutamate กระบวนการสลายตัวของโพรลีนจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะปกติ แต่ในสภาวะขาดน้ำกระบวนการ proline oxidation จะถูกยับยั้ง (Boggess *et al.*, 1976) การสังเคราะห์โพรลีนถูกควบคุมโดยเอนไซม์ pyrroline-5-carboxylate synthetase ซึ่งเอนไซม์นี้จะถูกควบคุมโดยกระบวนการ feedback inhibition

เมื่อขาดน้ำจะเกิดการสูญเสียของกระบวนการ feedback inhibition พืชจะกระตุ้นให้สังเคราะห์โพรลีน โดยปริมาณโพรลีนที่มากขึ้นจะส่งผลไปยับยั้งกระบวนการสร้างโพรลีน (ภาพที่ 1)

เมื่อน้ำในต้นพืชลดลงระหว่างที่พืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำ จะทำให้ศักย์ของน้ำในใบลดลง ส่งผลให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างดินกับพืช ทำให้น้ำในดินถูกดูดไปใช้ได้ เมื่อน้ำในดินลดลงถึงจุดที่พืชนำไปใช้ได้น้อยมาก ปากใบจะค่อยๆ ปิดเพื่อลดการคายน้ำ (สายัณห์, 2537) ในการรักษาศักย์ของน้ำจะมีกระบวนการปรับแรงดันออสโมติกภายในเซลล์เพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ ทั้งนี้พืชจะมีการสะสมสารบางชนิดในรูปของสารละลาย เช่น โพรลีน ไกลซีนบีเทน กรดอินทรีย์และน้ำตาลภายในไซโตพลาสซึม Hore และคณะ (1998) พบว่า โพรลีนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการต่างๆ ภายในพืช และ Chiang และ Dandeker (1995) รายงานว่าภายใต้เซลล์ที่ถูกทำลายหรือได้รับอันตราย จะมีการสะสมปริมาณโพรลีนที่สูง เป็นกลไกในการสะสมสารประกอบไนโตรเจน และคาร์บอนไว้ในเซลล์ ซึ่งพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตหลังจากที่พืชพ้นจากสภาวะขาดน้ำ และพบว่าโพรลีนยังช่วยป้องกันเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย และช่วยรักษาไม่ให้โปรตีนเสื่อมสภาพในระหว่างที่พืชได้รับความแห้งแล้ง (Ain-Lhont *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังมีการรายงานถึงการสะสมโพรลีนของพืชในสภาวะขาดน้ำ เช่น การศึกษาอิทธิพลของสภาวะขาดน้ำที่ระยะกำเนิดตุ่มตาและระยะการบานดอกต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวโพด พบว่า การขาดน้ำมีผลทำให้ปริมาณโพรลีนสูงขึ้น และจากการศึกษาของ นวรัตน์ และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาในข้าวโพดเช่นกัน โดยศึกษาเรื่องอิทธิพลของสภาวะขาดน้ำในระยะออกช่อดอกตัวผู้ต่อระดับของโพรลีนและกรดแอบไซซิก และผลผลิตของข้าวโพด พบว่า เมื่อข้าวโพดขาดน้ำจะมีการสะสมโพรลีนสูงขึ้นในใบ โดยการสะสมโพรลีนของพันธุ์ Ki3 จะมีแนวโน้มไวต่อการขาดน้ำจะสูงกว่าพันธุ์ Ki11 ซึ่งมีแนวโน้มทนแล้ง

จากการศึกษาในข้าวบาร์เล่ย์ Stewart และ Hanson (1980) รายงานว่าพันธุ์ข้าวบาร์เลย์พันธุ์ทนทานในระยะต้นอ่อน จะมีการสะสมโพรลีนในปริมาณที่สูงเมื่อขาดน้ำแต่ให้ผลผลิตที่ดี และเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เมื่อพ้นจากสภาวะขาดน้ำ แต่ในพันธุ์ที่อ่อนแอจะมีการสะสมโพรลีนในปริมาณที่ต่ำกว่าพันธุ์ที่ทนต่อสภาพขาดน้ำ และให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ที่ทนต่อสภาวะขาดน้ำ ส่วนนวรัตน์ และอมรรัตน์ (2537) ศึกษาการใช้ลักษณะการสะสมปริมาณโพรลีนเนื่องจากสภาวะขาดน้ำบอกถึงความทนแล้งในข้าวบาร์เล่ย์ โดยใช้ข้าวบาร์เล่ย์ 3 สายพันธุ์ และงดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโต พบว่า เมื่อข้าวบาร์เล่ย์มีการขาดน้ำเพิ่มขึ้น ทั้งในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะเจริญพันธุ์ จะมีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยในระยะการเจริญทางลำต้นจะมีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นน้อยกว่าระยะเจริญพันธุ์ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนในระยะการเจริญทางลำต้นทั้ง 3 สายพันธุ์มีความใกล้เคียงกัน

แต่ในระยะเจริญพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ AKB2 มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จากผลการศึกษาของข้าวบาร์เล่ย์ พบว่า การที่ข้าวบาร์เล่ย์มีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงขึ้นเกิดจากสภาวะขาดน้ำ นอกจากการศึกษาในข้าวบาร์เล่ย์แล้วก็ยังมีการศึกษาการสะสมปริมาณโพรลีนในข้าว โดย Hien และคณะ (2003) ได้ศึกษาการสะสมโพรลีนในรากของข้าว พบว่า การสะสมโพรลีนในรากเป็นดัชนีในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวทนแล้งและทนเค็มได้ ข้าวที่ทนแล้งและทนเค็มจะเริ่มมีการสะสมโพรลีนเมื่อได้รับสภาพแล้งและสภาพเค็ม ก่อนพันธุ์ที่ไม่ทนแล้งและทนเค็ม และมีการศึกษาในส่วนอื่นๆของต้นข้าวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอรพิน และคณะ (2550) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ พบว่า การงดการให้น้ำมีผลทำให้ปริมาณโพรลีนในใบเพิ่มขึ้น และข้าวที่ขาดน้ำจะมีปริมาณโพรลีนในใบมากกว่าข้าวปกติทุกอายุของข้าวที่ขาดน้ำ พบว่า ปริมาณโพรลีนในแผ่นใบและกาบใบเพิ่มขึ้น จะขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะเวลาการขาดน้ำ

ในด้านพืชน้ำมันก็มีการศึกษาการสะสมปริมาณโพรลีนเช่นกัน โดย Oaki และคณะ (2012) ได้ศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำต่อปริมาณโพรลีน น้ำตาล คลอโรฟิลล์ และผลผลิตของพันธุ์ดอกทานตะวัน พบว่า เมื่อมีการขาดน้ำเกิดขึ้นส่งผลให้ปริมาณโพรลีนของทุกพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ Alstar เมื่อมีการขาดน้ำในระดับปานกลางและระดับอย่างรุนแรงจะปริมาณโพรลีนสูง ส่วนผลผลิต พบว่าพันธุ์ Alstar ให้ผลผลิตสูงสุด ใน 2 ช่วงที่มีการขาดน้ำ ส่วนในถั่วเหลือง Yi-Zhi และ Tian (2000) รายงานว่า ในใบต้นกล้าถั่วเหลืองพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนต่อสภาวะขาดน้ำ เมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำจะมีการสะสมโพรลีนเพิ่มมากกว่าพันธุ์ที่ไม่ทนต่อสภาวะขาดน้ำ ในส่วนของปาล์มน้ำมันนั้นยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน

แต่ Andrade และคณะ (1995) รายงานว่า ในถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris* L.) พันธุ์ที่ไม่ทนแล้งมีการสะสมโพรลีนสูงเมื่อได้รับการงดน้ำ ดังนั้นการสะสมปริมาณโพรลีนในพืชจึงมีบทบาทสำคัญที่จะแสดงให้เห็นว่าโพรลีนสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดการทนแล้งของพืชได้ (De Ronde *et al.*, 2004)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาการตอบสนองทางการเจริญเติบโตและทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในสภาวะขาดน้ำ

2) เพื่อคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในระยะต้นกล้าที่มีแนวโน้มทนแล้ง

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุพืช

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 3 เดือน จำนวน 8 คู่ผสม ได้แก่ 96 106 128 206 208 210 220 และ 206-1

1.2 วัสดุ

1.2.1 ดินปลูก

1.2.2 กระถาง ขนาด 12 นิ้ว

1.2.3 ปากกาเคมี

1.2.4 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4

1.2.5 สมุดบันทึก

1.2.6 ไม้บรรทัด

1.2.7 เครื่องแก้วต่างๆ

1.3 อุปกรณ์

1.3.1 เวอร์เนีย (Vernier caliper)

1.3.2 เครื่องชั่งสามตำแหน่ง (Precision balance)

1.3.3 กล้องถ่ายรูป (Camera)

1.3.4 ตู้อบไฟฟ้า (Memmert heat and dry ovens)

1.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

1.3.6 เครื่องตรวจวัดความเข้มของสีใบ (SPAD-502 Minolta Co., Ltd., Japan)

1.3.7 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

1.3.8 เครื่องวัดความชื้นดิน (WET-2 Soil Water Sensor)

1.3.9 เครื่องวัดพื้นที่ใบ รุ่น Licor 3000A (LI-3000A Portable Leaf Area Meter)

1.3.10 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (MINI-PAM-II)

1.4 สารเคมี

1.4.1 Sulfosalicylic acid

1.4.2 Acetic acid

1.4.3 Toluene

1.4.4 Ninhydrin

1.4.5 Phosphoric acid

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อการให้น้ำในระยะกล้า จัดแผนการทดลอง 8 × 3 factorial in CRD ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน 8 คู่ผสม คือ คู่ผสมที่ 96 106 128 206 208 210 220 และ 206-1 และปัจจัยของการให้น้ำ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน รวมมี 24 ทรีตเมนต์ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น) โดยให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนซ้ำ การทดลองใช้เมล็ดปาล์มน้ำมันเพาะในวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน ย้ายต้นกล้าที่มีลักษณะปกติ และมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันมาปลูกในกระถาง (ขนาด 12 นิ้ว) นำต้นกล้าปาล์มน้ำมันไปวางในระยะ 50×50×50 เซนติเมตรในโรงเรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เพื่อการจัดการปุ๋ยและน้ำ พบว่า มีค่าความเป็นกรดสูง (pH = 4.71) จึงมีการใส่ปูนโดโลไมท์ช่วยปรับให้ดินเป็นกลางหรือเป็นกรดน้อยลงและช่วยเพิ่มธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ดิน ลักษณะของดินที่ใช้ปลูกเป็นดินทรายและมีความสามารถในการดูดซับประจุบวกต่ำ (Cation Exchange Capacity: CEC) มีค่า 2.9 meq/100g ซึ่งดินที่ใช้ในการทดลองมีค่า CEC น้อยกว่า 6 meq/100g จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มเพื่อให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยไว้ให้พืชใช้ได้มากและนานขึ้น และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-9-15 ทุก 2 สัปดาห์ ครั้งละ 7 กรัม ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกล้าหลังปลูกลงกระถางจนครบ 3 เดือน ให้ในปริมาณ 3 ลิตรต่อต้นต่อวัน เมื่อต้นกล้าอายุหลังปลูกอายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน เพิ่มปริมาณการให้น้ำเป็น 3.5

ลิตรต่อต้นต่อวัน และเมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้นคือหลังปลูกอายุ 6 เดือนถึง 9 เดือน ให้น้ำเพิ่มเป็น 4 ลิตรต่อต้นต่อวัน ใช้เวลาในการทดลองเป็นเวลา 6 เดือน

2.2 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ทำการสุ่มต้นกล้าจำนวน 3 ซ้ำ (ต้น)/ทรีตเมนท์ เพื่อวัดการเจริญเติบโต เริ่มต้นเก็บเมื่อปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุครบ 3 เดือน หลังจากนั้นจะเก็บทุก 3 เดือน จะได้ข้อมูลการเจริญเติบโตทั้งแบบไม่ทำลายต้นและทำลายต้นทั้งหมด 3 ครั้ง

2.2.1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยไม่ทำลายต้น

- ขนาดของโคนต้น (เซนติเมตร) วัดสูงจากบริเวณผิวดินรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 0.5 เซนติเมตร
- ความสูงของต้น (เซนติเมตร) วัดจากผิวดินถึงบริเวณข้อใบที่ยาวที่สุดของต้นปาล์มน้ำมัน
- จำนวนใบ (ใบ) นับใบที่โผล่และแผ่กางออกทุกใบ
- ความยาวทางใบ (เซนติเมตร) วัดจากโคนก้านใบของทางใบที่ยาวที่สุดของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

2.2.2 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยทำลายต้น

- น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ของ ราก ลำต้น ใบ และรวมทั้งต้น
- น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของ ราก ลำต้น ใบ และรวมทั้งต้น
- พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)

2.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน และอุณหภูมิในดิน

วัดค่าโดยใช้เครื่องวัดความชื้นดิน (WET-2 Soil Water Sensor) เก็บข้อมูลในช่วงเช้าเวลา 07.00 – 08.00 นาฬิกา ก่อนการให้น้ำของทุกชุดการทดลอง ใช้เครื่องมือปักลงดินที่ความลึก 10 เซนติเมตร เก็บรอบโคนต้น 3 จุด ระยะห่างจากโคน 10 เซนติเมตร สุ่มต้นกล้าจำนวน 3 ต้น/ทรีตเมนท์ บันทึกค่าที่ได้จากตัวเครื่อง

2.4 การวัดค่าความเขียวของใบ ค่าการชักนำการปากใบ และค่าการสังเคราะห์แสง

สุ่มต้นกล้าจำนวน 3 ต้น/ทรีตเมนท์ เพื่อวัดค่าความเขียวของใบ วัดค่าการชักนำการเปิดปากใบและค่าการสังเคราะห์แสง ทุกๆ 1 เดือน โดยเลือกวัดใบย่อยที่ 3 การประเมินค่าความเขียวของใบ โดยใช้เครื่อง SPAD-502 Minolta Co., Ltd., Japan และเก็บค่าการชักนำปากใบ โดยใช้

เครื่อง Porometer รุ่น AP4 (Delta-T,UK) ทำการวัดค่า 3 จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ย และเก็บค่าอัตราการสังเคราะห์แสงจะใช้เครื่อง MINI-PAM fluorometer.

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณโพรลีน

วิเคราะห์ปริมาณโพรลีนโดยดัดแปลงวิธีของ Bates และคณะ (1973) โดยเก็บตัวอย่างจากทางใบที่ 3 ปริมาณ 1 กรัม บดใบกล้าปาล์มในไนโตรเจนเหลว โดยเก็บตัวอย่างใบที่มีการให้น้ำทุกวัน ทุก 4 และทุก 8 วัน ตามลำดับ แล้วนำผงตัวอย่างใบ สกัดโพรลีนโดยเติมกรด sulfosalicylic acid ความเข้มข้น 3% (w/v) 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำส่วนที่กรองได้ 2 มิลลิลิตร บรรจุในหลอดทดสอบ เติม acid ninhydrin 4 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาโดยการแช่ตัวอย่างในอ่างน้ำแข็ง แล้วเติม toluene 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน สารละลายจะเกิดการแยกตัวออกจากกัน ดูดสารละลายส่วนบนออกจากหลอดทดสอบทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วย UV-visible spectrophotometer โดยนำค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้ไป เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณหาปริมาณโพรลีน

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) การทดลองแฟกทอเรียลที่มี 2 ปัจจัย ได้แก่พันธุ์ มี 8 คู่ผสม และระดับน้ำ มี 3 ระดับ เมื่อใช้แผนการทดลองแบบ CRD แสดงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดังนี้ (วัชรินทร์, 2549; ไพศาล, 2547) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test (DMRT)

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากพันธุ์ที่ i^{th} ระดับน้ำที่ j^{th} และจำนวนซ้ำที่ k^{th}

i = 1,….., a (a = จำนวนพันธุ์)

j = 1,….., b (b = ระดับน้ำ)

k = 1,….., r (r = จำนวนซ้ำ)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

A_i = อิทธิพลของพันธุ์ที่ i

B_j = อิทธิพลของระดับการให้น้ำที่ j

$(AB)_{ij}$ = ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ที่ I และระดับน้ำที่ j

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกต Y_{ijk} อย่างสุ่ม

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแฟกทอเรียล 2 ปัจจัยในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์

	Source of variation	df	MS	F
	Treatment	ab-1	M_1	
	A	a-1	M_2	M_2 / M_4
	B	b-1	M_3	M_3 / M_4
	AB	(a-1)(b-1)	M_4	M_4 / M_5
	Error	ab(r-1)	M_5	
	Total	abr-1		

หมายเหตุ a = จำนวนพันธุ์
b = ระดับการให้น้ำ
r = จำนวนซ้ำ

2.7 การจัดลำดับโดยใช้ Stress Tolerance Index (STI)

การทดลองใช้ปัจจัยบนพื้นฐานของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ดัชนีความทนทานต่อความเครียด (Stress Tolerance Index : STI) เป็นการจัดความเหมาะสมและความสัมพันธ์ของปัจจัยและเงื่อนไขในการทดลอง โดยผลที่แสดงออกมามีค่าสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยการทดลอง (Mitra, 2001 Mevlut และ Sait 2011). จากการทดลองได้นำค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น เช่น ขนาดของโคนต้น ความสูงต้น และจำนวนใบ เป็นต้น มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วนำผลเฉลี่ยที่ได้มาจัดลำดับโดยใช้ดัชนีความทนทานต่อความเครียด (Stress Tolerance Index : STI) (Fernandez,1992)

$$\mathrm{STI} = \frac{\mathrm{Ys.\,Yp}}{(\mathrm{Yp})^2}$$

เมื่อ Ys = คือค่าเฉลี่ยของการทดลองที่งดให้น้ำ
Yp = คือค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ให้น้ำปกติ

บทที่ 3
ผลและวิจารณ์

1. ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

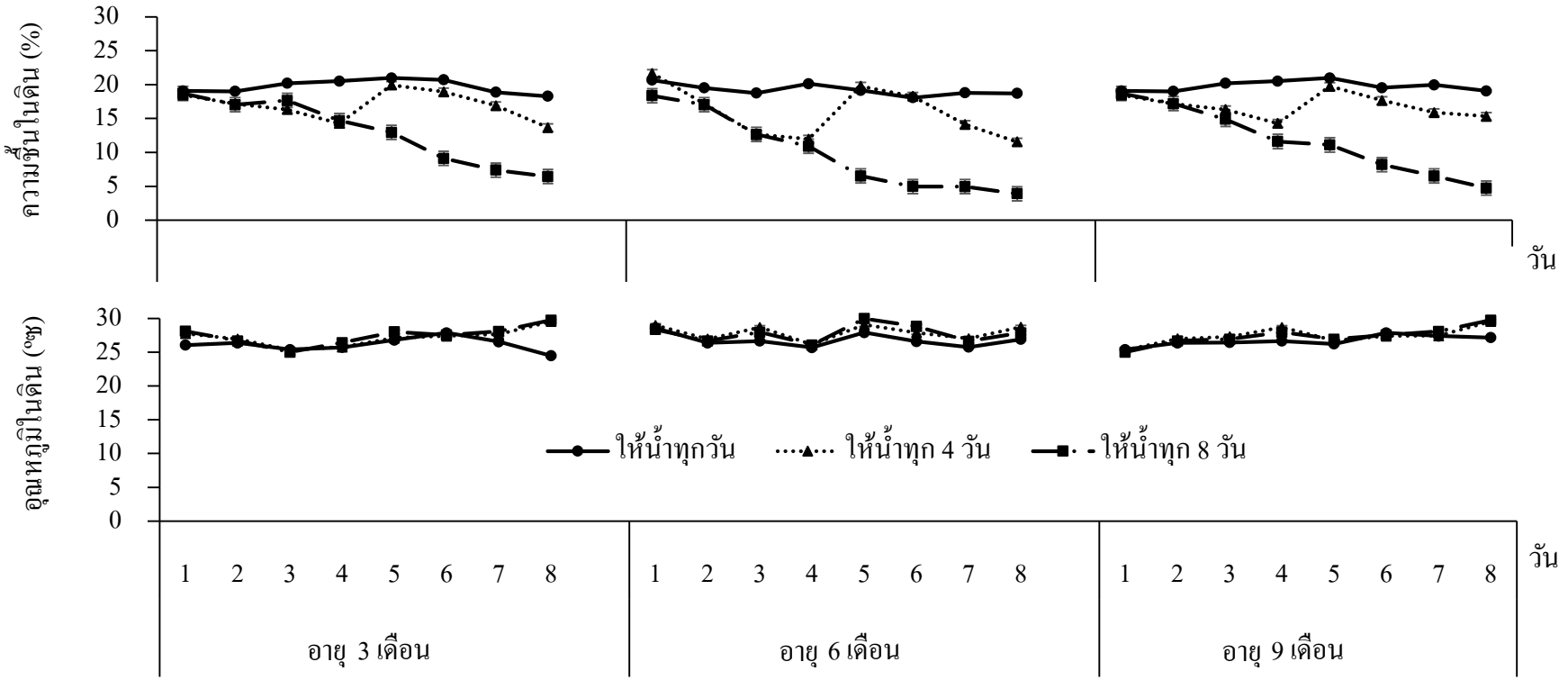
1.1 ความชื้นและอุณหภูมิในดิน

ความชื้นในดินที่ใช้ในการทดลอง ที่ระดับลึก 10 เซนติเมตร ของชุดทดลองที่มีการให้น้ำทุกวัน ทั้งในช่วง 3 6 และ 9 เดือน มีค่าเฉลี่ยคงที่โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ การทดลองที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน จะมีความชื้นลดลงจาก 21 เปอร์เซ็นต์ จนถึงระดับต่ำสุดที่ประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ และจะมีความชื้นในดินเพิ่มขึ้นกลับมาปกติหลังจากได้รับน้ำกลับคืน เช่นเดียวกันกับการทดลองที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน จะมีความชื้นลดลงจาก 18 เปอร์เซ็นต์ จนถึงระดับต่ำสุดที่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์จนครบกำหนดการให้น้ำในรอบถัดไปก็จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นกลับมาปกติ ซึ่งต้นกล้าทั้ง 3 ระยะ ที่มีการให้น้ำทุกวันมีอุณหภูมิในดินเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส ส่วนต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 4 และ 8 วันมีอุณหภูมิในดินเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2)

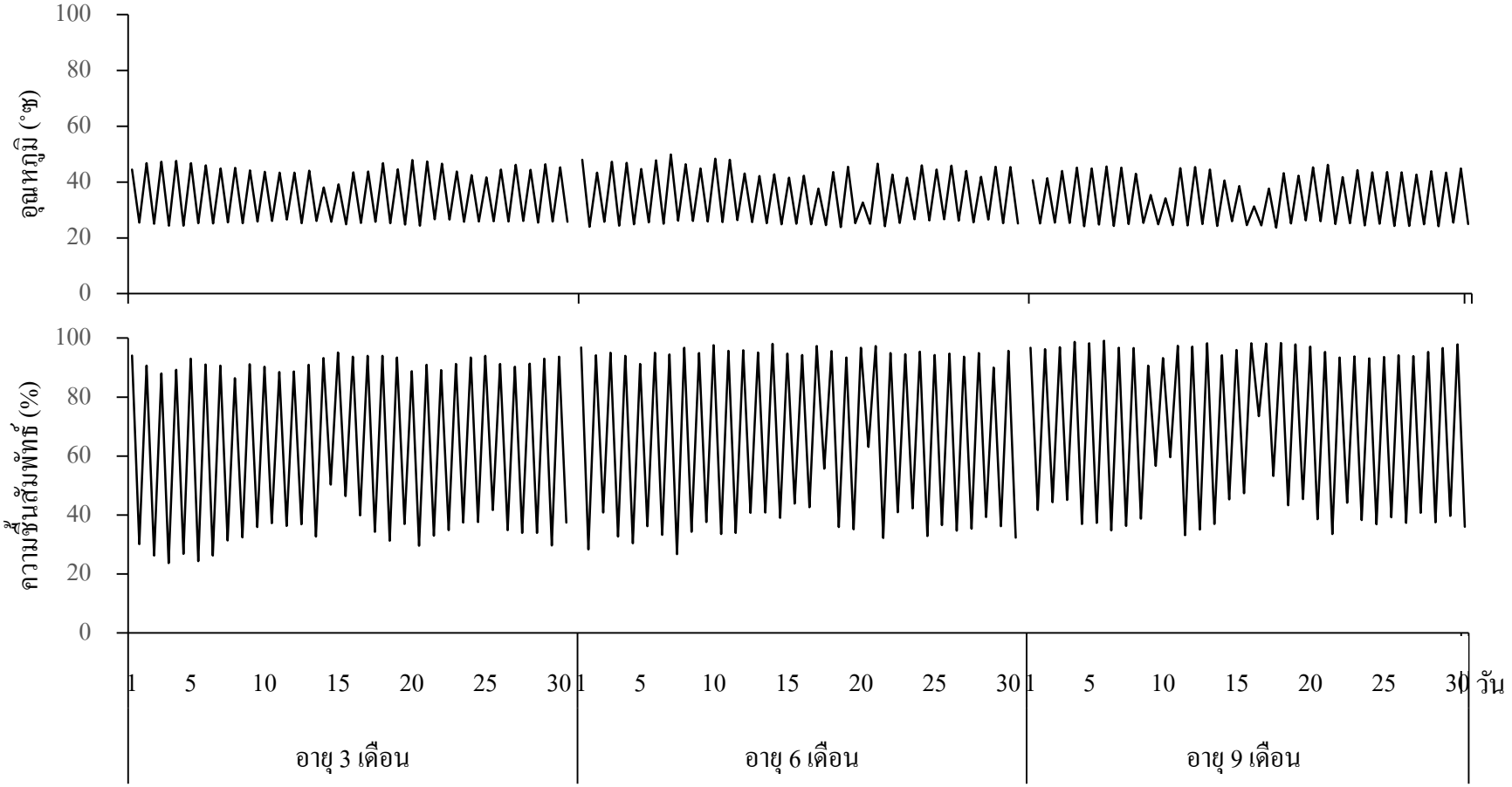
1.2 ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในโรงเรือน

ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในโรงเรือนที่มีต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะ 3 6 และ 9 เดือน มีความสัมพันธ์ในรูปแบบตรงกันข้ามคือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนสูงจะมีอุณหภูมิต่ำ และในทางกลับกันเมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนเริ่มสูงขึ้นจะมีความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดจะเกิดขึ้นเวลาเที่ยงวัน และเป็นเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำที่สุด โดยในช่วงเดือนที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด คือ 47.9 และ 24.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุด คือ 95.1 และ 23.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในช่วงเดือนที่ 6 จะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด คือ 49.9 และ 23.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีค่าค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุด คือ 98 และ 26.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในช่วงเดือนที่ 9 จะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด คือ 46.2 และ 23.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีค่าค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุด คือ 99.1 และ 33.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3) จากอุณหภูมิและความชื้นที่เพิ่มขึ้นและลดลงส่งผลต่อการเปิดปิดปากใบของปาล์มน้ำมันที่ได้รับการให้น้ำทุก 8 วัน เจริญเติบโตช้ากว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุกวัน เนื่องจากปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีความสำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน (เกริกชัย, 2554) ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันชอบอากาศ

แบบชุ่มชื่น ซึ่งควรมีความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีเฉลี่ยสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจะทำให้การเจริญเติบโตเป็นปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Henson (1991) ที่รายงานว่า ปากใบปาล์มน้ำมันจะปิดเมื่อความชื้นในบรรยากาศอิ่มตัว และสภาพที่มีแสงแดดจัด มีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ต่อมา Hanson และคณะ (2005) ได้ศึกษาสภาพความเครียดต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ สภาวะขาดน้ำ สภาวะน้ำท่วม ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิสูง พบว่าความเครียดด้านต่างๆ มีผลที่สัมพันธ์กัน โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อการตอบสนองของความชื้นในดิน และผลกระทบจะลดน้อยลงเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น (Roslan and Haniff, 2007)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิในดิน ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ระหว่างการทดลองการให้น้ำ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 6 และ 9 เดือน



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน ระหว่างการทดลองการให้น้ำ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 6 และ 9 เดือน

2. การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ลักษณะต่างๆ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการบันทึกการเจริญเติบโตแบบไม่ทำลายต้นจำนวน 6 ลักษณะ (ตารางที่ 3) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 8 คู่ผสม เป็นเวลา 9 เดือน และวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะต่างๆ พบว่า จำนวนใบรูปหอก จำนวนใบรูปสองแฉก จำนวนใบรูปขนนก และความยาวทางใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพันธุ์ ในขณะที่ขนาดโคนต้น และความสูงต้น ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำที่ระดับต่างกันนั่นคือ การให้น้ำทุกวัน การให้น้ำทุก 4 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน ทำให้จำนวนใบรูปขนนก ขนาดโคนต้น ความสูงต้น และความยาวทางใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบรูปหอกและจำนวนใบรูปสองแฉก เมื่อพิจารณาความแตกต่างปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับการให้น้ำ พบว่า จำนวนใบรูปหอก จำนวนใบรูปขนนก ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์กับการให้น้ำ แต่จำนวนใบรูปสองแฉก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ของการเจริญเติบโตแบบทำลายต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จำนวน 9 ลักษณะ (ตารางที่ 4) ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวมทั้งต้น น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น พบว่า พื้นที่ใบและน้ำหนักสดรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพันธุ์ ในขณะที่ระดับการให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 9 ลักษณะ และไม่พบความแตกต่างของปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับการให้น้ำในทุกลักษณะ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทำลายต้น

ลักษณะที่ศึกษา	Mean square				
	Progeny	Irrigation regimes	Var × Irr	Error	CV (%)
จำนวนใบรูปหอก (ใบ)	4.26**	1.55^{ns}	0.61^{ns}	0.47	17.99
จำนวนใบรูปสองแฉก (ใบ)	4.25**	1.05^{ns}	2.84*	1.16	24.30
จำนวนใบรูปขนนก (ใบ)	4.64*	173**	2.32^{ns}	1.62	18.76
ขนาดโคนต้น (ซม)	10.9^{ns}	3392.19**	48.32^{ns}	32.64	11.49
ความสูงต้น (ซม)	23.93^{ns}	528.79**	12.41^{ns}	11.75	13.2
ความยาวทางใบ (ซม)	199.64**	13092.54**	65.44^{ns}	61.12	6.76

*,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตแบบทำลายต้น

ลักษณะที่ศึกษา	Mean square				
	Progeny	Irrigation regimes	Var × Irr	Error	CV (%)
พื้นที่ใบ (ตรซม)	1702611**	9774828**	1275288^{ns}	482270	13.00
น้ำหนักสดใบ (กรัม)	2918.65^{ns}	320344.24**	1580.57^{ns}	2791.16	22.07
น้ำหนักสดลำต้น (กรัม)	3670.31^{ns}	277220**	1740.22^{ns}	2101.91	22.12
น้ำหนักสดราก (กรัม)	11355.99	267571**	7217.12^{ns}	4037.93	32.76
น้ำหนักสดรวมทั้งต้น (กรัม)	821.32^{ns}	287851.18**	2491.5^{ns}	2085.48	21.39
น้ำหนักแห้งใบ (กรัม)	218.65^{ns}	21051.8**	105.25^{ns}	98.81	15.55
น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	439.82^{ns}	27126**	302.5^{ns}	344.82	30.02
น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	292.52^{ns}	6935.75**	200.75^{ns}	394.81	31.00
น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น (กรัม)	279.6^{ns}	16855.58**	108.35^{ns}	205.08	26.09

*,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.2 การพัฒนาของใบปาล์ม

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปหอก ใบรูปสองแฉก และใบรูปขนนกต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ และมีอายุ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 5) พบว่า ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 96 มีจำนวนใบรูปหอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.67 ใบ/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 106 128 208 220 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 206 และ 206-1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.56 3.56 และ 3.44 ใบ/ต้น ตามลำดับ ระดับการให้น้ำมีผลต่อจำนวนใบรูปหอก โดยทรีตเมนต์ที่มีการให้น้ำทุกวันมีจำนวนใบรูปหอกเฉลี่ย 4.08 ใบ/ต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่มีการให้น้ำทุก 4 วันโดยการให้น้ำทุก 4 วันมีจำนวนใบรูปหอกเฉลี่ย 4.04 ใบ/ต้น แต่การให้น้ำทุก 8 วัน ทำให้จำนวนใบรูปหอกน้อยลงนั่นคือมีค่าเฉลี่ย 3.33 ใบ/ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและให้น้ำทุก 4 วันสำหรับต้นกล้าในเดือนที่ 6 ที่มีการพัฒนาของใบรูปสองแฉกจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนใบรูปสองแฉก พบว่า คู่ผสมที่ 210 มีจำนวนใบรูปสองแฉกเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.67 ใบ/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 106 128 206 208 และ 206-1 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 220 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.22 ใบ/ต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน มีจำนวนใบสองแฉกเฉลี่ย 3.79 4.67 และ 4.42 ใบ/ต้น ตามลำดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ต้นกล้าในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 106 มีจำนวนใบรูปขนนกเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.00 ใบ/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 128 206 208 220 206-1 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 6.11 ใบ/ต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มี การให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการให้น้ำทุก 4 วัน และ ให้น้ำทุก 8 วัน ส่งผลให้จำนวนใบรูปขนนกลดลง และการให้น้ำทุก 8 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำสุด 4.44 ใบ/ต้นพิจารณาปฏิกิริยาระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากความสัมพันธ์ของอุณหภูมิทรงพุ่มกับอุณหภูมิ มีผลต่อการระเหยของน้ำ การตอบสนองของความชื้นในดินและส่งผลต่ออัตราการเกิดใบหอก ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าต้นปาล์มน้ำมันขาดน้ำ และเป็นไปตามผลการทดลองเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับสภาพขาดน้ำจะมีการพัฒนาใบใหม่ช้าลงกว่าต้นปาล์มน้ำมันที่ไดรับน้ำปกติ (Hanson *et al*., 2005)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบรูปหอก ใบรูปสองแฉก และใบรูปขนนกของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ. 1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

ลักษณะ	ใบรูปหอก (อายุ 3 เดือน)				ใบรูปสองแฉก (อายุ 6 เดือน)				ใบรูปขนนก (อายุ 9 เดือน)			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	4.33	5.33	4.33	4.67a	3.00	3.67	4.67	3.78ab	8.00	7.00	3.67	6.22ab
106	4.00	3.67	3.33	3.67ab	2.67	5.00	3.67	3.78ab	10.67	8.00	5.33	8.00a
128	4.00	4.67	4.00	4.22ab	4.00	5.33	3.33	4.22ab	9.33	7.33	4.00	6.89ab
206	4.33	3.33	3.00	3.56b	4.33	3.00	6.00	4.44ab	9.67	7.33	4.00	7.00ab
208	4.67	3.67	2.67	3.67ab	4.00	6.00	4.33	4.78ab	9.67	7.33	4.00	7.00ab
210	3.33	4.00	3.33	3.56b	4.67	6.67	5.67	5.67a	9.33	4.00	5.00	6.11b
220	4.33	4.00	3.00	3.78ab	3.67	3.33	2.67	3.22b	9.67	7.00	6.00	7.56ab
206-1	3.67	3.67	3.00	3.44b	4.00	4.33	5.00	4.44ab	9.33	6.67	3.50	6.50ab
ค่าเฉลี่ย	4.08a	4.04a	3.33b	3.82	3.79	4.67	4.42	4.29	9.46a	6.83b	4.44c	6.91

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.3 ความยาวทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ความยาวทางใบ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ และมีอายุ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 6) พบว่า ความยาวทางใบเพิ่มขึ้นในทุกเดือนโดยในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบสูงสุดคือ 24.44 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมอื่น ซึ่งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วันมีความยาวทางใบมากสุด คือ 24.70 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน และพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 106 มีความยาวทางใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 58 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 128 206 208 210 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 220 และ 206-1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบต่ำสุดคือ 49.56 เซนติเมตร ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบมากสุด คือ 57.54 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 128 มีความยาวทางใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 120.44 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 106 206 208 210 206-1 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 220 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบต่ำสุดคือ 107.89 เซนติเมตร ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความยาวทางใบมากสุด คือ 138.79 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วัน และการให้น้ำทุก 8 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 116 และ 92.08 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาความยาวทางใบ พบว่าคู่ผสมที่มีความยาวทางใบมากหรือมีพื้นที่ใบมาก นั่นแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนใบย่อยสูงก็ทำให้มีพื้นที่ใบมากซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญในการการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการสะสมอาหารเพื่อใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต (Jacquemard.,1979)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	23.93	23.30	23.33	23.52	55.67	49.67	51.33	52.22ab	135.00	118.33	95.67	116.33ab
106	23.80	22.47	24.13	23.47	66.67	56.67	50.67	58.00a	146.00	115.00	97.67	119.56ab
128	22.60	26.33	23.40	24.11	59.67	57.00	47.67	54.78ab	149.67	120.00	91.67	120.44a
206	19.60	26.10	23.60	23.10	53.67	53.00	50.33	52.33ab	140.33	126.00	93.67	120.00a
208	21.63	23.60	21.67	22.30	57.33	54.67	47.33	53.11ab	142.33	114.67	95.33	117.44ab
210	19.80	25.00	21.43	22.08	59.00	54.33	43.67	52.33ab	133.67	115.00	89.67	112.78ab
220	23.03	26.53	23.77	24.44	54.67	53.00	45.00	50.89b	124.67	110.33	88.67	107.89b
206-1	24.30	24.23	24.30	24.28	53.67	52.00	43.00	49.56b	138.67	108.67	84.33	110.56ab
ค่าเฉลี่ย	22.34b	24.70a	23.20ab	23.41	57.54a	53.79b	47.38c	52.90	138.79a	116.00b	92.08c	115.63

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.4 พื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การเปรียบเทียบพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับที่ต่างกันในเดือนที่ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 7) พบว่า ในเดือนที่ 3 และ 6 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 8 คู่ผสม โดยในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 154 ตารางเซนติเมตร โดยมีคู่ผสมที่ 96มีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 76.5 ตารางเซนติเมตร สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 1330.33 ตารางเซนติเมตร คู่ผสมที่ 210 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 966.17 ตารางเซนติเมตร และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 790.25 ตารางเซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน และ ให้น้ำทุก 4 วัน แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 106 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 6049.17 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 128 206 208 220 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 และ 210 โดยมีพื้นที่ใบเฉลี่ยคือ 4467.67 และ 4599.83 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ต้นกล้าที่ความยาวทางใบมากส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและพื้นที่ใบยังแสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตทางลำต้น (Corley and Tinker, 2003) และการขาดน้ำในปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะส่งผลให้การพัฒนาของปาล์มน้ำมันช้าลงและมีพื้นที่ใบน้อย (ธีรพงศ์ และคณะ 2547) นอกจากนั้นยังส่งผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งทำให้ปากใบปิด ลดการคายน้ำ และส่งผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง (Hore *et al.*, 1998) การที่ได้รับสภาพแห้งแล้งทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ซึ่งการศึกษาของวิภาวี และคณะ (2556) พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตลดลง ทั้งขนาดโคนต้นและจำนวนพื้นที่ใบ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	76.50	76.50	76.50	76.50	1440.50	1201.50	693.00	1111.67	6207.00	4493.00	2703.00	4467.67b
106	88.00	88.00	88.00	88.00	1666.00	1033.00	935.50	1211.50	10041.50	5255.00	2851.00	6049.17a
128	153.00	153.00	153.00	153.00	1461.00	1068.00	721.50	1083.50	7828.50	5754.00	2643.00	5408.50ab
206	93.00	93.00	93.00	93.00	1031.50	1125.00	860.50	1005.67	7364.00	6282.00	3005.00	5550.33ab
208	121.00	121.00	121.00	121.00	1543.00	1484.00	964.00	1330.33	8333.50	4345.50	2791.00	5156.67ab
210	98.50	98.50	98.50	98.50	1005.50	1120.00	773.00	966.17	7093.50	4134.00	2572.00	4599.83b
220	154.00	154.00	154.00	154.00	1192.00	1146.50	564.50	967.67	6706.00	4406.50	3056.50	4723.00ab
206-1	145.00	145.00	145.00	145.00	1214.50	1502.50	810.00	1175.67	8384.50	4154.00	2992.50	5177.00ab
ค่าเฉลี่ย	116.13	116.13	116.13	116.13	1319.25a	1210.06b	790.25c	1106.52	7744.81a	4853.00b	2826.75c	5141.52

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.5 ขนาดโคนต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขนาดโคนต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ และมีอายุ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 8) พบว่า ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 128 มีค่าเฉลี่ยของขนาดโคนต้นสูงสุดคือ 1.41 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 106 206 208 210 220 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้นต่ำสุดคือ 1 เซนติเมตร ซึ่งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างคู่ผสม ซึ่งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.43 เซนติเมตร และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิตระหว่างคู่ผสม โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วันและการให้น้ำทุก 8 วัน ซึ่งการให้น้ำทุกวันมีขนาดโคนต้นสูงสุดคือ 6.17 เซนติเมตร และการให้น้ำทุก 8 วัน มีขนาดโคนต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.79 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยขนาดโคนต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	1.13	1.09	0.79	1.00b	2.80	3.27	2.36	2.81	5.66	5.07	3.84	4.85
106	1.04	1.19	1.17	1.13ab	2.93	3.13	2.16	2.74	5.75	5.32	3.74	4.94
128	1.18	1.55	1.51	1.41a	3.22	3.63	2.68	3.17	5.89	5.00	4.09	4.99
206	1.11	1.56	1.34	1.34ab	3.34	3.50	2.46	3.10	5.83	5.16	3.70	4.90
208	1.47	1.03	1.30	1.26ab	3.70	3.21	2.09	3.00	6.36	4.72	3.74	4.94
210	1.30	1.11	1.21	1.21ab	3.95	3.20	2.17	3.11	7.04	4.96	3.54	5.18
220	1.40	1.55	1.20	1.38a	3.45	3.29	2.81	3.18	6.84	4.53	3.91	5.09
206-1	1.08	1.31	1.02	1.14ab	3.32	3.68	2.68	3.22	5.98	4.92	3.78	4.89
ค่าเฉลี่ย	1.21	1.30	1.19	1.23	3.34a	3.36a	2.43b	3.04	6.17a	4.96b	3.79c	4.97

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.6 ความสูงต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ความสูงต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ และมีอายุ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 9) พบว่า ในเดือนที่ 3 6 และ 9 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยความสูงต้น ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 8 คู่ผสม ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 128 มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้นสูงสุดคือ 6.77 เซนติเมตร และคู่ผสมที่ 96 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นต่ำสุดคือ 4.70 เซนติเมตร ซึ่งระดับการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 206 มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้นสูงสุดคือ 13.11 เซนติเมตร และคู่ผสมที่ 206-1 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นต่ำสุดคือ 11.56 เซนติเมตร ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำทุก 4 วัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 10.63 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 128 มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้นสูงสุดคือ 27.78 เซนติเมตร และคู่ผสมที่ 220 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นต่ำสุดคือ 22.78 เซนติเมตร ซึ่งต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วันและการให้น้ำทุก 8 วัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.21 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ในความสูงที่เพิ่มขึ้นก็ขึ้นอยู่กับการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวิภาวี และคณะ (2556) ที่ทำการทดลองเกี่ยวกับ การตอบสนองของพันธ์ปาล์มน้ำมันต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า พบว่า ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีระดับการให้น้ำทุกวัน มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงสุด โดยข้อดีของลักษณะความสูงของต้นปาล์มน้ำมันเกี่ยวข้องกับการสร้างทางใบ ซึ่งส่งผลต่อการสร้างดอก และผลผลิตเพิ่มขึ้น (อังคณา, 2552)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความสูงต้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ. จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	4.53	5.90	3.67	4.70	13.67	14.33	9.33	12.44	34.00	23.33	20.33	25.89
106	4.70	7.10	6.93	6.24	13.67	13.00	10.83	12.50	33.00	23.33	24.00	26.78
128	6.43	6.50	7.37	6.77	13.33	11.67	10.50	11.83	35.33	26.67	21.33	27.78
206	4.77	5.10	6.57	5.48	14.33	13.00	12.00	13.11	31.33	25.67	25.67	27.56
208	6.37	5.43	5.63	5.81	13.00	12.00	10.67	11.89	33.00	24.33	22.67	26.67
210	6.67	6.00	6.47	6.38	13.67	14.67	10.33	12.89	29.00	24.67	22.00	25.22
220	6.10	7.17	5.63	6.30	13.00	12.33	11.00	12.11	25.33	23.00	20.00	22.78
206-1	6.37	7.07	5.83	6.42	12.67	11.67	10.33	11.56	28.67	25.00	21.33	25.00
ค่าเฉลี่ย	5.74	6.28	6.01	6.01	13.42a	12.83a	10.63b	12.29	31.21a	24.50b	22.17c	25.96

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.7 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำหนักสดรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ และมีอายุ 3 6 และ 9 เดือน (ตารางที่ 10) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 20.74 กรัม ไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 106 128 206 208 210 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 ที่มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 11.39 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 141.14 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ คู่ผสมที่ 128 มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 109.81 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 93.06 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน และ การให้น้ำทุก 4 วัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 812.85 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 128 206 208 220 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 โดยมีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 549.71 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 และการให้น้ำทุก 8 วัน โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1073.40 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 277.94 กรัม และไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ

การพิจารณาน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 11) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 206-1 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.88 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มีคู่ผสมที่ 96 ที่มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.44 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 32.80 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 106 128 206 220 และ206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 โดยมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 22.99 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธ์ โดยมีคู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 199.40 กรัม และคู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 139.11 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 และการให้น้ำทุก 8 วัน โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวัน

มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 265.07 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 70.65 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อปาล์มน้ำมันได้รับสภาพขาดน้ำส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ได้น้อยลงทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองของอังคณา (2551) ที่รายงานว่าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการในแต่ละช่วงอายุ จะส่งผลให้ปาล์มน้ำมันแสดงอาการผิดปกติ และมีผลโดยตรงต่อการผลิตน้ำหนักแห้งของต้นปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	11.39	11.39	11.39	11.39b	137.35	146.77	98.04	127.38	848.10	528.56	281.11	552.59ab
106	14.74	14.74	14.74	14.74ab	162.92	117.22	97.37	125.84	1498.07	617.61	322.89	812.85a
128	18.92	18.92	18.92	18.92ab	147.09	105.10	77.26	109.81	1061.19	691.22	289.96	680.79ab
206	13.89	13.89	13.89	13.89ab	123.38	113.93	108.38	115.23	1059.68	624.30	316.29	666.76ab
208	19.76	19.76	19.76	19.76a	170.52	151.16	101.75	141.14	1131.39	546.04	257.53	644.99ab
210	15.97	15.97	15.97	15.97ab	114.55	120.78	89.20	108.17	971.20	446.85	231.08	549.71b
220	20.74	20.74	20.74	20.74a	138.03	123.02	74.95	112.00	1071.95	520.46	277.89	623.43ab
206-1	19.78	19.78	19.78	19.78a	129.11	149.62	97.57	125.43	945.64	584.52	246.78	592.31ab
ค่าเฉลี่ย	16.90	16.90	16.90	16.90	140.37a	128.45a	93.06b	120.63	1073.40a	569.94b	277.94c	640.43

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	2.44	2.44	2.44	2.44	32.93	31.76	23.19	29.29ab	248.44	141.07	75.04	154.85
106	3.16	3.16	3.16	3.16	38.26	28.74	22.67	29.89ab	342.46	170.09	85.66	199.40
128	3.50	3.50	3.50	3.50	31.48	26.60	18.03	25.37ab	285.55	187.70	67.51	180.25
206	2.99	2.99	2.99	2.99	26.33	24.08	24.06	24.82ab	259.88	175.37	83.42	172.89
208	3.54	3.54	3.54	3.54	37.02	36.54	24.85	32.80a	277.66	159.67	66.75	168.03
210	3.76	3.76	3.76	3.76	22.80	26.15	20.04	22.99b	248.05	114.99	54.30	139.11
220	3.55	3.55	3.55	3.55	30.21	27.79	16.68	24.89ab	211.08	135.78	70.27	139.04
206-1	3.88	3.88	3.88	3.88	28.66	32.88	23.65	28.40ab	247.44	180.67	62.24	163.45
ค่าเฉลี่ย	9.25	7.35	10.21	8.93	30.96a	29.31a	21.64b	27.31	265.07a	158.17b	70.65c	164.63

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.8 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำหนักสดใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 12) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.17 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 106 128 206 208 210 220 และ206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 ที่มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.10 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 60.55 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 96 106 128 206 220 และ206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 ที่มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 43.78 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 36.24 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและให้น้ำทุก 4 วัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธ์ โดยมีคู่ผสมที่ 128 มีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 268.97 กรัม และคู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 208.43 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วันและการให้น้ำทุก 8 วัน โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 390.22 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักสดใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 109.61 กรัม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การพิจารณาน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 13) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.49 กรัมไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 106 128 206 208 210 และ206-1 โดยมีคู่ผสมที่ 96 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.22 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 15.83 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 106 128 220 และ206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 206 และ 210 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยคือ 11.50 และ 11.13 กรัม ตามลำดับ ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 9.47 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยมีคู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 73.11 กรัม และคู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักสดแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 55 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วันและการให้น้ำทุก 8 วัน โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 102.33 กรัม และต้นกล้าที่

มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 30.25 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	3.24	3.24	3.24	3.24b	58.92	52.43	35.39	48.91ab	318.65	217.37	115.49	217.17
106	4.30	4.30	4.30	4.30ab	73.37	45.96	38.27	52.53ab	450.93	228.08	118.12	265.71
128	5.38	5.38	5.38	5.38ab	63.79	44.60	29.13	45.84ab	413.18	284.92	108.82	268.97
206	4.43	4.43	4.43	4.43ab	44.87	49.48	42.41	45.59ab	390.14	242.32	124.68	252.38
208	6.06	6.06	6.06	6.06ab	71.43	69.37	40.87	60.55a	430.09	195.25	101.87	242.40
210	5.05	5.05	5.05	5.05ab	47.65	49.39	34.25	43.76b	359.83	171.20	94.27	208.43
220	6.68	6.68	6.68	6.68a	52.38	52.09	32.31	45.59ab	375.77	193.56	109.99	226.44
206-1	5.77	5.77	5.77	5.77ab	52.02	63.02	37.29	50.77ab	383.16	212.40	103.67	233.07
ค่าเฉลี่ย	5.11	5.11	5.11	5.11	58.05a	53.29a	36.24b	49.19	390.22a	218.14b	109.61c	239.32

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	0.76	0.76	0.76	0.76b	15.27	13.78	9.37	12.81ab	97.95	57.64	31.69	62.43
106	1.08	1.08	1.08	1.08ab	19.38	14.61	9.70	14.56ab	124.79	61.73	32.82	73.11
128	1.15	1.15	1.15	1.15ab	16.01	13.19	7.79	12.33ab	104.20	74.13	29.51	69.28
206	0.96	0.96	0.96	0.96ab	11.57	12.32	10.60	11.50b	98.39	66.71	35.79	66.96
208	1.31	1.31	1.31	1.31ab	18.46	17.96	11.08	15.83a	110.54	53.87	28.72	64.38
210	1.16	1.16	1.16	1.16ab	12.03	12.72	8.64	11.13b	93.20	46.55	25.26	55.00
220	1.49	1.49	1.49	1.49a	13.76	13.70	8.21	11.89ab	87.46	52.94	30.08	56.82
206-1	1.35	1.35	1.35	1.35ab	13.82	16.19	10.39	13.46ab	102.10	59.68	28.14	63.31
ค่าเฉลี่ย	1.16	1.16	1.16	1.16	15.04a	14.31a	9.47b	12.94	102.33a	59.15b	30.25c	63.91

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.9 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำหนักสดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 14) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 220 มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.35 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 128 206 208 210 220 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 และ 106 ที่มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยคือ 2.95 และ 3.23 กรัม โดยปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 42.55 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 96 106 128 206 220 และ 206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 210 ที่มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 30.82 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.42 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 4 วัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยมีคู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 255.28 กรัม และคู่ผสมที่ 96 มีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 175.25 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุก 4 วันและการให้น้ำทุก 8 วัน โดยมีน้ำหนักสดลำต้นเฉลี่ยคือ 349.96 181.66 และ 90.17 กรัม ตามลำดับ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การพิจารณาน้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 15) ในเดือนที่ 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยคู่ผสมที่ 206-1 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.12 กรัม และมีคู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.79 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 คู่ผสมที่ 208 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 10.23 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 96 106 128 206 และ 210 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 220 และ 206-1 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยคือ 6.69 และ 8.32 กรัม ตามลำดับ ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 6.34 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับการให้น้ำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ ซึ่งมีคู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 76.01 กรัม ส่วนคู่ผสมที่ 220 มีน้ำหนักสดแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 48.90 กรัม และระดับการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 105.90 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 24.34 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	2.95	2.95	2.95	2.95b	38.26	41.15	32.72	37.37ab	271.45	167.96	86.33	175.25
106	3.23	3.23	3.23	3.23b	55.12	33.20	31.76	40.02ab	458.71	198.89	108.24	255.28
128	4.08	4.08	4.08	4.08ab	47.33	34.23	22.41	34.65ab	356.29	219.00	95.29	223.52
206	3.68	3.68	3.68	3.68ab	34.82	36.41	35.23	35.49ab	334.59	212.21	94.84	213.88
208	4.28	4.28	4.28	4.28ab	49.83	43.66	34.15	42.55a	358.56	179.42	87.39	208.46
210	4.06	4.06	4.06	4.06ab	33.68	34.25	24.53	30.82b	340.59	139.39	79.10	186.36
220	5.35	5.35	5.35	5.35a	40.69	35.14	20.45	32.09ab	352.28	154.61	90.89	199.26
206-1	4.43	4.43	4.43	4.43ab	41.01	46.32	26.13	37.82ab	325.08	181.85	79.28	195.40
ค่าเฉลี่ย	4.00	4.00	4.00	4.00	42.59a	38.04a	28.42b	36.35	349.69a	181.66b	90.17c	207.17

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	0.79	0.79	0.79	0.79	7.79	9.09	6.83	7.90abc	103.63	45.22	23.34	57.39
106	0.95	0.95	0.95	0.95	12.12	7.86	7.79	9.25ab	139.14	58.23	30.66	76.01
128	0.90	0.90	0.90	0.90	8.87	7.70	5.04	7.20abc	125.46	66.15	23.20	71.60
206	0.95	0.95	0.95	0.95	6.86	7.66	7.33	7.28abc	87.72	71.51	27.32	62.18
208	0.91	0.91	0.91	0.91	9.99	12.68	8.03	10.23a	99.33	58.51	25.10	60.98
210	0.99	0.99	0.99	0.99	5.71	6.82	5.55	6.02c	110.07	41.38	18.08	56.51
220	0.75	0.75	0.75	0.75	8.75	8.12	4.01	6.96bc	77.20	43.43	26.08	48.90
206-1	1.12	1.12	1.12	1.12	8.93	9.88	6.16	8.32abc	104.66	57.82	20.93	61.14
ค่าเฉลี่ย	0.92	0.92	0.92	0.92	8.63a	8.72a	6.34b	7.90	105.90a	55.28b	24.34c	61.84

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.10 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

น้ำหนักสดรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 16) ในเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 206-1 มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 9.59 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับคู่ผสมที่ 128 ที่มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยคือ 9.47 กรัม และไม่มีความแตกต่างกับคู่ผสมที่ 208 210 220 และ206-1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 และ 206 ที่มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยคือ 5.20 และ 5.79 กรัม ตามลำดับ โดยปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ มีคู่ผสมที่ 96 มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 41.10 กรัม และคู่ผสมที่ 128 มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 29.32 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.40 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 4 วัน สำหรับปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 291.87 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสมที่ 128 206 208 และ220 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับคู่ผสมที่ 96 210 และ 206-1 ซึ่งคู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 154.92 กรัม และระดับการให้น้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวันมีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 333.49 กรัม และต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 78.16 กรัม และไม่มีความแตกต่างทางสถิติของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำ

การพิจารณาน้ำหนักแห้งรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่ต่างกัน (ตารางที่ 17) ในเดือนที่ 3 6 และเดือนที่ 9 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยเดือนที่ 3 คู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.61 กรัม และคู่ผสมที่ 96 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.90 กรัม สำหรับปัจจัยการให้น้ำและปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 6 มีคู่ผสมที่ 206-1 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.77 กรัม และคู่ผสมที่ 128 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 5.84 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 5.83 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมกับระดับการให้น้ำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในเดือนที่ 9 คู่ผสมที่ 106 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 50.28 กรัม ส่วนคู่ผสมที่ 210 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยต่ำสุดคือ 27.60 กรัม ต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุก 8 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้น้ำทุกวันและการให้น้ำทุก 4 วัน โดยต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวัน มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 56.84 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับการให้น้ำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	5.20	5.20	5.20	5.20b	40.18	53.19	29.94	41.10	258.01	143.23	79.29	160.18b
106	7.27	7.27	7.27	7.27ab	34.44	38.06	27.35	33.28	588.44	190.64	96.54	291.87a
128	9.47	9.47	9.47	9.47a	35.98	26.28	25.72	29.32	291.73	187.30	85.86	188.29ab
206	5.79	5.79	5.79	5.79b	43.69	28.05	30.74	34.16	334.96	169.78	96.78	200.50ab
208	9.43	9.43	9.43	9.43a	49.26	38.14	26.74	38.04	342.75	171.38	68.27	194.13ab
210	6.87	6.87	6.87	6.87ab	33.22	37.14	30.43	33.59	270.78	136.26	57.72	154.92b
220	8.71	8.71	8.71	8.71ab	44.97	35.79	22.19	34.32	343.90	172.30	77.02	197.74ab
206-1	9.59	9.59	9.59	9.59a	36.09	40.29	34.15	36.84	237.41	190.28	63.83	163.84b
ค่าเฉลี่ย	7.78	7.78	7.78	7.78	39.73a	37.12a	28.40b	35.08	333.49a	170.14b	78.16c	193.93

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

อายุ	3 เดือน				6 เดือน				9 เดือน			
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย	ทุกวัน	ทุก 4 วัน	ทุก 8 วัน	ค่าเฉลี่ย
คู่ผสม												
96	0.90	0.90	0.90	0.90	9.88	8.89	6.99	8.59	46.87	38.22	20.02	35.03
106	1.13	1.13	1.13	1.13	6.77	6.28	5.19	6.08	78.54	50.13	22.18	50.28
128	1.45	1.45	1.45	1.45	6.60	5.71	5.21	5.84	55.89	47.42	14.81	39.37
206	1.09	1.09	1.09	1.09	7.90	4.11	6.13	6.04	73.78	37.16	20.31	43.75
208	1.32	1.32	1.32	1.32	8.58	5.91	5.75	6.74	67.79	47.30	12.93	42.67
210	1.61	1.61	1.61	1.61	5.07	6.61	5.86	16.02	44.78	27.07	10.96	27.60
220	1.31	1.31	1.31	1.31	7.70	5.97	4.47	15.99	46.43	39.42	14.12	33.32
206-1	1.41	1.41	1.41	1.41	5.92	6.82	7.11	17.77	40.68	63.17	13.17	39.00
ค่าเฉลี่ย	1.28	1.28	1.28	1.28	7.30a	6.28b	5.83b	10.38	56.84a	43.73a	16.06b	38.88

อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและคอลัมน์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

จากผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ จำนวนใบรูปหอก จำนวนใบรูปสองแฉก จำนวนใบรูปขนนก ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวมทั้งต้น น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น นำผลที่มีความแตกต่างหาค่าเฉลี่ย ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 8 วัน (ตารางที่ 18) และนำมาจัดลำดับโดยการใช้ Stress tolerance index (STI) คือ ดัชนีความทนทานต่อความเครียด ซึ่งมีการนำมาใช้ครั้งแรกโดย Moghaddam และ Hadizadeh (2000) ในการคัดเลือกสายพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ STI เป็นดัชนีชี้วัดความทนทานต่อความเครียดที่พิจารณาถึงการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของสายพันธุ์พืชนั้นๆ ทั้งในสภาวะที่ได้รับปัจจัยต่างๆ เพียงพอ และในสภาวะที่เกิดความเครียด โดยผลของปาล์มน้ำมันทั้ง 8 คู่ผสม ที่มีการจัดลำดับแล้ว พบว่ามีคู่ผสมที่ 96 มีความทนทานต่อความเครียดน้ำได้ดีที่สุด ตามด้วย คู่ผสมที่ 106 128 206 220 208 และ 206-1 ตามลำดับ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตที่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีอายุ 9 เดือน

ลักษณะ	ความยาวทางใบ		ความสูงต้น		ขนาดโคน		จำนวนใบ		พื้นที่ใบ		น้ำหนักแห้งรวม	
ระดับการให้น้ำ	ทุกวัน	ทุก 8 วัน	ทุกวัน	ทุก 8 วัน	ทุกวัน	ทุก 8 วัน	ทุกวัน	ทุก 8 วัน	ทุกวัน	ทุก 8 วัน	ทุกวัน	ทุก 8 วัน
คู่ผสม												
96	134.50	95.50	35.50	20.00	57.11	37.47	7.50	3.50	6207.00	248.44	2703.00	75.04
106	147.00	95.50	34.00	23.50	56.91	37.06	10.50	5.00	10041.50	342.46	2851.00	85.66
128	149.00	91.50	35.00	21.50	58.69	40.78	9.50	4.00	7828.50	285.55	2643.00	67.51
206	144.50	94.50	30.50	26.00	58.22	36.69	10.00	3.00	7364.00	259.88	3005.00	83.42
208	143.00	95.50	33.00	23.00	66.22	37.29	9.50	3.00	8333.50	277.66	2791.00	66.75
210	131.00	88.00	28.50	22.00	71.18	34.98	9.50	3.50	7093.50	248.05	2572.00	54.30
220	126.50	88.50	25.00	19.50	66.82	39.01	10.00	6.00	6706.00	211.08	3056.50	70.27
206-1	139.00	84.00	29.00	21.50	58.18	37.63	9.50	3.00	8384.50	247.44	2992.50	62.24

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความทนทานต่อความเครียดและการจัดลำดับของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำทุกวัน และให้น้ำทุก 8 วัน ที่มีอายุ 9 เดือน

ลักษณะ	จำนวนใบ		ความยาวทางใบ		ขนาดโคน		ความสูงต้น		พื้นที่ใบ		น้ำหนักแห้งรวม			
คู่ผสม	STI	Rank	STI	Rank	STI	Rank	STI	Rank	STI	Rank	STI	Rank	ค่าเฉลี่ย Rank	ลำดับที่
96	0.47	3	0.71	1	0.66	2	0.56	8	0.04	1	0.03	2	2.83	1
106	0.48	2	0.65	6	0.65	3	0.69	6	0.03	3	0.03	1	3.50	2
128	0.42	4	0.61	7	0.69	1	0.61	7	0.04	2	0.03	3	4.00	4
206	0.30	7	0.65	5	0.63	5	0.85	1	0.04	4	0.03	2	4.00	4
208	0.32	6	0.67	4	0.56	7	0.70	5	0.03	5	0.02	4	5.17	6
210	0.37	5	0.67	3	0.49	8	0.77	3	0.03	4	0.02	6	4.83	5
220	0.60	1	0.70	2	0.58	6	0.78	2	0.03	6	0.02	5	3.67	3
206-1	0.32	6	0.60	8	0.65	4	0.74	4	0.03	7	0.02	6	5.83	7

STI คือ ดัชนีความทนทานต่อความเครียด (stress tolerance index) และRank คือ การจัดลำดับ

3. ลักษณะทางสรีรวิทยา

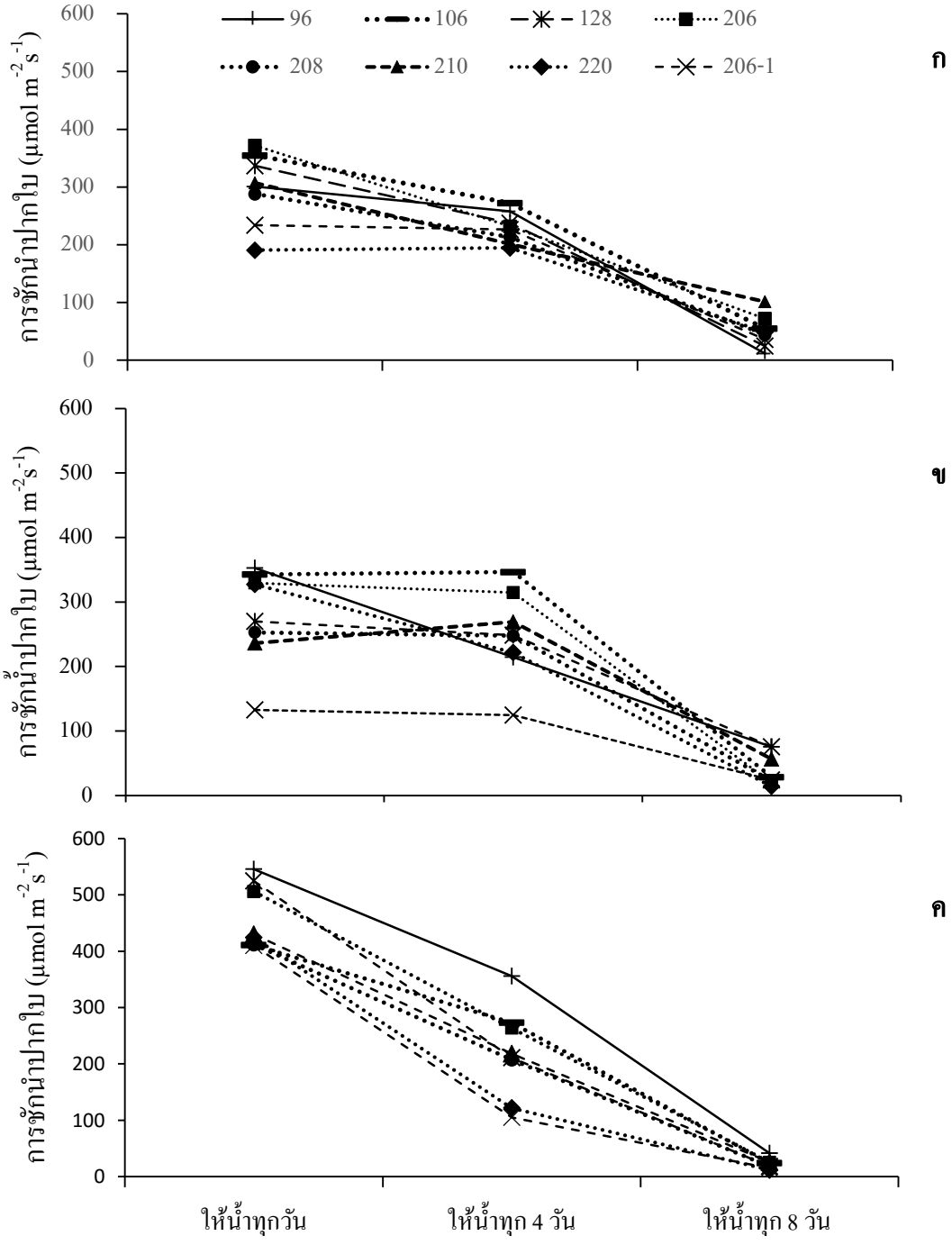
3.1 การชักนำปากใบ

สภาวะขาดน้ำมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช เช่น การม้วนของใบและปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ในขณะเดียวกันก็จะส่งผลต่อกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง (Ludwig and Matthews, 1993) การลดขนาดของพื้นที่ใบ (Farooq *et al*., 2009) ค่าการชักนำปากใบบอกถึงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง ซึ่งในขณะที่พืชเปิดปากใบจะมีการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปสู่ผิวใบเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำหรือได้รับน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการเป็นเวลานาน ส่งผลให้พืชเกิดการปรับตัว การชักนำปากใบมีค่าลดลง จากการพิจารณาค่าการชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 3 6 และ 9 พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันทุกคู่ผสมมีค่าการชักนำปากใบที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างระดับการให้น้ำแตกต่างกัน พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุกวันมีค่าการชักนำปากใบสูงสุด และค่าการชักนำปากใบลดต่ำลง ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทุก 4 วัน และมีค่าการชักนำปากใบต่ำสุดในการให้น้ำทุก 8 วัน โดยในเดือนที่ 6 และ 9 ค่าการชักนำปากใบทั้ง 3 ระดับการให้น้ำมีค่าลดลงเช่นกัน (ภาพที่ 4) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับการงดน้ำ มีการปิดปากใบ ทำให้มีค่าชักนำปากใบลดต่ำลงกว่าต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวัน สอดคล้องกับการทดลองของ Haniff (2006) ที่รายงานว่าปาล์มน้ำมันที่มีการตัดใบออกจากต้น ซึ่งเปรียบได้กับใบพืชที่ขาดน้ำ จะเกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่างๆ รวมถึงการปิดปากใบ

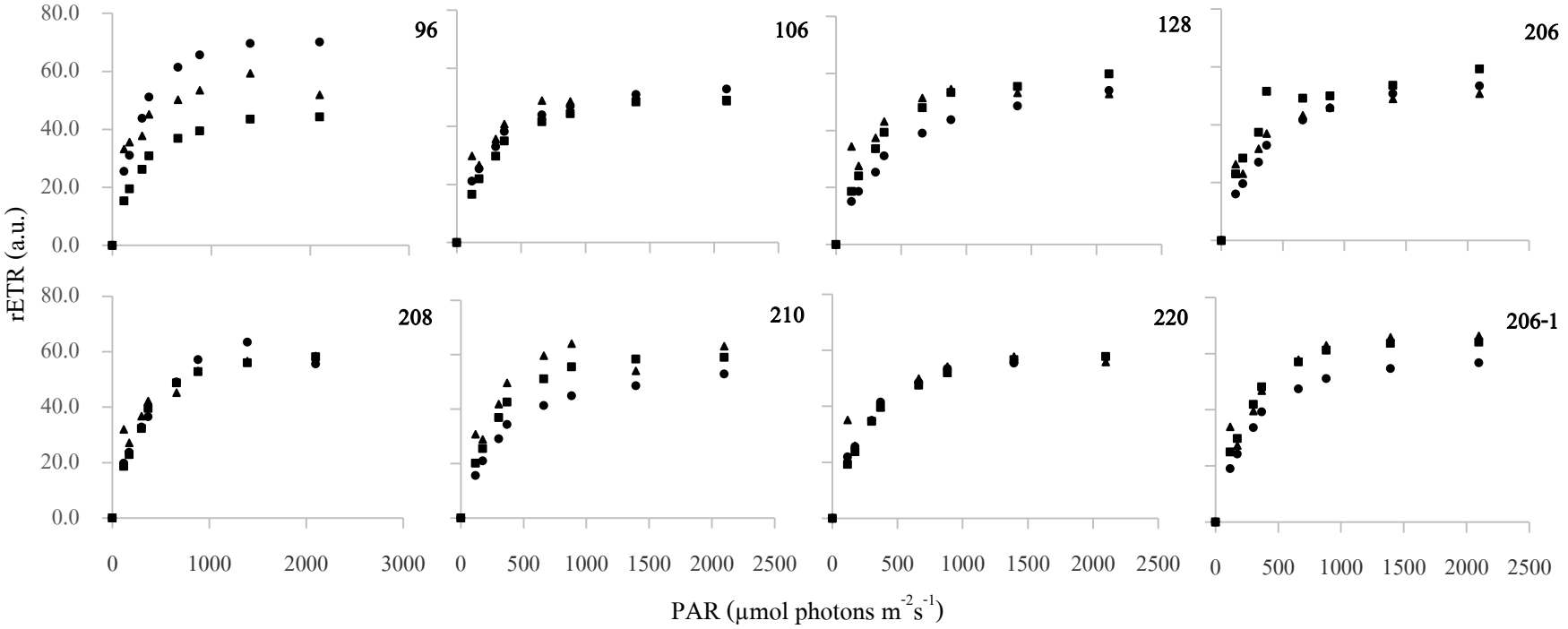
3.2 อัตราการสังเคราะห์แสง

พลังงานแสงส่องกระทบใบพืชจะมีการถ่ายเทพลังงานได้หลายวิธี วิธีหลัก คือ การใช้พลังงานแสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง พลังงานส่วนเกินจะระบายไปเป็นคลื่นความร้อน และแผ่เป็นรังสีฟลูออเรสเซนซ์ การวัดรังสีฟลูออเรสเซนซ์ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ (สุนทรี และคณะ 2543) น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของพืช การใช้แสงของระบบแสงสองของพืชจึงนำมาใช้เพื่อสร้างความเข้าใจในกลไกการปรับตัวของกระบวนการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาพการขาดน้ำโดยการให้น้ำที่แตกต่างกัน ปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน ผลการทดลอง พบว่า การทดสอบระดับความเข้มของแสงที่ต่างกันในทุกระดับการให้น้ำ ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ช่วงอายุไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 5, ภาพที่ 6, ภาพที่ 7) ส่วนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือนและ 6 เดือน (ภาพที่ 8) มีประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองของปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทุก 4 วันมีค่าใกล้เคียงกับปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำทุกวัน ในทางตรงกันข้ามต้นที่มีการให้น้ำทุก 8 วันมีประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองลดลง ในเดือนที่ 9 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง

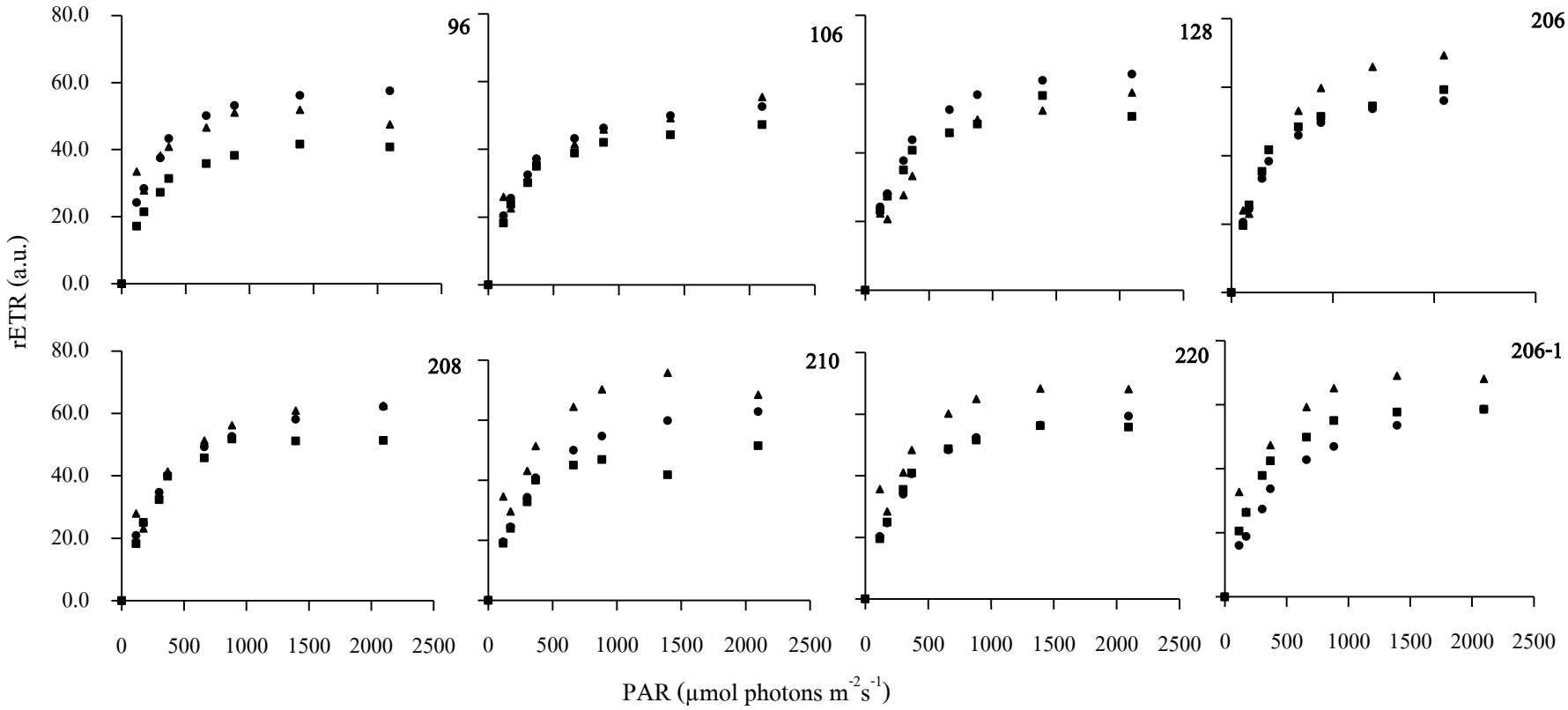
สองของปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับค่าที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองของทุกระดับการให้น้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ Rungwattana และคณะ (2012) ที่ทดสอบการการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบคาลาเธียภายใต้สภาพการขาดน้ำระยะสั้น พบว่า ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองไม่ได้รับผลกระทบจากสภาพการขาดน้ำ ค่าที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองของทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



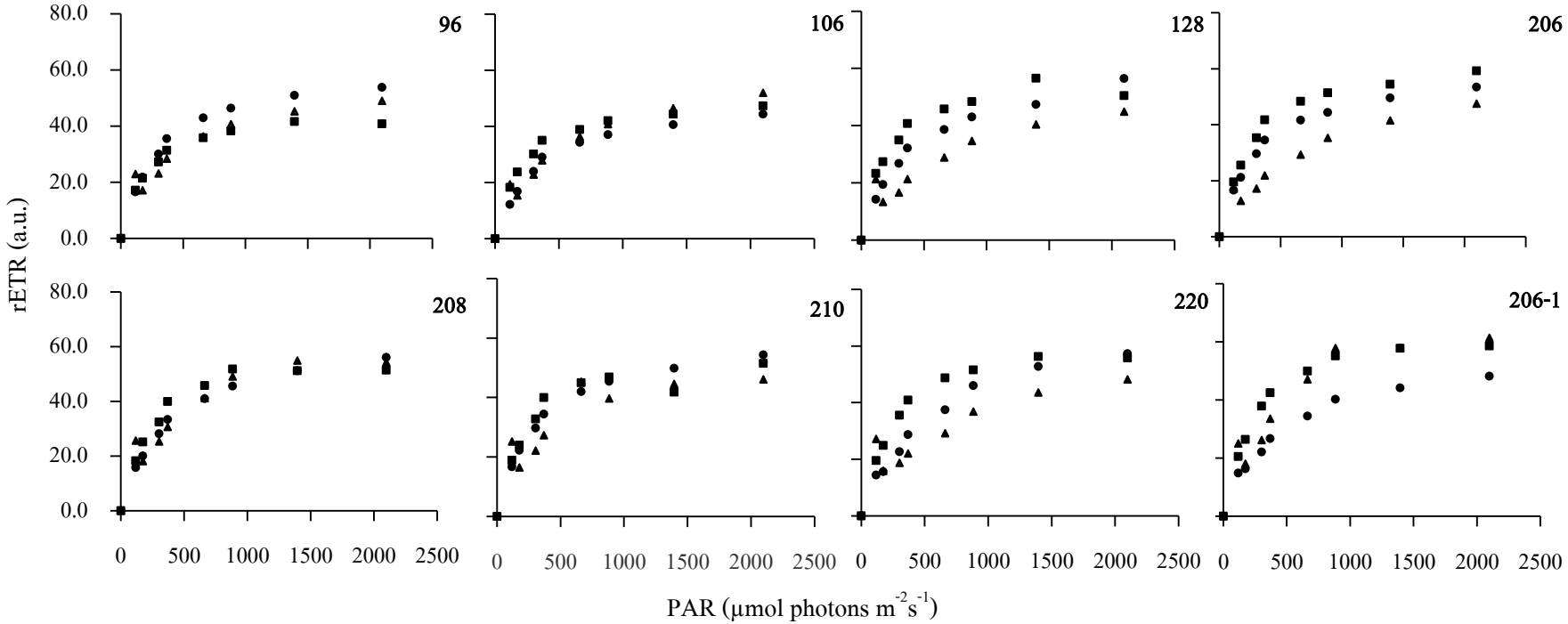
ภาพที่ 4 การชักนำปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 8 คู่ผสม และมีระยะการให้น้ำ 3 ระยะ คือ ให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน (ก) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (ข) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (ค)ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน



ภาพที่ 5 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุกวัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■)



ภาพที่ 6 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุก 4 วัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■)



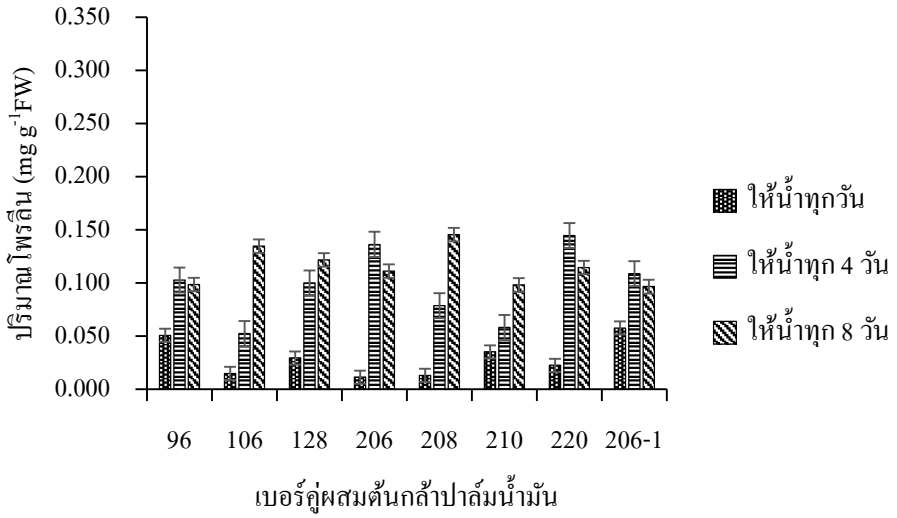
ภาพที่ 7 ระดับความเข้มแสงของการให้น้ำทุก 8 วัน โดยมี 8 คู่ผสม ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน (▲) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน (●) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 9 เดือน (■)

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ที่มีอายุ 3 6 และ 9 เดือน

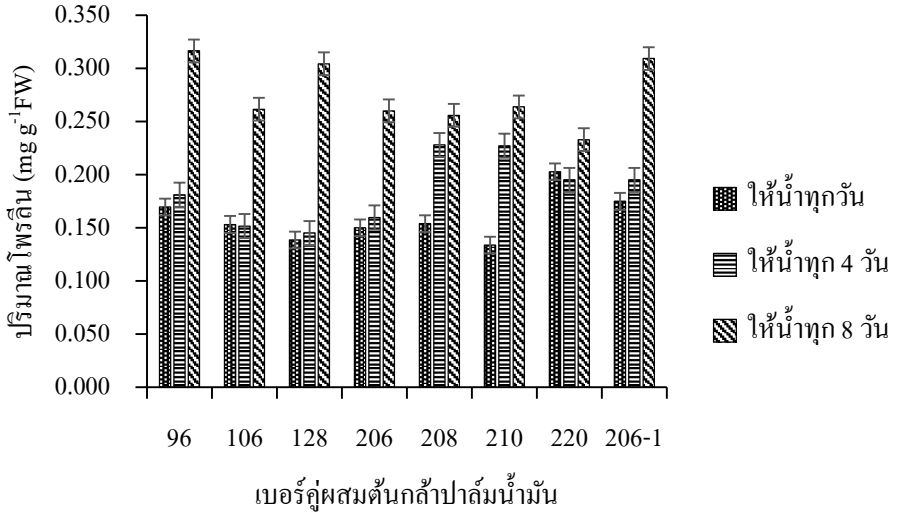
		3 เดือน		6 เดือน		9 เดือน	
ระดับการให้น้ำ	คู่ผสม	ETR max	Fv/Fm	ETR max	Fv/Fm	ETR max	Fv/Fm
ให้น้ำทุกวัน	96	53.247±5.2706	0.706	66.632±2.4607	0.744	38.348±1.5678	0.753
	106	51.668±2.5635	0.712	43.191±1.6637	0.766	44.014±1.5715	0.753
	128	55.076±4.4675	0.728	39.845±1.9674	0.756	50.629±1.7060	0.779
	206	43.855±1.8376	0.741	45.167±2.4867	0.751	48.240±4.8015	0.776
	208	46.146±3.1961	0.734	84.423±23.3884	0.761	53.970±2.7728	0.770
	210	65.081±8.4658	0.758	41.901±1.0199	0.749	56.808±1.6619	0.792
	220	52.533±6.5146	0.753	51.120±2.6429	0.761	51.117±1.9133	0.780
	206-1	64.291±4.914	0.802	50.066±1.4221	0.728	61.312±2.2316	0.786
ให้น้ำทุก 4 วัน	96	51.200±3.9052	0.753	50.329±2.0132	0.713	36.782±1.7403	0.758
	106	39.452±2.0603	0.718	41.899±1.3666	0.758	38.082±1.0752	0.769
	128	49.374±3.8667	0.652	53.656±2.7345	0.762	48.450±4.5802	0.780
	206	63.898±3.1155	0.689	46.391±1.8541	0.760	48.174±1.4049	0.788
	208	57.441±4.0076	0.727	48.877±1.7695	0.750	53.129±3.5473	0.771
	210	88.050±9.5994	0.756	53.052±1.9584	0.736	43.813±4.3469	0.783
	220	66.949±5.6041	0.773	50.031±2.0295	0.745	52.695±1.8463	0.774
	206-1	71.643±7.2756	0.787	44.772±2.5350	0.691	54.332±1.6350	0.786
ให้น้ำทุก 8 วัน	96	36.354±4.1105	0.688	44.412±1.3116	0.672	35.668±1.2128	0.751
	106	37.494±2.9311	0.733	35.009±1.4328	0.709	29.736±0.9745	0.730
	128	28.286±5.7604	0.675	36.021±1.1706	0.706	40.436±2.5310	0.733
	206	30.608±4.4552	0.681	41.131±1.0909	0.696	40.742±1.9318	0.784
	208	53.594±12.6777	0.689	41.313±1.4111	0.682	54.550±2.5972	0.773
	210	45.926±13.4507	0.721	41.210±0.9217	0.726	52.118±3.0662	0.765
	220	25.059±4.7005	0.651	48.124±7.3832	0.714	39.586±4.4175	0.715
	206-1	72.417±24.4598	0.712	36.966±3.5018	0.725	51.192±1.8828	0.774

4. การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

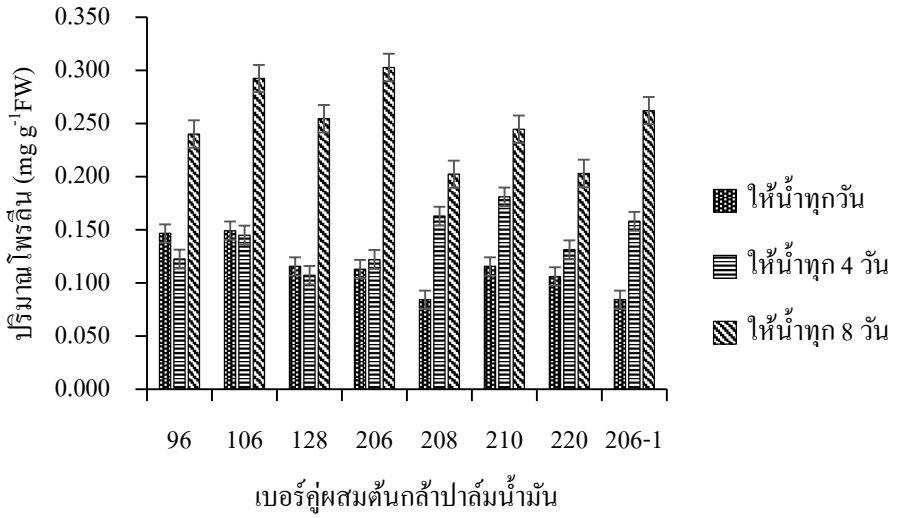
การสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันขาดน้ำในระยะเวลาที่นานขึ้น ต้นกล้าที่อายุ 3 เดือน มีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น โดยต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 4 วัน และทุก 8 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นกล้าที่มีการให้น้ำทุกวัน โดยปริมาณโพรลีนจะสะสมสูงสุดเฉลี่ย 0.115 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 8 วัน มีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงสุดในคู่ผสมที่ 208 รองลงมาคือ คู่ผสมที่ 106 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.145 mg g^{-1} FW และ 0.315 mg g^{-1} FW ส่วนปริมาณโพรลีนสะสมต่ำสุดเฉลี่ย 0.029 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุกวัน สำหรับคู่ผสมของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมและระดับการให้น้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 8) ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่อายุ 6 เดือน มีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 8 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุกวัน และทุก 4 วัน ซึ่งปริมาณโพรลีนถูกสะสมสูงสุดเฉลี่ย 0.275 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 8 วัน ซึ่งมีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงสุดในคู่ผสมที่ 96 รองลงมาคือ คู่ผสมที่ 206-1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.316 mg g^{-1} FW และ 0.309 mg g^{-1} FW ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพรลีนสะสมต่ำสุดเฉลี่ย 0.159 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุกวัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมและระดับการให้น้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 9) ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่อายุ 9 มีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 8 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุกวัน และทุก 4 วัน ซึ่งมีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงสุดเฉลี่ย 0.250 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุก 8 วัน ซึ่งมีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงสุดในคู่ผสมที่ 206 รองลงมาคือ คู่ผสมที่ 106 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.303 mg g^{-1} FW และ 0.292 mg g^{-1} FW ตามลำดับส่วนการสะสมปริมาณโพรลีนต่ำสุดเฉลี่ย 0.114 mg g^{-1} FW ในต้นกล้าที่ได้รับน้ำทุกวัน สำหรับคู่ผสมของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคู่ผสมและระดับการให้น้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 10) ซึ่งการตอบสนองต่อสภาพขาดน้ำ คือการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้น (Turkan *et al.*,2005) โดย Cao และคณะ (2011) ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่ำและความแห้งแล้งต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตในกล้าปาล์มน้ำมัน ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและการให้น้ำต่อกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่ากล้าปาล์มน้ำมันที่มีระยะเวลาการขาดน้ำเพิ่มขึ้น มีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกล้าปาล์มน้ำที่ปลูกในสภาพปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Cha-um และ คณะ (2013)



ภาพที่ 8 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 3



ภาพที่ 9 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 6



ภาพที่ 10 การสะสมปริมาณโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 จำนวน 8 คู่ผสม ที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในเดือนที่ 9

บทที่ 4
สรุป

การให้น้ำทุกวันแก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมต่างๆ มีผลทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองทางการเจริญเติบโตได้แก่ จำนวนใบรูปหอก จำนวนใบรูปขนนก ขนาดโคนต้น ความสูงต้น ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวมทั้งต้น น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งสูงกว่าการให้น้ำทุก 4 วัน และ 8 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพันธุ์โดยใช้การจัดลำดับค่า Stress Tolerance Index พบว่า คู่ผสมที่ 96 และ 106 มีค่าสูงสุด นั่นคือ คู่ผสม 96 และ 106 มีการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะปกติและสภาวะขาดน้ำได้ดี ในด้านการตอบสนองทางสรีรวิทยา การให้น้ำทุก 4 วัน และ 8 วัน ส่งผลให้เกิดการปิดปากใบ แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสอง แต่การตอบสนองทางสรีรวิทยาไม่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ชัดเจน เมื่อพิจารณาการสะสมโพรลีนในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จะพบว่าสภาวะขาดน้ำจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างและสะสมโพรลีน โดยการสะสมโพรลีนจะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันในทุกๆ คู่ผสม นั่นคือ เมื่อระดับการขาดน้ำรุนแรงขึ้น จะมีปริมาณโพรลีนที่สะสมสูงขึ้น ความสามารถในการสะสมโพรลีนจะแตกต่างกันในแต่ละคู่ผสม เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าข้อแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ชัดเจนที่สุดคือ การเจริญเติบโต ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าคู่ผสมที่น่าจะมีความสามารถในการทนแล้งมากที่สุด คือ คู่ผสม 96 และ 106

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2550. ฐานข้อมูลปาล์มน้ำมัน. เข้าถึงได้จาก http://ait.nisit.kps.ku.ac.th/dbfieldcrop/maincrop/oilplam/mainoilplam1.htm. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2556

เกริกชัย ธนรักษ์. 2554. การปลูกและดูแลรักษาปาล์มน้ำมัน. ใน การจัดการสวนปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์ม. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 32-40.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา: Neo Point.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะเชิงปริมาณในการปรับปรุงพันธุ์น้ำมัน. หน้า 259-308. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

นวรัตน์ อุดมประเสริฐ และสุวพงษ์ สวัสดิ์พานิชย์. 2539. อิทธิพลของระยะเวลาในการขาดน้ำต่อปริมาณโพรลีนและคุณภาพของหญ้ากินนี. วารสาร เกษตรศาสตร์ 30: 414-418.

นวรัตน์ อุดมประเสริฐ, จันทร์จรี กิจจานนท์, ราเชนทร์ ถิรพร และเอนกนันต์ มาช่วย. 2542. อิทธิพลของสภาวะขาดน้ำในระยะออกช่อดอกตัวผู้ต่อระดับของโพรลีนและกรดแอ็บซิสิค และผลผลิตของข้าวโพด. วารสารเกษตรศาสตร์ 33: 310-316.

นวรัตน์ อุดมประเสริฐ และอมรรัตน์ พรหมบุญ. 2537. การใช้ลักษณะการสะสมปริมาณโพรลีน เนื่องจากสภาวะขาดน้ำบ่งบอกถึงความทนแล้งในข้าวบาร์เล่ย์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 32: 62-71.

ผาสุข กุลละวณิชย์, สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล, สุมณฑา กุลละวณิชย์, สุระเชษฐ์ ชิระมณี และจาตุรงค์ แซ่ลี่. 2528. ปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม. สงขลา : ฝ่ายบริการการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2523. การปลูกปาล์มน้ำมัน ใน ปาล์มน้ำมัน หน้า 60-64. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2547. สถิติ แผนการทดลองและการวิเคราะห์. นครราชสีมา : สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนยีสุรนารี.

วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2549. วิธีการวิจัยทางเกษตร. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิภาวี บุญยะตุลานนท์, ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และสายัณห์ สดุดี. 2556. การตอบสนองของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ต่อการให้น้ำในระยะต้นกล้า วารสาร แก่นเกษตร 41: 111-120.

ศิริพรรณ บรรหาร, อภิพรรณ พุกภักดี และสาวิตร มีจุ้ย. 2555. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของถั่วเหลืองเมื่อปลูกอยู่ในสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำ.วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40: 1149-1164.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาการผลิตพืช. หน้า 13-29. กรุงเทพมหานคร: จามจุรี โปรดักท์.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/main.php?filename=journal_all เข้าถึงเมื่อ 22 ตุลาคม 2557.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์, จินตณา บางจั่น และธาดา ชัยสีหา. 2543. ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบมะม่วงภายใต้สภาพน้ำขัง. น.57-62. ใน รายงานโครงการวิจัยการให้อากาศเพื่อกู้ชีวิตต้นมะม่วง ที่ประสบอุทกภัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

อนวัช สะเดาทอง. 2551. เทคนิคการปลูกปาล์มระบบน้ำหยด. เข้าถึงได้จาก http://www.cpcrop.com/เทคโนโลยีและการเพิ่มประสิทธิภาพทางการเกษตร/abid/259/articleType/ArticleView/article/542/language/en-US/Default.aspx. เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2557

อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอุบลรัตน์ กล่ำศรี. 2550. การตอบสนองของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ. วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ 38: 322-325.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2551. ลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 และการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อังคณา โชติวัฒนศักดิ์. 2552. สหสัมพันธ์ อิทธิพลทางตรง และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในประชากรชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.). วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ 40: 25-34.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง.

Ain-Lhont, F., M. Zunzunnegui, M.C. Diaz Barradas, R. Tirado, A. Clavijio and F. Garcia- Novo. 2000. Comparison of proline accumulation in two Mediterranean shrubs subjected to natural and experimental water deficit. Plant Soil 230: 175-183.

Alang, Z. C., G. F. J. MOIR and L. H. JONES. 1988. Composition, degradation and utilization of endosperm during germination in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) Annals of Botany 61: 261-268.

Andrade, J. L., S. A. Larque and C. L. Ttrejo. 1995. Proline accumulation in leaves of four cultivaris L. with different drought tolerance. Phyton Beunas Aires 57: 149-157.

Bates, L.S., R. P. Waldren and L. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Boggess, S. F., C. R. Stewart, D. Aspinall and L. G. Paleg. 1976. Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. Plant Physiology 58: 398-401.

Bohnert, H. J., D. E. Nelson and R. G. Jensen. 1995. Adaptations to environmental stresses. Plant Cell 7: 1099-1111.

Cao H., S. Cheng-Xu., S. Hong-Bo and L. Xin-Tao. 2011. Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. African Journal of Biotechnology. 10: 2630-2637.

Cao H., S. Cheng-Xu., S. Hong-Bo and L. Xin-Tao. 2011. Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. African Journal of Biotechnology. 10: 2630-2637.

Cha-um, S., N. Yamada, T. Takabe and C. Kirdmanee. 2012. Physio-Biochemical responses of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings to mannitol-and Polyethlene Glycol-Induced Iso-Osmotic stresses. Plant Production Science. 15: 65-72.

Cha-um, S., N. Yamada, T. Takabe and C. Kirdmanee. 2013. Physiological features and growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in response to reduced water-deficit and rewatering. Australian Journal of crop science 7: 432-439.

Chiang, H. H. and A. M. Dandeker. 1995. Regulation of proline accumulation in response to drought and heat stress in cotton. African Crop Science 8: 58-92.

Corley, R. and P. Tinker. 2003. The Oil Plam. Fourth Editon. Oxford: Blackwell Publishing Company.

De Ronde, J. A., W. A. Cress, G. H. Kruger, R. J. Strasser and J. Van Staden. 2004. Photosynthetic response of transgenic soybean plants, containing an Arabidopsis P5CR gene, during heat and drought stress. Journal of Plant Physiology 161: 1211-1224.

Farooq M, A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development 29: 185-212.

Fernandez, G. J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: "Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress". Taiwan, 257-270.

Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of α-amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. Environmental and Experimental Botany 36: 29-38.

Haniff, M. H. 2006. Gas exchange of excised oil plam (*Elaeis guineensis* Jacq.) fronds. Asian Journal of Plant science 5: 9-13.

Hanson, A. D. and W. D. Hitz. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Annual. Review. Plant Physiology 33: 163-203.

Henson, I.E., M.R.M.D. Noor, M.H. Harun, Z. Yahya and S.N.A. Mustakim. 2005. Stress development and its detection in young oil palms in North Kedah, Malaysia. Journal of Oil Palm Research. 17: 11-26.

Hien, D. T., M. Jacobs, G. Angenon, C. Hermans, T. T. Thu, L. V. Son and N. H. Roosens. 2003. Proline accumulation and pyrroline-5-carboxylate synthetase gene properties in three rice cultivars differing in salinity and drought tolerance. Plant Science 165: 1059-1068.

Hore, P. D., W. A. Cress and J. V. Staden. 1998. Dissecting the role of osmolyte accumulation during stress. Plant Cell Environment 21: 535-553.

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

Ludwig, G. and M. A. Matthews. 1993. Reversibility of drought induced chloroplast degradation in maize. Plant Physiological. 102:155.

Mevlut, A., & Sait, Ç. (2011). Evaluation of drought tolerance indices for selection of Turkish oat (Avena sativa L.) landraces under various environmental conditions. Zemdirbyste Agricul, 98 (2),157-166. http://zemdirbyste-agriculture.lzi.lt

Mitra, J. (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Current Sci., 80, 758-762. http://www.ias.ac.in/j_archive/currsci/volindex.html

Moghadam, A. and M. H. Hadizadeh. 2000. Study use of compression stress in drought stress tolerance varieties selection in maize (*Zea mays* L.). Journal. Crop Science. 2: 25-38.

Mohd Roslan, M. N. and H. Mohd Haniff. 2007. Technique for determining water use efficiency (WUE) in oil palm. MPOB Information Series. No. 354.

Oraki, H., F. Parhizkar khajani and M. Aghaalikhana. 2012. Effect of water deficit stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and grain yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. African Journal of Biotechnology. 11: 164-168.

Reddy, A. R., K. V. Chaitanya and M. Vivekanandan. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal Plant Physiology 161:1189-1202.

Rungwattana, K., K. Jutamanee, P. Kasemsap and S. Duangsrisai. 2012. Photosynthesis of Calathea zebrina 'Humilior' leaves under short-term water deficits. Journal Agricultral Science 43: 301-304.

Shinozaki, K. and K. Yamaguchi-Shinozaki. 1997. Gene expression and signal transduction in water-stress response. Plant Physiology 115: 327-334.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie, 1980. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill International Book Co., Inc.

Stewart, C. R. and A. D. Hanson. 1980. Proline accumulation as a metabolic response to water stress. In Adaptation of plants to water and high temperature stress. 173-189.

Turkan, I., M. Bor, F. Ozdemir and H. Koca. 2005. Diferential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought tolerant P. acutifolius Gray and drought sensitive P. vulgaris L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science 168: 223-231.

Turner, P. D. and P. D. Gillbanaks. 1974. Oil Palm Cultivation and Management. Kuala Lumpur: Yau Seng Press.

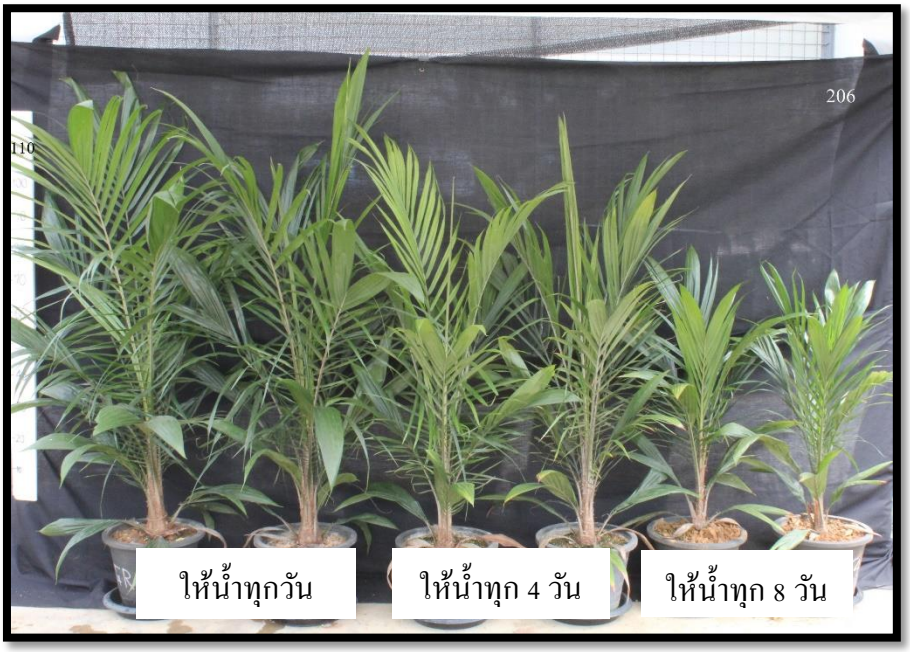
Yi-Zhi, Z and L. Tian. 2000. Changes of proline levels and abscisic acid content in tolerant/sensitive cultivars of soybean under osmotic conditions. Soybean Genetics Newsletter 27 [Online journal].URL http://www.soygenetics.org/articles/sgn 2000-011. htm.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 96 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 2 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 106 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 3 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 128 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน



ภาพผนวกที่ 4 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 206 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 5 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 208 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 6 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 210 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 7 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 220 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 8 สภาพต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 206-1 ที่มีการให้น้ำทุกวัน ให้น้ำทุก 4 วัน และให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 9 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 96 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 10 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 106 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 11 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 128 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 12 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 206 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 13 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 208 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 14 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 210 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 15 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 220 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ภาพผนวกที่ 16 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันคู่ผสมที่ 206-1 ที่ (ก)ให้น้ำทุกวัน (ข)ให้น้ำทุก 4 วัน (ค)ให้น้ำทุก 8 วัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล ว่าที่ร้อยตรีหญิงศาตนันทน์ สุจิตโต

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5610620028

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)	มหาวิทยาลัยทักษิณ	2556

ทุนการศึกษา

ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยวิทยานิพนธ์ สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ศาตนันทน์ สุจิตโต ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และเสาวภา ด้วงปาน. 2559. การเจริญเติบโตและปริมาณโพรลีนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในสภาวะขาดน้ำ. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 4: XX-XX (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)