

10 การให้ร่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดง
(*Cyrtostachys lakka* Becc.) ที่มีอายุต่างกัน

Optimum Shading for Growth and Propagation of Sealing-wax Palm
(*Cyrtostachys lakka* Becc.) of Different Ages

สุทัศน์ ลิมปิยประพันธ์

Suthat Limpiyaprapant

เลขที่: 0K495. P17 643 2539 น. 2
เลขที่:
ปี: ๒๕๓๘ /

Order Key: 89719
BIB Key: 204583
.....

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

๗๑๐ /๖ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์/๖

Master of Science Thesis in Plant Science

Prince of Songkla University


-2539

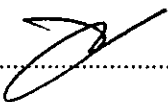
(1)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การให้ร่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดง
(*Cyrtostachys lakka* Becc.) ที่มีอายุต่างกัน


ผู้เขียน นายสุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์
สาขาวิชา พืชศาสตร์

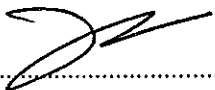
คณะกรรมการที่ปรึกษา

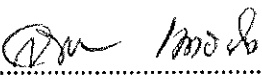

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)

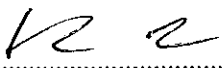

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญจิตร สันติประชา)

คณะกรรมการสอบ

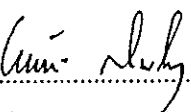

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญจิตร สันติประชา)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมปอง เตชะโต)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์


.....
(ดร. ไพรัตน์ สงวนไทร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การให้ร่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดง

(*Cyrtostachys lakka* Becc.) ที่มีอายุต่างกัน

ผู้เขียน นายสุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

การศึกษาการให้ร่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดง (*Cyrtostachys lakka* Becc.) ที่มีอายุต่างกัน ทำการทดลองที่เรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคม 2538 ถึงเดือนตุลาคม 2538 เป็นเวลา 10 เดือน วางแผนการทดลองแบบ Split-plot ใน randomized complete block โดยจัดการพรางแสงให้ระดับร่มเงาเป็น main-plot มี 3 ระดับคือ 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ และใช้ต้นหมากแดงที่มีอายุต่างกันเป็น sub-plot มี 3 ระดับ คือต้นอายุ 2, 3 และ 4 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า ต้นหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงสุด และต้นหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนหน่อต่อต้นมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงาเดียวกัน เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นหมากแดงมีการปรับตัวต่อระดับร่มเงาที่เพิ่มขึ้นคือ ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความสูงต้นแม่, หน่อที่ 1, หน่อที่ 2, หน่อที่ 3, พื้นที่ใบรวม และอัตราส่วนของต้นต่อรากเพิ่มขึ้น แต่ที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ ใบมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a และความหนาแน่นปากใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด สำหรับการแยกหน่อจากต้นแม่ นำไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด ภายใต้เรือนพลาสติกที่มีระดับร่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24 - 36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน ทำให้หน่อมีชีวิตรอดตาย และสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองแนะนำได้ว่าร่มเงาที่ระดับ 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การให้ระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ในการพรางแสงต้นหมากแดงอายุ 3 ปี และ 4 ปี มีการเจริญเติบโตได้ดีให้หน่อมากเพื่อการขยายพันธุ์

Thesis Title Optimum Shading for Growth and Propagation of Sealing-wax Palm
 (*Cyrtostachys lakka* Becc.) of Different Ages

Author Mr. Suthat Limpiyaprapant

Major Program Plant Science

Academic Year 1996

Abstract

A study of optimum shading for growth and propagation of sealing-wax palm (*Cyrtostachys lakka* Becc.) of different ages was done in a glasshouse, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand for 10 months (January to October 1995). An experiment was arranged as split-plot design in randomized complete block; main-plots were three levels of shading (65, 80 and 90 percent), and sub-plots were three ages of plants (2, 3 and 4 years).

The results showed that 4-year plants under 65 percent of shading exhibited significantly highest growth. Four-year plants under 65 percent of shading exhibited the highest off-shoot; but they were not significantly different from 3-year plants in the same shading. Under 90 percentage of shading; the plants exhibited the highest main-stem and off-shoots, and their total leaf area and shoot-root ratio also increased. However, the content of chlorophyll a and the stomatal density of plants exposed to 80 percentage of shading were the most. When the off-shoots were divided from the main-stem and transplanted to coarse sand medium contained in the plastic bags lying under controlled conditions (more than 90 percent of shading, relative humidity of 90 - 100 percent and temperature of 28 - 36 °C) for 3 months, it was found that the whole of transplanted seedling survived. From the result, it is suggested that 65 percentage of shading is better than the shading levels of 80 and 90 percent for sheltering 3-year and 4-year plants in order to increase growth for propagation.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญจิตร สันติประชา กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมปอง เตชะโต และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต กรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เรือนกระจก ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้เขียนขออ้อมระลึกถึงพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนสถาบันการศึกษาทุกแห่งที่เคยให้การศึกษา และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ที่สำคัญขอขอบคุณ อาจารย์มณฑา, ดช. ภูมิทัศน์ และ ดช. ภิรมภัทร์ ลิ้มปิยะประพันธ์ ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้เขียนมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการรูป	(10)
รายการตารางผนวก	(14)
รายการรูปผนวก	(16)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	10
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	11
3 ผล	20
4 วิจารณ์	66
5 สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	81
ประวัติผู้เขียน	99

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	21
2 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	26
3 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	29
4 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	32
5 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	35
6 ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	38
7 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	41

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
8	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพ ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 44
9	ค่าเฉลี่ยความยาวราก (เมตร) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 47
10	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 51
11	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 53
12	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวม (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 55
13	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนต้นต่อราก ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 57
14	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ (มก.ดม. ²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 59
15	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ (มก.ดม. ²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 61,

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นปากใบ (ช่องต่อตร.มม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพพร้อมเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก 63

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของต้นหมากแดง	3
2	ลักษณะใบหมากแดงแบบหางปลาและใบแบบขนนก ที่ใช้วัดเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ	19
3	ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก ...	22
4	ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	22
5	ความสูงต้นแม่ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6	23
6	ความสูงต้นแม่ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6	24
7	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	27
8	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	27
9	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	30

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
10	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	30
11	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	33
12	ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	33
13	ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	36
14	ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	36
15	ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	39
16	ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	39

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
17	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร 42	42
18	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร 42	42
19	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร 45	45
20	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร 45	45
21	ค่าเฉลี่ยความยาวราก (เมตร) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร .. 47	47
22	ความยาวรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 48	48
23	ความยาวรากของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 49	49
24	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร 51	51

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
25	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	53
26	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวม (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	55
27	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนต้นต่อรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	57
28	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ (มก.ดม. ²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	59
29	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ (มก.ดม. ²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	61
30	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นปากใบ (ช่องต่อตร.มม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก	63
31	ลักษณะตู้ขึ้นที่ใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงปิดทับด้านบน สำหรับปักชำหน่อหมากแดง	64
32	ลักษณะราก ลำต้น และใบของหน่อหมากแดง หลังจากปักชำเป็นเวลา 3 เดือน	65
33	ลักษณะของหน่อหมากแดงที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ หลังจากปักชำเป็นเวลา 3 เดือน	65

รายการตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นแม่ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	81
2	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 1 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	82
3	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 2 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	83
4	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 3 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	84
5	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหน่อของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	85
6	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนทางใบต้นแม่ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	86
7	วิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบรวมของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับ สภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	87
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6	88
9	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นแม่ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6	89
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 1 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6	89
11	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 2 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6	90
12	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 3 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6	90

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
13	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหน่อของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 91
14	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนทางใบต้นแม่ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 91
15	วิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบรวมของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 92
16	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 92
17	วิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 93
18	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนต้นของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 93
19	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 94
20	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งรวมของหมากแดง เมื่ออายุ 6 เดือน 94
21	วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราส่วนต้นต่อรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 95
22	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 ... 95
23	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 .. 96
24	วิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นปากใบของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6 96

รายการรูปผนวก

รูปผนวกที่		หน้า
1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ ของใบแบบหางปลา	97
2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ ของใบแบบขนนก	98

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

พระกระแสน้ำใน ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ทรงจัดตั้งศูนย์รวบรวมพันธุ์พืชเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity center) ในด้านการอนุรักษ์ โดยมุ่งเน้นการใช้พันธุ์ไม้ในท้องถิ่นและพันธุ์ไม้ที่ได้จากแหล่งอื่นๆ ที่มีถิ่นกำเนิดในสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับทางภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อเป็นฐานในแง่เป็นแหล่งพันธุกรรมพันธุ์พืช โดยเฉพาะหมากแดง [sealing-wax palm (*Cyrtostachys lakka* Becc.)] เป็นไม้ประดับวงศ์ปาล์ม (รูปที่ 1) ซึ่งในปัจจุบันนิยมปลูกเลี้ยงเพื่อตกแต่งอาคารสถานที่กันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากหมากแดงมีรูปทรงสวยงาม ลักษณะกาบใบและก้านใบสีแดง เป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่น และได้รับการยกย่องทั่วโลก (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524 ; Krempin, 1993 ; Uhl and Dransfield, 1987 ; Blombery and Rodd, 1982 ; Tomlinson, 1961)

แหล่งพันธุกรรมตามธรรมชาติของหมากแดงแหล่งใหญ่ที่สุดในประเทศไทยคือ บริเวณป่าพรุโต๊ะแดงและป่าพรุบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งในปัจจุบันถูกบุกรุกและทำลายมากขึ้น โดยการโค่นต้นหมากแดงเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ขาย ทำให้จำนวนต้นที่มีอยู่ตามธรรมชาติลดน้อยลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการผลิตต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์มีไม่เพียงพอที่จะผลิตต้นพันธุ์ต่อไปในอนาคต ทั้งนี้เพราะต้นหมากแดงเจริญเติบโตค่อนข้างช้าในช่วงอายุตั้งแต่ต้นกล้าถึงต้นอายุ 4 ปี (สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์, 2534) หมากแดงเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ มีสมบัติในการกักน้ำได้ดี และดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพร่มเงาที่มีแสงน้อย การเจริญเติบโตและพัฒนาโครงสร้างของลำต้นที่สมบูรณ์เพื่อการออกดอกและติดผลได้ต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524) โดยเฉพาะปริมาณแสงที่พืชได้รับในระดับที่แตกต่างกัน ทำให้มีการปรับตัวเพื่อการเจริญเติบโตของต้นแม่และพัฒนาการเกิดหน่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Levitt, 1980) ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่างๆให้รับแสงได้ดีขึ้น เฉพาะอย่างยิ่งในไม้ประดับที่มีลักษณะเนื้อไม้อ่อนและอวบน้ำ เช่น เฟิร์น, เขียวหมื่นปี (*Aglaonema* spp.),

ต้นเชื้อง 2 ชนิด (*Leea coccinia* และ *Leea rubra*) และไทรย้อยใบแหลม (*Ficus benjamina*) ที่สามารถเจริญเติบโตภายใต้สภาวะความเข้มของแสงต่ำภายในอาคารได้ดี (Larson, 1979 ; Sarracino *et al.*, 1992a) จากผลของสภาพร่มเงาที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วยพันธุ์ Grand Nain พบว่า การพัฒนาโครงสร้างของลำต้นและหน่อลดลงเมื่อพืชอยู่ในสภาพหนาแน่น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ซึ่งเกิดจากการบดบังแสงระหว่างต้นและทรงพุ่มภายในต้น (Stover, 1984)

สำหรับการปรับปรุงวิธีการผลิตต้นกล้าหมากแดงที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพ และมีการเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ที่ให้หน่อเพื่อการขยายพันธุ์ได้ โดยมุ่งเน้นเรื่องการตอบสนองของแสงในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นแม่และจำนวนหน่อ (สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์, 2538) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มจำนวนต้นให้มากขึ้นได้เพื่อขยายพันธุ์ด้วยวิธีการแยกหน่อต่อไป (David, 1984) อย่างไรก็ตามข้อมูลทางด้านนี้มีการศึกษากันน้อยมากและไม่สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจน หากได้มีการศึกษาถึงพื้นฐานการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดง ทำให้ทราบข้อมูลทางด้านนี้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการศึกษาร่วมเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดงที่มีอายุต่างกันในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับร่มเงาที่เหมาะสมกับต้นหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่และจำนวนหน่อสำหรับการขยายพันธุ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการศึกษาต่อเนื่องสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้ได้ผลผลิตสูงที่สุด รวมทั้งการนำไปประยุกต์ในการปลูกเลี้ยงและขยายพันธุ์หมากแดงโดยวิธีการแยกหน่อ เพื่อการอนุรักษ์และผลิตเป็นการค้าได้อย่างเหมาะสมต่อไป



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของต้นหมากแดง

ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของหมากแดง

หมากแดง (sealing-wax palm) ในท้องถิ่นทางภาคใต้ของประเทศไทยเรียกว่า หมากกับแดงหรือกาบแดง เป็นพืชในวงศ์ปาล์ม วงศ์ย่อย Arecoideae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cyrtostachys lakka* Becc. Synonym *Cyrtostachys renda* (Blombery and Rodd, 1982 ; David, 1984 ; Uhl and Dransfield, 1987 : Krempin, 1993) มีจำนวนโครโมโซม $2n = 4x = 32$ ถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นแถบหมู่เกาะแปซิฟิก, มลายู, สุมาตรา, บอร์เนียว (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524 ; Uhl and Dransfield, 1987) และทางภาคใต้ของประเทศไทย แถบจังหวัดนราธิวาส หมากแดงขึ้นอยู่ตามสภาพป่าพรุหรือป่าเบญจน้ำจืดที่มีน้ำท่วมขังตลอดปี (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524) ฝนตกชุก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75 - 85 เปอร์เซ็นต์ (คณะอนุกรรมการจัดทำแผนแม่บท โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2528) จะเห็นได้ว่าจังหวัดนราธิวาสตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก และยังเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ เนื่องจากอยู่ในบริเวณป่าฝนเขตร้อนแหล่งหนึ่งของโลก โดยเฉพาะพันธุ์พืชพื้นเมือง พันธุ์พืชที่มีคุณค่าทางเภสัชศาสตร์และเศรษฐกิจ รวมทั้งพันธุ์ไม้ป่าจำนวนมากทั้งในสภาพป่าดงดิบชื้นและป่าพรุ จากสภาพภูมิอากาศและสภาพความชื้นในบรรยากาศสูง มีช่วงฝนที่ยาวนานกว่าภาคอื่นๆ เป็นปัจจัยที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้นานาชนิด โดยเฉพาะปาล์มพื้นเมืองตามธรรมชาติหลายชนิด เช่น หมากแดง, หวายตะคร้อทอง (*Calamus cacsius* Becc), หลุมพี (*Eleiodoxa conferta* Bur.), กะพ้อ (*Licuala spinosa* Thunb.), สาคุ (*Metroxylon sagus* Rottb.), หลาวชะโอน (*Oncosperma tigillaria* Ridl.) และขึ้นปะปนกับพันธุ์ไม้ป่าพรุอื่นๆอีกหลายชนิด (ชาลิต นิยมธรรม, 2529) ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมของหมากแดงตามธรรมชาติแหล่งใหญ่ที่สุดคือ พรุโต๊ะแดง ซึ่งเป็นป่าพรุแห่งสุดท้ายของประเทศไทย (สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์, 2534)

สำหรับหมากแดงเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นเป็นกลุ่มหรือกอ (clustered palm) มีหน่อ (off-shoot) และหน่อไหล (sucker) แยกจากโคนต้นออกเป็นต้นใหม่รอบโคนต้นแม่ ผิวลำต้นเรียบ มีข้อปล้องเห็นได้ชัด (ปิฎฐะ บุนนาค, 2511) ลักษณะใบเป็นใบรวม (compound leaf) รูปใบขนนก (pinnate or feather leaf) เกิดเป็นกระจุกที่ปลายยอด ตัวใบสีเขียวเข้ม ท้องใบมีสีเทา

ก้านใบและเส้นกลางใบสีแดงยาวตลอดถึงปลายใบ ส่วนของกาบใบ (sheath) สีแดงห่อหุ้มยอด และลำต้นเพื่อยึดตัวใบให้ทรงตัวอยู่ได้ เมื่อมีอายุมากสีแดงที่กาบใบและก้านใบจะมีสีเข้มขึ้น (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524 ; ขวลิต นิยมธรรม, 2529 ; Mc Currach, 1960) ช่อดอกเป็นแบบ spadices เจริญจากลำต้น ในชั้นของโคนกาบใบมีกาบดอก (spathes) ปกคลุมช่อดอกเมื่อดอกตูม (Whitmore, 1973) ลักษณะเป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ เมล็ดมีขนาดเล็กผิวเรียบเป็นมัน ลักษณะกลมรีเล็กน้อย เมล็ดอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกแก่จะมีสีดำหุ้ดร่วงได้ง่าย (Krempin, 1993) เปลือกชั้นนอกเป็นเส้นใยบางๆ เนื้อในเมล็ด (endosperm) สีขาวขุ่นแข็งมาก (Tomlinson, 1961) รากหมากแดงเป็นระบบรากฝอย มีรากอากาศช่วยพยุงลำต้นให้พ้าน้ำ (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524) ซึ่งเป็นลักษณะพันธุ์ไม้ที่ขึ้นในป่าพรุ มีระบบรากแผ่กว้างและแข็งแรง สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดี (จำลอง เฟิงคล้าย, 2525)

2. การเจริญเติบโตของพืชในสภาพร่มเงา

พืชร่ม (shade plant) สามารถปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำได้ดีกว่าพืชแดด (sun plant) โดยมีกลไกการปรับตัวให้มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือกระบวนการทางสรีรวิทยาเพื่อรับแสงได้ดีขึ้นหรือการใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพ (Levitt, 1980) พืชร่มจะมีผิวใบไม่เป็นมันมากเนื่องจากการลดชั้นคิวติเคิลทำให้มีไขที่ผิวใบน้อย และไม่มีขนเพื่อให้สะท้อนแสงได้น้อยลงโดยที่พืชแดดจะมีชั้นผิวใบที่ช่วยป้องกันการดูดแสง การปรับตัวทางโครงสร้างนี้ทำให้คลอโรพลาสต์ของพืชร่มสามารถรับแสงตกกระทบมากกว่าพืชแดดเมื่ออยู่ในสภาพที่มีแสงน้อยเท่ากัน นอกจากนี้พืชร่มบางชนิดมีคลอโรพลาสต์ในเซลล์ชั้นผิวใบที่ช่วยให้สามารถดูดแสงได้ดีแม้จะมีแสงน้อยลง เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าปกติในพืชทั่วไป พืชร่มส่วนมากมีใบตั้งขนานกับแสงมากที่สุด เพื่อป้องกันการบังแสงซึ่งกันและกัน โดยทั่วไปพืชร่มมีการปรับตัวโดยการเพิ่มพื้นที่ใบ เพิ่มปริมาณคลอโรพลาสต์ต่อเซลล์ ลดความหนาของพาลิเซด ลดคิวติเคิลและเซลล์ชั้นอ่อน ตลอดจนการหมุนใบเพื่อรับแสงได้มากที่สุดสภาพที่มีแสงน้อย อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างทางโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการปรับประสิทธิภาพในกระบวนการสังเคราะห์แสง สังเกตได้จากพืชที่ปรับตัวอยู่ในอโคไทพ์ที่มีแสงน้อยซึ่งพบว่ากรานาเจริญดีกว่าพืชพันธุ์เดียวกันที่อยู่ในอโคไทพ์ที่มีแดดจัด การทนต่อสภาพร่มเงาที่พืชร่มสามารถปรับตัวเพื่อตอบสนองทางสรีรวิทยาในการทนทานต่อสภาวะที่มีแสงน้อยไม่ให้เกิดสภาพขาดอาหาร โดยเพิ่มประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ให้พอชดเชยกับการ

สูญเสียไปกับกระบวนการหายใจ ซึ่งวัดได้โดยค่า light compensation point ซึ่งพบว่าพืชทนมรมมีค่านี้ต่ำ ดังนั้นพืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ในสภาพความเข้มแสงต่ำในขณะที่พืชแคดไม่สามารถทำได้ (จินดา ศรศรีวิชัย, 2524 ; Sarracino *et al.*, 1992b) การเจริญเติบโตของพืชส่วนลำต้น ใบ และราก ในสภาพปกติต้องมีการสร้างมวลชีวภาพให้เต็มศักยภาพที่กำหนดโดยพันธุกรรม คือการจัดให้พืชมีการสังเคราะห์แสงสูงสุด สำหรับการเจริญเติบโตสามารถวัดได้จากปริมาณน้ำหนักแห้งที่พืชสร้างขึ้น ดังนั้นสิ่งแวดล้อมต่างๆที่จำกัดการสังเคราะห์แสงจะเป็นตัวจำกัดการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชด้วย (อภินันท์ กำเนิดรัตน์ และคณะ, 2535) ส่วนพืชในเขตร้อนชื้นบางชนิดต้องการความเข้มแสงต่ำอาจช่วยได้โดยการพร่างแสงให้ร่มเงา (ลักขณา เพ็ชรประดับ, 2523) สำหรับพืชวงศ์ปาล์ม เช่น หวาย มีความต้องการแสงภายใต้สภาพร่มเงาที่บของพันธุ์ไม้อื่น และบางชนิดต้องการบดบังแสงเพียงบางส่วน (ชนาธิป กุลดิลก และคณะ, 2536) จากการศึกษาการเจริญเติบโตของหวาย 6 ชนิด ที่มีการจัดการพร่างแสงให้ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกันพบว่า หวายที่ปลูกบริเวณที่รับแสงเต็มที่ มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการปลูกในที่ร่มเงา (อิศรา วงศ์ข้าหลวง, 2529) Mori (1980) รายงานว่า ต้นกล้าหวาย (*Calamus manan*) ที่ได้รับระดับร่มเงา 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตได้ดี สำหรับหมากแดงเป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองวงศ์ปาล์มที่เจริญเติบโตเป็นกลุ่ม กระจ่ายตัวอยู่ในขอบเขตไม่กว้างมาก โดยขึ้นปะปนกับพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ ในป่าพรุ (ปิฎฐะ นุนนาค, 2524 ; ขวสิต นิยมธรรม, 2529) ที่มีแสงน้อย ซึ่ง สุภาวดี ศิริรัตนากร (2537) ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส พบว่าปริมาณแสงสว่างสัมพัทธ์ที่ระดับพื้นดินของป่าพรุโต๊ะแดง ปริมาณแสงต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงสว่างสัมพัทธ์ที่ระดับพื้นดินมีค่าเท่ากับ 21.14 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับ 1 เมตรเหนือพื้นดินมีค่าเท่ากับ 26.31 เปอร์เซ็นต์

3. วิธีขยายพันธุ์พืชวงศ์ปาล์ม

โดยทั่วไปพืชวงศ์ปาล์มสามารถขยายพันธุ์ได้ 2 วิธี คือ

3.1 วิธีการเพาะเมล็ดพันธุ์ เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้จำนวนต้นกล้าในปริมาณมาก แต่ต้นกล้าเจริญเติบโตค่อนข้างช้า วิธีนี้นิยมขยายพันธุ์กับพืชวงศ์ปาล์มชนิดที่มีการเจริญเติบโตเป็นลำต้นเดี่ยว (monopodial) ชนิดไม่แตกกอ เช่น มะพร้าว (*Cocos nucifera*), หมากสง (*Areca catachu*), ปาล์มขวด (*Roystonea regia*), ตาลโตนด (*Borassus flabellifer*), ปาล์มเจ้าเมืองตรัง (*Licuala elegans*), ปาล์มเจ้าเมืองกลาง (*Kerriodoxa elegans*) เป็นต้น (ปิฎฐะ นุนนาค, 2524 ; Uhl and Dransfield, 1987) ดังนั้นในการขยายพันธุ์ปาล์มแต่ละชนิดด้วยวิธีเพาะเมล็ดพันธุ์ จะต้องทราบ

ลักษณะการงอก อายุในการงอก และวิธีปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ก่อนทำการเพาะที่แตกต่างกัน สำหรับเมล็ดพันธุ์มากแดงที่ไม่ลอกเนื้อหุ้มเปลือกเมล็ดที่เพาะบนกระดาษเพาะในถุงพลาสติกมีความงอกสูงที่สุด โดยใช้เวลาในการงอก 3 - 5 เดือน นับจากวันเพาะเมล็ดพันธุ์ (สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์, 2538)

3.2 วิธีการแยกหน่อจากต้นแม่ เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้หน่อซึ่งเป็นเทคนิคการขยายพันธุ์พืชเพื่อให้ได้จำนวนต้นเพิ่มขึ้น โดยวิธีการแยกส่วนลำต้นที่เกิดจากต้นแม่ จะได้เป็นพืชต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการ แต่จะประสบผลสำเร็จได้ต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการคัดเลือกขนาดและอายุของหน่อที่มีความเหมาะสมปฏิบัติควบคู่กับการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้น สำหรับพืชวงศ์ปาล์มที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแตกหน่อขึ้นเป็นกลุ่มกอบริเวณโคนต้นแม่ โดยเฉพาะหมากแดงมีลักษณะการเจริญเติบโตแตกหน่อและขึ้นเป็นกอสามารถขยายพันธุ์โดยแยกหน่อจากต้นแม่ แต่การแยกหน่อต้องทำอย่างประณีตโดยเปิดหน้าดินบริเวณโคนต้น เพื่อให้เห็นส่วนของหน่อที่มีสะดือติดอยู่กับต้นแม่ จากนั้นใช้มีดตัดบริเวณที่หน่อติดอยู่กับต้นแม่ให้แยกออกจากกัน โดยระวังไม่ให้ส่วนของเนื้อเยื่อบริเวณนั้นเกิดรอยแผลซ้ำซึ่งอาจทำให้หน่อเน่าตายได้ หน่อที่แยกออกมาจะต้องให้มีระบบรากที่สมบูรณ์ แล้วนำไปปักชำในโรงเรือนที่มีความชื้นสูงในสภาพร่มเงาพบว่า รากเริ่มแตกใหม่หลังจากแยกหน่อจากต้นแม่แล้ว 2-3 เดือน การให้น้ำและความชื้นในระยะนี้มีความจำเป็นมากเพราะจะทำให้ระบบรากใบ และลำต้น มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องเป็นต้นที่สมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปปลูกเป็นไม้กระถาง (David, 1984) การปลูกปาล์มชนิดมีหน่อพบว่า การเจริญทางด้านความสูง และการแตกหน่อเป็นต้นใหม่มีการเจริญเติบโตช้ากว่าต้นแม่และหน่อมีขนาดเล็กกว่าต้นแม่มากเกินไปได้แก่ หมากแดง, หมากเหลือง (*Chrysalidocarpus lutescens*), หมากเขียว (*Ptychosperma marcarthuri*), หมากงาช้าง (*Pinanga dicksonii*) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้หน่อมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ควรพิจารณาหน่อที่มีการเจริญเติบโตดีและมีระบบรากแข็งแรงพร้อมที่จะหาอาหารเองได้ ตัดส่วนที่เชื่อมระหว่างต้นแม่กับหน่อให้ขาดออกจากกัน ก็จะทำให้หน่อนั้นหาอาหารเองได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องส่งอาหารกลับไปเลี้ยงส่วนต้นแม่ ซึ่งมีผลทำให้หน่อเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น (Uhl and Dransfield, 1987) การแยกหน่อหมากแดงจากต้นแม่ต้องพิจารณาเลือกหน่อที่มีอายุไม่มากและขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป สำหรับการแยกหน่อขนาดใหญ่พบว่าหน่อที่แยกออกมาจะทรงตัวอยู่ได้ระยะหนึ่งหลังจากปักชำในบางครั้งพบว่า หน่อไม่เจริญเติบโตและตายภายหลังซึ่งอาจใช้เวลานานถึง 1 1/2 ปี ดังนั้นการ

แยกหน่อจะต้องให้มีรากที่แข็งแรงติดกับหน่ออย่างน้อย 3 - 5 ราก และรอยแผลที่ตัดแยกจากต้นแม่จะต้องไม่ซ้ำเพราะอาจเป็นสาเหตุทำให้หน่อเน่าตายได้และไม่ควรฝังหน่อลึกเกินไปในขณะที่ปักชำหน่อ ที่สำคัญต้องจัดปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือจัดการพร่างแสงให้ร่มเงา การควบคุมความชื้น ตลอดจนวัสดุที่ใช้ปักชำหน่อที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตในระยะแรก เพื่อให้หน่อแดงสามารถพัฒนาการทางระบบรากและตั้งตัวได้ดี (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524)

4. สมบัติของเครื่องปลูก

ลักษณะ เพ็ชรประดับ (2523) และ สมเพียร เกษมทรัพย์ (2524) พบว่า เมื่อปลูกพืชในกระถางรากพืชจะถูกจำกัดขอบเขตอยู่เฉพาะภายในกระถาง ดังนั้นเพื่อให้พืชเจริญเติบโตตามต้องการเครื่องปลูกจะต้องมีคุณภาพดี คือ มีพร้อมทั้งน้ำ อากาศ และธาตุอาหารมากกว่าในแปลงปลูกที่รากพืชอิสระสามารถชอนไชหาอาหารได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด สำหรับดินที่นำมาปลูกจึงต้องมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด เพื่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ดี มีอาหารเหลือเก็บสะสมไว้ในต้นและกิ่งก้าน ดังนั้นส่วนผสมของเครื่องปลูกที่ใช้สำหรับปลูกไม้กระถางควรพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นในปริมาณมากพอเหมาะสมกันในอัตราส่วนต่างๆ ที่สำคัญไม่ควรขาดคือ ปุ๋ยคอก ซึ่งจะต้องเป็นส่วนประกอบในส่วนผสมของเครื่องปลูกเสมอ วัสดุที่ใช้เป็นเครื่องปลูกไม้กระถางจะต้องมีสมบัติที่เหมาะสมดังนี้ คือ

1. น้ำหนักเบา
2. ลักษณะโปร่งระบายน้ำได้ดี ถ่ายเทอากาศได้ทั่วถึง และสามารถดูดเก็บความชื้นได้มาก
3. มีธาตุอาหารที่จำเป็น และอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ ปริมาณที่เพียงพอ และสัดส่วนที่เหมาะสม
4. pH 6.5-7.0
5. ปราศจากเมล็ดวัชพืช ไข่เดือนฝอย เชื้อโรคและแมลงที่เป็นอันตรายแก่ต้นพืช

ปิฎฐะ บุนนาค (2524) กล่าวว่า การปลูกปาล์มเพื่อให้เป็นไม้ประดับกระถางในระยะแรกที่ได้ต้นจากการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดพันธุ์หรือแยกหน่อ เครื่องปลูกมีส่วนผสมของวัสดุต่างๆ เช่น ดิน ร่วน ใบไม้ผุหรือปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เป็นหลัก เพราะปาล์มเกือบทุกชนิดต้องการอินทรีย์วัตถุมาก ส่วนทรายจะมีสมบัติช่วยให้การระบายน้ำดีขึ้น ดังนั้นส่วนผสมของเครื่องปลูกมีดังนี้

ดินผสมสำหรับปลูกปาล์มกระถาง สูตรที่ 1

ดินร่วน	3	ส่วน
รากมะพร้าว	2	ส่วน
ปุ๋ยคอก	2	ส่วน
ทรายหยาบ	2	ส่วน

ดินผสมสำหรับปลูกปาล์มกระถาง สูตรที่ 2

ดินร่วน	3	ส่วน
ปุ๋ยหมัก	3	ส่วน
ปุ๋ยคอก	3	ส่วน
แกลบ	2	ส่วน
ขุยมะพร้าว	1	ส่วน
ทรายหยาบ	1	ส่วน

ดินผสม 1 ลูกบาศก์เมตร เต็ม

ปูนขาว	0.5	กิโลกรัม
ปุ๋ย Rockphosphate	0.5	กิโลกรัม
ปุ๋ยสูตร 15-15-15	0.5	กิโลกรัม

วัตถุประสงค์

1. การศึกษาระดับร่มาเงาที่เหมะสมกับการเจริญเติบโตของหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี
2. ศึกษาการขยายพันธุ์หมากแดงที่มีอายุต่างกันโดยใช้หน่อ

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

เริ่มปลูกเลี้ยงและคัดเลือกหมากแดงในเดือนตุลาคม 2537 ทำการทดลองจัดการพรางแสงให้สภาพร่มเงากับหมากแดงที่มีอายุต่างกัน เมื่อเดือนมกราคม 2538 จนถึงสิ้นสุดการทดลองเดือนตุลาคม 2538 ใช้เวลาการทดลองทั้งสิ้น 10 เดือน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุ

1. ต้นหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีขนาดสม่ำเสมอใกล้เคียงกันมากที่สุด
2. ตาข่ายพลาสติกพรางแสง
3. รางพลาสติกดำ (ชนิดพับกัน) ขนาด 14×16 นิ้ว
4. พลาสติกใส
5. วัสดุปลูก อาทิ ดินร่วน, ทราย, แกลบดิบ, ขุยมะพร้าว, ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก
6. ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สูตร 15-15-15
7. ปุ๋ยทางใบทวินเฟอर्टี สูตร 30-20-10
8. สารป้องกันเชื้อรา แคปแทน
9. สารเคมี เช่น อะซีไดน แมกนีเซียมคาร์โบเนต

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดแสง Digital light meter (Extech Instruments)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ
3. เครื่องวัดความชื้น
4. เครื่องวัด เช่น ไม้มรรทัด ตลับเมตร เวอร์เนียร์
5. เครื่องวัดพื้นที่ใบ Delta-T Area Meter
6. ตารางวัดความยาวราก grid line ขนาด 2 ตร.ซม.

7. Cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ตร.ซม.
8. เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบต่ำ (centrifuge)
9. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
10. กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา พร้อมไมโครมิเตอร์
11. ตู้อบ
12. เครื่องชั่ง
13. เครื่องพ่นยา
14. กล้องถ่ายรูปพร้อมฟิล์มและสไลด์
15. อุปกรณ์อื่นๆ

วิธีการ

คัดเลือกต้นหมากแดงที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา มีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกันมากที่สุดจากต้นที่มีอายุ 2, 3 และ 4 ปี (มีความสูงของต้นแม่เฉลี่ย 33.83 ± 1.21 , 57.21 ± 1.42 และ 97.21 ± 1.29 เซนติเมตร ตามลำดับ) ช่วงอายุละ 36 ต้น รวม 108 ต้น ทุกหน่วยการทดลองปลูกในเครื่องปลูกดินผสมสำหรับปลูกปาล์มกระถางสูตรที่ 2 (ปิฏฐะ บุนนาค, 2524) นำเครื่องปลูกมาผสมจนเข้ากันดี บรรจุในถุงพลาสติกดำ (ชนิดพับกัน) ขนาด 14×16 นิ้ว ปลูกต้นหมากแดงถุงละ 1 ต้น จำนวนทั้งสิ้น 108 ต้น นำไปดูแลรักษาในเรือนกระจกก่อนทำการทดลอง 1 เดือน

วางแผนการทดลองแบบ Split - plot ใน randomized complete block design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (International Rice Research Institute, 1992; Statistical Analysis Systems Institute, 1989) ทำการทดลอง 12 ซ้ำ ประกอบด้วย

1. Main plot คือ ได้รับสภาพร่มเงา 3 ระดับ ดังนี้
 - 1) ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ (วัดอัตราของแสงจริงภายในเรือนกระจก)
 - 2) ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์
 - 3) ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์

2. Sub plot คือ อายุของต้นหมากแดง ดังนี้

- 1) ต้นหมากแดงอายุ 2 ปี
- 2) ต้นหมากแดงอายุ 3 ปี
- 3) ต้นหมากแดงอายุ 4 ปี

จัดให้มีระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว 50×50 เซนติเมตร ควบคุมให้ร่มเงา 3 ระดับ โดยใช้ตาข่ายพรางแสงติดตั้งคลุมเหนือโครงเหล็กสี่เหลี่ยม มีขนาดกว้าง \times ยาว \times สูง เท่ากับ $3.50 \times 3.50 \times 2.00$ เมตร ด้านบนและด้านข้างวางโครงตาข่ายเหนือระดับพื้นดิน 50 เซนติเมตร วัดความเข้มแสงที่ความสูง 1.80 เมตร (เหนือทรงพุ่มใบบริเวณจุดกึ่งกลางโครงเหล็กสี่เหลี่ยม) ด้วยเครื่องวัดแสง มีการส่องผ่านของแสงดังนี้ คือกลุ่มที่ 1 วัดอัตราของแสงจริงภายในเรือนกระจก ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสงประมาณ 47,250 ลักซ์) กลุ่มที่ 2 จัดการพรางแสง ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสงประมาณ 27,000 ลักซ์) และกลุ่มที่ 3 จัดการพรางแสงได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสงประมาณ 13,500 ลักซ์) วัดความเข้มแสงเวลา 13.30 น. (ความเข้มแสง 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าประมาณ 135,000 ลักซ์) มีการให้น้ำวันละ 2 ครั้ง ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบทวินเฟอริตี สูตร 30-20-10 และกำจัดวัชพืชทุก 1 เดือน จนสิ้นสุดการทดลอง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เริ่มทำการศึกษาดังแต่เดือนมกราคม 2538 ถึงเดือนกรกฎาคม 2538 การทดลองที่ 2 ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2538 ถึงเดือนตุลาคม 2538 โดยทำการศึกษาลงหลังจากสิ้นสุดการทดลองที่ 1 ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ศึกษาการเจริญเติบโต และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดง

การบันทึกข้อมูล

ก) แบบไม่ตัดทำลายต้นพืช ทำการวัดความสูงต้นแม่, หน่อที่ 1, หน่อที่ 2, หน่อที่ 3, ตรวจนับจำนวนหน่อของต้นแม่, จำนวนใบต้นแม่, วัดพื้นที่ใบรวม และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแม่ เมื่อเดือนที่ 2, 4 และ 6 จาก 9 ทริตเมนต์ จำนวน 12 ซ้ำ โดยทำการสุ่มวัดแต่ละช่วงอายุจากทุกทริตเมนต์ ทริตเมนต์ ละ 4 ซ้ำ

ข) แบบตัดทำลายต้นพืช ทำการวัดเมื่อเดือนที่ 6

(1) วัดความยาวราก

(2) น้ำหนักแห้ง

- ต้นแม่และหน่อ (ส่วนต้น)
- รากต้นแม่และรากของหน่อ (ส่วนราก)
- น้ำหนักแห้งรวม (ส่วนต้น + ส่วนราก)
- อัตราส่วนของต้นต่อราก

(3) วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ a และ b ในใบ

(4) ความหนาแน่นปากใบ

โดยวัดที่เหลืออีกจำนวน 8 ซ้ำ จาก 9 ทรีตเมนต์ ทำการสุ่มวัดแต่ละช่วงอายุจากทุกทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 4 ซ้ำ โดยทำการเก็บข้อมูลดังนี้

1.1 ความสูงต้นแม่ (trunk height of main-stem)

วัดความสูงต้นแม่ โดยวัดจากระดับผิวดินสูงขึ้นมา 2 เซนติเมตร บริเวณโคนต้นทำเครื่องหมายเป็นตำแหน่งจุดที่เริ่มต้นวัด จนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด ใช้นหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร

1.2 ความสูงของหน่อที่ 1

วัดความสูงของหน่อ โดยวัดจากระดับผิวดินสูงขึ้นมา 1 เซนติเมตร บริเวณโคนต้นทำเครื่องหมายเป็นตำแหน่งจุดที่เริ่มต้นวัด จนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด ใช้นหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร

1.3 ความสูงของหน่อที่ 2

ใช้วิธีการเดียวกับการวัดความสูงของหน่อที่ 1 ตามข้อ 1.2

1.4 ความสูงของหน่อที่ 3

ใช้วิธีการเดียวกับการวัดความสูงของหน่อที่ 1 และหน่อที่ 2 ตามข้อ 1.2 และ 1.3

1.5 จำนวนหน่อ (off-shoot number)

นับจำนวนหน่อที่เกิดจากต้นแม่ (main-stem) โดยนับเฉพาะหน่อที่แตกใบใหม่คลี่กางเต็มที่แล้ว จำนวน 2 ใบ และเจริญเติบโตเป็นใบแก่หรือใช้วิธีสังเกตลักษณะสีใบมีสีเขียวเข้ม

1.6 จำนวนทางใบต้นแม่ (rachid number of main-stem)

นับจำนวนทางใบต้นแม่ที่แตกใหม่ที่คลี่กางเต็มที่แล้ว และเจริญเติบโตเป็นใบแก่หรือใช้วิธีการสังเกตลักษณะสีใบเขียวเข้มเป็นใบที่ 1 นับเรียงลงมาตามลำดับ

1.7 พื้นที่ใบรวม (total leaf area)

การหาพื้นที่ใบ โดยตัดตัวอย่างใบจากต้นหมากแดงที่อยู่ในสภาพร่มเงา 50 เปอร์เซ็นต์ จาก ต้นที่ไม่ได้อยู่ในการทดลอง สุ่มตัดใบ 2 ชนิด คือ ลักษณะใบแบบหางปลา (bifurcate) และ ใบแบบขนนก (รูปที่ 2) ชนิดละ 50 ใบ นำมาวัดความยาวใบ โดยวัดจากส่วนโคนทางใบ (rachis) ของใบย่อย ใบแรกถึงปลายยอดของใบย่อย แล้วนำมาวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่อง Deta-T Area Meter เพื่อเปรียบเทียบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ โดยตัดแปลงจาก สายัณห์ สดุดี, (2534) (รูปผนวกที่ 1 และ 2)

$$\text{ลักษณะใบแบบหางปลา} \quad y = 1.949 e^{0.145 x}$$

$$\text{ลักษณะใบแบบขนนก} \quad y = 91.823 e^{0.034 x}$$

โดยกำหนดให้ $y =$ พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)

$x =$ ค่าความยาวใบที่วัดได้ (เซนติเมตร)

นำค่าความยาวใบที่วัดได้จากใบแต่ละลักษณะมาคำนวณเป็นพื้นที่ใบโดยใช้สูตรข้างต้น คิดเป็นพื้นที่ใบของแต่ละใบ และนำมารวมเป็นพื้นที่ใบรวมต่อต้น มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร

1.8 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (trunk diameter)

วัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นด้วยเวอร์เนียร์ โดยวัดจากพื้นระดับผิวดินสูงขึ้นมา 2 เซนติเมตร บริเวณโคนลำต้น ที่ทำเครื่องหมายตำแหน่งเดียวกับจุดที่วัดความสูง ให้นำหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร

1.9 ความยาวราก (root lenght)

ทำการวัดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 ทำการล้างรากต้นหมากแดงที่ปลูกในถุงพลาสติกดำ โดยใช้น้ำฉีดให้ดินหลุดจากราก สุ่มแบ่งตัวอย่างรากประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดไปทำการวัดความยาวราก โดยใช้ grid line และคำนวณความยาวรากตามวิธีของ Tennant (1975) จากสูตร

$$\text{ความยาวราก} = 11/14 NX$$

N = จำนวนจุดตัดระหว่างรากที่ grid line ที่นับได้

X = ขนาดของ grid line (2 ตารางเซนติเมตร)

จากนั้นนำตัวอย่างรากทั้งหมดไปอบแยกกัน โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งแล้วคำนวณความยาวรากรวมจากน้ำหนักแห้งทั้งหมด

1.10 น้ำหนักแห้งของลำต้นแม่และหน่อ (ส่วนต้น)

ล้างรากต้นหมากแดง แล้วแยกส่วนของลำต้นแม่และหน่อ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง

1.11 น้ำหนักแห้งรากของต้นแม่และรากของหน่อ (ส่วนราก)

ล้างรากต้นหมากแดง แล้วแยกส่วนรากของต้นแม่และรากของหน่อ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง

1.12 น้ำหนักแห้งรวม (total dry weight)

นำน้ำหนักแห้งส่วนต้น และส่วนราก ที่อบแห้งอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด

1.13 อัตราส่วนของต้นต่อราก (shoot root ratio)

คำนวณจากน้ำหนักแห้งส่วนต้นต่อส่วนราก

1.14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ

ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ตารางเซนติเมตร ตัดตัวอย่างใบบริเวณส่วนกลางใบย่อยของทางใบที่ 2 จากทุกทริตเมนต์ ทริตเมนต์ละ 4 ต้น ใส่อะซีโตน 90 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร ลงในโกร่ง พร้อมกับใส่แมกนีเซียมคาร์โบเนต 0.5 กรัม บดจนละเอียด แล้วเติมอะซีโตน 90 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตรอีกครั้ง จากนั้นนำไปแยกสารด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบต่ำ ที่ความเร็ว 4,000 - 5,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แยกส่วนที่เป็นน้ำใสไปวัดการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 630, 647 และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สูตรของ Jeffrey และ Humphrey (1975)

$$\text{คลอโรฟิลล์ a} = 11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ b} = -5.43E_{664} + 21.03E_{647} - 2.66E_{630}$$

E = ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่วัด

1.15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ

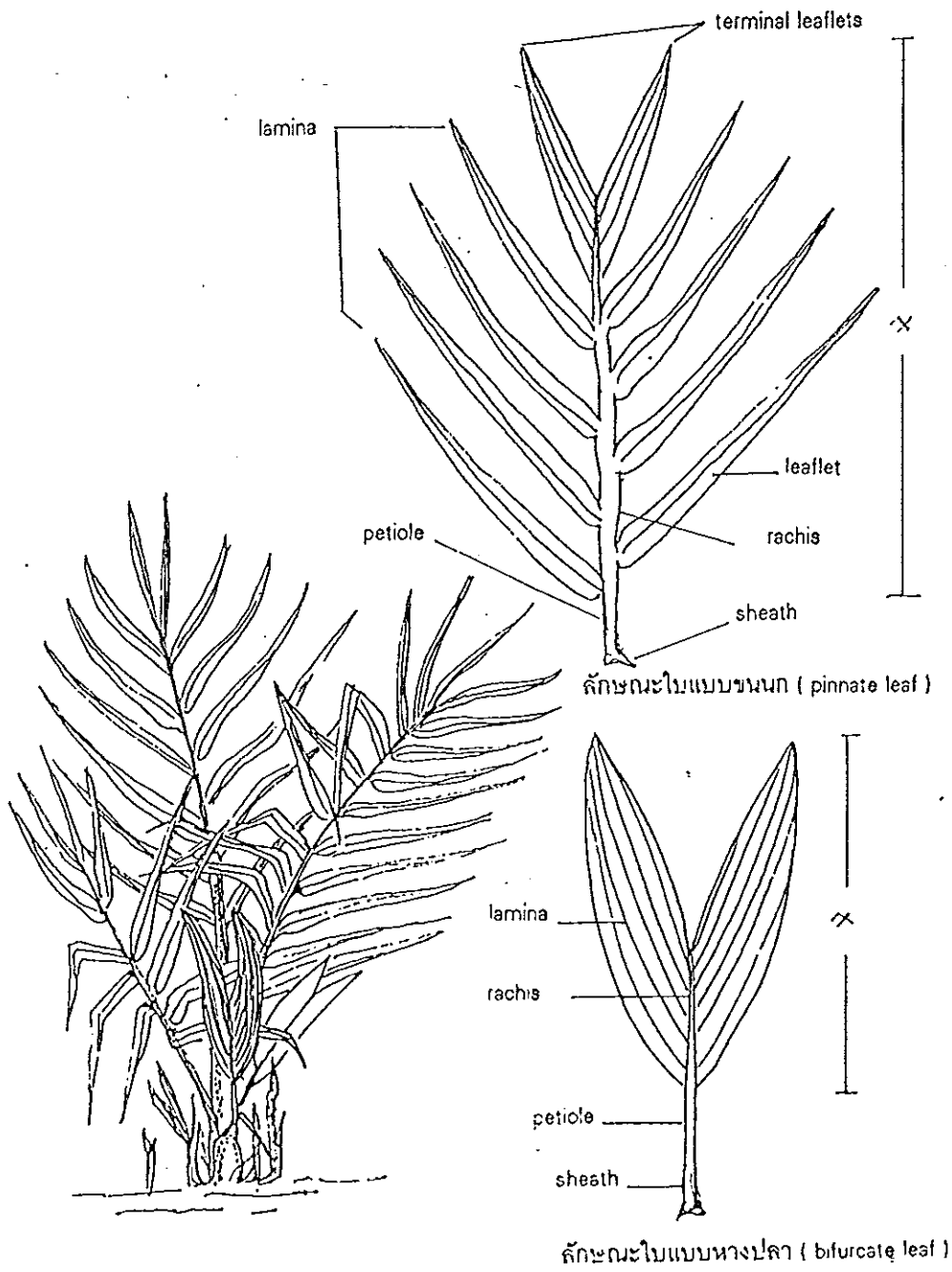
ใช้วิธีการเดียวกับการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ ตามข้อ 1.14

1.16 ความหนาแน่นปากใบ (stomatal density)

สุ่มตัดตัวอย่างใบย่อยของทางใบที่ 2 จำนวน 2 ใบ จากทุกทริตเมนต์ ทริตเมนต์ละ 4 ต้น ตรวจนับความหนาแน่นปากใบ บริเวณผิวใบด้านล่างจากส่วนกลางของใบย่อย เพื่อนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา โดยใช้กำลังขยาย 400 เท่า และใช้ไมโครมิเตอร์ซึ่งติดอยู่ภายในชุดของเลนส์ใกล้ตาสำหรับวัดพื้นที่ของใบ แล้วเทียบหาค่าความหนาแน่นปากใบ ตามวิธีของ Redford (1986)

2. การศึกษาการขยายพันธุ์โดยใช้หน่อ

การขยายพันธุ์หมากแดง โดยใช้หน่อจากต้นแม่ที่มีอายุ 2, 3 และ 4 ปี ที่ได้รับระดับ ร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ โดยสุ่มต้นหมากแดงจากทุกทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 4 ต้น ต้นละ 4 หน่อ รวม 144 หน่อ แล้วแยกหน่อไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด จัดวางในตู้ขึ้นภายในโรงเรือนที่จัดระดับร่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (โดยใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงปิดที่ด้านบน) ควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อศึกษาอัตราการความมีชีวิตของหน่อที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ ในเดือนสิงหาคม 2538 ถึงเดือนตุลาคม 2538 เป็นเวลา 3 เดือน โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์



โดยกำหนดให้ $x =$ ค่าความยาวใบที่วัดได้ (เซนติเมตร)

รูปที่ 2 ลักษณะใบหมากแดงแบบหางปลา และใบแบบขนนก ที่ใช้วัดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ

บทที่ 3

ผล

การศึกษาการให้รุ่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์หมากแดง ที่มีอายุต่างกัน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดง

1.1 ความสูงต้นแม่

วัดความสูงต้นแม่ของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับรุ่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกะดับรุ่มเงา และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับรุ่มเงา (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 4)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ย 53.42, 77.25 และ 111.79 เซนติเมตร ตามลำดับ และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยมากที่สุด (รูปที่ 5ค) รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี (รูปที่ 5ข) และหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยน้อยที่สุด (รูปที่ 5ก) ส่วนระดับรุ่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกะดับรุ่มเงา และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับรุ่มเงามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงต้นแม่มากที่สุด 117.25 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการให้ระดับรุ่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ กับ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความสูงต้นแม่ 108.88 และ 109.25 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงาที่แตกต่างกันมีความสูงต้นแม่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และหมากแดงอายุ 2 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงาที่แตกต่างกันมีความสูงต้นแม่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1, รูปที่ 3 และ รูปที่ 6)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่ต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร

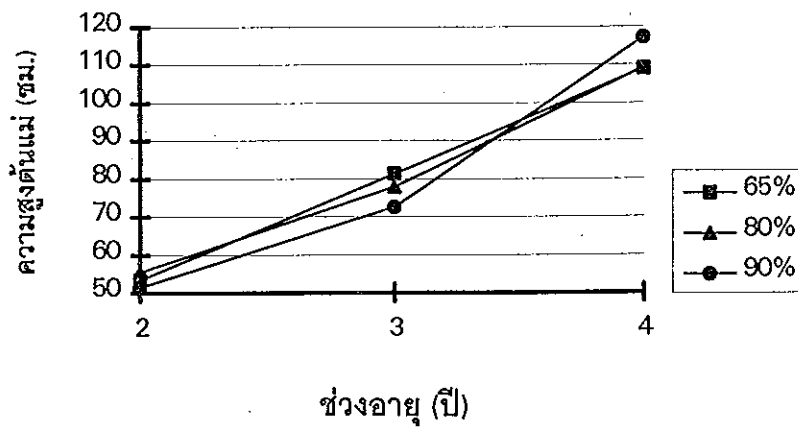
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	39.25 ^{ns}	36.25	41.25	38.92 C
3	61.25	60.25	60.25	60.58 B
4	99.00	100.50	105.00	101.50 A
ค่าเฉลี่ย	66.50 ^{ns}	65.67	68.83	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	42.95 ^{ns}	42.00	43.75	42.90 C
3	64.50	64.25	63.00	63.92 B
4	100.00	102.50	108.00	103.50 A
ค่าเฉลี่ย	69.15 ^{ns}	69.58	71.58	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	53.25 d	55.50 d	51.50 d	53.42 C
3	81.25 c	78.00 c	72.50 c	77.25 B
4	108.88 b	109.25 b	117.25 a	111.79 A
ค่าเฉลี่ย	81.13 ^{ns}	80.92	80.47	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

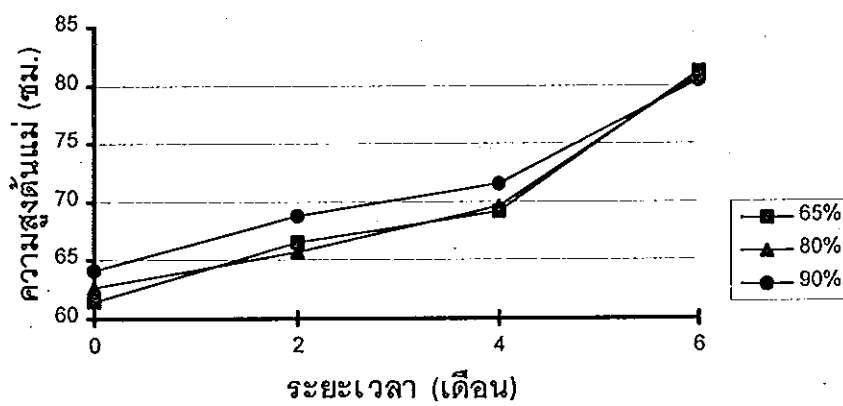
อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยความสูงต้นแม่ (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

ก



ข



ค



รูปที่ 5 ความสูงต้นแม่ ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมน้ำ 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6

- ก. หมากแดงอายุ 2 ปี (A1) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ
- ข. หมากแดงอายุ 3 ปี (A2) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ
- ค. หมากแดงอายุ 4 ปี (A3) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ

1.2 ความสูงหน่อที่ 1

วัดความสูงหน่อที่ 1 ของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทุกระดับร่มเงา แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยมากที่สุด และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 8)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ย 25.29, 39.88 และ 53.54 เซนติเมตร ตามลำดับ และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี และหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับร่มเงา แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยมากที่สุด 43.42 เซนติเมตร โดยที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยรองลงมา 37.92 เซนติเมตร และที่ระดับร่มเงากับ 65 เปอร์เซ็นต์ ค่าความสูงหน่อที่ 1 เฉลี่ยน้อยที่สุด 37.38 เซนติเมตร และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 7)

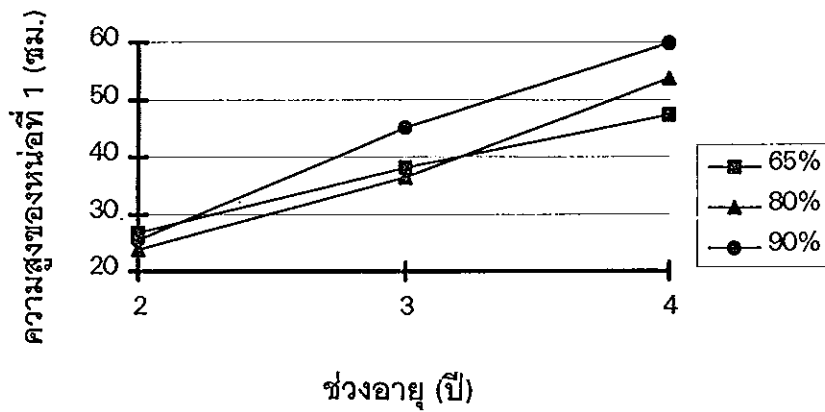
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา
ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6
ภายใต้เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	20.75 ^{ns}	21.75	25.75	22.75 C
3	32.00	32.75	35.75	33.50 B
4	42.38	49.00	54.50	48.63 A
ค่าเฉลี่ย	31.71 ^{ns}	34.50	38.67	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	23.00 ^{ns}	22.75	26.38	24.04 C
3	33.00	33.88	37.13	34.67 B
4	44.00	49.88	55.38	49.75 A
ค่าเฉลี่ย	33.33 ^{ns}	35.50	39.63	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	26.75 ^{ns}	23.75	25.38	25.29 C
3	38.13	36.38	45.13	39.88 B
4	47.25	53.63	59.75	53.54 A
ค่าเฉลี่ย	37.38 ^{ns}	37.92	43.42	

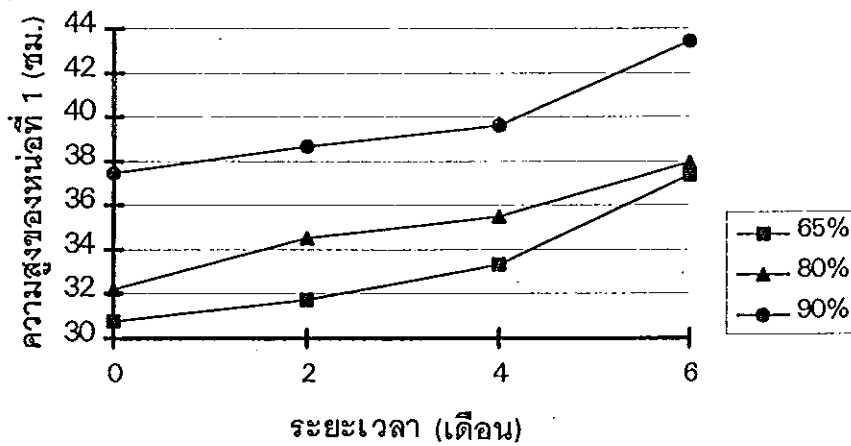
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 7 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 1 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.3 ความสูงหน่อที่ 2

วัดความสูงหน่อที่ 2 ของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกระดับร่มเงาและไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 10)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ย 23.04, 33.54 และ 47.46 เซนติเมตร ตามลำดับ และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี และหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยมากที่สุด 36.67 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยรองลงมา 35.38 เซนติเมตร และที่ระดับร่มเงากับ 65 เปอร์เซ็นต์ ค่าความสูงหน่อที่ 2 เฉลี่ยน้อยที่สุด 32.00 เซนติเมตร และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 9)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา
ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6
ภายใต้เรือนกระจก

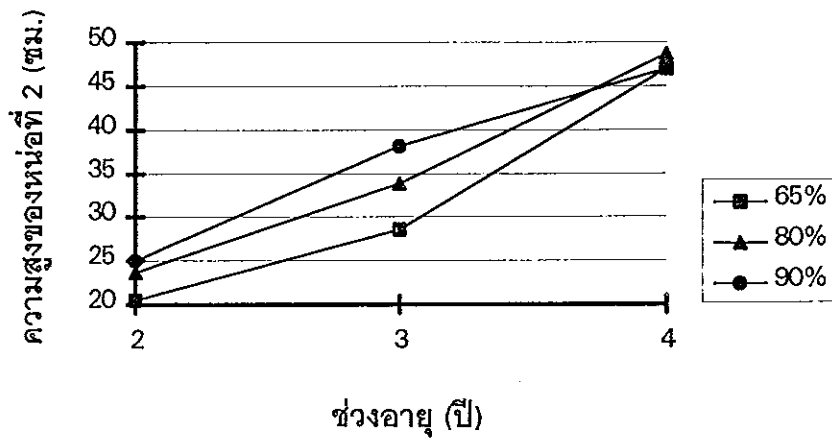
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	17.50 ^{ns}	17.25	19.50	18.08 C
3	26.50	29.25	33.25	29.67 B
4	37.00	43.50	41.50	40.67 A
ค่าเฉลี่ย	27.00 ^{ns}	30.00	31.42	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	18.25 ^{ns}	19.00	21.25	19.50 C
3	27.75	30.75	34.38	30.96 B
4	38.13	44.63	41.75	41.50 A
ค่าเฉลี่ย	28.04 ^{ns}	31.46	32.46	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	20.50 ^{ns}	23.63	25.00	23.04 C
3	28.63	33.88	38.13	33.54 B
4	46.88	48.63	46.88	47.46 A
ค่าเฉลี่ย	32.00 B	35.38 A	36.67 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

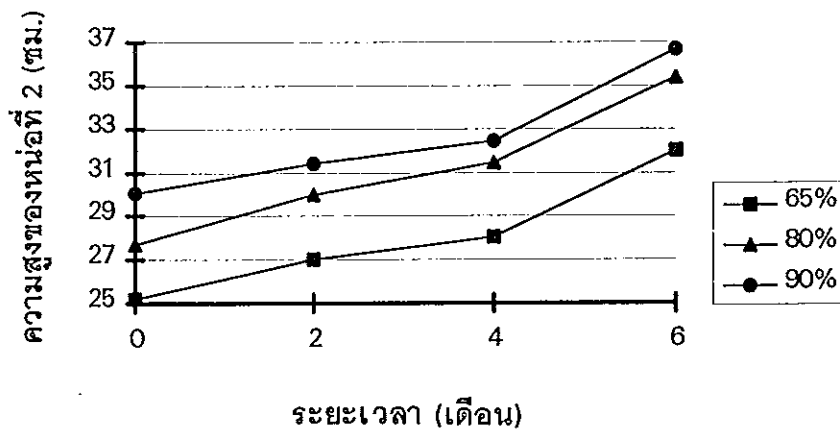
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 2 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.4 ความสูงหน่อที่ 3

วัดความสูงหน่อที่ 3 ของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทุกระดับร่มเงา และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 4 และ รูปที่ 12)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ย 17.00, 28.25 และ 39.50 เซนติเมตร ตามลำดับ และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี และหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าความสูงหน่อที่ 3 เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับร่มเงา และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 4 และ รูปที่ 11)

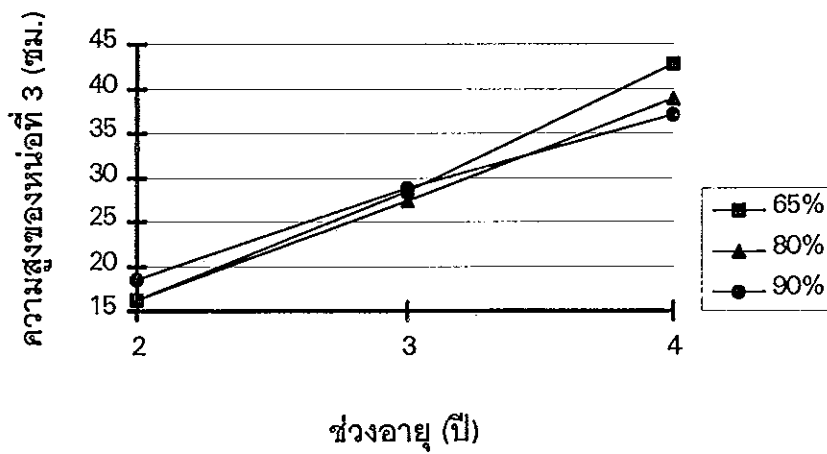
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	14.00 ^{ns}	14.25	14.00	14.08 C
3	23.00	24.00	27.75	24.92 B
4	32.00	29.75	34.75	32.17 A
ค่าเฉลี่ย	23.00 ^{ns}	22.67	25.50	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	15.00 ^{ns}	15.25	15.50	15.25 C
3	23.50	25.00	29.13	25.88 B
4	32.88	31.13	35.75	33.25 A
ค่าเฉลี่ย	23.79 ^{ns}	23.79	26.79	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	16.25 ^{ns}	16.25	18.50	17.00 C
3	28.50	27.38	28.88	28.25 B
4	42.63	38.88	37.00	39.50 A
ค่าเฉลี่ย	29.13 ^{ns}	27.50	28.13	

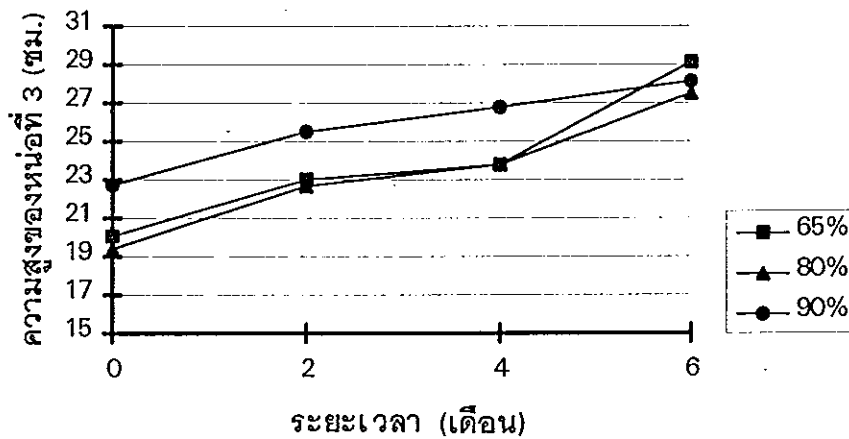
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยความสูงหน่อที่ 3 (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.5 จำนวนหน่อ

จากการนับจำนวนหน่อของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 3 ปี มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับหมากแดงอายุ 4 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกระดับร่มเงา และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 5 และ รูปที่ 14)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ย 5.75, 6.67 และ 6.67 หน่อ ตามลำดับ และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับหมากแดงอายุ 3 ปี และหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด 7.08 หน่อ แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากันคือ 6.00 หน่อ และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 5 และ รูปที่ 13)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

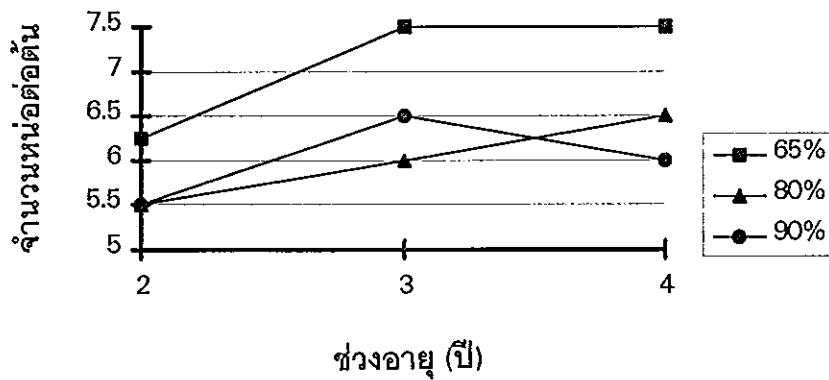
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	4.00 ^{ns}	3.75	3.75	3.83 B
3	4.75	4.50	5.25	4.83 A
4	5.25	4.25	4.75	4.75 A
ค่าเฉลี่ย	4.67 ^{ns}	4.17	4.58	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	5.00 ^{ns}	4.75	4.75	4.83 B
3	6.00	5.25	6.00	5.75 A
4	6.25	5.25	5.25	5.58 A
ค่าเฉลี่ย	5.75 ^{ns}	5.08	5.33	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	6.25 ^{ns}	5.50	5.50	5.75 B
3	7.50	6.00	6.50	6.67 A
4	7.50	6.50	6.00	6.67 A
ค่าเฉลี่ย	7.08 A	6.00 B	6.00 B	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

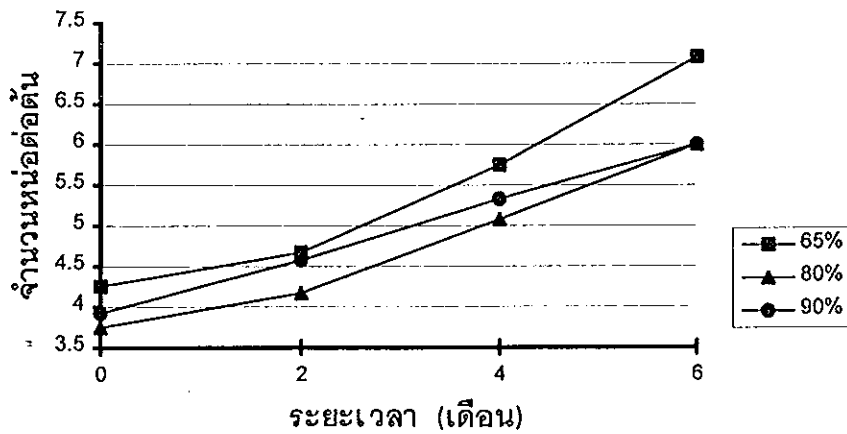
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 14 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อต้น ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.6 จำนวนทางใบต้นแม่

จากการนับจำนวนทางใบต้นแม่ของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับร่มเงา และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 6 และ รูปที่ 16)

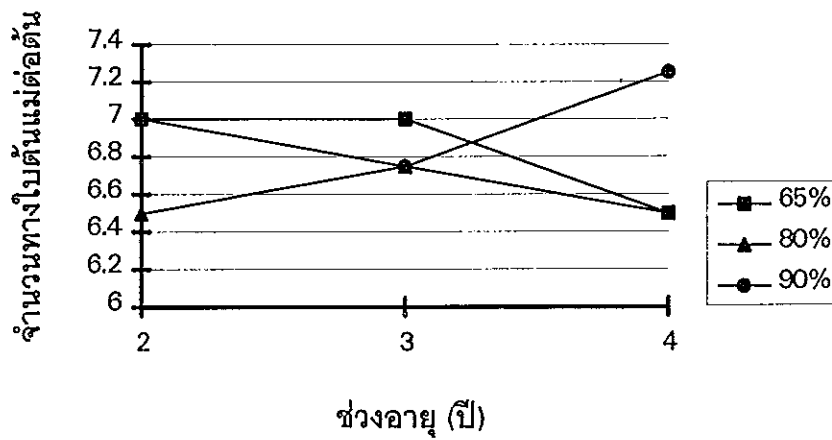
เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับร่มเงา แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยมากที่สุด 7.00 ใบ รองลงมาที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ย 6.83 ใบ ส่วนที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจำนวนทางใบต้นแม่เฉลี่ยน้อยที่สุด 6.58 ใบ และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 6 และ รูปที่ 15)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เงื่อนไขกระจก

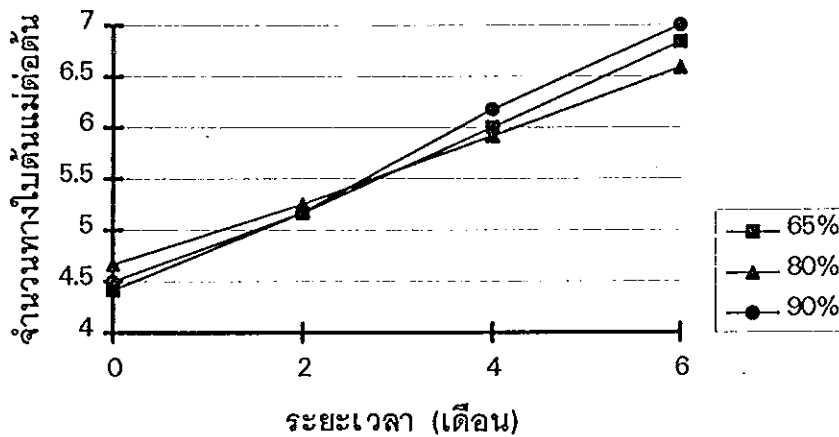
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	5.00 ^{ns}	5.00	4.75	4.92 ^{ns}
3	5.25	5.25	5.25	5.25
4	5.25	5.50	5.50	5.42
ค่าเฉลี่ย	5.17 ^{ns}	5.25	5.17	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	5.75 ^{ns}	5.75	5.75	5.75 ^{ns}
3	6.25	6.00	6.25	6.17
4	6.00	6.00	6.50	6.17
ค่าเฉลี่ย	6.00 ^{ns}	5.92	6.17	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	7.00 ^{ns}	6.50	7.00	6.83 ^{ns}
3	7.00	6.75	6.75	6.83
4	6.50	6.50	7.25	6.75
ค่าเฉลี่ย	6.83 ^{ns}	6.58	7.00	

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 15 ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เงื่อนไขกระจก



รูปที่ 16 ค่าเฉลี่ยจำนวนทางใบต้นแม่ต่อต้น ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เงื่อนไขกระจก

1.7 พื้นที่ใบรวม

วัดพื้นที่ใบรวมของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันในเดือนที่ 2 ค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งพบว่าหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบรวมมากที่สุด 2685.15 ตร.ซม. และในเดือนที่ 4 ค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมากที่สุด และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่าหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบรวมมากที่สุด 3482.21 ตร.ซม. (ตารางที่ 7 และ รูปที่ 18)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ย 736.34, 1771.27 และ 3781.72 ตร.ซม. ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมากที่สุดแตกต่างกับหมากแดงอายุ 3 ปี ซึ่งมีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยรองลงมา ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่าทำให้ระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ย 1950.40, 2036.38 และ 2302.56 ตร.ซม. ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพื้นที่ใบรวมเฉลี่ยมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ กับ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบรวมมากที่สุด 4622.53 ตร.ซม. (ตารางที่ 7 และ รูปที่ 17)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	214.98 d	198.34 d	259.70 d	224.34 C
3	952.13 c	967.85 c	1129.92 c	1016.63 B
4	2056.24 b	2636.87 a	2685.15 a	2459.42 A
ค่าเฉลี่ย	1074.45 B	1267.69 A	1358.25 A	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	374.24 d	378.18 d	447.36 d	399.93 C
3	1320.25 c	1359.20 c	1368.34 c	1349.26 B
4	2528.92 b	2736.59 b	3482.21 a	2915.91 A
ค่าเฉลี่ย	1407.80 B	1491.32 B	1765.97 A	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	656.84 d	931.83 d	620.37 d	736.34 C
3	1839.78 c	1809.26 c	1664.78 c	1771.27 B
4	3354.57 b	3368.05 b	4622.53 a	3781.72 A
ค่าเฉลี่ย	1950.40 B	2036.38 B	2302.56 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเดือนที่ 2

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเดือนที่ 4 และ 6

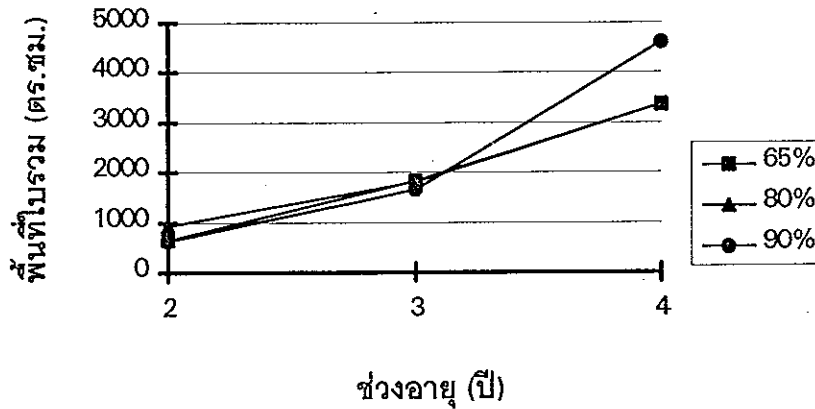
อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเดือนที่ 2

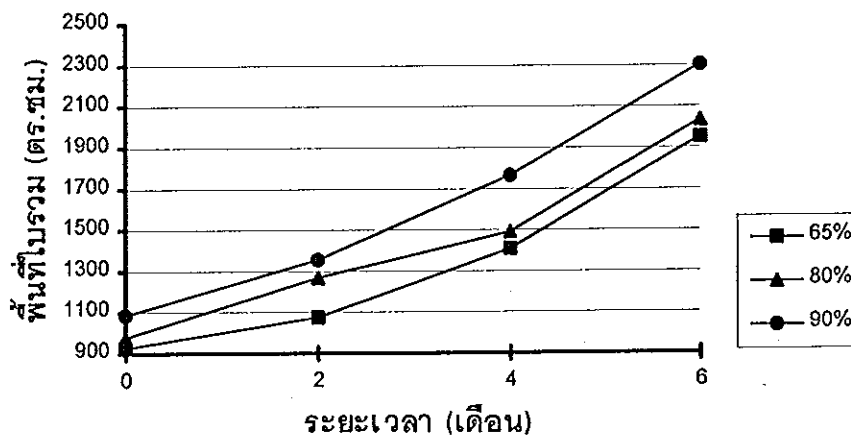
อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อเดือนที่ 4 และ 6

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test



รูปที่ 17 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร



รูปที่ 18 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบรวม (ตร.ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้อาณาจักร

1.8 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

วัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของหมากแดง ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือหมากแดงอายุ 3 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 8 และ รูปที่ 20)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 1.60, 2.38 และ 3.56 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุดแตกต่างกับหมากแดงอายุ 3 ปี ซึ่งมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยรองลงมา ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่าที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด 2.67 เซนติเมตร รองลงมาที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 2.52 เซนติเมตร ส่วนที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.35 เซนติเมตร และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 8 และ รูปที่ 19)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพ
ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6
ภายใต้เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2				
2	0.10 e	1.23 d	1.22 d	1.14 C
3	1.95 c	1.85 bc	1.75 b	1.85 B
4	2.83 a	2.88 a	2.83 a	2.84 A
ค่าเฉลี่ย	1.92 ^{ns}	1.98	1.93	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 4				
2	1.17 g	1.33 f	1.49 e	1.33 C
3	2.20 c	1.98 d	2.13 c	2.10 B
4	3.15 ab	2.96 b	3.17 a	3.09 A
ค่าเฉลี่ย	2.17 ^{ns}	2.10	2.26	
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6				
2	1.70 ^{ns}	1.46	1.62	1.60 C
3	2.64	2.22	2.29	2.38 B
4	3.66	3.38	3.66	3.56 A
ค่าเฉลี่ย	2.67 A	2.35 C	2.52 B	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

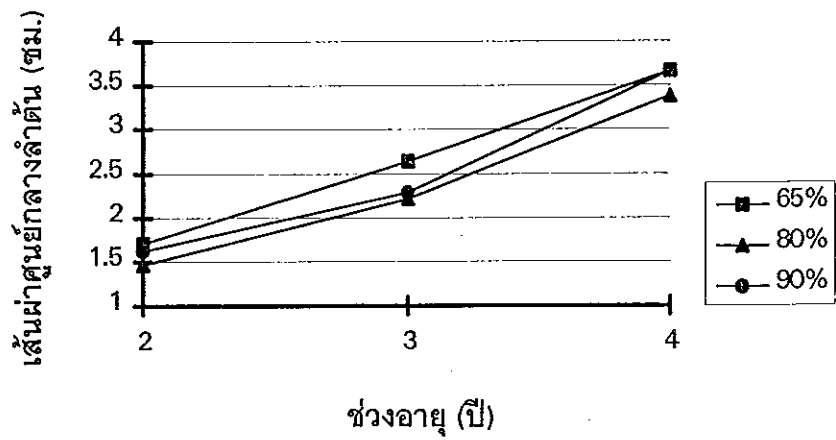
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเดือนที่ 6

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d, e, f, g) แตกต่างกันทางสถิติ

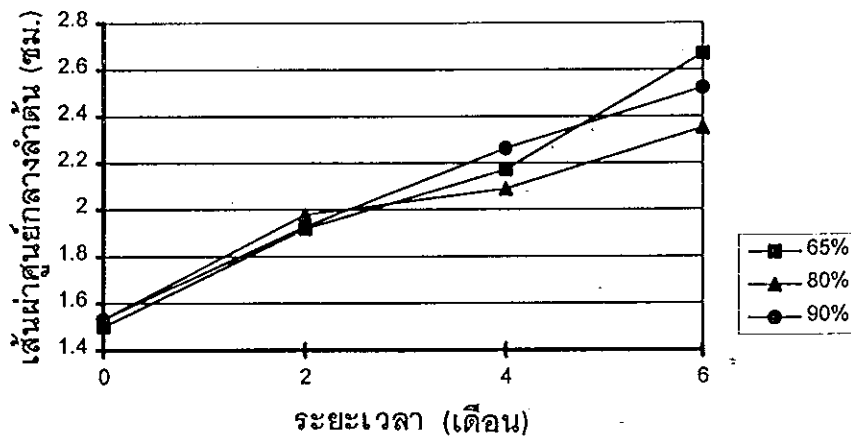
($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 19 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก



รูปที่ 20 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.) ของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.9 ความยาวราก

ความยาวรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความยาวรากเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าความยาวรากเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 9)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความยาวรากเฉลี่ย 45.38, 113.06 และ 188.91 เมตร ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยาวรากเฉลี่ย 158.89, 106.86 และ 81.61 เมตร ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากมากที่สุด 258.81 เมตร ส่วนหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากรองลงมา 175.20 เมตร แตกต่างกันทางสถิติกับหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวราก 132.74 เมตร สำหรับหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวราก 160.95 เมตร แตกต่างกันทางสถิติกับหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความยาวราก 96.04 และ 82.19 เมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ กับ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับหมากแดงอายุ 2 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวราก 56.90, 49.34 และ 29.90 เมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และ รูปที่ 21)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความยาวราก (เมตร) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา
ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

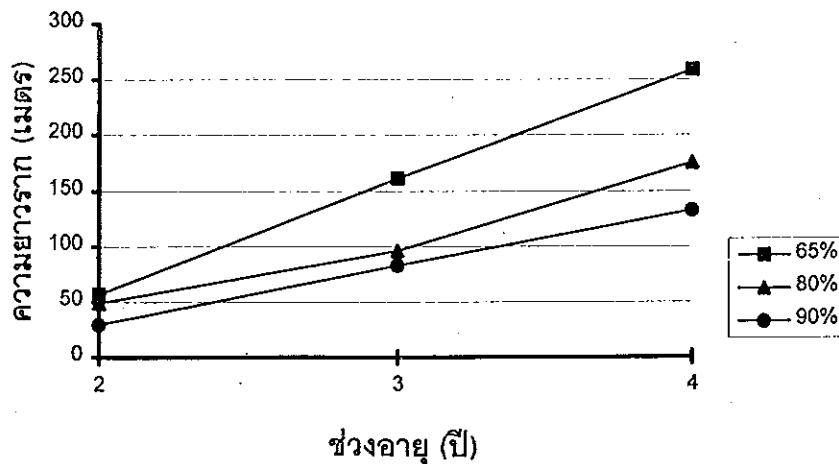
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	56.90 ef	49.34 ef	29.90 f	45.38 C
3	160.95 bc	96.04 de	82.19 e	113.06 B
4	258.81 a	175.20 b	132.74 cd	188.91 A
ค่าเฉลี่ย	158.89 A	106.86 B	81.61 C	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B, C) ต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d, e, f) ต่างกันทางสถิติ
($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

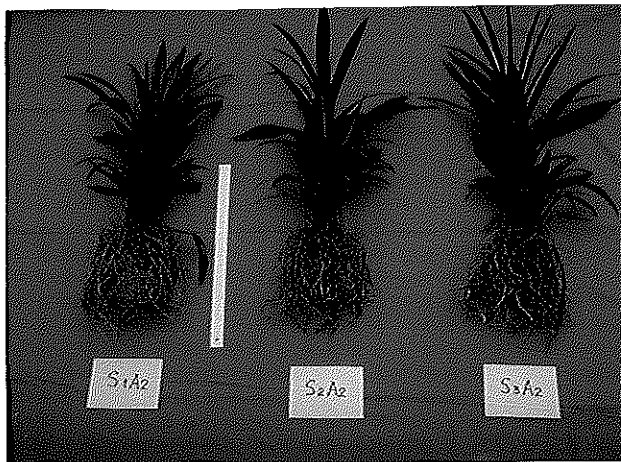


รูปที่ 21 ค่าเฉลี่ยความยาวราก (เมตร) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับ
ระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

ก



ข



ค



รูปที่ 22 ความยาวรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่วมน้ำ 65, 80

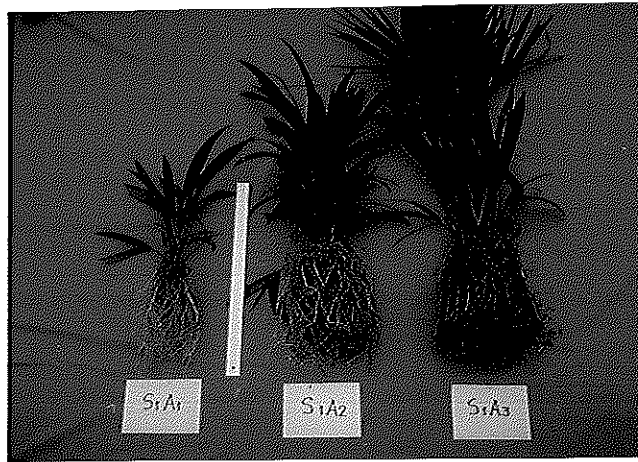
และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6

ก. หมากแดงอายุ 2 ปี (A1) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ

ข. หมากแดงอายุ 3 ปี (A2) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ

ค. หมากแดงอายุ 4 ปี (A3) ที่ระดับร่วมน้ำ 65 เปอร์เซ็นต์ (S1), 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) และ 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) ตามลำดับ

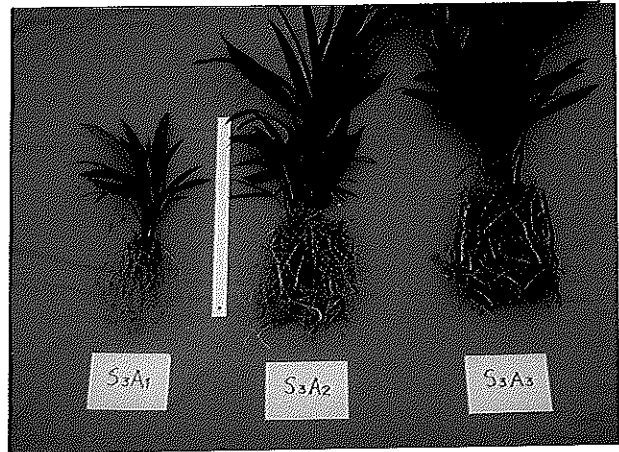
ก



ข



ค



รูปที่ 23 ความยาวรากของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลอง เมื่อเดือนที่ 6

- ก. ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ (S1) กับหมากแดงอายุ 2 ปี (A1), 3 ปี (A2) และ 4 ปี (A3) ตามลำดับ
- ข. ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ (S2) กับหมากแดงอายุ 2 ปี (A1), 3 ปี (A2) และ 4 ปี (A3) ตามลำดับ
- ค. ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ (S3) กับหมากแดงอายุ 2 ปี (A1), 3 ปี (A2) และ 4 ปี (A3) ตามลำดับ

1.10 น้ำหนักแห้งลำต้นแม่และหน่อ (ส่วนต้น)

น้ำหนักแห้งส่วนต้นของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 10)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ย 20.74, 74.50 และ 164.81 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ย 93.00, 89.94 และ 77.11 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ยรองลงมา และที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 10 และ รูปที่ 24)

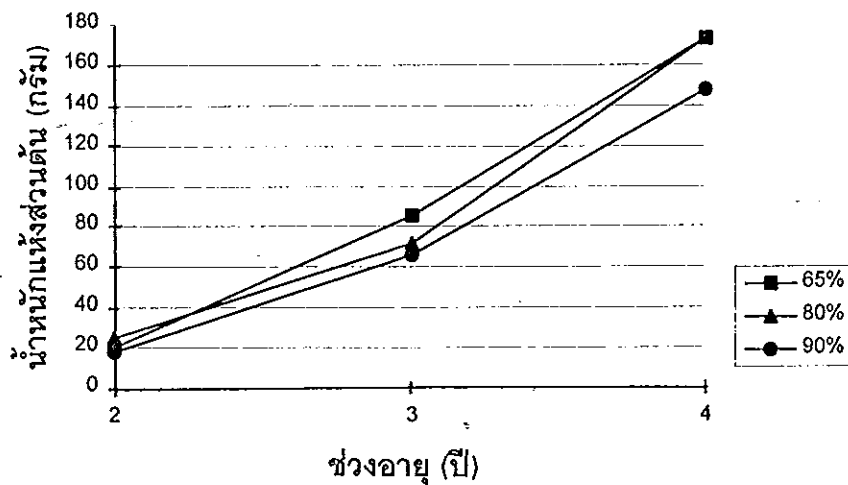
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพ
 ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้
 เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	19.85 ^{ns}	24.65	17.73	20.74 C
3	85.75	72.00	65.75	74.50 B
4	173.40	173.18	147.85	164.81 A
ค่าเฉลี่ย	93.00 ^{ns}	89.94	77.11	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 24 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับ
 ระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์
 ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.11 น้ำหนักแห้งรากต้นแม่และรากหน่อ (ส่วนราก)

น้ำหนักแห้งส่วนรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่ต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนรากเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนรากเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 11)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนรากเฉลี่ย 9.89, 35.94 และ 77.30 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักแห้งส่วนรากเฉลี่ย 53.83, 39.91 และ 29.39 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนรากมากที่สุด 100.18 กรัม ส่วนที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนรากรองลงมา 76.35 กรัม แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งส่วนราก 55.38 กรัม ส่วนหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนราก 49.43 กรัม แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งส่วนราก 32.75 และ 25.65 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการให้ระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับหมากแดงอายุ 2 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนราก 11.90, 10.63 และ 7.14 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11 รูปที่ 25)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

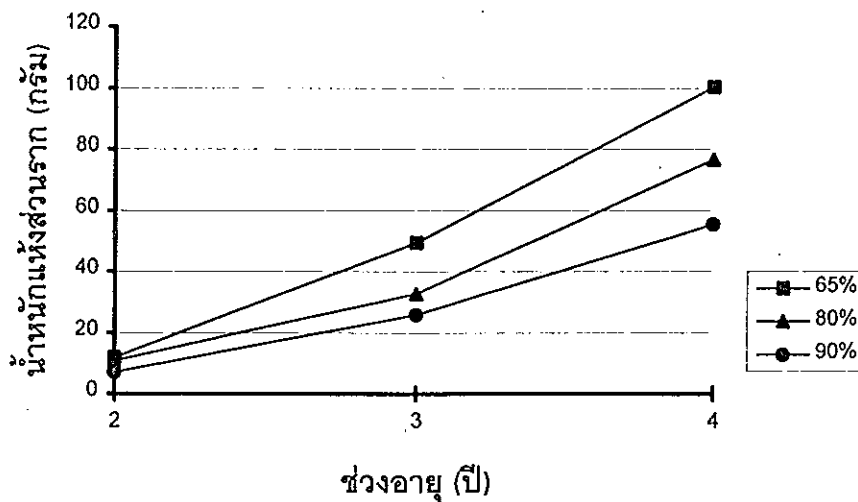
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	11.90 e	10.63 e	7.14 e	9.89 C
3	49.43 c	32.75 d	25.65 d	35.94 B
4	100.18 a	76.35 b	55.38 c	77.30 A
ค่าเฉลี่ย	53.83 A	39.91 B	29.39 C	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B, C) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d, e) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test



รูปที่ 25 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.12 น้ำหนักแห้งรวม

น้ำหนักแห้งรวมของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุกัน มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุ กับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 12)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงที่มีช่วงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ย 30.63, 110.44 และ 242.11 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ย 146.83, 129.85 และ 106.50 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด 273.58 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมรองลงมา 249.53 กรัม และแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งรวม 203.23 กรัม ส่วนหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวม 135.18 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งรวม 104.75 กรัม เมื่อเปรียบเทียบการให้ระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับหมากแดงอายุ 2 ปี ที่ได้ระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวม 31.75, 35.28 และ 24.87 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12 และ รูปที่ 26)

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวม (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

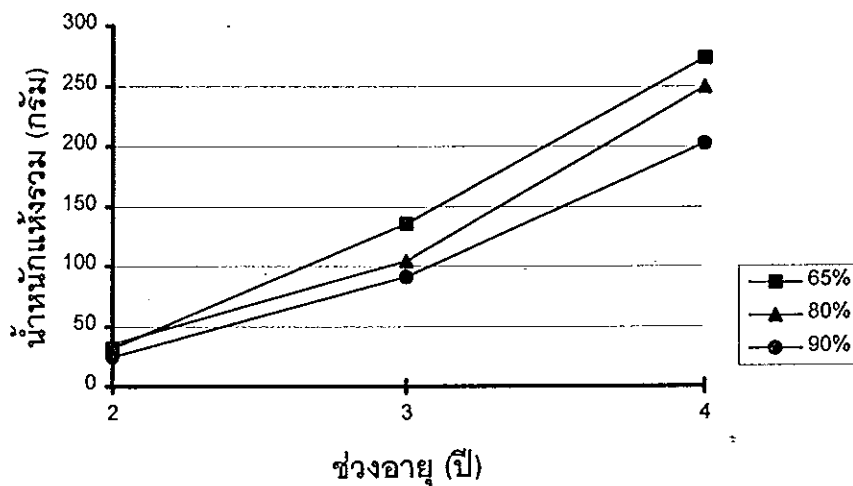
ช่วงอายุ	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
(ปี)				
2	31.75 e	35.28 e	24.87 e	30.63 C
3	135.18 c	104.75 cd	91.40 d	110.44 B
4	273.58 a	249.53 a	203.23 b	242.11 A
ค่าเฉลี่ย	146.83 A	129.85 AB	106.50 B	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d, e) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test



รูปที่ 26 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวม (กรัม) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับ ระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.13 อัตราส่วนของต้นต่อราก

อัตราส่วนต้นต่อรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่ต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุ มีค่าอัตราส่วนต้นต่อรากเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระดับร่มเงาที่ต่างกัน มีผลให้อัตราส่วนต้นต่อรากแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 13)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าอัตราส่วนต้นต่อรากเฉลี่ย 2.18, 2.19 และ 2.24 ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราส่วนของต้นต่อรากเฉลี่ย 1.73, 2.28 และ 2.61 ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราส่วนของต้นต่อรากเฉลี่ยมากที่สุด 2.61 แตกต่างกันทางสถิติกับที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอัตราส่วนต้นต่อรากเฉลี่ยรองลงมา 2.28 และแตกต่างกันทางสถิติกับที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอัตราส่วนของต้นต่อรากเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.73 และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 13 และ รูปที่ 27)

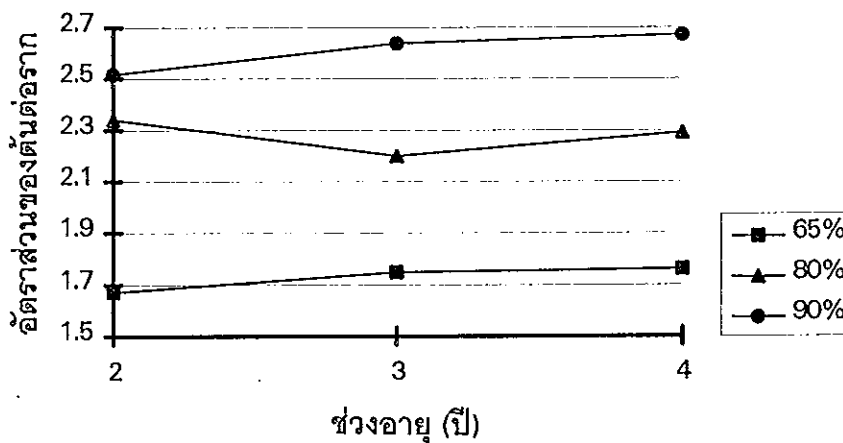
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนต้นต่อรากของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงา
ในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	1.67 ^{ns}	2.34	2.52	2.18 ^{ns}
3	1.75	2.20	2.64	2.19
4	1.76	2.29	2.67	2.24
ค่าเฉลี่ย	1.73 C	2.28 B	2.61 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 27 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนต้นต่อราก ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับ
ระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่างๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 14)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบเฉลี่ย 10.21, 12.50 และ 13.40 มก.ดม.² ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบเฉลี่ย 10.43, 13.01 และ 12.68 มก.ดม.² ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.05$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงาแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่าหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบมากที่สุด 15.38 มก.ดม.² ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ 14.13 มก.ดม.² แต่จะพบความแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ 10.70 มก.ดม.² ส่วนหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ 14.07 มก.ดม.² ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ 11.81 มก.ดม.² เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ กับ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับหมากแดงอายุ 2 ปี ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบน้อยที่สุด 8.79 มก.ดม.² ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ 9.82 มก.ดม.² (ตารางที่ 14 และ รูปที่ 28)

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ (มก.ดม.⁻²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

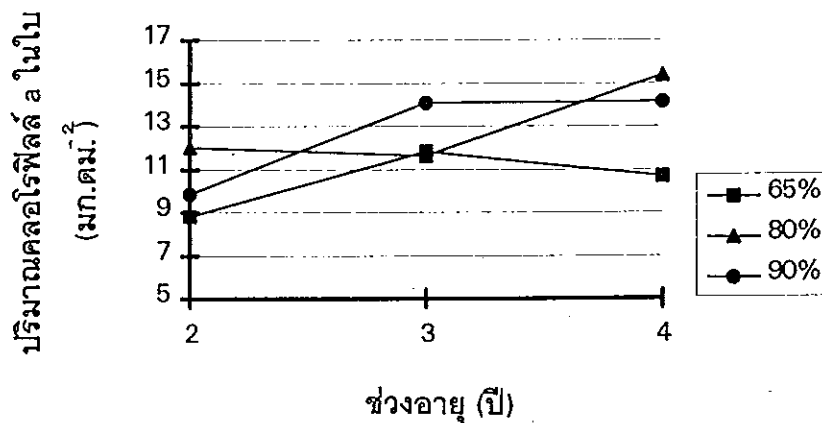
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	8.79 d	12.02 bc	9.82 cd	10.21 B
3	11.81 bc	11.63 c	14.07 ab	12.50 A
4	10.70 cd	15.38 a	14.13 ab	13.40 A
ค่าเฉลี่ย	10.43 B	13.01 A	12.68 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (a, b, c, d) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test



รูปที่ 28 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ (มก.ดม.⁻²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.15. ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่าง ๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 15)

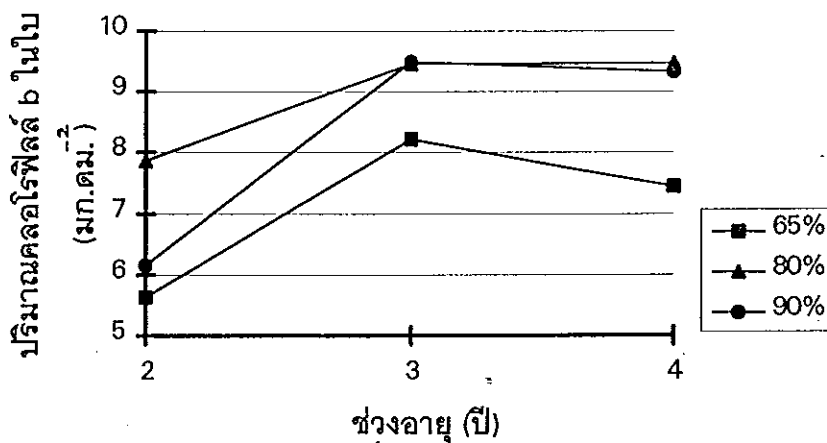
ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ย 6.55, 9.06 และ 8.75 มก.ดม.² ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงอายุ 3 ปี มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับหมากแดงอายุ 4 ปี ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยน้อยที่สุด แตกต่างกันอย่างสถิติ ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน ให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับร่มเงา แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยมากที่สุด 8.93 มก.ดม.² โดยที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยรองลงมา 8.33 มก.ดม.² และที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.09 มก.ดม.² และไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา (ตารางที่ 15 และ รูปที่ 29)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ (มก.ดม.⁻²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	5.63 ^{ns}	7.87	6.15	6.55 B
3	8.22	9.45	9.50	9.06 A
4	7.44	9.48	9.34	8.75 A
ค่าเฉลี่ย	7.09 ^{ns}	8.93	8.33	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B) แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$)

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple range test



รูปที่ 29 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบ (มก.ดม.⁻²) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

1.16 ความหนาแน่นปากใบ

ความหนาแน่นปากใบ ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบหลังการทดลองในเดือนที่ 6 จากทรีตเมนต์ ต่าง ๆ พบว่าหมากแดงแต่ละช่วงอายุ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 16)

ผลการทดลองพบว่า หมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ย 129.57, 162.68 และ 172.75 ช่องต่อตร.มม. ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซนต์ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ย 126.63, 176.10 และ 162.27 ช่องต่อตร.มม. ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่า หมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซนต์ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยมากที่สุด 176.10 ช่องต่อตร.มม. แตกต่างกันอย่างสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยรองลงมา 162.27 ช่องต่อตร.มม. และแตกต่างกันอย่างสถิติกับที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยน้อยที่สุด 126.63 ช่องต่อตร.มม. และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงา แตกต่างกันอย่างสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซนต์ มีความหนาแน่นปากใบมากที่สุด 207.55 ช่องต่อตร.มม. แตกต่างกันอย่างสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบรองลงมา 172.33 ช่องต่อตร.มม. และแตกต่างกันอย่างสถิติกับที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบ 138.36 ช่องต่อตร.มม. ส่วนหมากแดงอายุ 3 ปี ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบ 177.36 ช่องต่อตร.มม. ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซนต์ แต่จะพบความแตกต่างกับที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบ 139.62 ช่องต่อตร.มม. ส่วนหมากแดงอายุ 2 ปี มีความหนาแน่นปากใบ แตกต่างทางสถิติทุกระดับร่มเงา โดยพบว่าที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซนต์ มีความหนาแน่นปากใบ 149.69 ช่องต่อตร.มม. แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบ 137.11 ช่องต่อตร.มม. ส่วนที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซนต์ มีความหนาแน่นปากใบ น้อยที่สุด 101.90 ช่องต่อตร.มม. (ตารางที่ 16 และ รูปที่ 30)

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นปากใบ (ช่องต่อตร.มม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6
ภายใต้เรือนกระจก

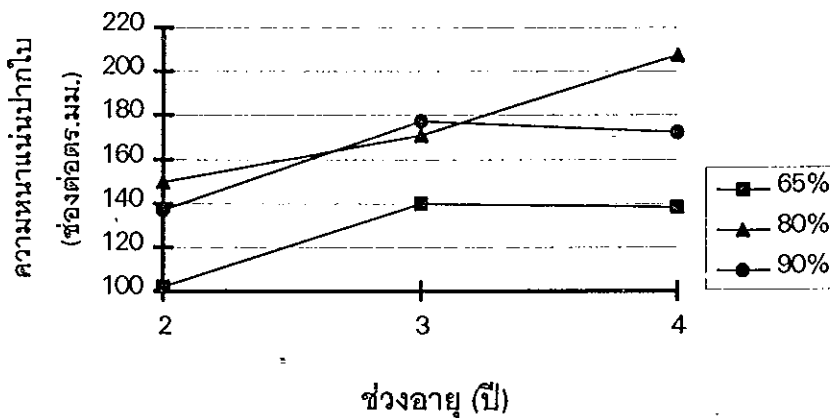
ช่วงอายุ (ปี)	ระดับร่มเงา (%)			ค่าเฉลี่ย
	65	80	90	
2	101.90 e	149.69 c	137.11 d	129.57 C
3	139.62 cd	171.07 b	177.36 b	162.68 B
4	138.36 cd	207.55 a	172.33 b	172.75 A
ค่าเฉลี่ย	126.63 C	176.10 A	162.27 B	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้ง (A, B, C) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแนวนอน (a, b, c) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

อิทธิพลร่วมที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน (a, b, c, d, e) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

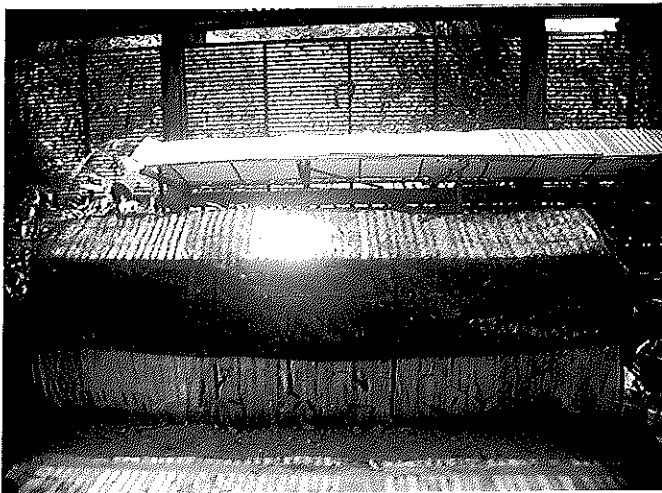


รูปที่ 30 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นปากใบ (ช่องต่อตร.มม.) ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ
ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 (■), 80 (▲) และ 90 (●) เปอร์เซ็นต์
ตรวจสอบหลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก

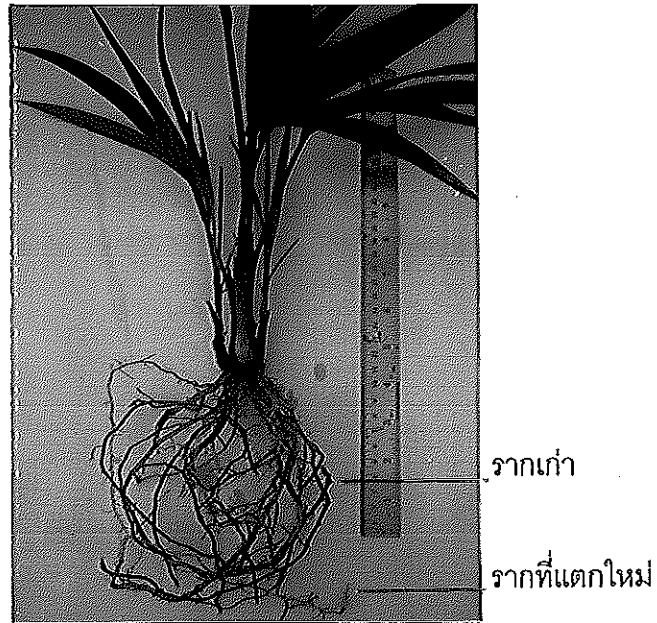
2. การศึกษาการขยายพันธุ์โดยใช้หน่อ

นำต้นหมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน หลังการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 ภายใต้เรือนกระจก มาล้างรากโดยใช้น้ำจืดให้ดินหลุดจากราก แล้วแยกหน่อนำหน่อไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด จัดวางในตู้ขึ้นในโรงเรือนที่มีระดับร่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงปิดที่ด้านบน วัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 36 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุด 24 องศาเซลเซียส ควบคุมให้มีระดับความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์รดน้ำทุก 7 วัน เพื่อศึกษาอัตราการความมีชีวิตของหน่อที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ ปรากฏว่าหน่อที่แยกจากต้นแม่หมากแดงแต่ละช่วงอายุที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน มีอัตราการความมีชีวิตรอดของหน่อที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

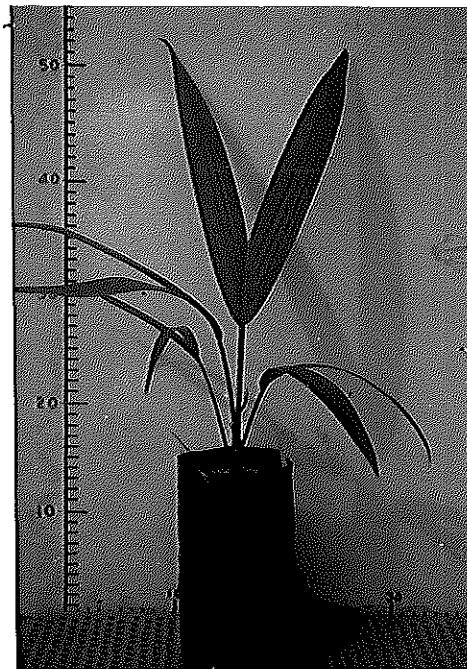
สำหรับหน่อที่แยกออกมาจากต้นแม่นั้น จะต้องมีการระบบรากที่สมบูรณ์ แล้วนำไปปักชำในทรายหยาบน้ำจืด จัดวางในตู้ขึ้นที่ใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงปิดที่ด้านบน ที่อยู่ภายในเรือนเพาะชำที่มีความชื้นสูง การควบคุมระดับร่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 31) พบว่ารากเริ่มแตกออกมาใหม่หลังจากแยกหน่อออกจากต้นแม่ 2 - 3 เดือน (รูปที่ 32) การให้น้ำและความชื้นในระยะนี้มีความจำเป็นมากเพราะจะทำให้ระบบราก ใบ และลำต้น มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องเป็นต้นที่สมบูรณ์ (รูปที่ 33) พร้อมทั้งจะนำไปปลูกเป็นไม้กระถาง



รูปที่ 31 ลักษณะตู้ขึ้นที่ใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงปิดที่ด้านบน สำหรับปักชำหน่อหมากแดง



รูปที่ 32 ลักษณะราก ลำต้น และใบของหน่อหมากแดง หลังจากปักชำเป็นเวลา 3 เดือน



รูปที่ 33 ลักษณะของหน่อหมากแดงที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้
หลังจากปักชำเป็นเวลา 3 เดือน

บทที่ 4

วิจารณ์

1. การเจริญเติบโต และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดง

การเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยา ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนหน่อของหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาตลอดจนการเพิ่มจำนวนหน่อของต้นแม่ทั้งหมดจะผันแปรตามสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความเข้มของแสงที่หมากแดงได้รับในระดับที่ต่างกัน แต่ความผันแปรของระยะเวลาการปลูกเลี้ยงในระหว่างการทดลองไม่ทำให้การเจริญเติบโตของหมากแดงเปลี่ยนแปลงมากนัก (ตารางที่ 1-12) ทั้งนี้เนื่องจากหมากแดงเป็นพืชวงศ์ปาล์มที่เจริญเติบโตค่อนข้างช้า (สุทัศน์ ลิมปิยะประพันธ์, 2534 ; ปิฎฐะ บุนนาค, 2524)

1.1 ความสูงต้นแม่

จากการทดลอง พบว่าความสูงต้นแม่ของหมากแดงในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 แต่ละช่วงอายุ มีค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระดับร่มเงาที่แตกต่างกันให้ค่าความสูงต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 พบว่าการให้ระดับร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ กับหมากแดงทำให้ค่าความสูงของต้นแม่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และความสูงจะลดลงเมื่อระดับร่มเงาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sarracino และคณะ (1992a) ที่ศึกษาเพื่อตรวจวัดความสามารถของต้นเชื้อ 2 ชนิด (*Leea coccinia* และ *Leea rubra*) ในการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสรีรวิทยา ต่อความเข้มของแสงที่มีผลกับการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ ได้ภายใต้สภาวะแสงต่ำในอาคาร โดยควบคุมความเข้มของแสงให้ระดับร่มเงาที่ 0, 32, 63 และ 92 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความสูงลดลงเมื่อระดับร่มเงาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่เจริญเติบโตอยู่ในสภาพที่ได้รับแสงเต็มที่ ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ใน เข็มสามสี (*Dracaena marginata*) และไม้ประดับภายในอาคารชนิดอื่นเช่นกัน (Braswell et al., 1982 ; Conover and Poole, 1975) Buisson และ Lee (1993) ได้ศึกษาถึงการตอบสนองต่อสภาพร่มเงาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยพันธุ์ Grand Nain ซึ่งพบว่าความสูงของต้นลดลงเมื่อได้รับระดับร่มเงามากขึ้นเช่นกัน และมีรายงานการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้อีกด้วยเหมือนกันในการปลูกกล้วยภายใต้ทรงพุ่มต้นหมาก

สง (Balasimha, 1989) เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมกันระหว่างช่วงอายุกับระดับร่มเงากลับพบว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงมากที่สุด ทั้งนี้การตอบสนองต่อสภาพร่มเงาที่มีผลสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของ *Lespedeza penduliflora* ที่ทำให้เกิดการยึดตัวในส่วนของใบและลำต้น เพื่อรับแสงให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะความเข้มของแสงต่ำ (Kawai and Shikans, 1972) โดยมีกลไกการปรับตัวให้มีประสิทธิภาพในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชเขตร้อนหลายชนิด ซึ่งพบว่าพืชที่มีอายุมากขึ้นจะพัฒนาทางด้านความสูงเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะความเข้มแสงต่ำลง (Levitt, 1980)

1.2 ความสูงหน่อที่ 1, ความสูงหน่อที่ 2 และความสูงหน่อที่ 3

จากการทดลองในเดือนที่ 2, 4 และ 6 พบว่า หมากแดงแต่ละช่วงอายุมีค่าความสูงหน่อที่ 1, หน่อที่ 2 และหน่อที่ 3 เฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเรือนยอดของหน่อที่เกิดก่อน มีการเจริญเติบโตและสามารถปรับตัวในการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่า เพื่อหลีกเลี่ยงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ทั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงการแก่งแย่งอย่างรุนแรงระหว่างใบของหน่อแต่ละหน่อ ซึ่งสังเกตได้จากความสูงของหน่อที่ 1 มากกว่าหน่อที่ 2 และหน่อที่ 3 ตามลำดับ และอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มของแสงบริเวณตำแหน่งที่เกิดหน่อส่วนโคนลำต้นแม่ และหน่อที่เจริญเติบโตมีขนาดใกล้เคียงกัน เกิดการบดบังแสงกันเองภายใต้ทรงพุ่มของต้นแม่และระหว่างหน่อด้วยกัน ทำให้ปริมาณแสงส่องผ่านลงมายังหน่อย่อยลง ดังนั้นหน่อที่เกิดก่อนมีความสูงและใบมากกว่าทำให้รับแสงได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลถึงประสิทธิภาพในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Larson, 1979.) เมื่อพืชอยู่ในสภาพร่มเงามากขึ้นทำให้เกิดการยึดตัว ในส่วนของความยาวใบ จำนวนใบ และลำต้นเพิ่มขึ้น เพื่อรับแสง ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะแสงต่ำ (Kawai and Shikans, 1972) ทั้งนี้เพราะหมากแดงจัดอยู่ในพืชวงศ์ปาล์มที่เป็นไม้ พื้นล่างของป่าพรุ มีลักษณะทรงพุ่มแคบจึงต้องมีการพัฒนาเรือนยอด เพื่อรับแสงสำหรับการเจริญเติบโตเหมือนต้นไม้อื่นๆ ซึ่งอาจเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สำคัญในการปรับตัวเพื่อดำรงชีวิตให้เหมาะสมกับสภาพป่าพรุที่มีความเข้มแสงต่ำ (สุภาวดี ศิริวิธานกร, 2537)

1.3 จำนวนหน่อ

สำหรับจำนวนหน่อต่อต้นมากที่สุด เมื่อหมากแดงอายุ 3 และ 4 ปี ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มจำนวนหน่อของหมากแดงขึ้นอยู่กับช่วงอายุและอิทธิพลของระดับร่มเงาที่ต้นแม่และหน่อได้รับในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นอย่าง

ชัดเจนในการตอบสนองต่อระดับร่มเงาที่หมากแดงได้รับ สำหรับจำนวนหน่อต่อต้นลดลงเมื่อได้รับระดับร่มเงามากขึ้นที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Stover (1984) ที่ศึกษาผลของร่มเงาที่มี ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญเติบโต และผลผลิตของกล้วยพันธุ์ Grand Nain ที่มีการจัดการพร่างแสงให้ระดับร่มเงา 30, 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจำนวนหน่อต่อต้นลดลงเมื่อได้รับระดับร่มเงามากที่สุดเช่นกัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากหน่อเจริญเติบโตและการพัฒนาน้อยมาก ส่งผลต่อความหนาแน่นของจำนวนหน่อต่อต้นลดลง ทั้งนี้การลดลงของจำนวนหน่อเป็นผลมาจากความเข้มของแสงที่กล้วยได้รับอีกด้วย และที่สำคัญพบว่าหน่อที่มีการเจริญเติบโตและพัฒนาดีกว่าจะสามารถสร้างหน่อได้เพิ่มมากขึ้นติดต่อกัน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการปลูกเลี้ยงหมากแดงเพื่อเพิ่มจำนวนหน่อให้มากขึ้นสำหรับการขยายพันธุ์โดยวิธีการแยกหน่อต่อไป

1.4 จำนวนใบต้นแม่ และพื้นที่ใบรวม

เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนใบต้นแม่ของหมากแดงแต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกันทุกระดับร่มเงา แต่มีแนวโน้มที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนใบต้นแม่มากที่สุด (ตารางที่ 6) และพบว่า ที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบรวมมากที่สุดเช่นกัน (ตารางที่ 7) สำหรับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบรวมก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการตอบสนองต่อสภาพร่มเงาที่พบในพืชเขตร้อนโดยทั่วไป (Fonteno and Mc Williams, 1978 ; Fail *et al.*, 1982ab ; Kozlowski, 1991) และในไทร ย้อยใบแหลม (Collard *et al.*, 1977 ; Conover and Poole, 1975) สำหรับหมากแดงซึ่งจัดอยู่ใน พืชวงศ์ปาล์มที่เป็นไม้ชั้นล่างของป่าพรุ (จำลองเพ็งคล้าย, 2525) ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพร่มเงาที่มีแสงน้อย (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524) จึงมีการปรับตัวในการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง โดยการพื้นที่ใบรวมมากขึ้นเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำ

1.5 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

จากผลการทดลองเมื่อเดือนที่ 6 แสดงให้เห็นว่าการให้สภาพร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หมากแดงทุกช่วงอายุมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแม่เฉลี่ย (ระดับ 2 เซนติเมตรจากผิวดิน) สูงสุด และลดลงเมื่อได้รับระดับร่มเงาเพิ่มมากขึ้นที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแม่เฉลี่ยต่ำสุด ทั้งนี้การเจริญเติบโตและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแม่ลดลงเป็นไปในทำนองเดียวกันกับในมะละกอที่ปลูกภายใต้สภาพร่มเงาที่สร้างขึ้นอีกด้วย (Buisson and Lee, 1993)

1.6 ความยาวราก

เมื่อพิจารณาความยาวรากของหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความยาวรากมากที่สุด ในขณะที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 9) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หมากแดงที่ได้รับแสงมากขึ้น ส่งผลให้มีการพัฒนาทางระบบรากได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Waring (1991) อธิบายว่า พืชที่ได้รับแสงมาก จะมีการพัฒนาทางระบบรากเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ร่มเงามากขึ้นจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนา การเกิดรากน้อยลง และเช่นเดียวกับที่ Russell (1982) ได้รายงานว่าการที่พืชมีรากจำนวนมากและแตกแขนงมากขึ้น สามารถแผ่กระจายได้ดีอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ส่วนรากสามารถสัมผัสกับอนุภาคดินได้ปริมาณมาก จึงสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและปริมาณ เพียงพอต่อความต้องการของพืชเพื่อการดำรงชีวิต ในขณะที่หมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากน้อยที่สุด ทำให้การดูดน้ำและธาตุอาหารได้ปริมาณน้อยลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ระบบรากเป็นส่วนสำคัญในการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันที่ Dickson and Isebrands (1991) ได้ศึกษาในไม้พุ่มและไม้ยืนต้นที่ตอบ สมอง ต่อสภาพร่มเงา ส่งผลต่อการพัฒนาระบบรากเพื่อนำธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต้นแม่และหน่อ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตในการสร้างมวลชีวภาพของพืช ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่แสดงให้เห็นว่า เมื่อหมากแดงได้รับแสงมากขึ้นที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีการพัฒนาระบบรากได้มากทำให้มีอาหารสะสมมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการเจริญเติบโตได้ดีและเพิ่มจำนวนหน่อได้

1.7 น้ำหนักแห้งส่วนต้น, น้ำหนักแห้งส่วนราก และน้ำหนักแห้งรวม

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ และหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนรากมากที่สุดแตกต่างจากหมากแดงอายุ 3 ปี และ 2 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อหมากแดงได้รับระดับร่มเงามากขึ้นเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยลดลงน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Givnis (1988) ที่รายงานว่ ไม้พุ่มขนาดเล็กและไม้ยืนต้นบางชนิดที่ ได้รับ แสงน้อยเกินไป อาจทำให้การพัฒนาระบบรากลดลงด้วย สำหรับการสะสมน้ำหนักแห้งรวมจะผันแปรโดยตรงกับปริมาณแสงที่พืชได้รับใน ซึ่งพบในต้นเงือก 2 ชนิด และไทรย้อยใบแหลม (Sarracino et al., 1992a) ส่วนการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหมากแดง ที่ได้รับระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มการ

สะสมน้ำหนักแห้งส่วนต้นมากกว่าหมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนต้นลดลงเมื่อได้รับระดับร่มเงาเพิ่มขึ้น

1.8 อัตราส่วนต้นต่อราก

จากการทดลองปรากฏว่า หมากแดงที่ได้รับระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วนต้นต่อรากมากที่สุด ในขณะที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วนต้นต่อรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 13) การเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนต้นต่อรากเมื่อได้รับระดับร่มเงามากขึ้น ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ในพืชที่เป็นไม้ประดับ 2 ชนิด คือ นิ้วมือพระนารายณ์ (*Scheffera arboricola*) และหนวดปลาหมึก (*Brassaia actinophylla*) ที่ได้รับอิทธิพลจากความเข้มของแสงในระดับที่แตกต่างกันภายในอาคาร (Braswell et al., 1982) Conover และ Poole (1975) ได้รายงาน ว่า หมากเหลือง (*Chrysalidocarpus lutescens*) มีการตอบสนองเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิมิตร วรสุตร (2530) อธิบายว่า ปกติถ้าพืชเจริญเติบโตอยู่ในสภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำ พืชจะเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปสู่รากน้อยลง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแสงของต้นให้มากขึ้น ซึ่งตรวจสอบได้จากการศึกษาอัตราส่วนของต้นต่อรากจะเพิ่มขึ้น

1.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a, b ในใบ

การตอบสนองทางสรีรวิทยา จากผลการเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ a, b ในใบของหมากแดงแต่ละช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพร่มเงาที่ต่างกัน (ตารางที่ 14 และ ตารางที่ 15) แสดงให้เห็นว่าหมากแดงอายุ 4 ปี และ 3 ปี ที่ได้รับระดับร่มเงาเพิ่มขึ้นที่ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ มีมากกว่าหมากแดงที่เจริญเติบโตในสภาพร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sarracino และคณะ (1992a) ที่รายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเพิ่มขึ้นตามสภาพร่มเงาที่เพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทุกระดับร่มเงา ทั้งนี้คลอโรฟิลล์ a จัดเป็นรงควัตถุที่สำคัญอันดับแรก (primary pigment) ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง ส่วนรงควัตถุชนิดอื่นๆเป็นรงควัตถุประกอบ (accessory pigment) เมื่อรับแสงแล้วจึงส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ a ส่วนคลอโรฟิลล์ b จัดเป็นรงควัตถุประกอบที่สำคัญรองลงมา (ดนัย บุญเกียรติ, 2533) ดังนั้นในสภาพที่มีร่มเงามากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสังเคราะห์แสง (Sarracino et al., 1992a)

1.10 ความหนาแน่นปากใบ

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นปากใบของหมากแดง ปรากฏว่าที่ระดับร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยมากที่สุด โดยที่ระดับร่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยรองลงมา ส่วนที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยน้อยที่สุด (ตารางที่ 16) ทั้งนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในสภาพร่มเงาที่มีแสงน้อย หมากแดงมีการปรับตัวเพื่อรักษาระดับการทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบ โดยเพิ่มจำนวนปากใบมากขึ้นส่งผลทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าสู่ปากใบมากขึ้น โดยการเพิ่มความหนาแน่นของปากใบต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหมากแดง ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Hew และ Yong (1994) ที่พบในกล้วยไม้ออนซีเดียม (*Oncidium goldiana*), อะแรนดา (Aranda 'Tay Swee Eng') (Clifford et al., 1992) และไม้ยืนต้น (Kramer and Kozlowski, 1979) สำหรับหมากแดง ที่ได้รับแสงมากขึ้นคือที่ระดับร่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่การให้ระดับร่มเงา 90 และ 80 ทั้งนี้เนื่องจากหมากแดงเป็นพืชในร่มเจริญเติบโตภายใต้ต้นไม้ใหญ่ในป่าพรุ (ปิฎฐะ บุนนาค, 2524 ; ขวลิต นิยมธรรม, 2529) ดังนั้นการปลูกเลี้ยงควรมีแนวทางการปฏิบัติ คือควรปลูกภายใต้สภาพร่มเงาที่มีแสงน้อย เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงอายุพบว่า หมากแดงต้องการแสงในการพัฒนาการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยเฉพาะหมากแดงอายุ 4 ปี มีค่าความหนาแน่นปากใบเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องที่ ดนัย บุญเกียรติ (2533) ได้อธิบายว่าพืชชนิดเดียวกันแต่มีอายุต่างกันพบว่า ความหนาแน่นปากใบไม่เท่ากัน และความแตกต่างดังกล่าวนี้ เนื่องมาจากโครงสร้างของใบ เช่น การปรากฏของคิวติเคิล, จำนวน, ขนาด, การกระจายของปากใบ และการเรียงตัวของช่องว่างระหว่างเซลล์

2. การศึกษาการขยายพันธุ์โดยใช้หน่อ

จากการทดลองในครั้งนี้ นำหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี ที่ได้รับสภาพร่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 ไปล้างรากแล้วแยกหน่อออกจากต้นแม่ นำไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด ปิฏฐะ บุนนาค (2524) และ David (1984) ให้คำแนะนำว่า การปลูกลี้นงและขยายพันธุ์หมากแดง พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านส่วนสูง และการแตกหน่อเป็นต้นใหม่จะช้ากว่าต้นแม่ และหน่อที่แตกออกมามีขนาดเล็กกว่าต้นแม่มากเกินไป ดังนั้นเพื่อให้หน่อมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วขึ้น ให้ตัดส่วนที่เชื่อมระหว่างต้นแม่กับหน่อให้ขาดจากกัน เพื่อให้ส่วนของหน่อหาอาหารเองได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องส่งอาหารกลับไปเลี้ยงส่วนต้นแม่ ซึ่งส่งผลให้หน่อมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วขึ้น โดยสังเกตคัดเลือกหน่อที่แข็งแรง มีระบบรากที่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อแนะนำของ Uhl และ Dransfield (1987) ที่กล่าวถึงเทคนิคการขยายพันธุ์พืชวงศ์ปาล์มชนิดมีหน่อ จะต้องคัดเลือกหน่อที่มีอายุไม่มากและมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป แต่จากปัญหาที่พบโดยทั่วไปในเรื่องการแยกหน่อหมากแดงจากต้นแม่พบว่า การแยกหน่อที่มีขนาดใหญ่และมีอายุมากจะทำให้หน่อทรงตัวอยู่ได้ระยะหนึ่งหลังจากปักชำ บางครั้งหน่อไม่เจริญเติบโต และตายภายหลังปักชำ ซึ่งอาจใช้เวลานานถึง 1½ ปี (ปิฏฐะ บุนนาค, 2524) ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอผลการทดลองที่มีข้อพิจารณา คือ ควรแยกหน่อให้มีรากที่แข็งแรงติดกับหน่อที่แยกอย่างน้อย 3 - 5 ราก และรอยแผลที่ตัดแยกหน่อออกจากต้นแม่จะต้องไม่ซ้ำเพราะอาจเป็นสาเหตุทำให้หน่อเน่าตายได้ ซึ่งแก้ปัญหาด้วยวิธีการล้างรากโดยใช้น้ำจืดให้ดินหลุดจากรากเพื่อไม่ให้รากของหน่อและหน่อซ้ำ แล้วแยกหน่อออกจากต้นแม่นำไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด ซึ่งเป็นเครื่องปลูกที่มีความเหมาะสม เช่น มีช่องว่างเพื่อการระบายอากาศ ระบายน้ำได้ดี และปราศจากเชื้อโรค บรรจุในถุงพลาสติกดำชนิดพับกัน ขนาด 4 x 6 นิ้ว จัดวางภายในตู้ขึ้นในโรงเรือนที่มีระดับร่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ตาข่ายพลาสติกทึบแสงปิดทับด้านบน ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 24 - 36 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียน้ำจากใบในขณะที่ปักชำหน่อ ในระยะนี้ถ้าหากการส่งน้ำจากรากไปยังใบถูกตัดขาด แต่ในขณะที่ใบยังคงคายน้ำตลอดเวลา อาจส่งผลให้หน่อแห้งตายได้ ดังนั้นเพื่อลดการคายน้ำขณะที่รากยังไม่งอก จึงมีความจำเป็นในการปรับความชื้นภายนอกให้สูงเพื่อลดการสูญเสียน้ำออกทางใบ

บทที่ 5

สรุป

1. ดันหมากแดงอายุ 4 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับดันหมากแดงอายุ 3 ปี และ 2 ปี ตามลำดับ
2. ดันหมากแดงอายุ 3 ปี และ 4 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนหน่อต่อดันหมากเท่ากัน คือ 7.50 หน่อ ดังนั้นดันหมากแดงอายุ 3 และ 4 ปี ที่ได้รับระดับรุ่มเงา 65 เปอร์เซ็นต์ จึงเหมาะสมในการให้หน่อเพื่อขยายพันธุ์
3. อิทธิพลของสภาพรุ่มเงา 90 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้พื้นที่ใบรวม อัตราส่วนต้นต่อรากเพิ่มขึ้น ส่วนที่ระดับรุ่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบ และความหนาแน่นปากใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด
4. หน่อที่ได้จากดันหมากแดงอายุ 2, 3 และ 4 ปี ภายใต้ระดับรุ่มเงา 65, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อได้ดี มีอัตราความมีชีวิตรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม
5. วิธีแยกหน่อจากต้นแม่โดยวิธีล้างราก นำไปปักชำในวัสดุทรายหยาบน้ำจืด ภายใต้เรือนพลาสติก ที่ได้รับระดับรุ่มเงามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิระหว่าง 24 - 36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน ทำให้หน่อมีอัตราความมีชีวิตรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ความเข้าใจในเรื่องการเจริญเติบโต การพัฒนา และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดงเป็นสิ่งสำคัญในการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อให้หมากแดงสามารถเจริญเติบโต และดำรงชีวิตอยู่ได้ ตลอดจนการเพิ่มผลผลิต (จำนวนต้น) ให้ได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในเรื่องดังกล่าวเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุด รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกเลี้ยงและขยายพันธุ์หมากแดง สำหรับการอนุรักษ์และผลิตเป็นการค้าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. ประการสำคัญที่สุดคือ เมื่อชาวบ้านที่อาศัยบริเวณรอบป่าพรุที่มีอาชีพหาของป่า ซึ่งรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เข้าไปทำลายหมากแดงโดยการโค่นต้นเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ขายนั้น เป็นการทำลายมรดกทางธรรมชาติที่ยากจะทดแทนให้กลับคืนสู่สภาพเดิม ได้ทราบถึงเทคนิคและวิธีการการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการแยกหน่อ รวมทั้งเกษตรกรผู้ปลูกเลี้ยง และผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้เข้าใจ เพื่อช่วยกันอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่าพรุแหล่งสุดท้ายของประเทศไทย ให้มีสภาพทางธรรมชาติ และมีระบบนิเวศวิทยาที่สมบูรณ์ เพื่อการศึกษา ค้นคว้า และวิจัยต่อไปในอนาคต

3. ในกรณีการจัดการป่าพรุทางธรรมชาติ จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้มีข้อมูลโดยเฉพาะในเรื่องการเจริญเติบโต การพัฒนา และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหมากแดงอายุ 2 - 4 ปี ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญอันดับแรกที่จะผลิตต้นแม่พันธุ์เพื่อให้หน่อสำหรับแพร่ขยายพันธุ์ โดยใช้ต้นพันธุ์ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยวิธีการแยกหน่อให้มีคุณภาพและมีอัตราความมีชีวิตรอดจนกระทั่งเป็นต้นที่สมบูรณ์ สามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไป และนำไปเป็นรูปแบบของการวางแผนปลูกให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่หมากแดงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

เอกสารอ้างอิง

- คณะอนุกรรมการจัดทำแผนแม่บท โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2528. เขตการใช้ที่ดินในพื้นที่พรุ. กรุงเทพฯ : ฝ่ายการพิมพ์กองแผนที่กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.
- จินดา ศรศรีวิชัย. 2524. สรีรวิทยาพืช ภาคการเจริญเติบโตและการควบคุม. เชียงใหม่ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 280 หน้า.
- จำลอง เพ็งคล้าย. 2525. พรรณไม้ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด. รายงานการประชุมทางวิชาการป่าไม้ประจำปี 2525 ชีววิทยาป่าไม้ เล่มที่ 1 กรุงเทพฯ. วันที่ 22-26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525. หน้า 1 - 5.
- ชนาธิป กุลดิลก, ณัฐฐากร เสมสันต์, วิโรจน์ อธิรัตนปัญญา และ วรณา นิตวัฒน์ชัย. 2536. หวาย. ใน การปลูกไม้ป่า. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 296 - 319, กรุงเทพฯ : ส.มงคลการพิมพ์.
- ชวลิต นิยมธรรม. 2529. ป่าล้มและหวายในป่าพรุจังหวัดนราธิวาส. รายงานการสัมมนาเรื่อง หวาย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. วันที่ 13-14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529. หน้า 189 - 213.
- दनัย บุญเกียรติ. 2533. เอกสารคำสอนสรีรวิทยาของพืชสวน. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 178 หน้า
- นิมิตร วรสุตร. 2530. รากพืชและวิธีการศึกษา. ขอนแก่น : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 59 หน้า
- ปิฎกฐะ บุญนาค. 2511. ป่าล้ม. พระนคร : แพรววิทยา. 272 หน้า.
- ปิฎกฐะ บุญนาค. 2524. ป่าล้ม. กรุงเทพฯ : บรรณกิจเทรดดิ้ง. 126 หน้า.
- ลักขณา เพ็ชรประดับ. 2523. การผลิตไม้กระถาง. เชียงใหม่ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางพืช สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 166 หน้า.

- สมเพียร เกษมทรัพย์. 2524. ไม้ดอกกระถาง. กรุงเทพฯ : พันธุ์พืชมงคล. 325 หน้า.
- สายัณห์ สดุดี. 2534. การแตกใบของต้นกล้ามังคุดอายุ 2 ปี และผลของการใช้สารเคมีชักนำให้แตกใบ. ว. สงขลานครินทร์ 13 : 123 - 128.
- สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์. 2534. หมากแดง. ของดีเมืองนราธิวาส ในสายตานักเกษตร. คณะวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรกรรมนราธิวาส. หน้า 1 - 16.
- สุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์. 2538. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเร่งความงอกของเมล็ดพันธุ์หมากแดง. รายงานประกอบการศึกษาวิชา หัวข้อวิทยาการเฉพาะทางพืชศาสตร์ ปีการศึกษา 2538. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 23 หน้า.
- สุภาวดี ศิริรัตนกร. 2537. ลักษณะโครงสร้างป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 124 หน้า.
- อภิรักษ์ กำเนิดรัตน์, ประวิตร โสภโณดร และสายัณห์ สดุดี. 2535. เอกสารคำสอนสรีรวิทยาการผลิตพืช. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 120 หน้า.
- อิสรา วงศ์ข้าหลวง. 2529. การศึกษาการเจริญเติบโตของหวาย 6 ชนิด. รายงานการสัมมนาเรื่องหวาย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. วันที่ 13 - 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529. หน้า 165 - 170.
- Balasingh, D. 1989. Light penetration patterns through areca nut canopy and leaf physiological characteristics of intercrop. J. Plant Science 16 : 61 - 67.
- Blombery, A. M. and T. Rodd. 1982. Palms of the World. Hong Kong : Angus and Robertson. 201 p.
- Braswell, J. H., T. M. Blessington and J. A. Price. 1982. Influence of production and postharvest light levels on the interior performance of two species of schefferas. HortScience 17 : 48 - 50.

- Buisson, D. and D. W. Lee. 1993. The developmental responses of papaya leaves to stimulated canopy shade. *Amer. J. Bot.* 80 : 947 - 952.
- Clifford, P. E., H. H. Neo and C. S. Hew. 1992. Partitioning of ¹⁴C assimilate between sources and sinks in the monopodial orchid *Aranda* 'Tay Swee Eng'. *Annu. of Bot.* 69 : 209 - 212.
- Collard, R. C., J. N. Joiner, C. A. Conover, and D. B. Mc Connell. 1977. Influence of shade and fertilizer on light compensation point of *Ficus benjamina* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 : 447 - 449.
- Conover, C. A. and R. T. Poole. 1975. Acclimatization of tropical trees for interior use. *HortScience* 10 : 600 - 601.
- David, J. 1984. Palms in Australia. Hong Kong : Reed Book. 287 pp.
- Dickson, R. E. and J. G. Isebrands. 1991. Leaves as regulators of stress response. *In* Response of Plants to Multiple Stresses. (eds. H. A. Mooney, W. E. Winner, E. J. Pell and E. Chu.) pp. 3 - 65. New York : Academic Press.
- Fails, B. S., A. J. Lewis, and J. A. Barden. 1982a. Anatomy and morphology of sun and shade grown *Ficus benjamina*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 : 754 - 757.
- Fails, B. S., A. J. Lewis. and J. A. Barden. 1982b. Light acclimatization potential of *Ficus benjamina*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 197 : 762 - 766.
- Fonteno, W. C. and E. L. Mc Williams. 1978. Light compensation points and acclimatization of four tropical foliage plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 : 52 - 56.
- Givnis, T. J. 1988. Adaptation to sun and shade : a whole plant perspective. *In* Ecology of Photosynthesis in the Sun and Shade. (eds. J. R. Evans, S. V. Caemmerer and W. W. Adams.) pp. 63 - 92, Melbourne : CSIRO.

- Hew, C. S. and J. W. H. Yong. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* 'Goldiana'
HortScience 69 : 809 - 819.
- International Rice Research Institute. 1992. IRRISTAT Guide for Personal Computer. Version
92 - 1. Manila : International Rice Research Institute.
- Jeffrey, S. W. and G. F. Humphrey. 1975. New spectrophotometric equations for
determining chlorophyll a, b and c in higher plants, algae and natural phytoplankton.
Biochem. Physiol. Pflanzen. 50 : 167 - 191.
- Kawai, H. and S. Shikans. 1972. Effect of light intensity on the growth and flowering of
Lespedeza penduliflora. Crop Physiol. Abstr. 3 : 591.
- Kozlowaski, T. T. 1991. Effects of environmental stress on deciduous tree. *In* Response
of Plants to Multiple Stresses. (eds. H. A. Mooney, W. E. Winner, E. J. Pell
and E. Chu.) pp. 391 - 411, New York : Academic Press.
- Kramer, P. J. and T. T. Kozlowaski. 1979. Physiology of Woody Plants. New York :
Academic Press. 132 p.
- Krempin, J. L. 1993. Palms and Cycads around the World. Hong Kong : Excel Graphic Arts
Company. 276 p.
- Larson, R. 1979. The tolerance of ornamental foliage plants to low light intensities.
Swedish J. Agric. 9 : 169 - 172.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress. London : Academic Press.
606 p.
- Mc Currach, J. C. 1960. Palms of the World. Florida : Horticulture Book. 290 p.

- Mori, T. 1980. Growth of rattan manan (*Calamus manan*) seedlings under various light conditions. Malay For. 43 : 187 - 192.
- Redford, A. E. 1986. Fundamentals of Plant Systematics. North Carolina : Harper and Row Publisher. 479 p.
- Russell, R. S. 1982. Plant Root Systems. Their Function and Interaction with the soil. London : McGraw - Hill Book Company (UK) Limited. 298 p.
- Sarracino, J. M., R. Merritt and C. K. Chin. 1992a. Morphological and physiological characteristics of *Leea coccinia* and *Leea rubra* in response to light flux. HortScience 27 : 400 - 403.
- Sarracino, J. M., R. Merritt and C. K. Chin. 1992b. Light acclimatization potential of *Leea coccinia* and *Leea rubra* grown under low light flux. HortScience 27 : 404 - 406.
- Statistical Analysis Systems Institute. 1989. SAS STAT Guide for Personal Computer. Version 6 Edition. Statistical Analysis Systems Institute. Inc. Cary. NC. 1082 p.
- Stover, R. H. 1984. Canopy management in Valery and Grand Nain using leaf area index and photosynthetically active radiation measurements. Fruits 39 : 89 - 93.
- Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. of Ecol. 63 : 995 - 1001.
- Tomlinson, P. B. 1961. Anatomy of Monocotyledons II Palmae. Florida : Oxford Clarendon Press. 453 p.
- Uhl, N. W. and J. Dransfield, 1987. Genera Palmerum. Kansas : Allen Press. 610 p.

Waring, R. H. 1991. Responses of evergreen trees to multiple stresses. *In* Response of Plants to Multiple Stresses. (eds. H. A. Mooney, W. E. Winner, E. J. Pell and E. Chu.) pp. 371 - 390, New York : Academic Press.

Whitmore, T. C. 1973. Palms of Malaya. Hong Kong : Dai Nippon Printing. 132 p.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นแม่ของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	3.79 ns	1.48 ns	1.90 ns
shade (S)	2	2.26 ns	<1	<1
error (a)	6			
age (A)	2	815.59 **	882.97 **	379.39 **
S × A	4	1.12 ns	2.04 ns	3.34 *
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		5.6 %	6.6 %	3.8 %
C.V. (b)		5.8 %	5.1 %	6.5 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 1 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of Variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	<1	<1	<1
shade (S)	2	2.76 ns	2.35 ns	1.84 ns
error (a)	6			
age (A)	2	89.96 **	85.06 **	99.06 **
S × A	4	<1	<1	2.42 ns
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		20.9 %	20.0 %	21.6 %
C.V. (b)		13.6 %	13.4 %	12.4 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 2 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of Variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	<1	<1	7.64 *
shade (S)	2	1.37 ns	1.47 ns	8.69 *
error (a)	6			
age (A)	2	30.48 **	30.59 **	54.36 **
S × A	4	<1	<1	<1
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		22.7 %	21.6 %	8.2 %
C.V. (b)		24.0 %	22.5 %	16.6 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 3 ของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	2.32 ns	1.53 ns	<1
shade (S)	2	1.47 ns	1.68 ns	<1
error (a)	6			
age (A)	2	23.33 **	23.77 **	39.70 **
S × A	4	<1	<1	<1
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		18.7 %	18.7 %	27.2 %
C.V. (b)		27.5 %	25.9 %	21.9 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหน่อของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพ
ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of Variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	<1	1.26 ns	<1
shade (S)	2	1.90 ns	4.20 ns	6.76 *
error (a)	6			
age (A)	2	9.50 **	9.66 **	9.31 **
S × A	4	1.04 ns	1.36 ns	<1
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		15.1 %	10.6 %	13.1 %
C.V. (b)		13.9 %	10.1 %	9.4 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบต้นแม่ของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	<1	<1	<1
shade (S)	2	<1	<1	1.16 ns
error (a)	6			
age (A)	2	2.27 ns	3.00 ns	<1
S × A	4	<1	<1	1.44 ns
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		8.9 %	9.2 %	9.9 %
C.V. (b)		11.3 %	8.0 %	6.9 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 7 วิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบรวมของหมากแดงทุกช่วงอายุ ที่ได้รับสภาพ
ร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of Variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	4.08 ns	5.35 *	2.82 ns
shade (S)	2	8.09 *	17.03 **	14.06 **
error (a)	6			
age (A)	2	353.53 **	807.72 **	282.58 **
S × A	4	3.22 *	12.37 **	9.17 **
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		14.3 %	10.1 %	8.1 %
C.V. (b)		16.9 %	10.0 %	15.2 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของหมากแดงทุกช่วงอายุ
ที่ได้รับสภาพร่มเงาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6

source of variation	df	f - value ของเดือน		
		2	4	6
replication	3	<1	<1	1.25 ns
shade (S)	2	1.55 ns	2.92 ns	15.05 **
error (a)	6			
age (A)	2	841.01 **	1664.43 **	718.20 **
S × A	4	4.81 **	10.45 **	2.15 ns
error (b)	18			
total	35			
C.V. (a)		4.7 %	8.1 %	5.6 %
C.V. (b)		5.2 %	3.5 %	5.1 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นแม่หมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	53.41	17.80	1.90 ns
shade (S)	2	3.18	1.59	<1
error (a)	6	56.32	9.39	
age (A)	2	20675.18	10337.59	379.39 **
S × A	4	364.53	91.13	3.34 *
error (b)	18	490.46	27.25	
total	35	21643.08		

C.V. (a) = 3.8 % ; C.V. (b) = 6.5 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 1 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	101.52	33.84	<1
shade (S)	2	268.18	134.09	1.84 ns
error (a)	6	437.21	72.87	
age (A)	2	4790.06	2395.03	99.06 **
S × A	4	233.90	58.48	2.42 ns
error (b)	18	435.21	24.18	
total	35	6266.08		

C.V. (a) = 21.6 % ; C.V. (b) = 12.4 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 11 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 2 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	183.63	61.21	7.64 *
shade (S)	2	139.35	69.67	8.69 *
error (a)	6	48.10	8.02	
age (A)	2	3600.40	1800.20	54.36 **
S × A	4	92.53	23.13	<1
error (b)	18	596.08	33.12	
total	35	4660.08		

C.V. (a) = 8.2 % ; C.V. (b) = 16.6 %

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงหน่อที่ 3 ของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	51.25	17.08	<1
shade (S)	2	16.13	8.06	<1
error (a)	6	354.38	59.06	
age (A)	2	3037.50	1518.75	39.70 **
S × A	4	67.88	16.97	<1
error (b)	18	688.63	38.26	
total	35	4215.75		

C.V. (a) = 27.2 % ; C.V. (b) = 21.9 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหน่อของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	0.08	0.03	<1
shade (S)	2	9.40	4.69	6.76 *
error (a)	6	4.17	0.69	
age (A)	2	6.72	3.36	9.31 **
S × A	4	1.44	0.36	<1
error (b)	18	6.50	0.36	
total	35	28.31		

C.V. (a) = 13.1 % ; C.V. (b) = 9.4 %

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	0.53	0.18	<1
shade (S)	2	1.06	0.53	1.16 ns
error (a)	6	2.72	0.45	
age (A)	2	0.06	0.03	<1
S × A	4	1.28	0.32	1.44 ns
error (b)	18	4.00	0.22	
total	35	9.64		

C.V. (a) = 9.9 % ; C.V. (b) = 6.9 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบรวมของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	243768.31	81256.10	2.82 ns
shade (S)	2	809050.43	404525.22	14.06 **
error (a)	6	172615.89	28769.32	
age (A)	2	57548977.55	28774488.78	282.58 **
S × A	4	3734959.85	933739.96	9.17 **
error (b)	18	1832898.41	101827.69	
Total	35	64342270.45		

C.V. (a) = 8.1 % ; C.V. (b) = 15.2 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	0.08	0.03	1.25 ns
shade (S)	2	0.61	0.30	15.05 **
error (a)	6	0.12	0.02	
age (A)	2	23.66	11.83	718.20 **
S × A	4	0.14	0.04	2.15 ns
error (b)	18	0.30	0.02	
total	35	24.90		

C.V. (a) = 5.6 % ; C.V. (b) = 5.1 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	6398.85	2132.95	2.51 ns
shade (S)	2	37263.90	18631.95	21.95 **
error (a)	6	5092.47	848.74	
age (A)	2	123740.34	61870.17	129.84 **
S × A	4	11347.56	2836.89	5.95 **
error (b)	18	8577.52	476.53	
total	35	192420.65		

C.V. (a) = 25.2 % ; C.V. (b) = 18.9 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนต้นของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	1065.69	355.23	1.20 ns
shade (S)	2	1706.37	853.20	2.87 ns
error (a)	6	1782.87	297.14	
age (A)	2	127203.03	63601.52	386.41 **
S × A	4	957.42	239.36	1.45 ns
error (b)	18	2962.73	164.60	
total	35	135678.11		

C.V. (a) = 19.9 % ; C.V. (b) = 14.8 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 19 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	303.74	101.25	1.08 ns
shade (S)	2	3609.94	1804.97	19.32 **
error (a)	6	560.45	93.41	
age (A)	2	27738.22	13869.11	257.09 **
S × A	4	1650.08	412.52	7.65 **
error (b)	18	971.04	53.95	
total	35	34833.47		

C.V. (a) = 23.5 % ; C.V. (b) = 17.9 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งรวมของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	2006.83	668.94	1.10 ns
shade (S)	2	9875.74	4937.87	8.08 *
error (a)	6	3665.02	610.84	
age (A)	2	273567.94	136783.97	420.33 **
S × A	4	4658.90	1164.72	3.58 *
error (b)	18	5857.53	325.42	
total	35	299631.94		

C.V. (a) = 19.4 % ; C.V. (b) = 14.1 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราส่วนต้นต่อรากของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	0.06	0.02	<1
shade (S)	2	4.77	2.38	31.01 **
error (a)	6	0.46	0.08	
age (A)	2	0.02	0.01	<1
S × A	4	0.10	0.02	<1
error (b)	18	1.76	0.10	
total	35	7.16		

C.V. (a) = 12.6 % ; C.V. (b) = 14.2 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 22 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	10.32	3.44	1.08 ns
shade (S)	2	47.17	23.58	7.43 *
error (a)	6	19.04	3.17	
age (A)	2	64.92	32.46	17.73 **
S × A	4	36.34	9.08	4.96 **
error (b)	18	32.95	1.83	
total	35	210.75		

C.V. (a) = 14.8 % ; C.V. (b) = 11.2 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 23 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ b ในใบของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	11.55	3.85	<1
shade (S)	2	21.11	10.56	2.68 ns
error (a)	6	23.64	3.94	
age (A)	2	44.91	22.45	10.09 **
S × A	4	4.55	1.14	<1
error (b)	18	40.06	2.23	
total	35	145.83		

C.V. (a) = 24.4 % ; C.V. (b) = 18.4 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

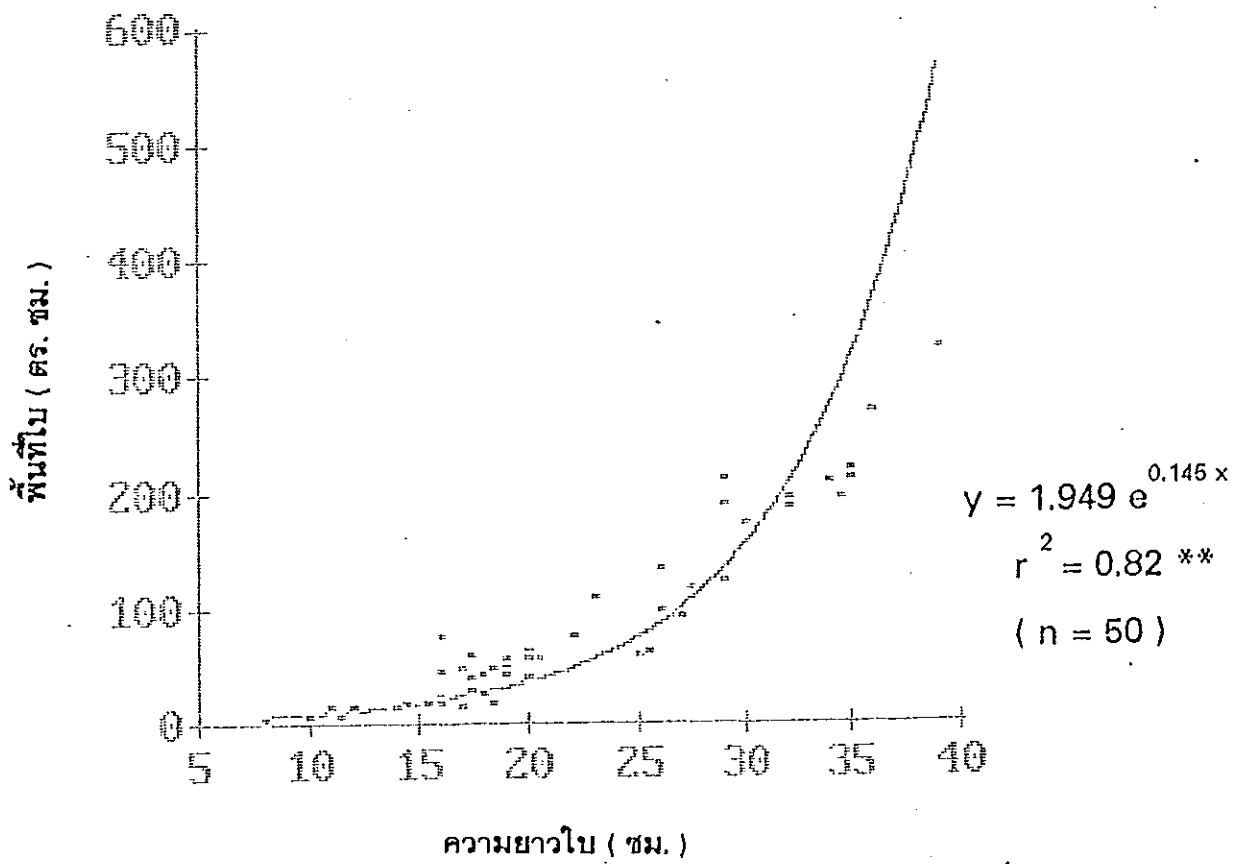
** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 24 วิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นปากใบของหมากแดง เมื่อเดือนที่ 6

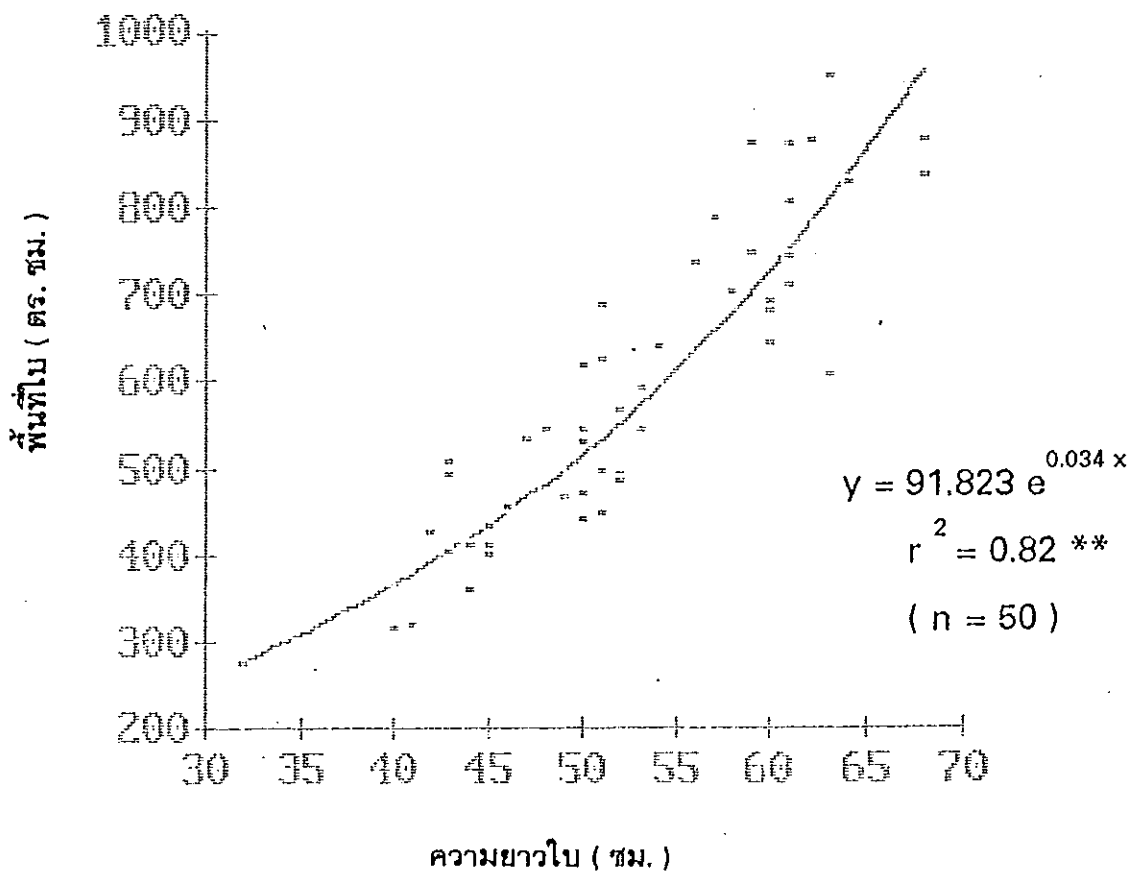
source of variation	df	sum of squares	mean of squares	f-value
replication	3	152.51	50.84	<1
shade (S)	2	15638.41	7819.21	128.75 **
error (a)	6	364.38	60.73	
age (A)	2	12250.00	6125.00	128.72 **
S × A	4	2116.95	529.24	11.12 **
error (b)	18	856.53	47.60	
total	35	31378.78		

C.V. (a) = 5.0 % ; C.V. (b) = 4.5 %

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$)



รูปผนวกที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ ของใบแบบหางปลา



รูปผนวกที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับพื้นที่ใบ ของใบแบบขนนก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสุทัศน์ ลิ้มปิยะประพันธ์

วันเดือนปีเกิด 31 พฤษภาคม 2502

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (พืชมสวน)	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	2524
เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (พืชมสวนประดับ)	คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	2526

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 2 ระดับ 6 วิทยาลัยเกษตรกรรมนราธิวาส
อ. ระแงะ จ. นราธิวาส