

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การบังคับการออกดอกของอชเจราตุ้ม
Induction flowering of Ageratum

โดย

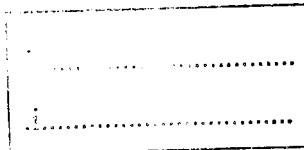
นางสาวอรุณรัตน์ ร่มใหญ่

ได้รับการพิจารณาโดย

.....
(อาจารย์ บุญลือ กล้าหาญ)
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
วันที่ ๕ เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๔๔

ภาควิชารับรองแล้ว

เลขที่ ๒๕๔๓
เลขทะเบียน 41655
วัน, เดือน, ปี ๒7 ก.พ. 2545



.....
(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)
หัวหน้าภาควิชาพืชสวน
วันที่ ๖ เดือน ม.ค. พ.ศ. ๕๕

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การบังคับการออกดอกของอัจเจราตุ้ม

Induction flowering of Ageratum

โดย

นางสาวอรุณรัตน์ ร่มใหญ่

เสนอ

ภาควิชา พืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การบังคับการออกดอกของอัจเจอร่าตุ้ม
Induction flowering of Ageratum

โดย : นางสาวอรุณรัตน์ ร่มใหญ่

สาขาวิชา : พืชสวน

ภาควิชา : พืชสวน

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

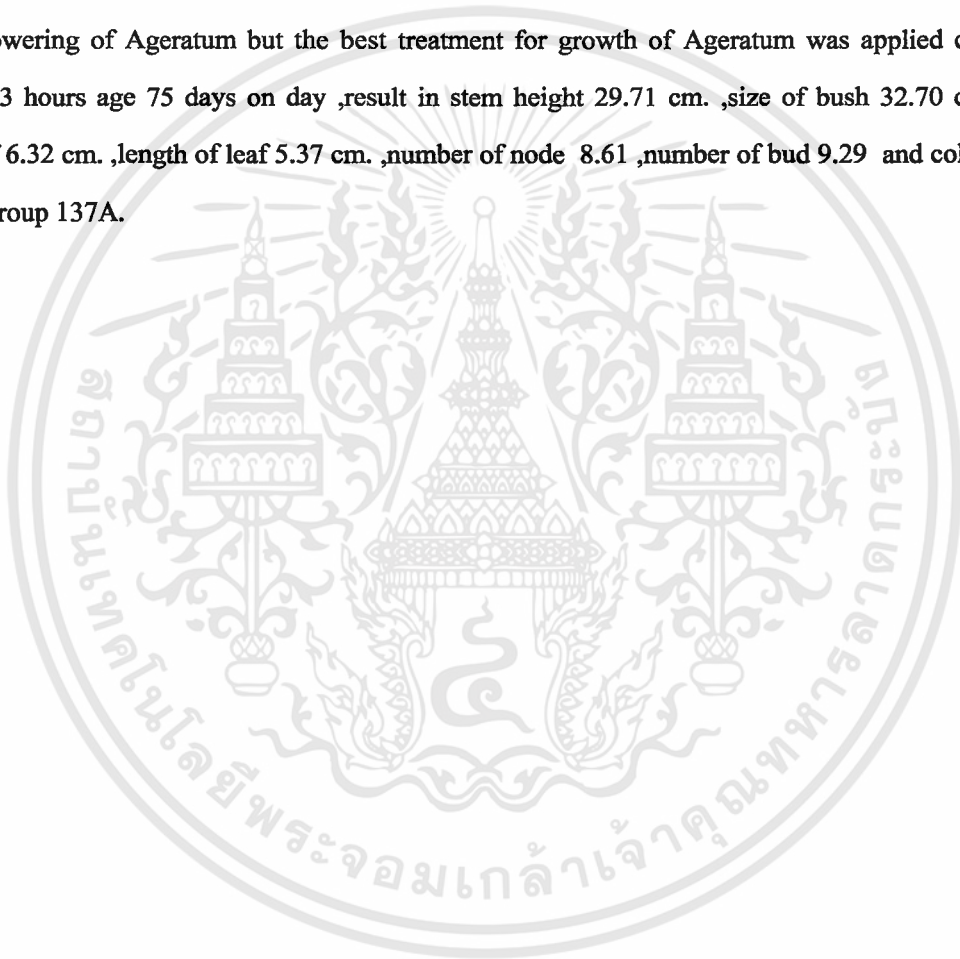
อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์บุญญลือ กล้าหาญ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการบังคับการออกดอกของต้นอัจเจอร่าตุ้ม โดยใช้อุณหภูมิเย็นเป็นเวลา 0 , 1 , 3, และ 5 ชม. ทั้งกลางวันและกลางคืนเมื่ออายุ 60 และ 75 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ร่วมกับการให้สาร GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm. 3 ครั้งๆละ 10 ml. ต่อต้น ในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2543 – มีนาคม 2544 ณ อาคารปฏิบัติการ ไม้ดอก ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร (สจล.) โดยทำการทดลองแบบ Two Factors Factorial in RCBD มี 13 วิธีกร 4 ซ้ำ ผลปรากฏว่า การให้ความเย็นในทุกวิธีการร่วมกับการให้สารจิบเบอเรลลิน แอซิด ไม่สามารถชักนำให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มออกดอกได้ แต่วิธีการที่ทำให้การเจริญเติบโตของอัจเจอร่าตุ้มดีที่สุดคือ อัจเจอร่าตุ้มอายุ 75 วัน ได้รับความเย็นนาน 3 ชม. ในช่วงกลางวัน มีผลทำให้ความสูงของต้นเฉลี่ย 29.71 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 32.70 ซม. ความกว้างของใบเฉลี่ย 6.32 ซม. ความยาวของใบเฉลี่ย 5.37 ซม. จำนวนข้อของตาข้าง 8.61 ข้อ จำนวนตาข้างเฉลี่ย 9.29 ตาข้าง สีใบอยู่ในกลุ่ม Green Group 137A

Abstract

A study on the effect of induction flowering of Ageratum by application cold temperature range 0 ,1 ,3 ,5 hours on day and night with age of Ageratum at 60 and 75 days time 4 weeks combine GA_3 was applied concentration 50 ppm. spray 3 time/10ml. Since November 2000 – March 2001 conducted at ornamental plant nursery Department of Horticulture Faculty of Agriculture Technology (KMITL).The experiment is Two Factor Factorial in RCBD ,which has 13 treatments and 4 replications. The result show that application cold temperature all treatments and use of GA_3 can not induction flowering of Ageratum but the best treatment for growth of Ageratum was applied cold temperature 3 hours age 75 days on day ,result in stem height 29.71 cm. ,size of bush 32.70 cm., width of leaf 6.32 cm. ,length of leaf 5.37 cm. ,number of node 8.61 ,number of bud 9.29 and colour leaf Green Group 137A.



คำนิยาม

ปัญหาพิเศษเรื่อง การบังคับการออกดอกของอัจเจอร่าตุ้ม ตลอดจนการทดลอง อาจารย์ บุญลือ
กล้าหาญ อาจารย์ที่ปรึกษาได้กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ และการดูแลอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งให้คำชี้แนะ
แก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ในโอกาสนี้ด้วย

นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่อ้วน (คุณลำจวน แพลอย) เจ้าหน้าที่เรือนเพาะชำ ที่ให้ความช่วยเหลือ
ให้คำแนะนำตลอดการทดลองและเพื่อนๆชาวหอโชติภักดิ์ (แอน หญิง อู๋ย เล็ก หวาน เจียบ หน้อย)
เพื่อนที่ nursery (เอ็ม ปีก รานี แหม่ม) เพื่อนที่สโมสรและเพื่อนทุกคนที่สละแรงกายคอยช่วยเหลือ ให้คำ
แนะนำ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจมาโดยตลอด

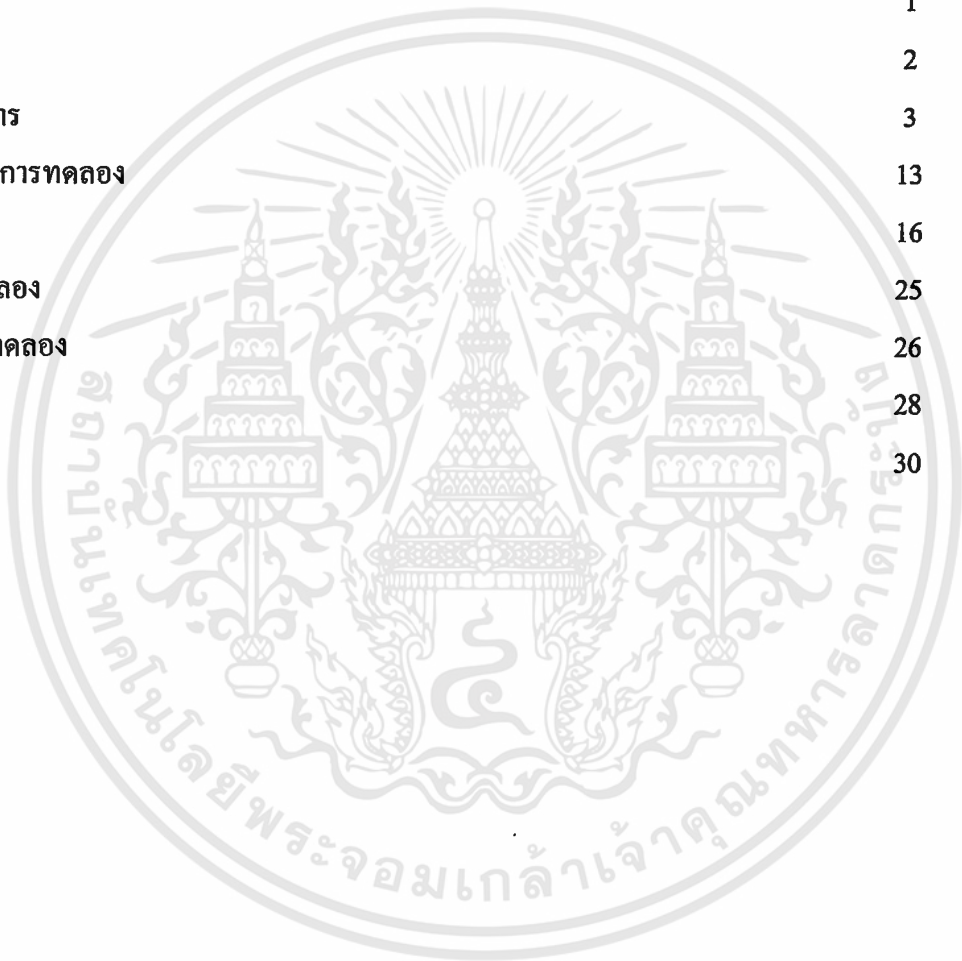
ขอกราบขอบพระคุณ คุณบิดา-มารดา ที่ให้ลูกได้มีทุกสิ่งทุกอย่าง จนลูกประสบความสำเร็จ

อรุณรัตน์ ร่มใหญ่

มีนาคม 2544

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตารางภาคผนวก	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	16
สรุปผลการทดลอง	25
วิจารณ์ผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของต้น ,ความกว้างทรงพุ่มของต้น ,ความกว้างใบ , ความยาวใบ ,จำนวนข้อของตาข้าง, จำนวนตาข้าง, สีของใบ หลังจากให้ความเย็นกับพืชที่มีอายุ 60 วัน และ 75 วัน ซึ่งได้รับความเย็น 0 ,1 ,3 ,5 ชม. ในช่วงกลางวัน และกลางคืน	19
2. แสดงค่าเฉลี่ยต่อสัปดาห์ของอุณหภูมิ ภายในห้องปรับอากาศและในสภาพธรรมชาติทั้งกลางวันและกลางคืน ในการบังคับการออกดอกของ อัจเจอร่าตุ้ม ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม – 18 กุมภาพันธ์ 2544	20



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความสูง ,ความกว้างทรงพุ่ม ,ความกว้างใบ ,ความยาวใบ , จำนวนข้อของตาข้าง ,จำนวนตาข้าง ของต้นอ้อยเจอร่าดุ่ม	21
2. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศและในสภาพธรรมชาติทั้งกลางวันและกลางคืนในการบังคับการออกดอกของอ้อยเจอร่าดุ่ม ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม – 18 กุมภาพันธ์ 2544	22
3. แสดงลักษณะของต้นอ้อยเจอร่าดุ่มที่ได้รับอุณหภูมิเย็น เมื่ออายุ 60วันและ 75 วัน นาน 1, 3 , 5 ชม. ช่วงกลางวันเปรียบเทียบกับ Control	23
4. แสดงลักษณะของต้นอ้อยเจอร่าดุ่มที่ได้รับอุณหภูมิเย็นเมื่ออายุ 60วันและ75วัน นาน 1, 3 , 5 ชม.ช่วงกลางคืน เปรียบเทียบกับ Control	24

สารบัญตารางภาคผนวก

	หน้า
ตารางภาคผนวกที่	
1. แสดงความสูงของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	31
2. แสดงความกว้างทรงพุ่มของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	32
3. แสดงความกว้างของใบของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	33
4. แสดงความยาวของใบของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	34
5. แสดงจำนวนข้อของตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	35
6. แสดงจำนวนตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	36
7. แสดงสีของใบของต้นอ้อยเจอร่าคุ้มหลังจากได้รับความเย็น	37
8. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความสูงของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	38
9. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความกว้างของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	38
10. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความกว้างของใบของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	39
11. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความยาวของใบของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	39
12. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จำนวนข้อของตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	40
13. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จำนวนตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าคุ้ม	40

คำนำ

ในการดำรงชีวิตของมนุษย์นอกจากปัจจัยสี่ที่มีความจำเป็นแล้ว ไม้ดอกไม้ประดับก็เข้าไปมีบทบาทสำคัญกับชีวิตไม่น้อย ไม่ว่าจะเป็นอาหารทางตาและทางใจ ช่วยให้สภาพแวดล้อมดูสวยงาม ทำให้เกิดความร่มรื่นสบายตาสบายใจซึ่งอาจจะเกิดจากส่วนต่างๆของต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง รูปทรง สีสัน ส่วนของต้น สีใบ และลักษณะของใบและที่สำคัญที่ทำให้เกิดสีสันมากมายหลายหลากก็คือดอก ซึ่งอัจเจอร่าดุ่มเป็น ไม้ดอกไม้ประดับชนิดหนึ่งที่ทำให้ดอกที่สวยงาม มีสีให้เลือกหลายสี ได้แก่ ชมพู ขาว ฟ้าย ม่วงอมฟ้า ม่วงอมแดง และเป็นไม้ล้มลุกที่มีช่วงอายุตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงออกดอกไม่นานมากนัก และเมื่อดอกบานจะเห็นกลุ่มดอกกลมกอบเกือบไม่เห็นใบ ช่วงอายุการบานดอกนานพอสมควร มีทั้งชนิดปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับซึ่งอาจจะปลูกประดับลงดินหรือปลูกเป็น ไม้ดอกไม้กระถางก็ได้และชนิดที่ปลูกเพื่อตัดดอก

อัจเจอร่าดุ่ม (Ageratum) จะเจริญเติบโตได้ในสภาพอากาศทั่วไปแต่จะออกดอกได้ดีในสภาพอากาศหนาวเย็น ซึ่งจะได้ออกดอกที่มีสีสวยงาม และออกดอกดก อายุการบานนานขึ้น แต่มีอัจเจอร่าดุ่มบางพันธุ์ซึ่งได้เมล็ดพันธุ์มาจากต่างประเทศ ทดลองปลูกเป็นลักษณะพันธุ์ต้นสูง ในปีแรกไม่ออกดอก เพิ่งจะออกดอกในปีที่ 2 แต่การออกดอกไม่สม่ำเสมอ จากการสังเกตในปีที่ 2 อากาศเย็นมากช่วงมกราคม 2543 ประมาณ 1 สัปดาห์ (อาจเป็นสาเหตุที่ช่วยกระตุ้นให้อัจเจอร่าดุ่มเกิดตาออกได้) บานดอกราว กลางเดือน กุมภาพันธ์ 2543

จากสภาพดังกล่าว จึงได้ทำการทดลองเร่งการออกดอกของอัจเจอร่าดุ่มโดยให้ความเย็น และให้สารจิบเบอเรลลิน (Gibberellic acid) ร่วมด้วย ซึ่งจากการทดลองกับพืชอื่นๆ เช่น เบญจมาศ พบว่าการใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อช่วยให้พืชออกดอก ได้ผลกับพืชที่ออกดอกยากมาแล้ว จึงได้ทำการทดลองกับอัจเจอร่าดุ่มในช่วงปีที่ 3 นี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้อุณหภูมิต่ำ ที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบ
2. เพื่อศึกษาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อช่วยในการออกดอกของอัจฉเรราตุ้ม
3. เพื่อศึกษาผลของ GA₃ เพื่อเร่งการเกิดตาออก
4. เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

อัจเจอร์ราตุ้มเป็นไม้ดอกที่พบครั้งแรกในเม็กซิโกเมื่อปี 1822 ชื่อสามัญภาษาอังกฤษมีหลายชื่อ แต่นิยมเรียกว่า *Ageratum* มากที่สุด ชื่อนี้มาจากภาษากรีก คือ A = not และ geras = old เนื่องจากต้นบานดอกได้นาน

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Ageratum houstonianum</i> (Aj-er-RAY-tum hew-STONE-eea-num)
ชื่อสามัญ	<i>Ageratum</i> , Floss flower, Tassel flower, Painter's brush
วงศ์	Compositae
ถิ่นเดิม	ทางใต้ของรัฐฟลอริดา เม็กซิโกจนถึงอเมริกาใต้ และหมู่เกาะเวสต์อินดีส

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น	เป็น ไม้พุ่มขนาดเล็ก ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ มีทั้งคลุมดินและพุ่มสูง มีขนปกคลุมทั้งกิ่งและก้าน มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว
ใบ	มีสีเขียวเข้มรูปหัวใจ ค่อนข้างกลม ปลายใบเว้าเล็กน้อย ขอบใบมีหยัก สากมือมีกลิ่นฉุน
ดอก	เป็นแบบ Head คือมีดอกย่อยรวมตัวอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน ดอกหนึ่งๆมีขนาด 0.5-1.5 นิ้ว
ความสูง	พันธุ์เตี้ย 5-7 นิ้ว พันธุ์สูง 2 ฟุต
จำนวนเมล็ดในหนึ่งกรัม	8,300
สี	ม่วงอมฟ้า ม่วงอมแดง ฟ้า ขาว ชมพู
เวลาจากเพาะเมล็ดจนให้ดอก	10 – 12 อาทิตย์

อัจเจอร์ราตุ้มเป็นไม้ดอกที่มีกลีบดอกเล็กละเอียดเป็นปุยสีฟ้าซึ่งเป็นสีที่หายากในหมู่ไม้ดอกล้มลุก ถ้าปลูกในอากาศเย็นจะเติบโตได้ดี ให้ดอกที่สวยงามและดอกดก ถ้าอากาศร้อนต้นจะไม่แข็งแรงและให้ดอกน้อยมาก การปลูกอัจเจอร์ราตุ้มจะปลูกเป็นกลุ่มสีฟ้าให้ติดกับสีแดงหรือเหลืองสดหรือสีชมพูช็อคกิ้งพิงค์ก็สวยดี

เมล็ดของอัจเจอร่าตุ้มค่อนข้างเล็กมาก ควรเพาะแต่เนิ่นๆ กะให้ออกดอกในช่วงอากาศเย็น ต้นควรได้รับแดดเต็มที่แต่ถ้าได้ร่มบ้างก็ให้ดอก เมื่อปลูกแล้วควรเด็ดยอดเพื่อให้แตกพุ่ม ต้นเริ่มให้ดอกเร็ว ดอกย่อยมีขนาดประมาณครึ่งนิ้วรวมกันอยู่เป็นกระจุก เวลาบานเต็มที่จะเห็นกลุ่มดอกคลุมเกือบไม่เห็นใบซึ่งมีสีเขียวเข้มรูปหัวใจ ใบมีขน เมื่อบานแล้วควรเด็ดดอกเหี่ยวซึ่งมีสีน้ำตาลออกบ่อยๆ จะทำให้น่าดูขึ้น อัจเจอร่าตุ้มพันธุ์เดียวเป็นที่นิยมปลูกกันมากกว่าพันธุ์สูง พันธุ์สูงสุด 18 นิ้วขึ้นไป กิ่งค่อนข้างแข็งแรงเป็นไม้ประดับไม่ค่อยเหมาะเพราะดอกย่อยกระจายจากกัน นิยมใช้เป็นไม้ตัดดอกมากกว่า

อัจเจอร่าตุ้มสีฟ้าเป็นที่นิยมมากที่สุดเพราะดอกไม้สีฟ้าน้อยชนิด ดอกของอัจเจอร่าตุ้มเป็นสีฟ้าจริงๆ ทั้งฟ้าอ่อนและฟ้าเข้ม ถ้าเลือกได้ต้นที่มีสีสวยดูใจจะเด็ดกิ่งไปปักชำให้ได้ต้นใหม่ก็ได้ อัจเจอร่าตุ้มมีสีขาวและชมพูด้วย แต่สีชมพูมีสีไม่สดใส และดอกไม้สีชมพูสวยๆ ก็มีอยู่มาก สำหรับสีขาวก็ยังมีสีที่ไม่บริสุทธิ์ บางครั้งดูเหมือนสีขาวที่ไม่สะอาด เมื่อดอกโรยแล้วมีสีน้ำตาลปนอยู่กับดอกที่ยังสด ยิ่งทำให้ไม่น่าดู

พันธุ์อัจเจอร่าตุ้ม

Blue Ribbon ดอกสีฟ้าเข้ม ต้นเดี่ยวพุ่ม ก้านอติชเข้ม

Blue Blazer เป็นลูกผสม F1 พันธุ์แรก ต้นสูง 6 นิ้ว

Blue Danube ดอกคด ต้นสม่ำเสมอ พันธุ์นี้ได้รับความนิยมมาก

Blue Horizon เป็นทรูปลอยด์ เหมาะใช้ทำไม้ตัดดอกมากกว่าปลูกในแปลง

Blue Mink เป็นเตตราพลอยด์ สีฟ้าสด ใบสีเขียว ต้นใหญ่กว่าพันธุ์ทั่วไป

ชุด Seaside เป็นที่นิยมเพราะมีสีสด และคุณภาพดี เช่นพันธุ์ North Sea, Atlantic, pacific, Adriatic, Baltic และมีสีคละชื่อ Seven Seas

พันธุ์สีขาวได้แก่ Summer Snow, Snowball

พันธุ์สีชมพูได้แก่ Pink Powderpuff และ Think Pink (นันทิยา, 2535)

การขยายพันธุ์

เพาะเมล็ดและปักชำ มีผู้นำอัจเจอร่าตุ้มจากอเมริกาไปยุโรปเมื่อศตวรรษที่ 19 นี้เอง และเริ่มใช้ปลูกในสวนเมื่อ 50 กว่าปีมานี้ แต่เดิมใช้กิ่งชำปลูกต่อมาจึงใช้เมล็ดขยายพันธุ์ ในประเทศเยอรมนียังใช้กิ่งชำกันอยู่ และมีสายพันธุ์(clone) ที่ดี พันธุ์ที่ใกล้เคียงกับพันธุ์ดั้งเดิมชื่อ Blue Swords ของบริษัท Flecke Samen ประเทศเยอรมนี ต้นมีความสม่ำเสมอและมีนิสัยการเจริญเติบโตดี

โรคและแมลง

โรครากเน่า

เพลี้ยแป้ง

โรคใบจุด

ราน้ำค้าง

การเกิดดอกประกอบด้วยขั้นตอนการเจริญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. Maturation (of mother plant) หรือขั้นตอนการเจริญเต็มวัยพืชที่อยู่ในวัยไม่เจริญเต็มที่ (juvenile stage) ยังไม่สามารถจะชักนำให้เกิดการเจริญในด้านการสืบพันธุ์ได้ จนกว่าจะเจริญเต็มที่ซึ่งจะสนองตอบต่อปัจจัยที่กระตุ้นทำให้เกิดดอก maturation stage จะใช้เวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น มะม่วง ใช้เวลา 3-4 ปี (จากเมล็ด) มะพร้าวปีครึ่งถึง 4 ปี แล้วแต่พันธุ์ ยกเว้นพืชล้มลุกบางชนิด เช่น *Pharbitis nil* (Japanese morning glory) จะสามารถตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกชักนำให้ออกดอกได้หลังจาก cotyledon โผล่ออกจากเมล็ดได้เพียงวันเดียว

2. Induction stage เป็นขั้นตอนการรับรู้ต่อการกระตุ้นหรือชักนำจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะทำให้พืชเปลี่ยนจาก Vegetative phase เป็น Reproductive phase เช่น พืชวันสั้น ต้องการวันสั้นเพื่อชักนำ (induce) การออกดอก แต่จะต้องการวันสั้นกี่วันจึงจะพอเพียงในการที่จะชักนำได้ขึ้นอยู่กับพืช หรือพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ ในการออกดอกต้องได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นช่วงเวลาหนึ่งซึ่งจะเป็น 3 สัปดาห์ 4 สัปดาห์ จึงเพียงพอที่จะชักนำให้เปลี่ยนแปลงสภาพพร้อมจะเกิดดอกได้ ถ้าพืชได้รับความเย็นนานไม่พอจะทำให้การชักนำไม่สมบูรณ์คือ พืชจะออกดอกช้าลง หรือไม่ออกดอก

ช่วงเวลาที่อยู่ใน Inductive Stage นี้ จะเป็นช่วงเวลาที่พืชมีการเปลี่ยนแปลงขบวนการเมตาโบลิซึมภายใน เพื่อสังเคราะห์สารหรือฮอร์โมนที่กระตุ้นการออกดอก (Flower stimuli) และลำเลียงสารกระตุ้นนี้ไปยังส่วนเนื้อเยื่อเจริญที่ยอดหรือตา เพื่อเปลี่ยนเป็นตาดอก

3. Initiation of flower primordia เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงที่ยอดและตาเพื่อเกิดเป็นตาดอก เป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และ โครงสร้างเพื่อเป็นตาดอก (flower primordia)

4. Flower development เป็นขั้นตอนของขบวนการเจริญตั้งแต่ตาดอกจนถึงขั้นการสร้างเกสรและการบานของดอก (Anthesis) การเจริญในแต่ละขั้นนั้นต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกัน เช่น พืชบางชนิด หลังจาก induction ด้วยช่วงแสงที่เหมาะสมแล้ว ถ้าขั้นที่ 3 หรือ 4 มีอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปก็ไม่สามารถออกดอกได้ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมแต่ละ stage อาจไม่เท่ากัน (จินดา, 2524)

สัมพันธ์ (2529) กล่าวถึง Krebs อธิบายเกี่ยวกับการออกดอกของพืชว่า มีอยู่ด้วยกัน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก พืชจะต้องมีความพร้อมที่จะออกดอก (maturity) ขั้นตอนที่สอง พืชจะต้องถูกชักนำซึ่งอาจเป็น ช่วงแสง อุณหภูมิ หรืออาหารก็ได้ ขั้นตอนที่สาม คือ การสร้างดอกให้สมบูรณ์ ซึ่งความคิดของ Krebs นี้ พืชที่ยังอ่อนเกินไป (juvenile plant) จะไม่สามารถชักนำให้ออกดอกได้ ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับกันจนทุกวันนี้

ปัจจัยควบคุมการออกดอก

1. Maturation ปัจจัยอายุซึ่งจะเป็นตัวตัดสินในแง่ต่อไปนี

- Minimum size เนื่องจากอายุจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นพืช และขนาดของต้นจะสะท้อนถึงปริมาณอาหาร และปริมาณการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่เป็นวัตถุดิบในการสร้างดอก (ripe to flower) ในพืชตระกูลหญ้าบางชนิดพบว่า ขนาดของต้นที่พร้อมจะออกดอกได้ พืชจะต้องมีใบอย่างน้อย 7 ใบ ในพืชล้มลุก *Pharbilis nil* จะสามารถชักนำให้ออกดอกได้ เมื่อมี cotyledon ที่เพิ่งโผล่จากเมล็ดเพียงวันเดียว ให้ช่วงแสงที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าเป็นเพราะ cotyledon มีอาหารสะสมมากพอที่จะนำไปใช้ในขบวนการเจริญทางการสืบพันธุ์ที่จะเกิดมา

- Hormonal status อายุจะเป็นตัวตัดสินว่าพืชอยู่ในสภาพพร้อมที่จะสร้างฮอร์โมนหรือสารกระตุ้นการออกดอกได้หรือไม่

- Capacity of apical meristem เมื่อพืชยังอยู่ในวัยไม่เจริญเต็มวัย เนื้อเยื่อที่ยอดจะไม่สามารถรับรู้หรือตอบสนองต่อสารกระตุ้นที่ส่งมาควบคุมได้

ในการประยุกต์เพื่อเอาชนะปัจจัยอายุเพื่อเร่งการออกดอกในทางเกษตรทำได้โดยการตอนกิ่งหรือทาบกิ่ง (จินดา, 2524)

2. Variety (พันธุ์) พืชต่างพันธุ์กันมีความสามารถในการออกดอกไม่เท่ากัน เช่น ลิ้นจี่พันธุ์สงขลจะออกดอกได้ยากกว่าลิ้นจี่พันธุ์ค่อมเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมเช่นภาคกลาง และในทำนองเดียวกันมะม่วงทะวายต่างๆ มีพฤติกรรมการออกดอกง่ายและสม่ำเสมอกว่ามะม่วงเขียวเสวย ในการบังคับการออกดอกของพืชเหล่านี้ก็จะพบว่าพันธุ์ที่ออกดอกได้ง่ายอยู่แล้วมีโอกาที่จะตอบสนองต่อการบังคับได้ดีกว่าพันธุ์ที่ออกดอกได้ยาก (พีรเดช, 2529)

3. Moisture status มักเป็นปริมาณน้ำในดินว่าอยู่ในสภาพขาดน้ำ (water stress) หรือไม่ โดยสภาพขาดน้ำจะมีผลต่อการออกดอก 2 ระยะ

- ระยะก่อนขั้น initiation การขาดน้ำจะเป็นตัวชักนำ (induce) ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ reproductive stage และเกิดการสร้างตาดอกได้

- ระยะ initiation: การขาดน้ำจะหักห้ามการออกดอก หรือทำให้ตาดอกไม่สามารถเจริญต่อไปได้เมื่อตาดอกที่สร้างแล้ว เราสามารถใช้ปัจจัยนี้ควบคุมชλο หรือเร่งการออกดอกได้ โดยการควบคุมปริมาณน้ำที่พืชจะได้รับ การรดน้ำพืชที่อยู่ในระยะสร้างตาดอกจะทำให้การสร้างตาดอกช้าลง หรือขบวนการสร้างตาดอกจะชงักอยู่จนกว่าจะได้รับน้ำ หรือการให้น้ำก่อนฤดูฝนจะถึง จะทำให้พืชออกดอกได้เร็วขึ้น ซึ่งมีผลต่อการควบคุมผลิตผลไม้ก่อนฤดู หรือนอกฤดูได้ (จินดา ,2524)

4. Low Temperature อุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (night & day temperature) ถ้าจะกล่าวในระหว่างอุณหภูมิกลางคืนและอุณหภูมิกลางวันแล้ว ส่วนมากอุณหภูมิกลางคืนจะมีบทบาทต่อไม้ดอกมากกว่าอุณหภูมิกลางวัน และโดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิที่กล่าวถึงส่วนมากมักจะหมายถึงอุณหภูมิกลางคืนเป็นส่วนใหญ่ บทบาทที่สำคัญที่สุดของอุณหภูมิกลางคืน คือการกระตุ้นให้เกิดตาดอกของไม้ดอกบางชนิด ส่วนอุณหภูมิกลางวันนั้นไม่จำเป็นมากนักแต่ถ้าจะให้ดีแล้วถ้าสามารถปรับอุณหภูมิได้ ควรปรับอุณหภูมิกลางวันสูงกว่าอุณหภูมิกลางคืนประมาณ 5°F-15°F อุณหภูมิมีบทบาทแทบทุกขบวนการของต้นไม้ ทั้ง photosynthesis ,respiration ,transpiration และ amino acid and protein synthesis เช่น อุณหภูมิเพิ่มขึ้นย่อมเป็นเหตุให้การหายใจของพืชมากขึ้น นั้นหมายถึงการใช้อาหารของพืชมากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิต่ำลงประมาณ 30-34°F จะทำให้การหายใจของพืชช้าลงมาก เป็นผลทำให้ชีวิตอายุการเก็บของพืชได้เป็นอย่างดี (สมเพียร ,2525)

พืชหลายชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำในการชักนำการออกดอก ความต้องการอุณหภูมิต่ำนี้ มีได้ 2 แบบ ด้วยกัน

- แบบที่หนึ่ง ต้องการช่วงอุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะต้องการอุณหภูมิต่ำหนึ่งเป็นอุณหภูมิวิกฤติ(critical temperature) ถ้าอุณหภูมิต่ำสูงเกินอุณหภูมิวิกฤติ พืชจะไม่ออกดอก อุณหภูมิวิกฤตินี้ ในแต่ละพืชจะไม่เท่ากัน(จินดา,2524) ซึ่ง Rob Herwig(1981) กล่าวว่าอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมของอัจเจอร์ราตุ้ม 10-16°C

- แบบที่สอง พืชต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 4°C เป็นเวลาช่วงหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นเดือนหรือหลายเดือน พืชจึงจะออกดอกได้ ซึ่งขบวนการนี้เรียกว่า “Vernalization” (จินดา,2524) ซึ่งได้มีการทดลองในเบญจมาศ ถึงแม้ปัจจุบันนี้สายพันธุ์ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการออกดอกนั้น จะถูกคัดทิ้งเป็นจำนวนมากแต่เรื่องราวเกี่ยวกับอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการพัฒนาของเบญจมาศก็ยังคงมีความสำคัญอยู่ ผลของ Vernalization มีผลต่อการพัฒนาของเบญจมาศดังนี้ เบญจมาศที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิสูงจะมีความสม่ำเสมอในเรื่องของการบานดอก มีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่า และมีแนวโน้มว่าจะเกิดตาดอกได้เร็วกว่า พืชในกลุ่มที่ได้ผ่าน Vernalization จะมีข้อป้ดียงยาวกว่าพวก Unvernalization ระยะเวลาที่เหมาะสมในการ Vernalization 3 อาทิตย์ ก็นับว่าเพียงพอต่อการตอบสนอง

ของพืช และจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในการให้ Vernalization แก่พืชนั้นไม่จำเป็นต้องให้ตลอด 24 ชั่วโมง แต่อาจให้เพียงช่วงใดช่วงหนึ่งของวัน และการให้ Vernalization ระหว่างช่วงมีดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการให้ช่วงที่มีแสง จากการศึกษาในพืชต่างๆ ถึงตำแหน่งที่ตอบสนองต่อความเย็นของพืช เช่น Chroboczek(1934) จากการศึกษาใน beet พบว่าส่วนของ Growing point เป็นส่วนที่ตอบสนองต่อความเย็น ใน rye นั้น Gregory และ Purvis(1938) รายงานว่า Embryo point เป็นส่วนที่ตอบสนองต่อความเย็น Schwabe(1954) จึงศึกษาคำแหน่งที่ตอบสนองต่อความเย็นของเบญจมาศ จากการศึกษาโดยการ Vernalization ส่วนต่างๆของต้นเบญจมาศ แสดงให้เห็นว่า เฉพาะส่วนยอดของต้น (Growing point) เป็นส่วนที่ตอบสนองต่อความเย็นที่ได้รับ (อดิศร , 2535)

5. Day length อิทธิพลของช่วงแสงในแต่ละฤดูกาลของปี จะควบคุมการออกดอกซึ่งพืชวันสั้นหรือพืชวันยาว ต้องการช่วงแสงอยู่ค่าหนึ่งที่จะตัดสินการออกดอก เรียกว่า ช่วงวิกฤต หรือ Critical light period ซึ่งความยาวของช่วงแสงขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของพืช เช่น ยาสูบเป็นพืชวันสั้น พันธุ์ A จะต้องการช่วงแสงสั้นกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะออกดอกได้ ส่วนยาสูบพันธุ์ B จะต้องการช่วงแสงสั้นกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะออกดอก เพราะฉะนั้นช่วงแสงวิกฤตของพันธุ์ A เท่ากับ 12 ส่วนพันธุ์ B เท่ากับ 15 ชั่วโมงต่อวัน หรือข้าวบาร์เล่เป็นพืชวันยาว จะออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงยาวกว่า 9 ชั่วโมงต่อวัน

พืชบางชนิดไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงในการออกดอก หรือไม่ไวต่อแสงมักเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนเขตรึ่งเขตร้อน ซึ่งช่วงกลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมาก

6. Light intensity ความเข้มของแสง มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายประการ

- ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น จะช่วยลด Juvenile phase ให้สั้นลง เพราะฉะนั้น พืชจะโตเต็มวัยเร็วขึ้นและออกดอกเร็วขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มของแสงมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารในลำต้นให้เร็วขึ้น

- ความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น จะทำให้การเจริญหลัง Inductive Stage ได้ผลดียิ่งขึ้น ถ้าหลังจากพืชได้รับการชักนำโดยช่วงแสง หรืออุณหภูมิก็ตามแล้ว ถ้าความเข้มของแสงไม่พอ พืชจะไม่สามารถเกิดการเจริญของการสร้างตาดอกได้

- การเพิ่มความเข้มของแสงจะทำให้เกิดตาดอก (flower primordia) มากขึ้น ดังในการทดลองของ R.W.Harris ได้ให้ความเข้มแสงต่างๆกันในต้นดาวเรือง

7. Nutrient balance การออกดอกขึ้นอยู่กับปริมาณอัตราส่วนของ Nitrogen และ Carbohydrate ในต้นพืช ถ้าปริมาณ Nitrogen ในต้นมีสูงเกินไปจะส่งเสริมการเจริญทางด้านลำต้น และหักห้ามการออกดอก การให้ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของ Potassium และ Phosphorus จะช่วยเร่งการออกดอก (จินดา,2524)

8. การตัดแต่งกิ่ง เป็นการบังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น น้อยหน่า ส้ม องุ่น วิธีการนี้เป็นการลดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และยังมีผลทำให้ต้นพืชสร้างอาหารได้ดีขึ้น โดยการแตกใบใหม่ออกมา ซึ่งใบใหม่เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่าใบแก่ นอกจากนี้การตัดแต่งกิ่งที่ถูกต้องจะเป็นการลดการแบ่งแย่งอาหารระหว่างกิ่งพืชจึงทำให้มีอาหารสะสมสำหรับการออกดอกมากขึ้น (พีรเดช,2529)

9. Chemical control ปริมาณฮอร์โมนภายในต้นพืช เป็นปัจจัยภายในซึ่งมีบทบาทต่อการออกดอก พบว่ามีฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญ (Plant growth regulators) หลายกลุ่มด้วยกัน มีผลต่อการชักนำการออกดอก ปัจจุบันได้มีการใช้สารควบคุมการเจริญ สังเคราะห์เพื่อการออกดอกในพืชเศรษฐกิจหลายชนิดด้วยกัน โดยเฉพาะการใช้สารพวกสังเคราะห์ที่ยับยั้งการเติบโต (Growth retardant) พบว่าสามารถกระตุ้นการออกดอกของไม้ผลหลายชนิด เช่น ในแอปเปิ้ล แพร์ เชอรี่ (จินดา,2524)

ความสำคัญของการใช้ฮอร์โมนควบคุมการออกดอก

แม้ว่าฮอร์โมนควบคุมการออกดอกซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติจะยังไม่สามารถสกัดออกมาจากพืชได้ก็ตาม แต่ก็ยังเชื่อว่าการออกดอกเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมน นอกจากฮอร์โมนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติแล้ว ฮอร์โมนสังเคราะห์หลายชนิดก็สามารถควบคุมการออกดอกได้ เช่น การชักนำให้ดอกออก การส่งเสริมการออกดอก การยับยั้งการออกดอก การทำให้ดอกออกล่าช้าและการควบคุมการออกดอก เป็นต้น (สัมพันธ์,2527)

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

การค้นพบจิบเบอเรลลินครั้งแรกเกิดขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่นเมื่อสมัยก่อนสงครามโลก โดยพบสารนี้ในเชื้อรา และต่อมาก็ได้มีการพบสารชนิดนี้ในต้นพืช จึงจัดเป็นฮอร์โมนพืชกลุ่มหนึ่ง สารจิบเบอเรลลินที่ค้นพบมาตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบันมีทั้งหมด 65 ชนิด จิบเบอเรลลินทั้ง 65 ชนิด นี้มีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายกัน เพียงแต่การเรียงตัวของบางอะตอมแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นจิบเบอเรลลินจึงมีชื่อเรียกเหมือนกันหมดคือ จิบเบอเรลลิน เอ (gibberellin A) แล้วตามด้วยหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 65 เช่น gibberellin A₁ (GA₁) gibberellin A₃ (GA₃) เมื่อเรียกจิบเบอเรลลินโดยทั่วไปมักใช้คำย่อคือ GA_x แต่ถ้าระบุชนิดลงไปจะใช้หมายเลขตามอักษร GA เช่น GA₄, GA₇, GA₃₅ คุณสมบัติในการกระตุ้นการเติบโตของพืชของ GA_x แต่ละชนิด แตกต่างกันไปเล็กน้อย เช่น GA₄ และ GA₇ มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการยืดตัวของต้นเตี้ยมากกว่า GA₁ หรือ GA₃ ถึง 5,000 เท่า แต่ถ้าเป็นพืชชนิดอื่นๆพบว่าทั้ง GA₁ และ GA₃ มีประสิทธิภาพสูงมากในการกระตุ้นการยืดตัวของต้น สาร GA_x ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

GA₃, GA₄, และ GA₇ การผลิตสารเหล่านี้ในเชิงพาณิชย์ปัจจุบันทำได้โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อราบางชนิด แล้วสกัดสารดังกล่าวออกมา จึงทำให้ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงกว่าการผลิต PGRC ชนิดอื่น สาร GA₃ มีประสิทธิภาพอย่างมากในการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์และการแบ่งตัวของเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชแคระจะตอบสนองมากกว่าพืชปกติ นอกจากนี้GA₃ยังควบคุมขบวนการต่างๆในพืชอีกหลายชนิด ได้แก่

1. การกระตุ้นการงอกของเมล็ดและตา เมล็ดหรือตาของพืชบางชนิดมีการพักตัวทำให้ไม่สามารถงอกได้ในสภาพปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตหนาว การใช้GA₃จะช่วยทำลายการพักตัวของเมล็ดหรือตาพืชเหล่านี้บางชนิดได้ เช่น เมล็ดผักกาดหอม ส้ม องุ่น หัวมันฝรั่ง หัวเกล็ดดีโอลัส และยังใช้เร่งการแตกตาขององุ่นบางพันธุ์ได้

2. เพิ่มการติดผล มีการทดลองในประเทศไทยโดยใช้ GA₃ กับส้มเขียวหวานในระยะดอกบาน พบว่าจะทำให้การติดผลมากขึ้น นอกจากนี้ GA₃ ยังช่วยในการติดผลของมะเขือเทศทำให้เกิดการติดผลได้โดยไม่ต้องมีการผสมเกสร แต่การใช้ GA₃ ช่วยการติดผลของมะเขือเทศนี้ยังไม่ได้ทำให้เป็นการค้า GA₃ ยังมีผลช่วยในการติดผลขององุ่นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ดบางพันธุ์ เช่น Thompson seedless และยังช่วยขยายขนาดของผลองุ่นได้อีกหลายพันธุ์ทั้งทำให้ช่อผลยืดยาวขึ้นได้ นอกจากนี้องุ่นแล้วพืชชนิดอื่น เช่น มะเขือเกือบทุกชนิด ส้มบางชนิด สามารถใช้ GA₃ เพื่อเพิ่มขนาดของผลได้เช่นกัน

3. เปลี่ยนเพศดอก พืชที่ตอบสนองต่อ GA₃ ได้ดีในกรณีนี้ คือพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา สตวอช โดยมีผลทำให้เกิดดอกตัวผู้มากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตเมล็ดพันธุ์

4. เร่งการออกดอก พืชหลายชนิดสามารถถูกกระตุ้นให้เกิดดอกได้โดยการใช้ GA₃ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีลักษณะทรงพุ่มเป็นกระจุก (rosette) เช่นผักกาดหอม ผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี โดย GA₃ จะทำให้ลำต้นยืดยาวขึ้นมาและเกิดดอกได้ ไม้ดอกบางชนิดที่ต้องการอากาศเย็นในการออกดอก ก็อาจใช้ GA₃ เข้าช่วยได้ในกรณีที่อากาศไม่เย็นพอเพียงแต่ GA₃ ก็ยังมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชได้อีกหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เป็นไม้ยืนต้นและต้องการอากาศเย็นในการออกดอก เช่น มะม่วง ส้มแอปเปิ้ล (พีเรเดซ,2529)

ขบวนการเมตาโบลิซึมของ GA

GA เป็นสารisoprenoid ในใบพืช GA สามารถเปลี่ยนแปลงเป็น GA ชนิดต่างๆ ใน chloroplasts เมื่อGAได้รับการสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วจะสลายตัวอย่างช้าๆ แต่ก็ยังสามารถเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูป conjugates ซึ่งจะไม่สามารถออกฤทธิ์ (active) โดย conjugates เหล่านี้จะถูกเก็บสะสมไว้หรือลำเลียงไป

ที่อื่นเมื่อถึงเวลาและสถานที่ที่เหมาะสมแล้ว จะมีการปลดปล่อยออกมาให้ทำงานได้ conjugates ที่ทราบได้แก่ อยู่ในรูป glucosides

ขบวนการเมตาโบลิซึมอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือ การเปลี่ยนรูปของ GA จากรูปที่มีฤทธิ์มาก (highly active) ไปอยู่ในรูปที่มีฤทธิ์น้อยกว่า (less active) ตัวอย่างเช่นในกิ่ง Douglas fir ซึ่งจะแสดงผลการตอบสนองต่อการให้สาร GA น้อยมาก สามารถจะเปลี่ยน GA_4 ที่มีฤทธิ์มากไปเป็น GA_{20} ซึ่งมีฤทธิ์น้อยกว่า ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมล็ดสามารถสร้าง GA ชนิดต่างๆ ได้เองภายในเมล็ด ในใบที่มีอายุน้อยจะเป็นแหล่งสร้างได้ด้วย แต่ GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากโดยตรงน้อยมากแล้วยับยั้งการสร้าง adventitious root อีกด้วย การลำเลียง GA เกิดขึ้นโดย การแพร่ผ่านทาง xylem และ phloem เป็นแบบไม่มีขั้ว

สารชะลอการเจริญเติบโต (growth retardants) ที่ยับยั้งการยืดยาวของลำต้นและเป็นสาเหตุให้เกิดการแคระแกร็นขึ้น โดยสารเหล่านี้จะไปยับยั้งการสร้าง GA สารเหล่านี้ได้แก่ D,AMO1618,CCC หรือ Cycocel และ ancymidol การยับยั้งการเจริญเติบโตโดยสารเหล่านี้สามารถใช้ GA_3 ในการลบล้างผลการยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ในพืชหลายชนิด ซึ่งต่อมาพบว่าสารเหล่านี้มีผลต่อกระบวนการของ GA ที่มีต่อพืชมากกว่าการมีอิทธิพลต่อการสร้าง GA ดังจะเห็นได้จาก Phosphon D,AMO1618 และ CCC ยับยั้งการสร้างสารพวก sterol ในยาสูบ ซึ่งการยับยั้งการเจริญเติบโตโดยสารทั้งสามนี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้ GA และ sterol 3 ชนิดคือ β -sitosterol, stigmasterol และ cholesterol

สารยับยั้งการสร้าง GA จะลดปริมาณ GA เมื่อให้สารยับยั้งนี้ซ้ำๆกับรากพบว่าความเข้มข้นของ GA ในลำต้นจะลดลงมาก ซึ่งกล่าวได้ว่า GA ในลำต้นส่วนมากลำเลียงมาจากรากผ่านทาง xylem (นพดล,2536)

คุณสมบัติของ GA_3 และวิธีการใช้

GA_3 เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของ GA_s และนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมาก สาร GA_3 อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า gibberellic acid ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาวละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในน้ำ GA_3 ที่ผลิตขึ้นมาใช้ทางการเกษตรมีอยู่ 3 รูปด้วยกันคือ รูปสารบริสุทธิ์ รูปผงละลาย และสารละลายเข้มข้น การผลิตในรูปผงละลายน้ำหรือสารละลายเข้มข้นนั้น มักจะใช้ GA_3 ในรูปของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียม (sodium หรือ potassium gibberellate) ซึ่งเกลือเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี ในประเทศไทยมีสารนี้จำหน่ายภายใต้ชื่อการค้าว่า จิบเบอเรลลิน เกียววา (Gibberellin KYOWA) ซึ่งอยู่ในรูปผงละลายน้ำ และ โปรกิบบ (Pro-Gibb) ซึ่งเป็นรูปสารละลายเข้มข้น GA_3 ใช้กันมากในสวนองุ่น เพื่อขยายขนาดผลและทำให้ข้อโปร่ง ความเป็นพิษของสารนี้ต่อคนหรือ

สัตว์มีน้อยมากจัดว่าไม่มีพืช และอีกประการหนึ่งคือพืชสามารถสร้าง GA_3 ได้โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นการใช้สารนี้กับพืชเพื่อนำมาใช้บริโภคจึงถือได้ว่าปลอดภัย

เมื่อมีการพ่นสาร GA_3 ให้พืช จะทำให้การสร้าง GA_3 ภายในพืชตามปกติหยุดชะงักลง และจะเริ่มกระบวนการทำลาย GA_3 ส่วนเกินนั้นๆเพื่อให้เข้าสู่ระดับปกติ ดังนั้นการสูญเสียประสิทธิภาพของ GA_3 ภายหลังจากให้กับพืชแล้วจึงเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว บางครั้งจึงมีความจำเป็นต้องใช้สารซ้ำ เพื่อให้พืชแสดงการตอบสนองออกมาได้เด่นชัดยิ่งขึ้น โดยปกติมักจะมีการให้สาร 3-4 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างกันประมาณ 3-14 วันต่อครั้ง (พีรเดช,2529)

การทดสอบจิบเบอเรลลินกับพืชที่ทำให้ออกดอก

ในเบญจมาศซึ่งเป็นพืชที่ตอบสนองต่อความหนาวเย็น ตามปกติพืชจะออกดอกถ้าได้รับการกระตุ้นจากความหนาวเย็น ($1-5^{\circ}C$) เป็นระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามพืชที่ไม่ได้ผ่านความหนาวเย็นก็สามารถออกดอกได้ ถ้าได้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในปริมาณ 10 ไมโครกรัม ส่วนพืชที่ไม่ได้รับความหนาวเย็นหรือจิบเบอเรลลินจะไม่ออกดอกเลย (สัมพันธ์,2527)

พืชใน genus *Brassica* โดยทั่วไปมักใช้ความเย็นในการชักนำให้ออกดอก Zea and Tsui (1975) ทดลองพ่น GA_3 ในระดับความเข้มข้น 10 ppm. ให้แก่ผักกาดขาว ในระยะที่ต้นอ่อนมี 4-15 ใบ สามารถชักนำให้เกิดการออกดอกและช่อดอกยี่ดียวได้ (ปีพมา,2528)

Marrewijk (1976) ได้ทดลองพ่น GA_3 ความเข้มข้น 250-500 ppm. 3 ครั้ง ให้แก่ *B.oleracea* L.var.gongylodes L. ที่ได้รับความเย็นไม่เพียงพอที่จะชักนำให้ออกดอก สามารถออกดอกได้

ในการทดลองของ Wittwer and Bukovac (1957) ยังพบว่า GA ยังช่วยในพืชวันยาวเกิดดอกได้ ในช่วงวันสั้น เขาได้ทำการปลูกพืชวันยาวหลายๆ genus และหลายๆ species โดยให้พืชเหล่านี้เติบโตในสภาพที่ไม่เหมาะสม คือในช่วงแสงสั้น (9-11 ชม.) พบว่าการใช้ GA จะสามารถกระตุ้นการยึดตัวของลำต้นและกระตุ้นให้เกิดดอกและผลิตเมล็ดได้

After Lang (1957) ได้ทดลองโดยให้แครอทได้รับ GA ในปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อวัน จะทำให้แครอทออกดอกได้ ซึ่งตามปกติแล้วแครอทเป็นพืชที่ต้องการความเย็นสำหรับการออกดอก

GA สามารถชักนำการออกดอกในพืช Rosette ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ หรือสภาพวันยาวได้ (พีรเดช,2529)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ส่วนยอดของอ้อยเจอร่าตุ้ม จำนวน 250 กิ่ง
2. วัสดุชำ (ขี้เถ้าแกลบ : ทราช ในอัตรา 1:1)
3. กระบะสำหรับปักชำ
4. วัสดุปลูก (ดิน : ทราช : แกลบ : ปุ๋ยคอก ในอัตรา 3/4 : 3/4 : 1 : 1/2)
5. กระถางขนาด 6 นิ้ว จำนวน 250 ใบ
6. ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ; สูตร 15-15-15 , 15-30-15
7. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง
8. ห้องปรับอากาศ
9. สาร GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm.
10. อุปกรณ์ดูแลรักษา ได้แก่ จอบ ช้อนพรวน สายยางรดน้ำ รถเข็น
11. อุปกรณ์บันทึกผล ได้แก่ ตลับเมตร สมุดบันทึก ดินสอ กล้องถ่ายภาพ สมุดเทียบสี Thermometer
12. อุปกรณ์เตรียมสาร ได้แก่ บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วคน น้ำกลั่นบริสุทธิ์ เครื่องชั่งสาร ขวดทึบแสงสีน้ำตาล กระบอกฉีดสารเคมี

วิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลองแบบ Two Factors Factorial in RCBD (Randomized Complete Block Design) แบ่งการทดลองเป็น 13 วิธีการ(Treatment) มี 4 ซ้ำ (Replication)ๆละ 4 หน่วย การทดลอง(Experimental Unit) แบ่งออกเป็น 4 block โดยมีวิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 (Tr1) Control (สภาพธรรมชาติ)

วิธีการที่ 2 (Tr2) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 60 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 1 ชม. (กลางวัน)

วิธีการที่ 3 (Tr3) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 60 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 3 ชม. (กลางวัน)

วิธีการที่ 4 (Tr4) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 60 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 5 ชม. (กลางวัน)

วิธีการที่ 5 (Tr5) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 75 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 1 ชม. (กลางวัน)

วิธีการที่ 6 (Tr6) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 75 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 3 ชม. (กลางวัน)

วิธีการที่ 7 (Tr7) ต้นอ้อยเจอร่าตุ้มอายุ 75 วัน ได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 5 ชม. (กลางวัน)

- วิธีการที่ 8 (Tr8) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 60 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 1 ชม. (กลางคืน)
 วิธีการที่ 9 (Tr9) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 60 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 3 ชม. (กลางคืน)
 วิธีการที่ 10 (Tr10) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 60 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 5 ชม. (กลางคืน)
 วิธีการที่ 11 (Tr11) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 75 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 1 ชม. (กลางคืน)
 วิธีการที่ 12 (Tr12) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 75 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 3 ชม. (กลางคืน)
 วิธีการที่ 13 (Tr13) ต้นอัจเจอร่าตุ้มอายุ 75 วันได้รับอุณหภูมิเย็นนาน 5 ชม. (กลางคืน)

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 การเตรียมกิ่งปักชำ ใช้เฉพาะส่วนยอด โดยเลือกลักษณะยอดควบอ้วนแข็งแรงยาวประมาณ 2.5 นิ้ว หรือมีใบประมาณ 3-4 คู่ ตัดใบส่วนโคนของยอดออก 1-2 คู่ เพื่อทำแผลเป็นรูปปากฉลาม

2.2 การปักชำ

- ปักกิ่งในวัสดุปลูก (ขี้เถ้าแกลบ:ทรายละเอียด ในอัตรา 1:1) แล้วรดน้ำให้ชุ่ม ดูแลรักษาไว้ในสภาพร่ม เมื่อต้นตั้งตัวได้ ดูแลในสภาพร่มรำไร
- หลังจากปักชำประมาณ 2 สัปดาห์ เริ่มออกราก และย้ายปลูกในสัปดาห์ที่ 3 ในกระถาง 6 นิ้ว ที่มีวัสดุปลูก (ดิน :ทราย : แกลบ : ปุ๋ยคอก ในอัตรา 3/4 : 3/4 : 1 : 1/2) ดูแลในสภาพกลางแจ้ง
- เมื่ออัจเจอร่าตุ้มมีขนาดโตพอที่จะเด็ดยอดได้ คือ มีใบจริงขนาดใหญ่ 4-5 คู่ จึงทำการเด็ดยอด

2.3 การปฏิบัติดูแลรักษา

- ในระยะแรกของการปลูกรดน้ำเช้า-เย็น หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ รดน้ำวันละครึ่งในตอนเช้า เมื่อต้นอัจเจอร่าตุ้มเจริญเติบโตมากขึ้นจะมีรากเป็นจำนวนมากต้องให้น้ำทั้งเช้า-เย็น
- การให้ปุ๋ยใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สูตร 15-15-15 ทุกๆ สัปดาห์
- ฉีดยาและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงทุกๆ 15 วัน หรือเมื่อพบการระบาดของโรค
- ตัดใบที่เหลืองและเป็นโรคออก เพราะอาจจะเป็นแหล่งสะสมของโรคได้
- เมื่อต้นอัจเจอร่าตุ้มมีอายุ 60 วัน ก็ให้ปุ๋ยเกร็ดสูตร 15-30-15 ทุกๆ สัปดาห์ และนำต้นอัจเจอร่าตุ้มในวิธีการที่ 2 , 3 , 4 , 8 , 9 , 10 นำไปไว้ในสภาพเย็น (ห้องปรับอากาศ) ตามเวลาที่กำหนดของแต่ละวิธีการ เป็นเวลา 4 สัปดาห์

- เมื่อต้นอ้อยเจอราดุมตามวิธีการที่ 5 ,6 ,7 ,11 ,12 และ 13 อายุครบ 75 วัน นำต้นไปไว้ในสภาพเย็น (ห้องปรับอากาศ) ตามเวลาที่กำหนดในแต่ละวิธีการ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เช่นกัน
- เมื่อต้นอ้อยเจอราดุมทั้ง 2 ชุด นำเข้าไว้ในสภาพเย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วยังไม่เกิดตาดอกจะทำการฉีดพ่น GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm. 10 ml.ต่อต้น 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์

การบันทึกผลการทดลอง

หลังจากตัดยอดแล้ว และมีอายุครบ 60 และ 75 วัน จะทำการบันทึกผล ก่อนการทดลอง และบันทึกผลทุกๆสัปดาห์ โดยจะบันทึกผลดังนี้

1. ความสูงของต้น (วัดจากโคนถึงยอด)
2. ความกว้างของทรงพุ่ม
3. ความกว้าง-ความยาวของใบ
4. จำนวนข้อของตาดข้าง
5. จำนวนตาดข้างที่แตก
6. สีของใบ
7. อุณหภูมิภายใน-นอก ห้องปรับอากาศ

ระยะเวลาการทดลอง

วันเริ่มทำการทดลอง	1 พฤศจิกายน 2543
วันสิ้นสุดการทดลอง	16 มีนาคม 2544
รวมระยะเวลาการทดลอง	4 1/2 เดือน

สถานที่ทำการทดลอง

บริเวณอาคารปฏิบัติการไม้ดอก ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการบังคับการออกดอกของต้นอัจเจอร่าตุ้ม โดยใช้อุณหภูมิเย็นเป็นเวลา 0 , 1 , 3, และ 5 ชม. ทั้งกลางวันและกลางคืนเมื่ออายุ 60 และ 75 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ร่วมกับการให้สาร GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm. 3 ครั้งๆละ 10 ml. ต่อต้น ในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2543 – มีนาคม 2544 ปรากฏผลดังนี้

1. ความสูงของต้น

จากผลการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 5 ชั่วโมง เมื่ออายุ 75 วัน ในเวลากลางวัน (Tr7) ให้ค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดเท่ากับ 29.88 เซนติเมตร รองลงมาคือวิธีการที่ 6 (3/75/D) ,วิธีการที่ 3 (3/60/D) ,วิธีการที่ 12 (3/75/N) ,วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) ,วิธีการที่ 1 (Control) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ให้ค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 29.71 ,28.62 ,27.48 ,27.10 ,26.87 ,26.86 ,26.67 ,25.80 ,25.47 ,25.47 ,25.04 และ 25.06 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า วิธีการที่ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 6 แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับวิธี 3 ,12 ,5 ,8 ,9 ,2 ,4 ,11 ,1 ,13 และ 10 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และตารางภาคผนวกที่ 8)

2. ความกว้างทรงพุ่ม

จากผลการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 5 ชั่วโมง เมื่ออายุ 75 วัน ในเวลากลางวัน (Tr7) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเท่ากับ 32.83 เซนติเมตร รองลงมาคือ วิธีการที่ 6 (3/75/D) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 3 (3/60/D) ,วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 12 (3/75/N) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ,วิธีการที่ 1 (Control) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 32.71 ,31.57 ,31.16 ,31.03 ,30.21 ,30.19 ,30.08 ,29.97 ,29.83 ,29.83 ,29.78 ,29.61 และ 28.31 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า วิธีการที่ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 6 แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับวิธีการที่ 11 ,2 ,5 ,3 ,8 ,12 ,13 ,1 ,10 ,9 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และตารางภาคผนวกที่ 9)

3. ความกว้างของใบ

จากผลการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 3 ชั่วโมง เมื่ออายุ 75 วัน ในเวลากลางวัน (Tr6) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบมากที่สุดเท่ากับ 6.32 เซนติเมตร รองลงมาคือ วิธีการที่ 7 (5/75/D) ,วิธีการที่ 3 (3/60/D) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 12 (3/75/N) ,วิธีการที่ 1 (Control) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบเท่ากับ 6.10 ,5.88 ,5.83 ,5.83 ,5.82 ,5.82, 5.78 ,5.67 ,5.63 ,5.63 ,5.60 ,5.60 และ 5.45 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า วิธีการที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทุกวิธีการ (ตารางที่ 1 และ ตารางภาคผนวกที่ 10)

4. ความยาวของใบ

จากผลการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 3 ชั่วโมง เมื่ออายุ 75 วัน ในเวลากลางวัน (Tr6) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวของใบมากที่สุดเท่ากับ 5.37 เซนติเมตร รองลงมาคือ วิธีการที่ 7 (5/75/D) ,วิธีการที่ 3 (3/60/D) ,วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ,วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 1 (Control) , วิธีการที่ 12 (3/75/N) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวใบเท่ากับ 5.25 ,5.17 ,5.05 ,5.02 ,5.02 ,5.01 ,4.94, 4.92 ,4.91 ,4.91 ,4.83 ,4.83 และ 4.66 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า วิธีการที่ 6 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการที่ 7 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับวิธีการที่ 3 ,8 ,13 ,5 ,2 ,11 ,9 ,1 ,12 ,10 และ 4 (ตารางที่ 1 และ ตารางภาคผนวกที่ 11)

5. จำนวนข้อของตาข้าง

จากการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 3 ชั่วโมง เมื่ออายุ 60 วัน ในเวลากลางวัน (Tr3) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของตาข้างมากที่สุดเท่ากับ 8.80 ข้อ รองลงมาคือ วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 12 (3/75/N) ,วิธีการที่ 7 (5/75/D) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 6 (3/75/D) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) , วิธีการที่ 1 (Control) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของตาข้างเท่ากับ 8.72 ,8.65 ,8.65 ,8.63 ,8.62 ,8.61 ,8.57, 8.50 ,8.50 ,8.48 ,8.42 ,8.30 และ 8.27 ข้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลการ

ทดลองทางสถิติพบว่าทั้ง 13 วิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ ตารางภาคผนวกที่ 12)

6. จำนวนตาข้าง

จากการทดลองพบว่า การให้ความเย็น 5 ชั่วโมง เมื่ออายุ 75 วัน ในเวลากลางวัน (Tr7) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนตาข้างมากที่สุดเท่ากับ 9.93 ตาข้าง รองลงมาคือ วิธีการที่ 5 (1/75/D) ,วิธีการที่ 2 (1/60/D) ,วิธีการที่ 9 (3/60/N) ,วิธีการที่ 13 (5/75/N) ,วิธีการที่ 3 (3/60/D) ,วิธีการที่ 6 (3/75/D) ,วิธีการที่ 11 (1/75/N) ,วิธีการที่ 1 (Control) ,วิธีการที่ 10 (5/60/N) ,วิธีการที่ 4 (5/60/D) ,วิธีการที่ 8 (1/60/N) ,วิธีการที่ 12 (3/75/N) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนตาข้างเท่ากับ 9.87 ,9.56 ,9.53 ,9.38 ,9.32 ,9.29 ,9.28 ,9.03 ,9.03 ,9.00 ,8.97 ,8.85 และ 8.60 ข้อย ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติพบว่า วิธีการที่ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 5 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการที่ 2 ,9 ,13 ,3 ,6 และ 11 และจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับวิธีการที่ 1 ,10 ,4 , 8 และ 12 (ตารางที่ 2 และตารางภาคผนวกที่ 13)

7. สีของใบ

จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 1 ,3 , 8 ,9 ,11 ,12 และ 13 สีใบอยู่ในโทนสีเขียวระดับ Yellow Green Group 144A ส่วนวิธีการที่ 5 , 6 , 7 สีโทนเขียวระดับ Green Group 137A และวิธีการที่ 2 ,4 และ10 สีโทนสีเขียวระดับ Green Group 137B (ตารางที่ 1) ตามสมุดเทียบสีพืชสวน

8. การเกิดดอก

หลังจากต้นอัจเจอร่าตุ้ม ได้รับอุณหภูมิเย็นในเวลาแตกต่างกันดังกล่าวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วต่อมาอีก 1 สัปดาห์ ได้ทำการฉีดพ่นสาร GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm. จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 10 ml. แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ พบว่าต้นอัจเจอร่าตุ้มไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่จะเกิดตาออก พบแต่เพียงการยืดยาวของช่วงข้อ ส่งผลให้ความสูงเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของต้น ,ความกว้างทรงพุ่มของต้น ,ความกว้างใบ ,ความยาวใบ ,จำนวนข้อของตาข้าง ,จำนวนตาข้าง ,สีของใบของต้น
 อัจเจอร่าตุ้มเมื่ออายุ 60 วัน และ 75 วัน หลังได้รับอุณหภูมิเย็น 0 ,1 ,3 ,5 ชม.ในช่วงกลางวัน(D) และ กลางคืน(N)

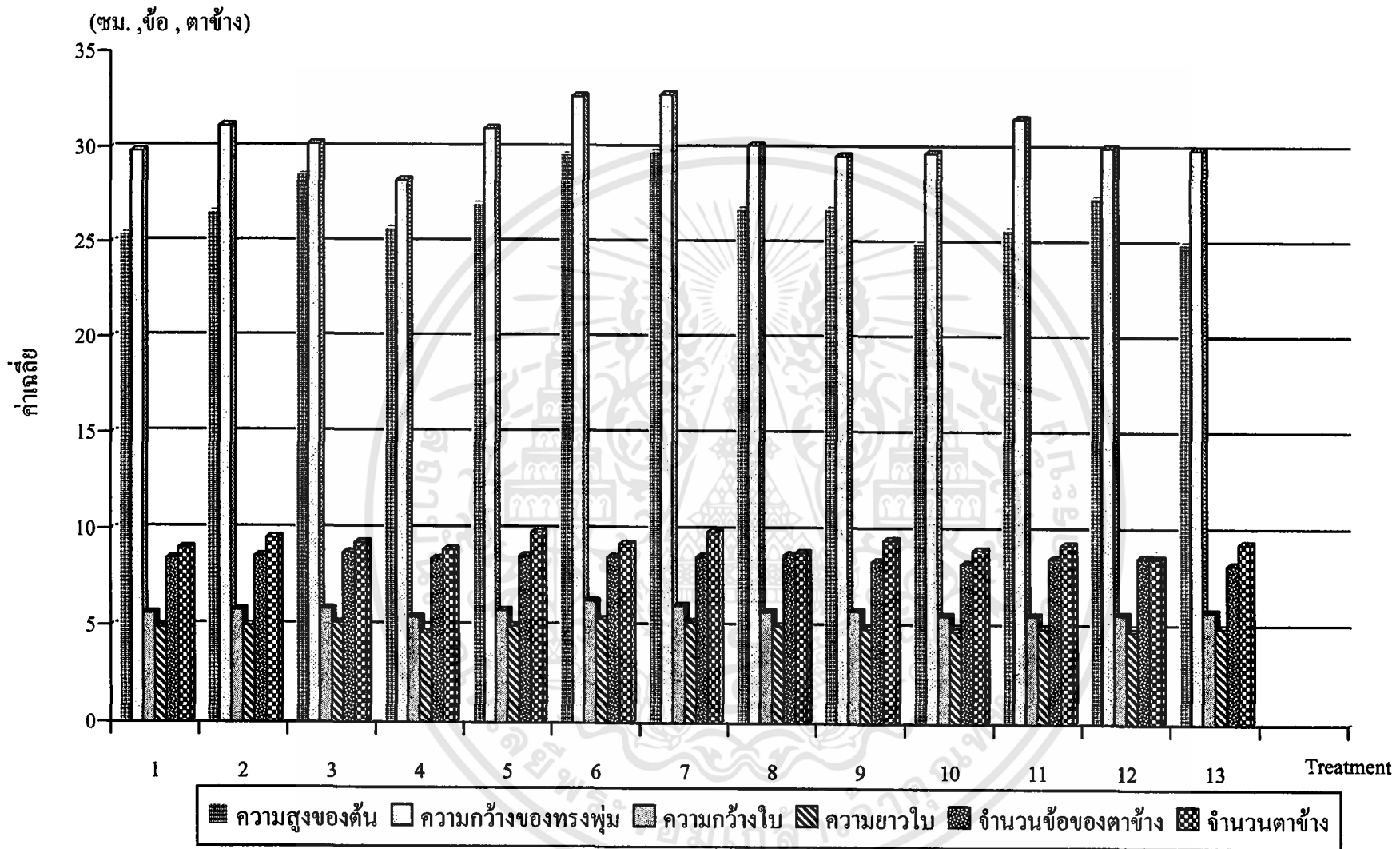
วิธีการ	ความสูง ของต้น(ซม.)	ความกว้าง ทรงพุ่ม (ซม.)	ความกว้าง ของใบ(ซม.)	ความยาว ของใบ(ซม.)	จำนวนข้อ ของตาข้าง	จำนวน ตาข้าง	สีของใบ
Tr1 (ไม่ได้รับความเย็น)	25.47 e	29.83 de	5.63 def	4.91 def)	8.50 a	9.03 bc	144A
Tr2 60 วัน / 1 ชม. D	26.67 cd	31.16 bc	5.81 cde	5.01cdef	8.62 a	9.56 ab	137B
Tr3 60 วัน / 3 ชม. D	28.62 b	30.21 cde	5.88 c	5.17 bc	8.80 a	9.32 abc	144A
Tr4 60 วัน / 5 ชม. D	25.80 de	28.31f	5.45 f	4.66 g	8.48 a	8.97 bc	137B
Tr5 75 วัน / 1 ชม. D	27.10 c	31.03 bcd	5.82 cde	5.02 cde	8.65 a	9.86 a	137A
Tr6 75 วัน / 3 ชม. D	29.71 a	32.70 a	6.32 a	5.37 a	8.61 a	9.29 abc	137A
Tr7 75 วัน / 5 ชม. D	29.88 a	32.83 a	6.10 b	5.25 ab	8.63 a	9.93 a	137A
Tr8 60 วัน / 1 ชม. N	26.87 c	30.19 cde	5.78 cde	5.05 cd	8.72 a	8.85 bc	144A
Tr9 60 วัน / 3 ชม. N	26.86 c	29.61 e	5.83 cd	4.92 def	8.42 a	9.53 ab	144A
Tr10 60 วัน / 5 ชม. N	25.06 e	29.78 de	5.60 ef	4.82 f	8.30 a	9.00 bc	137B
Tr11 75 วัน / 1 ชม. N	25.80 de	31.57 b	5.60 ef	4.94 def	8.57 a	9.28 abc	144A
Tr12 75 วัน / 3 ชม. N	27.48 c	30.08 cde	5.67 cde	4.83 ef	8.64 a	8.60 c	144A
Tr13 75 วัน / 5 ชม. N	25.07 e	29.97 cde	5.83 cd	5.02 cd	8.27 a	9.38 abc	144A

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามี
 ความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

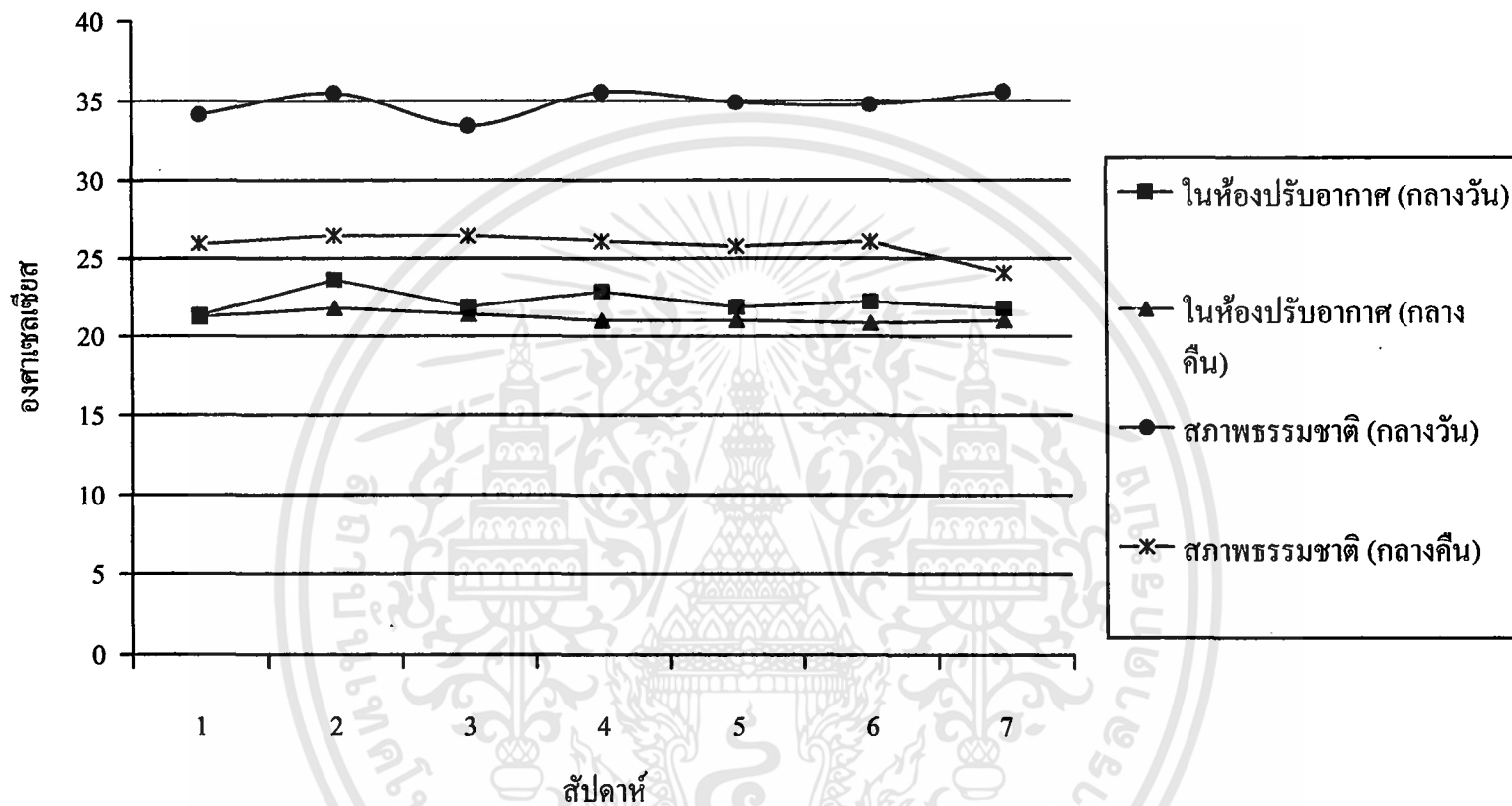
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยต่อสัปดาห์ของอุณหภูมิของอากาศ ภายในห้องปรับอากาศและในสภาพธรรมชาติทั้งกลางวันและกลางคืน ตั้งแต่วันที่ 2 ม.ค. 2544 – 18 ก.พ. 2544

สัปดาห์	อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ (C°)		อุณหภูมิในสภาพธรรมชาติ (C°)	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน
1	21.33	21.24	34.15	26.00
2	23.61	21.80	35.50	26.50
3	21.88	21.40	33.43	26.48
4	22.86	21.00	35.56	26.13
5	21.86	21.02	34.90	25.80
6	22.22	20.83	34.76	26.10
7	21.77	21.02	35.59	24.07
เฉลี่ย	22.22	21.19	34.84	25.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความสูง , ความกว้างทรงพุ่ม , ความกว้างใบ , ความยาวใบ , จำนวนข้อของตาข้าง , จำนวนตาข้าง ของต้นอัจเจอร่าตุ้ม



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศและในสภาพธรรมชาติทั้งกลางวันและกลางคืนในการบังคับการออกดอกของอัญเจอร่าตุ้ม ตั้งแต่ วันที่ 2 มกราคม – 18 กุมภาพันธ์ 2544



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของต้นอังกเอราคู้มที่ได้รับอุณหภูมิตั้งที่ 60 วัน และ 75 วัน นาน 1, 3, 5 ชม. ช่วงกลางวัน เปรียบเทียบกับ Control



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของต้นอ็จเจอร์าคู๋มที่ได้รับอุณหภูมิเย็น เมื่ออายุ 60 วัน และ 75 วัน นาน 1, 3, 5 ชม.ช่วงกลางวัน เปรียบเทียบกับ Control

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการบังคับการออกดอกของต้นอ้อยเจราตุ้ม โดยใช้อุณหภูมิเย็นเป็นเวลา 0 , 1 , 3, และ 5 ชม. ทั้งกลางวันและกลางคืนเมื่ออายุ 60 และ 75 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ร่วมกับการให้สาร GA₃ ความเข้มข้น 50 ppm. 3 ครั้งๆละ 10 ml. ต่อต้น ในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2543 – มีนาคม 2544 พบว่าทั้งการใช้อุณหภูมิเย็นและการฉีดพ่น GA₃ ไม่สามารถชักนำให้ต้นอ้อยเจราตุ้มเกิดดอกได้ในทุกวิธีการ แต่พบว่าการให้อุณหภูมิเย็นแก่ต้นอ้อยเจราตุ้มในเวลากลางวัน เมื่ออายุ 75 วัน ใช้เวลาตั้งแต่ 3 และ 5 ชั่วโมง มีผลให้ต้นอ้อยเจราตุ้ม มีค่าเฉลี่ยความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ ความยาวใบและจำนวนตาข้างมากที่สุด ตลอดทั้งสีของใบเขียวสดใสอยู่ในระดับ Green Group 137A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการบังคับการออกดอกของอัจเจอร่าตุ้ม โดยใช้ความเย็นและ GA_3 ไม่สามารถชักนำให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มออกดอกได้อาจมีสาเหตุหลายประการดังต่อไปนี้

อุณหภูมิไม่ต่ำพอ อุณหภูมิมีบทบาทแทบทุกขบวนการของต้นไม้ ทั้ง photosynthesis, respiration, transpiration และ amino acid and protein synthesis เช่น อุณหภูมิเพิ่มขึ้นย่อมเป็นเหตุให้การหายใจของพืชมากขึ้น นั่นหมายถึงการใช้อาหารของพืชมากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร (สมเพียร, 2525) ซึ่งอาจเป็นผลให้ต้นไม้สมบูรณ์พอที่จะออกดอกได้ และอุณหภูมิกึ่งกลางซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการเกิดตาดอกและการเจริญของตาดอก พืชหลายชนิดต้องการอุณหภูมิอยู่ค่าหนึ่งซึ่งเป็นอุณหภูมิวิกฤต ถ้าอุณหภูมิกึ่งกลางสูงเกินอุณหภูมิวิกฤต พืชจะไม่ออกดอก อุณหภูมิวิกฤตนี้ ในพืชแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน (จินดา , 2524) ซึ่งอุณหภูมิที่ต้นอัจเจอร่าตุ้มได้รับในการทดลองครั้งนี้โดยเฉลี่ยประมาณ $21.19^{\circ}C$ อาจจะเย็นไม่พอกับความต้องการที่จะชักนำให้อัจเจอร่าตุ้มออกดอกได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Rob Herwig (1981) ที่รายงานว่า อุณหภูมิกึ่งกลางที่เหมาะสมในอัจเจอร่าตุ้มอยู่ในช่วง $10-16^{\circ}C$ หลังจากนั้นจึงได้ทำการฉีดพ่นสาร GA_3 เพื่อทดแทนความเย็น ดังที่ พีรเดช (2529) ได้กล่าวไว้ว่า พืชหลายชนิดสามารถกระตุ้นให้เกิดดอกได้โดยการใช้ GA_3 เพราะ GA_3 จะทำให้ต้นยืดยาวขึ้นและเกิดดอกได้ และในไม้ดอกบางชนิดที่ต้องการอากาศเย็นในการออกดอกก็อาจใช้ GA_3 เข้าช่วยได้ในกรณีที่อากาศไม่เย็นพอซึ่งสอดคล้องกับ การรายงานของสัมพันธ์ (2527) ที่กล่าวถึง พืชพวกเบญจมาศ ตามปกติจะออกดอกได้ถ้าได้รับการกระตุ้นจากความเย็น ($1-5^{\circ}C$) เป็นระยะ 3-4 สัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตามพืชที่ไม่ได้ผ่านความหนาวเย็นก็สามารถออกดอกได้ ถ้าได้รับฮอร์โมน GA_3 ปริมาณ 10 ไมโครกรัม

อายุของต้นอัจเจอร่าตุ้มยังน้อยขณะเริ่มการทดลอง เนื่องจากเป็นพันธุ์ต้นสูงซึ่งเป็นพันธุ์หนัก ช่วงเวลาที่จะเกิดตาดอกก็จะช้ากว่าพันธุ์เบา การให้อุณหภูมิเย็นเพื่อกระตุ้นให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มเกิดตาดอกก็ต้องให้ในช่วงอายุที่เหมาะสมคือต้องมีการเจริญเติบโตทางต้นที่สมบูรณ์และพร้อมที่จะมีการพัฒนาของตาดอกจึงให้ความเย็น สัมพันธ์ (2529) กล่าวถึง Krebs อธิบายเกี่ยวกับการออกดอกของพืชว่า มีอยู่ด้วยกัน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก พืชจะต้องมีความพร้อมที่จะออกดอก (maturity) ขั้นตอนที่สอง พืชจะต้องถูกชักนำซึ่งอาจเป็น ช่วงแสง อุณหภูมิ หรืออาหารก็ได้ ขั้นตอนที่สาม คือ การสร้างดอกให้สมบูรณ์ ซึ่งความคิดของ Krebs นี้ พืชที่ยังอ่อนเกินไป (juvenile plant) จะไม่สามารถชักนำให้ออกดอกได้ ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับกันจนทุกวันนี้

กระถางเล็กเกินไป มีผลในเรื่องแร่ธาตุและความชื้น ทำให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดีเท่าที่ควร

ช่วงอายุของต้นอัจเจอร่าตุ้มในการให้ฮอร์โมน GA_3 ซ้ำไป เนื่องจากต้นมีการเจริญเต็มที่จนแก่แล้ว ช่วงที่มีการให้ GA_3 สภาพต้นเริ่มโทรม ทำให้ GA_3 ไม่มีผลที่จะชักนำให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มออกดอกได้

ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ เมื่อต้นมีการเจริญเติบโตขึ้น สังเกตเห็นว่ามียากจำนวนมาก บริเวณขอบกระถาง และต้นอัจเจอร่าตุ้มจะแสดงอาการเหี่ยวในช่วงเวลาประมาณ 15.00 น. ซึ่งเป็นผลให้ต้นที่การเจริญไม่ค้ำเท่าที่ควร จึงควรให้น้ำก่อนที่จะแสดงอาการเหี่ยว จินดา (2524) กล่าวว่า ในระยะ initiation ถ้ามีการขาดน้ำจะหักห้ามการออกดอก หรือทำให้ตาดอกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ซึ่งก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ต้นอัจเจอร่าตุ้มไม่สามารถเกิดตาดอก

จากการทดลองพบโรคและแมลงเยอะมาก เนื่องจากระยะปลูกใกล้กันมากทำให้เกิดการระบาดของได้ง่าย ทำให้สภาพต้นอัจเจอร่าตุ้มไม่สมบูรณ์เต็มที่ ต้องทำการฉีดสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงบ่อยมาก

หมายเหตุ : ต้นพันธุ์อัจเจอร่าตุ้มได้จากการเพาะเมล็ด (เมล็ดจากต่างประเทศ) นำมาปลูกและเคยออกดอกมาแล้วในปีก่อนการทดลอง ช่วงฤดูหนาวแต่การออกดอกไม่สม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

- จินดา ศรศรีวิชัย.2524.สรีรวิทยา ภาคการเจริญเติบโตและควบคุม.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.280 หน้า.
- นภคต จรัสสัมฤทธิ์.2536.ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซท.กรุงเทพฯ.124 หน้า.
- นันทิยา สมานนท์.2535.คู่มือการปลูกไม้ดอก.สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.กรุงเทพฯ.206 หน้า.
- ปัทมา แสงวรศิริกุล. 2528. ผลของจิบเบอเรลลิน แอซิด ต่อการออกดอกของ rapeseed. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 13 หน้า
- พีรเดช ทองอำไพ.2529.ฮอร์โมนพืชและการสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.โดนามิคการพิมพ์. กรุงเทพฯ.196 หน้า
- สมเพียร เกษมทรัพย์.2525.การปลูกไม้ดอก. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ. 460 หน้า
- สัมพันธ์ คัมภีรานนท์.2527.ฮอร์โมนพืช.ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.
- _____ . 2529.สรีรวิทยาของพืช.ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. 330 หน้า
- อดิศร กระแสชัย.2535.เบญจมาศ.สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.กรุงเทพฯ.129 หน้า
- After Lang.1957.Proc.Nat.Acad.Sci.43:709-717
- Chroboczek,E.1934.A study of some ecological factors influencing seed stalk development in beet (*Beta vulgaris* L.). Cornell Agr.Exp.Sta.Mem.154,1-84.
- Gregory,F.G.,and Purvis,O.N.1938.Studies in the vernalization of cereals III.The use of anaerobic conditions in analysis of the vernalizing effect of low temperature during germination. Ann.Bot.2,753-64.
- Marrewijk,N.P.A.van.1976. Artificial cold treatment,gibberellin application and flowering responses of kohlrabi (*Brassica oleracea* L.var.gongylodes L.) Scientia Horticulture.4(4) :376-375

Rob Herwig,1981.**House plants in colour**.David & Charles Newton Abbot London.192 P.

Wittwer, S.H. and M.J. Bukovac. 1957.**Gibberellins:New Chemicals For Crop production**.Mich.Agric.Exp.Stn.Bul.39:469-494

Schwabe,W.W.1954.**Factors controlling in the Chrysanthemum IV.The site of vernalization and translocation of the stiumulus**.J.exp.Bot.5(15),389-400.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงความสูงของต้นอัจเจอร่าตุ้มหลังจาก ได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	25.29	25.21	25.94	25.44	101.88	25.47
Tr2	26.61	26.97	26.42	26.69	106.69	26.67
Tr3	28.13	28.40	28.40	29.55	114.48	28.62
Tr4	26.42	27.02	24.27	25.48	103.19	25.80
Tr5	27.84	26.86	26.75	26.96	108.41	27.10
Tr6	29.19	30.57	3.59	28.50	118.85	29.71
Tr7	30.00	29.71	30.90	28.92	119.53	29.88
Tr8	27.30	26.59	27.14	26.46	107.49	26.87
Tr9	27.54	26.92	26.36	26.61	107.43	26.86
Tr10	25.04	25.81	24.21	25.19	100.25	25.06
Tr11	24.75	26.06	25.86	26.61	103.18	25.80
Tr12	27.00	27.11	28.04	27.77	109.92	27.48
Tr13	25.61	24.46	25.83	24.36	100.26	25.07
Total rep	350.62	351.69	350.71	348.54	1,401.56	350.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงความกว้างทรงพุ่มของต้นอ้อยเจอร่าตุ้มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	29.61	30.98	29.96	28.75	119.30	29.83
Tr2	30.87	31.71	30.75	31.32	124.65	31.16
Tr3	29.11	29.98	30.73	31.02	120.84	30.21
Tr4	29.36	28.45	27.88	27.53	113.22	28.31
Tr5	32.04	30.46	30.29	31.32	124.11	31.03
Tr6	33.06	32.25	34.17	31.34	130.82	32.70
Tr7	33.38	31.46	33.25	33.23	131.32	32.83
Tr8	31.05	29.73	29.94	30.04	120.76	30.19
Tr9	29.69	29.25	29.25	30.25	118.44	29.61
Tr10	30.68	29.69	29.61	29.15	119.13	29.78
Tr11	31.78	31.73	30.67	32.09	126.27	31.57
Tr12	30.18	29.36	30.59	30.17	120.30	30.08
Tr13	30.15	30.77	29.94	29.02	119.88	29.97
Total rep	400.96	395.82	397.03	395.23	1,589.04	397.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงความกว้างของใบของต้นอ้อยเจราคุ้มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	5.50	5.82	5.65	5.54	22.51	5.63
Tr2	5.74	5.99	5.81	5.72	23.26	5.81
Tr3	5.62	5.79	5.73	6.37	23.51	5.88
Tr4	5.58	5.43	5.47	5.33	21.81	5.45
Tr5	5.88	5.77	5.80	5.84	23.29	5.82
Tr6	6.36	6.41	6.34	6.18	25.29	6.32
Tr7	6.27	6.07	6.16	5.90	24.40	6.10
Tr8	5.86	5.68	5.72	5.84	23.10	5.78
Tr9	5.92	5.93	5.76	5.70	23.31	5.83
Tr10	5.67	5.68	5.55	5.50	22.40	5.60
Tr11	5.63	5.68	5.51	5.59	22.41	5.60
Tr12	5.67	5.73	5.61	5.68	22.69	5.67
Tr13	5.80	5.99	5.75	5.79	23.33	5.83
Total rep	75.5	75.97	74.86	74.98	301.31	75.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงความยาวของใบของต้นอัจเจอร่าดุ่มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	4.82	4.98	5.08	4.76	19.64	4.91
Tr2	4.98	5.05	5.00	5.00	20.03	5.01
Tr3	4.89	5.16	5.12	5.49	20.66	5.17
Tr4	4.74	4.61	4.74	4.54	18.63	4.66
Tr5	5.01	5.01	5.14	4.91	20.07	5.02
Tr6	5.34	5.43	5.48	5.24	21.49	5.37
Tr7	5.39	5.11	5.32	5.18	21.00	5.25
Tr8	5.08	5.09	4.97	5.04	20.18	5.05
Tr9	4.89	5.00	4.93	4.86	19.68	4.62
Tr10	4.92	4.92	4.76	4.70	19.30	4.82
Tr11	4.93	4.89	4.88	5.06	19.76	4.94
Tr12	4.83	4.79	4.80	4.91	19.33	4.83
Tr13	4.99	5.05	5.07	4.98	20.09	5.02
Total rep	64.81	65.09	65.29	64.67	259.86	64.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงจำนวนข้อของตารางของต้นอัจเจอร่าตุ้มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	8.32	8.46	8.42	8.79	33.99	8.50
Tr2	8.55	9.27	8.38	8.28	34.48	8.62
Tr3	8.31	8.71	9.56	8.61	35.19	8.80
Tr4	8.86	8.75	8.19	8.11	33.91	8.48
Tr5	8.77	9.09	8.17	8.56	34.59	8.65
Tr6	8.52	8.42	8.81	8.69	34.44	8.61
Tr7	8.59	8.02	8.98	8.92	34.51	8.63
Tr8	8.82	8.63	9.00	8.42	34.87	8.72
Tr9	8.44	8.02	8.25	8.98	33.69	8.42
Tr10	8.29	7.63	8.71	8.57	33.20	8.30
Tr11	9.02	8.80	8.13	8.32	34.27	8.57
Tr12	8.61	8.69	8.84	8.44	34.58	8.64
Tr13	8.02	8.30	8.15	8.61	33.08	8.27
Total rep	111.12	110.79	111.59	111.30	444.80	111.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงจำนวนตาข้างของต้นอังกเอร่าตุ้มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Total	Average
Tr1	8.92	9.58	8.58	9.04	36.12	9.03
Tr2	9.54	9.13	9.58	10.00	38.25	9.56
Tr3	9.46	9.54	9.25	9.04	37.29	9.32
Tr4	8.67	8.83	8.38	10.00	35.88	8.97
Tr5	9.92	9.79	9.67	10.08	39.46	9.86
Tr6	9.79	9.46	8.71	9.21	37.17	9.29
Tr7	11.00	9.79	8.63	10.29	39.71	9.93
Tr8	8.46	8.67	9.54	8.71	35.38	8.85
Tr9	9.38	9.33	10.25	9.17	38.13	9.53
Tr10	8.38	9.04	9.13	9.46	36.01	9.00
Tr11	8.75	9.92	9.46	9.00	37.13	9.28
Tr12	8.75	8.83	8.75	8.08	34.41	8.60
Tr13	9.54	9.42	9.63	8.92	37.51	9.38
Total rep	120.56	121.33	119.56	121.00	482.45	120.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงสีของใบของต้นอ้อยเจอราตุ้มหลังจากได้รับความเย็น

Treatment	R1	R2	R3	R4	Average
Tr1	137B	144A	144A	137B	144A
Tr2	137B	137B	137B	137B	137B
Tr3	144A	144A	144A	144A	144A
Tr4	137B	137B	137A	137B	137B
Tr5	137A	137B	137A	137A	137A
Tr6	137A	137A	137A	137A	137A
Tr7	137A	137A	137A	137A	137A
Tr8	144A	144A	144A	137B	144A
Tr9	144A	144A	144A	144A	144A
Tr10	137C	137C	137B	137B	137B
Tr11	144A	144A	144A	137C	144A
Tr12	137B	137C	144A	144A	144A
Tr13	144A	144A	144A	144A	144A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความสูงของต้นอ้อยเจอร่าดุ่ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	0.374	0.125	0.255ns	2.84	4.31
Treatment	13	133.706	10.285	21.012**	2.00	2.66
A	6	94.477	15.746	32.170**	2.33	3.29
B	1	7.593	7.593	15.512**	4.08	7.31
AB	6	31.636	5.273	10.772**	2.33	3.29
ERROR	39	19.090	0.489			
TOTAL	55	153.170	2.785			

Grand Mean = 26.847 CV = 2.606%

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แสดงค่าแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความกว้างของต้นอ้อยเจอร่าดุ่ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	1.563	0.521	0.863ns	2.84	4.31
Treatment	13	79.300	6.100	10.105**	2.00	2.66
A	6	21.565	3.594	5.954**	2.33	3.29
B	1	22.708	22.708	37.616**	4.08	7.31
AB	6	35.028	5.838	9.671**	2.33	3.29
ERROR	39	23.543	0.604			
TOTAL	55	104.406	1.898			

Grand Mean = 30.506 CV = 2.549%

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แสดงค่าแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความกว้างของใบของต้นอ้อยเจอร่าตุ้ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	0.078	0.026	1.410ns	2.84	4.31
Treatment	13	2.574	0.198	10.794**	2.00	2.66
A	6	1.123	0.187	10.207**	2.33	3.29
B	1	0.289	0.289	15.733**	4.08	7.31
AB	6	1.162	0.194	10.556**	2.33	3.29
ERROR	39	0.715	0.018			
TOTAL	55	3.367	0.061			

Grand Mean = 5.782 CV = 2.342%

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แสดงค่าแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ความยาวของใบของต้นอ้อยเจอร่าตุ้ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	0.039	0.013	0.989ns	2.84	4.31
Treatment	13	1.730	0.133	10.213**	2.00	2.66
A	6	0.826	0.138	10.567**	2.33	3.29
B	1	0.190	0.190	14.567**	4.08	7.31
AB	6	0.714	0.119	9.134**	2.33	3.29
ERROR	39	0.508	0.013			
TOTAL	55	2.277	0.041			

Grand Mean = 4.991 CV = 2.287%

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แสดงค่าแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จำนวนข้อของตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าดุ่ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	0.037	0.012	0.089ns	2.84	4.31
Treatment	13	1.162	0.089	0.646ns	2.00	2.66
A	6	0.900	0.150	1.083ns	2.33	3.29
B	1	0.000	0.000	0.002ns	4.08	7.31
AB	6	0.262	0.044	0.316ns	2.33	3.29
ERROR	39	5.398	0.138			
TOTAL	55	6.597	0.120			

Grand mean = 8.550 CV = 4.351%

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จำนวนตาข้างของต้นอ้อยเจอร่าดุ่ม

SOURCE	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Rep.	3	0.289	0.096	0.377ns	2.84	4.31
Treatment	13	7.429	0.571	2.236*	2.00	2.66
A	6	3.017	0.503	1.967ns	2.33	3.29
B	1	0.354	0.354	1.383ns	4.08	7.31
AB	6	4.059	0.676	2.646*	2.33	3.29
ERROR	39	9.969	0.256			
TOTAL	55	17.687	0.322			

Grand Mean = 9.260 CV = 5.460 %

ns = แสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แสดงค่าแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%