ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตและระดับจิบเบอเรลลินของต้นมังคุด

Effect of Gibberellic Acid and 16-16-16 Fertilizer on Growth and Gibberellin Levels of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Seedling

ธนกร เหมะรักษ์

Tanakorn Hemarask

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

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

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตและระดับจิบเบอเรลลินของต้นมังคุด

Effect of Gibberellic Acid and 16-16-16 Fertilizer on Growth and Gibberellin Levels of Mangosteen (Garcinia mangostana L.) Seedling

ธนกร เหมะรักษ์

Tanakorn Hemarask

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

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

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตและระดับจิบเบอเรลลินของต้นมังคุด

ผู้เขียน นายธนกร เหมะรักษ์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรญา อิ่มสบาย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(ศาสตราจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายธนกร เหมะรักษ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายธนกร เหมะรักษ์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตและระดับจิบเบอเรลลินของต้นมังคุด

ผู้เขียน นายธนกร เหมะรักษ์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดจิบเบอเรลลิค (GA_3) และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและจิบเบอเรลลินในต้นกล้ามังคุดเสียบยอดและเพาะเมล็ด ผลการทดลองพบว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 สามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดได้โดยไปมีผลต่อการเพิ่มความสูงของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและมีผลทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและจำนวนฉัตรของมังคุดเสียบยอดมากกว่ามังคุดเพาะเมล็ด แต่ทรีทเมนต์ไม่มีผลต่อลักษณะจำนวนปล้อง จำนวนใบ และขนาดใบ อย่างไรก็ตาม ผลของการให้ทรีทเมนต์ไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน และการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้นของมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 ดังนั้นการใช้กรดจิบเบอเรลลิคร่วมกับปุ๋ย 16-16-16 จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดให้พ้นจากระยะเยาวภาพได้เร็วขึ้น

Thesis Title Effect of Gibberellic Acid and 16-16-16 Fertilizer on Growth and Gibberellin Levels of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Seedling

Author Mr.Tanakorn Hamarask

Major Program Plant Science

Academic Year 2019

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of gibberellic acid (GA_3) concomitant with 16-16-16 fertilizer on growth and gibberellins of grafted and seedling mangosteen. Treatment was weekly spray with GA_3 at 1,000 mlL^{-1} with 16-16-16 fertilizer at 6 gram per pot for six months. It was found that the GA_3 treatments significantly accelerated growth of young mangosteen and resulted in the increase of plant height when compared to the untreated controls. Treatments of GA_3 + fertilizer promoted shoot branching of grafted tree more than seedling mangosteen. All treatments had no effect on internode and leaf number and leaf size. However, the levels of gibberellins-like substances were not associated with the increase of tree height. Expression of *GA_{20}-oxidase* was relatd to the increase height of mangosteen seedling treated by GA_3 + fertilizer. In conclusion, application of GA_3 and fertilizer may be an approach to early terminate juvenile period in mangosteen seedling.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ กราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ให้ความรู้ คำสั่งสอน คำชี้แนะ ทั้งด้านการวิจัย ทั้งด้านการเรียน และสอนทักษะต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในงานวิจัย และชีวิตประจำวัน ตลอดจนถึงคำปรึกษา ชี้แนะ และให้การช่วยเหลือทุกอย่างที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน ตลอดจนการจัดหาทุนในการวิจัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรญาอิ่มสบาย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนในการวิจัยจากสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากทุกห้องปฏิบัติการในภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาพืชศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการทางเทคโนยีชีวภาพของพืชปลูกที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิจัย และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อจเร เหมะรักษ์ และคุณแม่เมธนิธี เหมะรักษ์ ท่านทั้งสองได้ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษา พร้อมให้ความรักความเข้าใจ และกำลังใจตลอดมา

ธนกร เหมะรักษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	10
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	11
วัสดุ อุปกรณ์	11
วิธีการ	13
3. ผล	20
4. วิจารณ์	56
5. สรุป	62
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก	68
ประวัติผู้เขียน	72

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูงของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	21
2	ความสูงของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	24
3	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	27
4	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	29
5	จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	31
6	จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	32
7	จำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	35
8	จำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	37
9	จำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	39

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	จำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	41
11	ความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	43
12	ความยาวใบของต้นมังคุดเสียยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	45
13	ความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	47
14	ความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	49

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของต้นกล้าในไม้ผลและผลของปัจจัยจากภายนอกต่อการออกดอก เช่น การสารควบคุมการเจริญเติบโต	3
2	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุพืชที่เพิ่มขึ้นกับการเจริญเติบโตและการออกดอกในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ	4
3	ลักษณะใบขนุน	4
4	รูปแบบของปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางพันธุ์กรรมใน *Arabidopsis*	9
5	เปอร์เซ็นต์ความสูงของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	22
6	เปอร์เซ็นต์ความสูงของต้นมังคุดเสียบยอดทภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	25
7	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	26
8	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	28
9	จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	30
10	จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	32
11	จำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	34

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	จำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	36
13	จำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	38
14	จำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	40
15	ความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	42
16	ความยาวใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	44
17	ความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	46
18	ความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	48
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	50
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน	51

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่ 6	52
22	การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่ 6	53
23	การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในยอดของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่ 6	54
24	การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในยอดของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่ 6	55

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การขยายพันธุ์มังคุดมีหลายวิธี แต่การขยายพันธุ์มังคุดที่นิยมคือการเพาะเมล็ด โดยต้นมังคุดที่ได้จะไม่กลายพันธุ์ แต่มีข้อเสียคือให้ผลผลิตช้าหรือมีภาวะเยาว์วัย (juvenility) ที่ยาวนาน โดยต้องใช้เวลาประมาณ 7-8 ปี หลังจากปลูกกว่าจะให้ผลผลิต และอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมคือการขยายพันธุ์โดยการเสียบยอดที่ได้มาจากจากต้นพันธุ์ที่เคยให้ผลผลิตมาแล้วจะเป็นวิธีที่ช่วยให้มังคุดให้ผลผลิตเร็วขึ้น (สายัณห์ และคณะ, 2538) อย่างไรก็ตามวิธีการเสียบยอดนี้ต้นมังคุดจะต้องใช้เวลากว่าที่จะให้ผลผลิตภายหลังการปลูกประมาณ 2-4 ปี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา และต้นมังคุดเสียบยอดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ด (Verheij, 1992) ดังนั้นจึงต้องวางแนวทางศึกษาถึงวิธีการเร่งให้มังคุดมีการเจริญเติบโตที่เร็วในระยะต้นอ่อน และหลังจากย้ายปลูก ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา เช่น กรดจิบเบอเรลลิค (GA_3) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโต (พีรเดช, 2537) จึงอาจช่วยเร่งการเจริญเติบโตของมังคุดได้

การปลูกมังคุดในประเทศไทยนิยมใช้ต้นมังคุดที่ได้มาจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดเพราะสามารถทำได้สะดวก ได้จำนวนมาก และไม่กลายพันธุ์ เนื่องจากเมล็ดมังคุดเป็นเมล็ดแบบอะโพมิคทิก (apomictic seed) (สายัณห์ และคณะ, 2538) แต่ข้อเสียของต้นมังคุดที่ได้จากการเพาะเมล็ดคือการมีระยะเยาวภาพที่ยาวนาน เจริญเติบโตช้า โดยต้องใช้เวลา 8 - 15 ปีกว่าจะให้ผลผลิตได้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่สามารถลดช่วงเวลาของระยะเยาวภาพของต้นกล้าไม้ผลให้สั้นลงหรือเพิ่มความสามารถในการเข้าสู่ระยะออกดอกได้เร็วขึ้น เช่น การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศโดยการเสียบยอดมังคุดสามารถออกดอกได้เร็วกว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ดโดยใช้เวลาประมาณ 4 - 5 ปี อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของต้นมังคุดเสียบยอด คือ ต้องใช้ต้นตอที่มีอายุ 2 - 3 ปีในการการเสียบยอด และต้นมังคุดเสียบยอดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ด (Verheij, 1992) และการสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอย่างเช่น จิบเบอเรลลิน (Gibberellins; GA) มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ เร่งการเกิดดอก การยืดช่อดอก การแสดงเพศดอก การติดผล และการปรับปรุงคุณภาพผลของพืชบางชนิด (พีรเดช, 2537) ซึ่งปัจจุบันมีความก้าวหน้าอย่างมากในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในแง่การใช้

ประโยชน์ได้จริงควบคู่ไปกับการวิจัยพื้นฐานในด้านชีวเคมี สรีรวิทยา และระดับโมเลกุล นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้สารเหล่านี้ทางการเกษตร มีศักยภาพในการควบคุมกระบวนการต่างๆทางสรีรวิทยา และได้มีการพัฒนาสารหลายชนิดจนสามารถใช้ในเชิงการค้าได้ (นพดล, 2537) ดังนั้นหากสามารถเร่งการเจริญเติบโตของมังคุดก็จะสามารถร่นระยะเยาวภาพให้สั้นลง และแก้ปัญหาทำให้ต้นมังคุดสามารถเข้าสู่ระยะการให้ผลผลิตได้เร็วขึ้น

การตรวจเอกสาร

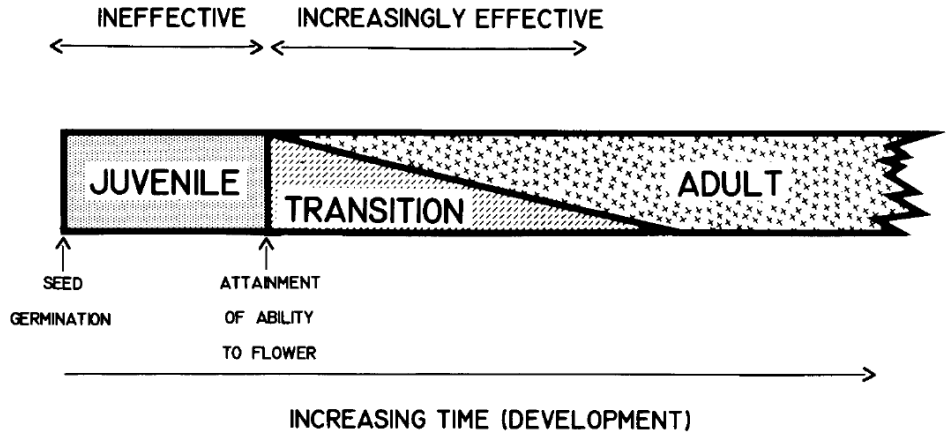
1. ข้อมูลทั่วไปของมังคุด

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ที่จัดอยู่ในตระกูล Guttiferae (Osman and Milan, 2006) พืชในตระกูลนี้ได้แพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนของโลกเกือบทั้งหมด และมังคุดเป็นไม้ผลยืนต้นชนิดเดียวในตระกูลนี้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มังคุดมีถิ่นกำเนิดอยู่แถบคาบสมุทรมลายู (นพ และสมพร, 2545) จึงเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชุ่มชื้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีทางภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย ดังนั้นแหล่งปลูกมังคุดในประเทศไทยจึงปลูกกันมากทางภาคตะวันออกและภาคใต้ จังหวัดที่ปลูกมังคุดมาก เช่น จันทบุรี ระยอง ตราด ปราจีนบุรี ชุมพร นราธิวาส และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมปลูกจากต้นเพาะเมล็ด เพราะได้จำนวนมากและขยายพันธุ์ง่าย และมังคุดเป็นไม้ผลที่ไม่กลายพันธุ์ เนื่องจากเมล็ดมังคุดเป็นเมล็ดแบบอะโพมิคทิก (apomictic seed) นอกจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดแล้วยังมีวิธีการขยายพันธุ์ด้วยการเสียบยอดเพื่อให้มังคุดมีการออกดอกเร็วขึ้นได้ แต่มีข้อเสียคือ ทรงพุ่มไม่ดี โดยมังคุดที่เพาะเมล็ดจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตนานกว่ามังคุดเสียบยอดจึงเริ่มให้ผลผลิต (สายัณห์ และคณะ, 2538)

2. ระยะเยาวภาพของมังคุด

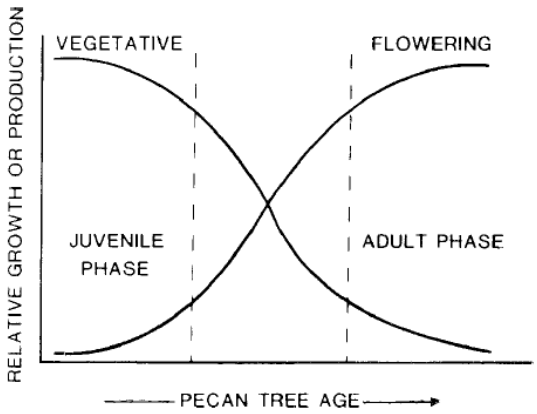
การเกิดดอกของพืชต้องอาศัยกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาที่สลับซับซ้อน โดยมีปัจจัยทั้งด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดทั้งเกิดจากอิทธิพลภายในต้นพืชเองเข้ามาเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนแปลงพืชจากระยะเยาวภาพ (juvenile phase) ไปเป็นระยะเต็มวัย (mature phase) เมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม (สมบุญ, 2548) ระยะเยาวภาพ คือ ระยะที่ต้นกล้าของพืชโดยเฉพาะในไม้

ยืนต้นมีการเจริญตั้งแต่งอกจากเมล็ดและไม่สามารถออกดอกระหว่างการเจริญเติบโต (Zimmerman, 1992) เนื่องจากเนื้อเยื่อเจริญไม่สามารถพัฒนาเป็นตาดอก (Hanke *et al*., 2007) ถึงแม้จะใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อชักนำการออกดอกในระยะเยาวภาพก็ไม่สามารถออกดอกได้ แต่หากมีการชักนำในช่วงเจริญพันธุ์ (reproductive phase) ต้นจึงจะตอบสนองและออกดอก (ภาพที่ 1) ในไม้ยืนต้นส่วนใหญ่มักมีระยะเยาวภาพยาวนานหลายปีซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ สำหรับระยะเยาวภาพนี้เป็นระยะที่มีการสร้างกิ่งใบ เป็นกิ่งที่มีปล้องยาวและเป็นกิ่งมุมแคบเป็นส่วนใหญ่ เป็นช่วงที่มีโครงสร้างของต้น และยังไม่สามารถให้ผลผลิตได้ (กวิศร์, 2546) และเมื่อเข้าผ่านสู่ระยะเจริญพันธุ์ การเจริญทางด้านกิ่งใบจะลดลงและออกดอก (ภาพที่ 2) ถึงแม้ว่าไม้ผลยืนต้นมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะโตเต็มวัยแล้ว ส่วนใหญ่แม้จะมีการออกดอกแต่ก็จะสามารถออกดอกได้เพียงบางส่วนเท่านั้น และมักเป็นการออกดอกในส่วนยอด แต่ส่วนของโคนต้นจะยังคงอยู่ในระยะเยาวภาพไม่สามารถออกดอกได้ (Herrera, 2005) ต้นมังคุดเพาะเมล็ดจะผ่านระยะเยาวภาพไปได้ส่วนใหญ่ใช้เวลา 8-12 ปี ตามธรรมชาติ ซึ่งถ้ามีการดูแลหรือปฏิบัติรักษาอย่างดี ก็ต้องใช้เวลา 5-7 ปี หลังจากปลูก (Osman and Milan, 2006)



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของต้น กล้าในไม้ผลและผลของปัจจัยจากภายนอกต่อการออกดอก เช่น การสารควบคุมการเจริญเติบโต

ที่มา : Zimmerman (1972)

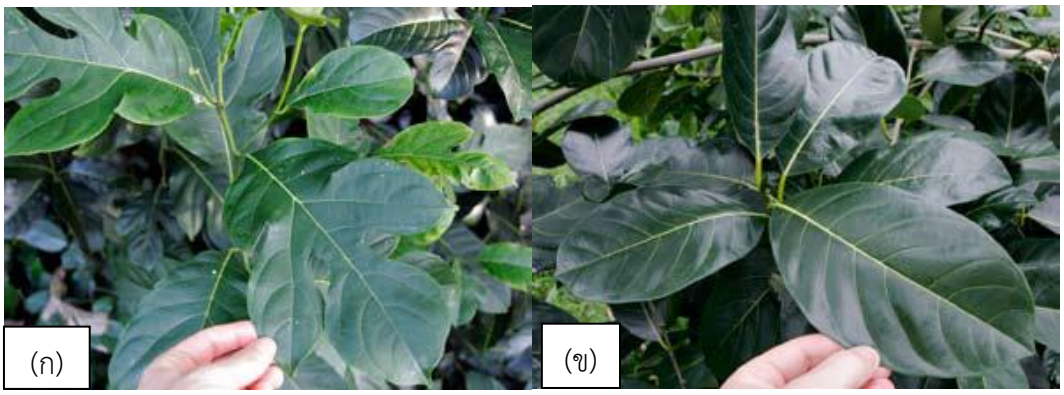


ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุพืชที่เพิ่มขึ้นกับการเจริญเติบโตและการออกดอกในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ

ที่มา : Herrera (2005)

2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไม้ผลยืนต้นระยะเยาวภาพ

ใบของไม้ผลบางชนิดเมื่อใบยังอ่อนและเมื่อใบแก่จะมีลักษณะแตกต่างกันที่เรียกว่า Heterophyllous เช่น ใบขนุนที่มีการเปลี่ยนรูปร่างใบจากแบบแฉกหรือเว้าในระยะเยาวภาพเป็นรูปร่างใบแบบไข่ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะใบขนุน **:** (ก) ลักษณะใบรูปทรงเว้าในต้นกล้าขนุน (ข) ลักษณะใบรูปทรงไข่ในต้นขนุนที่เข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์

ที่มา **:** Elevitchและ Manner(2006)

สำหรับมังคุด โดยทั่วไปมักพบว่าขนาดของทรงพุ่มของต้นที่อยู่ในระยะเยาวภาพมีความแตกต่างจากต้นที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ โดยต้นมังคุดที่มีขนาดทรงพุ่มประมาณ 50.3 ตารางเมตร ขึ้นไปจะเป็นระยะที่ต้นมังคุดพ้นจากระยะเยาวภาพหรือเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (เสริมสุข และสุขวัฒน์, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดที่มีการเจริญเติบโตที่ดีจะมีพื้นที่ใบมากซึ่งช่วยทำให้มังคุดพ้นจากระยะเยาวภาพได้เร็วขึ้น โดยทั่วไปหากต้นมังคุดมีใบครบ 16 คู่ เมื่อ อายุประมาณ 5-7 ปี จะถือว่าพ้นจากระยะเยาวภาพ (Verheij, 1992) และยังมีรายงานเพิ่มเติมว่า เมื่อมังคุดมีจำนวนใบครบ 18 ใบและมีรัศมีลำต้น 83 เซนติเมตร ต้นมังคุดจะเริ่มออกดอกแสดงว่าได้ข้ามพ้นระยะเยาวภาพแล้ว (Masri, 1996)

2.2 การร่นระยะเยาวภาพ

เนื่องจากไม้ผลมีระยะเยาวภาพที่ยาวนานหลายปี มีผลทำให้ในการปรับปรุงพันธุ์ได้พืชชนิดใหม่ที่มีความหลากหลายลดลง (Sherman and Lyrene, 1983) จึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่สามารถลดช่วงเวลาของระยะเยาวภาพของต้นกล้าไม้ผลให้สั้นลงหรือเพิ่มความสามารถในการเข้าสู่ระยะออกดอกได้เร็วขึ้น โดยวิธีการต่าง ๆ ที่ได้ใช้ในการร่นระยะเยาวภาพ มีดังนี้

2.2.1 การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexualpropagation) เป็นการเพิ่มจำนวนต้นพืชให้มากขึ้นจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งการขยายพันธุ์พืชในช่วงโตเต็มวัยมีผลทำให้ช่วงระยะเยาวภาพของต้นที่เกิดจาดเมล็ดให้สั้นลงได้ ไม้ผลที่ขยายพันธุ์จากส่วนต่าง ๆ ของลำต้นจะออกดอกให้ผลเร็วกว่าต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด (นันทิยา, 2542) การร่นระยะเยาวภาพของมังคุดจึงสามารถทำได้โดยการทำให้ระยะการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบสั้นลงและลดขนาดของทรงพุ่มโดยใช้การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่มีการใช้กิ่งมังคุดที่ต่อเข้ากับต้นตอด้วยวิธีเสียบยอด (cleft grafting) ซึ่งต้นมังคุดที่ได้จากวิธีการเสียบยอดนี้มักจะแสดงลักษณะเฉพาะ คือ มีความแตกต่างจากต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด โดยต้นมังคุดเสียบยอดจะมีการเจริญเติบโตในลักษณะที่ค่อนข้างแคระ การพัฒนายอดจะไม่เป็นไปในแนวดิ่งหรือมีการเจริญเติบโตออกทางด้านข้าง แม้ในขณะที่ต้นยังมีอายุน้อยทำให้ต้องมีการควบคุมหรือดัดต้นให้ตั้งตรงเมื่อมีอายุมากขึ้น อย่างไรก็ตามด้วยวิธีการนี้ต้นมังคุดสามารถออกดอกและให้ผลผลิตได้เร็วขึ้น ซึ่งบ่อยครั้งจะพบว่าต้นมังคุดสามารถออกดอกได้ตั้งแต่ระยะอนุบาลต้นกล้า เทคนิคการเสียบยอดมังคุดนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศมาเลเซีย (Osman and Milan, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าต้นกล้ามังคุดเสียบยอดมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นช้ากว่าต้นกล้ามังคุดที่มาจากการเพาะเมล็ดทำให้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีขนาดลำต้นสูงและทรงพุ่มใหญ่ (สายัณห์และมงคล, 2532)

2.2.2 การตัดแต่งกิ่ง (Pruning) เป็นการตัดหรือนำส่วนของต้นไม้ผลที่ไม่ต้องการออกไป เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตในส่วนที่ต้องการรวมทั้งการให้ดอกผลที่ดีขึ้น (กวิศร์, 2546) จากการศึกษาการตัดแต่งกิ่งในมังคุดอย่างถูกวิธีสามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตซึ่งเป็นการร่นระยะเยาวภาพในมังคุด แต่ต้องมีการจัดการที่ถูกต้องร่วมด้วย(Salakpetch, 2005) เช่นเดียวกับการทดลองในฝรั่งพันธุ์แป้นยักษ์สีทองอายุ 9เดือน พบว่าการตัดแต่งกิ่งทำให้ฝรั่งเกิดการออกดอกหรือลดระยะเยาวภาพได้ โดยการตัดแต่งกิ่งเมื่อต้นกล้าฝรั่งมีอายุ 19 เดือน และให้เหลือกิ่งที่อยู่สูงจากพื้น 1 – 2.5 เมตร สามารถชักนำให้ต้นกล้าฝรั่งออกดอกได้ และเมื่อพิจารณาฝรั่งสายพันธุ์ที่เคยออกดอกแล้วพบว่ามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นออกดอกทั้งหมดเป็นต้นที่ยังไม่เคยออกดอกมาก่อน ส่วนฝรั่งกลุ่มที่ไม่เคยออกดอกพบว่าสามารถออกดอกหลังการตัดแต่งกิ่งได้ (เกรียงศักดิ์ และอุณารุจ, 2554)

2.2.3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth ragulators) สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น หรือสารที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกรรมวิธีทางเคมี ซึ่งสารนี้อาจรวมถึงวิตามินบางชนิดแต่ไม่รวมถึงธาตุอาหารที่พืชสร้างขึ้น การใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยา โดยสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตในพืชนั้น ๆ (สมบุญ, 2548) และปัจจัยภายในพืชที่มีส่วนในการควบคุมการออกดอกของพืช คือ ฮอร์โมนพืช ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นที่ใบ และเคลื่อนย้ายลงไปสะสมในส่วนของต้นที่จะมีการออกดอก (สุรนันต์, 2526) การเจริญเติบโตของพืชในทุกขั้นตอนถูกควบคุมโดยฮอร์โมนตั้งแต่การงอกของเมล็ดจนกระทั่งต้นตาย ดังนั้น การใช้สารสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนกับต้นพืชจึงเป็นการเปลี่ยนระดับความสมดุลของฮอร์โมนภายใน ทำให้ต้นพืชแสดงลักษณะต่างๆ ออกมา (พีรเดช, 2537) ปัจจุบันมีความก้าวหน้าอย่างมากในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในแง่การใช้ประโยชน์ได้จริงควบคู่ไปกับการวิจัยพื้นฐานในด้านชีวเคมี สรีรวิทยา และระดับโมเลกุล นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้สารเหล่านี้ทางการเกษตร มีศักยภาพในการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาและได้มีการพัฒนาสารหลายชนิดจนสามารถใช้ในเชิงการค้าได้ (นพดล, 2537)

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins; GA) การออกดอกของไม้ผลหลายชนิดถูกควบคุมโดยปริมาณจิบเบอเรลลินและเอธิลีนที่พืชสร้างขึ้น ในช่วงการออกดอกพบว่าปริมาณจิบเบอเรลลิน จะลดระดับลงและมีการสร้างเอธิลีนมากขึ้น ซึ่งจิบเบอเรลลินมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ เร่งการเกิดดอก การยืดช่อดอก การแสดงเพศดอก การติดผล และการปรับปรุงคุณภาพผลของพืชบางชนิด (พีรเดช, 2537) ฮอร์โมนพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน จัดเป็นสาร diterprenoid มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและมีโครงสร้างแบบ entgibbelliane skeleton ปัจจุบันจิบเบอเรลลินถูกค้นพบแล้ว136 ชนิด (Davie *et al.*, 2002) ซึ่งจิบเบอเรลลินแต่ละชนิดแตกต่างกันที่จำนวนและตำแหน่งของพันธะคู่ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH-) จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดมีชื่อเรียกเป็นลำดับตัวเลขตามตัวอักษรย่อ GA เช่น GA_1 , GA_2 และ GA_3

เป็นต้น (ชวนพิศ, 2544) แหล่งสร้างจิบเบอเรลลินในพืชที่สำคัญคือ ส่วนยอด ปลายราก และเมล็ด นอกจากนี้อาจจะพบในดอกและผลอ่อน ทั้งนี้การเคลื่อนย้ายจิบเบอเรลลินในพืชเป็นแบบไม่มีทิศทางแน่นอน สามารถเคลื่อนที่ได้ดีทั้งในท่อน้ำและท่ออาหาร รวมทั้งเคลื่อนที่กลับไปมาระหว่างท่อน้ำและท่ออาหารได้ด้วย (สมบุญ, 2548) ซึ่งจิบเบอเรลลินยังมีบทบาทต่อการการพัฒนาผล และยับยั้งการสร้างตาดอก ซึ่งมักพบมากในส่วนของยอดที่อยู่ในระยะเยาวภาพ (Meilan, 1997)

สำหรับการศึกษาการใช้สาร GA_3 เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของไม้ผลบางชนิด มีรายงานดังนี้ การศึกษาในมะม่วงอายุ 3 ปี โดยให้สาร GA_3 1,000 ส่วนต่อล้าน ร่วมกับเอทิฟอน 4,000 ส่วนต่อล้าน พบว่าสามารถเร่งการเจริญเติบโต โดยมีการแตกยอดใหม่ได้ (Chacko *et al*.,1976) ในมังคุดการให้สาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100, 150 และ 200 ส่วนต่อล้าน พ่นทางใบและบริเวณลำต้นกล้ามังคุดที่มีอายุ 1 ปี พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100 ส่วนต่อล้าน มีแนวโน้มที่ทำให้ต้นมังคุดมีความสูงเพิ่มขึ้น (สมพร และคณะ, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับการให้ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 500 ส่วนต่อล้านสามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดและทำให้ลำต้นมีความสูงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร 2 เท่า แต่เส้นรอบวงและลำต้นมีขนาดเล็ก (ชุฑามาศ, 2553) และมีการศึกษาต่อ คือ การใช้ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกสัปดาห์ กับต้นกล้ามังคุดอายุ 13 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดหลังย้ายลงในกระถางเป็นเวลา 14 สัปดาห์ พบว่าการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 800 ส่วนต่อล้านส่วน ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 และสูตร 46-0-0 อัตรา 20 มิลลิกรัม มีผลในการเพิ่มความสูงและจำนวนใบของต้นกล้า (นงลักษณ์, 2554)

3. ปัจจัยพันธุกรรมที่ควบคุมการออกดอกของไม้ผลยืนต้น

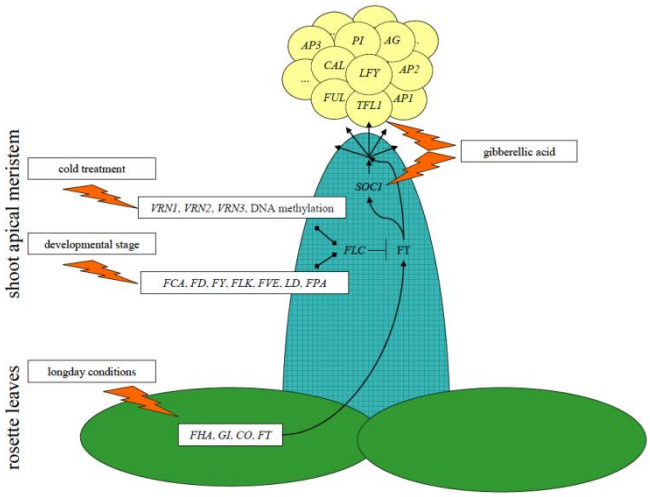
วงจรชีวิตของพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ระยะการเจริญทางด้านกิ่งใบ (vegetativephase) ซึ่งต้นกล้าไม่สามารถออกดอกได้ และ ระยะเจริญพันธุ์ (generative phase) พืชสามารถออกดอกได้ โดยจะต้องมีการเปลี่ยนจากระยะการเจริญทางด้านกิ่งใบไปเป็นระยะเจริญพันธุ์ โดยระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้เรียกว่า transition phase (Hanke *et al.*, 2007) ช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์จะได้รับอิทธิพลจากการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกและปัจจัยภายนอก และสิ่งแวดล้อมจะกระตุ้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหยุดการเจริญของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดในการสร้างใบและเปลี่ยนไปเป็นการสร้างโครงสร้างดอก

ปัจจัยทางพันธุกรรมที่มีผลต่อระยะเจริญพันธุ์และระยะไม่เจริญพันธุ์มีการศึกษาอย่างกว้างขวางใน *Arabidopsis* (Martin-Trillo และ Martinez-Zapater, 2002 อ้างโดย Hanke และ Flachowsky, 2012) และจากการศึกษากลไกการออกดอกใน *Arabidopsis* ทำให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการการออกดอกของพืชเพิ่มขึ้น เนื่องจาก *Arabidopsis* เป็นพืชต้นแบบของการศึกษาในพืช

โดยเฉพาะใบเลี้ยงคู่ และสามารถศึกษาได้ทุกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับพืชมีดอก การศึกษาถึงยีนที่เกี่ยวกับการออกดอกตลอดระยะการเจริญทางด้านลำต้น กิ่ง และใบ จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์ โดยพบว่ายีน *FLC (FLOWERING LOCUS C)*, *FT (FLOWERING LOCUS T)* และ *SOC1* (*SUPRESSOR OF CONSTANS 1*) ที่เกี่ยวของกับการออกดอกโดยตรง โดยเฉพาะ *FLC* และ *SOC1* เกี่ยวของกับการสร้างองค์ประกอบของดอก (Hanke *et al.*, 2007) นอกจากนี้ยังมียีนจะแสดงออกเมื่อได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยจากสภาพแวดล้อม เช่น ความยาววัน (*FHA* : *FORKHEAD*, *GI* : *GIGANTEA*, *CO*: *CONSTANS*, *FT*) และอุณหภูมิต่ำ (*VRN1*: *VERNALIZATION 1*, *VRN2*: *VERNALIZATION 2*, *VRN3*: *VERNALIZATION 1*, DNA methylation) เป็นต้น สำหรับยีนที่เกี่ยวของกับระยะการพัฒนาของพืช (*FCA* , *FD*, *FY*, *FLK*, *FVE*, *LD*, *FPA*) และยีนที่มีการตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน (*LFY*: *LEAFY*, *AP1* : *APETALA1, AP2* : *APETALA1, PI*: *PISTILLATA*, *AG* : *AGAMOUS, CAL*:*CAULIFLOWER, FUL*:*FRUITFULL,TFL1* : *TERMINAL FLOWER1*) (ภาพที่ 9) และพบว่า จิบเบอเรลลินมีผลตรงกันข้ามกับแสดงออกของยีน *AP1* และ *LFY* ใน Arabidopsis และผลของจิบเบอเรลลินส่งผลให้พัฒนาช่อดอกลดลงด้วยเช่นกัน

ศึกษาผลของจิบเบอเรลลินต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกในส้มเขียวหวาน โดยให้ GA_3 ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่ายีน *Ci*FT มีการแสดงออกลดลง 16% ยีน SOC1 ลดลง 50% และยีน AP1 มีการแสดงออกลดลงในช่วงแตกใบอ่อน และจะเพิ่มขึ้นในช่วงแตกตาดอก นอกจากนี้ An และคณะ (2008) ได้ศึกษาผลของจิบเบอเรลลินต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกในท้อ โดยให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร กับตาท้อในระยะการชักนำตาดอก พบว่าหลังจากให้ GA_3 การแสดงออกของยีน MADS6 ซึ่งเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างส่วนประกอบหรืออวัยวะต่างๆของดอกจะลดลง และพบว่าการกระจายตัวของ GA1 เพิ่มขึ้นในชั้นมัดท่อลำเลียง และจะค่อยๆ กระจายตัวในเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่ฐานของตาดอกทำให้ท้อไม่ออกดอก สำหรับยีนที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินมีด้วยกันหลายชนิด โดยการสังเคราะห์ copatyl diphosphate synthesis (CPS) จะถูกควบคุมโดยยีน GA_1 การสังเคราะห์ ent-kaurene oxidase ถูกควบคุมโดยยีน GA_2 และ GA_3 β - hydroxylase ถูกควบคุมโดยยีน GA_4 ซึ่งยีนทั้งสามตัวมีความสำคัญต่อการออกดอกในพืชชั้นสูง GA_1 และ GA_4 เป็นกลุ่มจิบเบอเรลลินที่สำคัญในพืชหลายตระกูล ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับกระบวนการการทำงานของ early/non-early 13-hydroxylation ที่ถูกควบคุมโดยการทำงานของยีน GA เช่น GA_{20}-oxidase GA_3-*oxidase* และ GA_2-*oxidase* (Hedden and Phillips, 2000) ซึ่ง GA_{20}-*oxidase* และ GA_3-*oxidase* จะเกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์และกิจกรรมของจิบเบอเรลลิน ในขณะที่ GA_2-*oxidase* ไม่มีผลโดยตรงต่อการทำงานของจิบเบอเรลลิน (Nakagawa *et al*., 2012) ซึ่งการแสดงออกของยีน GA_{20}-*oxidase* และ GA_3-*oxidase* จะแสดงออกเชิงลบ ส่วน GA_2-*oxidase* จะ

แสดงออกในเชิงบวก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการทำงานของ GA_1 และ GA_3 ในกระบวนการ early 13-hydroxylation (Yamaguchi, 2000) ยีน GA_{20}-*oxidase* จะมีรูปแบบการถอดรหัสในช่วงการพัฒนาของตาดอกที่แตกต่างกัน ในช่วงแตกตาดอกจะมีการถอดรหัสของยีน GA_{20}-*oxidase* ในระดับต่ำ และจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นในช่วงการพัฒนาของดอกจนกระทั่งดอกบาน แต่พบว่าในช่วงดอกบานยีน GA_{20}-*oxidase* จะมีการแสดงออกลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว แต่จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงการเสื่อมของดอกและช่วงติดผล และในอวัยวะพืชการแสดงออกของยีน GA_{20}-*oxidase* ก็แตกต่างกันด้วยเช่นกัน โดยยีน GA_{20}-*oxidase* 1 จะมีการแสดงออกในลำต้น ใบ ตาดอก และผลที่ยังไม่สุกแก่ แต่จะไม่แสดงออกในราก ส่วน GA_{20}-*oxidase*2 จะพบในตาดอก ในผลที่ยังไม่สุกแก่จะพบในระดับต่ำ และจะพบในรากลำต้น และใบ สำหรับ GA_{20}-*oxidase*3 จะพบในราก ผลที่ยังไม่สุกแก่ แต่จะมีระดับต่ำมากในตาดอกในใบ GA_{20}-*oxidase* จะถูกสะสมในปริมาณที่สูง (Carrera *et al*., 1999) Nakagawa และคณะ (2012) ได้ศึกษาผลของจิบเบอเรลลินต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก โดยให้จิบเบอเรลลินกับมะม่วงพบว่าหลังจากวันแรกที่ให้สารมะม่วงมีการแสดงออกของยีนที่อยู่ในวิถีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน 3 ชนิด ได้แก่ *Mi*GA2-ox , *Mi*GA3-ox และ *Mi*GA20-ox และพบว่าปริมาณของจิบเบอเรลลินจะเพิ่มขึ้นพร้อม ๆ กับที่มีการแสดงออกของยีน *Mi*GA3-ox และ *Mi*GA20-ox เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4 รูปแบบของปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางพันธุ์กรรมใน *Arabidopsis*
ลูกศรสีดำ : การกระตุ้น, แถบ : การยับยั้ง, สายฟ้า : การกระตุ้น
ที่มา : Hankeและคณะ (2007)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้สาร GA_3 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สาร GA_3 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเปลี่ยนแปลงสารคล้ายจิบเบอเรลลินในระยะการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

3. เพื่อศึกษาผลของการใช้สาร GA_3 ร่วมกับการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการแสดงออกของยีน GA_{20}-oxidase ของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ อุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 วัสดุพืช

ต้นมังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด อายุ 2 ปี

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการให้ทรีทเมนต์ย่นระยะเยาวภาพ

- กรดจิบเบอเรลลิค (สารออกฤทธิ์ 0.5 % น้ำหนัก/ปริมาตร)

1.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดและวัดปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน

- เมทานอล (methanol)
- แอมโมเนียมอะซิเตต (ammonium acetate)
- ไอโซโพรพานอล (isopropanal)
- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide)
- อะซิโตน (acetone)
- จิบเบอเรลลิน (gibbereiilin) สารออกฤทธิ์ 90%

1.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดอาร์เอ็นเอและศึกษาการแสดงออกของยีน

- ลิเซียมคลอไรด์ (lithium chloride)
- เอทานอล (ethanol)
- น้ำ DEPC (DEPC-treated H2O)
- อะกาโรสเจล (agarose gel)
- ทริสบอร์เรท (Tris borate)
- เอธิเดียมโบรไมด์ (ethidium bromide)
- ทริสไฮโดรคลอริก (Tris-HCl, Sigma)
- โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride, Sigma)

- เบต้าเมอร์แคพโทลทานอล (β-mercaptoethanol)
- คลอโรฟอร์ม (chloroform)
- ไอโซเอมีลแอลกอฮอล์ (isoamylalcohol)
- ซิทิลไตรเมทธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (cetyltrimethyl ammonium bromide)
- กรดเอททิลลีนไดเอมีนเตตตร้าอะซีติก (ethylenediaminetetraacetic acid)
- โพลีไวนิลไพโรลิโดน (polyvinyl pyrrolidone)
- dNTP
- Superscript® III First-Strand Synthesis system (Invitrogen life technology, USA)
- 10X Taq buffer (Invitrogen life technology, USA)
- Taq Polymerase (Invitrogen life technology, USA)

2. อุปกรณ์

2.1 **เครื่องแก้ว** ประกอบด้วย บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดปรับปริมาตร หลอดหยดสาร จานเพาะ

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์สารคล้ายจิบเบอเรลลิน

- โกร่งบด
- เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evapovator) ยี่ห้อ (Buchi, Thailand) รุ่น Rotavapor R-215
- โหลดูดความชื้น
- ตู้กระจกขนาด 20×60×40 เซนติเมตร
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร
- กระดาษโครมาโทแกรม

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน

- เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter) eutech instruments pH 510
- เครื่องให้ความร้อน (Heater) ยี่ห้อ major science รุ่น md-mini
- ไมโครปิเปต (micropipette) ยี่ห้อ Gilson ขนาด 2, 10, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
- ไมโครปิเปตทิป (micropipette tip) ขนาด 10, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
- หลอดไมโครเซนติฟิวจ์ (microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- หลอดพีซีอาร์ (pcr tube)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ยี่ห้อ Hettich Universal รุ่น 320R

- ชุดเซตเจล (electrophoresis) ยี่ห้อ Mupid®-EXU
- เครื่องพีซีอาร์ ยี่ห้อ Bio-Rad รุ่น T100™ Thermal Cycler
- กล่องพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง

2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเตรียมสาร ประกอบด้วยเครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง เครื่องกวนสารละลายพร้อมแท่งแม่เหล็ก และกระดาษชั่งสาร

วิธีการศึกษา

1. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

ทดลองกับต้นมังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด อายุ 2 ปี ปลูกในกระถางขนาด 15 นิ้ว ณ โรงเรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา รองก้นกระถางด้วยขุยมะพร้าวและเทดินผสมปุ๋ยคอกในอัตราส่วน 1:1 ยี่ห้อไม่ลองไม่รู้ลงในกระถางประมาณ 2/3 ของกระถาง แล้วนำต้นกล้ามังคุดมาวางลงตรงกลางกระถาง จากนั้นใส่ดินกลบโคนต้นกล้ามังคุดโดยให้ระดับหน้าดินอยู่ต่ำกว่าระดับขอบของกระถางประมาณ 5 เซนติเมตร และให้ปุ๋ยละลายช้า 10 กรัม/กระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ทำ 10 ซ้ำ โดย 1 ซ้ำ คือ 1 ต้น โดยเลือกต้นที่มีความสมบูรณ์และขนาดลำต้น ความสูงใกล้เคียงกัน ในแต่ละซ้ำประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ดังต่อไปนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม
ทรีทเมนต์ที่ 2 การให้ GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
ทรีทเมนต์ที่ 3 การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/กระถาง/สัปดาห์
ทรีทเมนต์ที่ 4 การให้ GA_3 ความเข้มข้น 1,000มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16- 16 อัตรา 6 กรัม/กระถาง/สัปดาห์

การเตรียมสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในต้นที่ทำการทดลอง ซึ่งเตรียมจากสารกรูพเคมี จีเอ สารออกฤทธิ์ 0.5 % น้ำหนัก/ปริมาตร ฉีดพ่นบริเวณใบของต้นมังคุดจนถึงจุด Run-off ทั่วทั้งต้นปฏิบัติทุกสัปดาห์ โดยเริ่มฉีดพ่นสารครั้งแรกวันที่ 17 กันยายน 2555 และงดฉีดพ่นสารเมื่อต้นมีการแตกใบอ่อน

การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/กระถาง ทุกสัปดาห์ โดยเริ่มให้ปุ๋ยครั้งแรกวันที่ 17 กันยายน 2555 และหว่านบริเวณรอบ ๆ โคนของต้นกล้ามังคุด โดยให้ห่างจากโคนต้นกล้าประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วรดน้ำให้ชุ่มในตอนเช้า

การปฏิบัติดูแลต้นมังคุดที่ใช้ในการทดลอง

โดยปฏิบัติดูแลรดน้ำอย่างสม่ำเสมอทุก 2 วันในตอนเช้า หลังปลูกและระหว่างทำการทดลอง นำกระถางที่มีต้นมังคุดไปวางในโรงเรือนหลังคาพลาสติกที่มีการพรางแสงบริเวณใต้หลังคาด้วยตาข่ายพลาสติกหรือซาแรน 75 % เพื่อป้องกันการเกิดอาการใบไหม้จากการโดนแสงแดดจัดโดยระดับความสูงของตาข่ายพลาสติกอยู่เหนือพื้นโรงเรือน 3.5 เมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน ก่อนเริ่มการทดลอง

ระหว่างทำการทดลอง ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 100 กรัม/ต้นทุก 4 เดือน และให้ปุ๋ยทางใบจนกระทั่งต้นมังคุดมีการแตกใบอ่อนให้ปุ๋ยทางใบนูตราฟอสเอ็น (NUTRA-PHOS® N) อัตรา 35 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นหลังจากที่มีการแตกใบอ่อนเพื่อเป็นการบำรุงใบที่มีการแตกใหม่ ทุกสัปดาห์ จนกระทั่งใบเข้าสู่ระยะเพสลาด รดน้ำอย่างสม่ำเสมอทุก 2 วันในตอนเช้า กำจัดวัชพืชด้วยการถอนอย่างสม่ำเสมอ ตัดยอดที่เน่าทิ้งด้วยกรรไกรตัดแต่งกิ่งหลังจากนั้นนำปูนแดงมาทาบริเวณรอยแผลเพื่อป้องกันการระเหยน้ำ

การบันทึกข้อมูล

บันทึกผลการทดลองได้แก่ การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น โดยเก็บข้อมูลทุกเดือน วัดความสูงต้นจากระดับผิวดินถึงปลายยอด เส้นรอบวง จำนวนฉัตร จำนวนปล้อง จำนวนใบ ความกว้าง และความยาวใบ โดยใบจะสุ่มวัดต้นละ 5 ใบ

2. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16:16:16 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

เก็บตัวอย่างใบมังคุดจากต้นในการทดลองที่ 1 เก็บในแต่ละซ้ำ ๆ ละ 2 ใบ โดยเก็บใบตำแหน่งที่ 3 นับจากโคนต้น ความถี่ในการเก็บตัวอย่างใบเดือนละ 1 ครั้งหลังจากการให้ทรีทเมนต์เป็นเวลา 3 เดือน นำตัวอย่างมาแช่แข็งด้วยไนโตรเจนเหลวและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอนำไปสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินต่อไป

2.1. การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน

บดตัวอย่างใบมังคุดด้วยโกร่งให้ละเอียดโดยเติมไนโตรเจนเหลวขณะบด ชั่งตัวอย่างพืชที่บดแล้วด้วยเครื่องชั่งปริมาณ 1.0 กรัม และเติมเมทานอล 80 % ปริมาตร 25 มิลลิลิตรใส่ขวดเก็บในที่มืดอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไประเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วล้างสารสกัดในขวดก้นกลมด้วย แอมโมเนียมอะซิเตต 0.01 โมลาร์ 3 ครั้ง ๆ ละ 4 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายที่ได้เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

2.2. การทำเปเปอร์โครมาโตกราฟฟี

เตรียมแผ่นโครมาโตแกรมโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ขนาด 30 x 50 เซนติเมตร มาขีดเส้นกำหนดจุดที่จะเริ่มต้น strip สารละลายด้วยดินสอโดยห่างจากขอบล่าง 2 เซนติเมตร และจุดสุดท้ายห่างจากจุดที่จะ strip สารละลาย 20 เซนติเมตร ดูดสารละลายด้วยไมโครปิเปตมา strip ตัวอย่างละ 100 ไมโครลิตรทิ้งให้แห้งแล้วนำมาแช่ในสารละลายที่มีส่วนผสมของสาร isopropanal 99.7 % : NH_4OH 25 % : น้ำกลั่น (อัตราส่วน 10:1:1) ในตู้กระจกขนาด 20x60x40 เซนติเมตร โดยให้แถบสารอยู่เหนือสารละลาย ทิ้งให้สารละลายเคลื่อนที่ไป 20 เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง นำแผ่นโครมาโตแกรมออกจากตู้แล้วผึ่งให้แห้ง แบ่งแผ่นโครมาโตแกรม R_f 0.0-1.0 โดยส่วนที่อยู่ใต้แถบสารละลายเป็น R_f 0 นำแต่ละ R_f มาตัดแยกเป็นชิ้นเล็กๆแล้วใส่จานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ที่มีอะซิโตน 50% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10-15 นาที นำเมล็ดผักกาดที่วางในจานเพาะเชื้อจำนวน 20 เมล็ดและรองด้วยกระดาษเพาะมาหยดสารละลายที่ได้แต่ละเมล็ดปริมาตร 1 ไมโครลิตร

2.3. การวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินด้วยวิธี bioassay

นำเมล็ดผักกาดพันธุ์หนักมาเพาะในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร โดยเพาะแต่ละ R_f จำนวน 20 เมล็ด แล้วนำสารละลายที่ได้จากสกัดตัวอย่างพืช มาหยดลงบนเมล็ดผักกาดแต่ละเมล็ดปริมาตร 1 ไมโครลิตร วางจานเพาะเชื้อไว้ในโหลดูดความชื้นโดยให้แสง 400 ลักซ์ ตลอดระยะเวลาการเพาะเป็นเวลา 4 วัน วางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 4 วัน วัดส่วนความยาวของลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ของเมล็ดผักกาดแล้วนำไปหาปริมาณจิบเบอเรลลินโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร บันทึกผลโดยวัดความยาวลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ของเมล็ดผักกาด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ได้เป็นปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม GA_3 ต่อกรัมน้ำหนักสด

3. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

นำตัวอย่างเฉพาะต้นมังคุดในชุดควบคุมและทรีทเมนต์กรดจิบเบอเรลลิคร่วมกับการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 มาใช้ในการศึกษา

3.1. การสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA)

การสกัด RNA โดยใช้วิธี CTAB นำตัวอย่างยอดและใบมังคุดมาบดให้ละเอียดเป็นผงแป้ง ตักผงตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 0.25 กรัม ใส่ลงหลอดไมโครเซนตริฟิวส์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเติมบัฟเฟอร์สกัด (CTAB RNA extraction buffer) ที่มีส่วนประกอบ ได้แก่ Tris-HCL 100 มิลลิโมลาร์ (pH 8.2), CTAB 2เปอร์เซ็นต์, NaCl 2โมลาร์ และ EDTA 25มิลลิโมลาร์ (โดยก่อนใช้บัฟเฟอร์สกัดให้เติม β-mercaptoethanol ปริมาตร 1มิลลิลิตรต่อบัฟเฟอร์สกัด 50 มิลลิลิตร นำบัฟเฟอร์สกัดที่เติม β-mercaptoethanol แล้ว ไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส) เขย่าให้สารละลายบัฟเฟอร์ผสมเข้ากับตัวอย่างที่บดแล้ว จากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำขึ้นมาเขย่าผสมสารละลาย (vortex) นาน 10 นาที และนำไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ โดยปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 6,500 รอบต่อนาที (rpm) นาน 30 นาที จากนั้นดูดส่วนใส (supernatant) ใส่ลงในหลอดเซนตริฟิวส์ใหม่ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายคลอโรฟอร์ม : ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (อัตราส่วน 24 : 1) ที่เย็นจัดปริมาตรเป็น 1 เท่าของสารสกัด จากนั้นเขย่าด้วยเครื่อง vortex และนำไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ โดยปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที (rpm) นาน 10 นาที จะได้สารละลายแยกส่วนเป็น 2 ชั้น ดูดเอาส่วนใสชั้นบนใส่ลงในหลอดเซนตริฟิวส์ใหม่ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายคลอโรฟอร์ม : ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (อัตราส่วน 24 : 1) ที่เย็นจัดปริมาตรเป็น 1 เท่าของสารสกัด จากนั้นเขย่าด้วยเครื่อง vortex และนำไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ โดยปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที (rpm) นาน 10 นาที จะได้สารละลายแยกส่วนเป็น 2 ชั้น ดูดเอาส่วนใสชั้นบนใส่ลงในหลอดเซนตริฟิวส์ใหม่ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายลิเธียมคลอไรด์ (LiCl) ความเข้มข้น 8 โมลาร์ ให้ความเข้มข้นหลังจากเติมเท่ากับ 2 โมลาร์ ผสมสารภายในหลอดด้วยการพลิกหลอดกลับไปมาเบา ๆ 2-3 ครั้ง นำหลอดตัวอย่างไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน (~ 14 ชั่วโมง) เพื่อตกตะกอน RNA เมื่อครบเวลานำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอน RNA ด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที แล้วเทส่วนใสทิ้ง จากนั้นล้างตะกอน RNA ด้วยเอทานอลเย็น 70% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็น

เวลา 10 นาที วางหลอดทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อทำให้ตะกอน RNA แห้ง ละลายตะกอน RNA ด้วย DEPC-treated H_2O ปริมาตร 20 ไมโครลิตร

3.2. การตรวจสอบปริมาณ RNA

วัดปริมาณ RNA โดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์และอ่านค่าดูดกลืนแสง A_{260} / A_{280} และ A_{320} นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณ total RNA มีหน่วยเป็นไมโครกรัม/ไมโครลิตร (แต่ละตัวอย่างควรมีปริมาณ total RNA เฉลี่ยประมาณ 1 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร)

3.3. การตรวจสอบคุณภาพ RNA

ตรวจสอบคุณภาพของ RNA ด้วยวิธีเจลอีเลคโตรโฟรีซิส เตรียมแผ่นเจลอะกาโรส โดยชั่งอะกาโรส 0.8 กรัม ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์ TBE ความเข้มข้น 1x ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปอุ่นในไมโครเวฟจนกว่าจะได้สารละลายอะกาโรสใส ทิ้งไว้ให้สารละลายอุ่นแต่สารละลายเจลยังไม่จับตัวเป็นก้อน เทสารละลายอะกาโรสลงในชุดเซตเจล ตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งแผ่นเจลแข็ง นำแผ่นเจลอะกาโรสที่ได้ไปวางในแชมเบอร์ของเครื่องอีเลคโตรโฟรีซิส เทสารละลายบัฟเฟอร์ TBE ความเข้มข้น 1x ลงในแชมเบอร์ให้ท่วมแผ่นเจล นำตัวอย่าง RNA 1-2 ไมโครลิตรผสมกับ 6x loading buffer 1 ไมโครลิตร หยอดตัวอย่าง RNA ลงในหลุมเจลแต่ละหลุม เปิดเครื่องอีเลคโตรโฟรีซิส โดยใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นานประมาณ 25-30 นาที จากนั้นนำแผ่นเจลออกมาย้อมด้วยสารละลายเอธิเดียม โบรไมด์นาน 10 นาที นำแผ่นเจลไปส่องดูภายใต้แสง UV ด้วยเครื่อง Gel Doc แล้วถ่ายภาพ จากนั้นนำ RNA ที่ได้ไปสังเคราะห์ cDNA ต่อไป

3.4. การสังเคราะห์คอมพลีเมนต์ทารี่ดีเอ็นเอ (cDNA)

การสังเคราะห์ cDNA โดยใช้ชุดสังเคราะห์สำเร็จรูป ของ Superscript® III First-Strand Synthesis system ก่อนใช้นำส่วนของ component แต่ละตัวไปปั่นเหวี่ยงเบา ๆ เพื่อให้สารเข้ากัน จากนั้นเตรียม cDNA ต่อ 1 reaction (อาร์เอ็นเอปริมาตร 2 µl Oligo (dT) 20 ความเข้มข้น 50 µM ปริมาตร 1 µl dNTP mix ความเข้มข้น 10 µM ปริมาตร 1 µl และ DEPC-treated water ปริมาตร 6 µl จะได้ปริมาตรรวมทั้งหมด 10 µl) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วแช่น้ำแข็งทันที 1 นาที จากนั้นเตรียม mix cDNA (10x RT buffer ปริมาตร 2 µl Mgcl2 ความเข้มข้น 25 mM ปริมาตร 4 µl DTT ความเข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 2 µl RNase OUTTM (40 U/µl) ปริมาตร 1 µl, และ SuperScriptTM III RT (200U/µl) ปริมาตร 1 µl) เติมส่วนของ cDNA mix กับ RNA / primer mixture ปริมาตร 10 µl ปั่นเหวี่ยงให้สารละลายเข้ากันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 80

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วแช่น้ำแข็งทันทีเพื่อเป็นการหยุดปฏิกิริยา เติม RNase H ในแต่ละ reaction ปริมาตร 1 µl แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เก็บ cDNA ไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน GA_{20}-*oxidase* ต่อไป

3.5. การศึกษาการแสดงออกของยีน *GA20-oxidase*

ศึกษาการแสดงออกของยีนโดยใช้วิธีการ Quantitative real-time PCR โดยใช้ไพรเมอร์จำเพาะ (specific primers) GA20-oxidase ที่ได้จากการศึกษาของ สายทิพย์ (2558) ซึ่งมีลำดับเบสดังนี้

เส้น forward 5`-ACTTCAAGTACCACTTATCG-3´
เส้น reverse 5`-CCAGTAAAACTACTGGCATA-3´

โดยมีขนาดชิ้นยีน 254 bp ศึกษาการแสดงออกของยีน *GA20-oxidase* ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2557 เปรียบเทียบกับ housekeeping gene คือ 18S rRNA จากมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ที่ไพรเมอร์มีลำดับเบสดังนี้

เส้น upstream (forward) 5`-TTGGTGTGCACCTGTCATCT -3´
เส้น downstream (reverse) 5`-TCATTACTCCGATCCCGAAG -3´
ซึ่งมีขนาดชิ้นยีน 196 bp

ศึกษาการแสดงออกของยีนโดยใช้วิธีการ Quantitative real-time PCR โดยใช้ไพรเมอร์จำเพาะ (specific primers) *GA20-ox* โดยศึกษาการแสดงออกของยีน *GA20-ox* ในแต่ละทรีทเมนต์เปรียบเทียบกับ housekeeping gene คือ 18S rRNA โดยใช้ชุด kit ของ SYBR® GreenER™ qPCR SuperMix Universal (Invitrogen, USA) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร/1 reaction ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Express SYBR® GreenER™ qPCR SuperMix Universal ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ROX Reference Dye (25 ไมโครโมล) ปริมาตร 0.2 ไมโครลิตร DEPC-treated ปริมาตร 2.2 ไมโครลิตร, 10 µM Forward primer 0.3 ไมโครลิตร, 10 µM Reverse primer 0.3 ไมโครลิตร cDNA ปริมาตร 2 ไมโครลิตร นำไปเข้าเครื่อง real-time PCR รุ่น ABI 7300 โดยตั้งอุณหภูมิและเวลาสำหรับทำปฏิกิริยาของยีน ดังนี้

ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที
ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที
ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
ทำซ้ำจำนวน 40 รอบ
ช่วงที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
ใช้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่จำกัดเวลา

4. สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

4.1. โรงเรือนกระจก 4 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

4.2. แปลงไม้ผลภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

4.3. ห้องปฏิบัติการชีวโมเลกุล ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

4.4. ตึกปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.1. วิเคราะห์ความแปรปรวนโดย One-way ANOWA ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRB)

5.2. วัดความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบ LSD (Least - significant) ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน R.2.14.0

บทที่ 3

ผล

1. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอดดังนี้

1.1.1 ความสูงต้นเพาะเมล็ด

จากตาราง 1 พบว่า ทรีทเมนต์ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อความสูงของต้นมังคุดเพาะเมล็ดในทางสถิติ โดยเมื่อพิจารณาความสูงภายหลังได้รับทรีทเมนต์มาแล้ว 6 เดือน พบว่า ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่มีความสูงสูงที่สุดเป็นต้นที่ได้รับสาร GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีความสูง 62.5 เซนติเมตร

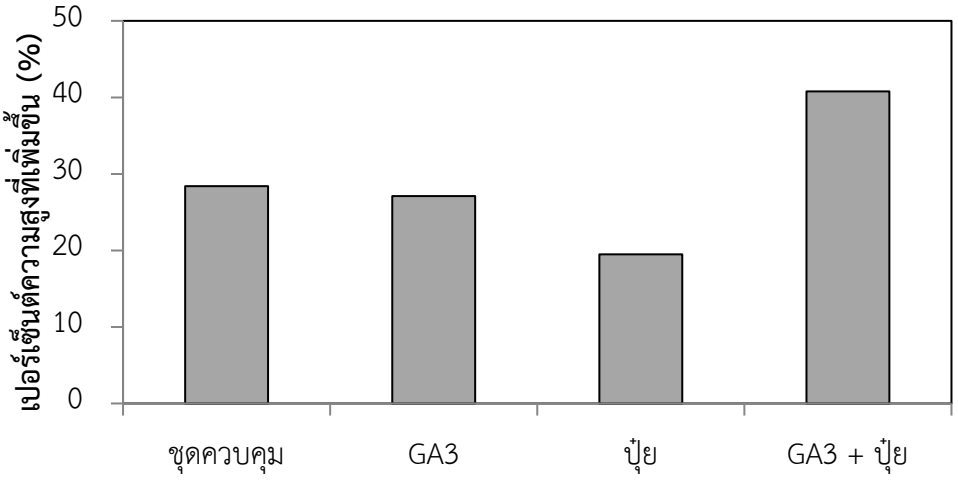
เมื่อนำข้อมูลความสูงที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้น พบว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่สูงที่สุดเป็นต้นที่ได้รับสาร GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16 (ตาราง 1 และ ภาพที่ 5)

ตารางที่ 1 ความสูงของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ย สูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความสูง (เซนติเมตร)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	45.1 ± 2.2 a	48.7 ± 2.1 a	53.3 ± 2.5 ab	57.0 ± 2.8 ab	57.6 ± 2.8 ab	58.1 ± 2.9 ab	59.5 ± 3.2 ab
GA_3	47.1 ± 2.0 a	47.8 ± 2.0 a	55.5 ± 3.3 ab	58.5 ± 3.9 ab	61.4 ± 5.0 a	60.5 ± 5.1 a	62.0 ±5.8 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	42.7 ± 1.2 a	44.7 ± 1.0 a	48.7 ± 1.3 b	50.8 ± 1.5 b	50.6 ± 1.5 b	50.5 ± 1.5 b	51.5 ± 1.5 b
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	46.2 ± 2.2 a	49.9 ± 1.9 a	55.9 ± 2.5 a	60.6 ± 3.2 a	62.9 ± 3.2 a	61.9 ± 3.4 a	62.5 ± 3.6 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.56	12.05	14.89	19.1	18.39	19.19	20.57

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์ความสูงของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา เดือน

1.1.2 ความสูงต้นมังคุดเสียบยอด

จากตาราง 4 พบว่า ทรีทเมนต์ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อความสูของต้นมังคุดเสียบยอดในทางสถิติ โดยเมื่อพิจารณาความสูงภายหลังได้รับทรีทเมนต์มาแล้ว 6 เดือน พบว่า ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่มีความสูงสูงที่สุดเป็นต้นที่ได้รับสาร GA_3 มีความสูง 63.7 เซนติเมตร

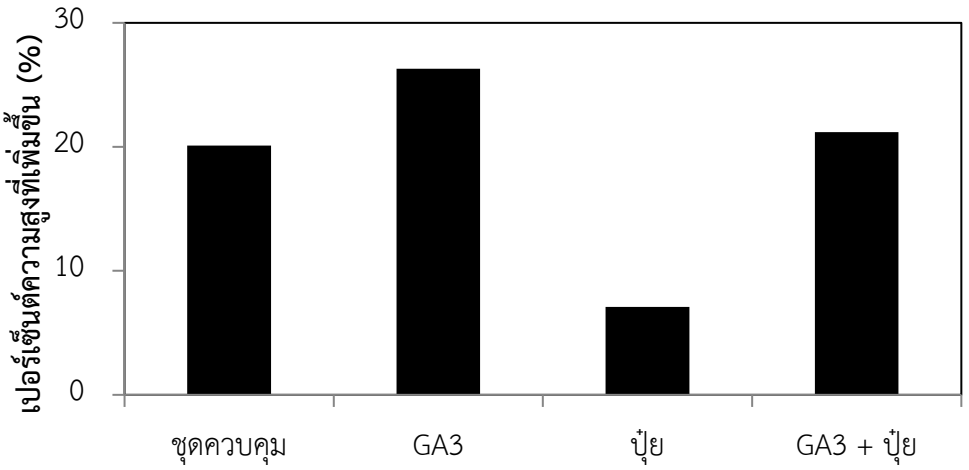
เมื่อนำข้อมูลความสูงที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้น พบว่าต้นมังคุดเสียบยอดที่สูงที่สุดเป็นต้นที่ได้รับสาร GA_3 (ตาราง 2 และ ภาพที่ 6)

ตารางที่ 2 ความสูงของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ย สูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความสูง (เซนติเมตร)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	49.2 ± 3.7 a	49.3 ± 3.8 a	51.4 ± 4.0 a	51.7 ± 3.9 a	52.2 ± 3.9 a	55.9 ± 5.1 ab	55.9 ± 5.1 a
GA_3	51.0 ± 4.6 a	51.1 ± 4.1 a	58.9 ± 4.6 a	61.3 ± 4.4 a	61.9 ± 4.0 a	63.7 ± 3.9 a	63.7 ± 3.9 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	50.7 ± 3.2 a	51.2 ± 3.3 a	50.3 ±2.6 a	52.1 ± 3.2 a	51.8 ± 3.1 a	53.1 ± 3.3 b	53.9 ± 3.2 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	51.3 ± 2.8 a	51.6 ± 2.7 a	58.6 ± 3.8 a	60.6 ± 3.5 a	61.4 ± 3.9 a	61.9 ± 4.0 ab	61.9 ± 4.0 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22.86	21.83	22.09	21.26	20.85	22.34	22.05

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

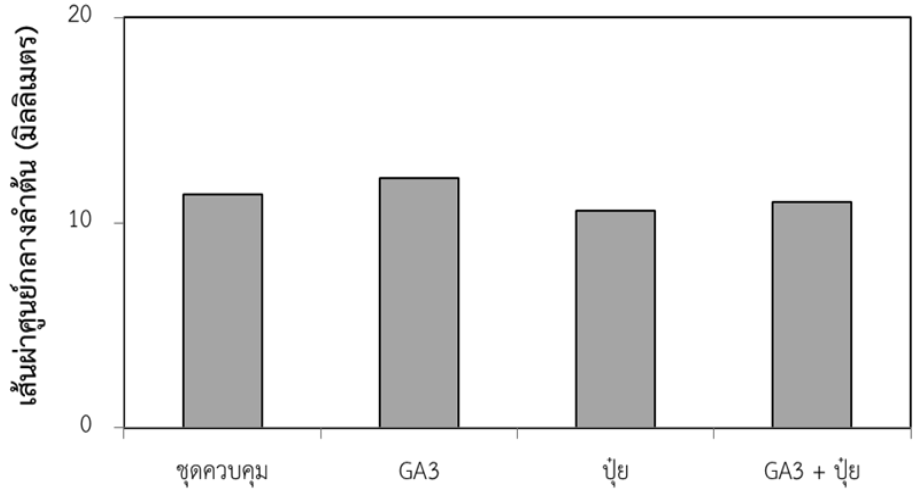
* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความสูงของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

1.2.1 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่าไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเพาะเมล็ด โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเพาะเมล็ดอยู่ในช่วง 10.6 – 12.2 เซนติเมตร (ภาพที่ 7 และ ตารางที่ 3)



ภาพที่ 7 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 3 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

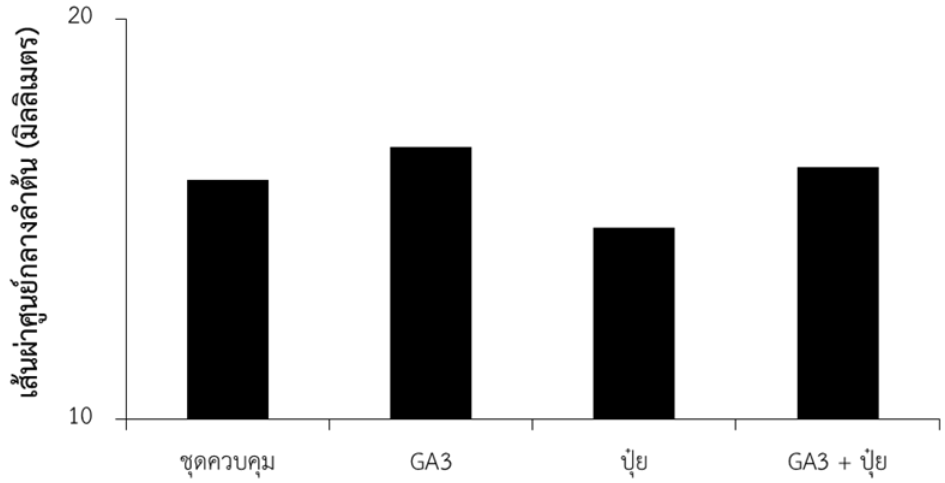
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	9.9 ± 0.3 a	10.6 ± 0.3 a	10.9 ± 0.3 a	10.7 ± 0.4 a	11.5 ± 0.4 a	11.4 ± 0.6 a
GA_3	9.9 ± 0.4 a	10.4 ± 0.3 a	10.8 ± 0.4 ab	11.3 ± 0.3 a	11.8 ± 0.3 a	12.2 ± 0.3 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	9.4 ± 0.3 a	9.9 ± 0.2 a	10.0 ± 0.2 b	10.2 ± 0.2 a	10.2 ± 0.2 a	10.6 ± 0.2 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	9.2 ± 0.3 a	9.9 ± 0.3 a	10.2 ± 0.4 ab	10.4 ± 0.3 a	10.6 ± 0.3 a	11.0 ± 0.3 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10.09	8.80	9.45	9.17	8.78	10.84

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเสียบยอด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 6 เดือน โดยในต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 เพียงอย่างเดียวมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเท่ากับ 16.8 มิลลิเมตร รองลงมาคือต้นมังคุดเสียบยอดที่ได้รับ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 16.3 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับต้นมังคุดเสียบยอดในชุดควบคุม (16.0 มิลลิเมตร) ในขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุดเท่ากับ 14.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 8 และ ตารางที่ 4)



ภาพที่ 8 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

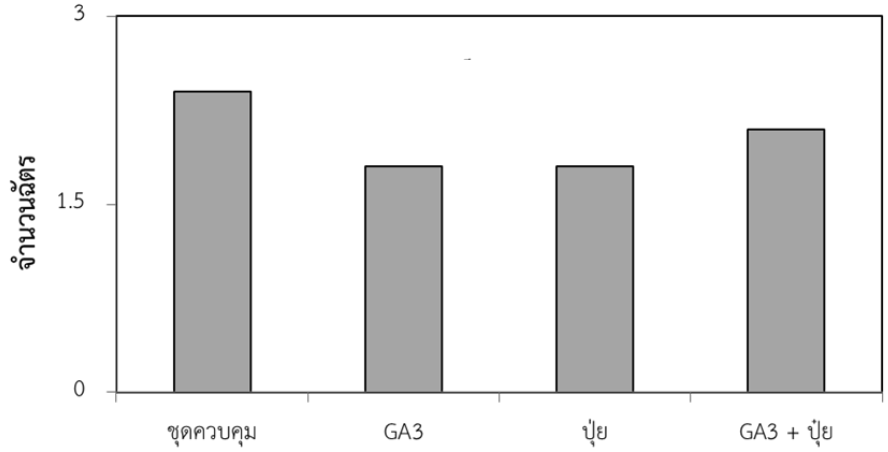
ทรีตเมนต์	**จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ชุดควบคุม	13.8 ± 0.7 a	14.8 ± 0.6 a	15.2 ± 0.6 a	15.1 ± 0.6 a	15.6 ± 0.6 a	16.0 ± 0.6 ab
GA_3	14.6 ± 0.8 a	15.2 ± 0.8 a	15.5 ± 0.8 a	15.6 ± 0.7 a	16.2 ± 0.8 a	16.8 ± 0.8 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	13.1 ± 0.7 a	14.5 ± 0.6 a	14.4 ± 0.6 a	14.7 ± 0.6 a	14.9 ± 0.6 a	14.8 ± 0.7 b
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	14.8 ± 0.6 a	15.7 ± 0.6 a	15.9 ± 0.7 a	16.0 ± 0.6 a	16.3 ± 0.7 a	16.3 ± 0.7 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	16.31	14.18	13.61	12.79	13.94	14.09

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.3.1 จำนวนฉัตรต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลกับจำนวนฉัตรของต้นมังคุดเพาะเมล็ด โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีจำนวนฉัตรประมาณ 1.8 – 2.4 ฉัตร (ภาพที่ 9 และ ตารางที่ 5)



ภาพที่ 9 จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 5 จำนวนฉัตรต้นของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์เป็นเวลา 6 เดือน

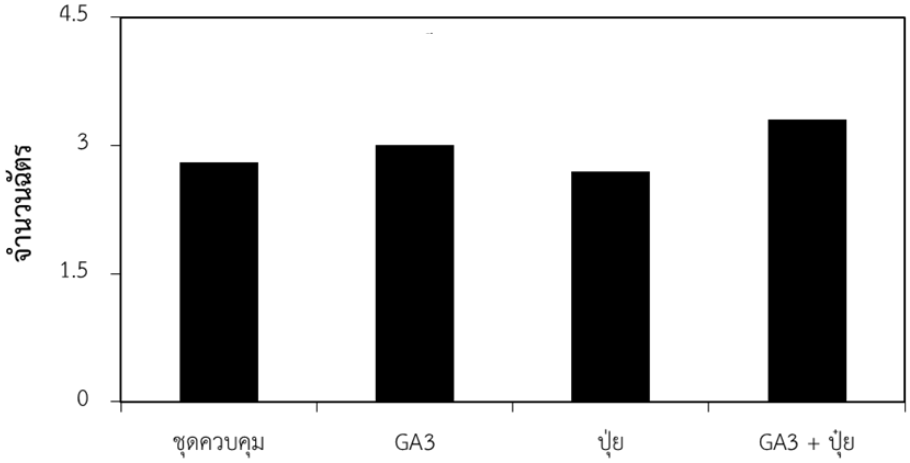
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนฉัตร					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	1.1 ± 0.2 a	1.5 ± 0.2 a	1.9 ± 0.3 a	2.1 ± 0.3 a	2.2 ± 0.3 a	2.4 ± 0.3 a
GA_3	0.9 ± 0.2 a	1.4 ± 0.3 a	1.6 ± 0.3 a	1.8 ± 0.4 a	1.7 ± 0.3 a	1.8 ± 0.4 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	0.8 ± 0.2 a	1.4 ± 0.2 a	1.7 ± 0.2 a	1.7 ± 0.2 a	1.6 ± 0.2 a	1.8 ± 0.1 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	1.1 ± 0.1 a	1.7 ± 0.2 a	2.0 ± 0.2 a	2.1 ± 0.2 a	2.0 ± 0.2 a	2.1 ± 0.2 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	54.86	46.35	44.79	43.72	43.64	42.37

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.3.2 จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อจำนวนฉัตรของต้นมังคุดเสียบยอด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้นมังคุดเสียบยอดมีจำนวนฉัตรประมาณ 2.7 – 3.3 ฉัตร (ภาพที่ 10 และ ตารางที่ 6)



ภาพที่ 10 จำนวนฉัตรต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 6 จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์เป็นเวลา 6 เดือน

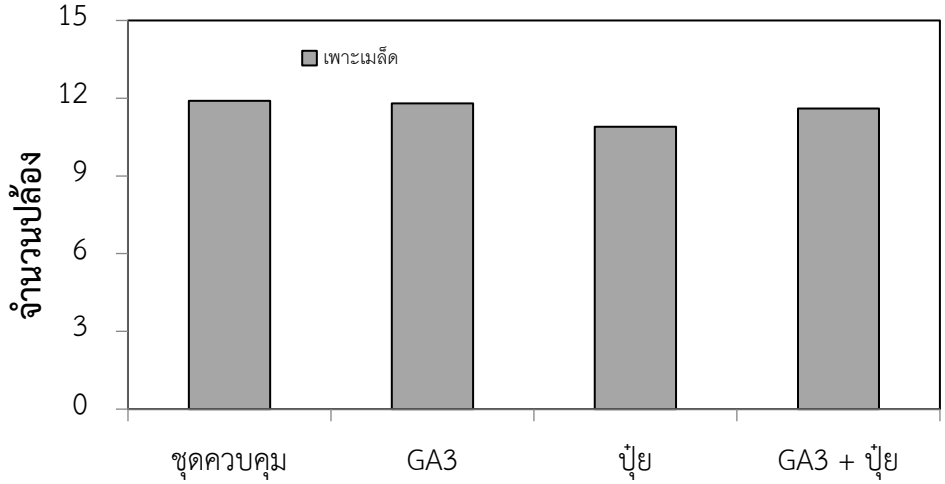
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนฉัตร					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	2.2 ± 0.2 a	2.3 ± 0.3 a	2.3 ± 0.3 a	2.4 ± 0.2 a	2.5 ± 0.3 a	2.8 ± 0.4 a
GA_3	2.5 ± 0.2 a	2.9 ± 0.3 a	3.0 ± 0.3 a	3.0 ± 0.3 a	2.9 ± 0.3 a	3.0 ± 0.3 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	2.2 ± 0.4 a	2.4 ± 0.3 a	2.4 ± 0.3 a	2.4 ± 0.3 a	2.6 ± 0.3 a	2.7 ± 0.3 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	2.8 ± 0.3 a	3.0 ± 0.3 a	3.3 ± 0.3 a	3.4 ± 0.3 a	3.3 ± 0.3 a	3.3 ± 0.3 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	37.20	33.59	35.24	31.04	33.32	32.84

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.4.1 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อจำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีจำนวนปล้องประมาณ 10.9 – 11.9 ปล้อง (ภาพที่ 11 และ ตารางที่ 7)



ภาพที่ 11 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

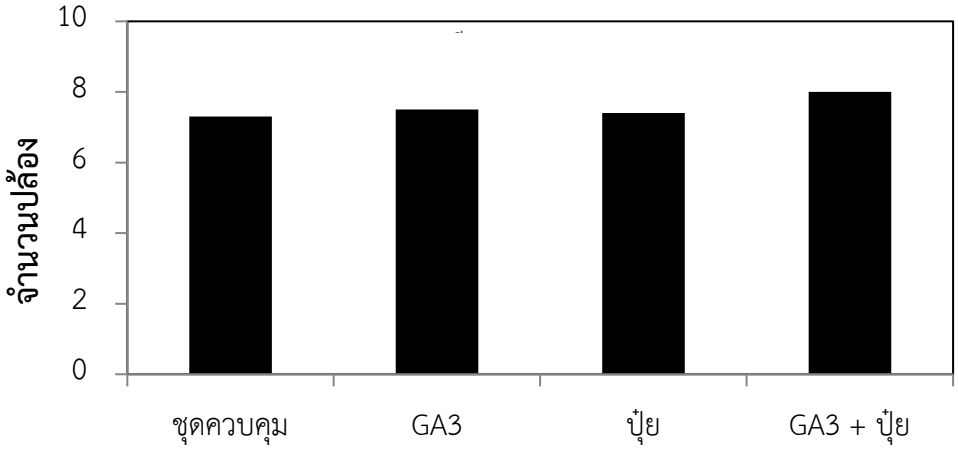
ตารางที่ 7 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนปล้อง					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	10.3 ± 0.4 a	10.8 ± 0.4 a	11.2 ± 0.4 a	11.5 ± 0.4 a	12.0 ± 0.5 a	11.9 ± 0.3 a
GA_3	10.1 ± 0.3 a	11.0 ± 0.3 a	11.2 ± 0.3 a	11.4 ± 0.4 a	11.6 ± 0.5 ab	11.8 ± 0.5 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	9.5 ± 0.4 a	10.4 ± 0.4 a	10.7 ± 0.5 a	10.7 ± 0.5 a	10.7 ± 0.4 b	10.9 ± 0.5 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	10.1 ± 0.2 a	10.7 ± 0.3 a	11.1 ± 0.3 a	11.4 ± 0.3 a	11.6 ± 0.5 a**b**	11.6 ± 0.5 a
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	11.10	10.08	11.10	11.03	12.57	12.56

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.4.2 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อจำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ต้นมังคุดเสียบยอดมีจำนวนปล้อง 7.3 – 8.0 ปล้อง (ภาพที่ 12 และตารางที่ 8)



ภาพที่ 12 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 8 จำนวนปล้องของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

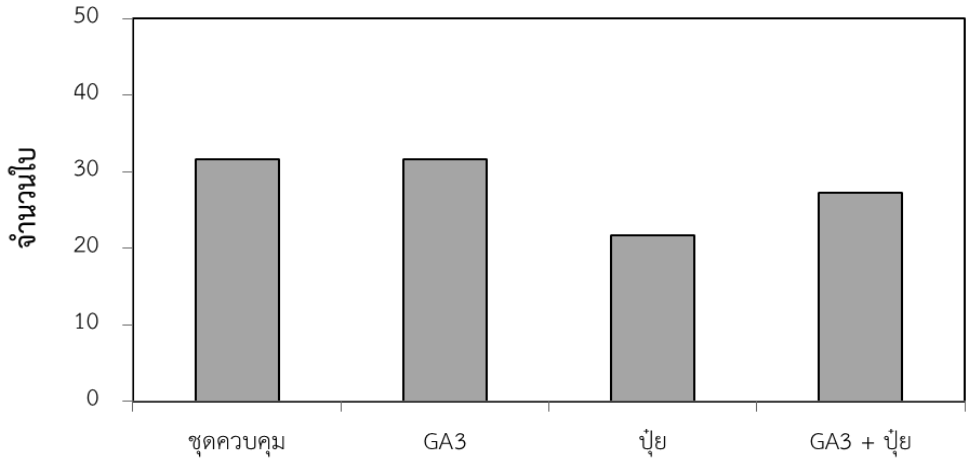
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนปล้อง					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	6.4 ± 0.6 a	6.6 ± 0.6 a	6.6 ± 0.6 a	6.7 ± 0.6 a	7.1 ± 0.7 a	7.3 ± 0.7 a
GA_3	5.9 ± 0.4 a	6.8 ± 0.4 a	7.1 ± 0.4 a	7.4 ± 0.4 a	7.5 ± 0.4 a	7.5 ± 0.4 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	6.7 ± 0.4 a	6.7 ± 0.4 a	6.9 ± 0.4 a	6.9 ± 0.4 a	7.1 ± 0.4 a	7.4 ± 0.4 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	6.9 ± 0.5 a	7.3 ± 0.5 a	7.7 ± 0.4 a	7.9 ± 0.4 a	8.0 ±0.4 a	8.0 ± 0.4 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	21.89	21.52	19.75	20.15	20.61	19.90

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.5.1 จำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า มีผลต่อจำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด กล่าวคือ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจาก GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเริ่มมีความแตกต่างภายหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 3 เดือน โดยในต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 และมังคุดเพาะเมล็ดในชุดควบคุม มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 31.7 ใบ ขณะที่ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 และต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นเพียง 27.3 ใบ และ 21.7 ใบ ตามลำดับ (ภาพที่ 13 และตารางที่ 9)



ภาพที่ 13 จำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 9 จำนวนใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

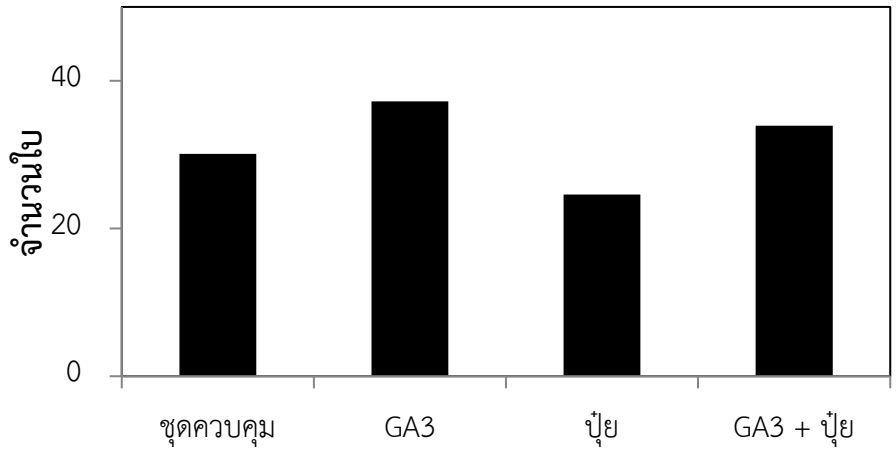
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนใบ					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	26.1 ± 1.6 a	27.0 ± 1.7 a	30.4 ± 2.7 a	32.7 ± 3.0 a	32.2 ± 2.9 a	31.7 ± 3.7 a
GA_3	23.2 ± 1.6 ab	26.6 ± 2.8 a	28.3 ± 3.4 a	31.0 ± 4.0 a	30.0 ± 3.9 a	31.7 ± 5.0 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	22.0 ± 1.3 b	24.0 ± 1.7 a	26.4 ± 1.2 a	24.8 ± 1.2 b	22.5 ± 1.5 b	21.7 ± 1.4 c
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	25.2 ± 1.1 ab	25.8 ± 1.1 a	29.4 ± 1.8 a	32.3 ± 1.9 a	29.1 ± 2.2 a	27.3 ± 2.0 b
F-test	*	ns	ns	*	*	*
CV (%)	18.67	22.56	26.51	28.66	31.05	37.62

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.5.2 จำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า มีผลต่อจำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอด กล่าวคือ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจาก GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเริ่มมีความแตกต่างภายหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 2 เดือน โดยในต้นมังคุดเสียบยอดที่ได้รับ GA_3 เพียงอย่างเดียว มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 37.2 ใบ รองลงมาคือ ขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดที่ได้รับ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 33.9 ใบ ขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดในชุดควบคุมและ ต้นมังคุดเสียบยอดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นเพียง 30.1 ใบ และ 24.6 ใบ ตามลำดับ (ภาพที่ 14 และตารางที่ 10)



ภาพที่ 14 จำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 10 จำนวนใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

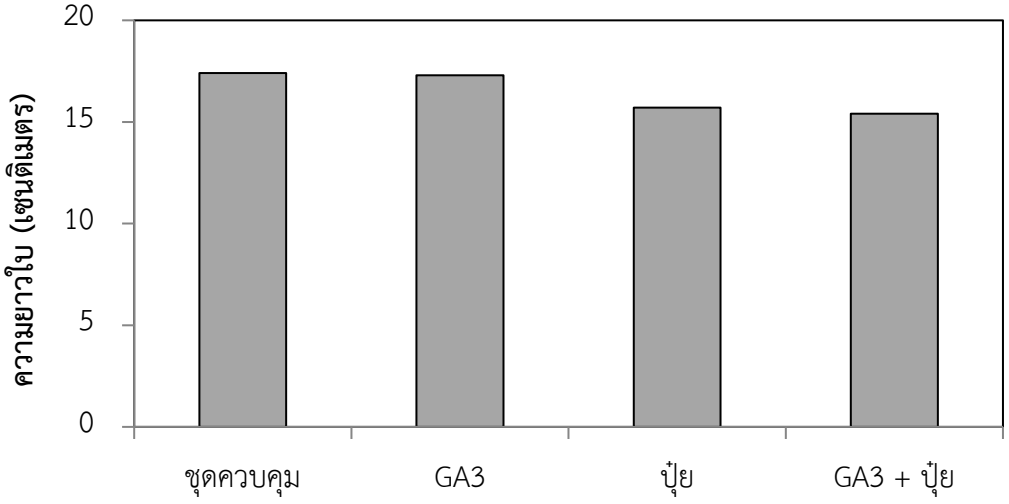
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/จำนวนใบ					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	27.5 ± 1.9 a	26.6 ± 1.7 a	26.1 ± 1.7 ab	25.2 ± 1.6 b	29.5 ± 3.7 b	30.1 ± 3.6 b
GA_3	25.7 ± 3.0 a	30.7 ± 3.1 a	34.8 ± 4.9 a	35.4 ± 4.1 a	36.8 ± 4.0 a	37.2 ± 4.4 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	26.6 ± 2.5 a	24.0 ± 2.6 a	23.3 ± 2.7 b	21.4 ± 2.6 b	23.9 ± 3.3 c	24.6 ± 2.5 c
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	29.4 ± 0.9 a	30.5 ± 3.0 a	35.2 ± 3.1 a	35.0 ± 2.3 a	35.3 ± 2.3 a	33.9 ± 3.3 ab
F-test	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)	25.45	26.95	35.05	30.41	34.76	35.57

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

1.6.1 ความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า มีผลต่อความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด กล่าวคือ ความยาวใบที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจาก GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเริ่มมีความแตกต่างภายหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 2 เดือน โดยในต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ในชุดควบคุม มีความยาวใบเพิ่มขึ้นมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 17.4 เซนติเมตร รองลงมาคือ ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียวมีความยาวใบเพิ่มขึ้น 17.3 เซนติเมตร ขณะที่มังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว และต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีความยาวใบเพิ่มขึ้นเพียง 15.7 เซนติเมตร และ 15.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 15 และตารางที่ 11)



ภาพที่ 15 ความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ **11** ความยาวใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตรและปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

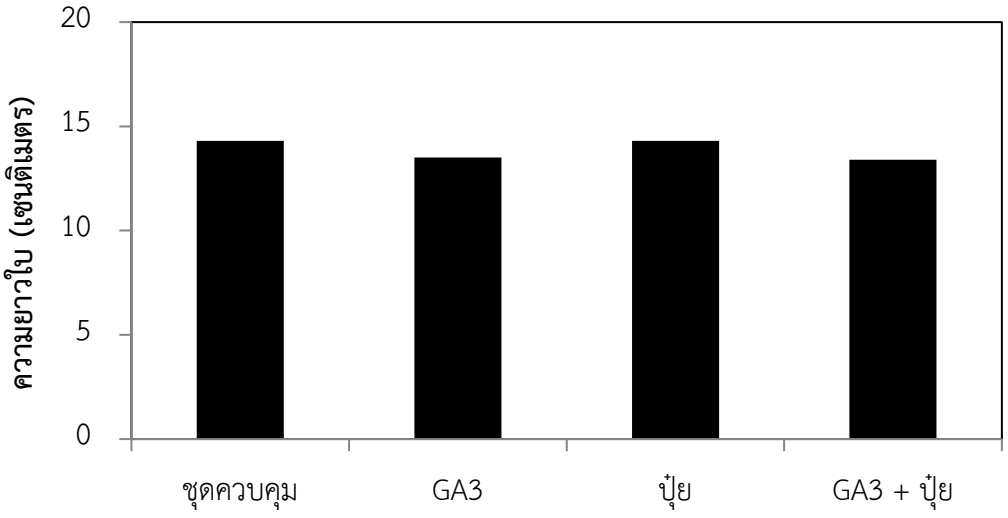
ทรีตเมนต์	**จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความยาวใบ (เซนติเมตร)**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ชุดควบคุม	20.5 ±0.6 a	19.4±0.5 a	18.2±0.5 a	17.4±0.6 a	17.3±0.6 ab	17.4 ±0.9 a
GA_3	21.0±0.3 a	19.6 ±0.5 a	18.3±0.6 a	17.2±0.8 a	17.6 ±1.0 a	17.3 ±0.9 ab
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	20.6 ±0.5 a	18.8±0.5 a	16.8±0.9 ab	16.2±0.9 ab	16.3±0.8 ab	15.7±0.8 bc
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	20.8±0.4 a	18.9±0.9 a	15.8±0.8 b	15.0 ±0.5 b	16.0±0.9 b	15.4±0.8 c
F-test	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)	6.85	10.31	13.19	13.43	15.90	16.67

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

1.5.2 ความยาวใบต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อความยาวใบของต้นมังคุดเสียบยอด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้นมังคุดเสียบยอดมีความยาวใบประมาณ 13.4 – 14.3 เซนติเมตร (ภาพที่ 16 และ ตารางที่ 12)



ภาพที่ 16 ความยาวใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 12 ความยาวใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตรและปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

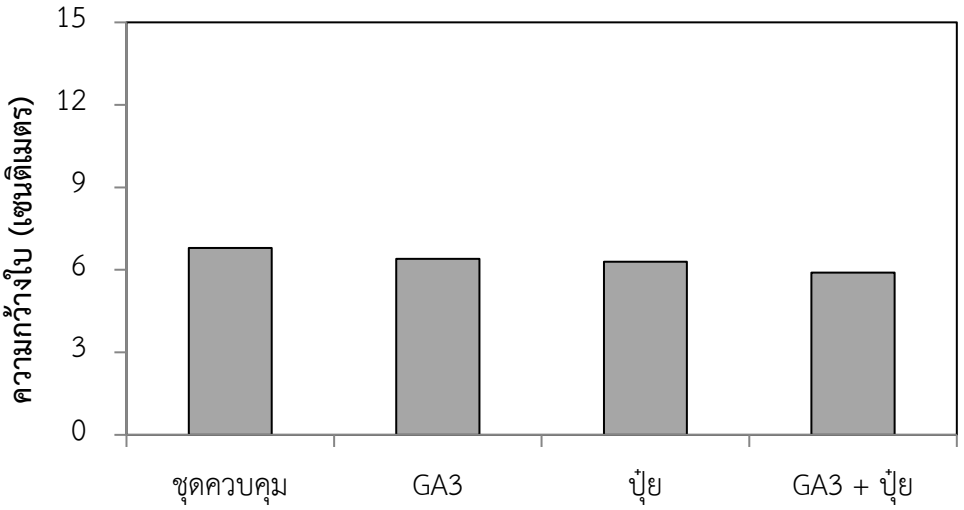
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความยาวใบ (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	15.4 ±0.6 a	14.7 ±0.6 a	15.1±0.7 a	14.8±0.5 a	14.6±0.5 a	14.3±0.4 a
GA_3	15.0±0.6 a	14.5±0.6 a	13.8 ±0.6 a	13.9±0.6 a	13.8±0.6 a	13.5 ±0.6 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	15.1±0.6 a	14.8±0.4 a	15.0 ±0.5 a	14.7 ±0.6 a	13.9 ±0.3 a	14.3±0.5 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	14.7±0.6 a	15.4 ±0.5 a	13.8±0.4 a	13.7±0.5 a	13.5 ±0.5 a	13.4±0.6 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.28	11.31	11.84	11.68	10.47	11.52

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

1.6.1 ความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า มีผลต่อความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด กล่าวคือ ความกว้างใบที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจาก GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเริ่มมีความแตกต่างภายหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 2 เดือน โดยในต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ในชุดควบคุม มีความกว้างใบเพิ่มขึ้นมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร รองลงมาคือ ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียวมีความกว้างใบเพิ่มขึ้น 6.4 เซนติเมตร ขณะที่มังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว และต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีความกว้างใบเพิ่มขึ้นเพียง 6.3 เซนติเมตร และ 5.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 17 และตารางที่ 13)



ภาพที่ 17 ความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความ เข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 13 ความกว้างใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

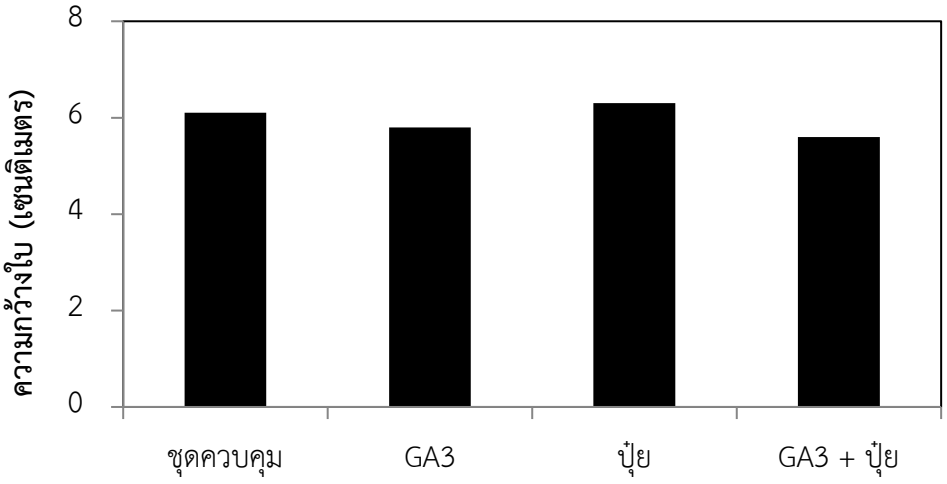
ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความกว้างใบ (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	7.8±0.2 a	7.7 ±0.2 a	7.1±0.3 a	6.9±0.3 a	7.0 ±0.2 a	6.8 ±0.2 a
GA_3	7.8±0.2 a	7.5±0.2 a	7.0 ±0.3 ab	6.6±0.4 a	6.8 ±0.5 ab	6.4±0.4 ab
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	7.9 ±0.2 a	7.5±0.2 a	6.8 ±0.3 ab	6.3±0.4 ab	6.6±0.3 ab	6.3±0.4 ab
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	8.0±0.1 a	7.3±0.2 a	6.1±0.3 b	5.8±0.2 b	6.1 ±0.3a b	5.9 ±0.4 b
F-test	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)	6.93	9.03	13.82	15.22	16.92	17.46

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.6.2 ความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้นมังคุดเสียบยอดมีความกว้างใบ 5.6 – 6.3 เซนติเมตร (ภาพที่ 18 และ ตารางที่ 14)



ภาพที่ 18 ความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 14 ความกว้างใบของต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีตเมนต์	จำนวนเดือนหลังให้ทรีทเมนต์/ความกว้างใบ (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	6.4±0.3 a	6.3±0.3 a	6.4±0.3 a	6.2±0.2 a	6.3±0.2 a	6.1 ±0.2 a
GA_3	6.5 ±0.2 a	6.3 ±0.2 a	6.0±0.3 a	6.0 ±0.4 a	5.9±0.3 a	5.8 ±0.4 a
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	6.7±0.3 a	6.3 ±0.2 a	6.5 ±0.2 a	6.1 ±0.3 a	6.0±0.1 a	6.3 ±0.2 a
GA_3 + ปุ๋ยสูตร 16-16-16	6.7±0.3 a	6.6±0.3 a	6.0 ±0.2 a	5.7±0.2 a	5.7±0.2 a	5.6 ±0.3 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.82	13.29	13.16	14.6	11.99	13.92

* หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

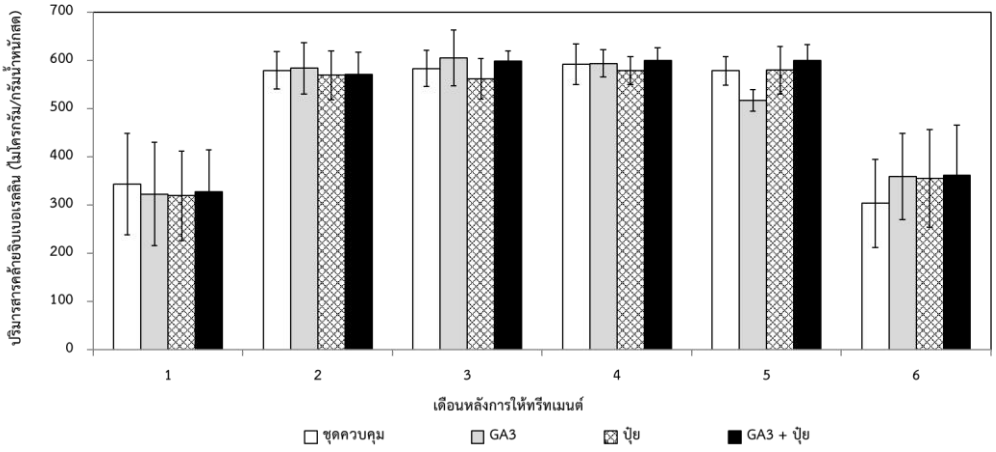
* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด ดังนี้

2.1.1 ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ด

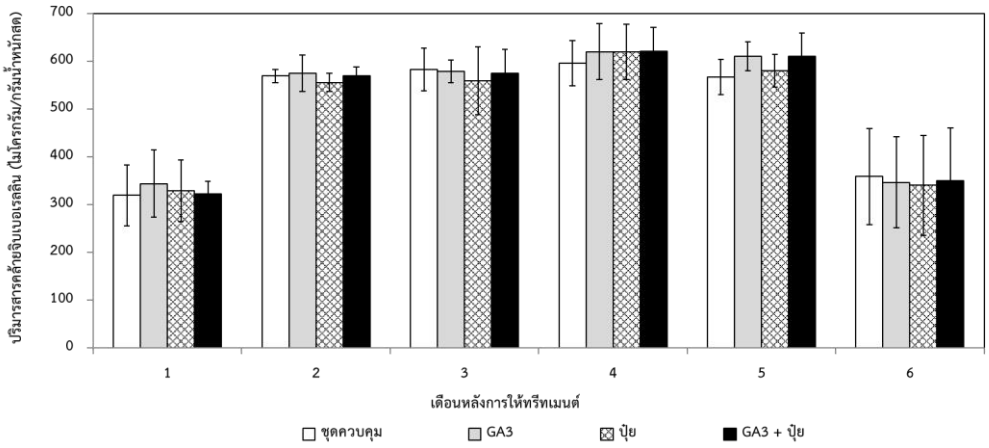
การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด โดยเมื่อเปรียบเทียบในระหว่างทรีทเมนต์ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณตั้งแต่เดือนที่ 2 และคงที่ไปจนกระทั่งถึงเดือนที่ 5 และลดลงในเดือนที่ 6 ซึ่งมีปริมาณไม่แตกต่างจากเดือนที่ 1 หลังการให้ทรีทเมนต์ และพบว่าในต้นมังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอดมีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในต้นมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

2.1.2 ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเสียบยอด โดยเมื่อเปรียบเทียบในระหว่างทรีทเมนต์ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณตั้งแต่เดือนที่ 2 และคงที่ไปจนกระทั่งถึงเดือนที่ 5 และลดลงในเดือนที่ 6 ซึ่งมีปริมาณไม่แตกต่างจากเดือนที่ 1 หลังการให้ทรีทเมนต์ และพบว่าในต้นมังคุดเสียบยอดมีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 20)



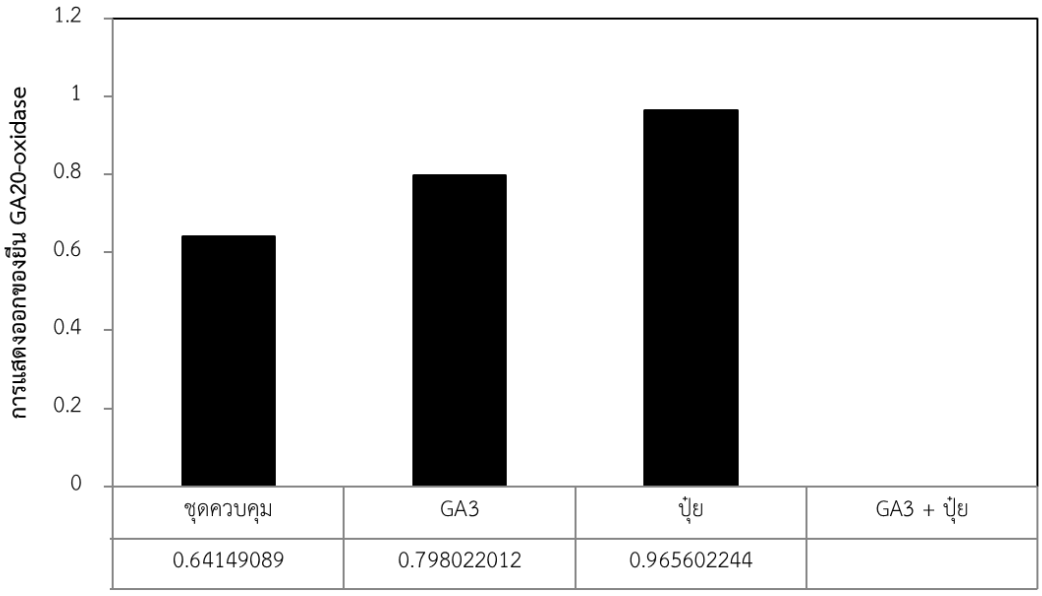
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในต้นมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน

3. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase*ของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน มีผลต่อการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ดังนี้

3.1.1 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบ ต้นมังคุดเพาะเมล็ด

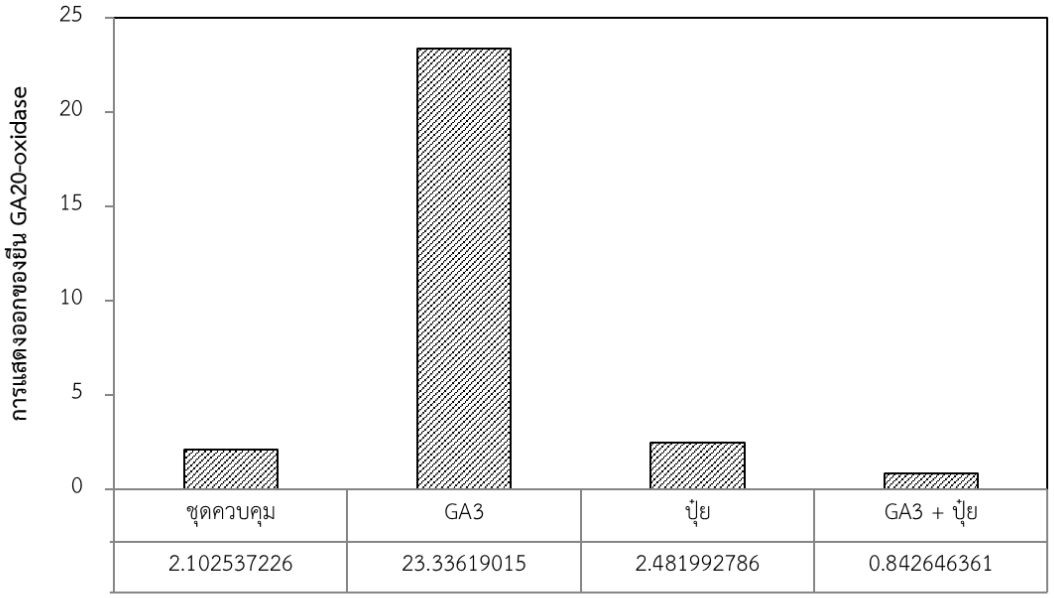
จากการทดลองพบว่าหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 6 เดือน การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ด พบว่าการให้การให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีผลทำให้การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มากที่สุด ในขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีการให้สาร GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีการแสดงออกยีน GA_{20}-*oxidase* น้อยที่สุด (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ในเดือนที่ 6

3.1.2 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบ ต้นมังคุดเสียบยอด

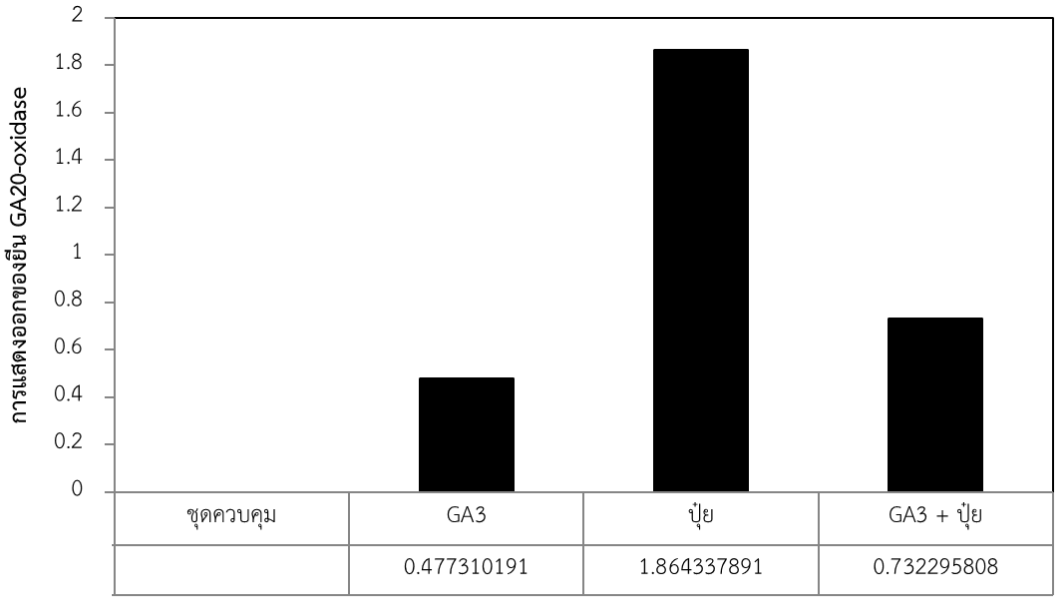
จากการทดลองพบว่าหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 6 เดือน การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของต้นมังคุดเสียบยอด โดยการให้การให้ GA_3 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มากที่สุด ในขณะที่ทรีทเมนต์อื่น ๆ มีการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ในเดือนที่ 6

3.2.1 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในยอด ต้นมังคุดเพาะเมล็ด

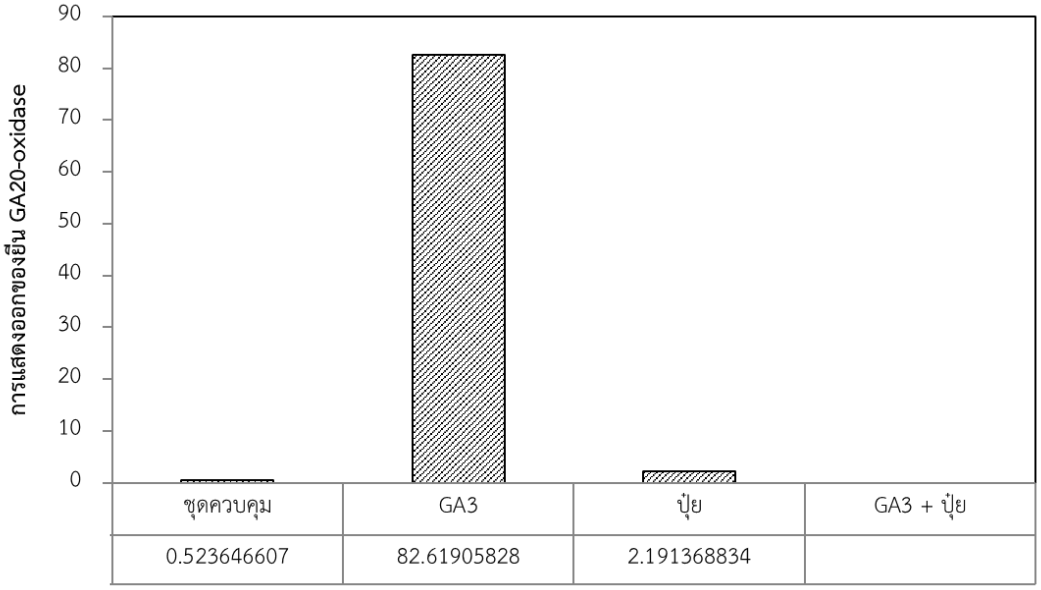
จากการทดลองพบว่าหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 6 เดือน การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในยอดของต้นมังคุดเพาะเมล็ด โดยการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มากที่สุด ในขณะที่ชุดควบคุมมีการแสดงออกของยีน *GA20-oxidase* น้อยที่สุด (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase*ในยอดของมังคุดเพาะเมล็ดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่ 6

3.2.1 การแสดงออกของยีน *GA$_{20}$-oxidase* ในยอด ต้นมังคุดเสียบยอด

จากการทดลองพบว่าหลังการให้ทรีทเมนต์ไปแล้ว 6 เดือน การแสดงออกของยีน *GA$_{20}$-oxidase* ในยอดของต้นมังคุดเสียบยอด โดยการให้ GA_3 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้การแสดงออกของยีน *GA$_{20}$-oxidase* มากที่สุด (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 การแสดงออกของยีน *GA$_{20}$-oxidase* ในยอดของมังคุดเสียบยอดภายหลังการพ่นสารละลายความเข้มข้น GA_3 1,000มิลลิกรัม/ลิตร และปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ในเดือนที่

บทที่ 4
วิจารณ์ผล

มังคุดเป็นพืชที่มีระยะเยาวภาพที่ยาวนานประมาณ 10-20 ปี ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม จึงเป็นข้อจำกัดของการปลูกมังคุด การย่นระยะเยาวภาพของต้นมังคุดสามารถทำได้โดยการเร่งการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบหรือระยะวัฒนภาคได้ จึงมีผลทำให้ต้นมังคุดเข้าสู่ระยะการออกดอกให้ผลผลิตได้เร็วขึ้น (Osman and Milan, 2006) จากผลการศึกษาการให้สาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน ในแง่ของการเติบโตของต้นมังคุดหลังย้ายปลูก พบว่า ต้นมังคุดตอบสนองต่อการให้ทรีทเมนต์ GA_3 ร่วมกับการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อย่างชัดเจน โดยทำให้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่ไม่พบว่าต้นมังคุดเสียบยอดมีความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จะเห็นได้ว่าต้นมังคุดทั้งเพาะเมล็ดและเสียบยอดไม่ได้ตอบสนองต่อการให้สาร GA_3 เพียงอย่างเดียว ซึ่งดูได้จากเปอร์เซ็นความสูงที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นมังคุดเพาะเมล็ดจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับทรีทเมนต์ GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Salakpetch (2000) ที่พบว่า การให้สาร GA_{4+7} มีผลในการเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดในระยะอนุบาล โดยทำให้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีความสูงมากกว่าต้นในชุดควบคุม และยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ พิมาภรณ์ (2555) ที่ได้รายงานว่า การให้สาร GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน มีผลทำให้ต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและมากกว่าต้นมังคุดเสียบยอด และสอดคล้องกับปริมาณอาหารสะสมที่อยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total-nonstructural carbohydrate) ในใบของต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีมากกว่าต้นกล้ามังคุดในชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ ไม่ได้มีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง สำหรับต้นกล้ามังคุดเสียบยอด พบว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เกิดขึ้นจากการได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 หรืออาจกล่าวได้ว่า ต้นกล้ามังคุดเสียบยอดนั้นไม่ตอบสนองต่อการให้ จิบเบอเรลลินและธาตุอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปการขยายพันธุ์ของมังคุดแบบไม่อาศัยเพศที่ประสบผลสำเร็จสามารถทำได้โดยวิธีการเสียบยอดแบบเสียบลิ่ม (Cleft grafting) เนื่องจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำและตอนกิ่งไม่ได้ผล แต่ยังไม่เคยถูกพัฒนามาใช้ในเชิงการค้า (Chong and Chai,1986) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การใช้ต้นพันธุ์มังคุดจากการเสียบยอดจะทำให้ต้นสามารถออกดอกและให้ผลผลิตได้เร็วกว่าต้นพันธุ์เพาะเมล็ด เพราะเป็นการนำเอากิ่งยอดที่อยู่ในระยะโตเต็มวัย (mature) ซึ่งมีความสามารถในการออกดอกได้มาเสียบเข้ากับต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ด แต่ก็พบว่าส่วนของยอดที่เป็นกิ่งพันธุ์ดี (scion) มักจะยังเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ จึงมีลักษณะต้นที่ค่อนข้างแคระ การพัฒนายอดจะไม่เป็นไปในแนวดิ่งหรือมีการเจริญเติบโตออกทางด้านข้าง ซึ่ง

แตกต่างจากต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่จะมีลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของการพัฒนายอดไปในแนวดิ่งมากกว่า (Osman and Milan, 2006) จึงอาจเป็นไปได้ว่า การตอบสนองของการให้สาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ยังขึ้นอยู่กับอายุกิ่ง (ประกอบด้วยลำต้นและใบ) อีกด้วย ซึ่งเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ยังมีอายุน้อยจะสามารถตอบสนองต่อการได้รับสาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ได้ดีกว่าเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่มีอายุมากกว่าหรือโตเต็มวัย

นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ทรีทเมนต์ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ต้นกล้ามังคุดทั้งเพาะเมล็ดและเสียบยอดมีเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนท์อื่น ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานการให้สาร GA_3 ปุ๋ยสูตร 16-16-16 และปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แก่มังคุดเพาะเมล็ดในระยะต้นอ่อน (อายุ 13 สัปดาห์หลังการงอก) โดยให้ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวมีอัตราการเจริญเติบโตช้าที่สุดและมีความสูงน้อยที่สุดซึ่งไม่แตกต่างจากชุดควบคุม และทรีทเมนต์ร่วมกันระหว่างสาร GA_3 และปุ๋ยทั้งสองชนิดมีผลทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วที่สุดและมีความสูงมากที่สุด (นงลักษณ์, 2554) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปุ๋ยเคมีทั้งสองชนิดมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นมังคุดในระยะต้นอ่อนและต้นกล้าระยะอนุบาล และมีแนวโน้มทำให้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดในระยะอนุบาลมีการเจริญเติบโตช้าลง

สำหรับผลของการให้สาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นมังคุดทั้งสองชนิด พบว่า หากพิจารณาผลการทดลองพบว่าทรีทเมนต์ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อลักษณะดังกล่าว โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นเสียบยอดมีขนาดใหญ่กว่าต้นเพาะเมล็ด ทั้งนี้อาจเนื่องจากในการทดลองต้นมังคุดเสียบยอดมีอายุมากกว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ดเพราะต้นมังคุดที่นำมาทำเป็นต้นตอได้มาจากต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 2 ปี แล้วจึงนำเอากิ่งยอดพันธุ์ดีมาเสียบยอด และภายหลังการเสียบยอด ต้นมังคุดยังคงเจริญเติบโตได้ช้ากว่าที่จะพร้อมย้ายปลูกลงแปลง (Poerwanto, 2002) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เส้นผ่าศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในต้นมังคุดทั้งสองชนิดในชุดควบคุมและมังคุดเสียบยอดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียว (15.2, 15.9 และ 15.1% ตามลำดับ) ในขณะที่ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียวมีการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด (23.2%) รองลงมาคือต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับสาร GA_3+ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 (19.6%) และต่ำที่สุดคือต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16:16:16 เพียงอย่างเดียว (12.8%) เช่นเดียวกับต้นมังคุดเสียบยอด (13.0%) แต่กลับพบว่าการให้ สาร GA_3+ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในต้นมังคุดเสียบยอดทำให้ต้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำที่สุด (10.1%) จะเห็นได้ว่า ลักษณะของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีการตอบสนองต่อทรีทเมนต์ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16:16:16 ได้มากกว่าต้นมังคุดเสียบยอด และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-

16 ทั้งสองทรีทเมนต์มีผลต่อการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคล้ายกับลักษณะความสูง เช่นเดียวกับในต้นมังคุดเสียบยอดที่พบผลกระทบในเชิงลบของการให้ปุ๋ยด้วยเช่นกัน

ต้นมังคุดที่เหมาะสมต่อการนำไปปลูกลงแปลงนั้นควรมีอายุไม่ต่ำกว่า 2 ปีและต้นมังคุดเพาะเมล็ดควรมีความสูงต้น 30-35 เซนติเมตร มียอด 1-2 ฉัตร ในขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร (ปณิดา และคณะ, 2551) จะเห็นได้ว่า ความแตกต่างของเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการตัดสินความพร้อมของต้นมังคุดหลังระยะอนุบาลเพื่อนำไปปลูกลงแปลงของมังคุดทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกัน โดยต้นมังคุดเพาะเมล็ดจะใช้ความสูง ในขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดจะใช้เส้นผ่าศูนย์กลาง

จำนวนฉัตรของต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีน้อยกว่าต้นมังคุดเสียบยอด พบว่าจำนวนฉัตรที่เพิ่มมากขึ้นภายหลังจากการได้รับสาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 มาแล้ว 6 เดือน ในต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของจำนวนฉัตรเมื่อเทียบกับจำนวนเริ่มต้น มากกว่าต้นเสียบยอด โดยในชุดควบคุมต้นมังคุดเพาะเมล็ดจะมีสัดส่วนดังกล่าว 2.2 เท่า ในขณะที่ต้นมังคุดเสียบยอดมีสัดส่วน 0.4 เท่า และต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3, ปุ๋ยสูตร 16-16-16 และ GA_3+ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีสัดส่วนของจำนวนฉัตรที่เพิ่มขึ้น 2, 2.2 และ 1.9 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่ต้นมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกทรีทเมนต์ มีสัดส่วนของจำนวนฉัตรที่เพิ่มขึ้น 1.2 เท่า จะเห็นได้ว่า ต้นมังคุดเสียบยอดตอบสนองต่อทรีทเมนต์การให้สาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในขณะที่ต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีสัดส่วนของจำนวนฉัตรที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันในทุกทรีทเมนต์ ซึ่งอาจจะอธิบายได้จากการที่ต้นมังคุดเสียบยอดจะมีการพัฒนายอดไม่เป็นไปในแนวดิ่งหรือมีการเจริญเติบโตออกทางด้านข้าง แม้ในขณะที่ต้นยังมีอายุน้อย จึงทำให้ต้นมีการแตกกิ่งใบมากและมีความแข็งแรง (Osman and Milan, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในการคัดเลือกต้นตอมะม่วงโดยพิจารณาจากความแข็งแรงของต้นตอ พบว่า ต้นตอมะม่วงที่แข็งแรงจะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การประสบความสำเร็จของการเสียบยอดและทำให้ต้นกล้ามะม่วงภายหลังจากเสียบยอดสามารถแตกยอดใบใหม่ได้ดี เนื่องจากมีปริมาณจิบเบอเรลลินภายในใบสูง (Shaban, 2010)

จำนวนปล้องของต้นมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้จำนวนปล้องเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในต้นมังคุดเสียบยอด ทั้งนี้อาจเป็นเหตุผลเดียวกับจำนวนฉัตรที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นจากลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของต้นมังคุดเสียบยอด นอกจากนี้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดยังมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนปล้องมากกว่าต้นมังคุดเสียบยอด โดยต้นมังคุดเพาะเมล็ดจะมีลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของการพัฒนายอดไปในแนวดิ่งมากกว่าจิบเบอเรลลินจึงไปกระตุ้นต้นมังคุดเพาะเมล็ดให้มีความสูงเพิ่มขึ้น (Osman and Milan, 2006) ในขณะที่ต้นมังคุดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว และใช้ร่วมกับ GA_3 มีแนวโน้มทำให้จำนวนปล้องของต้นมังคุดทั้งสองชนิดลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเหตุผลเดียวกับที่ได้อธิบายไปแล้วก่อนหน้ากับลักษณะความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง จากการที่ต้นเสียบยอดซึ่งเป็น

การนำเอากิ่งพันธุ์ดีที่อยู่ในระยะโตเต็มวัยแล้วมาเสียบลงบนต้นตอเพาะเมล็ดซึ่งยังอยู่ในระยะเยาวภาพ ปล้องของต้นเต็มวัยจะมีลักษณะสั้นกว่าต้นระยะเยาวภาพ (Basheer-Salimia, 2007) ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ต้นมังคุดที่เป็นต้นเสียบยอดมีลักษณะสั้นกว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ด อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้มีการวัดความยาวของปล้อง ซึ่งทำให้ไม่สามารถอธิบายผลของทรีทเมนต์ที่มีต่อความสูงที่เพิ่มขึ้นในมังคุดทั้งสองชนิดได้

จำนวนใบของต้นมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในต้นมังคุดเสียบยอด ทั้งนี้อาจเป็นเหตุผลเดียวกับจำนวนฉัตรและจำนวนปล้องที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นจากลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของต้นมังคุดเสียบยอด แต่อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียวและและใช้ร่วมกับ GA_3 มีผลทำให้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบลดลง แต่กลับพบว่าในต้นมังคุดเสียบยอดหากมีการให้ GA_3+ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทำให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ต้นมังคุดเพาะเมล็ดยังมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบมากกว่าต้นมังคุดเสียบยอด นอกจากนี้ยังพบว่า ผลของการให้สาร GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16 พบว่าไม่มีผลต่อความยาวใบและความกว้างใบของมังคุดทั้งสองชนิด ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นจากการสุ่มวัดใบในแต่ละครั้งที่ไม่ได้มีการใช้ตำแหน่งใบตำแหน่งเดิม หรือใบหมดอายุและหลุดร่วงไป

ที่ผ่านมามีการศึกษาผลของสารสังเคราะห์ในกลุ่มจิบเบอเรลลินในต้นกล้ามังคุดอยู่บ้าง ได้แก่ Wiebel และคณะ (1992) ได้ศึกษาผลของ GA_3, GA_4 และ GA_{4+7} ต่อการทำให้ตาของต้นกล้ามังคุดพ้นจากการพักตัว แต่จะทำให้ตาพ้นจากการพักตัวได้ 100% จะต้องใช้สาร GA_{4+7} ร่วมกับสารเบนซิลอะดีนีน (BA) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฮอร์โมนไซโทไคนิน แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Wiebel และคณะ ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งการเจริญเติบโต แต่ก็เป็นหลักฐานของจิบเบอเรลลินที่มีผลต่อการทำให้การเจริญเติบโตของต้นมังคุดได้ดีขึ้น ต่อมา Salakpeth (2000) ได้รายงานถึงผลของการศึกษาในการใช้ GA_{4+7} พบว่า สามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดในระยะอนุบาลได้ และมีผลทำให้ต้นมีความสูงและมีพื้นที่ใบมากกว่าต้นในชุดควบคุม นอกจากนี้ Goenaga (2010) ก็ได้รายงานถึงการใช้สารโพรมาลินที่ระดับความเข้มข้น 25 - 125 ส่วนต่อล้าน ให้แก่ต้นมังคุดเพาะเมล็ดอายุ 2.5 ปี ทุก 10 - 15 สัปดาห์ เป็นเวลานาน 1 ปี พบว่า ไม่มีความแตกต่างของความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่ง และจำนวนใบ โดยได้อธิบายว่าอาจเกิดจากระดับความเข้มข้นของสารโพรมาลินที่ใช้ในการทดลองต่ำเกินไปจึงไม่แสดงผลต่อต้นกล้ามังคุด โดยเมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองนี้ ความเข้มข้นของ GA_3 อยู่ที่ระดับ 1,000 ส่วนต่อล้าน จึงจะสามารถเห็นผลในการเร่งการเจริญเติบโตของต้นมังคุดได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานการใช้กรดจิบเบอเรลลิคร่วมกับปุ๋ย เพื่อใช้เร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม้ผลชนิดอื่น ๆ ในระยะอนุบาล

จิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนควบคุมความสูงของต้นพืช (สมบุญ, 2548) การให้ทรีทเมนต์ GA_3 จึงอาจไปส่งเสริมให้ระดับของจิบเบอเรลลินภายในใบของมังคุดให้สูงขึ้นโดยเฉพาะในต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณจิบเบอเรลลินในต้นกล้ามังคุดในระยะอนุบาล ได้มีรายงานของ พิมาภรณ์ (2555) พบว่า ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในใบของมังคุดเพาะเมล็ดมีน้อยกว่าต้นเสียบยอด แต่เมื่อพิจารณาความสูงต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดสามารถตอบสนองต่อทรีทเมนต์ได้มากกว่าต้นกล้ามังคุดเสียบยอด แสดงว่าการตอบสนองต่อทรีทเมนต์ GA_3 มีมากกว่าเนื่องจากระดับของจิบเบอเรลลินภายในอยู่ในระดับต่ำ แต่สำหรับในการทดลองครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของระดับสารคล้ายจิบเบอเรลลินระหว่างทรีทเมนต์ อาจเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณตัวอย่างที่เก็บมาเพื่อสกัดและวิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธี Lettuce Hypocotyl Bioassay ต้องใช้ตัวอย่างสดเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอในการสกัดแต่ละครั้ง และความถี่ของการเก็บตัวอย่างจากต้นกล้ามังคุดทั้งเพาะเมล็ดและเสียบยอดเกิดขึ้นทุกสองสัปดาห์ แต่เลือกตัวอย่างมาใช้สกัดและวิเคราะห์ปริมาณเป็นรายเดือน ทำให้ตัวอย่างโดยเฉพาะยอดซึ่งเก็บแต่ละครั้งจะเก็บตามจำนวนซ้ำที่เตรียมเผื่อเอาไว้ จึงอาจทำให้มีความแปรปรวนของตัวอย่างใบและยอดค่อนข้างมาก และได้มีการนำเอาตัวอย่างของแต่ละครั้งจากแต่ละกระถางที่เก็บตัวอย่างมารวมกันเพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอในการสกัดนอกจากนี้ การเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดที่ค่อนข้างช้าจึงอาจส่งผลทำให้มีความคลาดเคลื่อนของปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินดังกล่าวในการศึกษาต่อไปจำเป็นจะต้องเปลี่ยนวิธีการที่ใช้ในการสกัดและวัดปริมาณ โดยวิธีการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในกรณีที่มีตัวอย่างในการศึกษาปริมาณต่ำมากและตัวอย่างพืชที่ต้องการศึกษามีการเจริญเติบโตช้า (Davenport *et al*., 2000)

GA_{20}-oxidase เป็นยีนที่มีความสำคัญมากที่สุดในการควบคุมระดับปริมาณจิบเบอเรลลินที่ออกฤทธิ์ในพืช (Hedden and Phillips, 2000) จากผลการทดลอง พบว่า การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบมีมากกว่าในยอด เนื่องจากใบเป็นแหล่งสร้างจิบเบอเรลลิน (Hedden and Phillips, 2000) และในต้นมังคุดเสียบยอดมีการแสดงออกของใบมากกว่าต้นเพาะเมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองด้านความสูงดังที่อธิบายไปแล้วข้างต้น การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้น (เดือนที่ 6) ของมังคุดในแต่ละทรีทเมนต์โดยเฉพาะในต้นมังคุดเสียบยอดตอบสนองต่อการให้ GA_3 อย่างชัดเจน โดยสอดคล้องกับความสูงที่เพิ่มขึ้นและการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* สำหรับต้นมังคุดเพาะเมล็ด การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบมีเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และปุ๋ยสูตร 16-16-16แต่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณการแสดงออกในทรีทเมนต์GA_3+ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 การทดลองในครั้งนี้ไม่ได้ดำเนินการวัดการแสดงออกของยีนทุกเดือนตามการเจริญเติบโต จึงไม่สามารถใช้ในการอธิบายบทบาทของ *GA_{20}-oxidase* ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอดได้อย่างสมบูรณ์

แนวทางของการทำให้ได้มังคุดสายต้นใหม่เมื่อเปรียบเทียบกับของเดิม ได้แก่ การมีอายุเมล็ดที่ยาวนานกว่า การขยายพันธุ์ทำได้ง่าย มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าในระยะอนุบาล มีช่วงระยะเยาวภาพสั้นกว่า มีความทนทานสูงต่อสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นต่ำ และให้ผลผลิตที่สูงกว่า (Brunner and Morales-Payan, 2010) การศึกษาในครั้งนี้ได้เป็นแนวทางหนึ่งโดยการใช้สาร GA_3 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุด ซึ่งมีผลต่อการทำให้ระยะเยาวภาพสั้นลงได้

บทที่ 5

สรุป

จากการศึกษาผลของการใช้สาร GA_3 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของและปริมาณจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดในระยะอนุบาล สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

1.1 ความสูง

กรดจิบเบอเรลลิคสามารถทำให้ความมสูงของต้นกล้ามังคุดเพิ่มสูงขึ้นได้ โดยต้นกล้ามังคุดที่เพาะเมล็ดจะมีความสูงกว่าต้นมังคุดที่เสียบยอด

1.2 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

กรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสุตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น แต่ต้นมังคุดที่เสียบยอดจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าต้นเพาะเมล็ด

1.3 จำนวนฉัตร

กรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อจำนวนฉัตรของต้นมังคุด แต่มังคุดเสียบยอดที่ได้รับกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 มีจำนวนฉัตรที่มากกว่ามังคุดเพาะเมล็ด

1.4 ปล้อง

กรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อจำนวนปล้องของต้นมังคุด แต่มังคุดที่เพาะเมล็ดมีจำนวนปล้องที่มากกว่ามังคุดเสียบยอด

1.5 จำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างใบ

กรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ไม่มีผลต่อจำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างใบของมังคุด แต่มังคุดที่เพาะเมล็ดจะมีจำนวนใบ และความยาวใบมากกว่าต้นมังคุดเสียบยอด

2. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

การพ่นสารละลาย GA_3 และการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 6 กรัม/ต้น/สัปดาห์ ตลอดเวลา 6 เดือน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

3. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต่อการแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ของต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอด

3.1 แสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* ในใบของต้นมังคุดเสียบยอดมีมากกว่าต้นมังคุดเพาะเมล็ดในทุกทรีทเมนต์

3.2 การพ่นสารละลาย GA_3 ทำให้การแสดงออกของยีน *GA_{20}-oxidase* มีมากที่สุดทั้งในใบและในยอดมังคุด และมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้นของมังคุดเพาะเมล็ดที่ได้รับ GA_3

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล. 2546. การจัดทรงต้นและการตัดแต่งไม้ผล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 หน้า.

เกรียงศักดิ์ไทยพงษ์และอุณารุจบุญประกอบ. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะไม่เจริญพันธุ์ กับการเจริญเติบโตของต้นฝรั่งที่ขยายพันธุ์จากเมล็ด. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39 สาขาพืช ณ ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 หน้า 307-312.

ชวนพิศ แดงสวัสดิ์ . 2544. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา. 380 หน้า.

ชุฑามาศ ศรีสุวรรณ. 2553. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคและอีทีฟอนต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุด. รายงานฉบับสมบูรณ์การฝึกภาคสนามพืชศาสตร์ปริญญาตรี ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นงลักษณ์บุญก่อเกื้อ. 2554. ผลของกรดจิบเบอเรลลิค (GA_3) ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุด. รายงานฉบับสมบูรณ์การฝึกภาคสนามพืชศาสตร์ปริญญาตรี ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพ ศักดิเศษฐ์ และ สมพร ณ นคร. 2545. มังคุด. กรุงเทพฯ : รำไทย เพรส. 105 หน้า.

นพดลจรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว. 124 หน้า.

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2542. การขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 447 หน้า.

ปณิดา กันถาด, ประสาทพร กอออวยชัย, จิระศักดิ์ วิชาสวัสดิ์ และ ชัยวิชิต เพชรศิลา. 2551. รายงานผลการวิจัย เรื่องการศึกษารูปแบบการผลิตมังคุด ณ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : วิชัยการพิมพ์. 196 หน้า.

วิชียร จาฏุพจน์. 2553. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 163 หน้า.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. สงขลา : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 243 หน้า.

สมพร ณ นคร, วิทยา ศรีสำราญ, สายัณห์ ทองหัตถา, ทรงพล หนูวรรณ์ และ สมเกียรติ อำลอย. 2539. ศึกษาผลของการตอบสนองของสาร GA_3ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันต่อการ

เจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุด. เอกสารรายงานผลการวิจัยประจำปี 2539 แผนกไม้ผล คณะวิชาพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครศรีธรรมราช.

สายัณห์ สดุดี, มงคล แซ่หลิม และสุภาณี ยงค์. 2538. การชักนำให้มังคุดตกผลเร็ว. รายงานโครงการวิจัยพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายัณห์ สดุดี และมงคล แซ่หลิม. 2532. ผลของการทาบกิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตมังคุด. ว.สงขลานครินทร์ 10: 1-6.

สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2526. สรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 135 หน้า.

เสริมสุข สลักเพ็ชร์และสุขวัฒน์จันทรปรรณิก. 2544. ความสัมพันธ์ของอายุและขนาดทรงพุ่มกับการเปลี่ยนวัย ของมังคุด.การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ 11-13 กรกฎาคม 2544 หน้า 67.

Basheer-Salimia, R. 2007. Juvenility, maturity and rejuvenation in woody plants. Hebron University Research Journal 3 : 17-43.

Brunner, B.B. and Morales-Payan, J.P. 2010. Soil, plant growth and crop production: mangosteen and rambutan. *In*: Encyclopedia of Life Support Systems, pp. 1-10. UNESCO/EOLSS: Paris, France.

Cervera, M., Juarez, J., Navarro, A., Pona, A.J., Duran-Vila, N., Navarro, L. and Pena, L. 1998. Genetic transformation and regeneration of mature tissues of woody fruit plants by passing the juvenile stage. Transgenic Research 7: 51-59.

Chacko, E.K., Kohli, R.R., Swamy, D.R. and Randhawa, G.S. 1976. Growth regulators and flowering in juvenile mango (*Mangiferaindica* L.) Acta Horticulturae 56 : 173-176.

Davenport, T.L., Pearce, D.W. and Rood, S.B. 2000. Correlation of endogenous gibberellic acid with initiation of mango shoot growth. Journal of Plant Growth Regulation 20 : 308-315.

David, W. P., Oliver, E. H., Stewart, B. R. and Lewis, N. M. 2002. Gibberellins in shoots and developing capsules of *Populus* species. Phytochemistry59: 679-687.

Elevitch, C.R. and Manner, H.I. 2006. *Artocarpusheterophyllus* (jackfruit). [Online] Available:http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/extn_pub/fruitpubs/A.heterophyllus-jackfruit.pdf [accessed on October 1, 2012].

Freiman, A., Shlizerman, L., Golobovitch, S., Yablovitz, Z., Korchinsky, R., Cohen, Y., Samach, A., Chevreau, E., Le Roux, P.M., Patocchi, A. and Flaishman, M.A. 2012. Development of a transgenic early fowering pear (*Pyrus communis*L.) genotype by RNAi silencing of *PcTFL1-1* and *PcTFL1-2.* The Plant Journal 235: 1239–1251.

Galang, F. G. 1955. Fruit and Nut Growing in the Philippines. Malabon, Rizal : AIA Printing Press.

Goenaga, R. 2010. Evaluation of promalin to promote growth of young mangosteen seedlings. Journal of Agricultural University of Puerto Rico 94 : 105-109.

Hanke, M.V. and Flachowsky, H. 2012. Biotechnological approaches to shorten the juvenile period in fruit trees. Acta Horticulturae 929 : 309-314.

Hanke, M.V., Flachowsky, H., Peil, A. and Hättasch, C. 2007. No flower no fruit – genetic potentials to trigger flowering in fruit trees. Genes Genomes and Genomics 1: 1-20.

Herrera,E. 2005. Juvenile and adult phases of pecan trees. Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University.

Hedden, P., Phillips, A.L. 2000. Gibberellin metabolism: new insights revealedby the genes. Trends in Plant Science 5:523–530.

Horn, C. L. 1940. Stimulation of growth in juvenile mangosteen plants. Journal of Agricultural Research. 61: 397-400.

Martín-Trillo, M. andMartínez-ZapaterJ.M. 2002. Growing up fast: manipulating the generation time of trees. Current Opinion in Biotechnology13: 151-155.

Meilan, R. 1997. Floral induction in woody angiosperms. New Forests14: 179–202.

Nakagawa, M., Honsho, C., Kanzaki, S., Shimizu, K. and Utsunomiya N. 2012. Isolation and expression analysis of *FLOWERING LOCUS T-like* and gibberellin metabolism genes in biennial-bearing mango trees**.** Scientia Horticulturae 139: 108–117.

Nishikawa, F., Endo, T., Shimada, T., Fujii, H., Shimizu, T., Omura, M. and Ikoma, Y. 2007. Increased *CiFT* abundance in the stem correlates with floral induction by low temperature in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Journal of Experimental Botany 58: 3915–3927.

Osman, M. B. and Milan, A. R. 2006. Taxonomy. *In*Mangosteen (*Garcinia mangostana L*). (eds. J.J. Williams, R.W. Smith, N.Haq and Z. Dunsiger) pp. 1-11. Chichester : RPM Print and Design.

Peña, L., Martín-Trillo, M., Juárez, J., Pina, J.A., Navarro, L. and Martínez-Zapater, J.M. 2001. Constitutive expression of *Arabidopsis LEAFY* or *APETALA1* genes in citrus reduces their generation time. Nature Biotechnology19: 263 - 267.

Poerwanto, R. 2002. Nurse stock plant - A new technique to enhance mangosteen (*Garcinia mangostana*) growth. Acta Horticulturae 575 : 751-756.

Salakpetch, S. 2005. Mangosteen (*Garcinia mangostana*L.) juvenility and pruning in Thailand. Proceedings Fifteenth Annual International Tropical Fruit Conference, Hilo Hawaiian Hotel, Hilo Hawaii, 21-23 October 2006.

Shaban, A.E.A. 2010. Comparative study on some polyembryonic mango rootstocks. American-Eurasian Journal of Agriculture& Environmental Science 7: 527-534.

Sherman, W.B. and LyreneP.M..1983. Handling seedling populations. *In* Methods in Fruit Breeding. (eds. Moore J.N. and Janick J.). pp. 464. West Lafayette : Purdue University Press.

Verheij, E.W.M. 1992. *Garcinia mangostana*. *In* Edible Fruits and Nuts. PROSEA No. 2 (eds. Verheij E. W. M. and Coronel R. E.) pp. 245-250. Bogor :Prosea Foundation.

Wiebel, J., Downton, W.J.S. and Chacko, E.K. 1992. Influence of applied plant growth regulators on bud dormancy and growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Scientia Horticulturae 52 : 27-35.

Zimmerman R.H. 1972. Juvenility and flowering of fruit trees. Acta Horticulturae 34: 139-142.

ภาคผนวก

1.การเตรียมต้นกล้ามังคุด

ปลูกต้นกล้ามังคุดเพาะเมล็ดและเสียบยอดในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว โดยรองก้นกระถางด้วยมะพร้าวสับ และดินผสม ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 51.2 กรัมต่อกระถาง ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 0-3-0 อัตรา 153.6 กรัมต่อกระถาง ซึ่งคำนวณจากวิธีการการเตรียมหลุมปลูกมังคุด และเทดินผสมปุ๋ยคอกในอัตรา 1:2 ลงในกระถางประมาณ 2/3 ของกระถางแล้วนำต้นกล้ามังคุดมาวางลงตรงกลางกระถาง จากนั้นใส่ดินกลบโคนต้นกล้ามังคุดโดยให้ระดับหน้าดินอยู่ต่ำกว่าระดับขอบของกระถางประมาณ 5 เซนติเมตร

2. สภาพโรงเรือน

หลังปลูก นำกระถางที่มีต้นมังคุดไปวางในโรงเรือนหลังคาพลาสติกที่มีการพรางแสงบริเวณใต้หลังคาด้วยตาข่ายพลาสติกหรือซาแรน 75 % เพื่อป้องกันการเกิดอาการใบไหม้จากการโดนแสงแดดจัดโดยระดับความสูงของตาข่ายพลาสติกอยู่เหนือพื้นโรงเรือน 3.5 เมตร ซึ่งมีอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 33.7±3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 26.6±1 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงในตอนกลางวัน 3374.37±2ลักซ์

3. การดูแลรักษา

1. การให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 100 กรัม/ต้นทุก 4 เดือน

การให้ปุ๋ยทางใบจนกระทั่งต้นมังคุดมีการแตกใบอ่อนให้ปุ๋ยนูตราฟอสเอ็น (NUTRA-PHOS® N)อัตรา 35กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นหลังจากที่มีการแตกใบอ่อนเพื่อเป็นการบำรุงใบที่มีการแตกใหม่ทุกสัปดาห์ จนกระทั่งใบเข้าสู่ระยะเพสลาด

2. การให้น้ำ รดน้ำอย่างสม่ำเสมอทุก 2 วันในตอนเช้า

3. การกำจัดวัชพืชและโรคกำจัดวัชพืชด้วยการถอนอย่างสม่ำเสมอตัดยอดที่เน่าทิ้งด้วยกรรไกรตัดแต่งกิ่งหลังจากนั้นนำปูนแดงมาทาบริเวณรอยแผลเพื่อป้องกันการระเหยน้ำ

4. การเตรียมสารละลาย GA_3

การเตรียมสารละลาย GA_3ความเข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งเตรียมจากสารกรูพเคมี จี เอ สารออกฤทธิ์ 0.5 % น้ำหนัก/ปริมาตร

เตรียมสารละลาย GA_3ความเข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้านส่วนโดยใส่น้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในถังฉีดพ่นสารขนาด 8 ลิตร ตวงสารกรูพเคมี จีเอ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวงและดูดสารจับใบปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงในถังฉีดพ่นสาร เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปิดฝาถังฉีดพ่นสารและเขย่าให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฉีดพ่นบนใบของต้นกล้ามังคุดจนทั่วกระทั่งถึงจุด run-off

5. การเตรียมและวิธีการใส่ปุ๋ย

ชั่งปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ 16-16-16 หนัก 6 กรัม แล้วนำมาหว่านบริเวณรอบๆโคนของต้นกล้ามังคุด โดยให้ห่างจากลำต้นประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วรดน้ำให้ชุ่ม

6. วิธีการเตรียมสารเคมี

1.1 แอมโมเนียมอะซิเตทความเข้มข้น 0.01 โมลลาร์

แอมโมเนียม 1 โมลลาร์ มีมวลโมเลกุล 77.08 กรัมต่อโมล ถ้าต้องการเตรียมแอมโมเนียมอะซิเตทความเข้มข้น 0.01 โมลลาร์ (M) ในน้ำ 1000 มิลลิลิตร จะต้องชั่งแอมโมเนียม อะซิเตทมา คำนวณจากสูตร

$$g = \frac{MW \times M \times ml}{1000}$$

$$= \frac{77.08 \times 0.01 \times 1000}{1000}$$

$$= 0.77 \text{ กรัม}$$

เพราะฉะนั้นจะต้องชั่งแอมโมเนียมอะซิเตทมา 0.77 กรัม ละลายในน้ำ 1000 มิลลิลิตร

1.2 การเตรียม 70% EtOH

abc. EtOH	70 มิลลิลิตร
เติมน้ำ DEPC $2H_2O$	30 มิลลิลิตร

1.3 การเตรียม น้ำ DEPC $2H_2O$

DEPC	1 มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นจนครบ	1 ลิตร

ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ RNase ในขวดเสียสภาพ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ นาน 30 นาที

1.4 การเตรียม 10X TAE buffer

Tris base	48.4 กรัม
Glacial acetic acid	10.9 มิลลิลิตร
EDTA	2.92 กรัม

ปรับปริมาตรด้วยน้ำ DEPC $2H_2O$ จนครบ 1000 มิลลิลิตร จากนั้นปรับ pH ด้วย Glacial acetic acid เท่ากับ 8.0 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ นาน 30 นาที

1.5 การเตรียม 5X TBE buffer

Tris Base	54.0 กรัม
Boric acid	27.5 กรัม
0.5 M Na_2 ETDA	20 มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำ DEPC $2H_2O$ จนครบ 1000 มิลลิลิตร เจือจาง 0.5X เมื่อนำไปใช้โดยใช้ TBE buffer 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ DEPC $2H_2O$ ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ได้ปริมาตรสุทธิ 100 มิลลิลิตร

1.6 การเตรียม 0.5 M ETDA, pH 8.0

EDTA	14.612 กรัม
เติมน้ำ DEPC $2H_2O$	10 มิลลิลิตร

ปรับปริมาตร pH ด้วย NaOH ให้ได้ pH 8.0 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ นาน 30 นาที

1.7 การเตรียม 1 M Tris-HCl, pH 8.2

Tris-HCl	15.76 กรัม
เติมน้ำ DEPC $2H_2O$	100 มิลลิลิตร

ปรับปริมาตร pH ด้วย KOH ให้ได้ pH 8.2 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ นาน 30 นาที

1.8 การเตรียม CTAB extraction buffer

2% CTAB	2	กรัม
100 mM Tris-HCl, pH 8.2	10	มิลลิลิตร
25 mM ETDA, pH 8.0	5	มิลลิลิตร
2 M NaCl	11.688	กรัม
4% pvp	4	กรัม

1.9 การเตรียม SEVAG (chloroform : Isoamyl alcohol, 24:1)

ตวงสารละลาย chloroform 24 ส่วน และ Isoamyl alcohol 1 ส่วน ผสมให้เข้ากัน ใส่ขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.0 การเตรียม 8 M Licl

Licl	33.912	กรัม
เติมน้ำ DEPC $2H_2O$	100	มิลลิลิตร

เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.1 การเตรียม 6x loading dye

Bromophenol blue	0.25 มิลลิกรัม
Glycerol	3 มิลลิลิตร
5x TAE buffer	1 มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 10 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.2 การเตรียม marker 1 kb

marker	5 ไมโครลิตร
น้ำ DEPC	47.5 ไมโครลิตร
6x loading dry	47.5 ไมโครลิตร

ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายธนกร เหมะรักษ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5910620015

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ทุนสนับสนุนการผลิตบัณฑิต/ทุนสนับสนุนการทำวิจัย สถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ธนกร เหมะรักษ์, พิมาภรณ์ แก้วสวัสดิ์ และลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์.ผลของกรดจิบเบอเรลลิคร่วมกับปุ๋ย NPK 16 : 16 : 16 ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินของต้นกล้ามังคุด. แก่นเกษตร42 (3) : 249-254.