

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาโท

เรื่อง

อิทธิพลของการเขย่าช่อดอกและการใช้ NAA ต่อการติดผลของมะเขือเทศลูกผสมระหว่าง
CL5915-93 X สีดาทิพย์ 3 ที่ปลูกภายในเรือนทดลอง
Effects of Truss Vibration and NAA on Fruit Setting of CL5915-93 X Sidathip 3
in Green House



T108963

โดย

นายปริญญา แก้วจันทร์

อพ.
ป 4580
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **108963**
วัน,เดือน,ปี..... **- 2 ส.ค. 2553**

b. 122287๗8
i.....

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง อธิพิพลของการเขย่าช่อดอกและการใช้ NAA ต่อการติดผลของมะเขือเทศ
ลูกผสมระหว่าง CL5915-93 X สีดาทิพย์ 3 ที่ปลูกภายในเรือนทดลอง
โดย นายปริญญา แก้วจันทวี
สาขา พืชสวน
ภาควิชา พืชสวน
คณะ บัณฑิตวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษากการเขย่าช่อดอกมะเขือเทศร่วมกับการพ่น NAA เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผล
ในมะเขือเทศลูก CL5915-93 X สีดาทิพย์3 ที่ปลูกภายใต้สภาพเรือนทดลองที่มีสภาพอุณหภูมิสูง
วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยจัดสิ่งทดลองแบบ Factorial
ศึกษา 2 ปัจจัย คือ วิธีการเขย่าช่อดอกและระดับความเข้มข้นของ NAA ประกอบด้วย 2 X 4
treatment combination จำนวน 4 ซ้ำ ณ เรือนทดลองของภาควิชาพืชสวน คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือน
สิงหาคม ถึง ธันวาคม 2547 พบว่า การใช้ NAA ในทุกระดับความเข้มข้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์การ
ติดผลเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้สารเคมี หรือการเขย่าช่อดอกเพียงอย่างเดียว และเมื่อ
นำวิธีการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศในทุก
วิธีการโดยการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 60 80 และ 100 มีเปอร์เซ็นต์การติดผล 65.63,
96.88, 98.96 และ 98.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเข้มข้นของ NAA
มีแนวโน้มทำให้คุณภาพของผลมะเขือเทศลดลงทั้งลักษณะภายนอกและเคมีภายในผล

Title Effects of Truss Vibration and NAA on Fruit Setting of CL5915-93 X
 Sidathip 3 in Green House.

Name Mr.Parinya Kaewjuntawee

Division Horticulture

Department Horticulture

Faculty Graduate school

Abstract

The effects of truss vibration with NAA spray to fruit set of hybrid tomato (CL5915-93 X Sidathip 3) were investigated. The study was undertaken with 2X4 factorial experiment in CRD (Completely Randomized Design) with 4 replications. Hybrid tomato was planted at greenhouse, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Physiological and Chemical compositions of fresh tomato were undertaken during August to December 2004 under average temperature which is higher than the optimum temperature. The result showed that all levels of NAA concentration increased fruit set percentage. Interactions between vibration and NAA concentrations of 0, 60, 80 and 100 ppm. were 65.63, 96.88, 98.96 and 98.96 percentage of fruit set, respectively. On the other hand, higher NAA concentration tends to degrade external and chemical quality of tomato fruit.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	16
วิจารณ์ผลการทดลอง	23
สรุปผลการทดลอง	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อความกว้างของผลมะเขือเทศ	16
2. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อความยาวของผลมะเขือเทศ	17
3. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลของมะเขือเทศ	17
4. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศ	18
5. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อจำนวนช่อง (locule) และช่องว่างภายในผลมะเขือเทศ	18
6. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลมะเขือเทศ	19
7. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลมะเขือเทศ	20
8. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อ pH ของผลมะเขือเทศ	20
9. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมดของผลมะเขือเทศ	21
10. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศ	21
11. ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลมะเขือเทศ	22
12. วิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดความกว้างของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA	30

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13. วิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดความยาวของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	30
14. วิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA	31
15. วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	31
16. วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	32
17. วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่า ช่อดอกร่วมกับ NAA	32
18. วิเคราะห์ความแปรปรวน pH ของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA	33
19. วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดทั้งหมดของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	33
20. วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	34
21. วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอก ร่วมกับ NAA	34
22. แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่บันทึกได้ภายในเรือนทดลอง ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม 2547	35

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่	หน้า
1. แสดงลักษณะผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน	36
2. แสดงการติดผลของมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน	37



คำนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากผลสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด และมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามินเอและซี นอกจากนี้เกษตรกรจะปลูกมะเขือเทศขายส่งเพื่อการบริโภคสดแล้ว ยังได้ผลิตส่งโรงงานเพื่อนำไปแปรรูปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเกษตรอย่างกว้างขวาง เช่น น้ำมะเขือเทศ น้ำมะเขือเทศเข้มข้น และซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ประเทศไทยสามารถส่งมะเขือเทศทั้งสดและแช่แข็งเป็นสินค้าออกอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2547 มีมูลค่าถึง 40.9 ล้านบาท คิดเป็นปริมาณ 6,038 ตัน มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้น 32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2546 มูลค่าและปริมาณการส่งออกเพียง 12.96 ล้านบาท และ 1,894 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ดังนั้นความต้องการของตลาดมะเขือเทศจึงมีอยู่ตลอดทั้งปี แต่ในบางฤดูมะเขือเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความ ต้องการของตลาด เนื่องจากการผลิตมะเขือเทศในประเทศไทยให้ผลดีที่สุดในช่วงฤดูหนาว ส่วนช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนเป็นการปลูกนอกฤดูพบว่าผลผลิตที่ได้ต่ำ เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการออกดอกและติดผลของมะเขือเทศ โดยเฉพาะสภาพอุณหภูมิสูงซึ่งมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและสัณฐานของมะเขือเทศหลายประการ ทั้งการเจริญเติบโตไม่ดี ก้านเกสรตัวเมียจะยืดยาวพันอับเรณูจึงไม่สามารถผสมเกสรได้ รวมทั้งการปลดปล่อยละอองเรณูและการออกของละอองเรณูลดลง ทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำ มีโรคและแมลงมารบกวน เกิดปัญหาด้านคุณภาพและปริมาณการผลิต (สมภพ วิริยะวัฒน์, 2530 ; Sato et al. 2000)

แนวทางในการแก้ปัญหาค่าการติดผลต่ำในการปลูกมะเขือเทศ อาจทำได้โดยการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้มะเขือเทศมีคุณภาพทั้งทางด้านผลผลิตและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี แต่วิธีการปรับปรุงพันธุ์เป็นวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้เวลานาน และต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ โอกาสที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะก่อให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม และได้ลักษณะที่ต้องการในแปลงปลูกมะเขือเทศขนาดใหญ่มีน้อย (สมภพ วิริยะวัฒน์, 2530) นอกจากนี้การแก้ไขไม่ให้ออกมะเขือเทศร่วงโดยการฉีดสารควบคุมการเจริญเติบโตเข้าที่ก้านหรือดอก จะทำให้ออกมะเขือเทศ ติดผลมากขึ้น ให้ผลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับติดผลเองตามธรรมชาติ และได้มีผู้ทดลองใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับมะเขือเทศ เพื่อให้ติดผลดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มออกซิน เช่น 4-CPA (Yukinaka et al. 1980; Arora et al. 1982; Davies, 1990) หรือ NOA (Audus. 1953; จรัส ลิ้มอรุณ, 2508) นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มการติดผลของมะเขือเทศ เนื่องจากมีคุณสมบัติกระตุ้นการติดผล (Davies, 1990)

ส่วนการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนจะไม่มีกระแสลมพัดผ่านเหมือนกับการปลูกกลางแจ้ง เมื่อต้นมะเขือเทศไม่มีการเคลื่อนไหว รวมทั้งเจริญเติบโตในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเหมาะสม อาจเป็นปัจจัยจำกัดการถ่ายละอองเกสร และการติดผลของมะเขือเทศ ดังนั้นการเพิ่มการติดของผลสามารถกระตุ้นให้เพิ่มขึ้น เมื่อมีการช่วยผสมเกสรด้วยการเขย่าโดยใช้ vibrator ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่ดอก (เทพประสงค์ วรยศ และโรจน์วี ภิรมย์, 2536)

จะเห็นได้ว่ามีการใช้ 4-CPA และ NOA อย่างกว้างขวาง แต่การศึกษาการใช้ออกซินชนิดอื่น เช่น NAA ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยในการติดผล รวมทั้งการนำวิธีการเขย่าช่อดอกมะเขือเทศที่ปลูกในโรงเรือน เพื่อเพิ่มการติดผลมะเขือเทศยังมีน้อย ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของการใช้สาร NAA และการเขย่าช่อดอก เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเหมาะสม



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเขย่าช่อดอกและการใช้ NAA ที่มีต่อการติดผลของมะเขือเทศที่ปลูกในเรือนทดลองและมีอุณหภูมิสูงเฉลี่ยกว่าอุณหภูมิเหมาะสม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตมะเขือเทศที่ปลูกในเรือนทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lycopersicon esculentum* Mill. (2n-2x-24) เป็นพืชในอันดับ (Order) Polemoniales วงศ์ (Family) Solanaceae สกุล (Genus) *Lycopersicon* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณอเมริกาใต้แถบเปรู เอกวาดอร์ กาลาปากอส

เบลเยียม และคณะ (2541) ได้แบ่งพันธุ์มะเขือเทศออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. พันธุ์สำหรับรับประทานสด (table tomato) แบ่งออกได้ตามขนาดผลและการใช้ประโยชน์ ได้แก่ พันธุ์ผลโต นิยมใช้ทำสลัดและระดับจานอาหาร เช่น พันธุ์ฟลอราเดล มาสเตอร์ และ CL5915 ผลมีลักษณะทรงกลมแบบแอปเปิล ผลมีสีเขียว มีไหลสีเขียว ผลสุกมีสีแดงจัด ส่วนพันธุ์ผลเล็ก นิยมใช้ประกอบอาหารพื้นบ้าน เช่น สีดา ลักษณะของผลเล็ก สีชมพู ซึ่งได้รับความนิยมมากกว่าสีแดงมีรสเปรี้ยว

2. พันธุ์สำหรับส่งโรงงานอุตสาหกรรม (processing tomato) ได้แก่ พันธุ์อีเอฟ 134-1-2 ปี 502 พีโต้ 94 และเดลต้า โดยมีลักษณะเป็นพันธุ์ที่สุกพร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ มีทั้งผลเล็ก ผลกลาง และผลใหญ่ ขั้วผลหลุดจากผลได้ง่ายเมื่อผลิตผล ผลสุกมีสีแดงจัดตลอดผล เนื้อมาก น้ำน้อย มีปริมาณกรดสูง ผลแน่น เปลือกหนาและเหนียว สามารถขนส่งได้ในระยะทางไกลๆ และเก็บไว้ได้นาน

เมล็ด มีลักษณะรูปไข่แบน เปลือกหุ้มเมล็ดมีขนละเอียดสั้นสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ความยาวของเมล็ดแตกต่างกันตั้งแต่ 5-3 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีต้นอ่อนขดกลม (coiled embryo) ที่ถูกล้อมรอบด้วยอาหารสำหรับใช้เลี้ยงต้นอ่อน (endosperm) เพียงเล็กน้อย เมล็ดเริ่มงอกจะปรากฏส่วนของรากเจริญแทงสู่เบื้องล่างลงดิน ขณะเดียวกันลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ที่โค้งงอ (plumular hook) จะดันขึ้นมาบนดิน หลังจากส่วนนี้ได้รับแสงจะยืดยาวขึ้น และดึงใบเลี้ยงที่ติดอยู่ในเมล็ดขึ้นมาเหนือดิน

ราก มะเขือเทศมีระบบรากแก้ว (tap root system) ที่เจริญเติบโตได้รวดเร็วและแข็งแรง ในบางครั้งเมื่อรากแก้วถูกทำลาย มะเขือเทศจะสร้างรากแขนง (lateral roots) และรากฝอย (fibrous roots) มาทดแทนเป็นจำนวนมาก ระบบรากของมะเขือเทศจะเปลี่ยนแปลงไปตามระบบการปลูก เช่น การปลูกโดยการย้ายกล้า รากแก้วจะถูกทำลายหายไป มะเขือเทศจะสร้างรากฝอยมาแทนที่ มะเขือเทศสามารถสร้างรากพิเศษ (adventitious roots) บนต้นได้ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม

ใบ มะเขือเทศมีใบสีเขียวปนเทา ย่นและเรียว เป็นใบรวมประกอบด้วยใบย่อย 7-9 ใบ ยาว 5-10 นิ้ว ใบอยู่กันเป็นคู่ๆ ใบปลายเดี่ยว (odd pinnate) มีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น มะเขือเทศเป็นพืชหลายฤดู (perennial) แต่ปลูกกันแบบฤดูเดียว (annual) ต้นในระยะของการเจริญเติบโต มีลำต้นกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่ออายุมากขึ้น ลำต้นแข็งเป็นเหลี่ยม มีกิ่งก้านสาขาแผ่กว้าง โดยสามารถจำแนกมะเขือเทศตามลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นและตามสภาพการเกิดช่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. พันธุ์แบบไม่ทอดยอด (determinate type) ลำต้นลักษณะเป็นพุ่ม ยอดไม่ยืดยาวออกไปเรื่อยๆ ช่อดอกเกิดได้ทุกซอกของลำต้น เมื่อมีช่อดอกได้ 7-8 ช่อดอก ยอดจะหายไปกลายเป็น ช่อดอกแทน และจะออกดอกในเวลาใกล้เคียงกัน ทำให้การเก็บเกี่ยวสามารถทำได้พร้อมกัน

2. พันธุ์แบบทอดยอด (indeterminate type) ลำต้นมีลักษณะเลื้อย ไม่มีดอกที่ปลายยอดต้นจะยืดสูงออกไปเรื่อยๆ ช่อดอกเกิดทุก 3 ซอก การปลูกมะเขือเทศพันธุ์นี้นิยมทำค้าง เพื่อช่วยให้ผลมีคุณภาพดี ไม่เป็นดิน ไม่เป็นดิน ไม่ถูกทำลายจากความชื้นและโรคแมลงในดิน

ช่อดอก มะเขือเทศมีช่อดอกที่เรียกว่า ทรัสส์ (truss) หรืออินฟลอเรสเซนซ์ (inflorescence) หรือ คลัสเตอร์ (cluster) มีลักษณะการจัดเรียงช่อดอกบนช่อแบบ โมโนแชเซียล ซิม (monochasial cyme) เนื่องจากช่อดอกประกอบด้วยดอกเดี่ยวในแต่ละช่อ ช่อดอกสามารถแตกช่อได้ตั้งแต่ 1 ช่อขึ้นไป และจะแตกช่อถัดไปบนก้านช่อดอกก่อน ช่อดอกหนึ่งมี 4-5 ดอก

ดอก มะเขือเทศมีดอกที่มีลักษณะกลีบดอก (petal) มี 5 กลีบ สีเหลืองสดใส โค้งงอและเป็นรูปใบหอก (broadly lanceolate) และมีกลีบเลี้ยง (sepal) สีเขียวจำนวน 5 กลีบ ซึ่งติดอยู่จนกระทั่งเป็นผล เกสรตัวผู้ประกอบด้วยอับเรณู (stamen) มีรูปร่างยาวจำนวน 5 อัน เชื่อมติดกับฐานของ corolla ทำให้เกิดเป็นรูปกรวยล้อมรอบ pistil ส่งให้ยอดเกสรตัวเมียอยู่ในแนวระดับใกล้เคียงกับปลายอับเรณู

การพัฒนาส่วนยอด หลังจากที่เมล็ดมะเขือเทศงอกและต้นใบเลี้ยงมาสู่อากาศแล้ว ใบเลี้ยงจะขยายขนาดของใบอย่างรวดเร็ว และใบจริงเริ่มปรากฏให้เห็นที่จุดเจริญ ซึ่งอยู่ตรงจุดเชื่อมของโคนก้านใบเลี้ยงทั้งสอง จุดเจริญนี้ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่สามารถเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเห็นเซลล์จุดเจริญก่อนเป็นรูปโดม (dome) อยู่ตรงส่วนกลางที่ถูกโอบล้อมด้วยกลุ่มเซลล์รูปเขาวัวซึ่งจะพัฒนาไปเป็นใบ หลังจากนั้นบริเวณรอบโดมจะสร้างลำต้นและใบคู่ต่อไปขึ้นมาใหม่ ซึ่งในที่สุดเห็นเป็นการจัดเรียงของใบบนลำต้น หลังจากมะเขือเทศเจริญเติบโตจนได้ใบ 3-5 คู่ จุดเจริญจะเปลี่ยนรูปร่าง ต้นโดมสูงขึ้นให้ส่วนยอดแบนและเจริญเป็นกลุ่มตาดอก ซึ่งสุดท้ายจะพัฒนาเป็นช่อดอกแรก การพัฒนาส่วนของลำต้นยังคงเกิดขึ้นต่อไปโดยการสร้างโดมใหม่จากส่วนข้างของจุดเจริญเดิมที่ไม่ได้พัฒนาเป็นตาดอก หลังจากนั้นโดมใหม่จะเปลี่ยนรูปร่างเป็นตาดอกช่อใหม่สลับกันไปจนกว่าลำต้นจะหยุดการเจริญเติบโตทางส่วนยอด

ผล มะเขือเทศมีผลเดี่ยวแบบ fleshy berry รูปร่าง ขนาด และสีไม่แน่นอนแล้วแต่พันธุ์ เมล็ดคอยู่ภายใน fleshy mesocarp เมล็ดติดอยู่บนผนังรังไข่ (placenta) แบบ axial ภายในช่องว่างของผล ทรงผลมีตั้งแต่กลมจนถึงกลมรี สีของผลขึ้นอยู่กับเม็ดสี (pigment) 2 ชนิด คือ lycopene และ carotene ซึ่งทำให้เกิดสีเหลือง แดง ส้ม และน้ำตาลอ่อน เมื่อผ่าผลดูจะพบภายในผลแบ่งเป็นช่อง (locule) ตั้งแต่ 2-15 ช่อง ภายในช่องนี้จะเป็นที่อยู่ของเมล็ด ซึ่งมีขนาดเล็กและถูกล้อมรอบด้วยวุ้น (สมภพ จูติระวสันต์, 2530)

ในการเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศสามารถใช้สิ่งต่างๆเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เช่น ความแน่นเนื้อของผล (firmness) และที่สำคัญซึ่งใช้กันโดยทั่วไปได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีของผลซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนกว่าสิ่งอื่นๆ ระยะเวลาสุกของมะเขือเทศแบ่งออกได้ดังนี้ (Barrett et al. 1998)

1. green ผลมีสีเขียว
2. breaker สีผลเริ่มมีสีชมพู แดง หรือเหลือง เกิดขึ้นมองเห็นได้ แต่มีสีไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของทั้งผล
3. turning สีผลเริ่มมีสีชมพู แดง หรือเหลือง เกิดขึ้นมองเห็นได้ ตั้งแต่ 10-30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งผล
4. pink สีผลเริ่มมีสีชมพู แดง มากกว่า 30 แต่ไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งผล
5. light red ผลมีสีแดงชมพูหรือแดง มากกว่า 60 แต่ไม่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งผล
6. red ผลมีสีแดงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

การผสมเกสร

มะเขือเทศเป็นพืชที่มีการผสมตัวเอง (self pollination crops) และมีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามตามธรรมชาติ (natural cross pollination) อยู่ระหว่าง 0-5 เปอร์เซ็นต์ อับเรณู (stamen) เปิดหลังจากดอกบานประมาณ 24-48 ชั่วโมง โดยจะแตกตามยาว จากนั้นละอองเกสรตัวผู้จะตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย แล้ว pollen tube จะงอกอย่างช้าๆ อุนทุมุมที่เหมาะสมสำหรับการงอกอยู่ระหว่าง 70-85 องศาฟาเรนไฮต์ โดยอุนทุมุม 70 องศาฟาเรนไฮต์ จะเหมาะสมที่สุด การผสมพันธุ์ระหว่างละอองเกสรตัวผู้กับไข่จะไม่เสร็จสมบูรณ์จนกว่า 50 ชั่วโมงหลังการถ่ายละอองเกสร จากลักษณะดอกและการที่เกสรตัวเมียพร้อมที่จะรับการผสม 1-2 วันก่อนอับเรณูจะแตก จึงทำให้มะเขือเทศมีการผสมตัวเองมากกว่าผสมข้าม

ผลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ

Thomson และ Kelly (1957) อ้างโดย นำทรัพย์ ณ นาน (2536) รายงานถึงผลของอุณหภูมิและแสงต่อมะเขือเทศไว้ดังนี้ อุณหภูมิสูงทั้งกลางวันและกลางคืนมะเขือเทศจะเติบโตเร็ว ลำต้นยาวเร็วขึ้น การเติบโตของผลเร็วขึ้น เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นจำนวนผลมีน้อย น้ำหนักและความยาวของช่อดอกน้อยลง น้ำหนักของราก ลำต้น ใบ น้อยลง ผลผลิตน้อยกว่าเพราะช่อสั้นกว่า จำนวนตาที่เกิดและ opening bud น้อยทำให้จำนวนผลน้อยด้วย อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตปานกลาง แต่ได้ผลดีคืออุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน ส่วนอุณหภูมิกกลางคืนอยู่ในระหว่าง 11-17 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกกลางคืนควรต่ำกว่าอุณหภูมิกกลางวันอย่างน้อย 6 องศาเซลเซียส (Abdalla and Verkerk, 1968) และจากการศึกษาต่อมาก็ได้รายงานเช่นเดิมอีกว่า ความเข้มแสงสูง อุณหภูมิสูงกว่า 23 องศาเซลเซียส จะทำให้การเจริญเติบโตเร็วและเก็บเกี่ยวได้ผลเร็ว แต่ผลผลิตทั้งหมดต่ำกว่าปกติ

นอกจากนี้มะเขือเทศร่วงได้เมื่อได้รับอุณหภูมิสูง อาจเนื่องมาจากส่นปลายของอับเกสรตัวผู้แห้งและไม่แตก จึงไม่สามารถปล่อยละอองเกสรตัวผู้ออกมาได้ กลุ่มของอับเกสรตัวผู้ไม่ติดกันเป็นกรวยหุ้มยอดเกสรตัวเมียไว้ และการที่ก้านเกสรตัวเมียยาวเลยส่วนของอับเกสรตัวผู้ ทำให้ละอองเกสรตัวผู้ตกบนเกสรตัวเมียมีน้อย (Abdalhafeez and Verkerk, 1969; Ahmadi and Stevens, 1979) ดอกมะเขือเทศที่มีก้านเกสรตัวเมียยาวเลยกลุ่มอับเกสรตัวผู้พบมากในพันธุ์ไม่ทนร้อน เช่น พันธุ์ Hosen-Eilon มีดอกที่มีลักษณะดังกล่าว 40 เปอร์เซ็นต์ของดอกทั้งหมด ดอกที่มีก้านเกสรตัวเมียยาวเลยอับเกสรตัวผู้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ไม่ติดผล (Levy *et al.* 1978) มะเขือเทศที่ปลูกที่อุณหภูมิกกลางวัน 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกกลางคืน 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิกกลางวัน 22 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกกลางคืน 18 องศาเซลเซียส มีละอองเกสรตัวผู้บนเกสรตัวเมีย เฉลี่ย 17 pollens และ 65 pollens ตามลำดับ (Abdalla and Verkerk, 1968)

จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้การติดผลของมะเขือเทศลดลงเมื่อปลูกในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง คือจะติดผล 1-3 ผลต่อช่อ เมื่อปลูกมะเขือเทศที่อุณหภูมิกกลางวัน 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกกลางคืน 25 องศาเซลเซียส และมะเขือเทศที่ปลูกภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิกกลางวัน 22 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกกลางคืน 10 องศาเซลเซียส มี 3-6 ผลต่อช่อ (Abdalla and Verkerk, 1968)

อิทธิพลของออกซิน (Auxin) กับการติดผล

ออกซินเป็นอินทรีย์สารหรือฮอร์โมนพืชที่ทำให้มีการยืดขนาดของเซลล์ ทำให้เกิดการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังส่งเสริมการพัฒนารูปร่างของผล โดยออกซินจะสังเคราะห์ที่ pollen, เอนโดสเปิร์ม (endosperm) และเอมบริโอ การพัฒนารูปร่างของผลจะเริ่มต้นจากการถ่ายละอองเกสร เมื่อสิ้นสุดการถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละอองเกสรก็เริ่มต้นการเจริญเติบโตของรังไข่ เป็นจุดเริ่มต้นของการติดผล และการพัฒนาของผล ขึ้นอยู่กับออกซินที่ผลิตจากเอนโดสเปิร์ม และต่อจากนั้นออกซินที่ผลิตในเอมบริโอจะเป็นแหล่งออกซิน ที่ช่วยในการส่งเสริมการพัฒนาของผล (สมพร ณ นคร, 2546)

Audus (1953) รายงานว่า การใช้ฮอร์โมนเพื่อช่วยให้มะเขือเทศติดผลนั้น ถ้าต้องการผลที่ไม่มี เมล็ดต้องฉีดที่ช่อดอกก่อนดอกบาน ถ้าฉีดในระยะที่ดอกบานรังไข่จะได้รับฮอร์โมนอย่างสมบูรณ์ และ ดอกบางดอกอาจติดผลเองตามธรรมชาติ และมีเมล็ด และการใช้ NOA จะทำให้ได้มะเขือเทศที่มี คุณภาพดีกว่า 2,4 dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D)

จรัส ลิมอรุณ (2508) ศึกษาการทดลองฉีดฮอร์โมนชนิดต่างๆ พบว่า การใช้ PCPA ความเข้มข้น 30 ppm. และ NOA ความเข้มข้น 80 ppm. สามารถทำให้มะเขือเทศมีผลผลิตดีกว่าการไม่ฉีด ฮอร์โมนถึง 6 เท่า

พีรเดช ทองอำไพ (2529) กล่าวว่า ออกซินมีคุณสมบัติป้องกันผลร่วงและเพิ่มการติดผล มี ออกซินหลายชนิดที่ช่วยเพิ่มการติดผลได้ เช่น NAA 2,4-D และ 4-CPA ช่วยเพิ่มการติดผลในมะเขือเทศ พริก และ ส้มเขียวหวาน นอกจากนี้ สารพวก NAA ยังช่วยป้องกันการหลุดร่วงของผลก่อนกำหนดของไม้ผลบางชนิด เช่น ส้ม องุ่น และ มะม่วง

นอกจากนี้การใช้ NAA ความเข้มข้น 10-50 ppm. ฉีดพ่นแก่มะเขือเทศ ขณะดอกบานโดยจุ่ม ดอกลงในสารละลาย จะช่วยให้ผลคงอยู่บนต้นยาวนานยิ่งขึ้น และถ้าหากต้องการผลิตมะเขือเทศไม่มี เมล็ด ให้ฉีดพ่น NAA ความเข้มข้น 50 ppm. ก่อนทำการผสมเกสร (CCA Biochemical Co, Inc., 1988)

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีภายในผลมะเขือเทศ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) เป็นกากหรือของแข็งแห้งที่เหลืออยู่หลังจากน้ำระเหย ออกไปหมดแล้ว ของแข็งทั้งหมดและปริมาณกรดทั้งหมดมีความสำคัญกับมะเขือเทศ มะเขือเทศที่มี ปริมาณของแข็งทั้งหมดเกินกว่า 5.5 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 8.5 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ใน ช่วง 0.35-0.55 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดังกล่าวเป็นที่ต้องการสำหรับอุตสาหกรรมมะเขือเทศแปรรูป (Binoy et al. 2004)

ปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acidity) กรดอินทรีย์ (organic acid) มีความสำคัญต่อ รสชาติของผลผลิตมะเขือเทศและยังมีความสำคัญต่อการแปรรูป กรดอินทรีย์ที่สำคัญในมะเขือเทศ ได้แก่ กรดซิตริก รองลงมาคือ กรดมาลิก (Davies and Hobson. 1981) ปริมาณกรดที่ตรวจวัดได้ใน ผลมะเขือเทศจะมีความแตกต่างกันไป Dalal et al. (1966) รายงานว่า ปริมาณกรดในผลมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเพิ่มสูงสุดในขณะที่ผลเริ่มเป็นสีชมพูและจะลดลงเมื่อผลสุกเต็มที่ แต่ Brecht *et al.* (1976) รายงานว่า ผลมะเขือเทศที่เก็บเกี่ยวในระยะผลมีสีแดงเต็มที่ มีปริมาณกรดที่โตเตรทได้สูงกว่าผลมะเขือเทศที่เก็บเกี่ยวได้ในระยะผลแก่จัดสีเขียว ขณะที่ Al-Shabani and Greig. (1979) พบว่า การเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศในระยะต่างๆ จะมีปริมาณของกรดที่ตรวจวัดได้ไม่แตกต่างกัน

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีผลต่อการทำงานของ invertase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนน้ำตาลซูโครส (reducing sugar) ไปเป็นกลูโคสและฟรุคโตส Bucheli and Devaud (1994) ทำการศึกษาการสะสมน้ำตาลและกิจกรรมของ invertase ในระหว่างการพัฒนาของผลมะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ พบว่า ระยะผลสุกสีแดง มะเขือเทศสายพันธุ์ A มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ B 38 เปอร์เซ็นต์ และกิจกรรมของ invertase สูงกว่าสายพันธุ์ B ถึง 2 เท่า ซึ่งให้เห็นว่าปริมาณน้ำตาลที่ตรวจวัดได้มากกว่าเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของ invertase ที่มีมากกว่าเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า invertase สามารถทำงานได้ในช่วง pH 3.5-7.0 และเกิดกิจกรรมได้ดีที่สุดเมื่อ pH เท่ากับ 5 แต่เมื่อ pH เท่ากับ 1.6 จะทำให้ invertase เกือบทั้งหมดไม่สามารถทำงานได้ (Pressey. 1994)

น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) น้ำตาลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีผลต่อรสชาติของมะเขือเทศและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลมะเขือเทศมีอยู่ประมาณ 1.5-4.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด หรือเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณของแข็งทั้งหมด ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นน้ำตาลประเภทรีดิวซ์ (Hobson and Davies. 1971) ที่สำคัญและมีปริมาณมาก คือ ดี-ฟรุคโตส และ ดี-กลูโคส ซึ่งทำให้ผลมะเขือเทศมีรสหวาน (Davies and Hobson. 1981)

วิตามินซี (vitamin C) ผลมะเขือเทศจัดว่าเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญ ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในผลแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 5 – 70 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักผลสด 100 กรัม ซึ่งแล้วแต่พันธุ์ (Hobson and Davies. 1971) ขณะที่ผลแก่ปริมาณกรดแอสคอร์บิกเพิ่มขึ้น และมีปริมาณสูงสุดในระยะก่อนที่ผลจะสุกมีสีแดงเต็มที่ (Dalal *et al.* 1966)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในห้องเรียน

- 1.1 เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมชั่วที่ 2 ของ CL 5915-93 X สีดาทิพย์3
- 1.2 ถาดเพาะเมล็ด
- 1.3 กระถางพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
- 1.4 α -naphthalenacetic acid (NAA) ความเข้มข้น 0, 60, 80 และ 100 ppm.
- 1.5 เครื่องเขย่าช่อดอก (Vibrator)
- 1.6 สารเคมีป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช
- 1.7 ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก

2 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- 2.1 ผลมะเขือเทศที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ผลเริ่มมีสีแดงทั้งผล
- 2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เคมีภายในผล โซเดียมไฮดรอกไซด์ ฟีนอล์ฟธาไลน์ แอสคอบิก ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล กรดเมตาสฟอสฟอริก กรดซิติค โซเดียมโบคาร์บอเนต เอทานอล คอปเปอร์ซัลเฟต โปแตสเซียมโซเดียมทาร์เตรต และน้ำกลั่น
- 2.3 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ กระบอกตวง บีกเกอร์ ปีเปตต์ ขวดแก้วรูปชมพู่ บิวเรต และถ้วยแก้วคูลิเบิล
- 2.4 อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ ตู้อบความร้อน (hot air oven) (เตาเผาความร้อนสูง เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ภาชนะป้องกันความชื้น (aluminum can) โถดูดความชื้น (desicator) แอสตรีแฟกโตมิเตอร์ (hand refractometer) และ กระดาษกรอง

วิธีดำเนินการ

เรือนทดลอง

(1) การเพาะต้นกล้าและการดูแลรักษา โดยเพาะเมล็ดมะเขือเทศ เมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2547 ใช้วัสดุเพาะทรายกับขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร คลุกเคล้าให้เข้ากัน วัสดุเพาะต้องนำไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำวัสดุเพาะใส่ลงในถาดเพาะเมล็ด หยอดเมล็ดมะเขือเทศลูกผสมหลุมละ 2 เมล็ด พร้อมทั้งพ่นยากันราไดโพล

แทน อัตราส่วน 2-3 ซ่อนแกต่อน้ำ 20 ลิตร และใช้ปุ๋ยน้ำสูตร 10-52-17 (20 มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร) พ่นบางๆทั่วภาคเพาะเมล็ด และพ่นน้ำตาม เมื่อต้นกล้าอายุได้ 10 วัน จึงทำการย้ายต้นกล้าจากภาคเพาะลงถุงพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว โดยใช้ดินผสมเป็นวัสดุปลูก การดูแลทำได้โดยพ่นปุ๋ยน้ำสูตร 10-52-17 อัตรา 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร และพ่นยาฆ่าแมลงอไซดริน อัตรา 20 ซ่อนแกต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกๆ 5-6 วัน

(2) การปลูก เมื่อต้นกล้าอายุได้ 25-30 วัน จึงทำการคัดเลือกเอาเฉพาะต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันและมีความสม่ำเสมอ แล้วย้ายกล้าที่คัดเลือกนั้นลงกระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว โดยใช้ดินผสม ทราย ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1:0.5 เป็นวัสดุปลูก และหลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 10 วัน ทำการรดปุ๋ยสูตร 21-21-21 อัตราส่วน 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกๆ 7 วัน ฉีดยาป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งทำค้าง พูนโคน และควบคุมทรงต้นมะเขือเทศทุกต้น โดยทำการเด็ดตาข้างนับจากโคนขึ้นไป และหยุดเด็ดปล่อยให้มะเขือเทศแตกตาข้างได้อย่างอิสระ นับตั้งแต่ตาข้างที่อยู่ต่ำกว่าช่อดอกแรกขึ้นไป

(3) การเขย่าช่อดอก การเขย่าช่อดอกจะทำเพียง 1 ครั้ง โดยการนำเครื่องเขย่า (vibrator) ไปแตะที่ก้านดอกของดอกที่ระยะก่อนดอกบาน 1 วัน และทำการเขย่าเป็นเวลานาน 15 วินาที จากนั้นตามด้วยการพ่นฮอร์โมน (ข้อ 4)

(4) การพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต ให้พ่นทางด้านหลังของดอกจำนวน 6 ครั้ง คือ ก่อนดอกบาน 1 วัน และฉีดทุกวันที่ 2, 5, 8, 11 และ 14 วัน โดยการฉีดครั้งแรกจะกระทำภายหลังการเขย่าก้านดอกทันที การฉีดจะทำตอนเช้าระหว่างเวลา 7.00 น. ถึง 9.00 น. แล้วใช้ไหมพรมผูกที่ก้านดอกที่ได้รับการฉีด แต่ละวิธีการทดลองกระทำ 4 ซ้ำๆละ 6 ช่อดอกต่อต้น โดยใน 1 ช่อจะกำหนดให้มี 4 ดอก ดอกที่เกินมาจะทำการเด็ดทิ้ง

การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในเรือนทดลอง

- 1) ขนาดผล วัดความยาวเป็นเซนติเมตรจากขั้วถึงปลายผล และวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล
- 2) น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม) โดยชั่งน้ำหนักต่อผล (กรัม)
- 3) เปอร์เซ็นต์การติดผล คำนวณจาก
$$\frac{\text{จำนวนผลที่เกิดขึ้น}}{\text{จำนวนดอกที่ได้รับทริตเมนต์ (24 ดอก)}} \times 100$$
- 4) จำนวนช่อง (locule) และช่องว่างภายในผล โดยผ่าผลมะเขือเทศตามขวางแล้วนับจำนวนช่อง และช่องว่างภายในผล

การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

โดยเก็บเกี่ยวตัวอย่างผลมะเขือเทศในระยะที่เริ่มมีผลสุกสีแดงทั้งผล มาวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- 1) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) (เปอร์เซ็นต์)
- 2) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids)(องศาบริกซ์)
- 3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- 4) ปริมาณกรดทั้งหมด (total titrable acidity) (เปอร์เซ็นต์)
- 5) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร)
- 6) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)(มิลลิกรัม D-glucose/ กรัม น้ำหนักแห้ง)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

- 1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด

นำมะเขือเทศแต่ละสายพันธุ์จำนวน 1 000 กรัม มาทำการปั่นและสุมซังน้ำหนัก 50 กรัม ใส่ในกระป๋องหาคความชื้นที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นนำไปอบในตู้อบโดยวิธีการอบด้วยอุณหภูมิต่ำคงที่ ที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 17 ± 1 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดจึงนำออกมาปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วจึงชั่งน้ำหนักและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

- 2) การหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

นำมะเขือเทศ 20 ผล มาทำการปั่นให้ละเอียดแล้วกรองเอาเฉพาะน้ำมะเขือเทศใส่ลงในบีกเกอร์ จากนั้นนำมาตรวจปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย แสตนดรีแฟรกโตมิเตอร์ (hand refractometer) และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้

- 3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

โดยนำผลมะเขือเทศ 50 กรัม มาทำการปั่น แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้

4) การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด

ซึ่งผลมะเขือเทศมา 50 กรัม และน้ำกลั่นที่ต้มเดือดแล้วปล่อยให้เย็นจำนวน 50 มิลลิลิตร แล้วทำการปั่นมะเขือเทศกับน้ำกลั่น จากนั้นกรองเก็บของเหลวที่กรองไว้ วัดปริมาตรทั้งหมดที่กรองได้ แล้วจึงบีบเปิดของเหลวที่กรองได้จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในพลาสติก หยดฟีนอล์ฟธาไลน์ลงไป 2-3 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานเข้มข้น 0.1 นอร์แมล จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลายในพลาสติกเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดเทียบเป็นกรดซิตริก โดยน้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริกเท่ากับ 64 โดยวิธี A.O.A.C.(1995) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด} = \frac{(A)(B)(\text{น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดซิตริก})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ml.)
B = ความเข้มข้นของสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N.)

5) การวิเคราะห์หาวิตามินซี

การเตรียมสารละลายกรดที่ใช้สกัด โดยชั่งกรดฟอสฟอริก 15 กรัม แล้วละลายในกรดอะเซตริก 40 มิลลิลิตร และน้ำ 200 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร การเตรียมสารละลายอินโดฟีนอล โดยละลายเกลือโซเดียม (indophenol) 50 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนต 42 มิลลิกรัม เติมน้ำให้ครบ 200 มิลลิลิตร และการเตรียมสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน (ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) โดยละลายกรดแอสคอร์บิก 50 มิลลิกรัมด้วยสารละลายกรดที่ใช้สกัด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร

เมื่อต้องการทำการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ให้ชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะเขือเทศ 50 กรัม นำมาปั่นรวมกับสารละลายกรดที่ใช้สกัดจำนวน 50 มิลลิลิตร บั๊นนานประมาณ 3 นาที จากนั้นกรองโดยใช้ผ้าขาวบางเพื่อเก็บของเหลวที่กรองเอาไว้ แล้วจึงบีบเปิดของเหลวที่กรองได้จำนวน 10 มิลลิลิตรใส่ลงในพลาสติก แล้วทำการไตเตรทสารละลายในพลาสติกด้วยสารละลายอินโดฟีนอล จนกระทั่งเป็นสีชมพูอ่อนนานกว่า 15 วินาที ทำการบันทึกปริมาตรของอินโดฟีนอลที่ใช้

การทำ blank ไม่ใช้ตัวอย่างมะเขือเทศและดำเนินการโดยใช้สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน 2 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสค์ เติมสารละลายที่ใช้กรด 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน แล้วทำการไตเตรทด้วยสารละลายอินโดฟีนอล จนกระทั่งเป็นสีชมพูอ่อน จุดปริมาตรของอินโดฟีนอลที่ใช้ โดย ใช้สูตรในการคำนวณ ของ A.O.A.C.(1995)

$$\text{มิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิก/ของเหลวที่สกัดได้ 100 มิลลิลิตร} = (X-B)(F/E)(V/Y) \times 100$$

- โดย X = ปริมาณของ dye solution ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง
- B = ปริมาณเฉลี่ยของ dye solution ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง
- F = mg.equivalent ascorbic acid/1ml. Dry solution
- E = ปริมาณของสารละลายวิตามินซีมาตรฐานที่ใช้
- V = ปริมาณสารละลายที่ใช้ไตเตรท
- Y = ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ใช้ไตเตรท

6) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

โดยใช้ส่วนเนื้อของผลรวมทั้งเมล็ดซึ่งอบในตูบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้งสนิท บดให้ละเอียดและชั่งน้ำหนักมะเขือเทศแห้ง 0.05 กรัม ใส่ลงในฟลาสค์แล้วเติม 50% ethanol จำนวน 20 มิลลิลิตร ปิดปากฟลาสค์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง โดยเขย่าฟลาสค์ทุก 30 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดจึงนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman # 42 จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายที่กรองได้ให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Nelson's reducing sugar procedures (A.O.A.C. 1975) ผลการวิเคราะห์ที่ได้เทียบเท่ากับมิลลิกรัมดิกลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

การวางแผนการทดลอง

ศึกษาอิทธิพลของการใช้ฮอร์โมนร่วมกับการขยายช่อดอกที่มีผลต่อการติดผลของมะเขือเทศ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยจัดสิ่งทดลองแบบ factorial experiment ศึกษา 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 การขยายช่อดอก มี 2 ระดับ คือ

1. ไม่ขยายที่ดอก
2. ขยายที่ดอกก่อนดอกบาน 1 วัน จำนวน 1 ครั้ง นาน 15 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของสารเคมี 4 ระดับ คือ

1. NAA 0 ppm.(น้ำกลั่น)
2. NAA 60 ppm.
3. NAA 80 ppm.
4. NAA 100 ppm.

หน่วยทดลองทั้งหมดมี 2X4 treatment combination จำนวน 4 ซ้ำ (ใช้มะเขือเทศ 1 ต้นต่อ 1 กระถางต่อ 1 ซ้ำ)

สถานที่ทำการทดลอง

เพาะต้นกล้า ทดสอบอิทธิพลของฮอร์โมน และการเขย่าช่อดอกมะเขือเทศในเรือนทดลอง ที่เรือนทดลอง ภาควิชาพืชสวน

ตรวจสอบเคมีภายในผล ที่ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพืชสวน

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2547– 20 ธันวาคม 2548 รวมระยะเวลา 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ลักษณะทางด้านผล

ช่อดอกมะเขือเทศระยะก่อนดอกบาน 1 วัน ที่ไม่เขย่าช่อดอกหรือถูกเขย่าช่อดอก แล้วได้รับ NAA ความเข้มข้น 0, 60, 80 และ 100 ppm. ที่ดอกทุกๆ 3 วัน จำนวน 6 ครั้ง เมื่อเก็บเกี่ยวผลที่ระยะสุกแดงทั้งผล เพื่อนำไปตรวจวัดลักษณะทางด้านผล พบว่า มีรายละเอียดดังนี้

ความกว้างของผล พบว่า ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา โดยช่อดอกที่ไม่ได้รับการเขย่าและไม่ได้รับ NAA ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของผลสูงสุด คือ 3.89 เซนติเมตร รองลงมาคือ เขย่าแต่ไม่ได้รับ NAA 3.79 เซนติเมตร ขณะที่การใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm.เพียงอย่างเดียวมีความกว้างของผลต่ำสุด 3.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenetic acid (NAA) ที่มีต่อความกว้าง (เซนติเมตร) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	3.89	3.79	3.84
60	3.56	3.73	3.65
80	3.60	3.69	3.65
100	3.20	3.29	3.25
ค่าเฉลี่ย	3.56	3.63	3.59

ความยาวของผล พบว่า การเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA จะทำให้ผลมีขนาดความยาวแตกต่างกัน โดยช่อดอกที่ถูกเขย่าและได้รับ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. ให้ค่าเฉลี่ยความยาวของผลสูงสุด คือ 3.89 เซนติเมตร รองลงมาคือ ไม่เขย่าและไม่ได้รับ NAA 3.79 เซนติเมตร ขณะที่การเขย่าร่วมกับใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm.มีความยาวของผลต่ำสุด 2.72 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

น้ำหนักของผล พบว่า ช่อดอกที่ไม่เขย่าและไม่ใช้ NAA มีน้ำหนักต่อผลสูงสุด 29.72 กรัม รองลงมาคือ ช่อดอกที่ถูกเขย่าและได้รับ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. 26.85 กรัม ส่วนช่อดอกที่ถูกเขย่าและได้รับ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. มีน้ำหนักต่อผลต่ำสุด 18.29 กรัม (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อความยาว (เซนติเมตร) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	3.19	3.03	3.11
60	2.99	3.50	3.24
80	3.03	3.02	3.03
100	2.98	2.72	2.85
ค่าเฉลี่ย	3.05	3.06	3.06

ตารางที่ 3 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (กรัม) ของมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	29.72	25.86	27.79
60	22.01	26.85	24.43
80	24.60	25.89	25.24
100	18.83	18.29	18.56
ค่าเฉลี่ย	23.79	24.22	24.01

เปอร์เซ็นต์การติดผล พบว่า การเขย่าช่อดอกและ/หรือการใช้ NAA จะทำให้ผลการติดผลดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกที่ไม่เขย่าและไม่ได้รับ NAA โดยช่อดอกที่ถูกเขย่าและ/หรือการใช้ NAA 60, 80 หรือ 100 ppm. มีการติดผลตั้งแต่ 91.67- 98.96 เปอร์เซ็นต์ขณะที่ช่อดอกที่ไม่เขย่าและไม่ได้รับ NAA มีการติดผลต่ำสุด 51.04 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางด้านภายในผล พบว่า มีแนวโน้มว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ทำให้จำนวนช่องเพิ่มขึ้น และการเขย่ามีผลต่อการเพิ่มจำนวนช่องภายในผล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

เมื่อทำการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ตั้งแต่ 60 ppm. ขึ้นไปจะมีจำนวนช่อกที่ตรวจวัดได้ เท่ากับ 6 (ตารางที่ 5 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 4 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	51.04	65.63	58.33
60	91.67	96.88	94.27
80	98.96	98.96	98.96
100	98.96	98.96	98.96
ค่าเฉลี่ย	85.16	90.10	87.63

ตารางที่ 5 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อจำนวนช่อก(locule) และช่องว่างภายในผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	จำนวน locule		ช่องว่างภายในผล (%)	
	การเขย่าช่อดอก		การเขย่าช่อดอก	
	ไม่เขย่า	เขย่า	ไม่เขย่า	เขย่า
0	3	5	0	0
60	3	6	0	0
80	4	6	0	25
100	4	6	25	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางเคมีภายในผล

ช่อดอกมะเขือเทศระยะก่อนดอกบาน 1 วัน ที่ไม่เขย่าช่อดอกหรือถูกเขย่าช่อดอก แล้วได้รับ NAA ความเข้มข้น 0, 60, 80 และ 100 ppm. ที่ดอกทุกๆ 3 วัน จำนวน 6 ครั้ง เมื่อเก็บเกี่ยวผลที่ระยะสุกแดงทั้งผล เพื่อนำไปตรวจวัดลักษณะทางเคมีภายในผล พบว่า มีรายละเอียดดังนี้

จากการตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่า การเขย่าช่อดอกรวมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 80 ppm. มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ตรวจวัดได้สูงสุด 7.771 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ การเขย่าช่อดอกรวมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. 7.599 เปอร์เซ็นต์ และเขย่าช่อดอกเพียงอย่างเดียว 7.171 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเขย่าช่อดอกรวมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ตรวจวัดได้ต่ำสุด 5.813 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	6.891	7.171	7.03
60	6.233	7.599	6.92
80	7.771	6.431	7.10
100	6.279	5.813	6.05
ค่าเฉลี่ย	6.79	6.75	6.77

เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่า การเขย่าช่อดอกเพียงอย่างเดียว มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุด 7.5 องศาบริกซ์ รองลงมาคือ ไม่เขย่าช่อดอกและไม่ใช้ NAA 7.3 องศาบริกซ์ และมีแนวโน้มว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง (ตารางที่ 7)

ส่วนการตรวจวัด pH ไม่พบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยศึกษา โดยค่า pH อยู่ระหว่าง 4.18-4.22 แสดงว่าการตอบสนองต่อการเขย่าของดอกมะเขือเทศที่ได้รับ NAA ทั้ง 4 ระดับความเข้มข้น เท่ากัน (ตารางที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	7.3	7.5	7.43
60	6.5	7.3	6.93
80	5.1	4.7	4.93
100	5.3	4.5	4.93
ค่าเฉลี่ย	6.08	6.03	6.05

ตารางที่ 8 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อ pH ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	4.18	4.21	4.20
60	4.18	4.21	4.20
80	4.20	4.21	4.20
100	4.20	4.22	4.21
ค่าเฉลี่ย	4.19	4.21	4.20

เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมด พบว่า การเขย่าช่อดอกเพียงอย่างเดียว และการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด 0.456 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 80 ppm. 0.398 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดลดลง (ตารางที่ 9)

จากการตรวจวัดปริมาณวิตามินซี พบว่า ช่อดอกที่ไม่ได้รับการเขย่าและไม่ได้รับ NAA มีปริมาณวิตามินซี สูงสุด 66.14 มิลลิกรัม/น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร รองลงมาคือ ช่อดอกที่ได้รับ

NAA ความเข้มข้น 60 ppm. เพียงอย่างเดียว 57.51 มิลลิกรัม/น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร ส่วนการเขย่าวรร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. มีปริมาณวิตามินซีต่ำสุด 30.35 มิลลิกรัม/น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ผลของการเขย่าวรร่วม และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าวรร่วม		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่าว	เขย่าว	
0	0.389	0.456	0.42
60	0.342	0.456	0.40
80	0.350	0.398	0.37
100	0.330	0.333	0.33
ค่าเฉลี่ย	0.35	0.41	0.38

ตารางที่ 10 ผลของการเขย่าวรร่วม และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าวรร่วม		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่าว	เขย่าว	
0	66.14	55.59	60.86
60	57.51	55.27	56.39
80	36.74	41.85	39.30
100	39.62	30.35	34.99
ค่าเฉลี่ย	50.00	45.77	47.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการตรวจวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่า ช่อดอกที่ไม่ได้รับการเขย่าและไม่ได้รับ NAA มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ สูงสุด 181.7 มิลลิกรัม D-glucose/ กรัม น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ช่อดอกที่ได้รับการเขย่าร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. 176.2 มิลลิกรัม D-glucose/ กรัม น้ำหนักแห้ง ส่วนการใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. เพียงอย่างเดียว มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำสุด 155.6 มิลลิกรัม D-glucose/ กรัม น้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลของการเขย่าช่อดอก และ α -naphthalenacetic acid (NAA) ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม D-glucose/ กรัม น้ำหนักแห้ง) ของผลมะเขือเทศ

NAA (ppm.)	การเขย่าช่อดอก		ค่าเฉลี่ย
	ไม่เขย่า	เขย่า	
0	181.7	170.7	176.17
60	169.8	176.2	173.00
80	171.1	170.0	170.53
100	155.6	163.4	159.52
ค่าเฉลี่ย	169.53	170.08	169.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ที่พ่นไปยังดอกมะเขือเทศที่ระยะก่อนดอกบาน 1 วัน เพื่อเพิ่มการติดผลและผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกในเรือนทดลอง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.9 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 22) พบว่าผลมะเขือเทศที่เกิดจากการไม่เขย่าช่อดอกและไม่ได้รับ NAA จะมีขนาดผลและน้ำหนักต่อผลมากกว่าวิธีการอื่นเล็กน้อย ส่วนการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. ทำให้ผลมะเขือเทศมีความยาวผลสูงสุด ซึ่งอาจเป็นระดับที่เหมาะสม โดยออกซินทำให้มีการยืดขนาดของเซลล์ (สมพร ณ นคร, 2546) สำหรับการใช้น้ำ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm. จะทำให้ผลมะเขือเทศมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักต่อผลน้อย และการติดผลช้ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ระดับความเข้มข้นดังกล่าวอาจสูงเกินไปและไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การติดผล พบว่า การไม่เขย่าช่อดอกและไม่ใช้ NAA มีการติดผลต่ำสุด 51.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นทำให้การติดผลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ระดับความเข้มข้น 60, 80 และ 100 ppm. มีการติดผลตั้งแต่ 96.88-98.96 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการปลุกมะเขือเทศโรงเรือนจะไม่มีกระแสลมพัดผ่านเหมือนกับการปลุกกลางแจ้ง เมื่อต้นมะเขือเทศไม่มีการเคลื่อนไหว รวมทั้งเจริญเติบโตในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเหมาะสม อาจเป็นปัจจัยจำกัดการถ่ายละอองเกสร และการติดผลของมะเขือเทศ ดังนั้นการเพิ่มการติดของผลสามารถกระตุ้นให้เพิ่มขึ้น เมื่อมีการช่วยผสมเกสรด้วยการเขย่าโดยใช้ vibrator ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่ดอก (เทพประสงค์ วรยศ และโรจน์วี ภิรมย์, 2536) ขณะเดียวกันการพ่น NAA ช่วยให้การติดผลดีขึ้น โดยอิทธิพลของออกซินมีคุณสมบัติป้องกันผลร่วงและเพิ่มการติดผล (พีระเดช ทองอำไพ, 2529) จึงทำให้การติดผลมะเขือเทศในการทดลองครั้งนี้เพิ่มขึ้น

ผลมะเขือเทศที่ได้รับ NAA ระดับความเข้มข้น 80 และ 100 ppm. พบว่ามีจำนวน locule ภายในผล และจำนวนช่องว่างภายในผลเพิ่มขึ้น และการเขย่าช่อดอกเพียงอย่างเดียว และการเขย่าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. ขึ้นไป มีแนวโน้มว่าทำให้ช่องเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการเขย่าช่อดอกกับการใช้ NAA มีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วิตามินซี และน้ำตาลรีดิวซ์ ที่ตรวจวัดได้ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลมะเขือเทศที่เกิดจากการไม่เขย่าช่อดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอกและไม่ใช่ NAA มีปริมาณเคมีภายในผลที่ตรวจวัดได้โดยรวมสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น อาจเนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำ (50 เปอร์เซ็นต์) ทำให้ใน 1 ช่อดอกมีจำนวนผลน้อย ผลมะเขือเทศจึงสามารถสะสมอาหารได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ซึ่งมีจำนวนผลต่อช่อสูงกว่า ดังนั้นเคมีภายในผลที่ตรวจวัดได้ค่อนข้างสูงกว่า ส่วนการใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. ทำให้การพัฒนาของผลจนถึงระยะผลสุกสีแดงใช้เวลานานและผลสุกไม่เต็มที่ ผลมีขนาดและน้ำหนักน้อย ดังนั้นประสิทธิภาพของการสะสมสารอาหารภายในผลจึงลดลง ซึ่งมีรายงานว่าระยะผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง จะมีการสะสมสารต่างๆในผลมะเขือเทศสูงสุด (Al-Shabani and Greig, 1979) เมื่อผลมะเขือเทศสุกปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะเพิ่มขึ้น แต่ผลที่สุกภายหลังจากการเก็บเกี่ยวก่อนที่จะสุกเต็มที่จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าผลสุกคาคัน (Hobson and Davies, 1971) และจากการทดลองครั้งนี้มีแนวโน้มว่าการที่เพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ทำให้ลักษณะทางเคมีภายในผลที่ตรวจวัดได้ลดลง

ปริมาณกรดและ pH ที่เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการเขย่าช่อดอกกับการใช้ NAA ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ปริมาณกรดและค่า pH ที่ได้อาจจะไม่สัมพันธ์กัน เนื่องจากสารแขวนลอยและบัฟเฟอร์ต่างๆในน้ำมะเขือเทศ (Gould, 1974) สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าปริมาณกรดที่ตรวจวัดได้เท่ากัน มีค่า pH ที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลของการเข้าช่อดอกและการใช้ NAA ต่อการติดผลของมะเขือเทศ ที่ปลูกในเรือนทดลอง ดังนี้

1. การที่ไม่เข้าช่อดอกและไม่พ่น NAA ทำให้ผลมะเขือเทศมีขนาดใหญ่ น้ำหนักต่อผลสูง และเคมีที่ตรวจวัดได้ภายในผลส่วนใหญ่ค่อนข้างดี แต่มีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น
2. การใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm. ให้ประสิทธิภาพในการติดผลดี แต่ผลมีขนาดเล็ก และน้ำหนักต่อผลต่ำ รวมทั้งเคมีที่ตรวจวัดได้ภายในผลต่ำกว่าวิธีอื่น
3. การเข้าช่อดอกร่วมกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 60 ppm. ให้ประสิทธิภาพในการติดผลสูงถึง 96.88 เปอร์เซ็นต์ มีช่อง (locule) ภายในผล 6 ช่อง ผลไม่กลวง รวมทั้งให้รสชาติดี เนื่องจากมีของแข็งที่ละลายได้และกรดทั้งหมดในปริมาณสูง

เอกสารอ้างอิง

- จรัส ลิมอรุณ. 2508. "การใช้สารฮอร์โมนบางชนิดช่วยให้มะเขือเทศติดผลในฤดูฝน." วิทยานิพนธ์ คณะกสิกรรมและสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทพประสงค์ วรยศ และโรจน์วี ภิรมย์. 2536. ผลของการใช้ 4-CPA และ vibrator เพื่อการติดตามผลของมะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8 (3) : 91-98.
- นำทรัพย์ ณ น่าน. 2536. "การศึกษาพันธุ์พ่อแม่และความดีเด่นในลูกผสมชั่วแรกของมะเขือเทศ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ้างถึง Thomson, H.C. and Kelly, W.C. 1957. Vegetables Crops. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- เบลเยี่ยม เจริญพานิช. 2541. เอกสารวิชาการการปลูกมะเขือเทศ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พีระเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมภพ รัฐะวสันต์. 2530. การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมพร ณ นคร. 2546. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. นครศรีธรรมราช : คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. ปริมาณและมูลค่าสินค้าส่งออกเกษตรกรรม ปี 2546 - 2547. [Online]. Available : <http://www.oae.go.th/oae/index2.php>.
- Abdalla, A.A. and Verkerk, K. 1968. "Growth, Flowering, an Fruit-set of the Tomato at High Temperature." The Netherland Journal of Agricultural Science. 16 : 71-76.
- Abdalhafreez, A.T. and Verkerk, K. 1969. "Effect of Temperature and Water-regime on the Emergence and Yield of Tomatoes." The Natherland Journal of Agricultural Science. 17 : 50-59.
- Ahmadi, A.B.E. and Stevens, M.A. 1979. "Reproductive Response of Heat-tolerant Tomatoes to High Temperature." Journal of the American Society for Horticultural Science. 104 (5) : 686-691.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Al – Shabani, A.M.H. and Greig, J.K. 1979. "Effect of Stage of Maturity, Storage and Cultivar on Some Quality Attributes of Tomatoes." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 104(6) : 880-882.
- A.O.A.C. 1995. *Official Methods of Analysis*. Virginia : Association of Official Analysis Chemists. Inc.
- A.O.A.C. 1975 . *Official Methods of Analysis*. Washington, D.C. : George Banta Co. Inc.
- Arora, S.K., Padita, M.L. and Kirti, S. 1982. "Effect of Para-chlorophenoxy Acetic Acid, Boron, Copper, Molybdenum and Zinc on the Fruit Quality of Tomato Varieties in Summer and the Rainy Season." *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 52(2) : 648-652.
- Audus, L.J. 1953. *Plant Growth Substances*. Leonard Hill Limited, London.
- Barrett, D.M., Garcia, E. and Wayne, J.E. 1998. "Textural Modification of Processing Tomatoes." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 38(3) : 173-258.
- Binoy, G., Charanjit, K., Khurdiya, D.S. and Kapoor, H.C. 2004. "Antioxidants in Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) as a Function of Genotype." *Food Chemistry* 84(1) : 45-51.
- Brecht, P.E., Bisogni, C.A. and Munger, H.M. 1976. "Effect of Fruit Portion, Stage of Ripeness and Growth Habit on Chemical Composition of Fresh Tomatoes." *Journal of Food Science* 41(4) : 945-948.
- Bucheli, P. and Devaud, S. 1994. "Sugar Accumulation in Tomato and Partial Purification of Buffer-insoluble Invertase." *Phytochemistry* 36(4) : 837-841.
- CCA Biochemical Co., INC. 1998. *User Guide of Plant Growth Regulators*. CCA Biochemical Co., INC. LA, California.
- Dalal, K.B., Salunkhe, D.K. and Olson, L.E. 1966. "Certain Physiological and Biochemical Changes in Greenhouse-Grown Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.)." *Journal of Food Science* 31(4) : 461-469.
- Davies, J.N. and Hobson, G.E. 1981. "The Constituents of Tomato Fruit, the Influence of Environment, Nutrition and Genotype." *Critical Review in Food Science and Nutrition* 15(3) : 205-280.

- Davies, P.J. 1990. *Plant Hormone and Their Role in Plant Growth and Development*.
Kluwer Academic Publishers, London.
- Gould, W.A. 1974. *Tomato Production Processing and Quality Evaluation*. Westport : The
AVI Publishing Company, INC.
- Hobson, G.E. and Davies, J.N. 1971. *The Biochemistry of Fruits and Their Products*.
London : Academic Press.
- Levy, A., Rabinowitch and Kedar, N. 1978. "Morphological and Physiological Characters
Affecting Flower Drop and Fruit Set of Tomatoes at High Temperature." *Euphytica*.
27 : 211-218.
- Pressey, R. 1994. "Invertase Inhibitor in Tomato Fruit." *Phytochemistry* 36(3) : 543-546.
- Sato, S., Peet, M.M. and Thomas, J.E. 2000. "Physiological Factors Limit Fruit Set of
Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Under Chronic, Mild Heat Stress." *Plant Cell
and Environment* 23(7) : 719-726.
- Yukinaga, H., Hirabayashi, M., Miki, N. and Sakagushi, C. 1980. "The Effect of the
Naphthoquinone Derivative 2-benzimidoyl-hydroxy-1,4- naphthoquinone on the Growth
of Tomato." *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 48(4) : 459-
467.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของขนาดความกว้างของผลมะเขือเทศที่ได้รับ การเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	1.60257188	0.22893884	3.84**
Vibration	1	0.03315313	0.03315313	0.56 ^{N.S.}
Hormone	3	1.49143438	0.49714479	8.33**
Vibration X Hormone	3	0.07798437	0.02599479	0.44 ^{N.S.}
Error	24	1.43182500	0.05965938	
Total	31	3.03439688		

C.V.(%) = 6.79

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของขนาดความยาวของผลมะเขือเทศที่ได้รับ การเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	1.71707750	0.24529679	5.94**
Vibration	1	0.00272250	0.00272250	0.07 ^{N.S.}
Hormone	3	0.81442750	0.27147583	6.57**
Vibration X Hormone	3	0.89992750	0.29997583	7.26**
Error	24	1.32240000	0.04132500	
Total	31	3.03947750		

C.V.(%) = 6.65

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

N.S. ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช็อค
ดอกพร้อมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	446.2595719	63.7513674	3.94**
Vibration	1	1.4921281	1.4921281	0.09 ^{N.S.}
Hormone	3	365.8008344	121.9336115	7.54**
Vibration X Hormone	3	78.9666094	26.3222031	1.63 ^{N.S.}
Error	24	387.9748750	16.1656198	
Total	31	834.2344469		

C.V.(%) = 16.75

ตารางที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์การติดผลมะเขือเทศที่ได้รับการ
เขย่าช็อคดอกพร้อมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	9751.357672	1393.051096	54.61**
Vibration	1	195.772578	195.772578	7.68**
Hormone	3	9271.875009	3090.625003	121.16**
Vibration X Hormone	3	283.710084	94.570028	3.71*
Error	24	612.187625	25.507818	
Total	31	10363.545297		

C.V.(%) = 5.76

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

N.S. ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลมะเขือเทศที่
ได้รับการเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	13.74158750	1.96308393	3.80**
Vibration	1	0.01280000	0.01280000	0.02 ^{N.S.}
Hormone	3	5.79671250	1.93223750	3.74 *
Vibration X Hormone	3	7.93207500	2.64402500	5.11**
Error	24	12.40750000	0.51697917	
Total	31	26.14908750		

C.V.(%) = 10.62

ตารางที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผล
มะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	44.46	6.351	690.33**
Vibration	1	0.020	0.020	2.18 ^{N.S.}
Hormone	3	41.50	13.83	1509.09**
Vibration X Hormone	3	2.94	0.98	106.91**
Error	24	0.22	0.0092	
Total	31	44.68		

C.V.(%) = 7.58

- * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- N.S. ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า pH ของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกพร้อมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	0.00549688	0.00078527	0.09 ^{N.S}
Vibration	1	0.00427813	0.00427813	0.51 ^{N.S.}
Hormone	3	0.00053438	0.00017813	0.02 ^{N.S.}
Vibration X Hormone	3	0.00068437	0.00022812	0.03 ^{N.S.}
Error	24	0.20197500	0.00841563	
Total	31	0.20747188		

C.V.(%) = 12.18

ตารางที่ 19 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณกรดทั้งหมดของผลมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าช่อดอกพร้อมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	0.07498750	0.01071250	6.58**
Vibration	1	0.02761250	0.02761250	16.95**
Hormone	3	0.03503750	0.01167917	7.17**
Vibration X Hormone	3	0.01233750	0.00411250	2.52 ^{N.S.}
Error	24	0.03910000	0.00162917	
Total	31	0.11408750		

C.V.(%) = 10.57

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

N.S. ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่ได้รับการ
 เชยเข้าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	4303.99	614.86	24.50**
Vibration	1	143.35	143.35	5.71*
Hormone	3	3847.67	1282.56	51.11**
Vibration X Hormone	3	312.96	104.32	4.16*
Error	24	602.27	25.09	
Total	31	4906.263		

C.V.(%) = 10.46

ตารางที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลมะเขือเทศที่ได้รับ
 การเชยเข้าช่อดอกร่วมกับ NAA

Source	df	SS	MSE	F Value
Treatment	7	1705.388750	243.626964	8.97**
Vibration	1	2.42	2.42	0.09 ^{N.S}
Hormone	3	1257.423750	419.141250	15.43**
Vibration X Hormone	3	445.545000	148.515000	5.47**
Error	24	651.910000	27.162917	
Total	31	2357.298750		

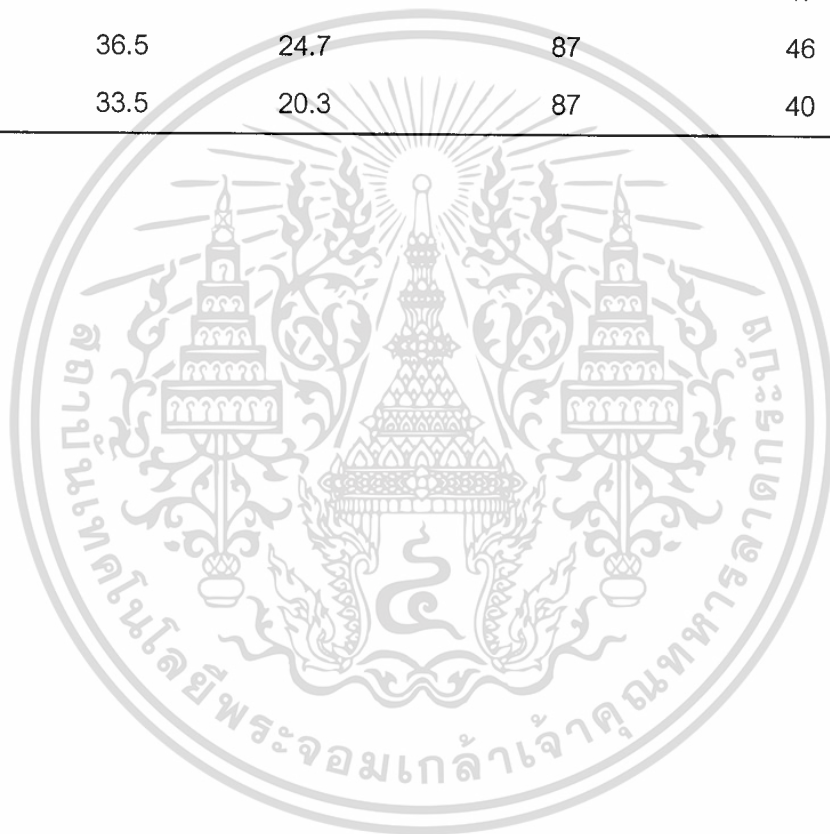
C.V.(%) = 3.07

- * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- N.S. ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

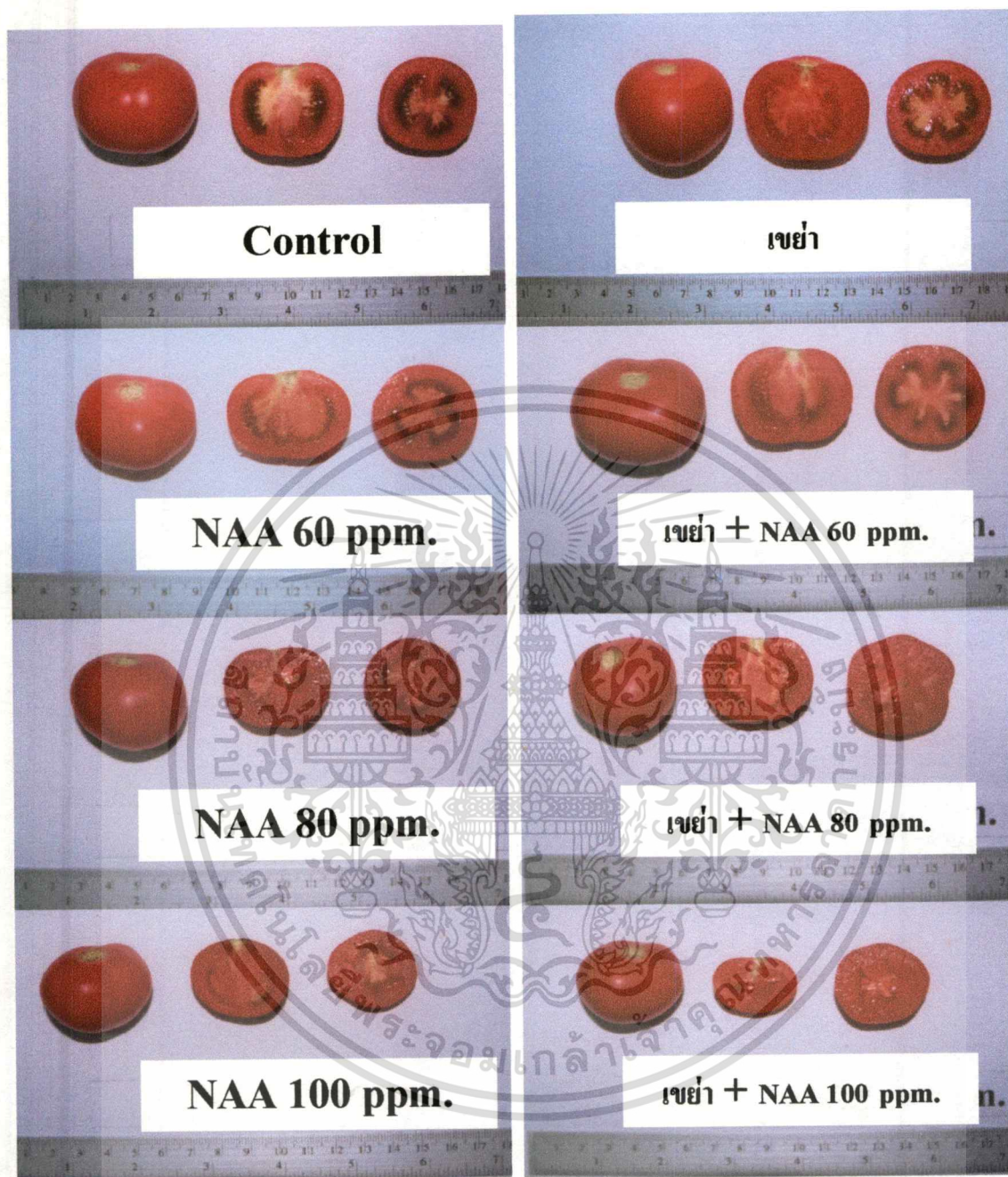
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่บันทึกได้ภายในเรือนทดลองระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม 2547

เดือน	อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด
สิงหาคม	35.4	25.3	87	54
กันยายน	34.8	24.9	89	54
ตุลาคม	35.5	24.5	87	47
พฤศจิกายน	36.5	24.7	87	46
ธันวาคม	33.5	20.3	87	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะผลของมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงการติดผลของมะเขือเทศที่ได้รับการเขย่าร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้