Agricultural Sci. J. 53 : 3 (Suppl.) : 16-19 (2022) ว. วิทย. กษ. 53 : 3 (พิเศษ) : 16-19 (2565)

ผลของสาร Indole-3-acetic acid (IAA) ที่ได้จากแบคทีเรียต่อคุณภาพผลมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษา
Effect of Bacterial Indole-3-Acetic Acid on Quality of Cherry Tomato during Storage

สันติภาพ คณา[1] สาวิตร ตระกูลน่าเลื่อมใส[2,3] และ อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์[1,4]
Suntipap Kana[1], Savitr Trakulnaleamsai[2,3] and Anchaya Mongkolchaiyaphruek[1,4]

Abstract

Tomatoes are rich in antioxidants. Nowadays, it has become more popular for fresh consumption. The low concentrations of auxin substances could delay the production of ethylene in plants. Therefore, to reduce the use of chemicals in tomato production systems that are safe for consumers and the environment, this research aimed to study the effects of bacterial IAA from *Micrococcus yunnanensis* on the quality of cherry tomatoes during cold storage. The experiment was conducted in completely randomized design (CRD) with 4 treatments, 5 replicates, and 5 fruits per replicate. Single cherry tomato fruits harvested in the orange stage with green calyx were soaked in IAA (bacteria-derived) solution at concentrations 0, 10, 30 and 50 ppm. Then packed into foam trays which 5 fruits per tray, wrapped with PVC plastic film, stored at 10±2°C, and the quality of fruits was assessed every 3 days for 12 days. The results showed that IAA-treated cherry tomatoes had significantly higher ($p<0.05$) ethylene production and respiration rates than those of non-IAA-treated tomatoes (control). Nevertheless, the tomatoes treated with 10 and 30 ppm had a slower increase in carotenoid and lycopene contents and lower total soluble content solids than those of 50 ppm IAA-treated tomatoes and control. No difference in fresh weight, firmness, and brightness of the peel color was found between the control and IAA-treated tomatoes.

Keywords: lycopene, ethylene, antioxidant

บทคัดย่อ

มะเขือเทศอุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ปัจจุบันได้รับความนิยมในการบริโภคสดเพิ่มมากขึ้น จากการที่สารในกลุ่มออกซินระดับความเข้มข้นต่ำมีผลชะลอการผลิตเอทิลีนในพืช ดังนั้นเพื่อลดการใช้สารเคมีในระบบการผลิตมะเขือเทศที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อม งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของสาร IAA (Indole-3-acetic acid) จากแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis* ต่อคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล โดยนำผลมะเขือเทศเชอรี่ ที่เก็บเกี่ยวแบบผลเดี่ยวระยะผลสีส้มและมีขั้วผลสีเขียว มาแช่ในสารละลาย IAA (ที่ได้จากแบคทีเรีย) ระดับความเข้มข้น 0, 10, 30 และ 50 ppm จากนั้นบรรจุใส่ถาดโฟม ถาดละ 5 ผล หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส และประเมินคุณภาพผลทุก 3 วัน เป็นเวลา 12 วัน จากผลการศึกษาพบว่า ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับ IAA มีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจมากกว่าผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ไม่ได้รับ IAA (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA 10 และ 30 ppm มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ไลโคปีนเพิ่มขึ้นช้ากว่า และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าผลมะเขือเทศชุดควบคุม และผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ระดับความเข้มข้น 50 ppm ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ และความสว่างของสีผิว ระหว่างผลมะเขือเทศชุดควบคุม และผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA

คำสำคัญ : ไลโคปีน เอทิลีน สารต้านอนุมูลอิสระ

---

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2] Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3] วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[3] School of Integrated Science (SIS), Kasetsart University, Bangkok 10900
[4] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400
[4] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand.

คำนำ

มะเขือเทศเชอรี่ (cherry tomato) อุดมด้วยสารสำคัญหลายชนิด เช่น ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ที่มีสรรพคุณเป็นต้านสารอนุมูลอิสระ (antioxidants) และช่วยในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (นิรมลและปองรุ้ง, 2557) นอกจากนี้มะเขือเทศยังมีวิตามินซี วิตามินเค และสรรพคุณทางยา (นิรมลและคณะ, 2558) ปัจจุบันมะเขือเทศเชอรี่ได้รับความนิยมในการบริโภคสดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเกษตรกรผู้ผลิตมะเขือเทศควรให้ความระมัดระวังเรื่องการใช้สารเคมีต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จากการที่ออกซินมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการติดผล (Trainotti *et al*., 2007) โดยพบว่า มีปริมาณออกซินเพิ่มมากขึ้นในระยะแรกของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเมื่อผลโตเต็มที่ ปริมาณออกซินจึงลดลง และเมื่อปริมาณออกซินในผลลดลงกระบวนการสุกจึงเกิดขึ้นได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซินลักษณะเช่นนี้ จึงมักเชื่อกันว่าออกซินมีบทบาทในการชะลอกระบวนการสุกของผลผลิต (จริงแท้, 2553) ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสาร Indole-3-acetic acid ที่ผลิตจากแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis* ต่อคุณภาพผลมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิต IAA โดยเชื้อแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis*

นำแบคทีเรียทนเค็ม *Micrococcus yunnanensis* P2-23 มาเลี้ยงในอาหารเหลว Haloalkaliphile medium (HA) pH 8 ที่เติม L-tryptophan ความเข้มข้น 30 mM ในถังหมักขนาด 1.5 ลิตร ควบคุมอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส อัตรากวน 260 รอบต่อนาที โดยให้อากาศ 1 ลิตรต่อนาที เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 96-120 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณ IAA ด้วยวิธีทางเคมี โดยทำปฏิกิริยากับ Salkowski reagent วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 530 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน IAA บริสุทธิ์ (จันทร์แรม และคณะ, 2559)

การศึกษาผลของแบคทีเรียที่สร้างสาร Indole-3-acetic acid (IAA) ต่อคุณภาพผลมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษา

คัดเลือกผลมะเขือเทศที่มีความสม่ำเสมอ ผลสีส้มอมเขียว แยกเป็นผลเดี่ยว มีขั้วผล ล้างทำความสะอาด นำมาผึ่งให้แห้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) มี 4 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 5 ผล โดยนำผลมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยว มาแช่ในสารละลาย IAA ที่ได้จากแบคทีเรีย ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0, 10, 30 และ 50 ppm จากนั้นผึ่งให้แห้ง และบรรจุใส่ถาดโฟมขนาด 9.2x15.5x1.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) โดยบรรจุผลมะเขือเทศจำนวน 5 ผล (1 ซ้ำ) หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinylchloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ ประเมินคุณภาพผลมะเขือเทศ อัตราการผลิตเอทิลีน การหายใจ ปริมาณไลโคปีน แคโรทีนอยด์ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีผิวผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไทเทรต (TA) ระหว่างการเก็บรักษาทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 12 วัน

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของ Indole-3-acetic acid ที่ผลิตจากแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis* ต่อคุณภาพผลมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับ IAA ทุกระดับความเข้มข้น มีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งมากกว่าผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ไม่ได้รับ IAA (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Fig. 1A, B) ในขณะที่ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 10 และ 30 ppm มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ในวันที่ 12 และ 9 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ (Fig. 1C) และมีปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้นในวันที่ 9 และ 6 ตามลำดับ (Fig. 1D) ซึ่งช้ากว่าผลมะเขือเทศชุดควบคุม และผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 50 ppm ทั้งนี้ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับและได้รับ IAA ความเข้มข้นต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (Fig. 2E) ความแน่นเนื้อ (Fig. 2F) ความสว่างสีผิว (Fig. 3G) ค่าสี (Fig. 3I) และ TSS/TA (Fig. 3L) ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลมะเขือเทศชุดควบคุม มีค่าความเข้มสีผิวเพิ่มขึ้นในวันที่ 6 ในขณะที่ผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA มีค่าความเข้มสีผิวเพิ่มขึ้นในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา (Fig. 3H) และเมื่อประเมิน TSS พบว่า ผลมะเขือเทศชุดควบคุม และผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาและมากกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 10 และ 30 ppm โดยผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 30 ppm มีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ไม่พบการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ในผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ความเข้มข้น 10 ppm

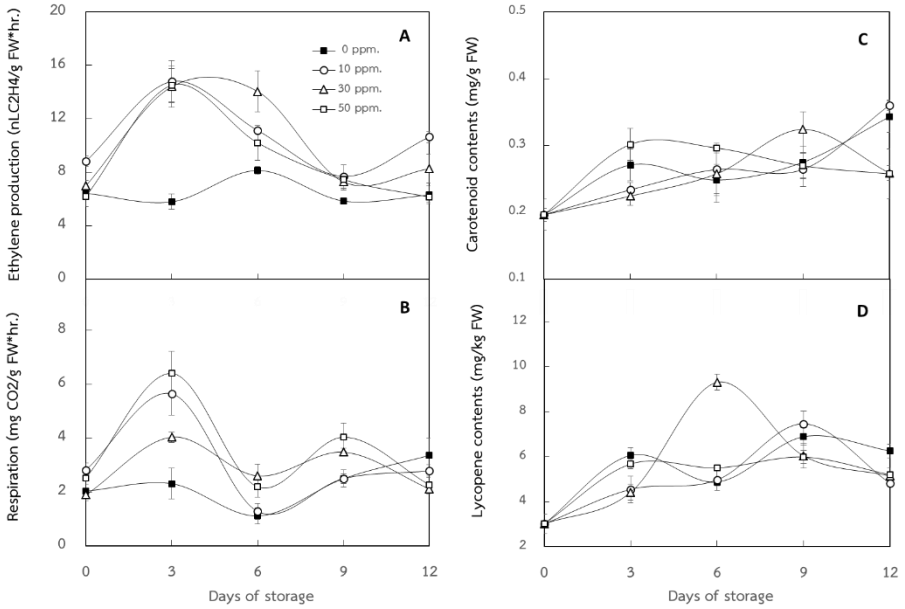

Figure 1 Ethylene production (A) respiration (B) carotenoid (C) and lycopene (D) of cherry tomato treated with/without bacterial IAA

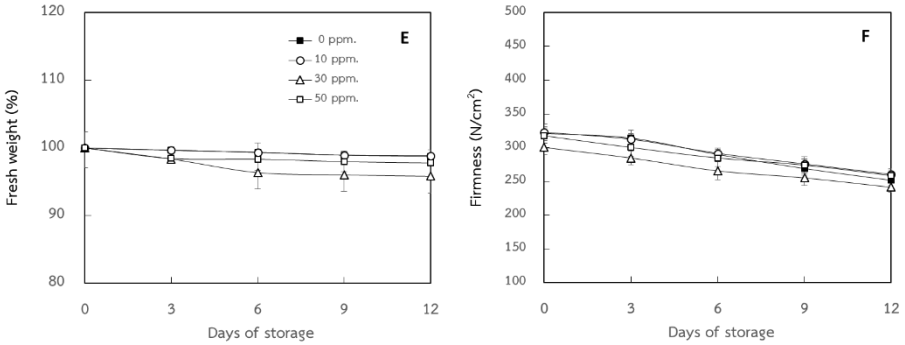

Figure 2 Fresh weight (E) and firmness (F) of cherry tomato treated with/without bacterial IAA

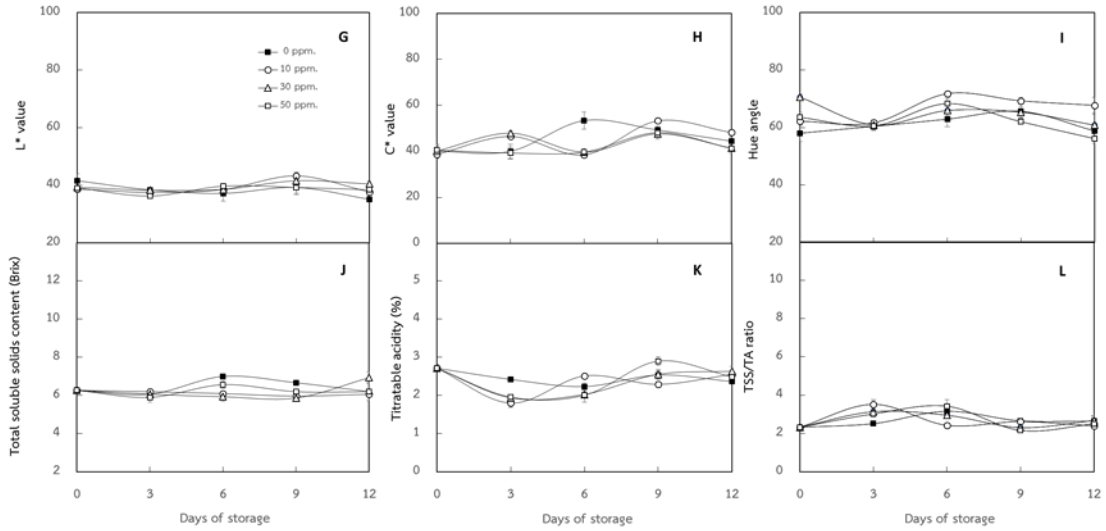

Figure 3 Color change; L* (G), chroma* (H) and hue angle (I), TSS (J), TA (K) and TSS/TA ratio (L) of cherry tomato treated with/without bacterial IAA

วิจารณ์ผล

ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับสาร IAA จากแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis* มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่าผลมะเขือเทศชุดควบคุม ซึ่งเป็นผลเนื่องจากสาร IAA สามารถกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ ACC synthase (ACS) ในกระบวนการผลิตเอทิลีน (Bleecker and Kende, 2000) และเมื่อผลมะเขือเทศมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ผลมะเขือเทศมีการหายใจเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน (Fig. 1A,B) อย่างไรก็ตามการให้ IAA ภายหลังการเก็บเกี่ยวแก่ผลมะเขือเทศ ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 30 ppm มีแนวโน้มชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ ไลโคปีน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในขณะที่ผลมะเขือเทศชุดควบคุมและผลมะเขือเทศที่ได้รับ IAA ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ไลโคปีน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลา 3-6 วันแรกของการเก็บรักษา (Fig. 1C,D และ Fig. 3J) ทั้งนี้การให้ IAA ที่ได้จากแบคทีเรียไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ สีผิวผล และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Fig. 2 และ Fig. 3) ซึ่งสอดคล้องกับ Chen *et al*. (2016) ที่รายงานว่า การให้ออกซินกับผลสตรอเบอร์รีพันธุ์ ‘Akihime’ ระยะผลเล็กสีขาว ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ นอกจากนี้การจุ่มผลสตรอเบอร์รีในสารละลาย IAA ความเข้มข้น 1 mM เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าสาร IAA สามารถชะลอการสลายตัวของผนังเซลล์ได้ (ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการให้ IAA ระดับความเข้มข้น 10 ppm แก่ผลมะเขือเทศภายหลังการเก็บเกี่ยวมีแนวโน้มชะลอการสุกของผลได้ดีกว่าการให้ IAA ระดับความเข้มข้น 30, 50 ppm และชุดควบคุม ตามลำดับ

สรุป

สาร IAA ที่ได้จากแบคทีเรีย *Micrococcus yunnanensis* P2-23 ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีแนวโน้มชะลอการสุกของผลมะเขือเทศเชอรี่ได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้น 30, 50 ppm และชุดควบคุม ตามลำดับ โดยสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ ไลโคปีน และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีผิว และปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไทเทรตได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ประจำปี 2560 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และได้รับการเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทำวิจัยจากสถาบันวิทยาการขั้นสูงแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2553. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 453 น.

จันทร์แรม รูปขำ, สาวิตร ตระกูลน่าเลื่อมใส, ธนภูมิ มณีบุญ, ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม และน้ำผึ้ง อนุกูล. 2559. การศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกลุ่มที่ชอบเกลือและพีเอชเป็นด่างที่แยกได้จากดินด่างบริเวณสถานีวิจัยกาญจนบุรีในการเป็นเชื้อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 159 น.

นิรมล ธรรมวิริยสติ และ ปองรุ้ง จันทรเจริญ. 2557. การศึกษาผลการเสริมฤทธิ์ของมะเขือเทศราชินีด้วยวิตามินซี ต่อความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระและการออกฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ. คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 65 น.

นิรมล ธรรมวิริยสติ, จิราพร จรอนันต์ และปองรุ้ง จันทรเจริญ. 2558. การศึกษาผลของสารสกัดมะเขือเทศราชินี ต่อความสามารถในการรักษาโรคความจำเสื่อม. คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 72 น.

Bleecker, A.B. and H. Kende. 2000. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. Annual Review of Cell and Developmental Biology 16: 1–18.

Chen, J., L. Mao, W. Lu, T. Ying and Z. Luo. 2016. Transcriptome profiling of postharvest strawberry fruit in response to exogenous auxin and abscisic acid. Planta 243: 183–197.

Trainotti, L., A. Tadiello and G. Casadoro. 2007. The involvement of auxin in the ripening of climacteric fruits comes of age: The hormone plays a role of its own and has an intense interplay with ethylene in ripening peaches. Journal of Experimental Botany 58: 3299–3308.