

## ผลของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทและการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศ

### Effect of Allyl Isothiocyanate and Modified Atmosphere to Control Postharvest Diseases of Tomato

กรรณพต แก้วสอน<sup>1</sup> และ วรินทร์ พูลศรี<sup>2</sup>  
Kannapot Kaewsorn<sup>1</sup> and Warinthon Poonsri<sup>2</sup>

#### Abstract

This research work deals with the effects of allyl isothiocyanate and modified atmosphere to control postharvest diseases of tomato. The research was separated into two parts. First part, studied on appropriate concentrations and times of allyl isothiocyanate fumigation. The tomatoes were fumigated in allyl isothiocyanate at 0.01 and 0.03 ml/liter of air for 1, 3, 6 and 9 hours. All treatments were kept at room temperature. The results showed that the concentration of allyl isothiocyanate in at 0.01ml/liter of air for 1 hour had the longest storage life of 11 days by having the lowest of postharvest diseases of 3.32%. In addition, the used of allyl isothiocyanate had no effect with TSS, TA and firmness and for increasing concentration and time can have physical disorder lead to weight loss and high damage from diseases. Second part, conducting effects of allyl isothiocyanate at 0.01ml/liter of air fumigation for 1 hour and modified atmosphere with nitrogen gas at 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 bar. The results show that allyl isothiocyanate at 0.01ml/liter of air for 1 hour with nitrogen gas at 0.2 bar had a storage life of 48 days and had the slowest change of peel color. Furthermore, all treatments of modified atmosphere with nitrogen gas can had a change of peel color slower than control and no effect with TA and TSS but became off-flavour after 12 days of storage. However, the fruits became as fresh tomato when kept at normal atmosphere for 3 days.

**Keywords:** allyl isothiocyanate, modified atmosphere, tomato

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1. ศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมของสารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทในการรมมะเขือเทศ โดยใช้ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ รมนาน 1, 3, 6 และ 9 ชั่วโมง แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เวลา 1 ชั่วโมง มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดเท่ากับ 11 วัน โดยมีการเกิดโรคต่ำที่สุดเท่ากับ 3.32 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อ เมื่อใช้ความเข้มข้นและเวลารมสูงขึ้น จะมีความทำให้เกิดความผิดปกติทางกายภาพ ส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักและการเกิดโรคสูงขึ้น 2. ศึกษาเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เวลา 1 ชั่วโมงร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ระดับ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 บาร์ พบว่าผลมะเขือเทศที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เวลา 1 ชั่วโมงร่วมกับการเติมก๊าซไนโตรเจนจนถึงระดับความดัน 0.2 บาร์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 48 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้าที่สุด นอกจากนี้การเติมก๊าซไนโตรเจนทุกระดับมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อช้ากว่าชุดควบคุม โดยไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ แต่จะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา แต่เมื่อนำผลมะเขือเทศมาวางไว้ในสภาพบรรยากาศปกติเป็นเวลา 3 วัน ก็กลับมาเป็นปกติเหมือนผลสด

**คำสำคัญ :** เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท, การดัดแปลงสภาพบรรยากาศ, มะเขือเทศ

<sup>1</sup> สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

<sup>1</sup> Department of Agricultural Engineering, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chon Buri, 20110

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

<sup>2</sup> Department of Agricultural Products Processing Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology, Prathumthani, 12110

## คำนำ

มะเขือเทศ จัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีรสชาติดีนิยมปลูกกันมากทางภาคเหนือและหลายจังหวัดในภาคกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่ได้เห็นมาปลูกมะเขือเทศกันมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากได้ผลผลิตสูงและขายได้ราคาดี แต่ปัญหาของมะเขือเทศที่สำคัญของประเทศไทยคือ การเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวอันมีสาเหตุมาจากโรคเน่า ทั้งที่เกิดจากเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย โดยมีลักษณะอาการคือผลของมะเขือเทศเน่าและมีกลิ่นเหม็น เป็นผลทำให้คุณภาพของมะเขือเทศลดลง มีอายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายสั้น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ และยังเป็นข้อจำกัดทางการค้าในการส่งมะเขือเทศออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศอีกด้วย ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ซึ่งการใช้สารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนต (Allyl Isothiocyanate) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด กระตุ้นความอยากอาหารโดยการหลั่งน้ำย่อยมาช่วยในการย่อยแป้ง มีความพิเศษในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียและการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง และยังสามารถนำมาใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Kawakishi and Kaneko, 1987) สำหรับการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (Modified Atmosphere Storage) นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้มีก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ และเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ให้สูงขึ้น มีผลทำให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจลดลง กระบวนการเมตาบอลิซึมภายในผลเกิดช้าลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีน ส่งผลให้การเกิดโรคลดลงและสามารถเก็บรักษานานขึ้น (จริงแท้, 2546) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศ ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายนานขึ้น ส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมของสารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตในการรมมะเขือเทศ และการใช้สารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการควบคุมการเกิดโรคของมะเขือเทศหลังการเก็บเกี่ยว

## อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมของสารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตในการรมมะเขือเทศ โดยนำมะเขือเทศที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน ผลเป็นสีเขียวและเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู มีชีวิตติดผล บรรจุในกล่องรมทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 80 x 80 x 100 เซนติเมตร เตรียมเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตความเข้มข้น 0.01 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ แล้วหยดลงบนสำลี นำไปวางไว้ในกล่องรมพร้อมกับมะเขือเทศ เป็นเวลา 1, 3, 6 และ 9 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว นำมะเขือเทศเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $27 \pm 2$  องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 2 วัน แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 120 ผล
2. การศึกษาใช้สารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการควบคุมการเกิดโรคของมะเขือเทศหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำมะเขือเทศที่ผ่านการคัดเลือกมารวมด้วยเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตตามความเข้มข้นและเวลาที่ที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1 แล้วนำมาเก็บในสภาพดัดแปลงบรรยากาศโดยการเติมก๊าซไนโตรเจน ( $N_2$ ) เข้าไปในกล่องรม ที่ระดับ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 บาร์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $27 \pm 2$  องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 6 วัน แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำๆ ละ 120 ผล โดยคุณภาพที่ตรวจสอบ คือ การเกิดโรค การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และอายุการเก็บรักษา

## ผล

จากการศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมของสารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตเพื่อป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศ พบว่าการใช้สารเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าที่ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ นอกจากนี้การรมเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ไม่มีการเกิดโรคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไว้ 9 วัน และยังพบว่าการรมเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำที่สุดคือ 3.32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 11 วัน (Table 1) และเมื่อใช้ความเข้มข้นและเวลาในการรมสูงขึ้นจะทำให้เกิดอาการของโรคได้สูงขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตซึ่งเป็นสารประกอบในน้ำมันมัสตาร์ด จะทำให้เกิดอาการผิวไหม้ ดังนั้นจึงถือว่าการหมักอายุการเก็บรักษาจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงขึ้น สอดคล้องกับ เอกชัย (2545) ศึกษาการใช้เอิลลิไอโซไธโอไซยาเนตต่อเชื้อสาเหตุและการเน่าเสียของผลสตอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน เบอร์ 70 (พันธุ์ Toynoka) หลังการ

เก็บเกี่ยว โดยพบว่ากรรมผลสตรอบอร์ที่ด้วยเอลิลไอโซไทโอไซยาเนท ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถชะลอการเน่าเสียของผลสตรอบอร์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียสได้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผล และมีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ในขณะที่ผลสตรอบอร์ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไทโอไซยาเนท เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน นอกจากนี้เมื่อตรวจจสอบคุณภาพของผลมะเขือเทศ พบว่าการใช้เอลิลไอโซไทโอไซยาเนทไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อ แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นและเวลารวมสูงขึ้น จะมีผลทำให้เกิดความผิดปกติทางกายภาพส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้น

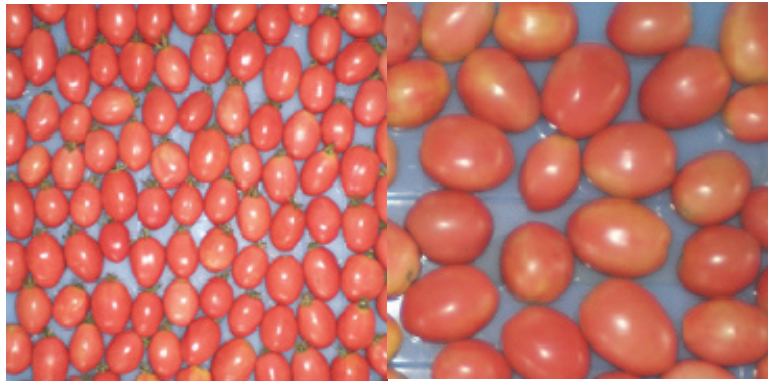
Table 1 Effect of allyl isothiocyanate to control postharvest diseases (%) of tomato

Treatment	Diseases (%)					Total (%)
	Day 3	Day 5	Day 7	Day 9	Day 11	
Control	-	-	-	-	10.0	10.0
0.01 ml, 1 hr.	-	1.7	-	-	1.7	3.3
0.01 ml, 3 hr.	-	-	-	1.7	10.0	11.7
0.01 ml, 6 hr.	-	1.7	-	-	6.7	8.3
0.01 ml, 9 hr.	-	5.0	-	1.7	6.7	13.3
0.03 ml, 1 hr.	-	-	-	-	10.0	10.0
0.03 ml, 3 hr.	18.3	21.7	6.7	3.3	5.0	55.0
0.03 ml, 6 hr.	13.3	53.3	6.7	6.7	1.7	81.7
0.03 ml, 9 hr.	28.3	46.7	-	6.7	1.7	83.3

จากการศึกษาการใช้สารเอลิลไอโซไทโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัม เวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บในสภาพดัดแปลงบรรยากาศโดยการใช้ก๊าซไนโตรเจน ที่ระดับ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 บาร์ พบว่าการใช้เอลิลไอโซไทโอไซยาเนทร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศทุกระดับทำให้มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและนานกว่าชุดควบคุม และมะเขือเทศที่รมด้วยเอลิลไอโซไทโอไซยาเนท ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรของอากาศ เวลา 1 ชั่วโมงร่วมกับการเติมก๊าซไนโตรเจนที่ระดับความดัน 0.2, 0.4 และ 0.6 บาร์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 48 วัน (Table 2) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 18 วัน ทั้งนี้เป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้มี O<sub>2</sub> ต่ำ และ CO<sub>2</sub> ให้สูงขึ้น ทำให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจลดลง กระบวนการเมตาบอลิซึมภายในผลเกิดช้าลงลดการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีน ส่งผลให้การเกิดโรคลดลงและสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้การดัดแปลงสภาพบรรยากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก (Figure 1) และความแน่นเนื้อช้ากว่าชุดควบคุม โดยไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่อเก็บรักษาได้ 12 วัน จะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ และเมื่อนำผลมะเขือเทศนั้นมาวางไว้ในสภาพบรรยากาศปกติเป็นเวลา 3 วัน ผลมะเขือเทศก็กลับมาเป็นปกติเหมือนผลสด

Table 2 Effect of allyl isothiocyanate and modified atmosphere to storage life (day) of tomato

Treatment	storage life (day)
control	18
allyl isothiocyanate 0.01 ml 1 hr	24
allyl isothiocyanate 0.01 ml 1 hr+ N <sub>2</sub> 0.2 bar	48
allyl isothiocyanate 0.01 ml 1 hr+ N <sub>2</sub> 0.4 bar	48
allyl isothiocyanate 0.01 ml 1 hr+ N <sub>2</sub> 0.6 bar	48
allyl isothiocyanate 0.01 ml 1 hr+ N <sub>2</sub> 0.8 bar	42



(a)

(b)

**Figure 1** The peel appearance of control (a) and allyl isothiocyanate with modified atmosphere (b) for 18 days during storage

นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา พบว่า การใช้สารเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักและความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุม ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### สรุป

การใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศทุกระดับความเข้มข้นทำให้มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและนานกว่าชุดควบคุม อีกทั้งยังช่วยควบคุมการเกิดโรคได้นานถึง 48 วัน โดยไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทศ นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเก็บรักษาผลิตผลเกษตรอื่นๆ ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายนานขึ้น ส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้น และนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 เอกชัย เชื้อนมนี่. 2545. การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่โดยใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 น.  
 Kawakishi, S. and T. Kaneko.1987. Interaction of proteins with allyl isothiocyanate. Journal of Agricultural and Food Chemistry 35(1):85-88.