

วารสารเกษตร 18 (2) : 110-118 (2545)

Journal of Agriculture 18 (2) : 110-118 (2002)

ผลของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ต่อการควบคุม โรคน้ำราสีเขียวและคุณภาพของผลส้มเขียวหวาน

Effect of Ethanol and Acetaldehyde on Green Mold Control and Fruit Quality of Tangerine

กฤษฎา บุตรพลอย¹ และ ดนัย บุญเกียรติ¹

Kitsada Butploy¹ and Danai Boonyakiat¹

Abstract: The effect of ethanol and acetaldehyde fumigation to control green mold was studied. The results showed that concentration and duration of ethanol fumigation affected on green mold control and fruit injury. Ethanol could delay growth of *Penicillium* sp. without fruit injury. 0.05 % ethanol fumigation for 3 days delayed the appearance symptoms for 4.25 days and while 0.01 % acetaldehyde fumigation delayed the appearance of symptoms for 2.63 days. Chemical composition analysis of fruit, showed that ethanol and acetaldehyde did not affect on ascorbic acid, TSS and TA content but affected on peel color change of fruit.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของการใช้เอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์ควบคุมโรค โดยวิธีการรมด้วยไอระเหยของสาร ผลการทดลองแสดงว่าความเข้มข้นของเอทานอล และระยะเวลาการรมที่ต่างกันมีผลต่อการควบคุมโรคน้ำราสีเขียว และความผิดปกติบนผลส้ม เอทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้ โดยไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติกับผลส้ม การรมด้วยไอระเหยของเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 วัน สามารถชะลอการเกิดโรคได้นาน 4.25 วัน ในขณะที่รมด้วยไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดโรคได้นาน 2.63 วัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลส้ม แสดงว่า เอทานอลและ

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 50200, Thailand.

อะซีตัลดีไฮด์ ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณกรดแอสคอร์บิก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้ม

Index words : ส้มเขียวหวาน โรคเน่าราสีเขียว คุณภาพของผล การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

Tangerine, Green mold, Fruit quality, Postharvest management

คำนำ

โรคเน่าราสีเขียวซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Penicillium* sp. ของผลส้มเขียวหวานจัดเป็นโรคหลังเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจของผลไม้ตระกูลส้มทั่วโลก เชื้อราจะเข้าทำลายทางบาดแผลบนผลส้ม ซึ่งเกิดจากการเก็บเกี่ยวหรือขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โรคเน่าราสีเขียวสามารถแพร่ระบาดจากผลหนึ่งไปสู่อีกผลหนึ่งได้ โดยการสัมผัสระหว่างผลที่ปกติดกับผลที่เป็นโรค แม้ว่าจะพบอาการเฉพาะที่เปลือกเท่านั้น แต่คุณภาพของเนื้อและน้ำในผลส้มจะเสียไปด้วย (คณัย, 2543) การกำจัดเชื้อราที่เข้าทำลายของโรคต้องอาศัยวิธีการควบคุมโรคที่เหมาะสม ซึ่งปัจจุบันการควบคุมโรคเน่าราสีเขียวต้องการวิธีการใหม่ ๆ เนื่องจากเชื้อรา *Penicillium* สามารถต้านทานต่อสารเคมีกำจัดเชื้อราหลายชนิดได้ (Eckert *et al.*, 1994) เอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ เป็นสารที่พืชสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองตามธรรมชาติ ดังนั้นวิธีการควบคุมโรคเน่าของส้มที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium* โดยการใช้เอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเป็นการลดปัญหาเรื่องพิษตกค้างจากสารเคมีและปัญหาด้านการคื้อยาของเชื้อราได้ Smilanick *et al.* (1995)

รายงานว่าการแช่ผลมะนาวฝรั่งลงในสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์สามารถควบคุมโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* ได้ Yuen *et al.* (1995) พบว่าการควบคุมเชื้อรา *Penicillium* โดยการรมด้วยไอระเหยของเอทานอล นาน 3 วัน ที่ความเข้มข้น 0.06 0.11 0.16 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถชะลอการเกิดโรคเน่าราสีเขียวได้นาน 2.2 3.2 และ 6.0 วัน ตามลำดับ โดยไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติกับผลส้ม Stadelbacher and Prasad (1974) รายงานว่าสามารถควบคุมการเน่าเสียของผลแอปเปิลจากเชื้อรา *Penicillium expansum* โดยการรมด้วยไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตร/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 180 นาที ความเข้มข้น 1 % เป็นเวลา 120 นาที ที่ความเข้มข้น 2 % เป็นเวลา 60 นาที และที่ความเข้มข้น 3 % เป็นเวลา 30 นาที ทุกวิธีการไม่ทำให้ผลแอปเปิลเกิดบาดแผลที่ผิว ไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ การผลิตส้มในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวหลายชนิด การศึกษาครั้งนี้จะช่วยลดการใช้สารเคมีที่มีพิษตกค้างนาน ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคและยังช่วยแก้ปัญหาเรื่องการคื้อยาของเชื้อราและรักษาสภาพแวดล้อมโดยลดการใช้สารเคมีลง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 วิธีการควบคุมโรคโดยใช้เอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์

เตรียมสปอร์เชื้อรา *Penicillium* sp. ที่แขวนลอยในน้ำ (spore suspension) ความเข้มข้นของสปอร์ เท่ากับ 1×10^6 สปอร์/มล ใช้เข็มเขี่ยจุ่มลงในสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่แขวนลอยในน้ำ แทะผลส้มลูก ประมาณ 2 – 3 มม. จำนวน 4 จุด ให้มีระยะห่างเท่า ๆ กันรอบผลส้ม แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง บรรจุผลส้มลงในถาดพลาสติกซึ่งมีหลุมใช้เวอมิกิวไลท์หนัก 3 กรัม ใส่ลงในหลุมตรงกลางของถาดพลาสติก ซึ่งมีผลส้มอยู่ในหลุมรอบๆ แล้วบรรจุถาดพลาสติกลงในกล่องกระดาษขนาดกว้าง 25 ซม. ยาว 46 ซม. สูง 9 ซม. จากนั้นใส่เอทานอลหรืออะซีตัลดีไฮด์ ลงไปในเวอมิกิว-ไลท์ บรรจุกล่องลงในถุงพลาสติกแล้วปิดถุงให้สนิทให้เหลือปริมาตรเท่ากับกล่อง เพื่อให้ผลส้มอยู่ในบรรยากาศที่มีเอทานอลหรืออะซีตัลดีไฮด์ จนครบกำหนดเวลาที่รม คือ 1 3 และ 5 วัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยแต่ละกรรมวิธีมี 4 ซ้ำแต่ละซ้ำประกอบด้วยผลส้ม 4 ผล

การบันทึกข้อมูล

ระดับของการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธี

การเกิดโรคของผลส้ม พิจารณาจากการปรากฏของเส้นใยของเชื้อราที่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า นำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค จากสูตร

$$\% \text{ การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนผลที่เกิดโรค} \times 100}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

ผลการควบคุมโรคในแต่ละกรรมวิธี

ผลการควบคุมโรคแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเน่าเสีย คำนวณได้จาก

$$\% \text{ ยับยั้งการเน่าเสีย}$$

$$= \frac{\% \text{ การเกิดโรคชุดควบคุม} - \% \text{ การเกิดโรคชุดทดลอง}}{\% \text{ การเกิดโรคชุดควบคุม}}$$

การทดลองที่ 2 ผลของเอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์ ต่อคุณภาพของผลส้ม

นำผลการทดลองที่ดีที่สุดในการควบคุมโรคด้วยเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ มาศึกษาต่อเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลส้มเขียวหวาน จากผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองที่ 1 พบว่าความเข้มข้นและระยะเวลาที่ดีที่สุดคือรมด้วยไอระเหยเอทานอล ที่ความเข้มข้น 0.05 % ปริมาตร/ปริมาตร เป็นเวลา 3 วัน และรมด้วยไอระเหยอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.01% ปริมาตร/ปริมาตร เป็นเวลา 3 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. สีผิว วัดโดยใช้เครื่อง Chroma meter ทำการวัดสีเปลือก 4 จุด รอบ ๆ ผลส้ม ค่าที่ได้จากการวัดแสดงเป็นค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h°

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วัดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ น้ำคั้นที่ได้จากผลส้มแต่ละกรรมวิธีมาหยดลงบน แผ่นปริซึมของเครื่องมือ ค่าที่ได้จากการวัดแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้

3. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ในรูปกรดซิตริก นำผลส้มจากแต่ละกรรมวิธีมาคั้นน้ำ แล้วนำ น้ำคั้นที่ได้ 25 กรัม มาเติมน้ำกลั่น 100 มล แล้วจึงนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนสารละลายมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 8.2 แล้วจึงคำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

4. ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี Indophenol

5. การยอมรับของผู้ชิม โดยนำส้มจากแต่ละกรรมวิธีมาปอกเปลือก และจัดเรียง ใส่ถาดให้ผู้ชิมจำนวน 5 คน เป็นคนชิม ซึ่งผู้ชิมไม่ทราบ ว่าแต่ละตัวอย่างคือส้มจากชุด การทดลองใดแล้ว ให้คะแนนดังนี้ 1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ 3 = เฉย ๆ 4 = ชอบ 5 = ชอบมาก

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 วิธีการควบคุมโรคโดยใช้เอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์

เชื้อรา *Penicillium* sp. สามารถเจริญเติบโต และทำให้เกิดโรคได้ในทุกกรรมวิธีที่รมด้วยไอระเหยของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ จากตารางที่ 1 พบว่าการรมผลส้มด้วยไอระเหยของเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 3 และ 5 วัน โดยสามารถชะลอการเข้าทำลายของโรคออกไปได้นาน 0.50 4.25 และ 2.94 ตามลำดับ เมื่อ

เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคพบว่า เมื่อเก็บรักษาได้ 5 วัน ผลส้มมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่เท่ากับ 100 0.00 และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคเท่ากับ 0.00 1.00 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชุดควบคุมไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาแล้วจึงพบว่าการรมผลส้มด้วยไอระเหยของเอทานอล นาน 3 วัน มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีที่สุดโดยที่ไม่ทำให้เกิดความผิดปกติบนผลส้มเขียวหวาน

การรมไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 3 และ 5 วัน สามารถชะลอการเข้าทำลายของโรคได้ 0.50 2.63 และ 2.50 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (ตารางที่ 1) เมื่อเก็บรักษาได้ 5 วัน ผลส้มในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การรมใช้อะซีตัลดีไฮด์นาน 1, 3 และ 5 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 100 18.75 และ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคเท่ากับ 0.00 0.81 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทุกระยะเวลาที่รมสามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ดีกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคเท่ากับ 0.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาแล้วจึงพบว่าการรมผลส้มด้วยไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์นาน 3 วัน มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีที่สุดโดยที่ไม่

Table 1 Effect of ethanol and acetaldehyde vapour on tangerine green mold after inoculation for 5 days.

Treatment	Dose (%)	Treatment period (day)	Delay (day)	Decayed (%)	Inhibition (%)	Skin injury
Ethanol	0.05	1	0.50 ^d	100.00 ^a	0.00 ^d	-
		3	4.25 ^a	0.00 ^d	1.00 ^a	-
		5	2.94 ^b	25.00 ^c	0.75 ^b	-
Acetaldehyde	0.01	1	0.50 ^d	100.00 ^a	0.00 ^d	-
		3	2.63 ^{bc}	18.75 ^d	0.81 ^{ab}	-
		5	2.50 ^c	50.00 ^b	0.50 ^c	-
Control	-	-	0.00 ^e	100.00 ^a	0.00 ^d	-
LSD _{0.05}	-	-	0.36	20.84	0.21	-
C.V. (%)	-	-	13.29	25.20	32.39	-

Means in column with different superscripts differ significantly at $P > 0.05$

ทำให้เกิดความผิดปกติบนผลส้ม ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าราสีเขียวบนผลส้มด้วยวิธีการการรมด้วยไอระเหยของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม สอดคล้องกับการทดลองของ Yuen *et al.* (1995) ทำการควบคุมเชื้อรา *Penicillium* โดยการรมด้วยไอระเหยของเอทานอล ที่ความเข้มข้น 0.06 0.11 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.006 0.20 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ นาน 1, 3 และ 5 วัน พบว่า ความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคที่ต่ำกว่าเข้มข้นต่ำ อย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ และระยะเวลาในการรมสารที่นานขึ้นเป็น 3 และ 5 วัน จะเพิ่มประสิทธิภาพของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ ในการยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราบนผลส้มได้ดีกว่าการรมที่ระยะเวลา 1 วัน อย่างชัดเจน

การทดลองที่ 2 ผลของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ ต่อคุณภาพของผลส้ม

สีผิว

คุณภาพของผลส้มเขียวหวานหลังจากผ่านการรมด้วยไอระเหยของเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.05 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นาน 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของผลส้ม พบว่าผลส้มที่ผ่านการรมด้วยเอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์ มีค่า L^* a^* b^* และ c^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หมายถึงผลส้มมีความสว่างมากขึ้น มีสีเขียวลดลง มีสีเหลืองมากขึ้นและผลมีสีเข้มขึ้น ตามลำดับ และมีค่า h° ที่ลดลงจนใกล้มุม 90 องศา แสดงว่า สีของผลส้มมีสีเหลืองมากขึ้นแตกต่างกับ

Table 2 Effect of ethanol and acetaldehyde vapour on fruit quality of tangerine after storage for 4 days.

Treatment	Dose (%)	L*	a*	b*	C*	hue ^o	TSS (%)	TA (%)	Vitamin C (mg/100ml.)
Ethanol	0.05	59.59 ^a	-1.71 ^b	47.85 ^a	47.90 ^a	92.08 ^b	9.20 ^{ab}	0.49	26.49
Acetaldehyde	0.01	59.43 ^a	4.16 ^a	50.45 ^a	50.65 ^a	85.28 ^c	9.30 ^{ab}	0.48	27.40
Control	-	55.82 ^b	-6.75 ^c	41.76 ^b	42.31 ^b	99.20 ^a	9.07 ^b	0.48	28.43
LSD _{0.05}	-	3.50	3.36	4.93	4.88	4.08	0.15	ns	ns
C.V. (%)	-	3.01	39.99	5.29	5.21	2.21	2.04	19.64	6.11

Means in column with different superscripts differ significantly at $P > 0.05$

ชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกค่าที่วิเคราะห์ แสดงว่าเอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้ม ในขณะที่ชุดควบคุมยังคงมีสีเขียวอยู่มากกว่า โดยมีค่า h^o ที่ลดลงต่ำกว่าชุดที่รมด้วยเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ สอดคล้องกับรายงานของ Anonymous (1988) ซึ่งพบว่าไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 0 – 5,000 ppm. ทำให้สีผิวของผลส้มชำรุดเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้น และที่ความเข้มข้นสูง ๆ มีผลทำให้อัตราการหายใจของผลส้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่ไม่ได้รมด้วยไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาผลส้มที่ผ่านการรมด้วยไอระเหยของเอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติกับผลส้มในชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีการผันแปรเล็กน้อยอยู่ในช่วงระหว่าง 9.07 ถึง 9.30 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้มส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้ม ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เป็นหลัก (Davis and Albrigo, 1994) เนื่องจากผลส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย และเกิดอย่างช้า ๆ (คณัย และ นิธิยา, 2535) วิกันดา (2541) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วงระหว่าง 9.22 ถึง 10.93 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าวิธีการรมผลส้มด้วยไอระเหยของสารเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้

ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ในน้ำส้มที่ผ่านการรมด้วยไอระเหยของเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์ มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ากรรมวิธีในการรมด้วยไอระเหยของเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.48 ถึง 0.49 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าวิธีการรมผลส้มด้วยไอระเหยของเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลส้ม วิกินดา (2541) รายงานว่าปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลส้มที่ผ่านการรมด้วยไอระเหยของเอทธานอล และอะซีตัลดีไฮด์ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ปริมาณวิตามินซีมีความผันแปรในระหว่างระยะการเก็บรักษาเล็กน้อย โดยผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 26.49 ถึง 28.43 มก/100 มล น้ำคั้น Kale and Adsule (1995) รายงานว่าภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณกรดแอสคอร์บิก ภายในผลส้มจะค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา Ting and Attaway (1971) รายงานว่า ปริมาณวิตามินซีในผลส้มขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันมากโดยในผลส้ม

เขียวหวานจะมีปริมาณวิตามินอยู่ในช่วงระหว่าง 20-50 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้น

การยอมรับของผู้ทดลองชิม

ผลส้มที่ทำการควบคุมโรคโดยวิธีการรมด้วยไอระเหยของสาร เมื่อทำการวิเคราะห์การยอมรับของผู้ทดลองชิม พบว่าในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาผลส้มในทุกกรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ผลส้มที่รมด้วยเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์ มีคะแนนเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา เนื่องจากปริมาณสารเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์จากภายนอกอาจ จะกระตุ้นให้ปริมาณสารเอทธานอลและอะซีตัลดีไฮด์ในผลส้มเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ส้มมีรสชาติดีขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของ *Pez et al.* (1982) ซึ่งทำการศึกษาการเพิ่มคุณภาพของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้อะซีตัลดีไฮด์และเอทธานอล อธิบายว่าการใช้ไอระเหยของอะซีตัลดีไฮด์จะช่วยเพิ่มคุณภาพทั้งรสชาติและกลิ่นของบลูเบอรี่ มะเขือเทศ และสาลี่ Morris and Cawthon (1979) รายงานว่าผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับสารอะซี-ตัลดีไฮด์ในรูปของสารระเหยที่ระดับความเข้มข้น 1500 – 1600 ไมโครลิตรต่อลิตร เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ทำให้เกิดสารระเหยของแอลกอฮอล์ เอทิลอะซีเตต และเอทิลบิวเรตในน้ำคั้นซึ่งส่งผลให้กลิ่นและรสชาติดีขึ้น

แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็น 7 วัน พบว่าคะแนนของการยอมรับของผู้ทดลองชิมในผลส้มที่ผ่านการรมด้วยเอทธานอล และอะซีตัลดีไฮด์มีคะแนนลดลง เกิดรสชาติขมและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์เกิดขึ้น ซึ่งน่าจะเกิดจากภายในผลส้มมีปริมาณเอทธานอลสะสมในผลส้มเพิ่มขึ้นมาก

เกินไปจนทำให้เกิดการสูญเสียรสชาติของผล
ส้มได้สอดคล้องกับงานทดลองของ Hagenmaier
(2002)ซึ่งรายงานว่ารสชาติของผลส้มแมนดาริน
เริ่มเปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณเอทานอลในผลส้ม
เพิ่มสูงขึ้นโดยผู้ทดลองชิมจะสามารถรับรู้รสชาติที่
เปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณเอทานอลในผลส้มมาก
กว่า 1500 ppm. หลังจาก 7 วัน ของการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

สรุปผลการทดลอง

การควบคุมโรคโดยวิธีการรมด้วยไ
อะอะของสารเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์
ความเข้มข้น และระยะเวลาที่เหมาะสมคือ เอทาน
อลที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตร/
ปริมาตร) และอะซีตัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 0.01
เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตร/ปริมาตร) ที่อุณหภูมิห้องเป็น
ระยะเวลา 3 วัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
สามารถชะลอการเข้าทำลายของเชื้อรา *Penicillium*
sp. ออกไปได้นาน 4.25 วัน และ 2.63 วัน ตาม
ลำดับ โดยไม่ทำให้ผลส้มเกิดบาดแผล

การรมผลส้มด้วยไอะอะของสารเอทาน
อลและอะซีตัลดีไฮด์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง
สีผิวของผลส้มโดยทำให้ผลส้มมีสีเหลืองกว่าชุด
ควบคุม มีผลต่อคุณภาพทั้งรสชาติ และกลิ่นของผล
ส้ม แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็ง
ที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และ
ปริมาณกรดแอสคอร์บิก เมื่อเปรียบเทียบกับชุด
ควบคุมที่ไม่ได้รมด้วยสารเคมี

เอกสารอ้างอิง

คณั บุษยเกียรติ. 2543. โรคหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน.
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหา
วิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 156 หน้า.

คณั บุษยเกียรติ และนิริยา รัตนานนท์. 2535. การ
ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์
โอเคเอ็นสโตร์ กรุงเทพฯ. 146 หน้า.
วิกันดา คงสวัสดิ์. 2541. ผลของการใช้สีกักธรรมชาติ
และสารเคลือบผิวต่อคุณภาพของผลส้ม
เขียวหวานหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
148 หน้า

Anonymous. 1988. Effect of acetaldehyde vapours or
anaerobic conditions prior to storage on
postharvest quality of citrus fruits. Citriculture.
6th International Citrus congress, Middle-East,
Tel Aviv, Israel, 6-11 March 1988. Volume 3.
pp. 1393-1399.

Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1994. Citrus. CAB
International., Wallingford, Oxon,
UK. 254 p.

Eckert, J. W., J. R. Sievert and M. Ratnayake. 1994.
Reduction of imazalil effectiveness against
citrus green mold in California packinghouse by
resistant biotype of *Penicillium digitatum*. Plant
Dis. 78 : 971-974.

Hagenmaier, R. D. 2002. The flavor of mandarin
hybrids with different coatings. Postharvest
Biology and Technology 24 : 79-87.

Kale, P. N. and P. G. Adsule. 1995. Citrus. Handbook of
Fruit Science and Technology. Edited by
Salunkhe D.K. and S.S. Kadam. Marcel
Dekker, Inc. N.Y. 611 p.

Morris, J. R., D. L. Cawthon and R. W. Buescher. 1979.
Effect of acetaldehyde on postharvest quality of
mechanically harvested strawberries for
processing. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 (2) :
262-264.

- Pez, O., H. Janes, B. Prevost and C. Frenkel. 1982. Enhancement of fruit sensory quality of postharvest applications of acetaldehyde and ethanol. J. of Food Science 47 : 270-276.
 - Smilanick, J.L., D.A. Margosan and D.J. Henson. 1995. Evaluation of heated solution of sulfurdioxide, ethanol, and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons. Plant Dis. 79 : 742-747.
 - Stadelbacher, G.J. and K. Prasad. 1974. Postharvest decay control of apple by acetaldehyde vapor. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4) : 364-368.
 - Ting, S. V. and J. A. Attaway. 1971. Citrus Fruits. pp. 107-169. In A. C. Hulme (ed.). The Biochemistry of Fruit and Their Products. Vol. 2 . Academic Press, London.
 - Yuen, C. M. C., J. E. Paton, R. Hanawati and L. Q. Shen. 1995. Effects of ethanol , acetaldehyde and ethyl formate vapour on the growth of *Penicillium italicum* and *P. digitatum* on oranges. J. Hort. Sci. 70 (1) : 81-84.
-