Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 89-92 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 89-92 (2549)

ประสิทธิภาพของโอโซนในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวระหว่างการเก็บรักษาผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Efficiency of ozone to control postharvest diseases during storage of tangerine fruit cv. Sai Nam Pung

กานดา หวังชัย[1] กนกวรรณ ศริญญาวัจน์[1] และ จำนงค์ อุทัยบุตร[1]
Kanda Whangchai[1], Kanokwan Sarinyawat[1] and Jumnong Uthaibutra[1]

Abstract

The effect of ozone to control the postharvest decay of Mandarin cv. Sai Nam Pung was conducted by using *Penicillium digitatum* (postharvest green mold) with artificially inoculation. The fruits were washed with ozonated water (200 ppm) for 1, 2 and 3 hours. After washing treatment, the fruits have been stored at 5 ºC for 4 weeks. The results showed that washing fruits with ozonated water for 2 hours was effective to delay the mycelial growth of *P. digitatum* and reduce percent of disease incidences, when stored at 5 ºC for 3 weeks. Moreover, it was found that all ozone treatments had no effect on the quality changes of fruits such as total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), the color of outer side of the peel and weight loss.

Keyword: Ozone, postharvest disease, tangerine

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของโอโซนต่อการควบคุมการเน่าเสียของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* โดยทำให้เกิดโรคเน่าราสีเขียวในผลส้ม โดยนำเชื้อราที่แยกได้จำนวน 1.03 x 10^6 สปอร์/มิลลิลิตรมาปลูกลงบนผลส้ม ก่อนนำไปล้างในน้ำโอโซนเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าการล้างในน้ำโอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงสามารถชะลอการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา และควบคุมการเกิดโรคในผลส้มได้โดยมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำที่สุดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ นอกจากนี้การล้างผลส้มในน้ำโอโซนทุกระยะเวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลส้ม เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ สีเปลือกด้านนอก และการสูญเสียน้ำหนัก

คำสำคัญ: โอโซน, โรคหลังการเก็บเกี่ยว,ส้ม

คำนำ

ส้มเป็นไม้ผลเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ตลาดมีความต้องการสูงทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยจากข้อมูลการส่งออกในปี 2540 มีปริมาณการส่งออก 400 ตัน คิดเป็นมูลค่า 12,000,000 บาท แต่ในการผลิตส้มนั้นยังมีอุปสรรคสำคัญ คือปัญหาเรื่องโรคหลังการเก็บเกี่ยวนั่นคือ โรคเน่าราสีเขียว (green mold rot) ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* เป็นโรคที่สำคัญและพบมากในระยะหลังการเก็บเกี่ยว เชื้อราจะแพร่กระจายมาจากผลที่เป็นโรคซึ่งตกหล่นอยู่ในโรงคัดบรรจุ การผลิตส้มในปัจจุบัน มีการใช้ สารเคมีในการป้องกันโรคดังกล่าวและแมลงในปริมาณสูงทั้งในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและปัญหาที่ตามมาคือ เกิดผลข้างเคียง เช่น ก่อให้เกิดมลภาวะในสิ่งแวดล้อมและการตกค้างของสารเคมี ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นพืชอินทรีย์ (organic crop) โดยเฉพาะในขั้นตอนก่อนและหลังการเก็บรักษา เช่นการล้างทำความสะอาดเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โอโซนได้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหรือ การส่งออกผัก/ผลไม้ในต่างประเทศเพื่อควบคุมโรคได้ โดยถือว่า โอโซน (ozone:O_3) มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากเป็นก๊าซที่มีความไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมี มีคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ จึงเกิดปฏิกิริยาได้ดีในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และมีการสลายตัวโดยอัตโนมัติ ทำให้มีพิษ เมื่อเทียบสารฆ่าเชื้อตัวอื่น ๆ

ในประเทศสหรัฐอเมริกาปัจจุบันยอมรับว่าโอโซนเป็นสารที่ใช้ได้อย่างปลอดภัย (GRAS: generally recognized as safe) ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อนำโอโซนมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ หรือลดการปนเปื้อนจากเชื้อราสาเหตุของโรค

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University

หลังเก็บเกี่ยวระหว่างการเก็บรักษาเพื่อลดการเข้าทำลายซ้ำของเชื้อโรค และยังได้ข้อมูลพื้นฐานที่สามารถประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารปลอดภัยอื่นๆได้

อุปกรณ์ และวิธีการ

โดยการนำผลส้มมาทำความสะอาดและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ จากนั้นนำผลส้มมาทำบาดแผล จากนั้นจึงหยดสารละลายแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium digitatum* ปริมาณ 10 ไมโครลิตร หรือ 1.03×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และบ่มเชื้อทิ้งไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จึงนำไปแช่น้ำโอโซนเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

บันทึกผลโดยวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้, ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้,เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค และ สีเปลือกด้านนอก(ค่าความสว่าง)ด้วยเครื่องวัดสี (chroma meter) โดยค่าที่ได้จะแสดงในรูปค่า L* a และ b

ผลการทดลอง

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน โดยผลส้มที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด คือ ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 12.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 3 และ 2 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 12.7 เปอร์เซ็นต์ และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลส้มชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด คือ 12.3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 1)

2. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดสูงที่สุด คือ 0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.65 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลส้มชุดควบคุมมีค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด คือ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 1)

3.การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอก

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอก โดยการวัดค่าความสว่างจากค่า L* ของเปลือกผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและมีแนวโน้มลดลง กล่าวคือเปลือกของผลส้มมีแนวโน้มว่าสีเปลือกจะคล้ำขึ้นเรื่อย ๆ โดยพบว่าผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าความสว่างมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 61.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซน 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 60.1 และ 60.03 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และผลส้มที่ไม่ผ่านการแช่ด้วยน้ำโอโซน (ชุดควบคุม) มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 58.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า a และ b มีค่าสูงสุดเมื่อรมโอโซนเป็นเวลาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และมีค่าต่ำในชุดควบคุม และชุดที่รมเป็นเวลา 3 ชั่วโมง(ตาราง 1)

4. การสูญเสียน้ำหนัก

การรมด้วยโอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีผลทำให้ส้มมีการสูญเสียน้ำหนักการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนชุดที่รมด้วยโอโซน 1 ชั่วโมง และชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างมาก (ภาพ 1)

5. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในสัปดาห์ที่ 4 และวันที่ 3 พบว่าผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด คือ 33.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผลส้มที่แช่ในน้ำโอโซน 1 ชั่วโมง คือ 66.67 เปอร์เซ็นต์ และผลส้มที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด คือ ผลส้มที่แช่น้ำ(ชุดควบคุม) และผลส้มที่ผ่านแช่ในด้วยน้ำโอโซน 3 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 2)

Table 1 Effect of ozone treatment on TSS TA peel color of mandarin 'Sai Nam Pung' when stored at 5 °C for 4 weeks

Treatment	TSS (Brix)	TA (%)	peel color		
			L value	a	b
Control	12.10a	0.78a	58.10a	-1.30	52.9
Ozonated water 1	11.56a	0.65a	60.06a	2.05	54.5
Ozonated water 2	12.00a	0.63a	60.03a	2.06	54.6
Ozonated water 3	11.76a	0.69a	61.03a	0.82	51.2

Columns with different letters indicated significant differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$)

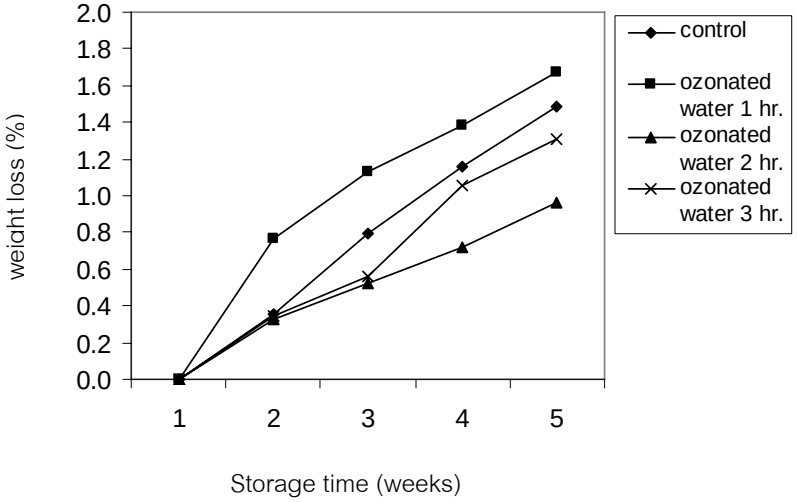

Figure 1 Effect of ozone treatment at different exposure times on percent weight loss changes of tangerine during storage

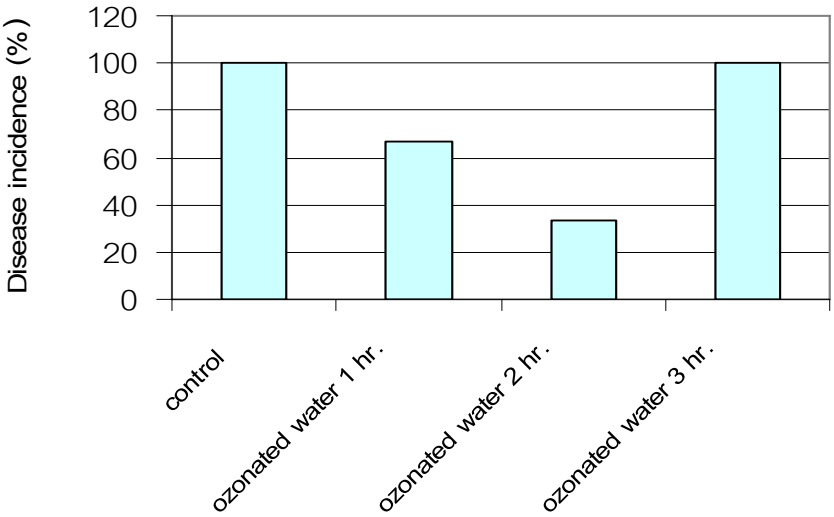

Figure 2 Effect of ozone treatment on percent disease incidence of tangerine after storage at 5° C for 4 weeks

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลส้ม พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาจากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาจะมีปริมาณเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้มจะประกอบไปด้วยน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เป็นหลัก โดยส่วนใหญ่น้ำตาลที่พบในผลส้มจะเป็นน้ำตาลซูโครส และจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นในผลส้มเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นและจากการวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titrate acidity, TA) ของผลส้มพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากผลส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ดังนั้นผลส้มที่เก็บเกี่ยวมาแล้วเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นก็จะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้นี้เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยที่จะมีการเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (ดนัยและนิธิยา, 2535)

ส่วนสีผิวของผลส้มมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อย โดยเมื่อเก็บรักษานานขึ้นทำให้สีผิวของผลส้มมีสีคล้ำลง จากการทดลอง พบว่า การใช้โอโซนทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มได้ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากโอโซนที่ผ่านลงในน้ำจะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับเอทธิลีนในผลส้มได้ นอกจากนี้การแช่ผลส้มในน้ำโอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ช่วยลดการเกิดโรคได้ดี โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งระยะเวลาการรมนานขึ้นจะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพของโอโซนมากขึ้นเนื่องจากมีระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับเชื้อจุลินทรีย์นานขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาในผลท้อพันธุ์ Elegant Lady พบว่า เมื่อให้โอโซนอย่างต่อเนื่องที่ความเข้มข้น 0.3 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสปอร์เชื้อ *Monilinia fructicola*, *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis* และ *Penicillium expansum* เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Palou *et al*., 2002)

เนื่องจากโอโซนสามารถทำลายสปอร์ของเชื้อราทำให้ไม่สามารถงอกได้ เช่นเดียวกับ Whangchai (2005) พบว่าโอโซนทำให้เกิดความผิดปกติของเซลล์เชื้อรา ได้แก่ *Lasiodiplodia* sp. และ *Cladosporium* sp. ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 120 นาทีขึ้นไป พบว่าเส้นใยของเชื้อราทั้งสองเกิดความผิดปกติ เช่น เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้นและเกิดปุ่มปมที่บริเวณผิวของเซลล์ อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของโอโซนที่สามารถเข้าทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ โดยสามารถเข้าทำลายชั้นโปรตีนในชั้นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อนภายในไซโตพลาสซึมของจุลินทรีย์ได้ (Ishizaki *et al*.,1987) จึงน่าจะเป็นผลให้เส้นใยของเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัยจากสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บัณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535.การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ.146 หน้า

Whangchai K., Saengnil K and Uthaibutra J. 2005. Control of postharvest diseases of logan by ozone. Acta Hort.682:2121-2126

Ishizaki, K., Sawadaishi, D., Miura, K. and Shinriki, N. 1987. Effect of ozone on plasmid DNA of *Escherichia coli in situ*. Water Res. 21(7):823-828.

Palou L., Crisosto C. H., Smilanick J. L., Adaskaveg J. E. and Zoffoli J. P. 2002. Effect of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological response of peaches and table grapes in cold storage. Postharvest Biol. Technol. 24 : 39-48.