ผลของการใช้โอโซนในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ ทุเรียน และมะม่วง

Effects of Ozone on Controlling Postharvest Diseases of Rambutan, Durain and Mango

ดวงธิดา ขุมทอง [1] มนตรี อิสรไกรศีล [1] วาริน อินทนา [1] หมุดตอเล็บ หนิสอ [2] และ ประคอง เย็นจิตต์ [1]

Duangthida Khumthong[1] Montree Issarakraisila[1] Warin Intana[1] Mudtorlep Nisoa[2] and Prakong Yenjitt[1]

Abstract

The effectiveness combination of concentration and period of ozone application to control postharvest diseases of rambutans were investigated. It was found that the exposure of ozone at 1 ppm for 30 minutes could reduce fungi at the fruit surface for 93.9% while application of ozonated water at 0.3 ppm for 15 minutes reduced the fungi for 79.2%. Moreover, application of ozonated water at 0.5 ppm for 10 and 15 minutes reduced the fungi for 68.8% and 74.6%, respectively. Those applications resulted in significant reduction the degree of fruit rot after storage compared with the application of tap water or the ozonated water for 1 or 5 minutes. The application of ozonated water at 0.5 ppm for 10 or 15 minutes also significantly inhibited fruit rot in durains. While those applications were not found to control fruit rot in mangoes. Further more, the application of ozone gas at 0.5 ppm for 6 days to rambutans and mangoes at 25 ^{o}C., resulted in the disorders of fruit colour and peel.

Key words: rambutan, durain, mango, ozone, postharvest diseases

บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้โอโซนเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลเงาะ พบว่าผลเงาะที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนในความเข้มข้น 1 ppm นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ผิวผลได้ 93.9 % และในกรณีที่จุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนความเข้มข้น 0.3 ppm นาน 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ผิวผลได้ 79.2 % และพบว่าการจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนในความเข้มข้น 0.5 ppm นาน 10 และ 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ผิวผลได้68.8 % และ 74.6% ตามลำดับ และทำให้การเกิดโรคของผลหลังการเก็บรักษาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการจุ่มในน้ำเปล่า หรือน้ำโอโซนนาน 1 และ 5 นาที ในขณะเดียวกันการจุ่มผลทุเรียนในน้ำโอโซนความเข้มข้น 0.5 ppm นาน 10 และ 15 นาที สามารถยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าได้แตกต่างจากการจุ่มในน้ำเปล่า หรือน้ำโอโซนนาน 1 และ 5 นาที ส่วนการจุ่มน้ำโอโซนความเข้มข้น 0.5 ppm นาน 1-15 นาที ไม่มีผลในการยับยั้งการเกิดโรคของเชื้อ *Colletotrichum* ในมะม่วง นอกจากนี้ พบว่าการรมด้วยก๊าซโอโซนความเข้มข้น 0.5 ppm ในผลเงาะ และ มะม่วง นาน 6 วัน ทำให้สีและเปลือกของผลจะเกิดอาการผิดปกติ

คำสำคัญ เงาะ ทุเรียน มะม่วง โอโซน โรคหลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

เงาะ ทุเรียน และมะม่วง เป็นผลไม้ที่สำคัญของประเทศไทย ทั้งในแง่การบริโภคภายในประเทศและการส่งออก การรักษาคุณภาพเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งของการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ “ โรค” หรือที่เรียกว่า “ โรคหลังการเก็บเกี่ยว” (จริงแท้, 2542) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยที่มีอุณหภูมิและความชื้นค่อนข้างสูง ทำให้การแพร่กระจายและความรุนแรงมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการป้องกันโรคก่อนการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เชื้อโรคติดมากับผลและทำให้ผลเน่าเสียเมื่อผลสุกและสภาพแวดล้อมเหมาะสม (Sugar, 2002) การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวทำได้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การดัดแปลงบรรยากาศ การใช้สารเคมี การใช้ความร้อน และการฉายรังสี เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า โอโซนสามารถนำมาใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของ ส้ม (Palou และคณะ, 2003) กีวี่ (Hur, 2004) และลิ้นจี่ (ธนะชัย และอรุโณทัย, 2545) โอโซนเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง มีความว่องไวในการทำ

[1] หน่วยวิจัยไม้ผลเขตร้อน สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ท่าศาลา นครศรีธรรมราช80160

[1] Tropical Fruit Research Unit, School of Agricultural Technology, Walailak University, Thasala, Nakhon Sri Thammarat 80160

[2] หน่วยวิจัยฟิสิกส์ทดลอง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ท่าศาลา นครศรีธรรมราช80160

[2] Physics Research Unit, School of Science, Walailak University, Thasala, Nakhon Sri Thammarat 80160

ปฏิกิริยาเคมี และมีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสารพิษตกค้าง กลไกในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ โมเลกุลของโอโซนเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารเคมีที่อยู่ในเซลล์จุลินทรีย์ และอนุมูลตัวกลางอิสระที่เกิดขึ้นเป็นตัวเข้าทำลาย โดยสามารถเข้าทำลายเซลล์เมมเบรน ไซโตพลาสซึม โปรตีน และชั้นของไขมันในเซลล์จุลินทรีย์ และเกิดการจับตัวเป็นก้อนของโปรตีน ทำให้เซลล์แตก หรือเข้าทำลายระบบหายใจของเซลล์จุลินทรีย์ อีกลักษณะคือโอโซนสามารถทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ DNA และ RNA ของเซลล์จุลินทรีย์ (ฆรณี, 2547) ทั้งเงาะ ทุเรียน และมะม่วง พบว่ามีโรคหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเน่าเสีย (นิพนธ์, 2542) ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้ เป็นการศึกษาความเข้มข้น และระยะเวลาที่เหมาะสมของโอโซนในรูปก๊าซ และสารละลายในน้ำ เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ ทุเรียน และมะม่วง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1 ประสิทธิภาพของโอโซนในการลดปริมาณเชื้อราบนผลเงาะพันธุ์โรงเรียน</u>

คัดเลือกผลเงาะที่มีขนาดและสีสม่ำเสมอกัน ล้างด้วยน้ำสะอาด นำไปตรวจสอบปริมาณเชื้อราก่อนการให้โอโซน โดยโอโซนที่ใช้ในการทดลองทั้งในแก๊สและสารละลายในน้ำตามความเข้มข้นที่กำหนด ได้จากเครื่องกำเนิดโอโซนที่ใช้เทคนิค Atmospheric glow barrier discharge พัฒนาโดยหน่วยวิจัยฟิสิกส์ทดลอง มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (Nisoa และคณะ 2005)

การทดลองที่ 1.1 : การรมผลเงาะด้วยก๊าซโอโซนต่อการลดปริมาณเชื้อราในผลเงาะ วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (3 x 3) 1 + มีทั้งหมด 10 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้ผลเงาะ 2 กิโลกรัม ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของก๊าซโอโซนมี 3 ระดับ คือ1 3 และ 5 ppm และ ระยะเวลามี 3 ระดับ คือ 30 60 และ 90 นาที หลังจากนั้นนำผลเงาะไปตรวจสอบปริมาณเชื้อราภายหลังการรมด้วยก๊าซโอโซน (วรรณวิไลและจิรเดช, 2543)

การทดลองที่ 1.2 : การจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนต่อการลดปริมาณเชื้อราในผลเงาะ วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์4 x 3มีทั้งหมด 12 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้ผลเงาะจำนวน 2 กิโลกรัม ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นก๊าซโอโซนในน้ำมี 3 ระดับ คือ 0 0.3 0.5 และ 1.0 ppm และ ระยะเวลามี 3 ระดับ คือ 15 30 และ 60 นาที หลังจากนั้นนำผลไปตรวจสอบปริมาณเชื้อราภายหลังการจุ่มในน้ำโอโซน

<u>การทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพของน้ำโอโซนในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ ทุเรียน และมะม่วง</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ศึกษาทั้งหมด 5 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) จุ่มน้ำโอโซน นาน 1 5 10 และ 15 นาที การทดลองมี 4 ซ้ำ ในเงาะแต่ละหน่วยทดลองใช้เงาะจำนวน 15 ผล หลังจากการจุ่มน้ำโอโซน ทำการตรวจปริมาณเชื้อรา และนำผลไปเก็บรักษาในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วให้คะแนนการเกิดโรค สำหรับทุเรียนและมะม่วง ใช้ 1 ผล เป็นหน่วยทดลอง โดยปลูกเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ลงบนผลทุเรียน และเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ลงบนมะม่วง ก่อนนำไปจุ่มในน้ำโอโซน จากนั้นนำไปเก็บรักษาในถุงพลาติกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-4 วัน วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผลที่เกิดขึ้น และคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ดังสูตรคำนวณ

$$100 - \left\{ \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางแผลบนผลที่เกิดจากเชื้อที่มีผ่านน้ำโอโซน x 100}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของแผลบนผลที่เกิดจากเชื้อในกรรมวิธีควบคุม}} \right\}$$

ผลการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u> : หลังจากการรมผลเงาะด้วยก๊าซโอโซนพบว่า ผลเงาะที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนทำให้ปริมาณเชื้อราลดลง 93.9 –99.0% ตามความเข้มข้นและเวลาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1 ก) ในขณะที่ผลเงาะที่ไม่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซน ปริมาณเชื้อราที่ลดลง เท่ากับ.1 7 % และการจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนพบว่า ปริมาณเชื้อราที่ผิวผลลดลง 79.2-95.1% ตามความเข้มข้นและเวลาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1 ข) ส่วนผลเงาะที่จุ่มในน้ำเปล่าปริมาณเชื้อราลดลง 26.1-37.3% (ภาพที่ 1 ข)

<u>การทดลองที่ 2</u> : เงาะ ภายหลังจากการจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนพบว่า ผลเงาะที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้น 0.5 ppm นาน 1 0 และ 5 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราลงได้ไม่เกิน 50 % ในขณะที่ผลเงาะที่ผ่านการจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนในความเข้มข้น 0.5 ppm นาน 10 และ 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราลงได้.68 8-74.6% (ภาพที่ 2) และพบว่าการเกิดโรคภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ก็ลดลงเช่นกัน (ภาพที่ 3) โดยการจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนนี้ไม่มีผลต่อความสดและสีของผล

ทุเรียน ภายหลังการเก็บรักษาผลทุเรียนไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน พบว่าผลทุเรียนที่จุ่มในน้ำโอโซน 0.5 ppm นาน 10 นาที และ 15 นาที มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยบนแผลเล็กกว่า การจุ่มผลในน้ำโอโซน นาน 1 และ 5 นาที และกรรมวิธีควบคุม ซึ่งทำให้มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงของโรคสูงกว่า (ตารางที่ 1)

มะม่วง ภายหลังการเก็บผลมะม่วงไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยบนแผล และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงของเชื้อ *Colletotrichum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบมะม่วงบางผลยังคงเกิดอาการผลเน่าในบริเวณที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ

นอกจากนี้ จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า การรมด้วยก๊าซโอโซนความเข้มข้น 0.5 ppm ที่อุณหภูมิห้อง นาน 6 วัน ทำให้สีและเปลือกของผลเงาะและมะม่วงเกิดอาการผิดปกติ โดยอาการผิดปกติของขนและสีของเงาะเริ่มพบในวันที่สาม ส่วนในมะม่วงเริ่มพบอาการผิดปกติในวันที่สี่

สรุปและวิจารณ์

การใช้โอโซนโดยการจุ่มผลในน้ำโอโซนในความเข้มข้น 0.5 ppm นานตั้งแต่ 10 นาที พบว่าสามารถลดการเกิดโรคของเงาะและทุเรียนได้แตกต่างจากการไม่ใช้โอโซน อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ยังคงมีโรคเกิดขึ้นหลังการเก็บรักษาทั้งเงาะและทุเรียน และไม่สามารถควบคุมโรคได้ในกรณีของมะม่วง ทั้งนี้อาจมีปัจจัยหลายประการที่เป็นสาเหตุ เงาะ ทุเรียนและมะม่วงมีเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวอยู่หลายชนิด (นิพนธ์ ,2542) การใช้โอโซนสามารถลดปริมาณเชื้อราบนผิวผลลงได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) แต่เชื้อที่ไม่ถูกทำลายอาจสามารถเจริญเติบโตได้ดีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีปริมาณเชื้อที่แข่งขันในการหาอาหารน้อยลง อีกทั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวในไม้ผลหลายชนิดจะเข้าสู่พืชตั้งแต่ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วพักตัวอยู่โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย จนกระทั่งผลมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่สภาพที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ดีในระยะหลังการเก็บเกี่ยว โอโซนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีในบริเวณพื้นผิว (Liangii ,2003) แต่อาจไม่สามารถทำลายเชื้อโรคที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อได้ดี (Sugar, 2002) ดังนั้น การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ ทุเรียน และมะม่วง ให้ได้ดีสำหรับการค้า จึงมีควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเข้มข้นและระยะเวลาของการใช้โอโซนที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคยิ่งขึ้น โดยไม่เป็นอันตรายต่อผลไม้และผู้ใช้ รวมทั้งมีป้องกันกำจัดโรคตั้งแต่ระยะก่อนการเก็บเกี่ยวด้วย

คำขอบคุณ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเครือข่ายการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน สกอ .ภาคใต้ตอนบน

เอกสารอ้างอิง

ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, กฤติยา เลี่ยวชวลิต และ เสริมสิริ วิจัยวรกิจ. 2547. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการล้างผักด้วยสารไตรโซเดียมฟอสเฟต คลอรีน และการใช้โอโซน. สืบค้นได้จาก; http://www.phtnet.or.th.

จริงแท้ ศิรพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 น.

ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข และ อรุโณทัย ชาววา. 2547. ผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่. Postharvest Newsletter; โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 1(2): 1–3.

นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอพืช-ไม้ผล”. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 172 น.

วรรณวิไล อินทนู และ จิรเดช แจ่มสว่าง . 2543. การคัดเลือกและการใช้จุลินทรีย์ที่แยกได้จากผิวของพืชในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชบนใบโดยชีววิธี รายงานผลการวิจัยประจำปี ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน .18 น.

Hur J.S., J.A. Kim, J.S. Jung and Y.J. Koh. 2004. Effects of Ozonated Water on Postharvest Pathogens of Kiwifruits in Laboratory. http://www.actahort.org/books/610/610_57.htm.

Laingii, Xu. 2003. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. [Online]. Available http://www.actahort.org.

Nisoa, M., D. Srinoam and P. Kerdthongmee. 2005. Development of high-voltage high-frequency resonant inverter power supply for atmospheric surface glow barrier discharge. Solid State Phenomen, 107: 81-86.

Palou L., J. L. Smilanick.,C. H. Crisosto., M. Mansour and P. Plaza. 2003. Ozone gas penetration and control of the sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within commercial packages of oranges during cold storage. Crop Protection. 22: 1131-1134.

Sugar, D. 2002. Management of postharvest diseases. In Knee M.(Ed.), Fruit Quality and its Biological Basis. CRC Press, USA. pp. 225-252.

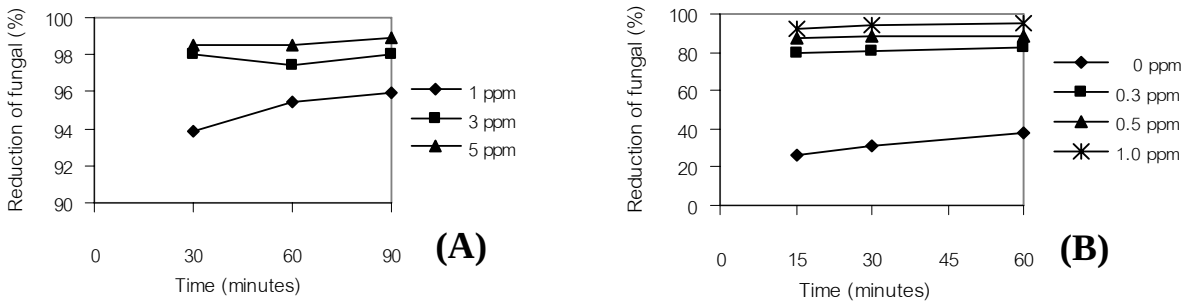

Figure 1 The reduction of fungal disease (%) on rambutan fruit after treated by different concentrations of gasses ozone (A) and ozonated water (B) at various times.

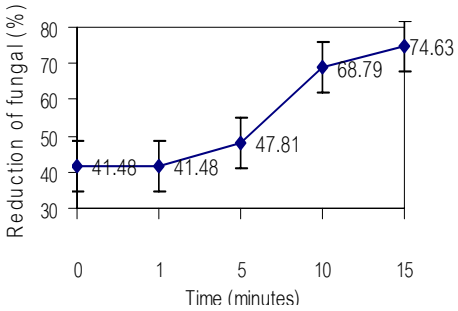

Figure 2 The reduction of fungal disease (%) on rambutan fruit after treated by 0.5 ppm ozonated water at various times.

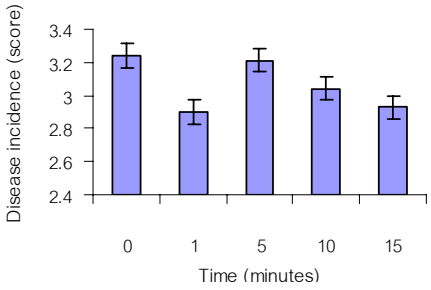

Figure 3 Disease incidence of rambutan fruit treated by 0.5 ppm ozonated water at various times after stored at 13 °C for 14 days. Scores 1, 2, 3, 4 and 5 were 1, 1-25, 26-50, 51-75 and 76-100% of peel showed rot symptom, respectively.

Table 1 Effectiveness of 0.5 ppm ozonated water at various times on fruit rot of durian and mango after storage for 3 and 4 days, respectively.

Time of dipping in ozonated water	Durian		Mango	
	Diameter of lesion (cm(.	Disease Inhibition)%(	Diameter of lesion (cm(.	Disease Inhibition) %(
0 minute	3.64 c[1/]	-	0.94 a	-
1 minute	2.26 b	38.01 b	0.64 a	0 a
5 minutes	2.35 b	35.44 b	0.71 a	0 a
10minutes	1.78 ab	51.24 ab	0.64 a	0 a
15minutes	1.28 a	64.97a	0.86 a	0 a

[1/] Value within a column followed by a different letter are significantly different ($P \leq 0.01$) according to Duncan's New Multiple Rang Test.