Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 101-104 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 101-104 (2560)

ผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการลดสารคลอไพริฟอสและการเจริญเติบโตของเชื้อ *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกหวาน

Effect of Microbubble Ozone on Reduction of Chlorpyrifos Residue and Growth of *Colletotrichum capsici* Causing Bell Pepper Anthracnose

อมรรัตน์ ตามจะโปะ[1,3] จำนงค์ อุทัยบุตร[1,2] และกานดา หวังชัย[1,2]

AmonratTamjapo[1,3], Jamnong Uthaibutra[1, 2] and Kanda Whangchai[1,2]

Abstract

Effect of microbubble ozone (MBO) on reduction of chlorpyrifos residue and bell pepper anthracnose were studied. Reduction percentage of chlorpyrifos residue, pH and Oxidation-Reduction Potential (ORP) after bell pepper washing in MBO with different temperatures at 15, 20 and 25 °C for 10, 20 and 30 minutes and the distilled water (control) were investigated. The highest efficacy of OMB washing at 15 °C for 30 minutes was found to be pH 6.7, ORP 998 mV with reduction percentage of chlorpyrifos residue by 72%, there were significant differences ($p<0.05$) to the distilled water (control) which reduced chlorpyrifos only 10%. In addition, the effect of OMB on control *Colletotrichum capsici* causing bell pepper anthracnose was studied. Each wound spot was inoculated with those fungi and washed at 15 °C, according to above experiment and observed the growth of fungi when storage at 25°C for 7 days. The MBO washing for 10 minutes was the best treatment to inhibit mycelial growth of *Colletotrichum capsici* on bell peper by 96 % and only 14.33% in the control group. Thus, MBO could be used as effective method to reduce chlorpyrifos residue and anthracnose in bell peper.

Keywords: microbubble ozone, anthracnose, chlorpyrifos

บทคัดย่อ

ผลของการใช้โอโซนไมโครบับเบิลในการลดสารคลอไพริฟอสและโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวาน โดยนำผลพริกหวานมาล้างด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิได้รับโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำทุกชุดการทดลองมาวัดค่า pH ค่าประสิทธิภาพในการออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction Potential ;ORP) และวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารคลอไพริฟอส พบว่าการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยมีค่า pH เท่ากับ 6.7 และค่า ORP เท่ากับ 998 มิลลิโวลต์ มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารคลอไพริฟอสมากที่สุดเท่ากับ 72% โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับชุดที่ล้างด้วยน้ำเปล่า(ชุดควบคุม) ซึ่งสามารถลดได้เพียง 10% นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวานที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Colletotrichum capsici* โดยนำผลพริกหวานมาปลูกด้วยเชื้อราดังกล่าว และนำมาล้างด้วยน้ำโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น และสังเกตการเกิดโรคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลพริกหวานที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่าการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum capsici* บนผลพริกหวานได้ดีที่สุดเท่ากับ 96% ในขณะที่ชุดควบคุมสามารถลดได้ 14.33% ดังนั้นโอโซนไมโครบับเบิลสามารถนำมาใช้เป็นวิธีการลดสารคลอไพริฟอสและโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โอโซนไมโครบับเบิล โรคแอนแทรคโนส สารคลอไพริฟอส

---

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เชียงใหม่ 50200

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพ 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 / Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok, 10400

[3] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] Graduate School, Chiang Mai University

คำนำ

พริกหวานเป็นพืชที่มีผลสีสด รสชาติดี และมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ในปี 2556 มีการผลิตพริกหวาน 9,317.14 ตัน สร้างรายได้ให้กับประเทศกว่า 128 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงปริมาณมากเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพสูง จึงทำให้เกิดปัญหาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในพริกหวานหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังพบการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวจากการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนส ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ทำให้ผลพริกหวานมีอายุการเก็บรักษาสั้น ส่งผลให้คุณภาพและราคาของผลผลิตลดลง ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค จึงควรมีการพัฒนาวิธีการล้างที่เหมาะสมเพื่อลดสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

ในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีโอโซนเป็นวิธีการที่น่าสนใจโดยเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำปฏิกิริยาได้ดีและมีการสลายตัวอัตโนมัติ และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตผลไม้มากขึ้น โดยมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ไวรัส กำจัดสารพิษและกลิ่นต่างๆ ได้ดี แต่พบปัญหาคือความสามารถที่ละลายน้ำได้น้อย ดังนั้นการใช้ร่วมกับไมโครบับเบิล ซึ่งเป็นระบบผลิตฟองอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 50-200 ไมโครเมตร จะทำให้สารมีความคงตัวสูงขึ้น แตกตัวในน้ำยากและมีความสามารถในการทำความสะอาดผิวได้มากขึ้น ส่งผลให้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงนำเทคโนโลยีโอโซนมาประยุกต์ใช้ร่วมกับไมโครบับเบิล เพื่อให้โอโซนที่ละลายในน้ำอยู่ได้นานขึ้น เป็นการเพิ่มความสามารถในการออกซิไดซ์และทำให้โครงสร้างหรือพันธะต่างๆ ของสารกำจัดศัตรูพืชแตกตัวได้ง่าย นอกจากนี้โอโซนยังมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างดี ดังนั้นการใช้โอโซนไมโครบับเบิล น่าจะสามารถลดสารกำจัดศัตรูพืชและควบคุมการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวในพริกหวานได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลิตน้ำโอโซนจากเครื่อง ozone generator (OZONIZER รุ่น SO 5 AE บริษัท AKY ZONE) ที่ต่อกับระบบไมโครบับเบิลในอ่างล้าง (Figure 1) แล้วนำผลพริกหวานมาล้างด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิได้รับโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำทุกชุดการทดลองมาวัดค่า pH ค่าประสิทธิภาพในการออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction Potential, ORP) และวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารคลอไพริฟอส นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวานที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C. capsici* โดยนำผลพริกหวานมาปลูกด้วยเชื้อราดังกล่าว ($1x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร) และนำมาล้างด้วยน้ำโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น และสังเกตการเกิดโรคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลพริกหวานเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

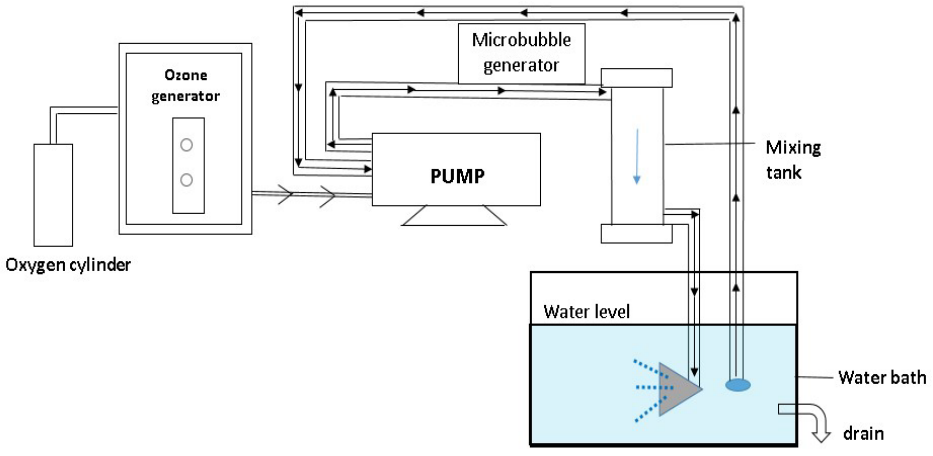

Figure 1 Photograph of microbubble ozone cleaning tank

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิได้รับโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม พบว่าการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยมีค่า pH เท่ากับ 6.7 (Figure 2A) และค่า ORP เท่ากับ 998 มิลลิโวลต์ (Figure 2B) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารคลอไพริฟอสมากที่สุดเท่ากับ 72% โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองอื่น และชุดที่ล้างด้วยน้ำเปล่า(ชุดควบคุม) สามารถลดได้เพียง10% (Figure 3)

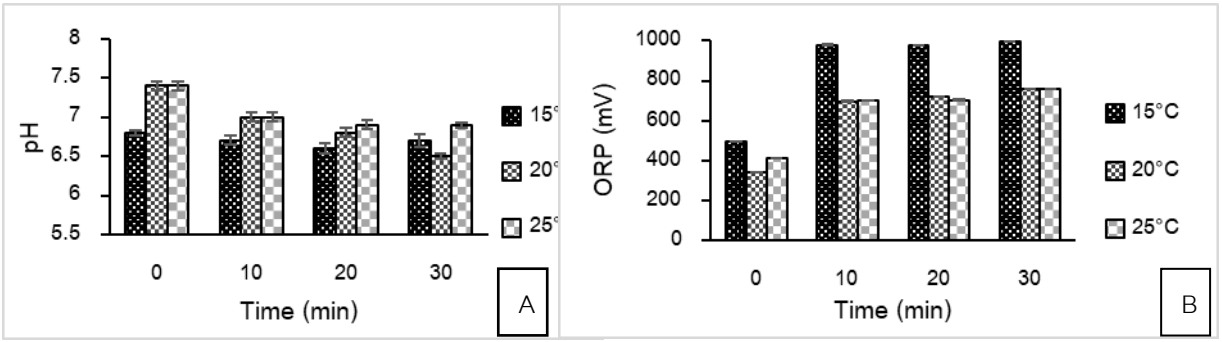

Figure 2 Effect of microbubbles ozone on pH (A) and ORP (oxidation-reduction potential) (B)

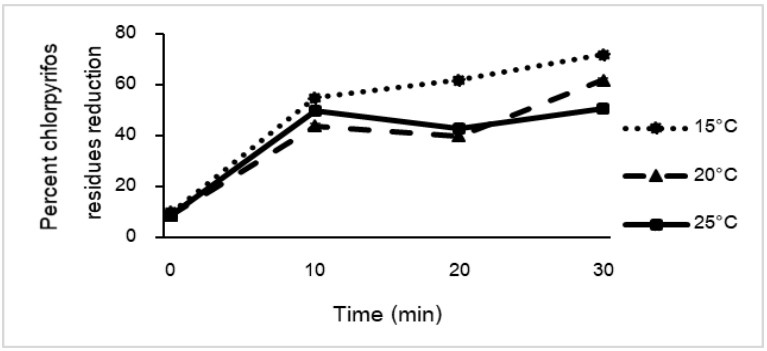

Figure 3 Effect of microbubbles ozone to reduce pesticide residue in bell peper

นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวานที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C. capsici* โดยนำผลพริกหวานมาปลูกด้วยเชื้อราดังกล่าว และนำมาล้างด้วยน้ำโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น และสังเกตการเกิดโรคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลพริกหวานเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. capsici* บนผลพริกหวานได้ดีที่สุดเท่ากับ 96% ในขณะที่ชุดควบคุมสามารถลดได้ 14.33% (Figure 4)

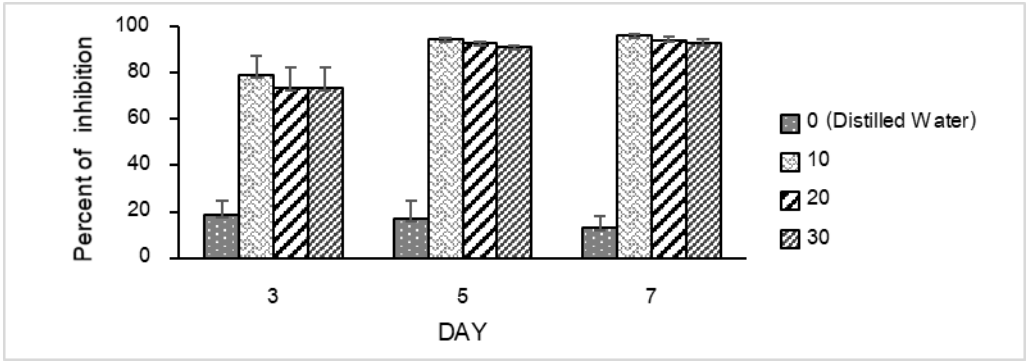

Figure 4 Effect of microbubbles ozone for mycelial growth inhibition of *C. capsici* in bell peper

วิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์การล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยมีค่า pH เท่ากับ 6.7 และค่า ORP เท่ากับ 998 มิลลิโวลต์ มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารคลอไพริฟอสได้มากที่สุดเท่ากับ 72% ซึ่งโอโซนไมโครบับเบิลจะเพิ่มความสามารถในการออกซิไดซ์ โดยค่า ORP ที่สูงจะเพิ่ม $^{\cdot}$OH (Hydroxyl radical) ทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและทำให้โครงสร้างหรือพันธะต่างๆ ของสารกำจัดศัตรูพืชแตกตัวได้ง่าย เช่นเดียวกับ Takahashi *et al*. (2007) พบว่าการใช้โอโซนร่วมกับไมโครบับเบิลทำให้เกิด $^{\cdot}$OH ได้มากกว่าแบบแมคโครบับเบิล โดย $^{\cdot}$OH เป็นสารออกซิแดนซ์ที่แรงที่สุดเมื่อเทียบกับชนิดอื่นๆ และ สามารถทำลายสาร polyvinyl alcohol ซึ่งปกติจะสลายตัวได้ยากในสภาพธรรมชาติ นอกจากนี้ Ikeura *et al*. (2011) รายงานว่าการใช้ความเข้มข้นโอโซนที่ละลายในน้ำ 2.0 ppm ในรูปแบบไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณสารตกค้างเฟนิโตรไทออนในผักสลัด มะเขือเทศเชอรี่ และสตอเบอรี่ได้ดีที่สุด และ Ikeura *et al*. (2013) รายงานว่าการล้างใบพลับด้วยโอโซนไมโครบับเบิลสามารถลดสารตกค้างเฟนติโตรไทออน และเบนโนมิล โดยไม่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพของใบพลับ

ส่วนผลการทดลองของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลพริกหวานที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C. capsici* พบว่าการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. capsici* บนผลพริกหวานได้ดีที่สุดเท่ากับ 96% ในขณะที่ชุดควบคุมสามารถลดได้เพียง 14.33% เนื่องจาก $^{\cdot}$OH ที่ได้จากการทำงานของโอโซนไมโครบับเบิลมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโดยเข้าทำลายโครงสร้างของเชื้อ *C. capsici* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของผลพริกหวาน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kobayashi *et al*. (2011) พบว่าการใช้ไมโครบับเบิลร่วมกับโอโซนที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้แก่ 15, 20 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* และ *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* แบบแขวนลอยได้ดีที่สุด เช่นเดียวกับ Lee *et al.* (2016) ที่รายงานว่าการล้างเกาลัดด้วยน้ำโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10 นาที สามารถลดโรคเน่าและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของเกาลัดได้ และจากการศึกษาของ Fukumoto *et al.* (2010) ได้รายงานว่าน้ำโอโซนไมโครบับเบิลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในมะเขือเทศ ผักกาดกวางตุ้ง และสตรอเบอรี่ โดยไม่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของผลิตผล

สรุป

การล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยมีค่า pH เท่ากับ 6.7 และค่า ORP เท่ากับ 998 มิลลิโวลต์ สามารถลดสารตกค้างคลอไพริฟอสได้มากที่สุดเท่ากับ 72% และการล้างผลพริกหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลเป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. capsici* บนผลพริกหวานได้ดีที่สุดเท่ากับ 96%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปี 2561 ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยพริก 2559-2563. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.doa.go.th/hort/images/stories/ strategyplanthort/strategychili.doc. (15 มิถุนายน 2560).

Fukumoto, Y., K. Hashizume and Y. Nishimura. 2010. Developmemt of supply system of microbubble ozoned water in agriculture. Horticulture Environment and Biotechnoligy 51(1): 21-27.

Ikeura, H., S. Hamasaki and M. Tamaki. 2011. Removal of residual pesticide in vegetables using ozone microbubbles. Journal of Hazardous Materials 186: 956–959.

Ikeura, H., S. Hamasaki and M. Tamaki. 2013. Effects of ozone microbubble treatment on removal of residual pesticides and quality of persimmon leaves. Food Chemistry 138: 366-371.

Kobayashi, F., H. Ikeura, S. Ohsato, T. Goto and M. Tamaki. 2011. Disinfection using ozone microbubbles to inactivate *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Crop Protection 30: 1514-1518.

Lee, U., S. Joo, NB. Klopfenstein and M.S. Kim. 2016. Efficacy of washing treatments in the reduction of postharvest decay of chestnuts (*Castanea crenata* 'Tsukuba') during storage. Plant Science 96: 1–5.

Takahashi, M., K. Chiba and P. Li. 2007. Formation of hydroxyl radicals by collapsing ozone microbubbles under strong acid conditions. Journal of Physical Chemistry 111: 11443-11446.