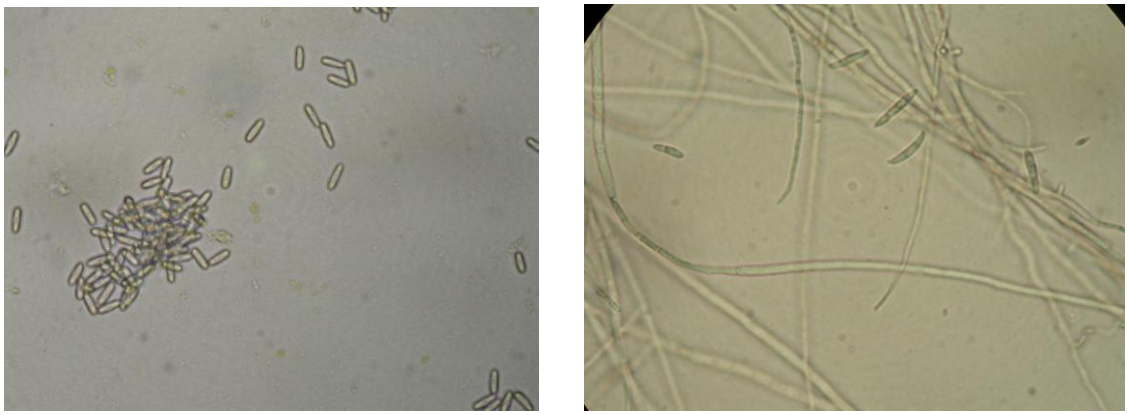
บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาชนิดของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียของผลพริกสดในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการแยกเชื้อราจากผลพริกสดพันธุ์ Super Hot ที่แสดงอาการเน่าเสียโดยวิธี Tissue transplanting method และเมื่อจากนั้นนำเชื้อราแยกได้มาทำการปลูกเชื้อลงบนผลพริก โดยวิธี Koch's postulation (เพื่อยืนยันการเป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชที่แท้จริง) จากนั้นทำการจำแนก Genus และ Species ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีเชื้อราจำนวน 2 ชนิด ที่ทำให้ผลพริกแสดงอาการเน่าเสีย คือ *Colletotrichum gloeosporioedes* และ *Colletotrichum capsici* (รูปที่ 1.1) หลังจากได้เชื้อราสาเหตุโรคผลน่าของพริกแล้ว จึงนำเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ไปทดสอบผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการให้โอโซนเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของผลพริกสดในสภาพ *in vitro* ต่อไป



(A) (B)

รูปที่ 1.1 ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioedes* (A) และ *Colletotrichum capsici* (B) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400X

4.2 ศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของการใช้โอโซนเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของพริกสดในสภาพ *in vitro*

ผลของการใช้โอโซนเพื่อควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioedes* และ *Colletotrichum capsici*สาเหตุโรคผลเน่าของพริก ทำโดยปล่อยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 0, 500 และ 1,000 mg/hr ผ่านในบีกเกอร์ที่บรรจุสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิด นาน 30, 60 และ 90 นาที จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิดมาเกลี่ยลงบนอาหาร PDA และบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 วัน จากนั้นทำการบันทึกจำนวนโคโลนีของเชื้อราที่ขึ้นบนหน้าอาหาร PDA สำหรับความเข้มข้นของ

โอโซนสามารถละลายในน้ำ (ในสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิด) ทำการตรวจวิเคราะห์ทันทีหลังจากครบระยะเวลาการให้ก๊าซโอโซนตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจากศึกษาได้ผลการทดลองดังนี้

ผลของโอโซนต่อสปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioedes* พบว่า การผ่านก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 500 ppm ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา นาน 30, 60 และ 90 นาที ทำให้ในสปอร์แขวนลอยมีปริมาณโอโซนในน้ำเท่ากับ 3.18, 5.13 และ 5.75 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ การผ่านก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* นาน 30, 60 และ 90 นาที ทำให้ในสปอร์แขวนลอยมีปริมาณโอโซนในน้ำเท่ากับ 3.69, 4.29 และ 6.27 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโอโซนที่ละลายในน้ำ จะเห็นว่าระยะเวลาในการปล่อยก๊าซโอโซนลงในน้ำที่นานขึ้น มีผลทำให้ก๊าซโอโซนละลายในน้ำได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่เติมลงไปในน้ำ พบว่าการให้ก๊าซโอโซนความเข้มข้นสูง (1,000 ppm) มีผลทำให้การเกิดละลายของก๊าซโอโซนลงในน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น ในการละลายของก๊าซโอโซนในน้ำจะมีประสิทธิภาพดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ 1. ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการผลิตก๊าซโอโซน โดยพบว่าการใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์จากถัง (95-99% O_2) ในการผลิตก๊าซโอโซนจะทำให้ได้ความเข้มข้นของโอโซนออกมาได้มากกว่าการใช้ออกซิเจนจากบรรยากาศ (21% O_2) 2.ความชื้นในอากาศ พบว่าหากในอากาศที่ใช้ในการผลิตโอโซนมีความชื้นสูง จะมีผลทำให้ได้ก๊าซโอโซนที่มีความเข้มข้นต่ำ 3.อุณหภูมิของน้ำ มีผลต่อการละลายของก๊าซโอโซน โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่สูง จะมีผลทำให้การละลายของก๊าซโอโซนลงในน้ำต่ำไปด้วย เมื่อพิจารณาผลของการให้โอโซนต่อการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioedes* เปรียบเทียบกับสปอร์ที่ไม่ได้รับโอโซน พบว่าการให้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 30, 60 และ 90 นาที ทำให้สปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioedes* สามารถงอกได้เพียง 30.41, 22.16 และ 10.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใช้โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 30, 60 และ 90 นาที มีผลทำให้สปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioedes* สามารถงอกได้เพียง 30.53, 5.96 และ 5.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1)

สำหรับผลของการให้โอโซนต่อการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. capsici* เปรียบเทียบกับสปอร์ที่ไม่ได้รับโอโซน พบว่า การผ่านก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 500 ppm ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *C. capsici* นาน 30, 60 และ 90 นาที ทำให้ในสปอร์แขวนลอยมีปริมาณโอโซนในน้ำเท่ากับ 3.19, 4.86 และ 6.23 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ การผ่านก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา นาน 30, 60 และ 90 นาที ทำให้ในสปอร์แขวนลอยมีปริมาณโอโซนในน้ำเท่ากับ 3.78, 4.63 และ 6.16 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2) โดยพบว่าการผ่านโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm นาน 30, 60 และ 90 นาที ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *C.capsici* มีผลทำให้สปอร์ของเชื้อรางอกเพียง 3.11, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนให้โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 30, 60 และ

90 นาที ลงในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *C.capsici* มีผลทำให้สปอร์ของเชื้อรางอกเพียง 7.30, 6.03 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2)

จากผลการทดลอง พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการให้โอโซนลงในน้ำ (สปอร์แขวนลอย) นานขึ้น มีผลทำให้ปริมาณโอโซนที่ละลายในน้ำ (สปอร์แขวนลอย) เพิ่มสูงขึ้น จึงมีผลไปทำลายสปอร์ของเชื้อราได้มากขึ้น โดยจะเห็นว่าสปอร์ของเชื้อรา *C. capsici* มีความอ่อนแอต่อโอโซนมากว่า *C. gloeosporiodes* ซึ่งจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อรา *C. capsici* ที่ได้รับโอนโซนความเข้มข้น 500 ppm และ 1,000 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 0-3.11 และ 0-7.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporiodes* ที่ได้รับโอนโซนความเข้มข้น 500 ppm และ 1,000 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 10.27-30.41 และ 5.61-30.53 เปอร์เซ็นต์ ทั้งอาจเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของสปอร์เชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้มีความหนาของผนังที่แตกต่างกัน โดย Khadre และคณะ (2001) กล่าวว่าบทบาทของโอโซนในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์คือ การเป็น strong oxidizing agent และสามารถทำลายกิจกรรมของเอ็นไซม์กรดนิวคลีอิค องค์ประกอบของผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เยื่อหุ้มของสปอร์เชื้อราและ capsids ของเชื้อไวรัส ซึ่ง เพ็ญแข และคณะ (2550) พบว่าการใช้โอโซนความเข้มข้น 5 ppm นาน 10 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา และโคลิฟอร์มบนผิวพริกได้ดี และจากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศอิเล็ตตรอนแบบส่องกราดพบว่าโอโซนทำลายเมมเบรนและผนังเซลล์ของเชื้อ ซึ่งทำให้เชื้อตายได้

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ได้รับก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm นาน 0, 30, 60 และ 90 นาที

Time (min)	500 ppm O_3 gas			1,000 ppm O_3 gas		
	Ozone concentration in H_2O (ppm)	Number of colony	Spore germination (%)	Ozone concentration in H_2O (ppm)	Number of colony	Spore germination (%)
0	0	148.00[a]	100%	0	142.50[a]	100%
30	3.18	45.00[b]	30.41%	3.69	43.50[b]	30.53%
60	5.13	32.75[b]	22.16%	4.29	8.50[c]	5.96%
90	5.75	15.25[c]	10.27%	6.27	8.00[c]	5.61%
F-Test	-	**	-	-	**	-
C.V. (%)	-	17.83	-	-	28.54	-

ตารางที่ 2.2 เปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum capsici* ที่ได้รับก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm นาน 0, 30, 60 และ 90 นาที

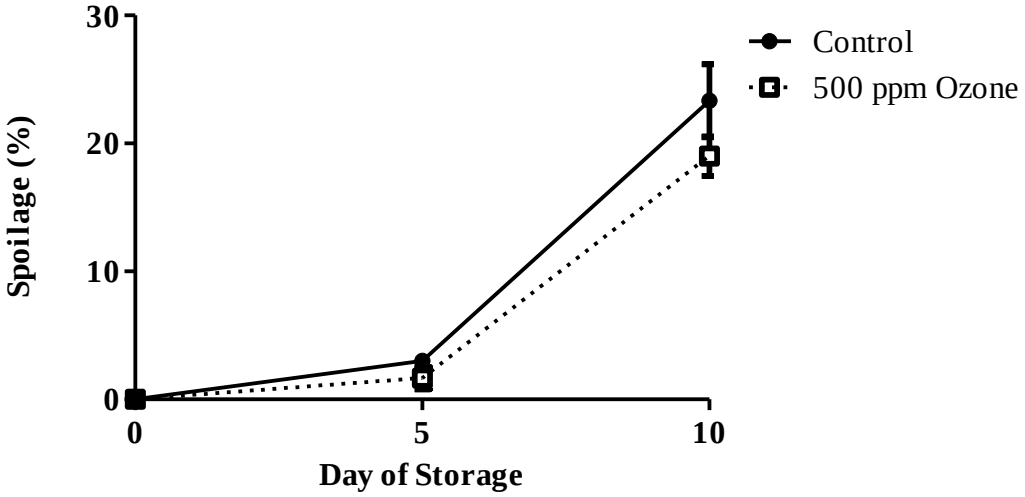
Time (min)	500 ppm O_3 gas			1,000 ppm O_3 gas		
	Ozone concentration in H_2O (ppm)	Number of colony	Spore germination (%)	Ozone concentration in H_2O (ppm)	Number of colony	Spore germination (%)
0	0	161.00[a]	100%	0	157.50[a]	100%
30	3.19	5.00[b]	3.11%	3.78	11.50[b]	7.30%
60	4.86	0.00[b]	0	4.63	9.50[b]	6.03%
90	6.23	0.00[b]	0	6.16	0.00[c]	0
F-Test	-	**	-	-	**	-
C.V. (%)	-	23.90	-	-	12.73	-

4.3 ศึกษาผลของการใช้โอโซนต่อการป้องกันการเน่าเสีย การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของผลพริกสดในระหว่างการเก็บรักษา

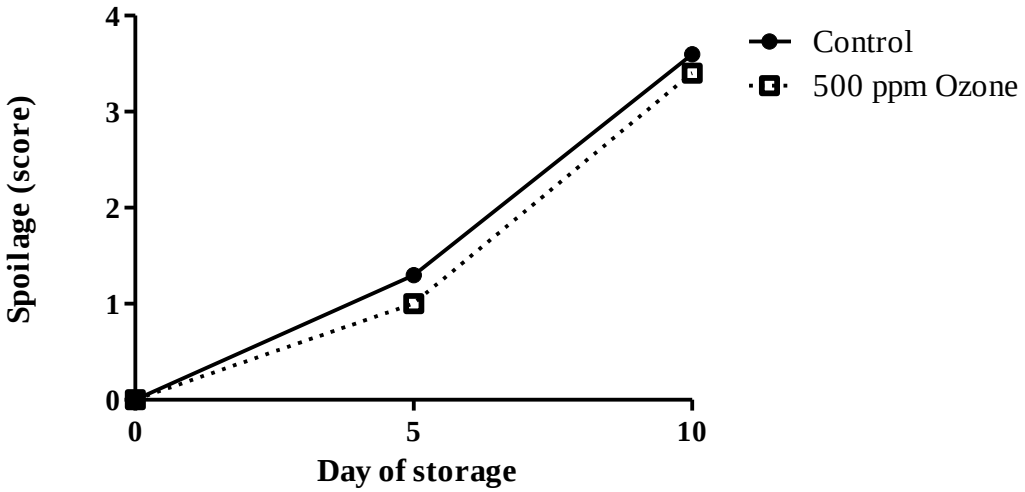
เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียและความรุนแรงของการเน่าเสีย

ผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และผลพริกที่แช่น้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นบรรจุผลพริกลงในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเน่าเสียเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา ผลพริกที่แช่ในน้ำโอโซนมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียน้อยกว่าผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด คือมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 1.67 และ 19% ตามลำดับ ในขณะที่ผลพริกในชุดควบคุม (แช่น้ำ) มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 3.0 และ 23.33% ตามลำดับ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนท์ทั้งสอง (รูปที่ 3.1, ตารางภาคผนวกที่ 3.1) จากผลการทดลองในตารางภาคผนวกที่ 3.2 พบว่าผลพริกในชุดควบคุมและที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีคะแนนความรุนแรงของโรคผลเน่าไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ผลพริกในชุดควบคุมมีระดับความรุนแรงของโรคผลเน่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา เท่ากับ 3.6 คะแนน และพริกที่

ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 3.4 คะแนน (รูปที่ 3.2) จากผลการทดลองนี้ จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียและระดับความรุนแรงของการเน่าเสียของผลพริกที่ใช้โอโซนมีค่าไม่แตกต่างจากผลพริกที่ไม่ใช้โอโซน ในขณะที่หลายๆ งานวิจัยพบว่า การใช้โอโซนสามารถลดการเน่าเสียของผลิตผลสดได้ เช่น โรคราสีเขียวบนผลส้ม (กานดา และคณะ, 2549) โรคผลเน่าของเงาะ (ดวงธิดา และคณะ, 2550) โรคผลเน่าของลิ้นจี่ (ธนะชัย และคณะ, 2545) เป็นต้น



รูปที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.2 ความรุนแรงของโรคผลเน่าของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

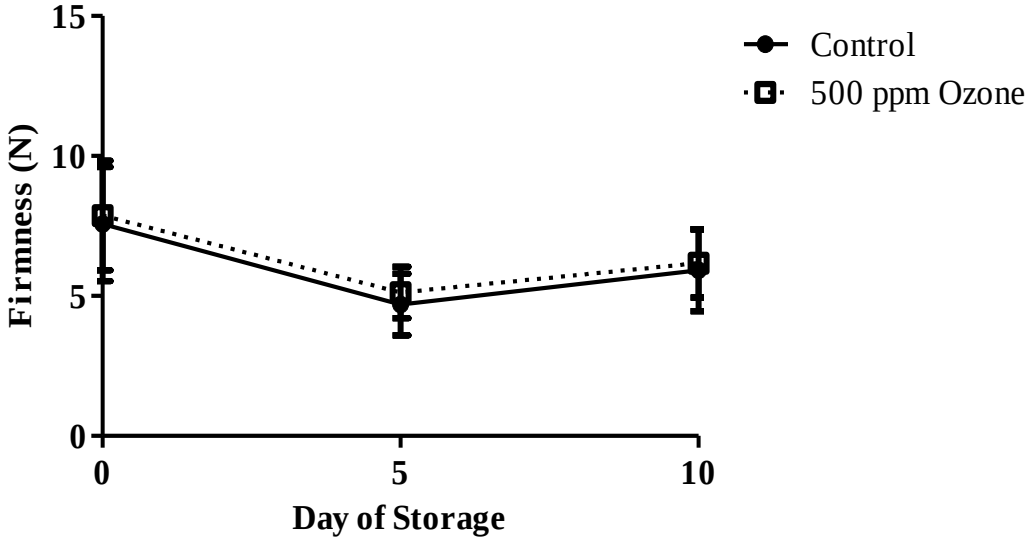
ความแน่นเนื้อและการสูญเสียน้ำหนัก

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ พบว่าผลพริกในชุดควบคุมและที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีค่าความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโดยวันแรก ผลพริกในชุดควบคุมและที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซน มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 7.57 และ7.87 นิวตัน ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่าผลพริกทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว โดยผลพริกที่แช่ในน้ำโอโซนมีค่าความแน่นเนื้อ (5.12 นิวตัน) สูงกว่าพริกในชุดควบคุม ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 4.69 นิวตัน อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 3.3, ตารางภาคผนวกที่ 3.3)

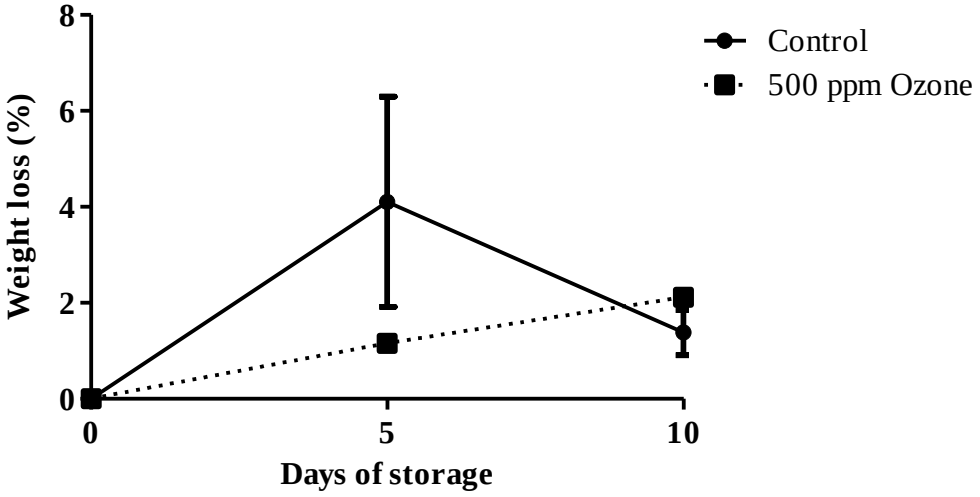
การสูญเสียน้ำหนักของผลพริกพันธุ์ Super Hot พบว่าผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) พบการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นใน 5 วันแรก และลดลงตามระยะการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4, ตารางภาคผนวกที่ 4.4) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้โอโซนกับผลพริกมีผลทำให้พริกมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Whangchai และคณะ (2011) ที่พบว่าการน้ำโอโซนความเข้มข้น 2.2, 2.4, 3.4 และ 3.2 mg/L นาน 10, 20, 30 และ 60 นาที หรือการใช้ก๊าซโอโซนความเข้มข้น 80, 160, 200 และ 240 mg/L นาน 10, 20, 30 และ 60 นาที ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด, total soluble solids (TSS) และ titratable acidity (TA) แต่พบว่าการใช้น้ำโอโซนมีผลทำให้คุณภาพของลิ้นจี่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ก๊าซโอโซน นอกจากนี้ กานดา และคณะ (2549) พบว่าการล้างผลส้มด้วยน้ำโอโซนนาน 2 ชั่วโมง ไม่มีกระทบต่อคุณภาพของส้ม เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเดรดได้ สีเปลือก และการสูญเสียน้ำหนัก ส่วน ธนะชัย และคณะ (2545) พบว่าการให้โอโซนกับลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิในอัตรา 100 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง นาน 30 40 และ 60 นาที ไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด

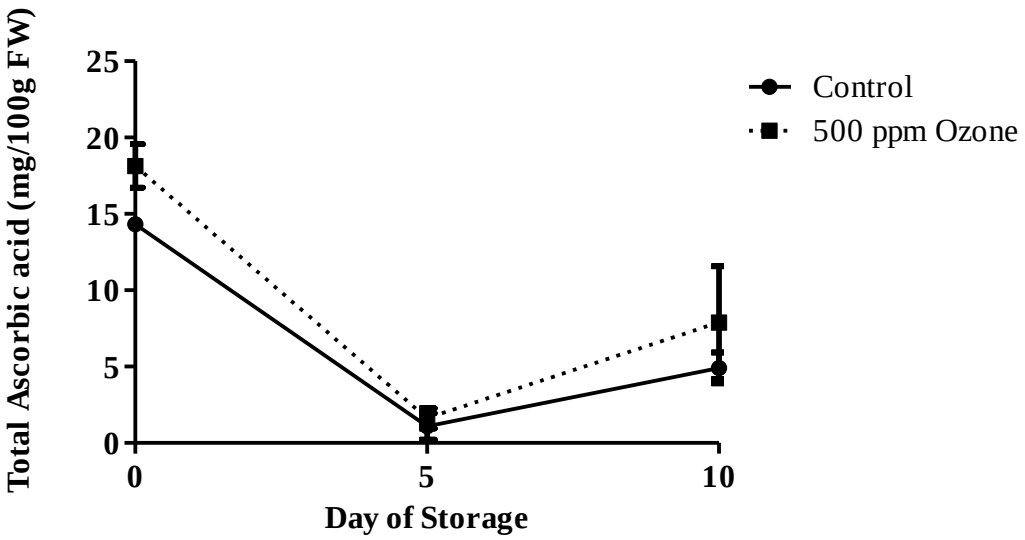
ปริมาณวิตามินซีทั้งหมดของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ให้โอโซน 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน พบว่าพริกทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.08 และ 1.62 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเริ่มมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นเพียง 4.92 และ 7.88 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลพริกทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 4.5, ตารางภาคผนวกที่ 4.5)



รูปที่ 3.3 ความแน่นเนื้อของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



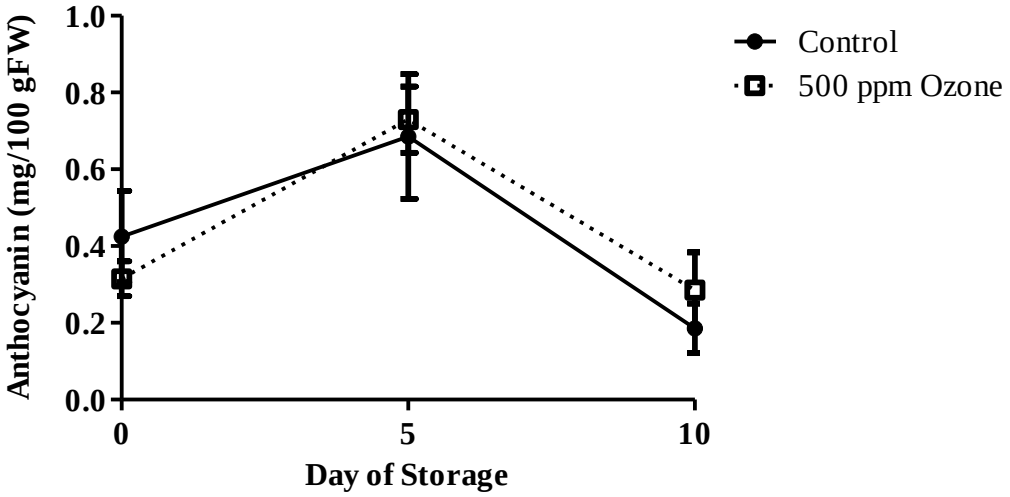
รูปที่ 3.4 การสูญเสียน้ำหนักของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.5 ปริมาณวิตามินซีของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

ปริมาณแอนโธไซยานิน

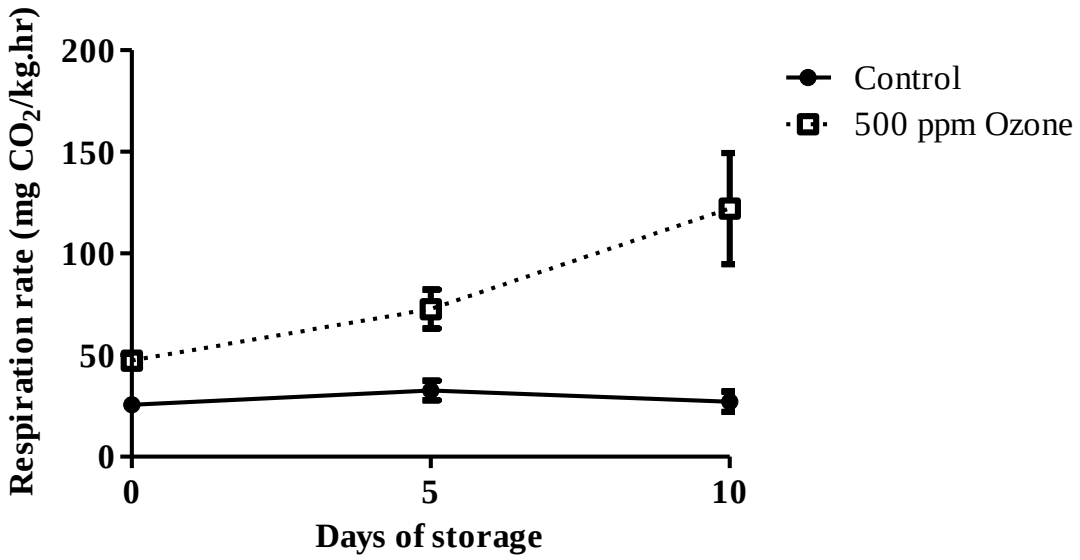
ผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นบรรจุผลพริกลงในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มสูงขึ้นและสูงที่สุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับ 0.73 mg/100 gFW จากนั้นปริมาณแอนโธไซยานินลดลงเท่ากับ 0.29 mg/100 gFW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 10 ของการเก็บรักษา) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) โดยในวันเริ่มต้นมีปริมาณแอนโธไซยานินเท่ากับ 0.42 mg/100 gFW และในวันที่ 5 มีปริมาณแอนโธไซยานินสูงที่สุดเท่ากับ 0.69 mg/100 gFW จากนั้นปริมาณแอนโธไซยานินลดลงเหลือเพียง 0.19 mg/100 gFW ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) (รูปที่ 4.6, ตารางภาคผนวกที่ 4.6) จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการแช่พริกในน้ำโอโซนไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโธไซยานิน ในทางกลับกัน ธนะชัย และคณะ (2545) พบว่าการให้โอโซนกับลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงและเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเร็วขึ้น



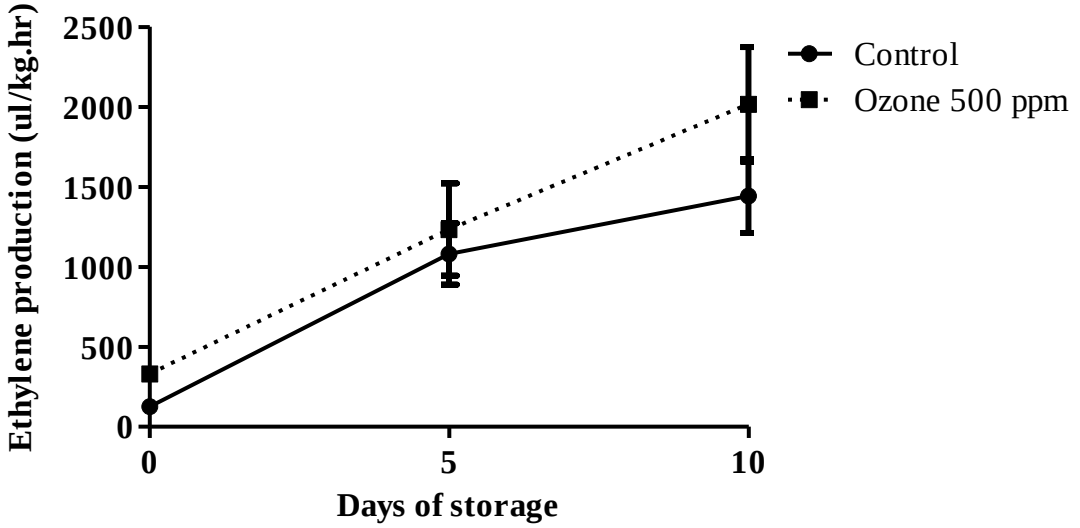
รูปที่ 3.6 ปริมาณแอนโธไซยานินของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทธิลีน

อัตราการหายใจของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้นข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา (47.22 mg CO_2/kg.hr) และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 72.62 และ 122.06 mg CO_2/kg.hr ในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างกันกับพริกในชุดควบคุม (น้ำสะอาด) ที่มีอัตราการหายใจค่อนข้างคงที่ตลอดระยะการเก็บรักษา โดยมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 25.5-32.65 mg CO_2/kg.hr (รูปที่ 4.7, ตารางภาคผนวกที่ 4.7) สำหรับอัตราการผลิตเอทิลีนของผลพริกทั้งที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และผลพริกที่แช่ในน้ำที่ให้ก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดการเก็บรักษานาน 10 วัน โดยผลพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น และสูงกว่าพริกในชุดควบคุมตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าอัตราการผลิตเอทิลีนของผลพริกทั้งสองทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 3.8, ตารางภาคผนวกที่ 3.8) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า โอโซนมีผลกระตุ้นอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนของพริกได้ ถึงแม้ว่าอัตราการหายใจและผลิตเอทิลีนของพริกทั้งสองทรีทเมนต์จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการที่พริกมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้นนี้ อาจเป็นผลเนื่องจากในสภาพที่มีโอโซน อาจทำให้พืชเกิดความเครียด จึงส่งผลให้พืชมีเมทอบอลิซึมสูงขึ้น จึงทำให้ผลพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนมีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนที่สูงกว่าพริกที่ไม่ได้ให้โอโซน (ชุดควบคุม)



รูปที่ 3.7 อัตราการหายใจของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

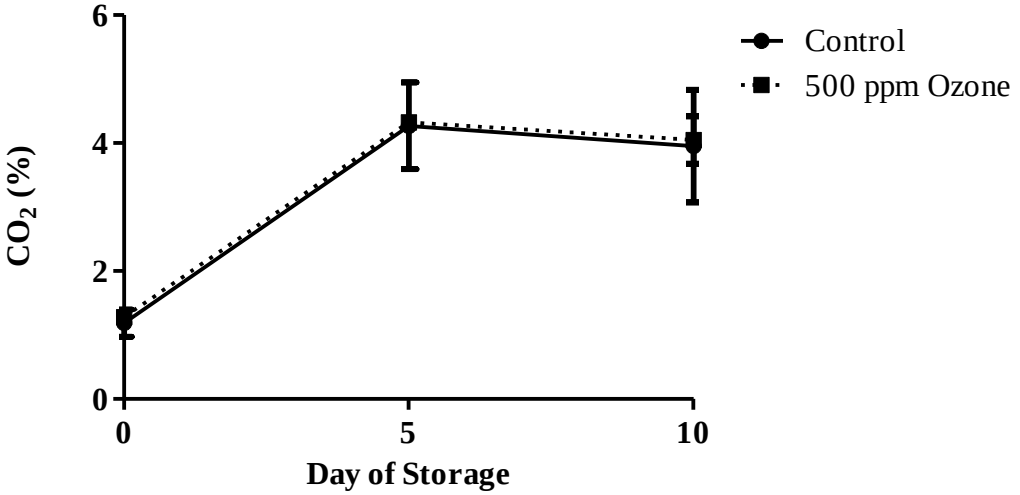


รูปที่ 3.8 อัตราการผลิตเอทิลีนของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

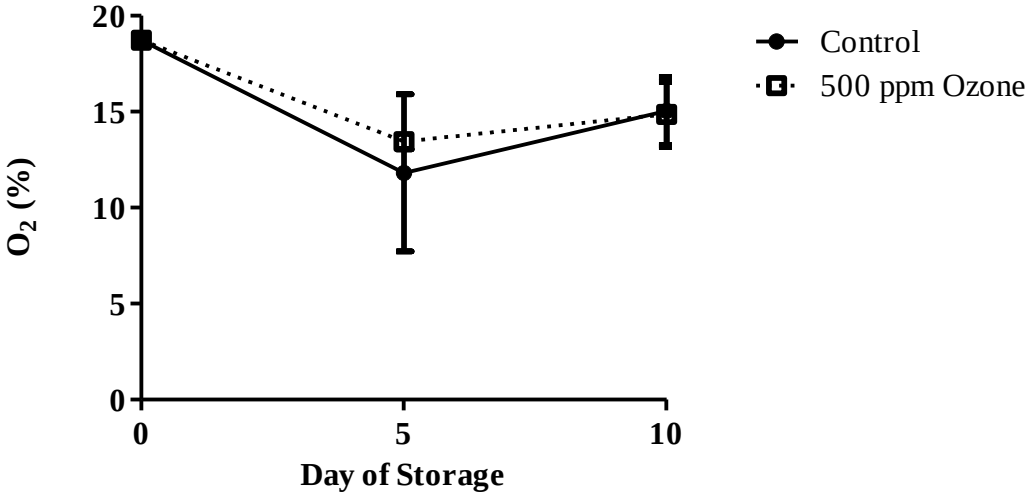
ปริมาณ CO_2 และ O_2 ภายในภาชนะบรรจุ

ปริมาณ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และผลพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที ค่อนข้างคงที่ตลอด

ระยะการเก็บรักษาและมีปริมาณ CO_2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) มีปริมาณ CO_2 อยู่ในช่วง 1.19-3.95% ส่วนผลพริกที่แช่ในน้ำโอโซน มีปริมาณ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วง 1.28-4.05% (รูปที่ 3.9, ตารางภาคผนวกที่ 3.9) สำหรับปริมาณ O_2 ภายในภาชนะบรรจุของพริก พบว่ามีแนวโน้มลดลงภายหลังการเก็บรักษาพริกเป็นเวลา 5 และ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยพบว่าปริมาณก๊าซ O_2 ภายในภาชนะบรรจุผลพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซน ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีปริมาณก๊าซ O_2 ลดลงจาก 18.72% เป็น 13.43 และ 14.86 % ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลพริกในชุดควบคุมซึ่งที่มีปริมาณ O_2 ภายในภาชนะบรรจุลดลงจาก 18.72% เป็น 11.82 และ 15.04 % ในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ (รูปที่ 3.10, ตารางภาคผนวกที่ 3.10) ผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับอัตราการหายใจของพริก (รูปที่ 3.7) ที่พบว่า การแช่ผลพริกในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนนาน 90 นาที ไม่มีผลกระตุ้นการหายใจของพริก ดังนั้นปริมาณก๊าซ CO_2 ที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนจึงมีค่าไม่แตกต่างจากพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม)



รูปที่ 3.9 ปริมาณ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



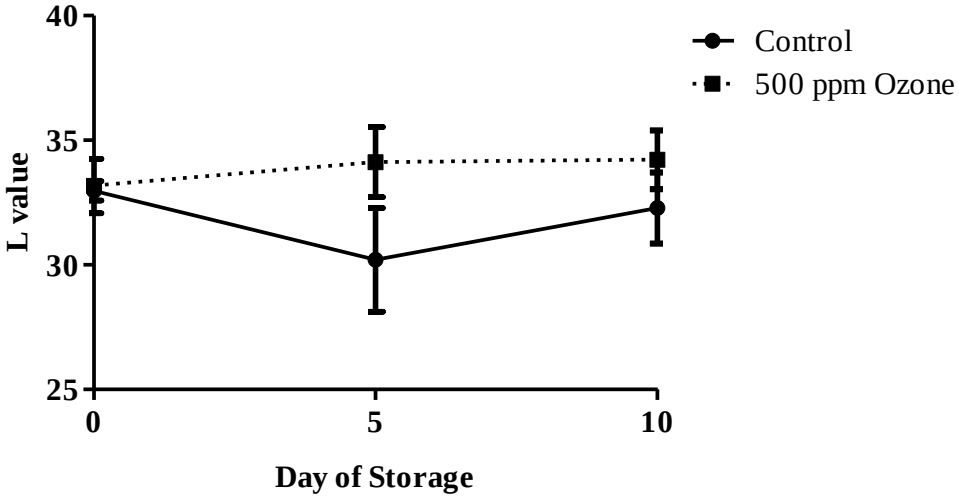
รูปที่ 3.10 ปริมาณ O_2 ภายในภาชนะบรรจุของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี

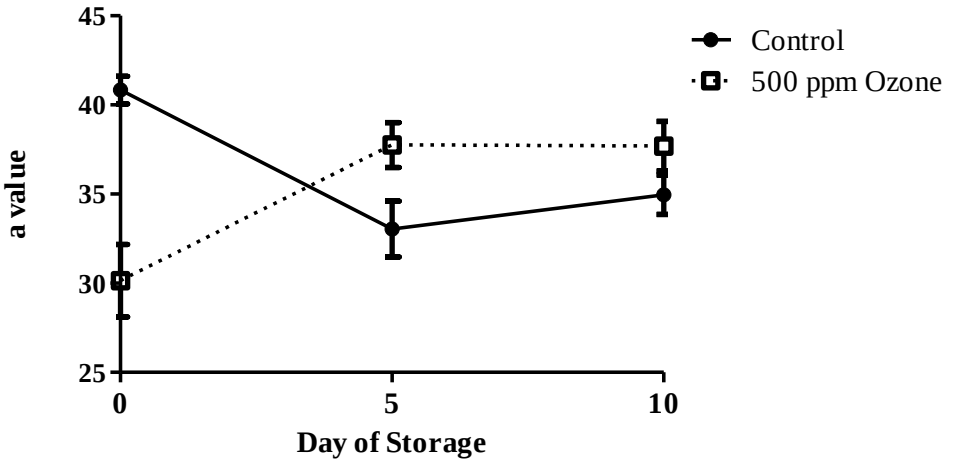
การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีของผลพริกแบ่งเป็นการวัดค่าความสว่าง (L value) ค่าการเปลี่ยนแปลงสีจากเขียว-แดง (a value) ค่าความเหลือง-น้ำเงิน (b value) และค่า hue angle ซึ่งแสดงถึงโทนสีของพริก ได้ผลการทดลองดังนี้

การเปลี่ยนแปลงค่า L value ของผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดย โดยที่พริกที่แช่ในน้ำ (ชุดควบคุม) มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 30.2-32.97 ส่วนพริกที่แช่ในน้ำโอโซนมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 33.16-34.21 (รูปที่ 3.11, ตารางภาคผนวกที่ 3.11) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า a value พบว่าค่า a value ของพริกทั้งสองทรีทเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน โดยพริกที่แช่ในน้ำโอโซนมีค่า a value อยู่ในช่วง 30.14-37.68 ส่วนชุดควบคุมมีค่า a value อยู่ในช่วง 37.75-40.83 (รูปที่ 3.12, ตารางภาคผนวกที่ 3.12) การเปลี่ยนแปลงค่า b value (สีน้ำเงิน-เหลือง) จากการทดลองพบว่า ผลพริกที่แช่ในน้ำ (ชุดควบคุม) มีค่า b value เท่ากับ 16.35-23.59 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพริกที่แช่ในน้ำโอโซน ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที ที่มีค่า b value อยู่ในช่วง 23.04-27.15 (รูปที่ 3.13, ตารางภาคผนวกที่ 3.13) การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle พบว่าค่า Hue angle ของผลพริกทั้ง 2 ทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ต่ำบว่าค่า Hue angle มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นใน 5 วันแรกและลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันที่ 5 พริกที่แช่น้ำ (ชุดควบคุม) มีค่า Hue angle เท่ากับ 35.51 ส่วนพริกที่ให้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่า Hue angle เท่ากับ 36.66 และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

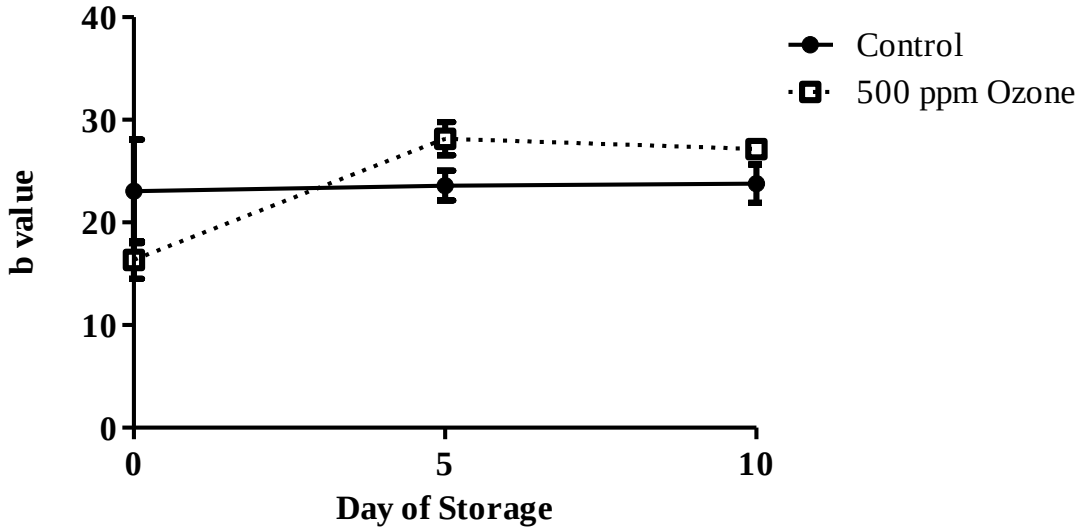
พริก มีค่า Hue angle เท่ากับ 34.10 และ 35.82 ตามลำดับ (รูปที่ 3.14, ตารางภาคผนวกที่ 3.14) จากผลการทดลองพบว่า แม้ว่าค่า L, a, b และ Hue angle ของผลพริกที่แช่และไม่แช่ในน้ำในเติมโอโซนจะไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสีที่เกิดขึ้น จะพบว่า ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีแนวโน้มค่าสว่าง และค่าสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น นั่นแสดงให้เห็นว่าพริกยังคงความสด สีไม่คล้ำนั่นเอง ซึ่งผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์ได้ (ตารางภาคผนวกที่ 3.6)



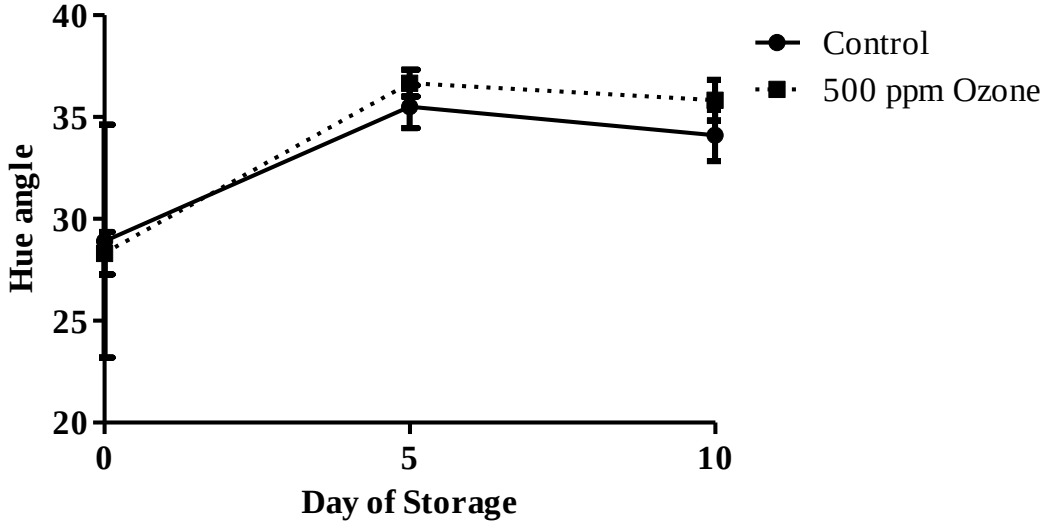
รูปที่ 3.11 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.12 การเปลี่ยนแปลงค่า a ของของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.13 การเปลี่ยนแปลงค่า b ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.14 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

กิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase (POD)

พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ Peroxidase ของผลพริกในชุดควบคุมและที่แช่ในน้ำโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดย

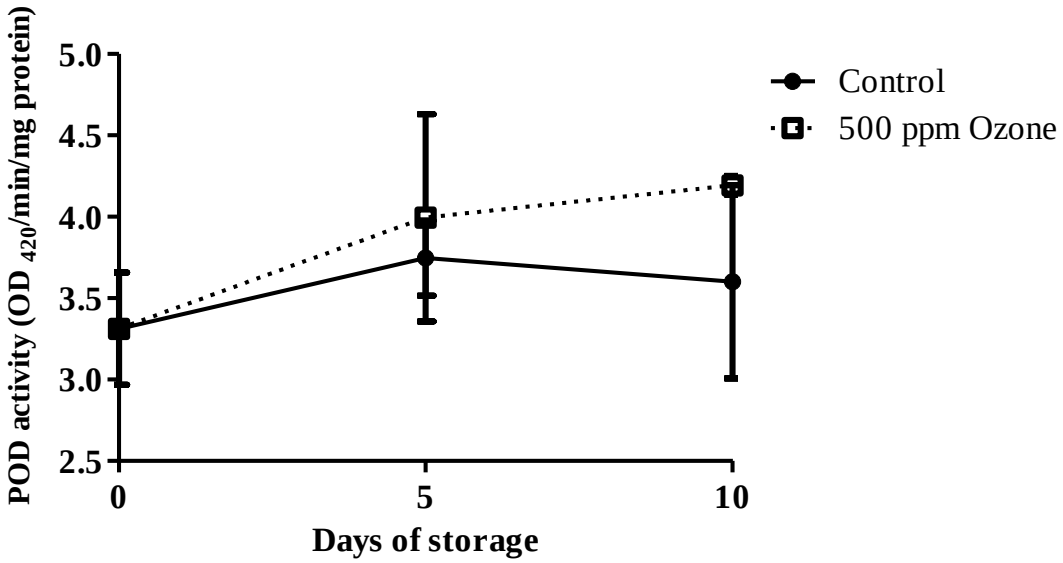
ในช่วงแรกของการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เท่ากับ 3.31 OD_{420}/min/mg protein และเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน พบกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มสูงขึ้นทั้งพริกในชุดควบคุมและที่แช่ในน้ำโอโซน ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที โดยมีค่ากิจกรรมของ POD เท่ากับ 3.75 และ 3.99 OD_{420}/min/mg protein ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน (รูปที่ 3.15, ตารางภาคผนวกที่ 3.15)

กิจกรรมเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD)

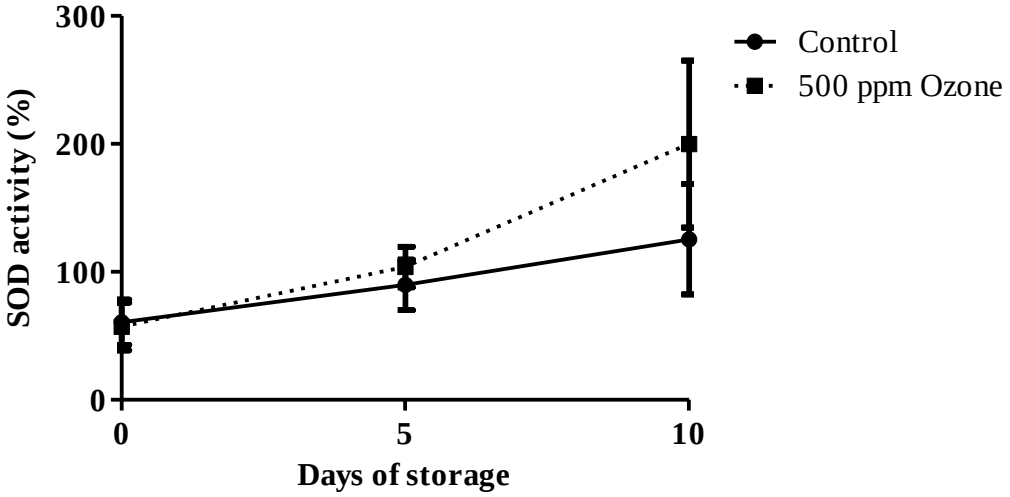
กิจกรรมของเอนไซม์ SOD ของพริกทั้งที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และที่แช่ในน้ำโอโซน ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ SOD ในชุดควบคุมเพิ่มขึ้นจากวันแรกที่มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD เท่ากับ 60.55% ไปเป็น 125.49% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนพริกที่แช่น้ำที่เติมก๊าซโอโซน ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ก่อนการเก็บรักษาเท่ากับ 57.14% และเพิ่มขึ้นเท่ากับ 199.89% ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 3.16, ตารางภาคผนวกที่ 3.16)

กิจกรรมเอนไซม์ Catalase (CAT)

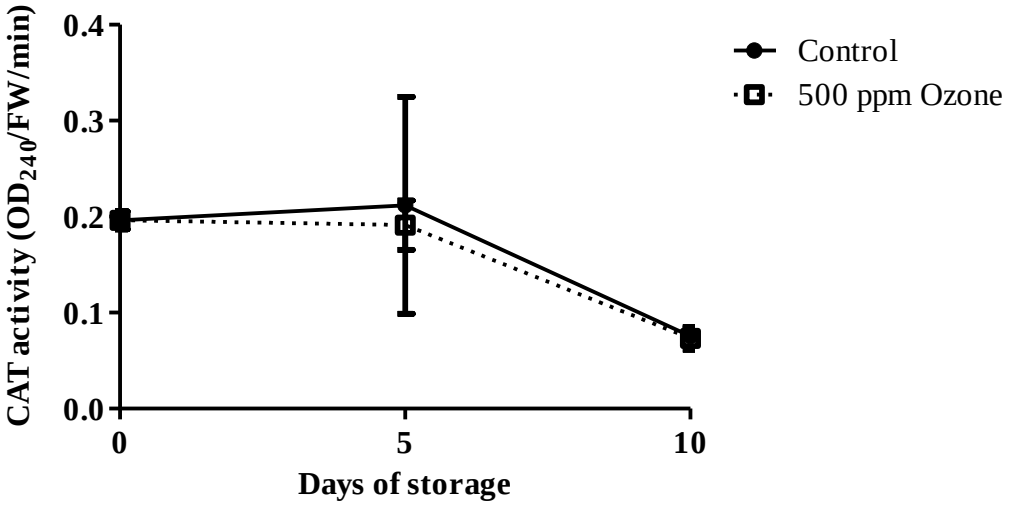
ผลพริกที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และผลพริกที่แช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 90 นาที มีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยจะพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ CAT ค่อนข้างคงที่หลังจากเก็บรักษานาน 5 วัน (0.2 OD_{240}/FW/min) หลังจากนั้นพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ CAT จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษานาน 10 วัน (รูปที่ 3.17, ตารางภาคผนวกที่ 3.17)



รูปที่ 3.15 กิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase (POD) ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.16 กิจกรรมเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน



รูปที่ 3.17 กิจกรรมเอนไซน์ Catalase (CAT) ของผลพริกพันธุ์ Super Hot ที่แช่ในน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) ผลพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เติมก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

4.4 ศึกษาผลของการใช้โอโซนร่วมกับความร้อน ต่อการป้องกันการเน่าเสีย การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ และกิจกรรมของการต้านอนุมูลอิสระของผลพริกสดในระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงสี และปริมาณ Anthocyanin

จากผลการศึกษาพบว่าค่า L (ความสว่าง) ของพริกพันธุ์ Super hot ในวันเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 32.34 และในระหว่างการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า L ของพริกในชุดควบคุม (Control) มีแนวโน้มคงที่ในช่วง 5 วันแรก (32.04) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 (33.39) ในขณะที่พริกแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) มีแนวโน้มของค่า L เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 5 (32.92) และวันที่ 10 (34.23) ของการเก็บรักษา ในระหว่างการศึกษาพบว่าพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับ ตามด้วยแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีแนวโน้มของค่า L* เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 (36.65 และ 36.99 ตามลำดับ) ของการเก็บรักษาและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน หลังจากนั้นค่า L ของพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้โอโซนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคงที่ในวันที่ 10 (37.18) ของการเก็บรักษา ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้โอโซนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 10 (32.80) ของการเก็บรักษา ซึ่งในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาค่า L ของพริกในชุดควบคุม พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน พริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อน ร่วมกับ

การแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน และพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่า 33.39 34.23 32.80 และ 37.18 ตามลำดับ (รูปที่ 4.1, ตารางภาคผนวกที่ 4.1)

ค่า a ของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 43.44 ในระหว่างการเก็บรักษาค่า a ของพริกในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับพริกในชุดทดลองอื่นๆ คือ ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มของค่า a ลดลง คือมีค่าเท่ากับ 41.07 พริกที่ผ่านการการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มของค่า a เพิ่มขึ้น คือมีค่าเท่ากับ 46.63 และ 45.66 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนเพียงเดียว แต่อย่างไรก็ตามค่า a ของพริกพันธุ์ Super hot ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 44.72 ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาทีร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า a ลดลงจากวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับ 44.78 ส่วนพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า a ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาคงที่ (45.44) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า a ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 4.2)

ค่า b* เริ่มต้นของพริกพันธุ์ Super hot ก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 24.76 และในระหว่างการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าพริกในชุดควบคุมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า b เพิ่มสูงขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 27.54 และ 29.25 ในวันที่ 5 และวันที่ 10 ของการเก็บรักษาตามลำดับ ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน มีค่า b ในวันที่ 5 และวันที่ 10 เท่ากับ 23.47 และ 25.95 ตามลำดับ ซึ่งค่า b ของพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนดังกล่าวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า b ในวันเริ่มต้นการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงค่า b ของพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับการใช้โอโซน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า b เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 29.38 และ 29.82 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่าพริกในชุดควบคุม พริกที่ผ่านการการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้โอโซนมีค่า b ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ค่า b ของพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนมีค่า b ต่ำสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่

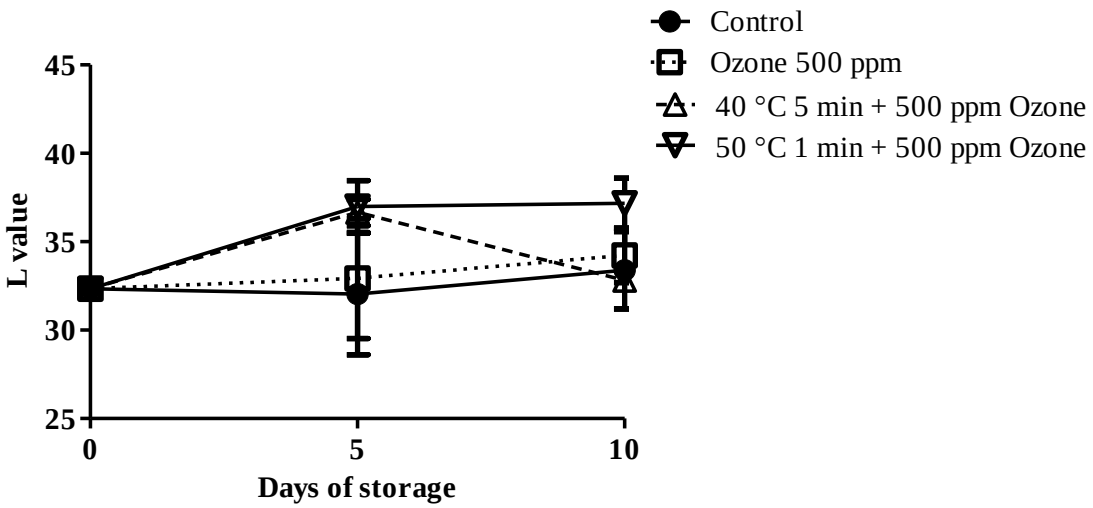
น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน (รูปที่ 4.3, ตารางภาคผนวกที่ 4.3)

ค่า Hue angle เริ่มต้นของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 29.68 และในระหว่างการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนและแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน พบว่าค่า Hue angle มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา แต่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า Hue angle เพิ่มขึ้นช้ากว่าพริกในชุดทดลองอื่นๆ โดยในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษาพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่า Hue angle เท่ากับ 29.57 และ 30.13 ตามลำดับ ในขณะที่พริกในชุดควบคุมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า Hue angle เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษาค่า Hue angle ของพริกในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 32.45 และ 33.54 ตามลำดับ พริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่า Hue angle ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับพริกในชุดควบคุม คือมีค่าเท่ากับ 32.17 และ 33.16 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามค่า Hue angle ของพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับ 31.42 และ 32.42 ตามลำดับ ซึ่งค่า Hue angle ของพริกในชุดทดลองทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกับค่า Hue angle ของพริกในชุดควบคุม ในระหว่างการศึกษาพบว่าพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่า Hue angle ต่ำสุดในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (รูปที่ 4.4, ตารางภาคผนวกที่ 4.4)

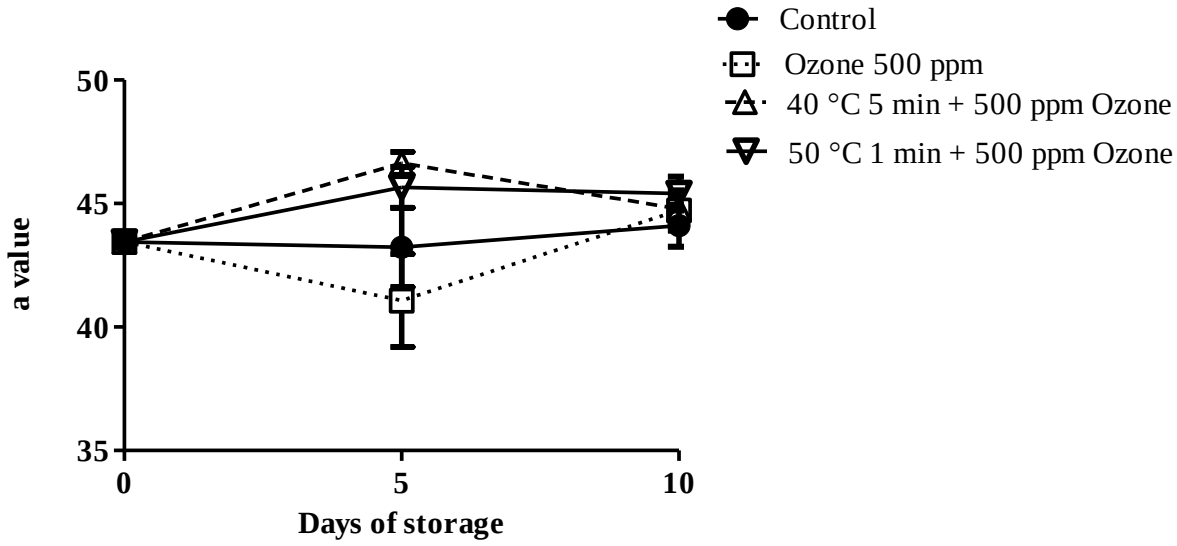
ปริมาณของ Anthocyanin ในพริกเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 1.23 mg/gFW หลังจากเก็บรักษาพริกมในทุกชุดทดลองไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่าปริมาณ Anthocyanin ในพริกชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 1.32 และ 1.40 ตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาณของ Anthocyanin ในชุดทดลองทั้งสองมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คือ 0.89 และ 0.76 ตามลำดับ ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณ Anthocyanin ลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณเท่ากับ 1.05 และ 0.67 ตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาณ Anthocyanin ในทั้งสองชุดการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คือ 1.09 และ 0.90 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Anthocyanin ในพริกทุกชุดทดลองในระหว่างการเก็บรักษาดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.5, ตารางภาคผนวกที่ 4.5)

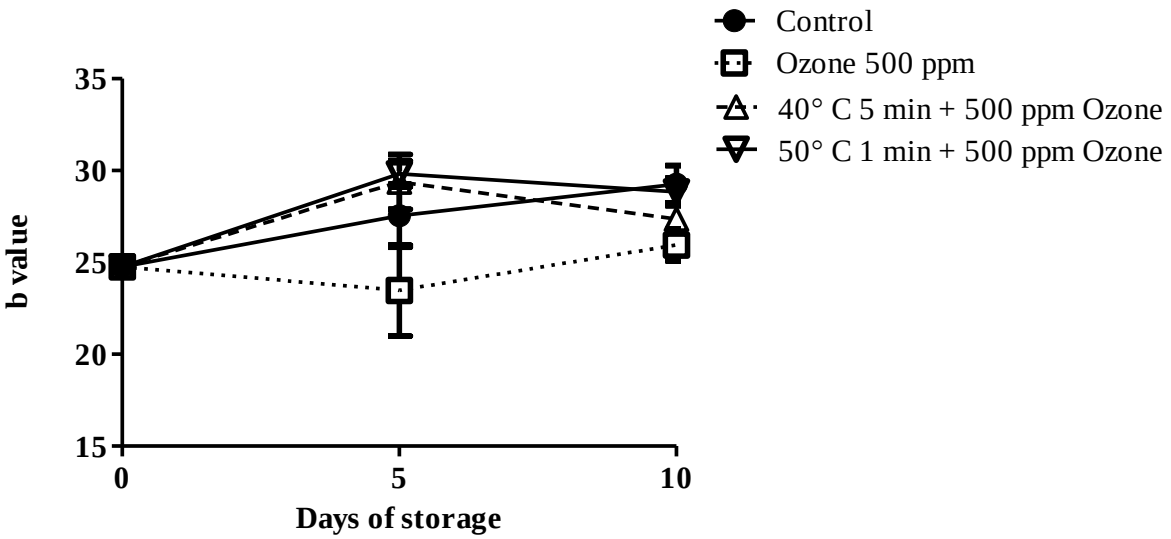
พริกในชุดควบคุมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L a b และ ค่า Hue angle เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา พริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L และ a ไม่แตกต่างจากพริกในชุดควบคุม ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของค่า b และ ค่า Hue angle ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นช้าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกในชุดทดลองอื่นๆ ดังนั้นการใช้โอโซนร่วมกับการล้างผักเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อหลังการเก็บเกี่ยวแล้วการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm ยังช่วยยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีของพริกในระหว่างการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Anthociyanin ของพริกในชุดควบคุมและพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการการเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกัน Pérez และคณะ (1999) พบว่าการใช้โอโซนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Anthocyanin ของผลสตรอเบอร์รี่ในระหว่างเก็บรักษา จากการศึกษาการแช่พริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 และ 1 นาที ตามลำดับร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที พบว่าการใช้น้ำร้อนมีผลทำให้ L* a* b* และค่า Hue angle มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการแช่พริกในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิของน้ำ 40 และ 50 องศาเซลเซียส มีผลทำให้พริกมีปริมาณ Anthociyanin ลดลง



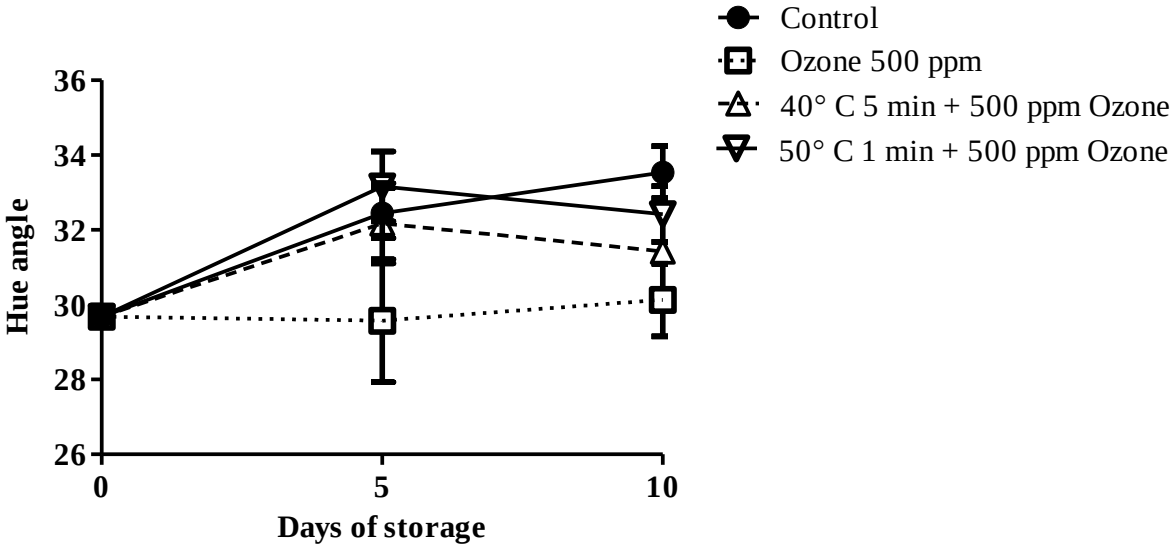
รูปที่ 4.1 ค่า L value ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



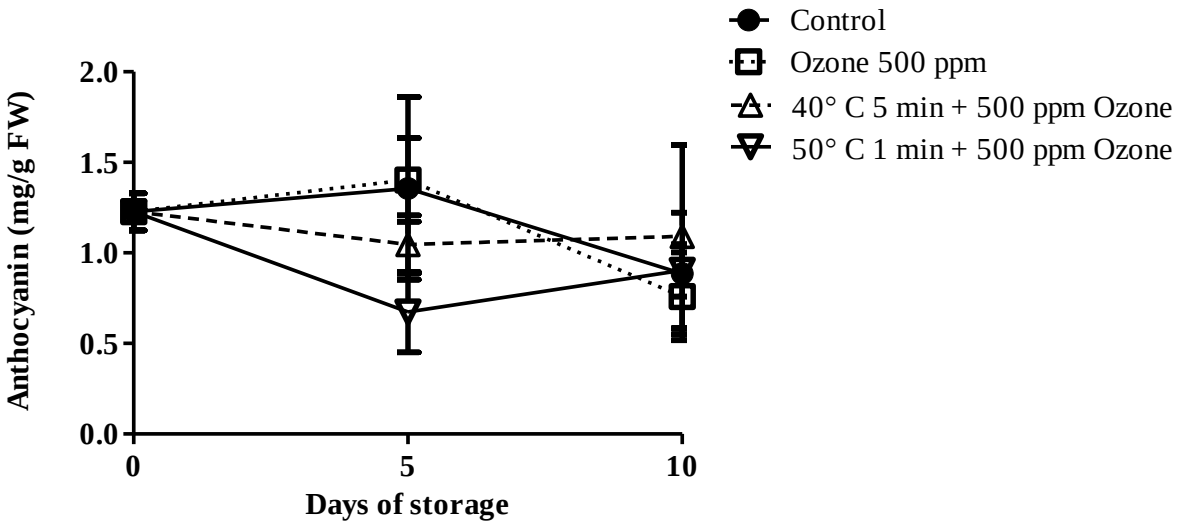
รูปที่ 4.2 ค่า a value ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



รูปที่ 4.3 ค่า b value ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



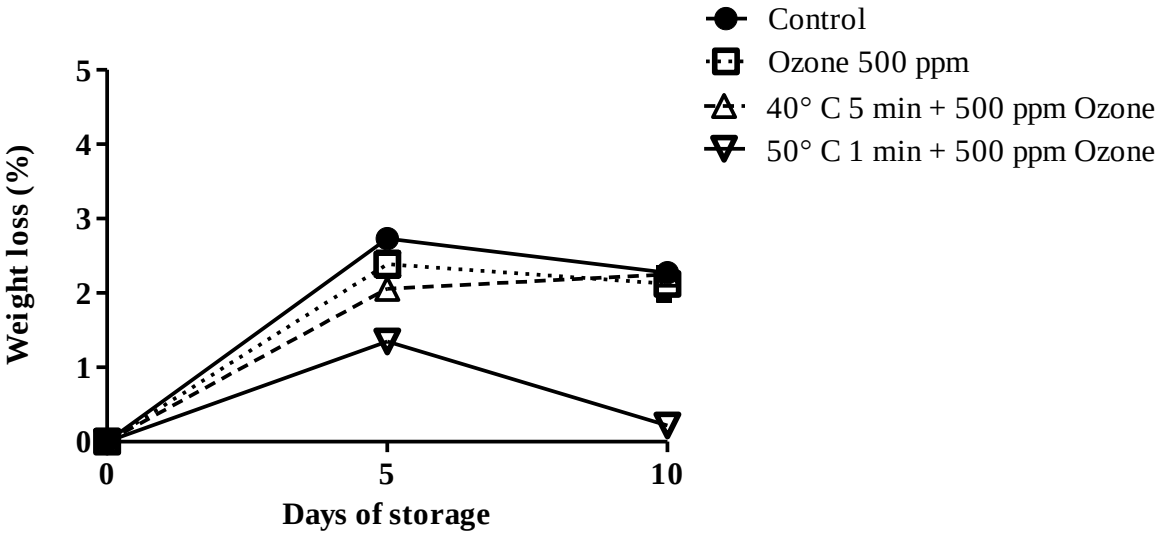
รูปที่ 4.4 ค่า Hue angle ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



รูปที่ 4.5 ปริมาณ Anthocyanin ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

การสูญเสียน้ำหนักสด

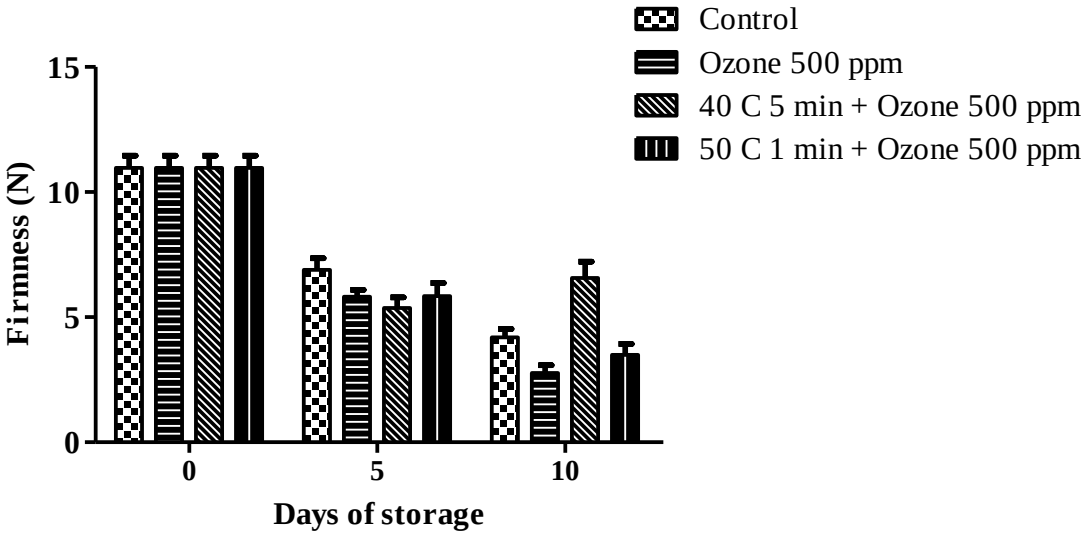
ในระหว่างการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุมที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าพริกมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.78 รองลงมาคือ พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (ร้อยละ 2.38) พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาทีร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (ร้อยละ 2.06) และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาทีร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (ร้อยละ 1.35) ตามลำดับ และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุม พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดไม่แตกต่างจากวันที่ 5 ของการเก็บรักษา แต่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาทีร่วมกับการใช้โอโซน มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ร้อยละ 0.22 อาจเป็นไปได้ว่าการใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวหรือการใช้โอโซนร่วมกับการใช้ความร้อนมีผลช่วยทำให้เพิ่มการปิดของปากใบจึงเป็นสาเหตุให้ลดการคายน้ำของพริกได้ อัจฉรา (2545) พบว่าพริกมีจำนวนหรือความหนาแน่นของปากใบมากที่ขั้วผลของพริกจึงมีผลทำให้พบการคายน้ำบริเวณขั้วผลสูงและพบการเหี่ยวเกิดขึ้นได้ง่ายบริเวณขั้วผล



รูปที่ 4.6 การสูญเสียน้ำหนักสดของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

ค่าความแน่นเนื้อของพริก

ค่าความแน่นเนื้อของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 10.97 นิวตัน ในระหว่างการเก็บรักษาค่าความแน่นเนื้อของพริกมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในทุกชุดทดลอง โดยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความแน่นเนื้อใกล้เคียงกันคือ 5.82 5.37 และ 5.85 นิวตัน ตามลำดับ ในขณะที่พริกในชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 6.90 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 10) พบว่าพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน มีค่าความแน่นเนื้อ 6.57 นิวตันซึ่งมีค่าสูงกว่าพริกในชุดควบคุม (4.20 นิวตัน) พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (2.77 นิวตัน) และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (3.49 นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแน่นเนื้อของพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และการแช่พริกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนมีค่าต่ำกว่าพริกในชุดควบคุม เนื่องมาจากเมื่อเมื่อพริกเกิดการสูญเสียน้ำมากมีผลทำให้ความกรอบของของพริกลดลงเมื่อนำผลพริกมาวัดความแน่นเนื้อจึงได้ค่าที่สูงกว่าพริกที่มีความกรอบมากกว่า



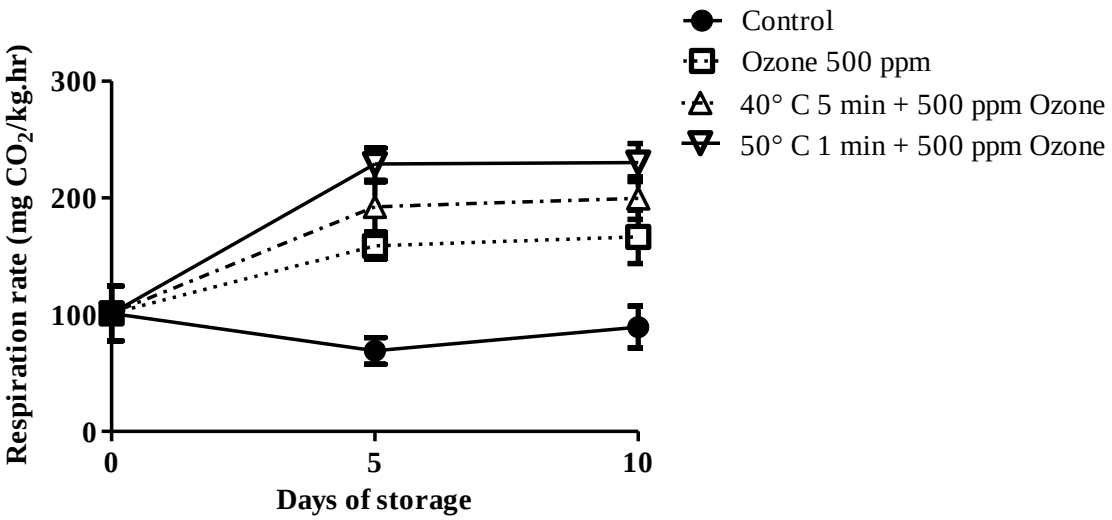
รูปที่ 4.7 ความแน่นเนื้อของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

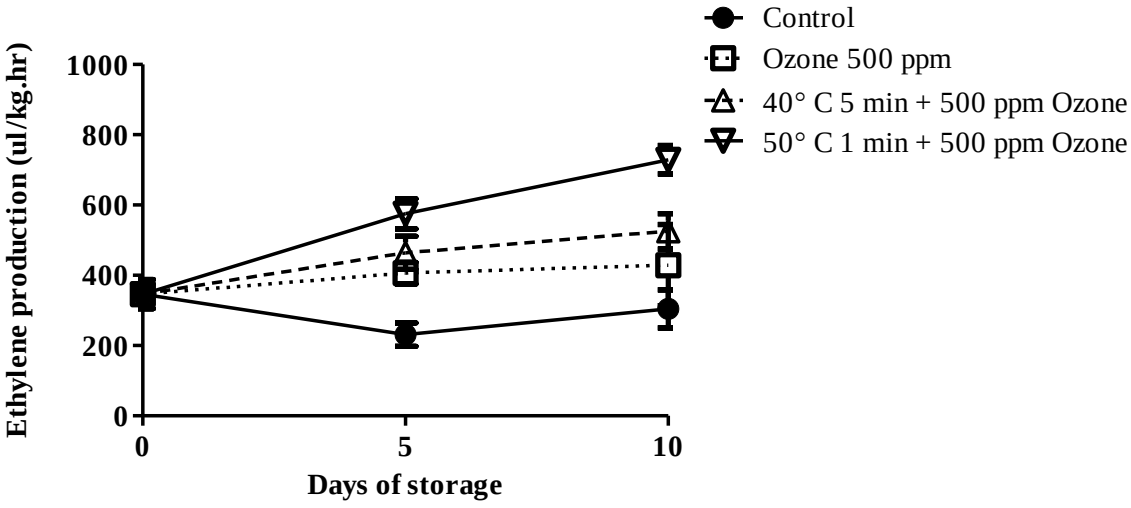
จากการศึกษาพบว่าการแช่ผลพริกในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนโอโซนและในน้ำร้อนมีผลชักนำให้อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของพริกเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแตกตัวหรือการทำปฏิกิริยาของโอโซนกับสารอื่นๆ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น (Rice และคณะ, 1991) ซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดังกล่าวอาจส่งผลให้พริกมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นกว่าพริกในชุดควบคุม โดยพบว่าอัตราการหายใจของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 101.21 mg CO_2/kg.hr ในระหว่างการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส คือ 69.06 และ 89.05 mg CO_2/kg.hr ตามลำดับ ในขณะที่พริกในชุดทดลองอื่นๆ มีอัตราการการหายใจเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาและมีการเปลี่ยนแปลงคงที่ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา จากการศึกษาพบว่าในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาทีร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที มีอัตราการหายใจสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 229.05 mg CO_2/kg.hr รองลงมาคือ พริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาทีร่วมกับการใช้โอโซน (192.33 mg CO_2/kg.hr) พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน (158.86 mg CO_2/kg.hr) และพริกในชุดควบคุมตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500

ppm พริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน มีอัตราการหายใจไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือประมาณ 198.92 mg CO_2/kg.hr แต่พริกในชุดทดลองทั้งสามมีอัตราการหายใจสูงกว่าอัตราการหายใจของพริกในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.8, ตารางภาคผนวกที่ 4.8)

อัตราการผลิตเอทิลีนของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 346.66 μL/kg.hr ในระหว่างการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พริกในชุดควบคุมมีแนวโน้มของอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (231.23 μL/kg.hr) หลังจากนั้นอัตราการผลิเอทิลีนของพริกในชุดควบคุมเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (304.20 μL/kg.hr) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการผลิตเอทิลีนในวันเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา ส่วนพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มของอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา คือ 406.34 และ 429.20 μL/kg.hr ในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าพริกที่ผ่านแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการใช้โอโซน มีแนวโน้มของอัตราการผลิเอทิลีนสูงสุดในระหว่างการเก็บรักษา คือ 575.19 และ 728.90 μL/kg.hr ในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษาตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาวสถิติกับพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีอัตราการผลิตเอทิลีนในวันที่ 5 และ 10 เท่ากับ 464.11 และ 525.00 μL/kg.hr ตามลำดับ (รูปที่ 4.9, ตารางภาคผนวกที่ 4.9)



รูปที่ 4.8 อัตราการหายใจ (CO_2) ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

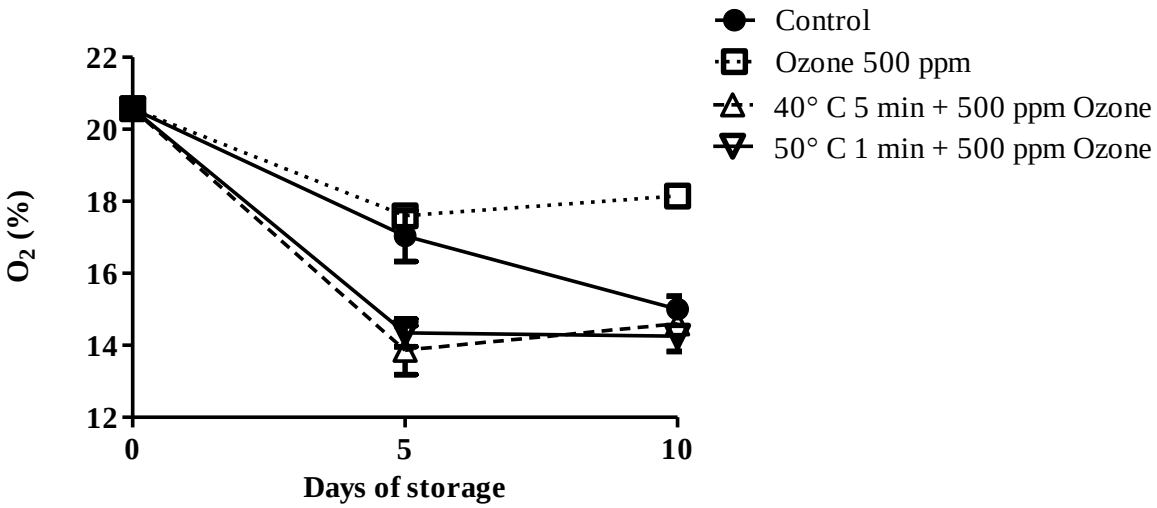


รูปที่ 4.9 อัตราการผลิตเอทิลีน (C_2H_4) ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

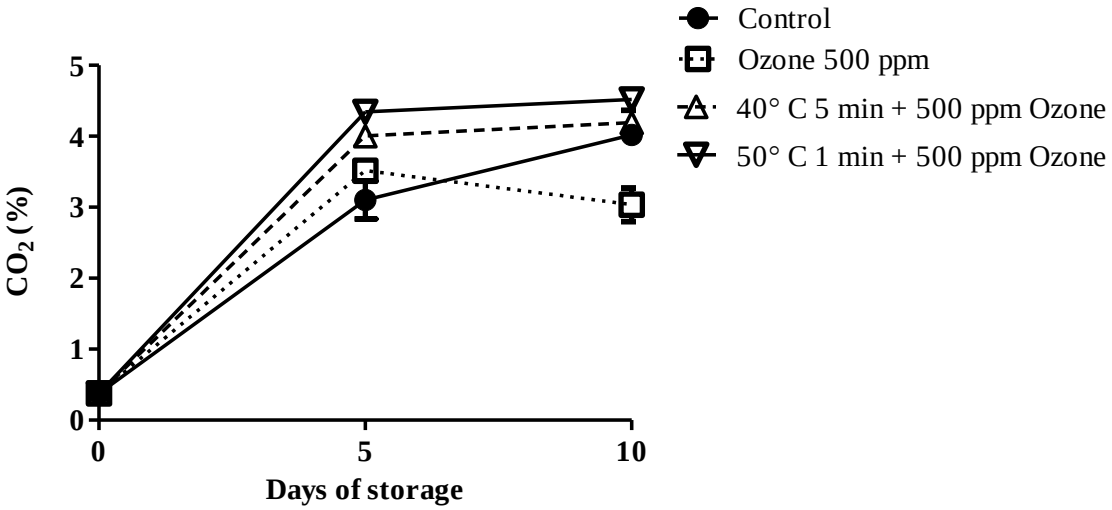
ปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์

จากผลการศึกษาผลของอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนของพริก (รูปที่ 4.7-4.8) พบว่ามีความสอดคล้องกับปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในภาชนะบรรจุ คือ ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาพบว่าภายในภาชนะบรรจุมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเท่ากับร้อยละ 20.57 และในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุของพริกมีแนวโน้มลดลงในทุกชุดทดลอง โดยพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุลดลงมากที่สุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (ร้อยละ13.87 และ 14.35 ตามลำดับ) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพริกในชุดควบคุม (ร้อยละ 17.04) และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (ร้อยละ 17.49) ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพบว่าพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ร้อยละ 18.14 ในขณะที่ปริมาณก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุของพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (ร้อยละ 14.52 และ 14.25 ตามลำดับ) มีปริมาณไม่แตกต่างจากพริกในชุดควบคุม (ร้อยละ 15.00) (รูปที่ 4.10, ตารางภาคผนวกที่ 4.10)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ของพริกพันธุ์ Super hot ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าภายในภาชนะบรรจุของพริกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในทุกชุดทดลอง โดยพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาชนะสูงขึ้นมากกว่าพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm โดยมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 4.00 4.34 3.10 และ 3.52 ตามลำดับ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาภาชนะที่บรรจุพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าภาชนะที่บรรจุพริกในชุดทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภาชนะที่บรรจุพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับร้อยละ 3 ส่วนภาชนะที่บรรจุพริกในชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับร้อยละ 4.02 4.19 และ 4.52 ตามลำดับ (รูปที่ 4.11, ตารางภาคผนวกที่ 4.11)



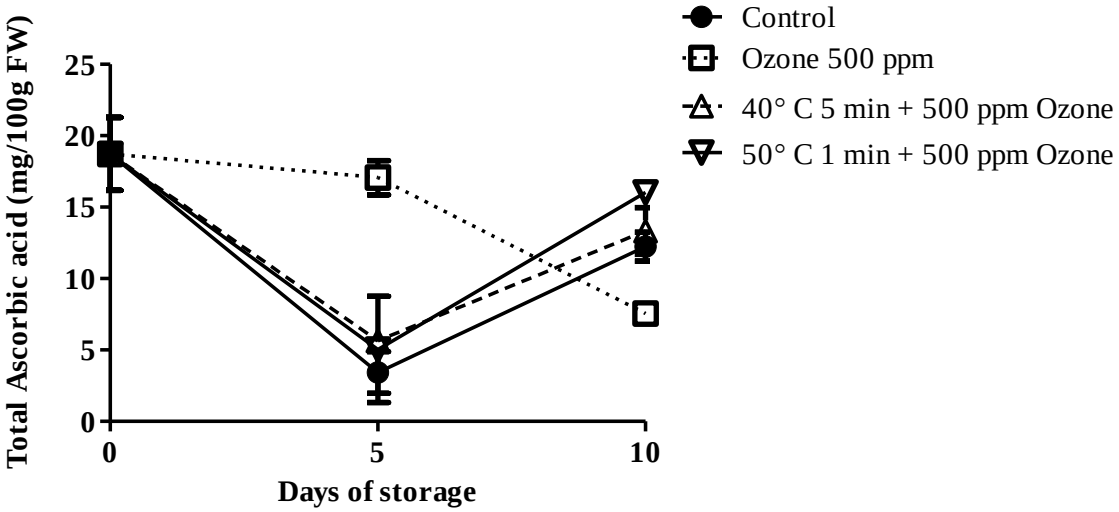
รูปที่ 4.10 ปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



รูปที่ 4.11 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี

Kader (2002) กล่าวว่าปริมาณวิตามินซีในผักผลไม้มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา จากการศึกษาพบว่าปริมาณของวิตามินซีในพริกมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่การใช้โอโซนสามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีได้ Pérez และคณะ (1999) รายงานว่าในระหว่างการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พบว่าผลที่ได้รับโอโซนมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลที่ไม่ได้รับโอโซนเช่นกัน โดยปริมาณวิตามินซีของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 18.72 mg/100gFW ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าพริกในชุดควบคุม พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ตามลำดับ ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีในพริกลดลงอย่างรวดเร็วคือ ลดลงประมาณ 5 เท่าจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาหลังจากนั้นพริกในทั้งสองชุดทดลองมีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่าอีกครั้งในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 12.33 13.33 และ 16.03 mg/100gFW ตามลำดับ ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มการลดลงของปริมาณวิตามินซีเพียงเล็กน้อยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (17.06 mg/100gFW) และลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (7.54 mg/100gFW) ซึ่งในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณวิตามินซีสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพริกในชุดควบคุม (3.43 mg/100gFW) พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (5.63 และ 5.04 mg/100gFW) ตามลำดับ (รูปที่ 4.12, ตารางภาคผนวกที่ 4.12)



รูปที่ 4.12 ปริมาณวิตามินซีทั้งหมดของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

กิจกรรมเอนไซม์ Antioxidant ของพริก

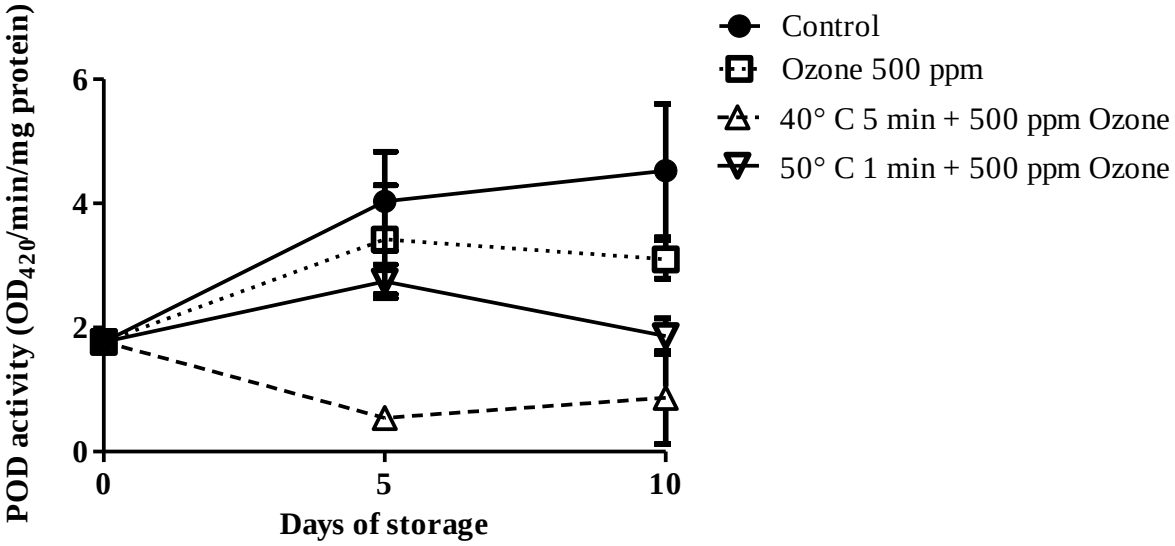
เอนไซม์ SOD และเอนไซม์ CAT จะทำงานร่วมกันในการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของพืช คือ SOD ทำหน้าที่ในการเปลี่ยน superoxide radical ไปเป็น hydrogen peroxide (H_2O_2) จากนั้นเอนไซม์ CAT จะทำหน้าที่เปลี่ยน H_2O_2 ไปเป็นโมเลกุลของน้ำและออกซิเจน ส่วนเอนไซม์ POD จะทำหน้าที่ในการกำจัด H_2O_2 เช่นกัน (Burris, 1960) จากการศึกษาพบว่าการแช่พริกในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ Antioxidant คือ SOD CAT และ POD ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากโอโซนมีผลทำให้พริกมีการผลิต superoxide radical และ H_2O_2 ลดลง จากผลการทดลองนี้พบว่าพริกก่อนการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เท่ากับ 1.77 unit/mg protein ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าพริกในชุดควบคุม พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คือ 4.03 3.42 และ 2.74 unit/mg protein ตามลำดับ หลังจากนั้นในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (4.53 unit/mg protein) ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีกิจกรรมเอนไซม์ POD ลดลง

(3.10 และ 1.86 unit/mg protein ตามลำดับ) ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีกิจกรรมเอนไซม์ POD ลดลงต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา คือ 0.55 และ 0.87 unit/mg protein ตามลำดับ (รูปที่ 4.13, ตารางภาคผนวกที่ 4.13)

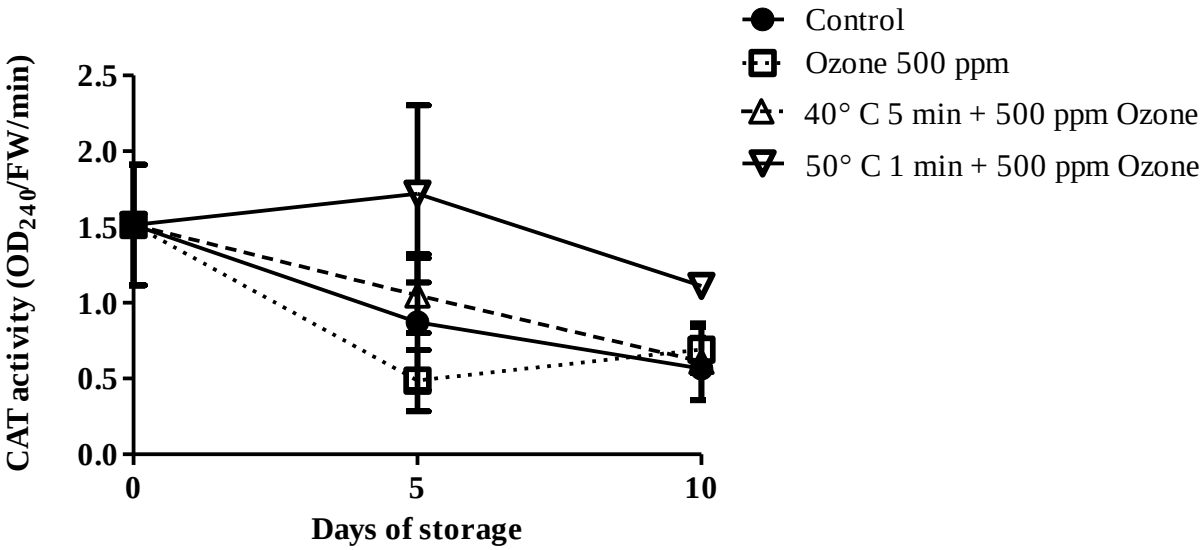
กิจกรรมเอนไซม์ CAT ของพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 1.51 unit/mg protein ในระหว่างการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มลดลงในพริกทุกชุดทดลอง โดยการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในพริกทุกชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดทดลอง ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีกิจกรรมเอนไซม์ CAT สูงที่สุด คือ 1.72 unit/mg protein รองลงมาคือ พริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (1.05 unit/mg protein) พริกในชุดควบคุม (0.87 unit/mg protein) และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (0.48 unit/mg protein) ตามลำดับ และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีกิจกรรมเอนไซม์ CAT สูงที่สุด คือ 1.11 unit/mg protein ในขณะที่พริกในชุดทดลองอื่นๆ มีกิจกรรมเอนไซม์ CAT ใกล้เคียงกัน คือ 0.62 unit/mg protein การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 และ 1 นาที ตามลำดับ ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm อาจเนื่องมาจากน้ำร้อนมีผลทำให้พืชเกิดสภาวะเครียดส่งผลให้มีการผลิตอนุมูลอิสระที่เป็น H_2O_2 ในเซลล์พืชเพิ่มขึ้นดังนั้นกิจกรรมเอนไซม์ CAT จึงทำหน้าที่ในการกำจัด H_2O_2 ออกจากเซลล์ (รูปที่ 4.14, ตารางภาคผนวกที่ 4.14)

กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในพริกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับร้อยละ 86.09 ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ SOD มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพริกในชุดควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงสุด คือ ร้อยละ 191.91 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพริกที่แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm (ร้อยละ 102.95) หลังจากนั้นกิจกรรมเอนไซม์ SOD ของพริกในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (ร้อยละ 83.27) แต่อย่างไรก็ตามพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 และ 1 นาที ตามลำดับ ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์ SOD แตกต่างจากพริกในชุดควบคุมคือ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกในทั้งสามชุดทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

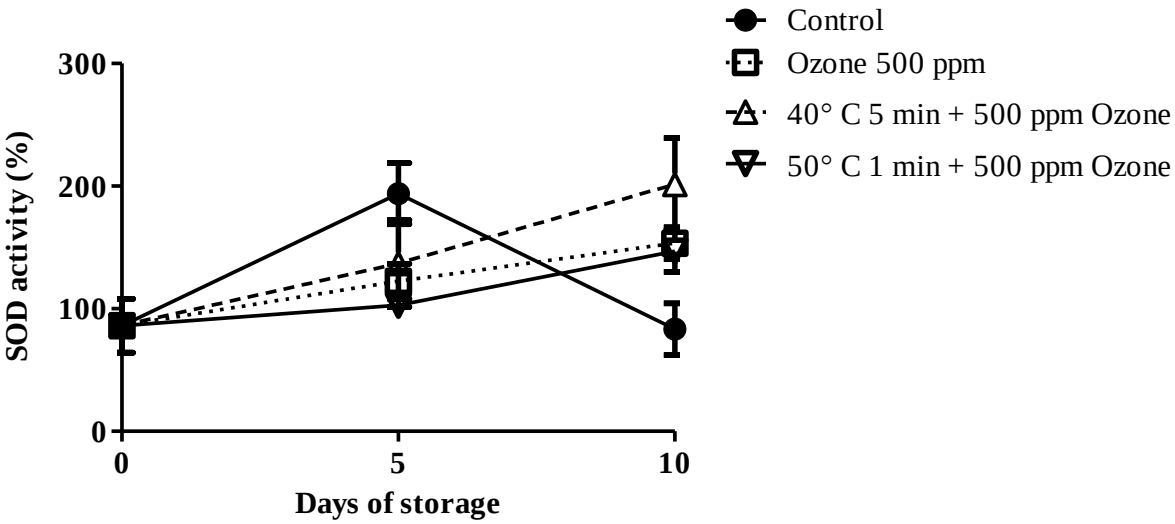
กิจกรรมของเอนไซม์ SOD เพิ่มสูงขึ้นจากวันเริ่มต้นและวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 และ 1 นาที ร่วมกับการแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีกิจกรรมเอนไซม์ SOD เท่ากับร้อยละ 153.29 201.27 และ 148.88 ตามลำดับ (รูปที่ 4.15, ตารางภาคผนวกที่ 4.15)



รูปที่ 4.13 กิจกรรมเอนไซน์ Peroxidase (POD) ในพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



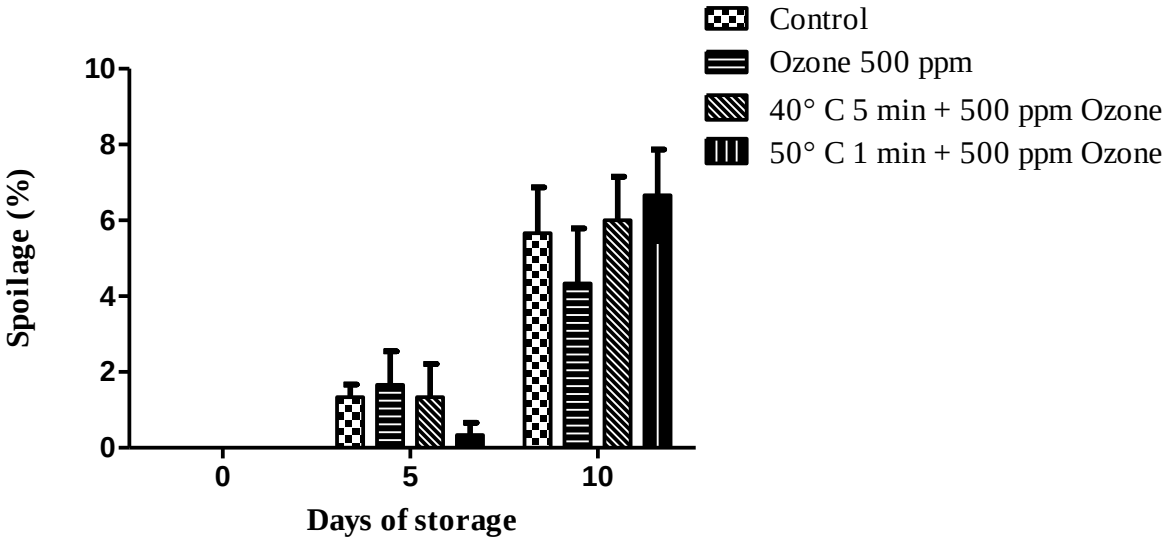
รูปที่ 4.14 กิจกรรมเอนไซน์ Catalase (CAT) ในพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)



รูปที่ 4.15 กิจกรรมเอนไซน์ Superoxide dismutase (SOD) ในพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

การเน่าเสียและความรุนแรงของการเน่าเสียของพริก

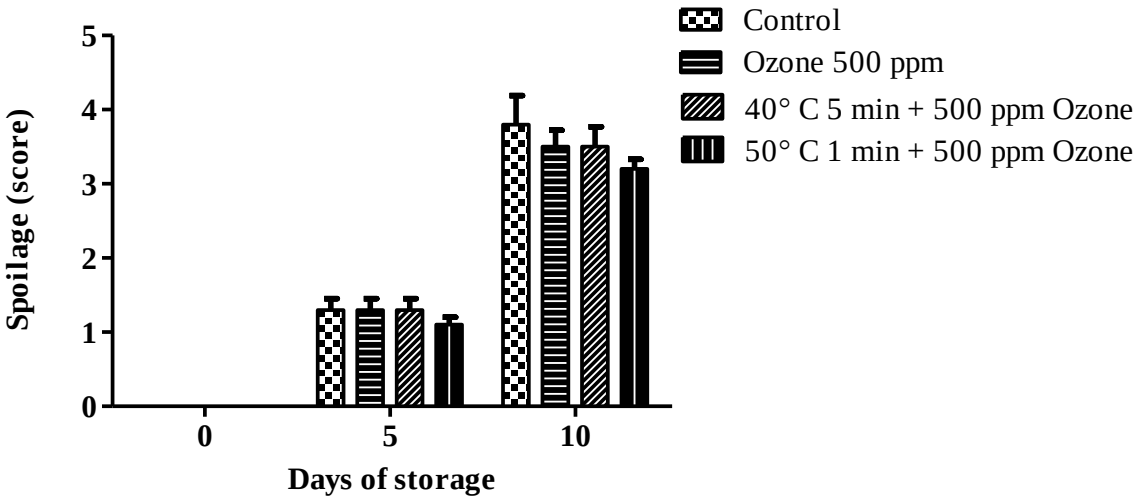
มีการรายงานว่าโอโซนสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ลดการเกิดโรคของผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษาได้ เช่น แตงร้าน (ปิยนันท์ มิตรอุดม, 2549) แครอท (ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ และคณะ, 2545) และเงาะ (ดวงธิดา ขุมทองและคณะ, 2549) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาพริกพันธุ์ Super hot ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พริกเกิดการเน่าเสียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาและการเน่าเสียเกิดขึ้นในพริกทุกชุดทดลองและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพริกที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที ร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีร้อยละการเน่าเสียน้อยที่สุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.33 และพริกในชุดทดลองดังกล่าวมีร้อยละการเน่าเสียเพิ่มสูงที่สุดในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คือ ร้อยละ 6.67 ในขณะที่พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm มีร้อยละการเกิดเน่าเสียน้อยที่สุด คือ 4.33 ส่วนพริกในชุดควบคุมมีร้อยละการเน่าเสียไม่แตกต่างกันกับพริกที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm คือ ร้อยละ 5.67 และ 6.00 ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

จากการศึกษาพบว่าความรุนแรงของการเน่าเสียของพริกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดทดลอง โดยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพริกมีคะแนนการเน่าเสียประมาณ 1.3 แต่ความรุนแรงการเน่าเสียมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพริกในชุดควบคุมมีคะแนนความรุนแรงของการเน่าเสียสูงที่สุด คือ 3.80 รองลงมา คือ พริกที่ผ่านการแช่ในน้ำที่มีโอโซนความเข้มข้น 500 ppm และพริกที่ผ่านแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 5 นาที ร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm (3.50) และพริกที่ผ่านแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 1 นาทีร่วมกับการใช้โอโซนความเข้มข้น 500 ppm (3.20) ตามลำดับ



รูปที่ 4.17 คะแนนความรุนแรงการเน่าเสียของพริกที่แช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 40°C นาน 5 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (40°C, 5 min + Ozone 500 ppm) พริกที่แช่ในน้ำร้อนที่ 50°C นาน 1 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซนความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที (50°C 1 min + Ozone 500 ppm) สำหรับพริกที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีใดใช้เป็นชุดควบคุม (Control)

4.5 ศึกษาผลของการใช้โอโซนเพื่อลดปริมาณสารเคมีที่ตกค้างอยู่บนผลพริก

ผลของการใช้โอโซนเพื่อลดสารเคมีตกค้างอยู่บนผลพริก ทำโดยนำผลพริกพันธุ์ Super Hot มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา (ทรีตเมนท์ที่ 1) จากนั้นนำมาแช่ในสารละลายผสมของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม Benzimidazoles (Carbendazim) ความเข้มข้น 1,000 ppm และสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่ม Organophophates (Chlorpyrifos) ความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 1 นาที จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้ง และนำพริกที่ได้มาล้างด้วยน้ำโอโซน โดยการเติมก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 500 ppm ลงในน้ำล้างปริมาตรน้ำ 3 ลิตรต่อพริก 1 กิโลกรัม นาน 90 นาที จากนั้นนำผลพริกมาผึ่งให้แห้งและบรรจุลงในถุงพลาสติกเจาะรู ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัมต่อถุง และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 0.5, 5 และ 10 วัน (ทรีตเมนท์ที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ) ผลการทดลอง พบว่าผลพริกที่นำมาทดสอบมีปริมาณสารเคมีในกลุ่ม Carbaendazim/Benomyl และ Organophosphate ที่ปนเปื้อน

มาจากสวนเกษตรกร เพียง 0.11 และ 0.03 mg/kg (ทรีตเมนท์ที่ 1) และพบว่าการล้างผลพริกด้วยน้ำโอโซนมีผลทำให้ปริมาณสารเคมีกลุ่ม Carbaendazim ลดลง จากเดิมที่ผลพริกแช่ในสารกำจัดเชื้อรา Carbendazim ความเข้มข้น 1,000 ppm ลดลงเหลือเพียง 3.99 mg/kg ในวันแรก (ทรีตเมนท์ที่ 2) และลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น คือคงเหลือเท่ากับ 1.57 และ 0.96 mg/kg ในวันที่ 5 และ 10 ตามลำดับ (ทรีตเมนท์ที่ 3 และ 4) ส่วนผลของโอโซนที่มีต่อปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่ม Organophosphate (Chlorpyrifos) ที่ปนเปื้อนบนผลพริก พบว่าการล้างผลพริกด้วยน้ำโอโซนมีผลทำให้ปริมาณ Chlorpyrifos ลดลง จากเดิมที่ผลพริกแช่ในสารกำจัดเชื้อรา Carbendazim ความเข้มข้น 1,000 ppm ลดลงเหลือเพียง 8.75 mg/kg ในวันแรก (ทรีตเมนท์ที่ 2) และเมื่อเก็บรักษาผลพริกนานมากขึ้นถึง 10 วัน พบว่าปริมาณ Chlorpyrifos ก็ไม่ได้ลงดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าปริมาณ Chlorpyrifos ที่ตกค้างอยู่บนผลพริกในสันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 9.76 และ 7.69 mg/kg ตามลำดับ (ทรีตเมนท์ที่ 3 และ 4) (ตารางที่ 5.1) จากการทดลองนี้จะเห็นว่าการล้างพริกด้วยน้ำโอโซนมีผลช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม Carbaendazim และ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง Chlorpyrifos ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Whangchai และคณะ (2011) ที่พบว่าการน้ำโอโซนความเข้มข้น 2.2, 2.4, 3.4 และ 3.2 mg/L นาน 10, 20, 30 และ 60 นาที สามารถลดปริมาณสาร Chlorpyrifos ที่ตกค้างอยู่บนผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ก๊าซโอโซนความเข้มข้น 80, 160, 200 และ 240 mg/L นาน 10, 20, 30 และ 60 นาที มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้น้ำโอโซน โดยเฉพาะการใช้ก๊าซโอโซนนาน 60 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดปริมาณสาร Chlorpyrifos นอกจากนี้พบว่าการใช้ก๊าซโอโซนหรือน้ำโอโซนไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด, total soluble solids (TSS) และ titratable acidity (TA) แต่พบว่าการใช้น้ำโอโซนมีผลทำให้คุณภาพของลิ้นจี่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ก๊าซโอโซน

ตารางที่ 5.1 ผลของโอโซนที่ความเข้มข้น 500 ppm นาน 90 นาที ที่มีต่อปริมาณสารป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม Benzimidazoles (Carbendazim) และสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่ม Organophophates (Chlorpyrifos) ที่ปนเปื้อนอยู่บนผลพริกพันธุ์ Super Hot

ทรีตเมนท์	ปริมาณ Carbaendazim ที่ตกค้างบนผลพริก	ปริมาณ Chlorpyrifos ที่ตกค้างบนผลพริก
ทรีตเมนท์ที่ 1 (ปริมาณสารเคมีตกค้างในพริกก่อนล้างน้ำโอโซน)	0.11 mg/kg	0.03 mg/kg
ทรีตเมนท์ที่ 2 (ปริมาณสารเคมีตกค้างในพริกที่จุ่มในสารกำจัดศัตรูพืช แล้วผ่านการล้างน้ำโอโซน จากนั้นเก็บรักษาที่ 13°C นาน 0.5 วัน)	3.99 mg/kg	8.75 mg/kg
ทรีตเมนท์ที่ 3 (ปริมาณสารเคมีตกค้างในพริกที่จุ่มในสารกำจัดศัตรูพืช แล้วผ่านการล้างน้ำโอโซน จากนั้นเก็บรักษาที่ 13°C นาน 5 วัน)	1.57 mg/kg	9.76 mg/kg
ทรีตเมนท์ที่ 4 (ปริมาณสารเคมีตกค้างในพริกที่จุ่มในสารกำจัดศัตรูพืช แล้วผ่านการให้โอโซน จากนั้นเก็บรักษาที่ 13°C นาน 10 วัน)	0.96 mg/kg	7.69 mg/kg