บทที่ 4
ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาในการให้โอโซนที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเกิดโรคของผลลำไย

จากการทดลองโดยให้ก๊าซโอโซนจากเครื่องผลิตก๊าซโอโซนต่อผลลำไยเป็นระยะเวลา 0 (ชุดควบคุม), 15, 30, 60 และ 120 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* โดยให้ผลดังนี้

ค่า L* (ความสว่างของสีเปลือก) ภายหลังจากการรมด้วยก๊าซโอโซน ค่า L* มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 52.06-53.24 ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ความสว่างของสีเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลงในทุกกรรมวิธี คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 45.58-49.66 ซึ่งในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพ 5 และตารางภาคผนวก 1) ค่า a* (ความมีสีแดงและเขียว) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.70-9.85 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนนาน 120 นาที มีค่า a * มากที่สุดคือ 9.85 (ภาพ 6 และตารางภาคผนวก 2) ส่วนค่า b* (ความมีสีเหลืองและน้ำเงิน) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี ค่า b* มีแนวโน้มลดลง คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 13.40-17.22 ซึ่งในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพ 7 และตารางภาคผนวก 3)

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids ; TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยก่อนการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 19-20.8 ° Brix เมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 20-21° Brix ผลลำไยที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนนาน 30 และ 60 นาที ค่า TSS มีแนวโน้มลดลง (ภาพ 8) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยที่เก็บรักษาไว้ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพ 9) โดยก่อนการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.16-0.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน ความแน่นเนื้อของผลลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.10-0.29 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยการรมเป็นเวลา 60 และ 120 นาที มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

4. การเกิดโรค

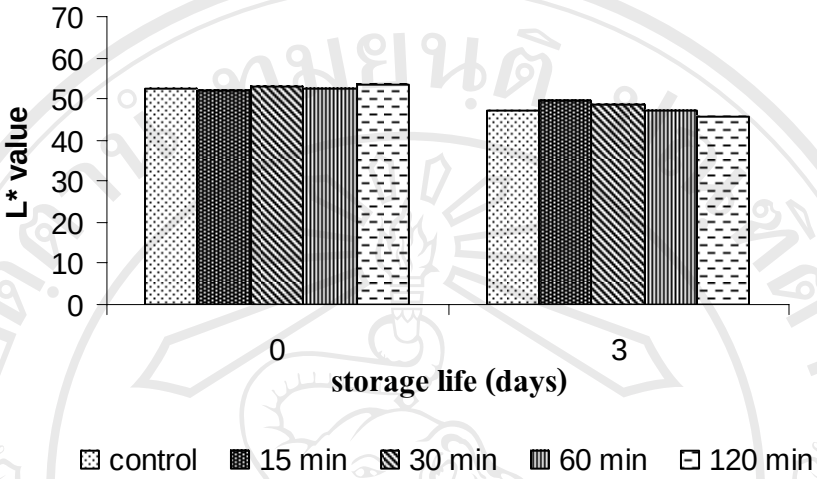
เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาพบเชื้อราในทุกกรรมวิธี ซึ่งจะเริ่มปรากฏเชื้อราในวันที่ 2 โดยจะพบเชื้อราบริเวณที่ขั้วผล หลังจากนั้นจะลุกลามไปทั่วทั้งผลภายใน 4-5 วัน

การรมด้วยโอโซนในแต่ละกรรมวิธี เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี ในการเก็บรักษานาน 3 วัน ผลลำไยที่ไม่ได้รมก๊าซโอโซน (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด คือ 62 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีที่รมด้วยก๊าซโอโซนนาน 60 นาที พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด คือ 36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรรมวิธีที่รมด้วยโอโซนนาน 120 นาที มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 42 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 10 และ ภาพ 11)

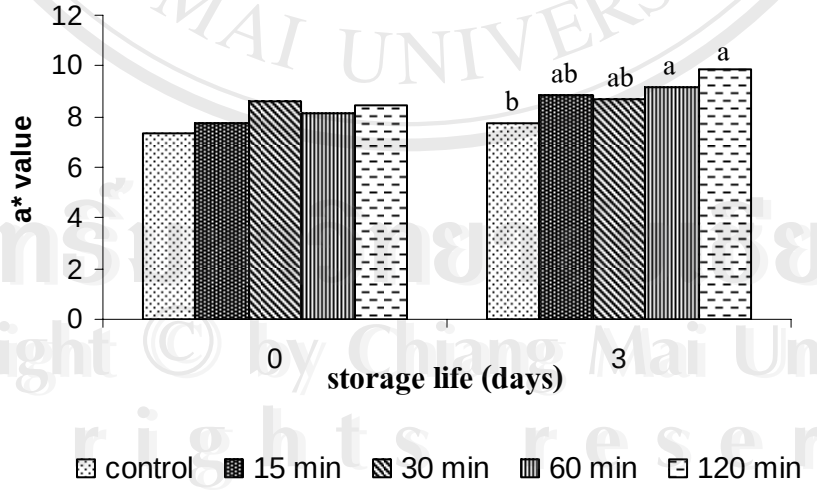
5. การตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยทำการ total plate count

การตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยทำการ total plate count หลังจากที่รมด้วยก๊าซโอโซนและเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำผลลำไยมาทำการตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าชุดควบคุม (0 นาที) พบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดคือ $5.4x10^{8}$ CFU/ml รองลงมาคือกรรมวิธีที่รมโอโซนนาน 15 และ 30 นาที พบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ $3.6x10^{8}$ CFU/ml และ $2.245x10^{7}$ CFU/ml ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีที่รมด้วยก๊าซโอโซนนาน 60 และ 120 นาที พบค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยมาก คือ $1.675x10^{5}$ CFU/ml และ $1.35x10^{5}$ CFU/ml ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย จากภาพ 13 ชุดควบคุมและชุดที่รมโอโซน 15 นาที พบจำนวนของแบคทีเรียจำนวนมาก ส่วนชุดที่รมโอโซน 30 นาทีพบเส้นใยเชื้อราจำนวนมาก ซึ่งในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กรรมวิธีที่รมด้วยก๊าซโอโซนนาน 60 และ 120 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด (ตาราง 5 และ ภาพ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

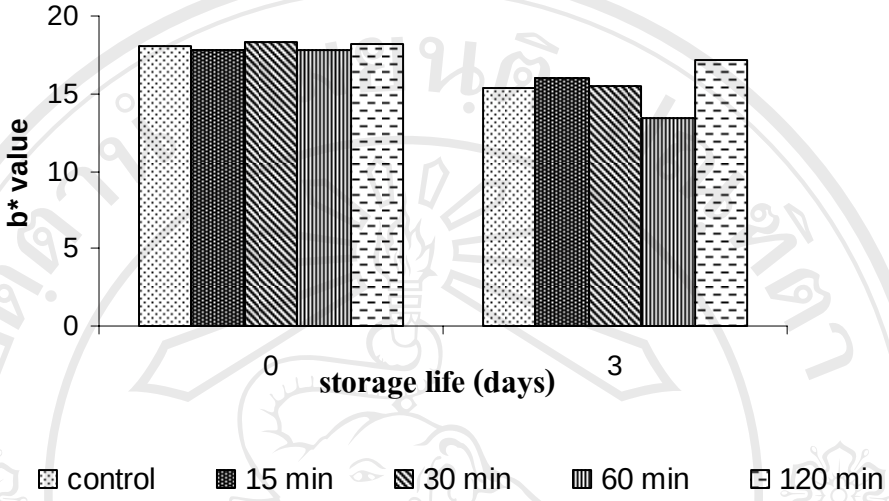


ภาพ 5 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

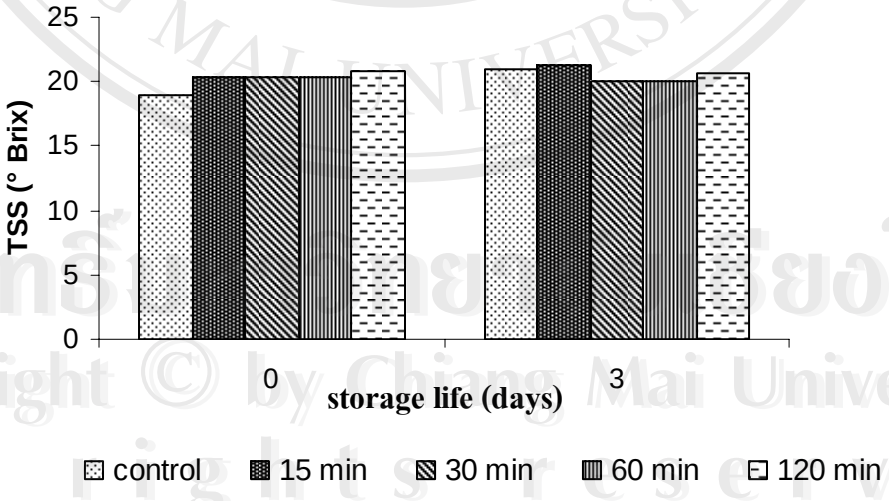


ภาพ 6 ค่า a* ของเปลือกผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

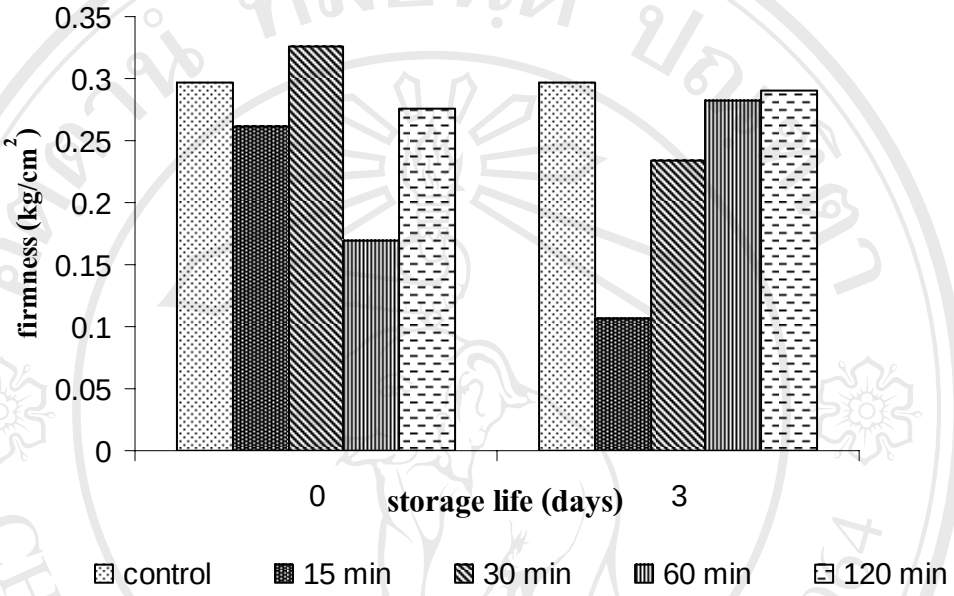


ภาพ 7 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน



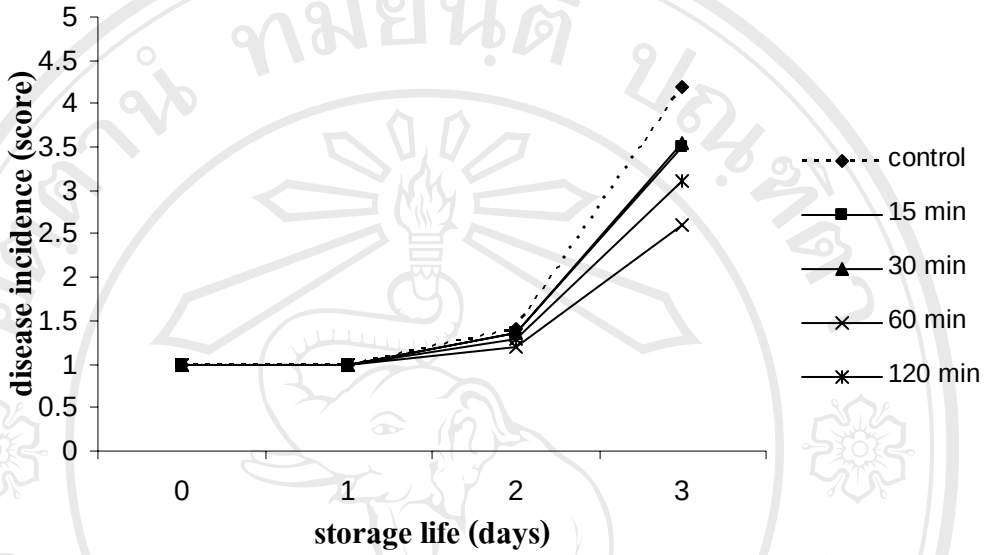
ภาพ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 9 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 10 การเกิดโรคหลังจากรมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลาต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

หมายเหตุ : คะแนน 1 = ไม่ปรากฏให้เห็นเชื้อราจนถึงเห็นเชื้อราที่ผลลำไยไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 2 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 21-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 3 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 41-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 4 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 61-80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 5 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 81-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Control

15 min

30 min

60 min

120 min

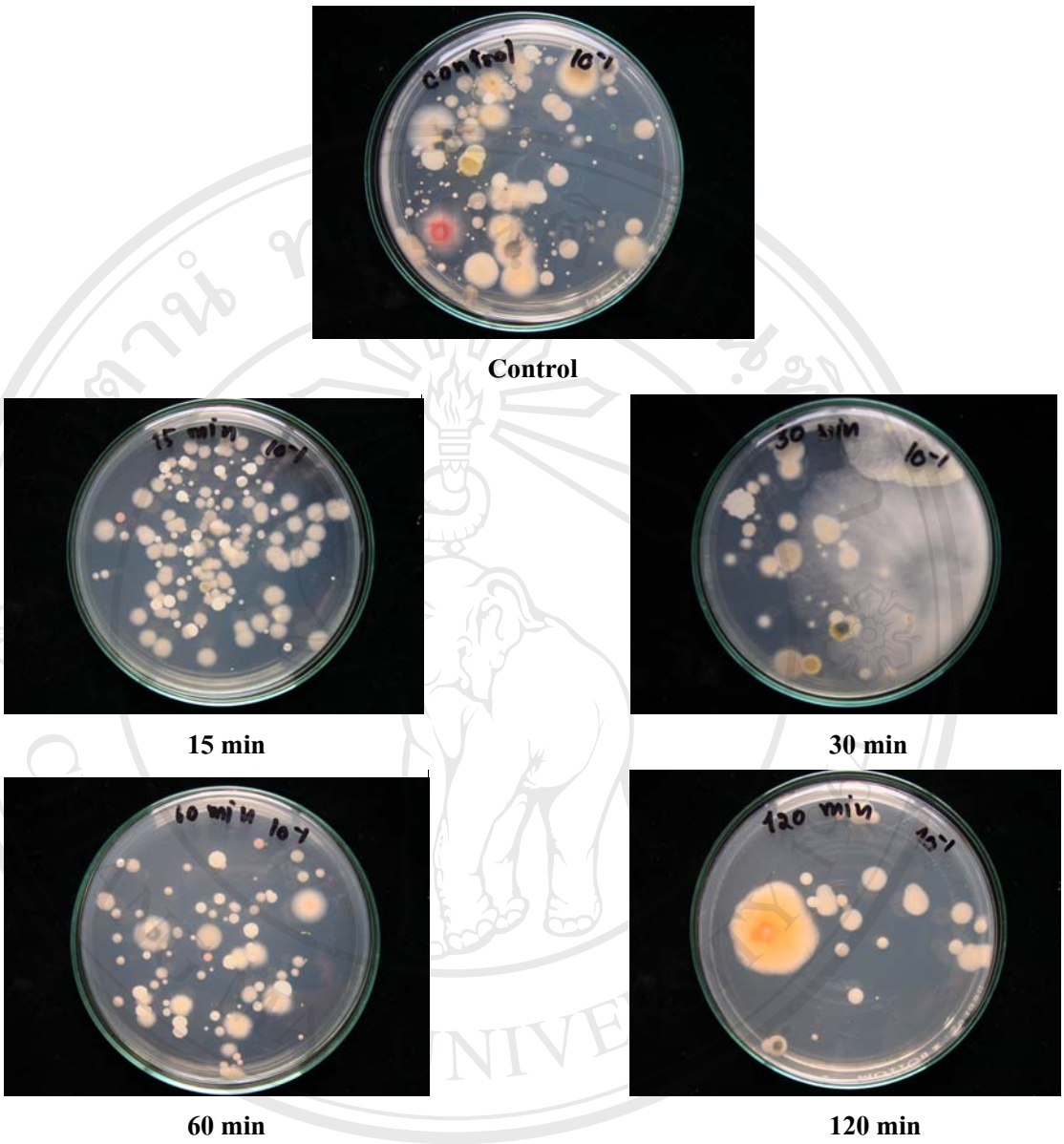
ภาพ 11 ลักษณะของผลลำไยที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 0 (ชุดควบคุม), 15, 30, 60 และ 120 นาที หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยการทำ total plate count เมื่อบ่มเพาะเชื้อที่ 28 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หลังจากที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 0 (ชุดควบคุม), 15, 30, 60 และ 120 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/ml)
ชุดควบคุม	5.4×10^8
โอโซน 15 นาที	3.6×10^8
โอโซน 30 นาที	2.245×10^7
โอโซน 60 นาที	1.675×10^5
โอโซน 120 นาที	1.35×10^5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



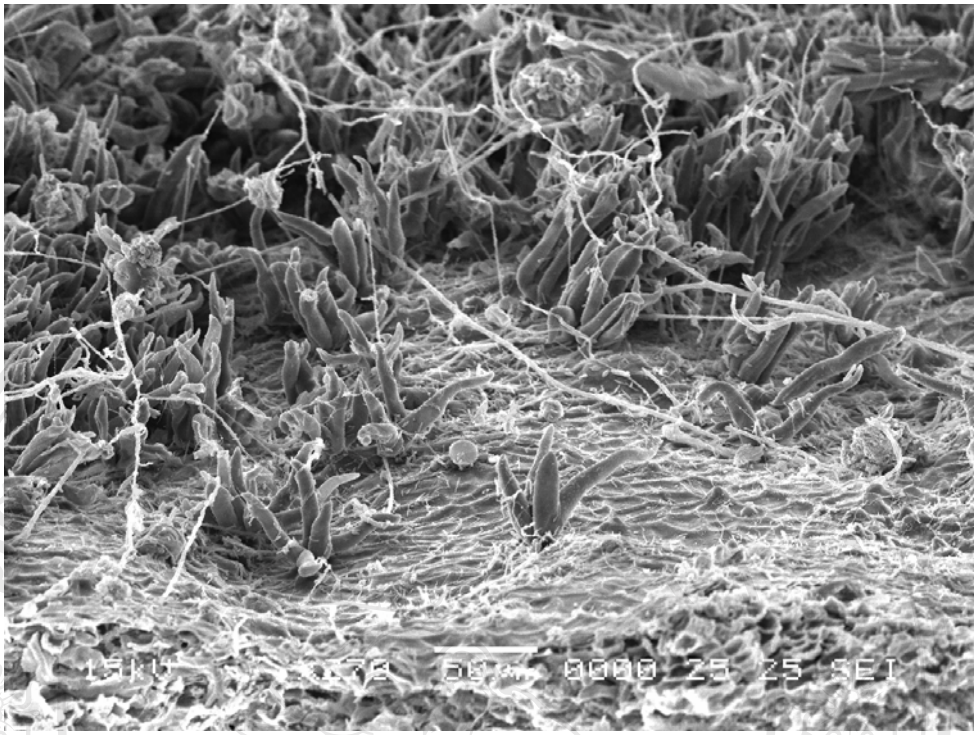
ภาพ 12 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยการทำ total plate count หลังจากที่รมด้วยก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 0 (ชุดควบคุม), 15, 30, 60 และ 120 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

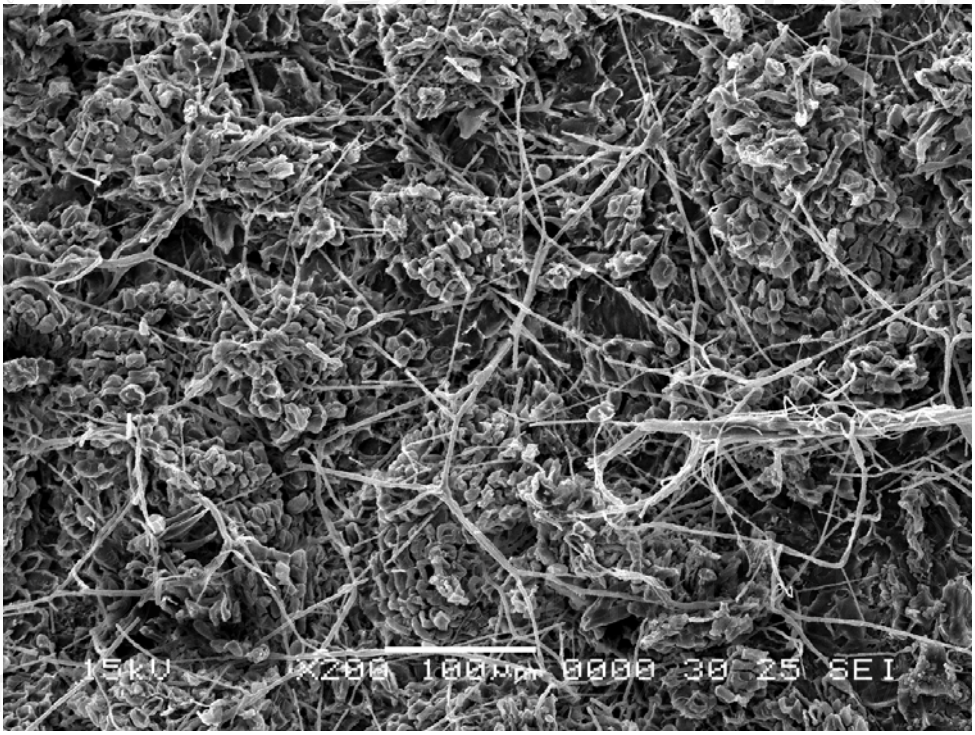
การทดลองที่ 2 ผลของโอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื้อเยื่อของเปลือกผลลำไยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)

จากการศึกษาผลของโอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อเยื่อของผิวเปลือกลำไย พบว่าผิวเปลือกลำไยที่ไม่ได้รมโอโซนพบกลุ่มของ epidermal hairs และลักษณะ cuticle ของผิวเปลือกลำไย อีกทั้งยังพบเส้นสายของเชื้อราปกคลุมบนเปลือกผลที่มีลักษณะของเปลือกที่ขรุขระ และพบกลุ่มของ epidermal hairs ที่มีเส้นใยของเชื้อราปกคลุมจำนวนมาก (ภาพ 14A และ B) ส่วนผลลำไยที่ผ่านการรมโอโซนที่ระยะเวลา 60 นาที (ภาพ 15) ลักษณะของเปลือกผลมีรอยขรุขระ (ภาพ 15B) และลักษณะของ epidermal hairs ได้รับความเสียหายเล็กน้อย โดยมีลักษณะแตกหักบางส่วน (ภาพ 15A) คล้ายกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการรมโอโซน และพบเส้นใยเชื้อราพบจำนวนน้อยมาก (ภาพ 15B) ส่วนผลลำไยที่ผ่านการรมโอโซนที่ระยะเวลานานขึ้นคือ 120 นาที (ภาพ 16) พบผิวเปลือกลำไยมีรอยแตกเสียหายกระจายทั่วไป (ภาพ 16B) และลักษณะของ epidermal hairs มีรูปร่างผิดปกติโดยมีบางส่วนหงิกงอ (ภาพ 16A)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



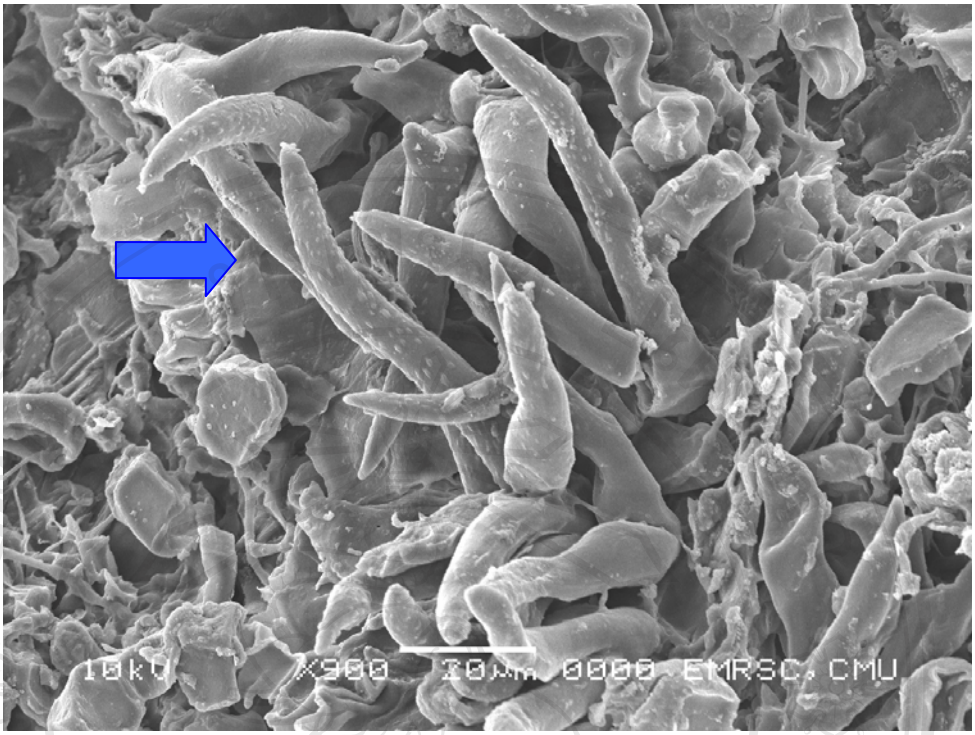
A



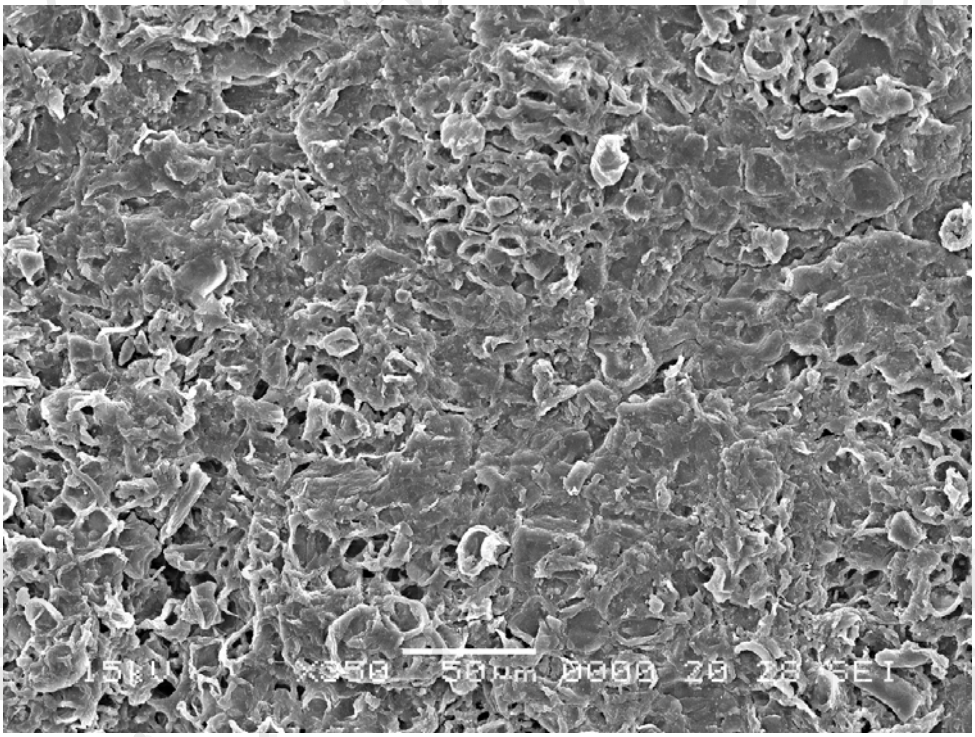
B

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 13 แสดงผิวเปลือกลำไยที่ไม่ได้ผ่านการรมโอโซนจากภาพถ่าย side view (A) และ top view (B) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบเส้นใยเชื้อราปกคลุมผิวเปลือกผลจำนวนมาก



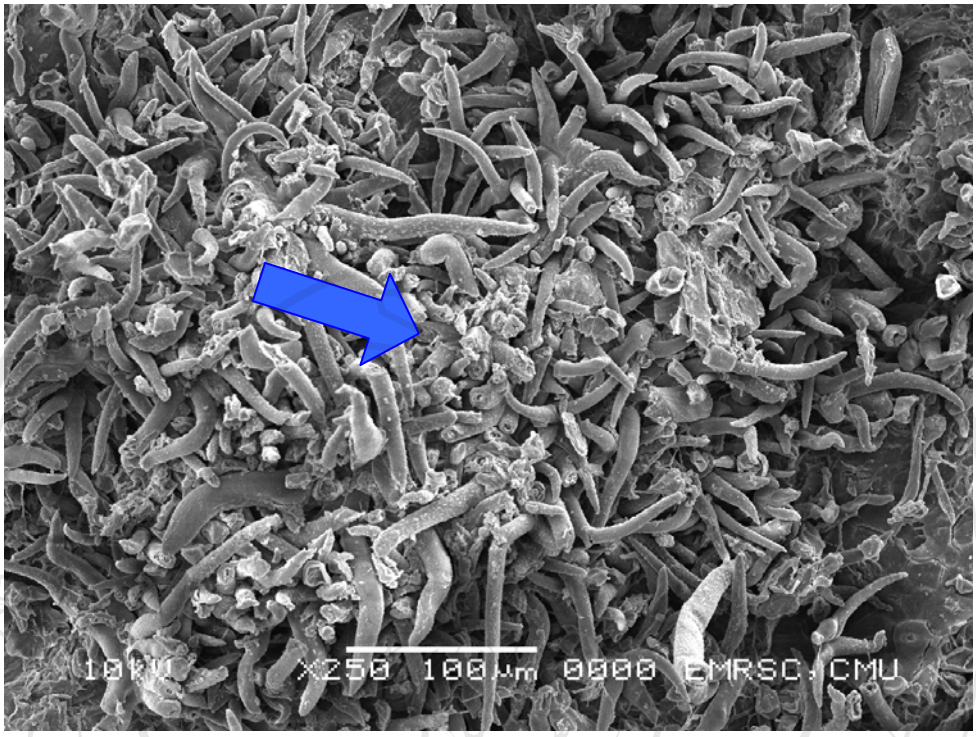
A



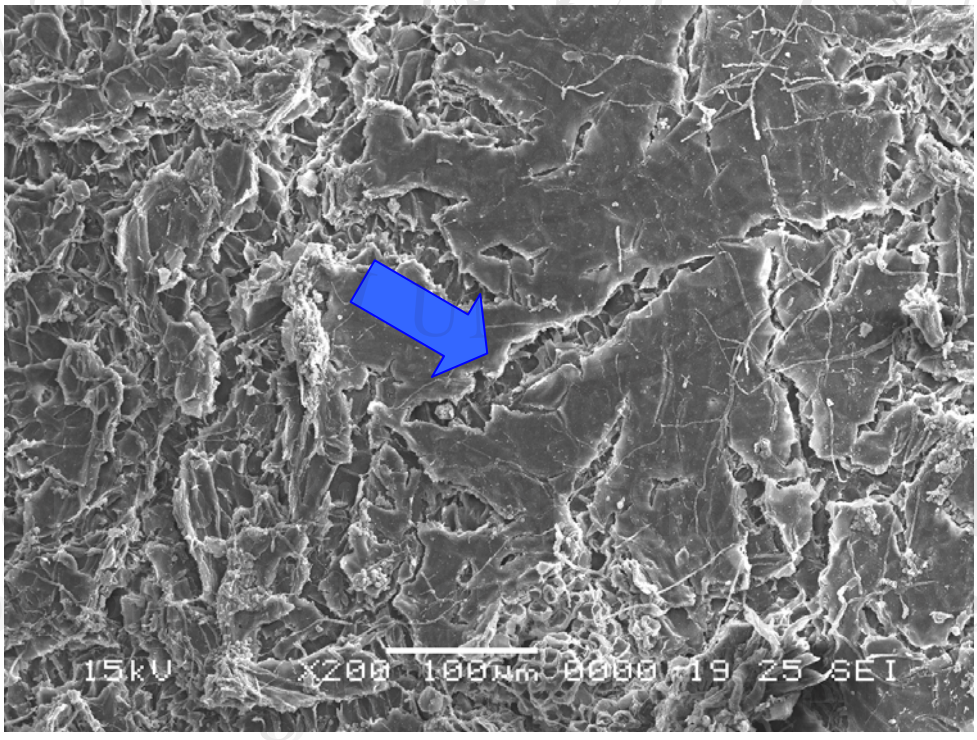
B

ภาพ 14 แสดงลักษณะ Epidermal hairs แบบ non gradular-trichome (ลูกศรชี้) (A) และลักษณะ cuticle ของผิวเปลือกลำไย (B) หลังจากผ่านการรมด้วยโอโซนเป็นเวลา 60 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



A



B

ภาพ 15 แสดงลักษณะ Epidermal hairs ที่ผิดปกติมีลักษณะหงิกงอ (ลูกศรชี้) (A) และผิวเปลือกที่พบรอยแตกเสียหายของ cuticle ของเปลือก (ลูกศรชี้) (B) หลังจากรมด้วยโอโซนเป็นเวลา 120 นาที จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (SEM)

การทดลองที่ 3 ผลของความเข้มข้นของกรดอินทรีย์บางชนิดต่อคุณภาพของผลลำไย

นำผลลำไยแช่ในสารละลายกรดอินทรีย์ 3 ชนิด คือ กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ระดับความเข้มข้น 0 (แช่น้ำกลั่น), 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที วัดค่า pH ของสารละลายกรด ทั้ง 3 ชนิด แสดงดังตาราง 9 แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ระยะเวลาในการแช่กรดเป็น 5 นาที ให้ผลดังนี้

จากระยะเวลาในการแช่กรดอินทรีย์ 3 ชนิดนาน 5 นาที ค่า L* (ความสว่างของสีเปลือก) ภายหลังจากการแช่ผลในกรรมวิธีต่างๆ ค่า L* มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 46.89-54.83 ผลลำไยที่แช่กรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L* มากกว่ากรดชนิดอื่นๆ คือ 53.20 และ 52.90 ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ค่า L* ของเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลงในกรรมวิธีที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และชุดควบคุม แต่ในกรรมวิธีที่แช่กรดออกซาลิกทั้ง 2 ความเข้มข้น ค่า L* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (55.69 และ 57.50) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม (45.44) และชุดที่แช่ด้วยกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ของกรดทั้ง 3 ชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพ 16 และ ตาราง 6)

ค่า a* (ความมีสีแดงและสีเขียว) หลังจากที่แช่กรดอินทรีย์ ค่า a* มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.85-7.97 ภายหลังจากการเก็บรักษานาน 3 วัน ค่า a* ของเปลือกผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.18-10.73 และในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพ 17 และ ตาราง 7)

ค่า b* (ความมีสีเหลืองและสีน้ำเงิน) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า b* มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่ผลลำไยที่แช่กรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ค่า b มีค่าเท่ากับ 23.08 และ 24.78 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากรดชนิดอื่นๆ คือ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม และชุดที่แช่ด้วยกรดชนิดอื่น (ภาพ 18 และ ตาราง 8)

2. การเปลี่ยนแปลงของระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลโดยประเมินด้วยสายตา

เปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลโดยประเมินด้วยสายตาในผลลำไยที่แช่กรดอินทรีย์ 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที ผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่างๆ เมื่อประเมินผลทันที พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลมีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(แช่น้ำกลั่น) ยกเว้นการแช่ด้วยกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลที่แช่กรดออกซาลิก 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุด (เท่ากับ 0) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี และในผลลำไยที่แช่กรดแอสคอร์บิกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลที่แช่กรดออกซาลิก 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุด โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองอื่น (ภาพ 19 และตารางภาคผนวก 6)

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids ; TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในผลลำไยที่แช่กรดอินทรีย์ 3 ชนิด นาน 5 นาทีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยก่อนการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.0-21.05 °Brix เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.25-21.35 °Brix ผลลำไยที่แช่กรดออกซาลิกยังคงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพ 20 และตารางภาคผนวก 7)

4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยที่แช่กรดทั้ง 3 ชนิดนาน 5 นาที หลังจากเก็บรักษาไว้ เป็นเวลา 3 วัน ค่าความแน่นเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ยกเว้นชุดที่แช่กรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 21) โดยก่อนการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28-0.42 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน ความแน่นเนื้อของผลลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.29-0.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยความแน่นเนื้อทุกกรรมวิธีหลังจากเก็บรักษา 3 วันไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางภาคผนวก 8)

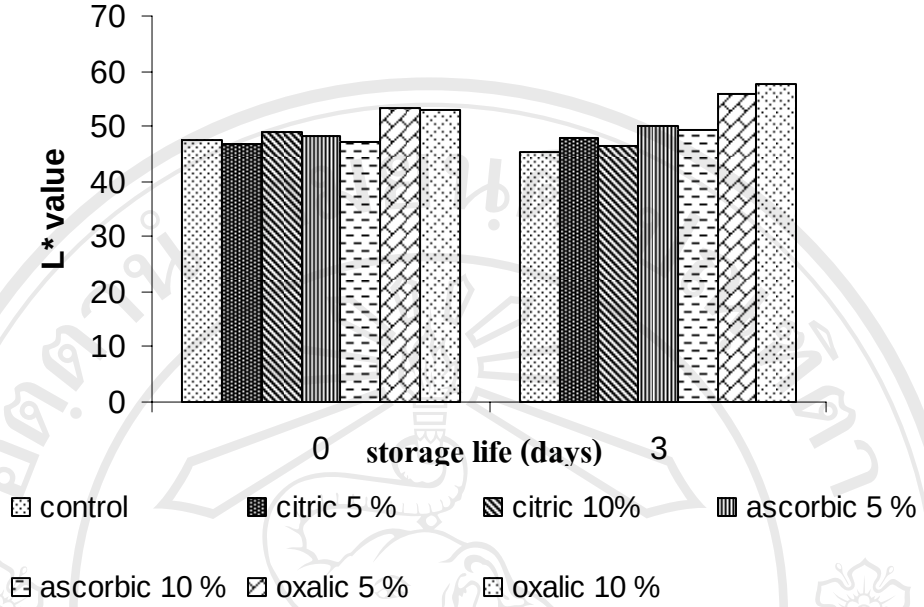
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การเกิดโรค

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาพบเชื้อราในทุกกรรมวิธี ซึ่งจะเริ่มปรากฏเชื้อราในวันที่ 2 โดยจะพบเชื้อราบริเวณที่ขั้วผล หลังจากนั้นจะลุกลามไปทั่วทั้งผลภายใน 4-5 วัน

การแช่ด้วยกรดชนิดต่างๆ เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี ในการเก็บรักษานาน 3 วัน ผลลำไยที่แช่ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด และผลลำไยที่แช่ด้วยกรดออกซาลิก มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด (ภาพ 22)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



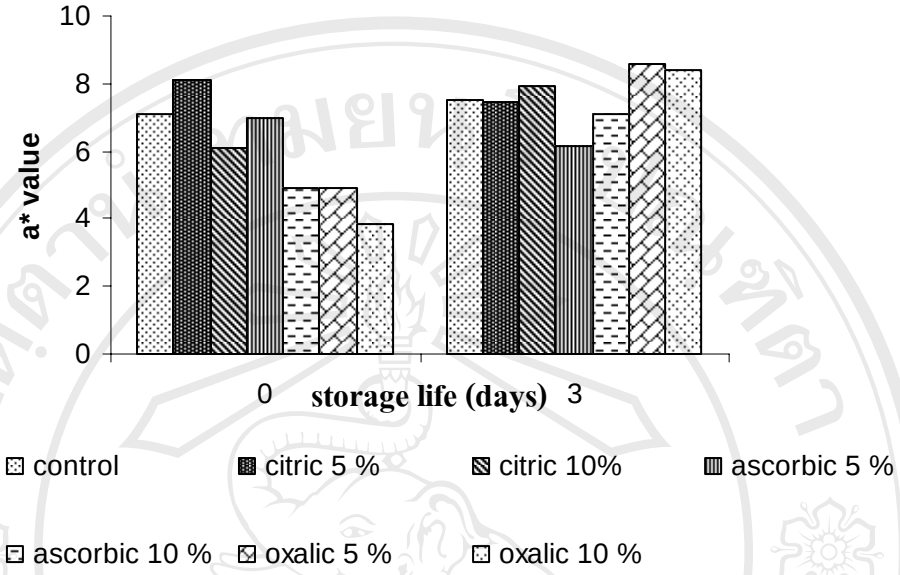
ภาพ 16 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่างๆ เป็นระยะเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธี	ค่า L*	
	จำนวนวันในการเก็บรักษา	
	0	3
ชุดควบคุม (แช่น้ำกลั่น)	48.63a	45.44d
กรดซิตริก 5 %	46.95b	48.28bcd
กรดซิตริก 10 %	48.76b	46.57cd
กรดแอสคอร์บิก 5 %	48.31b	49.95b
กรดแอสคอร์บิก 10 %	47.30b	49.23bc
กรดออกซาลิก 5 %	53.20a	55.69a
กรดออกซาลิก 10 %	52.90a	57.50a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



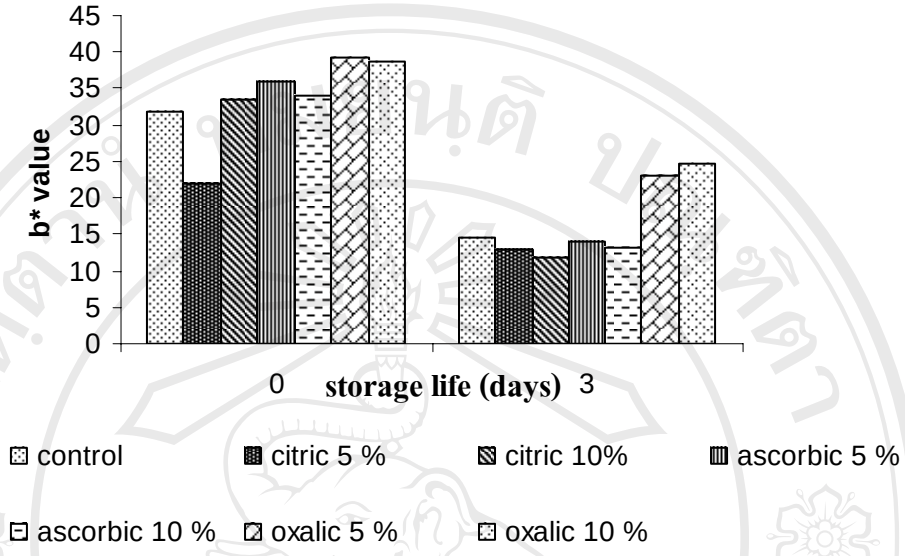
ภาพ 17 ค่า a* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 ค่า a* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่างๆ เป็นระยะเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธี	ค่า a*	
	จำนวนวันในการเก็บรักษา	
	0	3
ชุดควบคุม (แช่น้ำกลั่น)	7.09a	7.50bcd
กรดซิตริก 5 %	8.11a	7.47bcd
กรดซิตริก 10 %	6.07ab	7.92bcd
กรดแอสคอร์บิก 5 %	7.11a	6.92cd
กรดแอสคอร์บิก 10 %	6.66ab	7.10cd
กรดออกซาลิก 5 %	4.91abc	8.58b
กรดออกซาลิก 10 %	3.84bc	8.42ab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



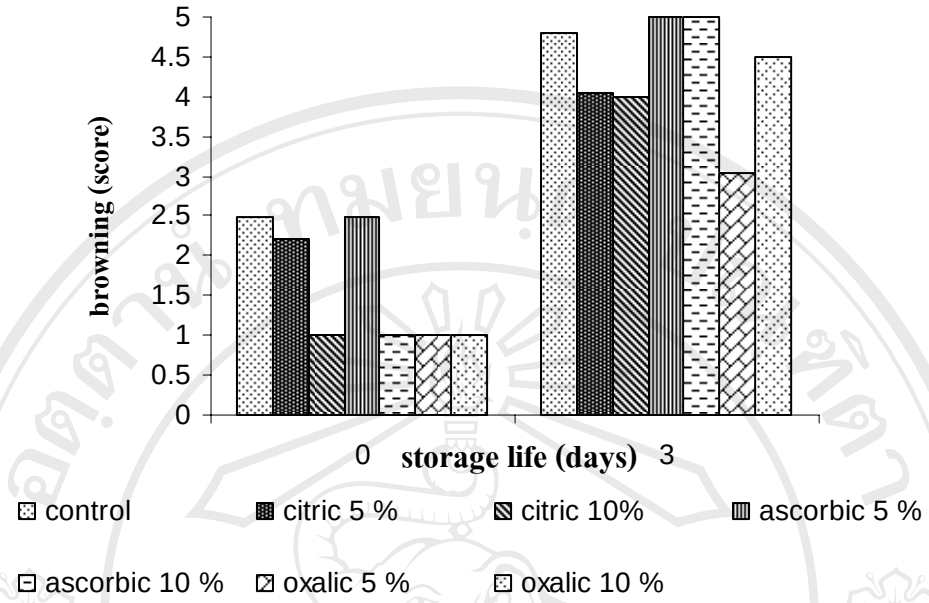
ภาพ 18 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 8 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่างๆ เป็นระยะเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธี	ค่า b*	
	จำนวนวันในการเก็บรักษา	
	0	3
ชุดควบคุม (แช่น้ำกลั่น)	31.86cd	11.62d
กรดซิตริก 5 %	24.25e	12.75cd
กรดซิตริก 10 %	35.48abc	12.03d
กรดแอสคอร์บิก 5 %	36.07ab	11.62d
กรดแอสคอร์บิก 10 %	34.10bcd	13.22bcd
กรดออกซาลิก 5 %	39.12a	23.08a
กรดออกซาลิก 10 %	38.86a	24.78a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 19 การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยโดยประเมินด้วยสายตาที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

หมายเหตุ : คะแนน 1 = สีเปลือกผลลำไยไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

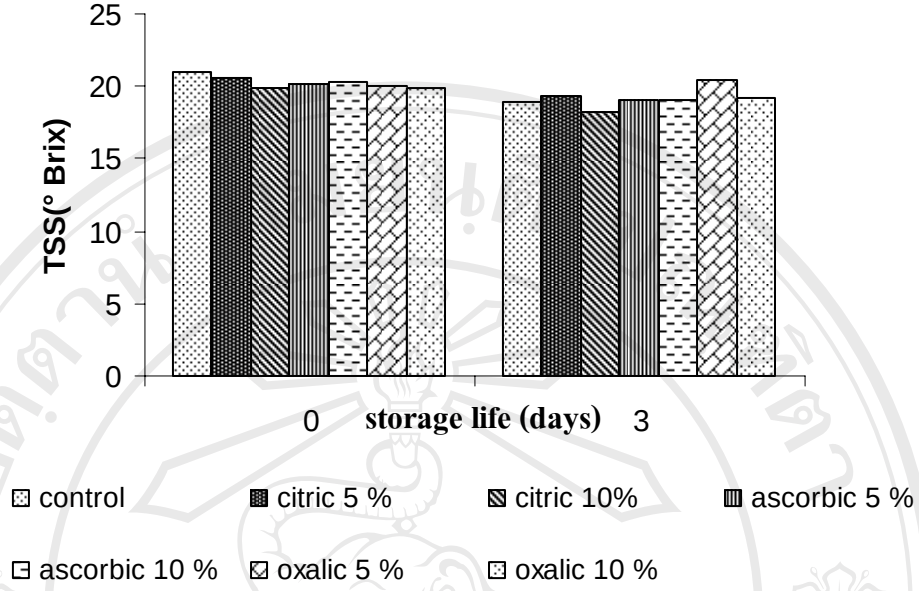
คะแนน 2 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 21-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 3 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 41-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

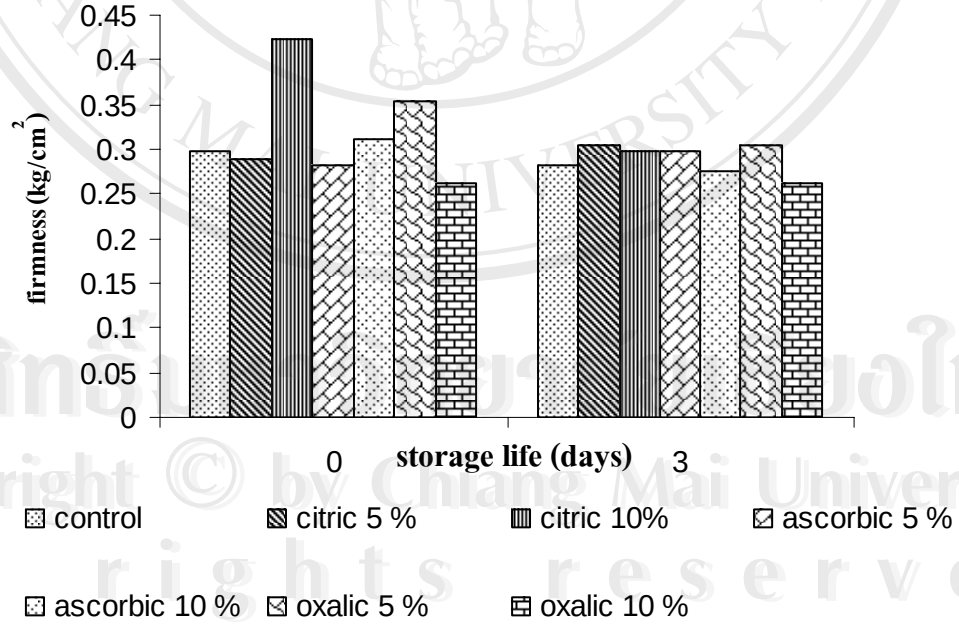
คะแนน 4 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 61-80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 5 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 81-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

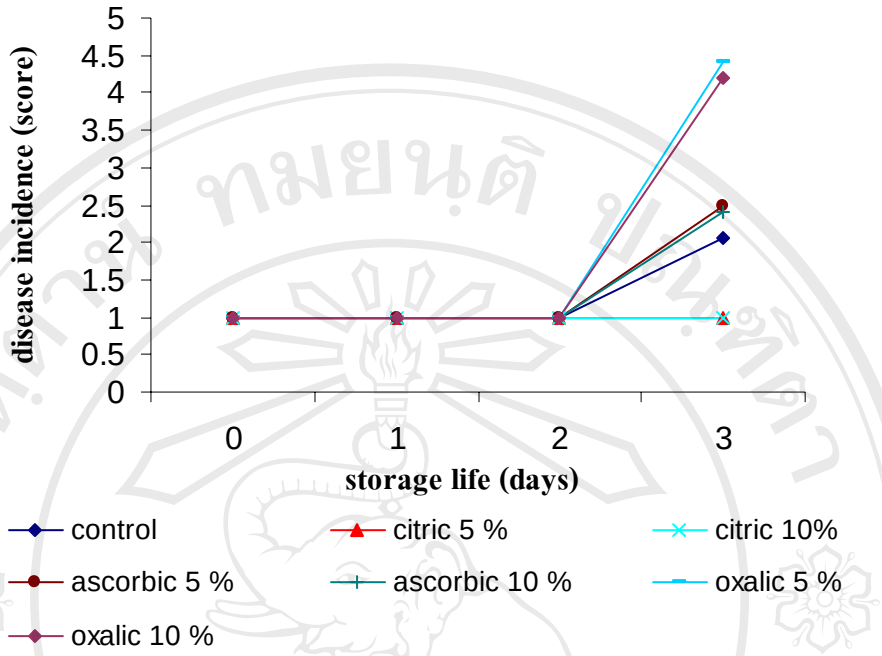


ภาพ 20 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน



ภาพ 21 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 22 การเกิดโรคของผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก แอสคอร์บิก และออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

หมายเหตุ : คะแนน 1 = ไม่ปรากฏให้เห็นเชื้อราจนถึงเห็นเชื้อราที่ผลลำไยไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 2 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 21-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 3 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 41-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 4 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 61-80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 5 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 81-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 9 ค่า pH ของสารละลายกรดที่ใช้แช่ผลลำไย

สารละลารกรดที่ใช้แช่ผลลำไย	pH
1. น้ำกลั่น	5.20
2. สารละลายกรดซิตริก 5 %	1.88
3. สารละลายกรดซิตริก 10 %	1.75
4. สารละลายกรดแอสคอร์บิก 5%	2.27
5. สารละลายกรดแอสคอร์บิก 10%	2.18
6. สารละลายกรดออกซาลิก 5 %	0.99
7. สารละลายกรดออกซาลิก 10 %	0.90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 23 ผลของกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อลักษณะเปลือกและสีของผลลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 4 ผลของโอโซนร่วมกับกรดอินทรีย์บางชนิดต่อคุณภาพและแอคติวิตีของเอนไซม์ PPO ของผลลำไย

นำผลลำไยแช่ในสารละลายกรดอินทรีย์ในกรรมวิธีที่ดีที่สุด จากการทดลองที่ 3 คือ กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที หลังจากนั้นนำมารมด้วยก๊าซโอโซนนาน 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ให้ผลดังนี้

จากการศึกษาการเปลี่ยนสีของเปลือก โดยการวัดค่า L* (แสดงถึงความสว่างของสี) ค่า a* (มีค่าบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดง) ค่า b* (มีค่าบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง) จากเปลือกของผลลำไย เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า L* ของทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ชุดที่ผ่านการแช่กรดออกซาลิกแล้วรมด้วยก๊าซโอโซนมีค่า L* มากที่สุดคือ 55.23 แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 9) รองลงมาคือชุดที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิก แล้วรมก๊าซโอโซน ค่า L* มีค่าเท่ากับ 52.52 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (44.43) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพ 24 และตาราง 10)

ค่า a* ของเปลือกผล เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในผลลำไยที่แช่กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที มีค่า a* มากที่สุดคือ 9.49 รองลงมาคือผลลำไยที่แช่กรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที คือ 9.31 (ภาพ 25)

ค่า b* ของเปลือกผล หลังจากที่ผลลำไยแช่กรดอินทรีย์แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที แล้ววัดผลทันที พบว่า เปลือกผลลำไยมีค่า b* มากกว่าชุดควบคุม โดยในชุดที่แช่กรดออกซาลิก แล้วรมก๊าซโอโซน มีค่า b* มากที่สุดคือ 33.24 และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 3 สัปดาห์มีแนวโน้มลดลง ในชุดที่ผ่านการแช่กรดออกซาลิกแล้วรมด้วยก๊าซโอโซนมีค่ามากที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด รองลงมาคือชุดที่แช่ด้วยกรดซิตริก (ภาพ 26)

2. การเปลี่ยนแปลงของระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลโดยประเมินด้วยสายตา

จากการศึกษาการเปลี่ยนสีของเปลือกโดยให้คะแนนการเกิดสีน้ำตาล พบว่า ในสัปดาห์แรกทุกชุดการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นสัปดาห์ที่ 2 ชุดควบคุมมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลสูงสุด คือ 30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลลำไยที่แช่ด้วยกรดซิตริกตามด้วยการรมโอโซน คือ 25 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ส่วนการแช่ด้วยกรดแอสคอร์บิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามด้วยการรมด้วยโอโซนมีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 3 เช่นเดียวกับชุดควบคุม นอกจากนี้การแช่ด้วยกรดออกซาลิกตามด้วยการรมโอโซนมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกน้อยที่สุดตลอดระยะเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ (ภาพ 27 และ ภาพ 34)

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้งหมด (total soluble solid : TSS)

จากการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลลำไยที่แช่กรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด แล้วรมก๊าซโอโซน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกชุดการทดลองเมื่อมีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยก่อนการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าระหว่าง 19.55-21.17 °Brix เมื่อเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าระหว่าง 18.75-21.20 °Brix (ภาพ 28)

4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยของทุกชุดการทดลองที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 2 ชุดที่แช่ด้วยกรดออกซาลิกแล้วตามด้วยการรมด้วยโอโซนมีความแน่นเนื้อสูงที่สุดเท่ากับ 0.4383 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ ชุดควบคุม ชุดที่แช่ด้วยกรดซิตริก และแอสคอร์บิก ตามลำดับ (ภาพ 29)

5. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคพบว่า ในช่วงการเก็บรักษาสัปดาห์แรก พบเชื้อราบ้างเล็กน้อยในทุกชุดการทดลอง แต่ในสัปดาห์ที่ 2 ผลลำไยในทุกชุดการทดลองที่แช่ด้วยกรดอินทรีย์แล้วรมด้วยโอโซนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคระหว่าง 40-42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 50 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 3 ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด และชุดที่แช่กรดออกซาลิกตามด้วยรมโอโซนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด (ภาพ 30)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยการทำ Total plate count

จากการตรวจวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทันทีหลังจากการแช่กรดอินทรีย์ทุกชนิด ตามด้วยการรมด้วยโอโซน พบว่า สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ในสัปดาห์ที่ 1 ชุดที่แช่กรดออกซาลิกและกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาทีมีการตรวจนับพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด รองลงมาคือชุดที่แช่ด้วยกรดแอสคอร์บิกและชุดควบคุม ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ชุดการทดลองที่แช่ด้วยกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่การแช่ด้วยกรดออกซาลิกตามด้วยการรมโอโซนสามารถควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้นาน 2 สัปดาห์ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 16.7 CFU/ml (ภาพ 31)

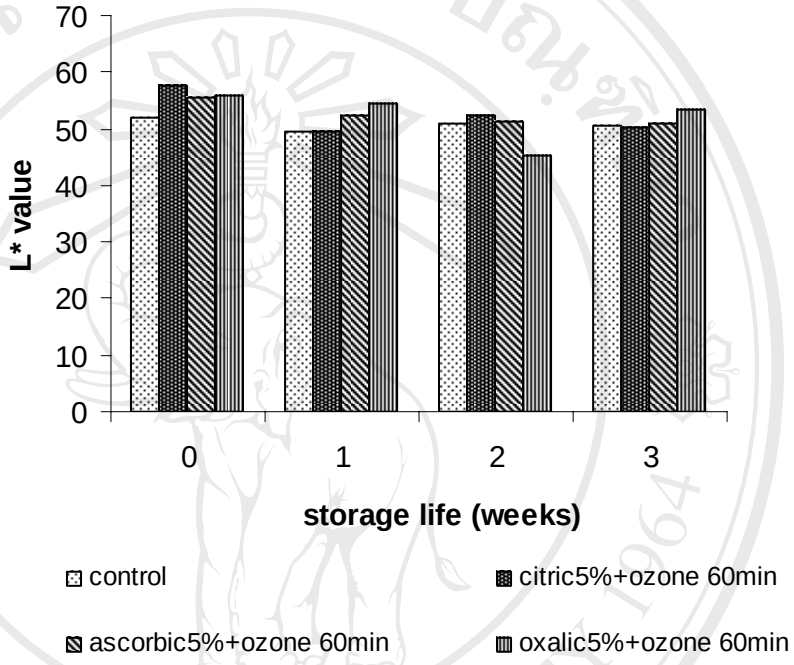
7. การประเมินคุณภาพการบริโภค

จากการประเมินคุณภาพด้านการบริโภค พบว่า หลังจากแช่กรดอินทรีย์ทุกชนิดแล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที มีคุณภาพด้านการบริโภคที่ยังยอมรับอยู่ คือพอใจในรสชาติ กลิ่น ลักษณะของเนื้อผล ซึ่งไม่แตกต่างกับชุดควบคุมในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และ 2 แต่เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นเป็น 3 สัปดาห์ คุณภาพด้านการบริโภคมีแนวโน้มลดลงโดยชุดควบคุมมีการลดลงมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 ซึ่งไม่สามารถยอมรับจากผู้บริโภคได้ ส่วนชุดการทดลองอื่นที่แช่กรดเริ่มปรากฏของเชื้อราจึงไม่สามารถยอมรับจากผู้บริโภคเช่นกัน (ภาพ 32)

8. แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผล

การเปลี่ยนแปลงแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ในเปลือกผลลำไยในสัปดาห์ที่ 3 หลังจากที่แช่กรดอินทรีย์แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที พบว่า การแช่ด้วยกรดทุกชนิดมีแอคติวิตีของเอนไซม์ PPO ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในชุดที่แช่กรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วรมก๊าซโอโซน 60 นาที ยังคงมีค่าต่ำที่สุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมและชุดที่แช่ด้วยกรดแอสคอร์บิก (ภาพ 33)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



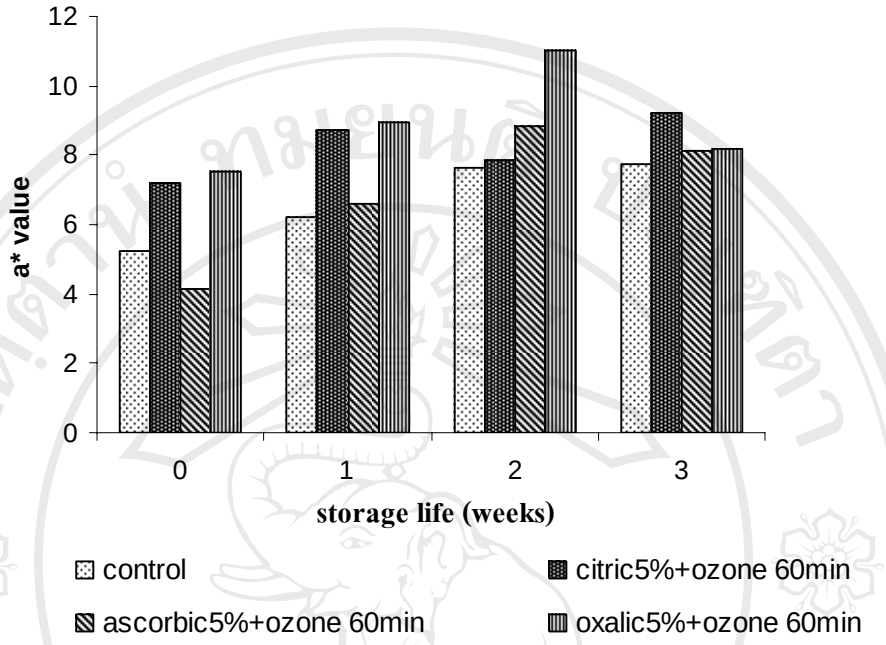
ภาพ 24 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 10 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

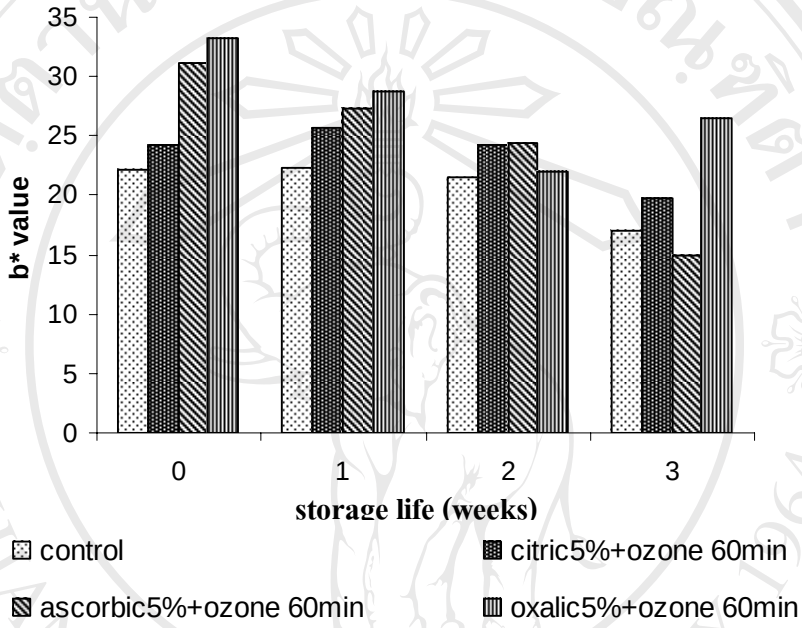
กรรมวิธี	ค่า L*			
	จำนวนสัปดาห์ในการเก็บรักษา			
	0	1	2	3
ชุดควบคุม	51.92c	49.34b	50.75a	50.6b
กรดซิตริก 5 % +O_3 60 นาที	57.63ab	49.57b	52.36a	50.33b
กรดแอสคอร์บิก 5 %+O_3 60 นาที	55.58b	52.23ab	51.36a	51.02b
กรดออกซาลิก 5 %+O_3 60 นาที	55.94a	54.59a	45.28b	53.44a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



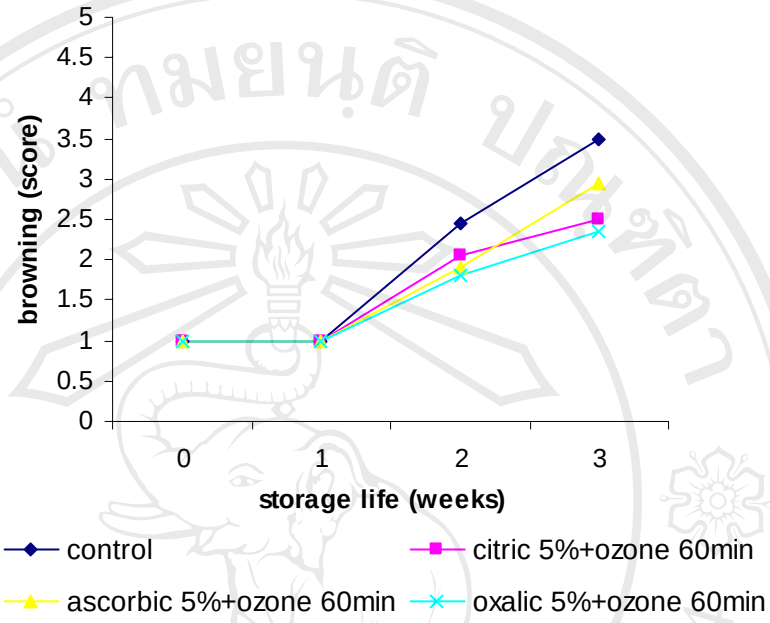
ภาพ 25 ค่า a* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 26 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 27 การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

หมายเหตุ : คะแนน 1 = สีเปลือกผลลำไยไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

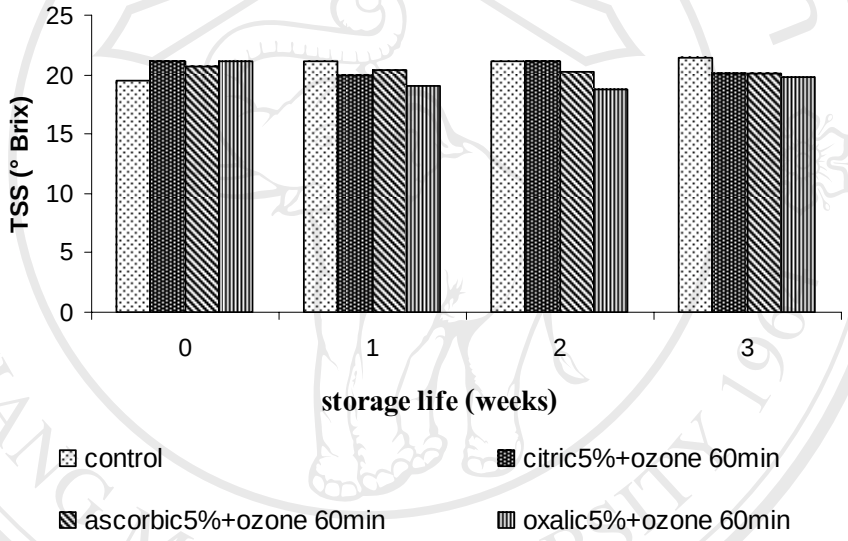
คะแนน 2 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 21-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 3 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 41-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 4 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 61-80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

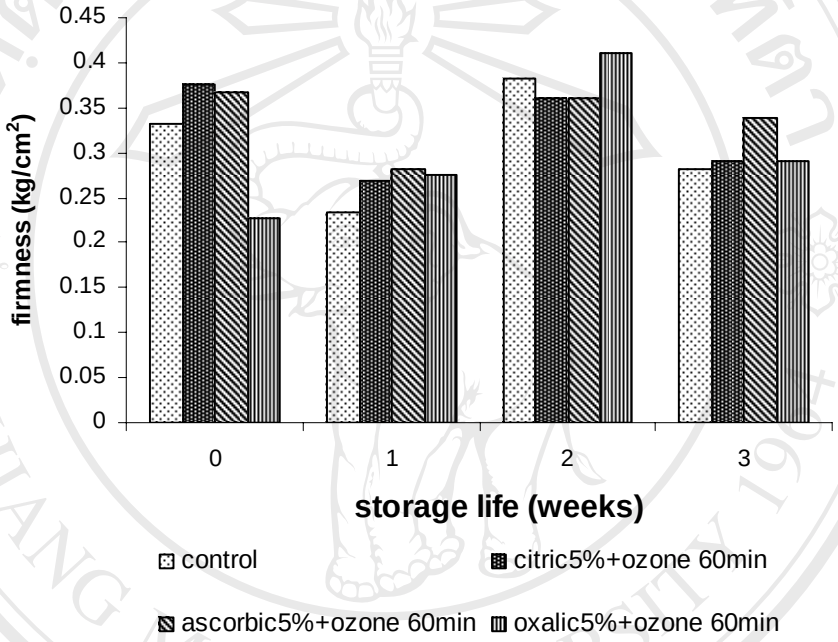
คะแนน 5 = สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 81-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



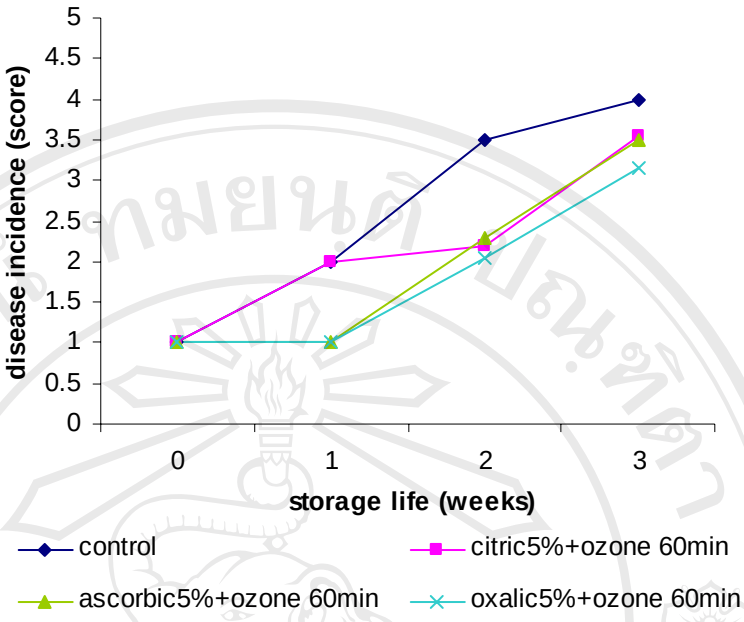
ภาพ 28 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของเนื้อผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 29 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 30 การเกิดโรคของผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : คะแนน 1 = ไม่ปรากฏให้เห็นเชื้อราจนถึงเห็นเชื้อราที่ผลลำไยไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

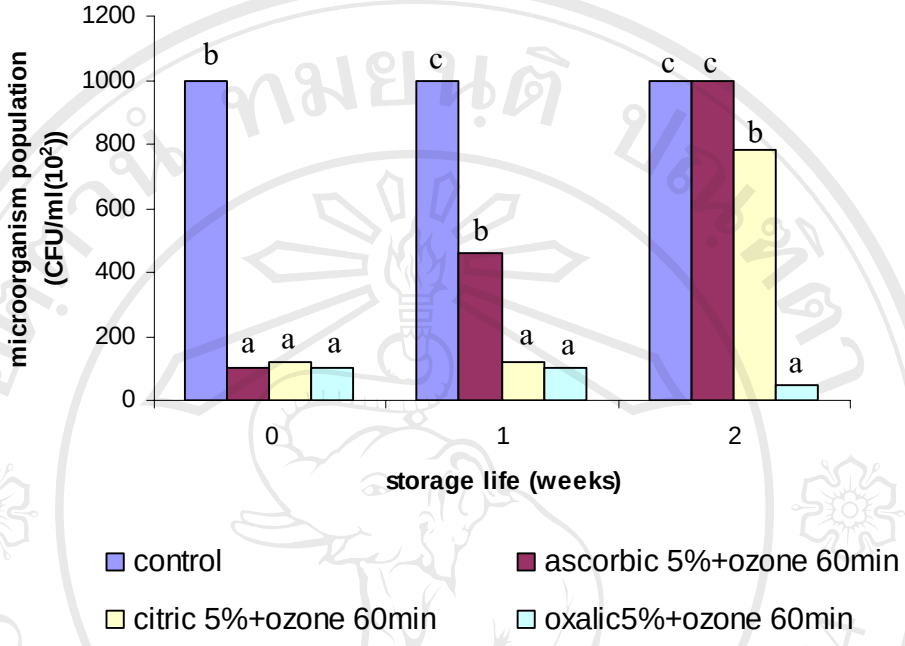
คะแนน 2 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 21-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 3 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 41-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

คะแนน 4 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 61-80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

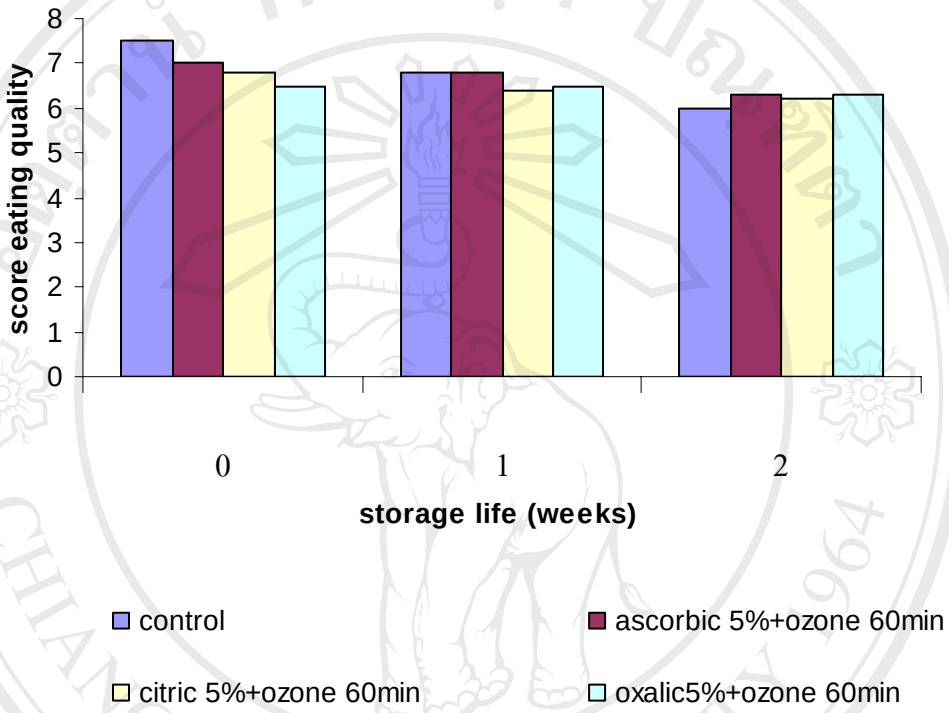
คะแนน 5 = เห็นเชื้อราที่ผลลำไยเป็น 81-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



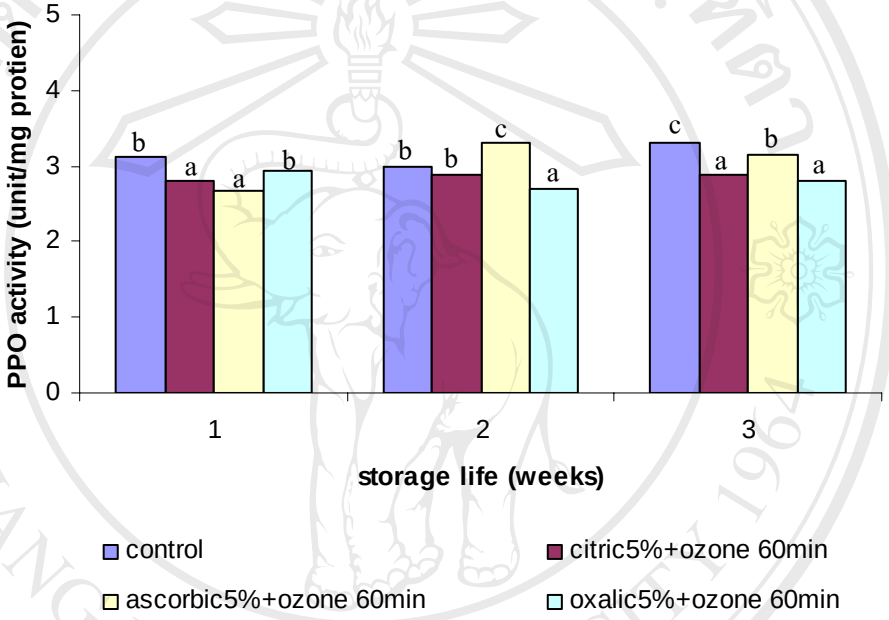
ภาพ 31 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยการทำ total plate count หลังจากที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 32 การประเมินคุณภาพการบริโภคของผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 33 การเปลี่ยนแปลงแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ในเปลือกผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 34 เปลือกผลลำไยที่แช่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved