วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-04 / ย. 1 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

ผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-04
การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าเงาะ

โครงการย่อยที่ 1
ผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะ

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
ผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะ

โดย

สรวิศ แจ่มจำรูญ **จิตตา สาตร์เพ็ชร์**
สุพัตรา เปี่ยมวารี **จันทรา ปานขวัญ**

บรรณาธิการ
ลิขิต หาญจางสิทธิ์
บุญเรียม น้อยชุมแพ
บุญศิริ ศรีสารคาม

วว., กรุงเทพฯ 2555
สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์)
ผู้ว่าการ

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรไทยที่เพาะปลูกเงาะประสบปัญหาราคาตกต่ำ อันเนื่องมาจากสาเหตุ เช่น การผลิตที่มีมากจนเกินไปจนทำให้เกิดภาวะเงาะล้นตลาด, รวมถึงคุณภาพของเงาะเองที่ยังไม่ดีเท่าที่ควรก็เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เงาะมีราคาถูก. การสูญเสียคุณภาพของเงาะสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว, การขนส่ง และการเก็บรักษา. การเก็บรักษาที่ไม่ดีพอในระหว่างการรอจำหน่าย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีขนและเปลือกเงาะ โดยจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาล (Browning) ภายใน 3-4 วัน. (อรษา 2536), ซึ่งทำให้เงาะที่ส่งออกไปยังต่างประเทศมีคุณภาพที่ลดลง. สาเหตุของการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วอาจเนื่องมาจากเงาะมีโครงสร้างของผิวเปลือกด้านนอกที่คล้ายกับ Trichome ที่เรียกว่า spintern ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญมาจากชั้นของ epidermis มาเป็นขนเงาะ, ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นผิวในการคายน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของขนเงาะจะมีปากใบ (stomata) มากกว่าส่วนผิวถึง 5 เท่าจึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากผลเงาะ, และโครงสร้างที่อ่อนนุ่มบอบบางของขนเงาะ ง่ายต่อการสูญเสียทางกายภาพในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง (สายชล 2538), และมีเชื้อจุลินทรีย์ หรือแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับผลิตผล เมื่อเก็บรักษาในสภาพความชื้นก็จะเจริญเติบโตทำให้การเก็บรักษามีอายุสั้นลง.

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ใช้อยู่ในขณะนี้มีมากมายการใช้ Ozonec และ Electrolyzed Water ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด (Takahashi *et al.* 2002), นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับผลิตผลทำให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น.

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะสดโดยใช้อิเล็กโทรไลต์และโอโซน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา.
2. ศึกษาผลการใช้อิเล็กโทรไลต์ท์ร่วมกับโอโซนเพื่อการยืดอายุการเก็บรักษา.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะสำเร็จลุล่วงได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายเกษตรและคณะทำงานโครงการ ขอขอบคุณทุกๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้.

สารบัญ

หน้า

คำนำ	ก
วัตถุประสงค์ของโครงการ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	9
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	12
4. สรุปผลการทดลอง	31
5. ข้อเสนอแนะ	32
6. เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	36
ภาคผนวก ข	53

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.	คุณค่าอาหารของผลเงาะ (ต่อ 100 กรัม).	5
ตารางที่ 2.	การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	37
ตารางที่ 3.	การเปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	37
ตารางที่ 4.	การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะโดยการใช้อิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	38
ตารางที่ 5.	การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	38
ตารางที่ 6.	การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	39
ตารางที่ 7.	การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	39
ตารางที่ 8.	การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	40
ตารางที่ 9.	การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	40
ตารางที่ 10.	การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	41
ตารางที่ 11.	การเปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	41
ตารางที่ 12.	การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	42
ตารางที่ 13.	การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 14.	การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	43
ตารางที่ 15.	การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	43
ตารางที่ 16.	การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	44
ตารางที่ 17.	การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	44
ตารางที่ 18.	การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	45
ตารางที่ 19.	เปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	46
ตารางที่ 20.	การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	47
ตารางที่ 21.	การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	48
ตารางที่ 22.	การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	49
ตารางที่ 23.	การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	50
ตารางที่ 24.	การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	51
ตารางที่ 25.	การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	52

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.	การผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์	7
รูปที่ 2.	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	14
รูปที่ 3.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลเงาะที่ผ่าน การแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	14
รูปที่ 4.	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	15
รูปที่ 5.	การเปลี่ยนแปลงค่า L ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	15
รูปที่ 6.	การเปลี่ยนแปลงค่า a ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	16
รูปที่ 7.	การเปลี่ยนแปลงค่า b ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	16
รูปที่ 8.	การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	17
รูปที่ 9.	อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่าง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	17
รูปที่ 10.	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	19
รูปที่ 11.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอ โอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	19
รูปที่ 12.	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	20

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 13.	การเปลี่ยนแปลงค่า L ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	20
รูปที่ 14.	การเปลี่ยนแปลงค่า a ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	21
รูปที่ 15.	การเปลี่ยนแปลงค่า b ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	21
รูปที่ 16.	การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	22
รูปที่ 17.	การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซน เป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	22
รูปที่ 18.	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	25
รูปที่ 19.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลเงาะจุ่มน้ำ อิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	25
รูปที่ 20.	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับ โอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	26
รูปที่ 21.	การเปลี่ยนแปลงค่า L สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับ โอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	26
รูปที่ 22.	การเปลี่ยนแปลงค่า a สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	27
รูปที่ 23.	การเปลี่ยนแปลงค่า b สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	27
รูปที่ 24.	การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับ โอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	28

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 25.	การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาทีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.	28
รูปที่ 26.	ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Petalotiopsis sp.* บนอาหาร PDA .	29
รูปที่ 27.	ลักษณะของเชื้อ *Petalotiopsis sp.* เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์.	29
รูปที่ 28.	ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* บนอาหาร PDA.	30
รูปที่ 29.	ลักษณะของเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์.	30
รูปที่ 30.	การเปลี่ยนแปลงสี.	55

EFFECTIVE OF ELECTROLYZED WATER AND OZONE FOR POSTHARVEST QUALITY RAMBUTAN

Soravit Jamjumroon, Chitta Sartpetch, Supatra Paemvaree, and Jantra Pankhawun

ABSTRACT

Rambutan is one of the economical fruit in Thailand. However after harvest, physical properties such as color were changed as well as changing in quality. This project aimed to study physical property and quality of rambutan which treated with electrolyzed water, ozone and combination of electrolyzed water and ozone. There were 3 treatments of electrolyzed such as pH 5.7, 6.4 and 7.1. The result showed that at pH 5.7 of electrolyzed showed the most excellent in postharvest of rambutan. It could keep rambutan for 10 days by minimum changed in color, weight loss and quality. The study of soaking rambutan in ozone for 10, 15, 20, 25 and 30 minutes showed that soaking for 15 minutes gave the best quality of rambutan. However, the combination of electrolyzed water pH 5.7 and soak in ozone for 15 minutes can prolong rambutan for 12 days.

ผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะ

สรวิศ แจ่มจำรูญ[1], จิตตา สาตร์เพ็ชร์[1], สุพัตรา เปี่ยมวารี[1], และจันทรา ปานขวัญ[1]

บทคัดย่อ

เงาะเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของไทยและเป็นที่นิยมบริโภคทั้งคนไทยและชาวต่างประเทศ, อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บเกี่ยวเงาะไว้จะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทั้งสีผิวภายนอกและคุณภาพของเนื้อ. โครงการนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพเงาะหลังการเก็บเกี่ยวโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซน โดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นเบส 3 ระดับคือ ที่ระดับ pH 5.7, 6.4 และ7.1 พบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์ระดับ pH 5.7 ให้ผลในการยืดอายุได้ 10 วัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพต่ำที่สุด. การใช้โอโซนในการยืดอายุเงาะโดยการแช่น้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที พบว่า เวลาที่ 15 นาที ให้ผลในการยืดอายุได้ 10 วัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพต่ำที่สุด. สำหรับการยืดอายุเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน พบว่า ใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 5.7 และแช่โอโซนเป็นเวลา 15 นาที ให้ผลในการยืดอายุได้ 12 วัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพต่ำที่สุด.

[1] ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

1. บทนำ

เงาะ (Rambutan) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกับลำไย (Longan) และลิ้นจี่ (Lychee), จัดอยู่ในตระกูล Sapindaceae, มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Nephelium lappaceum* Linn. ซึ่งเป็นไม้ประเภทยืนต้น (สะอาดและคณะ 2525). ถิ่นกำเนิดของเงาะอยู่แถบหมู่เกาะมลายู ได้แก่ อินโดนีเซียและมาเลเซีย ต่อมาได้มีการแพร่กระจายพันธุ์ไปยังต่างประเทศอย่างกว้างขวาง เช่น ฟิลิปปินส์, สิงคโปร์, พม่า, ศรีลังกา และไทย อีกทั้งยังมีการแพร่กระจายไปยังประเทศในแถบอเมริกากลางด้วย (Laksmi *et al*. 1987). เงาะจัดเป็นประเภทไม้ผลเขตร้อนชื้น (Humid-Tropicalfruit crop) เจริญเติบโตในอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงตลอดปี, เป็นผลไม้ที่ปลูกในบริเวณระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือถึง 15 องศาใต้ (สุเมษ 2537).

แหล่งเพาะปลูกเงาะในประเทศไทย

ในประเทศไทยแหล่งผลิตเงาะที่สำคัญมีอยู่ 2 พื้นที่ คือ ภาคตะวันออกและภาคใต้ เนื่องจากพื้นที่มีมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายและความชื้นของดินมีมากซึ่งเหมาะในการปลูกเงาะ. ผลผลิตเงาะที่ได้จากทั้ง 2 ภาคนี้ มีประมาณร้อยละ 99.5 ของผลเงาะทั้งหมด. ในภาคตะวันออกปลูกมากในจังหวัดจันทบุรี, ระยอง, ตราด และปราจีนบุรี. ส่วนทางภาคใต้ปลูกมากที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี, ชุมพร, นราธิวาส และนครศรีธรรมราช (Lam *et al.* 1987). จากการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกเงาะในเขตภาคใต้ พบว่า มีพื้นที่ทั้งหมด 190,452 ไร่, จังหวัดที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดชุมพร โดยมีพื้นที่เพาะปลูก 58,497 ไร่ พันธุ์เงาะที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ พันธุ์โรงเรียนและพันธุ์สีชมพู (มนตรีและคณะ 2536).

พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของเงาะที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทย

1. เงาะพันธุ์สีนวล เป็นเงาะที่มีผลขนาดใหญ่, ยาวรี, สีเหลืองนวลอมแดงเรื่อๆ, มองดูคล้ายสีชมพูอ่อนๆ, ขนยาวสีเขียวนวล ไม่ถี่มากนัก, เปลือกของผลอ่อนบางไม่หนามากนัก ; เนื้อหนา, สีขาวขุ่น, กรอบล่อน, รสชาติหวานอร่อย ; เมล็ดเรียว รากมาทางหัว เมล็ดยาวมาก, มีเยื่อหุ้มเมล็ดหนามาก.

2. เงาะพันธุ์สีชมพู เป็นเงาะที่มีผลกลางค่อนข้างใหญ่, น้ำหนักเฉลี่ยผลละ 37.12 กรัม เมื่อผลยังไม่แก่จัดจะเป็นสีเหลือง, เมื่อผลแก่เต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมเหลือง ; ผิวเป็นมันสดใส, มีขนยาว; สำหรับเนื้อของผลมีลักษณะแห้งไม่แฉะ, ล่อน, รสชาติหวานกรอบ, แต่เงาะพันธุ์นี้มีข้อเสียคือ เปลือกและขนอ่อนบอบช้ำได้ง่าย, ไม่ทนต่อการขนส่งและยังอ่อนแอต่อโรคราแป้ง.

3. เงาะพันธุ์บางยี่ขัน มีผลขนาดใหญ่ค่อนข้างยาวแบน, ด้านหัวและท้ายกว้างเกือบเท่ากัน, มีโหนกใกล้ขั้วผล, จำนวนผลต่อต้นน้อย, ขนมีลักษณะเรียวเล็กสั้น สีแดงหรือเหลืองที่โคนและเขียวที่ปลาย ; เนื้อมีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ไม่แฉะแต่ไม่กรอบ, เมล็ดยาวรีจากท้ายถึงหัวค่อนข้างแบน.

4. เงาะพันธุ์โรงเรียน เป็นเงาะที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากมีคุณภาพดีกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อผลแก่เต็มที่มีสีแดงสด, ขนบริเวณโคนมีสีแดงและที่ปลายมีสีเขียว ; เปลือกผลบาง, เนื้อหนาแห้ง, ไม่แฉะ, ล่อนจากเมล็ดได้ง่ายและมีรสหวานอร่อย.

5. เงาะพันธุ์สีทอง หรือสีทองโชค เป็นเงาะที่มีผลขนาดใหญ่, สีแดงส้ม, เมื่อแก่เต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีแดง, ขนค่อนข้างห่าง, ยาวและตั้งตรง, สีเขียวตรงอ่อนตลอดทั้งเส้น ; ผลมีน้ำมาก, เนื้อค่อนข้างกรอบล่อน, รสหวานน้อยกว่าพันธุ์โรงเรียน.

6. พันธุ์อื่นๆ ที่เพาะปลูกแต่ไม่นิยมบริโภค เช่น พันธุ์อากร, พันธุ์แปเราะ, พันธุ์เจ๊ะมง, พันธุ์ยาวอ, พันธุ์เจ๊ะแหม้, พันธุ์ปีนังผลเล็ก, พันธุ์สะกาบาตู้, พันธุ์โกล๊ดทวีรัตน์ 1, พันธุ์เมาปือซาร์, พันธุ์งาช้าง, พันธุ์กูลอบาตู้, พันธุ์ซือแดง, พันธุ์เจ๊ะเดร์มารู, พันธุ์ปัตตาเวีย, พันธุ์งาลุวอ, พันธุ์ตาวีและพันธุ์พื้นเมือง.

สำหรับเงาะพันธุ์โรงเรียน เป็นพันธุ์ที่เพาะและนิยมบริโภคมากที่สุดในประเทศไทย, มีลักษณะเด่นหลายประการดังได้กล่าวแล้วข้างต้น, มีประวัติโดยสังเขปดังนี้ เงาะพันธุ์โรงเรียนหรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า เงาะนาสาร, เนื่องจากมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี, และที่ได้ชื่อว่าเงาะโรงเรียนนั้นก็มีเรื่องเล่าว่า เมื่อประมาณ 60 ปีที่แล้ว นายเหมืองที่นาสารได้ซื้อเงาะมาจากปีนังมารับประทาน, แล้วทิ้งเมล็ดไว้ในบริเวณบ้าน, เมล็ดงอกขึ้นมาเป็นลำต้น. ต่อมาที่ดินบริเวณนั้นถูกยกให้เป็นสมบัติของโรงเรียน, จึงเรียกพันธุ์เงาะพันธุ์นี้ว่าพันธุ์โรงเรียน. ลักษณะประจำพันธุ์ของเงาะพันธุ์นี้คือ มีใบค่อนข้างเล็ก, กลม และบาง, ปลายใบงอนเล็กน้อย, ขั้วใบเล็กกว่าเงาะพันธุ์อื่นๆ เมื่อผลแก่เต็มที่มีสีแดงสด, ขนบริเวณโคนมีสีแดง, แต่บริเวณปลายมีสีเขียว, เปลือกของผลบาง, เนื้อหนาแห้งไม่เละล่อนออกจากเมล็ดได้ง่าย, มีรสหวานอร่อย. แต่เงาะโรงเรียนมีข้อเสียอยู่คือ ความอ่อนแอต่อโรคจุดสนิม (วิจิตร 2526). เงาะโรงเรียนมีขนยาวประมาณ 18 เซนติเมตร เกิดห่างกัน 1-5 มิลลิเมตร, ขนาดผลโดยเฉลี่ยยาว 4.7 เซนติเมตร, กว้าง 3.8 เซนติเมตร และหนา 3.2 เซนติเมตร, ผลหนักประมาณ 32 กรัมต่อผล มีเนื้อผลประมาณร้อยละ 45 ของน้ำหนักสด.

ตารางที่ 1. คุณค่าอาหารของผลเงาะ (ต่อ 100 กรัม) (เกียรติเกษตรและคณะ 2532)

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ	(หน่วย)
ไขมัน	0.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	16.5	กรัม
โปรตีน	1.0	กรัม
แคลเซียม	20	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	15	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.9	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 1	0.01	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.06	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0.4	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	53	มิลลิกรัม

ดัชนีการเก็บเกี่ยวเงาะ

การเก็บเกี่ยวเงาะในประเทศไทยจะเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม, โดยเงาะจากจังหวัดภาคตะวันออกจะออกสู่ตลาดก่อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม. ในขณะที่เงาะจากทางจังหวัดภาคใต้จะออกสู่ตลาดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม. ดัชนีการเก็บเกี่ยวในประเทศไทยนั้นสามารถสังเกตได้หลายวิธีดังนี้ :

1. การนับจำนวนวันหลังจากดอกบานเต็มที่ โดยจะเก็บเกี่ยวในวันที่ 100-200.
2. การสังเกตจากสีเปลือกสำหรับเงาะพันธุ์โรงเรียนนั้นดูจากสีของผลเป็นสีแดงส้ม, ส่วนพันธุ์สีชมพูสังเกตจากผลเริ่มมีสีชมพู. อายุของเงาะมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของอายุการเก็บรักษาและอายุการขายทั้งในและต่างประเทศ, โดยทั่วไปอายุของเงาะในช่วงผลเริ่มแก่จนถึงผลแก่เกินไป, แบ่งออกเป็น 8 ระยะในเงาะพันธุ์โรงเรียนจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลือง, แดงและแดงคล้ำ, ผลที่มีสีเขียวมากในระยะที่ 1-2 มีคุณภาพด้อย, ผลระยะที่ 8 มีรสหวานมาก, ผลเงาะที่มีรสชาติอร่อยคือระยะที่ 3-7 ส่วนผลเงาะที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกควรเป็นระยะที่ 3-7 (Wanichkul *et al.* 1982). แนะนำว่าผลเงาะพันธุ์สีชมพูหลังจากเริ่มเปลี่ยนสีได้ 16 วัน, เป็นผลที่อยู่ในเกณฑ์ดี, เมื่อผลมีอายุ 19-22 วันหลังจากเปลี่ยนสี, ผลมีคุณภาพดีมากทั้งสีและรสชาติเหมาะสำหรับการส่งออกซึ่งผลเงาะพันธุ์โรงเรียนสามารถใช้เกณฑ์เดียวกันกับเงาะพันธุ์สีชมพู.

3. การดูจากองค์ประกอบทางเคมีของผลเงาะ

องค์ประกอบทางเคมีของผลเงาะพันธุ์โรงเรียนประกอบด้วย :

- Total soluble solid ร้อยละ 20.
- Titratable acidity ร้อยละ 0.3.
- PH 4.26.

องค์ประกอบทางเคมีของผลเงาะพันธุ์สีชมพูประกอบด้วย :

- Total soluble solid ร้อยละ 19.
- Titratable acidity ร้อยละ 0.18.
- pH 4.5.

สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวเงาะ

ผลเงาะภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ขนและเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลภายใน 3-4 วัน, สาเหตุสำคัญที่ทำให้เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วคือ การสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่นลักษณะโครงสร้างพืช, สารเคลือบผิว, รอยแผล, อุณหภูมิ, ความชื้น, การเคลื่อนที่ของอากาศ. การชะลอการเสื่อมสภาพเงาะ โดยการใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการทางชีวภาพช้าลง เช่น ชะลออัตราการหายใจ, ชะลอการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสและลดการสูญเสียของวิตามินซี, นอกจากนั้น ยังชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และถ้าอุณหภูมิต่ำเพียงพอจะสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราและลดการผลิตเอทิลีน (Wills *et al.* 1981).

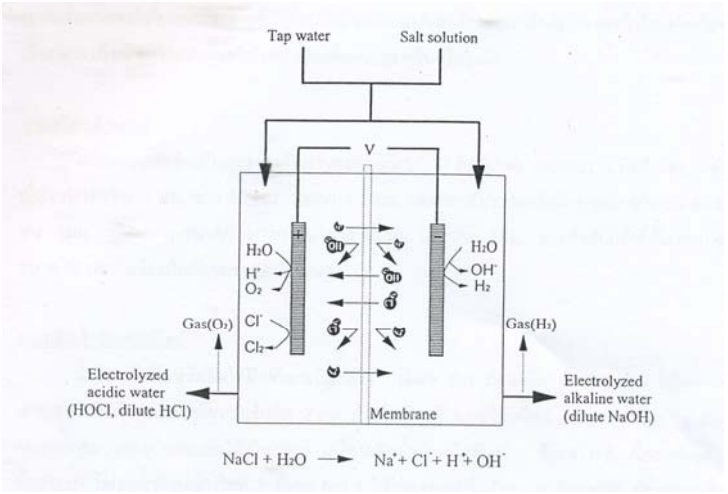
งานวิจัยเรื่องการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นสารฆ่าเชื้อในผัก

โดยปกติผักจะเน่าเสียจากจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย, จุลินทรีย์เหล่านี้อาจทำให้ปนเปื้อนจากขั้นตอนการแปรรูปเช่น การตัดแต่ง, หั่น (Garg *et al.* 1990). เนื้อเยื่อด้านในของผักผลไม้ก็จะเกิดการปนเปื้อนขึ้นภายหลังการตัดแต่ง (Brackett 1997), จึงมีการใช้สารเคมีหลายชนิด เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์, คลอรีนไดออกไซด์, โซเดียมไบซันไฟต์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, กรดอินทรีย์, แคลเซียมคลอไรด์ และโอโซน, ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ในผัก. โดยปกตินิยมใช้สารประกอบคลอรีนระดับความเข้มข้น ในช่วง 50-150 ppm. เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร เนื่องจากความเข้มข้นของคลอรีนที่ระดับดังกล่าวไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ และคลอรีนที่ตกค้างก็ไม่อยู่ในระดับที่จะก่อให้เกิดอันตราย (Bolinc *et al.* 1997). ในบรรดาสารฆ่าเชื้อที่กล่าวมา โซเดียมไฮโปคลอไรด์ เป็นสารที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารในฐานะที่เป็นสารฆ่าเชื้อ, ก่อนหน้านี้ได้รับ

การอนุญาตให้ใช้ได้จากคำประกาศของกระทรวงสาธารณสุขประเทศญี่ปุ่น, แต่ต่อมาถูกลบออกจากรายการของสารปรุงแต่งตามกฎหมายอาหารของประเทศญี่ปุ่นใน ค.ศ. 1991. ในช่วงที่มีการยกเลิกการใช้สารชนิดนี้, ได้มีกฎหมายอนุญาตให้ใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์แทน, ดังนั้น ในประเทศญี่ปุ่นปัจจุบันจึงนิยมใช้น้ำอิเลคโตรไลท์แทนกรดไฮโปคลอรัส.

การผลิตและสมบัติของน้ำอิเล็กโทรไลต์

ขั้นตอนการผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์ใช้วัตถุดิบน้ำบริสุทธิ์และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl), เครื่องที่ผลิตประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าเฉื่อย 2 ขั้วคือขั้วไฟฟ้าบวกและขั้วไฟฟ้าลบ ตามลำดับ. มีแผ่นบางๆ กั้นแยกกันไว้, ขั้วไฟฟ้าทั้งสองจะต้องจุ่มอยู่ในสารละลายเกลือเจือจาง, และขั้วทั้งสองจะต้องต่อเชื่อมกับไฟฟ้ากระแสตรง, เมื่อเดินเครื่องจะทำให้เกิดน้ำ 2 ชนิดขึ้น คือน้ำอิเล็กโทรไลต์อัลคาไลน์และน้ำอิเล็กโทรไลต์แอซิดิก. โดยน้ำอิเล็กโทรไลต์อัลคาไลน์จะเกิดขึ้นที่ขั้วคาโทดเบส (Electrolized alkaline water) ซึ่งมีค่า pH 11.3, น้ำชนิดนี้มีประโยชน์คือ จะไปลดอนุมูลอิสระในระบบของสิ่งมีชีวิต. ส่วนน้ำอิเล็กโทรไลต์แอซิดิก จะเกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าอาโนด (Electrolized acidic water) มีค่า pH 2.7 ในรูปของกรดไฮโปรคลอรัส, และน้ำชนิดนี้เองที่มีประสิทธิภาพทำลายเชื้อแบคทีเรียได้, ปริมาณของกรดไฮโปรคลอรัสเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่เติมลงไป.



รูปที่ 1. การผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์.

ที่มา : KIM, HUNG,* and BRACKETT (2000)

โดยน้ำอิเล็กโทรไลต์ทั้งชนิดกรดและเบสสามารถนำมาประยุกต์ ใช้ในการทำความสะอาด, ทำลายเชื้อโรค และแบคทีเรียได้อย่างน่ามหัศจรรย์. น้ำอิเล็กโทรไลต์เบสนั้น จะมีหน้าที่หลักคือขจัดไขมันและโปรตีนที่ติดอยู่บนพื้นผิว. ส่วนน้ำอิเล็กโทรไลต์กรดนั้น จะทำหน้าที่ในการกำจัดแบคทีเรีย และเชื้อโรคต่างๆ, เมื่อเปรียบเทียบกับการทำความสะอาดแบบเดิมๆ แล้วจะพบว่า น้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถกำจัดเชื้อได้เร็วกว่า (เร็วกว่า 80 เท่าเมื่อเทียบกับโซเดียมไฮโปครอไรต์) และประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายกว่านำมาซึ่งการลดต้นทุนในธุรกิจ (cost reduction). นอกจากนี้ น้ำอิเล็กโทรไลต์ยังปลอดภัยต่อผู้ใช้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย.

โอโซน (O_3)

โอโซน เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์จึงเกิดปฏิกิริยาได้และมีการสลายตัวเป็นออกซิเจนอัตโนมัติ, โดยช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตหรือฆ่าเชื้อสาเหตุโรคในพืชบางชนิด, เนื่องจากการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์เมมเบรน (cell membrane) ที่เป็นโปรตีนห่อหุ้มทำให้จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย, เชื้อรา และไวรัส ถูกทำลายไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ (ชมพูศักดิ์และคณะ 2540). อย่างไรก็ตาม, ได้มีการศึกษาในหลายพืช พบว่า โอโซนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของพืชต่างๆ เช่นเดียวกับการได้รับความเครียดอื่นๆ เช่น โอโซนกระตุ้นให้พืชสร้าง phytoalexin หลังจากเก็บรักษา, ช่วยลดการเกิดโรคบนผิวผลอ่อนได้, ทำให้มีการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้น (Mehlhorn *et al.* 1987) และเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและปริมาณของโปรตีนในต้นยาสูบ (Schraudener *et al.* 1992), รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจาก oxidative stress เช่นโอโซน, รังสียูวี (UV) และเชื้อสาเหตุโรคพืช เป็นต้น, ทำให้พืชสร้างระบบแอนตีออกซิแดนท์ (antioxidant system) ได้แก่ anti-oxidative enzymes เช่น superoxide dismuttase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) glutathione peroxide (GPX) และ glutathione reductase (GR) และการสร้างสารแอนตีออกซิแดนท์ เช่น กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี), แคโรทีนอย (carotenoids) และ glutathione (GSH) (Mittler 2002).

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของอิเล็กโทรไลต์และโอโซนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเงาะได้แก่ ศึกษาน้ำของอิเล็กโทรไลต์และโอโซน, ปริมาณระยะเวลาที่เหมาะสมกับการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนที่ติดมากับผลเงาะแทนการใช้สารเคมี ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม.

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เงาะพันธุ์โรงเรียน ซึ่งปลูกในเขตจังหวัดจันทบุรี. ทำการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวัง, แล้วบรรจุลงในลังพลาสติกเพื่อการขนส่ง. เมื่อขนส่งถึงห้องปฏิบัติการ, ทำความสะอาดเงาะ, คัดผลเท่าๆ กันและสีเปลือกสม่ำเสมอ, หลังจากนั้นผึ่งให้แห้ง, แล้วเก็บใส่ถุงโพลีเอทีลีนที่เจาะรู จำนวน 4 รู, แล้วเก็บใส่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป.

การทดลองที่ 1. ศึกษาผลของการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน.

นำเงาะที่เตรียมได้จากขั้นต้นมาทำการแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 5.7, 6.4 และ 7.1 เป็นเวลา 10 นาที, นำขึ้นมาผึ่งให้แห้ง, เก็บใส่ถุงโพลีเอทีลีนที่เจาะรูจำนวน 4 รู, โดยบรรจุถุงละ 1 กิโลกรัม, แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส, ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ทำการบันทึกผลวันเว้นวัน.

การบันทึกผล

1. การสูญเสียน้ำหนัก.
2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล (Brix)โดยใช้เครื่อง Handheld Refractometer.
3. ความแน่นเนื้อ ใช้ Texture analyzer หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร. ระยะทางที่หัวกดแทงทะลุลงไปในเนื้อเท่ากับ 5 มิลลิเมตร. ในการวัดส่วนเปลือกจะวัดบริเวณร่องขนตรงตำแหน่งกลางผล.
4. สีเปลือก ใช้เครื่องวัดสี Minolta model CR-200 ซึ่งรายงานผลเป็น Hunter scale ประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังนี้ :

- ค่า L เป็นค่ารายงานความสว่างของสี.

- ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียวในกรณีที่ค่า a มีค่าเป็นลบ และช่วงสีแดงในกรณีที่ค่า a เป็นบวก.

- ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงินในกรณีที่ค่า b มีค่าเป็นลบ และช่วงสีเหลืองในกรณีที่ค่า b มีค่าเป็นบวกในการวัดจะใช้หัววัดกดแนบให้สัมผัสกับผิวของเงาะให้มากที่สุด.

5. อัตราการหายใจและอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography ผลิตโดยบริษัท Shimadzu รุ่น GC 9A สำหรับตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน.

6. อายุการเก็บรักษา โดยนับจำนวนวันที่ผลเงาะยังสามารถเก็บรักษาไว้.

การทดลองที่ 2. ศึกษาผลของโอโซน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน.

นำเงาะที่บรรจุในถุงโพลีเอทีลีน ที่เตรียมไว้มาทำการแช่ในน้ำที่มีโอโซน, แล้วนำขึ้นมาผึ่งให้แห้ง, แล้วเก็บใส่ถุงโพลีเอทีลีน ที่เจาะรู จำนวน 4 รูอันเดิม โดยบรรจุถุงละ 30 ผลต่อถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

โดยแบ่งชุดการทดลองดังนี้ :

1. แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 15 นาที.
2. แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 20 นาที.
3. แช่ในน้ำโอโซนเป็นเวลา 25 นาที.
4. แช่ในน้ำ โอโซนเป็นเวลา 30 นาที.

ในแต่ละชุดการทดลอง มี 3 ซ้ำ ทำการบันทึกผลวันเว้นวัน การบันทึกผลการทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.

การทดลองที่ 3. ศึกษาผลของการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน.

นำเงาะที่บรรจุในถุงโพลีเอทีลีน ที่เตรียมไว้มาทำการแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน โดย pH ของน้ำอิเล็กโทรไลต์ เท่ากับ 2.7, แล้วนำขึ้นมาผึ่งให้แห้ง จากนั้นเก็บใส่ถุงโพลีเอทีลีนที่เจาะรูจำนวน 4 รูอันเดิม, โดยบรรจุถุงละ 30 ผลต่อถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

โดยแบ่งชุดการทดลองดังนี้ :

1. แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซนเป็นเวลา 15 นาที
2. แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซนเป็นเวลา 20 นาที
3. แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซนเป็นเวลา 25 นาที

4. แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และโอโซนเป็นเวลา 30 นาที

ในแต่ละชุดการทดลอง มี 3 ซ้ำ ทำการบันทึกผลทุกๆ 2 วัน การบันทึกผลการทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3, เทคโนธานี ถ.เลียบคลองห้า, ต. คลองห้า, อ.คลองหลวง, จ.ปทุมธานี 12120, โทร 0-2577-9000, โทรสาร 0-2577-9461.

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน

การเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียนโดยการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH ต่างกันคือ pH 5.7, pH 6.4 และ pH 7.1 นาน 10 นาที, แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บรักษาดังนี้ :

3.1.1 การสูญเสียน้ำหนัก ผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด, การแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 5.7 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้มากที่สุด, รองลงมาคือ pH7.1 และ pH 6.4 ตามลำดับ. นอกจากนั้น, พบว่า แต่ละ pH มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 2).

3.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล (Brix) ของทุก pH มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือ มีปริมาณคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (รูปที่ 3).

3.1.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นของเปลือกและเนื้อของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทร-ไลต์มีค่าความเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อค่อนข้างน้อย. จากกราฟจะสังเกตได้ว่าเส้นกราฟจะเป็นเส้นตรง นั่นก็แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงไม่มีความแตกต่างกันในทุกๆ ชุดการทดลอง ของวันที่ 4, 6 และ 8 ของการเก็บรักษาเมื่อดูจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (รูปที่ 4).

3.1.4 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะซึ่งกำหนดเป็นค่า L a และ b โดยค่า L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสี, ถ้าค่ามากแสดงว่ามีความสว่างของสีมาก, ค่า a เป็นค่าที่บอกถึงสีในแถบสีแดงในกรณีที่ค่า a มีค่าเป็นบวก, ส่วนค่าที่เป็นลบจะแสดงเป็นแถบสีน้ำเงิน และค่า b ค่าที่เป็นบวกคือแถบสีเหลือง, ส่วนค่าลบคือเฉดสีน้ำเงิน. การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะในระหว่างการเก็บรักษามีดังนี้ :

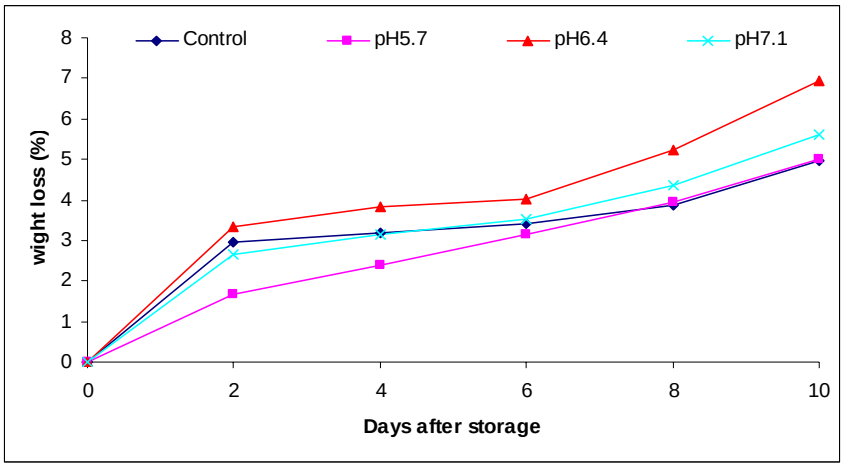
ค่า L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสีเปลือก พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L มีแนวโน้มลดลงจากค่าเริ่มต้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา, หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาและลดลงอีกครั้งในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือวันที่ 10 สืบเนื่องมาจากการเข้าสู่ระยะการสุกแก่ของเงาะ, โดยมีการเปลี่ยนแปลงสีของผลจากสีส้มไปเป็นสีแดง. การเปลี่ยนแปลงของสีผลเปลือกเงาะที่แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH ต่างๆ กันมีการเปลี่ยนแปลงไม่ต่างกันมากนัก, มีความใกล้เคียงกันเพราะเส้นกราฟของทุกชุดการทดลองไปในแนวเดียวกันของวันที่ 6, 8 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 5).

ค่า a คือ ค่าที่แสดงถึงแถบสีแดงในกรณีที่มีค่าเป็นบวก พบว่า จากการทดลองค่า a เป็นค่าบวก นั่นก็แสดงว่าผลเงาะมีการเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพจึงมีการเปลี่ยนแปลงสีของผล, โดยที่ pH 5.7 มีค่าการเปลี่ยนแปลงของค่า a ลดลงที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา, ส่วนชุดการทดลองอื่นๆ มีค่าการเปลี่ยนแปลงของค่า a เล็กน้อยจากวันเริ่มเก็บรักษา (รูปที่ 6).

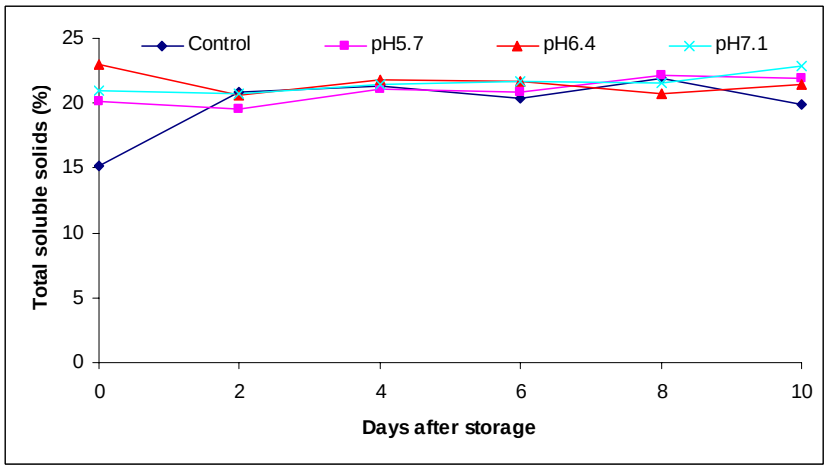
ค่า b คือ ค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีเหลืองส้ม พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า b มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากค่าเริ่มต้นในทุกชุดการทดลอง, โดยที่ pH 5.7 มีการเปลี่ยนแปลงของค่า b สูงที่สุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 7).

3.1.5 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของเงาะทั้งชุดควบคุมและชุดการทดลองมีแนวโน้มใกล้เคียงกันคือ ผลเงาะมีการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา, หลังจากนั้นอัตราการหายใจมีค่าลดลงอีกครั้งในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และเพิ่มสูงขึ้นหลังจากวันที่ 8 จนครบอายุการเก็บรักษา (รูปที่ 8).

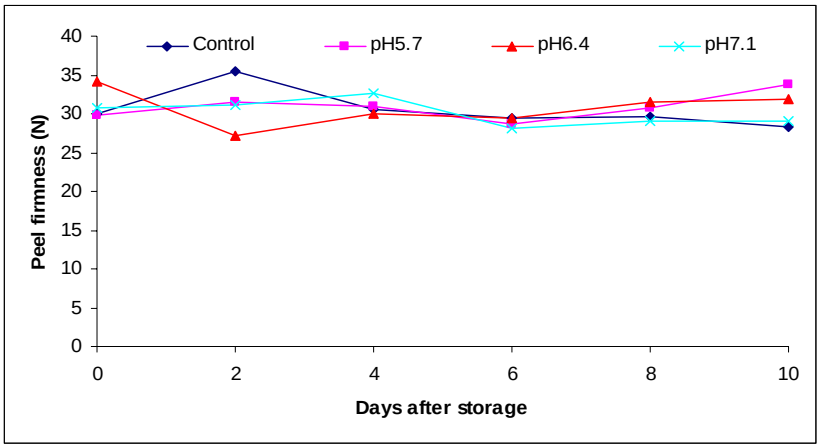
3.1.6 การผลิตก๊าซเอทิลีนในผลเงาะที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 5.7 มีค่าต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง, ส่วนชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อเทียบกับชุดการควบคุมมีผลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คือมีการเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามเวลาที่เก็บรักษา (รูปที่ 9).



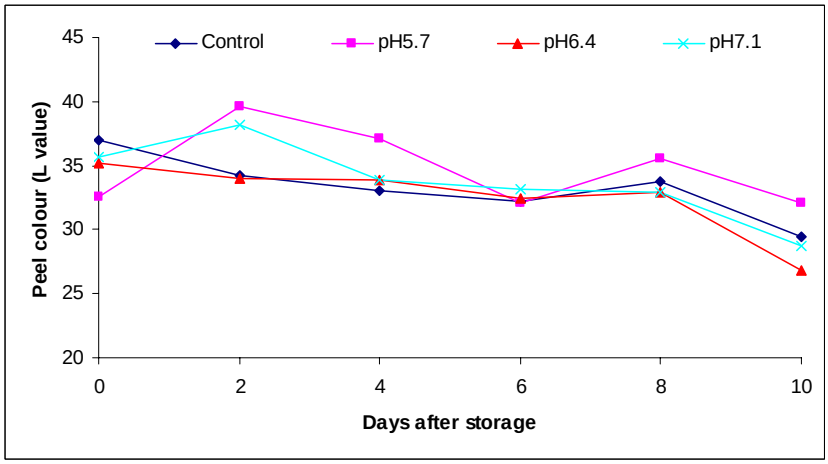
รูปที่ 2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



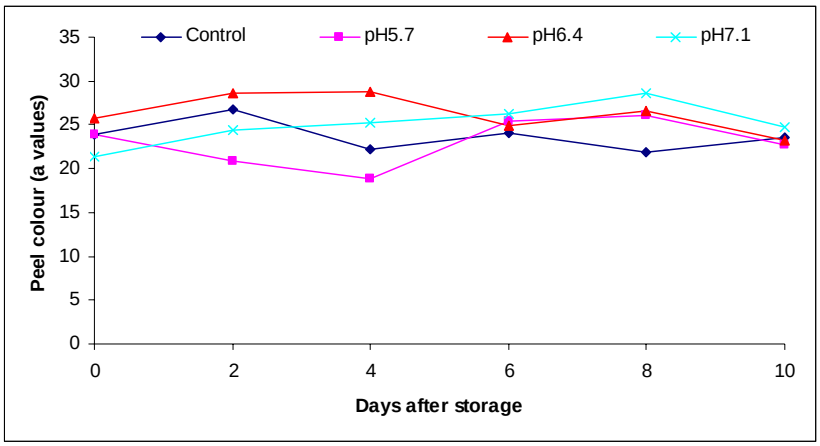
รูปที่ 3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



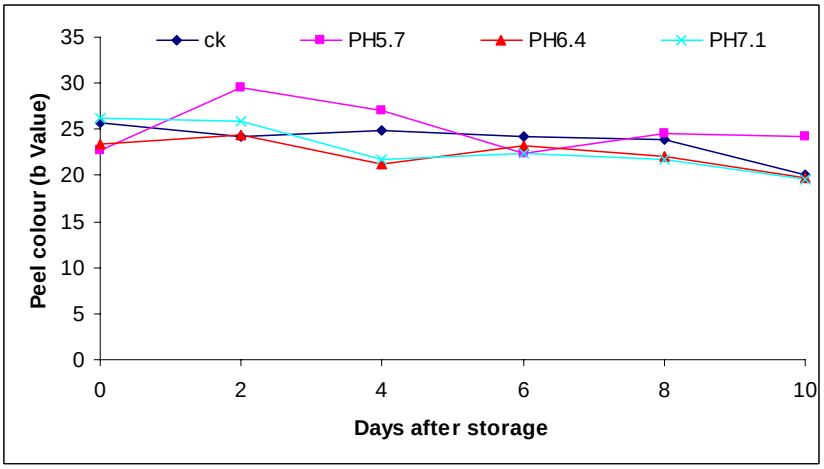
รูปที่ 4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



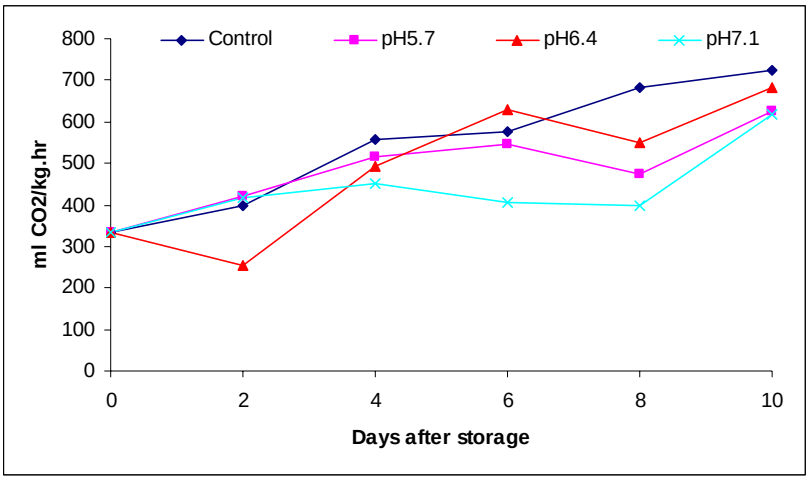
รูปที่ 5. การเปลี่ยนแปลงค่า L ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



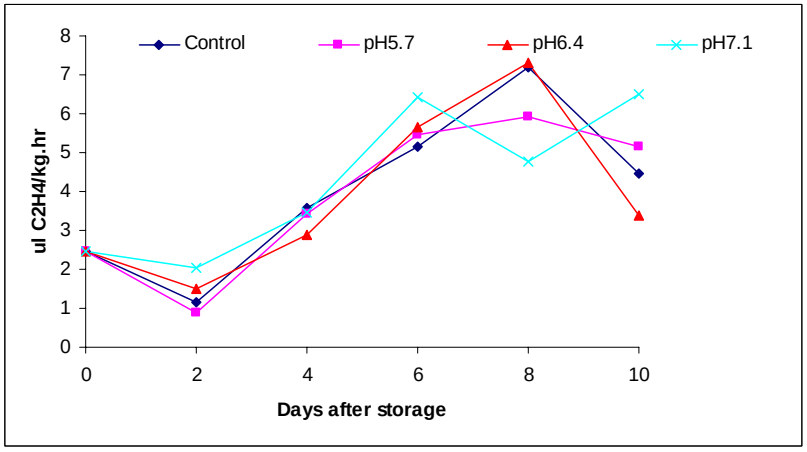
รูปที่ 6. การเปลี่ยนแปลงค่า a ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 7. การเปลี่ยนแปลงค่า b ของสีเปลือกของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 8. การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 9. อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

3.2 ผลของการเก็บรักษาผลเงาะ

โดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ :

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาผลเงาะโดยการจุ่มน้ำโอโซนทุกชุดการทดลองมีการแปรผันกันกับเวลาคือ เมื่อเวลาผ่านไปแต่การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกลับสูงขึ้น พบว่า การจุ่มโอโซนนาน 60 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักมากการจุ่มโอโซนนาน 15, 30 นาที (รูปที่ 10).

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลของผลเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนในทุกชุดการทดลองมีการแปรผันที่ไม่แตกต่างกันมากนักคือ มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และดูจากการวิเคราะห์สถิติมีความแตกต่างกันทุกชุดการทดลอง (รูปที่ 11).

3.2.3 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อของผลเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยสังเกตจากกราฟจะเป็นเส้นที่ค่อนข้างตรง นั่นก็แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แล้วก็จะลดต่ำลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (รูปที่ 12).

3.2.4 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะรายงานโดยใช้ Hunter scale ซึ่งค่า L แทนการเปลี่ยนแปลงความสว่างของสี โดยค่ามากแสดงถึงความสว่างมาก ค่า a แทนการเปลี่ยนแปลงของสีแดงในกรณีที่ค่าเป็นบวกและสีเขียวในกรณีที่ค่าเป็นลบ, ส่วนค่า b แทนการเปลี่ยนแปลงของสีเหลืองในกรณีที่ค่าเป็นบวกและสีน้ำเงินในกรณีที่มีค่าเป็นลบ การเปลี่ยนแปลงหลังจากการเก็บรักษามีดังนี้ :

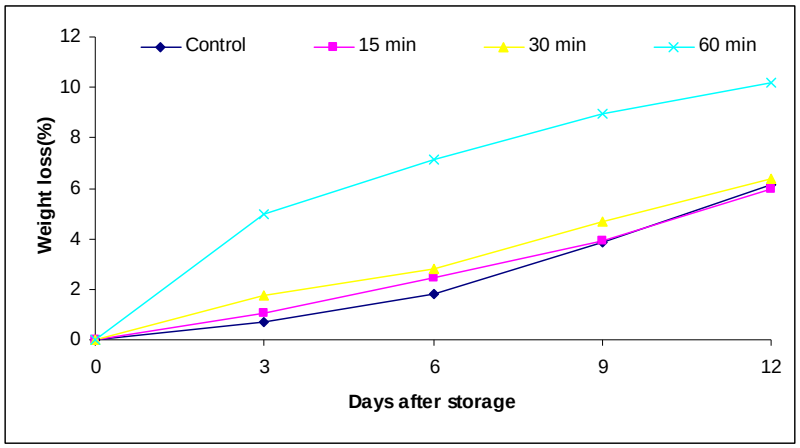
การเปลี่ยนแปลงค่า L มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ลดลงตามอายุการเก็บรักษา, ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เข้าสู่การเสื่อมสภาพของผลเงาะในระหว่างการเก็บรักษาดูจากการวิเคราะห์ทางสถิติของวันที่ 12 ของการเก็บรักษาแล้วไม่แตกต่างกันของทุกชุดทดลอง (รูปที่ 13).

การพัฒนาสีเปลือกของเงาะในส่วนของค่า a มีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และลดลงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา, หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมีค่าลดต่ำลงและเพิ่มสูงขึ้นจนครบอายุการเก็บรักษา (รูปที่ 13).

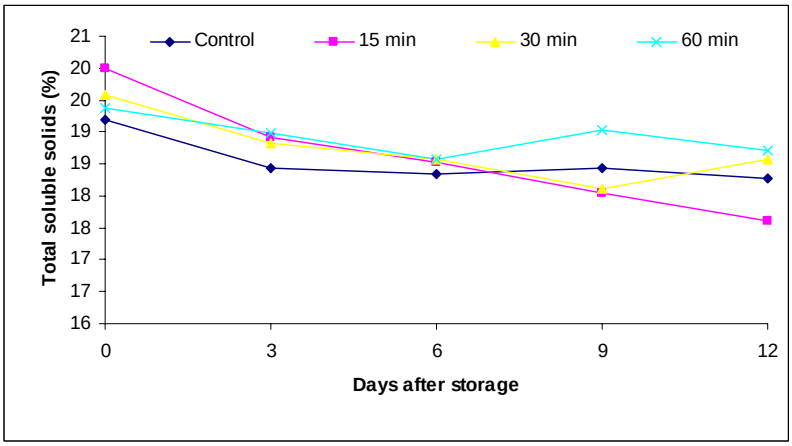
การเปลี่ยนแปลงของค่า b มีแนวโน้มลดลงจากค่าเริ่มต้น ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา, หลังจากนั้นจึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และลดต่ำลงอีกครั้งในวันที่ 10 คือวันที่สิ้นสุดของการเก็บรักษา, ซึ่งการลดลงของค่า b หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจากสีเหลืองส้มไปสู่สีแดง (รูปที่ 14).

3.2.5 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของทุกชุดทดลองมีแนวโน้มขึ้นสูงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา, โดยการจุ่มโอโซนนาน 30 นาทีมีอัตราการหายใจที่ต่ำกว่าทุกชุดทดลอง, หลังจากนั้นมีอัตราการหายใจลดลง ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาจนครบอายุการเก็บรักษา (รูปที่ 16).

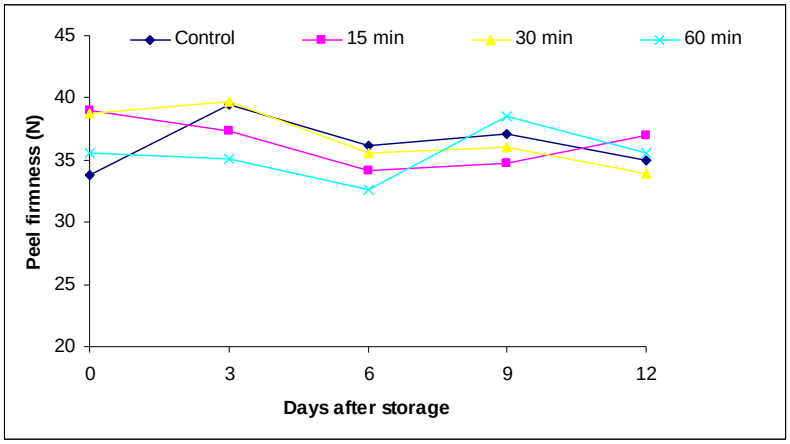
3.2.6 การเปลี่ยนแปลงการผลิตก๊าซเอทิลีนในผลเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซน มีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการจุ่มน้ำโอโซนนาน 15 นาที เมื่อเทียบกับชุดทดลองต่างๆ หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ลดลง ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 17).



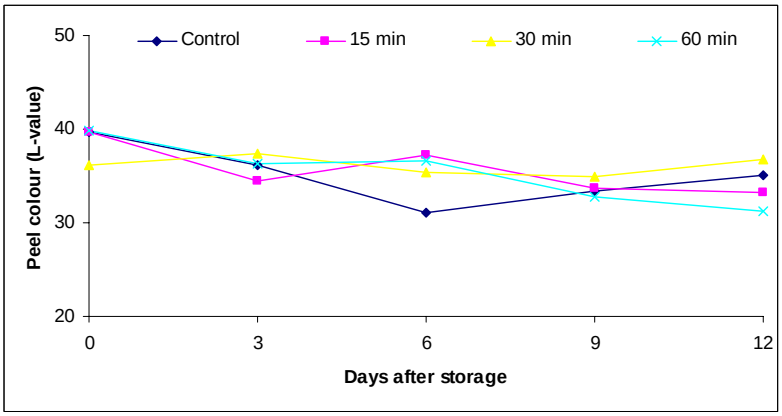
รูปที่ 10. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



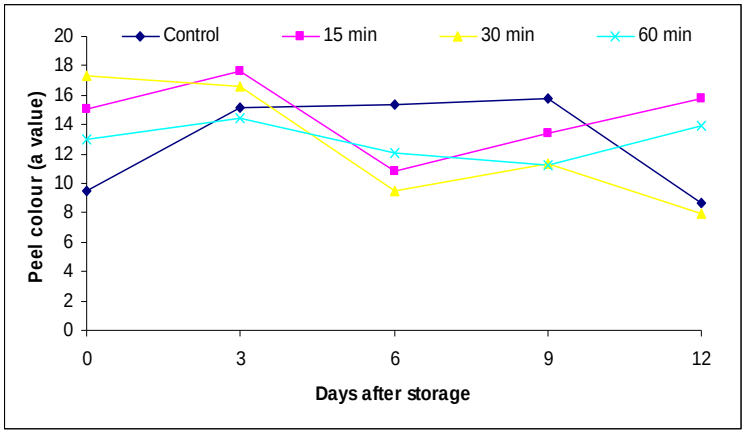
รูปที่ 11. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



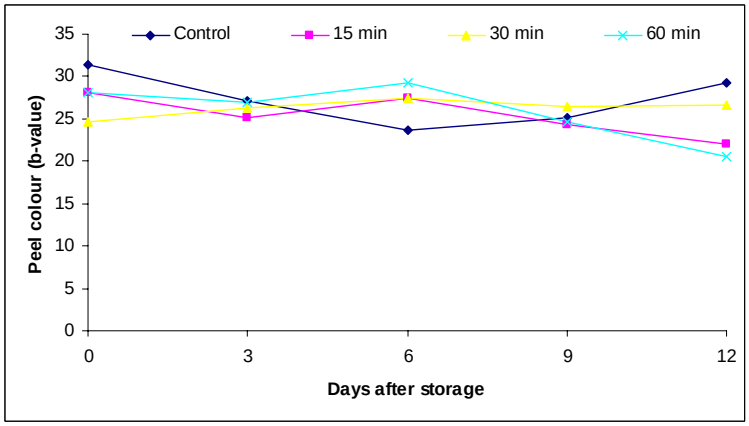
รูปที่ 12. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



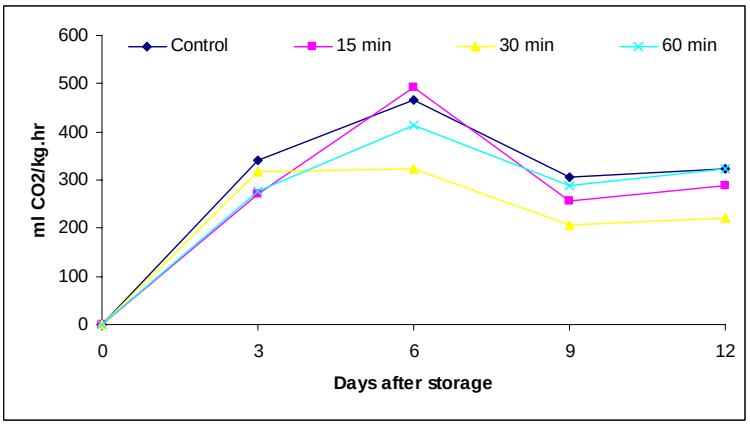
รูปที่ 13. การเปลี่ยนแปลงค่า L ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



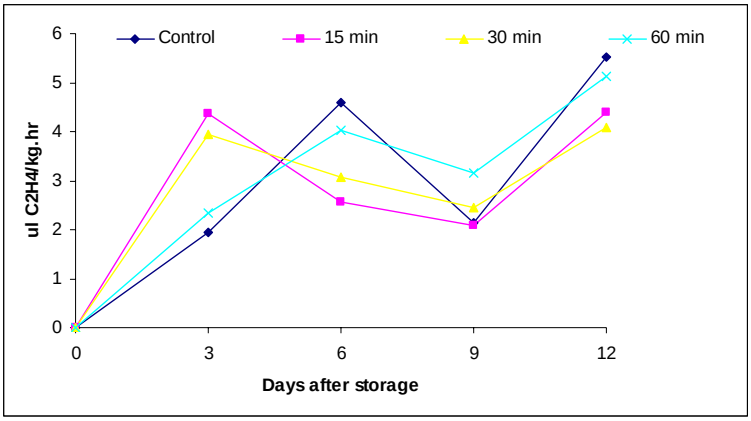
รูปที่ 14. การเปลี่ยนแปลงค่า a ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 15. การเปลี่ยนแปลงค่า b ของสีเปลือกเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 16. การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 17. การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะที่จุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

3.3 ผลของการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน

จุ่มนาน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาทีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บรักษาดังนี้ :

3.3.1 การสูญเสียน้ำหนักของผลเงาะที่ผ่านการจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยผลเงาะที่จุ่มน้ำ

อิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่เวลา 25 นาทีต่ำที่สุด รองลงมาคือ ที่เวลา 30 นาที, 20 นาที และ 15 นาทีตามลำดับ, และมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาที่เวลา 15 นาทีมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 20 นาที, Control และ 30 นาที ตามลำดับ. เวลาในการจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่เหมาะสมในการเก็บรักษาคือ ที่เวลา 30 นาที เนื่องจากมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มากนัก (รูปที่ 18).

3.3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล (Brix) มีการลดลงของทุกชุดทดลอง จนครบอายุการเก็บรักษา, แต่การวิเคราะห์ทางสถิติมีความแตกต่างกันทุกชุดทดลอง (รูปที่ 19).

3.3.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นของเปลือกและเนื้อของผลเงาะในการจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนพบว่า วันที่ 2 ของการเก็บรักษาที่จุ่มนาน 15 นาที มีความแน่นของเปลือกและเนื้อสูงกว่า Control, 30, 20 และ 25 นาที ตามลำดับ และเมื่อเก็บได้ 10 วัน เวลา 15 นาที มีความแน่นของเปลือกและเนื้อสูงกว่า 20, 25, 30 นาทีและControl ตามลำดับ (รูปที่ 20).

3.3.4 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะซึ่งค่า L แทนการเปลี่ยนแปลงความสว่างของสี โดยค่ามากแสดงถึงความสว่างมาก ค่า a แทนการเปลี่ยนแปลงของสีแดงในกรณีที่ค่าเป็นบวกและสีเขียวในกรณีที่ค่าเป็นลบ, ส่วนค่า b แทนการเปลี่ยนแปลงของสีเหลืองในกรณีที่ค่าเป็นบวกและสีน้ำเงินในกรณีที่มีค่าเป็นลบ, การเปลี่ยนแปลงหลังจากการเก็บรักษามีดังนี้ :

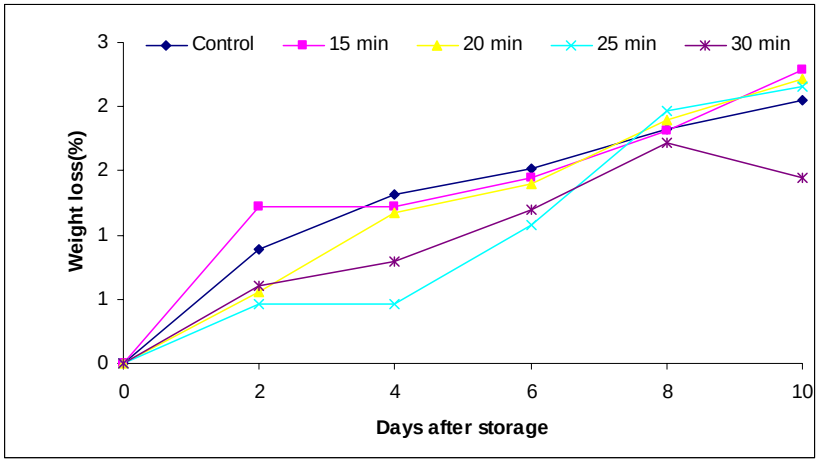
การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลเงาะที่เก็บรักษาในทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L ลดลงเล็กน้อย, ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เข้าสู่การเสื่อมสภาพของผลเงาะในระหว่างการเก็บรักษา, โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่เวลา 15 นาทีมีการเปลี่ยนแปลงค่า L สูงที่สุด และรองลงมาเวลา 20, 30, 25 นาที และชุดควบคุมการทดลองตามลำดับ จนถึง 10 วันของการเก็บรักษา ที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่เวลา 15 นาทีก็มีค่า L สูงกว่าทุกชุดการทดลอง (รูปที่ 21).

การเปลี่ยนแปลงของค่า a พบว่า ผลเงาะที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน ที่เวลา 15, 20 และ 30 นาที พบว่า ที่เวลา 15 นาที ของวันที่ 6 มีค่า a สูงกว่า เวลา 20, 30, 25 และชุดควบคุม และเมื่อเก็บถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษาเวลา 15, 20, 25 นาที มีค่า a สูงกว่า 30 นาทีและชุดควบคุม (รูปที่ 22).

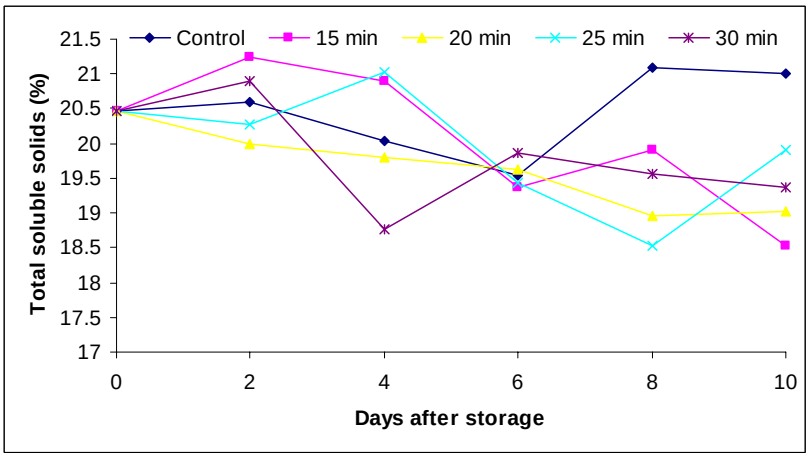
การเปลี่ยนแปลงค่า b ของผลเงาะที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน ทุกๆ เวลาและชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยดูจากเส้นกราฟมีลักษณะที่ไปในทางเดียวกันคือเป็นเส้นขนาน ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 23).

3.3.5 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะที่เก็บรักษาโดยการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนพบว่า ในทุกชุดการทดลองรวมทั้งชุดควบคุมมีอัตราการหายใจต่ำสุดในช่วงแรกของการเก็บรักษาคือในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา, หลังจากนั้นค่อยๆ เพิ่มสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา, โดยผลเงาะที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่ 25 นาที มีอัตราการหายใจสูงที่สุด, ตามด้วยผลเงาะที่แช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ 15 นาที 20 นาที และ 30 นาทีตามลำดับ, หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมีค่าลดต่ำลงในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 24).

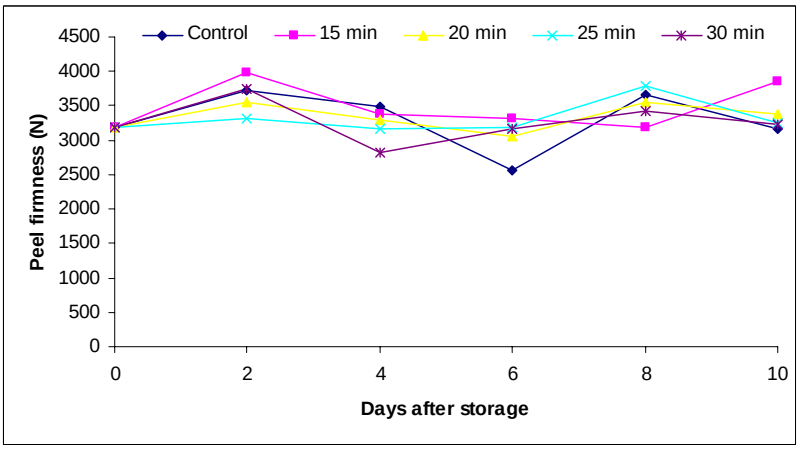
3.3.6 การผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะที่เก็บรักษาโดยการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนทั้งชุดควบคุมและชุดการทดลองอื่นมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาและลดลงในวันที่ 4 เนื่องจากปริมาณ CO_2 สูงการผลิตเอทิลีนจึงลดลง (รูปที่ 25).



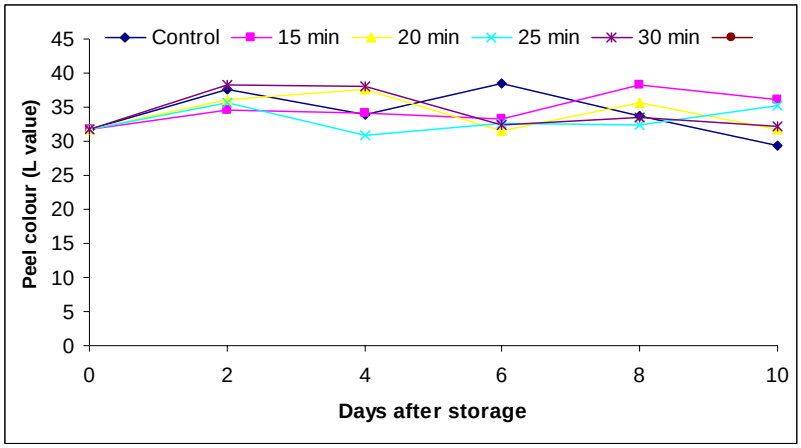
รูปที่ 18. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



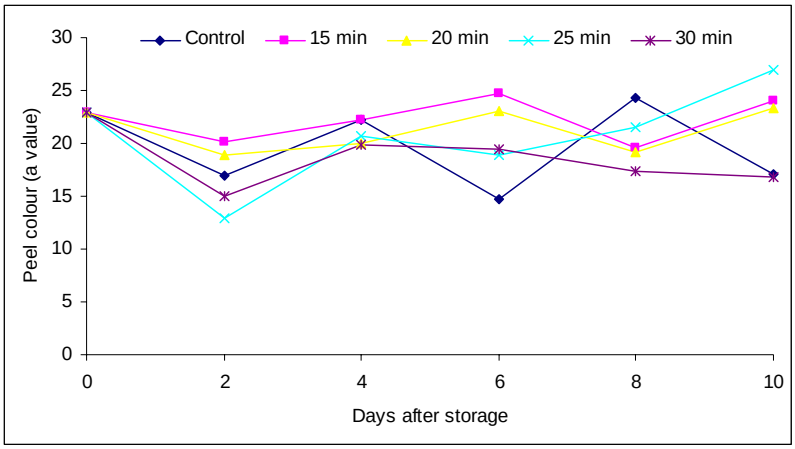
รูปที่ 19. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



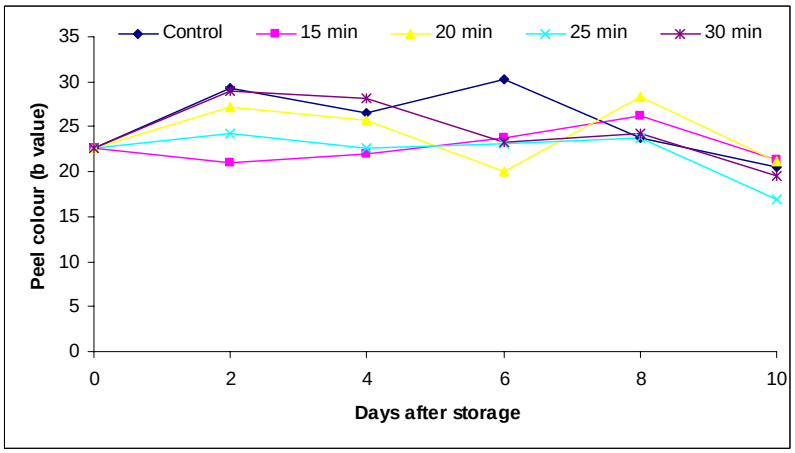
รูปที่ 20. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



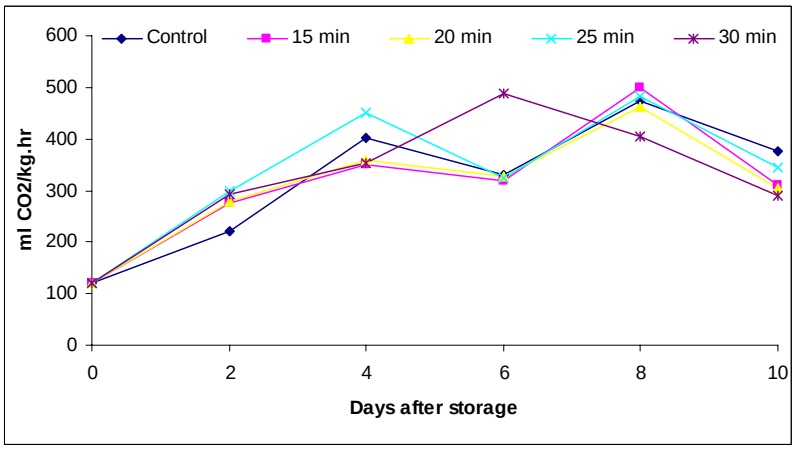
รูปที่ 21. การเปลี่ยนแปลงค่า L สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



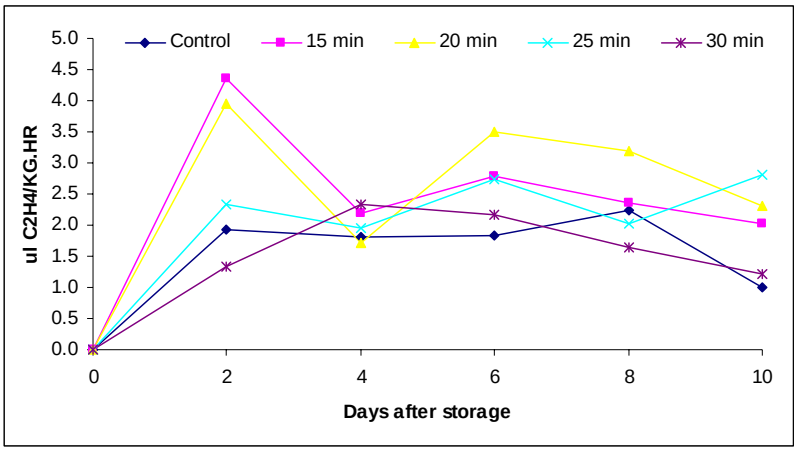
รูปที่ 22. การเปลี่ยนแปลงค่า a สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 23. การเปลี่ยนแปลงค่า b สีเปลือกของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 24. การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.



รูปที่ 25. การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลเงาะจุ่มน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน 0, 15, 20, 25 และ 30 นาทีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

3.4 การสำรวจโรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

จากการทดลองนี้ พบปัญหาเชื้อโรคที่เข้าทำลายผลเงาะในขณะที่เก็บรักษาในการทดลอง โดยลักษณะอาการที่พบคือ เกิดแผลจุดสีน้ำตาลถึงสีดำและเกิดแผลฉ่ำน้ำ. เมื่อปอกเปลือกออก พบว่า เนื้อเงาะมีน้ำเยิ้มและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว. เมื่อนำมาแยกเชื้อสาเหตุของโรคโดยวิธี tissue

transplanting พบเชื้อรา 2 ชนิดคือ *Lasiodiplodia theobromae* และ *Petalotiopsis sp* ลักษณะของเชื้อราชนิดต่างๆ ที่แยกได้จากผลเงาะที่เป็นโรคบนอาหาร PDA และใต้กล้องจุลทรรศน์.

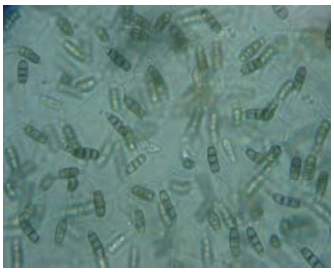
Petalotiopsis sp.

บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่า ลักษณะโคโลนีของเชื้อเป็นเส้นใยสีขาว, เส้นใยค่อนข้างละเอียดและฟู และเมื่อเลี้ยงต่อไปนานๆ จะพบว่า สร้าง fruiting body ที่เรียกว่า acervulus เป็นก้านตรงไม่แตกแขนงเกิดบน stromatic tissue สร้าง conidium ที่ปลาย conidium มีรูปร่าง fusiform, มี 4 septum แบ่งเป็น 5 เซลล์ มีสีเข้ม ยกเว้นเซลล์หัวท้ายไม่มีสี, เซลล์ปลายมี apical appendage ยาวไม่มีสี 2-5 เส้น.

Lasiodiplodia theobromae

บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่า ลักษณะโลนีไม่ฟูมากและมีสีดำ สร้าง pycnedium สีดำบริเวณรอบๆอาหารเลี้ยงเชื้อ และเมื่อนำมาตรวจดูลักษณะของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าสร้าง pycnidia สีดำ มีปากเปิดที่ปลาย ภายในมี conidiophor หรือก้านชูสปอร์ก้านสั้นๆ ไม่แตกกิ่งก้าน, สปอร์มีสีดำ, เมื่ออ่อนจะมี 1 เซลล์ เมื่อแก่จะมี 2 เซลล์ สปอร์รูปร่างไข่ถึงค่อนข้างยาว.

รูปที่ 26. ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Petalotiopsis sp.* บนอาหาร PDA .



รูปที่ 27. ลักษณะของเชื้อ *Petalotiopsis sp.* เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์.

รูปที่ 28. ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* บนอาหาร PDA.

รูปที่ 29. ลักษณะของเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์.

4. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเงาะพันธุ์โรงเรียนระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้วิธีการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์, การใช้โอโซนเพียงอย่างเดียว และการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน ซึ่งทุกการทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถสรุปผลได้ดังนี้ :

1. ผลเงาะที่เก็บรักษาโดยใช้วิธีแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 5.7 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถคงลักษณะภายนอกได้ดีกว่าที่แช่ด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ pH 6.4 และ 7.1 โดยมีอายุการเก็บรักษาได้ 10 วัน.

2. ผลเงาะที่เก็บรักษาโดยใช้โอโซนที่เวลา 15 นาที มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏที่ดีกว่าที่เวลา 20 นาที และ 30 นาที, โดยมีอายุการเก็บรักษาได้ 10 วัน.

3. ผลเงาะที่เก็บรักษาโดยใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน ที่ใช้เวลาในการแช่ที่เวลา 15 นาที, มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏดีกว่าที่แช่ด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนที่เวลา 20 นาที 25 นาที และ 30 นาทีโดยมีอายุการเก็บรักษาได้ 12 วัน.

4. ปัญหาที่พบในระหว่างการเก็บรักษาคือ โรคภายหลังการเก็บรักษาโดยพบเชื้อที่เข้าทำลาย 2 ชนิด คือ *Petalotiopsis sp.* และ *Lasiodiplodia theobromae.*

5. ข้อเสนอแนะ

1. การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ระดับ pH ต่างๆ ค่อนข้างยุ่งยากในการปรับสภาพ pH เพราะเปลี่ยนแปลงเร็ว ดังนั้น หลังจากเตรียมแล้วควรใช้เลย.

2. การใช้โอโซนในการทดลองต้องระมัดระวังอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพจึงต้องมีเครื่องกำจัดส่วนเกินของโอโซนหลังใช้งาน.

6. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2534. ปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้เพื่อการส่งออก.กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมพืชสวน, หน้า 6-10.

เกตุวราภรณ์, สุเมษ. 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, หน้า 15.

เกตุษา, สายชล. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, หน้า 364.

แกล้วเกษตรกรณ์, อรษา. 2536, ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและอิทธิพลของบรรยากาศดัดแปลงการห่อด้วยพลาสติกฟิล์ม การได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ในความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลาสั้นก่อนการเก็บรักษาและอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 1-60.

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม, 396หน้า

จันทร์กระจ่าง, สุวลี. 2543. การประยุกต์ใช้ไคติน-ไคโตซาน, ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน, จัดโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ร่วมกับชมรมไคติน-ไคโตซาน, หน้า 54.

ณ หนองคาย, จิรา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมสพับลิชชิ่ง, หน้า 272.

พาติกะบุตร,ไพรัตน์, เบญจกุล, สุทธิวัฒน์ และพระพุทธ, วิคเนตร. 2536. การยืดอายุการเก็บรักษามะนาวด้วยการเคลือบผิวด้วยไคโตแซน. วารสารสงขลานครินทร์. ฉบับที่ 3. หน้า 259-265.

ภู่วโรดม, งามทิพย์. 2537. ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมคณะอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 173.

บุญเกิด, สะอาด, สดากร, จเร และสดากร, ทิพย์วรรณ. 2525. ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คณะวนศาสตร์, หน้า 657.

ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร. 2537. การทำทุเรียน-เงาะ และเทคนิคต่างๆ เกี่ยวกับทุเรียน-เงาะ. วารสารเคหการเกษตร (ฉบับพิเศษ), หน้า 1-10.

ฝ่ายวิเคราะห์การตลาด 2. 2531. รายงานเรื่องการศึกษาเงาะ. กองเศรษฐกิจการตลาด, 69 หน้า. พิมพ์ครั้งที่ 2, 240 หน้า.

วงศ์รักพาณิช, มนตรี และบัวทรัพย์, วันทนา. 2523.ไม้ผลที่มีศักยภาพสำหรับภาคใต้: การพัฒนาการปลูกไม้ผลและเครื่องเทศสมุนไพรภาคใต้. กรุงเทพฯ : สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย, หน้า 9-28.

วังใน, วิจิตร. 2526. ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, หน้า 101.

ศิริพานิช, จริงแท้. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, ภาควิชาพืชสวน .

สวนนานาพฤกษสมุนไพร, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

แสนยงค์, สิริรัตน์. 2528. โรคผลเน่าของเงาะและการควบคุมด้วยสารเคมี, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ahroni, N., Duir, O., Chalupowisz, D. and Aharon, Z., 1993. Coping with postharvest physiology of fresh culinary herbs. Acta Horticultura**e**, 344, pp. 69-78.

Ashley, A., Hubbard, J. and Lui, L., 1998. Effect of chitin an chitin and chitosan on the incidence and severity of Fusarium yellows of celery. Plant Disease , 82 (3), pp. 322-328.

Dien, L.D.and Binh, T.Q., 1996. Research on using chitosan for storage of oranges in Vietnam. Chitin and chitosan : Proceeding of the 2 nd Asia Pacific Symposium, Bangkok, pp.200-211.

Haq-Al IM, Seo Y., Oshita S. and Kawagoe Y., 2001, Fungicidal Effectiveness of Electrolyzed Oxidizing Water on Postharvest Brown Rot of Peach. HortScience ,36, pp. 1310-1314.

Lam, P.F. and Kosiyachida, S. 1987. Rambutan : Fruit Development, Posthavest Physiology and Marketing in ASEAN, Malaysia, ASEAN Food Handling Bureau, p. 82 .

Lipton, W.J., 1987. Senescence of leafy vegetables. HortScience, 22, pp. 854-859.

Paull, R.E., 1992, Postharvest senescence and physiology of leafy vegetables. Postharvest News and Information**. 3**(1), pp. 11N-20N.

Wanichkul , K. and Kosiyachida, S., 1982. Fruit development and harvesting index of rumbutan (*Nephelium Lappaceum*. Linn.) var. Seechompoo. “Proc. Workshop on Mango and Rumbutan, ASEAN Postharvest Horticultural Trainning and Research Center , Department of Horticultural University of Philippines, Los Banos , pp. 117-136.

Will, R.B.H., *et al.,* 1981. Postharvest: An introduction to the physiology and Handling of Fruit and vegetable. New south Wales: New South Wales University Press, p.161.

Yamauchi, N. and Watada, A.E., 1991. Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. Journal of American Society and Horticultural Science, 116, pp.58-62.

ภาคผนวก ก
ตารางผนวก ค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 2. การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Weight loss					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	0	3.11 [a]	3.75	3.07	3.96 [a]	5.15 [ab]
pH 5.7	0	2.78 [a]	3.33	2.63	3.89 [a]	5.10 [ab]
pH 6.4	0	2.09 [a]	3.21	2.03	4.47 [a]	5.70 [a]
pH 7.1	0	1.95 [a]	3.21	2.87	3.46 [a]	3.81 [b]
F-test	-	*	NS	NS	*	*
C.V.(%)	-	33.37	33.47	13.05	14.56	17.73

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 3. การเปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Brix					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	20.20 [c]	20.80	21.36	20.43	21.86	19.93 [a]
pH 5.7	20.20 [d]	19.60	21.03	20.80	22.16	21.93 [a]
pH 6.4	20.20 [a]	20.60	21.80	21.70	20.76	21.46 [a]
pH 7.1	20.20 [b]	20.73	21.43	21.63	21.56	22.86 [a]
F-test	**	NS	NS	NS	NS	*
C.V.(%)	-	5.92	4.19	6.67	6.24	7.73

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Texture					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	30.07[a]	35.38[a]	30.64[a]	29.45[a]	29.61[a]	28.31[b]
pH 5.7	29.77[a]	31.60[a]	30.95[a]	28.59[a]	30.84[a]	33.84[a]
pH 6.4	34.06[a]	27.10[b]	30.09[a]	29.38[a]	31.53[a]	31.94[ab]
pH 7.1	30.74[a]	31.06[b]	32.72[a]	28.06[a]	29.09[a]	29.07[ab]
F-test	*	*	NS	NS	NS	*
C.V.(%)	11.37	14.77	11.02	8.81	11.84	12.18

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 5. การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า L					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	36.95	34.26[b]	32.99[b]	32.17	33.76	29.42[ab]
pH 5.7	32.54	39.60[a]	37.12[a]	32.09	35.50	32.10[a]
pH 6.4	35.24	34.02[b]	33.86[ab]	32.38	32.94	26.85[b]
pH 7.1	35.70	38.20[b]	33.87[ab]	33.15	32.93	28.71[ab]
F-test	NS	*	*	NS	NS	*
C.V.(%)	8.59	8.48	7.45	10.80	10.44	9.17

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า a					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	27.13 [a]	20.57[b]	22.70	21.86	24.74	1.33[b]
pH 5.7	22.07 [b]	24.31[a]	26.79	27.14	19.01	2.00[b]
pH 6.4	29.39[ab]	26.34[b]	25.70	26.95	24.55	3.33[a]
pH 7.1	20.60 [ab]	28.48[b]	24.75	25.35	23.00	4.00[a]
F-test	*	*	NS	NS	NS	**
C.V.(%)	24.60	19.57	21.99	18.76	34.10	18.13

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 7. การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า b					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	24.28	24.94[b]	23.64[a]	23.47[b]	19.02	1.33[b]
pH 5.7	30.79	23.78[ab]	18.27[b]	28.60[a]	25.53	2.00[b]
pH 6.4	24.95	19.39[b]	23.48[a]	21.99[b]	21.33	3.33[a]
pH 7.1	27.69	16.36[b]	20.32[ab]	21.58[b]	20.60	4.00[a]
F-test	NS	*	*	*	NS	**
C.V.(%)	8.72	8.70	7.84	6.96	18.24	18.13

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า CO_2					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	467.93	397.95	557.98[a]	575.8	681.3	725.73
pH 5.7	467.93	421.26	516.31[ab]	545.4	473.8	626.32
pH 6.4	467.93	252.55	493.83[ab]	629.2	549.2	682.32
pH 7.1	467.93	415.37	450.63[b]	403.9	396.2	619.77
F-test	NS	NS	*	NS	NS	NS
C.V.(%)	4.47	31.00	7.17	38.11	55.58	16.60

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 9. การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4ของเงาะโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า C_2H_4					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	2.46	1.17[b]	3.56	5.15	7.20	4.47[bc]
pH 5.7	2.46	0.87[a]	3.43	5.46	5.93	5.15[ab]
pH 6.4	2.46	1.49[a]	2.89	5.64	7.29	3.40[c]
pH 7.1	2.46	2.03[a]	3.46	6.42	4.76	6.50[a]
F-test	NS	*	NS	NS	NS	**
C.V.(%)	8.30	25.23	27.55	23.00	32.25	17.77

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 10. การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Weight loss				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	44.20[a]	43.89[a]	43.40[a]	42.52[a]	41.49[a]
15 นาที	45.54[a]	45.09[a]	44.40[a]	43.74[a]	42.82[a]
30 นาที	49.39[a]	48.54[a]	48.00[a]	47.08[a]	46.26[a]
60 นาที	44.60[a]	42.32[a]	41.42[a]	40.57[a]	40.02[a]
F-test	*	*	*	*	*
C.V.(%)	16.13	16.53	16.40	16.56	16.67

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 11. การเปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Brix				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	19.18[a]	18.44[a]	18.34[a]	18.44[a]	18.29[a]
15 นาที	20.00[a]	18.92[a]	18.52[a]	18.04[a]	17.60[a]
30 นาที	19.58[a]	18.82[a]	18.58[a]	18.12[a]	18.59[a]
60 นาที	19.38[a]	18.99[a]	18.58[a]	19.04[a]	18.72[a]
F-test	*	*	*	*	*
C.V.(%)	6.75	6.26	7.74	4.57	7.90

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 12. การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Texture				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	33.74 [a]	39.40 [a]	36.14 [a]	37.05 [a]	35.00 [a]
15 นาที	39.02 [a]	37.32 [a]	34.19 [a]	34.70 [a]	36.94 [a]
30 นาที	38.79 [a]	39.71 [a]	35.53 [a]	36.05 [a]	33.90 [a]
60 นาที	35.51 [a]	35.12 [a]	32.66 [a]	38.50 [a]	35.59 [a]
F-test	*	*	*	*	*
C.V.(%)	15.57	12.64	10.88	10.17	9.35

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 13. การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า L				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	39.71 [a]	36.21 [a]	31.01	33.40 [a]	35.04
15 นาที	39.78 [a]	34.42 [a]	37.24	33.76 [a]	33.18
30 นาที	36.18 [a]	37.44 [a]	35.37	34.98 [a]	36.74
60 นาที	39.84 [a]	36.61 [a]	36.61	32.74 [a]	31.20
F-test	*	*	NS	*	NS
C.V.(%)	11.10	12.90	12.81	8.69	11.30

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 14. การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า a				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	9.44	15.16 [a]	15.34 [a]	15.82 [a]	8.68 [b]
15 นาที	15.03	17.63 [a]	10.87 [a]	13.41 [a]	15.76 [a]
30 นาที	17.31	16.62 [a]	9.48 [a]	11.32 [a]	7.96 [b]
60 นาที	12.94	14.44 [a]	12.07 [a]	11.20 [a]	13.97 [ab]
F-test	NS	*	*	*	**
C.V.(%)	40.20	51.07	68.11	53.06	41.21

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 15. การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า b				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	3	6	9	12
control	31.38 [a]	27.20	23.74	25.14	29.20 [a]
15 นาที	28.09 [a]	25.10	27.50	24.38	22.05 [bc]
30 นาที	24.62 [a]	26.30	27.51	26.48	26.67 [ab]
60 นาที	28.03 [a]	26.95	29.24	24.60	20.50 [c]
F-test	**	NS	NS	NS	**
C.V.(%)	12.20	18.02	20.29	18.76	16.74

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 16. การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า CO_2				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
control	0	341.60	467.0	306.78 [a]	323.48 [a]
15 นาที	0	270.42	493.2	255.10 [a]	287.76 [a]
30 นาที	0	317.91	323.3	207.22 [a]	220.31 [a]
60 นาที	0	276.10	414.3	288.65 [a]	322.67 [a]
F-test	-	NS	NS	**	**
C.V.(%)	-	22.69	32.52	14.90	11.28

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 17. การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการจุ่มน้ำโอโซนเป็นเวลา 0,15, 30 และ 60 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า C_2H_4				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
control	0	1.93 [a]	4.60	2.14	5.53 [a]
15 นาที	0	4.37 [a]	2.56	2.10	4.39 [b]
30 นาที	0	3.94 [a]	3.06	2.43	4.10 [b]
60 นาที	0	2.34 [a]	4.02	3.17	5.12 [ab]
F-test	-	**	NS	NS	**
C.V.(%)	-	25.80	48.49	47.30	11.27

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 18. การเปลี่ยนแปลงค่า Weight loss ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Weight loss					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	30.10 [a]	29.70 [a]	29.60 [a]	29.60 [a]	29.55 [a]	29.45 [a]
15 นาที	27.66 [a]	27.33 [a]	27.33 [a]	27.26 [a]	27.16 [a]	27.03 [a]
20 นาที	33.13 [a]	32.93 [a]	32.73 [a]	32.66 [a]	32.50 [a]	32.40 [a]
25 นาที	27.13 [a]	27.00 [a]	27.00 [a]	26.83 [a]	26.60 [a]	26.53
30 นาที	33.00 [a]	32.80 [a]	32.73 [a]	32.60 [a]	32.43 [a]	32.53 [a]
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	10.25	10.00	9.90	9.90	10.28	10.32

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 19. เปลี่ยนแปลงค่า Brix ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Brix					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	20.46 [a]	20.60[a]	20.03[a]	19.53 [a]	21.10 [a]	21.0[a]
15 นาที	20.46 [a]	21.23 [a]	20.90[a]	19.36[a]	19.90[a]	18.53[b]
20 นาที	20.46 [a]	21.23 [a]	20.90[a]	19.36[a]	19.90[a]	18.53[b]
25 นาที	20.46 [a]	20.26 [a]	21.03[a]	19.43[a]	18.53[a]	19.90[ab]
30 นาที	20.46 [a]	20.90[a]	18.76[a]	19.86[a]	19.56[a]	19.36[ab]
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	7.66	7.44	9.07	4.41	8.42	5.60

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 20. การเปลี่ยนแปลงค่า Texture ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า Texture					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	3194.2[a]	3715.9[a]	3498.0	2557.9[a]	3655.9[a]	3172.1[a]
15 นาที	3194.2[a]	3978.7[a]	3372.7	3317.2[a]	3187.5[a]	3851.4[b]
20 นาที	3194.2[a]	3555.1[a]	3292.8	3058.4[a]	3563.3[a]	3379.5[b]
25 นาที	3194.2[a]	3317.0[a]	3174.7	3197.0[a]	3800.1[a]	3241.1[ab]
30 นาที	3194.2[a]	3750.0[a]	2813.1	3161.2[a]	3428.1[a]	3221.5[ab]
F-test	*	*	NS	*	*	*
C.V.(%)	8.74	17.39	4.45	20.91	11.75	15.32

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 21. การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า L					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	31.68 [a]	37.62[a]	33.98[ab]	38.57 [a]	33.71 [a]	29.31[a]
15 นาที	31.68[a]	34.48[a]	34.08[ab]	33.35 [a]	38.22[a]	36.05 [a]
20 นาที	31.68[a]	36.04 [a]	37.57[a]	31.50 [a]	35.58 [a]	31.75 [a]
25 นาที	31.68[a]	35.71 [a]	30.93[b]	32.53 [a]	32.38 [a]	35.27 [a]
30 นาที	31.68[a]	38.33 [a]	37.97 [b]	32.36 [a]	33.42 [a]	32.19 [a]
F-test	*	*	**	*	*	*
C.V.(%)	5.35	13.92	8.01	17.60	10.76	11.06

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 22. การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า a					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	22.87 [a]	16.99[a]	22.20[ab]	14.72 [a]	24.25 [a]	17.03[b]
15 นาที	22.87[a]	20.11[a]	22.15[ab]	24.76 [a]	19.54[a]	23.97 [a]
20 นาที	22.87[a]	18.93 [a]	20.05[a]	23.07 [a]	19.21 [a]	23.36 [a]
25 นาที	22.87[a]	12.90 [a]	20.73[b]	18.90 [a]	21.54 [a]	26.97 [b]
30 นาที	22.87[a]	14.96 [a]	19.83 [b]	19.37 [a]	17.31 [a]	16.80 [a]
F-test	*	*	*	*	*	**
C.V.(%)	33.87	39.07	22.49	34.88	23.17	13.95

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 23. การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า b					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
control	22.67 [a]	29.30 [a]	26.54 [a]	30.33 [a]	23.71 [a]	20.59 [a]
15 นาที	22.67 [a]	21.00 [a]	21.94 [a]	23.76 [a]	26.29 [a]	21.27 [a]
20 นาที	22.67 [a]	27.12 [a]	25.69 [a]	20.01 [a]	28.30 [a]	21.17 [a]
25 นาที	22.67 [a]	24.25 [a]	22.70 [a]	23.13 [a]	23.76 [a]	16.86 [a]
30 นาที	22.67 [a]	29.01 [a]	28.23 [a]	23.21 [a]	24.24 [a]	19.49 [a]
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	5.70	23.75	19.20	24.70	17.47	20.25

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 24. การเปลี่ยนแปลงค่า C_2H_4ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า C_2H_4					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	0	1.93	1.80[a]	1.84[a]	2.24[a]	0.99
15 นาที	0	4.36	2.18[a]	2.77[a]	2.36[a]	2.03
20 นาที	0	3.94	1.72[a]	3.48[a]	3.18[a]	2.31
25 นาที	0	2.34	1.94[a]	2.74[a]	2.01[a]	2.80
30 นาที	0	1.33	2.33[a]	2.16[a]	1.64[a]	1.22
F-test	-	NS	*	*	*	NS
C.V.(%)	-	27.97	21.43	21.83	25.49	26.32

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 25. การเปลี่ยนแปลงค่า CO_2 ของเงาะที่เก็บรักษาโดยการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับโอโซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส.

ตัวอย่าง	ค่า CO_2					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
control	120.95	220.09[c]	402.22[ab]	330.74	473.35[a]	375.08
15 นาที	120.95	274.17[b]	350.13[c]	318.83	499.03[a]	309.42
20 นาที	120.95	279.00[b]	358.50[c]	328.63	463.57[ab]	302.99
25 นาที	120.95	298.30[a]	449.63[a]	323.46	481.39[a]	344.91
30 นาที	120.95[a]	293.33[a]	354.49[c]	489.07	404.33[b]	289.75
F-test	NS	*	*	NS	**	NS
C.V.(%)	0.71	2.44	2.45	1.12	7.11	4.70

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพ

การสูญเสียน้ำหนัก

คำนวณดังสมการ :

ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก = $\frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น – น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$

การวัดอัตราการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน (Hiroshi *et al.* 1994)

นำผลเงาะเก็บในกล่องปิดสนิทที่มีปริมาตร 350 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, เก็บตัวอย่างก๊าซภายในกล่องด้วยกระบอกฉีดยาที่เป็นสุญญากาศปริมาตร 1 มิลลิลิตร, แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas choromatography ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC 8 A สำหรับวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งใช้ column ชนิด porapack Q (Mesh 80/100) และ/หรือออกซิเจน ซึ่งใช้ column ชนิด molecular sieve 5 A(Mesh 60/80)และรุ่น GC14 Bสำหรับวิเคราะห์ก๊าซเอทิลีน ซึ่งใช้ column ชนิด porapack Q (Mesh 60/80) โดยใช้สภาพของการวัดดังนี้ :

	CO_2	O_2	C_2H_4
Column	Porapack Q	Molecular sieve 5 A	Porapack Q
Column	50°C	50°C	75°C
Inject temperature	100°C	100°C	100°C
Detector	TCD	TCD	FID
Carrier gaas	He	He	N_2

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเปลือกผลเงาะ

โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Texture analyzer TA-XT 2 ใช้หัวกดขนาด P/6 เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 มิลลิเมตร กดลงที่เปลือกเงาะด้วยความเร็วในการกด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างหัวกดกับแท่นรองผลเงาะเท่ากับ 50 มิลลิเมตร ค่าความแน่นเนื้อที่ได้บันทึกผลเป็นนิวตัน.

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid) (ศรีละออง 2540)

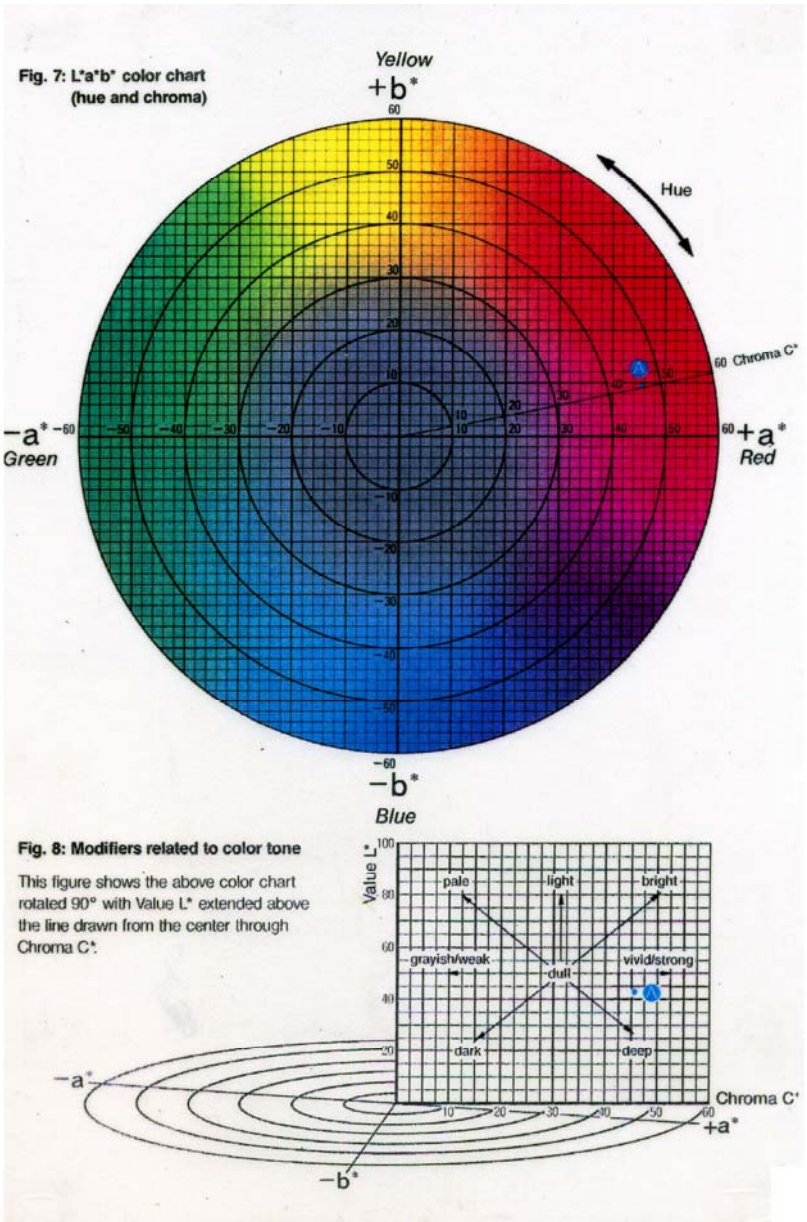
ใช้น้ำคั้นจากเนื้อผลเงาะมาวัดปริมาณ soluble solid concentration โดยใช้ ATAGO Hand refractometer (N1 0-32%) ค่าที่อ่านได้เป็นองศาบริกซ์ (°Brix).

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

วัดโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น DP-301 บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย L, a Hunter's scale โดย

- ค่า L คือ ค่าแสดงความเข้มข้นและความสว่างของสีซึ่งค่า L มีค่า 0-100 ถ้าค่า L สูง หมายความถึงมีความสว่างมาก แต่ถ้าค่า L ต่ำแสดงว่าสีเข้มมาก.

- ค่า a คือ ค่าแสดงระดับสีแดงและสีเขียว เมื่อ a มีค่าเป็นบวกแสดงลักษณะสีแดงถ้าค่าเป็นลบแสดงลักษณะสีเขียว ค่าที่ห่างจาก 0 มากหมายถึงการปรากฏของสีเด่นชัดมากขึ้น.



รูปที่ 30. การเปลี่ยนแปลงสี.