15771

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว

(Effect of Edible Coating Material on Postharvest Quality of Banana cv. Kluai Hom)

T096632

น.ส. ทุมพร สุวรรณโคตร

น.ส. นัฐกีรตา ขอดวงกลาง

ปพ.
ท555ผ
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....33632
วัน,เดือน,ปี.....4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว

(Effect of Edible Coating Material on Postharvest Quality of Banana cv. Kluai Hom)

โดย

น.ส. ทุมพร สุวรรณโคตร

น.ส. นัฐกีรตา ขอดวงกลาง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ชาคร ม..... 29 / มิถุนายน / 2542 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ชาคร ทุมากรณ์)

ระดับ คณาจารย์

15771

- 4 มิ.ย. 2542

ปพ.

ท 555 พ

2541

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่...1...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. ..42...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวทุมพร สุวรรณโคตร และนางสาวนัฐกีรตา ขอดวงกลาง. 2542 : ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว (Effect of Edible Coating Material on Postharvest Quality of Banana cv. Kluai Hom) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ระจิตร จุธากรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลชนิดสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลกล้วยหอมที่อุณหภูมิห้อง ด้วยการเคลือบผลกล้วยหอมในสารผสมของแป้งมัน : น้ำ : เพคติน ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 และแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผล พบว่าการเคลือบผลกล้วยหอมที่มี CMC จะสูญเสียน้ำหนักผลน้อยที่สุด รองลงมาการเคลือบผลกล้วยด้วย เพคติน และชุดควบคุมโดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 16.27 17.70 และ 19.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน การใช้สารเคลือบผิวด้วยแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอมเมื่อสุก แต่จะช่วยยืดระยะเวลาการสุกของผลกล้วยหอมที่มีการพัฒนาของสีผิวในระดับที่ 4 ได้นานกว่าชุดควบคุม 2 วัน เมื่อนำไปบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง

ทุมพร สุวรรณโคตร นัฐกีรตา ขอดวงกลาง		๒๑ มีค ๒๕๔๒
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน /ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ระจิตร จุธากรณ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งคณาจารย์ทุก ๆ ท่าน ตลอดจนบุคคลากรทุกท่านในภาควิชาที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่ง ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดีจนสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ทำให้เรามีวันนี้

ทุมพร สุวรรณโคตร
นัฐกีรตา ขอดวงกลาง
29 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ขบวนการเปลี่ยนแปลงของผลกล้วยหอมสุก	2
2.2 ชนิดของสารเคลือบผิว	5
2.3 ผลของการเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงของผักผลไม้สด	9
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลือบผิว	13
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	14
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	14
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	15
4. ผลการทดลอง	21
5. สรุปผลการทดลอง	40
ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก.	44
ภาคผนวก ข.	67
ประวัติผู้เขียน	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงผลการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	21
2.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	23
3.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	25
4.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	26
5.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	28
6.	แสดงผลการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	29
7.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	31
8.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	32
9.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	34
10.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	35
11.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งและน้ำตาลกลูโคสของผลกล้วยหอม	36
12.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด	36
13.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดมาลิคและค่าความเป็นกรด - ด่าง	37
14.	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	22
2.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	24
3.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	25
4.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	27
5.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	28
6.	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	30
7.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	31
8.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	33
9.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	34
10.	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	35
11.	แสดงปฏิกิริยาต่าง ๆ พร้อมเอนไซม์ที่ช่วยเร่งในการเปลี่ยนแปลงแป้งที่สะสมในพืชให้เป็นน้ำตาลกลูโคส	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

กล้วยนอกจากจะปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ เช่น แคนาดา ฝรั่งเศส ออสเตรเลีย อเมริกา ฮ่องกงและญี่ปุ่น พันธุ์กล้วยที่นิยมส่งออกส่วนใหญ่จะเป็น กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยน้ำหว้า ข้อมูลการส่งออกในปี 2532 มีปริมาณการส่งออก 3622.85 ตัน (เบญจมาศ, 2534) สำหรับกล้วยหอมเขียว เป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่ได้รับความนิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ

การเก็บรักษากล้วยหอม โดยการใช้สารเคลือบผิวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถยืดอายุการจำหน่ายและเก็บรักษาได้ เนื่องจากการใช้สารเคลือบผิวสามารถช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำชะลอการสร้างเอทธิลีน ลดอัตราการหายใจของผลและชะลอการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสุกได้

ดังนั้นในการทดลองจึงใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากธัญพืช ซึ่งเป็นสารที่บริโภคได้ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม ให้มีคุณภาพดีในระหว่างการขนส่งระยะทางไกล ๆ และเพื่อให้มีอายุการวางจำหน่ายยาวนานขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ การเกิดโรค และอายุการเก็บรักษาของผลกล้วยหอม
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่อยู่ในตระกูล Musaceae เมื่อโตเต็มที่อาจจะมีความสูง 2 – 9 เมตร ลำต้นที่แท้จริงของกล้วยเกิดเป็นเหง้าอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนลำต้นที่มองเห็นเป็นลำต้นเทียม ประกอบไปด้วย กาบใบที่อัดกันแน่น ทรงพุ่ม ส่วนบนของลำต้นประกอบด้วย ใบและช่อดอกที่เกิดมาจากจุดเจริญของเหง้า ภายในลำต้นเทียมจะมีมัดท่อน้ำเลี้ยงเต็มไปด้วยน้ำยางอยู่ตลอดทุกส่วนของลำต้น มีลักษณะเป็นกรดอ่อน ๆ และมีรสฝาด

พืชในตระกูล Musaceae จัดแบ่งออกได้เป็น 2 สกุลตามลักษณะของการแตกกอ คือ สกุลกล้วยโทน (Ensete) ได้แก่ กล้วยที่ไม่มีการแตกกอ จะขึ้นเป็นต้นเดี่ยว ๆ มีอายุประมาณ 2 ปี หรือมากกว่า ผลรับประทานไม่ได้ เมื่อให้เมล็ดแล้วต้นจะตายไป ใช้ทำแป้งหรือเอาเส้นใย ส่วนอีกสกุลหนึ่ง คือ สกุลกล้วยแตกกอ (Musa) ได้แก่ กล้วยที่มีปลูกกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน มีการแตกกอหรือแตกหน่อ ผลสามารถนำมาใช้เป็นอาหารและรับประทานได้ (สมศักดิ์, 2532)

2.1 ขบวนการเปลี่ยนแปลงของผลกล้วยหอมสุก

กล้วยเป็นพืชที่มีการสุกของผลเป็นแบบ climacteric type ผลกล้วยจะสุกในขณะที่อยู่บนต้น ดังนั้นถ้าต้องการให้ได้ผลกล้วยที่มีคุณภาพสูงและอายุการเก็บเกี่ยวยืนนานจึงมักแนะนำให้เก็บเกี่ยวก่อนที่ผลกล้วยจะมีอัตราการหายใจสูงที่สุด ซึ่งในขณะที่ผลกล้วยกำลังจะสุกจะเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงของผล 2 อย่างด้วยกัน คือ

1.การเปลี่ยนแปลงสี ลักษณะเนื้อ กลิ่น และรส ซึ่งรวมเรียกว่า overt changes เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดค่าได้ด้วยการมองเห็น ดมกลิ่น ชิมรส และการสัมผัสด้วยมือ การสุกของผลกล้วยในแต่ละเครือจะเริ่มจากหวีแรกไปจนถึงหวีสุดท้าย การเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะเนื้อจะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือผลกล้วยที่ดิบจะมีสีเปลือกเป็นสีเขียวและลักษณะเนื้อแข็งสีขาว เมื่อผลเริ่มสุกจะมีสีเปลือกสีเขียวอ่อน และลักษณะเนื้อเริ่มอ่อนตัว มีสีขาวซีด เนื้อจะเริ่มอ่อนตัวมาจากข้างในใจกลางมายังข้างนอก และจากส่วนปลายผลไปหาส่วนโคนต่อมาสีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวและลักษณะเนื้อจะอ่อนทั้งผล สีเปลือกจะค่อย ๆ เหลือง ยกเว้นที่ส่วนปลายและก้านผลยังเขียวอยู่ ในที่สุดผลกล้วยทั้งผลจะเหลืองตลอดผล และลักษณะเนื้ออ่อนนิ่ม แต่ยังไม่เละ ระยะนี้เรียกว่า eating ripe นั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเปลือกของผลจะเริ่มเสียเนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายเป็นจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาลแล้วค่อย ๆ ขยายแผ่ไปทั่วทั้งผล ลักษณะเนื้อจะเริ่มเละแต่ยังรับประทานได้รสชาติและกลิ่นของผลกล้วย ขณะที่สุกนี้เป็นผลมาจากความหวานของน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงมาจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท และจะมีการลดปริมาณของกรดซึ่งเกิดจากสารประกอบพวกที่ระเหยได้ เช่น แอลกอฮอล์ ปริมาณแทนนิน และกรดอื่น ๆ

2.การเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาและชีวเคมีซึ่งรวมกันเรียกว่า covert changes เป็นการเปลี่ยนแปลงภายในหรือกลไกที่ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่น และรสของผลกล้วย การเปลี่ยนแปลงนี้อาจกล่าวได้เป็น 2 กรณีคือ การเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่ปล่อยให้สุกคาต้น (preharvest change) และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกของกล้วยตัด (postharevest changes) ในการเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่ปล่อยให้สุกคาต้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ ในพวกกล้วยหอมทอง ความแห้งของเนื้อผลจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะสูงสุดประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุได้ 80 วัน หลังจากนั้นเนื้อแห้งจะลดลงขณะนี้จะเกิดมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเช่น ปริมาณแป้งในผลจะลดลงเมื่ออายุ 110 วัน และจะเกิดการสะสมของน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส เมื่ออายุ 120 วันสามารถที่จะวัดปริมาณของกรดในเปลือกและเนื้อได้ เมื่อมีอายุ 110-120 วัน เกิดการสูญเสียคาร์โบไฮเดรทเนื่องจากการหายใจ ทำให้ปริมาณแป้งสูญเสียไปมากกว่าการสะสมน้ำตาล และเกิดการปริของผลเมื่ออายุ 100-120 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากเกิดการสะสมปริมาณน้ำตาลที่เนื้อของผล ทำให้ความดันของออสโมซีสเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดการดูดน้ำมากเกินไป ผลกล้วยจะบวมและดันให้ผิวเปลือกแตกออก หลังจากที่เครือของกล้วยถูกตัดออกจากต้นแม่แล้ว ในช่วงนี้ก็ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ของผลกล้วยยังคงสามารถสังเคราะห์สาร และมีเมตาโบลิซึมได้ ซึ่งในนี้จะเกิดมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่สำคัญระหว่างการสุกของกล้วยดังนี้

1.การหายใจ ผลกล้วยดิบจะมีอัตราการหายใจที่ต่ำ ต่อมาอัตราการหายใจจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นและจะสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุก แล้วจากนั้นอัตราการหายใจจะลดลงหลังจากที่ผลกล้วยสุกแล้ว แต่อัตราการหายใจของผลกล้วยอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ตามอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการหายใจของผลสูงขึ้น เป็นผลให้ขบวนการสุกของผลเร็วขึ้นด้วย (สมศักดิ์, 2532)

2.ปริมาณความชื้นในผล บริเวณผิวเปลือกของผลจะมีปากใบอยู่กระจัดกระจายไปทั่วทั้งผล ดังนั้นขบวนการคายน้ำจึงเกิดขึ้นได้ แม้กล้วยจะถูกตัดออกจากต้นแม่แล้วก็ตาม อัตราการคายน้ำลดลงเล็กน้อย ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นและสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำก็จะลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงอีก ผลที่สุกเต็มที่แล้วปริมาณความชื้นภายในผลจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขบวนการหลายอย่างด้วยกันเช่น การคายน้ำของผล การดูดน้ำของแป้ง และการหายใจของผลเป็นต้น (สมศักดิ์ , 2532)

3.คาร์โบไฮเดรท กล้วยในขณะที่ผลยังดิบจะประกอบไปด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ สำหรับผลสุกจะอยู่ในรูปของน้ำตาล ซึ่งได้แก่ กลูโคส เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นฟรุกโทส และซูโครส ตามลำดับ น้ำตาลในผลดิบจะมีประมาณ 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ แต่ในผลสุกจะมีถึง 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณแป้งในผลดิบมีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และในผลสุกที่รับประทานสดมีเพียง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ และในผลสุกที่ปรุงอาหารมีประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ (สายชล , 2528)

4.สารประกอบเซลลูโลส ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส เพคติน และเซลลูโลส เป็นสารที่ทำให้เนื้อของผลแห้ง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารดังกล่าว จะเป็นแบบเดียวกันกับของแป้งคือ เมื่อผลดิบจะมีปริมาณ 7 - 8 เปอร์เซ็นต์ ผลสุก 1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเพคตินในเนื้อของผลจะเพิ่มปริมาณขึ้น ขณะที่ผลสุก แต่ปริมาณของเพคตินในทุกระยะการเปลี่ยนแปลงของผลจะมีเพียงไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักผลสด ปริมาณดังกล่าวในเนื้อผลนับว่ามีมากเป็น 4 เท่าของปริมาณในเปลือกผล ส่วนสารประกอบเซลลูโลสในเปลือกจะไม่แสดงความสำคัญระหว่างการสุกของผลกล้วยแต่อย่างใด
(สมศักดิ์ , 2532)

5.ปริมาณกรด เนื้อของผลจะมีปริมาณกรดสูงสุดเมื่อผลกำลังใกล้จะสุกหรือกำลังสุก ต่อมาจะลดปริมาณลงตลอดเวลาหลังจากที่ผลสุกเต็มที่ บริเวณที่เปลือกของผลจะมีปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงเป็นแบบเดียวกับเนื้อของผล ความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อผลดิบจะอยู่ระหว่าง 5.0 – 5.8 และผลสุกจะอยู่ระหว่าง 4.2 - 4.8 เนื้อผลสุกที่รับประทานสด จะมีปริมาณกรดเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของเนื้อผลสุกที่ใช้ปรุงอาหาร ในผลดิบจะมีกรดออกซาลิคมากที่สุด รองลงมาเป็นกรดมาลิค และกรดซิตริก เมื่อผลสุกจะมีปริมาณกรดออกซาลิคลดลงทำให้มีปริมาณมาลิคสูงที่สุด (สายชล , 2528)

6.รงควัตถุ ผิวเปลือกของผลดิบจะมีเม็ดสีของคลอโรฟิลล์ แคโรทีน และแซนโธฟิล อยู่รวมกัน ขณะที่เปลือกกล้วยจะเปลี่ยนสีไป เนื่องจากคลอโรฟิลล์จะลดน้อยลงทำให้ปริมาณแคโรทีน และแซนโธฟิล เด่นชัดขึ้น ปริมาณของคลอโรฟิลล์จะลดลงจนเท่ากับศูนย์เมื่อผลสุก ส่วนปริมาณของแคโรทีนและแซนโธฟิลจะเป็นประมาณ 1 – 4 มิลลิกรัม และ 4 – 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ตลอดผลดิบจนถึงผลสุกหรืออาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยเมื่อผลสุก (สมศักดิ์ , 2532)

7.ไขมัน ในผลกล้วยมีปริมาณไขมันต่ำ ระหว่างการเจริญเติบโต และการสุกของผลกล้วยไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน ขณะที่ผลสุกจะอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผลไม้บางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น เช่น อะโวกาโด และผลไม้บางชนิด จะมีนวลหรือขี้ผึ้ง เกิดขึ้นที่ผิวนอกของเปลือกด้วย เช่น มะม่วง (สมศักดิ์ , 2532)

8.การสังเคราะห์โปรตีน มีการสังเคราะห์โปรตีนขึ้นมาใหม่ ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ เร่งปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารต่าง ๆ ในกระบวนการสุก การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน พบว่าในขณะที่ผลสุกไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนมากนัก ในผลสุกอยู่ระหว่าง 0.5 – 1.5 เปอร์เซ็นต์ (ธวัชชัย , 2541)

9.สารที่ระเหยได้ ผลกล้วยสุกจะมีกลิ่นหอม เนื่องจากมีสารประกอบต่าง ๆ ที่ระเหยได้ ได้แก่ เอมิลอะซิเตต เอมิลบิวทิเรต อะซีทัลดีไฮด์ เอทธานอล และเมทธานอล เป็นต้น
(สมศักดิ์ ,2532)

การสูญเสียน้ำของผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว เป็นสาเหตุอย่างหนึ่งของความเสียหายที่เกิดขึ้นขณะเก็บรักษา การสูญเสียน้ำมากจะทำให้เกิดการเหี่ยวหรือการหดตัวของผักและผลไม้ ซึ่งทำให้สูญเสียน้ำหนักที่ซื้อขายได้ ลักษณะดึงดูดใจผู้ซื้อลดน้อยลง นอกจากนี้ยังอาจทำให้สูญเสียความกรอบและการเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ไม่ต้องการของผู้บริโภคเช่น สี รสชาติ การสูญเสียน้ำของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างพืช สารเคลือบผิว รอยบาดแผล อุณหภูมิ ความชื้น การเคลื่อนที่ของอากาศ และความดันบรรยากาศเป็นต้น

2.2 ชนิดของสารเคลือบผิว

สารเคลือบผิวที่ใช้กับผักและผลไม้จะไปปกคลุมหรือทดแทนไขที่อยู่และปิดช่องเปิดต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ทำให้การสูญเสียน้ำและการแลกเปลี่ยนแปลงก๊าซลดน้อยลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นก็จะไปขัดขวางการทำงานเอทธิลีน สำหรับผลที่มีการสร้างเอทธิลีนขึ้นแล้ว ส่วนผลที่ยังไม่มีการผลิตเอทธิลีนเพิ่มขึ้นการเคลือบผิวจะยับยั้งการสร้างและทำให้ความเข้มข้นของเอทธิลีนภายในผลต่ำปกติ สารเคลือบผิวผลไม้ซึ่งสามารถบริโภคได้มีดังนี้

1.แป้ง เป็นคาร์โบไฮเดรท ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ของ ∝ - D - glucose ประกอบด้วยอะไมโลส (amylose) อะไมโลเพคติน (amylopectin) อะไมโลสเป็นโพลิเมอร์แบบสายตรงที่หน่วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ ∝ - D - (1,4) glucosidic มีหน่วยกลูโคสประมาณ 200-2,000 หน่วยส่วนอะไมโลเพคตินเป็นโพลิเมอร์ที่แตกเป็นสาขาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ ∝ - D - (1,6) glucosidic แต่ละสาขาประกอบด้วยหน่วยกลูโคสประมาณ 15 - 25 หน่วย แป้งทั่วไปมีอะไมโลสประมาณร้อยละ 20 - 30 ของน้ำหนักแป้ง ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 44.40 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.20 และออกซิเจนร้อยละ 49.40 ของน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุล โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูป ∝ - D - glucose นอกจากนี้จะเป็นโปรตีน ไขมัน pentosan ฟอสฟอรัส และเถ้า ฟอสฟอรัสที่อยู่ในเม็ดแป้งข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวเจ้า มีประมาณร้อยละ 0.01-0.02 แป้งอื่น ๆ จะมีฟอสฟอรัสอยู่ในรูป glycerol monophosphate ได้แก่ แป้งจากมันฝรั่ง มันสำปะหลัง สาคู และ arrow root โดยอยู่ในส่วนของอะไมโลเพคติน ซึ่งเกิดพันธะแบบ phosphate esterified ที่ตำแหน่ง คาร์บอนตัวที่ 6 ดังนั้นแป้งประกอบด้วยโปรตีน น้ำตาล และเกลือแร่ ในปริมาณและอัตราส่วนที่แตก ต่างกันขึ้นกับชนิดและสายพันธุ์ อะมิโลสเป็นโพลิเมอร์เส้นตรงและมีคุณลักษณะที่สามารถทำเป็นฟิล์ม ได้จึงใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมฟิล์มได้ ส่วนแป้งก็สามารถนำมาเตรียมฟิล์มใช้เคลือบผลไม้ได้เช่นกัน

แป้งแต่ละชนิดมีลักษณะสำคัญทางกายภาพและเคมี เช่น ลักษณะของขนาดและรูปร่างของเม็ด แป้ง อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperaure) กำลังการพองตัว การคืนตัว และความหนืด แตกต่าง กันทำให้แป้งแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกัน

2.เซลลูโลส เป็นคาร์โบไฮเดรท ซึ่งถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ เซลลูเลส (cellulase) จำแนกออก เป็น 2 ชนิดคือ

1.เซลลูโลสธรรมชาติ (Native Cellulose) เป็นเซลลูโลสที่ประกอบอยู่ในผนังเซลล์ ของผัก ผลไม้ โมเลกุลของเซลลูโลสในเนื้อเยื่อไม้ เซลลูโลสจะเกาะรวมกับเฮมิเซลลูโลส และสาร เพคติน รวมทั้งโปรตีน องค์ประกอบซับซ้อนนี้เรียกว่า อะมอฟัส เจล (Amorphous gel) การเปลี่ยน แปลงของสารในผนังเซลล์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสัมผัสเนื้อ (texture) ของผัก ผลไม้ ขณะ แก่ สุก เก็บรักษาและขณะแปรรูป

2.เซลลูโลสดัดแปลง (Modified Cellulose) ได้จากไฮโดรไลซ์เซลลูโลสธรรมชาติ สารประกอบโครงสร้างอะมอฟัส เจล ถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นสารที่มีลักษณะเป็นท่อนเรียกว่าไมโคร คริสตัล เซลลูโลสดัดแปลงนี้มีสีขาว ละลายได้ดีในด่างอ่อน ไม่ละลายในกรดอ่อน บางครั้งจะเติมสาร ประกอบนี้ในสูตรอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณเนื้ออาหารโดยไม่เพิ่มคาลอรี่ ซึ่งคาร์บอกซิลเมธิลเซลลูโลส (Carboxylmethlcellulose หรือ CMC) มีคุณสมบัติในการกระจายตัวในน้ำได้ ทำให้เกิดเป็นอีมัลชั่นที่ดี และมีความเสถียรต่อความร้อนได้ดีด้วย (วรรณา ,2536)

อนุพันธุ์เซลลูโลสที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้แก่ โซเดียมคาร์บอกซิล เมธิล เซลลูโลส (Sodium Carboxylmethlcellulose หรือ CMC) หรือเรียกว่า เซลลูโลสกัม (cellulose gum) ซึ่ง ได้จากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเซลลูโลสบริสุทธิ์ จากนั้นจึงนำมาทำปฏิกิริยากับ โซเดียมคลอโรอะซีเตต (sodium chloroacetate) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R - OH + NaOH \longrightarrow R - ONa + H_2O$$

$$R - ONa + ClCH_2COONa \longrightarrow ROCH_2COONa + NaCl$$

คุณสมบัติการละลายและความหนืดของ CMC ขึ้นกับน้ำหนักและโครงสร้างของโมเลกุล การเติม CMC ในโปรตีนถั่วเหลือง และเคซีน ช่วยไม่ให้โปรตีนเหล่านี้ตกตะกอน ตลอดจนยังช่วยทำให้สารละลายเจลาตินมีความหนืดมากขึ้น

3.เพคติน เป็นสารประกอบจำพวก Complex Colloidal Carbohydrate ซึ่งประกอบไปด้วยกรดโพลีกาแลคทูโรนิค (Polygalacturonic Acid) เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะ α - 1 , 4 glycosidic โดยที่กลุ่มคาร์บอกซิล (Carboxyl Groups) ของโมเลกุลกาแลคทูโรนิกบางตัวถูกเอสเทอร์ริไฟด์ ด้วยเมทธิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) หรือจับกับโพลีแซคคาไรด์ตัวอื่นๆ โดยทั่วๆ ไป เพคตินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10,000 – 400,000

เพคตินพบทั่ว ๆ ไปในส่วนของมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella) และผนังเซล (cell wall) ของพืช ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของพืช เนื้อเยื่อพืชที่พบเพคตินมากคือ ส่วนของแกน เปลือก และเนื้อเยื่อสีขาวของผลไม้ตระกูลส้ม

ชนิดของเพคติน

เพคตินมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ และเมื่อนำมาตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์หรือเกลือของโลหะแล้วนำไปละลายใหม่จะไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เพคตินสามารถเกิดเป็นเจลได้ในสภาวะที่มีปริมาณน้ำตาลและกรดที่เหมาะสม ปริมาณเพคตินที่ใช้ขึ้นกับชนิดและคุณภาพของเพคตินด้วย ในทางการค้าจะแบ่งเพคตินตามคุณสมบัติออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1.ระดับเอสเทอร์ (Degree of Esterification) ปกติกลุ่มคาร์บอกซิลของเพคตินบางส่วนจะเกิดเป็นเอสเทอร์กับเมทธิลแอลกอฮอล์ การวัดการเกิดเอสเทอร์ของเพคตินจะวัดในรูปปริมาณร้อยละของกลุ่มคาร์บอกซิลที่ถูกเอสเทอร์ริไฟด์ เทียบกับปริมาณกรดกาแลคทูโรนิคทั้งหมด ถ้ากลุ่มคาร์บอกซิลทั้งหมดถูกเอสเทอร์ริไฟด์ จะถือว่าเพคตินนั้นมีระดับเอสเทอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีปริมาณเมทธอกซิล (Methoxyl Content) 16.32 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักโมเลกุลของเพคติน เพคตินชนิดนี้จะไม่พบในธรรมชาติ ในธรรมชาติจะพบเพคตินที่มีกลุ่มเมทธอกซิล 9.5 – 11.0 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น แต่อาจเตรียมเพคตินที่มีปริมาณเมทธอกซิลต่าง ๆ ตามต้องการโดยใช้กรด ด่าง หรือเอนไซม์เอสเทอเรส สลายเอสเทอร์บอนด์ ระดับเอสเทอร์ในโมเลกุลของเพคตินมีผลต่ออัตราเร็วและอุณหภูมิในการเซ็ทตัวของเจล สามารถแบ่งเพคตินตามระดับเอสเทอร์ได้เป็น 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 เพคตินที่มีเมทธอกซิลสูง เป็นเพคตินที่มีระดับเอสเทอร์สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะเกิดเจลได้ดีที่ระดับเอสเทอร์ 60 – 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีปริมาณน้ำตาลและกรดที่เหมาะสม

1.2 เพคตินที่มีเมทธอกซิลต่ำ เป็นเพคตินที่มีระดับเอสเทอร์น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดเจลได้ดีเมื่อมีอิออนของแคลเซียมหรืออิออนอื่น ๆ แม้ว่าไม่มีน้ำตาลอื่น ๆ แม้ว่าไม่มีน้ำตาลเลยก็ได้ ปริมาณเพคตินที่ต้องการในการเกิดเจลลดลงตามระดับเอสเทอร์

2.อัตราเร็วในการเซ็ทตัว (Rate of set) ปรกติเพคตินที่มีกลุ่มเมทธอกซิลสูงหรือจะเซ็ทตัวได้เร็ว ส่วนพวกที่มีกลุ่มเมทธอกซิลปานกลางจะเซ็ทตัวได้ช้า ถ้าปริมาณกลุ่มเมทธอกซิลเท่ากันเพคตินที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่าจะเซ็ทตัวได้เร็วกว่า อาจแบ่งเพคตินตามอัตราเร็วในการเซ็ทตัวได้ดังนี้

2.1 เพคตินที่เซ็ทตัวเร็ว (Rapid – Set Pectin) เป็นเพคตินที่มีระดับเอสเทอร์ในโมเลกุล 70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป เจลจะเริ่มเซ็ทตัวที่อุณหภูมิ 77 – 88 องศาเซลเซียส pH ที่เหมาะสมในการเกิดเจลอยู่ระหว่าง 3.0 - 3.4 ความแข็งของเจลขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลของเพคติน มากกว่าเอสเทอร์โมเลกุล น้ำหนักโมเลกุลยิ่งสูงจะยิ่งให้เจลที่แข็ง

2.2 เพคตินที่เซ็ทตัวช้า (Slow – Set Pectin) เป็นเพคตินที่มีระดับเอสเทอร์ 50 - 70 เปอร์เซ็นต์ เจลจะเริ่มเซ็ทตัวที่อุณหภูมิระหว่าง 54 – 65 องศาเซลเซียส pH ที่เหมาะสมในการเกิดเจลอยู่ระหว่าง 2.8 – 3.2

กลไกการเกิดเจลของเพคติน

เจลของเพคติน (Pectin Gel) เป็นเจลที่เกิดจากเพคตินที่มีกลุ่มเมทธอกซิลสูง เพคตินมีคุณสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) เมื่อละลายน้ำจะเกิดพันธะระหว่างเพคตินกับน้ำได้สารที่ข้นหนืด เพคตินที่มีกลุ่มเมทธอกซิลส่วนใหญ่เกิดเป็นเอสเทอร์ ($-COOCH_3$) และส่วนน้อยเป็นคาร์บอกซิลอิสระ ($-COOH$) จะมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน และจะแตกตัวมากน้อยขึ้นกับ pH ที่ pH สูงจะแตกตัวได้มากขึ้น ให้ประจุที่ผลักกันเอง ทำให้โมเลกุลเรียงกันเป็นเส้นตรงของเหลว จะหนืดแต่ไม่เกิดเจลขึ้น เจลจะเกิดได้เมื่อเพคตินมาเชื่อมเข้าด้วยกันตรงบริเวณที่เรียกว่า Junction Zone เกิดเป็นโครงสร้างร่างแหสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

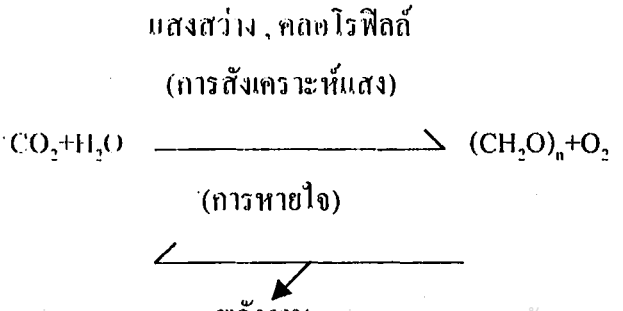
2.3 ผลของการเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงของผักผลไม้สด

ผักผลไม้ก่อนถึงมือผู้บริโภคจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชั่วเคมีที่มีผลต่อคุณภาพของผักผลไม้ได้แก่การหายใจ การคายน้ำ การสุก การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ และการเน่าเสีย การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผักผลไม้ด้วย

1. ผลของการเคลือบผิวที่มีต่ออัตราการหายใจ

การหายใจ เป็นกระบวนการเมตาบอลิกที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในพืชทุกชนิดหลังเก็บเกี่ยว เป็นกระบวนการออกซิไดซ์ของสารอินทรีย์ในเซลล์คือ น้ำตาลกลูโคสให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและพลังงาน การหายใจมีทั้งชนิดใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ ออกซิเจน อัตราการหายใจสามารถบอกถึงอายุการเก็บรักษาของพืชได้ อัตราการหายใจของผักผลไม้ได้จากปริมาณการใช้ออกซิเจนหรือการพายคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการเจริญพัฒนาจนกระทั่งแก่ สุกและหมดอายุ การหายใจจะมีอัตราสูงสุดเมื่อผักผลไม้ยังไม่แก่และลดลงอย่างสม่ำเสมอตามอายุ ยกเว้นบางชนิดเช่น มะม่วง กล้วย มะเขือเทศและแอปเปิลที่มีอัตราการหายใจสูงขึ้นในช่วงที่สุก ผลไม้หลังเก็บเกี่ยวมีการหายใจ 2 แบบคือแบบแรก มีอัตราการหายใจสม่ำเสมอเรียกว่า non - climacteric เช่นพืชตระกูลส้ม สับปะรด เป็นต้น แบบที่สอง มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในช่วงระยะที่แก่และสุกของผลไม้เรียกว่า climacteric fruit เช่นมะม่วงเป็นต้น

อัตราการหายใจของผักจำแนกได้ 3 ระดับคือสูง กลาง ต่ำ คือผักที่เป็นส่วนเนื้อเยื่อพืชอ่อนหรือกำลังแบ่งเซลล์เช่น หน่อไม้ฝรั่งหรือเมล็ดกำลังงอกจะมีอัตราการหายใจสูง ส่วนที่เป็นใบมีอัตราการหายใจระดับกลาง และส่วนที่เป็นรากจะมีอัตราการหายใจต่ำ เนื่องจากเป็นที่สะสมอาหารมีเมตาบอลิกต่ำทำให้มีอายุการเก็บรักษายาวนาน การหายใจมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คือหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไป และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับพลังงานความร้อนออกมา กล่าวได้ว่าปฏิกิริยาภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นปฏิกิริยาย้อนกลับของการสังเคราะห์แสง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลกลูโคสจะเปลี่ยนเป็นไพรูเวทผ่าน EMP (Embden-meyerhof-Parnas) ในไซโตพลาสซึมขณะที่ไพรูเวทที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านวัฏจักรเครบ (Krebs cycle) ในไมโตคอนเดรีย แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจนน้อยหรือถูกจำกัดการหายใจของผักผลไม้จะเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนคือ น้ำตาลกลูโคสเปลี่ยนเป็นไพรูเวทผ่าน EMP แต่ไพรูเวทจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลกติค หรืออะเซตัลดีไฮด์และแอลกอฮอล์พร้อมทั้งให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การหายใจในสภาวะขาดออกซิเจนหรือที่ระดับก๊าซออกซิเจนภายนอกผลเป็น 1- 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดรสชาติผิดปกติ และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลง แต่เอนไซม์ยังคงสามารถทำงานได้ที่ระดับออกซิเจนต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นจะทำให้อัตราการหายใจของผักผลไม้ลดลง และเกิดการสะสมของแอลกอฮอล์และอะเซตัลดีไฮด์ในเนื้อเยื่อ เช่นที่พบในแตงโม และพืชตระกูลส้มเป็นต้น ซึ่งการเคลือบผิว เป็นวิธีหนึ่งที่ป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนที่มีผลกระทบต่ออัตราการหายใจ ในทางที่ลดลง ปกติการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลไม้ไม่เคลือบผิวจะซึมผ่านทางปากใบที่เปิดอยู่ ส่วนผลไม้เคลือบผิว ปากใบจะมีอิมัลชั่นอุดอยู่บางส่วน หรือทั้งหมดทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซน้อยลงมาก (รุ่งทิพย์ , 2536)

2.ผลของการเคลือบผิวต่อการสูญเสียน้ำหนัก

ผลไม้ที่ยังอยู่บนต้นก็มีการสูญเสียน้ำในสภาวะที่อากาศร้อนแห้งในตอนกลางวัน แต่จะได้รับทดแทนจากภายในต้นในตอนกลางคืนต่างจากผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะมีการสูญเสียน้ำหนักโดยการคายน้ำและไม่ได้ทดแทนเหมือนเดิม การสูญเสียน้ำจึงเกิดขึ้นเสมอในพืชทุกชนิดหลังเก็บเกี่ยวซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชและสภาพการเก็บรักษา โดยในระหว่างการขนส่งหรือเก็บรักษาผักผลไม้จะคายน้ำออกทางปากใบ เลนติเซล และจุดอื่น ๆ ที่ติดต่อกับเซลล์อิพิเดอมิส ทำให้เหี่ยว สีไม่ดีและรสชาติผิดปกติ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีลดการสูญเสียน้ำ ซึ่งการเคลือบผิวจะช่วยลดความแตกต่างระหว่างความชื้นภายใน และภายนอกผล ป้องกันการสูญเสียน้ำ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทางการค้าที่มีการเคลือบผิวจะช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ประมาณ 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปเมื่อผักผลไม้สูญเสียน้ำมากกว่า 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทำให้ผัก ผลไม้เหี่ยว ความแน่นเนื้อลดลง รสชาติไม่ดี (รุ่งทิพย์ , 2536)

3.ผลของการเคลือบผิวต่อการสุกของผลไม้

การสุกของผลไม้ซึ่งเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเพื่อให้เหมาะสมต่อการบริโภค การสุกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นปรากฏการณ์ที่ย้อนกลับไม่ได้ซึ่งจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงสี อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทธิลีน เนื้อสัมผัส ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรท กรดอินทรีย์ โปรตีนและยังมีการผลิตกลิ่นรสขึ้นด้วย ฮอร์โมนที่กระตุ้นการสุกของผลไม้ทั้งชนิด non – climacteric และ climacteric คือเอทธิลีน อัตราการสร้างเอทธิลีนต่ำมาก ระหว่างการเจริญและพัฒนาของผล และสูงมากในช่วงที่มีการหายใจเพิ่มขึ้นแล้วกระบวนการสุกจะเริ่มต้น ในผลไม้ชนิดclimacteric อัตราการสร้างเอทธิลีนจะถึงจุดสูงสุดและคงที่ระยะหนึ่ง ก่อนที่จะลดลง ส่วนผลไม้ชนิดnon – climacteric จะมีอัตราการสร้างเอทธิลีนต่ำมาก ทั้งนี้เอทธิลีนที่ความเข้มข้นของเอทธิลีนที่ความเข้มข้น 0.1-1.0 ไมโครลิตรต่อลิตรใน 1 วัน เพียงพอจะเร่งการสุกของผลไม้ climacteric ส่วนผลไม้ non – climacteric จะเพิ่มอัตราการหายใจตามความเข้มข้นของเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นเท่านั้น ก่อนเก็บเกี่ยวก๊าซเอทธิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นในเซลล์ของผลไม้ซึมออกสู่ภายนอกผลมากกว่าการซึมผ่านเข้าเซลล์ของก๊าซออกซิเจน และภายหลังเก็บเกี่ยวการซึมผ่านเข้าออกของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะลดน้อยลงตามลำดับ ในขณะที่ผลสุกเอทธิลีนจะซึมผ่านออกมากขึ้น ดังนั้นฟิล์มหรือไขที่ใช้ห่อหรือเคลือบผักผลไม้ จึงควรมีสมบัติยอมให้คาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านออกได้มากกว่าให้ออกซิเจนซึมผ่านเข้าไป มิฉะนั้นคาร์บอนไดออกไซด์ยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนซึ่งจะทำให้ผลไม้ไม่สุก (รุ่งทิพย์ ,2536)

3.1ผลของการเคลือบไขต่อการผลิตก๊าซเอทธิลีน

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันว่าเอทธิลีนสังเคราะห์จากกรดอะมิโน methionine ผ่าน s-adenosylmethionine (SAM) โดยเอนไซม์ methionine adenosyltransferase และ ATP ซึ่ง SAM ที่ได้แยกออกเป็น 2 ส่วนเป็น 5 – methlthioadenine และ 1 – aminocyclopropane –1-carboxylic acid (ACC) โดยเอนไซม์ ACC synthase จากนั้น ACC จึงเปลี่ยนเป็นเอทธิลีน ฟอร์เมท คาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียในระยะสุดท้ายซึ่งต้องการก๊าซออกซิเจน การขาดหรือมีก๊าซออกซิเจนต่ำจะลดอัตรา หรือหยุดการเปลี่ยน ACC ไปเป็นเอทธิลีน และเกิดการสะสมของ ACC สภาพที่ก๊าซออกซิเจนต่อ และหรือคาร์บอนไดออกไซด์สูงชะลอการสุก และอัตราการผลิตเอทธิลีนได้ ในบรรยากาศที่ความเข้มข้นของออกซิเจนปกติแต่ มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 0.03 เปอร์เซ็นต์ การทำงานของเอทธิลีนจะลดลง และที่ความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นเอทธิลีนจะไม่ทำงาน เพราะเนื่องจากในบรรยากาศปกติ เอธิลีนจะไปยึดเกาะกับโลหะที่เป็นส่วนหนึ่งของเอนไซม์อยู่ในเนื้อเยื่อของพืช ซึ่งเป็นที่เดียวกับที่ออกซิเจนยึดเกาะอยู่คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีสูตรโครงสร้างคล้ายกับเอทธิลีน สามารถเข้าไปแทนที่เอทธิลีนในลักษณะแข่งขันทำให้เอทธิลีนทำงานไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2ผลของการเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนสี

โดยทั่วไปผู้บริโภคใช้สีเป็นตัวกำหนดว่า ผลไม้สุกหรือไม่สุกโดยสังเกตจากการสูญเสียสีเขียว การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นทันทีเมื่อมีอัตราการหายใจสูงสุด (climacteric peak) ในระหว่างการสุกผลไม้จะสูญเสียสีเขียว ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายคลอโรฟิลล์โดยเอนไซม์คลอโรฟิลล์ซึ่งขึ้นกับ pH ที่เปลี่ยนไปจากผลของการแตกตัวกรดอินทรีย์ในแวคคิวโอล และกระบวนการออกซิเดชันที่ต้องใช้ก๊าซออกซิเจนทำให้สีเขียวหายไปทำให้สีเหลือง หรือสีส้มของแคโรทินอยด์ (carotenoid) ที่สังเคราะห์ขึ้นมาในช่วงการเจริญของผลปรากฏให้เห็นชัดเจนขึ้น เอทธิลีนเป็นตัวส่งเสริมให้มีการย่อยสลายของคลอโรฟิลล์ระหว่างการสุกด้วยพบว่าเมื่อพืชตระกูลส้ม เก็บไว้ในที่มีเอทธิลีน 1,000 ppm เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จะสูญเสียคลอโรฟิลล์ถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซออกซิเจนมีผลทำให้แคโรทินอยด์สลายไปขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผล การเคลือบผิวช่วยชะลอการเปลี่ยนสีที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงและออกซิเจนต่ำจะชะลอการเกิดออกซิเดชันและการผลิตเอทธิลีนที่ต้องใช้ออกซิเจนทำให้การเปลี่ยนสีน้อยลง

3.3 ผลของการเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

การสุกผลไม้จะเสียความแน่นจากการสลายของผนังเซลล์ ทำให้สูญเสียแรงยึดระหว่างเซลล์และความแข็งแรงของผนังเซลล์ ถ้าการสลายตัวรุนแรงเนื้อผลไม้เละ อัตราการสลายตัวของสารพวกเพคตินที่เป็นส่วนประกอบผนังเซลล์สัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการนิ่มของผล เมื่อผลไม้เริ่มสุกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำหรือโปรโตเพคติน ซึ่งมีอยู่ในผลไม้ที่ไม่สุกจะลดลงจากการย่อยสลายของเอนไซม์โปรโตเพคตินเนส (protopectinase) ให้เพคตินที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นและเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอเนส (pectin methylesterase และ โพลีกาแลกโทโรเนส (polygalacturonase) จะย่อยสลายต่อเป็นกรดกาแลกโทโรนิค (galacturonic acide) เปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของผนังเซลล์และสูญเสียการเต่งซึ่งสัมพันธ์ต่อการสูญเสียความกรอบของผลไม้ ก๊าซเอทธิลีนมีผลต่อการอ่อนตัวของผักผลไม้เช่นกันโดยเหนี่ยวนำให้เอนไซม์ย่อยผนังเซลล์มีกิจกรรมมากขึ้น

3.4 ผลของการเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรท

ส่วนมากผลไม้ในกลุ่ม climacteric หลังเก็บเกี่ยว หรือระหว่างการสุกสตาร์ชจะถูกไฮโดรไลซ์เปลี่ยนเป็นน้ำตาลเกือบหมด ทำให้น้ำตาลเพิ่มขึ้น ความหวานมากขึ้นและยอมรับรสชาติได้มากขึ้น ผลไม้กลุ่ม non-climacteric จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ส่วนผักนั้นไม่มีการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเมตาบอลิกทันที ยกเว้น ขณะที่งอกในสภาพควบคุมบรรยากาศมีก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ก๊าซออกซิเจนลดลงจะทำให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสหยุดชะงัก นอกจากนี้ก๊าซเอทธิลีนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผักและผลไม้

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลือบผิว

1.สรีระของผักผลไม้

ลักษณะทางสรีระพืชที่ไม่เหมาะกับการเคลือบผิว ได้แก่ ผักกินใบ รากพืชที่เป็นกระจุก กะหล่ำดอก เงาะ กะหล่ำปลี เพราะการเคลือบผิวไม่ได้แห้งอย่างรวดเร็วมีแนวโน้มที่จะสะสมเป็นจุด มีผลให้ใบหรือรากเกาะติดกันเป็นต้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับลักษณะของผิวหน้าผลไม้ ถ้าเป็นผลไม้ที่มีเลนติเซล (lenticel) ขนาดใหญ่จำนวนมากหรือมีคอร์ค สารเคลือบผิวต้องเข้าไปบรรจุให้เต็มหรือบางส่วนของพื้นที่เหล่านี้ ส่วนผลที่มีผิวหน้าเรียบเช่น กล้วย มะเขือเทศ ความเข้มข้นต้องเพิ่มความหนาของฟิล์มสารเคลือบผิวเพื่อควบคุมการสูญเสียน้ำ (รุ่งทิพย์ , 2536)

2.ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิว

การเลือกสารเคลือบผิวที่เหมาะสม สำหรับผักผลไม้ แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิว ซึ่งสารเคลือบผิวแต่ละชนิดมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักต่างกัน แม้จะมีความเข้มข้นเดียวกัน การเคลือบผิวต้องทำให้ผิวหน้าผลไม้แห้ง มิฉะนั้นสารเคลือบผิวจะเจือจางลง ทำให้ประสิทธิภาพการยืดอายุของผักผลไม้สั้นลง (รุ่งทิพย์ , 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1วัตถุดิบ

1.กล้วย

3.1.2 สารเคมี

1.Shaffer - Somogyi carbonate

2.สารละลาย Iodide - oxalate

3.0.1N NaOH

4.สารละลายมาตรฐาน 0.1N Sodium thiosulfate

5.สารละลาย Starch indicator

6.สารละลาย Calcium chloride 33 %

7.เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 65

8.กรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 0.8

9.สารละลาย 2N H_2SO_4

10.Carboxylmethylcellulose (CMC)

11.แป้งมัน

12.เพคติน

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.เครื่องวัดสี ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR - 300

2.เครื่องชั่งไฟฟ้า รุ่น Mettler PM 600

3.เครื่อง Centrifuge ยี่ห้อ CENTRIKON รุ่น T-42 K

4.Hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO (N_1 Brix 0 – 32 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 คัดเลือกกล้วยหอม

โดยเลือกกล้วยหอมดิบที่มีขนาดพอประมาณ และยังมีเหลี่ยมของผลอยู่ ปราศจากบาดแผลจากโรคและแมลง

1.2 นำกล้วยจากข้อ 1.1 มาแช่ในน้ำยากันเชื้อรา คาร์เบ็นดาซิม (Carbendazim) ที่มีความเข้มข้น 250 ppm นาน 3 นาที แล้วจึงนำขึ้นมาผึ่งให้แห้ง

2. การเตรียมสารเคลือบผิว

สารเคลือบที่ใช้ในการเคลือบผิวกล้วยหอมโดยใช้สูตรแป้งมัน : น้ำ : เพคติน ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 และแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 นำสูตรการทดลองมาผสมกันตามอัตราส่วนที่กำหนด ยกเว้น CMC เพคติน ให้ความร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ระหว่างให้ความร้อนทำการคนตลอดเวลา หลังจากนั้นเติม เพคตินและ CMC ตามสูตร ปล่อยให้เย็นอุณหภูมิเท่ากับ 37 องศาเซลเซียส นำไปเคลือบผิวกล้วย

3. การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ตอนที่1 ศึกษาหาชนิดของสารเคลือบผิว(Edible coating materials)ชนิดต่าง ๆที่เหมาะสม

นำผลกล้วยหอมที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจากข้อ 1.1 มาเคลือบสารเคลือบผิวที่เตรียมจากข้อ 2 โดยการจุ่มโดยแบ่งชุดทดลองออกเป็น 3 ชุดทดลองๆละ 15 ซ้ำ

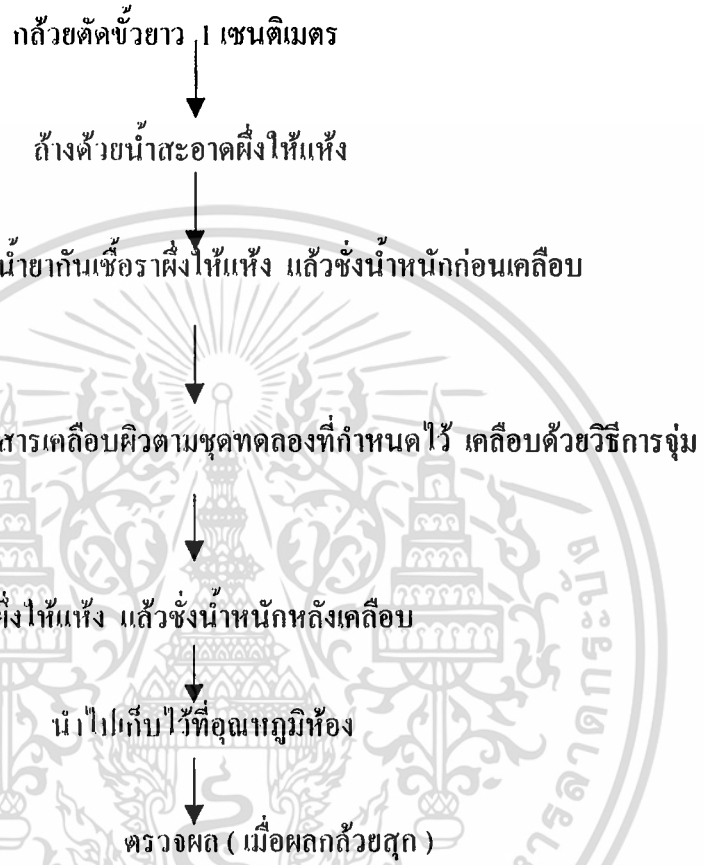
ชุดทดลองที่ 1 ชุดควบคุม

ชุดทดลองที่ 2 เคลือบด้วยสูตรทดลองที่ 1

ชุดทดลองที่ 3 เคลือบด้วยสูตรทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้



4. ตรวจผลการทดลอง

ก. การสูญเสียน้ำหนัก วัดการสูญเสียน้ำหนักโดยการชั่งน้ำหนักผลทุกๆ 2 วัน จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวในระดับที่ 3 โดยเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานและคิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

ข.การเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยใช้เครื่องวัดสี บันทึกการเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกในค่า L , a , b โดยวัดด้านข้างบริเวณช่วงกลางของผลทั้ง 2 ด้าน โดยวัดชุดทดลองละ 1 ซ้ำทำการวัดทุก ๆ 2 วันเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน (Dole Banana Color Chart) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 คะแนน คือ มีสีเขียวเข้มทั้งผล

2 คะแนน คือ มีสีเขียวอ่อน

3 คะแนน คือ มีสีเขียว 50 เปอร์เซ็นต์สีเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์

4 คะแนน คือ มีสีเหลืองมากกว่าเขียว

5 คะแนน คือ มีสีเหลืองเกือบทั้งหมด มีสีเขียวเฉพาะตรงปลายของผล

6 คะแนน คือ มีสีเหลืองทั้งผล

7 คะแนน คือ มีสีเหลืองเข้มและมีจุดสีน้ำตาล

ตอนที่ 2 ศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิวต่อการสุกของกล้วยหอม

นำสารเคลือบผิวที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1 มาศึกษาโดยมีขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและการเตรียมสารเคลือบผิว เช่นเดียวกับตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลกล้วยหอมเริ่มต้นและเมื่อสุก โดยนำผลกล้วยหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนเปลือกมีการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงของสี จนถึงระยะที่ 4 มาบ่มด้วย แก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและเมื่อสีเปลือกมีการพัฒนาจนถึงระดับที่ 7 แล้วจึงนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสดังนี้

1. วิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

การวิเคราะห์หาปริมาณกลูโคสโดยวิธี Shaffer - Somogyi Micro Method

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตรที่มีปริมาณกลูโคสอยู่ในช่วง 0.5 - 2.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดสอบขนาด 25x200 มิลลิลิตร เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างควบคุมโดยใช้สารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เติมน้ำยา Shaffer - Somogyi carbonate 50 reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการแกว่งเบา ๆ ปิดหลอดด้วย ลูกแก้ว นำไปต้มในอ่างน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็นในอ่างน้ำไหล 4 นาทีระวังให้หลอดทดสอบกระเทือนในระหว่างการต้มและทำให้เย็น เติมสารละลาย Iodide - oxalate 2 มิลลิลิตร โดยให้ค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้างหลอด เติม 2N H_2SO_4 เขย่าให้ตะกอนสีแดงของ Cu_2O ละลาย นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.005 N $Na_2S_2O_3$ โดยเติม Starch indicator 2-3 หยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตรคำนวณหาปริมาตร น้ำตาล

1. ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัมต่อ 5 มิลลิลิตร) =

0.1099 (ผลต่างของ มิลลิลิตร ของ 0.005 N $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างกับ ที่ใช้ไตเตรท blank) + 0.048

2. วิเคราะห์ปริมาณสตาร์ช

การวิเคราะห์ปริมาณแป้งโดยวิธี Polarization

2.1 บดตัวอย่างแป้งให้มีขนาดเล็กลง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh แล้วชั่งตัวอย่างแป้งมาประมาณ 2.0-2.5 กรัม จดน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างไว้

2.2 ใส่ตัวอย่างลงในหลอด centrifuge ที่มีฝาปิด เติม ethanol 65 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วกวนแรง ๆ ด้วยแท่งแก้ว

2.3 นำไปเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นทำการล้างตะกอนซ้ำ และเหวี่ยงใหม่อีก 5 ครั้ง โดยทุก ๆ ครั้ง ให้ใช้แท่งแก้วอันเดิมกวนแรง ๆ ก่อนหมุนเหวี่ยง

2.4 นำตะกอนที่ได้มาเติมน้ำกลั่นจำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ส่วนของตะกอนที่ติดตามหลอด centrifuge ให้ทำการล้างด้วยสารละลาย $CaCl_2$ 58 มิลลิลิตร และสารละลายกรดอะซิติก 0.8 เปอร์เซ็นต์ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้แท่งแก้วคน

2.5 นำสารละลายมาทำให้เดือดรวดเร็ว โดยต้มบนตะแกรงลวด hot plate ใส่ glass bed ลงไป แล้วเขย่าตลอดเวลา ทำการต้มเดือดเป็นเวลา 15-17 นาที ระหว่างนี้ให้ใช้แท่งแก้วขูดตัวอย่างที่ติดข้าง flask ลงไปรวมกับสารละลายในขณะต้ม

2.6 ทำให้สารละลายเย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยผ่านน้ำประปา

2.7 เทใส่ volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร โดยล้างตะกอนด้วยสารละลาย $CaCl_2$

2.8 ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ถ้ามีฟองเกิดขึ้นให้เติม ethanol ประมาณ 1 หยด ผสมให้เข้ากัน

2.9 ดูดตัวอย่างประมาณ 10 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 ส่วนแรกที่กรองได้ให้ทิ้งไป แล้วเก็บส่วนที่กรองได้ 40-50 มิลลิลิตร

2.10 กรองผ่าน celite ที่บรรจุอยู่ใน pyrex glass ด้วยวิธีการ suction

2.11 นำส่วนใสที่กรองได้ไปวัดค่า rotation ด้วยเครื่อง polarimeter โดยใช้หลอดขนาด 10 เซนติเมตร ทำการวัด 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ แป้ง} = \frac{100 \times R \times 100}{1 \times 203 \times W}$$

$$= \frac{49 \times R}{W}$$

R = observed angular rotation

W = น้ำหนักตัวอย่าง

203 = specific rotation ของแป้ง

3. วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid) โดยใช้ Hand refractometer

นำกล้วยสดปอกเปลือกแล้วชั่งน้ำหนัก 10 กรัม มาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบด ใช้ผ้าขาวบางกรองเอาแต่น้ำที่ได้จากการบด นำมาวัดด้วย Hand refractometer (0 – 30 Brix) วัดที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ตัวอย่างเนื้อกล้วยจากกล้วยที่สุ่มมาจำนวน 5 ผล

4.วิเคราะห์หาปริมาณกรดมาลิคและค่าความเป็นกรด - ด่าง

โดยนำกล้วยปอกเปลือกปั่นให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักของเนื้อกล้วย ต้มกับน้ำประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นก่อนเทลงใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ดูดสารละลายจำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH โดยใช้ phenolpthalein 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทจนสารละลายเปรียบเป็นสีชมพู่อ่อน

สูตรการคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด} = \frac{\text{ml.NaOH x Normality NaOH x 100 x meq. malic acid}}{\text{ml. sample x 1000}}$$

meq. malic acid = 0.067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

นำกล้วยมาทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิม 15 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15771

บทที่ 4
ผลและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลกล้วยหอม

4.1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

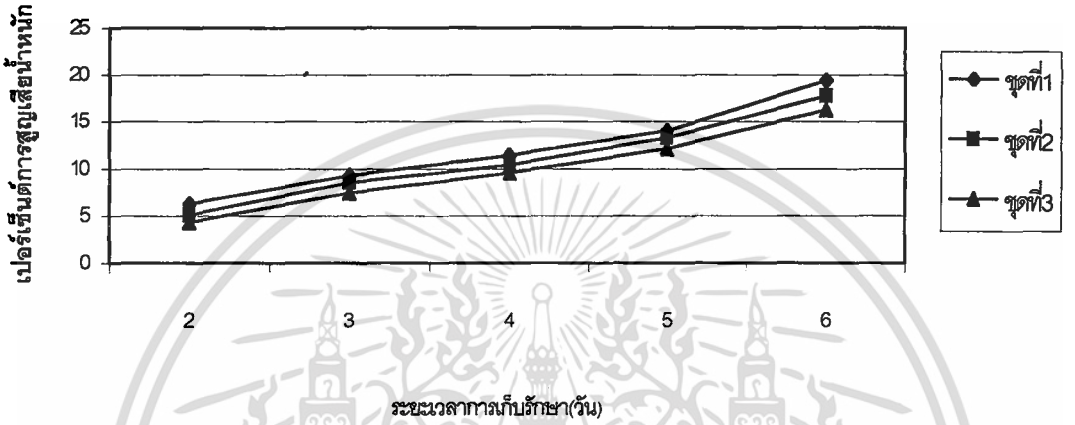
ผลของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก					
	อายุการเก็บรักษา(วัน)					
	0	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	6.28	9.32	11.43	14.01	19.35
2. แป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1)	0	5.08	8.56	10.41	13.23	17.70
3. แป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	4.33	7.42	9.58	12.06	16.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



ภาพที่ 1 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 19.35เปอร์เซ็นต์ ชุดทดลองที่เคลือบด้วยแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 17.70เปอร์เซ็นต์ และชุดทดลองที่เคลือบด้วยแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 16.27เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน จะเห็นได้ว่าการสูญเสียน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Robinson และคณะ (1977) และ Chen (1989) ที่กล่าวว่าผลไม้ในเขตร้อนจะมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 0.1-0.3 เปอร์เซ็นต์ loss/วัน/mbarWVPD ชุดทดลองที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจะช่วยลดการสูญเสียน้ำเพราะสารเคลือบผิวจะไปทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่าง ๆ ทำให้การสูญเสียน้ำลดลง ส่วนชุดควบคุมไม่ได้มีการเคลือบผิวปิดช่องเปิดต่าง ๆ จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำมากกว่าชุดทดลองอื่นและการหายใจยังทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย (จริงแท้ ,2538)

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงสี

ค่า L ถ้ามีค่าใกล้ 100 แสดงว่าสว่าง ถ้ามีค่าใกล้ 0 แสดงว่ามืด

ค่า a ถ้ามีค่าบวก แสดงว่ามีสีแดง ถ้ามีค่าลบแสดงว่ามีสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า b ถ้าค่าบวกแสดงว่ามีสีเหลือง ถ้าค่าลบแสดงว่ามีสีน้ำเงิน

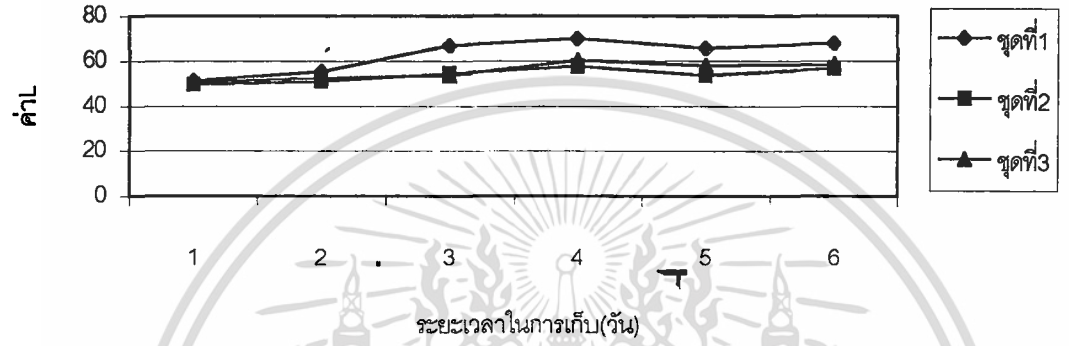
การเปลี่ยนแปลงค่า L ; จากการนำชุดทดลองต่าง ๆ มาวัดสีและเปรียบเทียบค่า L ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสว่างและมืด จะเห็นว่าทุกชุดทดลองค่า L มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า L อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดทดลอง	0	51.4^{f}	55.202^{e}	66.78^{b}	69.93^{a}	65.59^{bd}	67.87^{bc}
2. แป้งมัน: น้ำ : เพคติน(2 :60 :0.1)	0	49.68^{de}	51.114^{de}	54.43^{bc}	57.68^{a}	53.67^{cd}	56.88^{ab}
3. แป้งมัน :น้ำ :CMC (2 :60: 0.1)	0	50.77^{c}	52.33^{bc}	53.63^{b}	60.2^{a}	57.83^{a}	58.6^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงค่า L มากที่สุด รองลงมาคือชุดทดลองแป้ง: น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) และ แป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าสารเคลือบผิวนอกจากจะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ยังช่วยให้การแลกเปลี่ยนก๊าซลดน้อยลง ปริมาณออกซิเจนภายในผลลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสีช้ากว่าชุดควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น ซึ่งจะไปขัดขวางการทำงานของเอทธิลีนทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นได้น้อยลง (จริงแท้ ,2538)

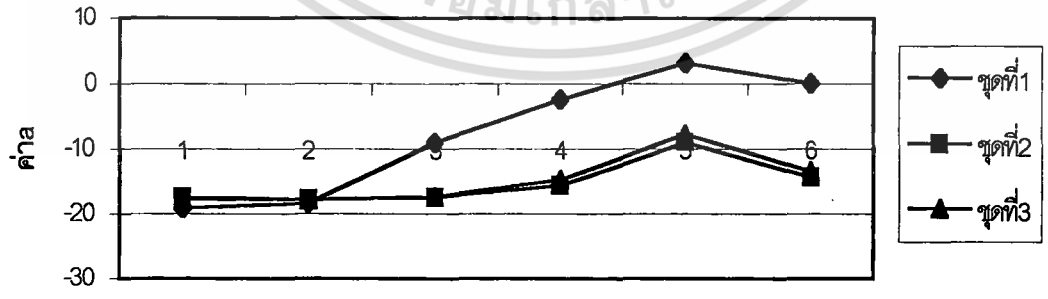
การเปลี่ยนแปลงค่า a ; จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่า a ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเป็นสีเขียวและสีแดง จะเห็นว่าค่า a มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะการเก็บนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3 และ ภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า a						
	อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	-19.16^{e}	-18.41^{e}	-8.96^{d}	-2.45^{c}	3.15^{b}	0.121^{a}
2. แป้งมัน:น้ำ: เพคติน (2:60:0.1)	0	-17.47^{c}	-17.74^{c}	-17.53^{c}	-15.51^{b}	-8.93^{a}	-14.22^{b}
3. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	-17.64^{c}	-17.83^{c}	-17.40^{c}	-14.64^{b}	-7.63^{a}	-13.34^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ระยะเวลาการเก็บรักษา(วัน)

ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a เร็วที่สุด รองลงมาคือชุดทดลองที่เคลือบด้วยแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) และแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ตามลำดับ เนื่องจากชุดควบคุมไม่ได้มีการเคลือบด้วยสารเคลือบผิว ซึ่งทำให้มีการออกซิไดซ์คลอโรฟิลล์โดยออกซิเจน ทำให้คลอโรฟิลล์เสื่อมสลายไปแล้วสารสีอื่นที่ถูกบดบังไว้จึงปรากฏให้เห็น ส่วนชุดทดลองที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวนั้นจะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซลดน้อยลง ออกซิเจนลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นซึ่งจะไปขัดขวางการทำงานของเอทธิลีนทำให้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นน้อยลง (จริงแท้ ,2538)

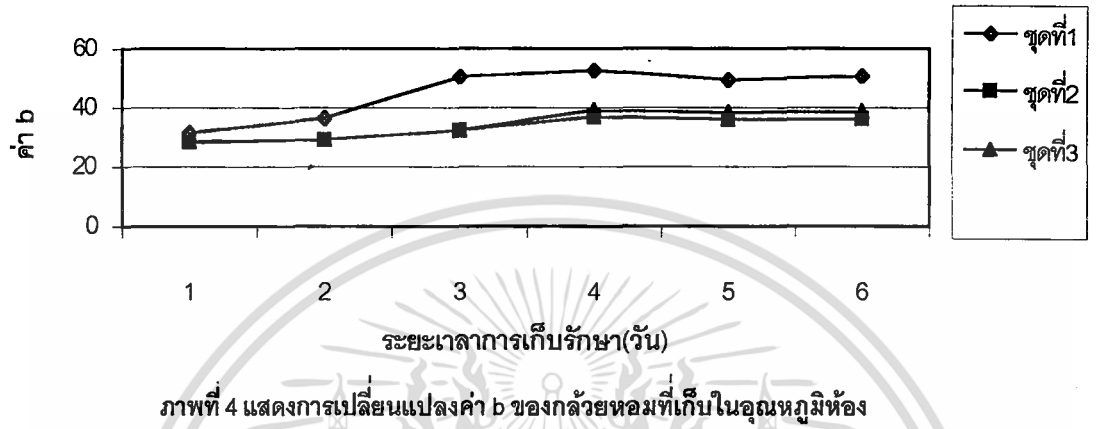
การเปลี่ยนแปลงค่า b ; ค่า b จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่า b ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน จะเห็นว่าค่า b ค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4 และ ภาพที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า b						
	อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	31.71^{d}	36.55^{c}	50.33^{b}	52.625^{a}	49.38^{b}	50.67^{b}
2. แป้งมัน:น้ำ: เพคติน (2:60:0.1)		28.22^{c}	29.29^{c}	32.55^{b}	37.03^{a}	36.03^{a}	36.22^{a}
3. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	28.64^{c}	29.45^{c}	32.64^{b}	39.05^{a}	38.3^{a}	38.75^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมที่เก็บในอุณหภูมิห้อง

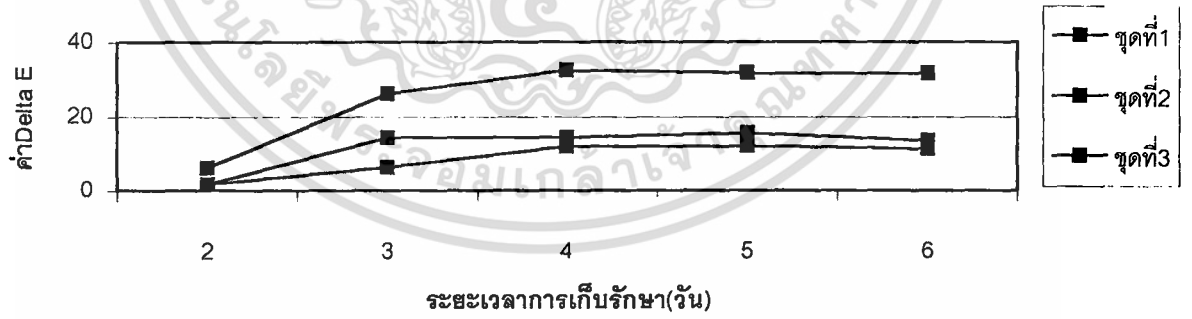
จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีค่าการเปลี่ยนแปลงค่า b เร็วที่สุด รองลงมาคือชุดแป้งมัน: น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) และชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองมากขึ้น แสดงว่าแคโรทีนอยด์มีมากกว่าคลอโรฟิลล์ เนื่องจากคลอโรฟิลล์สลายตัวไป สีของแคโรทีนอยด์ที่ถูกบดบังไว้จึงปรากฏให้เห็น(Thompson ,1995)

การเปลี่ยนแปลงΔE ; ค่า ΔE จากผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโดยรวม มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีของกล้วยหอม ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	ค่า ΔE					
	อายุการเก็บรักษา(วัน)					
	0	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	6.2	26.22	32.56	31.8	31.66
2. แป้งมัน:น้ำ: เพคติน (2:60:0.1)		1.81	6.43	12.06	12.24	11.24
3. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	1.77	14.4	14.36	15.6	13.49



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงDelta E ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีเร็วที่สุด รองลงมาคือชุดแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) และแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เนื่องจากชุดควบคุมไม่ได้มีการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวจึงมีการเปลี่ยนแปลงสีเร็วกว่าชุดทดลองอื่น ๆ เพราะการเคลือบผิวจะช่วยลดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้ ออกซิเจนน้อยลง และมีผลให้คลอโรฟิลล์เสื่อมสลายช้าลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นก็จะช่วยขัดขวางการทำงานของเอทธิลีนที่มีผลต่อกระบวนการสุก (จริงแท้ ,2538)

เมื่อนำค่า ΔE ไปคำนวนผลทางสถิติพบว่า ชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1) กับชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการทดลองตอนที่ 1 นี้จึงเลือกชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) เพราะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด มาใช้เป็นชุดทดลองที่ดีที่สุดในการทดลองตอนที่ 2

4.2 ศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

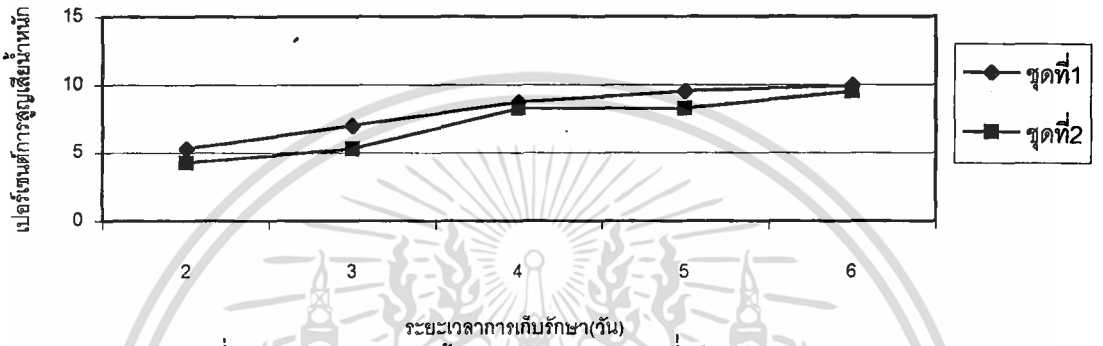
4.2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

ผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก					
	อายุการเก็บรักษา(วัน)					
	0	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	5.30	6.97	8.72	9.53	9.95
2. แป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	4.25	5.30	8.24	8.24	9.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 9.95เปอร์เซ็นต์ และชุดทดลองที่เคลือบด้วยแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 9.51เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน จะเห็นได้ว่าการสูญเสียน้ำเสียน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาสูงขึ้น

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสี

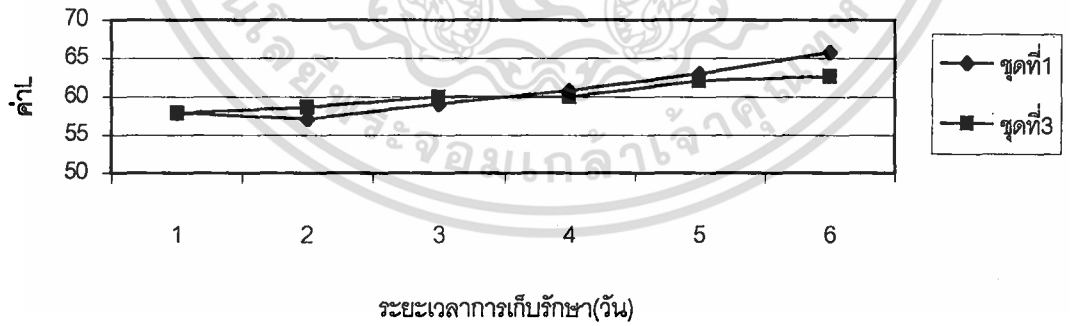
การเปลี่ยนแปลงค่า **L** ; จากการนำชุดทดลองต่าง ๆ มาวัดสีและเปรียบเทียบค่า L ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสว่างและมืด จะเห็นว่าทุกชุดทดลองค่า L มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า L						
	อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	57.86^{d}	57.05^{d}	59.06^{cd}	60.78^{c}	62.97^{b}	65.75^{a}
2. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	57.89^{c}	58.64^{bc}	59.93^{bc}	59.95^{b}	62.09^{a}	62.66^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงค่า L เร็วกว่า ชุดทดลอง แป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ซึ่งแสดงว่าสารเคลือบผิวนอกจากจะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักแล้งยังช่วยลดการเปลี่ยนแปลงค่า L ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

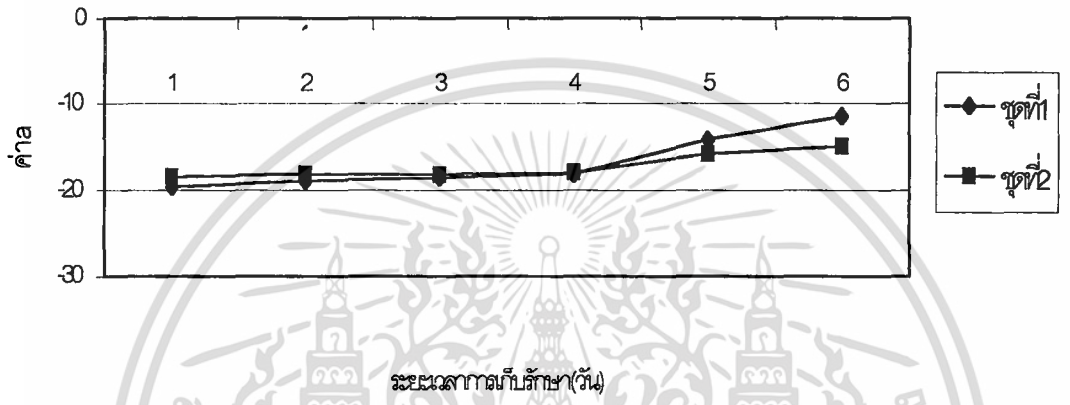
การเปลี่ยนแปลงค่า a ; จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่า a ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเป็นสีเขียวและสีแดง จะเห็นว่าค่า a มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะการเก็บนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า a						
	อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	-19.59^{c}	-18.93^{c}	-18.55^{bc}	-18.11^{c}	-14.12^{b}	-11.46^{a}
2. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	-18.48^{b}	-18.11^{b}	-18.25^{b}	-17.99^{ab}	-15.82^{a}	-14.93^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่8แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าa ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 8 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a เร็วกว่า ชุดทดลองแป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1) เนื่องจากชุดควบคุมไม่ได้มีการเคลือบด้วยสารเคลือบผิว จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a เร็วที่สุด

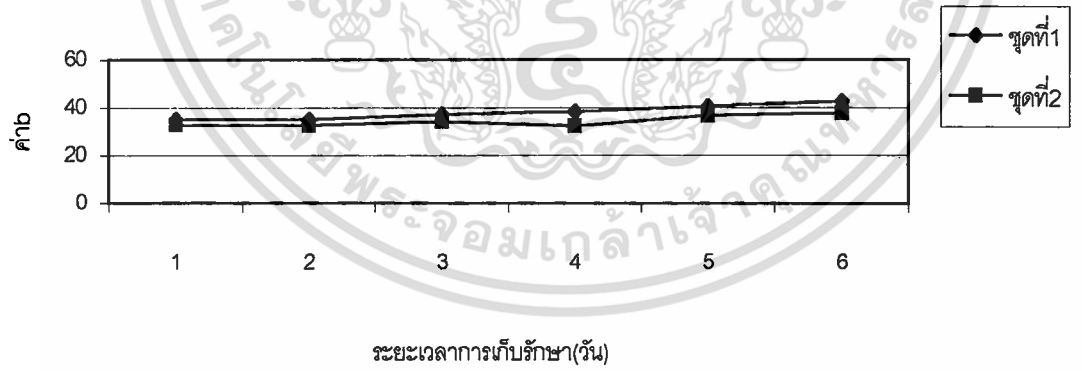
การเปลี่ยนแปลงค่า b ; จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่า b ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน จะเห็นว่าค่า b ค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 9 และ ภาพที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่า b						
	อายุการเก็บรักษา(วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	35.01^{d}	35.08^{d}	37.22^{c}	38.39^{c}	40.76^{b}	42.70^{a}
3. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	32.77^{d}	32.52^{d}	34.26^{c}	32.34^{c}	36.52^{b}	37.73^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

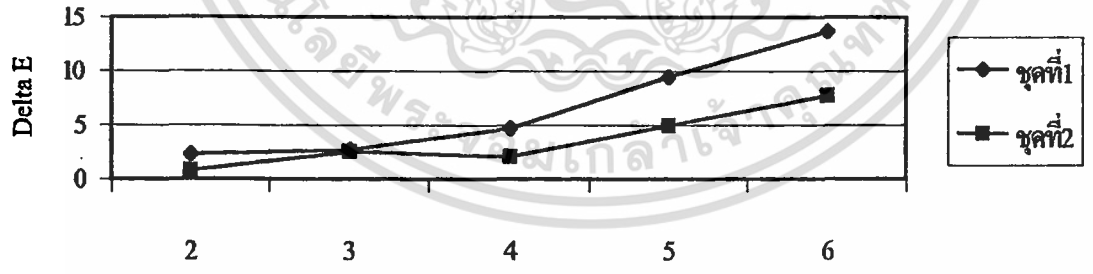
จากภาพที่ 9 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีค่าการเปลี่ยนแปลงค่า b เร็วกว่า ชุดทดลองแป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1) โดยมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ; จากผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโดยรวม มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีของกล้วยหอม ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลอง	ค่า ΔE					
	อายุการเก็บรักษา(วัน)					
	0	2	3	4	5	6
1. ชุดควบคุม	0	2.31	2.72	4.70	9.44	13.69
3. แป้งมัน: น้ำ:CMC (2:60:0.1)	0	0.8	2.53	2.07	4.96	7.74



ระยะเวลาการเก็บรักษา(วัน)

ภาพที่10 แสดงการเปลี่ยนแปลงDelta E ของกล้วยหอมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 10 จะเห็นว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีเร็วกว่า ชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1) ซึ่งการทดลองตอนที่ 2 นี้ให้ผลเช่นเดียวกับตอนที่ 1 คือ ชุดทดลองที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีช้ากว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว

4.2.3. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของผลกล้วยหอมหลังจากบ่มให้สุก

นำผลกล้วยหอมที่มีการพัฒนาของสีเปลือกอยู่ในระดับที่ 4 ไปบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลกล้วยหอมเมื่อผลกล้วยมีคะแนนของสี 7 คะแนน ผลการทดลอง ปรากฏว่าผลกล้วยหอมในชุดควบคุมสุกภายหลังจากการบ่ม 3 วัน ในขณะที่ผลกล้วยหอมที่มีการเคลือบผิวจะสุกภายหลังจากการบ่ม 5 วันที่อุณหภูมิห้อง

สาเหตุที่ผลกล้วยหอมที่เคลือบผิวมีระยะเวลาสุกช้ากว่าชุดควบคุม เนื่องจากการเคลือบผิวช่วยลดอัตราการหายใจ โดยสารที่เคลือบจะไปปิดส่วนที่เป็นช่องเปิดตามธรรมชาติ ทำให้การผ่านเข้า ออกของก๊าซออกซิเจน ซึ่งเป็นก๊าซที่ใช้ในขบวนการหายใจลดลง ซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงการสุกของผล

ตารางที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของกลูโคสและปริมาณของแป้ง

ชุดทดลอง	ปริมาณร้อยละของกลูโคส		ปริมาณร้อยละของแป้ง	
	ดิบ	สุก	ดิบ	สุก
ชุดควบคุม	1.28	17.4	18.4	1.47
ชุดทดลองที่ 1	1.28	18.3	18.4	1.25

ตารางที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{0}Brix)	
	ดิบ	สุก
ชุดควบคุม	2.0	20.8
ชุดทดลองที่ 1	2.0	21.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

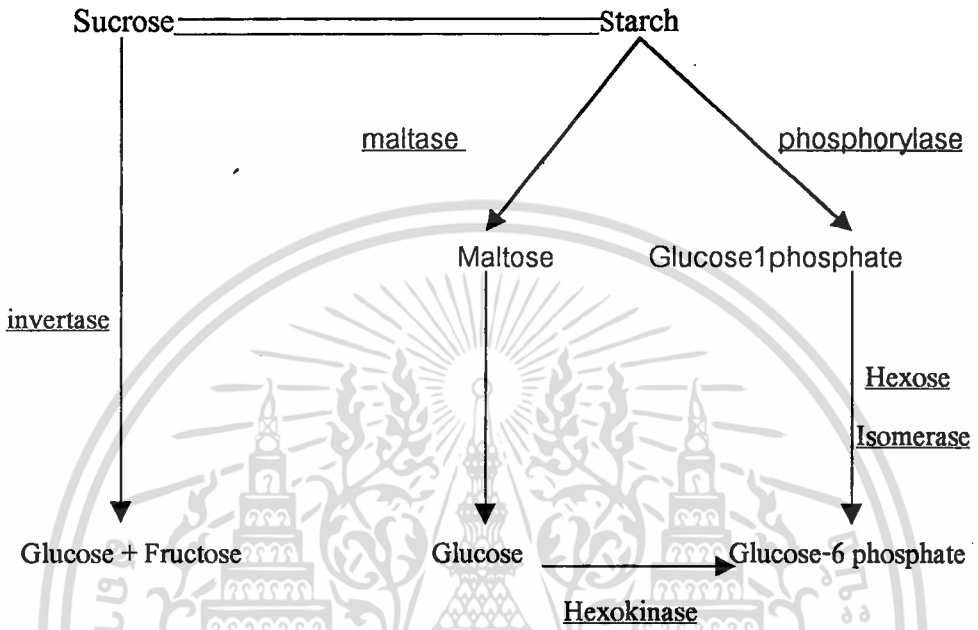
ตารางที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดมาลิค และค่าความเป็นกรด - ด่าง

ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์กรดมาลิค		ค่าความเป็นกรด - ด่าง	
	ดิบ	สุก	ดิบ	สุก
ชุดควบคุม	0.02	0.14	6.1	5.0
ชุดทดลองที่ 1	0.02	0.12	6.1	5.4

จากตารางที่ 11 – 13 สังเกตพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้ง น้ำตาลกลูโคส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด กรดมาลิค และค่าความเป็นกรด – ด่าง ของผลกล้วยหอมทั้ง 2 ชุดทดลอง เมื่อผลดิบและผลสุกมีค่าใกล้เคียงกันกล่าวคือการเคลือบผิวผลกล้วยหอมด้วยแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของผลกล้วยเมื่อสุก แต่จะมีผลในการยืดอายุเวลาในการบ่มผลกล้วยให้สุกจาก 3 วัน เป็น 5 วัน

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างขบวนการสุกของผลกล้วยหอมประกอบด้วยหลายขบวนการที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน แป้งที่มีอยู่มากในผลดิบจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในขบวนการหายใจของผล การเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลจะเกี่ยวข้องกับเอนไซม์หลายชนิดดังภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงปฏิกิริยาต่าง ๆ พร้อมเอนไซม์ที่ช่วยเร่งในการเปลี่ยนแปลงแป้งที่สะสมในพืชให้เป็นน้ำตาลกลูโคส

ที่มา : อรรณพ , 2532

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดส่วนมากเป็นน้ำตาล ดังนั้นเมื่อผลดิบจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำและจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อผลสุกซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ ขบวนการหายใจของพืชประกอบด้วย 3 วัฏจักรใหญ่ ๆ คือ วัฏจักรไกลโคไลซีส ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นกรดไพรูวิค วัฏจักรเครบส์จะเปลี่ยนกรดไพรูวิคเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งในวัฏจักรจะมีการเปลี่ยนเป็นกรดมาลิคและกรดออกซาลิค และการถ่ายทอดอิเลคตรอนเพื่อนำไปสร้างสารประกอบที่ให้พลังงานสูง (ATP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

การทดสอบด้าน	ตัวอย่างกล้วย	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 1
สี	3.58	3.25
กลิ่น	3.75	3.16
รสชาติ	4.00	3.92
เนื้อสัมผัส	3.83	3.60
การยอมรับรวม	4.08	3.50

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสภายหลังจากที่ผลกล้วยสุกในระดับที่ 7 ปรากฏว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ระหว่างผลกล้วยหอมในชุดควบคุมและชุดที่เคลือบผิวเท่ากัน จึงเป็นการยืนยันผลการทดลองในครั้งนี้ว่าการเคลือบผิวกล้วยหอมด้วยแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเมื่อผลกล้วยสุก เพียงแต่ช่วยยืดอายุการสุกของผลกล้วยเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. สารเคลือบผิวที่เหมาะสมสำหรับใช้เคลือบผิวผลกล้วยหอมคือ การใช้แป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1 โดยพิจารณาจากการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมระหว่างการเก็บรักษา

2. การเคลือบผิวผลกล้วยหอมด้วยแป้งมัน : น้ำ : CMC ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์-ประกอบทางเคมีระหว่างการสุกของผลกล้วยหอม เพียงแต่ยืดอายุการสุกของผลกล้วยหอมภายหลังการบ่มได้นานกว่าชุดควบคุม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอมชุดควบคุมและชุดทดลองในแต่ละวัน โดยนำไปบ่มให้สุกเปรียบเทียบกับกล้วยหอมสุกในวันสุดท้ายของการทดลอง

2. ในการทดลองควรเลือกกล้วยเครือและระดับความแก่เดียวกัน เพื่อให้ผลการทดลองผิดพลาดน้อย อาจจะทำร่วมกับภาควิชาพืชสวนแทนการซื้อตามท้องตลาด

3. ควรเปลี่ยนสารเคลือบผิวชนิดใหม่แทนเพคติน และ CMC หรือมีการใช้สารเคลือบผิวสังเคราะห์เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี

4. ควรมีการเก็บรักษากล้วยหอมโดยการเคลือบผิวร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการขนส่งในระยะทางไกล และศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กัลยานี โสมนัส. 2540. "การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและพ่นฝอย".วิทยานิพนธ์วิทยา ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146หน้า

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ . นครปฐม:โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.396หน้า.

ชลิต เขาวงศ์ทอง. 2540. "ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้และอุณหภูมิต่อคุณภาพกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยว".วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.118หน้า.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2534. กล้วย.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.290 หน้า

ธวัชชัย ชิณวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดทางพืชสวน.ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.624 หน้า

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. 2530. ฟิล์มและสารเคลือบที่รับประทานได้.วารสารอาหาร 22(1):1-6

รุ่งทิพย์ จูฑะมงคล. 2536. "ผลของการเคลือบไขต่อพฤติกรรมการเก็บผักและผลไม้บางชนิด". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.169 หน้า

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2536. เคมีอาหาร.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.280 หน้า

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้.โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ.364หน้า

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2532. สวนกล้วย.ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท.63หน้า.

อรรณพ วราอัศรปติ. 2532. เทคโนโลยีและสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้สด.ภาควิชาชีววิทยา.คณะวิทยาศาสตร์.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.376หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Champ,B.r.,Highley,E and Johnson,G.I.1993. **Postharvest Handling of Tropical Fruits.**Chiang Mai,Thailand.500p.

Chen,N.M. and Paull,R.E.1986.**Devenlopment and prevention of chilling injury in papaya fruit** .Journal of the American Society of Horticutural Science , 114,639-643p.

Robinson,J.E.,Browne,K.M. and Burton ,W.G.1975.**Storage characteristics of some vegetables and soft fruits.**Annals of Applied Biology,81,399-408p.

Stanley,J.K.1991.**Postharvest Physiology of Perishable Plant Products.**New York :Van Nostrand Reinhold .532p.

Thompson,A.K.Postharvest **Technology of Fruit and Vegetable** .University Street,Carl Victoa,Australia.410p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบการชิมด้านประสาทสัมผัสของกล้วยหอม

ผู้ทดสอบชิม _____ **วันที่** _____

กรุณาประเมินคุณภาพของตัวอย่างต่อไปนี้ 2 ตัวอย่าง จากซ้ายไปขวา โดยที่

1 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ชอบเล็กน้อย

3 หมายถึง ชอบปานกลาง

4 หมายถึง ชอบมาก

5 หมายถึง ชอบมากที่สุด

เมื่อทดสอบชิมตัวอย่างแล้วก่อนจะชิมตัวอย่างต่อไปควรบ้วนปากด้วย

ลักษณะคุณภาพ	_____	_____	_____
1.สี			
2.กลิ่น			
3.เนื้อสัมผัส			
4.รสชาติ			
5.การยอมรับรวม			

ข้อเสนอแนะ_____

_____

ขอบคุณทุกท่านที่สละเวลาในการประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่า Analysis of Variance จากการทดสอบชิมของกล้วยหอมทางด้านสี

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่างอาหาร		Grand Total
	A	B	(G.T)
1.	3	2	5
2.	2	4	6
3.	4	2	6
4.	4	3	7
5.	3	3	6
6.	3	3	6
7.	3	3	6
8.	4	4	8
9.	5	5	10
10.	4	3	7
11.	5	4	9
12.	3	3	6
Sum	43	39	82
Mean	3.58	3.25	6.8

หมายเหตุ

คะแนน

1= ไม่ชอบ
2= ชอบเล็กน้อย
3= ชอบปานกลาง
4= ชอบมาก
5= ชอบมากที่สุด

ตัวอย่างอาหาร

A= Control

B= กล้วยเคลือบแป้งมัน : น้ำ : CMC ในอัตราส่วน 2 : 60 : 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance)

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	r-1	$\frac{R_1^2+\ldots+R_r^2}{t}$ -C.F		
Judge	t-1	$\frac{T_1^2+\ldots+T_t^2}{r}$ - C.F.		
Error	(r-1)(t-1)	SS Total- SS Sample-SS Judge		
Total	Tr-1	$\sum x^2 ij$ – C.F.		

หมายเหตุ

r = จำนวนตัวอย่าง

t = จำนวนผู้ชิม

1. การคำนวณหา C.F. (Correction factor)

$$C.F. = \frac{(G.T)^2}{tr}$$

$$= \frac{82^2}{24}$$

$$= \frac{6724}{24}$$

$$= 280.16$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหา SS (Sum of square)

2.1 SS sample

$$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - C.F.$$

$$= \frac{43^2 + 39^2}{12} - 280.16$$

$$= \frac{1849}{12} - 280.16$$

$$= 0.67$$

2.2 SS judge (The judge of sum square)

$$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r} - C.F.$$

$$= \frac{(5^2 + 6^2 + \ldots + 6^2)}{2} - 280.16$$

$$= \frac{584}{2} - 280.16$$

$$= 11.84$$

2.3 SS Total (The total of sum square)

$$SS\ Total = \sum X^2_{ij} - C.F.$$

$$= (3^2 - 2^2 + \ldots + 4^2 + 3^2) - 280.16$$

$$= 298 - 280.16$$

$$= 17.84$$

2.4 SS error (Error of sum square)

= SS total - SS judge – SS sample

= 17.84 – 11.84 – 0.= 5.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

3.1 df sample = r-1

= 2-1

= 1

3.2 df judge = t-1

= 12-1

= 11

3.3 df total = tr-1

= 24-1

= 23

3.4 df error = df total – df judge – df sample

= 23-11-1

= 11

4. การคำนวณหา MS (Mean square)

4.1 MS sample = $\frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}}$

= $\frac{0.67}{1}$

= 0.67

4.2 MS judge = $\frac{\text{SS judge}}{\text{df judge}}$

= $\frac{11.84}{11}$ = 1.07

4.3 MS error = $\frac{\text{SS error}}{\text{df error}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{5.33}{11}$$

$$= 0.48$$

5. หาค่า F (Variance ratio)

5.1 หาค่า F ของ sample $= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{0.67}{0.48}$$

$$= 1.39$$

5.2 หาค่า F ของ judge $= \frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{1.07}{0.48}$$

$$= 2.23$$

ตารางภาคผนวกที่ 2 คะแนนความแปรปรวนทางด้านสี

Source of variation	DF	SS	MS	F
Sample	1	0.67	0.67	1.39
Judge	11	11.84	1.07	2.23
Error	11	5.33	0.48	
Total	23	17.84		

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง Variance ratio – 5 percent points for distribution of F

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

F sample = 1.39

F total , P= 0.05 ที่ df, sample $n_1 = 1$

df, sample $n_2 = 11$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 1.39 มีค่าน้อยกว่าค่า Fในตารางที่ระดับ p = 0.05 ค่าที่ได้ 4.84 แสดงว่า sample ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judge

F judge = 2.23

F total , P= 0.05 ที่ df , judge n_1 = 11

df , judge n_2 = 11

จากการคำนวณ F judge ที่คำนวณได้ 2.23 มีค่าน้อยกว่าค่า Fในตารางที่ระดับ p = 0.05 ค่าที่ได้ 2.82 แสดงว่า Judge ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตอนที่ 1

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	8687.754	5	1737.551	109.785	.000
	Within Groups	2753.866	174	15.827		
	Total	11441.620	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-3.8067*	1.027	.000	-5.8340	-1.7793
	3.00	-15.4190*	1.027	.000	-17.4464	-13.3916
	4.00	-18.5970*	1.027	.000	-20.6244	-16.5696
	5.00	-14.1927*	1.027	.000	-16.2200	-12.1653
	6.00	-16.5213*	1.027	.000	-18.5487	-14.4940
2.00	1.00	3.8067*	1.027	.000	1.7793	5.8340
	3.00	-11.6123*	1.027	.000	-13.6397	-9.5850
	4.00	-14.7903*	1.027	.000	-16.8177	-12.7630
	5.00	-10.3860*	1.027	.000	-12.4134	-8.3586
	6.00	-12.7147*	1.027	.000	-14.7420	-10.6873
3.00	1.00	15.4190*	1.027	.000	13.3916	17.4464
	2.00	11.6123*	1.027	.000	9.5850	13.6397
	4.00	-3.1780*	1.027	.002	-5.2054	-1.1506
	5.00	1.2263	1.027	.234	-.8010	3.2537
	6.00	-1.1023	1.027	.285	-3.1297	.9250
4.00	1.00	18.5970*	1.027	.000	16.5696	20.6244
	2.00	14.7903*	1.027	.000	12.7630	16.8177
	3.00	3.1780*	1.027	.002	1.1506	5.2054
	5.00	4.4043*	1.027	.000	2.3770	6.4317
	6.00	2.0757*	1.027	.045	4.831E-02	4.1030
5.00	1.00	14.1927*	1.027	.000	12.1653	16.2200
	2.00	10.3860*	1.027	.000	8.3586	12.4134
	3.00	-1.2263	1.027	.234	-3.2537	.8010
	4.00	-4.4043*	1.027	.000	-6.4317	-2.3770
	6.00	-2.3287*	1.027	.025	-4.3560	-.3013
6.00	1.00	16.5213*	1.027	.000	14.4940	18.5487
	2.00	12.7147*	1.027	.000	10.6873	14.7420
	3.00	1.1023	1.027	.285	-.9250	3.1297
	4.00	-2.0757*	1.027	.045	-4.1030	-4.83E-02
	5.00	2.3287*	1.027	.025	.3013	4.3560

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	13595.529	5	2719.106	654.656	.000
	Within Groups	722.706	174	4.153		
	Total	14318.235	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-.7557	.526	.153	-1.7942	.2829
	3.00	-10.2100*	.526	.000	-11.2486	-9.1714
	4.00	-16.6867*	.526	.000	-17.7252	-15.6481
	5.00	-22.2727*	.526	.000	-23.3112	-21.2341
	6.00	-19.3030*	.526	.000	-20.3415	-18.2644
2.00	1.00	.7557	.526	.153	-.2829	1.7942
	3.00	-9.4543*	.526	.000	-10.4929	-8.4158
	4.00	-15.9310*	.526	.000	-16.9696	-14.8924
	5.00	-21.5170*	.526	.000	-22.5556	-20.4784
	6.00	-18.5473*	.526	.000	-19.5859	-17.5087
3.00	1.00	10.2100*	.526	.000	9.1714	11.2486
	2.00	9.4543*	.526	.000	8.4158	10.4929
	4.00	-6.4767*	.526	.000	-7.5152	-5.4381
	5.00	-12.0627*	.526	.000	-13.1012	-11.0241
	6.00	-9.0930*	.526	.000	-10.1315	-8.0544
4.00	1.00	16.6867*	.526	.000	15.6481	17.7252
	2.00	15.9310*	.526	.000	14.8924	16.9696
	3.00	6.4767*	.526	.000	5.4381	7.5152
	5.00	-5.5860*	.526	.000	-6.6246	-4.5474
	6.00	-2.6163*	.526	.000	-3.6549	-1.5777
5.00	1.00	22.2727*	.526	.000	21.2341	23.3112
	2.00	21.5170*	.526	.000	20.4784	22.5556
	3.00	12.0627*	.526	.000	11.0241	13.1012
	4.00	5.5860*	.526	.000	4.5474	6.6246
	6.00	2.9697*	.526	.000	1.9311	4.0083
6.00	1.00	19.3030*	.526	.000	18.2644	20.3415
	2.00	18.5473*	.526	.000	17.5087	19.5859
	3.00	9.0930*	.526	.000	8.0544	10.1315
	4.00	2.6163*	.526	.000	1.5777	3.6549
	5.00	-2.9697*	.526	.000	-4.0083	-1.9311

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	11553.224	5	2310.645	186.144	.000
	Within Groups	2159.904	174	12.413		
	Total	13713.128	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-4.8387*	.910	.000	-6.6341	-3.0432
	3.00	-18.5827*	.910	.000	-20.3781	-16.7872
	4.00	-20.9090*	.910	.000	-22.7045	-19.1135
	5.00	-17.6647*	.910	.000	-19.4601	-15.8692
	6.00	-18.9560*	.910	.000	-20.7515	-17.1605
2.00	1.00	4.8387*	.910	.000	3.0432	6.6341
	3.00	-13.7440*	.910	.000	-15.5395	-11.9485
	4.00	-16.0703*	.910	.000	-17.8658	-14.2749
	5.00	-12.8260*	.910	.000	-14.6215	-11.0305
	6.00	-14.1173*	.910	.000	-15.9128	-12.3219
3.00	1.00	18.5827*	.910	.000	16.7872	20.3781
	2.00	13.7440*	.910	.000	11.9485	15.5395
	4.00	-2.3263*	.910	.011	-4.1218	-.5309
	5.00	.9180	.910	.314	-.8775	2.7135
	6.00	-.3733	.910	.682	-2.1688	1.4221
4.00	1.00	20.9090*	.910	.000	19.1135	22.7045
	2.00	16.0703*	.910	.000	14.2749	17.8658
	3.00	2.3263*	.910	.011	.5309	4.1218
	5.00	3.2443*	.910	.000	1.4489	5.0398
	6.00	1.9530*	.910	.033	.1575	3.7485
5.00	1.00	17.6647*	.910	.000	15.8692	19.4601
	2.00	12.8260*	.910	.000	11.0305	14.6215
	3.00	-.9180	.910	.314	-2.7135	.8775
	4.00	-3.2443*	.910	.000	-5.0398	-1.4489
	6.00	-1.2913	.910	.158	-3.0868	.5041
6.00	1.00	18.9560*	.910	.000	17.1605	20.7515
	2.00	14.1173*	.910	.000	12.3219	15.9128
	3.00	.3733	.910	.682	-1.4221	2.1688
	4.00	-1.9530*	.910	.033	-3.7485	-.1575
	5.00	1.2913	.910	.158	-.5041	3.0868

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	1473.013	5	294.603	10.382	.000
	Within Groups	4937.319	174	28.375		
	Total	6410.332	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-1.4327	1.375	.299	-4.1473	1.2819
	3.00	-4.7480*	1.375	.001	-7.4626	-2.0334
	4.00	-8.0013*	1.375	.000	-10.7159	-5.2867
	5.00	-3.9883*	1.375	.004	-6.7029	-1.2737
	6.00	-7.2020*	1.375	.000	-9.9166	-4.4874
2.00	1.00	1.4327	1.375	.299	-1.2819	4.1473
	3.00	-3.3153*	1.375	.017	-6.0299	-.6007
	4.00	-6.5687*	1.375	.000	-9.2833	-3.8541
	5.00	-2.5557	1.375	.065	-5.2703	.1589
	6.00	-5.7693*	1.375	.000	-8.4839	-3.0547
3.00	1.00	4.7480*	1.375	.001	2.0334	7.4626
	2.00	3.3153*	1.375	.017	.6007	6.0299
	4.00	-3.2533*	1.375	.019	-5.9679	-.5387
	5.00	.7597	1.375	.581	-1.9549	3.4743
	6.00	-2.4540	1.375	.076	-5.1686	.2606
4.00	1.00	8.0013*	1.375	.000	5.2867	10.7159
	2.00	6.5687*	1.375	.000	3.8541	9.2833
	3.00	3.2533*	1.375	.019	.5387	5.9679
	5.00	4.0130*	1.375	.004	1.2984	6.7276
	6.00	.7993	1.375	.562	-1.9153	3.5139
5.00	1.00	3.9883*	1.375	.004	1.2737	6.7029
	2.00	2.5557	1.375	.065	-.1589	5.2703
	3.00	-.7597	1.375	.581	-3.4743	1.9549
	4.00	-4.0130*	1.375	.004	-6.7276	-1.2984
	6.00	-3.2137*	1.375	.021	-5.9283	-.4991
6.00	1.00	7.2020*	1.375	.000	4.4874	9.9166
	2.00	5.7693*	1.375	.000	3.0547	8.4839
	3.00	2.4540	1.375	.076	-.2606	5.1686
	4.00	-.7993	1.375	.562	-3.5139	1.9153
	5.00	3.2137*	1.375	.021	.4991	5.9283

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	1719.067	5	343.813	25.431	.000
	Within Groups	2352.381	174	13.519		
	Total	4071.448	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	.2480	.949	.794	-1.6258	2.1218
	3.00	6.467E-02	.949	.946	-1.8091	1.9384
	4.00	-1.9807*	.949	.038	-3.8544	-.1069
	5.00	-8.5407*	.949	.000	-10.4144	-6.6669
	6.00	-3.2487*	.949	.001	-5.1224	-1.3749
2.00	1.00	-.2480	.949	.794	-2.1218	1.6258
	3.00	-.1833	.949	.847	-2.0571	1.6904
	4.00	-2.2287*	.949	.020	-4.1024	-.3549
	5.00	-8.7887*	.949	.000	-10.6624	-6.9149
	6.00	-3.4967*	.949	.000	-5.3704	-1.6229
3.00	1.00	-6.467E-02	.949	.946	-1.9384	1.8091
	2.00	.1833	.949	.847	-1.6904	2.0571
	4.00	-2.0453*	.949	.033	-3.9191	-.1716
	5.00	-8.6053*	.949	.000	-10.4791	-6.7316
	6.00	-3.3133*	.949	.001	-5.1871	-1.4396
4.00	1.00	1.9807*	.949	.038	.1069	3.8544
	2.00	2.2287*	.949	.020	.3549	4.1024
	3.00	2.0453*	.949	.033	.1716	3.9191
	5.00	-6.5600*	.949	.000	-8.4338	-4.6862
	6.00	-1.2680	.949	.183	-3.1418	.6058
5.00	1.00	8.5407*	.949	.000	6.6669	10.4144
	2.00	8.7887*	.949	.000	6.9149	10.6624
	3.00	8.6053*	.949	.000	6.7316	10.4791
	4.00	6.5600*	.949	.000	4.6862	8.4338
	6.00	5.2920*	.949	.000	3.4182	7.1658
6.00	1.00	3.2487*	.949	.001	1.3749	5.1224
	2.00	3.4967*	.949	.000	1.6229	5.3704
	3.00	3.3133*	.949	.001	1.4396	5.1871
	4.00	1.2680	.949	.183	-.6058	3.1418
	5.00	-5.2920*	.949	.000	-7.1658	-3.4182

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:เพคติน (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	2167.968	5	433.594	12.383	.000
	Within Groups	6092.684	174	35.015		
	Total	8260.652	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-1.0730	1.528	.483	-4.0885	1.9425
	3.00	-4.3287*	1.528	.005	-7.3442	-1.3131
	4.00	-8.8113*	1.528	.000	-11.8269	-5.7958
	5.00	-7.8120*	1.528	.000	-10.8275	-4.7965
	6.00	-7.9933*	1.528	.000	-11.0089	-4.9778
2.00	1.00	1.0730	1.528	.483	-1.9425	4.0885
	3.00	-3.2557*	1.528	.035	-6.2712	-.2401
	4.00	-7.7383*	1.528	.000	-10.7539	-4.7228
	5.00	-6.7390*	1.528	.000	-9.7545	-3.7235
	6.00	-6.9203*	1.528	.000	-9.9359	-3.9048
3.00	1.00	4.3287*	1.528	.005	1.3131	7.3442
	2.00	3.2557*	1.528	.035	.2401	6.2712
	4.00	-4.4827*	1.528	.004	-7.4982	-1.4671
	5.00	-3.4833*	1.528	.024	-6.4989	-.4678
	6.00	-3.6647*	1.528	.018	-6.6802	-.6491
4.00	1.00	8.8113*	1.528	.000	5.7958	11.8269
	2.00	7.7383*	1.528	.000	4.7228	10.7539
	3.00	4.4827*	1.528	.004	1.4671	7.4982
	5.00	.9993	1.528	.514	-2.0162	4.0149
	6.00	.8180	1.528	.593	-2.1975	3.8335
5.00	1.00	7.8120*	1.528	.000	4.7965	10.8275
	2.00	6.7390*	1.528	.000	3.7235	9.7545
	3.00	3.4833*	1.528	.024	.4678	6.4989
	4.00	-.9993	1.528	.514	-4.0149	2.0162
	6.00	-.1813	1.528	.906	-3.1969	2.8342
6.00	1.00	7.9933*	1.528	.000	4.9778	11.0089
	2.00	6.9203*	1.528	.000	3.9048	9.9359
	3.00	3.6647*	1.528	.018	.6491	6.6802
	4.00	-.8180	1.528	.593	-3.8335	2.1975
	5.00	.1813	1.528	.906	-2.8342	3.1969

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	2190.726	5	438.145	17.001	.000
	Within Groups	4484.362	174	25.772		
	Total	6675.088	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-1.5592	1.311	.236	-4.1462	1.0279
	3.00	-2.8625*	1.311	.030	-5.4496	-.2754
	4.00	-9.4312*	1.311	.000	-12.0182	-6.8441
	5.00	-7.0615*	1.311	.000	-9.6486	-4.4744
	6.00	-7.8275*	1.311	.000	-10.4146	-5.2404
2.00	1.00	1.5592	1.311	.236	-1.0279	4.1462
	3.00	-1.3033	1.311	.321	-3.8904	1.2837
	4.00	-7.8720*	1.311	.000	-10.4591	-5.2849
	5.00	-5.5023*	1.311	.000	-8.0894	-2.9153
	6.00	-6.2683*	1.311	.000	-8.8554	-3.6813
3.00	1.00	2.8625*	1.311	.030	.2754	5.4496
	2.00	1.3033	1.311	.321	-1.2837	3.8904
	4.00	-6.5687*	1.311	.000	-9.1557	-3.9816
	5.00	-4.1990*	1.311	.002	-6.7861	-1.6119
	6.00	-4.9650*	1.311	.000	-7.5521	-2.3779
4.00	1.00	9.4312*	1.311	.000	6.8441	12.0182
	2.00	7.8720*	1.311	.000	5.2849	10.4591
	3.00	6.5687*	1.311	.000	3.9816	9.1557
	5.00	2.3697	1.311	.072	-.2174	4.9567
	6.00	1.6037	1.311	.223	-.9834	4.1907
5.00	1.00	7.0615*	1.311	.000	4.4744	9.6486
	2.00	5.5023*	1.311	.000	2.9153	8.0894
	3.00	4.1990*	1.311	.002	1.6119	6.7861
	4.00	-2.3697	1.311	.072	-4.9567	.2174
	6.00	-.7660	1.311	.560	-3.3531	1.8211
6.00	1.00	7.8275*	1.311	.000	5.2404	10.4146
	2.00	6.2683*	1.311	.000	3.6813	8.8554
	3.00	4.9650*	1.311	.000	2.3779	7.5521
	4.00	-1.6037	1.311	.223	-4.1907	.9834
	5.00	.7660	1.311	.560	-1.8211	3.3531

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	2322.354	5	464.471	32.229	.000
	Within Groups	2507.595	174	14.411		
	Total	4829.948	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	.1930	.980	.844	-1.7416	2.1276
	3.00	-.2603	.980	.791	-2.1949	1.6743
	4.00	-3.0147*	.980	.002	-4.9493	-1.0801
	5.00	-10.0090*	.980	.000	-11.9436	-8.0744
	6.00	-4.2843*	.980	.000	-6.2189	-2.3497
2.00	1.00	-.1930	.980	.844	-2.1276	1.7416
	3.00	-.4533	.980	.644	-2.3879	1.4813
	4.00	-3.2077*	.980	.001	-5.1423	-1.2731
	5.00	-10.2020*	.980	.000	-12.1366	-8.2674
	6.00	-4.4773*	.980	.000	-6.4119	-2.5427
3.00	1.00	.2603	.980	.791	-1.6743	2.1949
	2.00	.4533	.980	.644	-1.4813	2.3879
	4.00	-2.7543*	.980	.006	-4.6889	-.8197
	5.00	-9.7487*	.980	.000	-11.6833	-7.8141
	6.00	-4.0240*	.980	.000	-5.9586	-2.0894
4.00	1.00	3.0147*	.980	.002	1.0801	4.9493
	2.00	3.2077*	.980	.001	1.2731	5.1423
	3.00	2.7543*	.980	.006	.8197	4.6889
	5.00	-6.9943*	.980	.000	-8.9289	-5.0597
	6.00	-1.2697	.980	.197	-3.2043	.6649
5.00	1.00	10.0090*	.980	.000	8.0744	11.9436
	2.00	10.2020*	.980	.000	8.2674	12.1366
	3.00	9.7487*	.980	.000	7.8141	11.6833
	4.00	6.9943*	.980	.000	5.0597	8.9289
	6.00	5.7247*	.980	.000	3.7901	7.6593
6.00	1.00	4.2843*	.980	.000	2.3497	6.2189
	2.00	4.4773*	.980	.000	2.5427	6.4119
	3.00	4.0240*	.980	.000	2.0894	5.9586
	4.00	1.2697	.980	.197	-.6649	3.2043
	5.00	-5.7247*	.980	.000	-7.6593	-3.7901

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	3347.399	5	669.480	22.218	.000
	Within Groups	5242.909	174	30.132		
	Total	8590.308	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-.8160	1.417	.566	-3.6133	1.9813
	3.00	-4.2520*	1.417	.003	-7.0493	-1.4547
	4.00	-9.9413*	1.417	.000	-12.7387	-7.1440
	5.00	-9.6670*	1.417	.000	-12.4643	-6.8697
	6.00	-10.1127*	1.417	.000	-12.9100	-7.3153
2.00	1.00	.8160	1.417	.566	-1.9813	3.6133
	3.00	-3.4360*	1.417	.016	-6.2333	-.6387
	4.00	-9.1253*	1.417	.000	-11.9227	-6.3280
	5.00	-8.8510*	1.417	.000	-11.6483	-6.0537
	6.00	-9.2967*	1.417	.000	-12.0940	-6.4993
3.00	1.00	4.2520*	1.417	.003	1.4547	7.0493
	2.00	3.4360*	1.417	.016	.6387	6.2333
	4.00	-5.6893*	1.417	.000	-8.4867	-2.8920
	5.00	-5.4150*	1.417	.000	-8.2123	-2.6177
	6.00	-5.8607*	1.417	.000	-8.6580	-3.0633
4.00	1.00	9.9413*	1.417	.000	7.1440	12.7387
	2.00	9.1253*	1.417	.000	6.3280	11.9227
	3.00	5.6893*	1.417	.000	2.8920	8.4867
	5.00	.2743	1.417	.847	-2.5230	3.0717
	6.00	-.1713	1.417	.904	-2.9687	2.6260
5.00	1.00	9.6670*	1.417	.000	6.8697	12.4643
	2.00	8.8510*	1.417	.000	6.0537	11.6483
	3.00	5.4150*	1.417	.000	2.6177	8.2123
	4.00	-.2743	1.417	.847	-3.0717	2.5230
	6.00	-.4457	1.417	.754	-3.2430	2.3517
6.00	1.00	10.1127*	1.417	.000	7.3153	12.9100
	2.00	9.2967*	1.417	.000	6.4993	12.0940
	3.00	5.8607*	1.417	.000	3.0633	8.6580
	4.00	.1713	1.417	.904	-2.6260	2.9687
	5.00	.4457	1.417	.754	-2.3517	3.2430

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	810.294	2	405.147	6.806	.011
	Within Groups	714.327	12	59.527		
	Total	1524.621	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	16.9320*	4.880	.005	6.3002	27.5638
	3.00	13.7640*	4.880	.015	3.1322	24.3958
2.00	1.00	-16.9320*	4.880	.005	-27.5638	-6.3002
	3.00	-3.1680	4.880	.528	-13.7998	7.4638
3.00	1.00	-13.7640*	4.880	.015	-24.3958	-3.1322
	2.00	3.1680	4.880	.528	-7.4638	13.7998

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตอนที่ 2

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	1575.526	5	315.105	19.857	.000
	Within Groups	2761.222	174	15.869		
	Total	4336.748	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	.8140	1.029	.430	-1.2161	2.8441
	3.00	-1.2133	1.029	.240	-3.2434	.8167
	4.00	-2.9323*	1.029	.005	-4.9624	-.9023
	5.00	-5.1280*	1.029	.000	-7.1581	-3.0979
	6.00	-7.6720*	1.029	.000	-9.7021	-5.6419
2.00	1.00	-.8140	1.029	.430	-2.8441	1.2161
	3.00	-2.0273	1.029	.050	-4.0574	2.730E-03
	4.00	-3.7463*	1.029	.000	-5.7764	-1.7163
	5.00	-5.9420*	1.029	.000	-7.9721	-3.9119
	6.00	-8.4860*	1.029	.000	-10.5161	-6.4559
3.00	1.00	1.2133	1.029	.240	-.8167	3.2434
	2.00	2.0273	1.029	.050	-2.73E-03	4.0574
	4.00	-1.7190	1.029	.096	-3.7491	.3111
	5.00	-3.9147*	1.029	.000	-5.9447	-1.8846
	6.00	-6.4587*	1.029	.000	-8.4887	-4.4286
4.00	1.00	2.9323*	1.029	.005	.9023	4.9624
	2.00	3.7463*	1.029	.000	1.7163	5.7764
	3.00	1.7190	1.029	.096	-.3111	3.7491
	5.00	-2.1957*	1.029	.034	-4.2257	-.1656
	6.00	-4.7397*	1.029	.000	-6.7697	-2.7096
5.00	1.00	5.1280*	1.029	.000	3.0979	7.1581
	2.00	5.9420*	1.029	.000	3.9119	7.9721
	3.00	3.9147*	1.029	.000	1.8846	5.9447
	4.00	2.1957*	1.029	.034	.1656	4.2257
	6.00	-2.5440*	1.029	.014	-4.5741	-.5139
6.00	1.00	7.6720*	1.029	.000	5.6419	9.7021
	2.00	8.4860*	1.029	.000	6.4559	10.5161
	3.00	6.4587*	1.029	.000	4.4286	8.4887
	4.00	4.7397*	1.029	.000	2.7096	6.7697
	5.00	2.5440*	1.029	.014	.5139	4.5741

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	1356.105	5	271.221	13.081	.000
	Within Groups	3607.577	174	20.733		
	Total	4963.682	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-.6557	1.176	.578	-2.9761	1.6648
	3.00	-2.2607	1.176	.056	-4.5811	5.975E-02
	4.00	-1.4813	1.176	.209	-3.8018	.8391
	5.00	-4.3067*	1.176	.000	-6.6271	-1.9862
	6.00	-8.1353*	1.176	.000	-10.4558	-5.8149
2.00	1.00	.6557	1.176	.578	-1.6648	2.9761
	3.00	-1.6050	1.176	.174	-3.9254	.7154
	4.00	-.8257	1.176	.483	-3.1461	1.4948
	5.00	-3.6510*	1.176	.002	-5.9714	-1.3306
	6.00	-7.4797*	1.176	.000	-9.8001	-5.1592
3.00	1.00	2.2607	1.176	.056	-5.98E-02	4.5811
	2.00	1.6050	1.176	.174	-.7154	3.9254
	4.00	.7793	1.176	.508	-1.5411	3.0998
	5.00	-2.0460	1.176	.084	-4.3664	.2744
	6.00	-5.8747*	1.176	.000	-8.1951	-3.5542
4.00	1.00	1.4813	1.176	.209	-.8391	3.8018
	2.00	.8257	1.176	.483	-1.4948	3.1461
	3.00	-.7793	1.176	.508	-3.0998	1.5411
	5.00	-2.8253*	1.176	.017	-5.1458	-.5049
	6.00	-6.6540*	1.176	.000	-8.9744	-4.3336
5.00	1.00	4.3067*	1.176	.000	1.9862	6.6271
	2.00	3.6510*	1.176	.002	1.3306	5.9714
	3.00	2.0460	1.176	.084	-.2744	4.3664
	4.00	2.8253*	1.176	.017	.5049	5.1458
	6.00	-3.8287*	1.176	.001	-6.1491	-1.5082
6.00	1.00	8.1353*	1.176	.000	5.8149	10.4558
	2.00	7.4797*	1.176	.000	5.1592	9.8001
	3.00	5.8747*	1.176	.000	3.5542	8.1951
	4.00	6.6540*	1.176	.000	4.3336	8.9744
	5.00	3.8287*	1.176	.001	1.5082	6.1491

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของชุดควบคุม

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	1430.721	5	286.144	34.759	.000
	Within Groups	1432.396	174	8.232		
	Total	2863.117	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-6.767E-02	.741	.927	-1.5298	1.3945
	3.00	-2.2140*	.741	.003	-3.6761	-.7519
	4.00	-3.1133*	.741	.000	-4.5755	-1.6512
	5.00	-5.7513*	.741	.000	-7.2135	-4.2892
	6.00	-7.6913*	.741	.000	-9.1535	-6.2292
2.00	1.00	6.767E-02	.741	.927	-1.3945	1.5298
	3.00	-2.1463*	.741	.004	-3.6085	-.6842
	4.00	-3.0457*	.741	.000	-4.5078	-1.5835
	5.00	-5.6837*	.741	.000	-7.1458	-4.2215
	6.00	-7.6237*	.741	.000	-9.0858	-6.1615
3.00	1.00	2.2140*	.741	.003	.7519	3.6761
	2.00	2.1463*	.741	.004	.6842	3.6085
	4.00	-.8993	.741	.226	-2.3615	.5628
	5.00	-3.5373*	.741	.000	-4.9995	-2.0752
	6.00	-5.4773*	.741	.000	-6.9395	-4.0152
4.00	1.00	3.1133*	.741	.000	1.6512	4.5755
	2.00	3.0457*	.741	.000	1.5835	4.5078
	3.00	.8993	.741	.226	-.5628	2.3615
	5.00	-2.6380*	.741	.000	-4.1001	-1.1759
	6.00	-4.5780*	.741	.000	-6.0401	-3.1159
5.00	1.00	5.7513*	.741	.000	4.2892	7.2135
	2.00	5.6837*	.741	.000	4.2215	7.1458
	3.00	3.5373*	.741	.000	2.0752	4.9995
	4.00	2.6380*	.741	.000	1.1759	4.1001
	6.00	-1.9400*	.741	.010	-3.4021	-.4779
6.00	1.00	7.6913*	.741	.000	6.2292	9.1535
	2.00	7.6237*	.741	.000	6.1615	9.0858
	3.00	5.4773*	.741	.000	4.0152	6.9395
	4.00	4.5780*	.741	.000	3.1159	6.0401
	5.00	1.9400*	.741	.010	.4779	3.4021

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	464.643	5	92.929	8.603	.000
	Within Groups	1879.477	174	10.802		
	Total	2344.120	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-.4437	.849	.602	-2.1185	1.2312
	3.00	-1.6563	.849	.053	-3.3312	1.852E-02
	4.00	-1.7623*	.849	.039	-3.4372	-8.75E-02
	5.00	-3.6670*	.849	.000	-5.3419	-1.9921
	6.00	-4.4723*	.849	.000	-6.1472	-2.7975
2.00	1.00	.4437	.849	.602	-1.2312	2.1185
	3.00	-1.2127	.849	.155	-2.8875	.4622
	4.00	-1.3187	.849	.122	-2.9935	.3562
	5.00	-3.2233*	.849	.000	-4.8982	-1.5485
	6.00	-4.0287*	.849	.000	-5.7035	-2.3538
3.00	1.00	1.6563	.849	.053	-1.85E-02	3.3312
	2.00	1.2127	.849	.155	-.4622	2.8875
	4.00	-.1060	.849	.901	-1.7809	1.5689
	5.00	-2.0107*	.849	.019	-3.6855	-.3358
	6.00	-2.8160*	.849	.001	-4.4909	-1.1411
4.00	1.00	1.7623*	.849	.039	8.748E-02	3.4372
	2.00	1.3187	.849	.122	-.3562	2.9935
	3.00	.1060	.849	.901	-1.5689	1.7809
	5.00	-1.9047*	.849	.026	-3.5795	-.2298
	6.00	-2.7100*	.849	.002	-4.3849	-1.0351
5.00	1.00	3.6670*	.849	.000	1.9921	5.3419
	2.00	3.2233*	.849	.000	1.5485	4.8982
	3.00	2.0107*	.849	.019	.3358	3.6855
	4.00	1.9047*	.849	.026	.2298	3.5795
	6.00	-.8053	.849	.344	-2.4802	.8695
6.00	1.00	4.4723*	.849	.000	2.7975	6.1472
	2.00	4.0287*	.849	.000	2.3538	5.7035
	3.00	2.8160*	.849	.001	1.1411	4.4909
	4.00	2.7100*	.849	.002	1.0351	4.3849
	5.00	.8053	.849	.344	-.8695	2.4802

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	321.631	5	64.326	4.989	.000
	Within Groups	2243.391	174	12.893		
	Total	2565.022	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
1.00	2.00	-.3627	.927	.696	-2.1925	1.4672
	3.00	-.2327	.927	.802	-2.0625	1.5972
	4.00	-1.7420	.927	.062	-3.5718	8.783E-02
	5.00	-2.6567*	.927	.005	-4.4865	-.8268
	6.00	-3.5517*	.927	.000	-5.3815	-1.7218
2.00	1.00	.3627	.927	.696	-1.4672	2.1925
	3.00	.1300	.927	.889	-1.6998	1.9598
	4.00	-1.3793	.927	.139	-3.2092	.4505
	5.00	-2.2940*	.927	.014	-4.1238	-.4642
	6.00	-3.1890*	.927	.001	-5.0188	-1.3592
3.00	1.00	.2327	.927	.802	-1.5972	2.0625
	2.00	-.1300	.927	.889	-1.9598	1.6998
	4.00	-1.5093	.927	.105	-3.3392	.3205
	5.00	-2.4240*	.927	.010	-4.2538	-.5942
	6.00	-3.3190*	.927	.000	-5.1488	-1.4892
4.00	1.00	1.7420	.927	.062	-8.78E-02	3.5718
	2.00	1.3793	.927	.139	-.4505	3.2092
	3.00	1.5093	.927	.105	-.3205	3.3392
	5.00	-.9147	.927	.325	-2.7445	.9152
	6.00	-1.8097	.927	.053	-3.6395	2.017E-02
5.00	1.00	2.6567*	.927	.005	.8268	4.4865
	2.00	2.2940*	.927	.014	.4642	4.1238
	3.00	2.4240*	.927	.010	.5942	4.2538
	4.00	.9147	.927	.325	-.9152	2.7445
	6.00	-.8950	.927	.336	-2.7248	.9348
6.00	1.00	3.5517*	.927	.000	1.7218	5.3815
	2.00	3.1890*	.927	.001	1.3592	5.0188
	3.00	3.3190*	.927	.000	1.4892	5.1488
	4.00	1.8097	.927	.053	-2.02E-02	3.6395
	5.00	.8950	.927	.336	-.9348	2.7248

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของชุดทดลองแป้งมัน:น้ำ:CMC (2:60:0.1)

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Between Groups	2140.948	5	428.190	58.862	.000
	Within Groups	1265.755	174	7.274		
	Total	3406.703	179			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RESULT
LSD

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	.2583	.696	.711	-1.1161	1.6328
	3.00	-1.4813*	.696	.035	-2.8558	-.1069
	4.00	-1.9070*	.696	.007	-3.2815	-.5325
	5.00	-3.7477*	.696	.000	-5.1221	-2.3732
	6.00	-9.9230*	.696	.000	-11.2975	-8.5485
2.00	1.00	-.2583	.696	.711	-1.6328	1.1161
	3.00	-1.7397*	.696	.013	-3.1141	-.3652
	4.00	-2.1653*	.696	.002	-3.5398	-.7909
	5.00	-4.0060*	.696	.000	-5.3805	-2.6315
	6.00	-10.1813*	.696	.000	-11.5558	-8.8069
3.00	1.00	1.4813*	.696	.035	.1069	2.8558
	2.00	1.7397*	.696	.013	.3652	3.1141
	4.00	-.4257	.696	.542	-1.8001	.9488
	5.00	-2.2663*	.696	.001	-3.6408	-.8919
	6.00	-8.4417*	.696	.000	-9.8161	-7.0672
4.00	1.00	1.9070*	.696	.007	.5325	3.2815
	2.00	2.1653*	.696	.002	.7909	3.5398
	3.00	.4257	.696	.542	-.9488	1.8001
	5.00	-1.8407*	.696	.009	-3.2151	-.4662
	6.00	-8.0160*	.696	.000	-9.3905	-6.6415
5.00	1.00	3.7477*	.696	.000	2.3732	5.1221
	2.00	4.0060*	.696	.000	2.6315	5.3805
	3.00	2.2663*	.696	.001	.8919	3.6408
	4.00	1.8407*	.696	.009	.4662	3.2151
	6.00	-6.1753*	.696	.000	-7.5498	-4.8009
6.00	1.00	9.9230*	.696	.000	8.5485	11.2975
	2.00	10.1813*	.696	.000	8.8069	11.5558
	3.00	8.4417*	.696	.000	7.0672	9.8161
	4.00	8.0160*	.696	.000	6.6415	9.3905
	5.00	6.1753*	.696	.000	4.8009	7.5498

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. 0.1N NaOH

ชั่ง sodium hydróxide 50 กรัม ใน watch glass ละลายสารด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใน บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้สักครู่ พร้อมกับปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา

ดูดสารละลายส่วนที่ใสในบีกเกอร์ประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวด Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกันด้วยดี

2.เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 65

เตรียมโดยละลายเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 680 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

3.Shaffer - Somogyi carbonate 50 reagent

ละลาย anhydrous Na_2Co_3 25 กรัม และ Potassium sodium tartrate .$4H_2O$ หรือ Rochelle salt 25 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมสารละลาย $CuSO_4.5H_2O$ ที่มีความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 75 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยจุ่มให้ปลายกรวยในสารละลาย พร้อมกับคนอยู่ตลอดเวลา เติม $NaHCO_3$ 20 กรัม คนให้ละลายแล้วเติม KI 5 กรัม

ถ่ายสารละลายทั้งหมดลงในขวดตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร แล้วเติม 0.001 N KIO_3 (เตรียม 0.001 N โดยละลาย 3.567 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร) 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน กรองผ่านใยแก้ว เก็บน้ำยานี้ไว้ข้ามคืนเพื่อให้คงตัวก่อนใช้

4.สารละลาย Iodine - oxalate

ละลาย KI 2.5 กรัม และ $K_2C_2O_4$ 2.5 กรัม ในน้ำกลั่นในบีกเกอร์แล้วถ่ายใส่ขวดตวงปริมาตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ให้เตรียมน้ำยานี้ใหม่ทุกสัปดาห์

5.สารละลายมาตรฐาน 0.1 N Sodium thiosulfate standard stock sclution

ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดเบา ๆ นาน 5 นาที แล้วถ่ายใส่ขวดสีน้ำตาลในขณะยังร้อน นำไปเก็บในที่มืดและเย็น

ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ให้ได้น้ำหนักแน่นอน 0.20 - 0.23 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปราศจากคลอรีนที่มี KI 2 กรัม เติม 1 N HCl 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บในที่มืดทันทีหรือห่อด้วยกระดาษอะลูมิเนียม ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วนำไตเตรทกับสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานที่ได้เตรียมไว้ข้างต้น ให้เติม starch indicator เมื่อสีของไอโอดีนจางลงหลังจากไตเตรทไประยะหนึ่ง

6.สารละลายมาตรฐาน 0.005 N Sodium thiosulfate

เตรียมสารละลาย 0.1 N Sodium thiosulfate standard stock solution เก็บไว้ในตู้เย็น เจือจาง 50 มิลลิลิตร 0.1 N Sodium thiosulfate standard stock solution ด้วยน้ำกลั่นในขวดตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร ให้เตรียมน้ำยานี้ใหม่ทุกวัน

7.สารละลาย starch indicator 2.5 กรัม กับ HgI_2 10 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นเล็กน้อยแล้วละลายในน้ำเดือด ให้มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

8.สารละลาย 2N H_2SO_4 56 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

9.สารละลาย Calcium chloride 33 %

ชั่ง $CaCl_2.2H_2O$ 437 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ปรับ pH ของสารละลายด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH ให้ได้สารละลายสีชมพูอ่อน ๆ เมื่อทดสอบกับฟีนอฟธาลีน หลังจากนั้นผสมด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 8:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวทุมพร สุวรรณโคตร เกิดเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2519 จังหวัดหนองคาย สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนชุมพลโพนพิสัย พ. ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุรินทร์ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2542

นางสาวนัฐกีรตา ขอดวงกลาง เกิดเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2519 จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิมายวิทยา พ. ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยาหันตรา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้