19769

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาวิธีการเก็บกาละแมด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ

Study on storage method of Kalamaer in Modified Atmosphere Packaging

T097100

เสนอโดย

นายรัฐสุรินทร์ เชือดรัมย์ รหัสนักศึกษา 45045042

นายสามารถ อุดมดัน รหัสนักศึกษา 45045052

นายหนุ่ม มานะแก้ว รหัสนักศึกษา 45045058

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

(อุตสาหกรรมเกษตร)พ.ศ. 2546

ปพ.
ส362ก
2546

เลขหมู่ 97100
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาวิธีการเก็บกาละแมด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ

Study on storage method of Kalamaer in Modified Atmosphere Packaging

โดย

นายรัฐสุรินทร์	**เชือดรัมย์**	**รหัสนักศึกษา 45045042**
นายสามารถ	**อุดมดัน**	**รหัสนักศึกษา 45045052**
นายหนุ่ม	**มานะแก้ว**	**รหัสนักศึกษา 45045058**

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 9/3/47 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายรัฐสุรินทร์ เชือดรัมย์ ,นายสามารถ อุดมดันและนายหนุ่ม มานะแก้ว . 2546 . : การศึกษาวิธีการเก็บกาละแม ด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ (Study on storage method of Kalamaer in Modified Atmosphere Packaging) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระติพร หาเรือนกิจ

บทคัดย่อ

กาละแม ของอำเภอศรีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมานานเป็นระยะเวลาหลายปี ทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือน เป็นของฝากและเพื่อการจำหน่าย แต่ยังประสบปัญหาที่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้คือ การเจริญเติบโตของเชื้อราและกลิ่นเหม็นหืน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมเกิดการเสื่อมเสียและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ผู้ทดลองจึงทำการศึกษาหาวิธีที่จะเก็บรักษากาละแมให้ได้นานขึ้น โดยทำการศึกษาเก็บรักษากาละแมด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) ภายใต้สภาวะต่างๆ ได้แก่ การศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจน ภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วน 80:20 ภายใต้สภาวะสูญญากาศและภายใต้สภาวะการใส่วัตถุดูดออกซิเจน พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมภายสภาวะก๊าซไนโตรเจนเก็บรักษากาละแมได้ 6 วัน ภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วน 80:20เก็บรักษากาละแมได้ 6 วัน ภายใต้สภาวะสูญญากาศเก็บรักษากาละแมได้ 7 วันและภายใต้สภาวะการใส่วัตถุดูดออกซิเจนเก็บรักษากาละแมได้ 7 วัน เมื่อทราบระยะเวลาของการเก็บรักษาแล้วจึงทำการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีได้แก่ การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น กลิ่นหืน ความเป็นกรด-ด่าง และวอเตอร์แอกทิวิตี นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาวิธีการเก็บรักษากาละแมด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้ความเมตตา คำปรึกษา แนะนำ ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจ แก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง และ รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดในการแก้ปัญหาต่างๆ

ขอขอบพระคุณ คุณเกรียงชัย ตั้งชวลิตกุล เจ้าของกิจการกาละแมศิขรภูมิ ตราปราสาทเดียว สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ และให้ผลิตภัณฑ์กาละแมในการทำการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการขอใช้ห้อง เครื่องมือและอุปกรณ์

และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยเป็นห่วงคอยเอาใจใส่ และให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ

คณะผู้จัดทำ

12 ธันวาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 ผลิตภัณฑ์กาละแ ม	2
2.2 การบรรจุภายใต้สภาวะการปรับปรุงบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging)	4
2.3 การบรรจุภายใต้สภาวะสูญญากาศ (Vacuum Packaging)	9
2.4 ภาชนะบรรจุ	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	11
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	11
3.3 สารเคมีและก๊าซ	12
3.4 ขั้นตอนการทดลอง	12
3.5 วิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาต่างๆ	15
4.2 การตรวจวิเคราะห์ค่า Water activity (Aw) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว	16
4.3 การตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว	17
4.4 การตรวจวิเคราะห์ค่า malonaldehyde(TBA) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การตรวจวิเคราะห์ค่า%ความชื้นของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจาก
ที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว 19
4.6 การศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของผลิตภัณฑ์กาละแม
ที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะต่างๆ 20
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 22
เอกสารอ้างอิง 23
ภาคผนวก 24
ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี 25
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ทางเคมี 30
ภาคผนวก ค. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ 37
ประวัติผู้เขียน 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธีการบรรจุ
ดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาต่างๆ 15

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์กาละแม ที่เก็บ
รักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 16

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บ
รักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 17

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า malonaldehyde(TBA) ของผลิตภัณฑ์กาละแมที่
เก็บรักษาด้วย 18

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า %ความชื้น ของผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษา
ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 19

ตารางที่6 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของผลิตภัณฑ์กาละแมที่
เก็บรักษาภายใต้สภาวะต่างๆ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

กาละแมเป็นขนมไทยที่ยังได้รับนิยมอยู่ในปัจจุบัน เพราะกาละแมมีรสชาติหวาน มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่ม และความมัน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของกาละแมอำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ ผู้คนจึงยังนิยมรับประทานและซื้อเป็นของฝาก กาละแมของอำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ มีกรรมวิธีการผลิตค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลาในการผลิตค่อนข้างนาน แต่กลับมีอายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายสั้นที่การเก็บรักษาในสภาวะปกติ

ดังนั้นจึงทำให้ผู้ทดลองทำการศึกษาหาวิธีการเก็บรักษากาละแมที่ต่างจากสภาวะปกติเพื่อให้เก็บรักษากาละแมได้นานขึ้น โดยทำการศึกษาวิธีการเก็บรักษาด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) ได้แก่ ในสภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ผสมไนโตรเจน (CO_2+N_2) , ไนโตรเจน(N_2) , สุญญากาศ (Vacuum) และวัตถุดูดออกซิเจน (O_2-absorber) เมื่อทราบระยะเวลาของการเก็บรักษาแล้วจึงทำการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีได้แก่ การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น กลิ่นหืน(malonaldehyde,TBA) ความเป็นกรด-ด่าง(pH)และWater activity(Aw)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธีบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะต่างๆ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กาละแม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ผลิตภัณฑ์กาละแม

<u>กาละแม</u>

คือ ขนมชนิดหนึ่งที่ได้จากการกวนด้วยแป้งข้าวเหนียว น้ำตาล และกะทิ จนเหนียวละลายเป็นแป้งเข้ากันเป็นสีน้ำตาลไหม้และเหนียวหนืด

<u>ความเป็นมาของกาละแม</u> (เดลินิวส์ ,2545)

สมัยก่อนเมื่อมีงานสำคัญๆหรืองานบุญต่างๆ เช่น บวชนาค งานทำบุญตายาย หรือ งานบุญเดือน 10 ซึ่งถือเป็นงานที่ลูกหลานที่อยู่ที่ต่างๆจะต้องมารวมกันเพื่อถวายพระ และหนึ่งในขนมหวานที่ทำนั้นก็จะมีกาละแมรวมอยู่ด้วย ในการทำขนมกาละแมจะต้องใช้เวลาในการทำหรือกวนเป็นเวลานานกว่าจะเสร็จ ทำให้ขนมกาละแมจะต้องใช้เวลาในการทำหรือกวนเป็นเวลานานกว่าจะเสร็จ ทำให้บรรดาญาติๆ และพี่น้องได้พบปะพูดคุยทักทายกัน ทำให้เกิดความสามัคคีในหมู่คณะและเมื่อเสร็จพิธีหรือเมื่อพระฉันอาหารเสร็จแล้ว จะมีการแบ่งอาหารคาวหวานให้คนที่มาร่วมงานกลับไปที่บ้าน บางคนก็นำไปรับประทานที่บ้าน บางคนก็นำไปฝากญาติที่อยู่ต่างแดน เมื่อหลายคนได้รับประทานก็ติดอกติดใจกับรสชาติของกาละแม จึงมีได้มีการทำกาละแมมาเรื่อยๆจนถึงปัจจุบันทั้งในด้านการค้าและบริโภคในครัวเรือน

<u>วัตถุดิบและวิธีการในการผลิตกาละแม</u>

วัตถุดิบในการผลิตกาละแมศิขรภูมิ

1. มะพร้าว
2. แป้งข้าวเหนียว
3. น้ำตาลทราย
4. น้ำตาลปี๊บ
5. เปลือกมะพร้าวเผา (ด่างที่มีสีดำ)
6. ใบตองที่รีดแล้วตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กระดาษแก้วสี

8. ถุงพลาสติกใส

ขั้นตอนการผลิตกาละแมศิขรภูมิ

1. นำมะพร้าวที่กระเทาะเอากะลาออกแล้วนำมาขูดให้ละเอียดแล้วนำมะพร้าวที่ขูดแล้วมาคั้นเอากะทิ 3 ครั้ง

2. นำน้ำกะทิที่คั้นเสร็จแล้วนำมาต้มให้เดือดเพื่อให้กะทิแตก

3.เปลือกมะพร้าวเผา (ด่างที่มีสีดำ)นำมากรองกับน้ำเพื่อให้ได้น้ำด่างสีดำแล้วเอามาเทใส่กะทิที่กำลังต้มให้เดือดอยู่

4.หลังจากนั้นเติมน้ำตาลทรายและน้ำตาลปี๊ปลงไปในน้ำกะทิผสมกับน้ำด่างที่กำลังต้มให้เดือดอยู่

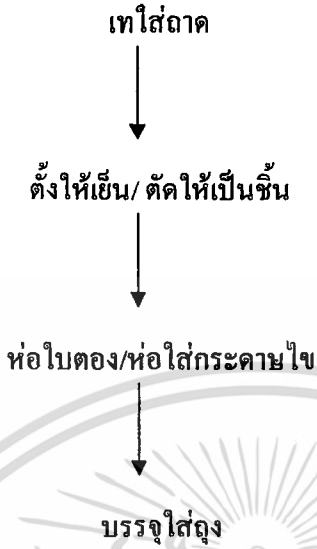
5. หลังจากที่ต้มกะทิได้ประมาณ 30 – 45 นาที ขั้นตอนต่อไปให้นำแป้งข้าวหนียวที่ได้เตรียมไว้แล้วเทใส่ลงไปในกะทิที่ต้มอยู่

6. เรากวนไปเรื่อยๆประมาณ 1- 2 ชั่วโมง สังเกตดูว่ากาละแมที่เรากวนอยู่นั้นกาละแมขึ้นไม้พายหรือยังถ้ากาละแมขึ้นพายแล้วให้ใช้มือแตะเนื้อกาละแมดูว่าเนื้อไม่ติดมือแล้วให้ยกกาละแมลงจากเตาเทใส่ถาดที่เตรียมไว้ให้กาละแมเย็น

7.หลังจากที่กาละแมเย็นแล้วนำกาละแมมาจับเป็นชิ้นๆห่อด้วยใบตองที่ผ่านการรีดให้แห้งและตัดขนาดสี่เหลี่ยม และม้วนเป็นวงกลมห่อทับด้วยกับกระดาษแก้วสีต่างๆ

8. นำกาละแมมาบรรจุใส่ถุงพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.2 การบรรจุภายใต้สภาวะดัดแปรบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging) (งามทิพย์ , 2538)

การบรรจุภายใต้สภาวะการปรับปรุงบรรยากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศที่มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่าง ๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาโดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ อัตราส่วนของก๊าซแรกเริ่ม วัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

วัตถุประสงค์ของการใช้ก๊าซบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ แต่ทั้งนี้และทั้งนั้นก็เพื่อเป้าหมายหลักเดียวกันคือ ชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้เป็น 2 ประการสำคัญ คือ

1. ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร

ปฏิกิริยาเคมีในอาหารที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งเมื่อเกิดกับไขมันจะทำให้อาหารเหม็นหืน เมื่อเกิดกับวิตามินจะทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง หรือสีของอาหารซีดจางลง เป็นต้น การชะลอหรือป้องกันปฏิกิริยานี้จะต้องกำจัดออกซิเจนภายในบรรยากาศล้อมรอบอาหารออกไป

2. ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพ สภาพบรรยากาศที่ไร้ก๊าซออกซิเจนและมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก ๆ จะช่วยชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยทั่วไปจะใช้ได้ผลกับแบคทีเรียที่ชอบอากาศ (Aerobic Bacteria) และเชื้อรา (Mould) ส่วนยีสต์ (Yeast) นั้นผลไม่ค่อยเด่นชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของก๊าซที่ใช้

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะคุณสมบัติของก๊าซที่นิยมใช้กันมากในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน

1. ก๊าซออกซิเจน

ในอากาศมีออกซิเจนประมาณร้อยละ 20.9 คุณสมบัติสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารคือ

1.1 สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารประกอบต่าง ๆ ในอาหาร เช่น ไขมัน วิตามิน เป็นต้น อาหารที่มีไขมันสูง หรืออาหารที่สูญเสียวิตามินได้ง่าย ควรบรรจุให้อยู่ภายใต้บรรยากาศที่ปราศจากก๊าซออกซิเจน เพื่อป้องกันปฏิกิริยาเหล่านี้

1.2 จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่สำคัญคือ แบคทีเรียทชอบอากาศ เช่น *Pseudomonas* , *Micrococcus* เป็นต้น และเชื้อราแทบทุกชนิด การบรรจุอาหารในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจน หรือมีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 0.1 จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารจากการกระทำของจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้ได้

1.3 จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันของไมโอโกลบิน เพื่อให้เนื้อมีสีแดงของออกซิ-ไมโอโกลบิน

1.4 สามารถทำปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning Reaction) ในอาหาร ทำให้คุณภาพด้านสีของอาหารลดลง

2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในอากาศปกติจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงร้อยละ 0.03 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง ๆ จะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร คุณสมบัติที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าเป็น Bacteriostatic หรือ Fungistatic agent คือ จะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้น มิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปจะต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ณ สมดุลในบรรยากาศ พบว่า ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เป็นประเภทเลือกเฉพาะ (Select Effect) ดังนี้ คือ :-

- แบคทีเรียที่ชอบอากาศและเชื้อราทั่วไป ไม่สามารถเจริญเติบโตในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบคทีเรียที่ชอบอากาศน้อยๆ (Slightly aerobic bacteria) เช่น *Lactobacillus* ยังคงเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก ๆ
- แบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในสภาพมีหรือไม่มีอากาศ (Facultative anaerobic bacteria) พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ มิได้ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโต บาง กรณียังช่วยเร่งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้ด้วย
- แบคทีเรียที่ไม่ชอบอากาศเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจน แต่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 - 20 แต่ถ้าเพิ่มก๊าซออกซิเจนเล็กน้อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้ได้บางชนิด
- ยีสต์ ค่อนข้างจะทนทานต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี จึงยังพบการเจริญเติบโตของยีสต์ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ๆ

2.2 สามารถละลายได้ดีในน้ำและน้ำมัน และการละลายนี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ดังสังเกตได้จากการยุบตัวของภาชนะ เนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันบรรยากาศ นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอจะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในผลิตภัณฑ์อาหารได้ จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารที่จะบรรจุ

3. ก๊าซไนโตรเจน

ในอากาศทั่วไปจะมีก๊าซไนโตรเจนประมาณร้อยละ 79 คุณสมบัติสำคัญที่นำมาใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร คือ เป็นก๊าซเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี จึงมักใช้แทนที่ก๊าซออกซิเจน เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือปฏิกิริยาเกิดสีน้ำตาลในอาหาร นอกจากนี้ ยังนิยมใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อรักษาระดับความดันภายในภาชนะบรรจุ ป้องกันการยุบตัวของภาชนะ และการแตกหักเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ,ไม่มีกลิ่นไม่มีรส จึงสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด , ละลายในน้ำและไขมันได้น้อยมาก

4. การใช้วัตถุดูดออกซิเจน (Oxygen Absorber) (บริษัท เจ.เอส.เอ็ม อิมปอร์ต เอ็กซ์ปอร์ต จำกัด)

วัตถุดูดออกซิเจน คือ วัตถุที่ทำจากผงเหล็กบรรจุในถุงกระดาษเคลือบพลาสติก เมื่อนำถุงหรือซองนี้ไปใส่ในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ ความชื้นจากผลิตภัณฑ์จะทำให้ผงเหล็กเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันเกิดเป็นผงเหล็ก ก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะจึงถูกใช้ไปทำให้ความเข้มข้นลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงร้อยละ 0.05 หรือต่ำกว่าภายในระยะเวลาอันสั้น ใช้สำหรับถนอมอาหารโดยการดูดออกซิเจนที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร เครื่องสำอาง และยา วัตถุดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหากใช้กับอาหารและภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจะทำการดูดและลดออกซิเจนที่หลงเหลือในภาชนะที่เก็บผลิตภัณฑ์นั้นซึ่งอากาศจะลดลงมากจนเหลืออยู่ประมาณ 0.01 % ของอากาศทั้งหมดที่อยู่ในภาชนะเท่านั้น

คุณสมบัติของวัตถุดูดออกซิเจน

- ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประเภทอาหาร , ยา , เครื่องสำอาง ให้ยาวนานขึ้น
- ป้องกันการเกิดเชื้อราและเชื้อที่ทำให้เกิดโรค
- ใช้แทนวัตถุกันเสียต่างๆ เช่น โซเดียมเบนโซเอต , ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โพแทสเซียมซอร์เบต , BHA , BHT
- เพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการดูดอากาศในภาชนะบรรจุแบบ Vacuum , Gas Flushing
- เพิ่มความสดใหม่และคงสภาพของกลิ่นในอาหารประเภทถั่วอบ กาแฟ ผลไม้อบแห้งและ เครื่องเทศ
- ต้านสารอนุมูลอิสระในอาหารประเภทเครื่องเทศและอาหารที่ปรุงรสแล้ว
- ป้องกันการเกิดเชื้อราในเนยแข็ง
- ชะลอการเกิดเอนไซม์ในผลไม้และผักบางชนิดไม่ให้เน่าเสียเร็วก่อนเวลาอันควร
- คงสภาพสีลักษณะของอาหารตามธรรมชาติ(อาหารไม่เปลี่ยนสี) เช่น ประเภทเบอร์รี่, เชอรี่ ,ลำใยตากแห้ง , มะเขือเทศตากแห้ง , ผลไม้ตากแห้งอื่นๆเม็ดข้าวโพด , ถั่วตากแห้ง แม้กระทั่ง ซอสมะเขือเทศไม่ให้ดำคล้ำเร็วก่อนกำหนด

ความสามารถในการดูดออกซิเจนของวัตถุดูดออกซิเจน

- ขนาด 0.8 กรัม มีความสามารถในการดูดออกซิเจนได้ 30 CC.
- ขนาด 1.5 กรัม มีความสามารถในการดูดออกซิเจนได้ 50 CC.
- ขนาด 3 กรัม มีความสามารถในการดูดออกซิเจนได้ 100 CC.
- ขนาด 8 กรัม มีความสามารถในการดูดออกซิเจนได้ 200 CC.
- ขนาด 12 กรัม มีความสามารถในการดูดออกซิเจนได้ 300 CC.

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ก๊าซเพื่อการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร</u>

การใช้ก๊าซเพื่อการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร จะบังเกิดประโยชน์สูงสุดได้จำเป็นต้องนำปัจจัยดังที่จะกล่าวต่อไปนี้มาพิจารณา เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Nature of the Product) เช่น องค์ประกอบสำคัญ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ค่า water activity (A_w) อัตราการหายใจ ลักษณะทางกายภาพ การเติมสารเคมี เช่น สารกันบูด สารกันหืน เชื้อจุลินทรีย์ทั้งชนิดที่ทำให้อาหารเน่าเสียและเป็นพิษที่มักตรวจพบ เป็นต้น คุณสมบัติเหล่านี้จะทำให้ทราบถึงสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ใช้ในการพิจารณาชนิดของก๊าซที่เหมาะสมในการบรรจุและจะช่วยทำให้สามารถคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นั้นได้ด้วย

2. ชนิดและความเข้มข้นของก๊าซ (Gaseous Environment Inside the package)คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุและสภาวะการเก็บรักษาจะเป็นปัจจัยกำหนดชนิดและความเข้มข้นของก๊าซ

3. คุณสมบัติของวัสดุบรรจุและภาชนะบรรจุ (Nature of the Packaging Material)

เช่น อัตราการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ ความต้านทานไขมัน ความโปร่งใส อุณหภูมิที่ใช้ในการปิดผนึกถุงหรือซอง ความแข็งแรงของรอยปิดผนึก เป็นต้น

4. ระบบการบรรจุ (Packaging System)

ที่มีใช้กันทั่วไปมี 2 ระบบที่สำคัญ คือ

1) ระบบสุญญากาศ – พ่นก๊าซ (Vacuum – Reinjection System) โดยจะใช้เครื่องสูบสุญญากาศกำจัดอากาศภายในภาชนะออกแล้วพ่นก๊าซที่ต้องการเข้าไป ปิดผนึกให้เรียบร้อย วิธีนี้พบว่ามีก๊าซออกซิเจนหลงเหลือประมาณร้อยละ 0.5 – 1

2) ระบบพ่นก๊าซแทนที่อากาศ (Gas purging หรือ Gas Flushing System) โดยการพ่นก๊าซที่ต้องการบรรจุเข้าไปภายในภาชนะเป็นเวลานานพอควรจนก๊าซเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะแล้วจึงปิดผนึกภาชนะ วิธีนี้พบว่ามีก๊าซออกซิเจนหลงเหลือภายในภาชนะค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 2 – 3 บางกรณีอาจสูงถึงร้อยละ 5

<u>ความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดต่างๆ</u>

เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษอาหารที่เน่าเสียอาจจะเป็นพิษหรือไม่ก็ได้ สามารถสังเกตอาหารเน่าเสียได้จากกลิ่น สี ที่ผิดปกติการมีฟองอากาศหรือการมีเมือก เป็นต้น ส่วนอาหารที่เป็นพิษอาจจะไม่แสดงอาการเน่าเสียก็ได้ซึ่งเป็นอันตรายมากเนื่องจากผู้บริโภคไม่สามารถสังเกตได้จากลักษณะภายนอก จนกระทั่งเกิดอาการเจ็บป่วยหลังจากบริโภคอาหารนั้นๆ

โดยทั่วไป การบรรจุในสภาวะดัดแปรบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงๆ จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ดี เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียที่ชอบอากาศ เช่น *Pseudomonas* เชื้อราเกือบทุกสายพันธุ์ ยกเว้นเชื้อราบางชนิดที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เช่น *Asperrgillus flavus* ที่สามารถสร้างสารพิษ Aflatoxin สาเหตุของโรค Turkey X. บางครั้งพบว่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษกลับเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดระหว่าง เชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน หรือไม่มีสารยับยั้งการเจริญเติบโตเช่นกรดที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียบางสายพันธุ์สามารถสร้างขึ้นได้ระหว่างการเจริญเติบโต นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษมักเจริญเติบดตได้ดีในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจน หรือมีก๊าซออกซิเจนน้อยๆการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงๆบางครั้งก็ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการสร้างพิษของเชื้อจุลินทรีย์ประเภทนี้ได้

ด้วยเหตุนี้ จึงมีการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความปลอดภัยในการบริโภคอาหารที่เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ และแม้ว่าในปัจจุบันจะยังคงไม่มีงานวิจัยใดที่ให้ข้อสรุปที่กระจ่างชัดได้ ก็พอจะกำหนดแนวทางปฏิบัติที่สำคัญได้คือ ต้องควบคุมคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารก่อนบรรจุให้ดีที่สุด มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด และหากเป็นไปได้ควรมีการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการที่เหมาะสมก่อนบรรจุก่อนการบรรจุ นอกจากนี้สำหรับอาหารที่เน่าเสียง่ายควรใช้อุณหภูมิในระหว่างการขนส่งและเก็บรักษาไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส เนื่องจาก
เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษสายพันธุ์ที่สำคัญไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมินี้

2.3 การบรรจุภายใต้สภาวะสูญญากาศ (Vacuum Packaging) (งามทิพย์ , 2538)

การบรรจุภายใต้สภาวะสูญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สูญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใดๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัวหรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงตัว โดยทั่วไปความดันภายในภาชนะจะมีค่าประมาณ 0.5-8 ทอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และระบบการบรรจุ รูปแบบการบรรจุที่นิยมใช้กันมีดังนี้

1. ถุงหดตัว (Shirink bag) หลักการบรรจุเหมือนกับการบรรจุเนื้อสด นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นก้อนใหญ่ๆ วัสดุที่ใช้นิยมใช้เช่น Saran , PET/PVDC/PE เป็นต้น ถ้าเนื้อก้อนมากและรูปร่างไม่สม่ำเสมอนิยมใช้ Nylon มากกว่าเนื่องจากยืดตัวได้มาก เช่น Nylon/PVDC/Surlyn

2. ถาดเทอร์โมฟอร์มกับฟิล์มปิด การบรรจุจะใช้เครื่องขึ้นรูป – บรรจุ – ปิดผนึกในแนวนอนโดยจะขึ้นรูปถาดแบบเทอร์โมฟอร์มก่อน บรรจุผลิตภัณฑ์ดึงอากาศออกแล้วปิดผนึกทันทีด้วยที่ด้วยฟิล์มอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นหนึ่ง วัสดุบรรจุที่นิยมใช้ถาดเช่น PET/PE หรือ K-PET/PE ความหนาประมาณ 200 / 40 ไมครอน เหมาะสมกับการขึ้นรูปถาดที่ลึกไม่เกิน 3 ซม. ถาดที่ลึกกว่านี้ควรใช้ Nylon/ PEหรือ K-Nylon/PE ส่วนฟิล์มปิดนิยมใช้ PET มากกว่า Nylon เนื่องจากป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีเท่าๆกันแต่ราคาต่ำกว่า

3. สกินแพ็ก นิยมใช้นิยมกับผลิตภัณฑ์ที่ตัดแผ่นเช่น แฮม เบคอน หรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นเล็กๆถาดเทอร์โมฟอร์นิยมใช้วัสดุที่อาบโลหะ เช่น Met.PET /PE เพื่อเพิ่มความสวยงามและมักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ราคาสูง ส่วฟิล์มปิดใช้ PET/PVDC/Surlyn หรือ Nylon/PVDC/Surlyn

4. ซาแรนแพ็ก (Saran-Pac) เป็นระบบต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่การผลิตฟิล์ม ขึ้นรูปแบบเทอร์โมฟอร์ม บรรจุผลิตภัณฑ์ดึงอากาศออกและปิดผนึกทันที ฟิล์มที่ใช้เป็นประเภทหลายชั้นประกอบด้วย PVC และ PVDC ขึ้นรูปโดยวิธีโคเอกซ์ทรูชัน การยึดติดกันระหว่างฟิล์มแต่ละชั้นหรือการผนึกติดกันของฟิล์มแผ่นล่างที่รองรับผลิตภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ปิดแผ่นบนจะเกิดขึ้นขณะที่พลาสติกยังไม่เย็นตัวเต็มที่โครงสร้างยังแบบอสัญฐานจึงใช้ความดันเพียงอย่างเดียวฟิล์มก็สามารถติดกันได้ดี เมื่อบรรจุเรียบร้อยแล้วจะให้ความร้อนด้วยอินฟราเรดอีกครั้งเพื่อให้พลาสติกจัดเรียงโครงสร้างโมเลกุลแบบผลึกจะทำให้อัตราการซึมผ่านฟิล์มของก๊าซลดลง ฟิล์มของก๊าซลดลง ฟิล์มที่นิยมใช้เช่น PVDC/PVC/PVDC สำหรับไส้กรอก PVC/PVDC สำหรับเบคอน เป็นต้น

ข้อเสียของระบบนี้เสียคิดเครื่อง จักรมีราคาสูงมาก เหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ๆเท่านั้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงขนาดบรรจุทำได้ยาก เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

2.4 ภาชนะบรรจุ (งามทิพย์ , 2543)

ถุงพอลิโพรพิลีน เป็นพลาสติกที่นิยมใช้มาก มีความแข็งแรงมากกว่าพอลิเอทิลีน และความสามารถในการป้อองกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมันดีกว่าพอลิเอทิลีน ทนความร้อนได้สูง สามารถใช้บรรจุอาหารที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อได้ พอลิโพรพิลีนมีความใสดีมากจึงนิยมใช้ผลิตฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ถุงบรรจุอาหาร ถุงร้อน(ชนิดใส)ขวด ถาด นอกจากนี้ฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่มีการจัดเรียงโมเลกุลให้เป็นระเบียบในระหว่างการผลิตซึ่งจะเรียกว่า โอเรนเตดพอลิโพรพิลีนจะมีความใสและความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น และเป็นวัสดุสำหรับการพิมพ์ที่ดีจึงนิยมใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยว และใช้เป็นฟิล์มหดรัดได้ด้วย ถุงพอลิโพรพิลีนความหนา 25 ไมครอน มีอัตราการซึมผ่านของของก๊าซออกซิเจนประมาณ 1,300-6,400 cc/m^2 atm.24hr และมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำประมาณ 4-11 g/m^2 24hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

กาละแม จากอำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์

- ถุงพอลิโพรพิลีน ความหนา 0.07 มิลลิเมตร ขนาดของถุง 7 X 11 นิ้ว
- Aluminium can
- ชุดอุปกรณ์สำหรับบรรจุก๊าซ
- บิกเกอร์ ขนาด 50,100,500 มิลลิลิตร
- Discater
- ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ TBA
- Salt-standard
- Cuvet
- Tong
- หลอดทดลอง
- Rack

3.2.2 เครื่องมือ

- เครื่อง Vacuum pack
- เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน
- เครื่อง PH-meter รุ่น CG 842 Schott
- เครื่อง Spectrophoto meter รุ่น Spectro 22
- เครื่องวัดหาค่า Water Activity รุ่นThermoconstanter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่อง Hot air oven รุ่น E53
- เครื่อง Water bath

3.3 สารเคมีและก๊าซ

3.3.1 สารเคมี

- Thiobarbituric acid (TBA)
- 90 % glacial acetic acid
- Hydrochloric acid 4 M
- Buffer 4, 7
- วัตถุดูดออกซเจน

3.3.2 ก๊าซ

- ก๊าซไนโตรเจน บริสุทธิ์ 100%
- ก๊าซไนโตรเจนผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราส่วน 80:20

3.4 แผนการทดลอง

3.4.1. การศึกษาอายุการเก็บรักษากาละแมภายใต้สภาวะต่างๆดังนี้

3.4.1.1 การบรรจุในสภาวะปกติ

3.4.1.2 การบรรจุในสภาวะมีไนโตรเจน

3.4.1.3 การบรรจุในสภาวะสภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราส่วน 80:20

3.4.1.4 การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

3.4.1.5 การบรรจุในสภาวะตัวดูดซับออกซิเจน

3.4.2. การวิเคราะห์คุณภาพของกาละแม

3.4.2.1 การวัดค่า pH

3.4.2.2 การวัดค่า Aw

3.4.2.3 การวัดค่า TBA

3.4.2.4 การวัดปริมาณความชื้น

3.4.3. การทดสอบลักษณะทางกายภาพโดยการดูดกลืน,การสัมผัสเนื้อและการเกิดรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 <u>การบรรจุผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะปกติ(Control)</u>

- ใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 7 X 11 นิ้ว
- บรรจุกาละแมใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น หนักชิ้นละ 10.85 กรัม บรรจุทั้งหมด 4 ถุง
- ปิดปากถุง
- เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกวัน โดยดูการเกิดเชื้อราด้วยสายตาและดมกลิ่นการเหม็นหืน
- นำตัวอย่างของกาละแมวันสุดท้ายก่อนที่จะมีราขึ้นและมีกลิ่นหืน มาวิเคราะห์ทางเคมี หา %ความชื้น , ความเป็นกรด-ด่าง , Water activity และความหืน(TBA)

3.5.2 <u>การบรรจุผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจน</u>

- ใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 7 X 11 นิ้ว
- บรรจุกาละแมใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น หนักชิ้นละ 10.85 กรัม บรรจุทั้งหมด 6 ถุง
- ดูดอากาศออกจากถุงที่บรรจุกาละแมโดยเครื่อง Vacuum pack
- บรรจุก๊าซไนโตรเจนปริมาตร 400 ซีซี ลงในถุงกาละแมที่ดูดอากาศออกแล้วโดยใช้หลอดฉีดยาและชุดบรรจุก๊าซ
- ปิดผนึกใต้รอยที่ใช้เข็มฉีดยาเจาะเพื่อพ่นก๊าซเข้าในถุง ด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซรั่วออกจากถุง
- เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกวัน โดยดูการเกิดเชื้อราด้วยสายตาและดมกลิ่นการเหม็นหืน
- นำตัวอย่างของกาละแมวันสุดท้ายก่อนที่จะมีราขึ้นและมีกลิ่นหืน มาวิเคราะห์ทางเคมี หา %ความชื้น , ความเป็นกรด-ด่าง , Water activity และความหืน(TBA)

3.5.3 <u>การบรรจุผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วน 80:20</u>

- ใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 7 X 11 นิ้ว
- บรรจุกาละแมใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น หนักชิ้นละ 10.85 กรัม บรรจุทั้งหมด 6 ถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดูดอากาศออกจากถุงที่บรรจุกาละแมโดยเครื่อง Vacuum pack
- บรรจุก๊าซผสมไนโตรเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 400 ซีซี ลงในถุงกาละแมที่ดูดอากาศออกแล้วโดยใช้หลอดฉีดยาและชุดบรรจุก๊าซ
- ปิดผนึกใต้รอยที่ใช้เข็มฉีดยาเจาะเพื่อพ่นก๊าซเข้าในถุง ด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซรั่วออกจากถุง
- เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกวัน โดยดูการเกิดเชื้อราด้วยสายตาและดมกลิ่นการเหม็นหืน
- นำตัวอย่างของกาละแมวันสุดท้ายก่อนที่จะมีราขึ้นและมีกลิ่นหืน มาวิเคราะห์ทางเคมี หา %ความชื้น , ความเป็นกรด-ด่าง , Water activity และความหืน(TBA)

3.5.4 <u>การบรรจุผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะสูญญากาศ</u>

- ใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 7 X 11 นิ้ว
- บรรจุกาละแมใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น หนักชิ้นละ 10.85 กรัม บรรจุทั้งหมด 6 ถุง
- ดูดอากาศออกจากถุงที่บรรจุกาละแมเพื่อให้เป็นสูญญากาศโดยเครื่อง Vacuum pack
- เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกวัน โดยดูการเกิดเชื้อราด้วยสายตาและดมกลิ่นการเหม็นหืน
- นำตัวอย่างของกาละแมวันสุดท้ายก่อนที่จะมีราขึ้นและมีกลิ่นหืน มาวิเคราะห์ทางเคมี หา %ความชื้น , ความเป็นกรด-ด่าง , Water activity และความหืน(TBA)

3.5.5 <u>การบรรจุผลิตภัณฑ์กาละแมในสภาวะที่มีวัตถุดูดออกซิเจน</u>

- ใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 7 X 11 นิ้ว
- บรรจุกาละแมใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น หนักชิ้นละ 10.85 กรัม บรรจุทั้งหมด 6 ถุง
- ใส่วัตถุดูดออกซิเจนขนาด 1.5 กรัม จำนวน 2 ถุง ในถุงที่บรรจุกาละแม
- ปิดผนึกปากถุงด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน
- เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกวัน โดยดูการเกิดเชื้อราด้วยสายตาและดมกลิ่นการเหม็นหืน
- นำตัวอย่างของกาละแมวันสุดท้ายก่อนที่จะมีราขึ้นและมีกลิ่นหืน มาวิเคราะห์ทางเคมี หา %ความชื้น , ความเป็นกรด-ด่าง , Water activity และความหืน(TBA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธีดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาต่างๆ

จากการทดลองศึกษาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแม ด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การเก็บรักษาโดยวิธี Control (เก็บรักษาในภาวะปกติ), คาร์บอนไดออกไซด์ผสมไนโตรเจน (CO_2 + N_2) (20:80) , ไนโตรเจน(N_2) ,สุญญากาศ (Vacuum) และวัตถุดูดออกซิเจน (O_2-Absorber) ในผลการเก็บรักษาดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาต่างๆ

วิธีการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) ที่อุณหภูมิห้อง
Control	3
$CO_2 + N_2$	6
Nitrogen	6
Vacuum	7
O_2-Absorber	7

จากตารางที่ 1 พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมโดยวิธี $CO_2 + N_2$ และ N_2 สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control ถึง 3 วัน ส่วนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมโดยวิธี Vacuum และ O_2-Absorber สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control ถึง 4 วัน

เมื่อทราบระยะเวลาผลิตภัณฑ์กาละแมไว้ได้โดยไม่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และกลิ่นเหม็นหืน จึงนำผลิตภัณฑ์กาละแมไปตรวจวิเคราะห์ ทางเคมี ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์ค่า Water activity , ความเป็นกรด-ด่าง , malonaldehyde(TBA) และ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การตรวจวิเคราะห์ค่า Water activity (Aw) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์กาละแม ที่เก็บรักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

วิธีการเก็บรักษา	ค่า Aw
Control (3 วัน)	0.86^{a}
$CO_2 + N_2$ (6 วัน)	0.81^{b}
Nitrogen (6 วัน)	0.81^{b}
Vacuum (7 วัน)	0.83^{c}
O_2-Absorber (7 วัน)	0.85^{ac}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่ท้ายตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ ค่า Water activity เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมที่เหมาะสม หรือ วิธีการเก็บรักษาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมหลังการเก็บรักษาใกล้เคียงกับControlมากที่สุด พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวัตถุดูดออกซิเจน(Oxygen-absorber) ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ของค่า Water activity ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาในสภาวะ Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว

ตารางที่3 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์กาละแม ที่เก็บรักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

วิธีการเก็บรักษา	ค่า pH
Control (3 วัน)	5.13^{a}
$CO_2 + N_2$ (6 วัน)	5.83^{b}
Nitrogen (6 วัน)	5.88^{b}
Vacuum (7 วัน)	5.89^{b}
O_2-Absorber (7 วัน)	6.11^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่ท้ายตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมที่เหมาะสมหรือวิธีการเก็บรักษาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมหลังการเก็บรักษาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control มากที่สุดพบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี $CO_2 + N_2$, N_2 , Vacuum และ O_2-Absorber ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ของค่า pH มีความแตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control แต่ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี $CO_2 + N_2$ ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า pH ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97100

4.4 การตรวจวิเคราะห์ค่า malonaldehyde(TBA) ของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า malonaldehyde(TBA) ของผลิตภัณฑ์กาละแม ที่เก็บรักษาด้วย

วิธีการเก็บรักษา	ค่า TBA (mg malonaldehyde / kg sample)
Control (3 วัน)	0.445^{a}
$CO_2 + N_2$ (6 วัน)	1.014^{c}
Nitrogen (6 วัน)	0.983^{c}
Vacuum (7 วัน)	0.983^{c}
O_2-Absorber (7 วัน)	0.647^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่ท้ายตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ ค่า malonaldehyde(TBA) เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมที่เหมาะสม หรือ วิธีการเก็บรักษาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมหลังการเก็บรักษาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control มากที่สุด พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี $CO_2 + N_2$, Nitrogen , Vacuum และ O_2-Absorber ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ของค่า malonaldehyde(TBA) มีความแตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control แต่ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี O_2 -absorber ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า malonaldehyde(TBA)ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะ Control มากที่สุด

อาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่มีค่าTBA สูงแสดงว่าอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นเกิดปฏิกิริยา Oxidative rancidity สูง ทำให้มีปริมาณมิลลิกรัมของ malonoldehyde สูง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าอาหารหรือผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นเหม็นหืนสูง ดังนั้นอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่มีค่า TBA สูงจึงไม่เหมาะที่จะนำมารับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การตรวจวิเคราะห์ค่า%ความชื้นของผลิตภัณฑ์กาละแมหลังจากที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว

ตารางที่5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ค่า %ความชื้น ของผลิตภัณฑ์กาละแม ที่เก็บรักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

วิธีการเก็บรักษา	%ความชื้น
Control (3 วัน)	27.48^{a}
$CO_2 + N_2$ (6 วัน)	23.36^{bc}
Nitrogen (6 วัน)	21.55^{c}
Vacuum (7 วัน)	21.13^{c}
O_2-Absorber (7 วัน)	24.73^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่ท้ายตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ ค่า %ความชื้น เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมที่เหมาะสม หรือ วิธีการเก็บรักษาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมหลังการเก็บรักษาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ Control มากที่สุด พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี O_2-Absorber ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ของค่า %ความชื้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลิตภันฑ์ Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะต่างๆ

ตารางที่6 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะต่างๆ

วิธีการเก็บตัวอย่าง		Control	Vacuum	บรรจุ N_2	บรรจุN_2+CO_2 (80 :20)	O_2-Absorber
ลักษณะปรากฏระหว่างการเก็บรักษา (วันที่)	1	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	2	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	3	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	4	- มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	5	-	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	6	-	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม
	7	-	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม	มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา	มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา	-ไม่มีการเกิดเชื้อรา - กลิ่นไม่หืน -เนื้อสัมผัสเริ่มแข็ง
	8		- ไม่มีการเกิดเชื้อรา - มีกลิ่นเหม็นหืน	-	-	มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19769

จากตารางที่ 6 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้ สภาวะต่างๆ ปัจจัยที่ใช้ในการบ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสีย คือ ปัจจัยที่1 การเจริญของเชื้อรา และปัจจัยที่2 กลิ่นเหม็นหืน จากการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์กาละแม พบว่า ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะปกติ (Control)เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสียเนื่องจากการเจริญของเชื้อราในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 3วัน , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะสูญญากาศ(Vacuum)เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสียเนื่องจากกลิ่นเหม็นหืน ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา แต่เมื่อเก็บรักษาต่อไปก็จะมีการเจริญของเชื้อรา ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 7 , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะไนโตรเจน(Nitrogen)เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสียเนื่องจากการเจริญของเชื้อรา ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 6 , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะไนโตรเจนผสมคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วน80:20 เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสียเนื่องจากการเจริญของเชื้อราในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 6 , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะวัตถุดูดออกซิเจน (oxigen-obsorber) เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมเสียเนื่องจากการเจริญของเชื้อราในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) ภายใต้สภาวะต่างๆ พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์รักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) ภายใต้สภาวะต่างๆ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแม ได้นานขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ (Control) ซึ่งผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาในสภาวะปกติสามารถเก็บรักษาได้เพียง 3 วัน แต่ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้นานกว่า 3 วัน โดยที่ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้ 6 วัน ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ 3 วัน , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราส่วน 80 : 20 สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์รักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้ 6 วัน ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่เก็บในสภาวะปกติ 3 วัน , ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้ 7 วัน ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่เก็บในสภาวะปกติ 4 วัน และผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะวัตถุดูดออกซิเจน สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้ 7 วัน ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่เก็บในสภาวะปกติ 4 วัน

พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมด้วยวิธี Modified Atmosphere Packaging (MAP) ภายใต้สภาวะสูญญากาศและภายใต้สภาวะวัตถุดูดออกซิเจน สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมได้นานกว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนและภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจนผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราส่วน 80 : 20 แต่การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาละแมภายใต้สภาวะสุญญากาศจะทำให้รูปร่างของผลิตภัณฑ์กาละแมมีรูปร่างไม่สวยงามเหมือนการเก็บรักษาภายใต้สภาวะวัตถุดูดออกซิเจน เนื่องจากเมื่อดูดอากาศออกแล้วบรรจุภัณฑ์จะหดรัดติดกับผลิตภัณฑ์กาละแมทำให้รูปร่างบิดเบี้ยวไม่สวยงาม

เมื่อนำผลิตภัณฑ์กาละแมที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาแล้วไปวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่วิเคราะห์ปริมาณความชื้น , Water activity ,ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ malonaldehyde(TBA) เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่า ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะวัตถุดูดออกซิเจนให้ผลการตรวจวิเคราะห์ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กาละแมที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ (Control) มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

การถนอมและแปรรูปอาหาร . 2543 .**การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร.**สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 189- 234 หน้า.

เกรียงชัย ตั้งเชาวลิตกุล . ร้านกาละแมศีขรภูมิ (ตราปราสาทเดียว) บ้านเลขที่ 211-222 ถ.เสรีธิปัตย์ ตำบลระแงง อำเภอศีขรภูมิ สุรินทร์

งามทิพย์ ภู่วโรดม.2538.พิมพ์ครั้งที่ 2 .**ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร** . ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ . คณะอุตสาหกรรมเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นลินยา คำแย้ม , วิภาดา เพ็ญนุกูล .2543. **การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของกาละแม.** วิทยาศาสตร์บัณฑิต .สาขาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นิธิยา รัตนาปนนท์ .2543. **เคมีอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 473 น.

วุฒิชัย นาครักษา , ยุพร พืชกมุทร . **ปฏิบัติการเคมีอาหาร** . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 49 น.

บริษัท เจ.เอส.เอ็น อิมปอร์ต เอ็กซ์ปอร์ต จำกัด. **SATO Ⓡ Oxygen Absorbers** . กรุงเทพ . 5 น.

พจนานุกรมไทย . พิมพ์ครั้งที่ 5 . 2535 . ห้างหุ้นส่วนจำกัดรวมสาส์น . กรุงเทพ . 75 น.

สุชาติ หาญกิจ . เดลินิวส์ . วันพฤหัสบดี ที่ 25 เมษายน พ.ศ.2545 . หน้า 32.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. <u>การหาปริมาณความชื้น</u> (วุฒิชัยและยุพร, 2539)

<u>อุปกรณ์</u>

1. Aluminium can
2. Hot air oven
3. Dissicator
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง
5. ช้อนตักสาร
6. Tong

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
2. ปิดฝาแล้วนำไปทำให้เย็นใน Dissector นาน 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนักพร้อมฝาให้ได้น้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
5. นำ Aluminium can ไปอบโดยไม่ต้องปิดฝาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง
6. ปิดฝาแล้วนำไปทำให้เย็นใน Dissicator นาน30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
7. นำ Aluminium can ไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง
8. ปิดฝาแล้วนำไปทำให้เย็นใน Dissicator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่หายไปไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.005 กรัม

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{((A+B)-C) \times 100}{B}$$

โดยที่ A = น้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา

B = น้ำหนักตัวอย่าง

C = น้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝาและน้ำหนักตัวอย่างทีหลังอบแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณ malonaldehyde (TBA test)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. TBA reagent : ละลายสาร TBA 0.2883 กรัม ด้วย 90% glacial acetic acid จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. Hydrochloric acid 4 M : Hydrochloric acid 83.3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร
3. ชุดกลั่น TBA
4. เครื่อง Spectrophoto meter รุ่น Spectro 22
5. เครื่อง Water bath

วิธีการทดลอง

1) ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 กรัม นำไปบดผสมกับน้ำกลั่น 50 มล. นาน 2 นาที
2) เทตัวอย่างที่บดผสมลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากที่บดผสมด้วยน้ำกลั่น 47.5 มล. เทใส่ขวดก้นกลม
3) เติมกรด HCl 4 M จำนวน 2.5 มล. เพื่อปรับให้ pH ประมาณ 1.5 แล้วใส่ glass beads ลงในขวดก้นกลม
4) นำตัวอย่างไปกลั่น
5) ดูดตัวอย่างของเหลวที่กลั่นได้ 5 มล. ใส่ลงในหลอดทดลองที่สะอาดมีผาปิด
6) เติมสารละลาย TBA 5 มล. เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที
7) เตรียม Blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มล. แทนของเหลวตัวอย่าง
8) เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที
9) นำสารละลายไปวัดค่า absorbance ที่ 538 nm

หมายเหตุ TBA Value = 7.8 A หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม

(A = ค่า absorbance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์หาปริมาณ Water activity (Aw)

อุปกรณ์

1. ตลับความชื้นมาตรฐาน (Salt standard)
2. ตลับพลาสติก (Sample cup)
3. เครื่องวัดหาค่า Water activity รุ่น Thermoconstanter

วิธีการทดลอง

1. หมุนปุ่มสีเหลืองของเครื่อง Thermoconstanter ในตำแหน่งที่ 1
2. นำตัวอย่างพลาสติกมาใส่ตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 80-90 %
3. นำตลับตัวอย่างมาใส่ไว้ใน Measuring chamber
4. ปิดฝาให้เรียบร้อย
5. ตั้งอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ โดยถ้าต้องการควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างให้ได้ 27 องศาเซลเซียส ก็ให้ตั้งปุ่มสีดำตรงขวามือไปที่หมายเลข 177
6. จากนั้นรอจนกระทั่งอุณหภูมิได้ตามที่ตั้งไว้ และ Relative Humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสภาวะที่สมดุลย์กับสารตัวอย่าง สภาวะนี้เรียกว่า Equilibrium Relative Humidity เมื่อหารด้วย 100ก็จะได้ค่า Water activity ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่าง (PH)

อุปกรณ์

1. บิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. น้ำกลั่น+ กระบอกน้ำกลั่น
3. แท่งแก้วคน
4. Buffer 4.00 และ 7.00
5. เครื่องวัด pH รุ่น CG 842 Schott

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง pH meter
2. คาริเบทเครื่อง pH meter โดยใช้ buffer 4.00 และ 7.00
3. สุ่มตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นนาน 10 นาที
4. จุ่ม Probe ลงในสารละลายตัวอย่าง
5. กดปุ่ม Auto read
6. ดูค่าที่หน้าจอหลังจากตัวอักษร AR หยุดกระพริบ แสดงว่าค่านั้นเป็นค่าที่แท้จริงแล้วบันทึกผลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี (เก็บในสภาวะControl)

1.1 การวัดค่า Water activity

จำนวนตัวอย่าง	ค่า Aw ที่ 27 ^{0}C
1	0.860
2	0.858
3	0.864
ค่าเฉลี่ย	**0.861**

1.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

จำนวนซ้ำ	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	pH
1	10	5.17
2	10	5.10
3	10	5.11
ค่าเฉลี่ย	**10**	**5.13**

1.3 การวัดค่าปริมาณความชื้น

จำนวนตัวอย่าง	น้ำหนักเริ่มต้น	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)									
		3 ชม.	4 ชม.	5 ชม.	6 ชม.	7 ชม.	8 ชม.	9 ชม.	10 ชม.	11 ชม.	12 ชม.
1	5	3.9950	3.9812	3.9479	3.8582	3.7987	3.7261	3.6647	3.6345	3.6125	3.6109
2	5	4.0256	4.0144	3.9842	3.9742	3.9737	3.9716	3.7714	3.7235	3.6311	3.6294
3	5	4.0569	4.0449	4.0030	3.8901	3.8546	3.8123	3.7449	3.6979	3.6385	3.6372
ค่าเฉลี่ย	**3.6258**										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

% ความชื้น = $\frac{\text{น้ำหนักก่อน - น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อน}} \times 100$

$= \frac{5 - 3.6258}{5} \times 100$

$= 27.48\ \%$

2.4 การวัดค่าปริมาณ malonaldehyde (TBA)

จำนวนตัวอย่าง	ค่า absorbance at 538 nm
Blank	0.044
1	0.091
2	0.089
3	0.092
ค่าเฉลี่ย	**0.091**

คำนวณหาปริมาณ malonaldehyde (TBA)

= ค่า absorbance - blank

= 0.091 - 0.044 = 0.057

= 0.057 x factor 7.8

= 0.445 mg malonadehyde / kg sample

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี (เก็บในสภาวะ Nitrogen ,Nitrogen + Carbondioxide , Vacuum และวัตถุดูดออกซิเจน (Oxigen-absorber)

2.1 การวัดค่า Water activity

วิธีการเก็บรักษา	ผลการตรวจวิเคราะห์หาค่า Aw ที่ 27 ^{0}C			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
Co_2 + N_2 (20 :80) : ที่ 6 วัน	0.800	0.803	0.820	**0.808**
N_2 : ที่ 6วัน	0.828	0.797	0.797	**0.807**
Vacuum : ที่ 7 วัน	0.828	0.820	0.843	**0.830**
O_2 – absorber : ที่ 7 วัน	0.857	0.855	0.847	**0.853**

2.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

วิธีการเก็บรักษา	ผลการตรวจวิเคราะห์หาโดยใช้ pH-meter			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
Co_2 + N_2 (20:80) : ที่ 6 วัน	5.81	5.85	5.84	**5.83**
N_2: ที่ 6 วัน	5.90	5.85	5.89	**5.88**
Vacuum: ที่ 7 วัน	5.89	5.90	5.87	**5.89**
O_2 – absorber: ที่ 7 วัน	6.02	6.19	6.12	**6.11**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวัดค่าปริมาณความชื้น

วิธีการเก็บรักษา	ซ้ำ	นน. ตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)								
			3 ชม.	4 ชม.	5 ชม.	6 ชม.	7 ชม.	8 ชม.	9 ชม.	10 ชม.	11 ชม.
Co_2 +	1	5	4.2104	4.1792	4.1416	4.1004	4.0781	4.0520	3.9326	3.9321	
N_2	2	5	4.0726	4.0471	4.0452	3.9413	3.9288	3.9127	3.8166	3.8075	3.8059
:ที่ 6	3	5	3.9435	3.9179	3.8886	3.8512	3.8554	3.8140	3.7624	3.7590	3.7585
วัน	ค่าเฉลี่ย					**3.8322**					
N_2	1	5	4.2291	4.2030	4.1724	4.1079	4.0859	4.0646	3.9557	3.9525	3.9521
:ที่ 6	2	5	4.0623	4.0381	4.0115	3.9817	3.9631	3.9462	3.8691	3.8618	3.8613
วัน	3	5	4.1516	4.1293	4.0921	4.0504	4.0365	4.0162	3.9617	3.9560	3.9546
	ค่าเฉลี่ย					**3.9227**					
Vacuum	1	5	4.0705	4.0528	4.0364	4.0105	3.9776	3.9548	3.8839	3.8816	3.8807
:ที่ 7	2	5	4.2811	4.2661	4.2451	4.2171	4.1974	4.1790	4.0987	4.0973	
วัน	3	5	4.0957	4.0627	4.0395	4.0152	3.9548	3.9336	3.8552	3.8534	
	ค่าเฉลี่ย					**3.9438**					
O_2-	1	5	3.9628	3.9357	3.9142	3.9801	3.8861	3.8573	3.7946	3.7650	3.7648
absorber	2	5	3.9802	3.9318	3.8863	3.8590	3.8245	3.8072	3.7893	3.7668	3.7665
:ที่ 7	3	5	3.9838	3.9502	3.9179	3.8907	3.8533	3.8043	3.7784	3.7592	3.7588
วัน	ค่าเฉลี่ย					**3.7634**					

<u>การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น</u>

สูตร = <u>น้ำหนักก่อนอบ –น้ำหนักหลังอบ</u> X 100

น้ำหนักก่อนอบ

$Co_2 + N_2 = \frac{5 - 3.8322}{5} \times 100$

$= 23.36\ \%$

$N_2 = \frac{5 - 3.9227}{5} \times 100$

$= 21.55\ \%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Vacuum} = \frac{5 - 3.9434}{5} x\,100$$

$$= 21.13\ \%$$

$$O_2 - \text{absorber} = \frac{5 - 3.76374}{5} \times 100$$

$$= 24.73\ \%$$

2.4 การวัดค่าปริมาณ malonaldehyde (TBA)

วิธีการเก็บรักษา	ผลการตรวจวิเคราะห์หาค่าความเหม็นหืน (Absorbance) at 538 nm			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
$Co_2 + N_2$(20:80) : ที่ 6 วัน	0.182	0.168	0.171	**0.174**
N_2 : ที่ 6 วัน	0.173	0.168	0.171	**0.170**
Vacuum : ที่ 7 วัน	0.168	0.168	0.173	**0.170**
O_2 – absorber : ที่ 7 วัน	0.116	0.141	0.124	**0.127**
Blank	**0.044**			

การคำนวณ ค่า Absorbance ที่วัดได้จากตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้ลบด้วยค่า Absorbance ของ blank แล้วคูณด้วย 7.8

$Co_2 + N_2$ = 0.174 – 0.044 = 0.130

= คูณด้วยแฟกเตอร์ 7.8 = 0.130 x 7.8

= 1.014 mg Malonaldehyde / Kg Sample

N_2 = 0.170 – 0.044 = 0.126

= คูณด้วยแฟกเตอร์ 7.8 = 0.126 x 7.8

= 0.983 mg Malonaldehyde / Kg Sample

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vacuum = 0.170 – 0.044 = 0.126

= คูณด้วยแฟกเตอร์ 7.8 = 0.126 x 7.8

= 0.983 mg Malonaldehyde / Kg Sample

O_2 absorber = 0.127 – 0.044 = 0.083

= คูณด้วยแฟกเตอร์ 7.8 = 0.083 x 7.8

= 0.647 mg Malonaldehyde / Kg Sample

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติค่า Water activity ของกาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศภายใต้สภาวะต่างๆ

Aw

Dependent Variable: AW

LSD

(I) METHOD	(J) METHOD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
วัตถุดิบเริ่มต้น	คาร์บอน-ไนโตรเจน	5.033E-02*	9.247E-03	.000	2.973E-02	7.094E-02
	ไนโตรเจน	5.067E-02*	9.247E-03	.000	3.006E-02	7.127E-02
	สุญญากาศ	2.767E-02*	9.247E-03	.014	7.063E-03	4.827E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	7.333E-03	9.247E-03	.446	-1.3271E-02	2.794E-02
คาร์บอน-ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	-5.0333E-02*	9.247E-03	.000	-7.0937E-02	-2.9729E-02
	ไนโตรเจน	3.333E-04	9.247E-03	.972	-2.0271E-02	2.094E-02
	สุญญากาศ	-2.2667E-02*	9.247E-03	.034	-4.3271E-02	-2.0626E-03
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-4.3000E-02*	9.247E-03	.001	-6.3604E-02	-2.2396E-02
ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	-5.0667E-02*	9.247E-03	.000	-7.1271E-02	-3.0063E-02
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-3.3333E-04	9.247E-03	.972	-2.0937E-02	2.027E-02
	สุญญากาศ	-2.3000E-02*	9.247E-03	.032	-4.3604E-02	-2.3959E-03
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-4.3333E-02*	9.247E-03	.001	-6.3937E-02	-2.2729E-02
สุญญากาศ	วัตถุดิบเริ่มต้น	-2.7667E-02*	9.247E-03	.014	-4.8271E-02	-7.0626E-03
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	2.267E-02*	9.247E-03	.034	2.063E-03	4.327E-02
	ไนโตรเจน	2.300E-02*	9.247E-03	.032	2.396E-03	4.360E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-2.0333E-02	9.247E-03	.053	-4.0937E-02	2.708E-04
ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	วัตถุดิบเริ่มต้น	-7.3333E-03	9.247E-03	.446	-2.7937E-02	1.327E-02
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	4.300E-02*	9.247E-03	.001	2.240E-02	6.360E-02
	ไนโตรเจน	4.333E-02*	9.247E-03	.001	2.273E-02	6.394E-02
	สุญญากาศ	2.033E-02	9.247E-03	.053	-2.7076E-04	4.094E-02

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

หมายเหตุ : ค่า Sig. น้อยกว่า 0.05 แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติค่า ความเป็นกรด-ด่าง ของกาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะต่างๆ

pH

Dependent Variable: PH

LSD

(I) METHOD	(J) METHOD	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
วัตถุดิบเริ่มต้น	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-.7233*	3.876E-02	.000	-.8097	-.6370
	ไนโตรเจน	-.7533*	3.876E-02	.000	-.8397	-.6670
	สุญญากาศ	-.7600*	3.876E-02	.000	-.8464	-.6736
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-.9833*	3.876E-02	.000	-1.0697	-.8970
คาร์บอน-ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	.7233*	3.876E-02	.000	.6370	.8097
	ไนโตรเจน	-3.0000E-02	3.876E-02	.457	-.1164	5.636E-02
	สุญญากาศ	-3.6667E-02	3.876E-02	.366	-.1230	4.969E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-.2600*	3.876E-02	.000	-.3464	-.1736
ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	.7533*	3.876E-02	.000	.6670	.8397
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	3.000E-02	3.876E-02	.457	-5.6359E-02	.1164
	สุญญากาศ	-6.6667E-03	3.876E-02	.867	-9.3026E-02	7.969E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-.2300*	3.876E-02	.000	-.3164	-.1436
สุญญากาศ	วัตถุดิบเริ่มต้น	.7600*	3.876E-02	.000	.6736	.8464
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	3.667E-02	3.876E-02	.366	-4.9693E-02	.1230
	ไนโตรเจน	6.667E-03	3.876E-02	.867	-7.9693E-02	9.303E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-.2233*	3.876E-02	.000	-.3097	-.1370
ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	วัตถุดิบเริ่มต้น	.9833*	3.876E-02	.000	.8970	1.0697
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	.2600*	3.876E-02	.000	.1736	.3464
	ไนโตรเจน	.2300*	3.876E-02	.000	.1436	.3164
	สุญญากาศ	.2233*	3.876E-02	.000	.1370	.3097

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

หมายเหตุ : ค่า Sig. น้อยกว่า 0.05 แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติค่า malonaldehyde (TBA) ของกาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะต่างๆ

TBA

Dependent Variable: TBA

LSD

(I) METHOD	(J) METHOD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
วัตถุดิบเริ่มต้น	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-8.3000E-02*	5.590E-03	.000	-9.5455E-02	-7.0545E-02
	ไนโตรเจน	-8.0000E-02*	5.590E-03	.000	-9.2455E-02	-6.7545E-02
	สุญญากาศ	-7.9000E-02*	5.590E-03	.000	-9.1455E-02	-6.6545E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-3.6333E-02*	5.590E-03	.000	-4.8788E-02	-2.3879E-02
คาร์บอน-ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	8.300E-02*	5.590E-03	.000	7.055E-02	9.545E-02
	ไนโตรเจน	3.000E-03	5.590E-03	.603	-9.4546E-03	1.545E-02
	สุญญากาศ	4.000E-03	5.590E-03	.491	-8.4546E-03	1.645E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	4.667E-02*	5.590E-03	.000	3.421E-02	5.912E-02
ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	8.000E-02*	5.590E-03	.000	6.755E-02	9.245E-02
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-3.0000E-03	5.590E-03	.603	-1.5455E-02	9.455E-03
	สุญญากาศ	1.000E-03	5.590E-03	.862	-1.1455E-02	1.345E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	4.367E-02*	5.590E-03	.000	3.121E-02	5.612E-02
สุญญากาศ	วัตถุดิบเริ่มต้น	7.900E-02*	5.590E-03	.000	6.655E-02	9.145E-02
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-4.0000E-03	5.590E-03	.491	-1.6455E-02	8.455E-03
	ไนโตรเจน	-1.0000E-03	5.590E-03	.862	-1.3455E-02	1.145E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	4.267E-02*	5.590E-03	.000	3.021E-02	5.512E-02
ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	วัตถุดิบเริ่มต้น	3.633E-02*	5.590E-03	.000	2.388E-02	4.879E-02
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-4.6667E-02*	5.590E-03	.000	-5.9121E-02	-3.4212E-02
	ไนโตรเจน	-4.3667E-02*	5.590E-03	.000	-5.6121E-02	-3.1212E-02
	สุญญากาศ	-4.2667E-02*	5.590E-03	.000	-5.5121E-02	-3.0212E-02

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

หมายเหตุ : ค่า Sig. น้อยกว่า 0.05 แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติค่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น ของกาละแมที่เก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุดัดแปรบรรยากาศ ภายใต้สภาวะต่างๆ

Moisture

Dependent Variable: MOISTURE

LSD

(I) METHOD	(J) METHOD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
วัตถุดิบเริ่มต้น	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-.2063*	6.211E-02	.008	-.3447	-6.7939E-02
	ไนโตรเจน	-.2968*	6.211E-02	.001	-.4352	-.1584
	สุญญากาศ	-.3180*	6.211E-02	.000	-.4564	-.1796
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	-.1375	6.211E-02	.051	-.2759	8.614E-04
คาร์บอน-ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	.2063*	6.211E-02	.008	6.794E-02	.3447
	ไนโตรเจน	-9.0500E-02	6.211E-02	.176	-.2289	4.789E-02
	สุญญากาศ	-.1116	6.211E-02	.103	-.2500	2.676E-02
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	6.880E-02	6.211E-02	.294	-6.9595E-02	.2072
ไนโตรเจน	วัตถุดิบเริ่มต้น	.2968*	6.211E-02	.001	1584	.4352
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	9.050E-02	6.211E-02	.176	-4.7895E-02	.2289
	สุญญากาศ	-2.1133E-02	6.211E-02	.741	-.1595	.1173
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	.1593*	6.211E-02	.028	2.091E-02	.2977
สุญญากาศ	วัตถุดิบเริ่มต้น	.3180*	6.211E-02	.000	1796	.4564
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	.1116	6.211E-02	.103	-2.6761E-02	.2500
	ไนโตรเจน	2.113E-02	6.211E-02	.741	-.1173	.1595
	ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	.1804*	6.211E-02	.016	4.204E-02	.3188
ออกซิเจน-แอ็บซอบเบ้อ	วัตถุดิบเริ่มต้น	.1375	6.211E-02	.051	-8.6140E-04	.2759
	คาร์บอน-ไนโตรเจน	-6.8800E-02	6.211E-02	.294	-.2072	6.959E-02
	ไนโตรเจน	-.1593*	6.211E-02	.028	-.2977	-2.0905E-02
	สุญญากาศ	-.1804*	6.211E-02	.016	-.3188	-4.2039E-02

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

หมายเหตุ : ค่า Sig. น้อยกว่า 0.05 แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายรัฐสุรินทร์ เชือดรัมย์ เกิดเมื่อวันอังคาร ที่ 17 กุมภาพันธ์ 2524 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนประสาทวิทยาคาร จ.สุรินทร์ ในปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏสุรินทร์ ในปี พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายสามารถ อุดมดัน เกิดเมื่อวันศุกร์ ที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2524 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ในปี พ.ศ.2542 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุรินทร์ ในปี พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายหนุ่ม มานะแก้ว เกิดเมื่อวันพฤหัสบดี ที่ 6 พฤศจิกายน 2523 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนพัทลุงพิทยาคม จังหวัดพัทลุง ในปี พ.ศ.2541 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้