



การพัฒนาสูตรของสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว
Development of the Snack Coating



T096997



นางสาว พนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย

นางสาว จีรนนท์ เอี่ยมบริบูรณ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2538

ป/พ.
๗/๑๙๗๓
๑๕๓๘

สงวนลิขสิทธิ์
เลขทะเบียน ๑๕๓๘
วันที่ ๕ JUN 20๑๓



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

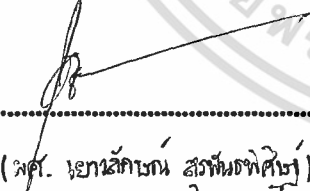
เรื่อง

การพัฒนาสูตของสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว
Development of the Snack Coating

โดย

นางสาว พนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย
นางสาว วีรฉัตร เอี่ยมบริบูรณ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


..... 28 สิงหาคม 2538 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(ผศ. นวนลักษณ์ สุวพันธุ์พิชัย)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร


.....)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน 22 พ.ศ. 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก
พ.ศ. 2537

พนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย และ วีรพันธ์ เอี่ยมบริบูรณ์.2538 : การพัฒนาสูตร
 สสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว (DEVELOPMENT OF THE SNACK COATING).ภาค
 วิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระ-
 จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.เขาวลัดภรณ์
 สุรพันธ์พิษฐ์, 66 หน้า

จากการพัฒนาสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว โดยนำเจลาตินและโปรตีน
 ไฮโดรไลเซตจากเศษกระดูกไก่มาใช้เป็นสารเคลือบ และปรุงแต่งกลิ่นรสตามลำดับ
 สูตรสำเร็จของสารเคลือบอาหารขบเคี้ยวประกอบด้วย น้ำตาล 40 % น้ำ 38.2 %
 โปรตีนไฮโดรไลเซต 15. % เจลาติน 3 % เกลือ 3 % และ พริกไทย 0.8 %
 โดยผู้ทดสอบยอมรับในทุกปัจจัยที่ทดสอบ(การเกาะติดของสารเคลือบ ลักษณะปรากฏ
 กลิ่น และรสชาติ) และ ความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ดี การศึกษาอายุการเก็บของ
 อาหารขบเคี้ยวโดยบรรจุลงเมทัลไลซ์ (ขนาด 13*18 ซม.) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนแบบ 9-point
 hedonic scale พบว่า ความกรอบ กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลา
 การเก็บ 0 ถึง 4 สัปดาห์ ให้ผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกันมาก และยังเป็นที่ยอมรับ
 ของผู้ทดสอบ ในขณะที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 2.37 % เป็น
 3.25 % และ ตรวจพบค่าเปอร์ออกไซด์ 3.89 meq/kg ในสัปดาห์ที่ 4

นางพนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย

วีรพันธ์ เอี่ยมบริบูรณ์

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

28/6/38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจาก ผศ. เชาวลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ดร. กิตติชัย บรรจง และ อ. ประพันธ์ ปันศิริโรดม ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมบริษัท แหลมทองอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด และ บริษัท ส. ขอนแก่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างข้าวเกรียบดิบ และถุงเมทัลโล่ สำหรับใช้ในการทดลองตามลำดับ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ตลอดจนนักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษา และทดลองปัญหาพิเศษการพัฒนาสสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว

พนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย

วีรพันธ์ เอี่ยมบริบูรณ์

28 มีนาคม 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญตาราง | ค |
| สารบัญภาพ | ง |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 2. วารสารปริทัศน์ | 3 |
| 2.1 อาหารขบเคี้ยว | 3 |
| 2.2 สารเคลือบ | 4 |
| 2.3 เจลาติน | 5 |
| 2.4 โปรตีนไฮโดรไลเซต | 7 |
| 2.5 กลิ่นรสของอาหารขบเคี้ยว | 10 |
| 2.6 การพัฒนาสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว | 13 |
| 2.7 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว | 15 |
| 3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 21 |
| 3.1 วัตถุดิบ | 21 |
| 3.2 อุปกรณ์ | 21 |
| 3.3 วิธีการทดลอง | 22 |
| 4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง | 29 |
| 4.1 ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตและ เจลาตินที่เหมาะสมในสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยว | 29 |
| 4.2 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยว | 31 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 4.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยว | 34 |
| 4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร ขบเคี้ยว | 35 |
| 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 38 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 38 |
| 5.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ | 39 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 39 |
| เอกสารอ้างอิง | 40 |
| ภาคผนวก | 43 |
| ประวัติผู้เขียน | 59 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| | | หน้า |
|------------|--|------|
| ตารางที่ 1 | แสดงปริมาณส่วนผสมต่างๆในสารเคลือบโดยแปรค่าโปรตีนไฮโดรไลเซต 5-18% ของน้ำหนักสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว | 25 |
| ตารางที่ 2 | แสดงปริมาณส่วนผสมต่างๆในสารเคลือบโดยแปรค่าปริมาณเจลาติน 2-4% ของน้ำหนักสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว | 26 |
| ตารางที่ 3 | แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของ S/I โดยวี่ Ratio profile test ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ระดับต่างกัน | 29 |
| ตารางที่ 4 | แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของ S/I โดยวี่ Ratio profile test ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ปริมาณเจลาตินที่ระดับต่างกัน | 30 |
| ตารางที่ 5 | แสดงคะแนนของ S/I โดยวี่ Ratio profile test ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้ | 31 |
| ตารางที่ 6 | แสดงปริมาณร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว | 34 |
| ตารางที่ 7 | แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ | 35 |
| ตารางที่ 8 | แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ | 36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารฉบับเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจาก เศษกระดูกไก่ | 9 |
| ภาพที่ 2 แสดงผลที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของไขมันที่มีต่ออาหาร | 17 |
| ภาพที่ 3 Sorption Isoterm และ Critical Water Activities (A_w) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภท Ready-to-eat cereals | 18 |
| ภาพที่ 4 แสดงการเตรียม snack base | 22 |
| ภาพที่ 5 แสดงการเตรียมสารเคลือบ | 23 |
| ภาพที่ 6 แสดงวิธีการเคลือบ | 24 |
| ภาพที่ 7 แสดงการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร ขบเคี้ยว | 28 |
| ภาพที่ 8 Ratio Mean Profile ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้ | 33 |
| ภาพที่ 9 เปรียบเทียบลักษณะของข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอด | 56 |
| ภาพที่ 10 ลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบก่อนการเคลือบและ สารเคลือบที่เตรียมได้ | 56 |
| ภาพที่ 11 วิธีการทอดข้าวเกรียบโดยวิธี Deep frying บน hot plate ที่ควบคุมอุณหภูมิ | 57 |
| ภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวก่อนและ หลังเคลือบ | 57 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 13 ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา 58
 ไม่สามารถแก้ไข ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

อาหารขบเคี้ยว (snack foods) เป็นอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหารหลัก เช่น มันฝรั่งทอด ถั่วลิสงอบ เป็นต้น (Varela and Morton, 1988) แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมรับประทานอาหารขบเคี้ยวกันมากในทุกโอกาส อาหารขบเคี้ยวมีหลายประเภทแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบ รูปร่างลักษณะและกลิ่นรส โดยมีการแข่งขันด้านการตลาดสูง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวให้มีลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติที่มีลักษณะเฉพาะที่เด่นเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับตลาดได้ แต่ทั้งนี้ สิ่งสำคัญที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว คือ การยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จึงต้องมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของผู้บริโภคด้วย

การนำส่วนประกอบอื่นที่มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่และดึงดูดใจผู้บริโภคจึงนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันในตลาดได้ ปัจจุบันเจลาตินเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมอาหารอย่างมากมาโดยใช้ทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) สารเชื่อม (binder) และสารทำให้เกิดฟองในขนมหวาน (foaming agent) เป็นต้น นอกจากบทบาทดังกล่าวแล้ว เจลาตินสามารถใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารเนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้ คือ ทำให้เกิดเป็นเจลคุณภาพสูงในสารละลายเจือจาง ก่อให้เกิดอิมัลชัน และการเสถียรของของผสมระหว่างของเหลวกับของเหลว ของเหลวกับของแข็ง หรือของเหลวกับอากาศที่ผสมกันไม่ได้ ในปัญหาพิเศษนี้ จะกล่าวถึงการนำเจลาตินมาใช้ประโยชน์ในแง่การใช้เป็นสารเคลือบของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว เนื่องจากเจลาตินสามารถเกิดเป็นเจลได้ ทำให้สารเคลือบที่มีการเติมเจลาตินลงไปมีลักษณะชั้นเหนียวและสามารถนำมาเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวได้ นอกจากการใช้เจลาตินในสารเคลือบแล้ว ในการพัฒนาทางด้านกลิ่นรส มีการนำโปรตีนไฮโดรไลเซส ซึ่งสกัดได้จากเศษกระดูกไก่มาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสตามต้องการ ทั้งยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพัฒนาสูตรของสารเคลือบอาหารขบเคี้ยวมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาการนำเจลาตินจากเศษกระดูกไก่มาใช้ประโยชน์ในสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว
2. เพื่อศึกษาการนำโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเศษกระดูกไก่มาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 อาหารขบเคี้ยว

อาหารขบเคี้ยว จัดเป็นอาหารว่าง (Snack) ชนิดหนึ่ง ซึ่งหมายถึง อาหารที่รับประทานระหว่างมื้อในยามว่าง พักผ่อน หรือในงานเลี้ยงต่างๆ เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กวัยเรียน อาหารขบเคี้ยวเดิมหมายถึง "Party snack" ซึ่งเป็นอาหารที่ใช้เลี้ยงแขกที่มาน้ำบ้าน (Boonyasirikool และคณะ, 1986) หรือในภาษาอังกฤษ คำว่า "Snack foods" หมายถึง อาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหารหลัก เช่น มันฝรั่งทอด ถั่วลิสงอบและขนมปังกรอบ เป็นต้น (Varela and Morton, 1988) ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการบริโภคอาหารขบเคี้ยวเป็นอาหารระหว่างมือน้อยกว่า 60 % และมีรายงานการจำหน่ายอาหารขบเคี้ยวประจำปี 1988 เป็นมูลค่าถึง 29.1 พันล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา

ในปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวประเภทพองกรอบเป็นที่นิยมบริโภคมาก อาหารขบเคี้ยวประเภทพองกรอบนี้มีแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนทำให้น้ำในส่วนผสมขยายตัวอย่างกะทันหัน ทำให้โครงสร้างอาหารซึ่งเป็นแป้งขยายตัวตามจึงเกิดเป็นโพรงอากาศ ลักษณะเช่นนี้ ทำให้เกิดความรู้สึกกรอบเมื่อเคี้ยว (Schaefer and Fast, 1969) ตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวประเภทพองกรอบพื้นบ้านของเรา คือ ข้าวเกรียบ ลักษณะความกรอบของอาหารจะขึ้นกับชนิดของแป้งที่ใช้ เช่น ข้าวเกรียบที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าจะแข็งกระด้างกว่าที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง

2.2 สารเคลือบ (film-forming dispersion)

สารเคลือบที่ใช้เป็นตัวให้กลิ่นรสแก่อาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- 2.2.1. film-forming substance ได้แก่ เจลาติน ไข่ขาว และ nonfat milk solid
- 2.2.2. plasticizer ได้แก่ น้ำ กลีเซอริน และโพรพิลีนไกลคอล
- 2.2.3. immiscible liquid ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันถั่วเหลือง

ในการเตรียมสารเคลือบจะใช้ส่วนประกอบทั้งสามนี้มาผสมกันเพื่อให้เกิดการกระจายตัวที่เสถียร โดยส่วนใหญ่มักจะผสมส่วนประกอบในข้อ 2.2.1 และ 2.2.3 ก่อนที่จะเติม plasticizer โดยปกติมักจะให้อัตราส่วนระหว่าง immiscible liquid ต่อ film-forming อยู่ในช่วง 0.15 ถึง 15 ปริมาณ plasticizer ที่ใช้จะต้องเป็นปริมาณที่ทำให้เกิดการกระจายตัวอย่างที่เสถียร โดยปริมาณที่ใช้จะมีช่วงกว้าง นอกจากส่วนประกอบหลักทั้งสามแล้ว ยังมีส่วนประกอบอื่นที่เติมลงไปอีก คือ สารที่ให้กลิ่นรส เช่น น้ำตาล เกลือ ผงโกโก้ ส่วน fillers ที่มักมีการเติมลงไป ได้แก่ สี วิตามิน เกลือแร่ และวัตถุกันเสีย เป็นต้น

วิธีที่ใช้ในการเคลือบ ได้แก่ การพ่นสารเคลือบให้เป็นฝอยละเอียดลงบนตัวอาหารขบเคี้ยว (spraying) การใช้ตัวอาหารขบเคี้ยวจุ่มลงในสารเคลือบ (pouring) และการเทสารเคลือบลงไปแล้วคลุกเคล้ากับตัวอาหารขบเคี้ยว (dusting on) เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการปรับความหนืดของตัวเคลือบให้เหมาะสม โดยควบคุมอุณหภูมิ หรือควบคุมปริมาณ plasticizer ให้เหมาะสม

2.3 เจลาติน

เจลาติน เป็นสารที่เกิดจากการไฮโดรไลส์บางส่วนของโปรตีนคอลลาเจนซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำอุ่นและเกิดการฟอร์มตัวเป็นฟิล์มได้ (film-forming) มีส่วนประกอบที่มีโครงสร้างเป็น photographic film emulsion เจลาตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (food grade) จะมีลักษณะแห้ง บริสุทธิ์ ไม่มีรส สีเหมือนแก้วจนแสงสามารถผ่านได้ เป็นของแข็งแต่เปราะ มีสีเหลืองอ่อน มีสมบัติในการละลายน้ำได้ง่าย และ ฟอร์มตัวเป็นตัวเคลือบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เอกลักษณะเฉพาะตัวของเจลาติน ก็คือ สามารถฟอร์มตัวเป็นเจลได้ และเมื่อมีการให้ความร้อนกับเจล เจลนั้นสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปเป็นสารละลายได้อีก

2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

เจลาตินที่ผลิตเพื่อการค้า จะมี ความชื้น 9-12% ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น ความถ่วงจำเพาะ 1.3-1.4 โดยคุณสมบัติข้างต้นนี้ จะขึ้นอยู่กับ

- แหล่งที่มาของคอลลาเจน
- กรรมวิธีการผลิตเจลาติน
- การสกัด และ ความเข้มข้นของเจลาติน
- การให้ความร้อน
- pH
- ความบริสุทธิ์ของเจลาติน และ สารเจือปนอื่นๆ

2.3.2 คุณสมบัติด้านการละลาย

เจลาตินที่พบในท้องตลาดจะบรรจุเป็นซอง ในการละลายอาจป้องกันการจับตัวเป็นก้อนด้วยการแช่ในน้ำเย็น (โดยใช้ปริมาณน้ำเย็น 3-4 เท่าของปริมาณเจลาติน) การแช่น้ำจะช่วยการกระจายตัวในน้ำร้อนได้ดี อุณหภูมิของน้ำร้อนมีผลต่อการกระจายตัว อุณหภูมิสุดท้ายหลังจากเติมลงในเจลาตินแล้วอย่างน้อยควรเป็น 53 °C หรือ อาจจะนำเจลาตินที่แช่ในน้ำเย็นไปตั้งไฟจะได้เป็นสารละลาย ส่วนที่มีขี้ของโมเลกุลเจลาตินช่วยทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ โมเลกุลน้ำก็อาจจะจับกับโมเลกุลน้ำชั้นแรก สร้างเป็นชั้นของน้ำล้อมแต่ละโมเลกุลของเจลาติน โมเลกุลของเจลาตินจะต้องถูกไฮเดรตอย่างเพียงพอ ก่อนที่จะเกิดเป็นสารละลายคอลลอยด์ ซึ่งแตกต่างจากเคซีนที่โมเลกุลแขวนลอยเป็นสารละลายเนื่องจากมี

ไมวากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุลของน้ำล้อมรอบอยู่ และมีประจุคล้ายกันในโมเลกุลที่จะผลึกกัน โปรตีนส่วนมากถูกแปรสภาพธรรมชาติด้วยความร้อน แต่เจลาตินจะไม่ถูกแปรสภาพธรรมชาติเนื่องจากมีโพรลีนปริมาณสูง ในการเตรียมสารละลายเจลาติน ต้องผสมเจลาตินกับของเหลวเย็นในปริมาณเล็กน้อยเสียก่อน ตั้งทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ก้อนตัวลง แล้วจึงนำไปตั้งไฟเพื่อให้เจลาตินกระจายไปทั่วหรือเติมน้ำร้อนลงไป ในเจลาตินที่อ่อนตัวนั้นก็ได้แล้วคนจนส่วนผสมใส ไม่มีเม็ดเจลาตินเหลืออยู่ แล้วจึงเติมส่วนผสมอื่นเช่น น้ำตาล เกลือ (ศิริลักษณ์, 2522) นอกจากนี้เจลาตินสามารถละลายได้ในกรดน้ำส้ม และ สารละลายพวกโพลิไฮดริคอัลกอฮอล์ เช่น กลีเซอรอล โพรพิลีนไกลคอล ซอร์บิทอล และ มอลนิตอล

เจลาตินที่ผลิตมาจากที่เดียวกัน อาจมีคุณสมบัติต่างกันได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายอย่างด้วยกัน เช่น ชนิดต่างกัน ถ้าเป็นเจลาตินชนิดผงจะพองตัวในน้ำได้ดีกว่าชนิดเม็ด เพราะละเอียดกว่า จึงมีพื้นที่ผิวหน้ามากกว่า การพองตัวของเจลาตินจะมีมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ พื้นที่ผิวหน้า และ pH ในสารละลายที่เป็นด่างเจลาตินจะพองตัวดีขึ้น โดยทั่วไป pH 9 จะมีการพองตัวสูงสุด ถ้า pH สูงกว่านี้จะสลายตัวให้กรดอะมิโน เกลืออนินทรีย์ที่มีอยู่หรือที่เติมลงไป บางอย่างจะช่วยให้การดูดซึม บางอย่างขัดขวาง เจลาตินชนิดมี pH ใกล้ isoelectric point จะพองตัวในสารละลายเกลือ และสารละลายธาตุเกลือ ในสารละลายกรดจะทำให้เจลาตินไม่พองตัว เมื่อผงเจลาตินพองตัวออก แรงเกาะกันจะมีน้อยลงและจะเปลี่ยนจากลักษณะแข็งเปราะเป็นอ่อนและยืดหยุ่น ความหนืดของสารละลายเจลาตินจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น อุณหภูมิลดลง

2.3.3 ความเสถียรของเจลาติน

เจลาตินแห้งจะต้องเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ทำให้สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานานหลายปี เจลาตินแห้งนี้จะเสื่อสภาพเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 100°C และจะเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 500°C

2.3.4 การเกิดเจล (gelation)

สารละลายเจลาตินสามารถฟอร์มตัวในลักษณะ reversible gel-sols คือ สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะจากสารละลายไปเป็นเจล เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง $3-5^{\circ}\text{C}$ และเปลี่ยนจากเจลไปเป็นสารละลายได้ เมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง $30-35^{\circ}\text{C}$ ปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติและความสำคัญของเจลาตินกันมากขึ้น ในที่นี้ได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์ที่ได้จากเจลาตินจึงมีการนำเจลาตินมาใช้ในการเคลือบอาหารขบเคี้ยวขึ้น ไม่นานมานี้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โปรตีนไฮโดรไลเซต

โปรตีนไฮโดรไลเซต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนซึ่งโปรตีนที่ย่อยสลายแล้วจะประกอบด้วยกรดอะมิโน peptideสายสั้นๆรวมทั้งโปรตีนที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตในระดับอุตสาหกรรมทำได้ 3 วิธีคือ การย่อยสลายด้วยกรด การย่อยสลายด้วยด่าง และการย่อยสลายด้วยเอนไซม์

การย่อยสลายโปรตีน โดยใช้กรดหรือด่างมีข้อเสียหลายประการ คือ

- จะต้องทำภายใต้สภาวะที่ค่อนข้างรุนแรง ใช้ความเข้มข้นของกรดหรือด่างสูง ภายใต้อุณหภูมิสูงมากและใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน
- ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการกัดกร่อนอุปกรณ์เครื่องมือเนื่องจากกรดหรือด่าง
- การย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดหรือด่าง จะมีผลทำให้กรดอะมิโนบางชนิดถูกทำลาย เช่น tryptophan, cystine, serine เป็นต้น
- กรดอะมิโนบางชนิดอาจเกิดปฏิกิริยา racemizationซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจาก L-form เป็น D-form เป็นเหตุให้ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

สำหรับการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ proteaseนั้นมีข้อได้เปรียบกว่าเนื่องจากเอนไซม์มีความจำเพาะต่อ substrate สูง จึงสามารถใช้ปริมาณเอนไซม์เพียงเล็กน้อยย่อยสลายโปรตีนได้ ภายใต้อุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำ กล่าวคืออุณหภูมิและความดันปกติ ไม่เกิดปัญหาเรื่อง การกัดกร่อน และที่สำคัญ คือ เอนไซม์ protease ไม่มีผลทำให้กรดอะมิโนถูกทำลาย

แม้ว่ามีการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากวัตถุดิบต่างๆ มาหลายปีแล้ว แต่ก็มีการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรุงรสเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยสลายด้วย peptidase ทำให้เกิดรสขม ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ

อย่างไรก็ตามโปรตีนไฮโดรไลเซตก็ยังได้รับความสนใจมากมาย เพราะมีศักยภาพในการเป็น food ingredient รวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ คือ โปรตีนไฮโดรไลเซตถูกย่อยสลายได้ง่าย มีความสามารถในการละลายสูง ไม่เสียสภาพง่ายเมื่อถูกความร้อน กรดหรือเบส มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูง สะดวกในการใช้ และมีอายุการเก็บนานเมื่อทำแห้ง มีความเป็นไปได้ในการเพิ่มสมดุลของสารอาหาร รวมทั้งยังเป็นตัวเพิ่มกลิ่นรสอีกด้วย

Quaglia และ Massacci(1982) แนะนำให้ใช้การย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ สำหรับผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซต เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความบริสุทธิ์สูง สายเปปไทด์ของโมเลกุลโปรตีนมีขนาดสั้นลงมาก และปริมาณเถ้าโดยเฉพาะเกลือของโซเดียมน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ประโยชน์ของโปรตีนไฮโดรไลเซต

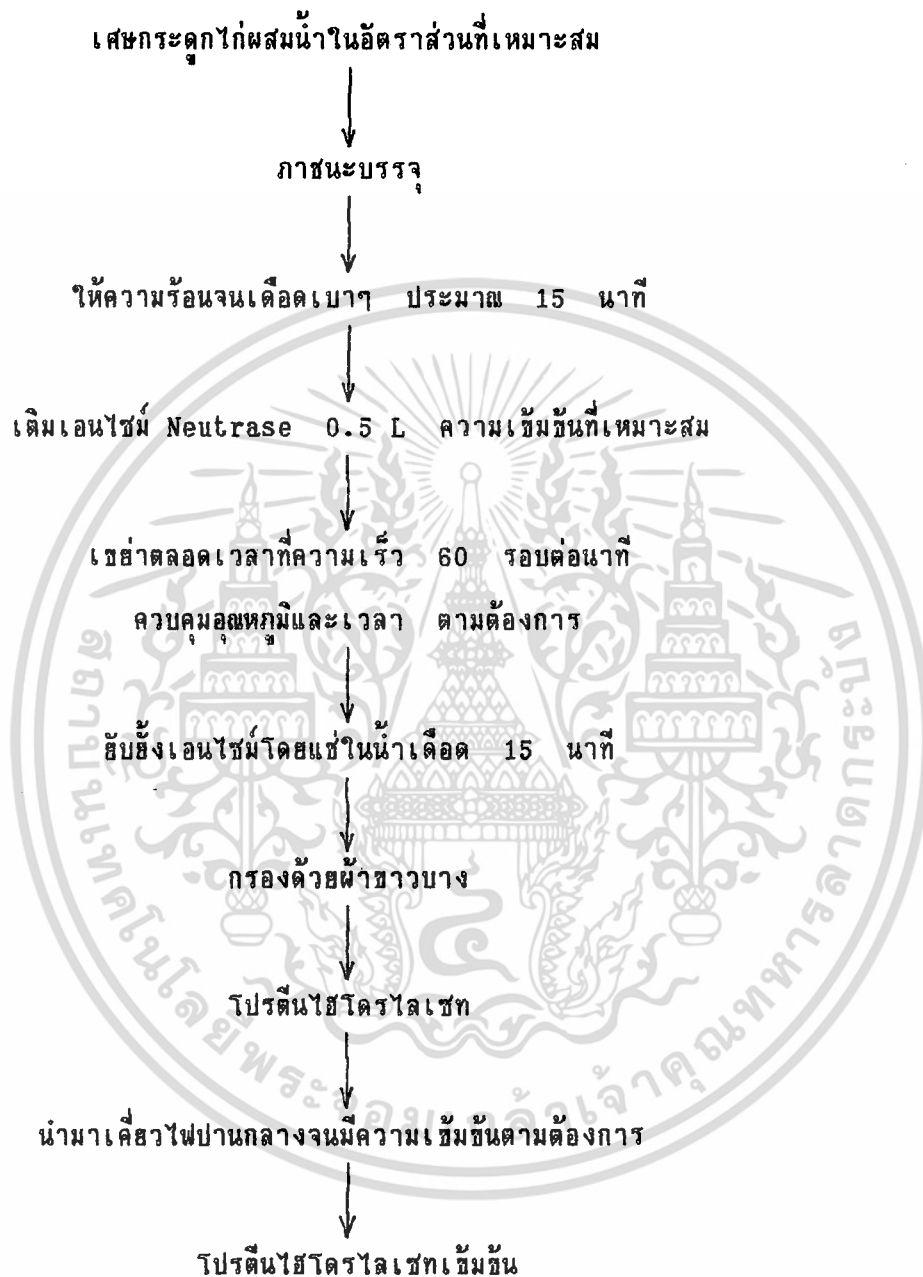
2.4.1.1 ใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทางอาหาร โปรตีนไฮโดรไลเซตสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ ทั้งในลักษณะทดแทนบางส่วนหรือเสริมโปรตีน

2.4.1.2 ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวในอาหาร หรือใช้เป็นสารเชื่อม(binder) โปรตีนไฮโดรไลเซตที่มีสมบัติเป็น stabilizer, emulsifier และ binder ที่ดี จึงสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดได้

2.4.1.3 ใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร (food flavouring agent) การใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารสามารถใช้ได้ 2 ลักษณะคือ flavour donor และ flavour enhancer โดยที่ flavour donor เป็นการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตใส่ลงในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้มีกลิ่นรสตามต้องการ เช่น ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ชุปและซอสต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับ flavour enhancer เป็นการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซต เพื่อเพิ่มหรือเสริมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งเดิมมีอยู่แล้วให้สูงขึ้นเช่น ในผลิตภัณฑ์ครีมชุป ไข่กรอก เป็นต้น

2.4.2 ขั้นตอนการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกระดูกไก่

นำเศษกระดูกไก่บดละเอียดซึ่งสกัดไขมันและท่าแห้งแล้ว ผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95-100 °C เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นถึง 50 °C จากนั้นเติมเอนไซม์ Neutrase 0.5 L ความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยเขย่าตลอดเวลาที่ความเร็ว 60 รอบต่อนาที ความคมอุณหภูมิและเวลาตามต้องการ ภายหลังจากการย่อยทำการยับยั้งเอนไซม์โดยใช้น้ำเดือด 15 นาที ขั้นตอนทั้งหมดดังกล่าวแสดงดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเศษกระดูกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ที่มา ลิขสิทธิ์และสงวน (2536) ให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กลิ่นรสของอาหารขบเคี้ยว

การยอมรับในขั้นต้นของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารต่าง ๆ นั้นมักพิจารณาได้จากลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของอาหาร เป็นเหตุให้ บริษัทผู้ผลิตอาหารต่างๆ ใช้เงินจำนวนไม่น้อยในด้านของสารให้กลิ่นรสของอาหาร เพื่อสรรสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

อาหารขบเคี้ยวที่พบในปัจจุบันมีมากมายหลายประเภท ซึ่งในแต่ละประเภท ยังพบว่ามีอาหารขบเคี้ยวหลายรสชาติ เช่น รสบาร์บีคิว รสเนื้อสัตว์ต่าง เป็นต้น จากการที่ตลาดของอาหารขบเคี้ยวมีการแข่งขันค่อนข้างสูง ดังนั้น นอกเหนือจากความสะดวกสบายในการรับประทาน รูปร่าง สีสัน เนื้อสัมผัส และราคาของผลิตภัณฑ์แล้ว กลิ่นรสที่หลากหลายของอาหารขบเคี้ยวจึงเป็นปัจจัยอีกประการหนึ่งในการส่งเสริมการจำหน่ายของสินค้าด้วย นอกจากนี้ กลิ่นรสดังกล่าวยังเป็นสิ่งที่สร้างความประทับใจและหวนกลับมาซื้ออีกของผู้บริโภคอีกด้วย

บทบาทของสารให้กลิ่นรสที่มีต่ออาหารขบเคี้ยว (Robbins, 1988) คือ สร้างกลิ่นรสใหม่ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสของสารให้กลิ่นรสที่เติมลงไป นอกจากนี้สารให้กลิ่นรสยังสามารถใช้เพื่อปิดบังกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ เช่น กลิ่นเนย กลิ่นข้าวที่เป็นวัตถุดิบของการผลิตแป้ง เป็นต้น และยังใช้ในการทดแทนกลิ่นรสที่อาจสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิตอีกด้วย

2.5.1 การประเมินกลิ่นรสของอาหาร

การประเมินกลิ่นรสของอาหาร เพื่อเลือกกลิ่นทดลองอย่างมีระบบนั้นมีความสำคัญมาก ซึ่งมีข้อควรปฏิบัติดังนี้ (ลูกจันทร์, 2534) คือ

2.5.1.1 ควรทดลองภายใต้สภาวะที่มีการควบคุม และมีการควบคุมทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด

2.5.1.2 ควรพิจารณาเลือกประกอบกับลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตให้มีความเหมาะสมลงตัวกับกลิ่นรสที่ใช้ ส่วนประกอบบางอย่างในผลิตภัณฑ์อาจมีส่วนบดบังกลิ่นรสที่ใช้ได้ เช่น กัม และน้ำมัน เป็นปัจจัยที่ทำให้ต่อมรับความรู้สึกของมนุษย์มีปฏิกิริยารับรู้จากกลิ่นรสได้ช้าลง นอกจากนี้เนื้อสัมผัสของอาหาร และชนิดวัสดุของภาชนะบรรจุที่ใช้ ก็มีผลกระทบต่อกลิ่นรสของอาหารเช่นกัน

2.5.1.3 ควรทำการทดสอบอายุการเก็บของกลิ่นรสที่ใช้เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนงานวิชาการค้า เปลี่ยนแปลงของกลิ่นรสในระหว่างการเก็บรักษา และการจำหน่าย ไม่มีการแก้ไข ทิ้งส่วน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 ควรศึกษาโดยใช้ความต้องการหรือความชอบของผู้บริโภคเป็นสำคัญ รวมทั้งวิธีการเตรียมก่อนการบริโภค และระยะเวลาในการเก็บผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พึงระลึกเสมอว่า กลิ่นรสที่ดีที่สุด คือ กลิ่นรสที่ถูกใจผู้บริโภคมากที่สุด

การประเมินกลิ่นรสของอาหารนั้นในขั้นแรก ไม่ควรใช้การดมกลิ่นโดยตรงเนื่องจากจะทำให้ได้กลิ่นที่ผิดไปจากกลิ่นที่แท้จริง ควรใช้วิธีเลียนแบบการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำจริง เพื่อเป็นฐานในการทดลอง จากนั้นจึงใส่สารให้กลิ่นรส แล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส จนได้กลิ่นที่เด่น และเป็นที่น่าสนใจที่สุด

2.5.2 กลิ่นรสในอาหารขบเคี้ยว

2.5.2.1 ประเภทของสารให้กลิ่นรสในอาหารขบเคี้ยว

สารให้กลิ่นรสในอาหารขบเคี้ยวมีมากมายหลายชนิดดังจะเห็นได้จากกลิ่นรสที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด สารให้กลิ่นรสในอาหารขบเคี้ยวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ (Health และคณะ, 1985) ดังนี้

- สมุนไพรและเครื่องเทศ (Herbs and spices) สารให้กลิ่นรสชนิดนี้ มักให้ประโยชน์ในด้านของลักษณะปรากฏและให้กลิ่นรสที่เฉพาะตัวจำนวนมากหลายกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์ เช่น เบลัดงา และ ground paprika นอกจากนี้กลิ่นรสที่ได้จากการผสมผสานกันอย่างเหมาะสมของเครื่องเทศหลายๆชนิด ยังสามารถทำให้เกิดกลิ่นที่ผู้บริโภคชื่นชอบได้อีกด้วย

- สารสกัดจากธรรมชาติ (Natural extracts) สารให้กลิ่นรสประเภทสารสกัดจากธรรมชาติ มักหมายถึง essential oils และสารประเภท oleoresins ซึ่งเป็นอนุผลของสารที่สกัดได้จากสมุนไพรหรือเครื่องเทศต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้ autolysated yeast, hydrolyzed vegetable protein และ protein hydrolysate ในการให้กลิ่นรสกันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปสารสกัดเหล่านี้จะผสมอยู่กับเกลือ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวนำ เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งาน

- สารให้กลิ่นรสสังเคราะห์ เป็นสารให้กลิ่นรสที่ให้กลิ่นรสที่เฉพาะเจาะจง เช่น กลิ่นเนื้อย่าง กลิ่นแฮม เป็นต้น ในปัจจุบันมีสารให้กลิ่นรสสังเคราะห์มากมายที่นำมาใช้ในอาหารขบเคี้ยวแล้วเป็นที่พอใจของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 วิธีการเติมสารให้กลิ่นรสในอาหารขบเคี้ยว

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว การเติมสารให้กลิ่นรสลงในผลิตภัณฑ์

ทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

- การผสมสารให้กลิ่นรสลงไปในส่วนผสมโดยตรงซึ่งสารให้กลิ่นรสที่ใช้ในกรรมวิธีนี้ จะต้องมีความคงทน ไม่สูญเสียคุณสมบัติไปในระหว่างกระบวนการผลิต
- การพ่น(spraying) หรือการคลุกเคล้า(dusting on) สารให้กลิ่นรสให้เคลือบอยู่ที่ผิวของสแนคเบส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การพัฒนาสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเป้าหมายสุดท้าย คือ การยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด สิ่งสำคัญอันดับแรกที่ต้องพิจารณา สำหรับการพัฒนาสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว คือ สูตรพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนผสม และส่วนที่บอกวิธีการทำ สูตรพื้นฐานในที่นี้หมายถึง สูตรเดิมที่ใช้กันธรรมดาทั่วไป เลือกใช้เพื่อที่จะได้เห็นข้อแตกต่างได้ง่ายและชัดเจนถึงผลการเปลี่ยนแปลงจากการทดลอง ปกติสูตรพื้นฐานใช้ในการเปรียบเทียบและเพื่อการประเมินผลในการทดลองแต่ละครั้ง ปกติจะตั้งจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะหาคำตอบเพียงอย่างเดี๋ยวนหรือแง่เดียว ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมสิ่งอื่นที่ไม่ใช่จุดมุ่งหมายไว้ให้มากที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้ ที่จะไม่ให้เกิดความแตกต่างกันในการทดลองแต่ละชุด ทั้งนี้รวมทั้งส่วนผสม วิธีการทำ และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แต่ถึงแม้จะมีการควบคุมสิ่งต่างๆอย่างระมัดระวัง บางครั้งจะยังมีตัวแปรปรวนที่ไม่ได้คาดคิดเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้จริงๆในห้องทดลอง เช่น อุณหภูมิและความชื้นของห้องทดลอง การชั่งตวงค่าที่ต่างกันในแต่ละครั้ง เป็นสิ่งที่จะต้องคอยสังเกตและจดบันทึกตัวแปรปรวนต่างๆดังกล่าว เพื่อจะได้นำมาพิจารณาประกอบการสรุปผลขั้นสุดท้าย ถ้ามีตัวแปรปรวนเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ มักจะนำไปเกิดแนวทางสำหรับการทดลองครั้งใหม่ต่อไป

2.6.1 การควบคุมส่วนผสมและวิธีการทำ

การควบคุมส่วนผสมแต่ละอย่างที่ใช้ต้องควบคุมในด้านปริมาณเป็นสำคัญ ซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่ที่ใช้นิยมบอกปริมาณโดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงต้องควบคุมวิธีทำซึ่งให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในทุกครั้งของการทดลอง

สำหรับการควบคุมวิธีการทำ สิ่งสำคัญ คือ ลำดับก่อนหลังในการใส่ส่วนผสม โดยที่ ถ้าในสูตรตัวเคลือบมีเจลาตินเป็นส่วนผสมอยู่ ให้นำเจลาตินมาแช่ในน้ำเย็นก่อน แล้วจึงนำไปต้มให้ความร้อน จนเจลาตินละลาย แล้วจึงเติมส่วนผสมอื่นๆลงไปตามลำดับ

2.6.2 สูตรพื้นฐาน

สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว จะใช้เป็นตัว

บอกปริมาณของส่วนผสมหลักที่ใช้ในสูตร โดยในการทดลองจะกำหนดให้ปริมาณของส่วนผสมหลัก

เอกลักษณะเป็นเอกลักษณ์หลังวันเวลาให้บริโภคนั้นซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูได้เห็น เอกลักษณ์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงที่ ตัวอย่างของส่วนผสมหลัก เช่น น้ำตาล เกลือ พริกไทย เพื่อจะได้ทราบระดับปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมที่ทำการแปรค่าเพื่อหาระดับปริมาณที่เหมาะสม ตัวอย่างของส่วนผสมที่มีการแปรค่าเพื่อหาระดับปริมาณที่เหมาะสม เช่น เจลาติน โปรตีนไฮโดรไลเซต เป็นต้น

2.6.3 การประเมินผล

การประเมินผล ทำได้โดย ใช้การทดลองทางประสาทสัมผัส โดยเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถาม ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จะให้ชิม ควรใส่เครื่องหมายเป็นรหัสก่อนการประเมินและวิจารณ์ผล เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดการลำเอียงหรืออุปทาน ก่อนจะวิจารณ์ผล ควรอภิปรายถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามต้องการ หลังจากทุกคนตัดสินผลแล้ว ควรจะได้อภิปรายเกี่ยวกับอาหารที่ทำนั้นๆ แล้วเปรียบเทียบคะแนนที่ได้อีกครั้งหนึ่งในระหว่างการตัดสินผล จะต้องไม่มีการพูดปรึกษากัน เพราะจะทำให้ผู้ตัดสินเกิดความไว้วางใจและความลำเอียงได้ จำนวนตัวอย่างที่จะต้องตัดสินไม่ควรมากเกินไป เพื่อจะได้ตัดสินอย่างระมัดระวัง

ในงานทดลองบางอย่าง อาจนำเครื่องมือมาใช้ช่วยในการประเมินผล มีเครื่องมือหลายชนิด ที่สามารถวัดคุณภาพอาหารได้ดีกว่าประสาทสัมผัสของคนเรา เครื่องมือที่ใช้กันบ่อยที่สุดในการทดลองการพัฒนาสสูตรสารเคลือบอาหารอบเคี้ยว คือ เครื่องชั่ง และเครื่องวัดค่าแรงกดหัก ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีน้อยกว่าการให้คนชิมปกติ

2.6.4 การตีความหมาย

ก่อนที่จะสรุปผลการทดลอง จำเป็นต้องตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองก่อน ซึ่งต้องศึกษาถึงจุดมุ่งหมาย แผนงานทดลอง และผลการทดลอง สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เกิดแนวทางเปรียบเทียบ อาจเริ่มโดยสังเกตุจากข้อมูลว่ามีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญหรือไม่ หรือความต่างนั้น เกิดจากโอกาสที่เป็นไปได้เมื่อมีการผันแปร ในงานค้นคว้าวิจัย การหาความต่างนี้มักจะต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ

2.7 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปมีอายุการเก็บที่แตกต่างกัน ซึ่งอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

แสง แสงมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือ

- ทำให้เกิดออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน รวมทั้งคลอโรเฟลลอรอล
- ทำให้เกิดการทำลายวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน คือ วิตามินเอและวิตามินอี
- ทำให้เกิดการทำลาย riboflavin หรือวิตามินบี₂ ที่ละลายได้ในน้ำ
- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน และ amino acid
- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีในอาหาร

อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือ เร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ออกซิเจน ออกซิเจนมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือ

- ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขององค์ประกอบที่เป็นไขมัน
- ทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติของโปรตีน
- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีในอาหาร
- ทำลายวิตามินบางชนิด

ความชื้น ความชื้นมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คือ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน ทำให้เกิดปฏิกิริยา non-enzymatic browning เป็นเหตุให้คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ลดลง

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือ ระยะเวลาที่ภาชนะบรรจุหรืออาหารในภาชนะบรรจุ ยังคงอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคยอมรับ และยังจำหน่ายได้ภายใต้สภาวะการเก็บที่กำหนด (Harte และคณะ, 1986) อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ คือ คุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์เองที่ส่งผลกระทบต่อเวลาที่ผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายหรือเก็บรักษาใช้ และภาชนะบรรจุการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุของผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยวมีลักษณะเด่นในเรื่องของความกรอบ รสชาติ และกลิ่นรสต่างๆ ที่ทำให้ผู้บริโภคพึงพอใจ อายุการเก็บของอาหารขบเคี้ยวจึงต้องคำนึงถึงลักษณะดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญ การสูญเสียความกรอบและกลิ่นรสของอาหาร จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของอายุการเก็บ อาหารขบเคี้ยวที่มีอายุการเก็บมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสในการวางจำหน่ายได้ยาวนานขึ้น และมีระยะเวลาในการเก็บรักษาเพื่อรอการบริโภคที่สูงกว่า นอกจากนี้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ยังเป็นปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมอีกด้วย

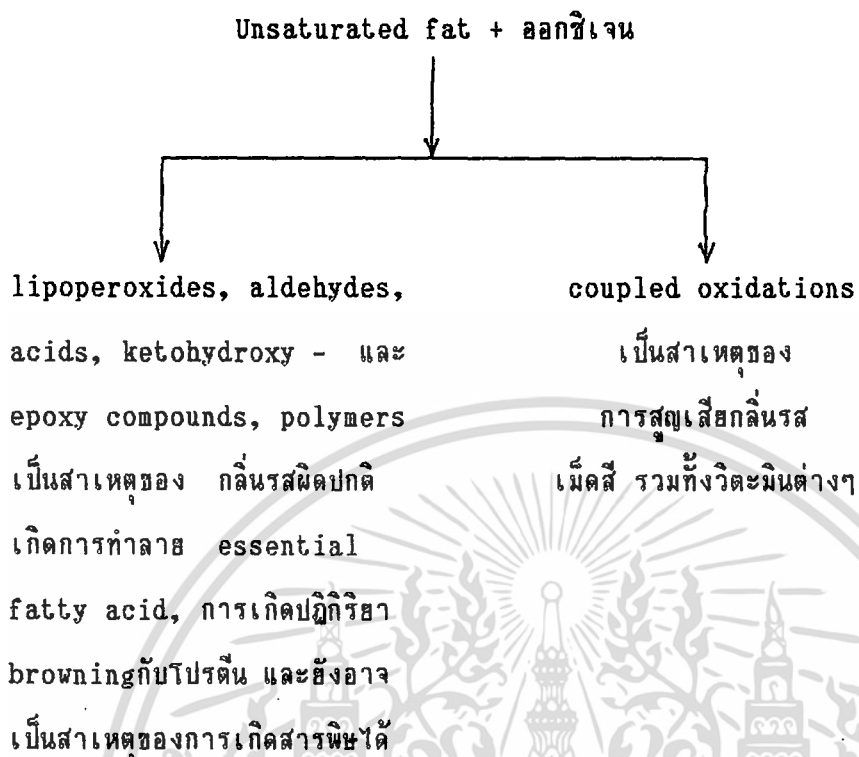
2.7.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

อาหารขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำมาก โดยทั่วไปมีปริมาณความชื้นอยู่ประมาณ 2-3 % (Robert and Caldwell, 1990) ดังนั้นการเสื่อมเสียของอาหารขบเคี้ยวอันเนื่องมาจากการเจริญของจุลินทรีย์ จึงไม่ใช่ปัญหาสำคัญแต่อย่างใดก็ตาม ปัจจัยอื่นๆ เช่น แสง ออกซิเจน อุณหภูมิ และความชื้นก็ยังคงเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียขึ้นได้อันจะเป็นผลให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สั้นลง ปัญหาสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มีดังนี้ คือ

2.7.1.1 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสาเหตุของความเสื่อมเสียหลายประการโดยเฉพาะการเกิดกลิ่นหืนขึ้นในผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะเกิดขึ้นได้กับผลิตภัณฑ์ที่มี polyunsaturated fatty acid เป็นองค์ประกอบอยู่ในภาพที่ 2

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ไขมันที่ถูกออกซิไดซ์แล้วหรือเปอร์ออกไซด์ เอนไซม์ (lipoxigenase) ตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โลหะหนักบางชนิด และความเข้มข้นของออกซิเจนในระบบ นอกจากนี้ค่า water activity หรือค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญมากตัวหนึ่ง (Karel, 1985) ที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้จากปฏิกิริยา และยังทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการในส่วนของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายอีกด้วย



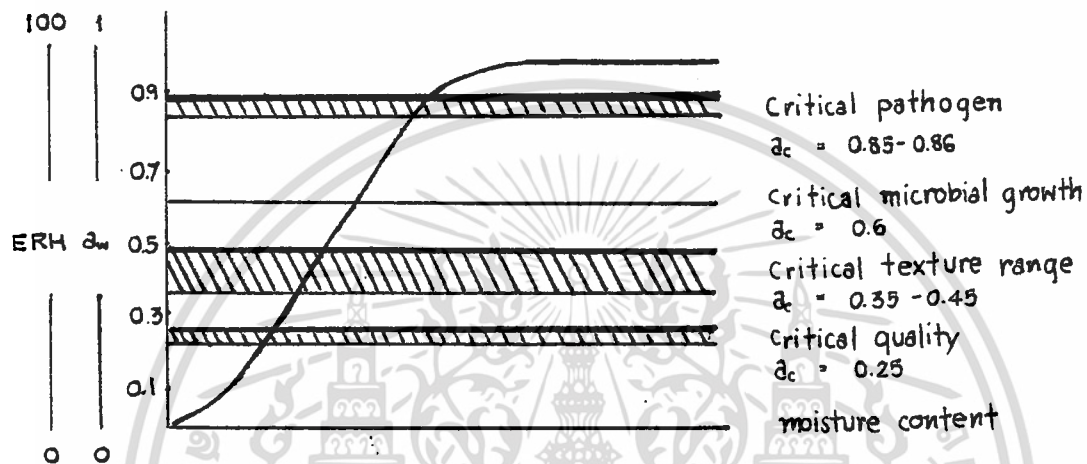
ภาพที่ 2 แสดงผลที่เกิดจากการเกิดออกซิเดชันของไขมันที่มีต่ออาหาร

ที่มา Lea (1962)

2.7.1.2 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในผลิตภัณฑ์

ความกรอบเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของอาหารขบเคี้ยว ทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกเพลิดเพลินในการรับประทาน ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์คงอยู่ได้คือ ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของตัวผลิตภัณฑ์ โดยปกติแล้ว อาหารขบเคี้ยวมีปริมาณความชื้นที่ต่ำมาก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถดูดความชื้นได้อย่างรวดเร็ว (hygroscopic product) ดังนั้น การเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีมากเกินไป จะเป็นสาเหตุของอายุการเก็บที่สั้นลงได้ และมีอัตราการเสื่อมเสียที่มากขึ้น เช่น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้เกิดกลิ่นหืน หรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทำให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์ลดลง และเกิดน้ำตาลมากขึ้น อันเนื่องมาจากปฏิกิริยา browning การเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของสภาวะแวดล้อมที่ใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ หรือ ค่า water activity (a_w) ของผลิตภัณฑ์กับปริมาณความชื้นที่

อุณหภูมิและความดันคงที่หนึ่งๆ สามารถแสดงได้โดย Moisture sorption isotherm ตัวอย่างของ Moisture sorption isotherm ของอาหารขบเคี้ยวพร้อมรับประทานจากธัญพืช (ready-to-eat cereals) ที่มีความกรอบ แสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดง sorption isotherm และ critical water activities (a_w) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภท ready-to-eat cereals

ที่มา Labuza and Contreras (1981)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ที่ water activity 0.25 จะเป็นค่า a_w ที่ต่ำที่สุดที่จะไม่ทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์สูญเสียไป และที่ a_w 0.35 - 0.45 เป็นค่า a_w ต่ำที่สุดที่จะไม่ทำให้เนื้อสัมผัสเสื่อมเสีย โดยทั่วไปอาหารประเภท ready-to-eat cereals ที่มีความกรอบอยู่ จะมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.5 (Labuza and Contreras, 1981) ดังนั้น การเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์จึงเป็นไปได้ยาก การป้องกันการเสื่อมเสียจึงมุ่งไปที่การรักษาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และรวมไปถึงความกรอบของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ a_w จากกราฟก็คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นนั่นเอง ดังนั้น การควบคุมความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความกรอบ รวมทั้งอาหารขบเคี้ยวให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงเป็น

การป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเนื้อสัมผัสได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ การเสื่อมเสียของอาหารขบเคี้ยว สามารถเกิดขึ้นได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน และ ความชื้น ดังนั้น การศึกษาอายุการเก็บจึงอาศัยปัจจัยดังกล่าว ในการพิจารณาถึงการสิ้นสุดของอายุการเก็บ

2.7.2 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

การศึกษาหาอายุการเก็บของอาหาร สามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีการศึกษาอายุการเก็บของอาหารโดยการเร่งสภาวะ (Accelerated Shelf-life Testing of Food, ASLT) ซึ่งการหาอายุการเก็บด้วยวิธีดังกล่าว เป็นเพียงแนวทางที่จะบอกอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะปกติเท่านั้น ผลที่ได้ไม่ใช่ผลของอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จริง การศึกษาอายุการเก็บด้วยวิธี ASLT นี้ สามารถใช้พารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ออกซิเจน ความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium relative humidity) water activity และความเข้มข้นของสารตั้งต้น ในการเร่งอัตราการเสื่อมเสียของอาหาร แต่วิธีที่ง่ายที่สุดก็คือ การใช้อุณหภูมิสูงในการเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยทั่วไปแล้ว การตัดสินใจเลือกองค์ประกอบของการเร่งโดยอุณหภูมิสูงจะไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน (Robert and Caldwell, 1990) การเลือกปัจจัยนี้ จึงต้องอาศัยงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษายุการเก็บด้วยวิธี ASLT ในอาหารประเภทที่ใกล้เคียงกันกับตัวอย่างที่ต้องการหาอายุการเก็บ และจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ (Labuza and Schmidt, 1985) ดังนั้น ถ้าการเลือกปัจจัยอุณหภูมิผิด ค่าที่ได้ก็จะผิดพลาดไปด้วย อีกแนวทางหนึ่งของการศึกษาอายุการเก็บของอาหาร คือ การใช้ระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์อาหารเสื่อมเสียจริง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอายุการเก็บไม่มากนัก เนื่องจาก จะทำให้ใช้เวลาในการศึกษาทดลองไม่นานเกินไป ที่ได้จากการศึกษาอายุการเก็บด้วยวิธีนี้ จะได้จากการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) หรือโดยการวัดค่าคุณภาพทางเคมี เช่น ค่าเปอร์ออกไซด์ เพื่อหาระยะเวลาการเก็บที่มากที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย ณ สภาวะหนึ่งๆ

อาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไป มีอายุการเก็บ 3 - 12 สัปดาห์ (Matz, 1984) สามารถเสื่อมเสียได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความชื้น ทำให้สูญเสียความกรอบรวมทั้งคุณสมบัติที่บางประการ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากความชื้นแล้ว การเกิดออกซิเดชันของไขมันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้เป็นอย่างดี ทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รวมเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติหรือกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้น การพิจารณาการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ limiting factor ของระยะเวลาการเก็บอาหาร และการยอมรับของผู้บริโภค จึงจะพิจารณา

ถึงความกรอบและกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งค่าคุณภาพทางเคมี คือ ค่าเปอร์ออกไซด์ควบคู่กันไปด้วยการกำหนดสภาวะในการทดลอง การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จะใช้สภาพการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุที่ใช้กันทั่วไปกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว คือ ถุง metalized laminate เพื่อเป็นการจำลองสภาพแวดล้อมของการวางจำหน่ายตามปกติของผลิตภัณฑ์ ส่วนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคนั้น จะใช้ผู้ทดสอบ (taste panel) ซึ่งเป็น subjective evaluation เนื่องจากผู้ทดสอบสามารถระบุการเกิดกลิ่นหืนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ได้ และการใช้ผู้ทดสอบสามารถเป็นตัวแทนผู้บริโภคได้อย่างแท้จริง (Rossel, 1983) ในด้านการทดสอบค่าคุณภาพทางเคมี ซึ่งพิจารณาการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ เพื่อบอกปริมาณสารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Quast and Karell, 1972) นั้น ถึงแม้ว่า จะไม่สามารถหาค่าที่บอกถึงการเกิดหืนได้โดยตรง แต่ก็สามารถใช้เป็นสัญญาณเตือนถึงการเกิดกลิ่นหืนล่วงหน้าได้ เนื่องจากเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่เกิดก่อนสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในอาหารและจากการศึกษาทดลองของปิฮาร์ล และคณะ (2535) พบว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์จะสอดคล้องกับการเกิดกลิ่นหืนที่ประเมินด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส ในทุกอุณหภูมิที่ทำการทดลองเก็บตัวอย่างมะม่วงหิมพานต์ทอดในถุง metalize คือ ที่ 7 , 22 , 32 และ 42 °C ดังนั้นการใช้ค่าเปอร์ออกไซด์ในการพิจารณา ร่วมกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงเป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้ในการทำนายการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้วิธีหนึ่ง

*

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

- 3.1.1 ข้าวเกรียบดิบ
- 3.1.2 น้ำตาลทราย
- 3.1.3 เกลือ
- 3.1.4 เวลาดีน
- 3.1.5 โพรตีนไฮโดรไลเซต
- 3.1.6 พริกไทย

3.2 อุปกรณ์

- 3.2.1 เครื่องมือชุดวิเคราะห์ห้องประกอบทางเคมี
 - 3.2.1.1 ความชื้น : Hot air oven
 - 3.2.1.2 โพรตีน : Gerhardt
 - 3.2.1.3 ไนโตรเจน : ชุดสกัดไนโตรเจน
 - 3.2.1.4 เถ้า : Muffle
- 3.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
 - 3.2.2.1 ห้องปฏิบัติการชิมพร้อมอุปกรณ์
 - 3.2.2.2 แบบสอบถาม
- 3.2.3 เครื่องชั่งละเอียด : Mettler AE 50
- 3.2.4 เครื่องชั่งหยาบ
- 3.2.5 Hot plate
- 3.2.6 ชุดทดสอบแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.2.7 เครื่องปัดผง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้แก่บุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
หากฝ่าฝืนจะดำเนินคดี
เจ้าคณะจังหวัดนนทบุรี

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตและเจลาตินที่เหมาะสมในสูตรทำสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว

3.3.1.1 การเตรียม snack base

snack base ที่ใช้เป็นข้าวเกรียบที่ยังไม่ทอดสำหรับข้าวเกรียบปลาหมึกคาราซากิ (อภิวัฒน์การจาก บริษัทแหลมทองอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด)

สูตรพื้นฐานของ snack base โดยประมาณ

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ |
|--------------------|--------|
| แป้งสาลี | 40 |
| แป้งข้าวโพด | 15 |
| แป้งมันฝรั่ง | 15 |
| เกลือ | 1 |
| น้ำมันปาล์ม | 19 |
| สารปรุงแต่งกลิ่นรส | 10 |

วิธีการเตรียมข้าวเกรียบ

นำข้าวเกรียบมาอบไล่ความชื้นที่ 100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

นำไปทอดโดยให้น้ำมันท่วมที่ $200-220^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 วินาที

ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำมัน ก่อนนำมาเคลือบ

ข้าวเกรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แสดงการเตรียม snack base

3.3.1.2 สูตรพื้นฐานและวิธีทำสารเคลือบ

| สูตรพื้นฐาน | ปริมาณ (ร้อยละ) |
|------------------|-----------------|
| น้ำตาล (sucrose) | 40.0 |
| น้ำ | * |
| โปรตีนไฮโดรไลเซต | * |
| เจลาติน | * |
| เกลือ | 3.0 |
| พริกไทย | 0.8 |

* มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อหาระดับเจลาตินและโปรตีนไฮโดรไลเซตที่เหมาะสม

วิธีเตรียมสารเคลือบ

นำเจลาตินมาแช่ในน้ำเย็น 16 °C

↓
ทิ้งไว้ให้เจลาตินพองตัว

↓
นำมาตั้งบน hot plate คนจนเจลาตินละลาย

↓
เติมน้ำตาลลงในเจลาติน คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

↓
เติมเกลือ พริกไทย และโปรตีนไฮโดรไลเซต คนให้เข้ากัน

↓
เคี่ยวจนตัวเคลือบมีลักษณะเป็นของเหลวข้น (TSS = 75 °B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ภาพที่ 5 ดฯ ทั้งสิ้น อีกแล้วตั้งการเตรียมสารเคลือบและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 วิธีการเคลือบ

นำสารเคลือบมากลุกกับข้าวเกรียบทอดโดยใช้
อัตราส่วนของข้าวเกรียบทอด : สารเคลือบเป็น 5:3 (w/w)

↓
นำข้าวเกรียบที่เคลือบแล้วไปอบ
ที่อุณหภูมิ 85 °c เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ภาพที่ 6 แสดงวิธีการเคลือบสารเคลือบบนข้าวเกรียบ

3.3.1.4 การศึกษาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซทในสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหาร
ขบเคี้ยว

การทดลอง ทำการแปรค่าปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซทในช่วง 5-18 % ของน้ำหนักสารเคลือบ โดยทำการแปรค่า 3 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1 ครั้งที่ 1 จะทำการแปรค่าในช่วงกว้างก่อนหลังจากนั้นจึงทำการทดลองครั้งที่ 2 โดยแปรค่าในช่วงที่แคบเข้ามาเพื่อหาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น ครั้งที่ 3 ทำการทดลองเพื่อหาโปรตีนไฮโดรไลเซทที่แน่นอนและใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

การประเมินผล ทำโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio profile test (ภาคผนวก ข) ซึ่งพิจารณาคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณส่วนผสมต่างๆในสารเคลือบโดยแปรค่าโปรตีนไฮโดรไลเซต 5-18 % ของน้ำหนักสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

| ส่วนผสม | ปริมาณส่วนผสมต่างๆในตัวเคลือบ (กรัม) | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| | ครั้งที่ 1 | | | ครั้งที่ 2 | | | ครั้งที่ 3 | | |
| เจลาติน | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| โปรตีนไฮโดรไลเซต | 5 | 10 | 15 | 12 | 15 | 18 | 14 | 15 | 16 |
| น้ำตาล | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| เกลือ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| พริกไท | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| น้ำ | 49 | 44 | 39 | 42 | 39 | 36 | 40 | 39 | 38 |
| น้ำหนักรวม | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

3.3.1.5 การศึกษาปริมาณเจลาตินในสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

การศึกษหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในสูตรสารเคลือบ ได้ทำการแปรค่าปริมาณเจลาตินในช่วง 2-4 % ของน้ำหนักสารเคลือบ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2 โดยกำหนดค่าที่เหมาะสมของปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากการทดลอง 3.3.1.4 การประเมินหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ Ratio profile test ซึ่งพิจารณาจากคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ การเกาะติดของสารเคลือบ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ หลังจากทำการเคลือบอาหารขบเคี้ยวด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณส่วนผสมต่างๆในสารเคลือบโดยแปรค่าเจลาติน 2-4 % ของน้ำหนักสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารบนเคียว

| ส่วนผสม | ปริมาณส่วนผสมต่างๆในสารเคลือบ (กรัม) | | |
|------------------|--------------------------------------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 |
| เจลาติน | 2 | 3 | 4 |
| โปรตีนไฮโดรไลเซต | 15 | 15 | 15 |
| น้ำตาล | 40 | 40 | 40 |
| เกลือ | 3 | 3 | 3 |
| พริกไทย | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| น้ำ | 39.2 | 38.2 | 37.2 |
| น้ำหนักรวม | 100 | 100 | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่ใช้สูตรที่ทำการหาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตและเจลาตินที่เหมาะสมแล้ว โดยใช้สูตรสารเคลือบที่ประกอบด้วยส่วนผสมต่างๆดังนี้

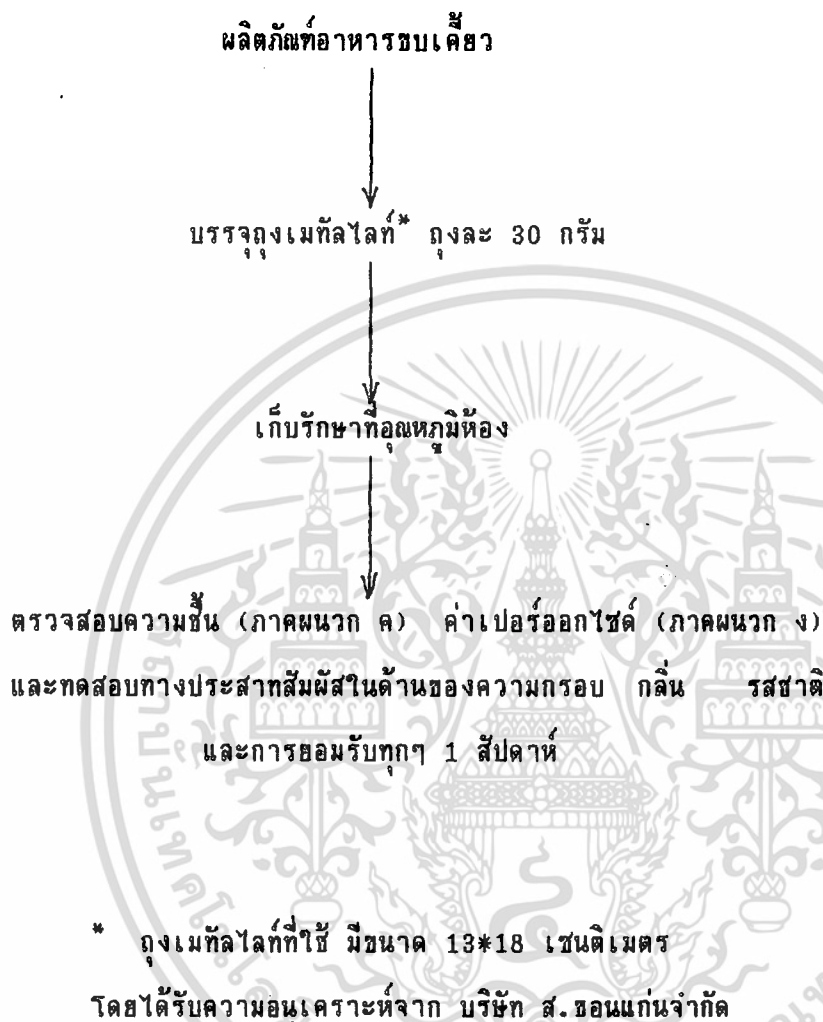
| | |
|------------------|--------|
| น้ำตาลทราย | 40.0 % |
| น้ำ | 38.2 % |
| โปรตีนไฮโดรไลเซต | 15.0 % |
| เจลาติน | 3.0 % |
| เกลือ | 3.0 % |
| พริกไทย | 0.8 % |

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสและประเมินผลด้วยวิธี Ratio profile test (ภาคผนวก ข) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบนี้ แสดงในภาคผนวก ก

3.3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตรที่ใช้ เจลาตินและโปรตีนไฮโดรไลเซต จากเศษกระดูกไก่ในระดับที่เหมาะสมตามวิธีการทดลองที่ 3.3.1.1 และ 3.3.1.2 นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว โดยหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ไขมัน โปรตีน และเถ้า โดยวิธีการวิเคราะห์ที่แสดงในภาคผนวก ค

3.3.4 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว



ภาพที่ 7 แสดงการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่บรรจุในถุงเมทัลไลต์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยที่ค่าความชื้นวิเคราะห์ด้วยวิธี Hot air oven จำนวน 4 ซ้ำ และค่าเปอร์ออกไซด์วิเคราะห์โดยวิธีตัดแปลงจากวิธีการของ Tanaf Franca (1990) และ AOAC (1990) นอกจากนี้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวด้วยการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตและเจลาตินที่เหมาะสมในสูตรสารเคลือบอาหาร
ขบเคี้ยว

4.1.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตที่เหมาะสมในสาร
เคลือบ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตที่เหมาะสมในสาร
เคลือบ โดยใช้วิธี Ratio profile test แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของ S/I โดยใช้วิธี Ratio profile test ของคุณลักษณะ
ต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ปริมาณไฮโดรไลเซตระดับต่างๆกัน

| ครั้งที่ | ปริมาณ โปรตีนไฮโดรไลเซต (%) | คะแนนเฉลี่ยของ S/I | | | |
|----------|-----------------------------------|--------------------|--------|--------|------------|
| | | กลิ่นไก่ | รสเค็ม | รสหวาน | ความชอบรวม |
| 1 | 5 | 0.52 | 0.72 | 0.65 | 0.53 |
| | 10 | 0.65 | 0.74 | 0.62 | 0.62 |
| | 15 | 0.85 | 0.85 | 0.84 | 0.77 |
| 2 | 12 | 0.75 | 0.75 | 0.64 | 0.76 |
| | 15 | 0.91 | 0.81 | 0.82 | 0.81 |
| | 18 | 1.11 | 0.95 | 0.79 | 0.75 |
| 3 | 14 | 0.77 | 1.04 | 0.74 | 0.72 |
| | 15 | 0.88 | 0.99 | 0.86 | 0.80 |
| | 16 | 1.04 | 1.03 | 0.68 | 0.77 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

จากตารางที่ 3 เห็นได้ว่าการทดสอบในครั้งที่ 1 เมื่อแปรค่าความเข้มข้นของโปรตีนไฮโดรไลเซตในช่วงกว้าง คือ 5,10 และ 15 % ตามลำดับ พบว่าที่ระดับปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซต 15 % มีคะแนนเฉลี่ยของ S/I ในด้านความชอบรวมใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุด หลังจากนั้นทำการทดลองครั้งที่ 2 โดยแปรค่าความเข้มข้นของโปรตีนไฮโดรไลเซตในช่วงที่แคบเข้ามา คือ 12,15 และ 18 % ตามลำดับ พบว่าที่ระดับปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซต 15 % มีคะแนนเฉลี่ยของ S/I ในด้านความชอบรวมใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุดอีกเช่นกัน ครั้งสุดท้ายทำการแปรค่าความเข้มข้นของโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ระดับ 14,15 และ 16% ตามลำดับ ผลปรากฏว่าที่ระดับโปรตีนไฮโดรไลเซต 15 % มีคะแนนเฉลี่ยของ S/I ในด้านความชอบรวมใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงพิจารณาให้ที่ระดับโปรตีนไฮโดรไลเซต 15 % เป็นปริมาณที่เหมาะสมในสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

4.1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในสารเคลือบ การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในสารเคลือบโดยใช้วิธี Ratio profile test แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของ S/I โดยใช้วิธี Ratio profile test ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ปริมาณเจลาตินที่ระดับต่างๆกัน

| ปริมาณเจลาติน (%) | คะแนนเฉลี่ยของ S/I | | |
|-------------------|--------------------|-------------|------------|
| | การเกาะติดของ | ลักษณะปรากฏ | ความชอบรวม |
| 2 | 0.56 | 0.45 | 0.62 |
| 3 | 0.69 | 0.76 | 0.83 |
| 4 | 0.45 | 0.65 | 0.73 |

จากตารางที่ 4 เห็นได้ว่าสูตรสารเคลือบที่ใช้ระดับเจลาติน 3 % มีคะแนนเฉลี่ยของ S/I ทางด้านการเกาะติดของสารเคลือบ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมใกล้เคียง 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงพิจารณาให้ที่ระดับเจลาติน 3% เป็นปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการทำสูตรสารเคลือบในการทำสูตรสารเคลือบของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

4.2 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

สำหรับการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio profile test โดยใช้ Linear scaling เป็นตัววัดลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตามแบบทดสอบซึ่งแสดงในภาคผนวก ก) แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนของ S/I โดยวิธี Ratio profile test ของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้

| คุณลักษณะที่ทำการทดสอบ | คะแนนของ S/I | |
|------------------------|-------------------------|---------------------|
| | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| การเกาะติดของสารเคลือบ | 0.84 | 0.20 |
| ลักษณะปรากฏ | 0.88 | 0.24 |
| กลิ่นไก่ | 0.94 | 0.22 |
| รสหวาน | 0.98 | 0.26 |
| รสเค็ม | 0.99 | 0.21 |
| ความชอบรวม | 0.88 | 0.23 |

จากตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยของ S/I ของคุณลักษณะในด้านรสเค็ม รสหวาน และกลิ่นไก่ มีค่าเป็น 0.99, 0.98 และ 0.94 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 มาก แสดงว่า คุณลักษณะต่างๆดังกล่าวของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมาก ส่วนคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวม และการเกาะติดของสารเคลือบ มีค่าคะแนนเฉลี่ยของ S/I เป็น 0.88, 0.88 และ 0.84 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 เล็กน้อย แสดงว่าควรปรับปรุงลักษณะดังกล่าวให้มีความเข้มหรือความแรงมากขึ้นเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ชนตาธิการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริโภคน้อยที่สุด ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของ S/I จะแสดงถึงความเห็นของผู้ทดสอบว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของ S/I ที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อย

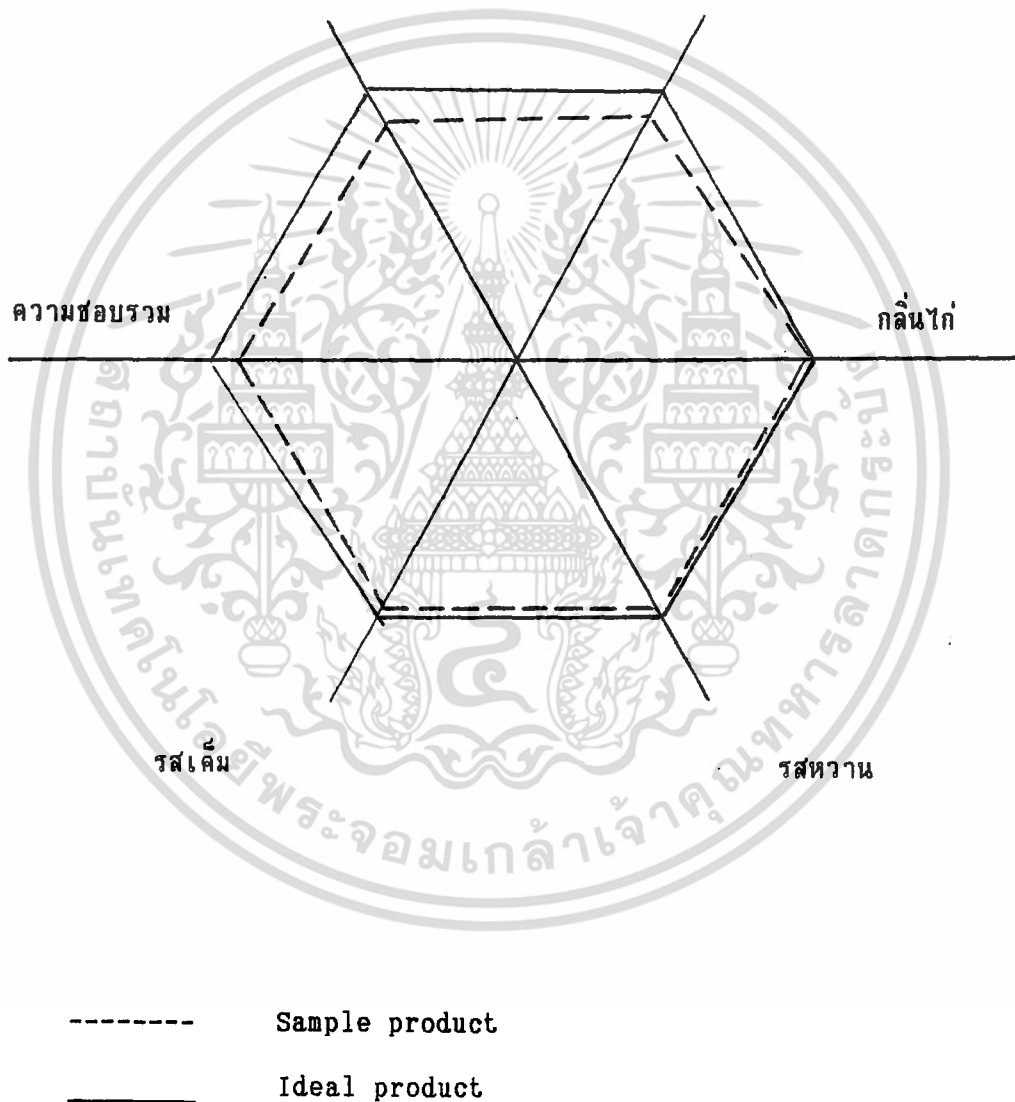
จากตารางที่ 5 จะนำคะแนนเฉลี่ยของ S/I มาสร้าง Graphical ratio profile เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงดังภาพที่ 8 โดยจะแสดงถึงเค้าโครงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (Ideal product profile) และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้

จาก Graphical ratio profile ที่ได้ สามารถสรุปได้ว่า รสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ได้จากการพัฒนาสารเคลือบ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และมีระดับความเข้มข้นใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมาก ในขณะที่ลักษณะปรากฏ การเกาะติดของสารเคลือบ และความชอบรวมมีระดับความเข้มข้นต่ำกว่าที่ผู้บริโภคต้องการเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในขั้นที่ผู้บริโภคยอมรับ กล่าวโดยรวมแล้วผู้บริโภคมีความชอบรวมอยู่ในขั้นที่ดี



การเกาะติดของสารเคลือบ

ลักษณะปรากฏ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้อ้างอิงเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ภาพที่ 8 Ratio Mean Profile ของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรสารเคลือบที่เตรียม
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

จากตารางที่ 6 เห็นได้ว่า องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตรที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตและเจลาตินจากเศษกระดูกไก่ในระดับปริมาณที่เหมาะสมประกอบด้วย

- ความชื้น 2.37 % ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงของความชื้นเฉลี่ยของอาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปคือ 2-3 % (Robert and Caldwell, 1990)
- ไขมัน 12.05 % ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียม snack base (ภาพที่ 4) มีการใช้น้ำมันสำหรับทอดเพื่อให้ผลิตภัณฑ์พองตัว ซึ่งปริมาณไขมันที่ค่อนข้างสูงนี้จะมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นในระหว่างการเก็บรักษา
- โปรตีน 7.15 % เมื่อทำการเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปซึ่งมีปริมาณเพียง 5.3 % เท่านั้น (เพ็ญศิริ, 2535) กล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ทำการเคลือบโดยใช้สูตรสารเคลือบนี้มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปที่มีการจำหน่ายตามท้องตลาด ทั้งนี้เนื่องจาก ในสูตรสารเคลือบมีการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตในการปรุงแต่งกลิ่นรสที่ยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย
- เกลือ 3.34 %

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขบเคี้ยวแสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

| องค์ประกอบทางเคมี | ปริมาณ (%) |
|-------------------|------------|
| ความชื้น | 2.37 |
| ไขมัน | 12.05 |
| โปรตีน | 7.15 |
| เกลือ | 3.34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

4.4.1. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น และค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์) | ความชื้น (%) | ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg) |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 0 | 2.37 ^a | non-detectable |
| 1 | 2.48 ^b | non-detectable |
| 2 | 2.56 ^c | non-detectable |
| 3 | 2.80 ^d | non-detectable |
| 4 | 3.25 ^e | 3.89 |

จากตารางที่ 7 สรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่ค่าความชื้นในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากความชื้นที่สูงขึ้นตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ทำให้ตรวจพบค่าเปอร์ออกไซด์ในสัปดาห์ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่างๆ ที่ทำการทดสอบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์) | ความกรอบ | กลิ่น | รสชาติ | การยอมรับ |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0 | 8.3 ^a | 8.2 ^a | 8.2 ^a | 8.6 ^a |
| 1 | 7.9 ^a | 7.5 ^b | 8.1 ^a | 8.1 ^b |
| 2 | 7.0 ^b | 6.7 ^c | 7.4 ^b | 7.6 ^c |
| 3 | 6.6 ^c | 6.6 ^c | 7.3 ^b | 7.2 ^c |
| 4 | 6.1 ^c | 6.4 ^c | 6.4 ^c | 6.4 ^d |

9 - Point Hedonic Scale ; คะแนน 9 หมายถึง ชอบรับมากที่สุด
คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบรับ

* ^{a-b-c-d} แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 8 เห็นได้ว่า คุณลักษณะทางด้านความกรอบ กลิ่น รสชาติ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว จะมีคะแนนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ผู้บริโภคยังยอมรับอยู่ ส่วนความกรอบและรสชาติของผลิตภัณฑ์ เริ่มต้นและหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปจำหน่ายไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แม้ว่าคะแนนของคุณลักษณะต่างๆ จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่คะแนนของไม่วางจำหน่ายได้ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ คุณลักษณะดังกล่าว ยังอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคยอมรับ

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ทางเคมีควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส พบว่า เป็นไปได้ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงความกรอบเกิดขึ้นหลังการเก็บรักษาที่นานกว่า 4 สัปดาห์ เนื่องจากความชื้นที่เพิ่มมากขึ้น และค่าเปอร์ออกไซด์ที่ตรวจพบในปริมาณ 3.89 meq/kg อาจเป็นสาเหตุให้มีแนวโน้มที่จะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลดลงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การนำโปรตีนไฮโดรไลเซตมาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในสารเคลือบอาหารขบเคี้ยวโดยทำการทดลองที่ระดับโปรตีนไฮโดรไลเซตในช่วง 5 -18 % พบว่าที่ระดับโปรตีนไฮโดรไลเซตที่เหมาะสมคือ 15 % ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ratio profile test จะให้กลิ่นใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบมากที่สุด เมื่อเทียบกับที่ระดับโปรตีนไฮโดรไลเซตอื่น ๆ

5.1.2 การนำเจลาตินมาใช้ประโยชน์ในสูตรสารเคลือบอาหารขบเคี้ยว โดยทำการทดสอบหาระดับเจลาตินที่ 2, 3 และ 4% พบว่าระดับเจลาตินที่เหมาะสม คือ 3 % โดยการทำทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio profile test จะให้ลักษณะปรากฏ และการเกาะติดของสารเคลือบได้ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบมากที่สุด เมื่อเทียบกับที่ระดับเจลาตินอื่น ๆ

5.1.3 การพัฒนาสูตรของสารเคลือบอาหารขบเคี้ยวให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการประเมินผลแบบ Ratio profile test พบว่า สูตรของสารเคลือบประกอบด้วย น้ำตาล 40 % น้ำ 38.2 % โปรตีนไฮโดรไลเซต 15 % เจลาติน 3 % เกลือ 3 % และพริกไท 0.8 % ผู้บริโภคยอมรับในทุกปัจจัยคุณภาพที่ทดสอบ (การเกาะติดของสารเคลือบ, ลักษณะปรากฏ, กลิ่น และรสชาติ) โดยความชอบรวมของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เตรียมได้ พบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนี้ประกอบด้วย ความชื้น 2.31 % ไขมัน 12.05 % โปรตีน 7.15 % ซึ่งมีปริมาณมากกว่าปริมาณโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวทั่วไป ซึ่งมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเพียง 5.3 % เท่านั้น (เพญศิริ, 2535) เนื่องจากในสูตรสารเคลือบใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตปรุงแต่งกลิ่นรส นอกจากนี้ยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย และองค์ประกอบสุดท้ายที่วิเคราะห์ คือ เถ้า ซึ่งมีปริมาณ 3.34 %

5.1.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีอายุการเก็บ 0 - 4 สัปดาห์ ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale พบว่า ความกรอบ กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาการเก็บแต่ละสัปดาห์ มีความแตกต่างกันเล็กน้อย และยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ แม้ว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นทุกระยะของการเก็บ และตรวจพบค่าเปอร์ออกไซด์ในสัปดาห์ที่ 4 ขณะเก็บผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ควบคู่ไปกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส สรุปได้ว่าแนวโน้มการยอมรับของผู้บริโภคลดลงเรื่อยๆทุกปัจจัยคุณภาพที่ทดสอบ โดยปัจจัยที่ทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลงได้มากคือ ความกรอบที่ลดลงเนื่องจากความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นถึง 3.25 % ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งเป็นความชื้นที่สูงกว่าความชื้นเฉลี่ยของอาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไป คือ 2-3 % (Robert and Caldwell, 1991) และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ค่าเปอร์ออกไซด์ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 4 อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อีกด้วย

5.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

5.2.1 การทดลองครั้งนี้มีข้อจำกัด คือ ใช้เทคนิคการเคลือบอย่างง่าย คือ การคลุกผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควร ดังนั้นหากจะทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ควรมีการพัฒนาเทคนิคการเคลือบ โดยใช้เทคโนโลยี หรือ เครื่องมือเข้ามาช่วย เพื่อให้สารเคลือบมีการกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอบนผิวของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสม่ำเสมอ มองดูน่ารับประทานยิ่งขึ้น

5.2.2 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ควรใช้เวลาไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ แต่ในการทดลองครั้งนี้ทำได้เพียง 4 สัปดาห์ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่ทำการทดลอง เอกสารที่นำเอกสารนี้ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ดณัย กীরตวานิชย์. 2535. การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตเนยมะม่วงหิมพานต์ในระดับทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชงชัย สุวรรณชัยสิทธิ์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิสากรณ์ เสริฐพรนิก, ผ่องศรี ไพฑูรย์เนรมิต และสุนีย์ ชลนาภิจกุล . 2535. การทำน้าย่อยการเก็บของมะม่วงหิมพานต์ทอดโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรนภา สายธารทอง และอารีรัตน์ จงวัฒนาพาณิชย์. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อะราเร่เสริมโปรตีนจากปลา. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เพ็ญศิริ อนันต์รักสกุล. 2535. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณค่าอุตสาหกรรมอาหารและโภชนาการ ณ โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า.
- มยุรี ภาควิชาเกษตร. 2531. ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่ออาหารว่าง, รายงานการสัมมนาเรื่อง "การบรรจุหีบห่อด้วยฟิล์มพลาสติก". ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 5 หน้า.
- ลูกจันทร์ ภักดิ์พิทักษ์. 2534. กลิ่นรสในน้ำสำคัญไฉน. อุตสาหกรรมเกษตร. 2(3):30-32.
- สมพร มะลิแก้ว และสุดา จินตนะธรรม. 2536. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเศษกระดูกไก่โดยวิธีย่อยสลายด้วยเอนไซม์. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมยศ จรรยาวิลาส รัศมี ศุภศรี และสุนันท์ชน ศรีงาม. 2533. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวโพด. อาหาร. 20(1):36-37.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศิริลักษณ์ สินธวาลัย.2535. ทฤษฎีอาหาร เล่ม1 หลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพมหานคร : บริษัทบีเอฟไอ จำกัด.247 หน้า.
- ศิริลักษณ์ สินธวาลัย.2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม3 หลักการทดลองอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์บำรุงนุกุลกิจ.270 หน้า.
- A.O.A.C.1990. Association of Official Analytical Chemists,15th ed. Virginia : Association of Official Chemist, Inc.
- Bain,B.K.1979. Extrusion Today. Cereal Food World.25:136.
- Boonyasirikool, P., Reungmaneevaitoon, S., Thippayang,S.,and Prabharat, S . 1986. Research on the Production of High Protien Snack Foods.Bangkok : Institute of Food Research and Product Development,Kasetsart University. 67 pp.
- Daniels,R.1973. Edible Coatings and Soluble Packaging. London Noyes Date Corpearation.360 pp.
- Harte,R.B.,Gray,J.I., and J. Miltz.1986. Food Product Package Compatibility.USA. : Technomic Publishing Company, Inc.
- Health,H.B.,Pharm,B.,and Ellan.,M.B.1985. Flavor Technology. Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.542 pp.
- Karel,M. 1985 . Environmental effect on Chemical Changes in Foods. In : Chemical Changes in Food during Processing. T.Richardson, and J.W.Finley (eds.),pp.256-274.
- Karel,M.,and N.D. Heidelbaugh.1975. Effect of Packing on Nutrition. In: Nutritional Evaluation of Food Processing, R.S.Harris, and E.Kramas (eds.), pp.412-462.
- Labuza,T.P.,and M.R. Contreras.1981. Prediction of Moisture Protection Requirements for Foods. Cereal Foods World. 29:335.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Labuza, T.P., and M.K. Schmidt. 1985. Accelerated Shelf Life Testing of Food. Food Technol. 39(9):87.
- Lea, C.H. 1962. The Oxidative Deterioration of Food Lipids. In : Symposium on Food, H.W. Schultz, et al. (eds.), pp.4.
- Matz, S.A. 1984. Snack Food Technology. Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc. 451 pp.
- Quaglia, G.B. and Massacci, A. 1982 . Protiolysates from Slaughterhouse Blood. J. Sci. Food Agri. 33:634-638.
- Quast, D., and Karell, M. 1972. Effect of Environmental Factors on the Oxidation of Potato Chips. J. Food Sci. 37:584
- Robert, B.F., and Caldwell, E.F. 1990. Breakfast Cereals and How They are Made. 2nd ed. Minnesota : The American Association of Cereal Chemists, Inc. 372 pp.
- Robbins, K.R. 1988 . Fundamental of New Product Development . New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc. 287 pp.
- Rossel, J.B. 1983. Measurement of Rancidity. In: Rancidity in Foods. J. Allen and Hamilton (eds.). New York: Applied Science Publishing Co., Inc, pp.21.
- Schaeder, W.E. and R.B. Fast. 1969. Evolving Snack Technology. Cereal Sci Today. 14(6):203.
- Tanafrance, D.E. 1990. Shelf Life Prediction of Rosted Salted Peanuts Packed in Polymeric Film. Postgrad. Diploma Thesis Massey University. New Zealand.
- Varela, A.E., and I.D. Morton. 1988. Frying of Food. England: Ellis Horwood Ltd. 275 pp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และ กาเครื่องหมาย x ลงบนเส้นใน
แต่ละปัจจัยคุณภาพ ตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมตรงกับความรู้สึกหลังจากที่ชิมตัวอย่างแล้ว และ
กาเครื่องหมาย I ลงบนเส้นตามที่ท่านคิดว่าน่าจะเป็น หรือที่ท่านชอบ และต้องการให้เป็น

1. กลิ่นไก่

น้อย _____ มาก

2. รสชาติ

รสเค็ม
น้อย _____ มาก

รสหวาน
น้อย _____ มาก

3. ความชอบรวม

น้อย _____ มาก

ข้อเสนอแนะ

หมายเหตุ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับใช้ในระบบเรื่องอาหารซึ่งหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ศึกษาปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเซตที่เหมาะสมในสูตรสารเคลือบ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งหากมีให้ตัดแปะขึ้นเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และ กาเครื่องหมาย x ลงบนเส้นใน แต่ละปัจจัยคุณภาพ ตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมตรงกับความรู้สึกหลังจากที่ชิมตัวอย่างแล้ว และ กาเครื่องหมาย I ลงบนเส้นตามที่ท่านคิดว่าน่าจะเป็น หรือที่ท่านชอบ และต้องการให้เป็น

1. การเกาะติดของตัวเคลือบ

น้อย _____ มาก

2. ลักษณะปรากฏ (ความเหนียว)

น้อย _____ มาก

3. ความชอบรวม

น้อย _____ มาก

ข้อแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
หมายเหตุ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวสำหรับ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ผลตอบกลับ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ศึกษาปริมาณ เวลา ดินที่ เหมาะสม ในสูตรสารเคลือบผลิตภัณฑ์อาหาร
ขบเคี้ยว

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และ กาเครื่องหมาย x ลงบนเส้นในแต่ละปัจจัยคุณภาพ ตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมตรงกับความรู้สึกหลังจากที่ชิมตัวอย่างแล้ว และ กาเครื่องหมาย I ลงบนเส้นตามที่ท่านคิดว่าน่าจะเป็น หรือที่ท่านชอบ และต้องการให้เป็น

1. การเกาะติดของตัวเคลือบ

น้อย _____ มาก

2. ลักษณะปรากฏ (ความน่ารับประทาน)

น้อย _____ มาก

3. กลิ่นไก่

น้อย _____ มาก

4. รสหวาน

น้อย _____ มาก

5. รสเค็ม

น้อย _____ มาก

6. ความชอบรวม

น้อย _____ มาก

ข้อเสนอแนะ

หมายเหตุ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารบเคียวสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงที่ระบุไว้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ก่อนอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารรบเคี้ยว

ชื่อผู้ชิม _____

วันที่ _____

เลขที่ _____

กรุณารับประทานอาหารรบเคี้ยวตามหมายเลขที่จัดเรียงไว้ตามลำดับ ให้เปรียบเทียบกับคุณ
ภาพด้านต่างๆ ที่กำหนดไว้ของแต่ละตัวอย่าง โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

- | | | |
|---------------|------------------|-------------------|
| 9 = มากที่สุด | 6 = เล็กน้อย | 3 = ไม่-ปานกลาง |
| 8 = มาก | 5 = เฉยๆ | 2 = ไม่-มาก |
| 7 = ปานกลาง | 4 = ไม่-เล็กน้อย | 1 = ไม่-มากที่สุด |

| | | | | | |
|----------|-------------|----------|-------|--------|-----------|
| ตัวอย่าง | ลักษณะปรากฏ | ความกรอบ | กลิ่น | รสชาติ | การยอมรับ |
|----------|-------------|----------|-------|--------|-----------|

ชื่อเสนอแนะ _____

หมายเหตุ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารรบเคี้ยวสำหรับศึกษาอายุ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การประเมินค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio Profile Test

หลักการของ Ratio Profile Test (คณิศ, 2535)

วิธีการของ Ratio Profile Test หรือ RPT เป็นการทดสอบคุณค่าโครงสร้างลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าเรโซ นับเป็นวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสวิธีหนึ่ง โดยใช้เส้นเพื่อให้ผู้ชิมแสดงความมากน้อยของลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ค่าคะแนนที่ผู้ชิมแต่ละคนให้กับลักษณะแต่ละอย่าง จะถูกนำมาหารด้วยค่าคะแนนที่กำหนดว่าดีเลิศ หรือ Ideal (หรือคะแนนที่พอเหมาะพอดีกับที่ผู้บริโภคต้องการ) และค่าเรโซที่ได้จากผู้ชิมแต่ละคนจะถูกนำมารวมกันแล้วหาร หาค่าเฉลี่ย ค่าเรโซเฉลี่ย (Ratio mean score) ที่ได้ของแต่ละลักษณะจะสามารถนำมาพิจารณาเปรียบเทียบได้ง่ายกับค่าโครงสร้างลักษณะที่ต้องการ (ซึ่งจะมีค่าเรโซเท่ากับ 1) ภาพรวมจากค่าเรโซเฉลี่ยของแต่ละลักษณะนี้ เรียกว่าเป็น numerical product profile ค่าเรโซเฉลี่ยดังกล่าวสามารถจะแสดงเป็นรูปคล้ายไฮแมงมุมโดยใช้กระดาษกราฟซึ่งเรียกว่าเป็น graphical product profile

เครื่องวัดลักษณะทางประสาทสัมผัส

เครื่องที่ใช้วัดลักษณะทางประสาทสัมผัสมีหลายแบบที่นิยมใช้อยู่ 2 แบบ ได้แก่

(1) Linear Scaling คือการใช้เส้น มีค่าบอกลักษณะตอนหัวและท้ายเส้นเพื่อเป็นหลักยึด ผู้ชิมจะต้องกาเครื่องหมายโดยขีดเส้นตรงลงตรงจุดที่ผู้ชิมคิดว่าเหมาะกับความรู้สึก หรือความคิดเห็นของตน

ตัวอย่าง : สีส่อน _____ สีเข้ม

(2) Category Scaling เป็นการแบ่งสเกลเป็นขั้นๆ ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการให้ผู้ชิมบอกระดับความมากน้อยของลักษณะทางประสาทสัมผัส และใช้เมื่อต้องการให้ผู้ชิมบอกระดับความชอบ/ความนิยม/การยอมรับ มีการกำหนดหมายเลขกำกับลักษณะในแต่ละขั้น "3" สำหรับขั้น "เฉยๆ" และใช้ "5" สำหรับขั้น "ไม่ชอบอย่างมาก" เครื่องวัดแบบนี้เหมาะสำหรับผู้ชิมที่ไม่ได้รับการฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้คะแนน

ในการให้คะแนน ค่าที่ใช้เกี่ยวกับการให้คะแนน มี (1) Sample Score ซึ่งคือความยาวเป็นเซนติเมตร จากปลายที่เริ่มจากปลายศูนย์มายังจุดที่ผู้ชิมกาเครื่องหมายแสดงความมากน้อยของเส้นแกนนลักษณะนั้นๆ สำหรับ Category Scale นั้น ค่าบอกลักษณะมากน้อยที่ตรงกับที่ผู้ชิมกาเครื่องหมายจะถูกเปลี่ยนเป็นคะแนนตามที่ผู้ทดสอบได้กำหนดล่วงหน้าไว้แล้ว (2) Ideal Score มีความหมายคล้าย Sample score แต่ใช้สำหรับบอกความมากน้อยของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้ชิมคิดว่าน่าจะเป็น หรือที่ผู้ชิมชอบและต้องการให้เป็น (มิใช่ลักษณะของตัวอย่างที่ให้ชิม)

การวิเคราะห์ข้อมูลและการตีความ (Analysis of Profile Data and Interpretation)

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้ Ratio Profile test เริ่มจากการวัดความยาวของปลายศูนย์ของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งของ "ตัวอย่าง (Sample)" แล้วนำมาหารด้วยความยาวของปลายศูนย์ของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งของ "ที่พอเหมาะ (Ideal)" นำค่าเรโซ S/I หรือ ต/พ) ของผู้ชิมแต่ละคนมารวมกันเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Ratio Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าเฉลี่ยที่ได้จะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางว่า จะต้องปรับปรุง และสภาพการของกรรมวิธีการแปรรูปที่จะต้องใช้ ความหมายของค่าเฉลี่ยของผลหาร S กับ I ดังกล่าวมีดังนี้ (ก) ถ้า = 1.0 มีความหมายว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสำหรับลักษณะที่ศึกษาชิ้นๆ (ข) ถ้า > 1.0 มีความหมายว่ามีความจำเป็นต้องลดความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ (ค) ถ้า < 1.0 มีความหมายว่ามีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีความหมายดังนี้ (ก) ถ้า = 0 มีความหมายว่าผู้ชิมมีความเห็นพ้องกัน (ข) ถ้า < 0.5 มีความหมายว่า ผู้ชิมมีความเห็นแตกต่างกันไปบ้าง (ค) ถ้า > 0.5 มีความหมายว่าผู้ชิมมีความเห็นแตกต่างกันมาก ในกรณีหลังสุดนี้มักพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะต้องพิจารณาเหตุผลอื่นประกอบก่อนที่จะมีการตัดสินใจดำเนินการต่อไป

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. ความชื้น (AOAC 1990)

วิธีการ

- 1.1 ชั่งตัวอย่างในปริมาณที่แน่นอน โดยใช้เครื่องชั่งละเอียดในภาชนะหาความชื้นที่อบแห้งและทราบน้ำหนักแน่นอน (ใช้ตัวอย่าง 2 กรัม)
- 1.2 นำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 3 ชม.
- 1.3 เมื่อครบกำหนดระยะเวลา นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วนำไปใส่ภาชนะกันความชื้น (desicator) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักทันที
- 1.4 นำตัวอย่างไปอบต่ออีก 15-30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่
- 1.5 คำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = 100 (w_1 - w_2) / w_1$$

เมื่อ w_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

w_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

2. ไขมัน (AOAC 1990)

วิธีการ

- 2.1 ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 5-10 กรัม ใน thimble ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง
- 2.2 บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน soxhlet โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 ml เป็นตัวสกัดไขมัน ใช้เวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง
- 2.3 ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมันที่สกัดได้ โดยใช้ rotary evaporator นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นใน

ภาชนะกันความชื้น ชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาปริมาณไขมันเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = 100 \frac{w_1}{w_2}$$

เมื่อ w_1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

w_2 คือ น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (กรัม)

3. ไพรตีน (AOAC 1990)

วิธีการ

- 3.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask
- 3.2 เติมคะตะลิสต์ 2 กรัม (คะตะลิสต์ประกอบด้วย โปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 0.5 กรัม บดผสมให้เข้ากัน)
- 3.3 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร
- 3.4 นำ Kjeldahl flask ไปตั้งบนชุดเครื่องย่อยไพรตีนที่มีระบบดูดไอกรดที่ดี ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง หรือ จนได้สารละลายสีน้ำอ่อนหรือไม่มีสี ทั้งให้เย็น
- 3.5 เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โดยแยกเติมทีละ 5 มิลลิลิตรพร้อมเขย่า
- 3.6 ทำแปลงค์ (ตั้งแต่ข้อ 3.1 ถึง 3.5) โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง
- 3.7 ดูดสารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติม mixed indicator (สารละลายเมทิลเรด และสารละลายโบรโมครีซอลกรีน 0.1 % ในแอลกอฮอล์อัตราส่วน 1:5) 3-4 หยด เขย่าสารละลาย ก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่น ให้ปลาย Condenser จุ่มในสารละลาย
- 3.8 นำ Kjeldahl flask ที่ได้จากข้อ 3.5 และ 3.6 ตั้งบนชุดเครื่องกลั่นไพรตีน Gerhardt เปิดเครื่อง
- 3.9 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% ลงไปทำปฏิกิริยา จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีดำ กลั่นไพรตีนเป็นเวลา 3 นาที
- 3.10 ปลอຍให้เย็น นำสารละลายที่ได้ในขวดรูปชมพู่มาไตเตรทกับ 0.1 N HCl จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 คำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = 6.25 * 1.4 * A * (B-C)/D$$

โดยที่ A = ความเข้มข้นเป็นนอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท

B = ปริมาตรเป็นมิลลิตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

C = ปริมาตรเป็นมิลลิตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับแบลงค์

D = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

4. เถ้า (AOAC 1990)

วิธีการ

- 4.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแน่นอน ประมาณ 2 กรัม ใส่ในครุชีเบลล์ที่เผาและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
- 4.2 นำตัวอย่างไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือเทา
- 4.3 นำออกมาทิ้งให้เย็นในภาชนะกันความชื้น และชั่งน้ำหนัก
- 4.4 คำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = w_2 * 100/w_1$$

เมื่อ w_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

w_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

(ดัดแปลงจากวิธีการของ Tanafranca (1990) และ AOAC (1990))

1. อุปกรณ์และสารเคมี

1.1 อุปกรณ์

1.1.1 Erlenmeyer flask 250 ml.

1.1.2 Burette 50 ml.

1.1.3 Pipette 1 ml.

1.1.4 ลูกยาง

1.2 สารเคมี

1.2.1 สารละลายผสมระหว่าง glacial acetic และ chloroform ในอัตราส่วน 3:2 (v/v)

1.2.2 สารละลายโพแตสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว เตรียมโดยใส่น้ำกลั่นต้มใหม่ทิ้งไว้ให้เย็นในภาชนะปิดสนิท เติม KI ลงไปจนกระทั่งเกิดผลึกที่ไม่ละลาย เก็บไว้ในที่มืดและไม่สัมผัสอากาศ ทดสอบก่อนใช้ทุกวัน โดยการหยดน้ำแข็งลงใน 0.5 ml. ของสารละลาย KI อิ่มตัวและมีสารละลายผสม acetic-chloroform 30 ml. ถ้ามีสีน้ำเงินเกิดขึ้นและใช้สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเกิน 1 หยด แสดงว่าจะต้องเตรียมสารใหม่

1.2.3 สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.01 N. ซึ่งเตรียมจากสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.1 N.

1.2.4 สารละลายน้ำแข็ง 1 % เป็นอินดิเคเตอร์ โดยละลายแข็ง 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

1.2.5 โพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว

1.2.6 กรดซัลฟูริก 2 M ($2\text{ M H}_2\text{SO}_4$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

2.1 การบดตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 7-8 กรัม บดให้ละเอียด ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ปิดด้วยสำลีและฟลอยด์ไม่ให้อากาศเข้า

2.2 การสกัดไขมัน (fat extraction)

เทสารละลายผสมคลอโรฟอร์มและเมทานอล อัตราส่วน 1:1 (v/v) AR. Grade 60 ml ลงในตัวอย่าง จากนั้นปิดจุก เพื่อไม่ให้สารละลายผสมระเหยออกไปเข้าบน Rotary shaker นาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองกากออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยใช้สุญญากาศ นำ solvent extract ที่ได้บรรจุใน evaporating flask เพื่อทำการระเหยใน rotary evaporator (BUSHI ROTAVAPOR R110) ที่ความดัน 650 mmHg นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40 °C ซึ่งน้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ ใส่ใน Erlenmeyer flask

2.3 การหาค่าเปอร์ออกไซด์

2.3.1 การเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตด้วย โปแทสเซียมไฮโอไดด์

2.3.1.1 ชั่ง KIO_3 มาประมาณ 0.15 กรัม ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 250 ml ละลายด้วยน้ำกลั่น 50 ml

2.3.1.2 เติมสารละลาย KI อิ่มตัว 3 ml และ $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$ 5 ml

2.3.1.3 ไตเตรทไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ทั้งนี้ จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็งลงไป 2 ml ไตเตรทต่อไปจนสีน้ำเงินจางหายไป

2.3.1.4 ทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

2.3.1.5 คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

จาก

$$\begin{aligned} \text{จำนวนมิลลิกรัมสมมูลของ } KIO_3 &= \text{จำนวนมิลลิกรัมสมมูลของ } Na_2S_2O_3 \\ &= \frac{\text{น้ำหนัก } KIO_3 \text{ ที่ใช้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกรัมสมมูล}} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักกรัมสมมูลของ } \text{KIO}_3 &= \frac{\text{น้ำหนักสูตรของ } \text{KIO}_3 \text{ (กรัม)}}{\text{จำนวนอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้อง}} \\ &= 214 / 5 \end{aligned}$$

$$\text{ความเข้มข้น } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{\text{จำนวนมิลลิกรัมสมมูลของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 1000}{\text{จำนวนมิลลิลิตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้}}$$

2.3.2 การหาค่าเปอร์ออกไซด์

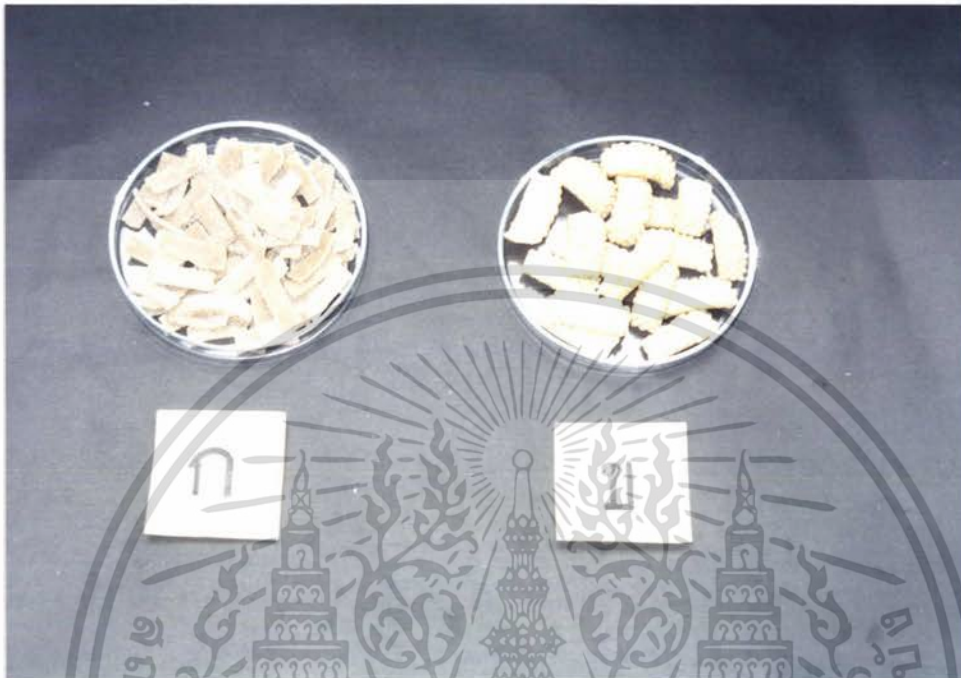
- 2.3.2.1 นำน้ำมันที่สกัดได้ใส่ลงใน Erlenmeyer flask เติมสารละลายผสม acetic acid - chloroform 60 ml เขย่าให้เข้ากัน
- 2.3.2.2 เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.5 ml เขย่าแรง 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
- 2.3.2.3 เติมน้ำกลั่นต้ม 30 ml
- 2.3.2.4 หยดน้ำแป้ง สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน นำไปไตเตรทจนไม่มีสีด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.1 N หรือ 0.01 N
- 2.3.2.5 ทำไตเตรชันแบบลค์ โดยไม่ต้องเติมตัวอย่าง

$$\text{P.V.} = \frac{[(S - B) * N * 1000]}{\text{น้ำหนักของน้ำมันที่สกัดได้}}$$

- เมื่อ S = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้กับตัวอย่าง
- B = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้กับแบบลค์
- N = Normality ของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

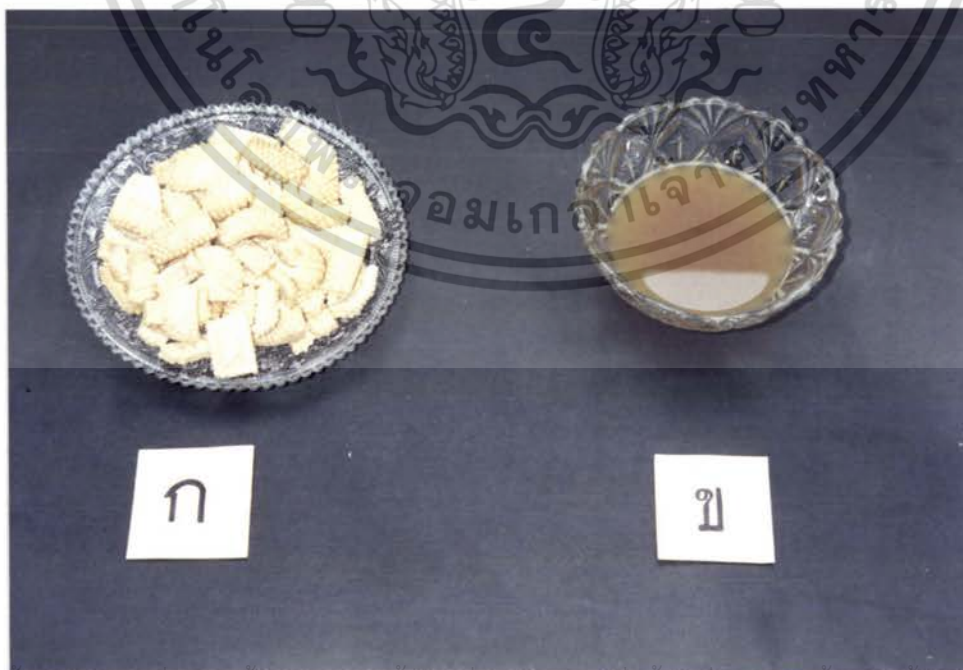
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ



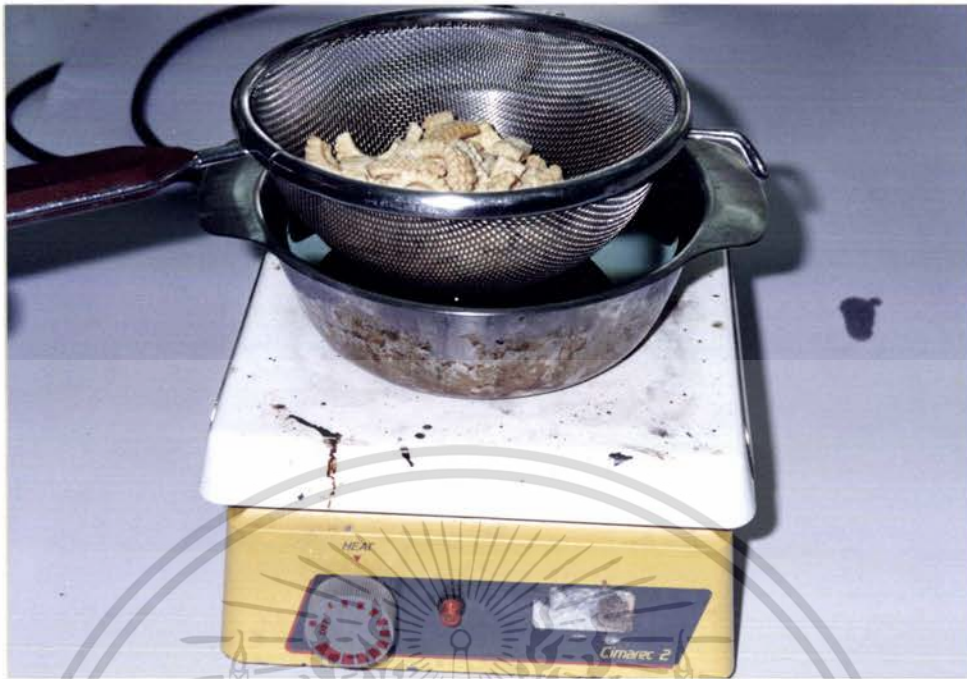
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบลักษณะของข้าวเกรียบ (snack base) ก่อนและหลังทอด

- ก. ข้าวเกรียบก่อนทอด
- ข. ข้าวเกรียบหลังทอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 10 แสดงลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบก่อนเคลือบและสารเคลือบที่เตรียมได้
เมื่อกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. ข้าวเกรียบ
- ข. สารเคลือบ



ภาพที่ 11 แสดงวิธีการทอดข้าวเกรียบโดยวิธี Deep frying บน hot plate ที่ควบคุมอุณหภูมิ



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวก่อนเคลือบและหลังเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ก. ข้าวเกรียบ

ข. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว



ภาพที่ 13

แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา

- ก. ลักษณะผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวก่อนบรรจุถง
- ข. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพนารัตน์ วิวัฒน์พนชัย เกิดวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2517 ที่
จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) จาก
โรงเรียนปานะพันธ์วิทยา เมื่อปี พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ ปี พ.ศ. 2538

นางสาววีรנית เอี่ยมบริบูรณ์ เกิดวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2517 ที่
จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) จาก
โรงเรียนบางกะปิ เมื่อปี พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ ปี พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้