การขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิโดยใช้โซเดียมอัลจิเนตและการประยุกต์ใช้ในอาหารไทย

SPHERIFICATION OF COCONUT MILK CAVIAR USING SODIUM ALGINATE AND ITS APPLICATION IN THAI CUISINE

พนม ทองมาก
PHANOM THONGMARK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AI-M-055-203

การขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิโดยใช้โซเดียมอัลจิเนตและการประยุกต์ใช้ในอาหารไทย

SPHERIFICATION OF COCONUT MILK CAVIAR USING SODIUM ALGINATE AND ITS APPLICATION IN THAI CUISINE

พนม ทองมาก

PHANOM THONGMARK

ฉบับ DC

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AI-M-055-203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPHERIFICATION OF COCONUT MILK CAVIAR USING SODIUM ALGINATE AND ITS APPLICATION IN THAI CUISINE

PHANOM THONGMARK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2014-AI-M-055-203

COPYRIGHT 2014

FACULTTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิโดยใช้โซเดียมอัลจิเนต และการประยุกต์ใช้ในอาหารไทย

SPHERIFICATION OF COCONUT MILK CAVIAR USING SODIUM ALGINATE AND ITS APPLICATION IN THAI CUISINE

ชื่อนักศึกษา นายพนม ทองมาก

รหัสประจำตัว 55680301

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 26 พฤษภาคม 2557 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 27 เดือน พ.ค. พ.ศ. 57

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสัมมนา	การขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิโดยใช้โซเดียมอัลจิเนต และการประยุกต์ใช้ในอาหารไทย
นักศึกษา	นายพนม ทองมาก
รหัสประจำตัว	55680301
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิ และการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในอาหารไทย จากการทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิโดยใช้โซเดียมอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.35, 0.65 และ 0.95 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักกะทิ และใช้สารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำคาเวียร์กะทิที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ ตรวจดูความสมบูรณ์ของทรงกลม ขนาดของทรงกลม ค่าความแข็งโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.35 และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้งสองชนิด ที่ทุกระดับความเข้มข้นเท่ากัน จะทำให้ได้คาเวียร์กะทิที่มีลักษณะทรงกลมที่ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือมีลักษณะเป็นหางเหมือนทองหยอดหรือรูปหยดน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตสูงขึ้นขนาดของทรงกลมคาเวียร์กะทิมีขนาดใหญ่ขึ้น ($p \leq 0.05$) และการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตตจะมีแนวโน้มทำให้คาเวียร์กะทิที่ได้มีขนาดใหญ่กว่าการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์แต่ระดับความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อขนาดคาเวียร์กะทิ เมื่อพิจารณาค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้งสองชนิด มีผลทำให้ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์จะมีแนวโน้มของค่าความแข็งสูงกว่าเมื่อใช้แคลเซียมแลคเตต เมื่อนำคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.95 และสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับเมื่อใช้สารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตร้อยละ 1.5 มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกปัจจัยที่ทดสอบ

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เติมลงในกะทิ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น คาเวียร์กะทิที่ได้จะมีค่าความแข็งลดลง($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความสมบูรณ์ของทรงกลม เมื่อทดลองเก็บรักษาคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.95 สารละลายเกลือแคงเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และเติมโซเดียมคลอไรด์ในกะทิร้อยละ 1.5 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเก็บในกล่องพลาสติกโพลีเอทิลีน เป็นระยะเวลา 15 วัน วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่เทียบกับตัวอย่างควบคุม สามารถสรุปได้ว่าคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้สามารถเก็บรักษาในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ในการนำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิโดยการออกแบบอาหารที่มีความเป็นไทยสมัยใหม่ (modern Thai cuisine) และอาหารไทยประยุกต์ (Thai fusion food) ได้อาหารคาว 2 ตำรับ คือ สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ และ ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ อาหารหวาน 2 ตำรับ คือ ฟักทองแกงบวชจำศีล และข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Spherification of coconut milk caviar using sodium alginate and its application in Thai cuisine
Student	Mr. PhanomThongmark
Student ID	55680201
Degree	Master of science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2014
Advisor	Assoc. Prof. Dr. PraphanPinsirodom

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate factors affecting the spherification of coconut milk caviar and the application of coconut milk caviar in Thai cuisine. The coconut milk caviar samples were prepared using different concentrations of sodium alginate at 0.35, 0.65 and 0.95 % by wt of coconut milk and different sources of calcium solution, calcium chloride and calcium lactate at 0.5, 1.0 and 1.5 % wt/v. The caviar samples were analyzed for appearance of spherical shape, size and hardness by texture analyzer. It was found that only coconut milk caviars prepared by 0.35 % sodium alginate had tailing shape. In addition, the size of caviars tended to be bigger when higher concentrations of sodium alginate were used ($p \leq 0.05$). Coconut milk caviars formed in calcium lactate solution yield bigger size than those formed in calcium chloride with no effect of concentration was observed. The increased concentration of sodium alginate and calcium salt solution resulted in higher hardness values of the caviars ($p \leq 0.05$) with the greater hardness observed for coconut milk caviars formed in calcium chloride solution compared to those formed in calcium lactate solution. The coconut milk caviar sample prepared by using 0.95% sodium alginate with 0.5% calcium chloride solution and with 1.5% calcium lactate solution were evaluated for the sensory quality. No significant difference in all attributes was found ($p>0.05$).

The addition of sodium chloride in coconut milk at higher concentration resulted in the lower hardness of the coconut milk caviars ($p \leq 0.05$) with no effect on the spherical shape. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

coconut milk caviars prepared by using 0.95% sodium alginate and 0.5 % calcium chloride solution with the addition of 1.5% sodium chloride in the coconut milk were stored in polyethylene plastic box at 4 °C for 15 days. As the storage time increased, pH value of the sample tended to decrease with the increase of total acidity and total plate count. However, the result from sensory evaluation using pair comparison test with the freshly prepared caviars indicated that the coconut milk caviars could be stored at 4 °C for one week. The coconut milk caviars were then applied to Thai food to create a modern Thai cuisine and Thai fusion food. The two main dishes weresea food squid ink spaghetti with tom yum sauce and Steamed rice with shrimp curry pudding and coconut milk caviars. The two desserts were Pumpkin in coconut milk mousse with caviars and Mango and sticky rice with coconut milk caviars

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร และ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ทั้งยังช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่ให้โอกาสข้าพเจ้าในการลาศึกษาต่อครั้งนี้ โดยการให้ทุนสนับสนุนค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และเป็นกำลังใจทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามถึงที่ให้ความช่วยเหลือทุกท่าน และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

พนม ทองมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....2

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 โมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (molecular gastronomy).....3

2.2 การขึ้นรูปทรงกลม (spherification).....5

2.3 อัลจิเนต(alginate) และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร.....7

2.4 เกลือแคลเซียม และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร.....10

2.5 กะทิ (coconut milk).....10

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....11

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....12

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์.....12

3.2 วิธีการทดลอง.....13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....16

4.1 ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการเตรียมคาเวียร์กะทิเมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมต่างกัน....16

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้เกลือแคลเซียมต่างกัน....21

4.3 ผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของคาเวียร์กะทิ....22

4.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคาเวียร์กะทิในระหว่างการเก็บรักษา....23

4.5 การประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในการประกอบอาหารไทย....25

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....29

บรรณานุกรม....31

ภาคผนวก....33

ก. การวัดความแข็งด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส....33

ข. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด....34

ค. การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด....36

ง. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส....38

จ. ตารางสถิติที่ใช้ในวิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่....40

ฉ. ตำรับอาหารที่ประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิ....41

ประวัติผู้เขียน....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ความสมบูรณ์ของทรงกลม เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน....17

4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน....19

4.3 ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน....20

4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้ชนิดของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน....21

4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างคาเวียร์กะทิเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน....24

4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิ โดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่ ทดสอบความแตกต่างโดยรวม....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การทำ sous vide โดยใช้หม้อธรรมดา (ก) การทำ sous vide โดยใช้ circulating water bath (ข)....4

2.2 การรมควันปลาแซลมอนของพ่อครัวสมัยใหม่....4

2.3 ผลิตภัณฑ์จากการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน (ก) ผลิตภัณฑ์จากการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ (ข)....6

2.4 ลักษณะโครงสร้างของอัลจิเนต:มอโนเมอร์ของอัลจิเนต (ก) โครงรูปสายโซ่ (ข) การกระจายของบล็อก (ค)....7

4.1 คาเวียร์กะทิที่เป็นหางซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ (ก) คาเวียร์กะทิที่เป็นทรงกลมซึ่งเป็นลักษณะที่สมบูรณ์ (ข)....17

4.2 ผลของความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิ....23

4.3 สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ....26

4.4 ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ....27

4.5 ฟักทองแกงบวชจำศีล....27

4.6 ข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

โมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) คือ การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อทำให้เกิดเป็นอาหารรูปแบบแปลกใหม่ และทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกประหลาดใจในลักษณะปรากฏของอาหาร ซึ่งพ่อครัวจะต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี และใช้เทคนิคขั้นสูงในการเตรียมอาหาร (Navarro *et al.*, 2012) การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการประกอบอาหารนั้น ทำให้เกิดเทคนิคการปรุงหรือประกอบอาหารหลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การปรุงอาหารภายใต้สภาวะสุญญากาศ (sous vide) การรมควัน (smoker and aromatize) การแช่แข็งแบบเฉียบพลันโดยใช้ไนโตรเจน เหลว (liquid nitrogen) การใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) และ การขึ้นรูปทรงกลม (spherification) เป็นต้น มีการนำสารเคมีในอุตสาหกรรมอาหารมาประยุกต์ใช้ในครัวของร้านอาหาร เช่น การใช้เลซิตินซึ่งเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาทำให้เกิดโฟมในซอสต่าง ๆ การใช้แซนแทนกัมในน้ำสลัด และการใช้โซเดียมอัลจิเนต กับแคลเซียมคลอไรด์ ทำไข่ปลาคาเวียร์เทียม ซึ่งใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม

การขึ้นรูปทรงกลม เป็นเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้ในการทำอาหาร โดยเริ่มขึ้นครั้งแรกในปี 2003 จากร้านอาหารเอลบูยี ประเทศสเปน จนกลายเป็นต้นแบบให้กับวงการอาหารไปทั่วโลก (Vega and Castells, 2012) ซึ่งเกิดจากการสร้างรูปร่างของอาหารเหลว เช่น น้ำมันมะกอก น้ำผัก น้ำผลไม้ นม ซอส ซุป และสารสกัดจากเครื่องเทศ เป็นต้น ให้เป็นทรงกลม โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตละลายในอาหารเหลว หยดส่วนผสมอาหารเหลวลงในสารละลายเกลือแคลเซียม เกิดเป็นแคลเซียมอัลจิเนตซึ่งมีลักษณะเป็นเจลที่มีรูปร่างทรงกลม เมื่อรับประทานจะทำให้เกิดความรู้สึกแปลกใหม่ทั้งรูปลักษณ์ และเนื้อสัมผัส ศาสตร์ดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยผลักดันให้พ่อครัวยุคใหม่ตื่นตัวในการสร้างนวัตกรรมและรังสรรค์อาหารจานใหม่ ด้วยประดิษฐ์กรรมที่น่าตื่นเต้นยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาของอุตสาหกรรมบริการอาหาร

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม ในการทำคาเวียร์กะทิ (coconut milk caviar) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปคาเวียร์กะทิ ได้แก่ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของแคลเซียม รวมทั้งผลของโซเดียมคลอไรด์ นอกจากนี้ยังนำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิกับอาหารคาวหวานในการพัฒนาให้เกิดการจัดจานอาหารในแนวที่ทันสมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการทำคาเวียร์กะทิ

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดและความเข้มข้นของแคลเซียมที่เหมาะสมในการทำคาเวียร์กะทิ

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของคาเวียร์กะทิ

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคาเวียร์กะทิในระหว่างการเก็บรักษา

1.2.5 เพื่อนำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในอาหารไทยทั้งคาวและหวาน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปคาเวียร์กะทิได้แก่

1.3.1 ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการทำคาเวียร์กะทิ โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้นร้อยละ 0.35, 0.65 และ 0.95 โดยน้ำหนัก

1.3.2 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของแคลเซียมที่เหมาะสมในการเตรียมคาเวียร์กะทิ โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก แคลเซียมแลคเตตความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก

1.3.3 ศึกษาผลของความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่อคาเวียร์กะทิ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 2.0 และ 2.5 โดยน้ำหนัก

1.3.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคาเวียร์กะทิในระหว่างการเก็บรักษาด้วยกล่องพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (polyethylene) ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน โดยเก็บตัวอย่างวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 มาวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมดของคาเวียร์กะทิโดยวิธีการไทเทรตความเป็นกรด-ด่าง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัส

1.3.5 ศึกษาการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิ โดยการนำเสนอการประกอบอาหารไทย อาหารคาว 2 ชนิด และอาหารหวาน 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 โมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (Moleculargastronomy)

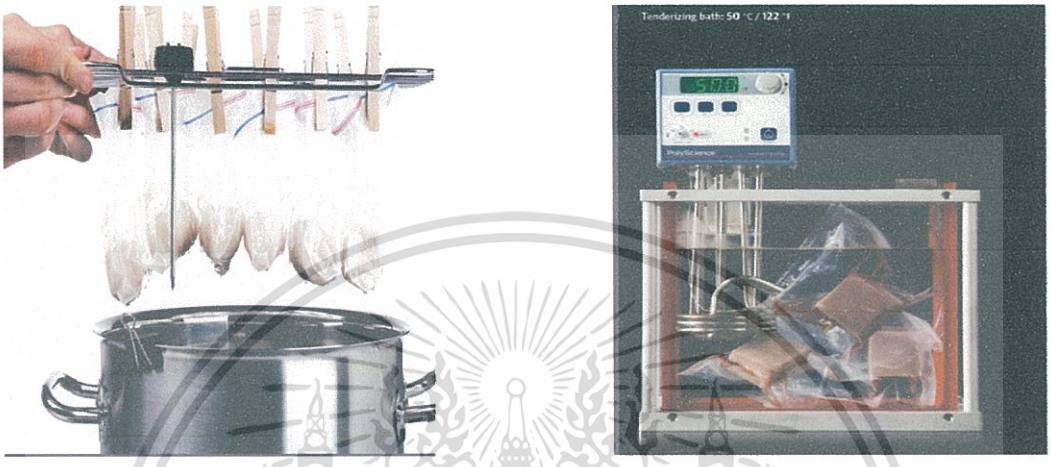
โมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) หมายถึง การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อทำให้เกิดเป็นอาหารรูปแบบแปลกใหม่ และทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกประหลาดใจในลักษณะปรากฏของอาหาร ซึ่งพ่อครัวจะต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี และใช้เทคนิคขั้นสูงในการเตรียมอาหาร (Navarro *et al.*, 2012) การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการประกอบอาหารนั้น ทำให้เกิดเทคนิคการปรุงหรือประกอบอาหารที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งก็มีนักวิทยาศาสตร์การอาหารบางกลุ่มให้ความเห็นเกี่ยวกับคำศัพท์ที่ใช้ "Molecular gastronomy" ว่าไม่สื่อความหมายที่ชัดเจน ควรจะใช้คำว่า "Science-based cooking" หรือ การประกอบอาหารบนพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มากกว่า (Vega and Ubbink, 2008) อย่างไรก็ตาม คำว่าโมเลคิวลาร์แกสโตรโนมีก็เป็นที่นิยมใช้ทั่วไป โดยเฉพาะในหมู่เชฟต่าง ๆ สำหรับตัวอย่างของการใช้โมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี มีดังนี้

2.1.1 การปรุงอาหารภายใต้สภาวะสุญญากาศ (sous vide) คือ การบรรจุอาหารสดหรืออาหารเหลว ลงในถุง(vacuum packaging) แล้วดูดอากาศในบรรจุภัณฑ์ออกไปก่อนปิดผนึกหรือปิดฝาทำให้ภายในมีภาวะเป็นสุญญากาศ (vacuum) จากนั้นให้ความร้อนในอ่างน้ำที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (circulating water bath) ซึ่งหากไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์อื่นๆได้ (ดังรูปที่ 2.1) เช่นหม้อความดัน (pressure cooker) หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) และหม้อต้มในเตา (pot on the stove) เป็นต้น การปรุงอาหารภายใต้สภาวะสุญญากาศนั้นจะใช้อุณหภูมิต่ำ ระยะเวลานาน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร เช่น เนื้อสันในใช้อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส หรือ 136 องศาฟาเรนไฮร์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เป็นต้น วิธีดังกล่าวจะทำให้อาหารที่ได้มีสีสดใส เนื่องจากสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Nonenzymatic browning reaction) ได้ และสามารถลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการในระหว่างการประกอบอาหารได้

2.1.2 การรมควัน (smoking) การรมควันอาหารนั้นเกิดขึ้นมานาน เป็นวิธีการเพื่อการถนอมอาหาร (food preservation) โดยการใช้ควันที่ได้จากการเผาไหม้ร่วมกับ ความร้อนที่เกิดขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ สุก แห้ง และมีกลิ่นรสของควันไฟ แต่ในปัจจุบัน พ่อครัวสมัยใหม่ได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในจานอาหาร ดังรูปที่ 2.2 ทำให้เกิดกลิ่นรส (flavor) เฉพาะตัว และมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

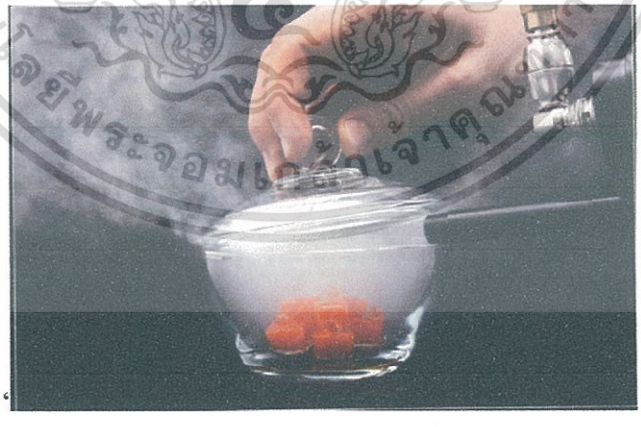
สีสัน (colorful appearance) ให้กับอาหารคาวหวาน ทำให้ผู้บริโภคได้รับสุนทรียภาพในการทานอาหารมากยิ่งขึ้น โดยมีไม้ชนิดต่างๆที่นำมาใช้ ได้แก่ ไม้จากต้นฮิกคอรี (hickory) แอปเปิล พลับ โอ๊ก ไม้สัก ซังข้าวโพดกากอ้อย และเมเปิล เป็นต้น



(ก) (ข)

รูปที่ 2.1 การทำ sous vide โดยใช้หม้อธรรมดา(ก) การทำ sous vide โดยใช้circulating water bath (ข)

ที่มา : Myhrovold และคณะ[1], 2011



รูปที่ 2.2 การรมควันปลาแซลมอนของพ่อครัวสมัยใหม่

ที่มา : Myhrovold และคณะ[2], 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การแช่แข็งแบบเฉียบพลันโดยใช้ไนโตรเจน เหลว (liquid nitrogen) จัดเป็นการแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนโดยมีไนโตรเจนเป็นสารให้ความเย็นซึ่งเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำ -196 องศาเซลเซียส เมื่อสัมผัสกับอาหารจะเดือด และดึงเอาความร้อนแฝงออกจากอาหารเพื่อการเปลี่ยนสถานะ ทำให้อุณหภูมิอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว (วิไล รังสาดทอง, 2546) ในการทำอาหารแบบโมเลคิวลา มีการนำไนโตรเจนเหลวมาใช้ในครัวเพื่อรักษาคุณภาพของวัตถุดิบ และใช้ในการประกอบอาหารบางชนิด เช่น การทำเชอเบท และซอสต่าง ๆ ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง เมื่อรับประทานผู้บริโภคจะรู้สึกละลายในปากทันที

2.1.4 การขึ้นรูปทรงกลม (spherification) คือ กระบวนการห่อหุ้มของเหลวด้วยเจลให้เป็นทรงกลม เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจในการประยุกต์ใช้ในอาหารสมัยใหม่ (modernist cuisine) สามารถทำได้โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตละลายในอาหารเหลว หยดส่วนผสมอาหารเหลวลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือแคลเซียมแลคเตต ทำให้ได้ทรงกลมเล็กๆที่ได้จะมีรูปร่างและเนื้อสัมผัสคล้ายไข่ปลาคาเวียร์ หรือทรงกลมขนาดใหญ่จะมีลักษณะคล้ายกับลูกแก้ว สามารถนำมาใช้จัดจานอาหารในแนวที่ทันสมัยแบบ “molecular” โดยเป็นส่วนประกอบในเมนูอาหารทั้งคาวและหวาน

ซึ่งศาสตร์ต่าง ๆ ที่ยกตัวอย่างมาเป็นศาสตร์สำคัญที่ช่วยผลักดันให้พ่อครัวยุคใหม่ตื่นตัวในการสร้างนวัตกรรมและรังสรรค์อาหารจานใหม่ ด้วยประดิษฐ์กรรมที่น่าตื่นเต้นยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาของอุตสาหกรรมบริการอาหาร

2.2 การขึ้นรูปทรงกลม (Spherification)

เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม คือ กระบวนการห่อหุ้มของเหลวด้วยเจลให้เป็นทรงกลม เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจในการประยุกต์ใช้ในอาหารสมัยใหม่ (modernist cuisine) เพราะว่าทรงกลมเล็ก ๆ ที่ได้จะมีรูปร่างและเนื้อสัมผัสคล้ายไข่ปลาคาเวียร์ หรือทรงกลมขนาดใหญ่จะมีลักษณะคล้ายกับลูกแก้ว สามารถนำมาใช้จัดจานอาหารในแนวที่ทันสมัยแบบ “molecular” โดยเป็นส่วนประกอบในเมนูอาหารทั้งคาวและหวาน

เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในธุรกิจบริการอาหารครั้งแรกในปี 2003 จากร้านอาหารเอลบูยี ประเทศสเปน โดยพ่อครัวชาวสเปนชื่อ เฟอราน อาเดรีย จนกลายเป็นต้นแบบให้กับพ่อครัวในปัจจุบัน การขึ้นรูปทรงกลมมีพื้นฐานจากการใช้สมบัติของสารไฮโดรคอลลอยด์ขึ้นรูปอาหารเหลว เช่น น้ำผลไม้ สารสกัดจากเครื่องเทศ ซอส และนม เป็นต้น ให้มีรูปร่างกลม เช่น การใช้โซเดียมอัลจิเนตละลายในอาหารเหลว หยดส่วนผสมอาหารเหลวลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เกิดเป็นแคลเซียมอัลจิเนตซึ่งมีลักษณะเป็นเจลที่มีลักษณะกลม ซึ่งการขึ้นรูปทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำให้มีขนาดของทรงกลมแตกต่างกันได้ และมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ได้แก่ คาเวียร์ (caviar) ไข่ (egg) น็อคชี่ (gnocchi) และราวิโอลี่ (ravioli) เป็นต้นลักษณะทรงกลมที่ได้มีความยืดหยุ่น และมีเยื่อหุ้มบาง ๆ รอบ ๆ ของอาหารเหลว เมื่อกดในปากเพียงเล็กน้อยจะทำให้ทรงกลมนั้นแตกออกมา และเกิดกลิ่นรสที่น่าประหลาดใจขึ้น การขึ้นรูปทรงกลม มี 2 วิธี ได้แก่ (Myhrovold*et al*[3]., 2011)

1) การขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน (basic spherification) เป็นเทคนิคที่ต้องจุ่มของเหลวหรืออาหารเหลวที่มีโซเดียมอัลจิเนตอยู่ ลงในสารละลายแคลเซียมเป็นเทคนิคที่สามารถทำได้ง่าย เยื่อหุ้มเซลล์ของทรงกลมที่ได้จะมีความเปราะบาง และเมื่อรับประทานทำให้ทรงกลมแตกได้ง่าย ข้อเสียของการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐานคือการเกิดเจลภายในทรงกลมสามารถเกิดขึ้นได้ต่อเนื่อง แม้จะนำเม็ดเจลออกจากสารละลายแคลเซียม หรือล้างแล้วก็ตาม ทำให้ต้องเสิร์ฟผลิตภัณฑ์ที่ได้อย่างเร็วหากไม่ต้องการให้ทรงกลมมีลักษณะเป็นเจลทั้งเม็ด อีกปัญหา คือ การเกิดเจลของทรงกลมไม่สามารถเกิดเจลได้ที่สภาวะความเป็นกรดสูง (pH<5) แต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการเติมโซเดียมซิเตรต ในอาหารเหลวเพื่อลดระดับความเป็นกรดลง

2) การขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ (reverse spherification) เป็นเทคนิคที่สามารถทำได้โดยการจุ่มของเหลวที่มีส่วนผสมของแคลเซียมกลูโคเนต และแคลเซียมแลคเตตในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับมีความอเนกประสงค์กว่าวิธีการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน สามารถขึ้นรูปอาหารเหลวได้หลายชนิด โดยเฉพาะอาหารที่มีความความเข้มข้นของแคลเซียมสูง และอาหารที่ใช้มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม เยื่อหุ้มเซลล์ของทรงกลมที่ได้มีความหนามากกว่าวิธีแรก และสามารถหยุดการเกิดเจลได้เมื่อนำมาล้างด้วยน้ำ วิธีนี้สามารถนำไปใช้ได้หลากหลาย เช่น การทำไส้เค้กไข่ มูส ค็อกเทล และน้ำมันมะกอก เป็นต้น

(ก) (ข)

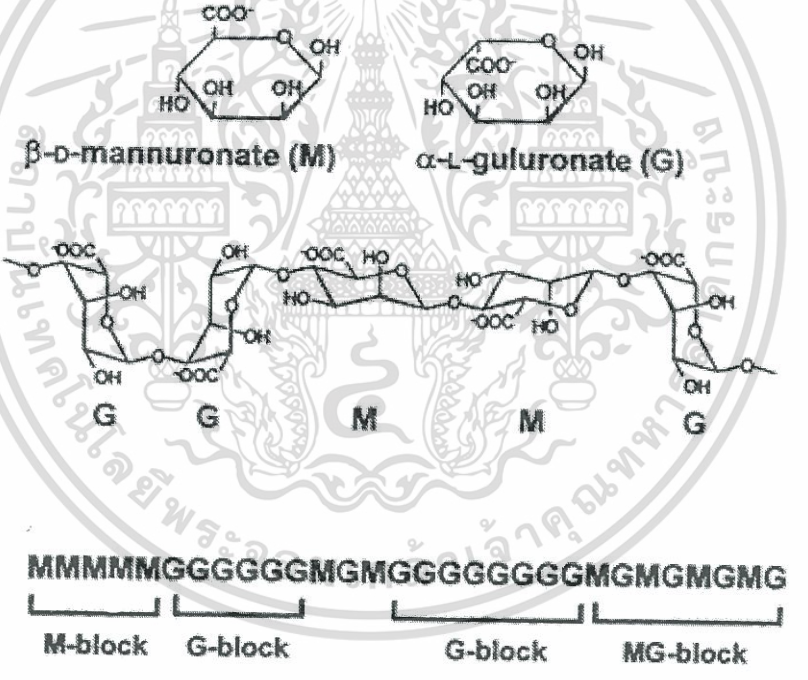
รูปที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์จากการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน (ก)ผลิตภัณฑ์จากการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ (ข)

ที่มา : Myhrovold และคณะ[3], 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อัลจิเนต(Alginate) และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

อัลจิเนตหรืออัลจิน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบโครงสร้างในผนังเซลล์สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (brown algae) โดยอยู่ในรูปสารประกอบเกลือผสมของแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม ของกรดอัลจินิก (alginic acid) ซึ่งไม่ละลายน้ำ มีโมโลกุลใหญ่ มีน้ำหนักโมเลกุล 20,000 – 60,000 โครงสร้างเป็นโมเลกุลสายโซ่ยาว ประกอบด้วย กรด β-D-แมนนูโรนิก (D-mannuronic acid) และกรด α-L- กูลูโรนิก (D-guluronic acid) อยู่ในสายโซ่เดียวกัน แต่ละรูปที่พบอยู่ในลักษณะของบล็อก 3 ประเภท (รูปที่ 2.4)คือบล็อกที่ประกอบด้วย กรด D-แมนนูโรนิก (M) บล็อกที่ประกอบด้วย กรด L-กูลูโรนิก (G) และบล็อกที่สลับกันระหว่างกรดประกอบด้วยกรด D-แมนนูโรนิก และ L-กูลูโรนิก (MG)



รูปที่ 2.4 ลักษณะโครงสร้างของอัลจิเนต : มอโนเมอร์ของอัลจิเนต (ก) โครงรูปสายโซ่ (ข) และ การกระจายของบล็อก (ค)

ที่มา : Phillips and Williams, 2000

หน่วยมอโนเมอร์ กรด β-D-แมนนูโรนิก(M) อยู่ในลักษณะโครงรูปแบบเก้าอี้ $^4C_1$ และการจับต่อกันระหว่างมอโนเมอร์ในบล็อก –M จะเป็นพันธะ β-1, 4 ไกลโคซิดิกในขณะที่ หน่วยมอโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมอร์ กรด α-L-กูลูโรนิก(G) อยู่ในลักษณะโครงรูปแบบเก้าอี้ $^4C_1$ และการจับต่อกันระหว่างมอโนเมอร์ในบล็อก –G จะเป็นพันธะ α-1, 4 ไกลโคซิดิก

ในสายโมเลกุลของแอลจินส่วนที่เป็นบล็อก –G มีลักษณะโครงรูปแบบริบบิ้นที่ถูกพับให้คงรูปมีความแข็งตึง แต่ในส่วนบล็อก –M จะเป็นลักษณะโครงรูปริบบิ้นราบ (flat) มีการบิดงอได้ง่ายกว่าบล็อก –G และในส่วนบล็อก –MG จะมีความแข็งตึงปานกลาง ปริมาณของบล็อกเหล่านี้แตกต่างไประหว่างสาหร่ายทะเลจากแต่ละแหล่งชนิด จึงทำให้สมบัติของแอลจินแตกต่างกันไป (วรรณา , 2549)

สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (Phaeophyceae) ที่ใช้สกัดอัลจินได้มีหลายชนิด ได้แก่ *Macrocystispyrifera* มีแอลจินประมาณร้อยละ 14-19 *Laminariacloustoni* และ *Laminariadigitata* มีอัลจิน ประมาณร้อยละ 15-40 ปริมาณที่พบจะขึ้นกับชนิดของสาหร่าย ฤดูกาล และแหล่งที่สาหร่ายเจริญเติบโต สาหร่ายเหล่านี้พบได้ทั่ว ๆ ไปในโลก ประเทศที่ผลิตอัลจิเนต มาก คือ อเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน นอร์เวย์ แคนนาดา และญี่ปุ่น อัลจินที่สกัดขายจะอยู่ในรูปของเกลืออัลจิเนต เช่น โซเดียมอัลจิเนต โพแทสเซียมอัลจิเนต ซึ่งละลายน้ำได้ดี (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553)

2.3.1 การเกิดเจลของอัลจิเนต

ความสำคัญของอัลจินต่ออุตสาหกรรมอาหาร คือเมื่อใช้ในปริมาณน้อย (ร้อยละ0.5-1.0) และมีแคลเซียมไอออนอยู่ด้วย สามารถเป็นเจลที่มีความกรอบและแน่น และเจลจะเกิดที่อุณหภูมิห้องและคงทนต่อความร้อน การเกิดเจลได้จะขึ้นกับส่วนบล็อก –G ในสายโซ่ของอัลจิน ถ้าความยาวของบล็อกจีมีความเหมาะสม บล็อก –G ของสายโซ่อัลจินหนึ่งจะประกบกับบล็อก–G ของอีกสายโซ่หนึ่ง โดยมีไอออนของ Ca^{+2} เป็นตัวเชื่อมยึดระหว่างสาย ลักษณะคล้ายกล่องวางไข่ที่จับวางซ้อนกัน ทำให้เป็นขอบเขตรอยต่อ หรือ junction zones ที่เชื่อมโครงข่ายไว้ และมีน้ำอยู่ ถ้าภายในโครงสร้าง ของอัลจินที่มีปริมาณของ α-L-กูลูโรนิก(G) สูง และมีขนาดบล็อก –G ที่เหมาะสมก็จะเกิดเจลที่มีความแข็งแรงสูง

ถ้าไม่มีไอออนของ Ca^{+2} ในสารละลาย จะไม่มีการเกิดเจลตัวอัลจินจะทำหน้าที่เป็นเพียงสารช่วยเพิ่มความหนืดให้สารละลายเท่านั้น ไอออนชนิดประจุบวก (แคตไอออน) ที่มักใช้สำหรับเตรียมเจลจากอัลจิน คือ Ca^{+2} วิธีผสม Ca^{+2} ลงไปในสารละลายอัลจิน จะมีผลต่อลักษณะเจลที่ได้ ถ้าผสมเร็วเกินไป เจลที่ได้จะไม่ต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกัน แต่จะเกิดเป็นจุด (spot gelation) ขึ้น และเจลที่เกิดจากอัลจินเป็นเจลที่ผันกลับไม่ได้เมื่อให้ความร้อน (themoirreeversible) นั่นคือทนต่อความร้อน(ไม่ละลาย) เทคนิคการเตรียมเจลจากอัลจินจึงอาจใช้เกลือของ Caที่ละลายยาก เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ค่อย ๆ ปลดปล่อย ไอออนของ Ca^{+2} ออกมาสู่สารละลายอัลจิน เทคนิคนี้เรียกว่าการเกิดเจลภายในหรือ *in situ* gelation (วรรณา ตุลยธัญ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การใช้ประโยชน์ของอัลจิเนตในอุตสาหกรรมอาหาร

อัลจิเนตสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดโดยเติมในอาหารบางชนิด ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว ทำให้อีมัลชั่นคงตัว สารทำให้เกิดเจล และสารยับยั้งการเกิดซินเนอรีซิส (syneresis) ตัวอย่างเช่น (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

2.3.2.1 ในผลิตภัณฑ์เนื้อและสัตว์ปีก มีการใช้อัลจิเนตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการอุ้มน้ำได้ดีขึ้นในระหว่างการแช่เยือกแข็ง และการละลายน้ำแข็งเช่น การจุ่มเนื้อและไก่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 10-15 แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 3-5 กลีเซอรอลร้อยละ 10-20 ก่อนนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เยือกแข็ง ซึ่งปรากฏว่าผลิตภัณฑ์จะมีการอุ้มน้ำดีขึ้น

2.3.2.2 ในผลิตภัณฑ์ไขมันและน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันและน้ำมัน ใช้ในการผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำสลัดต่าง ๆ มายองเนส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นอิมัลซิไฟเออร์ เนื่องจากมีความสามารถคงต่อความเป็นกรดได้ดี นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการลดคอเลสเตอรอลในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่ต้องการให้มีโคเลสเตอรอลต่ำด้วย เพราะสามารถลดปริมาณของไข่แดงที่ต้องใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ได้

2.3.2.3 ในผลิตภัณฑ์นม นิยมใช้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงผลิตภัณฑ์ประเภทไอศกรีมเชอร์เบท เนยแข็ง และผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ วัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เกิดความคงตัวและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณ์เนื้อสัมผัสดีขึ้น

1. ไอศกรีม

โซเดียมอัลจิเนต เป็นที่นิยมใช้กันมากในไอศกรีม เนื่องจากมีคุณสมบัติ ดูดน้ำได้ดี กระจายตัวได้ดีและราคาถูก สามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมที่มีอยู่ในส่วนประกอบของไอศกรีม ทำให้สามารถป้องกันการเกิดการจับตัวของเมล็ดไขมันที่เกิดขึ้นเนื่องจากเกลือแคลเซียมที่ละลายน้ำได้ โดยทั่วไปจะใช้ในปริมาณ ร้อยละ 0.1-0.5 หรืออาจจะใช้รวมกับสารประกอบฟอสเฟต หรือ กลีเซอริล โมโนสเตียเรตซึ่งจะช่วยให้คุณสมบัติการกระจายตัวของแอลจิเนตดีขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีขึ้นต่ออุณหภูมิที่ไม่คงที่ในระหว่างการขนส่ง โพรไพลีน ไกลคอลแอลจิเนต เป็นแอลจิเนต อีกรูปหนึ่งที่ช่วยป้องกันการจับเป็นก้อนและเกิดเจลในผลิตภัณฑ์ และป้องกัน heat shock ด้วย

2. เนยแข็ง

ได้มีการใช้โซเดียมแอลจิเนตร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตและโซเดียมซิเทรตเพื่อช่วยให้คุณสมบัติในการละเลงได้ดีขึ้น ช่วยป้องกันการแยกตัวของน้ำและน้ำมันและช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น

2.3.2.4 ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ในอุตสาหกรรมขนมหวานมีการใช้แอลจิเนตเป็นวัตถุเจือปนอาหารเช่นเดียวกับในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่น ๆ แอลจิเนตที่นิยมใช้ในรูปเกลือของโซเดียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปแตสเซียมแอมโมเนียมและแคลเซียม การใช้ในขนมหวานในปริมาณร้อยละ 0.1-0.7 จะช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นดีขึ้นผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่ใช้แอลจิเนต ได้แก่ แคนดี้เจล (candy gel) และเจลลี่ (jelly)

2.3.2.5 ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลจิเนตถูกใช้ในเครื่องดื่มหลายชนิด ได้แก่ น้ำผัก น้ำผลไม้ เบียร์ ไวน์ ซึ่งช่วยให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมีลักษณะปรากฏที่น่าบริโภคมากขึ้น ช่วยทำให้มีการกระจายตัวของเนื้อผลไม้หรือผักดีขึ้น ช่วยเพิ่มความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ฟองเบียร์มีความคงตัว และช่วยให้ไวน์ใสขึ้น

2.4 เกลือแคลเซียม และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

เกลือแคลเซียม (calcium salt, Ca^{+2}) ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) โดยใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (texture properties) ของผักและผลไม้ทำหน้าที่เป็น firming agent ซึ่งแคลเซียมที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีหลายชนิด เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคอร์บอเนต เป็นต้น

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และเกลือแคลเซียมอื่นเช่น เกลือแคลเซียมของกลูโคเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟตโมโนแคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมซิเตรต แคลเซียมแลคเทตโดยจะเตรียมในรูปของสารละลาย ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 - 0.25 ใช้แช่ผักและผลไม้เป็นเวลา 1-2 นาที เพื่อปรับปรุงความแน่นเนื้อ (firmness) หรือความแข็งกรอบของเนื้อเยื่อผักผลไม้รักษาโครงสร้างของเซลคงรูปอยู่ได้ โดยช่วยให้เนื้อเยื่อของผลไม้มีความแข็งแรงและทนต่อการย่อยของเอนไซม์เพคติเนส (pectinase) ซึ่งย่อยโมเลกุลของเพคติน (pectin) ทำให้เนื้อผักผลไม้นิ่ม และไม่คงรูปหลังการตัดแต่ง และเมื่อผ่านกรรมวิธีการแปรรูปอาหารเช่น การใช้ความร้อน การทำแห้งการแช่เยือกแข็ง เป็นต้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553)

2.5 กะทิ (Coconut milk)

กะทิเป็นของเหลวสีขาวขุ่นที่ได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวขูดอาจเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ นิยมนำมาใช้ในส่วนผสมหนึ่งของการประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน โดยเฉพาะในแทบทวีปเอเชียนิยมใช้กะทิอย่างมาก ในประเทศไทย กะทิถือเป็นสัญลักษณ์ของอาหาร โดยเฉพาะขนมไทย ซึ่งใช้มะพร้าวมานานแล้ว โดยใช้ร่วมกับข้าวและแป้ง คนไทยรู้จักใช้มะพร้าวทำอาหาร ทั้งที่เป็นมะพร้าวอ่อน ซึ่งมีคุณประโยชน์เพราะมีสารให้ความสดชื่น และมะพร้าวแก่ที่สามารถนำเนื้อมะพร้าวไปคั้นเพื่อนำไปประกอบอาหารคาวหวานได้สารพัด เช่น แกงเผ็ด พะแนง ฉู่ฉี่ ต้มข่าไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกงเขียวหวาน แกงมัสมั่น แกงบวด ข้าวเหนียวสังขยา บัวลอย ตะโก้ และวุ้นกะทิ เป็นต้น (วรรัตน์ แขกรูป, 2553)

น้ำกะทิสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กะทิผง น้ำกะทิบรรจุกล่องยูเอชที น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้นและสะดวกในการใช้ รวมทั้งอาหารแช่แข็งที่มีกะทิเป็นส่วนผสมหลัก เช่น แกงเผ็ดแดง แกงเขียนหวาน แกงกะหรี่ แกงมัสมั่น พะแนง ต้มข่าไก่ ต้มยำน้ำข้น หลน กล้วยบวชชี ลอดช่อง บัวลอย และรวมมิตร เป็นต้น โดยทั่วไปสัดส่วนขององค์ประกอบของกะทิที่ได้จากการบีบเนื้อมะพร้าวโดยไม่เติมน้ำ มีดังนี้ โปรตีน ร้อยละ 2.6-4.4 น้ำ ร้อยละ 50-54 ไขมัน ร้อยละ 32-40 เถ้า ร้อยละ 1-1.5 (Seow and Gwee, 1997)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาริสา (2548) ได้ศึกษาการทำหูฉลามเทียมจากเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนต แล้วนำผลิตภัณฑ์หูฉลามเทียมไปทำซุบหูฉลามเทียมทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคยอมรับเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ซุบหูฉลามสด ซึ่งการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหูฉลามเทียม ผลที่ได้คือ การเตรียมของผสมระหว่างเจลาตินชนิด 240 bloom 20 mesh และโซเดียมอัลจิเนต GMB อัตราส่วน 4 ต่อ 1.5 โดยน้ำหนัก ในน้ำร้อน ทำการฉีดเจลที่ได้จากของผสมระหว่างเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตผ่านรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาด 0.2 มิลลิเมตร ลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.4 เป็นเวลา 5 นาที ผลิตภัณฑ์หูฉลามเทียมที่ได้มีลักษณะหัวมนท้ายแหลม ความยาว 3 ซม. ล้างผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำ 3 ครั้ง และนำมาแช่ในสารละลายสีของผงอรหันต์ (หล่อฮั้งก้วย) ร้อยละ 0.4 เป็นเวลา 5 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสได้แก่ ค่าเฉลี่ยความแข็ง การทนต่อการการเคี้ยว ความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน ค่าความยืดหยุ่นและค่าความเหนียวเป็นกาวเท่ากับ 1.0004 ,0.0124, 0.0801, 0.1478 นิวตัน.มิลิเมตร และ 27.7016 กรัม.แรง ตามลำดับ

Lee และ Rogers (2013) ได้ศึกษาการทำคาเวียร์แบบพื้นฐาน (basic caviar) โดยใช้โซเดียมอัลจิเนต และชนิดของแคลเซียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมกลูโคเนต พบว่าเจลโซเดียมอัลจิเนตที่หยดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ให้ผลดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในการขึ้นรูปทรงกลม ประมาณ 100 วินาที ตามด้วยแคลเซียมแลคเตต ประมาณ 500 วินาที และ แคลเซียมกลูโคเนต ประมาณ 2,000 วินาที แต่แคลเซียมคลอไรด์ อาจมีผลทำให้เกิดรสขมในคาเวียร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

กะทิกล่องยูเอชที ตรา ชาวเกาะ ผลิตโดยบริษัท อำพลฟูดส์โพรเซสซิ่ง จำกัด

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 โซเดียมอัลจิเนต (Sodium alginate) Food grade จากบริษัท คิมิคา คอร์ปอเรชั่น จำกัด ญี่ปุ่น

3.1.2.2 แคลเซียมคลอไรด์ (Sodium chloride) Food grade จากบริษัท นิวตริชั่น จำกัด ไทย

3.1.2.3 แคลเซียมแลคเตต (Calcium lactate) Food grade จากบริษัท นิวตริชั่น จำกัด ไทย

3.1.2.4 แผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plates (AC)จากบริษัท 3 M ประเทศไทย จำกัด ไทย

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 เครื่องชั่งละเอียด4 ตำแหน่ง	Sartorius, ED224s, เยอรมัน
3.1.3.2 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	MettlerAE 204, สวิสแลนด์
3.1.3.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	TA-xt.plus, อังกฤษ
3.1.3.4 เครื่องปั่นมือถือ	Braun,MR 320, โปแลนด์
3.1.3.5 เครื่องปั๊ม	Peristaltis pump (p-1), สวีเดน
3.1.3.6 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล	Digital thermometerWT-1, ไทย
3.1.3.7 เครื่องกวนสารละลาย	Model: MS-200, ไทย
3.1.3.8 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล	Digital Vernier Caliper, จีน
3.1.3.9 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	Suntex, SP-701, เยอรมัน
3.1.3.10 เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher)	BagMixer,400interscience, ฝรั่งเศส
3.1.3.11 Votex mixer	ScientificIndustries,Votex-Genie2, อเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.12 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (บ่มจุลินทรีย์) Kendro, Heraeus, เยอรมัน

3.1.3.13 หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave) Tomy, ES – 315, ญี่ปุ่น

3.1.3.14 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง Suntex, SP-701, เยอรมัน

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมคาเวียร์กะทิ

ละลายโซเดียมอัลจิเนตในน้ำร้อน (80 องศาเซลเซียส) ปริมาณร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของกะทิ พักไว้ 20 นาที ใช้เครื่องปั่นผสมแบบมือถือ ผสมจนใสเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปผสมกับกะทิให้เข้ากันดี จากนั้นใช้เครื่องปั๊ม (Peristaltis pump)ใช้สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในปลายสาย 2 มิลลิเมตร ดูดกะทิที่ผสมสารละลายโซเดียมอัลจิเนตแล้ว ด้วยอัตราเร็ว 200 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง หยดลงในสารละลายของเกลือแคลเซียมแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) ที่มีการกวนด้วยเครื่องกวนสารละลาย (80 รอบ/นาที) เป็นเวลา 15 นาที แช่ให้เกิดเจลต่อไปเป็นเวลา 5 นาที หลังจากหยดสุดท้ายเสร็จสิ้น (Lee and Rogers, 2013) ช้อนคาเวียร์กะทิที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่น สะเด็ดน้ำ และนำไปใช้งานต่อไป

3.2.2 ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการเตรียมคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมต่างกัน

ทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิตามวิธีในข้อ 3.2.1 โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.35, 0.65 และ 0.95 โดยน้ำหนัก และใช้เกลือแคลเซียมต่างกัน 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ และ แคลเซียมแลคเตต โดยเตรียมความเข้มข้นสารละลายเกลือแคลเซียมที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก จากนั้น นำคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ มาตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

3.2.2.1 ตรวจดูลักษณะความสมบูรณ์ของทรงกลม โดยตรวจวิเคราะห์ด้วยสายตา

3.2.2.2 ขนาดของทรงกลมคาเวียร์กะทิ ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (Digital Vernier Caliper)

3.2.2.3 วิเคราะห์ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสTexture analyzer รุ่น TA-XT.plus

โดยทำการทดลองแบบแฟคเทอเรียลขนาด 3x3 (factorial experiment) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) สำหรับวิเคราะห์ผลของสารละลายเกลือแคลเซียมแต่ละชนิด และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้เกลือแคลเซียมต่างกัน

ทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิ โดยใช้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งได้จากผลการทดลองในข้อ 3.2.2 ทั้งกรณีที่ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต โดยพิจารณาจากตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์ของทรงกลม มีขนาดของทรงกลมใหญ่สุด และค่าความแข็งมากที่สุด นำคาเวียร์กะทิทั้ง 2 ตัวอย่าง มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี Hedonic scale 9 ระดับคะแนน ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบของปัจจัยดังนี้ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Independent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.2.4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของคาเวียร์กะทิ

ทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิตามวิธีในข้อ 3.2.1 โดยใช้สภาวะ และชนิดของเกลือแคลเซียมที่เหมาะสม ซึ่งได้จากผลการทดลองในข้อ 3.2.2 และ 3.2.3 โดยเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ในส่วนผสมกะทิที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก นำคาเวียร์กะทิที่ได้มาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

3.2.4.1 ตรวจดูลักษณะความสมบูรณ์ของทรงกลมโดยตรวจวิเคราะห์ด้วยสายตา

3.2.4.2 วิเคราะห์ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสTexture analyzer รุ่น TA-XT.plus

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.2.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคาเวียร์กะทิในระหว่างการเก็บรักษา

คัดเลือกตัวอย่างคาเวียร์กะทิจากข้อ 3.2.4 จำนวน 1 ตัวอย่าง โดยพิจารณาจากร้อยละของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่นิยมใช้ในอาหารไทยทั้งคาวและหวาน บรรจุคาเวียร์กะทิในกล่องพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (polyethylene) ปริมาณ 100 กรัมต่อกล่อง และใส่น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทแล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน โดยเก็บตัวอย่างวันที่1, 3, 6, 9, 12 และ15 มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.2.5.1 ปริมาณกรดทั้งหมดของคาเวียร์โดยวิธีการไทเทรต (Total titrable acidity ; %TA) (AOAC, 2000)

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

3.2.5.3 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count ; TPC) โดยวิธี Pour plate (AOAC, 2000)

3.2.5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างคาเวียร์กะทิ โดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่ (paired comparison test) ด้วยการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างจากความแตกต่างโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบจากค่าในตาราง (ภาคผนวก จ)

วางแผนการทดลองในข้อ 3.2.5.1, 3.2.5.2 และ3.2.5.3 แบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.2.6 นำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในการประกอบอาหารไทย

นำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในอาหารไทยทั้งคาวและหวาน โดยนำคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้มาใช้ในการประกอบอาหารไทย 2 ประเภท คือ เมนูอาหารคาว 2 ชนิด และเมนูอาหารหวาน 2 ชนิด จากนั้นนำเมนูอาหารที่ได้มาถ่ายรูปเพื่อนำเสนอตัวอย่างการใช้คาเวียร์กะทิในอาหารไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการเตรียมคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมต่างกัน

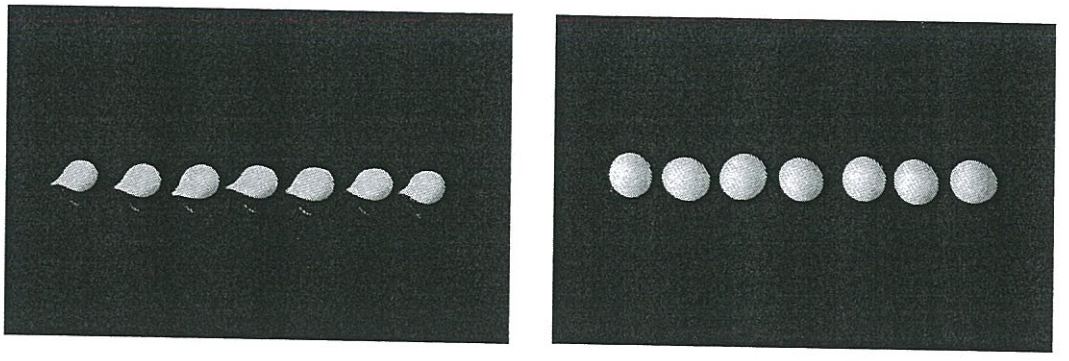
จากการทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิ โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.35, 0.65 และ0.95 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักกะทิ และใช้เกลือแคลเซียมต่างกัน 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต โดยเตรียมความเข้มข้นสารละลายเกลือแคลเซียมที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำคาเวียร์กะทิที่ได้ในแต่ละชนิดของเกลือแคลเซียมมาวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสมบูรณ์ของทรงกลม ขนาดของทรงกลม และลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพด้านความสมบูรณ์ของทรงกลมของคาเวียร์กะทิ ที่เป็นผลมาจากความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

จากตารางที่ 1 พบว่า คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.35 และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้นทุกระดับ ทำให้ได้ลักษณะคาเวียร์กะทิที่เป็นหางคล้ายหยดน้ำหรือทองหยอด ซึ่งเป็นลักษณะของคาเวียร์กะทิที่มีลักษณะทรงกลมที่ไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 4.1 ก.) อย่างไรก็ตามคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.65 และ 0.95 และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นทุกระดับ คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นทรงกลม ซึ่งเป็นลักษณะที่สมบูรณ์ (รูปที่ 4.1 ข.)

การขึ้นรูปทรงกลมนั้น ต้องอาศัยโซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) และไอออนของแคลเซียม (calcium ion) ในการเกิดเจล โดยกระบวนการเกิดเจลแคลเซียมอัลจิเนตเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโซเดียมและแคลเซียม แอลจิเนตกับแคลเซียมทำปฏิกิริยาเพื่อเกิดร่างแหตาข่าย (crosslinking) ในโมเลกุล (รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ, 2541) ดังนั้น ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกันจึงส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพด้านความสมบูรณ์ของเจลที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 คาเวียร์กะทิที่เป็นหางซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ (ก) คาเวียร์กะทิที่เป็นทรงกลมซึ่งเป็นลักษณะที่สมบูรณ์ (ข)

ตารางที่ 4.1 ความสมบูรณ์ของทรงกลมคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

ความเข้มข้น (ร้อยละ)		ความสมบูรณ์ของทรงกลม	
โซเดียมอัลจิเนต	สารละลายเกลือแคลเซียม	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์	สารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต
0.35	0.5	มีหาง/ไม่สมบูรณ์	มีหาง/ไม่สมบูรณ์
	1.0	มีหาง/ไม่สมบูรณ์	มีหาง/ไม่สมบูรณ์
	1.5	มีหาง/ไม่สมบูรณ์	มีหาง/ไม่สมบูรณ์
0.65	0.5	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์
	1.0	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์
	1.5	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์
0.95	0.5	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์
	1.0	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์
	1.5	ทรงกลม/สมบูรณ์	ทรงกลม/สมบูรณ์

ในการหยดส่วนผสมของกะทิที่มีโซเดียมอัลจิเนตลงในสารละลายเกลือแคลเซียมนั้น จะมีการกวนสารละลายแคลเซียมให้มีการคลื่นไหวอย่างช้า ๆ ด้วยเครื่องกวนสาร เพื่อไม่ให้ส่วนผสมกะทิหยดทับกัน และทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมมีความสม่ำเสมอ เมื่อเตรียมคาเวียร์กะทิด้วยความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตน้อย การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมอัลจิเนตและไอออนของแคลเซียมจะเกิดอย่างช้า ๆ รวมทั้งมีแรงหมุนในน้ำทำให้คาเวียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กะทิที่ได้มีลักษณะเป็นหาง ในขณะที่การเตรียมคาเวียร์กะทิด้วยความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตสูงขึ้นเมื่อหยดลงสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นทุกระดับ ทำให้การเกิดเจลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Xie, *et al*., 2003) แม้จะมีแรงเคลื่อนที่ของน้ำ ก็ไม่ส่งผลต่อความสมบูรณ์ของทรงกลมของคาเวียร์กะทิ จึงทำให้คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้มีลักษณะทรงกลมไม่เป็นหาง

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพด้านขนาดของทรงกลมของคาเวียร์กะทิ ที่เป็นผลมาจากความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

จากการนำคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตที่มีความเข้มข้นต่างกัน ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกันไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมด้วยเวอร์เนียร์คาลิบเปอร์แบบดิจิตอล (digital vernier caliper) ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตสูงขึ้น ขนาดของทรงกลมคาเวียร์กะทิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยขนาดของทรงกลมแปรผันตรงต่อ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต กล่าวคือเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตมากขึ้น ขนาดของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้จะมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อพิจารณาผลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิด พบว่า ขนาดของคาเวียร์กะทิที่ได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

การที่คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มสูงขึ้น คาเวียร์กะทิมีขนาดใหญ่ขึ้น อาจเนื่องมาจากที่ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตมากขึ้น ทำให้เกิดเจลที่มีโครงร่างแหตาข่ายทางกายภาพได้ดีขึ้น โดยมีปริมาตรของร่างแหตาข่ายที่กักเก็บน้ำได้มากขึ้น ส่งผลทำให้คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

การเปรียบเทียบชนิดของสารละลายเกลือแคลเซียม พบว่าขนาดของคาเวียร์กะทิที่ได้เมื่อใช้สารละลายเกลือแคลเซียมต่างชนิดกัน มีความแตกต่างกัน โดยสารละลายแคลเซียมแลคเตตมีแนวโน้มทำให้ได้คาเวียร์กะทิที่มีขนาดใหญ่กว่าสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งสาเหตุไม่สามารถอธิบายได้แน่ชัด แต่อาจจะเป็นไปได้ว่าความสามารถในการแตกตัวของแคลเซียมคลอไรด์ดีกว่าแคลเซียมแลคเตต นอกจากนี้น้ำหนักโมเลกุลของแคลเซียมคลอไรด์ต่ำกว่าแคลเซียมแลคเตตส่งผลทำให้ระดับความเข้มข้นที่มีสารละลายเกลือแคลเซียมต่างชนิดกันเท่ากันจะมีระดับความเข้มข้นแคลเซียมไอออนต่างกัน จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการเกิดเจลที่ต่างกันซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดความแตกต่างของขนาดคาเวียร์กะทิที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

ความเข้มข้น (ร้อยละ)		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมคาเวียร์กะทิ(มิลลิเมตร)	
โซเดียมอัลจิเนต	สารละลายเกลือแคลเซียม	แคลเซียมคลอไรด์	แคลเซียมแลคเตต
0.35	0.5	2.66±0.25[a]	3.13±0.22[a]
	1.0	2.60±0.19[a]	3.17±0.22[a]
	1.5	2.68±0.27[a]	3.10±0.22[a]
0.65	0.5	3.25±0.20[b]	3.50±0.19[b]
	1.0	3.21±0.20[b]	3.54±0.15[b]
	1.5	3.15±0.24[b]	3.54±0.10[b]
0.95	0.5	3.46±0.18[c]	3.75±0.12[c]
	1.0	3.43±0.11[c]	3.73±0.14[c]
	1.5	3.44±0.14[c]	3.72±0.17[c]

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคาเวียร์กะทิ 40 เม็ด

[a-c] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

กรณีคาเวียร์กะทิที่มีรูปร่างคล้ายหยดน้ำจะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามขวางของหาง

4.1.3 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของคาเวียร์กะทิ ที่เป็นผลมาจากความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียม อัลจิเนต ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตต่างกัน ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตคงที่ การเพิ่มความเข้มข้นสารละลายเกลือแคลเซียม มีผลทำให้ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิโดยส่วนใหญ่สูงขึ้น ยกเว้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.35 และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิดร้อยละ 0.5 และ 1.0 รวมทั้งเมื่อใช้ความเข้มของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.95 และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นทุกระดับ ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิที่ได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิด พบว่า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทำให้ได้คาเวียร์กะทิที่มีค่าความแข็งมากกว่าสารละลายแคลเซียมแลคเตต

ตารางที่ 4.3 ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตชนิด และความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

ความเข้มข้น (ร้อยละ)		ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (กรัม.แรง)	
โซเดียมอัลจิเนต	สารละลายเกลือแคลเซียม	แคลเซียมคลอไรด์	แคลเซียมแลคเตต
0.35	0.5	129.36±18.14[a]	117.20±4.93[a]
	1.0	144.57±20.07[a]	132.04±19.40[a]
	1.5	163.15±15.18[b]	158.91±8.37[b]
0.65	0.5	243.28±37.19[c]	183.73±19.62[c]
	1.0	252.63±14.58[cd]	207.95±20.52[d]
	1.5	268.90±28.40[d]	230.32±34.17[e]
0.95	0.5	308.35±10.09[e]	250.99±18.17[f]
	1.0	316.81±10.16[e]	276.07±18.90[g]
	1.5	320.18±10.11[e]	305.32±17.65[h]

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง
[a-h]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การที่ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้นนั้นเนื่องจากการขึ้นรูปทรงกลมนั้น ต้องอาศัยโซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) และไอออนของแคลเซียม (calcium ion) ในการเกิดเจล โดยกระบวนการเกิดเจลแคลเซียมอัลจิเนต เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโซเดียมและแคลเซียม แอลจิเนตกับแคลเซียมทำปฏิกิริยาเพื่อเกิดร่างแหตาข่าย (cross linking) ในโมเลกุล (รุ่งนภา, 2544) ดังนั้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต และความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียม ทำให้กระบวนการเกิดเจลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิสูงขึ้นเช่นกัน อีกทั้งยังพบว่าเมื่อใช้สารละลายแคลเซียมต่างชนิดกัน คาเวียร์กะทิที่เตรียมโดยใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีค่าความแข็งสูงกว่าคาเวียร์กะทิที่เตรียมโดยใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ตามรายงานของ Lee และ Rogers (2013) ที่แสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดเจลของโซเดียมอัลจิเนต เมื่อใช้สารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตตจะช้ากว่าการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ประมาณ 5 เท่า ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าที่ระยะเวลาเท่ากันเจลที่เกิดจากการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต จะมีเนื้อสัมผัสที่มีค่าความแข็งต่ำกว่าการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้เมื่อใช้เกลือแคลเซียมต่างกัน

จากการเลือกคาเวียร์กะทิที่มีความสมบูรณ์ มีขนาดของทรงกลม และค่าความแข็งมากสุด ซึ่งได้จากผลการทดลองในข้อ 4.1 ทั้งกรณีที่ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต ตัวอย่างแรก ได้แก่ ตัวอย่างคาเวียร์กะทิที่เตรียมด้วยโซเดียมอัลจิเนต ร้อยละ 0.95 และสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.5 ตัวอย่างที่สอง คือ ตัวอย่างคาเวียร์กะทิที่เตรียมด้วยโซเดียมอัลจิเนต ร้อยละ 0.95 และสารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต ร้อยละ1.5 นำคาเวียร์กะทิมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี hedonic scale 9 ระดับคะแนน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้สารละลายเกลือแคลเซียมต่างกัน

ชนิดของสารละลายเกลือแคลเซียม	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
แคลเซียมคลอไรด์	7.37±1.00	7.47±1.04	6.87±0.90	5.93±1.39	7.93±0.78	7.67±0.76
แคลเซียมแลคเตต	7.43±1.33	7.27±1.39	7.10±0.76	5.93±1.39	7.90±0.84	7.60±0.77

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30คน

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคาเวียร์กะทิที่เตรียมด้วยสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ และสารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยคะแนนความชอบอยู่ในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก ยกเว้น คุณลักษณะด้านรสชาติอยู่ในระดับเฉยๆ ถึง ชอบเล็กน้อย การที่คะแนนความชอบด้านรสชาติเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องจากคาเวียร์กะทิที่เตรียมเป็นคาเวียร์กะทิที่ไม่ได้ปรุงแต่งรสชาติ ทำให้ได้คะแนนความชอบค่อนข้างต่ำ

4.3 ผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของคาเวียร์กะทิ

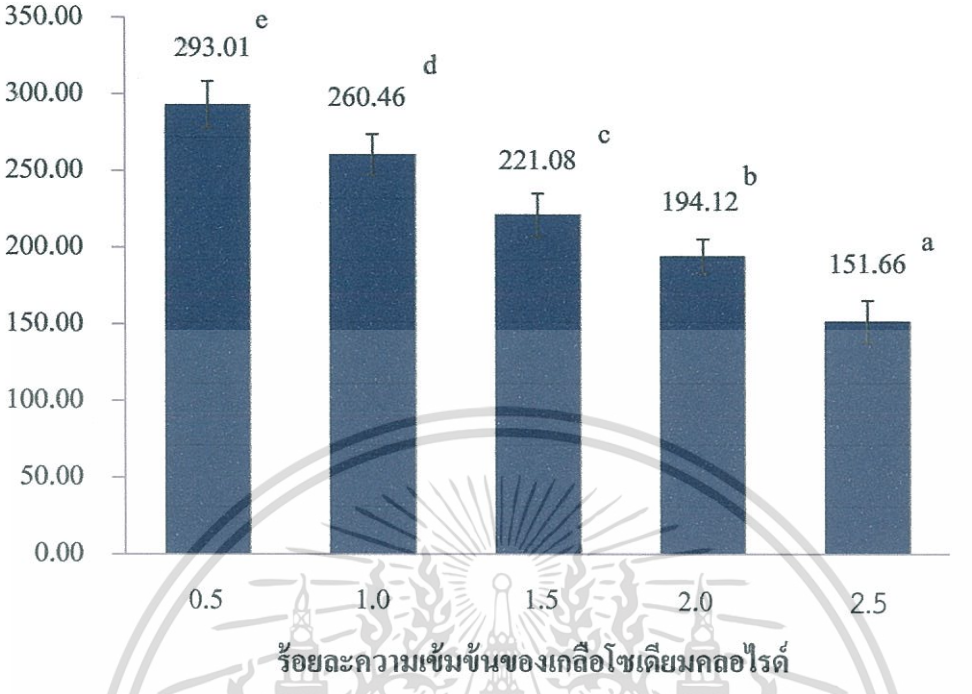
เมื่อพิจารณาจากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิทั้ง 2 ตัวอย่าง จากข้อ 4.2 พบว่า คาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงคัดเลือกตัวอย่างคาเวียร์กะทิจากคุณสมบัติด้านอื่น ๆ คือ ค่าความแข็ง สมบัติการละลาย ความเร็วในการเกิดเจล และราคาของเกลือแคลเซียม โดยที่เกลือแคลเซียมคลอไรด์ มีสมบัติการละลาย และมีสมบัติทำให้การเกิดเจลของโซเดียมอัลจิเนตได้เร็วกว่าสารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต (Lee and Rogers, 2013) อีกทั้งมีราคาถูกกว่าเกลือแคลเซียมแลคเตต เพราะฉะนั้นจึงเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมคาเวียร์กะทิในการทดลองข้อนี้ คือ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.95 และความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5

ทดลองเตรียมคาเวียร์กะทิโดยเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ในส่วนผสมกะทิที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก นำคาเวียร์กะทิที่ได้มาตรวจดูลักษณะความสมบูรณ์ของทรงกลมด้วยตา และวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ผลการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

จากผลการทดลอง พบว่าคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้ เมื่อใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นทุกระดับ มีลักษณะเป็นทรงกลมสมบูรณ์ แสดงว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5-2.5 โดยน้ำหนัก ไม่มีผลต่อรูปร่างของคาเวียร์กะทิที่ได้

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่างกัน ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากการเกิดเจลของทรงกลมคาเวียร์ต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนระหว่างไอออนโซเดียมและแคลเซียม ในโมเลกุลของโซเดียมอัลจิเนต เพื่อให้เกิดเจลของแคลเซียมอัลจิเนตและเมื่อเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ในส่วนผสมกะทิ ไอออนของโซเดียมในระบบมีมากขึ้น จึงส่งผลทำให้การแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างโซเดียมกับแคลเซียมเกิดได้น้อยลง ส่งผลให้เกิดเจลของแคลเซียมอัลจิเนตลดลง ทำให้ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลของความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิ

หมายเหตุ [a-e] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคาเวียร์กะทิในระหว่างการเก็บรักษา

คัดเลือกตัวอย่างคาเวียร์กะทิ จากข้อ 4.3 จำนวน 1 ตัวอย่าง โดยพิจารณาจากร้อยละของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่นิยมใช้ในอาหารไทย โดยทั่วไปในอาหารไทยทั้งคาวและหวานนิยมใช้เกลือในส่วนผสมกะทิโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.5 จึงเลือกตัวอย่างที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 จากนั้นนำคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้จัดเก็บด้วยกล่องพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (polyethylene) ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน โดยเก็บตัวอย่างวันที่ 3, 6, 9, 12 และ15 มาวิเคราะห์คุณภาพได้ผลดังตารางที่ 4.5

จากตารางที่ 4.5 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของคาเวียร์กะทิอยู่ในช่วง 6.24-6.77 และจะเห็นได้ว่าคาเวียร์กะทิที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษามากขึ้น สำหรับปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดคำนวณเปรียบเทียบกับกรดแลคติก พบว่าร้อยละของปริมาณกรดทั้งหมดในคาเวียร์กะทิที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆมีค่าน้อยมาก โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษามากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณกรดทั้งหมด(แลคติก) และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างคาเวียร์กะทิเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการจัดเก็บ (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคโลนี/กรัม
1	6.77±0.09^{c}	0.01±0.01^{a}	30.00
3	6.54±0.17^{b}	0.01±0.00^{ab}	52.50
6	6.51±0.06^{b}	0.02±0.00^{abc}	85.00
9	6.50±0.04^{b}	0.02±0.01^{bc}	87.50
12	6.46±0.03^{b}	0.03±0.01^{c}	92.50
15	6.24±0.05^{a}	0.04±0.01^{d}	100.00

หมายเหตุ$^{a-d}$ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count ; TPC) ที่วิเคราะห์ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2 ข้อ 2.2.4 กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ในอาหารปรุงสุกทั่วไปที่ปลอดภัย ต้องน้อยกว่า $1x10^{6}$ โคโลนีต่อกรัม เพราะฉะนั้นคาเวียร์กะทิที่เก็บรักษาในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 100 โคโลนีต่อกรัม จึงถือว่ายังปลอดภัยต่อการบริโภค

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำคาเวียร์กะทิที่จัดเก็บรักษาในระยะต่างกันไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่ (paired comparison test)ทดสอบความแตกต่างโดยรวม ของตัวอย่างควบคุมกับตัวอย่างที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า คาเวียร์กะทิที่เก็บรักษาระยะเวลา 3 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับการจัดเก็บเป็นระยะเวลา 6 วัน แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นระเวลา 9 วัน พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณลักษณะบางประการของคาเวียร์กะทิที่เก็บรักษาเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นหากต้องการเก็บรักษาคาเวียร์กะทิด้วยกล่องพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (polyethylene) ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ควรนำไปใช้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของคาเวียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิโดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่ ทดสอบความแตกต่างโดยรวม

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบ(คน)	
	ต่าง	ไม่ต่าง
3	12	18
6	18	12
9	22	8

หมายเหตุ การเปรียบเทียบของจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน จากค่าในตารางผู้ทดสอบต้องตอบว่าต่างอย่างน้อย 20 คน จึงจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.5 การประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในการประกอบอาหารไทย

การนำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิในการประกอบอาหารไทยนั้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างหลากหลายทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน เช่น แกงเผ็ด พะแนง ฉู่ฉี่ ต้มข่าไก่ แกงเขียวหวาน แกงมัสมั่น แกงบวด ข้าวเหนียวสังขยา บัวลอย ตะโก้ สาคูเปียก และวุ้นกะทิ เป็นต้น โดยคาเวียร์จะช่วยเพิ่มสีสันและเนื้อสัมผัสให้อาหารจานธรรมดากลายเป็นอาหารในแนวที่ทันสมัยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้คาเวียร์กะทิในอาหารไทยสมัยใหม่ (modern Thai cuisine) และอาหารไทยประยุกต์ (Thai fusion food) ในอาหารคาว 2 ตำรับ และอาหารหวาน 2 ตำรับ เพื่อให้เกิดแนวทางในการนำไปใช้ต่อไปในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ (Squid ink spaghetti sea food with tom yum sauce)

สปาเกตตี เป็นเส้นพาสต้าชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเส้นกลมยาว โดยมีส่วนผสมของแป้ง น้ำ ไข่ และน้ำมัน อาจมีการเพิ่มสีสันของเส้นด้วย แครอท ผักขม ไข่แดง หรือหมึกปลาหมึก ขึ้นอยู่กับสีสันที่ต้องการ นิยมรับประทานกับซอสต่างๆเช่น คาโบนาร่า (carbonara) โบลองเนส (bolognese) และซอสมะเขือเทศ (tomato sauce) เป็นต้น สำหรับอาหารจานนี้มีแนวคิดในการนำเส้นสปาเกตตี้หมึกดำ มาประยุกต์ใช้กับต้มยำกุ้งซึ่งเป็นอาหารไทยที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยทำเป็นซอสต้มยำน้ำข้น และตกแต่งด้วยคาเวียร์กะทิ จึงได้อาหารจานนี้ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ

4.5.2 ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ (Steamed rice with shrimp curry pudding and coconut milk caviars)

ห่อหมกเป็นอาหารที่มีมาแต่โบราณ ทำให้สุกด้วยการนึ่ง ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ เนื้อสัตว์ เครื่องแกง ไข่ และกะทิ นำส่วนผสมมาห่อหรือใส่กระทง รองก้นกระทงด้วยผักชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ใบยอ ใบโหระพา แล้วนำไปนึ่งให้สุก ห่อหมกที่ดีจะมีกลิ่นหอมของเครื่องแกง เมื่อสุกจะต้องเกาะกันเป็นก้อน ไม่แฉะหรือแข็งเกินไป มีรสหวานของกะทิ มีความเผ็ดเล็กน้อย ของเครื่องแกงห่อหมกตกแต่งหน้าด้วยกะทิข้น ๆ พริกชี้ฟ้าแดง และใบมะกรูดซอย นิยมรับประทานกับข้าวสวย ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบอาหารจานนี้ให้เป็นอาหารจานเดียวในรูปแบบอาหารไทยสมัยใหม่ (modern Thai cuisine) โดยใช้คาเวียร์กะทิในการชูความโดดเด่นของรูปลักษณ์อาหาร และเนื้อสัมผัสที่น่าประหลาดใจ ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ

4.5.3 ฟักทองแกงบวชจำศีล (pumpkin in coconut milk mousse)

ฟักทองแกงบวชเป็นอาหารหวานของไทยที่ทำได้ง่าย โดยมีส่วนผสมหลักคือ ฟักทอง กะทิ น้ำตาล และเกลือ ด้วยรสชาติที่หวาน หอม มัน จึงเป็นอาหารที่น่าสนใจ อาหารจานนี้ใช้ส่วนผสมหลักของการทำฟักทองแกงบวช แต่ได้เพิ่มส่วนผสมของเจลาติน เพื่อทำให้น้ำกะทิที่เหมือนน้ำแกงมีความคงตัว เกิดเป็นเจลที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ อีกทั้งยังตกแต่งด้วยคาเวียร์กะทิเม็ดเล็ก ๆ ทำให้ได้ฟักทองแกงบวชในแนวที่ทันสมัยและน่ารับประทานยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5ฟักทองแกงบวชจำศีล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ (mango and sticky rice with coconut milk caviars)

ข้าวเหนียวมะม่วง เป็นขนมหวานไทยที่นิยมรับประทานช่วงฤดูร้อนเพราะเป็นช่วงฤดูกาลมะม่วงออกลูกเป็นจำนวนมาก โดยทำมาจากข้าวเหนียวมูนกับหัวกะทิ เกลือป่น และน้ำตาลทรายขาว แล้วรับประทานกับเนื้อมะม่วงสุก ที่นิยมคือ มะม่วงอกร่อง และมะม่วงน้ำดอกไม้ อาจราดกะทิ และโรยถั่วบางชนิด อาหารจานนี้มีแนวคิดในการนำข้าวเหนียวมูนมาจัดในรูปแบบซูชิซึ่งเป็นอาหารญี่ปุ่นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ตกแต่งด้วยคาเวียร์กะทิแทนน้ำกะทิข้นที่ใช้ราดบนอาหารจานนี้ ทำให้ได้อาหารจานใหม่ทันสมัยกว่าเดิม (ดังรูปที่ 4.6) ทั้งยังให้เนื้อสัมผัสที่แตกต่างออกไปจากรูปแบบเดิม ๆ แต่ยังคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของข้าวเหนียวมะม่วง

รูปที่ 4.6ข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตในการเตรียมคาเวียร์กะทิ เมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมต่างกัน คือแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.35 และสารละลายเกลือแคลเซียมทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นทุกระดับเท่านั้นที่ทำให้ได้ลักษณะคาเวียร์กะทิที่เป็นหางคล้ายหยดน้ำหรือทองหยอด เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตสูงขึ้น ขนาดของทรงกลมคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มใหญ่ขึ้น โดยความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมไม่มีผล แต่ชนิดของสารละลายเกลือแคลเซียมมีผลต่อขนาดของทรงกลม โดยคาเวียร์กะทิที่เตรียมได้จากการสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์มีขนาดเล็กกว่าสารละลายเกลือแคลเซียมแลคเตต และยังพบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของคาเวียร์กะทิมีแนวโน้มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต โดยแคลเซียมคลอไรด์มีผลทำให้ระดับความแข็งของคาเวียร์กะทิสูงกว่าแคลเซียมแลคเตตนอกจากนี้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคาเวียร์กะทิที่ได้จากการใช้สารละลายเกลือแคลเซียมทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกัน

การศึกษาผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพคาเวียร์กะทิ พบว่า เกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อความสมบูรณ์ของทรงกลมของคาเวียร์กะทิ แต่มีผลต่อค่าความแข็ง โดยเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของคาเวียร์กะทิที่ได้จะมีแนวโน้มลดลง

การเก็บรักษาคาเวียร์กะทิในกล่องพลาสติก ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 15 วัน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ยังคงไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไป คุณภาพทางประสามสัมผัสมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน จึงแนะนำให้เก็บคาเวียร์กะทิที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์

ในการนำเสนอการประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิโดยการออกแบบอาหารที่มีความเป็นไทยสมัยใหม่ (modern Thai cuisine) และอาหารไทยประยุกต์ (Thai fusion food) ได้อาหารคาว 2 ตำรับ คือ สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ และ ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ อาหารหวาน 2 ตำรับ คือ ฟักทองแกงบวชจำศีล และข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต ตัวอย่างเช่น การขึ้นรูปทรงกลมของคาเวียร์กะทิให้มีขนาดของทรงกลมที่ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง การเพิ่มกลิ่นรสในคาเวียร์กะทิให้มีความหลากหลายเพื่อนำไปใช้ในอาหารในแต่ละชนิด การศึกษาผลของน้ำตาลซูโครสต่อคุณภาพของคาเวียร์กะทิ และการยืดอายุการเก็บรักษาคาเวียร์กะทิโดยการนำไปฆ่าเชื้อด้วยการวิธีต่าง ๆ เป็นต้น ตลอดจนสามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการทำคาเวียร์จากอาหารเหลวชนิดอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4.โอเดียนสโตร์.กรุงเทพฯ

มาริสา จาตุพรพิพัฒน์. 2548. การผลิตหูฉลามเทียมจากเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนต. ปริญญาวิทยาศาตรดุษฎีบัณฑิต(เทคโนชีวภาพ) สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ และ O. Miyawaki. 2541. ผลของความเข้มข้น อุณหภูมิ และซูโครสต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกระแสวิทยาของสารละลายแอลจิเนต, น. 1-13. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

วรรณา ตุลยธัญ. 2549. เคมีอาหารของคาร์โบไฮเดรต. พิมพ์ครั้งที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

วรรัตน์ แขกรูป. 2553. พฤติกรรมการซื้อกะทิสำเร็จรูป (Aroy-D): การประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต(การตลาด) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม

สุวีณา จันทพิรักษ์. 2553. การประยุกต์ใช้แบคทีเรียโปรไบโอติกในไอศกรีมเสาวรส. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิริพันธุ์ จุลรังคะ. 2541. โภชนาศาสตร์เบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

Cancel, L.E. 1979. Coconut food products and bases. In Coconuts: Production, Processing, Products. 2nd ed. (Woodroof, J.G., ed). Westport: AVI. p.202-239.

_____, MakingSpherification Caviar the Easy Way [On-line]. 10 August 2013. Available: http://www.molecularrecipes.com/techniques/making-spherification-caviar-easy

Glicksman, S. 1983. Food Hydrocolloids. volume . 2. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Imeson A. 1992. Thickening and gelling agent for food. Blackie Academic and Professional, UK.p.258.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lee, P.and Rogers ,M.A. 2012. Effect of calcium source and exposure time on basic caviar spherification using sodiumalginate.International Journal of Gastronomy and FoodScience. 1 : 96–100

Meilgaard, M., G.V. Civille, and B.T. Carr. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd ed., CRC Press, New York. 387.

Myhrovold, N., Chris, Y., and Maxime, B^1. 2011. Modernist cuisine: The art and science of cooking ,volume 2 Techniques and Equipment. The cooking lab, USA

Myhrovold, N., Chris, Y., and Maxime, B^2. 2011. Modernist cuisine: The art and science of cooking ,volume 3 Animals and Plants. Bellevue: The cooking lab, USA

Myhrovold, N., Chris, Y., and Maxime, B^3. 2011. Modernist cuisine: The art and science of cooking ,volume 4 ingredients and preparation. Bellevue: The cooking lab, USA

Navarro, V., Gema, S., Dani, L., Andoni, L.A., and Josune, A. 2012. Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. International Journal of Gastronomy and Food Science. 1: 37-45.

Seow, C.C. and Gwee, C.N. 1997. Coconut milk: Chemistry and Technology, International Journal of Science and Technology. 32(3): 189-201.

Vega, C. and Castells,P.,2012. Spherification. In:Vega,C.,Ubbink,J.,vanderLinden,E.(Eds.), The Kitchen as the Laboratory. Columbia University Press, NewYork,pp.25–32.

Vega, C.and Ubbink,J. 2008. Molecular gastronomy: a foodfad or science supporting innovative cuisine?. Trends in Food Science & Technology.19 : 372-382

Xie, Z.P., X. Wang, Y. Jia and Y. Huang. 2003. Ceramic forming based on gelation principle and process of sodium alginate. Materials Letters.57 : 1635-1641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวัดความแข็งด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plusใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (P/35R) โดยทำการกดลงบนตัวอย่างที่วางเรียงกันในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัด จำนวน 6 เม็ด เป็นระยะ (stain) ร้อยละ 50 ของเม็ดคาเวียร์ เป็นเวลา 5 วินาที วิเคราะห์ค่าที่วัดได้ด้วยโปรแกรม Texture profile analysis รายงานผลค่าความแข็งแรง (hardness) ของคาเวียร์กะทิในหน่วยกรัม.แรง ทดสอบในรูปแบบ compression กำหนดการเคลื่อนที่ของหัววัดเป็น return to start ใช้อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดในการกด คือ

Pre-test speed = 1.0 มิลลิเมตร/วินาที

Test peed = 1.0 มิลลิเมตร/วินาที

Post-test speed = 1.0 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

1. การเตรียมสารเคมี

2.1 สารละลาย NaOH มาตรฐาน การเตรียมสารลาย NaOH 0.1 นอร์มอล (โดยประมาณ) ซึ่ง NaOH 2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำไป standardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน potassium phathalate ($KHC_8H_4O_4$)

วิธี standardize สารละลาย NaoH ทำโดย

ละลาย $KHC_8H_4O_4$ ที่ผ่านการอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน Desiccator ปริมาณ 0.6000-0.7000 กรัมในน้ำกลั่น 50-70 มิลลิลิตร หยดสารละลาย phenolphthalein 1 % ในสารละลาย $KHC_8H_4O_4$ จำนวน 2 หยด นำไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่บรรจุในบิวเรต จนกระทั่งสารละลายมีปฏิกิริยาเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนที่คงตัว โดยทำการไตเตรต 3 ครั้ง บันทึกปริมาตรของารละลาย NaOH ที่ใช้

$$\text{Normality ของ NaOH} = \frac{\text{จำนวนกรัม } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

2.2 สารละลายphenolphthalein 1 %

ละลาย phenolphthalein 1 กรัม ใน เอทานอล 95 % จำนวน 100 มิลลิลิตร

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 350 มิลลิลิตร เติมสาระลาย phenolphthalein 2-3 หยด

2.2 ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ซึ่งเป็นค่า blank

2.3 ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม บดให้ละเอียด ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลิลิตร หยดสารละลาย phenolphthalein 2-3 หยด

2.4 ไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้โดยทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

2.5 คำนวณการปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดทั้งหมด (%) = $\frac{(V)(N)(eq.wt)(100)}{(1000)(v)}$

V = ปริมาณของสารละลายมาตรฐาน NaOH

N = Normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH

v = ปริมาณของตัวอย่าง (5 กรัม)

eq.wt= น้ำหนักสมมูลของกรดเป็นกรัม (กรดแลคติก = 90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1. วิธีการเตรียมตัวอย่างที่เป็นของแข็ง

1.1 ตักหรือคีบตัวอย่างด้วยวิธีปลอดเชื้อ ใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ (stomacher bag) สำหรับใช้กับเครื่อง stomacher หรือขวดน้ำยาสำหรับเจือจางทีละน้อยจนได้น้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม

1.2 ในกรณีที่ใช้ถุงพลาสติก ให้ใส่น้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 225 มิลลิลิตร ในถุงที่ชั่งตัวอย่างใส่ไว้แล้ว

1.3 นำถุงพลาสิกเข้าเครื่อง stomacher นาน 30 วินาที จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจางเป็น 1:10 หรือ 10^{-1}

2. การเจือจางตัวอย่างตามลำดับ

2.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 1:10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง $1:10^{2}$ หรือ 10^{-2}

2.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง $1:10^{3}$ หรือ 10^{-3}

2.3 การเจือจางทำนองเดียวกันจะได้ตัวอย่างที่เจือจางเป็นลำดับ ลำดับละ 10 เท่า

3. การเตรียมน้ำยาสำหรับเจือจาง Buttlefield's phosphate buffered

3.1 การเตรียมน้ำยาสต๊อก

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำมาฆ่าเชื้อใน autoclave อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3.2 การเตรียมDilution blank

ตวงสารละลายสต๊อก 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมารเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) แล้วดูด 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 16x150 mm. นำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเตรียมตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบทั้งหมด วิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างคาเวียร์กะทิ ตัวอย่างละ 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกสำหรับเข้าเครื่องตีปั่นด้วยวิธี aseptic technique เติมน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร นำไปต่อปั่นด้วยเครื่อง stomacher นาน30 นาที ตัวอย่างที่ได้มีระดับการเจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำยาเจือจาง ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixerจะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10^{-2} จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือยาง 1:10^{3}หรือ 10^{-3} ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางแล้วในแต่ละระดับการเจือจาง (10^{-1},10^{-2}, 10^{-3})

5. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ใส่ลงในแผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป 3M petrifilm™ Aerobic count plate (AC) โดยวางแผ่น 3M petrifilm™ AC บนพื้นราบ เปิดแผ่นฟิล์มแผ่นชั้นบนขึ้น ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงตรงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นล่างโดยใช้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่น 3M petrifilm™ AC ค่อย ๆ ปล่อยแผ่นฟิล์มแผ่นบนลงมา ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ วางตัวกด (spreader) โดยให้ด้ายมีขอบคว่ำหน้าลงสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบน ให้ส่วนกลมครอบบริเวณที่หยดตัวอย่าง ใช้นิ้วกดแรงพอประมาณจนตัวอย่างกระจายเต็มวงกลม หลังจากนั้นยก spreader ขึ้น รอ 1-2 นาที เพื่อให้เจลแข็งตัวก่อนเคลื่อนย้ายแผ่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 32 (±1°C) เวลา 48 (±3ชั่วโมง) ตามวิธี AOAC official method 986.33 และ 989.10 โดยให้ด้านใสอยู่บน ทำการตรวจนับและรายงานผลในหน่วย logCFU/g.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. ใบรายงานผลการทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ คาเวียร์กะทิ (Coconut milk caviar)

ผู้ทดสอบ .....วันที่.....

คำแนะนำ ทดสอบผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของคาเวียร์กะทิ ตามคำอธิบายข้างล้างนี้ และกรุณาดื่มน้ำทุกครั้งหลังชิมตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง	
ลักษณะปรากฏ (Appearance)		
สี (Color)		
กลิ่น (Ordor)		
รสชาติ (Flavor)		
เนื้อสัมผัส (Texture)		
ความชอบโดยรวม (Overall liking)		

ข้อเสนอแนะ(suggestion)

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใบรายงานผลการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่

ผลิตภัณฑ์ คาเวียร์กะทิ (Coconut milk caviar)

ผู้ทดสอบ .....วันที่.....

ข้อแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และประเมินความแตกต่างรวมของตัวอย่างทั้งสองตามที่ท่านรู้สึกว่าตัวอย่างเหมือนกัน หรือตัวอย่างแตกต่างกัน โดยเขียนเครื่องหมาย x หน้าข้อความ (กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

.....ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน .....ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เหมือนกัน

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางสถิติที่ใช้กับวิธีทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างคู่

N	α		N	α	
	0.05	0.01		0.05	0.01
		-	16	13	14
2	-	-	17	13	15
3	-	-	18	14	15
4	-	-	19	15	16
5	-	-	20	15	17
6	6	-	21	16	17
7	7	-	22	17	18
8	8	8	23	17	19
9	8	9	24	18	19
10	9	10	25	18	20
11	10	11	26	19	20
12	10	11	27	20	21
13	11	12	28	20	22
14	12	13	29	21	22
15	12	13	30	21	23

ที่มา : ดัดแปลงจาก Meilgaardและคณะ, 1999

หมายเหตุ: จำนวนผู้ประเมินที่ตอบถูกต้องน้อยที่สุด (n) จากจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด (N) ในการวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (ความแตกต่างและความชอบ) ที่ α =0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ตำรับอาหารที่ประยุกต์ใช้คาเวียร์กะทิ

1. สปาเกตตี้หมึกดำทะเลกับซอสต้มยำ (Squid ink spaghetti sea food with tom yum sauce)

1.1 ส่วนผสม

เส้นสปาเกตตี้หมึกดำลวก	200	กรัม
ปลาแซลมอน	50	กรัมต่อชิ้น
หอยเชลล์	30	กรัมต่อชิ้น
หอยแมลงภู่นิวซีแลนด์	1	ตัว
ข่าสับ	15	กรัม
ตะไคร้สับ	15	กรัม
ใบมะกรูดสับ	15	กรัม
น้ำพริกเผา	20	กรัม
เห็ดนางรมหลวง	20	กรัม
กะทิ	150	กรัม
น้ำปลา	15	กรัม
มะนาว	15	กรัม
น้ำตาล	5	กรัม
น้ำมัน สำหรับผัดและเคลือบเส้น		
คาเวียร์กะทิ เห็ดหลินขาว หลินดำ เห็ดฟาง สำหรับตกแต่ง		

1.2 วิธีทำ

1.2.1 ต้มเส้นโดยใส่เกลือ 1-2 ช้อนชาเวลาในการต้มแล้วแต่ขนาดของเส้นและญี่ห้อ แนะนำให้ดูข้างซองเมื่อสุกแล้วใส่ลงในน้ำเย็นให้คลายร้อนรอไว้

1.2.2 ตั้งกระทะเทฟลอน ใส่น้ำมันเล็กน้อย นำเห็ดหลินดำ หลินขาว เห็ดฟาง ผัดให้สุก แล้วพักไว้ จากนั้นนำปลาแซลมอน หอยแมลงภู่และหอยเชลลงย่างพอสุก ตักขึ้นพักไว้

1.2.2 ใช้กะทะเดิมจากข้อ 1.2.1 โดยนำ ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด จนหอมตามด้วยเห็ดนางรมหลวง และน้ำพริกเผา แล้วใส่กะทิผัดส่วนผสมให้เข้ากัน พักไว้ให้เย็น และนำไปปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำมาตั้งไฟอีกครั้ง ปรุงรสด้วย น้ำปลา น้ำตาล และน้ำมะนาวตักขึ้นพักไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 จัดเสิร์ฟ โดยราดซอสต้มยำก่อน แล้ววางเส้นสปาเกตตี้หมึกดำ หอยแมลงภู่ ปลาหอยเชลล์ ตกแต่งด้วยเห็ดต่าง ๆ และเพิ่มสีสันด้วยคาเวียร์กะทิ วิธีรับประทานคลุกส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันก่อนรับประทานเพื่อให้ซอสเข้ากับเส้นและส่วนผสมอื่น ๆ

2. ข้าวห่อหมกกุ้งกับคาเวียร์กะทิ (Steamed rice with shrimp curry pudding and coconut milk caviars)

2.1 ส่วนผสม

พริกแกง	30	กรัม
ไข่ไก่	2	ฟอง
ไข่แดง	1	ฟอง
กะทิ	150	กรัม
แป้งข้าวเจ้า	1	ช้อนโต๊ะ
น้ำปลา	1	ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลโตนด	10	กรัม
เนื้อกุ้งสับหยาบ ๆ	200	กรัม
ส่วนผสมซอส		
พริกแกง	30	กรัม
กะทิ	100	กรัม
น้ำปลา	1	ช้อนชา
น้ำตาลโตนด	10	กรัม
แป้งข้าวเจ้า	1	ช้อนโต๊ะ

หัวกุ้งย่าง ข้าวสวย หอมแดง ตะไคร้ ผักชี ผักชนิดต่างๆ และคาเวียร์กะทิสำหรับตกแต่ง

2.2 วิธีทำ

2.2.1 นำพริกแกง ไข่ไก่ ไข่แดง กะทิ แป้งข้าวเจ้า ผสมให้เข้ากัน ปรุงรสด้วย น้ำปลา น้ำตาลโตนดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง พักไว้

2.2.2 นำกุ้งสับใส่ลงพิมพ์ทรงกระบอก แล้วค่อย ๆ เทส่วนผสมในข้อ 2.2.1 เพื่อไม่ให้เกิดฟอง แล้วนำไปนึ่ง โดยต้มน้ำในรังถึงนึ่งจนเดือด รองรังถึงนึ่งด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นค่อย ๆ วางพิมพ์ห่อหมกลงไปแล้วคุมด้วยผ้าขาวบางก่อนปิดฝานึ่งด้วยไฟปานกลาง 3-5 นาที แล้วลดไฟลง นึ่งต่ออีกประมาณ 15-20 นาที โดยเวลาจะขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใช้ (ทดสอบโดยใช้ไม้จิ้มฟันจิ้มลงไปที่ตรงกลางถ้วย ถ้าไม่มีเนื้อห่อหมกแสดงว่าสุกแล้ว) แล้วถอดพิมพ์และพักไว้บนตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ทำซอสเพื่อเคลือบห่อหมกโดย นำเครื่องแกงมาผัดกับกะทิให้หอมปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำปลาโตนด เค็ม หวานเล็กน้อย แล้วใส่แป้งข้าวเจ้ากวนจนแป้งสุก ซอสที่ได้จะมีลักษณะข้นหนืด แล้วนำราดบนห่อหมกที่สุกแล้ว

2.2.4 จัดเสิร์ฟ โดยวางข้าวสวยรองด้วยผักกะหล่ำปลีลวก และวางห่อหมกบนข้าว ตกแต่งจานด้วยซอส หอมแดง หัวกุ้ง และเพิ่มสีสันด้วยคาเวียร์กะทิ

3. ฟักทองแกงบวชจำศีล (pumpkin in coconut milk mousse)

3.1 ส่วนผสม

กะทิ	750	กรัม
น้ำเปล่า	375	กรัม
เกลือป่น	10	กรัม
น้ำตาลทราย	400	กรัม
ผงวุ้น	25	กรัม
ฟักทองหั่นเต๋าเล็ก	200	กรัม
น้ำตาลทราย(ส่วนที่2)	250	กรัม
น้ำเปล่า(ส่วนที่2)	500	กรัม
คาเวียร์กะทิ		

3.2 วิธีทำ

3.2.1 ต้มน้ำ (ส่วนที่ 2) ให้เดือดแล้วนำฟักทองต้มพอสุกใส่น้ำตาลทราย(ส่วนที่2) คนเบา ๆ ให้น้ำตาลละลาย และตักฟักทองขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ

3.2.2 น้ำเปล่าตั้งไฟให้เดือด แล้วใส่ผงวุ้นคนเบา ๆ ให้วุ้นละลาย จากนั้นใส่กะทิ ลดไฟอ่อน ใส่น้ำตาล เกลือ พอละลาย ยกลงกรองด้วยกระชอน

3.2.3 นำฟักทองที่เชื่อมแล้วใส่ลงในพิมพ์ทรงกลมที่เตรียมไว้ แล้วค่อย ๆ เทส่วนผสมวุ้นลงไป นำไปแช่เย็น รอให้วุ้นเซตตัว แล้วนำมาจัดเสิร์ฟ ตกแต่งด้วยช็อกโกแลต ฟักทองเชื่อม และคาเวียร์กะทิ

4. ข้าวเหนียวมะม่วงคาเวียร์กะทิ (mango and sticky rice with coconut milk caviars)

4.1 ส่วนผสม

ข้าวเหนียวเขี้ยวงู (เก่า)	500	กรัม
หัวกะทิ	250	กรัม
น้ำตาลทราย	270	กรัม
เกลือป่น	16	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะม่วงน้ำดอกไม้ 2 ลูก

คาเวียร์กะทิ

4.2 วิธีทำ

4.2.1 ล้างข้าวเหนียวจนน้ำที่ล้างใส แล้วแช่ข้าวเหนียวประมาณ 30 นาที

4.2.2 นำไปนึ่งประมาณ 30 นาที หรือจนสุก ยกลง

4.2.3 ผสมหัวกะทิ น้ำตาลทราย เกลือป่นยกขึ้นตั้งไฟ คนให้ละลาย แล้วยกลงพักไว้

4.2.4 นำข้าวเหนียวที่นึ่งสุกร้อน ๆ เทใส่อ่างผสม ใส่กะทิที่เตรียมไว้คนให้ทั่ว ปิดด้วยฟอยด์พักไว้ประมาณ 20 นาที ใช้พายไม้คนข้าวเหนียวให้ทั่ว ปิดพักไว้อีก 10 นาที

4.2.5 นำข้าวเหนียวมูนที่ได้มาปั้นเป็นซูชิวางมะม่วงที่ชิ้นบาง ๆ บนข้าวเหนียว ตกแต่งด้วยคาเวียร์กะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายพนม ทองมาก

วัน เดือน ปีเกิด 15 สิงหาคม 2528

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 93 หมู่ 3 ตำบลด่าน อำเภอกาบเชิง จังหวัดสุรินทร์
รหัสไปรษณีย์ 32210 โทรศัพท์มือถือ 087-9635527

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2556
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
พ.ศ. 2546	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนประสาทวิทยาคาร อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557	ผู้ช่วยสอน ประจำหลักสูตรอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือนมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง
พ.ศ. 2552	พ่อครัว ตำแหน่ง Commis II แผนกครัวเบเกอรี่ บริษัท อิมแพ็คเอ็กซิบิชั่น จำกัดเมืองทองธานี
พ.ศ. 2551	ผู้ช่วยพ่อครัว แผนกครัวเบเกอรี่ โรงแรมอโนมา กรุงเทพฯ

การนำเสนองาน ลักษณะทางกายภาพของคาเวียร์กะทิที่เป็นผลมาจากความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตและแหล่งของแคลเซียมที่ใช้ในการขึ้นรูปทรงกลม การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 22-23 พฤษภาคม 2557 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้