



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุ
Ready-to-Eat Breakfast in Hermetically Sealed Container
for the Elderly

โดย

น้อมจิตต์ สุธิบุตร

เปรมระพี อู๋มาวีร์หิรัญ

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สิงหาคม 2568

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุ
Ready-to-Eat Breakfast in Hermetically Sealed Container
for the Elderly

โดย

น้อมจิตต์ สุธิบุตร

เปรมระพี อูยามาวิรัชญ์

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สิงหาคม 2568

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุ

น้อมจิตต์ สุธีบุตร เปรมระพี อูยามาวิริทธิ์ และเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุเพื่อพัฒนาสูตรอาหารเข้าที่มีไข่ขาวเป็นองค์ประกอบหลักให้มีรสชาติและลักษณะที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวอกไก่ และซุปไข่ขาวผัก ผลการพัฒนาแต่ละผลิตภัณฑ์มีไข่ขาวร้อยละ 30 ร้อยละ 14 และร้อยละ 13 ตามลำดับ เพื่อให้ทุกผลิตภัณฑ์มีโปรตีนคุณภาพจากไข่ขาว ซุปไข่ขาวอกไก่เพิ่มโปรตีนจากอกไก่ที่มีไขมันต่ำ ซุปไข่ขาวผักมีโปรตีนจากไข่ขาวและใยอาหารจากผักเป็นสูตรที่ไม่มีเนื้อสัตว์และไขมันต่ำ ผลการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับอาหารเข้าพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์แบบก้นตั้ง ขนาด 120 x 200 x 35 mm น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม ฆ่าเชื้อที่ความร้อนสูงด้วยเครื่อง water spray retort ที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที ผลการศึกษการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ คำนวณค่า F0 มีค่าเท่ากับ 6.01 6.56 และ 6.22 นาที ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) ภายหลังการผ่านความร้อนสูง ค่าสีของทุกผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น (ค่า L* ลดลง และมีค่า a* และ b* สูงขึ้น) ความชื้นลดลง ความคงตัวของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ไหลได้เร็วขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ผ่านการให้ความร้อนสูง ยกเว้นด้านกลิ่นไข่และรสชาติไข่ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนสูงมีคะแนนความชอบลดลง ($p < 0.05$) ผลการทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ (Sterility test) ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Flat sour bacteria ชนิด Thermophile และ Mesophile, Thermophilic anaerobes, mesophilic anaerobes ของทุกผลิตภัณฑ์ผ่านเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวอกไก่ และซุปไข่ขาวผัก มีโปรตีนร้อยละ 22.3 22.0 และ 18.2 ตามลำดับ มีไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.2 ซุปไข่ขาวผักมีใยอาหารร้อยละ 4.8 ซึ่งทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มีโปรตีนสูงและไขมันต่ำเป็นคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการทางโภชนาการของผู้สูงอายุ อีกทั้งมีลักษณะขึ้น ย่อยง่าย รับประทานง่าย สะดวกสำหรับผู้สูงอายุและยังเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคทั่วไปที่รักสุขภาพอีกด้วย

คำสำคัญ: อาหารเข้า, ไข่ขาว, โปรตีนสูง, โภชนาการผู้สูงอายุ, รีทอร์ทเพ้าซ์

Ready-to-Eat Breakfast in Hermetically Sealed Container for the Elderly

Nomjit Suteebut Premraphi Ooaymaweerahirun and Kasarin Pedcharat

Abstract

Development of ready-to-eat breakfast products in hermetically sealed container for the elderly to develop breakfast recipes with egg whites as the main ingredient to have the right taste and characteristics for the elderly. The 3 products, including egg white porridge, chicken breast egg white soup and vegetable egg white soup. The results of the development of each product contain 30 percent, 14 percent and 13 percent egg whites respectively to ensure that all products have quality protein from egg whites, chicken breast egg white soup with low fat chicken breast protein, vegetable egg white soup with egg white protein and vegetable fiber in a meat-free and low-fat formula. Results of the study of the appropriate sterilization process for ready-to-eat breakfast packaged in a stand-up pouch retort bag size 120 x 200 x 35 mm, weight 200 grams, sterilized at high heat with a water spray retort machine at a temperature of 115 °C for 35 minutes. After high heat treatment, the color value of all products is darker (L^* value decreases, and a^* and b^* values increase), viscosity decreases, and the stability of all 3 products flows faster. The sensory test results of all three products are likely to receive higher preference scores than products that have not been subjected to high heating. Except for the egg smell and egg taste of the products that have been subjected to high heat, there is a decrease in the preference score ($p < 0.05$). The results of the sterility test include the total microbial content, flat sour bacteria of Thermophile and Mesophile, Thermophilic anaerobes, and mesophilic anaerobes of all products that meet the criteria of the Ministry of Public Health. Subject: Food in sealed containers, nutritional value of egg white porridge, chicken breast egg white soup and vegetable egg white soup contain 22.3%, 22.0 and 18.2 percent protein, respectively. Low fat

content of only 0.2 percent. Vegetable egg white soup contains 4.8% dietary fiber, of which all 3 products are high in protein and low in fat, which is in line with the nutritional needs of the elderly. It is convenient for the elderly and also suitable for health-loving consumers.

Keywords: Breakfast, Egg White, High Protein, Nutrition for the Elderly, Retort Pouch



กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุ สำเร็จด้วยได้รับความอนุเคราะห์งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) จากกองทุนวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร ประจำปีงบประมาณ 2567

งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ด้วยได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายด้วยกัน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ให้ใช้สถานที่ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการเพื่อดำเนินงานวิจัยและตรวจวิเคราะห์ ขอขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการเป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส ให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม เก็บข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณงานวิจัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย และงานการเงิน คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการอำนวยความสะดวก ประสานงานการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

คณะผู้วิจัยหวังว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ ประกอบการและชุมชนให้สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญ	(5)
สารบัญภาพประกอบ	(7)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญแผนภูมิ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 อาหารเช้า	6
2.2 ไข่ขาว	8
2.3 เนื้อมูไก่	12
2.4 ผู้สูงอายุและอาหารสำหรับผู้สูงอายุ	14
2.5 อาหารปรุงสำเร็จในภาชนะบรรจุปิดสนิท	24
2.6 การแปรรูปอาหารด้วยความร้อนสูง	31
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
3.1 วัตถุประสงค์ เครื่องมือ อุปกรณ์	48
3.2 วิธีการทดลอง	51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	62
4.1 ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว	62
4.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปพร้อมบริโภค	65
4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง	68
4.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว	76
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	78
5.1 สรุปผล	78
5.2 ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	84
ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี	85
ข การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	93
ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	105
ง ประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ 355 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท	107
ประวัติย่อผู้วิจัย	114

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบภายในไข่	8
2.2 โครงสร้างของรีทอร์ทเพ้าซ์	38
3.1 ส่วนผสมของน้ำสต็อกผัก	52
3.2 ส่วนผสมของโจ๊กไข่ขาว	53
3.3 ส่วนผสมของซูปไข่ขาวอกไก่	54
3.4 ส่วนผสมของซูปไข่ขาวผัก	55
3.5 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว	58
4.1 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวบรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที	65
4.2 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวอกไก่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที	66
4.3 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวผักบรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที	66
4.4 ลักษณะปรากฏของโจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)	68
4.5 ลักษณะปรากฏของซูปไข่ขาวอกไก่ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)	68
4.6 ลักษณะปรากฏของซูปไข่ขาวผักที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)	68

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณโปรตีนอัลบูมินในไข่ขาว	9
2.2 ร้อยละของประชากรที่มีอายุคาดเฉลี่ยแรกเกิดในปี ค.ศ. 2013 (พ.ศ. 2556)	16
2.3 ปริมาณสารอาหารชนิดต่างๆ ที่ผู้สูงอายุควรได้รับประจำวัน	23
2.4 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรีทอร์ตแพคเกจ	39
2.5 สมบัติของวัสดุสำหรับ retort pouch	41
3.1 สูตรน้ำสต็อกผัก	52
3.2 สูตรโจ๊กไข่ขาว	53
3.3 สูตรซूपไข่ขาวอกไก่	54
3.4 สูตรซूपไข่ขาวผัก	55
4.1 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน	63
4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซूपไข่ขาวอกไก่ที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน	63
4.3 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซूपไข่ขาวผัก	64
4.4 ค่า F0 ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวจากสภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เวลา 35 นาที	67
4.5 ค่าสีและความหนืดของโจ๊กไข่ขาวที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง	69
4.6 ค่าสีและความหนืดของซूपไข่ขาวอกไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง	69
4.7 ค่าสีและความหนืดของซूपไข่ขาวผักที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง	70
4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ	71
4.9 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซूपไข่ขาวอกไก่ก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ	72
4.10 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซूपไข่ขาวผักก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้ข้าวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า	74
4.12	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซูบไส้ข้าวอกไก่ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า	74
4.13	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซูบไส้ข้าวผักในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า	75
4.14	สารอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไส้ข้าว	76



สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1.1	กรอบการวิจัย	4
3.1	ขั้นตอนการผลิตซูโม่ข้าวสำเร็จรูปในภาชนะปิดสนิท	57



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาหารเข้าเป็นมื้ออาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของสมองและร่างกาย โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานแรกเริ่มหลังจากการนอนหลับในช่วงกลางคืน งานวิจัยจำนวนมากระบุว่า การรับประทานอาหารเช้าอย่างสม่ำเสมอมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ความจำ และสมาธิในการเรียนรวมทั้งยังช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานในผู้ใหญ่ (Adolphus et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการควบคุมน้ำหนักตัวและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ จกกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น เบาหวานชนิดที่ 2 โรคหัวใจ และหลอดเลือด (Timlin & Pereira, 2007) ในประเทศไทย อาหารเข้าที่นิยมบริโภค ได้แก่ โจ๊ก ข้าวต้ม และอาหารที่ทำจากไข่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย มีราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการทำงานของร่างกาย (กรมอนามัย, 2561)

ปัจจุบันผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนและสัดส่วนของวัยนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการได้รับอาหารที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาความแข็งแรงของผู้สูงอายุ ลดโอกาสการเกิดโรคเรื้อรัง ทำให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ตามปกติ อย่างไรก็ตาม ผู้สูงอายุมักประสบปัญหาขาดสารอาหารหรือได้รับสารอาหารไม่เหมาะสมส่งผลให้สุขภาพร่างกายเสื่อมลง กระทั่งต่อสมรรถภาพด้านร่างกายและจิตใจ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะด้านเกี่ยวกับอาหารที่ต้องให้ความสำคัญในการผลิตอาหารอย่างเหมาะสม สมสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเตรียมพร้อมรับมือการเป็นสังคมผู้สูงอายุ อาหารที่ควรได้รับควรเป็นกลุ่มให้โปรตีนซึ่งเป็น สารอาหารหลักที่ผู้สูงอายุมักขาดเนื่องจากผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์ลดลงเนื่องจากเคี้ยวและย่อยยาก และอาจบริโภคคนมน้อยลง ประกอบกับผู้บริโภคจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถรับประทานโปรตีนจากนมได้เนื่องจากมีภาวะย่อยน้ำตาลแล็กโทสบกพร่อง และเมื่ออายุที่มากขึ้นจะพบอาการลักษณะนี้มากขึ้น ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้า โดยเลือกใช้ไข่ขาวเป็นวัตถุดิบหลักเป็นแหล่งโปรตีน และมีไขมันต่ำ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคผู้สูงอายุ โดยเลือกพัฒนาเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน โดยใช้กระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนสูง (Thermal Processing)

บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 420 โดยเลือกบรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าช์ หรือบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว เพื่อให้สามารถวางเก็บในอุณหภูมิห้องได้ สะดวกกับการใช้งานและไม่ต้องกังวลเรื่องอายุการเก็บรักษาเพราะสามารถเก็บได้นานอย่างน้อย 6 เดือน - 1 ปี เป็นการสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ และโอกาสในการแข่งขันในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังตอบสนองต่อความนิยมการบริโภคอาหารที่สะดวกในการรับประทานอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรตำรับและกระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปจากไข่ขาวสำหรับผู้สูงอายุ และประเมินความพึงพอใจต่อลักษณะผลิตภัณฑ์เนื้อสัมผัส และรสชาติของอาหารสำหรับผู้สูงอายุที่มีสัดส่วนของประชากรเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรที่กำลังเกิดขึ้นนั้น ทำให้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยสมบูรณ์ (Complete Aged Society) ในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบสำคัญที่มีผลต่อสังคมไทยอย่างมากนั่นคือ การมีผู้สูงอายุมากกว่าเด็ก ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากจำนวนอัตราการเกิดน้อยลงในขณะที่ผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้รายได้ของประเทศลดลงจนอาจเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ อีกปัญหาหนึ่งคือเมื่อถึงวัยสูงอายุสภาพร่างกายและจิตใจมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยสภาพร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อม เช่น มวลเนื้อเยื่อซึ่งได้แก่ มวลกล้ามเนื้อ มวลเนื้อเยื่อของอวัยวะภายใน มวลกระดูก และน้ำในร่างกายลดลง แต่สัดส่วนของไขมันมากขึ้น การที่มีมวลเนื้อเยื่ออวัยวะภายในลดลงนั้นทำให้การทำงานของอวัยวะภายในต่างๆ โดยเฉพาะ หัวใจ ปอด ไต ตับ และสมองลดลงด้วย การทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกายโดยเฉพาะระบบภูมิคุ้มกันก็เสื่อมถอยลง ซึ่งจะก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคกระดูกพรุน เป็นต้น (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557) จึงจำเป็นที่ผู้สูงอายุต้องได้รับผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานได้ง่าย มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนและที่สำคัญเมื่อรับประทานแล้วจะไม่ทำให้เกิดโทษหรืออันตรายกับร่างกาย ปัจจุบันทั่วโลกกำลังตื่นตัวกับกระแสรักสุขภาพ ทำให้ธุรกิจด้านสุขภาพต่างๆ มีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง การหันมาใส่ใจสุขภาพ นโยบายของรัฐในการส่งเสริมธุรกิจด้านสุขภาพ และประกอบกับการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐาน สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลทำให้ธุรกิจด้านอาหารสุขภาพได้รับความสนใจ อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เพราะคนทุกคนต้องรับประทานอาหาร แล้วในปัจจุบันรูปแบบของอาหารถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องทั้งประยุกต์ปรุงแต่งให้เข้ากับยุคสมัย และความนิยมของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว มีรสชาติดี ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาอาหารในรูปแบบของอาหารปรุงสำเร็จพร้อมรับประทานที่ตอบรับกับชีวิตของคนเมืองที่เต็มไปด้วยความเร่งรีบ

ผู้สูงอายุมีปัญหาสุขภาพหลายด้าน ดังนั้น จึงต้องจัดอาหารให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ อาทิ จัดเตรียมอาหารที่รับประทานง่าย เคี้ยวง่าย ในกรณีที่ผู้สูงอายุไม่สามารถเคี้ยวได้ อาจจะให้ทานอาหารประเภทซूप โจ๊ก ข้าวต้ม ความสามารถในการรับรสบนลิ้น การแยกแยะรสหวาน เค็ม เปรี้ยว ขม และการรับกลิ่น ที่เสื่อมถอยเมื่ออายุมากขึ้น ก็จะทำให้รู้สึกละโม้ ไม่อร่อย ทำให้ไม่อยากอาหาร จึงต้องปรับรสชาติอาหารให้พอดีกับความชอบของผู้สูงอายุ การปรุงอาหารที่มีรสเค็ม หรือรสเปรี้ยวอ่อนๆ จะช่วยกระตุ้นการขับน้ำย่อย และน้ำลาย ทำให้เกิดความรู้สึกเจริญอาหารมากขึ้น และอาจคิดเมนูอาหารใหม่ๆ เพื่อกระตุ้นความอยากอาหาร ปัญหาการย่อย และการดูดซึมอาหาร จึงควรจัดเตรียมอาหารที่เหมาะสม โดยอาหารต้องอ่อนนุ่มหรือปรุงให้นิ่ม หลีกเลี่ยงอาหารที่ย่อยยาก และต้องมีการรับประทานอาหารครบถ้วน 5 หมู่ และควรรับประทานในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ปริมาณอาหารของแต่ละมื้อควรลดลงแต่กินให้บ่อยขึ้นเพื่อช่วยให้การย่อยอาหารสะดวก อาจจัดเป็น 4-5 มื้อก็ได้

ดังนั้นด้วยความพร้อมของวัสดุครุภัณฑ์ที่คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มีเครื่องฆ่าเชื้อด้วยความร้อนชนิดพ่นฝอย ซึ่งสามารถใช้ทำการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ชนิดอ่อนตัวได้ เช่น ถักริธอร์ท แพ้ช และองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และการพัฒนาตำรับสูตรอาหารของนักวิจัยในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จึงทำให้สนใจในการทำวิจัยนี้ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำหรับผู้สูงอายุโดยมีส่วนประกอบหลักเป็นไข่ขาว ซึ่งมีโปรตีนสูงและไขมันต่ำ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ทำให้เป็นทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค เหมาะสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้บริโภคทั่วไปในสังคมปัจจุบันที่ต้องการความสะดวกในการบริโภค

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรตำรับอาหารเข้าจากไข่ขาวที่มีรสชาติและลักษณะที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนและขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับตำรับอาหารเข้าจากไข่ขาวที่มีรสชาติและลักษณะเหมาะสมกับผู้สูงอายุ
- 1.2.3 เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ (Nutrition Facts) และสารสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว สำเร็จรูปต้นแบบสำหรับผู้สูงอายุ
- 1.2.4 เพื่อทดสอบคุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ ในบรรจุภัณฑ์ถักริธอร์ทแพ้ชที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

1.3 กรอบการวิจัย



แผนภูมิที่ 1.1 กรอบการวิจัย

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตทางด้านวัตถุดิบในการทดลอง

- ใช้ไข่ขาวของไข่ไก่สดในการผลิตอาหารเข้าจากไข่ขาว
- อาหารเข้าจากไข่ขาว พัฒนาจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่
โจ๊กไข่ขาว โปรตีนจากไข่ขาว
ซูบไข่ขาวอกไก่ โปรตีนจากไข่ขาวและอกไก่
ซูบไข่ขาวผัก โปรตีนจากไข่ขาวและผัก

1.4.2 ขอบเขตทางด้านประชากร

- ผู้ทดสอบชิมในระหว่างการพัฒนาสูตร เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยี
คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 50 คน
- ผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาสุดท้าย เป็นผู้สูงอายุที่สามารถทำกิจวัตรและ
รับประทานอาหารได้ตามปกติ มีอายุระหว่าง 60-70 ปี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคสำหรับผู้สนใจ
- 1.5.2 กลุ่มผู้ประกอบการที่สนใจ สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการค้าได้
- 1.5.3 เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์อาหารจากไข่ขาวเพื่อสุขภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิจัย ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 อาหารเข้า

2.1.1 ความสำคัญ

อาหารเข้าเป็นมื้ออาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของสมองและร่างกาย โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานแรกเริ่มหลังจากการอดอาหารในช่วงกลางคืน งานวิจัยจำนวนมากระบุว่า การรับประทานอาหารเข้าอย่างสม่ำเสมอมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ความจำ และสมาธิในเด็กและวัยรุ่น รวมทั้งยังช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานในผู้ใหญ่ (Adolphus et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการควบคุมน้ำหนักตัวและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเมตาบอลิก เช่น เบาหวานชนิดที่ 2 และโรคหัวใจและหลอดเลือด (Timlin & Pereira, 2007) ในประเทศไทย อาหารเข้าที่นิยมบริโภค ได้แก่ โจ๊ก ข้าวต้ม และอาหารที่ทำจากไข่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย มีราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการทำงานของร่างกาย (กรมอนามัย, 2561)

2.1.2 โจ๊ก

โจ๊กเป็นอาหารเข้าชนิดหนึ่งที่ทำจากข้าวเจ้า หุงด้วยน้ำจนมีลักษณะข้นเหนียว แล้วใส่เนื้อสัตว์ เช่น หมู ไก่ หรือปลา และนิยมเติมไข่สดลงไปเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ไข่ถือเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน (Sadeghi et al., 2018) นอกจากนี้ยังอุดมด้วยโคลีน (choline) ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบประสาทและสมอง โดยเฉพาะในเด็กและสตรีมีครรภ์ (Zeisel & da Costa, 2009) การบริโภคโจ๊กในมื้อเช้าช่วยให้ร่างกายได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนในข้าวซึ่งสามารถย่อยและดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว เสริมด้วยโปรตีนและไขมันที่ช่วยชะลอการย่อย ทำให้ผู้บริโภคมั่นานขึ้น ลดความอยากอาหารระหว่างวัน (Clayton et al., 2015) อีกทั้งยังเหมาะสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาในการเคี้ยวอาหาร เนื่องจากโจ๊กมีลักษณะอ่อนนุ่มและย่อยง่าย

2.1.3 ซุป

ซุป (Soup) หมายถึง น้ำแกง หรือน้ำที่ได้จากการต้มเคี่ยวเนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ หรือผัก เช่น ซุปไก่, ซุปข้าวโพด, ซุปเห็ด, ซุปมะเขือเทศ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) ซุป เป็นอาหารที่มีลักษณะเหลว นิยมรับประทานร้อน (มีบางรูปแบบที่รับประทานเย็น) เกิดจากการปรุง ส่วนประกอบที่หลากหลาย เช่น เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ผัก น้ำ น้ำสต็อก หรือของเหลวอื่นๆ โดยหลักๆ ซุปแบ่งตามลักษณะความเข้มข้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ซุปใส (Clear Soup) และ ซุปข้น (Thick Soup)

ซุปใส (Clear soup) เป็นซุปที่มีลักษณะใส ไม่ข้น ซึ่งทำมาจากน้ำสต็อกใส และสามารถเสิร์ฟเพียงน้ำซุปใส หรืออาจมีเนื้อซุปที่เป็นเนื้อสัตว์หรือผักลอยอยู่ในน้ำซุปได้

ซุปข้น (Thick Soup) เป็นซุปที่มีเนื้อสัมผัสลักษณะข้น แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่

1) ครีมซุป (Cream Soup) ซุปเนื้อครีมที่ข้นด้วยส่วนประกอบ ซอสเบ้งรุส (Roux-Based Sauce) อันได้แก่ ซอสเบชาเมล (Bechamel) หรือซอสเวอลูเต (Veloute) ซุปประเภทนี้เหมาะกับผักที่มีไฟเบอร์สูงและมีลักษณะที่เป็นแป้งดำ เช่น บร็อกโคลี เห็ด ผักโขม หน่อไม้ฝรั่ง จึงต้องอาศัยความข้นจากส่วนผสมของแป้งและไขมัน โดยทั่วไปจะได้แก่ แป้งเอนกประสงค์ และ เนย ซึ่งนำมารวมกันเราจะเรียกว่า รุส (Roux)

2) ซุปผักบด (Puree Soup) ซุปเนื้อข้นจากการปั่นบดส่วนประกอบ ผักที่นิยมใช้ในซุปประเภทนี้ได้แก่ มันฝรั่ง ฟักทอง แครอท มันฝรั่ง เป็นต้น ซุปประเภทนี้เหมาะกับ ผักที่มีแป้งสูง ส่วนประกอบที่เป็นของเหลวที่ใช้จะเป็นน้ำสต็อกที่มีสีอ่อน เช่น สต็อกไก่ สต็อกผัก หรือ สต็อกปลา ในขั้นตอนสุดท้ายสามารถตกแต่งด้วยน้ำมันมะกอก หรือ ครีมได้

3) ซุปบิสก์ (Bisque) ซุปที่มีส่วนผสมของสัตว์จำพวกกุ้งและเนื้อปู สัมผัสหนาดด้วยส่วนผสมของข้าวหรือ แป้งรุส (Roux)

4) ซุปขาวเดอร์ (Chowder) แบบดั้งเดิมนั้นเป็นซุปที่มีส่วนผสมของ กุ้ง หอย ปู หรือปลา ข้นด้วยเกร็ดขนมปัง หรือ แครกเกอร์ ที่ไม่มีส่วนผสมของไขมัน (Water Crackers) แต่ปัจจุบัน ซุปจะถูกทำให้ข้นด้วยแป้งรุส (Roux) ในนิวซีแลนด์ จะหมายถึง ซุปครีมเนื้อหนามีส่วนผสมข้นเล็กน้อยอยู่ในเนื้อซุปด้วย เช่น มันฝรั่ง ข้าวโพด แครอท และเชอร์รี่ เป็นต้น

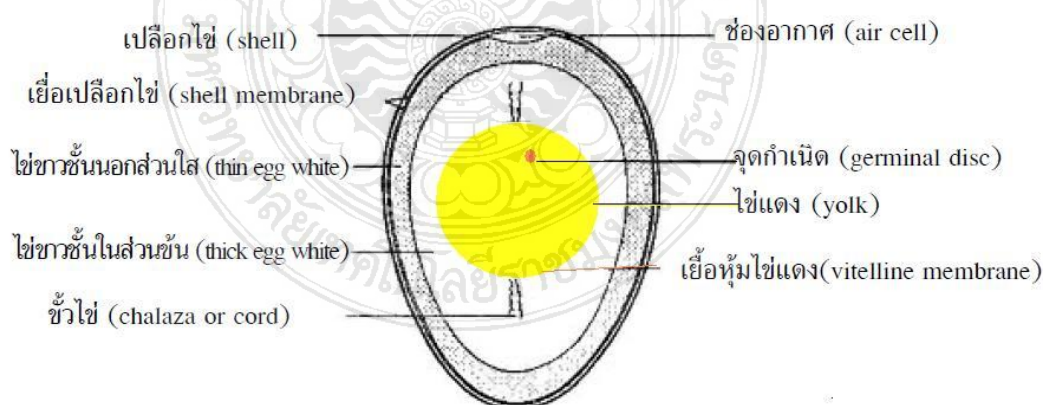
2.1.4 ซุปไข่ขาว

ไข่ขาวเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี มีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน แต่ไม่มีไขมันและคอเลสเตอรอล จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือผู้ที่มีการสะสมไขมันในเลือดสูง (Mine, 2008) งานวิจัยพบว่าการบริโภคโปรตีนจากไข่ขาวช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญและเสริมสร้างกล้ามเนื้อ โดยไม่ก่อให้เกิดการสะสมไขมัน (Murakami et al., 2019) ซุปไข่ขาวเป็นอาหารเข้าที่ตอบโจทย์ด้านสุขภาพ

เนื่องจากสามารถปรุงด้วยวัตถุดิบที่มีพลังงานต่ำ เช่น ผัก หรือน้ำซุ๊ปผัก โดยไม่ต้องใช้ไขมันมาก การบริโภคซุ๊ปไข่ขาวจึงให้โปรตีนที่เพียงพอต่อการทำงานของร่างกาย ในขณะที่ยังช่วยลดพลังงานส่วนเกินที่อาจนำไปสู่โรคอ้วนและโรคเมตาบอลิก (Wolfram, 2016)

2.2 ไข่ขาว

2.2.1 องค์ประกอบของไข่ขาว ไข่ขาว (egg white) เป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่มีความสำคัญต่อโภชนาการและสุขภาพ โดยประกอบด้วยน้ำประมาณ 88–90% และโปรตีนราว 10–12% โดยไม่มีไขมันและคอเลสเตอรอล ซึ่งทำให้ไข่ขาวเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคในกลุ่มผู้ที่ต้องการโปรตีนสูงแต่ควบคุมพลังงานและไขมัน (Mine, 2008; Abeyrathne, Lee, & Ahn, 2013) ส่วนประกอบภายในไข่มีอยู่ประมาณร้อยละ 58 ของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ไข่ขาวเป็นส่วนของเหลวชั้นหนืด (firm) ล้อมรอบไข่แดง ไข่ขาวชั้นนอกส่วนใส (thin egg white) เป็นไข่ขาวที่เป็นของเหลวใส (clear) โปร่งแสง (transparent) ล้อมรอบไข่ขาวชั้นนอกส่วนข้น (thick egg white) ส่วนของเหลวชั้นหนืดอีกชั้นหนึ่ง ไข่ขาวมีส่วนประกอบหลักคือน้ำ ไข่ขาวมีความชื้นร้อยละ 87-89 ไข่ขาว มีไขมันน้อยมาก ลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวชั้น เกิดจากการโบไฮเดรตโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนคุณภาพดีที่สุด มีกรดแอมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ครบทุกชนิด



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบภายในไข่

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนพานนท์ (2556)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณโปรตีนอัลบูมินในไข่ขาว

Albumin protein	Content (%)
Ovalbumin	54.0
Ovotransferin (Conalbumin)	12.0
Ovomucoid	11.0
Ovomucin	3.5
Lysozyme	3.4
Ovoglobulin G2	4.0
Ovoglobulin G3	4.0
Ovomacroglobulin	0.5
Ovoglobulin G2	1.0
Flavoprotein	0.8
Ovoinhibitor	1.5
Avidin	0.5
Cystatin	0.05

ที่มา: Yamamoto et al.(1996)

โปรตีนในไข่ขาวเป็นแอลบูมิน (albumin) ประกอบด้วย

1) โอวัลบูมิน (ovalbumin) เป็นโปรตีนที่มีมากที่สุดในไข่ขาว มีอยู่ประมาณร้อยละ 54 ของน้ำหนักโปรตีนในไข่ขาวจัดเป็น ฟอสโฟไกลโคโปรตีน (phosphoglycoprotein) มีโครงสร้างเป็นสายพอลิเพปไทด์ที่มีหมู่ฟอสเฟตและคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบ มีจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) ที่ pH 4.6 และจะตกตะกอนที่ pH 4.6-4.8 ทนความร้อนได้ดี

2) คอนอัลบูมิน (conalbumin) มีประมาณร้อยละ 13 ของโปรตีนในไข่ขาว มีจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) ที่ pH 6.6 เป็นโปรตีนที่ทนต่อความร้อนได้น้อยกว่าโอวัลบูมิน แต่สูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ได้เร็วกว่าโอวัลบูมิน

3) โอโวมิวคอยด์ (ovomucoid) พบประมาณร้อยละ 1.2 ของโปรตีนในไข่ขาว มีจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) ที่ pH 3.9-4.3 ในสภาวะที่เป็นกรดจะทนความร้อนได้ดี แต่จะสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนอย่างรวดเร็วถ้าอยู่ในสารละลายต่าง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็น

ไกลโคโปรตีนที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเอนไซม์ทริปซิน สามารถยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน (trypsin inhibitor) ซึ่งเป็นเอนไซม์โปรตีเอส (protease) มีหน้าที่ไฮโดรไลซ์โปรตีน

4) ไลโซโซม (lysosome) พบประมาณ ร้อยละ 3.5 ของโปรตีนในไข่ขาว มีจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) ที่ pH 10.7 เป็นเอนไซม์ ที่สามารถทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่มีการปนเปื้อนเข้ามาในฟองไข่ได้ มีสมบัติเป็นสารกันเสีย (preservative) แต่จะถูกทำลายได้ด้วยความร้อนจากการหุงต้ม (cooking) หรือ การพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 63.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

5) โอโวอินฮิบิเตอร์ (ovoinhibitor) มีความเฉพาะเจาะจงกับเอนไซม์ทริปซิน ไคโมทริปซิน ซับทิลซิน และเอนไซม์โปรตีเอสจาก *Aspergillus oryzae*

6) ซิสตาติน (cystatin) หรือสารยับยั้งเอนไซม์ปาเปน มีความเฉพาะเจาะจงต่อเอนไซม์ปาเปน และฟิซิน

2.2.2 การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไข่ขาว

โปรตีนแอลบูมินในไข่ขาว สูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ได้ง่ายด้วยความร้อน การสุกของไข่ขาวด้วยความร้อน ทำให้ไข่ขาวเหลว แข็งตัว เกิดลักษณะเป็นเจล (gel) แข็ง ซึ่งจะย้อนกลับคืนไม่ได้ (thermoirreversible gel) ไข่ขาวสุกซึ่งแข็งตัว มีสีขาวขุ่น ร่างกายจะย่อยได้ง่ายกว่าไข่ขาวดิบ ไข่ขาวยังสูญเสียสภาพธรรมชาติได้ด้วยการปรับ pH เช่น การผลิตไข่เยี่ยวม้ามีการดอง หรือพอกไข่ด้วยด่าง ทำให้ไข่ขาวมีค่า pH สูงขึ้น เป็น 9-12 ทำให้ไข่ขาวสูญเสียสภาพธรรมชาติ มีลักษณะเป็นเจลใส และไข่แดงมีลักษณะเป็นเป็นยางมะตูม (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยารัตนาปนนท์, 2568)

2.2.3 สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนไข่ขาว

โปรตีนหลักในไข่ขาว ได้แก่ โอวาลบูมิน (ovalbumin) โอวอโททรานสเฟอร์ริน (ovotransferrin) โอวาลบูมินไลโซไซม์ (lysozyme) และโอวามูซิน (ovomucin) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อสมบัติทางฟังก์ชันของอาหาร เช่น การกักเก็บอากาศ การเกิดโฟม และการสร้างเจล ทำให้ไข่ขาวถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ขนมอบ ขนมหวาน และผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Kovacs-Nolan, Phillips, & Mine, 2005) คุณค่าทางโภชนาการของไข่ขาวสะท้อนถึงกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนและมีค่าชีวภาพสูง โดยมีกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น ลิวซีน (leucine) และไลซีน (lysine) ซึ่งมีบทบาทต่อการสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ การทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกาย การบริโภคไข่ขาวจึงเหมาะสมกับผู้สูงอายุ นักกีฬา และผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (Yang, Shu, & Zhang, 2017)

สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน (functional properties of protein) จากไข่ขาวที่สำคัญ ได้แก่

1) การเกิดโฟม (Foaming) การทำงาน เมื่อตีไข่ขาวด้วยแรงกล โปรตีนในไข่ขาวจะเสียสภาพธรรมชาติ (Denature) คลายตัว และกักเก็บอากาศไว้ภายใน ทำให้เกิดฟองโปร่งฟู การประยุกต์ใช้ เป็นส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น เค้ก และมูส เพื่อให้เกิดความเบา ฟู ปังจืดที่ส่งผล ความเข้มข้นของโอออน เกลือ เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ สามารถช่วยให้โฟมมีความคงตัว และอยู่ตัวได้นานขึ้น

2) การเกิดเจล (Gelling) การทำงาน โปรตีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายสามมิติที่ซับซ้อน สามารถกักเก็บน้ำและส่วนผสมอื่นๆ ไว้ภายในได้ การประยุกต์ใช้ ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่หลากหลาย เช่น ขนมหวานที่ต้องมีการเซ็ตตัว

3) การทำตกตะกอน (Clarifying) การทำงาน โปรตีนในไข่ขาวสามารถจับกับโมเลกุลอื่นๆ ทำให้เกิดการตกตะกอน และช่วยให้ของเหลวที่ขุ่นมัวมีความใสมากขึ้น การประยุกต์ใช้ ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์เพื่อทำให้ไวน์ใสขึ้น ลดความฝาด

4) การเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier): ไข่ขาวมีศักยภาพในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้ในระดับต่ำ แต่มีคุณสมบัติที่หลากหลายและสามารถปรับปรุงได้

5) การต้านอนุมูลอิสระ โปรตีนบางชนิดในไข่ขาวมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ

6) คุณสมบัติทางชีวภาพ (bioactive properties) ไข่ขาวมีโปรตีนบางชนิดที่มีฤทธิ์ต้านไวรัสและทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น การต้านจุลชีพ การต้านอนุมูลอิสระ และการควบคุมความดันโลหิต ซึ่งเกิดจากเปปไทด์ที่ถูกย่อยออกมาจากโปรตีน เช่น เปปไทด์จากโอโวทรานสเฟอร์ริน และไลโซไซม์ มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Abeyrathne, Lee, & Ahn, 2013; Liu et al., 2018).

งานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า ไข่ขาวสามารถใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารฟังก์ชัน (functional food) และอาหารทางการแพทย์ (medical food) โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบสำหรับผู้ป่วยโรคไต และผู้ที่มีความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากไม่มีไขมันและคอเลสเตอรอล (Mine & Kovacs-Nolan, 2006)

ดังนั้น ไข่ขาวไม่เพียงเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง แต่ยังมีบทบาททั้งในด้านโภชนาการ สุขภาพ และการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการบริโภคอาหารโปรตีนสูง และอาหารฟังก์ชันในปัจจุบัน

2.3 เนื้ออกไก่ (chicken breast)

2.3.1 องค์ประกอบของอกไก่

อกไก่ เป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่ได้รับความนิยมทั้งในผู้บริโภคทั่วไป นักกีฬา และผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีไขมันต่ำ ไม่มีคาร์โบไฮเดรต และให้กรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนตามนิยาม “complete protein” ของแหล่งโปรตีนจากสัตว์ งานวิจัยด้านโภชนาการและวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้ขยายความเข้าใจทั้งในมิติของคุณภาพโปรตีน ค่าโภชนาการ ผลของกรรมวิธีแปรรูป ตลอดจนศักยภาพของเปปไทด์ชีวภาพ (bioactive peptides) ที่เกิดจากโปรตีนไก่ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูง โซเดียมต่ำ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันลดลง อกไก่เป็นเนื้อสัตว์ที่ให้พลังงานสูง อุดมไปด้วยโปรตีนจำนวนมาก แต่มีไขมันน้อย จึงพบอาหารชนิดนี้ได้ในอาหารเพื่อสุขภาพหลากหลายเมนู โดยคนเชื่อว่าการบริโภคอกไก่อาจช่วยลดและควบคุมน้ำหนัก อีกทั้งอาจเสริมสมรรถภาพระหว่างการออกกำลังกายได้ด้วย

เนื้ออกไก่ที่ไม่มีหนังปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 120 แคลอรี และให้โปรตีนสูงถึง 22.50 กรัม ในขณะที่มีไขมันเพียง 2.62 กรัมเท่านั้น อีกทั้งยังปราศจากน้ำตาลและประกอบไปด้วยสารโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากมายอย่างแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และวิตามินเอ

2.3.2 ประโยชน์ของอกไก่

1) ช่วยลดน้ำหนัก การบริโภคอาหารที่มีไขมันน้อยอย่างอกไก่อาจช่วยลดหรือรักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ ซึ่งมีงานค้นคว้าที่พบว่าอกไก่อาจเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในเมนูลดน้ำหนักได้ โดยอีกงานวิจัยหนึ่งก็ค้นพบว่าการบริโภคโปรตีนจากเนื้อไก่ในปริมาณ 200 กรัม 4 ครั้ง/สัปดาห์ อาจช่วยลดระดับไขมันในร่างกายและช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญด้วย

แม้อกไก่อาจช่วยลดน้ำหนักได้ แต่งานวิจัยข้างต้นก็เป็นเพียงการศึกษาจากกลุ่มทดลองขนาดเล็กเท่านั้น จึงไม่สามารถสรุปประสิทธิภาพของอกไก่ในด้านนี้ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยขยายกลุ่มทดลองให้ใหญ่ขึ้น เพื่อนำหลักฐานที่ได้มายืนยันสมมติฐานดังกล่าวต่อไป

2) เสริมสมรรถภาพการออกกำลังกาย การออกกำลังกายทำให้สุขภาพแข็งแรง แต่ก็อาจทำให้ร่างกายรู้สึกเหนื่อยหรือหมดแรง และส่งผลให้กล้ามเนื้อล้าได้เช่นกัน ซึ่งในอกไก่มีโปรตีนที่อาจช่วยสร้างความแข็งแรงแก่ร่างกาย บำรุงกล้ามเนื้อ ช่วยไม่ให้กล้ามเนื้อล้าง่ายจนเกินไป และอาจเสริมสมรรถภาพในการออกกำลังกายให้ดีขึ้นด้วย

มีงานวิจัยหนึ่งให้หนูทดลองบริโภคสารสกัดจากอกไก่ปริมาณ 500 หรือ 2,000 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน เป็นเวลา 90 วัน แล้วพบว่าอกไก่ไม่ทำให้เกิดพิษต่อร่างกายเมื่อรับประทานในรูปแบบของอาหาร อีกทั้งยังเป็นแหล่งของสารแอนเซอริน (Anserine) และสารคาร์โนซีน

(Carnosine) ที่อาจเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยมีงานวิจัยหนึ่งพบว่า สารสกัดจากอกไก่อาจช่วยเพิ่มความเข้มข้นของสารแอนเซอรินและสารคาร์โนซีนในกล้ามเนื้อ ขณะที่งานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งพบว่าสารเหล่านี้อาจช่วยฟื้นฟูการเหนื่อยระหว่างออกกำลังกายโดยลดการสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ยับยั้งสารไฮโดรเจนไอออนในกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก และยับยั้งการลดระดับ pH ในเซลล์กล้ามเนื้อที่เป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้อล้าได้

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในด้านนี้ส่วนใหญ่เป็นเพียงการทดลองในสัตว์เท่านั้น ทำให้ยังไม่มีหลักฐานที่ชัดเจนเพียงพอ จึงควรศึกษาค้นคว้าในมนุษย์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ชัดเจนและเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

2.3.3 การบริโภคไก่ให้ปลอดภัย

แม้มีงานวิจัยที่เผยว่าอกไก่อาจไม่ทำให้เกิดพิษหรือเป็นอันตรายใด ๆ ต่อสุขภาพหากบริโภคในรูปแบบของอาหาร แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการค้นคว้าใดที่สามารถระบุปริมาณที่เหมาะสมในการบริโภคไก่ได้อย่างชัดเจน ด้านกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขประเทศไทยยังเผยอีกว่า เนื้อไก่สดอาจปนเปื้อนเชื้อโรคต่าง ๆ และมีสารพิษตกค้างที่เป็นอันตรายได้ ดังนั้น ผู้บริโภคจึงควรเลือกซื้อและรับประทานอกไก่อย่างระมัดระวังในปริมาณที่เหมาะสมเสมอ ส่วนเชื้อโรคหรือสารเคมีต่าง ๆ ที่อาจปนเปื้อนในอกไก่ และทำให้ผู้บริโภคเสี่ยงเกิดการเจ็บป่วยได้ มีดังนี้

- 1) สารบอแรกซ์ เป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรงอีกชนิดหนึ่งที่ผู้ผลิตอาหารนิยมนำมาใช้ เพราะทำให้อาหารมีลักษณะยืดหยุ่น กรอบ และอร่อย ซึ่งอาจเจือปนอยู่ในเนื้อไก่หรือไก่บด
- 2) สารฟอร์มาลิน ถูกนำมาใช้เพื่อคงความสดของเนื้อไก่ แต่หากรับประทานเป็นระยะเวลานานอาจเสี่ยงเป็นหมัน โรคตับ ไตเสื่อม และโรคมะเร็งได้ โดยอาจพบสารนี้ได้ทั้งในเนื้อไก่สดและเนื้อไก่แปรรูป
- 3) เชื้อแบคทีเรีย เช่น เชื้อซาลโมเนลลา (Salmonella) และเชื้ออีโคไล (E. coli) ที่เป็นสาเหตุของภาวะอาหารเป็นพิษ ซึ่งอาจเจือปนอยู่ในเนื้อไก่สดหรือเนื้อไก่แช่แข็ง
- 4) เชื้อไวรัส เนื่องจากเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่บางสายพันธุ์ เช่น H5N1 และ H7N9 เป็นไวรัสที่พบในสัตว์ปีกอย่างไก่ ซึ่งเชื่อกันว่าอาจตกค้างอยู่ในเนื้อไก่ดิบ และหากรับประทานเข้าไปก็อาจทำให้ติดเชื้อจนเป็นโรคไข้หวัดนกได้

ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัยในการรับประทานอกไก่ ผู้บริโภคอาจปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

- 1) เลือกซื้อจากร้านค้าที่สะอาดได้มาตรฐาน หรือร้านที่มีการรับรองคุณภาพจากกรมปศุสัตว์

2) เลือกอกไก่ที่ถูกเก็บรักษาด้วยความเย็น เพราะความเย็นช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และเลือกซื้อเนื้อไก่ที่มีสีธรรมชาติ เนื้อไม่คล้ำ ไม่มีจุดเลือดออก ไม่มีรอยฟกช้ำ และไม่มีกลิ่นเหม็นหืน

3) เก็บเนื้อไก่ที่ซื้อมาใส่ตู้เย็นทันที โดยเก็บไว้ในช่องธรรมดาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ประกอบอาหารภายใน 1-2 วัน หรือเก็บในช่องแช่แข็งที่อุณหภูมิ -17.8 องศาเซลเซียส หากต้องการเก็บไว้ในระยะยาว

4) หากมั่นใจว่าแหล่งที่มาและการขนส่งเนื้อไก่สะอาดปลอดภัยดี ไม่แนะนำให้ล้างทำความสะอาดอกไก่ด้วยน้ำเปล่าก่อนปรุงอาหาร เพราะอาจทำให้เชื้อต่าง ๆ แพร่กระจายออกไปได้ เช่น เข้าสู่มือ เสื้อผ้า พื้นที่ใช้ปรุงอาหาร หรืออุปกรณ์ทำครัวอื่น ๆ เป็นต้น เพราะการใช้ความร้อนปรุงอาหารจะฆ่าเชื้อโรคเหล่านั้นได้อยู่แล้ว

5) ปรุงอกไก่ให้สุกดีเสมอ เพราะการปรุงสุกจะช่วยฆ่าเชื้อต่าง ๆ ได้ โดยอาจปรุงอกไก่จนสุกในระดับที่แตกต่างกันตามวิธีทำอาหาร เช่น อบอกไก่อาจใช้ความร้อนประมาณ 177 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20-30 นาที ต้มหรือตุ๋นอกไก่อานาน 25-30 นาที หรือปิ้งย่างอกไก่อานาน 6-8 นาที/ด้าน เป็นต้น

2.3.4 ผลต่อสุขภาพผู้บริโภคและข้อควรระวัง

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่เนื้อแดง/เนื้อแปรรูปบางส่วนด้วย “อกไก่ลีน ไม่ติดหนัง และปรุงด้วยวิธีไขมันต่ำ” อาจเอื้อต่อโปรไฟล์ไขมันอิ่มตัวที่ลดลงและคุณภาพโปรตีนที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลกระทบทางเมตาบอลิซึมขึ้นกับบริบท เช่น ปริมาณโปรตีนรวม พลังงานรวม วิธีปรุง (เช่น ทอดแบบชุบแป้ง/หนังกรอบยอมเพิ่มไขมันและโซเดียม) และสถานะสุขภาพของบุคคล (เช่น โรคไตเรื้อรังควรจำกัดโปรตีนตามคำแนะนำแพทย์) จึงควรสื่อสารฉลากโภชนาการและแนวทางปรุงที่เหมาะสมในเชิงอุตสาหกรรมและโภชนาการสาธารณะ (<https://www.pobpad.com>)

2.4 ผู้สูงอายุและอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

2.4.1 ผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป

สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 10 ขึ้นไป หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 7 ขึ้นไป

สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 14 ขึ้นไป

เกณฑ์สังคมผู้สูงอายุ เป็นการนำเอานิยาม “การก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุ” (Aging Society) และ “สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์” (Aged Society) ขององค์การสหประชาชาติ (UN) มากำหนดเป็นเกณฑ์เพื่อใช้ในการดำเนินงานเฝ้าระวังการเป็นสังคมผู้สูงอายุในแต่ละพื้นที่

เกณฑ์การก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุ หมายถึง พื้นที่ที่มีประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 10 ขึ้นไป หรือมีประชากรที่มีอายุ 65 ปี ขึ้นไปที่อยู่จริงในพื้นที่ต่อประชากรทุกช่วงอายุที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ในอัตราเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 7 ขึ้นไป ส่วนคำว่า “สังคมผู้สูงอายุ” องค์การสหประชาชาติ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ การก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Ageing society หรือ Aging society) ระดับ สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged society) และระดับ Super-aged society โดยให้นิยามของระดับต่างๆ ซึ่งทั้งประเทศไทย และรวมทั้งประเทศต่างๆทั่วโลก ใช้ความหมายเดียวกันในนิยามของทุกระดับของสังคมผู้สูงอายุ ดังนี้

- 1) การก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ คือ การมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปรวมทั้งเพศชายและเพศหญิงมากกว่า 10% ของประชากรทั้งประเทศ หรือมีประชากรอายุตั้งแต่ 65 ปี เกิน 7% ของประชากรทั้งประเทศ
- 2) สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ คือ เมื่อประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป เพิ่มขึ้นเป็น 20% หรือประชากรอายุ 65 ปี เพิ่มขึ้นเป็น 14% ของประชากรโดยรวมทั้งหมดของทั้งประเทศ
- 3) Super-aged society คือ สังคมที่มีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปมากกว่า 20% ของประชากรทั้งประเทศ

2.4.2 ผู้สูงอายุในสังคมไทย

ในส่วนของประเทศไทย ได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในปี พ.ศ.2547-2548 โดยมีจำนวนประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 10.2-10.4 ของประชากรไทยทั้งประเทศ และคาดว่าจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ประมาณปี พ.ศ. 2567-2568 แต่บางการศึกษาคาดว่าอาจภายในปี พ.ศ. 2570 สถิติผู้สูงอายุในประเทศไทย ตามนิยามของการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ คือมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่า 10% ของประชากรรวมทั้งประเทศ ประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2548 กล่าวคือ มีประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดคิดเป็น 10.2 - 10.4% และในปี

พ.ศ. 2553 ประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดคิดเป็น 11.36 % โดยมีผู้สูงอายุคิดเป็นประชากรทั้งหมด 7,639,000 คน เพศชาย 3,477,000 คน (10.4%) และเพศหญิง 4,162,000 คน (12.31%)

ประเทศไทย ได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในปี พ.ศ. 2547-2548 โดยมีจำนวนประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 10.2-10.4 ของประชากรไทยทั่วประเทศ และคาดว่าจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยสมบูรณ์ ประมาณปี พ.ศ. 2567-2568 แต่บางการศึกษาคาดว่าอาจภายในปี พ.ศ. 2570 ในทาง การแพทย์ สาขานี้เฉพาะทางที่ให้การรักษาส่งผู้สูงอายุหรือวิทยาการด้านการแพทย์เกี่ยวกับผู้สูงอายุ เรียกว่า Geriatrics หรือ Geriatric medicine โดยรากศัพท์มาจากภาษา กรีก Geron แปลว่า คนแก่ และ iatros แปล ว่า ผู้รักษา แต่บางท่านเรียกว่า Medical Gerontology และเรียกการศึกษา เกี่ยวกับผู้สูงอายุ หรือวิทยาการว่าด้วยผู้สูงอายุว่า Gerontology เรียกการพยาบาลเฉพาะทาง ผู้สูงอายุว่า Geriatric nursing หรือ Gerontological Nursing

อายุคาดเฉลี่ยของคนทั่วโลกแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุกรรม สิ่งแวดล้อม สุขอนามัย พื้นฐาน การสาธารณสุข และฐานะทางเศรษฐกิจ ในปัจจุบันอายุขัยและอายุคาดเฉลี่ยของคนไทยและ ทั่วโลกเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยผู้หญิงจะมีอายุยืนกว่าผู้ชาย ทั้งนี้อาจเพราะการมีฮอร์โมนเพศที่ต่างกัน รวมทั้งลักษณะการใช้ชีวิตที่เพิ่มความเสี่ยงของเพศชาย เช่น ลักษณะงาน การสูบบุหรี่ การดื่ม แอลกอฮอล์ และการใช้ชีวิตนอกบ้าน

องค์การสหประชาชาติได้ประเมินอายุคาดเฉลี่ยแรกเกิด โดยรวมทั้ง 2 เพศ และแยกเป็นเพศ ชายและเพศหญิงของคนในชาติต่างๆทั่วโลกในช่วงปี ค.ศ. 2005 - 2010 โดยประชากรทั่วโลกรวมทั้ง สองเพศ เพศชาย และเพศหญิง จะมีอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด ประมาณ 67.2 ปี 65.0 ปี และ 69.5 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวม โลกก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุตั้ง แต่ปี พ.ศ. 2548

ประชากรสูงอายุของโลก (60 ปีขึ้นไป) มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี จาก 10% ในปี พ.ศ.2543 เป็น 10.4%, 11.1%, 12.3%, 13.6% และ 15.0% ในปี พ.ศ.2548, 2553, 2558, 2563 และ 2568 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 ร้อยละของประชากรที่มีอายุคาดเฉลี่ยแรกเกิดในปี ค.ศ. 2013 (พ.ศ. 2556)

พ.ศ.	0-14 ปี	15-59 ปี	60 ปีขึ้นไป
2553	27.00	61.90	11.10
2568	24.20	60.80	15.00

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2568)

สถิติผู้สูงอายุในประเทศไทย ตามนิยามของการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ คือมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่า 10% ของประชากรรวมทั้งประเทศ ประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2548 กล่าวคือ มีประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดคิดเป็น 10.2 - 10.4% และในปี พ.ศ. 2553 ประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดคิดเป็น 11.36 % โดยมีผู้สูงอายุคิดเป็นประชากรทั้งหมด 7,639,000 คน เพศชาย 3,477,000 คน (10.4%) และเพศหญิง 4,162,000 คน (12.31%)

การแบ่งผู้สูงอายุออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้สูงอายุตอนต้น ได้แก่ผู้สูงอายุ ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 60 - 69 ปี และผู้สูงอายุตอนปลาย ได้แก่ผู้มีอายุในช่วง ตั้งแต่ 70 ปีขึ้นไป ซึ่งปัญหาทางสังคมจะพบได้สูงมากขึ้นในผู้สูงอายุตอนปลายปัจจุบัน ประชากรโลกรวมทั้งในประเทศไทย มีจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจาก 3 สาเหตุสำคัญ ได้แก่ อัตราเจริญพันธุ์หรืออัตราเกิด อัตราเสียชีวิต หรืออัตราราย และอายุขัยของประชากร

สาเหตุจากอัตราเกิดของประชากรลดลงหรือคงที่ โดยอัตราเกิด หรือ อัตราเจริญพันธุ์รวม (Total fertility rate หมายถึง เฉลี่ยแล้วหนึ่งครอบครัวโดยรวมมีลูกกี่คน) ของประชากรโลกลดจาก 4.7 คน ในช่วงปี พ.ศ. 2513 - 2518 เป็น 2.6 คนในช่วง 2548 - 2553 ส่วนของประเทศไทยลดจาก 6.3 คนในช่วงปี 2507 - 2508 เป็น 1.53 คน ในช่วงปี 2553 - 2558

วัยสูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจ สภาพร่างกายจะเห็นได้ว่าเสื่อมลงตามอายุขัย สภาพจิตใจมีการเปลี่ยนแปลงง่าย ซ้ำหูหัดหัด มีความวิตกกังวล เนื่องจากการเจ็บป่วย หรือจากการเสื่อมของระบบต่างๆ ในร่างกาย ปัญหาด้านสุขภาพ เกิดเนื่องจากเป็นวัยชรา เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะต่างๆเสื่อมลงตามธรรมชาติ ทำให้เกิดโรคการเสื่อมของอวัยวะต่างๆ เกิดภาวะสมรรถภาพทดถอย ไร้แรงงาน หรือไร้สมรรถภาพ (Disability) เช่น โรคกระดูกเสื่อม โรคข้อเสื่อม หรือความจำ สติปัญญาเสื่อมถอย สับสนง่าย เกิดการทรงตัวไม่ดี เชื่องช้า ล้มได้ง่าย กระดูกหักง่าย เกิดโรคขาดอาหารได้ง่ายจากการเสื่อมสภาพของเหงือกและฟัน รวมทั้งภูมิคุ้มกันโรคลดลง มีการติดเชื้อได้ง่าย และมักเป็นการติดเชื้อรุนแรง มีโอกาสเกิดโรคมะเร็งสูงกว่าวัยอื่น ต้องได้รับการดูแลช่วยเหลือจากบุคคลอื่น รวมทั้งในด้านการรักษาพยาบาล มีภาระด้านค่ารักษาพยาบาลสูงกว่าในวัยอื่น เป็นปัญหาสาธารณสุขในระดับชาติ

ในด้านสังคม ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่มีรายได้ ต้องพึ่งพาเป็นภาระทั้งต่อตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติ ทั้งด้านสุขภาพ การเงิน ความเสื่อมจากเซลล์สมอง การขาดแคลนคนดูแล คนเข้าใจ และแรงทรัพย์ เป็นเหตุให้ผู้สูงอายุมักมีอาการซึมเศร้าได้ง่าย ดังนั้น ถ้าไม่ตระหนักถึงข้อดี ถึงปัญหาของผู้สูงอายุ และให้การดูแลอย่างถูกต้อง ผู้สูงอายุจะกลายเป็นปัญหาใหญ่หลวงของประเทศชาติในทุกด้าน (<http://haamor.com>)

2.4.3 ปัญหาด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ

เกิดเนื่องจากเป็นวัยชรา เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะต่างๆเสื่อมลงตามธรรมชาติ ทำให้เกิดโรคการเสื่อมของอวัยวะต่างๆ เกิดภาวะสมรรถภาพทดถอย ไร้แรงงาน หรือไร้สมรรถภาพ (Disability) เช่น โรคกระดูกเสื่อม โรคข้อเสื่อม หรือความจำ สติปัญญาเสื่อมถอย สับสนง่าย เกิดการทรงตัวไม่ดี เชื่องช้า ล้มได้ง่าย กระดูกหักง่าย เกิดโรคขาดอาหารได้ง่ายจากการเสื่อมสภาพของเหงือกและฟัน รวมทั้งภูมิคุ้มกันโรคลดลง มีการติดเชื้อได้ง่าย และมักเป็นการติดเชื้อรุนแรง มีโอกาสเกิดโรคเมเร็งสูงกว่าวัยอื่น ต้องได้รับการดูแลช่วย เหลือจากบุคคลอื่น รวมทั้งในด้านการรักษาพยาบาล มีภาระด้านค่ารักษาพยาบาลสูงกว่าในวัยอื่น เป็นปัญหาสาธารณสุขในระดับชาติ

ในด้านสังคม ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่มีรายได้ ต้องพึ่งพาเป็นภาระทั้งต่อตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติ ทั้งด้านสุขภาพ การเงิน ความเสื่อมจากเซลล์สมอง การขาดแคลนคนดูแล คนเข้าใจ และแรงทรัพย์ เป็นเหตุให้ผู้สูงอายุมักมีอาการซึมเศร้าได้ง่าย ดังนั้น ถ้าไม่ตระหนักถึงข้อดี ถึงปัญหาของผู้สูงอายุ และให้การดูแลอย่างถูกต้อง ผู้สูงอายุจะกลายเป็นปัญหาใหญ่หลวงของประเทศชาติในทุกด้าน (<http://haamor.com>)

2.4.4 สารอาหารที่มีประโยชน์สำหรับผู้สูงอายุ

วัยสูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจ สภาพร่างกายจะเห็นได้ว่าเสื่อมลงตามอายุขัย สภาพจิตใจมีการเปลี่ยนแปลงง่าย ขี้หงุดหงิด มีความวิตกกังวล เนื่องจากการเจ็บป่วย หรือจากการเสื่อมของระบบต่างๆ ในร่างกาย ความสำคัญของอาหารกับวัยผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุมีความต้องการปริมาณอาหารลดลงจากวัยหนุ่มสาว แต่จำเป็นต้องได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ เพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และสร้างความต้านทานโรค อาหารมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของแต่ละคน ผู้ที่มีภาวะทางโภชนาการดีมีสุขภาพแข็งแรง มีการดำเนินชีวิตที่ดี ไม่เครียดจนเกินไป การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในร่างกายจะเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ไม่ค่อยแก่ ในทางตรงกันข้ามผู้ที่มีภาวะโภชนาการไม่ดี เจ็บป่วยดื้อสุรา มีน้ำหนักมากหรือน้อยเกินไป ร่างกายจะเสื่อมโทรมเร็วทำให้แก่เร็ว สำหรับปัญหาเรื่องอาหารการกิน หรือโภชนาการในวัยนี้ มีข้อคิดอยู่ว่า ขอให้รับประทานอาหารให้ครบหมู่ และควบคุมปริมาณโดยดูจากการควบคุมน้ำหนักตัวไม่ให้มากขึ้น และในกรณีน้ำหนักเกินอยู่แล้ว ควรจะลดน้ำหนักให้ลงมาตามที่เหมาะสม เพราะโครงสร้างของท่านเสื่อมตามวัย ถ้ายังต้องแบกน้ำหนักมากๆ จะเป็นปัญหาได้ผู้สูงอายุมักมีการขาดอาหารได้ง่าย เนื่องจากเมื่อย่างเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะร่างกาย สังคม และเศรษฐกิจ อันอาจนำไปสู่ภาวะทุโภชนาการได้ เช่น ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัว อาจจะเป็นอุปสรรคในการไปหาซื้ออาหารข้างนอก หรือแม้แต่การจะประกอบอาหารด้วยตนเอง การที่ต้องอยู่บ้านคนเดียว ขาดการติดต่อกับสังคมภายนอก ก็ปล่อยปละละเลยในเรื่องอาหารการกิน จนถึงปัญหาที่ต้องใช้

จ่ายเงินอย่างระมัดระวัง เพราะรายได้ลดลงหรือไม่มีเลย เนื่องจากต้องออกจากงานประจำที่เคยทำอยู่ ผู้สูงอายุบางรายหันเข้าหาเครื่องตีประเภทยาลูกซอง เนื่องจากเปลี่ยนแปลงทางสังคม หรือปัญหาทางจิตใจ เมื่อผู้สูงอายุตีสุรามาก ทำให้ร่างกายหันมาใช้พลังงานจากแอลกอฮอล์ ทำให้มีอาการเบื่ออาหาร และขาดสารอาหารอย่างอื่นที่จำเป็น ที่สำคัญเช่น วิตามินบีหนึ่ง กรดโฟลิก เป็นต้น นอกจากนั้นโรคประจำตัวเรื้อรังที่มักพบในผู้สูงอายุก็ทำให้มีอาการเบื่ออาหาร หรือทำให้ร่างกายต้องการสารอาหารมากกว่าปกติ ผู้สูงอายุจึงเป็นกลุ่มที่มีการขาดอาหารได้ง่ายกว่ากลุ่มประชากรอื่นๆ

ผู้สูงอายุมีความต้องการปริมาณอาหารลดลงจากวัยหนุ่มสาว แต่จำเป็นต้องได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอเพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และสร้างความต้านทานโรค ผู้ที่มีภาวะทางโภชนาการดีมีสุขภาพแข็งแรง มีการดำเนินชีวิตที่ดี ไม่เครียดจนเกินไป การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในร่างกายจะเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ไม่ค่อยแก่ ในทางตรงกันข้ามผู้ที่มีภาวะโภชนาการไม่ดี เจ็บป่วย ตีสุรา มีน้ำหนักมากหรือน้อยเกินไป ร่างกายจะเสื่อมโทรมเร็วทำให้แก่เร็ว สำหรับปัญหาเรื่องอาหารการกิน หรือโภชนาการในวัยนี้มีข้อคิดอยู่ว่ารับประทานอาหารให้ครบหมู่และควบคุมปริมาณโดยดูจากการควบคุมน้ำหนักตัวไม่ให้มากขึ้น และในกรณีน้ำหนักเกินอยู่แล้ว ควรจะลดน้ำหนักให้ลงมาตามที่ควรเป็นด้วย เพราะโครงสร้างเสื่อมตามวัย ถ้ายังต้องแบกน้ำหนักมากๆ จะเป็นปัญหาได้ เมื่ออย่างเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะร่างกาย สังคม และเศรษฐกิจ อันอาจนำไปสู่ภาวะทุโภชนาการได้ เช่น ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัว อาจจะเป็นอุปสรรคในการไปหาซื้ออาหารข้างนอก หรือแม้แต่การจะประกอบอาหารด้วยตนเอง การที่ต้องอยู่บ้านคนเดียว ขาดการติดต่อกับสังคมภายนอกก็พลอยพละเลในเรื่องอาหารการกิน จนถึงปัญหาที่ต้องใช้จ่ายเงินอย่างระมัดระวัง เพราะรายได้ลดลงหรือไม่มีเลย เนื่องจากต้องออกจากงานประจำที่เคยทำอยู่ ผู้สูงอายุบางรายหันเข้าหาเครื่องตีประเภทยาลูกซอง เนื่องจากเปลี่ยนแปลงทางสังคม หรือปัญหาทางจิตใจ เมื่อผู้สูงอายุตีสุรามาก ทำให้ร่างกายหันมาใช้พลังงานจากแอลกอฮอล์ ทำให้มีอาการเบื่ออาหาร และขาดสารอาหารอย่างอื่นที่จำเป็น ที่สำคัญเช่น วิตามินบีหนึ่ง กรดโฟลิก เป็นต้น นอกจากนั้นโรคประจำตัวเรื้อรังที่มักพบในผู้สูงอายุก็ทำให้มีอาการเบื่ออาหาร หรือทำให้ร่างกายต้องการสารอาหารมากกว่าปกติ ผู้สูงอายุจึงเป็นกลุ่มที่มีการขาดอาหารได้ง่ายกว่ากลุ่มประชากรอื่นๆ

วิธีสังเกตว่าผู้สูงอายุกำลังมีการขาดอาหารที่ซ่อนเร้นอยู่ โดยทั่วไปผู้สูงอายุมักจะแลดูผอมลง แก้มตอบ กล้ามเนื้อขมับทั้งสองข้างเล็กลง ตาลึกลง กล้ามเนื้อแขนขาที่อาจจะเล็กลงเมื่อมีอายุมากขึ้น ทำให้ดูเหมือนว่า ผู้สูงอายุอาจมีการขาดโภชนาการที่ดี บางรายมีน้ำหนักลดลงจะยิ่งกังวลมาก โดยธรรมชาติเมื่อเข้าสู่วัยชรา ผู้สูงอายุอาจมีน้ำหนักลดลงได้บ้างแต่ไม่ควรเกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัวเดิมในเวลา 6 เดือน ซึ่งเกิดจากการลดลงของเนื้อเยื่อพวกกล้ามเนื้อ กระดูก ปริมาณน้ำในร่างกาย

และอื่น ๆ แต่ถ้าน้ำหนักลดมากเกินไปร้อยละ 5 จากน้ำหนักเดิม เช่น น้ำหนักตัวเดิม 60 กิโลกรัม แต่ลดลงเหลือ 56 กิโลกรัม ภายในเวลา 6 เดือน มักจะมีสาเหตุที่เป็นความผิดปกติที่ควรปรึกษาแพทย์ สารอาหารที่มีประโยชน์สำหรับในวัยผู้สูงอายุ ได้แก่

1.) โปรตีนคุณภาพ

ควรให้รับประทานโปรตีนวันละ 1 ฟอง และดื่มนมอย่างน้อยวันละ 1 แก้ว สำหรับโปรตีนจากเนื้อสัตว์ควรลดน้อยลง เพราะจะมีไขมันมากกับเนื้อสัตว์ด้วย ผู้สูงอายุจำเป็นต้องได้รับโปรตีนให้เพียงพอเพื่อช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ควรได้รับโปรตีน 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เนื้อปลาเป็นอาหารโปรตีนที่ผู้สูงอายุควรเลือกรับประทาน เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี ย่อยง่าย ไขมันต่ำ มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 ที่สามารถป้องกันหลอดเลือดแข็งและโรคหัวใจได้ รวมทั้งยังมีแร่ธาตุที่ผู้สูงอายุต้องการ หากผู้สูงอายุรับประทานเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ควรสับให้ละเอียดหรือต้มให้เปื่อย เพื่อสะดวกต่อการเคี้ยว ผู้สูงอายุแม้จะไม่เจริญเติบโตอีกแต่ร่างกายก็ต้องมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่เพื่อทดแทนของเดิมที่สูญสลายไปตลอดเวลา ถั่วชนิดต่างๆ เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นแหล่งอาหารโปรตีนราคาไม่แพงที่ให้คุณค่าไม่แพ้เนื้อสัตว์ ทั้งยังมีกากใยช่วยป้องกันเรื่องท้องผูกได้

2) ไขมัน

ควรใช้น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน หรือน้ำมันข้าวโพด ในการปรุงอาหาร เพราะเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย สามารถควบคุมระดับไขมันในเลือด เทียบกับเป็นการช่วยลดภาวะหลอดเลือดแข็ง และโรคหัวใจขาดเลือด หลีกเลี่ยงน้ำมันพืชที่ใช้ประกอบอาหารกะทิซึ่งเป็นน้ำมันจากมะพร้าว หลีกเลี่ยงไขมันจากสัตว์ เช่น หนังไก่ หนังหมู ไข่แดง อาหารกลุ่มนี้จะให้ไขมันสูงมาก ซึ่งถ้ารับประทานมากเกินไปจะเป็นผลเสียต่อร่างกายอย่างมาก ทำให้หลอดเลือดแข็ง และเลือดไหลเวียนไปหล่อเลี้ยงอวัยวะที่สำคัญลดลง เช่น สมอง และหัวใจ

3) คาร์โบไฮเดรต (แป้งและน้ำตาล)

คนสูงอายุควรรับประทานข้าวให้ลดน้อยลง ควรกินในปริมาณที่พอเหมาะ เช่น ข้าวเมื่อละ 1 จาน หรือ ปริมาณ 2 ทัพพี ไม่ควรรับประทานน้ำตาลในปริมาณที่มาก หลีกเลี่ยงอาหารรสหวานจัด และของหวานทุกชนิด หากรับประทานมากเกินไปจะสะสมเป็นไขมัน ควรเลือกรับประทานในรูปของธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวสาลี ข้าวโพด หรืออาหารแปรรูป เช่น ขนมปัง บะหมี่ ก๋วยเตี๋ยว อาหารเหล่านี้จะมีกากใยอาหารอยู่ด้วยซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้สูงอายุ หากผู้สูงอายุต้องการรับประทานข้าวกล้องก็ควรหุงให้นิ่ม ข้าวกล้องนอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังช่วยป้องกันโรคเหน็บชาได้อีกด้วย แต่ควรรับประทานลดลง เนื่องจากความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อลดลง ควรรับประทานอาหารกลุ่มนี้แต่พออิ่ม ไม่มากจนเกินไป เพราะส่วนที่เกินจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันสะสมตามที่ต่างๆ อันจะเป็น

ผลเสียต่อระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม มีผลต่อข้อเข่า ทำให้เสื่อมเร็วขึ้นและปวดเข่า เวลาเดินในภายหลัง

4) เกลือแร่และวิตามิน

แร่ธาตุที่ผู้สูงอายุต้องการและมักจะขาดคือ ธาตุแคลเซียม และธาตุสังกะสี ธาตุแคลเซียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูก พบมากในนม ก้อนเต้าหู้ ผักผลไม้ เมล็ดงา กระดุกสัตว์ เช่น ปลา ป่นหรือปลากระป๋อง ผู้สูงอายุจึงควรรับประทานนมบ้าง แต่ควรเป็นนมพร่องไขมันเนย เพื่อลดปริมาณไขมันที่ไม่จำเป็นออกไป ส่วนธาตุสังกะสีมีความจำเป็นต่อร่างกายหลายระบบโดยเฉพาะผิวหนัง ซึ่งมีมากในอาหารทะเล ปลา เป็นต้น เกลือแร่เป็นสารอาหารอีกชนิดหนึ่งที่พบว่าการขาดในผู้สูงอายุ เกลือแร่ที่ควรให้ความสนใจมากๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก จากข้อกำหนดสารอาหารสำหรับผู้สูงอายุ กำหนดให้ผู้สูงอายุ ควรได้รับแคลเซียม และฟอสฟอรัสประมาณ 800 มิลลิกรัม/วัน แต่มีการศึกษาว่าควรได้รับสูงกว่านี้ คือประมาณ 1,000-1,500 มิลลิกรัม/วัน โดยเฉพาะผู้หญิงที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน เพราะมีการดูดซึมแคลเซียมน้อยลง จึงทำให้เกิดมีปัญหาของกระดูก เนื่องจากได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ และทำให้กระดูกเปราะ พรุนและไม่แข็งแรง จึงพบว่าเมื่อประสบอุบัติเหตุ หรือหกล้มเพียงเล็กน้อย

5) โยอาหาร

คนสูงอายุควรรับประทานอาหารที่เป็นพวกโยอาหารมากขึ้น เพื่อช่วยป้องกันการท้องผูก ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด และลดการเกิดมะเร็งของลำไส้ใหญ่ลงได้ โยอาหารมิได้เป็นสารอาหารและไม่ได้ให้พลังงาน แต่ร่างกายควรได้รับทุกวัน เพราะช่วยในการขับถ่าย โยอาหารช่วยเพิ่มปริมาณของอุจจาระและอุ้มน้ำไว้ ทำให้อุจจาระไม่แข็งตัวและช่วยกระตุ้นให้เกิดการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดการขับถ่ายได้สะดวก ผู้สูงอายุควรได้รับโยอาหารให้เพียงพอจากข้าวซ้อมมือ ถั่วต่างๆ ผักและผลไม้ ผู้สูงอายุไม่สามารถเคี้ยวผักสดหรือผลไม้ที่แข็งได้ จึงควรดัดแปลงการประกอบอาหารประเภทผักและผลไม้ให้มีลักษณะอ่อนนุ่ม เคี้ยวได้ง่าย เพื่อให้บริโภคได้สะดวกขึ้น ก็เป็นทางหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สูงอายุได้รับโยอาหารเพิ่มขึ้น

6) ผักและผลไม้

ผักใบเขียว เช่น ผักบุ้ง ผักกาดขาว ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ฯลฯ ผักประเภทผล เช่น แตงกวา มะระ ฟักทอง แครอท ฯลฯ เป็นอาหารที่อุดมด้วยสารอาหารประเภทวิตามิน และเกลือแร่ ผู้สูงอายุสามารถกินได้แต่ควรกินหลายๆ ชนิดสลับกัน ควรกินผักหนึ่งหรือต้มสุกไม่ควรกินผักดิบเพราะย่อยยาก ทำให้ท้องอืดได้ ผักพื้นบ้านหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นพืชสมุนไพร มีประโยชน์ให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ ควรเลือกผลไม้ที่มีเนื้อนุ่มเคี้ยวง่าย ได้แก่ มะละกอ กัลยาสุก ส้มเขียวหวาน เป็นต้น ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานหรืออ้วนมากไม่ควรกินผลไม้ที่รสหวานจัด เช่น ทูเรียน ลำไย ขนุน น้อยหน่า

7) น้ำดื่ม

คนสูงอายุควรรับประทานน้ำประมาณ 1 ลิตร ตลอดทั้งวัน แต่ทั้งนี้ควรปรับตามแต่ความต้องการของร่างกาย โดยให้ดูว่าปัสสาวะมีสีเหลืองอ่อนๆ เกือบขาว แสดงว่าน้ำในร่างกายเพียงพอแล้ว น้ำเป็นเครื่องดื่มที่ไม่ให้พลังงานแต่มีความจำเป็นแก่ร่างกายในการนำพาสารอาหารต่างๆ ไปยังอวัยวะภายในร่างกายและทำให้ผิวพรรณสดใสและเกิดความสดชื่น ควรเป็นน้ำสะอาดบริสุทธิ์ ไตของผู้สูงอายุมีประสิทธิภาพน้อยลงในการขับถ่ายของเสีย การดื่มน้ำช่วยให้มีน้ำผ่านไปที่ไตมากพอที่จะช่วยไตขับถ่ายของเสียได้ง่ายขึ้น น้ำชาและกาแฟ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เหล้า เบียร์ วิสกี้ ฯลฯ สามารถทำลายตับได้ ดังนั้นผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์มากๆ จึงพบว่าเป็นโรคตับแข็ง และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขาดสารอาหาร วิตามิน และเกลือแร่ได้ แต่ถ้าดื่มน้ำเพียงเล็กน้อยก่อนอาหาร เพื่อให้เจริญอาหารย่อมทำได้

อมรรัตน์ เจริญชัย (2564) กล่าวว่า การกินดีมีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้สุขภาพดี สร้างนิสัยการกินดีจะไม่รู้สึกยุ่งยากที่จะต้องระวังเรื่องการกิน กินดีทุกมื้อทุกวัน สุขภาพดี แข็งแรงจนอายุมากไม่เป็นภาระให้ลูกหลานต้องดูแลยามแก่เฒ่า สนุกที่จะทำกิจกรรมกับเพื่อนกับลูกหลานอาหารที่ดีสำหรับคนทุกวัย ไม่ต้องจัดอาหารพิเศษสำหรับคนใดคนหนึ่งในครอบครัว เด็กกินได้ คนแก่ก็กินได้ กินมื้อเช้าเป็นหลัก มื้อกลางวันพอประมาณ มื้อเย็นเบา ๆ เมื่อกินมื้อเย็นแต่น้อย จะหิวตอนเช้าและกินได้มาก ได้รับพลังงานและสารอาหาร เพื่อการทำกิจกรรมตอนกลางวัน ทุกมื้อต้องมีผักและผลไม้มากพอที่จะให้พลังงานและสารอาหาร ต้องได้รับเนื้อสัตว์ นม และไข่ เพื่อให้ได้รับโปรตีนที่ดีสำหรับการสร้างเนื้อเยื่อ สร้างภูมิคุ้มกันโรค กินข้าวแต่น้อย พอให้มีพลังงานใช้ตลอดเวลาจากมื้อหนึ่งถึงอีกมื้อหนึ่ง ใช้น้ำมันปรุงอาหารเพียงเล็กน้อย เพียงเท่านี้ก็จะได้รับอาหารทั้ง 5 หมู่ คือ เนื้อสัตว์ ข้าว ผัก ผลไม้และไขมัน ช่วงเวลาจากมื้อเย็นจนถึงมื้อเช้าเป็นระยะเวลานาน ร่างกายต้องการพลังงาน ผลไม้ให้น้ำตาลที่ให้พลังงานได้ทันที เราจึงต้องได้กินผลไม้ตอนเช้า ได้พลังงานไปเลี้ยงสมอง ทำให้รู้สึกสบาย ไม่หิวโหย กินผลไม้แล้วเดินไปเดินมา เดินทำกิจกรรมสัก 10 นาที อาจจะทำสวน ทำอาหาร ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า

มื้อเช้าสำคัญที่สุด ถ้าไม่กินอาหารมากมื้อเย็น จะหิวและกินดีตอนเช้า รักษาน้ำหนักตัวให้พอดี สมัยนี้มีคนอ้วนมาก เป็นเบาหวานกันมาก มีข้อเสนอแนะหลายแบบในการหาน้ำหนักตัวที่พอดี อย่างง่ายคือรักษาน้ำหนักตัวไม่ให้เกินเลขสองหลักท้ายของส่วนสูง คนสูง 160 เซนติเมตร ควรคุมน้ำหนักตัวไม่ให้เกิน 60 กิโลกรัม คุมน้ำมันในร่างกาย วัตรอบเอวไม่ให้เกิน 30 นิ้ว คนวัยทำงาน มีกิจกรรมให้ต้องเดินไปเดินมา รอบเอว 26 นิ้วกำลังดี ไขมันในตัวเราส่วนมากอยู่รอบเอว เอวใหญ่มีไขมันมาก ไม่แข็งแรง

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารอาหารชนิดต่างๆ ที่ผู้สูงอายุควรได้รับประจำวัน

สารอาหาร	ชาย	หญิง
โปรตีน, กรัม	51	44
วิตามินที่ละลายในไขมัน		
วิตามินเอ, ไมโครกรัม RE	700	600
วิตามินดี, ไมโครกรัม	5	5
วิตามินอี, มก.- TE	10	8
วิตามินเค, ไมโครกรัม	45	35
วิตามินที่ละลายในน้ำ		
วิตามินซี, มก.	60	60
วิตามินบี 1, มก.	1.2	1.0
วิตามินบี 2, มก.	1.4	1.2
ไนอะซิน, มก. NE	16	13
วิตามินบี 6, มก.	2.2	2.0
โฟเลท, ไมโครกรัม	400 [#]	400 [#]
วิตามินบี 12, ไมโครกรัม	2.0	2.0
ไบโอติน, ไมโครกรัม	100-200	100-200
กรดแพนโทธีนิก, มก.	4-7	4-7
คาร์นิทีน, มก.	24-81	24-81
เกลือแร่		
โซเดียม, มก.	1,100-3,300	1,100-3,300
โปแตสเซียม, มก.	1,875-5,625	1,875-5,625
คลอไรด์, มก.	1,700-5,100	1,700-5,100
แคลเซียม, มก.	1500*	1500*
ฟอสฟอรัส, มก.	800	800
แมกนีเซียม, มก.	350	350
เหล็ก, มก.	10	10
สังกะสี, มก.	15	15
ไอโอดีน, ไมโครกรัม	150	150
ทองแดง, มก.	2.0-3.0	2.0-3.0
ฟลูออไรด์, มก.	1.5-4.0	1.5-4.0
โครเมียม, มก.	0.05-0.2	0.05-0.2
ซีลีเนียม, มก.	0.05-0.2	0.05-0.2

ที่มา: สมใจ (2535)

2.5 อาหารปรุงสำเร็จในภาชนะบรรจุปิดสนิท

2.5.1 อาหารปรุงสำเร็จ

ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ได้ผ่านการหุงต้ม หรือกระบวนการแปรรูป ผลิตผลการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อให้อาหารนั้นสามารถเก็บได้เป็นเวลานาน พอสสมควรโดยไม่เน่าเสียสามารถดื่มหรือรับประทานได้ทันทีที่ต้องการ จะอุ่นหรือไม่อุ่นให้ร้อนก่อนรับประทานก็ได้ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ที่รู้จักกันแพร่หลายคือ อาหารบรรจุกระป๋อง เช่น สับปะรดกระป๋อง หรือบรรจุกล่อง เช่น นมสด (สรวรรณ และอรณพ, 2558) ซึ่งอาหารในยุคปัจจุบันมีหลายรูปแบบและชื่อเรียกที่ต่างกันอย่างมากมายตามกรรมวิธีหรือการประกอบอาหาร ได้แก่

- Ready-to-Eat มีชื่อเรียกอย่างย่อว่า RTE หรือ Ready Meal ขณะที่ยุคเริ่มแรกเรียกขานกันว่า Meal, Ready to Eat หรือ MRE เป็นอาหารปรุงสุกเรียบร้อยแล้ว บรรจุในซองพร้อมรับประทาน สำหรับทหารอเมริกันเวลาออกรบ แต่ครั้งนั้นรสชาติไม่ได้เรื่อง จนกระทั่งมีคนตั้งชื่อใหม่ในเชิงลบหลายชื่อ เช่น Meal Rejected by Everyone เป็นต้น แต่ทุกวันนี้กองทัพต่างๆ ก็ยังคงมีเสปียง เป็นอาหารประเภทนี้ซึ่งก็ได้รับการพัฒนารสชาติดีขึ้นมาก ซึ่งแน่นอนว่าน่ารับประทานกว่าอาหารแห้ง

- Ready-to-Cook คือ อาหารสำเร็จรูปพร้อมปรุง โดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการเตรียมอาหาร เป็นการลดขั้นตอนกระบวนการทำอาหารให้สั้นลง เช่น กุ้งพร้อมปรุง ผ่านการแกะเปลือก หัว และทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปประกอบอาหารได้ทันที

- Ready-to-Drink หรือ RTD เป็นเครื่องดื่มบรรจุขวดยุคใหม่ที่มีความนิยม เช่น ชาพร้อมดื่ม กาแฟพร้อมดื่ม เป็นต้น โดยไม่จำเป็นต้องปรุงรส หรือผ่านกระบวนการใดๆ

- Chilled Food หรือ อาหารแช่เย็น มีชื่อเรียกเต็มๆ ว่า Chilled Processed Food กระบวนการ เก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

- Frozen Food หรือ อาหารแช่แข็ง เป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการเก็บรักษา เปลี่ยนน้ำให้เป็น น้ำแข็ง ทำให้แบคทีเรียไม่อยู่ในสภาพที่จะเติบโตได้ โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 18 เดือน (Positioning, 2552)

2.5.2 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

- 1) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัสดุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

2) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminated) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะ หรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น
- (2) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน หรือที่ทำให้เกิดโรค
- (3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- (4) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(4.1) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

- ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม
- สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม
- ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม
- ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว
- ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยา
- สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม
- พรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ
- ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(4.2) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

- ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว
- ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยา
- สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม
- พรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ
- ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก

นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรต์ หรือโซเดียมไนไตรต์ หรือโพแทสเซียมไนเตรท หรือโซเดียมไนเตรท ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับเนื้อหมักชนิดเคียวมีทโปรดัก (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ

- (๑) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ดังนี้
 - (๑.๑) ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือ ๕๕ องศาเซลเซียส สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๑)
 - (๑.๒) ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๒)
- (๒) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน ๑๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม
- (๓) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๓ ต่ออาหาร ๑ กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ ๘ ผู้ผลิตอาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า FO (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า ๓ นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heat penetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

(๒) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหาร ไม่เกิน ๔.๖

ทั้งนี้ วิธีการปรับให้ได้สภาพความเป็นกรด - ด่างสมดุล (Equilibrium pH) และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

ข้อ ๙ ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๒ ต้อง

(๑) สะอาด

(๒) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(๓) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสิ่งอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของ แล็กเกอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(๔) ไม่รั่วหรือบวม

(๕) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตราย ต่อสุขภาพ

ข้อ ๑๐ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชี ท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้อ อาหารให้ใช้วิธีของสมาคม AOAC International ฉบับที่เป็นปัจจุบัน

ข้อ ๑๑ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุ เจือปนอาหาร

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการ ผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับอาหารที่มีใช้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความ เป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ใ้ นการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๓ การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวง สาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก ฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในกรณีของฟรุ้ต คอกเทลและฟรุ้ตสลัด ให้ได้รับยกเว้นการปฏิบัติตามข้อ ๓ (๕) ของประกาศกระทรวง สาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ซึ่ง แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ แต่ทั้งนี้ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่ สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

ข้อ ๑๔ ประกาศฉบับนี้ไม่ใช้บังคับกับ

(๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๓ (๒) ดังนี้

(๒.๑) อาหารขบเคี้ยวประเภทคุกกี้ เวเฟอร์ แครกเกอร์ บิสกิต อาหารอบกรอบ ชนิดที่ไม่มีการสอดไส้ ข้าวเกรียบ เมล็ดธัญพืชคั่วหรืออบ ถั่วคั่วหรืออบ นัตคั่วหรืออบ พืชผักผลไม้อบหรือทอดกรอบ อาหารขบเคี้ยวชนิดอบพอง (Extruded snack) และเมล็ดพืชอบแห้งหรือทอด

(๒.๒) ผงเครื่องเทศ ผงเครื่องปรุงต่างๆ

(๒.๓) แป้งประกอบอาหาร

(๒.๔) อาหารอัดเม็ด

(๒.๕) พืชผัก ผลไม้ ที่ทำให้แห้ง

(๒.๖) เนื้อสัตว์ที่ทำให้แห้ง

ข้อ ๑๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขาธิการบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

2.5.3 ประเภทของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ประเภทของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535)

1) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจำแนกตามค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าแอสคิตีวติของน้ำ (water activity, aw) ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) คือ อาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า 4.5 และมีค่าแอสคิตีวติของน้ำมากกว่า 0.85

1.2) อาหารที่ปรับสภาพกรด (acidified low-acid food) คือ อาหารที่ตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า 4.5 แต่ในการผลิตมีการปรับสภาพความเป็นกรดของอาหาร โดยการลวกหรือแช่ชิ้นอาหารในสารละลายกรด หรือเติมกรด หรือเติมอาหารที่มีความเป็นกรด จนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่เกิน 4.5 และมีค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, aw) มากกว่า 0.85

1.3) อาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) คือ อาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เกิน 4.5 และมีค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, aw) มากกว่า 0.85

2) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จำแนกตามค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, aw) ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1) อาหารที่มีค่าแอกติวิตีของน้ำต่ำ (low water activity food) คือ อาหารที่มีค่าแอกติวิตีของน้ำไม่เกิน 0.85

2.2) อาหารที่มีค่าแอกติวิตีของน้ำสูงเกิน 0.85

2.5.4 คุณภาพหรือมาตรฐาน

อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ต้องมีคุณภาพ หรือมาตรฐาน ดังนี้

- 1.) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น
- 2.) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen)
- 3.) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- 4.) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ดังต่อไปนี้

4.1) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ มีดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สังกะสี ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทองแดง ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารชนิดอื่น

4.2) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

อาหารที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก ต้องไม่มีวัตถุกันเสีย (preservative) เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น แต่ไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรต์ หรือโซเดียมไนไตรต์ หรือโพแทสเซียมไนเตรต หรือโซเดียมไนเตรต ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก (cured meat product)

5.) คุณภาพด้านจุลินทรีย์

- อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) มากกว่า 4.5 (low acid food) ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ
- อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 4.5 ลงมา ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ คือ

1) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หรือ 55 องศาเซลเซียส

1.1) ไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารตามข้อ 3 (1)

1.2) ไม่เกิน 10,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารตามข้อ 3 (2)

2) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม

3) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (coliform) หรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number, MPN)

6) ภาชนะบรรจุอาหาร

(1) สะอาด

(2) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุดิบใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(3) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสิ่งอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเกอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(4) ไม่รั่วหรือบวม

(5) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

7) น้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) - ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีตามที่กำหนดในหนังสือเอโอเอซี (Association of Official Analytical Chemists) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 13

8) ฉลาก (food labeling)

การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก ในกรณีของฟรุตคอกเทลและฟรุตสลัด ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

2.6 การแปรรูปอาหารด้วยความร้อนสูง

2.6.1 การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนเป็นพื้นฐานของการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ในการฆ่าเชื้อในอาหาร เพราะการถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) ถือเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการแปรรูปอาหาร เพราะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดผลในการฆ่าเชื้อ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัยในการบริโภค (<https://bsc.dip.go.th>)

การถ่ายเทความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่อระบบการให้ความร้อนมี 2 ส่วนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นได้ 3 วิธี ดังนี้

- 1). การนำความร้อน เกิดจากการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงไปยังโมเลกุลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
- 2). การพาความร้อน การถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการพาความร้อน เกิดขึ้นระหว่างผิวของแข็งและของไหลในบริเวณใกล้เคียงกันที่มีอุณหภูมิต่างกัน ซึ่งของไหลที่กล่าวถึง ได้แก่ แก๊ส หรือของเหลว เป็นต้น ของไหลนี้เปรียบเสมือนตัวพาความร้อน
- 3). การแผ่รังสี กลไกการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสี มีความแตกต่างจากการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำและการพาความร้อน เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนไม่ต้องอาศัยตัวกลาง โดยถ่ายเทความร้อนในรูปของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า

2.6.2 การใช้ความร้อน

การใช้ความร้อน เป็นกระบวนการหนึ่งที่น่าำความร้อน ณ อุณหภูมิหนึ่ง ในช่วงเวลาหนึ่ง ที่สามารถฆ่าและทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สารพิษ พยาธิ แมลงและเอ็นไซม์ต่าง ๆ ในการแปรรูปและถนอมรักษาอาหาร แบ่งการให้ความร้อนออกเป็น 3 ระดับคือ

- 1) การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization)

วัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและไม่สร้างสปอร์ คุณภาพของอาหารจะแตกต่างจากวัตถุดิบไม่มากนัก แต่การฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอร์ไรซ์จะไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงได้

ดังนั้นจะต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 ° ซ หรืออุณหภูมิตู้เย็น เพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ ปริมาณเชื้อที่ยังคงมีอยู่ในอาหารจึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การพาสเจอร์ไรซ์ เป็นกระบวนการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 ° C เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic microorganisms) จึงมักใช้ร่วมกับวิธีการถนอมอาหารวิธีอื่น เช่น การแช่เย็น การเติมสารเคมี (น้ำตาล เกลือ กรด สารกันเสีย) การหมัก หรือการบรรจุภายใต้ภาวะสุญญากาศ กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ อาจทำได้โดยใช้

- Low temperature , long time ; LTLT เป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมาก แต่ใช้เวลานาน เช่น การพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมสดที่อุณหภูมิ 63 ° C จะใช้เวลานาน 30 นาที เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

- High temperature , short time; HTST เป็นการใช้อุณหภูมิสูง แต่เป็นเวลาสั้นๆ เช่น การพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมสดที่อุณหภูมิ 72 ° C จะใช้เวลานานเพียงนาน 15 วินาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2) การฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ (Sterilization)

เพื่อทำลายจุลินทรีย์ รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และสปอร์ส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ปริมาณความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะอยู่ในระดับที่เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterilization) หลักการของการฆ่าเชื้อแบบการค้า คือการให้ความร้อนแก่อาหารในปริมาณเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และยับยั้งไม่ให้จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียเจริญได้ เนื่องจากไม่ได้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแบบที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทางการแพทย์ อาหารที่ผ่านการแปรรูปในระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้าอาจยังมีสปอร์ของแบคทีเรียทนร้อน (Thermophiles)หลงเหลืออยู่ แต่ไม่เป็นปัญหาเนื่องจากอาหารถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า 45 ° ซ สปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนจึงไม่งอก และเพิ่มจำนวนทำให้อาหารเน่าเสีย

การสเตอริไลซ์ เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 ° C ภายใต้อากาศดัน ในกรณีของเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่ใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการให้ความร้อนที่ 121.1 ° C มีค่าความดันประมาณ 15 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ซึ่งโดยทั่วไปการใช้อุณหภูมิสูงๆ เป็นเวลานานๆ ย่อมสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้มาก สำหรับอาหารนั้นเราไม่สามารถใช้ความร้อนปริมาณสูงมากๆ ได้ เนื่องจากจะทำให้สูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.6.3 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Retort)

เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Retort) คืออุปกรณ์ปิดที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทโดยทำงานภายใต้ความดันเพื่อให้อุณหภูมิขึ้นสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส มีหลายระบบแต่มีคุณลักษณะร่วมกัน ดังนี้

- ระบบทำงานภายใต้ความดันและมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิน้ำเดือดมาก
- ระบบใช้ตัวกลางเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับผลิตภัณฑ์ ตัวกลางที่นิยมใช้น้ำ น้ำร้อน (โดยให้บรรจุภัณฑ์อยู่ในน้ำร้อน หรือสเปรย์ด้วยน้ำร้อน เป็นต้น) และไอน้ำผสมกับอากาศ
- ระบบใช้ความดันเพิ่ม (Overpressure) ระหว่างการฆ่าเชื้อและการหล่อเย็น เพื่อคงความสมบูรณ์ของภาชนะบรรจุไว้ และเพื่อให้เกิดสมดุลกับความดันที่เกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ ระบบนี้จำเป็นสำหรับภาชนะบรรจุบางประเภทที่มีความทนทานที่จำกัดต่อความดันที่เกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุตัวอย่างเช่นบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว ถาดโลหะ (Metal trays) กล่องกระดาษ (Paperboard containers) และขวดแก้ว

3). กระบวนการฆ่าเชื้อแบบ ยู เอช ที (Ultra-high temperature ; UHT) เป็นการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 100 °C (โดยทั่วไปจะสูงกว่า 130 °C) ทำให้สามารถลดเวลาในการฆ่าเชื้อลงเหลือเพียงในระดับไม่กี่วินาทีก็สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ ในขณะที่ยังคงคุณค่าของสารอาหาร เช่น วิตามิน อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนระดับ UHT นี้มีข้อด้อย คือเวลาที่ใช้สั้นมาก ดังนั้นเอนไซม์บางชนิดไม่ถูกทำลายไป เมื่อเก็บอาหารไว้ระยะหนึ่งเอนไซม์อาจทำปฏิกิริยากับอาหาร ทำให้อาหารเปลี่ยนสภาพหรือเสียได้ เช่น นมสด UHT

จากหลักการในการฆ่าเชื้อในอาหาร ผู้ประกอบการผลิตอาหารจะต้องพิจารณาว่าประเภทของอาหาร และความสามารถในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของกิจการตนเองเหมาะสมที่จะใช้ขบวนการในการฆ่าเชื้อแบบใด (<https://bsc.dip.go.th>)

2.6.4 การฆ่าเชื้อด้วยระบบรีทอร์ท (Retort Sterilization)

ปัจจุบัน อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเป็นที่นิยมมากในตลาด ปัจจัยที่ส่งผลให้ตลาดอาหารพร้อมรับประทานโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ปฏิเสธไม่ได้ว่าคือเรื่องของความหลากหลาย แปลกใหม่ของสินค้าที่เกิดจากการแข่งขันของผู้ประกอบการโรงงานอาหารสำเร็จรูปแต่ละเจ้าที่ออกเมนูอาหารใหม่ๆ ออกมา และที่สำคัญที่สุดคือ อาหารพร้อมรับประทานตอบโจทย์ในเรื่องความสะดวกสบาย และรสชาติก็เหมือนกับอาหารที่ถูกปรุงสุกใหม่ๆ ในขณะเดียวกันปัจจัยอย่างการใช้ชีวิตแบบสังคมเมือง ที่ใช้ชีวิตเร่งรีบก็ทำให้ตลาดโตเช่นกัน

ปัจจุบันอาหารพร้อมรับประทานที่เป็นที่นิยมคือ อาหารพร้อมรับประทานที่ไม่ต้องอุ่น แยมยังเก็บได้ยาวนานโดยไม่ต้องแช่เย็นหรือแช่แข็ง ด้วยเทคโนโลยีแปรรูปอาหารด้วยการรีทอร์ท

(Retort) คุณเคยคิดหรือไม่ว่าอาหารที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ท ทำไมจึงสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นปีๆ โดยไม่ต้องแช่ตู้เย็น เพราะปกติอาหารจะมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่แม้ว่าเราจะให้ความร้อนระหว่างการปรุงแล้วก็ตาม อาจมีเชื้อกลุ่มที่สามารถทนความร้อนหรือ สปอร์ของเชื้อที่พร้อมเจริญเติบโตปนเปื้อนอยู่ ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจึงจำเป็นต้องนำอาหารเหล่านั้นมาผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อโดยการรีทอร์ท (Retort)

1) รีทอร์ท (Retort) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (Thermal processing) เพื่อฆ่าเชื้อในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะที่ปิดสนิท เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว และ ถุงทนความร้อนสูง (Retort Pouch) โดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความดัน ในระยะเวลาที่เหมาะสมพอเพียง จัดเป็นวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับ Commercial Sterilization จึงมั่นใจได้ในเรื่องความปลอดภัยเมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้ว ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บได้ยาวนานโดยตัวผลิตภัณฑ์ข้างในจะไม่เสียหรือบูดเน่าจากเชื้อโรคและเชื้อจุลินทรีย์

ปัจจัยสำคัญในการฆ่าเชื้อในอาหาร จึงมีการกำหนดค่า F₀ ซึ่งเป็นเวลาน้อยที่สุดที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของเชื้อ Clostridium Botulinum (คือ แบคทีเรียในสกุล Clostridium ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ชนิดหนึ่ง ที่มีอันตราย) ที่อุณหภูมิ 121.1 องศาเซลเซียส ซึ่งเชื่อนี้มีอันตรายต่อชีวิตสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะแวดล้อมที่มีออกซิเจนน้อย เช่น อาหารกระป๋อง หรือ ขวดปิดสนิท และสปอร์ของมันทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีมากๆ ดังนั้นเราจึงต้องกำจัดมันออกด้วยความร้อนและแรงดันที่สูงในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทมันก็จะไม่สามารถเกิดได้อีกจึงเก็บรักษาอาหารได้อย่างยาวนานโดยเก็บได้ในอุณหภูมิปกติ

2) ประเภทของเครื่องรีทอร์ท

อุตสาหกรรมอาหารจะมีการใช้เครื่องรีทอร์ทหลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ชนิดไหนเหมาะสมกับเครื่องแบบไหน เช่น

- เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อชนิดสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray retort) สามารถใช้กับบรรจุภัณฑ์ได้ทุกชนิด วิธีนี้ค่อนข้างประหยัดเนื่องจากน้ำในระบบสามารถใช้ซ้ำได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด วิธีนี้ใช้เวลาฆ่าเชื้อนานและอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูง

เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray retort) สามารถใช้กับบรรจุภัณฑ์บรรจุอาหารได้ทุกชนิด

- เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อชนิดไอน้ำร้อน (Steam Air Retort) ใช้งานง่าย เหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง แต่ใช้น้ำมาก จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน มีข้อจำกัดคือใช้ได้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกระป๋องเท่านั้น

เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อไอน้ำร้อน (Steam Air Retort) เหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง แต่ใช้ไอน้ำมาก

- เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อชนิดเติมน้ำร้อนท่วม (Water Immersion Retort) สามารถใช้บรรจุภัณฑ์ได้ทุกประเภท และสามารถรีทอร์ทอาหารได้ทุกประเภท การรีทอร์ทแบบนี้จะประหยัดพลังงาน แต่ต้องใช้เงินลงทุนมากกว่าแบบอื่นๆ และต้องใช้ผู้มีความชำนาญในการบำรุงรักษาเครื่องเนื่องจากเครื่องรีทอร์ทค่อนข้างซับซ้อน เครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อเติมน้ำร้อนท่วม (Water Immersion Retort) สามารถใช้บรรจุภัณฑ์และอาหารได้ทุกประเภท

3) การทำงานของเครื่องรีทอร์ท

1. บรรจุผลิตภัณฑ์ อาหารที่บรรจุในกระป๋องหรือถุงรีทอร์ท ทนความร้อนจะนำมาเรียงใส่ตะแกรงหรือตะกร้า และเข็นเข้าสู่หม้อต้มรีทอร์ท

2. ไล่อากาศ หลังจากปิดฝาหม้อรีทอร์ทแล้ว ก็จะเป็นกระบวนการไล่อากาศออกจากหม้อ ซึ่งอากาศจะเป็นฉนวนนำความร้อนถ้าไล่ออกไม่หมดอุณหภูมิในหม้อจะไม่ร้อนทั่วถึง

3. ฆ่าเชื้อ เมื่อไล่อากาศเสร็จอุณหภูมิและแรงดันภายในหม้อจะสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ และรักษาระดับนั้นไว้โดยไม่ให้อุณหภูมิคลาดเคลื่อน ± 5 องศา เพราะอาจมีผลต่อการฆ่าเชื้อ

4. ลดอุณหภูมิ เมื่อครบเวลาตามกำหนดแล้ว ต้องลดอุณหภูมิด้วยความรวดเร็วจนถึงประมาณ 30 องศา เพื่อให้อาหารไม่สุกจนเกินไปแต่ขณะเดียวกันต้องรักษาแรงดันไว้และค่อยๆลดแรงดันลง เพื่อไม่ให้บรรจุภัณฑ์เกิดความเสียหายเนื่องจากแรงดันภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์ไม่เท่ากัน

5. นำผลิตภัณฑ์ออกจากหม้อรีทอร์ท เปิดฝาหม้อออก และนำผลิตภัณฑ์ที่ทำการรีทอร์ทออกมาจากนั้นนำผลิตภัณฑ์บรรจุใส่กล่องเก็บในที่สะอาดพร้อมจำหน่าย

4) ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีรีทอร์ท

ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีรีทอร์ท ส่วนมากจะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท อาหารพร้อมรับประทาน (Ready-to-eat) ทั้งอาหารที่บรรจุในกระป๋อง อาหารที่บรรจุในถุงรีทอร์ท แกงรีทอร์ท ซอสปรุงรสและน้ำจิ้มบางชนิดที่บรรจุขวด และผลไม้รีทอร์ท โดยผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อระดับ Commercial Sterilization คือใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ด้วยวิธีที่ได้มาตรฐานการผลิตสากล ปลอดภัย สะอาด บรรจุในซองอลูมิเนียม กระป๋องอลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ที่มีน้ำหนักเบา พกพาสะดวก ที่สำคัญสามารถจัดเก็บที่อุณหภูมิปกติได้ นานถึง 12-18 เดือน โดยไม่จำเป็นต้องแช่แข็งหรือแช่เย็น หรือใช้สารกันบูด จึงสะดวกต่อการจัดเก็บ ขนส่ง พกพา และการนำไปรับประทาน ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีรีทอร์ท อาหาร ซอสปรุงรส น้ำจิ้ม ผลไม้ ด้วยการรีทอร์ท

2.6.5 บรรจุภัณฑ์สำหรับรีทอร์ต

- บรรจุภัณฑ์ที่คงรูป (rigid packaging) ได้แก่ กระป๋อง (can) ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือแผ่นเหล็กปราศจากดีบุก (tin free) หรือแผ่นอลูมิเนียม มักทำเป็นรูปทรงกระบอก ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดฝากระป๋อง (can seamer) ขวดแก้ว (glass) แก้วเป็นวัสดุเฉื่อย (inert) ไม่ค่อยเกิดปฏิกิริยากับอาหารที่บรรจุอยู่ภายใน สิ่งสำคัญ คือ ฝาที่ปิดขวดแก้ว โดยเลือกใช้ชนิดที่สามารถทนความร้อนและความดันได้
- บรรจุภัณฑ์ที่อ่อนตัว (flexible packaging) ได้แก่ รีทอร์ตเพาซ์ (retort pouch) ถาด ถ้วย หรือกระป๋อง พลาสติก (Retortable plastic tray, cup or can)

2.6.6 ภาชนะรีทอร์ตเพาซ์

รีทอร์ตเพาซ์ (retort pouch) คือภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible packaging) ขึ้นรูปเป็นถุง (pouch) เป็นภาชนะบรรจุสามารถปิดผนึกสนิท มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความร้อนและความดันสูงได้ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal processing) ระดับ commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (retort) ชนิด water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ และพร้อมรับประทานเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภคซึ่งจริงๆ แล้วชื่อของ retort pouch เป็นชื่อที่คนทั่วไปใช้เรียกโดยทั่วไป นั่นคือภาชนะอ่อนตัวหรือกึ่งคงรูปส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติกเพื่อใช้แทนกระป๋องหรือแก้ว แม้ว่า pouch จะแปลว่าถุงหรือซอง แต่ retort pouch มีหลากหลายรูปแบบที่มากกว่าถุงหรือซอง เช่น ถาด เปนตัน

ส่วนใหญ่วัสดุสำหรับ retort pouch เป็นวัสดุอ่อนตัวหลายชั้น (multilayer flexible packaging material) เช่น โพลีพรอพิลีน (polypropylene, PP) โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate, PET) และอะลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น เพราะปัญหาทางด้านสมบัติเชิงกลและสมบัติต้านทานการซึมผ่านของพลาสติกที่ยังด้อยกว่าโลหะและแก้ว จึงต้องนำลักษณะของวัสดุแต่ละชนิดมาผสมกัน อย่างไรก็ตามยังต้องคำนึงถึงสมบัติการต้านทานการซึมผ่าน โดยเฉพาะออกซิเจนและไอน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร สมบัติเชิงกล ในด้านความแข็งแรงในการใช้งาน และการทนความร้อน ซึ่งทนอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่มีอุณหภูมิสูงถึง 135 องศาเซลเซียส โดยโครงสร้างหลักของ retort pouch แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นโครงสร้างหลัก

เป็นโครงสร้างหลักซึ่งอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง เพื่อทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อ (retort) ได้ เช่น

- พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นวัสดุที่ใช้มากที่สุดในการผลิต retort pouch เนื่องจากสามารถทนสภาวะการฆ่าเชื้อไค มีความแข็งแรง มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 138 องศาเซลเซียส ปองการการซึมผ่านไอน้ำได้ดี และยังไม่ราคาไม่สูง แต่เนื่องจาก PP มีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องมีการใช้เป้นโคพอลิเมอร์ PP-PE เพื่อแก้ปัญหาในด้านนี้ และ PP มีข้อเสียในด้านการซึมผ่านของออกซิเจนจึงมีการใช้พลาสติกอื่นรวมด้วย

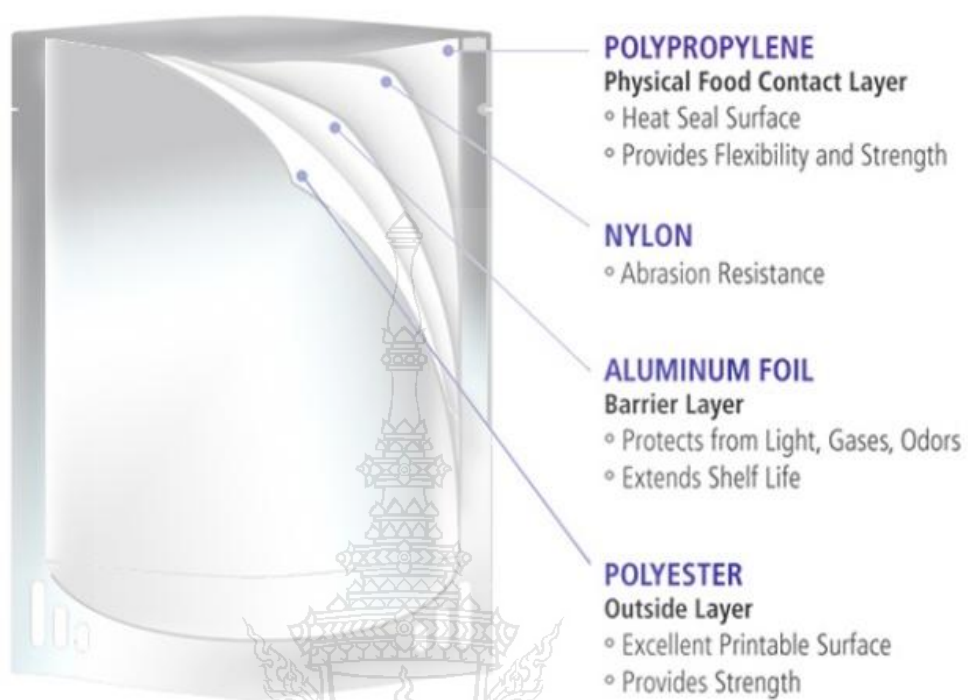
- พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate, PET) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้เป้นอันดับ 2 รองจาก PP เนื่องจากค่า Tg ของ PET มีค่าประมาณ 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ PET เสียรูปทรงและความแข็งแรง จึงมีการใช้ในรูปแบบ CPET หรือ Crystalline PET ด้วยการเติมสารที่ช่วยเร่งการสร้างผลึกภายใน PET ทำให้ CPET มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและทนทานต่อสภาวะการฆ่าเชื้อ อีกทั้งปองการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี ใช้กับอาหารที่มีอายุการเก็บต่ำ หรืออาหารที่ไม่ไวต่อออกซิเจน

2) ชั้นปองกันการซึมผ่าน (barrier material)

เป้นวัสดุที่อยู่ชั้นกลาง เพื่อปองกันความชื้น แสง และกาซ ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้คือ แผ่นอะลูมิเนียมฟอยซ มีลักษณะที่บแสงสามารถปองกันความชื้น แสง และกาซได้ดี และอาจมีการใช้ไนลอน (nylon) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่การใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยซนั้น ทำให้ไม่สามารถนำผลิตภัณฑเขาไมโครเวฟได้ จึงมีการพัฒนาใช้ SiOx หรือ AlxOy นำมาเคลือบวัสดุ เพื่อให้มีสมบัติปองกันการซึมผ่านที่ดี และยังสามารถนำเขาไมโครเวฟได้

3) ชั้นนอก (outer layer)

เป้นชั้นที่อยู่ด้านนอกสุด จึงต้องมีความสามารถในการพิมพ์ เพื่อแสดงภาพกราฟฟก และข้อมูลต่างๆ ทั้งยังมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ในแต่ละชั้นต้องมีตัวเชื่อมหรือกา (adhesives) เพื่อเชื่อมหรือยึดในแต่ละชั้นให้อยู่ด้วยกัน



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของ รีทอร์ทพै๊ซ

ที่มา: <http://innovapack.co.uk/retort-pouch-2/>

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรีทอร์ตแพคเกจ

ข้อดี	ข้อเสีย
• น้ำหนักเบา ประหยัดพื้นที่: Retort pouch มีน้ำหนักเบากว่ากระป๋องหรือขวดแก้วมาก ทำให้ประหยัดค่าขนส่งและใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อยลง • รักษาคุณภาพอาหารได้ดี: ด้วยรูปร่างแบนและมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่า ทำให้ความร้อนแทรกผ่านได้ดี ส่งผลให้เวลาในการฆ่าเชื้อสั้นลง ซึ่งช่วยรักษาคุณภาพด้านสี กลิ่น รส และสารอาหารของอาหารได้ดีกว่า • สะดวกต่อผู้บริโภค: เปิดง่ายด้วยมือเปล่า ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ และสามารถอุ่นอาหารได้รวดเร็ว • ประหยัดพลังงาน: เวลาในการฆ่าเชื้อที่สั้นลง ช่วยประหยัดพลังงานในการผลิตได้ • การออกแบบที่สวยงาม: สามารถพิมพ์ลวดลาย สี สัน และข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสวยงาม ดึงดูดผู้บริโภค • ความหลากหลายของอาหาร: เหมาะสำหรับอาหารเหลว อาหารชิ้น และอาหารที่ไวต่อความร้อน เช่น น้ำพริกแกง	• การลงทุนเริ่มต้นสูง: การลงทุนในเครื่องจักรเฉพาะทางสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบ retort pouch มีราคาสูง • กระบวนการผลิตยุ่งยาก: การผลิตต้องอาศัยการควบคุมอย่างใกล้ชิดและซับซ้อนกว่าการบรรจุกระป๋อง • ความทนทานต่อการกระแทก: มีโอกาสแตก หัก หรือฉีกขาดได้ง่ายกว่าเมื่อเทียบกับกระป๋อง จึงอาจต้องมีการห่อ หรือบรรจุลงในกล่องเพื่อป้องกัน • การตรวจสอบคุณภาพ: ต้องมีการตรวจสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ของกระบวนการทางความร้อนอย่างละเอียดและซับซ้อนกว่า • ความคุ้นเคยของผู้บริโภค: ผู้บริโภคอาจยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการกับบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ ทำให้ต้องใช้เวลาในการรณรงค์และฝึกอบรม

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพนธ์ (2556)

3) รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์

1. ถุงแบบต่างๆ ทั้งแบบ 4 ตะเข็บ 3 ตะเข็บ ถุงทรงหมอน หรือถุงตั้งได้

2. ถาดพลาสติกพร้อมฝาเปิดลอก (plastic tray and peelable lid) นิยมใส่ แกง เนื้อใส่ซอส และอาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค สามารถอุ่นในอาหารในถาดและบริโภคอาหารโดยไม่ต้องเปลี่ยนงาน เป็นการอำนวยความสะดวกให้ผู้บริโภคได้มากกว่าถุง นอกจากนี้ยังมีถาดอะลูมิเนียมเคลือบพลาสติกพร้อมฝาเปิดลอก ลักษณะถาดพลาสติก แต่นิยมอุ่นอาหารในเตาอบ

ตารางที่ 2.5 สมบัติของวัสดุสำหรับ retort pouch

ชั้น	คุณสมบัติ	วัสดุ
ด้านในสุด	วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักเป็นส่วนที่สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่มีความหนาที่สุด ทนต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อรีทอร์ท (retort)	Polypropylene (PP) เป็นชั้นหนาที่สุด อยู่ด้านใน สัมผัสกับอาหารโดยตรง ใช้เป็นตัวที่ปิดผนึกด้วยความร้อน Polyethylene terephthalate (PET) โดยใช้ในรูปแบบ CPET
ชั้นตรงกลาง	วัสดุป้องกันการซึมผ่าน (barrier material) ใช้เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ	แผ่นฟิล์มอะลูมิเนียมมีลักษณะทึบแสง ป้องกันความชื้น แสง และก๊าซได้ดี แผ่นฟิล์ม EVOH ซึ่งป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดีมาก ไนลอน (nylon)
วัสดุชั้นนอก (outer layer)	เป็นแผ่นฟิล์มช่วยเรื่องความแข็งแรง ทนทาน ความเหนียว ทนต่อความร้อน และสามารถพิมพ์ (printability) ข้อมูล ยี่ห้อผลิตภัณฑ์ หรือรูปภาพบนแผ่นฟิล์มได้	polyester

บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์มีหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ ถังแบบต่างๆ ทั้งแบบ 4 ตะเข็บ 3 ตะเข็บ ถังทรงหมอน หรือถังตั้งได้และถาดพลาสติกพร้อมฝาเปิดออก (Plastic tray and peelable lid) นิยมใส่แกง เนื้อ ใส่ซอส และอาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค

3) วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์ รีทอร์ทเพาซ์มักทำด้วยวัสดุแผ่นบางหลายชนิดเชื่อมประสาน (laminate) กันได้แก่

- วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อได้เช่น Polypropylene (PP) เป็นชั้นหนาที่สุด อยู่ด้านใน สัมผัสกับอาหารโดยตรง ใช้เป็นตัวที่ปิดผนึกด้วยความร้อน Polyethylene terephthalate (PET) โดยใช้ในรูป CPET

- วัสดุป้องกันการซึมผ่าน (barrier material) อยู่ชั้นกลาง ใช้เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ ได้แก่ แผ่นฟิล์มอลูมิเนียมมีลักษณะทึบแสง ป้องกันความชื้น แสง และก๊าซได้ดี แผ่นฟิล์ม เอทิลีน ไวนิลแอลกอฮอล์ (EVOH) ซึ่งป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดีมาก และไนลอน (nylon)

- วัสดุชั้นนอก (outer layer) เป็นแผ่นฟิล์ม เช่น polyester อยู่ชั้นนอกสุด

ช่วยเรื่องความแข็งแรงทนทาน ความเหนียว ทนต่อความร้อน และสามารถพิมพ์ (printability) ข้อมูลหรือรูปภาพบนฟิล์มได้

4) ข้อดีของรีทอร์ทเพาซ์

- อาหารที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ มีน้ำหนักเบา ขนส่งได้ง่าย

- ตัวบรรจุภัณฑ์ แข็งแรง ไม่แตกหักง่าย มีน้ำหนักเบา ประหยัดค่าขนส่งและประหยัดพื้นที่เก็บรักษา

- มีรูปร่างแบน มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่าทำให้มีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนได้มาก ความร้อนแทรกผ่านได้ดีกว่า ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal processing) น้อยกว่าประหยัดพลังงานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปริมาณเท่ากันที่บรรจุในกระป๋อง หรือขวดแก้ว นอกจากนี้ การใช้เวลาในการฆ่าเชือน้อย ช่วยทำให้รักษาคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร เช่น สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ของอาหารได้ดีกว่า เหมาะสำหรับอาหารที่ไวต่อความร้อน เช่น น้ำพริกแกง ทั้งนี้มีรายงานว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อาหารในถังรีทอร์ท คิดเป็นร้อยละ 25-40 ของระยะเวลาในการฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุกระป๋อง และปริมาณความร้อนที่ใช้คิดเป็นร้อยละ 70-83 ของอาหารบรรจุกระป๋อง (Hui, 1992)

- สามารถพิมพ์สีภาพถ่าย ข้อมูลที่สวยงาม ดึงดูดความสนใจผู้บริโภคลงบนพื้นผิวได้เลย

- การเปิดถังเพื่อนำอาหารออกได้ง่ายกว่าการเปิดกระป๋องโลหะ โดยเฉพาะถ้านั้นมีรอยตัดเพื่อช่วยในการเปิด โดยสามารถเปิดถังได้ด้วยมือเปล่า โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วย

5) ข้อจำกัดของรีทอร์ทเพาซ์

- มีการลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง เช่น เครื่องฆ่าเชื้อ (retort)
- การควบคุมกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจะยุ่งยากซับซ้อน เช่น จำเป็นต้องควบคุมปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในช่องหรือถุง ความหนาแน่นข้างของช่อง ส่วนผสมของไอน้ำ และอากาศในเครื่องฆ่าเชื้อ ตลอดจนชั้นวางแบบพิเศษภายในเครื่องฆ่าเชื้อ ที่จะต้องเฝ้าอำนวยการหมุนเวียนและกระจายความร้อนภายในเครื่องดังกล่าว
- ช่องหรือถุงมักจะถูกทิ่มแทงหรือทำให้ฉีกขาดได้ง่าย จำเป็นต้องอาศัย การปกป้องจากภาชนะบรรจุชั้นนอก เช่น กล่องกระดาษอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในระหว่างการขนส่ง (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2565)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ซูปและอาหารเข้า

Jittajumnong, et al. (2022) ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารเข้าของคนไทยผู้เขียนได้รวบรวมข้อมูลจากบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารเข้าจากการศึกษาพบว่าปัจจุบันการเลือกบริโภคอาหารเข้าของคนไทยได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจาก การระบาดของโคโรนาไวรัส (COVID-19) ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตและผลิตภัณฑ์ที่มีให้เลือกสรรผู้บริโภคเปลี่ยนไปบริโภคอาหารสดและอาหารแปรรูปที่ดีต่อสุขภาพการวิเคราะห์พฤติกรรมการบริโภคพบว่าคนไทยตัดสินใจบริโภคอาหารเข้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อสุขภาพของพวกเขาได้รับประทานสะดวกแคลอรีต่ำและราคาไม่แพงประเทศไทยมีอาหารเข้าพร้อมทานหลากหลายเพื่อจัดจำหน่าย ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อและสามารถเพิ่มวัตถุดิบที่มีประโยชน์เข้าไปในผลิตภัณฑ์อาหารปรุงสำเร็จนอกจากนี้อาหารเข้ายังช่วยป้องกันการเกิดโรค เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจ อาหารเข้าที่ดีควรประกอบด้วยอาหารหลัก 5 หมู่ และผู้ประกอบการด้านอาหารควรตระหนักถึงการมีส่วนร่วมที่มีคุณค่าทางโภชนาการในการประกอบอาหาร ความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในการปรุงอาหารเพื่อผู้บริโภค

ไพบรยา แก้วจันทร์ (2564) พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมื้ออาหารเข้า มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมื้ออาหารเข้า ศึกษาสูตรที่เหมาะสม คุณภาพทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และ ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ การสำรวจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้มากำหนดวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์โดยวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) กำหนด

ขอบเขตทางโภชนาการ พลังงาน 250 – 300 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ไขมันร้อยละ 15 – 20 และมีใยอาหารไม่น้อยกว่า 8 กรัม ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต 3 อันดับแรก ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล จึงนำมากำหนดสูตรโดย Mixture design ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 10 สูตร ค่า b^* และค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณฟักทอง ($p \leq 0.05$) pH ของผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมีค่าระหว่าง 6.40 – 6.66 และพบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 (กล้วย ร้อยละ 100) และ สูตรที่ 8 (กล้วย ฟักทอง และแอปเปิลร้อยละ 66.67 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ) สูงกว่าสูตรอื่น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ใช้วัตถุดิบหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน จึงคัดเลือกเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมชุปทอดแทนมีอาหารเข้า โดยคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (320 กรัม) ประกอบด้วยพลังงาน 260 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.5 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม คอเลสเตอรอล 15 มิลลิกรัม โปรตีน 11 กรัม ใยอาหาร 12 กรัม โซเดียม 85 มิลลิกรัม และปริมาณแคลเซียม 225.92 มิลลิกรัม ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 3 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 4 วัน เนื่องจากมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้น แตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สุภาภาญจน์ และ ศุภฤชชญา (2557) ศึกษาเรื่อง ผลิตภัณฑ์ชุปครีมกึ่งสำเร็จรูปจากโรน้านางฟ้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุปครีมกึ่งสำเร็จรูปจากโรน้านางฟ้า โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design ศึกษา 3 ปัจจัย คือ โรน้านางฟ้าอบแห้ง แป้งมันฝรั่ง และครีมเทียม และคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยใช้พื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย โรน้านางฟ้าอบแห้งร้อยละ 5 แป้งมันฝรั่งร้อยละ 25 ครีมเทียมร้อยละ 30 นมผงร้อยละ 20 น้ำตาลทรายบดร้อยละ 12 เกลือร้อยละ 1 ซีสมงร้อยละ 1 และผงปรุงรส ร้อยละ 3 โดยผลิตภัณฑ์ชุปครีมกึ่งสำเร็จรูปจากโรน้านางฟ้าที่พัฒนาได้มีโปรตีน ความชื้น เถ้า ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 11.35 8.16 6.49 7.30 และ 66.70 ตามลำดับ โดยให้พลังงาน 377.90 Kcal/100g และพบวิตามินเอ (เบต้าแคโรทีน) 0.34 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และแคลเซียม 2,751.50 mg/kg

กมลวรรณ (2554) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุปกึ่งสำเร็จรูปทางโภชนาการจากแป้งมันเทศสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีเชิงฟิสิกส์และความสามารถในการออกซิเดชันของมันเทศ 4 พันธุ์ ศึกษาผลของกระบวนการแปรรูปโดยวิธีเอ็กซ์ทรูชันและการอบแห้งด้วยลูกกลิ้งร้อนต่อคุณภาพแป้งมันเทศ เลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับผลิตเป็นวัตถุดิบหลัก

ของมันเทศ และพัฒนาสูตรซูปจากมันเทศให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสูงอายุ จากผลการวิเคราะห์คุณภาพ แป้งมันเทศ ได้เลือกแป้งมันไร่ (เนื้อสีเหลือง) และมันต่อเผือก (เนื้อสีม่วง) เพื่อพัฒนาเป็นซูป เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและมีสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันสูง จากการพัฒนาสูตรซูปมันเทศโดยใช้แป้งมันไร่และมันต่อเผือก พบว่าปริมาณแป้งมันต่อส่วนผสมอื่นที่เหมาะสมคือ 50 : 40 และมีอัตราส่วนต่อเนยผงและครีมเทียมเท่ากับ 22 : 7 ละลายผงซูปโดยใช้อัตราส่วนน้ำอุ่น (อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส) ปริมาณ 4 เท่าของส่วนผสมของแห้งในหนึ่งหน่วยบริโภค (25 กรัม) จะให้พลังงาน 97 กิโลแคลอรี มีโปรตีนคิดเป็นร้อยละ 6.25 ของปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อวัน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคสูงอายุ พบว่าผู้บริโภคสูงอายุให้คะแนนความชอบโดยรวมซูปมันเทศจากพันธุ์ไร่และมันต่อเผือกอยู่ในระดับปานกลาง

ไปรยา (2564) พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมื้ออาหารเช้า โดยสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมื้ออาหารเช้า ศึกษาสูตรที่เหมาะสม คุณภาพทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และ ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ การสำรวจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้มา กำหนดวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์โดยวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) กำหนดขอบเขตทางโภชนาการ พลังงาน 250 – 300 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ไขมันร้อยละ 15 – 20 และมีใยอาหารไม่น้อยกว่า 8 กรัม ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต 3 อันดับแรก ได้แก่ กล้วยหอม พักทอง และแอปเปิล จึงนำมากำหนดสูตรโดย Mixture design ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 10 สูตร ค่า b^* และค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณพักทอง ($p \leq 0.05$) pH ของผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมีค่าระหว่าง 6.40 – 6.66 และพบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 (กล้วย ร้อยละ 100) และ สูตรที่ 8 (กล้วย พักทอง และแอปเปิลร้อยละ 66.67 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ) สูงกว่าสูตรอื่น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ใช้วัตถุดิบหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน จึงคัดเลือกเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมื้ออาหารเช้า โดยคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (320 กรัม) ประกอบด้วย พลังงาน 260 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.5 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม คอเลสเตอรอล 15 มิลลิกรัม โปรตีน 11 กรัม ใยอาหาร 12 กรัม โซเดียม 85 มิลลิกรัม และปริมาณแคลเซียม 225.92 มิลลิกรัม ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 3 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 4 วัน เนื่องจากมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ทองใหม่ (2563) ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุยุค 4.0 โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล จำแนกตามเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) กับพฤติกรรมการบริโภคของอาหารผู้สูงอายุยุค 4.0 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุ 80 ปีขึ้นไป ที่สามารถตอบคำถามได้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ และแบบทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติไคสแควร์ (Chi-Square: χ^2) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัย พบว่า ผู้สูงอายุยุค 4.0 ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารหลัก 5 หมู่ เป็นประจำได้แก่ ไข่ไก่ นมยูเอชที ข้าวเจ้า ผักบุ้ง ผักกาดขาว มะละกอ แตงโม และน้ำมันจากพืช ซึ่งได้มาจากการซื้อบริโภคเป็นหลัก ใช้วิธีการประกอบอาหารด้วยวิธีการต้มเป็นประจำ ส่วนใหญ่การเก็บรักษาอาหารด้วยการใส่ตู้เย็น จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ จำแนกออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ชนิดหลักของอาหารหลัก 5 หมู่ ความถี่ในการบริโภคอาหาร แหล่งที่มาของอาหาร วิธีการประกอบอาหาร และวิธีการเก็บรักษาอาหาร พบว่า เพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ยกเว้นการประกอบอาหาร ด้วยวิธีการต้มไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหารปรุงสำเร็จพร้อมบริโภค

งานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตสำเร็จรูปพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์มากขึ้น อาทิ เนื่อตัน (Khwanchai et al., 2023) ลูกตาลอ่อนในน้ำตาลสด (Klamsakul et al., 2024) กว๊วยเตี้ยเส้นจันทน์ผัดปู (Kangkawisut & Khunputtirapee, 2021) โจ๊กไข่ขาว (Deeprasert & Vattthanakul, 2023) ข้าวห่อใบบัว (Parnsakhorn et al., 2020) แกงส้มปักษ์ใต้ (Yotmanee and Ploykhaw, 2022) เป็นต้น

มาลัยพร วงศ์แก้ว และคณะ (2565) หาค่า F_0 ของการฆ่าเชื้อน้ำพริกอ่อนเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทและเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำพริกอ่อนที่ 115°C ในการฆ่าเชื้อเป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 4 นาที, 8 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ สำหรับการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่อนเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทของทั้ง 3 ระยะเวลา พบว่า อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30°C เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลา เท่ากับ 65 วัน โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาสองเดือน แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งหมดยังมีค่าน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ โดยกระบวนการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแปรรูปและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำพริกชนิดอื่นที่บรรจุถุงรีทอร์ทได้

Khwanchai et al. (2023) ศึกษาผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ค่า F0 แตกต่าง กันของเนื้อตุ๋นในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ เตรียมเนื้อตุ๋นตามสูตรมาตรฐาน จากนั้นทำการฆ่าเชื้อโดยใช้ส่วนผสมไอน้ำ-อากาศภายใต้ความดันในหม้อ ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ด้วยค่า F0 ที่แตกต่างกัน สามค่า ได้แก่ 9 12 และ 15 นาที บันทึกข้อมูลเวลา-อุณหภูมิระหว่าง กระบวนการให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง Ellab Sterilization Monitoring System พบว่าเวลาฆ่าเชื้อของกระบวนการสำหรับค่า F0 ที่ 9 12 และ 15 นาที มีค่าเป็น 20.36 23.62 และ 28.04 นาที ตามลำดับ ค่า cook value ที่ได้รับ คือ 61.29 61.90 และ 79.85 นาที สำหรับค่า F0 9 12 และ 15 นาที ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้รับ การฆ่าเชื้อทางการค้าในทุกสภาวะที่ศึกษา ส่วนคุณลักษณะการแทรกผ่านความร้อนสำหรับค่า heating rate lag factor (Jh) และ cooling rate lag factor (Jc) มีค่าใกล้เคียง กัน ส่วนค่า heating rate index (fh) ที่ค่า F0 เท่ากับ 9 12 และ 15 นาที มีค่าเป็น 20.45 23.60 และ 25.50 นาทีตามลำดับ คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียวเป็นกาว หรือยาง และความทนต่อการเคี้ยว มีค่า ลดลงเมื่อค่า F0 เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามค่า L^* , a^* และ b^* มีค่าลดลงตามค่า F0 ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลลัพธ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อจนได้ค่า F0 เป็น 12 นาที ได้รับคะแนนสูงสุด ดังนั้น จากการ ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่ากระบวนการฆ่าเชื้อจนได้รับค่า F0 เป็น 12 นาที มีความเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นบรรจุรีทอร์ทเพาซ์

Kangkawisut & Khunputtirapee (2021) ศึกษากระบวนการผลิตกวยเตี๋ยวลันจันต์ผัดปู พร้อมบริโภคนในบรรจุภัณฑ์อ้อนตัว (retort pouch) โดยทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการอบกวยเตี๋ยวลันจันต์ผัดปูก่อนการบรรจุที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสกำหนดระยะเวลาในการอบ 5 ระยะ คือ Control, 15, 30, 45 และ 60 นาที ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางกายภาพและทางเคมีพบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการอบเท่ากับ 60 นาที เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ทำให้คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีมีแนวโน้มที่ดีรวมทั้งมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่นรสเนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดจากนั้นศึกษาระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสกำหนดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ 4 ระยะ คือ 15, 20, 25 และ 30 นาทีพบว่าช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส คือระยะเวลา 25-30 นาที การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานขึ้นมีผลต่อคุณภาพด้านสีแดง (a) โดยค่าสีแดงสูงขึ้นลักษณะของเส้นที่เหนียวมากขึ้นไม่นิ่มและซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบยอมรับ การวิเคราะห์ด้านทางเคมีพบว่าค่าความชื้นค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (aw) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีแนวโน้มที่ลดลงส่งผลให้สามารถเก็บรักษาได้นานและมีความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ตามข้อกำหนด

ของประกาศ Notification of the Ministry of Public Health No.355 B.E. (2013) ดังนั้นระยะเวลาฆ่าเชื้อมานาน 25 นาทีจึงมีความเหมาะสมมากกว่าเมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนการผลิต

Deeprasert & Vattanakul (2023) พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวพร้อมรับประทานที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนที่มีต่อคุณภาพทั้งทางกายภาพ จุลินทรีย์ และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผ่านการให้ความร้อนที่ 2 สภาวะคือที่อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 31 นาที จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ต่ำลงและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่นานขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) และความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยไอ้ไก่ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะมีค่า F_0 มากกว่า 4 นาที และตรวจไม่พบทั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ทนร้อน ซึ่งถือได้ว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค เมื่อประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอ้ไก่ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยผู้บริโภคจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าไอ้ไก่ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 18 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าไอ้ไก่ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 31 นาที



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ/วัสดุในการทำซูป

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1) ไข่ไก่ | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 2) ออกไก่ | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 3) หมูบด | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 4) ข้าวโพดหวาน | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 5) ข้าวหอมหัวใหญ่ | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 6) กระเทียม | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 7) แครอท | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 8) หัวไชเท้า | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 9) มันฝรั่ง | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 10) กระดูกซูป | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 11) เห็ดหอม | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 12) พริกทอง | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 13) เห็ดฟาง | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 14) ตำลึง | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 15) ใบโหระพา | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 16) เซเลอรี่ | แหล่งที่ซื้อ ตลาดเทเวศร์ |
| 17) พริกไทยบด | ตรา ไรทิพย์ |
| 18) เกลือป่น | ตรา ปรงทิพย์ |
| 19) ซอสปรุงรส | ตรา ง่วนเชียง |
| 20) ซีอิ๊วขาว | ตรา ง่วนเชียง |
| 21) สาหร่ายแห้ง | |
| 22) ข้าวหอมมะลิ | |
| 23) แป้งข้าวโพด | |
| 24) น้ำมันหอย | |

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์

- 3.1.3.1 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ รุ่น SF 400
- 3.1.3.2 ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ Heto อุณหภูมิต่ำสุด - 18 องศาเซลเซียส
- 3.1.3.3 เครื่องปั่นยี่ห้อ Philips รุ่น 600w กำลังไฟ 600วัตต์ ความถี่ 50/60 เฮิร์ต
- 3.1.3.4 เตาไฟฟ้า ยี่ห้อ Electrolux รุ่น ETD 29 KC
- 3.1.3.5 หม้อสแตนเลส
- 3.1 3.6 ทัพพี
- 3.1.3.7 ซ้อนสแตนเลส/ถ้วยตวงของเหลว
- 3.1.3.9 ถ้วยเตรียม/ซ้อนตวง
- 3.1.3.10 กระชอน
- 3.1.3.11 เขียง/ มีด
- 3.1.3.12 นาฬิกาจับเวลา
- 3.1.3.13 ไมโครเวฟ ยี่ห้อ Sharp รุ่น R-220
- 3.1.3.14 เทอร์โมมิเตอร์แบบเสียบ ยี่ห้อ Digital Thermometer รุ่น TP 101

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือในการแปรรูปและฆ่าเชื้อ

- 3.1.4.1 เครื่องฆ่าเชื้อชนิดสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray Retort) AMMBEST รุ่น WS-65 บริษัทเมจิก ฟู้ด จำกัด
- 3.1.4.2 เครื่องหา F0 ยี่ห้อ Ellab รุ่น TM 14794 ประเทศเดนมาร์ก
- 3.1.4.3 ถูรีทอร์ทแพคเกจขนาด 120x200x35 mm บริษัท เมจิก ฟู้ด จำกัด

3.1.5 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อในการวิเคราะห์คุณภาพอาหาร

- 3.1.5.1 กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) Merck Germany
- 3.1.5.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) Merck Germany
- 3.1.5.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) Merck Germany
- 3.1.5.4 กรดบอริก (H_3BO_3) Merck Germany
- 3.1.5.5 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) Merck Germany
- 3.1.5.6 โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) Merck Germany
- 3.1.5.7 ปีโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) Merck Germany
- 3.1.5.8 เอทานอล (ethanol) Merck Germany
- 3.1.5.9 กรดแกลลิก (gallic acid) Merck Germany
- 3.1.5.10 Folin-Ciocalten reagent Merck Germany

3.1.5.11 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) Merck Germany

3.1.5.12 โพแทสเซียมคลอไรด์ KCl Merck Germany

3.1.5.13 กรดซิตริก บริษัท เคมีภัณฑ์

3.1.6 เครื่องมือวิเคราะห์ทางกายภาพที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

3.1.6.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Sartorius, Germany

3.1.6.2 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM- 3500d

3.1.6.3 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น SERIES PE

3.1.6.4 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination Balance ยี่ห้อ Sartorius รุ่น D-620

3.1.6.5 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer TaxT2i

3.1.6.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius, Germany

3.1.6.6 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius, Germany

3.1.6.7 ตู้อบไฟฟ้า ยี่ห้อ Memmert, ULE 500, Germany

3.1.6.8 เครื่องบดอาหาร

3.1.6.9 เตาเผา

3.1.6.10 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ Gerhardt, Germany

3.1.6.11 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ยี่ห้อ Gerhardt, Germany

3.1.6.12 เครื่องเขย่า (shaker) ยี่ห้อ Gerhardt, Lab shake, Germany

3.1.6.13 ปืนสุญญากาศ

3.1.7 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

3.1.7.1.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (hot air Over) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115

3.1.7.2 หม้ออัดความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Lado Autoclave

3.1.7.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Force รุ่น A2

3.1.7.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA) สำหรับวิเคราะห์เชื้อรา และยีสต์

3.1.7.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.1.7.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulphate Broth สำหรับวิเคราะห์ *E.coli*

3.1.7.7 จานเพาะเชื้อ

3.1.7.8 ปีเปต

3.1.7.9 หลอดทดลอง

3.1.7.10 ปีกเกอร์

3.1.7.11 แอลกอฮอล์

3.1.7.12 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.8 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.8.1 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

3.1.8.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ
(9 – Points Hedonic Scale)

3.1.8.3 ปากกา/ แก้วน้ำ

3.1.8.5 ถ้วยชิมพลาสติก

3.1.8.6 ช้อนพลาสติก

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การพัฒนาสูตรและขั้นตอนการทำอาหารเข้า

พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว เป็นองค์ประกอบหลัก จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวผัก และซุปไข่ขาวอกไก่ โดยให้มีองค์ประกอบ คุณภาพเหมาะสมตามต้องการ ด้านโภชนาการของผู้สูงอายุ พิจารณาจากคุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะทางกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ความข้นหนืด และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งในแต่ละค่าคุณภาพ ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)

สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9- point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)

สูตรผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว เป็นองค์ประกอบหลัก จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวผัก และซุปไข่ขาวอกไก่ มีส่วนผสมดังต่อไปนี้

1) **น้ำสต็อก** สำหรับเป็นน้ำซุปพื้นฐานของอาหารเข้าทั้ง 3 ชนิด มีขั้นตอนการทำดังนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรน้ำสต็อกผัก

ส่วนผสมน้ำสต็อก	ปริมาณ
น้ำเปล่า	5,000 ml
หัวไชเท้าหั่นเต๋า	400 g
แครอทหั่นเต๋า	300 g
หอมหัวใหญ่หั่นเต๋า	200 g
เห็ดหอมสดหั่นแฉ่น	200 g
กระเทียมทุบ	50 g5
รากผักชี	50 g
พริกไทยดำเม็ดโขลกหยาบ	4 g
เกลือป่น	5 5g



ภาพที่ 3.1 ส่วนผสมของน้ำสต็อกผัก

2) โจ๊กไข่ขาว

ตารางที่ 3.2 สูตรโจ๊กไข่ขาว

ส่วนผสม	ปริมาณร้อยละ		
ไข่ขาว	25	30	35
น้ำซุป	75	70	65

วิธีทำ

ผสมไข่ขาวกับน้ำซุปเข้าด้วยกัน

ตั้งไฟอ่อนๆ

คนเบาๆ จนเริ่มหนืด (ประมาณ 1.30 นาที)

ปิดแก๊ส

5. บรรจุลงถุงรีทอร์ทเพ้าซอลูมิเนียมฟอยด์ที่บีบกันตั้ง ขนาด 120 x 200 x 35 mm (Thickness 2.3 mm) บรรจุสุป 200 กรัม (ขนาดบรรจุปกติ 180 กรัม)
6. ซีลปิดปากถุง (อุณหภูมิเครื่องซีล 140 องศาเซียส) ตรวจสอบรอยซีล
7. นำเก็บไว้ในตู้เย็น



ภาพที่ 3.2 ส่วนผสมโจ๊กไข่ขาว

3) ซุปไข่ขาวอกไก่

ตารางที่ 3.3 สูตรซุปไข่ขาวอกไก่

ส่วนผสม	ปริมาณร้อยละ		
ไข่ขาว	10.0	14.0	18.0
น้ำซุป	80.0	76.0	72.0
แป้งข้าวโพด	1.2	1.2	1.2
น้ำ	5.5	5.5	5.5
เนื้ออกไก่ลอกสุก	3.3	3.3	3.3

วิธีทำ

1. ตั้งน้ำซุปด้วยไฟอ่อนๆ
2. เมื่อเริ่มเดือด เติมแป้งข้าวโพดที่ละลายน้ำเรียบร้อยแล้ว และคนให้เข้ากันจนเดือด
3. เติมไข่ขาวที่ตีให้กระจาย เทผ่านกระชอนลงไป พร้อมคนเบาๆ
4. ใส่เนื้ออกไก่ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ คนให้เข้ากัน ต้มต่อเวลา 1.30 นาที
5. บรรจุลงถุงรีทอร์ทเพ้าซอลูมิเนียมฟอยด์หีบกันตั้ง ขนาด 120 x 200 x 35 mm (Thickness 2.3 mm) บรรจุซุป 200 กรัม (ขนาดบรรจุปกติ 180 กรัม)
6. ซิลปิดปากถุง (อุณหภูมิเครื่องซิล 140 องศาเซียส) ตรวจสอบรอยซิล
7. นำเก็บไว้ในตู้เย็น



ภาพที่ 3.3 ส่วนผสมซุปไข่ขาวอกไก่

4) ซุปไข่ขาวผัก

ตารางที่ 3.4 สูตรซุปไข่ขาวผัก

ส่วนผสม	ปริมาณร้อยละ		
ไข่ขาว	10.0	13.0	16.0
น้ำซุป	79.0	76.0	73.0
แป้งข้าวโพด	1.2	1.2	1.2
น้ำ	5.4	5.4	5.4
แครอท	2.2	2.2	2.2
ตำลึง	2.2	2.2	2.2

วิธีทำ

1. ตั้งน้ำซุปด้วยไฟอ่อนๆ
2. เมื่อเริ่มเดือด ทำการเติมแป้งข้าวโพดที่ละลายน้ำเรียบร้อยแล้ว และคนให้เข้ากัน
3. เมื่อเริ่มเดือดอีกรอบ ทำการเติมไข่ขาวที่เตรียมไว้ลงไป พร้อมคนเบาๆ
4. ใส่แครอทและตำลึงลงไป ต้มต่อประมาณ 1.30 นาที

*หมายเหตุ : ทำการลวกแครอทและตำลึงก่อนด้วยน้ำเดือด 2 นาที



ภาพที่ 3.4 ส่วนผสมของซุปไข่ขาวผัก

3.2.2 ศึกษาการแทรกผ่านความร้อนสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์

บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวผัก และซุปไข่ขาวอกไก่ ตันแบบในถุงรีทอร์ท เพ้าซ์ ฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบ Over Pressure Retort โดยศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ซูปทั้ง 3 ชนิด โดยศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในภาชนะบรรจุ (F_0) ประเมินคุณภาพของคุณลักษณะด้านต่างๆ ตามข้อกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขสำหรับการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดปรับกรดที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยทำให้ปลอดเชื้อเชิงการค้า พศ. 2563 (GMP420) และ ความพึงพอใจของผู้บริโภค จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

1) การเตรียมตัวอย่างในการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนภายใต้แรงดันสูง (water spray retort)

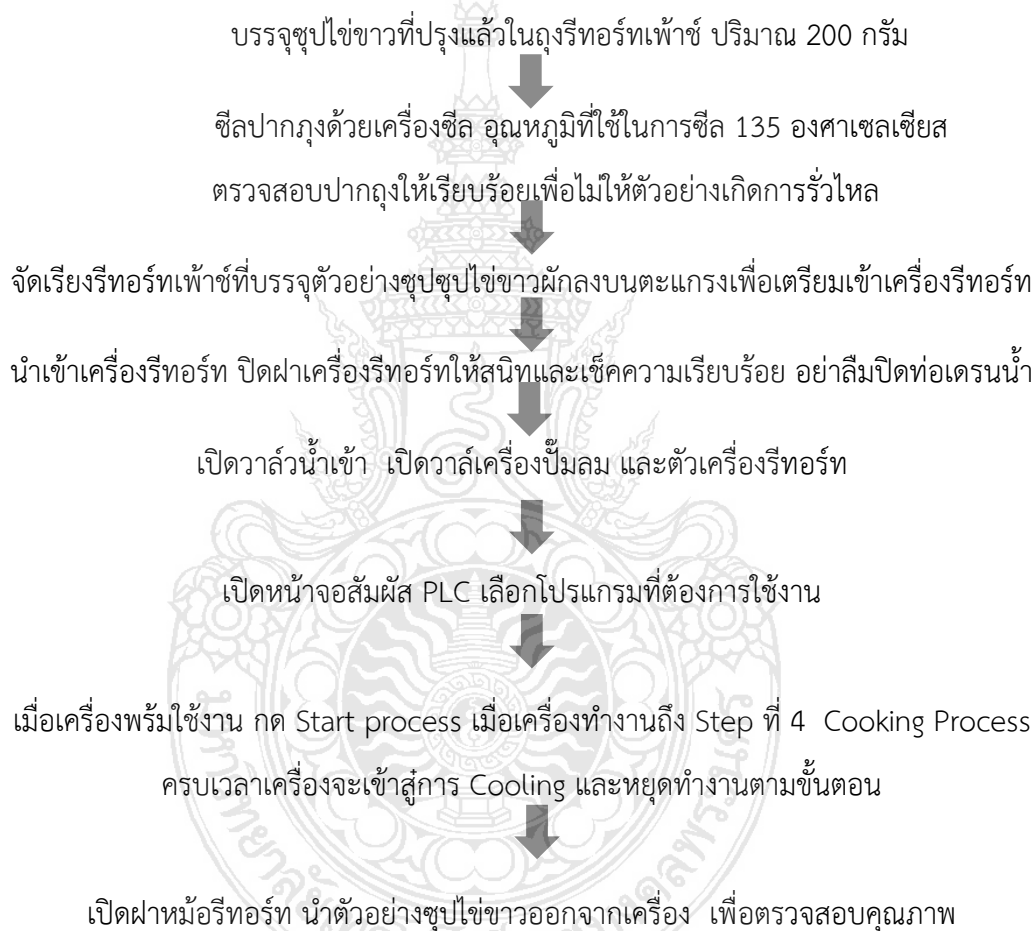
นำอาหารเข้าจากไข่ขาวที่เตรียมได้จากข้อ 3.2 บรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์แบบทึบ ขนาด 120 x 200 x 35 mm (บริษัทเมจิก ฟู้ด จำกัด) ปริมาตร 200 g ปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อนสำหรับการฆ่าเชื้อเพื่อหาค่า F_0 ทำการเจาะรูถุงรีทอร์ทเพ้าซ์เพื่อใส่สายวัดอุณหภูมิใจกลางอาหารที่ 1/5 ของความสูงที่วัดจากก้นถุงและเจาะรูเพื่อใส่ตัวค้ำยัดหัวเข็มที่ 2/5 ของความสูงที่วัดจากก้นถุง เพื่อความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิซึ่งทำให้หัววัดอุณหภูมิอยู่ใจกลางของตัวอย่าง

2) การศึกษาผลของสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) จะทำการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกัน แต่ไม่นำเข้าเครื่องรีทอร์ท ส่วนการศึกษาสภาวะในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 35 นาที โดยใช้หม้อฆ่าเชื้อแบบสเปรย์น้ำร้อนภายใต้แรงดันสูง (water spray retort) (บริษัท เมจิก ฟู้ด จำกัด รุ่น AMMBEST-WS65 ประเทศไทย) นำถุงรีทอร์ทเพ้าซ์ที่เตรียมไว้มาเสียบกับสายวัดอุณหภูมิ แล้วนำสายวัดอุณหภูมิต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลเพื่ออ่านค่าอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในเวลาต่างๆ โดยจะทำการจดบันทึกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 1 นาที ตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนไปจนถึงตัวอย่างถูกลดอุณหภูมิลงจนเสร็จสิ้นกระบวนการ และคำนวณเวลาการฆ่าเชื้อด้วยวิธี General method (Holdsworth and Simpson, 2008) ดังตามสมการ โดยมีขั้นตอนการนำตัวอย่างเข้าเครื่องรีทอร์ท ดังแผนภาพที่ 3.5

$$F_0 = \int_0^t 10^{\left(\frac{T-121.1}{z}\right)}$$

โดยที่	T	คือ อุณหภูมิที่ร้อนซ้ำที่สุดของตัวอย่างที่เวลาใดๆ (°ซ)
	t	คือ เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (นาที)
	Z	คือ อุณหภูมิที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์อ้างอิง (10 °ซ)



แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตซูปไข่ขาวสำเร็จรูปในภาชนะปิดสนิท



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว

การศึกษาสภาวะในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไก่ไขขาวในถุงรีทอร์ทเพาซ์ กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โดยการศึกษการแทรกผ่านความร้อน (heat penetration) ของผลิตภัณฑ์ในถุงบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ที่เตรียมได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมที่ได้ จากการศึกษาในข้อ 3.2 มาบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาดกว้างxยาว แบบก้นตั้ง เท่ากับ 120 x 200 x 35 mm ขนาดบรรจุ 200 กรัม ที่ติดตั้งเข็มวัดอุณหภูมิคู่วบ (thermocouple) บริเวณด้านข้างของถุงและก้นถุง โดยให้ปลายเข็มอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของถุงจากนั้นเติมผลิตภัณฑ์สุปไข่ขาวขณะร้อน 200 กรัม ปิดผนึกฝาด้วยเครื่องซีลปิดผนึก และตรวจสอบความเรียบร้อยของตะเข็บ ติดตั้งระบบวัดการแทรกผ่านความร้อน โดยต่อสายวัดอุณหภูมิจากเข็มวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องฆ่าเชื้อ ทำการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส กำหนดค่า Lethality (F_0) เท่ากับ 10 นาที (Chandrasekar et al., 2004) บันทึกอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อและอุณหภูมิของไก่ไขขาวที่จุดร้อนซ้ำที่สุกภายในภาชนะบรรจุทุก 1 นาที จนสิ้นสุดกระบวนการให้ความร้อนและทำให้เย็น ทำการศึกษาโดยใช้ตัวอย่างครั้งละ 48 ถุง คำนวณหาค่า (F_0) ด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ Ellab รุ่น TM 14794 ร่วมกับวิธีทั่วไป (general method) เพื่อกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (process time) ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ของแต่ละอุณหภูมิ

3.3 เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ (Nutrition Facts) และสารสำคัญของผลิตภัณฑ์

อาหารเข้าจากไข่ขาว สำเร็จรูปต้นแบบสำหรับผู้สูงอายุ

คุณภาพทางเคมี สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดละ 3 ถุง นำมาตรวจคุณภาพทางเคมี ได้แก่ คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่

- โปรตีน (AOAC., 2000)
- ไขมัน (AOAC., 2000)
- โยอาหาร (AOAC., 2000)
- คาร์โบไฮเดรต โดยวิธีคำนวณ
- ค่าพลังงาน AOAC., 2000)

3.4 เพื่อทดสอบคุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ

ในบรรจุภัณฑ์ถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

ผลิตภัณฑ์สุปไข่ขาวในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่เตรียมได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมที่ได้ จากการศึกษาในข้อ 4.1.2 มาบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาดบรรจุ 200 กรัม จำนวน 48 ถุง มาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 35 นาที แล้วนำตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพ ด้านต่าง ๆ

โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในสภาวะอุณหภูมิปกติและสภาวะเร่ง สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุขสำหรับการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดปรับกรดที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยทำให้ปลอดเชื้อเชิงการค้า พศ. 2563 (GMP420) ทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามลักษณะทั่วไปที่เหมาะสม ได้แก่ ดังนี้

1) คุณภาพทางกายภาพ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดละ 3 ถัง นำมาตรวจคุณภาพ ได้แก่

- สภาพถุง น้ำหนักสุทธิ (net weight) น้ำหนักเนื้อ (drain weight) ลักษณะภายในถุง
- ค่าสีเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น CX2687 ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดค่า L* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว สำหรับค่า a* คือ ค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) เมื่อมีค่าเป็นลบและมีค่าความเป็นสีแดง (Redness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่า b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness) เมื่อมีค่าเป็นลบ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้ตัวอย่างปริมาณ 25-30 กรัม อุณหภูมิของตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28 °ซ)

- วิเคราะห์ค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer (ยี่ห้อ Brookfield Engineering Laboratory Inc. รุ่น RVDII+ with small sample adapter ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยใช้หัววัด SC4-27 ปริมาตร 11 มิลลิลิตร ที่ความเร็วรอบ 20 รอบ/นาที อุณหภูมิของตัวอย่างประมาณ 60±1 °ซ

- วิเคราะห์เนื้อสัมผัส ได้แก่ ความคงตัว ด้วย Consistometer เป็นค่าการไหล (Rheological properties) นำตัวอย่างที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มาวัดค่าการไหลบนรางวัดของเครื่อง Bostwick Consistometer แล้ววัดระยะทางการไหล ในเวลา 60 วินาที ทำการวัดจำนวน 5 ซ้ำ แล้วบันทึกระยะทางการไหลของตัวอย่างในหน่วยเซนติเมตร (cm.)

2) คุณภาพทางจุลินทรีย์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุณหภูมิละ 8 ถัง ประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตามวิธีการ Sterility test AOAC (2000) ตรวจสอบลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น การบวม การปิดผนึก การรั่ว เป็นต้น แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน นำไปบ่มเชื้อในตู้บเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C นาน 14 วัน และที่อุณหภูมิ 55°C นาน 7-10 วัน ในกรณีที่มีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นในระหว่างการบ่มเชื้อไม่ต้องนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อ นำผลิตภัณฑ์ที่บ่มครบกำหนดแล้วไปวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่ม Flat sour ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารโดยการสร้างกรดแต่ไม่สร้างแก๊สและสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิประมาณ 55°C (Flat sour bacteria) ตามวิธีของ มอก. 335 เล่ม 1-2523 วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาเล่ม 1-อาหารกระป๋อง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2531)

4) คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาว ชุปไข่ขาวผัก และชุปไข่ขาวอกไก่ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ประเมินปัจจัยคุณภาพด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นไข่ กลิ่นรสไข่ รสเค็ม ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ซึ่งวางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบ RCBD และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT เสิร์ฟตัวอย่างปริมาณ 15 กรัม ในถ้วยทนร้อน ให้ผู้ทดสอบชิมขณะที่ตัวอย่างโจ๊กไข่ขาว ชุปไข่ขาวผัก และชุปไข่ขาวอกไก่ ยังอุ่นอยู่ (60-70 °C) โดยทำการเสิร์ฟตัวอย่างพร้อมน้ำดื่ม วางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ *Randomized complete block design* (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว

ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวที่มีเป็นองค์ประกอบหลักเป็นไข่ขาว จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวผัก และซุปไข่ขาวอกไก่ โดยให้มีองค์ประกอบ คุณภาพเหมาะสมตามต้องการด้านโภชนาการของผู้สูงอายุ พิจารณาจากคุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะทางกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ความข้นหนืด และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

พัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่ขาวให้มีองค์ประกอบ คุณภาพเหมาะสมตามต้องการด้านโภชนาการของผู้สูงอายุ พิจารณาจากคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งในแต่ละค่าคุณภาพ ทางกายภาพและเคมี ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9- point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบ จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ซึ่งได้คัดเลือกสูตรและปรับปรุงวิธีการผลิตจนได้สูตรโจ๊กไข่ขาวที่ได้รับการยอมรับ และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยเพื่อการบริโภค

การศึกษาสูตรพื้นฐานโจ๊กไข่ขาวโดยเปรียบเทียบสูตรโจ๊กไข่ขาว 3 สูตร (ตารางที่ 3.1) และวิธีการตามภาพที่ 3.1 ซุปไข่ขาวอกไก่ ดังภาพที่ 3.2 และ ซุปไข่ขาวผัก ดังภาพที่ 3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวทั้ง 3 สูตร ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 25	ร้อยละ 30	ร้อยละ 35
ลักษณะที่ปรากฏ	7.20 ± 0.56b	8.06 ± 0.45a	7.86 ± 0.83a
สี ^{ns}	7.20 ± 0.67	7.26 ± 0.70	7.60 ± 0.63
กลิ่น	7.66 ± 1.45a	7.56 ± 0.88ab	7.66 ± 0.97b
เนื้อสัมผัส	7.33 ± 0.89b	7.66 ± 1.04a	7.73 ± 0.59ab
รสชาติ	7.46 ± 1.45a	7.40 ± 1.12ab	7.20 ± 1.01b
ความชอบโดยรวม	7.66 ± 1.23ab	7.93 ± 0.96a	7.33 ± 0.48b

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาว พบว่า โจ๊กไข่ขาวที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทุกคุณลักษณะ ยกเว้นด้านสีที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบ ปริมาณไข่ขาวร้อยละ 30 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด มากกว่าปริมาณร้อยละ 25 ด้วยลักษณะโจ๊กที่ได้ค่อนข้างเหลวเกินไป ส่วนปริมาณไข่ขาวร้อยละ 35 มีกลิ่นไข่ชัดเจนและซุบขึ้นเกินไป จึงเลือกปริมาณไข่ขาวร้อยละ 30 เหมาะสมสำหรับสูตรโจ๊กไข่ขาวไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสซุบไข่ขาวอกไก่ที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 14	ร้อยละ 18
ลักษณะที่ปรากฏ	7.03 ± 1.06b	8.20 ± 0.94a	7.46 ± 0.91a
สี	7.33 ± 0.72b	7.66 ± 0.88a	7.46 ± 0.74ab
กลิ่น	7.66 ± 0.89b	8.06 ± 0.72a	7.33 ± 0.97b
เนื้อสัมผัส	7.26 ± 1.22b	8.53 ± 0.51a	7.66 ± 0.72ab
รสชาติ	7.26 ± 1.03c	8.00 ± 0.77a	7.53 ± 0.99b
ความชอบโดยรวม	7.13 ± 1.12b	8.33 ± 0.74a	7.46 ± 0.91ab

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวอกไก่ พบว่าซูปไข่ขาวอกไก่ที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทุกคุณลักษณะ เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบ ปริมาณไข่ขาวร้อยละ 14 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่แตกต่างกับสูตรที่มีปริมาณไข่ ร้อยละ 18 ในทุกด้าน ยกเว้นด้านกลิ่นที่คะแนนความชอบของสูตรที่มีไข่ร้อยละ 18 ได้รับคะแนนด้านกลิ่นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จากผลคะแนนจึงเลือกสูตร 2 ปริมาณไข่ขาวร้อยละ 14 เหมาะสมสำหรับสูตรซูปไข่ขาวอกไก่ไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.3 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซูปไข่ขาวผัก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 13	ร้อยละ 16
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	7.80 ± 1.14	7.80 ± 1.20	7.53 ± 1.12
สี	7.46 ± 1.18ab	7.73 ± 1.09a	7.33 ± 0.89b
กลิ่น	7.86 ± 1.30a	7.66 ± 0.89ab	7.26 ± 1.16b
เนื้อสัมผัส	7.20 ± 0.86b	7.73 ± 1.33a	7.13 ± 1.35b
รสชาติ	7.69 ± 1.54a	7.46 ± 1.12a	7.50 ± 1.46b
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.46 ± 1.06ab	7.63 ± 1.23a	7.33 ± 1.11b

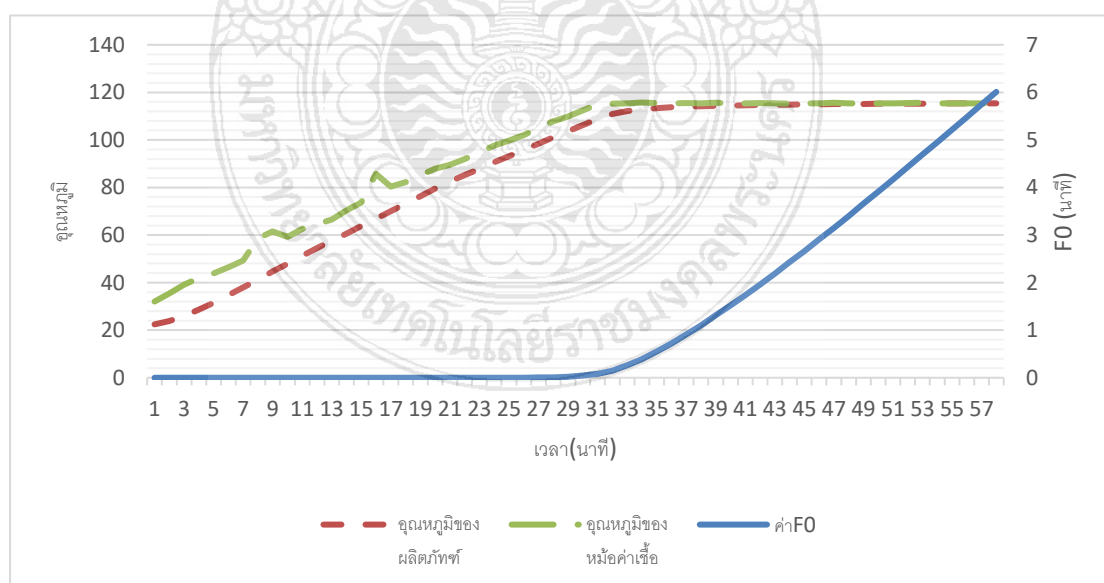
หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

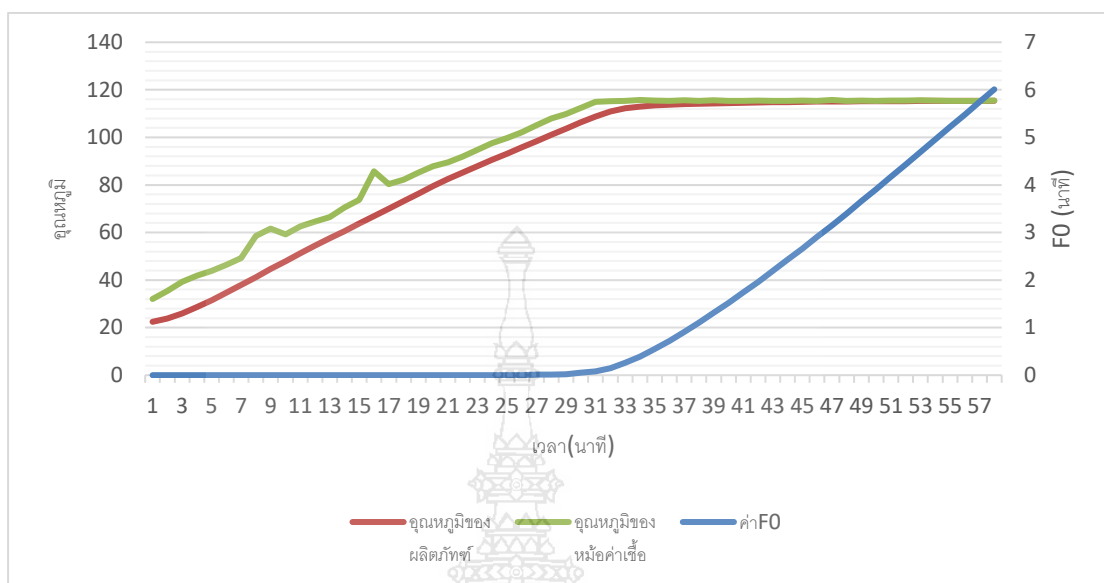
จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวผัก พบว่าซูปไข่ขาวผักที่มีปริมาณไข่ขาวต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทุกคุณลักษณะ ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบ ปริมาณไข่ขาวร้อยละ 13 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่แตกต่างกับสูตรที่มีปริมาณไข่ ร้อยละ 10 ในทุกด้าน ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัส ที่คะแนนความชอบของสูตรที่มีไข่ร้อยละ 13 ได้รับคะแนนสูงกว่าร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญ จากผลคะแนนจึงเลือกสูตร 2 ปริมาณไข่ขาวร้อยละ 13 เหมาะสมสำหรับสูตรซูปไข่ขาวผักไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค

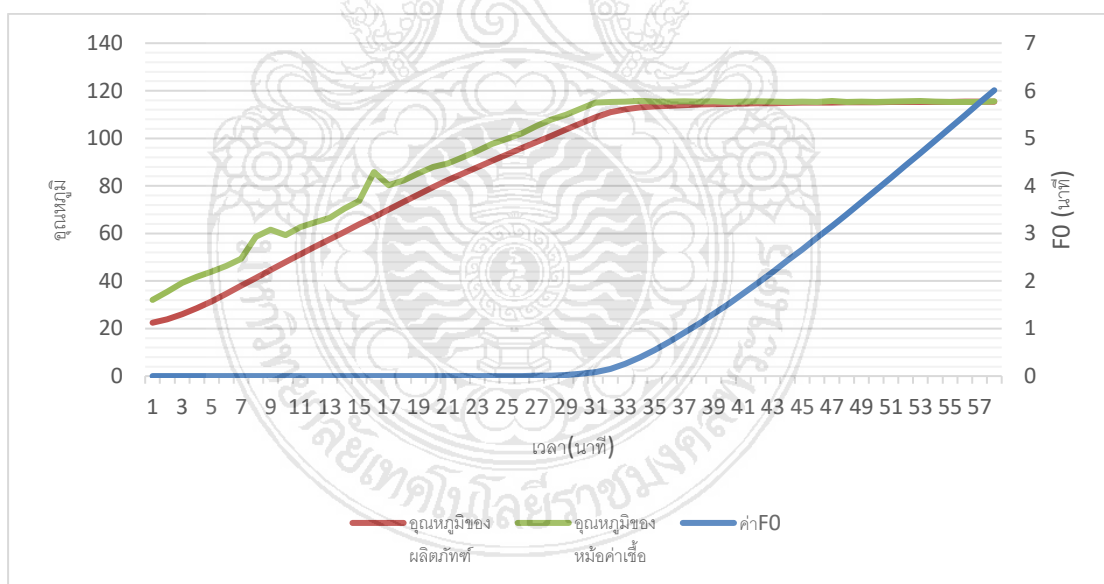
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไส้ขาในถุรีทอร์ทเพาซ์ กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โดยการศึกษากการแทรกผ่านความร้อน (heat penetration) ของผลิตภัณฑ์ในถุรีทอร์ทเพาซ์ที่เตรียมได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมที่ได้ มาบรรจุในถุรีทอร์ทเพาซ์แบบใส ขนาดกว้างxยาว แบบก้นตั้งขนาดบรรจุ 200กรัม ที่ติดตั้งเข็มวัดอุณหภูมิคู่ควบ (thermocouple) บริเวณด้านข้างของถุ โดยให้ปลายเข็มอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของถุจากนั้นเติมผลิตภัณฑ์ไส้ขาผักคะน้าร้อน 200 กรัม ปิดผนึกฝาด้วยเครื่องซีลปิดผนึก และตรวจสอบความเรียบร้อยของตะเข็บ ติดตั้งระบบวัดการแทรกผ่านความร้อน โดยต่อสายวัดอุณหภูมิจากเข็มวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องฆ่าเชื้อ ทำการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส กำหนดค่า Lethality (F_0) เท่ากับ 6 นาที (Chandrasekar et al., 2004) บันทึกอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อและอุณหภูมิของไส้ขาที่จุดร้อนซ้ำที่สุดท้ายในภาชนะบรรจุทุก 1 นาที จนสิ้นสุดกระบวนการให้ความร้อนและทำให้เย็น ทำการศึกษาโดยใช้ตัวอย่างครั้งละ 48 ถุ คำนวณหาค่า (F_0) ด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ Ellab รุ่น TM 14794 ร่วมกับวิธีทั่วไป (general method) เพื่อกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (process time) ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ของแต่ละอุณหภูมิ



ภาพที่ 4.1 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ไส้ขาบรรจุในถุรีทอร์ทเพาซ์ ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที



ภาพที่ 4.2 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์เจ๊กไข่ขาวอกไก่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที



ภาพที่ 4.3 การกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ซูป์ไข่ขาวผักบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที

ตารางที่ 4.4 ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวจากสภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เวลา 35 นาที

ตัวอย่าง	F_0 (นาที)
โจ๊กไข่ขาว	6.01
ซूपไข่ขาวอกไก่	6.56
ซूपไข่ขาวผัก	6.22

ผลจากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนเพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวอกไก่ และซूपไข่ขาวผัก พบว่า สภาวะในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที มีการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ที่เวลาต่างๆ แสดงดังภาพที่ 1 2 และ 3 เมื่อคำนวณค่า F_0 มีค่าเท่ากับ 6.01 6.56 และ 6.22 นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) โดยผลจากการคำนวณค่า F_0 ที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) กำหนดว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ค่า F_0 จะต้องไม่ต่ำกว่า 3 นาที และค่าที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chysirichote และ Phongpipatpong (2015) ที่ทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเดือยที่อุณหภูมิ 116 °ซ มีค่า F_0 เท่ากับ 6 นาที

จากการศึกษาผลของการให้ความร้อนเชิงการค้าต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของซूपไข่ขาวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ ผลของการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ซूपซूपไข่ขาวผัก ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ จากการให้ความร้อนระดับสเตอริไรส์ผลิตภัณฑ์ซूपซूपไข่ขาวผักที่อุณหภูมิ 115 °C เป็นเวลา 35 นาที โดยค่า F_0 ที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดให้อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทและมีความเป็นกรดต่ำต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่ F_0 ไม่ต่ำกว่า 3 นาที (ประกาศของกระทรวงสาธารณสุข) เช่นเดียวกับผลด้านการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค มาฤดี และ อีรินทร์ (2557) รายงานว่าระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (ค่า F_0) ของ ผลิตภัณฑ์โจ๊กพร้อมบริโภคบรรจุรีทอร์ทเพาช์ที่เหมาะสม และปลอดภัยต่อการบริโภคคือ 4.02 นาที

4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง

4.3.1 ลักษณะปรากฏ

ลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ซูบ ก่อนการฆ่าเชื้อและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่า ลักษณะด้านสีมีความแตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.4-4.6



ภาพที่ 4.4 ลักษณะปรากฏของไข่ขาวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)



ภาพที่ 4.5 ลักษณะปรากฏของซูบไข่ขาวอกไก่ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)



ภาพที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของซูบไข่ขาวผักที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (A) และหลังผ่านการฆ่าเชื้อ (B)

4.3.2 ผลการวัดคุณภาพทางกายภาพ

ค่าสีและความหนืดของอาหารเข้าทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านและผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง 115 องศาเซลเซียส โดยวัดค่าสี (L^* , a^* , b^*) ด้วยเครื่องวัดสี L^* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว สำหรับค่า a^* คือค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) เมื่อมีค่าเป็นลบและมีค่าความเป็นสีแดง (Redness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่า b^* คือค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) เมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness) เมื่อมีค่าเป็นลบ และวัดค่าความหนืด (Viscometer) ด้วยเครื่องวัดค่าความหนืด หัววัดเบอร์ 2 ความเร็วรอบ 50 rpm เวลา 1 นาที และวัดค่าความคงตัวเป็นระยะทางการไหลด้วยเครื่อง Boswick consistometer ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5-4.7

ตารางที่ 4.5 ค่าสีและความหนืดของโจ๊กไข่ขาวที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง

คุณภาพ	ก่อนการฆ่าเชื้อ ^a	หลังการฆ่าเชื้อ ^b
ค่าสี L^*	80.23 $\pm$ 0.24	75.23 $\pm$ 0.15
a^*	-2.58 $\pm$ 0.31	-1.10 $\pm$ 0.05
b^*	12.55 $\pm$ 0.22	15.78 $\pm$ 0.20
ความหนืด (cps)	705 $\pm$ 20.0	590 $\pm$ 15.8
ความคงตัว (cm)	3.5 $\pm$ 0.2	3.8 $\pm$ 0.2

ตารางที่ 4.6 ค่าสีและความหนืดของซูปไข่ขาวอกไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง

คุณภาพ	ก่อนการฆ่าเชื้อ ^a	หลังการฆ่าเชื้อ ^b
ค่าสี L^*	77.23 $\pm$ 0.34	65.23 $\pm$ 0.15
a^*	-1.58 $\pm$ 0.20	-1.10 $\pm$ 0.15
b^*	10.23 $\pm$ 0.20	8.74 $\pm$ 0.10
ความหนืด (cps)	125 $\pm$ 2.00	110 $\pm$ 10
ความคงตัว (cm)	3.5 $\pm$ 0.2	3.6 $\pm$ 0.2

ตารางที่ 4.7 ค่าสีและความหนืดของซูปไข่ขาวผักที่ผ่านและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง

คุณภาพ		ก่อนการฆ่าเชื้อ ^a	หลังการฆ่าเชื้อ ^b
ค่าสี	L*	58.23 ±0.24	45.23 ±0.15
	a*	-4.58 ±0.31	-1.00 ±0.05
	b*	8.23±0.22	12.00 ±0.20
ความหนืด (cps)		95±2.00	80±10
ความคงตัว (cm)		3.85± 0.2	3.9± 0.3

ผลของการให้ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซันนั้น ปัจจัยแรกคือค่าสีนับเป็นปัจจัยหนึ่งของการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหาร ลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ไข่ขาว ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อมีลักษณะสีแตกต่างกันโดยสีของผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น พิจารณาจากค่า L* ที่ลดลงภายหลังการฆ่าเชื้อ ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซันจึงคำนึงถึงปัจจัยนี้ โดยงานวิจัยทำการวัดค่าสีผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °C เป็นเวลา 35 นาที พบว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มมากขึ้น การฆ่าเชือนานขึ้นส่งผลเร่งการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีไนโซกับกรดอะมิโนจากโปรตีน ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้ (Shahidi et al, 2019) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไข่ขาวจึงมีค่าความสว่างลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยการให้ความร้อน และจากการศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทุ้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซัน พบว่า ระยะเวลาที่นานขึ้นในการให้ความร้อนส่งผลให้สีของเนื้อปลาทุ้มมีค่าความสว่างลดลง และค่า a* ของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นและมีสีน้ำตาลที่เข้มขึ้น (พฤกษา สวาทสุข, 2559) เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของ Majumdaret al., (2021) และ Parnsakhorn et al (2020) ที่พบว่า ค่า L* b* และ a* ของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซันมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่า F0 เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลซึ่งเป็นปฏิกิริยาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขององค์ประกอบของอาหารระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน มักเกิดในขณะที่อาหารผ่านความร้อน

ส่วนค่าความหนืดของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวหลังจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ไข่ขาวมีลักษณะที่ดี ไข่ขาวไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากมีขั้นตอนการเตรียมให้ไข่ขาวสุกเล็กน้อยก่อนผ่านสภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีส่วนช่วยป้องกันไม่ให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการแข็งตัวเป็นก้อนได้ โดย

ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที เท่ากับ 105 cP และ 90 cP ตามลำดับ โดยโจ๊กที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงมีค่าความหนืดลดลงเมื่อเทียบกับโจ๊กไข่ขาวสูตรควบคุมที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) ด้วยความร้อนยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ โมเลกุลของโปรตีนเกิดการคลายตัวทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป โปรตีนแข็งตัวเกิดการตกตะกอนและไม่ละลายน้ำ (เปรมศิริ เปรมประเสริฐ และ ปาริฉัตร หงสประภาส, 2549) ทำให้การใช้ความร้อนในระดับที่สูงส่งผลให้โจ๊กมีค่าความหนืดน้อยกว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Chysirichote และ Phongpipatpong (2015) ที่ทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเดือย พบว่า โจ๊กที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีค่าความหนืดลดลงเมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น

4.3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ประเมินคุณภาพด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นไข่ กลิ่นรสไข่ รสชาติ ความข้นหนืดและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95 ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.8-4.10

ตารางที่ 4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ

คุณลักษณะ	ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	ให้ความร้อน 115 °ซ 35 นาที
ลักษณะปรากฏ	8.42 ^a ±1.05	8.04 ^b ±1.45
สี	8.00 ^a ±1.30	7.32 ^b ±1.44
กลิ่นไข่	7.32 ^b ±1.51	7.06 ^a ±2.12
กลิ่นรสไข่	7.78 ^a ±1.15	7.00 ^b ±1.62
รสชาติ ^{ns}	7.44±1.80	7.66±1.51
ความข้นหนืด	7.10 ^b ±1.44	7.80 ^a ±1.50
ความชอบโดยรวม ^{ns}	8.08±1.21	7.92±1.24

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.9 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซูปไข่ขาวอกไก่ก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ

คุณลักษณะ	ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	ให้ความร้อน 115 °ซ 35 นาที
ลักษณะปรากฏ	7.51±1.05 ^b	7.89±1.17 ^a
สี	6.97±1.12 ^b	7.82±0.95 ^a
กลิ่นไข่	7.23±1.25 ^b	6.04±0.76 ^a
กลิ่นรสไข่	7.41±1.02	7.07±1.00
รสชาติ ^{ns}	7.64±0.84	7.77±1.01
ความข้นหนืด	7.40 ^b ±1.44	7.92 ^a ±1.30
ความชอบโดยรวม ^{ns}	8.08±1.21	8.02±1.24

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.10 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซูปไข่ขาวผักก่อนและหลังผ่านการฆ่าเชื้อ

คุณลักษณะ	ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	ให้ความร้อน 115 °ซ 35 นาที
ลักษณะปรากฏ	7.71±1.05 ^a	7.29±1.17 ^b
สี	7.97±1.12 ^a	6.72±0.94 ^b
กลิ่นไข่ ^{ns}	7.23±1.25 ^b	7.94±0.76 ^a
กลิ่นรสไข่ ^{ns}	7.41±1.08	7.47±1.06
รสชาติ ^{ns}	7.64±0.89	7.77±1.01
ความข้นหนืด	7.40 ^b ±1.44	7.92 ^a ±1.30
ความชอบโดยรวม ^{ns}	8.08±1.21	8.02±1.24

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.8-4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อได้รับคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) ในทุกคุณลักษณะ ($p < 0.05$) ยกเว้นในด้านของรสชาติที่ได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ในด้านค่าสีจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับโจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) เนื่องจาก ค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่มีสีที่คล้ำ จึงอาจทำให้มีผลต่อความชอบของผู้บริโภคได้ รวมทั้งกลิ่นไข่และกลิ่นรสไข่ที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยจะสังเกตได้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นไข่และกลิ่นรสไข่ของโจ๊กไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อได้คะแนนความชอบน้อย แตกต่างจากโจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) อย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษางานวิจัยของ Germs (1973) ได้อธิบายไว้ว่า ในไข่ขาวมีกำมะถันอยู่ ซึ่งไข่ขาวเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวเป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ออกมา ดังนั้นจึงอาจจะสรุปได้ว่าตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อ มีความเข้มข้นของกลิ่นและกลิ่นรสกำมะถันมากกว่าตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและอาจเป็นไปได้ว่าไข่ขาวที่ได้รับความร้อนสูงกว่าจะทำให้เกิดความเข้มข้นของกลิ่นและกลิ่นรสกำมะถันมากขึ้น

4.3.4 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ

ผลการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ก่อน และหลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า แสดงดังตารางที่ 4.11 ผลิตภัณฑ์ซูบไข่ขาวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ ที่เตรียมได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมที่ได้มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ ขนาดบรรจุ 200 กรัม จำนวน 48 ถู่ง มาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 35 นาที แล้วนำตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุณหภูมิละ 8 ถู่ง นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 35 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตามวิธีการของ BAM (2001) ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด flat sour bacteria ชนิด thermophile และ mesophile, thermophilic anaerobes, mesophilic anaerobes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., Coliform bacteria และ *Clostridium botulinum* จากการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าไม่สามารถตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ทนร้อนในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยเป็นไปตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทได้กำหนดไว้ว่าอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g) ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค *Staphylococcus aureus* ไม่พบใน 0.1 กรัม และ *Salmonella* ไม่พบใน 25 กรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) จึงถือได้ว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jang และ Lee (2012) ที่ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กไก่ผสมโสม

พร้อมบริโภคน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งมีค่า F_0 เท่ากับ 4 สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงไม่พบเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน (1 log CFU/g) ในตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 สัปดาห์ Chysirichote และ Phongpipatpong (2015) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไก่ก๋วยเตี๋ยวหอยและลิ้นหมักและลูกเต๋อย พบว่าที่ระดับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 116 °C มีค่า F_0 เท่ากับ 6 และตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์เช่นกัน

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไก่ก๋วยเตี๋ยวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์
หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ		หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
	ก่อน	หลัง		
Incubation Test	-	Acceptable	-	FDA BAM (2001)
Mesophilic flat sour	1.0×10^2	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
Thermophilic flat sour	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Clostridium botulinum</i>	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	Not Detected	/25g	ISO 6579-1: 2017 (E)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Not Detected	Not Detected	/0.1g	FDA BAM (2016)

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซูบไซข้าวอกไก่ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์
หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ		หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
	ก่อน	หลัง		
Incubation Test	-	Acceptable	-	FDA BAM (2001)
Mesophilic flat sour	1.6×10^2	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
Thermophilic flat sour	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Clostridium botulinum</i>	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	Not Detected	/25g	ISO 6579-1: 2017 (E)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Not Detected	Not Detected	/0.1g	FDA BAM (2016)

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวผักในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์
หลังการฆ่าเชื้อเชิงการค้า

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ		หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
	ก่อน	หลัง		
Incubation Test	-	Acceptable	-	FDA BAM (2001)
Mesophilic flat sour	2.3×10^2	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
Thermophilic flat sour	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Clostridium botulinum</i>	Not Detected	Not Detected	/2g	FDA BAM (2001)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	Not Detected	/25g	ISO 6579-1: 2017 (E)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Not Detected	Not Detected	/0.1g	FDA BAM (2016)

การผลิตไข่ขาวเพื่อการบริโภคโดยเฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ นั้น สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึง คือ ความปลอดภัย ดังนั้นจากการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ไข่ขาวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ ซึ่งให้ผลการทดลองดังตาราง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ซูปไข่ขาวผักในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ก่อนการฆ่าเชื้อให้ค่าเท่ากับ 1.0×10^2 CFU/g และลดลง Not Detect หลังการให้ความร้อนระดับระดับสเตอริไรส์ในทุกสภาวะการทดสอบ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย อ้างอิงได้จากมาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.746/2548 กำหนดมาตรฐานของอาหารบรรจุในภาชนะปิดสนิท ให้มีการปนเปื้อน ของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ ตัวอย่าง 1 กรัม และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556 กำหนดจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ในอาหารในภาชนะ บรรจุที่ปิดสนิท

จากผลการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ซูปในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ ซึ่งให้ผลการทดลองดังตารางพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ซูปในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ก่อนการฆ่าเชื้อให้ค่าเท่ากับ 2.5×10^2 CFU/g และลดลง Not Detect หลังการให้ความร้อนระดับระดับสเตอริไรส์ในทุกสภาวะการทดสอบ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย อ้างอิงได้จากมาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 746/2548 กำหนดมาตรฐานของอาหารบรรจุในภาชนะปิดสนิท ให้มีการปนเปื้อน ของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ ตัวอย่าง 1 กรัม และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.

2556 กำหนดจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ในอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

4.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว

คุณภาพทางเคมี สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดละ 3 ถัง นำมาตรวจคุณภาพทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร (AOAC., 2000) และคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีคำนวณ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (AOAC., 2000) ประเมินคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปต้นแบบสำหรับผู้สูงอายุ ตามรายการฉลากโภชนาการ (Nutrition Facts) และสารสำคัญ จากการนำตัวอย่างไข่ไก่ไข่ขาว ชุปไข่ขาวอกไก่และชุบไข่ขาวผัก ตัวอย่างก่อนฆ่าเชื้อและหลังการฆ่าเชื้อไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สารอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาว

สารอาหาร	ไข่ไก่ไข่ขาว	ชุบไข่ขาว อกไก่	ชุบไข่ขาว ผัก
ความชื้น (ร้อยละ)	75.6	73.0	70.6
โปรตีน (ร้อยละ)	22.3	22.0	18.5
ไขมัน (ร้อยละ)	0.2	1.2	0.2
เยื่อใย (crude fiber) (ร้อยละ)	0.0	0.2	4.8
เถ้า (ร้อยละ)	1.0	1.2	1.0
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	0.8	2.3	4.8
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	94.2	108.0	95.0
Total Dietary Fiber (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	0.0	0.0	3.2

จากตารางที่ 4.14 สารอาหารในผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนร้อยละ 22.3 ไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.2 ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี โปรตีนสูงและไขมันต่ำ ถือเป็นคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการทางโภชนาการของผู้สูงอายุที่ต้องการได้รับโปรตีนที่เพียงพอ อาหารที่มีโปรตีนคุณภาพสูงจาก ไข่ขาว (albumin) และ เนื้ออกไก่ ซึ่งเป็นแหล่งของ essential amino acids โดยเฉพาะ leucine จะช่วยกระตุ้นการสร้างกล้ามเนื้อได้ดีกว่าโปรตีนจาก

พืช (Devries & Phillips, 2015) ปริมาณไขมันต่ำและเป็นไขมันดีต่อสุขภาพ ด้วยผู้สูงอายุควรจำกัดการบริโภคไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลเพื่อลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด (WHO, 2020) ซุปที่พัฒนาสูตรด้วยการใช้ออกไก่และไข่ขาว แทนการใช้ทั้งไข่ไก่ จะทำให้ปริมาณไขมันรวมและคอเลสเตอรอลลดลงอย่างชัดเจน อีกทั้ง ซุปเป็นอาหารที่มีลักษณะ เนื้อนุ่ม ย่อยง่าย เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีปัญหาฟัน การเคี้ยว และการกลืน (Mottotese et al., 2014) การเสริมโปรตีนในรูปแบบซุปยังช่วยให้ การบริโภคในปริมาณมากขึ้นโดยไม่รู้สึกเลี่ยน ซึ่งดีกว่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารโปรตีนชนิดผงหรือนม ซุปโปรตีนสูง ไขมันต่ำ จึงสามารถต่อยอดไปสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ตอบโจทย์ตลาดผู้สูงอายุได้ การพัฒนาเป็นซุปไข่ขาวผักช่วยเพิ่มการเสริมใยอาหาร (dietary fiber) ด้วยเพิ่มความครบถ้วนด้านโภชนาการสำหรับผู้สูงอายุได้อีกด้วย



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสำหรับผู้สูงอายุ

การพัฒนาสูตรตำรับอาหารเข้าจากไข่ขาวเป็นองค์ประกอบหลักให้มีรสชาติและลักษณะที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โจ๊กไข่ขาว และซूपไข่ขาว ออกไก่ซूपไข่ขาวผัก โดยแต่ละผลิตภัณฑ์มีไข่ขาวร้อยละ 30 ร้อยละ 14 และร้อยละ 13 ตามลำดับ โดยทุกผลิตภัณฑ์ได้รับโปรตีนคุณภาพจากไข่ขาว โจ๊กไข่ขาว ซूपไข่ขาวออกไก่เพิ่มโปรตีนจากเนื้อสัตว์ที่ไขมันต่ำ และโปรตีนจากไข่ขาวและใยอาหารจากผักในสูตรซूपไข่ขาวผัก ซึ่งไม่มีเนื้อสัตว์และไขมันต่ำ นอกจากเป็นอาหารเข้าที่รับประทานง่าย สะดวกสำหรับผู้สูงอายุแล้วยังเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคทั่วไปที่รักสุขภาพ ไม่นิยมรับประทานแป้ง ต้องการอาหารโปรตีนสูง ลดปริมาณการบริโภคไขมัน และเพิ่มใยอาหารได้อีกด้วย

5.1.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนและขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับอาหารเข้าพร้อมบริโภค

อาหารเข้าพร้อมบริโภคที่มีวัตถุดิบหลักเป็นไข่ขาวที่มีรสชาติและลักษณะเหมาะสมกับผู้สูงอายุ ผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาว ซุปไข่ขาวออกไก่ และซूपไข่ขาวผัก เมื่อบรรจุในถุงรีทอร์ทเพ้าซ์ ขนาดกว้างxยาว แบบก้นตั้ง เท่ากับ 120 x 200 x 35 mm ขนาดบรรจุ 200 กรัม ที่ติดตั้งเข็มวัดอุณหภูมิคู่ควบ (thermocouple) บริเวณด้านข้างของถุง และก้นถุง เมื่อให้ความร้อนด้วยเครื่อง water spray retort ที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที ศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ที่เวลาต่างๆ เมื่อคำนวณค่า F0 มีค่าเท่ากับ 6.01 6.56 และ 6.22 นาที ตามลำดับ ผลจากการคำนวณค่า F0 ที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 (กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

5.1.3 ผลการทดสอบคุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุในบรรจุภัณฑ์ถั่วรีทอร์ตแพคเกจซ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

1) ผลการคุณภาพทางกายภาพ ค่าสีของทุกผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น มีความข้นหนืดลดลง ความคงตัว (Consistency) ไหลได้เร็วขึ้น

2) ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 35 นาที ได้รับคะแนน ความชอบโดยรวมเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ โดยได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ผลิตภัณฑ์ยกเว้นความชอบด้านกลิ่นไข่และรสชาติไข่ที่การได้รับความร้อนสูงทำให้ได้รับคะแนนลดลง ($p < 0.05$)

3) ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถั่วรีทอร์ตแพคเกจซ์และผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 35 นาที เมื่อนำตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ (Sterility test) ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Flat sour bacteria ชนิด Thermophile และ Mesophile, Thermophilic anaerobes, mesophilic anaerobes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., Coliform bacteria และ *Clostridium botulinum* จากการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ พบว่าตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ทนร้อนในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยเป็นไปตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทได้กำหนดไว้ว่าอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท

5.1.4 ผลการประเมินคุณค่าทางโภชนาการ สารสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวสำเร็จรูปพร้อมบริโภคสำหรับผู้สูงอายุ

สารอาหารในผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โจ๊กไข่ขาว ชุปไข่ขาวอกไก่ และชุปไข่ขาวผักมีโปรตีนร้อยละ 22.3 22.0 และ 18.2 ตามลำดับ มีไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.2 ส่วนชุปไข่ขาวผักมีใยอาหาร ร้อยละ 4.8 ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารเข้าจากไข่ขาวทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี โปรตีนสูงและไขมันต่ำ ถือเป็นคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการทางโภชนาการของผู้สูงอายุ อีกทั้ง ชุปเป็นอาหารที่มีลักษณะ นุ่มนวล ย่อยง่าย เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีปัญหาฟัน การเคี้ยว และการกลืน จึงสามารถต่อยอดไปสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ตอบโจทย์ตลาดผู้สูงอายุได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคสำหรับผู้สูงอายุให้มีเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยคำนึงถึงความสามารถในการรับประทานของร่างกาย การหยิบ ตัก การเคี้ยวการกลืน เป็นต้น และคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการให้เหมาะสมกับสุขภาพด้วย
- 2) ควรศึกษาผลิตภัณฑ์อาหารปรุงสำเร็จชนิดอื่นๆ จากไข่ขาวที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารสูงอายุและผู้บริโภคทั่วไป ด้วยไข่ขาวเป็นโปรตีนคุณภาพที่น่าสนใจและราคาไม่สูงมากนัก
- 3) ควรมีการต่อยอดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปพร้อมบริโภคไปสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป เพื่อตอบสนองต่อความต้องการผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่เพิ่มขึ้นของสังคมสูงวัย



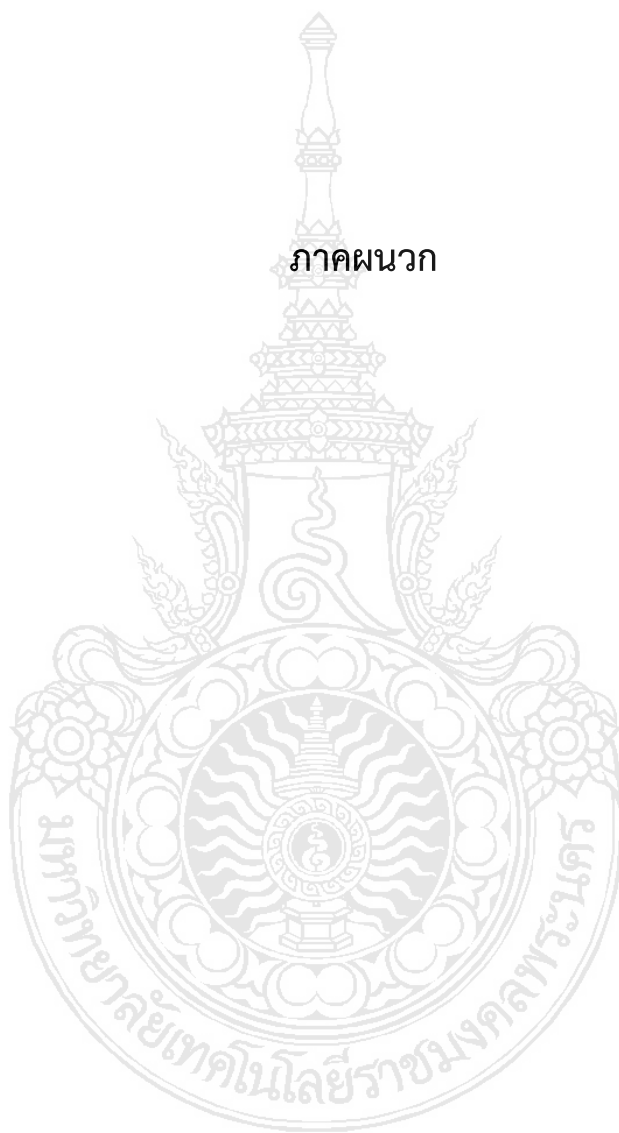
เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ฉบับที่ 364. *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 130 ตอนพิเศษ 148 ง: 42.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 355. *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง: 88-92.
- มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ และ อีรินทร์ ฉายศิริโชติ. (2557). ผลของระยะเวลาและอุณหภูมิฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของไข่ไก่พร้อมรับประทานบรรจุรีทอร์ทเพาซ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- เปรมศิริ เปรมประเสริฐ และ ปาริฉัตร หงสประภาส. (2549) การเหนี่ยวนำการรวมมวลของไข่ขาวที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยการทำให้เป็นกรดและเฟอรัสแลคเตท Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Agro-Industry, Economics and Business Administration
- ไพบรียา แก้วจันทร์านนท์. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซูปทดแทนมี้ออาหารเข้า* (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สาขาเทคโนโลยีอาหาร.
- พฤกษา สวาทสุข. (2559). ผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาหมึกต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์. *แก่นเกษตร*. 44(2): 257-264.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. (2568). ไข่ขาว.
<https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2997/egg-white->
- รุ่งอรุณ เสือสมิง และ โสภิตา สะอาดเอี่ยม. (2559). มหัตถจริยไข่ขาว สดุดยอดตำรับอาหารไข่ขาวต้านโรค. *สมาคมนักกำหนดอาหารแห่งประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2560. จาก <https://www.thaidietetics.org/?p=4343>.
- อมรรัตน์ เจริญชัย. (2564). การกินอาหารในสังคมสูงวัย. *วารสารคหกรรมศาสตร์และวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน*, 3(2), 1-2.
- Abeyrathne, E. D. N. S., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. (2013). Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents—A review. *Poultry Science*, 92(12), 3292–3299.

- Association of Official Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis of Association of Official Chemists*. 17th ED. Gaithersburg: USA.
- Chysirichote, T. and Phongpipatpong, M. (2015) Effect of sterilizing temperature on physical properties of rice porridge mixed with legumes and job's tear in retortable pouch. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39: 2356-2360.
- Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey. *Journal of Food Science*, 80(1), A8 – A15. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12802>
- Deeprasert, A. and Vatthanakul, S. (2023). Production of Ready-to-eat Egg White Porridge in Retort Pouch. *Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology*, 15(29), January-June, 1-Article. (in Thai)
- Germes, A. C. (1973). Hydrogen sulphide production in eggs and egg products as a result of heating. *Journal of the Science of Food*
- Holdsworth, D. and Simpson, R. (2008). *Thermal Processing of Packaged Foods*. 2nd ed. Springer: New York, NY.
- Jang, D. H. and Lee, K. T. (2012). Quality changes of ready-to-eat ginseng chicken porridge during storage. *Meat Science*. 92: 469-473.
- Jittajumnong, K., & Rattanatri, B. (2022). การวิเคราะห์ พฤติกรรม ผู้บริโภค อาหาร เข้า ของ คน ไทย. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 8(5), 407-414.
- Jun, S., Cox, L.J. and Huang, A. (2006). Using the Flexible Retort Pouch to Add Value to Agricultural Products. *Food Safety and Technology*; FST-18. 1-6.
- Kangkawisut, N. and Khunputtirapee, T. (2021). The Study Process on Ready to Eat Stir-Fried Chan Noodles with Crab Product in Flexible Package (Retort Pouch). *Recent Science and Technology*, 13(1), 216-226. (in Thai)
- Khwanchai, P., Dokkhom, W., Phandaeng, P. and Fong-In, S. (2023). Effect of Thermal Process on Physicochemical Characteristics and Sensory Quality of Stewed Beef Product in Retortable Pouches. *Burapha Science Journal*, 28(1), 94-113. (in Thai)

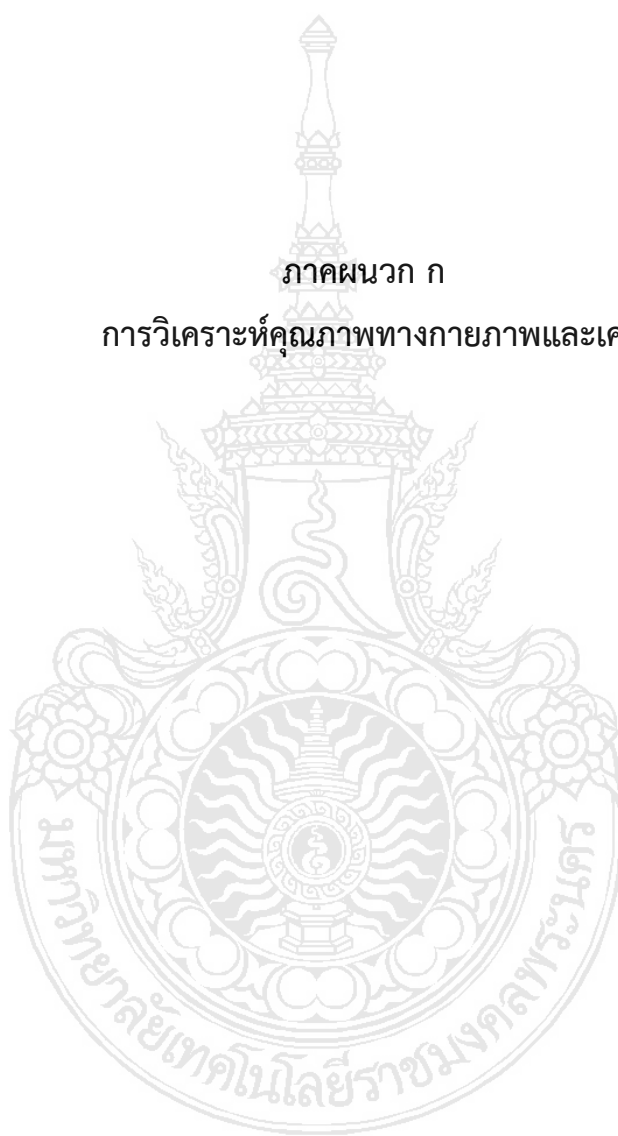
- Klamsakul, S., Ratchatachaiyos, K., NimKian, B. and Chomphuthong, P. (2024). Product Development of Toddy Palm Seeds in Sugar Palm Juice Packed in Retort Pouch. *Journal of Food Technology, Siam University*, 19(1), 37-49. (in Thai)
- Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., & Mine, Y. (2005). Advances in the value of eggs and egg components for human health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(22), 8421–8431.
- Liu, J., Wang, X., Yong, H., Kan, J., Jin, C., & Xu, Y. (2018). Bioactive peptides derived from egg proteins: Functional properties and potential applications. *Journal of Functional Foods*, 49, 412–423.
- Mine, Y. (2008). Egg proteins and peptides in human health—Chemistry, bioactivity and production. *Current Pharmaceutical Design*, 14(31), 3141–3152.
- Mine, Y., & Kovacs-Nolan, J. (2006). New insights in biologically active proteins and peptides derived from hen egg. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 87–95.
- Mottolese, C., Vignatelli, L., Bianchi, G., & Sambati, R. (2014). Dysphagia and nutrition in the elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*, 26(1), 1–2. <https://doi.org/10.1007/s40520-013-0142-4>
- Parnsakhorn, S., Langkapin, J., Pansri, P. and Chaiyadam, T. (2020). Effect of Sterilization Process on Physicochemical Properties of Lotus Leaf Wrapped Rice in Retort Pouch Product. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, 19(1), 1-15.
- Shahidi, F., Janitha, P.K. and Wanasundara, P.D. (2009). Phenolic Antioxidants. *Food Science and Nutrition*. 32(1): 67-103.
- World Health Organization. (2020). Healthy diet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Yang, N., Shu, T., & Zhang, Y. (2017). Nutritional evaluation and functional properties of egg proteins. *Food Science and Human Wellness*, 6(2), 110–116.
- Yamamoto, T., Juneja, L. R., Hatta, H., & Kim, M. (1996). *Hen eggs: basic and applied science*. Crc Press. P. 13-24

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี



การวัดค่าสี

เครื่อง Spectrophotometer CM-3500d

วิธีการทดสอบค่าสี

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นเขียว
3. ทำการสอบเทียบเครื่อง (Calibration) โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask
4. เมื่อสอบเทียบเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาษาคนที่ใส่ตัวอย่าง)
5. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาว ด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุ ด้านบน)
6. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)
7. จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า $L^* a^* b^*$

** กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero calibration เสร็จแล้ว

** กรณีวัดค่าการส่งผ่านของวัตถุ (Transmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่องคลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้วต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย

การวิเคราะห์หาค่า Water activity

วิธีการวิเคราะห์

1.สภาพแวดล้อมที่จะทำการวิเคราะห์

1.1 ควรตั้งเครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตีไว้บนพื้นที่เรียบ ขนานกับพื้นไม่เอียงและมั่นคง

1.2 อุณหภูมิภายในห้องวิเคราะห์ต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นเครื่องจะไม่สามารถวิเคราะห์ได้และเตือนว่าตัวอย่างนั้นร้อนเกินไป (Sample too hot)

2.การปิดเครื่อง

2.1 เสียบปลั๊กที่อยู่ด้านหลังเครื่อง จากนั้นเสียบเข้าตู้ใต้รับ กดปุ่มปิดเครื่อง

2.2 รอर्मเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์เป็นเวลา 30 นาที

3.การเตรียมตัวอย่าง

3.1 ปริมาณของตัวอย่างที่ได้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ (ของเหลวประมาณ 7 มิลลิลิตร) ห้ามเติมตัวอย่างจนเต็มหรือล้นภาชนะ

3.2 ตรวจสอบให้แน่นชัดว่าบริเวณริมและด้านนอกถ้วยวิเคราะห์สะอาด

3.3. ตรวจสอบให้แน่นชัดว่าตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์นั้นมีอุณหภูมิที่สูงเกินกว่า Chamber ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส

4.การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี

4.1 ใส่ตัวอย่างในถ้วยวิเคราะห์แล้วนำไปวางไว้ในลิ้นชักใส่ถ้วยของเครื่อง ดันลิ้นชักเข้าให้สุดท้ายด้วยความเบามือ

4.2 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะทำการเริ่มการวัดค่าทันที

4.3 เมื่อเครื่องมือทำการวัดค่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีสัญญาณเตือน

4.4 อ่านค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่วิเคราะห์ได้จาก LCD ด้านนอก

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(Determination of moisture content)วิธีวิเคราะห์

อบงานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อน(Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักงานและฝาปิด ให้น้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในงานอะลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอะลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักงานและฝาปิดให้น้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของความชื้น (ร้อยละ) ของตัวอย่างอาหาร

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W_1 - W_2}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของงานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของงานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของงานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนไตรเจน ห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟต – ซีลีเนียม) และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่น และยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วย
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องหยดสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้ว ที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอด แล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส และย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จ ทิ้งไว้ให้เย็น และจนไอแก๊สหายหมด
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเติมเมทิลเรดิอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่น เติมนโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าอ่อนเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีดำ)
10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
11. ทำ Blank โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ลงในขวดรูปชมพู่ เพื่อเป็นตัวอย่างเทียบสีเพื่อทราบจุดยุติ
12. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ 2 หยด ลงในขวดรูปชมพู่ที่กลั่นแล้ว เขย่าให้เข้ากัน
13. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ จะเปลี่ยนสีจากสีเขียว เป็นสีบานเย็น

การคำนวณ

$$N \text{ (ร้อยละ)} = \frac{14 \times (V_1 - V_2) \times \text{normality of HCL (mol/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง
 V_2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต blank

$$\text{Protein (ร้อยละ)} = N \text{ (ร้อยละ)} \times \text{ตัวแปรเตอร์ (F)}$$

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน
 (โปรตีนในอาหารพวกข้าว 5.95)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิธีการวิเคราะห์

1. อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมตัวอย่างด้วยสำลี
3. นำหยดตัวอย่างใส่ลงในบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน
4. เติมนิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 130 มิลลิลิตร แล้วนำวางลงบนเตาให้ความร้อน ทำการสกัดไขมัน
5. นำบีกเกอร์ที่มีไขมันจากตัวอย่างไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาไว้ในโถดูดความชื้น
6. ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม
- 7.

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ปริมาณไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่สกัดเอาไขมันออกแล้วมาหาปริมาณเส้นใย โดยนำตัวอย่างใส่ลงใน ปีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตรแล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาทีตลอดเวลาที่ต้มจะต้องรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
3. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 54 หรือ 531 โดยใช้ suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดกรด แล้วเทกากกลับใส่ในปีกเกอร์ใบเดิม
4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.313 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
5. กรองผ่านกระดาษกรอง โดยใช้ suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดต่าง แล้วเทกากกลับใส่ในปีกเกอร์ใบเดิม
6. ล้างกากด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 1 แล้วล้างตามด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด
7. นำกากล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 จำนวน 2 ครั้ง 15-20 ml
8. นำกากใส่ลงกระดาษกรอง Whatman ชนิดปราศจากเถ้าเบอร์ 41 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียสและชั่งจนทราบน้ำหนักที่แน่นอน
9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
10. จากนั้นนำกากไปเผาให้เป็นเถ้าในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนเป็นเถ้าสีขาว ปล่อยให้เย็นใน desiccator ชั่งหาน้ำหนักเถ้าที่ได้

การคำนวณ

$$\text{น้ำหนักเส้นใย} = \text{น้ำหนักแห้งของกาก} - \text{น้ำหนักเถ้า}$$

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย}}{\text{น้ำหนัkdตัวอย่างอาหาร}} \times 100$$

น้ำหนัkdตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1. อบ Crucible ที่อุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นใน desiccator นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ Crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. นำออกมาใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณ

$$\text{เถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

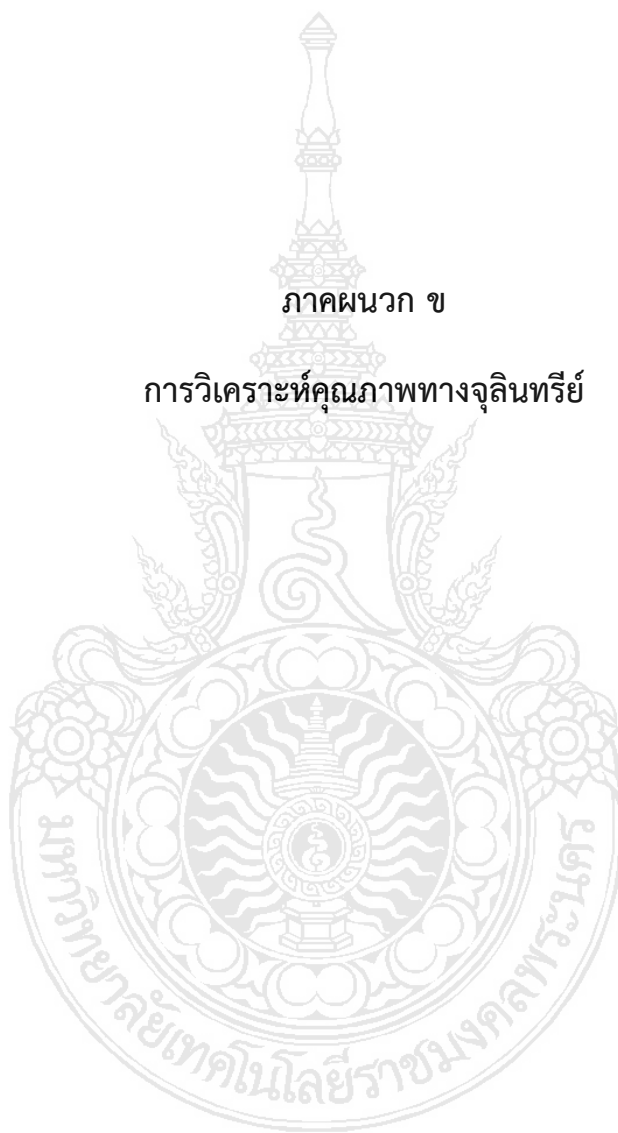
โดยวิธีการคำนวณจากสูตรเมื่อทราบค่าปริมาณของความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยในหน่วยร้อยละ

นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = $100 - (\text{ร้อยละของความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า} + \text{เส้นใย})$

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์



การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Plate Count Agar (PCA)

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10 เท่า
2. ปิเปตดูดผลิตภัณฑ์ขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร เจือจางให้เป็นค่าความเข้มข้น 10 เท่า ทำต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงสารละลายความเข้มข้นที่ 10 เท่า
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10 เท่า มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว เท PCA เหลวอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อแล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจานเพาะเชื้อวนไปทางด้านซ้ายและขวา (pour plate technique) ทำซ้ำแบบเดิมอีก 2 จานเพาะเชื้อ
4. รอให้อาหารแข็งตัว นำเข้าในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. ทำซ้ำในข้อ 3 และ 4 โดยเปลี่ยนลำดับความเข้มข้นเป็น 10 เท่า และ 10 เท่า ตามลำดับทุกระดับความเจือจางทำซ้ำ 2 ครั้ง
6. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีเชื้อระหว่าง 25 - 250 โคโลนี
7. คำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. กรดทาทาริกเข้มข้นร้อยละ 10

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 1 นาที
2. นำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางกับสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ได้เป็นสารละลายความเจือจาง 10 เท่าจากนั้นทำต่อไปจนได้ความเจือจาง 10
3. ปิเปตตัวอย่างและความเจือจางๆละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อทุกระดับความเจือจาง ทำซ้ำ 2 ครั้ง
4. เติมกรดทาทาริก 1.5 มิลลิลิตร ใน PDA 200 มิลลิลิตร ที่ทำให้เหลวโดยปล่อยให้มียูนิฟอร์มลดลงถึง 45 องศาเซลเซียส
5. เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในจานเพาะเชื้อ หมุนด้านซ้ายและขวา เพื่อให้อาหารกับตัวอย่างเข้ากันดี จนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วปล่อยให้อาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง
6. นำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
7. นับจำนวนโคโลนีแล้วคำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

การตรวจวิเคราะห์ *Coliform* และ *Escherichia coli*

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างอาหาร หรือ น้ำ

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

Tryptone Glucose Yeast Extract Agar ปริมาตร 250 มล.

Eosin Methylene Blue (EMB) Agar ปริมาตร 20มล. / plate

Nutrient Broth (NB) ปริมาตร 5มล. 5 หลอด

Single Strength Lauryl Sulphate Tryptose Broth + Durham tube ปริมาตร 10 มล. 6หลอด

Double Strength Lauryl Sulphate Tryptose Broth + Durham tube ปริมาตร 10 มล. 3 หลอด

M-Endo Broth ปริมาตร 50 มล. 1 ฟลาสก์

Brilliant Green Bile (BGB) Broth ปริมาตร 10 มล./หลอด

MR-VP medium ปริมาตร 5 มล. 5หลอด

SIM medium ปริมาตร 5มล. 5หลอด

Simmon Citrate Agar ปริมาตร 5มล. 5หลอด

Plate Count Agar (PCA) ปริมาตร 5มล. 2 จาน

3. สารเคมี

Phosphate buffer ปริมาตร 225 และ 9 มล. 1 ฟลาสก์ และ 1หลอด ตามลำดับ
น้ำกลั่น ปริมาตร 100 มล.

4. เครื่องแก้ว

ปิเปตขนาด 10 มล. 2 อัน ขนาด 1มล. 5 อัน
จานเพาะเชื้อ 1 ใบ

5. ลูปเขี่ยเชื้อ

6. เครื่องกรองבקเตรี

7. Membrane filter

วิธีการ

1. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณבקเตรีทั้งหมดในน้ำ (วิธี shake plate)

1.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำดื่ม 25 มิลลิลิตร ใส่ใน Phosphate buffer ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (อาหารที่ได้ถูกเจือจาง 10^{-1})

1.2 ปิเปตตัวอย่างน้ำเจือจาง 10^{-1} 1 มิลลิลิตร ใส่ใน Phosphate buffer ปริมาตร 225 และ 9 มล. เขย่าให้ตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (อาหารที่ได้ถูกเจือจาง 10^{-2})

1.3 ปิเปตอย่างน้ำ เจือจาง 10^0 10^{-1} 10^{-2} ลงในจานเพาะเชื้อ 1 มิลลิลิตร ทำการ pour plate โดย เท VRB ลงในจานที่เตรียมไว้ในข้อ 3 ลงไปจานละ 10 มล. หมุนจานเพื่อให้ตัวอย่างผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.4 รอยจอาหารเพาะเชื้อแข็ง เททับผิวหน้าด้วยอาหารเพาะเชื้อชนิดเดียวกันให้หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร

1.5 บ่มเชื้อที่ $35-37^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.6 ตรวจนับจำนวน coliform ซึ่งโคโลนีมีสีม่วงแดงเข้มขนาดประมาณ 0.5 - 1 มิลลิเมตร รอบโคโลนีมีการตกตะกอนของกรดน้ำดี (bile acid)

1.7 ทำการตรวจเพื่อยืนยันว่าเป็น coliform โดยเลือกโคโลนีจากจานเพาะเชื้อในข้อ 7 ถ่ายลงใน Brilliant green lactose bile broth (BGLB) ที่มีหลอดดักก๊าซ

1.8 บ่มที่ $35 - 37^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 48 ชม. หลอดที่เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซยืนยันได้ว่าเป็น coliform แต่ถ้าหลอดที่เกิดก๊าซนั้นมีฝ้าเกิดขึ้นด้วย ให้เขียนเชื้อมาย้อมแกรมเพื่อให้แน่ใจว่าก๊าซที่เกิดขึ้นนั้นมาจากแบคทีเรียแกรมลบไม่ใช่แบคทีเรียแกรมบวกที่หมักแลคโตสได้

1.9 คำนวณหาจำนวนแบคทีเรีย coliform (CFU/g ของอาหาร) จากจำนวนโคโลนีที่ได้รับการยืนยันแล้วว่าเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

2. การตรวจวิเคราะห์โดยวิธี MPN

2.1 Presumptive coliforms

2.1.1 ปิเปตตัวอย่าง (10^{-1}) 1 มิลลิลิตร เติมลงใน LST broth จำนวน 3 หลอด

2.1.2 ปิเปตตัวอย่าง (10^{-2}) 1 มิลลิลิตร เติมลงใน LST broth จำนวน 3 หลอด

2.1.3 ดูดสารละลายของน้ำที่เจือจาง 10^{-3} 1 มิลลิลิตร เติมลงใน LST broth จำนวน 3 หลอด

2.1.4 นำหลอดทั้งหมดบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C 24 ชม.

2.1.5 ตรวจผลโดยดูการเกิดกรดและก๊าซในหลอดดักก๊าซ ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซให้นำไปทดสอบต่อในขั้น Confirmed test ถ้าไม่เกิดก๊าซให้ข้ามต่อจนครบ 48 ชม.

2.2 Confirmation tests for coliforms

2.2.1 เลือกหลอดที่เกิดก๊าซจากข้อ 2.1.5 มาทำการถ่ายเชื้อ 1-2 ลูบลงในหลอดอาหาร Brilliant Green Bile (BGB) Broth บ่มอุณหภูมิ 35°C 48 ชม.

2.2.2 ถ้ามีก๊าซแสดงว่าให้ผลเป็นบวก

2.2.3 จำนวนหลอดที่เกิดก๊าซที่นับได้ไปอ่านค่าจำนวนโคลิฟอร์ม บักเตรียที่น่าจะเป็นไปได้จากตาราง Most Probable Number (MPN)

2.3 Presumptive faecal Coliform

2.3.1 เชื้อเชื้อที่เกิดก๊าซในขั้น Confirmation coliforms ทุกหลอดปริมาณ 1 ลูบ ถ่ายเชื้อใส่อาหาร EC broth ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อแช่ใน water bath อุณหภูมิ 44.5°C

2.3.2 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5 °ซ 24 ชม.

2.3.3 ตรวจหลอดที่เกิดก๊าซ (Positive) หากไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่ออีก 24 ชม.

2.3.4 หลอดที่เกิดก๊าซ แสดงว่าเป็น faecal Coliform

2.3.5 นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทุกระดับความเจือจาง นำค่าที่ได้เปิดตาราง MPN รายงาน

ผล MPN of faecal Coliform

2.4 Confirmation tests for *E. coli*

2.4.1 ใช้ loop เชี่ยเชื้อจากหลอดที่เกิดก๊าซทุกหลอด (หลอดจากข้อ 2.3.5 ขึ้น Presumptive faecal Coliform) streak บน EMB agar

2.4.2 บ่มอุณหภูมิ 35 °ซ 18-24 ชม.

2.4.3 ตรวจโคโลนี *E. coli* โดยสังเกตกลางโคโลนีสีดำ และอาจสร้าง/ไม่สร้าง metallic sheen

2.4.4 ถ่ายเชื้อ *E. coli* (จากข้อ 2.4.3) ลงในอาหาร NB และ บ่มอุณหภูมิ 35 °ซ 18-24 ชม.

2.4.5 ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี (IMViC) โดยถ่ายเชื้อ 1 loop จากข้อ 2.4.4 ลงในอาหาร MR-VP medium, SIM medium และ Simmon Citrate Agar เพื่อศึกษา MR-VP teste, การสร้างสาร indole และการใช้ citrate เป็นแหล่งคาร์บอนตามลำดับ

2.4.6 นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซจากข้อ 2.4.1 ที่ให้ผลการทดสอบ IMViC เป็น +++ หรือ +- - ทุกระดับความเจือจาง นำค่าที่ได้เปิดตาราง MPN รายงานผล MPN of *E. coli*

3. การตรวจวิเคราะห์โดยวิธีใช้เยื่อกรองแบคทีรี (Membrane filter technique)

3.1 ประกอบเครื่องกรองแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

3.2 เตรียมอาหารสำหรับเพาะเชื้อ

3.2.1 วางกระดาษซับอาหารบนจานเพาะเชื้อ ซึ่งมี PCA 5 มิลลิลิตร

3.2.2 ปิเปิด M-Endo broth 2 มิลลิลิตร หยดกระดาษซับอาหาร

3.3 การเตรียมน้ำตัวอย่างที่จะตรวจสอบ

3.3.1 ใช้ปากคีบที่ทำกรฆ่าเชื้อโดยจุ่มอัลกอฮอล์แล้วเผาไฟ ทิ้งให้เย็นลง คีบแผ่นกรองที่ฆ่าเชื้อแล้ววางบนเครื่องกรอง

3.3.2 เปิดเครื่องดูดอากาศสำหรับกรอง พร้อมเทน้ำตัวอย่างลงในเครื่องกรอง ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.3.3 ล้างกรวยกรองด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2-3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร

3.4 ใช้ปากคีบที่ปลอดเชื้อคีบแผ่นกรองวางบนกระดาษซับอาหาร (เตรียมจากข้อ 3.2.2)

3.5 บ่มอุณหภูมิ 30-35 °ซ 24 ชม.

3.6 ตรวจผลโดยนับจำนวนโคโลนีสีแดงหรือบางโคโลนีอาจมีผิว metallic sheen ถ้าเป็นสีอื่นจะไม่ใช้โคลิฟอร์ม ให้ใช้จานเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 20-80 โคโลนี มาใช้ในการคำนวณหาจำนวนโคโลนีต่อ 100 มล.

รายงานผลการทดลอง

1. จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด/น้ำ 1 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 °ซ และ 35-37 °ซ
2. MPN of coliform bacteria
3. MPN of *E. coli*
4. ผลการตรวจสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย *E. coli*
5. จำนวนจุลินทรีย์จากการตรวจนับโดยวิธี Membrane filter

คำถาม

1. บอกความแตกต่างของผลการทดสอบ IMViC test ของแบคทีเรีย typical / atypical *E. coli*
2. แบคทีเรียโคลิฟอร์มมีความสำคัญต่อคุณภาพน้ำอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association.1981. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewates 15 th. ed. Am. Public Health Assoc., New York.

การแปลผลหาจำนวนแบคทีเรียตามตาราง MPN

1. เทียบจำนวนหลอด BGLB ให้ผลบวก (มีแก๊สในหลอดดักแก๊ส) กับตาราง MPN แฉวแรก (ช่วง combination of positive)
เช่น หากได้ผลการตรวจที่ dilution 10^0 = positive 3 หลอด (3/3)
 10^{-1} = positive 2 หลอด (2/3)
 10^{-2} = negative ทุกหลอด (0-3)
2. นำค่า MPN index ที่ได้มาคูณกับความเข้มข้นที่สูงที่สุดทั้ง 3 หลอดที่อ่านผล ในกรณีนี้ความเข้มข้นที่สูงที่สุดเท่ากับ 10^0 เพราะฉะนั้นค่าประมาณของจำนวน coliform bacteria ในกรณีนี้ = 93×10^0 /น้ำ 100 ml.

การคำนวณหาค่าดัชนี MPN

นำจำนวนของหลอดที่ให้ผล positive ของแต่ละระดับการเจือจางจำนวน 3 ระดับ ในการตรวจสอบขั้น ยืนยัน มาหาค่าประมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียหรือฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในตัวอย่างน้ำเทียบกับ ตารางดัชนี MPN เช่น ถ้าในอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำ 10, 1, 0.1 พบว่า

10 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 4 หลอดจาก 5 หลอด (ระดับการเจือจางแรกควรเข้าใกล้ 5)

1 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 3 หลอดจาก 5 หลอด

0.1 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 1 หลอดจาก 5 หลอด (ระดับการเจือจางสุดท้ายควรเข้าใกล้ 0 ไม่ควรเกิน 2)

ดังนั้นให้ไปเปิดดูตารางดัชนี MPN จากเลขรวมของหลอดที่ให้ผลบวก คือ 4-3-1 ซึ่งจะให้ค่าดัชนี MPN ของ

ตัวอย่างเป็น 33 MPN/100 ml ของตัวอย่าง

- ถ้าอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำที่อ่านผลได้เป็น 1,0.1,0.01 ml ค่าที่อ่านได้จากดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 10
- ถ้าอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำที่อ่านผลได้เป็น 0.1, 0.01, 0.001 ml ค่าที่อ่านได้จากดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 100

บางครั้งผลที่ได้อาจจะอ่านไม่ได้จากตารางดัชนี MPN ให้ทำการคำนวณหาค่า MPN/100 ml



Table Most Probable Number (MPN) and 95% confidence interval three tubes each at
10, 1 and 0.1 g or ml inocula (MPN/100 ml)

Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN
0-0-0	<3	1-1-2	15	2-2-3	42
0-0-1	3	1-1-3	19	2-3-0	29
0-0-2	6	1-2-0	11	2-3-1	36
0-0-3	9	1-2-1	15	2-3-2	44
0-1-0	3	1-2-2	20	2-3-3	53
0-1-1	6.1	1-2-3	24	3-0-0	23
0-1-2	9.2	1-3-0	16	3-0-1	39
0-1-3	12	1-3-1	20	3-0-2	64
0-2-0	6.2	1-3-2	24	3-0-3	95
0-2-1	9.2	1-3-3	29	3-1-0	43
0-2-2	12	2-0-0	9	3-1-1	75
0-2-3	16	2-0-1	14	3-1-2	120
0-3-0	9.4	2-0-2	20	3-1-3	160
0-3-1	13	2-0-3	26	3-2-0	93
0-3-2	16	2-1-0	15	3-2-1	150
0-3-3	19	2-1-1	20	3-2-2	210
1-0-0	3.6	2-1-2	27	3-2-3	290
1-0-1	7.2	2-1-3	34	3-3-0	240
1-0-2	11	2-2-0	21	3-3-1	460
1-0-3	15	2-2-1	28	3-3-2	1,100
1-1-0	7.3	2-2-2	35	3-3-3	>2,400
1-1-1	11				

ระดับของการจับตัว	ลักษณะที่ปรากฏ
0	ไม่เกิดการจับตัว
1+	จับตัวเป็นก้อนน้อย ไม่รวมกลุ่ม
2+	จับตัวเป็นก้อนน้อย รวมกลุ่ม
3+	จับตัวเป็นก้อนใหญ่
4+	จับตัวเป็นก้อนหมดทั้งหลอด และไม่ขยับเมื่อคว่ำหลอด

การทดสอบยืนยันชนิดอื่น

1. การทดสอบการสร้างเอนไซม์คะตะเลส (catalase test) ใช้เชื้อที่เจริญในหลอด TSA slant สำหรับทดสอบการสร้างเอนไซม์คะตะเลส วิธีการทดสอบทำได้โดยปิเปตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 ปริมาตร 1 มล. ลงบนเชื้อที่ขึ้นในหลอด TSA slant สังเกตการเกิดฟองอากาศ ถ้าเกิดแสดงว่าให้ผลบวก หรืออีกวิธีคือหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 หนึ่งหยดลงบนกระจกสไลด์ เชื้อเชื้อมา 1 ลูป กวนให้เข้ากันถ้าเกิดฟองทันทีแสดงว่าให้ผลบวก
2. การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ เชื้อเชื้อลงในอาหารคาร์โบไฮเดรตสำหรับการหมัก (TYPE ที่มีกลูโคสร้อยละ 0.5) โดยให้เชื้อบางส่วนตกลงที่ก้นหลอด ปิดผิวหน้าของอาหารด้วยน้ำมันพาราฟินหนาอย่างน้อย 25 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37C นาน 5 วัน ถ้าอินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่ามีการสร้างกรดในสภาพไร้อากาศชี้ให้เห็นถึงการมีเชื้อ *S. aureus*
3. การใช้แมนนิทอลในสภาพไร้อากาศ ทาการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบการใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศโดยใช้แมนนิทอลเป็นสารคาร์โบไฮเดรตในหลอดอาหารสำหรับทดสอบ ถ้าเป็นเชื้อ *S. aureus* มักให้ผลบวก

การตรวจวิเคราะห์ *Salmonella* sp.

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---------------------|---|
| 1. จุลินทรีย์ | <i>Salmonella</i> sp. |
| 2. ตัวอย่างอาหาร | ไข่ผง นมผง แหนม ไข่ลวก |
| 3. อาหารเลี้ยงเชื้อ | Selenite cystine broth
Tetrathionate broth
Salmonella – Shigella (SS) agar
Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) agar Brilliant green agar
Brilliant green agar Bismuth Sulfite Agar
ทดสอบซีวเคมี - Triple sugar iron (TSI) agar
- Urea agar - Lysine decarboxylase broth
- Nutrient agar slant - O nitrophenyl- beta-galactosidase (ONPG) broth |
| 4. สารเคมี | 1 N NaOH และ 1 N HCl ที่ปราศจากเชื้อ
Buffered peptone water
95% alcohol |
| 5. เครื่องแก้ว | ปิเกอร์ที่ปราศจากเชื้อ ปิเปต |
| 6. เครื่องชั่ง | |
| 7. ซ้อนตักสาร | |
| 8. pH paper | 9. เข็มเขี่ยเชื้อ , ลูบ |

วิธีการทดลอง

1. การ pre – enrich

- 1.1 เปิดตัวอย่างอาหารและชั่งตัวอย่างอาหารปริมาตร 25 กรัม ใส่ปิเกอร์ที่เตรียมไว้
- 1.2 ถ่ายตัวอย่างอาหารใส่ภาชนะปากกว้างที่บรรจุ buffered peptone water ปริมาตร 225 มิลลิตร
- 1.3 เขย่าอาหารให้เข้ากันดี วัด pH ด้วย pH – paper หาก pH ไม่อยู่ในช่วง 6.8 ± 0.2 ให้ปรับ pH ด้วย 1 N HCl หรือ 1 N NaOH
- 1.4 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 24 ชั่วโมง

2. การ enrich

2.1 เขย่าตัวอย่างอาหารที่ผ่านการ pre – enrich ให้เข้ากันดี ถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตรใส่หลอดอาหาร selenite cystine broth และ tetrathionate broth

2.2 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 24 – 72 ชั่วโมง

2.3 บันทึกลักษณะของอาหารที่มีและไม่มีจุลินทรีย์เจริญว่าต่างกันอย่างไร

3. การแยกเชื้อ Salmonella

3.1 ใช้ลูปแตะเชื้อในข้อ 2.2 และจากเชื้อ Salmonella ที่ให้ Streak บนอาหาร SS – agar หรือ Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) agar และ Brilliant green agar หรือ Bismuth Sulfite Agar

3.2 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 24 ชั่วโมง

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร

SS agar - ไม่มีสี หรือบางสายพันธุ์อาจมีสีชมพูอ่อนกลางโคโลนี

XLD agar - โคโลนีสีชมพู อาจมีหรือไม่มีสีดำตรงกลาง

Brilliant green agar - ชมพู แดง ไม่มีสี บางครั้งอาจมีลักษณะเงาโลหะ (metallic sheen)

Bismuth Sulfite Agar - โคโลนีสีน้ำตาล เทา หรือดำ อาจมีเงาโลหะ (metallic sheen)

3.3 เชื้อเชื้อจากข้อ 3.2 ลงในอาหาร NA – slant

3.4 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 24 ชั่วโมง

4. การทดสอบทางชีวเคมี

4.1 เชื้อเชื้อจากข้อ 3.4 โดยใช้เข็มเชื้อ streak และ stab ในอาหาร TSI-agar

4.2 เชื้อเชื้อจากข้อ 3.4 โดยใช้เข็มเชื้อแตะบนอาหาร Urea agar 1 จุด

4.3 เชื้อเชื้อจากข้อ 3.4 โดยใช้เข็มเชื้อใส่ในอาหาร Lysine decarboxylase broth และ ONPG broth

4.4 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 24 ชั่วโมง

4.5 บันทึกผลการทดสอบเทียบกับผลของเชื้อ Salmonella ที่ให้

รายงานผลการทดลอง

1. ตรวจพบ / ไม่พบ Salmonella sp. ในอาหาร 25 กรัม
2. ผลการทดสอบทางชีวเคมี

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพทางประสาธัมมัต



ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์

สถานที่จัดชิม

วันที่จัดชิม

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่น่าเสนอแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

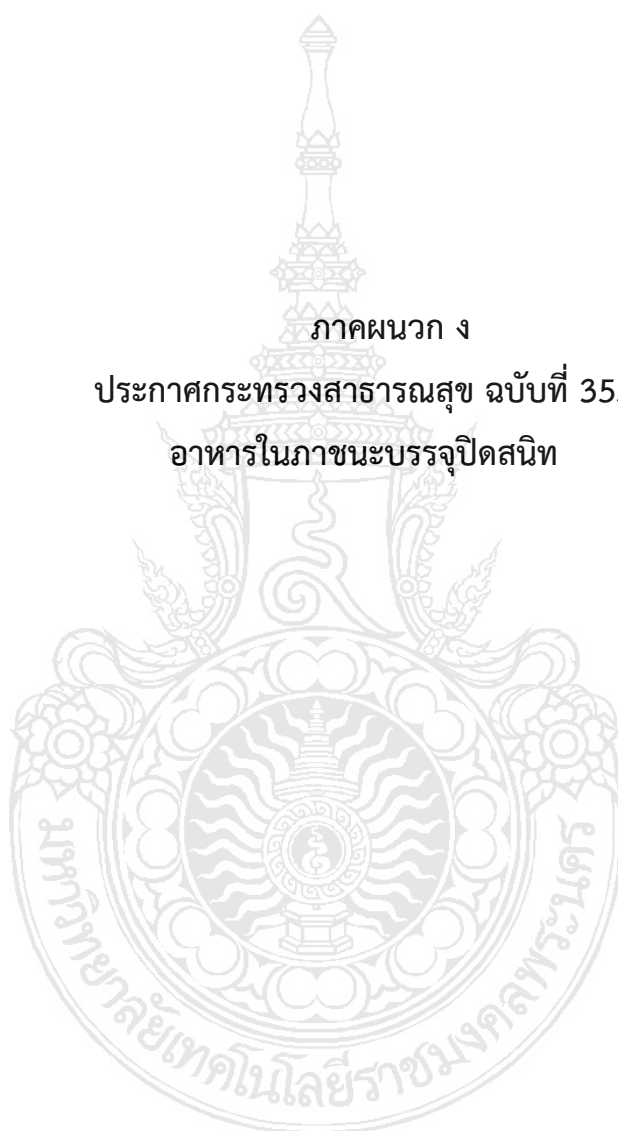
ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ง
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355
อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท



ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ ๓๕๕) พ.ศ. ๒๕๕๖

เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) (๘) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๔ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๔) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙

ข้อ ๒ ให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

(๑) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัสดุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminated) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ

ข้อ ๔ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

(๒) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหาร ด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๓) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๔) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว

ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(๔.๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว

ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรต์ หรือโซเดียมไนไตรต์ หรือโพแทสเซียมไนเตรท หรือโซเดียมไนเตรท ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับ เนื้อหมักชนิดเค็มมีไฟโรติก (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าแอกติวิตี (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม ข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโต ได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด - ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังนี้ด้วยคือ

(๒) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหาร
ด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๓) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๔) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว

ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ
ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(๔.๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่ว

ปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และ
ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก
นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ
ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรต์ หรือโซเดียมไนไตรต์ หรือโพแทสเซียมไนเตรต
หรือโซเดียมไนเตรต ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับ
เนื้อหมักชนิดเคียวมีโพดำ (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า ๔.๖
และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม
ข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโต
ได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒)
นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ
ดังนี้ด้วยคือ

(๑) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ดังนี้

(๑.๑) ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือ ๕๕ องศาเซลเซียส สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๑)

(๑.๒) ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๒)

(๒) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน ๑๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม

(๓) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๓ ต่ออาหาร ๑ กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ ๘ ผู้ผลิตอาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าแอกติวิตี (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) ซ้ำเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า F0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า ๓ นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม (Clostridium botulinum) ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อน หรืออุณหภูมิภายในเครื่องซ้ำเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heat penetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประกาศกำหนด

(๒) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหาร ไม่เกิน ๔.๖

ทั้งนี้ วิธีการปรับให้ได้สภาพความเป็นกรด - ด่างสมดุล (Equilibrium pH) และกระบวนการซ้ำเชื้อด้วยความร้อน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

ข้อ ๙ ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๒ ต้อง

(๑) สะอาด

(๒) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(๓) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสิ่งอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเกอร์ หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(๔) ไม่รั่วหรือบวม

(๕) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๑๐ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีของสมาคม AOAC International ฉบับที่เป็นปัจจุบัน

ข้อ ๑๑ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับอาหารที่มีใช้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๓ การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในกรณีของฟรุ๊ตคอกเทลและฟรุ๊ตสลัด ให้ได้รับยกเว้นการปฏิบัติตามข้อ ๓ (๕) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ แต่ทั้งนี้ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

ข้อ ๑๔ ประกาศฉบับนี้ไม่ใช่นับกับ

(๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๓ (๒) ดังนี้

(๒.๑) อาหารขบเคี้ยวประเภทคุกกี้ เวเฟอร์ แครกเกอร์ บิสกิต อาหารอบกรอบ ชนิดที่ไม่มีการสอดไส้ ข้าวเกรียบ เมล็ดธัญพืชคั่วหรืออบ ถั่วคั่วหรืออบ นัตคั่วหรืออบ พืชผักผลไม้อบหรือทอดกรอบ อาหารขบเคี้ยวชนิดอบพอง (Extruded snack) และเมล็ดพืชอบแห้งหรือทอด

(๒.๒) ผงเครื่องเทศ ผงเครื่องปรุงต่างๆ

(๒.๓) แป้งประกอบอาหาร

(๒.๔) อาหารอัดเม็ด

(๒.๕) พืชผัก ผลไม้ ที่ทำให้แห้ง

(๒.๖) เนื้อสัตว์ที่ทำให้แห้ง

ข้อ ๑๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุ

หน้า ๔๒

เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๔ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๔ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้ จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ ๑๖ ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศ ในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ประติษฐ สันธวรงค์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข



ประวัติคณะผู้วิจัย



1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) นางน้อมจิตต์ สุธิบุตร

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Nomjit Suteebut

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวรชัยยบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

E-mail: nomjit.s@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาเอก	ปร.ด./วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีอาหาร	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2559
ปริญญาโท	วท.ม./ เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2545
ปริญญาตรี	วท.บ./อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2541

4. งานตีพิมพ์

กฤตเมธ รongรัตน์, น้อมจิตต์ สุธิบุตร, เชาวลิติ อุปฐาก และปรีศนีย์ ทับใบแย้ม. (2567). การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลิในแผ่นแป้งดอร์ติยาสำเร็จรูปแช่แข็ง. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี. 18(1), 27-38. (มค-เมย.)

นราธร สัตย์ชื่อ และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร (2566). ผลิตภัณฑ์เลียนแบบจากนํ้านมกระจับ.

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 17(2), 103-114. (ก.ค-ธ.ค.)

เปรมระพี อยุมาวีรหิรัญ, ขญภักดิ์ กี่อารีโย, ธนภพ โสตรโยม และน้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2566). การวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยการดำเนินงานวิสาหกิจ ชุมชนกลุ่มแปรรูปและผลิตภัณฑ์อาหารภาคกลางตอนล่าง. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร, 11(7), 2657-2671.

เปรมระพี อยุมาวีรหิรัญ, ขญภักดิ์ กี่อารีโย, ธนภพ โสตรโยม และน้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2566). การปรับตัวในยุคชีวิตวิถีถัดไปของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มการแปรรูป และผลิตภัณฑ์อาหารในเขตภาคกลางตอนล่าง กลุ่ม2. วารสาร มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 6(2), 128-142.

ปรดา เหลืองอ่อน และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ปราศจากกลูเตนจากแป้งมะพร้าวผสมแป้งกล้วย. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี. 17(1) (ม.ค.-เม.ย.), 1-16.

- อนุพงษ์ ภูสีเขียว, ขวัญภัทร์ กี่อารีโย และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2566). การพัฒนาสื่อการสอน
มัลติมีเดียการปักลายดอกไม้บนผลิตภัณฑ์เซรามิกติดเสื้อสุภาพสตรีสำหรับนักเรียน วิทยาลัย
สารพัดช่างนครหลวง. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*. 35(125) (ม.ค.-มี.ค.), 51-61.
- ธีรพล ฟ้าคำตัน, ธนภพ โสตรโยม และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกเสาวรส
เชื่อมแห้งและการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในเขตชุมชน เทศบาลตำบลแม่คำ อำเภอมะ
จัน จังหวัดเชียงราย. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ*, 13(1) (ม.ค.-มี.ย.), 165-177.
- พนัชนกร สุทธิไชย และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโรตยโดยทดแทนแป้งข้าว
เจ้าด้วยแป้งแทนตะวัน. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ*, 33(116), 122-132. (ต.ค.-ธ.ค.).
- จิรายุทธ จุมพลหล้า, ธนภพ โสตรโยม, ขวัญภัทร์ กี่อารีโย และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2561). การ
พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแทนตะวันผงเพื่อสุขภาพ. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 30(106)
(เม.ย.-มิ.ย.), 81-92.
- กฤษณกัณฑ์ ภาโพธิรัตน์ ธนภพ โสตรโยม ขวัญภัทร์ กี่อารีโย และ น้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2560). การ
พัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกกล้วยน้ำว้าเชื่อมอบแห้ง. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ*. 10, (ก.ค.-ต.ค.),
200-214.
- น้อมจิตต์ สุธิบุตร, ขวัญภัทร์ กี่อารีโย, จิตาพร ศรียี่ทอง, ธนภพ โสตรโยม และ นพพร สกุลยืนยงสุข.
(2560). สมบัติบางประการทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของปลาสามฝัก.
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 11(2) (ก.ค.-ธ.ค.), 69-79.
- น้อมจิตต์ สุธิบุตร, ธัญวรรณ ยิ้มย่อง, อสมภรณ์ มีทองคำ และ ศรัณญา ภูสมบัติ. (2560). การ
ประยุกต์ใช้น้ำเชื่อมจากมันแกวในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม. *วารสารวิชาการและวิจัย
มทร.พระนคร*, 11(1), 43-55.

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): นางสาวเปรมระพี อูยามาวีร์หิรัญ
 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Miss Premraphi Ooaymaweerahirun

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

- หน่วยงาน: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 - E-mail: premraphi.o@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีจบการศึกษา
ปริญญาเอก	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ประ.ด. (คหกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2566
ปริญญาโท	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ศศ.ม. (คหกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2550
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2546

4. ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ปีที่ตีพิมพ์
1	การวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัย การดำเนินงานวิสาหกิจ ชุมชนกลุ่ม แปรรูปและผลิตภัณฑ์อาหารภาค กลางตอนล่าง.	วารสารสันติศึกษา ปรีทรรศน์ มจร,	2566
2	การปรับตัวในยุคชีวิตวิถีถัดไปของ วิสาหกิจชุมชน กลุ่มการแปรรูป และผลิตภัณฑ์อาหารในเขตภาค กลางตอนล่าง กลุ่ม2	วารสาร มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา,	2566
3	ผงโรยข้าวกากั่วเหลืองรสคั่วกลิ้ง	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12	2565

4	การศึกษาปริมาณแป้งข้าว ทดแทนแป้งสาลีในทาร์ตสับปะรด ได้ห้วน	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12	2565
5	การศึกษาปริมาณการใช้ผงถั่วหรั่ง ทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12	2565
6	ขนมแก่นตัววันลดพลังงาน	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12	2565
7	การใช้ผงถั่วขาวทดแทน ผงอัลมอนต์บางส่วนในมาการอง	การประชุมวิชาการระดับชาติด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี PCRUSCI CONFERENCE 2022	2565
8	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบ ลำดวนปราศจากกลูเตน	การประชุมวิชาการระดับชาติด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี PCRUSCI CONFERENCE 2022	2565
9	เส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าว หอมมะลิแดง	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11	2562
10	การศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้อง เขียน้ำมันทดแทนแป้งสาลีใน ขนมตุ๋น	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11	2562
11	การ ศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสี ม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนม เรไร	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10	2561

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Mrs. Kasarin Pedcharat

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

- หน่วยงาน: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

- E-mail: kasarin.m@mutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีจบการศึกษา
ปริญญาเอก	ปร.ด./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	2567
ปริญญาโท	วท.ม./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	2546
ปริญญาตรี	วท.บ.(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2538

4 งานตีพิมพ์

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์. 2556. งานวิจัยเรื่องการใช้กากมะพร้าวในขนมทองม้วน งานประชุมวิชาการ

แห่งชาติ The 5 th Rajamangala University of Technology International Conference

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ดวงกมล ตั้งสฤติพร, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง. 2556. งานวิจัยเรื่องการพัฒนาลูกอม

สมุนไพรไทยพื้นบ้าน : ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก งานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติ 2556

ดวงกมล ตั้งสฤติพร, เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และดวงรัตน์ แซ่ตั้ง. (2562). การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

จากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น. การประชุมวิชาการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11 “วิถีราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมเพื่อสร้างสรรค์
เศรษฐกิจและสังคม” เชียงใหม่, 406-415

Pedcharat, K., Jangchud, K., Harnsilawat, T & Jangchud, A. (2021). Characterization of
commercial soft Khanom Piak-Poon by flash profile method In: *Proceedings of the
23th Food Innovation Asia Conference 2021 (FIAC 2021)*. Pp. 80. Bangkok, Thailand

Pedcharat, K., Jangchud, K., Jangchud, A. & Harnsilawat, T. (2022). Optimization of Soft
Khanom Piak-Poon formulation containing flour mixture with sucrose substitutes.
In: *Proceedings of the 24th Food Innovation Asia Conference 2022 (FIAC 2022)*. Pp.
60. Bangkok, Thailand