

การผลิตผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมบริโภคบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์

PRODUCTION OF READY-TO-EAT EGG WHITE PORRIDGE IN RETORT POUCH

อรัชพร ดีประเสริฐ*, สุธีรา วัฒนกุล

Aratchaporn Deeprasert, Suteera Vatthanakul*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University.

**Corresponding author, e-mail: emmesuteera@gmail.com*

Received: 11 February 2021; **Revised:** 4 July 2022; **Accepted:** 9 August 2022

บทคัดย่อ

เนื่องจากรูปแบบการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปและผู้บริโภคต้องการอาหารเข้าที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โจ๊กนับได้ว่าเป็นหนึ่งในอาหารเข้ายอดนิยมนิยมของคนไทยที่มีประโยชน์ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมรับประทานที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ โดยทำการศึกษาลักษณะของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนที่มีต่อคุณภาพทั้งทางกายภาพ จุลินทรีย์ และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผ่านการให้ความร้อนที่ 2 สภาวะคือที่อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 31 นาที จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ต่ำลงและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่นานขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าว มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) และความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ มีค่า F_0 มากกว่า 4 นาที และตรวจไม่พบทั้งเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่ทนร้อน ซึ่งถือได้ว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค เมื่อประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยผู้บริโภคนับจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 18 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวม มากกว่าโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 31 นาที

คำสำคัญ: โจ๊ก; ไข่ขาว; อาหารพร้อมบริโภค; บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว; การฆ่าเชื้อแบบใช้ความร้อนสูง

Abstract

Food consumption patterns are now changing and consumer demand is driving for consumption of healthier breakfasts. Porridge is one of the most popular breakfasts for Thai consumers. This research has developed a ready-to-eat egg white porridge in a retort pouch. The effect of temperature and heating time on the physical, microbiological, and sensory properties of egg white porridge in retort pouch was studied under two conditions (1) 121 °C for 18 minutes and (2) 115 °C for 31 minutes, respectively. The result found that the lower temperatures and the longer sterilization time resulted in a decreased L^* value of the egg white porridge, while b^* value and viscosity increased significantly ($p < 0.05$). Egg white porridge that was sterilized in both conditions had the F_0 values greater than 4 minutes and neither all total microorganisms nor thermophilic bacteria were detected which can be considered safe for consumption. The sensory properties of sterilized egg white porridge were evaluated with 50 consumers by using the 9-point hedonic scale. It was found that egg white porridge was sterilized at 121 °C for 18 minutes received the overall liking score over egg white porridge was sterilized at 115 °C for 31 minutes.

Keywords: Porridge; Egg White; Ready-to-Eat Food; Retort Pouch; Sterilization

บทนำ

ในปัจจุบันจากกระแสการรักสุขภาพทำให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจในการบริโภคอาหารเช้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งโจ๊กถือได้ว่าเป็นอาหารที่เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า นอกจากนี้ยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้สูงอายุและผู้ป่วยพักฟื้น เพราะโจ๊กเป็นอาหารที่ย่อยได้ง่าย [1] และจะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยอีกมากมายที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับโจ๊กหลากหลายรูปแบบ เช่น การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติทางกายภาพของโจ๊กผสมถั่วและลูกเดือย [2] การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโจ๊กไก่ผสมโสมในระหว่างการเก็บรักษา [3] และการผลิตโจ๊กข้าวสาลีผสมโปรตีนถั่วเหลืองและผงนม [4] เป็นต้น

นอกจากความสนใจในการบริโภคอาหารเช้าแล้ว ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจในเรื่องโภชนาการมากขึ้นอีกด้วย โดยโปรตีนเป็นหนึ่งในสารอาหารที่จำเป็นอย่างมากต่อร่างกาย [5] ไข่ขาวเป็นโปรตีนประเภทสมบูรณ์ เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน เป็นแหล่งโปรตีนที่มีไขมันต่ำ ไม่มีกรดไขมันอิ่มตัว ไม่มีคอเลสเตอรอล อุดมไปด้วยอัลบูมิน ซึ่งอัลบูมินเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้หมด และมีประสิทธิภาพในการดูดซึมสูงสุดทำให้ร่างกายสามารถนำโปรตีนจากไข่ไปใช้ได้ง่าย [6] ด้วยคุณประโยชน์ที่มีมากมาย จึงได้มีการพัฒนาไข่ขาวให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น ใส่กรอกเสริมโปรตีนจากไข่ขาว เต้าหู้แผ่นไข่ขาวอบแห้ง เส้นกวยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่ขาวทดแทนการใช้น้ำมันเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และทอว์นผสมไข่ขาวเพื่อลดปริมาณไขมันที่ใส่ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทอว์นที่ได้มีปริมาณคอเลสเตอรอลลดลง [7] เป็นต้น

แต่ในปัจจุบันวิถีการดำเนินชีวิตของคนก็เปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน การดำเนินชีวิตมักต้องเร่งรีบและแข่งขันกับเวลาอยู่เสมอ ทำให้ในบางครั้งไม่มีเวลาในการเตรียมอาหารเอง ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปจึงเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอาหารพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เพราะให้ความสะดวกสบาย และไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียม ปัจจุบันนี้อาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงรีทอร์ทเข้ามามีบทบาทและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าอาหารที่บรรจุในกระป๋อง เพราะสามารถฆ่าเชื้อด้วยความร้อนได้เหมือนกับอาหารกระป๋อง แต่สามารถถ่ายเทหรือกระจายความร้อนได้ดีกว่าทำให้อาหารได้รับความร้อนในการฆ่า

เชื่อว่าจึงมีคุณภาพที่ดีกว่าอาหารกระป๋อง ทั้งในเรื่องของสี กลิ่นรสและเนื้อสัมผัส [8] และจะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์กับอาหารหลากหลายประเภท อาทิ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภคบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ [9] โจ๊กผสมถั่วและลูกเดือย [2] โจ๊กไก่ผสมโสม [3] แกงเผ็ดเนื้อและปลา [10-12] เป็นต้น ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ แสดงให้เห็นถึงสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวพร้อมบริโภคบรรจุในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์อุดมไปด้วยโปรตีนจากไข่ขาวที่มากกว่าผลิตภัณฑ์โจ๊กสำเร็จรูปทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยจะทำการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคและเพิ่มทางเลือกสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพให้กับผู้บริโภคอีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของสภาวะในการฆ่าเชื้อ (อุณหภูมิและเวลา) ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมบริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

การผลิตโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวในงานวิจัยนี้ใช้ข้าวกล้องหอมมะลิ トラจักร จากบริษัท ข้าว ซี.พี. จำกัด สำหรับไข่ขาว ใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ トラ ซีพี จากบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ในส่วนของน้ำซุปลไก่ ใช้ส่วนของโครงไก่และส่วนผสมที่ใส่น้ำซุปลไก่ได้แก่ ขิง รากผักชี หอมหัวใหญ่และพริกไทย จากตลาดไท จ.ปทุมธานี เกลือ トラปรุททิพย์ จากบริษัท สหพัฒนพิบูล จำกัด, ไตโซเดียม 5'-ไรโบนิวคลีโอไทด์ (I+G) จากบริษัท อะมิโนโมะโตะ (ประเทศไทย) จำกัด และ แชนแทนกัม จากบริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด

2. วิธีการเตรียมวัตถุดิบ

ข้าวกล้องหอมมะลิเตรียมโดยการนำข้าวกล้องหอมมะลิมานึ่งด้วยเครื่องปั่น (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2021 ประเทศจีน) speed เบอร์ 2 เป็นเวลา 45 วินาที บรรจุในถุงพลาสติกที่ปิดสนิทเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ จนกว่าจะนำมาใช้ การเตรียมน้ำซุปลไก่ เริ่มจากนำโครงไก่มาล้างให้สะอาดแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ใส่ขิง รากผักชี หอมหัวใหญ่และพริกไทย ต้มรวมกันที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 15 นาที เคี่ยวต่อที่อุณหภูมิ 60 °ซ อีก 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางเอาแต่น้ำซุปล

3. วิธีการเตรียมตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวผสมข้าว

นำข้าวกล้องหอมมะลิที่เตรียมได้มาต้มกับน้ำซุปลไก่ ในอัตราส่วน 1:15 ต้มที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 30 นาที สำหรับไข่ขาวทำให้สุกก่อนเล็กน้อย เตรียมโดยการนำไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ผสมกับน้ำซุปลไก่ ในอัตราส่วน 1:1 คนให้เข้ากัน นำไปเข้าไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที (ปริมาตร 400 กรัม) เพื่อป้องกันไม่ให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการแข็งตัวเป็นก้อนเมื่อโดนความร้อนสูงเพราะโครงสร้างของโปรตีนในไข่ขาวถูกทำลาย จะเกิดลักษณะที่เป็นเจลแข็งคล้ายไข่ตุ๋น ซึ่งไม่ใช่ลักษณะที่ดีของโจ๊ก และการให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟจะสามารถกระจายความร้อนภายในเนื้ออาหารได้สม่ำเสมอ ให้ความสะดวกรวดเร็วได้ดีกว่าการให้ความร้อนด้วยวิธีอื่น จากนั้นนำโจ๊กข้าวกล้องและไข่ขาวที่เตรียมได้มาผสมให้เข้ากันในหม้อผสม อัตราส่วน 30:70 เติมเกลือป่น ร้อยละ 0.5, ไตโซเดียม 5'-ไรโบนิวคลีโอไทด์ (I+G) ร้อยละ 0.02 และแชนแทนกัมร้อยละ 0.5

4. การเตรียมตัวอย่างในการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนภายใต้แรงดันสูง (water spay retort)

โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่เตรียมได้จากข้อ 3 นำมาบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาด 120x180x35 เซนติเมตร (บริษัท รอยัล เมอริส แพ็คจิ้ง จำกัด) ปริมาตร 250 g ปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน สำหรับการฆ่าเชื้อเพื่อหา F_0 ทำการเจาะรูถุงรีทอร์ทเพาซ์เพื่อใส่สายวัดอุณหภูมิใจกลางอาหารที่ 1/5 ของความสูงที่วัดจากก้นถุงและเจาะรูเพื่อใส่ตัวค้ำยัดหัวเข็มที่ 2/5 ของความสูงที่วัดจากก้นถุง เพื่อความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิซึ่งทำให้หัววัดอุณหภูมิอยู่ใจกลางของตัวอย่าง

5. การศึกษาผลของสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าว

สำหรับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) จะทำการเตรียมตัวอย่างตามหัวข้อที่ 3 โดยจะไม่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ส่วนการศึกษาสภาวะในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าว 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 (อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 18 นาที) และสภาวะที่ 2 (อุณหภูมิ 115 °ซ นาน 31 นาที) จะเตรียมโดยใช้หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนภายใต้แรงดันสูง (water spay retort) (บริษัท Owner Food Machinery รุ่น PP500 ประเทศไทย) นำถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่เตรียมไว้มาเสียบกับสายวัดอุณหภูมิ แล้วนำสายวัดอุณหภูมิต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลเพื่ออ่านค่าอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในเวลาต่าง ๆ โดยจะทำการจดบันทึกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 2 นาที ตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนไปจนถึงตัวอย่างถูกลดอุณหภูมิลงจนเสร็จสิ้นกระบวนการและคำนวณเวลาการฆ่าเชื้อด้วยวิธี General method [13] ตามสมการ (1)

$$F_0 = \int_0^t 10^{\left(\frac{T-121.1}{z}\right)} \quad (1)$$

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

6. การตรวจสอบสมบัติทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อน

6.1 วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น CX2687 ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดค่า L^* หมายถึง ค่าความสว่าง ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 คือ สว่างน้อยหรือมืด ไปจนถึง 100 คือ สว่างมากหรือขาว, ค่า a^* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง (+) และค่าความเป็นสีเขียว (-), และ b^* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง (+) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้ตัวอย่างปริมาตร 25-30 กรัม อุณหภูมิของตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28 °ซ)

6.2 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 65 ± 1 °ซ

6.3 วิเคราะห์เนื้อสัมผัส ค่า ความแน่นเนื้อ, ความคงตัว, การยืดเกาะ และ ดัชนีความหนืด (อุณหภูมิของตัวอย่างประมาณ 65 ± 1 °ซ) ปริมาณ 120 กรัม ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture analyser (ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2i ประเทศอังกฤษ) หัววัด Back Extrusion Cell (A/BE) 35 mm ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทาง 30 มิลลิเมตร

7. การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าวหลังผ่านการให้ความร้อน

ตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี AOAC 2000 [14] ของผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าว ซึ่งจะทำการตรวจเชื้อหลังจากผ่านการให้ความร้อนโดยผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทันที

8. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าวกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นไข่ กลิ่นรสไข่ รสเค็ม ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ทำการเสิร์ฟตัวอย่างปริมาณ 10 กรัม ให้ผู้ทดสอบชิมขณะที่ตัวอย่างไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าวยังอุ่นอยู่ (65-70 °ซ) โดยทำการเสิร์ฟตัวอย่างพร้อมน้ำเปล่า [15]

9. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

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

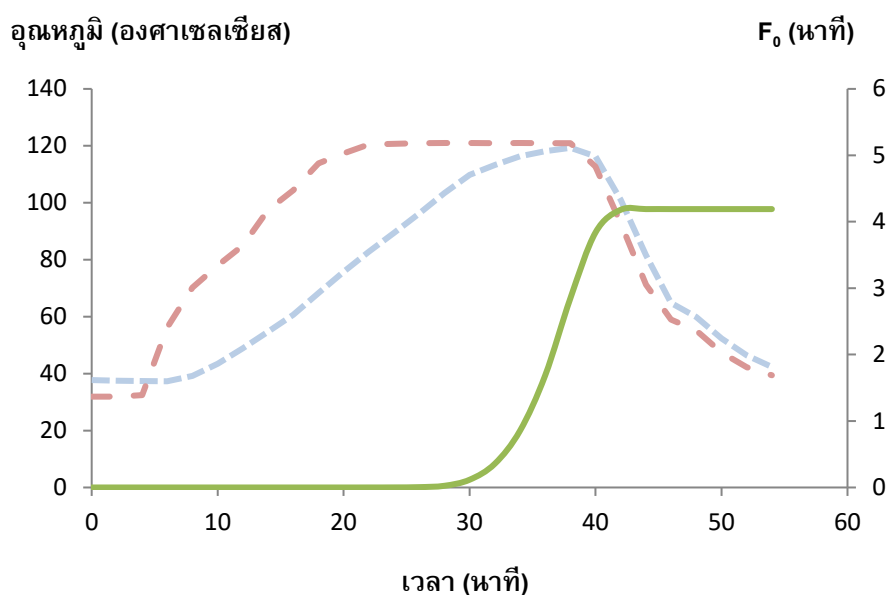
ผลการวิจัย

1. การศึกษาผลของสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าว

ผลจากการแปรระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนของผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าว ที่ 2 สภาวะ พบว่า สภาวะในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที และสภาวะในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที มีการแผ่กระจายความร้อนของผลิตภัณฑ์ที่เวลาต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 1 และ 2 เมื่อคำนวณค่า F_0 มีค่าเท่ากับ 4.19 และ 4.22 นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยผลจากการคำนวณค่า F_0 ที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 [16] กำหนดว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ค่า F_0 จะต้องไม่ต่ำกว่า 3 นาที และค่าที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chysirichote และ Phongpipatpong [2] ที่ทำการศึกษากลุ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ขาวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเต๋ายี่สิบที่อุณหภูมิ 122, 116, และ 110 °ซ มีค่า F_0 เท่ากับ 4, 6, และ 8 นาที ตามลำดับ

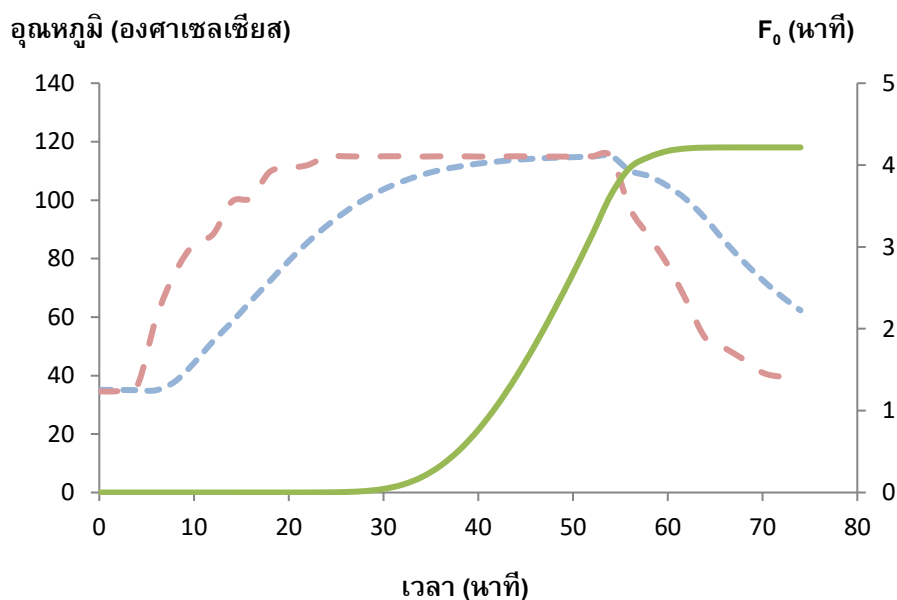
ตารางที่ 1 ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ไอ้ไก่ไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะในการให้ความร้อนต่างกัน

สภาวะในการให้ความร้อน	F_0 (นาที)
121 °ซ 18 นาที	4.19
115 °ซ 31 นาที	4.22



ภาพที่ 1 ค่าการกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมบริโภคบรรจุในถุงรีทอร์ท เพอร์มที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที โดยกำหนดให้

- หมายถึง อุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อ
- หมายถึง อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาว
- หมายถึง ค่า F_0 ในระหว่างการให้ความร้อน



ภาพที่ 2 ค่าการกระจายความร้อน และค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมบริโภคบรรจุในถุงรีทอร์ท เพอร์ม ที่สภาวะการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที โดยกำหนดให้

- หมายถึง อุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อ
- หมายถึง อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาว
- หมายถึง ค่า F_0 ในระหว่างการให้ความร้อน

2. การตรวจวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะในการให้ความร้อนต่างกัน

2.1 ค่าสี

เมื่อพิจารณาค่าสีของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 2 สภาวะ ได้แก่ สภาวะในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน โดยที่อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อต่ำลงและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อนานขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น การฆ่าเชื้อนานขึ้นส่งผลเร่งการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีในไข่กับกรดอะมิโนจากโปรตีน ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้ [17] ดังนั้นผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวจึงมีค่าความสว่างลดลงและค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อต่ำลงและใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อเป็นเวลานาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chysirichote และ Phongpipatpong [2] ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเดือยที่ระดับอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อต่างกัน 3 ระดับ คือ 122, 116, และ 110 °ซ พบว่า เมื่อลดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อต่ำลงทำให้ค่าความสว่างลดลง ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มระยะเวลาในการให้ความร้อน และจากการศึกษาผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทุ้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ระยะเวลาที่นานขึ้นในการให้ความร้อนส่งผลให้สีของเนื้อปลาทุ้มมีค่าความสว่างลดลง และค่า a^* ของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นและมีสีน้ำตาลที่เข้มขึ้น [18] Majumdar และคณะ [11] ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแกงกะหรี่ปลา catla ในถุงรีทอร์ทเพาซ์ระหว่างกระบวนการให้ความร้อน พบว่ามีค่าความสว่างลดลง (L^*) ขณะที่ค่า a^* และ b^* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า F_0 เพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้ตรงกับผลงานวิจัยแกงกะหรี่ปลา Rohu คือเมื่อค่า F_0 เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลง มีค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้น [12] เจ๊ะมะลี และคณะ [19] ศึกษาการพัฒนาซอสสำเร็จรูปจากผลตำลึงพบว่าระยะเวลาในการให้ความร้อนที่มากขึ้นส่งผลให้ซอสจากผลตำลึงมีค่าความสว่างลดลง

2.2 ความหนืด

สำหรับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวหลังจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง โจ๊กมีลักษณะที่ดี ไข่ขาวไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากมีขั้นตอนการเตรียมให้ไข่ขาวสุกเล็กน้อยก่อนผ่านสภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีส่วนช่วยป้องกันไม่ให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการแข็งตัวเป็นก้อนได้ โดยค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 2 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที เท่ากับ 3021.53 cP และ 3392.25 cP ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยโจ๊กที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงมีค่าความหนืดลดลงเมื่อเทียบกับโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวสูตรควบคุมที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) และโจ๊กไข่ขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความหนืดลดลง เนื่องจากโจ๊กเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นแต่เมื่อได้รับความร้อนที่สูงมากเม็ดแป้งที่พองตัวจะเริ่มขยายจนเกิดการแตกออก สารละลายที่อยู่ในเม็ดแป้งทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพกตินจึงถูกปล่อยออกมาทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความหนืดลดลง [20] ต่อมาเมื่ออุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลงในขั้นตอนการ cooling เกิดรีโทรเกรเดชัน ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอีกเนื่องจากการเรียงตัวกันใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่หลุดออกจากเม็ดแป้ง และเมื่อเปรียบเทียบการให้ความร้อนในอุณหภูมิที่ต่างกัน การใช้อุณหภูมิสูงกว่าจะไปทำลายโครงสร้างบางส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินได้มากกว่า ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดรีโทรเกรเดชันลดลงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความหนืดน้อยกว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ และ

นอกจากนี้ความร้อนยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ โมเลกุลของโปรตีนเกิดการคลายตัวทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป โปรตีนแข็งตัว เกิดการตกตะกอน และไม่ละลายน้ำ [19] ทำให้การใช้ความร้อนในระดับที่สูงกว่าส่งผลให้โจ๊กมีค่าความหนืดน้อยกว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Chysirichote และ Phongpipatpong [2] ที่ทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเดือย พบว่า โจ๊กที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีค่าความหนืดลดลงเมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น นิสานารถ และคณะ [15] ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปรอยชนิดชั้นต่ำรับเงิน พบว่า เมื่อให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ซุปรอยแบบบรรจุกระป๋อง ซุปรอยที่ได้มีความหนืดลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับซุปรอยก่อนให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง

ตารางที่ 2 ค่าสีและความหนืดของโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะในการให้ความร้อนต่างกัน

สภาวะในการให้ความร้อน	L*	a*	b*	ความหนืด (cP)
ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	78.12 ^a ±0.15	-2.97 ^a ±2.97	8.82 ^a ±8.82	3674.32 ^c ±0.31
121 °ซ 18 นาที	71.36 ^b ±0.25	-1.58 ^b ±0.01	10.96 ^b ±0.07	3021.53 ^a ±0.25
115 °ซ 31 นาที	70.56 ^c ±0.30	-1.19 ^b ±0.33	12.59 ^c ±0.76	3392.25 ^b ±0.44

a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความหนืด กล่าวคือโจ๊กไข่ขาวที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงมีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสในทุกด้านลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวสูตรควบคุมที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) และจากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวทั้ง 2 ระดับการให้ความร้อนพบว่า ตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ ความคงตัว การยืดเกาะ และ ดัชนีความหนืด น้อยกว่าตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที ซึ่งผลที่ได้นั้นสอดคล้องกับค่าความหนืดดังที่ได้อธิบายไว้ข้างต้นในข้อ 2.2 กล่าวคือเมื่อตัวอย่างได้รับความร้อนสูงทำให้โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินถูกทำลายได้มากกว่าและทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ โปรตีนเกิดการแข็งตัว ตกตะกอนและไม่ละลายน้ำ ดังนั้นตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจึงมีค่า ความแน่นเนื้อ ความคงตัว การยืดเกาะ และ ดัชนีความหนืด น้อยกว่า

2.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทั้ง 2 สภาวะ พบว่าไม่สามารถตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ทนร้อนในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ โดยเป็นไปตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทได้กำหนดไว้ว่า อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทมีจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1000 ต่ออาหาร 1 กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค *Staphylococcus aureus* ไม่พบใน 0.1 ใน 1 กรัม (CFU/g) และ *Salmonella* ไม่พบใน 25 กรัม [16,22] จึงถือได้ว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jang และ Lee [3] ที่ศึกษาคคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กไก่ผสมโสมพร้อมบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า

การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งมีค่า F_0 เท่ากับ 4 สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงไม่พบเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน (1 log CFU/g) ในตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 สัปดาห์ Chysirichote และ Phongpipatpong [2] ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและลูกเดี๋ย พบว่าที่ระดับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 122 116 และ 110 °ซ มีค่า F_0 เท่ากับ 4 6 และ 8 ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์เช่นกัน

ตารางที่ 3 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะในการให้ความร้อนต่างกัน

สภาวะในการให้ความร้อน	ความแน่นเนื้อ (g)	ความคงตัว (g/sec)	การยืดเกาะ (g)	ดัชนีความหนืด (g/sec)
ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	42.207 ^c ±1.29	988.171 ^c ±0.68	-37.336 ^c ±1.56	-41.342 ^c ±1.71
121 °ซ 18 นาที	24.619 ^a ±0.86	526.822 ^a ±9.53	-17.989 ^a ±0.20	-23.002 ^a ±1.61
115 °ซ 31 นาที	31.427 ^b ±1.17	672.094 ^b ±6.65	-20.247 ^b ±0.66	-35.840 ^b ±4.39

a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ความแน่นเนื้อ หมายถึง แรงที่ต้องใช้ในการกดหรือบิดตัวอย่าง เพื่อให้ตัวอย่างนั้นเกิดการแยกหรือกระจายตัว

ความคงตัว หมายถึง ระดับความต้านทานต่อการเคลื่อนที่หรือการแยกตัวของเนื้ออาหาร

ค่าการยืดเกาะ หมายถึง แรงที่ใช้ดึงซึ่งบ่งบอกได้ถึงการเสียรูปร่างก่อนการแยกตัวของโครงสร้าง ค่าที่ได้แสดงผลติดลบซึ่งแสดงถึงทิศทางในการเคลื่อนที่ของหัววัด extrusion ring จากการดึงหัววัดขึ้นจากตัวอย่างซึ่งจะเคลื่อนที่สวนทางกับตัวอย่าง

ค่าดัชนีความหนืด หมายถึง ค่าความหนืดที่ได้จากการใช้แรงดึงเพื่อให้เนื้ออาหารเกิดการแยกตัว ค่าที่ได้แสดงผลติดลบเช่นเดียวกันกับค่าการยืดเกาะ

3. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยคือ 6.54 หมายถึง ชอบปานกลาง และ 5.92 หมายถึง ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) ในทุกคุณลักษณะ ($p<0.05$) ยกเว้นในด้านของรสเค็มที่ได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันสำหรับผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที ในด้านค่าสีจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) เนื่องจาก ค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่คล้ำลง ดังที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 3.2.1 จึงอาจทำให้มีผลต่อความชอบของผู้บริโภคได้ รวมทั้งกลิ่นไข่และกลิ่นรสไข่ที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยจะสังเกตได้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นไข่และกลิ่นรสไข่ของโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทั้ง 2 สภาวะ ได้คะแนนความชอบน้อย สำหรับกลิ่นไข่ได้คะแนนความชอบคือ 5.48 และ 5.36 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ชอบ และกลิ่นรสไข่ได้คะแนนความชอบคือ 5.78 และ 5.70 หมายถึง ชอบเล็กน้อย ซึ่งได้คะแนนความชอบทั้งด้านกลิ่นไข่และกลิ่นรสไข่แตกต่างจากโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ไม่ผ่านการให้

ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) อย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษางานวิจัยของ Germ [23] ได้อธิบายไว้ว่า ในไข่ขาวมีกำมะถันอยู่ ซึ่งไข่ขาวเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวเป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ออกมา ดังนั้นจึงอาจจะพอสรุปได้ว่าตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ มีความเข้มข้นของกลี้นและกลี้นรสกำมะถันมากกว่าตัวอย่างโจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ (control) และอาจเป็นไปได้ว่าไข่ขาวที่ได้รับความร้อนสูงกว่าจะทำให้เกิดความเข้มข้นของกลี้นและกลี้นรสกำมะถันมากขึ้น

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 50 คน

คุณลักษณะ	สภาวะในการให้ความร้อน		
	ไม่ผ่านความร้อนสูง (control)	121 °ซ 18 นาที	115 °ซ 31 นาที
ลักษณะปรากฏ	7.42 ^a ±1.05	6.44 ^b ±1.43	6.04 ^b ±1.47
สี	7.00 ^a ±1.37	6.42 ^b ±1.55	6.32 ^b ±1.45
กลิ่นไข่	6.02 ^a ±1.55	5.48 ^b ±2.02	5.36 ^b ±2.16
กลี้นรสไข่	6.38 ^a ±1.14	5.78 ^b ±1.97	5.70 ^b ±1.67
รสเค็ม	6.44 ^a ±1.86	6.14 ^{ab} ±1.55	5.66 ^b ±1.56
ความหนืด	6.84 ^a ±1.49	6.34 ^b ±1.38	6.12 ^b ±1.51
ความชอบโดยรวม	7.08 ^a ±1.26	6.54 ^b ±1.23	5.92 ^c ±1.26

a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวพร้อมบริโภคบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์พบว่า อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งมีผลต่อคุณลักษณะทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี ความสว่าง และความหนืด ผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที และที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 4.19 และ 4.22 นาที ตามลำดับ จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวทั้ง 2 สภาวะการให้ความร้อนมีความปลอดภัยต่อการบริโภค และผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 18 นาที ได้รับคะแนนความชอบจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมากกว่าผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 °ซ เป็นเวลา 31 นาที เนื่องจากเมื่อลดอุณหภูมิในการให้ความร้อนต่ำลง จะต้องใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่นานขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์โจ๊กไข่ขาวผสมข้าวมีค่าความสว่างลดลง เกิดสีน้ำตาลและมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลกับความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- [1] Rhim, J. W., Koh, S., and Kim, J. M. (2011). Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge. *Journal of Food Engineering*, 104, 484-491.
- [2] 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.

- [3] Jang, D. H., and Lee, K. T. (2012). Quality changes of ready-to-eat ginseng chicken porridge during storage. *Meat Science*, 92, 469-473.
- [4] Manohar, R. S., Devi, G. R. U., Bhattacharya, S., and Rao, V. (2011). Wheat porridge with soy protein isolate and skimmed milk powder: Rheological, pasting and sensory characteristics. *Journal of Food Engineering*, 103, 1-8.
- [5] Bumrungpert, A. (2015). Protein is better than just building muscle. *Thairath Online*. Retrieved September 14, 2017, from <https://www.thairath.co.th/content/551272>
- [6] Suasaming, R., and Saarteiam, S. (2016). Amazing of egg white Recipes Against Disease. *Thai Dietetic Association*. Retrieved July 7, 2017, from <https://www.thaidietetics.org/?p=4343>
- [7] Garnjanagoonchorn, W., Mahakarnchanakul, W., and Poovarodom, N. (2014). *Researcher, Kasetsart University Petty-Patented 3 products that add value from egg white of duck eggs*. N.P.: Kasetsart University, Kasetsart University Research and Development Institute: KURDI.
- [8] 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.
- [9] Apirattananusorn, S., and Chinabhark, K. (2013). Development of Packages for Ready-to-Eat Chili Paste Products. *KMUTT Research and Development Journal*, 36(4), 451-464.
- [10] Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A., and Sunooj, K. V. (2017). Evaluation of shelf life of retort pouch packaged Rogan josh, a traditional meat curry of Kashmir, India. *Food Packaging and Shelf Life*, 12, 76-82.
- [11] Majumdar, R. K., Dhar, B., Roy, D., and Saha, S. (2014). Study of instrumental and sensory characteristics of catla in curry medium during retort pouch processing to optimize F_0 value. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1595-1604.
- [12] Majumdar, R. K., Dhar, B., and Roy, D. (2015). Optimization of process conditions for Rohu fish in curry medium in retortable pouches using instrumental and sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5671-5680.
- [13] Holdsworth, D., and Simpson, R. (2008). *Thermal Processing of Packaged Foods* (2nd ed.). Springer: New York, NY.
- [14] Association of Official Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis of Association of Official Chemists* (17th ed.) Gaithersburg: USA.
- [15] Krasaechol, N., Yuenyongputtakal, W., and Noyphan, P. (2010). Development of canned chinese-style thick mollusc soup product. In *The 48th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries*. 466-474. Bangkok (Thailand): The Thailand Research Fund (TRF).
- [16] Ministry of Public Health. (2013). Ministry of Public Health Notification Title: Food in a Hermetically Sealed Container No 355. *The Government gazette*. Vol. 130 Special Part 87 Ngor: 88-92.
- [17] Shahidi, F., Janitha, P. K., and Wanasundara, P. D. (2009). Phenolic Antioxidants. *Food Science and Nutrition*, 32(1), 67-103.

- [18] Sawardsuk, P. (2016). Effect of heating time on physical properties of Thai style stewed mackerel in salty soup packed in retort pouch. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(2), 257-264.
- [19] Chehmalee, S., Chedoloh, R., and Mekarat, A. (2016). Development of Readymade Sauce from Ivy Gourd Fruit to Community Products. In *The 5th National and International Academic Conference 2016*. 37-47.
- [20] Gutierrez, J. L. V., Johansson, D., and Langton, M. (2016). Effects of added inulin and wheat gluten on structure of rye porridge. *Food Science and Technology*, 66, 211-216.
- [21] Riebroy, S., Jiraanan, P., Aungkuldee, W., and Pasukamonset, P. (2014). Physical Characteristics and Acceptance of Chocolate Mousse Produced from Commercial Pasteurized Milks Contained Different Fat Content. *RMUTP Research Journal*, 8(2), 135-145.
- [22] Ministry of Public Healthy. (2013). Ministry of Public Health Notification Title: Standards for Pathogenic Microorganisms in Food No 364. *The Government gazette*. Vol. 130 Special Part 148 Ngor: 42.
- [23] Germs, A. C. (1973). Hydrogen sulphide production in eggs and egg products as a result of heating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 7-16.