

ไข่นกกระทาบรรจุถุงรีทอร์ต

■ บัญญัติศ มงคลชาติ*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่นกกระทาบรรจุถุงรีทอร์ต โดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบ โดยเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นน้ำเกลือ อุณหภูมิ การต้มไข่ และเวลาการต้มไข่ คือ ที่ความเข้มข้นน้ำเกลือร้อยละ 0.5 1.0 และ 5.0 อุณหภูมิการต้มไข่ 80 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส เวลาการต้มไข่ 3 นาที 5 นาที และ 10 นาที ส่วนการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบผลการใช้ถุงรีทอร์ตแบบทึบแสง (มีอะลูมิเนียมฟอยล์) กับแบบใส (ไม่มีอะลูมิเนียมฟอยล์) และศึกษาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรีทอร์ตเปรียบเทียบผลของ อุณหภูมิและเวลาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ คือ ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 116 องศาเซลเซียส และ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10 นาที 15 นาที และ 30 นาที จากการทดลองพบว่าสภาวะการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสม คือ การต้มในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที เพราะมีความสูญเสียจากการลอกเปลือกไข่นกกระทาน้อยที่สุด และถุงรีทอร์ตที่เหมาะสมสำหรับใช้บรรจุไข่นกกระทา คือ ถุงรีทอร์ตแบบใส เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์และไม่ทำให้สีของไข่นกกระทาเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บ และสภาวะการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ตที่เหมาะสม คือ 116 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

Abstract

This study was carried out to develop boiling quail egg in retort pouch, by comparing the effect of preheated-treatment, retort pouch material, and retort

treatment. The effect of preheated-treatment was done by boiling quail egg in various NaCl concentration between 0.0, 0.5, 1.0 and 5.0%. The boiling temperature were 80 and 100 °C at 3, 5 and 10 minutes of each temperature. The effect of packaging was done by comparing retort pouch material between the used of aluminium foil pouch and foil-free pouch. The effect of retort treatment was done by varying retort temperature at 110, 116, and 121 °C, and varied retort time at 10, 15, and 30 minutes. It was shown that an appropriate preheated-treatment of quail egg in NaCl 1.0% at 80 °C for 3 minutes, because of this condition was less peeling loss treatment. An appropriate retort pouch package for filling boiled quail egg is foil-free pouch, because it was not effect on quail egg color while storage. And the appropriate retort treatment is retort temperature at 116 °C for 10 minutes.

1. บทนำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร สำนักเทคโนโลยีชุมชน ดำเนินงานศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่นกกระทาบรรจุถุงรีทอร์ต โดยมีแนวคิดที่ว่า การปรับปรุงกระบวนการผลิต และการเปลี่ยนชนิดของบรรจุภัณฑ์จะช่วยลดต้นทุนการผลิตไข่นกกระทาในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องได้ เพราะในกระบวนการผลิตจะได้ไข่นกกระทาที่มีตำหนิดด้วย ถือเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป โดยตำหนิดที่ไข่นกกระทาอาจเกิดได้จากขั้นตอนการลอกเปลือก



และขั้นตอนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเครื่องรีเทอร์ต นอกจากนี้หากพิจารณาถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายบรรจุภัณฑ์ กระป๋องต่อพื้นที่จัดเก็บ การเปลี่ยนชนิดของบรรจุภัณฑ์จากกระป๋องเป็นถุงรีเทอร์ตคาดว่าจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งผลสำเร็จของงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิสาหกิจชุมชนหรือผู้ประกอบการผลิตและแปรรูปไข่นกกระทาได้

ถุงรีเทอร์ต หรือ รีเทอร์ต แพคเกจจิ้ง (retort pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกหรือวัสดุอ่อนตัว 4 ชั้นประกบกัน โดยชั้นนอกสุดเป็นโพลีเอสเตอร์ (polyester) ชั้นที่สองเป็นไนลอน (nylon) ชั้นที่สามเป็นโพลีไวนิลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene chloride) หรืออะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) และชั้นในสุดเป็นโพลีโพรพิลีน (poly-propylene) จึงอาจจำแนกชนิดของถุงรีเทอร์ต ได้เป็นสองแบบตามชนิดของวัสดุที่ประกบกันเป็นถุงรีเทอร์ต คือ แบบทึบแสง (มีอะลูมิเนียมฟอยล์) และแบบใส (ไม่มีอะลูมิเนียมฟอยล์) ข้อดีของถุงรีเทอร์ต คือ มีความยืดหยุ่น แข็งแรง ไม่แตกหรือฉีกขาดง่าย น้ำหนักเบา ใช้พื้นที่น้อยในการเก็บ และทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนได้ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 0 ถึง 121 องศาเซลเซียส โดยไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร นอกจากนี้อาหารในถุงรีเทอร์ต ยังมีคุณภาพด้านกลิ่นรส และสีที่ดี เพราะใช้เวลากการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สั้นกว่าอาหารบรรจุในกระป๋อง ถุงรีเทอร์ต จึงเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์กระป๋อง โดยหลักการใช้ถุงรีเทอร์ต คือการบรรจุอาหาร ลงในถุงรีเทอร์ตแล้วเอาอากาศที่เหลือออก ปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน แล้วนำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้ความดันไม่เกิน 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพราะถ้าใช้ความดันมากกว่านี้ จะทำให้ผนึกถุงปริหรือถุงแตกได้ (สุภัทตรา, 2548)

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเครื่องรีเทอร์ต คือ การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วยความร้อนชั้นที่อุณหภูมิสูง นิยมใช้กับอาหารที่ต้องบรรจุในภาชนะปิดสนิท เช่น อาหารกระป๋อง หรืออาหารบรรจุถุงรีเทอร์ต เพื่อให้อาหารสามารถเก็บได้เป็นระยะเวลาตามที่อุณหภูมิห้อง การใช้ความร้อนชั้น หรือการนิ่งไอน้ำ คือ การใช้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิ น้ำเดือด โดยความร้อนจะแทรกเข้าไปในชั้นอาหารหรือช่องว่างระหว่างอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าการต้ม นิยมทำภายใต้ความดัน ตามหลักการสเตอริไลซ์เซชัน (Sterilization) ระยะเวลาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดัน กล่าวคือหากใช้อุณหภูมิและความดันสูงระยะเวลาที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์จะสั้นลง

การใช้ความร้อนในการถนอมอาหาร พลังงานความร้อนจะถ่ายเทจากส่วนที่ร้อนไปสู่ส่วนที่เย็น โดยความร้อนจะถ่ายเทจากผิวนอกของอาหารเข้าไปสู่ภายในใจกลางของอาหาร ภายในภาชนะบรรจุ จึงมีจุดที่ร้อนช้าที่สุด (cold spot) ซึ่งมีตำแหน่งต่างกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการถ่ายเทความร้อน ลักษณะทางกายภาพของอาหาร ลักษณะการบรรจุอาหารในภาชนะบรรจุ การจัดเรียงอาหาร และวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งไข่นกกระทาในน้ำเกลือบรรจุถุงรีเทอร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อนอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ

จุดที่ร้อนช้าที่สุด ของอาหารในภาชนะปิดสนิท เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว และถุงอ่อนตัว ซึ่งความร้อนแทรกตัวจากผนังของบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหารที่บรรจุอยู่ภายใน อาหารในจุดที่ร้อนช้าที่สุดเป็นตัวแทนของอาหารทั้งภาชนะ หากความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์บริเวณดังกล่าวให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย จึงจะมั่นใจได้ว่าทุกส่วนของอาหารในบรรจุภัณฑ์นั้นได้รับความร้อนอย่างเพียงพอเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) เพราะหากสปอร์ของ Clostridium botulinum เหลือรอดจะส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคที่บริโภคอาหารนั้น การหาจุดที่ร้อนช้าที่สุดโดย การเจาะบรรจุภัณฑ์เพื่อเสียบปลายของเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) ไปยังบริเวณที่ตำแหน่งที่คาดว่าจะจะเป็นจุดร้อนช้าที่สุด 3 จุด ซึ่งต้องวัดระยะเพื่อกำหนดตำแหน่งให้แน่นอน จากนั้นบันทึกอุณหภูมิของอาหารระหว่างการให้ความร้อน ณ จุดที่เราทราบตำแหน่ง เพื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟของอุณหภูมิที่ได้ กรณีที่อาหารมีชั้นเนื้อปนอยู่ด้วยให้ใช้ปลายเทอร์โมคัปเปิลเสียบอยู่ภายในชั้นอาหาร เช่น ถ้าเป็นแกงเขียวหวานนกกระทาก็เอาชั้นนกกระทาเสียบกับปลายเทอร์โมคัปเปิล ระวังไม่ให้ปลายโผล่ออกมานอกชั้นเนื้อนกกระทา เพราะอุณหภูมิที่วัดจะเป็นอุณหภูมิน้ำแกงไม่ใช่อุณหภูมิจุดที่ร้อนช้า

การคำนวณการฆ่าเชื้ออาหารด้วยวิธีทั่วไป (General method) เป็นวิธีพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาระบวนการคำนวณค่า Thermal death time (F) ของกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการทำลายจุลินทรีย์ให้ลดลงถึงระดับที่ต้องการภายใต้อุณหภูมิที่กำหนดกรณีเปลี่ยนสภาวะการปฏิบัติงาน การฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้เดิมไม่สามารถนำไปใช้แทนกันได้ ข้อดีของวิธีการคำนวณด้วยวิธีทั่วไป คือ มีความยืดหยุ่นต่อการปฏิบัติงานสูง



อ้างอิงจากขั้นตอนการหาค่า F ทำได้โดยแปลงค่าอุณหภูมิของอาหารกระป๋องไปเป็นค่า Lethal rate (L) ดังแสดงในสมการที่ 1

$$L = 10^{(T-T_R)/z} \dots\dots\dots(1)$$

- เมื่อ L คือ อัตราการทำลาย หรือ Lethal rate มีหน่วยเป็นเวลา
 T คือ อุณหภูมิที่เวลาใด ๆ
 T_R คือ อุณหภูมิอ้างอิง
 z คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แล้วทำให้เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายได้ 90% ของเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายทั้งหมด มีค่าเปลี่ยนไป 10 เท่า

การหาจุดที่ร้อนช้าที่สุดก่อน โดยเจาะบรรจุภัณฑ์เพื่อเสียบปลายของเทอร์โมคัปเปิล ไปยังบริเวณตำแหน่งที่คาดว่าน่าจะเป็นจุดร้อนช้าที่สุด 3 จุด ซึ่งต้องวัดระยะเพื่อกำหนดตำแหน่งให้แน่นอน จากนั้นบันทึกอุณหภูมิของอาหารระหว่างการให้ความร้อน ณ จุดที่เราทราบตำแหน่ง เพื่อเปรียบเทียบเส้นกราฟของอุณหภูมิที่ได้ กรณีที่อาหารมีชิ้นเนื้อปนอยู่ด้วยให้ใช้ปลายเทอร์โมคัปเปิลเสียบอยู่ภายในชิ้นอาหาร เช่น ถ้าเป็นแกงเขียวหวานนกกกระทาก็เอาชิ้นนกกกระทาเสียบกับปลายเทอร์โมคัปเปิล ระวังไม่ให้ปลายไฟล่อออกมาออกชิ้นเนื้อนกกกระทา เพราะอุณหภูมิที่วัดจะเป็นอุณหภูมิน้ำแกงไม่ใช่อุณหภูมิจุดที่ร้อนช้า

เมื่อทราบค่า L ที่เวลาใด ๆ plot ค่า Lethal rate กับเวลาคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ ได้ค่า F ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่า F กับค่า L แสดงในสมการที่ 2

$$F = \sum_0^t L(t) \dots\dots\dots(2)$$

การหาพื้นที่ใต้กราฟด้วยวิธีของซิมป์สัน ดังแสดงในสมการที่ 3

$$Area = \frac{d}{3} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n) \dots\dots\dots(3)$$

จากสมการที่ 3 ได้เวลาที่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ (F_0) ดังแสดงในสมการที่ 4

$$F_0 = \frac{\alpha}{3} [L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + \dots + 2L_{n-2} + 4L_{n-1} + L_n] \dots\dots\dots(4)$$

2. วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

- 1) ไซนักระทาดัมสุก จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระทาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร จังหวัดอ่างทอง*
- 2) ไซนักระทาดิบ จากตลาดสดวัดกลาง กรุงเทพฯ
- 3) เกลือบสิสุทธิ์
- 4) กรดซิตริก
- 5) ถุงรีทอร์ตแบบทึบแสง และถุงรีทอร์ตแบบใส ขนาด 12 x 18 เซนติเมตร
- 6) เครื่องรีทอร์ตชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน (hot water spray retort) บริษัท เบทเตอร์แพค จำกัด กรุงเทพฯ

*เนื่องจากมีปัญหาการเก็บรักษา และการนำไซนักระทาดัมสุกจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระทาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร จังหวัดอ่างทองมาใช้ในการทดลอง คือ ไซนักระทาดิบเสียสภาพหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ทั้งนี้เพราะการเก็บไซไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นจะเกิดการแยกชั้นของโปรตีนไข่ขาวออกจากไซนักระทาดิบ หรือเรียกว่า การเกิดซินเนอริซีซิส (syneresis) (Berkowitz, 1984) ทำให้ไซนักระทาดิบแข็งจำเป็นต้องใช้ไซนักระทาดิบที่ซื้อจากตลาดในเขตกรุงเทพฯ

3. วิธีการทดลอง

- 1) สภาวะการเตรียมวัตถุดิบ
 ศึกษาผลสภาวะการเตรียมวัตถุดิบเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นน้ำเกลือ อุณหภูมิการต้มไข่ และเวลาการต้มไข่ คือที่ความเข้มข้นน้ำเกลือร้อยละ 0, 0.5, 1.0, และ 5.0 อุณหภูมิการต้มไข่ 80 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการต้มไข่นกกกระทา 3 นาที, 5 นาที และ 10 นาที ตรวจนับการสูญเสียจากการปอกเปลือกไข่นกกกระทา (% loss) ทดสอบลักษณะทางกายภาพ (สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส) และทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิม

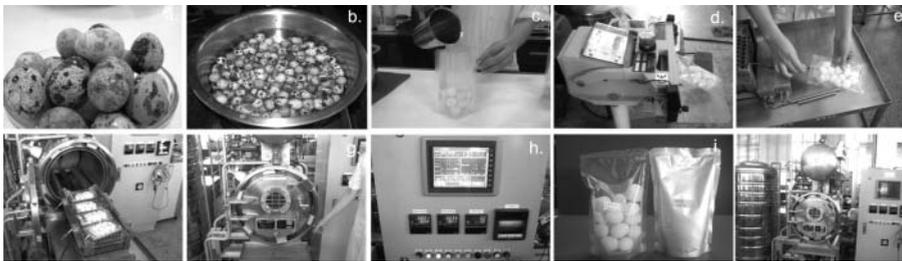


2) ชนิดของบรรจุภัณฑ์

ไชนกกระทาดัมสุกไม่มีตำหนิจากการปอกเปลือก บรรจุลงในถุงรีทอร์ตทั้ง 2 แบบ จำนวนถุงละ 10 ฟอง น้ำหนักประมาณ 100 กรัม เติมน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ไล่อากาศ ปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน ทดสอบลักษณะทางกายภาพ (สี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัส) ของไชนกกระทาบรรจุรีทอร์ตที่เก็บไว้ 90 วัน

3) สภาพการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ต

ศึกษาการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ตเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและเวลาการฆ่าเชื้อ คือที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 116 องศาเซลเซียส และ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10 นาที 15 นาที และ 30 นาที ทดสอบลักษณะทางกายภาพ (สี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัส) และทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส (9-point hedonic scale) เป็นการประเมินความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้านสี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัส จากการให้คะแนน 1-9 โดย 1 คือ ชอบน้อยที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด การทดสอบใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน กระบวนการผลิตไชนกกระทาบรรจุรีทอร์ตโดยสังเขป ดังแสดงในภาพที่ 1



- ภาพที่ 1
- | | |
|--|--|
| a. ล้างทำความสะอาดไชนกกระทา | f. เรียงไชนกกระทาเข้าเครื่องรีทอร์ต |
| b. ต้มไชนกกระทาในน้ำเกลือ | g. ปิดฝาเครื่องรีทอร์ต ตรวจสอบอุปกรณ์ |
| c. พักให้เย็นในน้ำเย็น ปอกเปลือกไชนกกระทาด้วยน้ำเกลือเติมน้ำเกลือปรับ pH | h. ตรวจสอบโปรแกรมการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ |
| d. ไล่อากาศ ปิดผนึกด้วยความร้อน | i. ครบเวลาการฆ่าเชื้อ นำไชนกกระทาบรรจุรีทอร์ตไปพักทิ้งไว้ในน้ำเย็น เช็ดให้แห้ง เก็บที่อุณหภูมิห้อง |
| e. ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ | j. เครื่องรีทอร์ตแบบฉีดพ่นไอน้ำร้อน พร้อมอุปกรณ์ |

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) สภาพการเตรียมวัตถุดิบ

จากผลการทดลองการต้มไชนกกระทาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที, 5 นาที และ 10 นาที พบว่า % loss จากการปอกเปลือกไชนกกระทาร้อยละ 83.0, 83.5 และ 84.0 ตามลำดับ จากการทดสอบชิม พบว่าเวลาที่ใช้ต้มไชนกกระทาที่เวลาต่างกัน ไม่มีผลต่อความชอบด้านเนื้อสัมผัสและสีของไชนกกระทา พบตำหนินอกจากการปอกเปลือก คือ พบสีเขียวคล้ำที่ไข่แดง และพบจุดเลือด โดยการต้มไชนกกระทาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที เกิดสีเขียวกล้ารอบไข่แดงมากกว่าการต้ม ที่เวลา 3 นาที และ 5 นาที ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลของเวลาการต้มไข่นกกระทาที่ 3 นาที 5 นาที และ 10 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส

Preheated-Treatment (1) 100 องศาเซลเซียส	เวลาการต้มไข่นกกระทา (นาที)		
	3	5	10
% loss จากการปอกเปลือก (เฉลี่ย)	83.0a	83.5a	84.0a
เนื้อสัมผัส	5.2a	5.5a	5.1a
สีไข่ขาว	5.4a	5.0a	5.2a
สีเขียวคล้ำไข่แดง	4.1a	3.8a	3.2b
จุดเลือด (+) พบ / (-) ไม่พบ	+	+	+

เมื่อ a, b เป็นสัญลักษณ์บอกความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน คือ ในคอลัมน์เดียวกันตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่าง

แสดงว่าระยะเวลาการต้มมีผลต่อการเกิดตำหนิสีเขียวคล้ำรอบไข่แดง โดยการควบคุมอุณหภูมิการต้มไข่ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จะมี % loss จากการปอกเปลือกน้อยที่สุด และเกิดสีเขียวคล้ำรอบไข่แดงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาต้มไข่ที่ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที และ 10 นาที และการลดระยะเวลาการต้มไข่นกกระทาไม่ทำให้เกิดจุดเลือดลดลง ซึ่งจุดเลือดเป็นตำหนิที่อาจเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น เกิดจากการเคลื่อนที่ของไข่อ่อนในระหว่างการตกไข่ เชื้อ Salmonella พันธุกรรม และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น แสดงว่าการเกิดจุดเลือดไม่ได้มีสาเหตุหลักมาจากกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ หรือการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรีพอร์ท สามารถลดการเกิดจุดเลือดที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ Salmonella ได้โดยการล้างน้ำก่อนนำไปใช้ และการคัดเลือกไข่ที่ยังไม่แตกไปต้ม นอกจากนี้ยังพบว่าซัลเฟอร์ในไข่ขาว จะทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็กในไข่แดงเกิดเป็นเฟอร์ริกซัลไฟด์ (feric sulfide) ทำให้เกิดสีเขียวคล้ำไข่แดง (Patel, 1998)

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการต้มไข่นกกระทา พบว่าการต้มไข่นกกระทาในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มี % loss จากการปอกเปลือกใกล้เคียงกันคือร้อยละ 80.2 และ 83.7 ตามลำดับ และจากการทดสอบชิม พบว่าเวลาที่ต้มไข่นกกระทาที่อุณหภูมิต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านสีของไข่ขาว แต่จะมีผลต่อความชอบด้านเนื้อสัมผัสและสีไข่แดง คือ ผู้ทดสอบชิมชอบเนื้อสัมผัสและสีของไข่แดงต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มากกว่าการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลของการต้มไข่นกกระทาอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที

Preheated-Treatment (2) เวลาการต้มไข่นกกระทา 3 นาที	อุณหภูมิการต้ม (องศาเซลเซียส)	
	80	100
% loss จากการปอกเปลือก (เฉลี่ย)	80.2a	83.7a
เนื้อสัมผัส	5.9a	4.9b
สีไข่ขาว	5.4a	5.5a
สีเขียวคล้ำไข่แดง	5.4a	4.3b
จุดเลือด (+) พบ / (-) ไม่พบ	-	-

เมื่อ a, b เป็นสัญลักษณ์บอกความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน คือ ในคอลัมน์เดียวกันตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่าง



แสดงว่าอุณหภูมิการต้มไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและสีของไข่แดง โดยการควบคุมเวลาการต้มไข่ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จะได้เนื้อสัมผัสของไข่นกกระทาและสีไข่แดงดีกว่าการต้มไข่ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และการเลือกใช้ไข่นกกระทาใหม่ การล้างทำความสะอาดก่อนนำไปต้ม และการลดอุณหภูมิการต้มไข่นกกระทาช่วยลดการเกิดจุดเลือดได้ และการรับความเค็มกรดจะช่วยยับยั้งการเกิดเฟอร์ริกซัลไฟด์ (feric sulfide) จึงยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีเขียวคล้ำที่ไข่แดงได้ (Berkowitz, 1984)

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลความเข้มข้นของน้ำเกลือต่อการต้มไข่นกกระทา พบว่าการต้มไข่นกกระทาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 0.0, 0.5, 1.0 และ 5.0 มี % loss จากการปอกเปลือก 76.7, 53.3 40.4 และ 46.7 ตามลำดับ และจากการทดสอบชิม พบว่าการต้มไข่นกกระทาในน้ำเกลือ ความเข้มข้นต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านสีของไข่ขาวและสีของไข่แดง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลของการต้มในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.0, 0.5, 1.0 และ 5.0 ต้มไข่นกกระทาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที

Preheated-Treatment (2) เวลาการต้มไข่นกกระทา 3 นาที	ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (ร้อยละ)			
	0.0	0.5	1.0	5.0
% loss จากการปอกเปลือก (เฉลี่ย)	76.7a	53.3b	40.4c	46.7d
เนื้อสัมผัส	5.0a	5.5a	5.7a	5.5a
สีไข่ขาว	5.7a	5.5a	5.7a	6.2a
สีเขียวคล้ำไข่แดง	5.9a	5.7a	6.1a	6.0a
จุดเลือด (+) พบ / (-) ไม่พบ	-	-	-	+

เมื่อ a, b เป็นสัญลักษณ์บอกความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน คือ ในคอลัมน์เดียวกันตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่าง

แสดงว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือมีผลต่อการปอกเปลือกไข่นกกระทา โดยการควบคุมการต้มไข่นกกระทาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 จะมี % loss จากการปอกเปลือกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การต้มไข่นกกระทาที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกันในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.0, 0.5 และ 5.0 ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเกลือมีผลต่อการดึงความชื้นออกจากไข่แดงและเกลือแพร่เข้าแทนที่ (Chi, 1998) อาหารที่มีกรดอะมิโน ซัลเฟอร์ หรือเปปไทด์ ในรูปสารละลาย กรดอะมิโนซัลเฟอร์ (sulfur amino acid) เป็นองค์ประกอบจะผลิตซัลไฟด์ (sulfide) ที่ระเหยได้เมื่อได้รับความร้อนหรือเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นไข่นกกระทาที่ต้ม หรือมาเชื่อมจลินทรีย์ด้วยวิธีทอดหรือเก็บไว้เป็นเวลานานจะมีซัลเฟอร์เกิดขึ้น ซึ่งจะผลต่อไข่แดง ทำให้ผิวของไข่แดงมีสีเขียวคล้ำ วิธีการแก้ไข คือเมื่อต้มไข่ให้ล้างด้วยน้ำเกลืออัตราส่วนเกลือ:น้ำ (2:138) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปบรรจุสุรทอร์ต การเกิดสารประกอบซัลไฟด์ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) หรือ เอทิลเมอร์แคปแทน (ethyl mercaptan) จะถูกยับยั้ง (Hayashibara, 2008)

ดังนั้นระยะเวลาการล้างด้วยน้ำเกลือ หรือต้มในน้ำเกลือควรใช้เวลาไม่นานเกินไปเพื่อไม่ให้เนื้อสัมผัสของไข่นกกระทาแข็ง แต่จะ ช่วยลด % loss จากการปอกเปลือกได้เนื้อสัมผัสไข่ขาวที่แข็งตัวเพิ่มขึ้น มีผลให้เปลือกไข่นกกระทาล่อนและปอกได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ การให้แรงกวนไข่นกกระทาในระหว่างการต้มจะมีผลต่อตำแหน่งของไข่แดง ทำให้ไข่แดงไม่ชิดขอบเปลือกด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไป จึงทำให้ปอกเปลือกได้ง่าย ตาหนีจากการปอกเปลือกไข่ลดลง



2) ชนิดของบรรจุภัณฑ์

จากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไชนักระหีบบรรจุจุลินทรีย์ที่เปรียบเทียบการใช้จุลินทรีย์แบบทึบแสง และแบบใส ที่ระยะเวลาการเก็บ 90 วัน พบว่าไชนักระหีบที่บรรจุจุลินทรีย์แบบทึบแสง ไช้ขาวและไช้แดงมีสีคล้ำขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ ไชนักระหีบที่บรรจุในจุลินทรีย์แบบใสซึ่งไช้ขาวและไช้แดงมีสีปกติ

3) สภาพการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ต

ศึกษาอุณหภูมิการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรีทอร์ตที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที 15 นาที และ 30 นาที พบว่ามีค่า F_0 น้อยกว่า 3.0 ซึ่งอาจไม่เพียงพอในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที 15 นาที และ 30 นาที มากเกินพอในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แต่จะมีผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสและสีของไช้แดง ส่วนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที จะได้ค่า F_0 เท่ากับ 4.7 (operation limit) และการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที F_0 เท่ากับ 6.8 (optimal limit) ส่วนที่เวลา 30 นาที มากเกินพอในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และมีสีเขียวคล้ำรอบไช้แดง

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลของอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเครื่องรีทอร์ตที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 116 องศาเซลเซียส และ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 15 นาที และ 30 นาที

Retort-Treatment (2) เวลาการต้มไชนักระหีบ 3 นาที	อุณหภูมิ และเวลาการต้มไชนักระหีบ								
	110 องศาเซลเซียส			116 องศาเซลเซียส			121 องศาเซลเซียส		
	10 นาที	15 นาที	30 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที
F_0	<3.0	<3.0	<3.0	4.7	6.8	>10.0	>10.0	>10.0	>10.0
เนื้อสัมผัส	5.0a	5.5a	5.7a	5.5a	5.0a	5.4a	5.4a	5.2a	5.2a
สีไช้ขาว	5.7a	5.5a	5.7a	6.2a	5.7a	5.5a	5.7a	5.0a	5.0a
สีเขียวคล้ำไช้แดง	5.9a	5.7a	6.1a	6.0a	5.9a	5.7a	6.1a	6.0a	5.9a
จุดเลือด (+) พบ / (-) ไม่พบ	-	-	-	-	-	+	+	+	+

เมื่อ a, b เป็นสัญลักษณ์บอกความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน คือ ในคอลัมน์เดียวกันตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่าง

แสดงว่าอุณหภูมิและเวลาการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ตมีผลต่อการเกิดสีเขียวคล้ำไช้แดง (Hayashibara, 2008) ของไชนักระหีบ นอกจากนี้การต้มและปรับ pH เป็น 5.16-6.8 จะช่วยให้สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสของไช้ต้มเหมือนกับสี และเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไช้ที่เพิ่งต้มสุกใหม่ๆ (Trelease, 1952)

จากการทดลองเก็บรักษาอาหารที่ไม่ใช่อาหารแห้งที่อุณหภูมิห้องของ Chairman, (1997) โดยการบรรจุในภาชนะปิดสนิท และใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ต้องใช้ความร้อนที่ให้ค่า F_0 ไม่น้อยกว่า 3.0 (121.1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที) เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์หน่อฝรั่ง (Clostridium botulinum) และสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

4) การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย คือ สามารถนำผลงานวิจัยที่ทำสำเร็จแล้วไปถ่ายทอดเทคโนโลยี และนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ วิศวกรชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระหาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร ต.ปากจั่น อ.เมือง จ.อ่างทอง
 รายงานผลการวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไชนักระหีบ พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยี ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์นกกกระหาบรรจุจุลินทรีย์ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไชนักระหีบ ณ วิศวกรชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระหาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร ต.ปากจั่น อ.เมือง จ.อ่างทอง ในวันที่ 2-3 กันยายน 2553 จำนวนผู้เข้าอบรม 22 คน
 แปรรูปไชนักระหีบในน้ำเกลือบรรจุจุลินทรีย์ พะโล้ไชนักระหีบ นกกกระหาทอดกระเทียมพริกไทย และขนมจีนน้ำยาจากไชนักระหีบ ดังแสดงในภาพที่ 2





ภาพที่ 2 การอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากงานวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไขนกกกระทา ณ วิทยาลัยชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระทาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร จังหวัดอ่างทอง

5. สรุป

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

- 1) สภาวะการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสม คือ การต้มไข่ในน้ำเกลือที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที
- 2) สามารถใช้ถุงรีทอร์ต แบบใสเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับไขนกกกระทาบรรจุถุงรีทอร์ตได้ เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับไขนกกกระทา
- 3) สภาวะการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรีทอร์ตที่เหมาะสม คือ 116 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที เพราะเป็นอุณหภูมิและเวลาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เพียงพอในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ($F_0 = 4.7$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายศศศักดิ์ วงษ์สง่า และ นางอรอนงค์ หุ่นฉายศรี และนักวิทยาศาสตร์ในกลุ่มงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหาร ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเอนก สีเขียวสด ประธานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงนกกกระทาและแปรรูปสินค้าเกษตรกร จังหวัดอ่างทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุดิบ เสนอหัวข้อวิจัย และนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

- Berkowitz, Daniel, et al. . Method of production Thermally Processed Egg Products. United States Patent. 4425367 1984.
- Chairman, C S.. Development and use of microbiological criteria for foods. *Food Science and Technology Today*, March, 1997, vol.11, no.3, p.137-176.
- Chi, Suey-Ping ; and Tseng, Kuo.-Hsuen.. Physicochemical properties of salted pickled yolks from duck and chicken Eggs. *Journal of Food Science*, January, 1998, vol.63, no.1, p. 27-30.
- Oku, Kazuyuki , et al. Volatile sulfide production inhibitor and method for inhibiting the production of volatile sulfide using the inhibitor. EP2000036 (A2) 2008.
- Patel, V. C; McClendon, R. W.; and Goodrum, J. W. . Color computer vision and artificial neural networks for the detection of defects in poultry eggs. *Artificial Intelligence Review.*, 1998, vol.12, p.163-176.
- Trelease R. D., et al. Canning of hard boiled eggs. United States Patent Office. 2,593,223. 1952..
- ไขนกกกระทากระป๋องที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้. *เทคโนโลยีชาวบ้าน*. กุมภาพันธ์, 2542, ปีที่ 11; ฉบับที่ 208, หน้า 64.
- สุภัทรา เจริญเกษมวิทย์ และ ธวัช นุสนธรา.. มาร์จจิก รีทอร์ต พอย กันเดอช. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*, มกราคม, 2548, ปีที่ 53; ฉบับที่ 167, หน้า 23-25.

