



## เทคโนโลยีการทอดอาหารภายใต้ภาวะสุญญากาศ Technology of Food Vacuum Frying

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พานิต รุจิรพิสิฐ
- สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- **Assistance Professor Panid Rujirapisit**
- Department of Food Business Management
- School of Science and Technology
- University of the Thai Chamber of Commerce
- E-mail: panidruj@gmail.com

### บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ เป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจของกระบวนการแปรรูปอาหาร เป็นการทอดอาหารในภาวะบรรยากาศที่มีความดันต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ทำให้จุดเดือดของน้ำต่ำกว่าปกติ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีความกรอบ สีสวย และมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ ซึ่งวัตถุดิบที่นำมาใช้ทอด สามารถใช้ได้ทั้งวัตถุดิบที่เป็นผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ โดยต้องนำวัตถุดิบมาทำความสะอาด ตัดแต่ง และปรับปรุงคุณภาพและรสชาติตามที่ต้องการ เช่น การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ จะทำให้ผักผลไม้มีความกรอบมากขึ้น การแช่ในสารละลายโพแตสเซียมเมตาไบซัลไฟด์จะช่วยให้ผักผลไม้ไม่มีสีดำคล้ำ หรือการปรุงรสโดยแช่ในสารละลายเกลือหรือน้ำตาล สำหรับวัตถุดิบที่มีแป้งมาก ควรนำไปลวกก่อน ส่วนวัตถุดิบที่มีเส้นใยสูงหรือมีน้ำมากควรนำไปแช่แข็งก่อนที่จะนำไปทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ซึ่งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทอดขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ที่ทอดเสร็จแล้วจะต้องบรรจุในภาชนะที่สามารถกันความชื้นและออกซิเจนได้ โดยอาจจะเติมก๊าซไนโตรเจน การใช้สารดูดออกซิเจน และสารดูดความชื้น ในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

**คำสำคัญ:** ทอดสุญญากาศ อาหารทอด ผักทอด ผลไม้ทอด

## Abstract

Vacuum frying technology is a new alternative technology in food processing. Foods will be fried at a pressure which is lower than atmospheric pressure, therefore a lower than normal boiling point is achieved, resulting in crispy products with a natural color and good flavor. It can be applied to vegetables, fruits and meat. Raw material is cleaned and cut to a suitable size. The texture of fruits and vegetables can be improved by soaking in calcium chloride solution and their colors can be improved by soaking in potassium metabisulfite solution, or their tastes can be improved by soaking in brine or syrup. High starch content raw materials must be blanched and those with high fiber and water content should be frozen before vacuum frying. Vacuum frying temperature and time is specific to each type of raw material. The vacuum fried products are recommended to be packed in oxygen and moisture barrier packages in which purging nitrogen or oxygen and moisture absorber can be used to extend product shelf life.

**Keywords:** Vacuum Frying, Frying Food, Frying Vegetable, Frying Fruit

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลิตผลทางการเกษตรที่มีคุณภาพดีจำนวนมาก ทั้ง ผัก ผลไม้ สมุนไพร เครื่องเทศ เนื้อสัตว์ปีก สัตว์ปีก แมลง และ สัตว์น้ำ แต่เนื่องจากวัตถุดิบทางการเกษตรต่าง ๆ มาจากสิ่งมีชีวิต จึงมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพอยู่ตลอดเวลาหลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงต้องมีการยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลทางการเกษตรเหล่านี้ การยืดอายุการเก็บรักษา นอกจากจะใช้วิธีการลดอุณหภูมิโดยการแช่เย็นหรือแช่เยือกแข็งแล้ว ยังมีการนำวัตถุดิบไปผ่านกระบวนการแปรรูปในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วย การทำให้แห้ง การหมัก การเชื่อม การกวน การอบ และการทอด เป็นต้น การแปรรูปวัตถุดิบทางการเกษตร ด้วยกระบวนการที่ใช้ความร้อน มักจะมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร หรือสูญเสียลักษณะเฉพาะตามธรรมชาติไป ดังนั้น เทคโนโลยีการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ จึงเป็นทางเลือกใหม่

ทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของกระบวนการแปรรูปอาหาร

การทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ เป็นการดึงน้ำออกจากอาหาร โดยใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการพาความร้อนไปยังอาหาร ทำให้อาหารสูญเสียความชื้น และเกิดการดูดซับน้ำมันเข้าสู่ชิ้นอาหาร โดยในภาวะที่เป็นสุญญากาศ ความดันบรรยากาศจะต่ำกว่าปกติ (ต่ำกว่า 760 mmHg) จึงทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าความดันยิ่งต่ำ อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำก็จะยิ่งต่ำลงไปด้วย ดังนั้นการทอดในภาวะสุญญากาศจึงเป็นการทอดในระบบปิด ภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศปกติ จึงส่งผลให้น้ำในอาหารเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิถึงจุดที่ทำให้น้ำเดือด น้ำจึงระเหยออกจากอาหารอย่างรวดเร็ว (Garayo and Moreira, 2002: 181-182) ซึ่งการระเหยของน้ำที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลดีต่อคุณภาพของอาหาร คือ

มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยลง ดูดซับไขมันต่ำ ช่วยรักษาสีและกลิ่นให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติ ดีกว่าการทอดที่อุณหภูมิห้องในบรรยากาศปกติ (Shyu and Hwang, 2001: 133-134) ทำให้อาหารที่ได้ มีความกรอบ สีสวย มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ และมีปริมาณน้ำมันน้อยกว่าการทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep Frying) ตามปกติ

### ข้อดีของการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ

การทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศก่อให้เกิดผลดีต่อผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน
2. อาหารที่ได้มีความกรอบ และมีสี กลิ่น รสใกล้เคียงธรรมชาติ
3. สามารถทอดผลไม้ที่มีน้ำตาลสูง หรือผักสดที่มีน้ำมากให้กรอบได้

### ข้อเสียของการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ

ข้อเสียของกระบวนการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ประกอบด้วย

1. การลงทุนสูง
2. การติดตั้งของน้ำมันบางส่วนกับผลิตภัณฑ์ซึ่งขึ้นกับเทคนิคการทอด

### วัตถุดิบที่สามารถนำมาทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ

วัตถุดิบที่สามารถนำมาทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ มีมากมายหลายชนิด โดยสามารถใช้ผลไม้ที่สุกและมีรสหวาน มาทอดให้มีลักษณะกรอบได้ด้วยเช่นกัน

วัตถุดิบที่มีการนำมาทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

- ก๋วยเตี๋ยว (ก๋วยเตี๋ยวน้ำว่า ก๋วยเตี๋ยวหอม หรือ ก๋วยเตี๋ยว)
- น้อยหน้า
- ละมุด
- มะม่วงสุก
- ทูเรียนสุก
- ฟักทอง
- กระเทียม
- มะระ
- ปลาหมึก
- แอปเปิ้ล
- เมล็ดข้าวโพด
- ลูกเดือย
- หน่อไม้ฝรั่ง
- ชนุนสุก
- บล๊อคเคอรี่
- กระจับเขียว
- แครอท
- เผือก มัน(มันเทศ)
- ปลาตัวเล็ก (ปลากะตัก)
- กุ้งสด
- เนื้อหมู เนื้อไก่
- รากบัว
- เห็ดต่าง ๆ
- ข้าวโพดฝักอ่อน

### การคัดเลือกวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ทอดด้วยระบบสุญญากาศ

1. **ผลไม้** ผลไม้ที่นำมาทอดโดยใช้ระบบสุญญากาศ สามารถใช้ผลไม้สุก ที่มีน้ำตาลอยู่ในระดับที่พอเหมาะได้ (15-25%) เนื่องจากการทอดที่ใช้อุณหภูมิต่ำ น้ำตาลจึงไม่เกิดการไหม้ก่อนที่ผลไม้จะกรอบ ถ้าผลไม้มีรสหวานหรือมีน้ำตาลสูงเกินไปอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีน้ำมันสูง นอกจากนี้ผลไม้ที่ไม่ควรมีรสฝาดหรือเปรี้ยวหรือรสจัดเกินไป เพราะเมื่อน้ำระเหยออกจากผลไม้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความเข้มข้นของสารที่เหลืออยู่สูงจึงทำให้มีรสชาติเข้มข้นเกินไปส่วนผลไม้ที่มีเนื้อนิ่มเกินไปเมื่อผ่านการทอดโดยใช้ระบบสุญญากาศ จะทำให้เนื้อผลไม้แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เนื่องจากมีการระเหยของน้ำที่รวดเร็วมาก แต่ต้องคัดเลือกพันธุ์ที่จะ

นำมาทอดให้เหมาะสมด้วย ถ้าผลไม้ที่มีเนื้อหนาอาจจะต้องหั่นให้มีขนาดชิ้นเล็กลงและมีขนาดสม่ำเสมอ วัตถุดิบที่นำมาใช้อาจจะได้จากวัตถุดิบที่มีมากในบางฤดูกาล วัตถุดิบที่ไม่สามารถนำไปบริโภคสดหรือผ่านกระบวนการแปรรูปอื่นได้ เช่น มีขนาดไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต คือมีขนาดเล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไป หรือมีตำหนิ แต่เนื้อของผลไม้ยังบริโภคได้ หรือเป็นวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปอื่นแต่ยังมีคุณภาพดีอยู่

**2. ผัก** เป็นพืชที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงและมีเส้นใยมาก ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมก่อนนำไปทอด ส่วนผักบางชนิดที่มีลักษณะเป็นดอกเป็นพุ่ม เช่น บล็อกเคอรี่ หรือ ที่มีช่อกร่งมาก ๆ เช่น ข้าวโพดฝักอ่อน จะอุ่มน้ำมันได้มาก ดังนั้นเวลานำมาทอด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาณน้ำมันสูง

การทอดโดยใช้ระบบสุญญากาศไม่เหมาะที่จะใช้กับวัตถุดิบที่มีแป้งมากและต้องการการทรงกรอบ เนื่องจากวัตถุดิบที่มีแป้งมากจะมีปริมาณน้ำน้อย เมื่อนำมาทอดภายใต้ระบบสุญญากาศแป้งจะไม่พองตัว เพราะน้ำจะระเหยออกจากวัตถุดิบช้ากว่าการทอดแป้งที่อุณหภูมิต่ำ ๆ แต่ถ้าต้องการทอดวัตถุดิบที่มีแป้งมากให้มีลักษณะกรอบเบา อาจจะต้องนำวัตถุดิบไปผ่านกระบวนการลวก (Blanching) ก่อน (Inprasit, 2012: 28)

**3. เนื้อสัตว์** ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ สามารถนำมาใช้ได้แทบทุกชนิด ตั้งแต่วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก เช่น กุ้ง ปลาตัวเล็ก หรือ วัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู เนื้อปลา เนื้อไก่ โดยนำมาหั่นให้มีขนาดตามที่ต้องการ

## กระบวนการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ

ประกอบด้วย

### 1. การทำความสะอาดและการตัดแต่ง

วัตถุดิบที่เป็นเนื้อสัตว์ให้นำมาล้าง ตัดแต่ง และหั่นตามขนาดที่ต้องการ โดยขนาดของชิ้นที่หั่นต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน และไม่ใหญ่จนเกินไป โดยอาจจะมีการปรุงรสก่อนตามที่ต้องการ เนื้อสัตว์บางชนิด เช่น เนื้อหมู อาจจะมีการนำไปต้มกับเครื่องพะโล้ก่อนก็ได้

สำหรับวัตถุดิบประเภทผักผลไม้ ให้นำวัตถุดิบมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก (แล้วแต่ชนิดของผักผลไม้ บางชนิดไม่จำเป็นต้องปอกเปลือก) แล้วหั่นเป็นชิ้น ตามขนาด ที่ต้องการ จากนั้นนำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และ/หรือ สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ เป็นเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง นำชิ้นล้างน้ำสะอาดอย่างรวดเร็ว แล้วทำให้สะเด็ดน้ำ (พาณิชย์ รุจิรพิสิฐ, 2556: 12)

สารแคลเซียมที่ใช้ในอาหารจะใช้ในรูปของสารละลายซึ่งเตรียมได้จาก แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมซิเตรต แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส) หรือ สารละลายเกลือแคลเซียมชนิดอื่นๆ ที่แตกตัวให้แคลเซียมไอออน ( $Ca^{2+}$ ) โดยแคลเซียมจะช่วยให้ผักผลไม้มีเนื้อสัมผัสที่แน่นแข็งและมีความกรอบมากขึ้น เมื่อนำไปแปรรูปจะทำให้เซลล์ของผักผลไม้คงรูปได้ดี โดย แคลเซียมไอออนจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับเพคตินที่อยู่ในผักผลไม้ ได้เป็นสารประกอบแคลเซียมเพกเตต (Calcium Pectate) ซึ่งไม่ละลายในน้ำ จึงทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง แน่น และกรอบ (McFeeters and Fleming, 1990: 447)

โดยทั่วไปจะใช้ในรูปของสารละลายเกลือแคลเซียม ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-1%

ตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุเจือปนอาหารของโคเด็กซ์ ไม่ได้จำกัดปริมาณการใช้ไว้ (General Standard for Food Additives: GSFA 2011) แต่การใช้ในปริมาณมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดรสขมในเนื้อของผักผลไม้ได้

สำหรับสารในกลุ่มซัลไฟต์ นำมาใช้ในอาหารเพื่อวัตถุประสงค์ในการยับยั้งจุลินทรีย์และฟอกสีในกรณีของการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการฟอกสี หรือป้องกันไม่ให้วัตถุดิบที่หั่นหรือตัดแต่งแล้วมีสีดำคล้ำ

สารกลุ่มซัลไฟต์ ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โซเดียมซัลไฟต์ โพแทสเซียมซัลไฟต์ โซเดียม ไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมไบซัลไฟต์ โซเดียมโพแทสเซียมเมทาไบซัลไฟต์ และโพแทสเซียมเมทาไบซัลไฟต์ ทั้งนี้การใช้ซัลไฟต์ในอาหารที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปที่ต้องใช้ความร้อน สารจะสลายตัวไปเมื่อได้รับความร้อน หรือถ้าหลงเหลืออยู่ ก็จะต้องเหลืออยู่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด องค์การอนามัยโลกกำหนดค่าความปลอดภัยไว้ คือ ปริมาณที่ได้รับไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัม/คน/วัน (ADI : Acceptable Daily Intake) และหากมีการใช้ต้องระบุไว้ในฉลาก ในการเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำมาทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ สามารถใช้ได้ที่มีความเข้มข้น 1 % เพราะเมื่อได้รับความร้อนจากการทอดแล้วจะสลายตัวไป (Chiang and Luo, 2007: 482)

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรสขม เช่น มะระ ควรลดความขมลงโดยนำไปคลุกกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด (สุภางค์ เรืองฉาย, 2551: 108)

**2. การลวก (Blanching)** กรณีที่วัตถุดิบมีแข็งมากควรนำมา ลวกน้ำเดือด 5 นาที แล้วล้างน้ำเย็นอย่างรวดเร็ว เมื่อนำไปทอดจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะความกรอบนุ่มมากขึ้น ไม่กรอบแข็ง

**3. การแช่แข็งวัตถุดิบ** วัตถุดิบที่มีเส้นใยสูง และมีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก เมื่อนำไปผ่านกระบวนการทอดโดยมีการดึงน้ำออกอย่างรวดเร็ว อาจจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่คงรูปและมีลักษณะไม่สวยงาม ดังนั้นจึงควรนำไปแช่เยือกแข็งก่อนที่จะนำมาทอดในลักษณะที่ผลิตภัณฑ์ยังเป็นน้ำแข็งอยู่ เพื่อให้โครงสร้างของวัตถุดิบคงตัวมากขึ้น การแช่แข็งวัตถุดิบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีควรใช้วิธีการแช่แข็งแบบเร็ว เนื่องจากการแช่แข็งแบบเร็วจะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กภายในเซลล์ซึ่งไม่ทำลายผนังเซลล์เหมือนการแช่แข็งแบบช้า เมื่อนำไปทอด เซลล์จึงคงรูปได้ดีกว่า

**4. การทอดภายใต้ระบบสุญญากาศ** มีวิธีการทำโดยการเติมน้ำมันพืชลงในถังทอด แล้วเปิดเครื่องทำความร้อน (Heater) จนได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ จึงนำวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่เหมาะสมมาใส่ในเครื่องทอด จากนั้นเปิดปั๊มสุญญากาศให้ทำงาน แล้วทอดตามเวลาที่กำหนดแล้วจึงถายน้ำมันออกจากถังทอด แล้วจึงเปิดสวิตช์หมุนเหวี่ยงตะกร้าเพื่อสลัดน้ำมันออกประมาณ 5-10 นาที (พาณิชย์รัฐ, 2552: 67)

ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทอดภายใต้ระบบสุญญากาศ ขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ข้อมูลอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทอดสุญญากาศสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่ใช้ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ (นาที)
กระเจี๊ยบทั้งฝัก	80-100	60-140
ฟักทองหั่นบาง	80-100	60-100
มะระหั่นตามขวาง	95-98	80-85
แครอท	82-100	90-120
ข้าวโพดฝักอ่อนตัดท่อน	85-95	80-100
หน่อไม้ฝรั่งตัดท่อน	95-100	70-80
มะละกอ	95-100	100-110
มะม่วง	90-95	85-95
กล้วยหอม	95	70
กล้วยน้ำว้า	95	70
กล้วยเล็บมือนาง	95	70
ทุเรียน	95	45
ขนุน	95	60
หอม และกระเทียม	120	17

ที่มา: Inprasit, 2012: 57

#### หมายเหตุ

1. เป็นข้อมูลที่ได้ ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ที่มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ให้คงที่ โดยใช้ความดัน 700 มิลลิเมตรปรอทสุญญากาศ
2. ปัจจัยที่มีผลต่อเวลา และอุณหภูมิในการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ได้แก่ ฤดูกาลของการเก็บเกี่ยว ขนาดชิ้นความชื้น เริ่มต้นก่อนลงทอด อัตราการเร่งให้ความร้อน และ จำนวนวัตถุดิบที่ใส่

**การลดการอ้วนน้ำมัน** ในการลดการอ้วนน้ำมันของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดด้วยระบบสุญญากาศ อาจทำได้โดยการใช้สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ เช่น กัวกัม (Guar Gum) หรือ แซนแทนกัม (Xanthan Gum) เข้มข้น 1.5% เคลือบชิ้นผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปทอด หรือเพิ่มความเร็วยรอบที่ใช้ในขั้นตอนการสลัดน้ำมันให้มากขึ้น (Sothornvit, 2011: 319)

#### การเพิ่มรสชาติให้วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่มีแป้งเป็นส่วนผสมหลัก หรือวัตถุดิบบางประเภทที่มีกลิ่นรสอ่อน อาจจะมีการปรุงแต่งรสชาติก่อนการทอด เช่น แซ่ในสารละลายน้ำตาล น้ำเกลือ หรือ กลิ่นรสที่ต้องการ ก่อนนำมาทอดด้วยระบบสุญญากาศ หรือ นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดแล้ว มาเคลือบด้วยน้ำตาล หรือผงปรุงรสตามที่ต้องการ

## การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทอด ภายใต้ระบบสุญญากาศ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทอดภายใต้ระบบสุญญากาศ จะไวต่อสภาพแวดล้อมมากโดยเฉพาะในภาวะอากาศร้อนชื้น ดังนั้นจึงต้องป้องกันการดูดความชื้นจากบรรยากาศ และเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด ดังนั้น จึงมีน้ำมันติดอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด ดังนั้น จึงมีน้ำมันติดอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ด้วย ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำมันจะน้อยกว่าการทอดแบบปกติ ดังนั้น ในระหว่างการเก็บรักษาจึงต้องป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเหม็นหืนของน้ำมันด้วย

นอกจากนี้ การเก็บผลิตภัณฑ์ในที่ที่มีความร้อนสูง เช่น รถขนส่งที่จอดตากแดด หรือร้านค้าที่มีแดดส่องถึงผลิตภัณฑ์จะมีผลให้อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สั้นลงด้วย

ดังนั้นในการบรรจุควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ห้องบรรจุไม่ควรมีความชื้น และอุณหภูมิสูง (ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือ ประมาณ 60% และอุณหภูมิ 10-25 องศาเซลเซียส) โดยถ้าบรรจุด้วยแรงงาน พนักงานบรรจุจะต้องปฏิบัติตามหลักการสุขาภิบาลอาหาร คือ ต้องมีหมวกคลุมผมเพื่อไม่ให้เส้นผมปนไปในอาหารที่บรรจุ และควรสวมถุงมือและผ้าปิดปากเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์

2. คัดเลือกผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ โดยให้แยกผลิตภัณฑ์ขึ้นที่มีความนิ่ม หรือความชื้นสูงออกไปเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นแพร่ไปยังผลิตภัณฑ์ขึ้นอื่น

3. ภาชนะที่บรรจุจะต้องปิดสนิท ความชื้นและออกซิเจนในอากาศไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปได้ เช่น

- 3.1 บรรจุในถุงพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน (PE) (ควรบรรจุชั้น 2 ชั้น) กรณีบรรจุใน

ปริมาณมากเพื่อเก็บรักษาไว้บรรจุในภายหลัง เมื่อบรรจุในถุงพลาสติกแล้ว ควรเก็บลงในถังพลาสติกที่มีฝาปิดอีกชั้นหนึ่ง

- 3.2 บรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ลามิเนต การบรรจุในถุงประเภทนี้นอกจากช่วยป้องกันความชื้นและก๊าซออกซิเจนแล้วยังช่วยป้องกันแสงด้วย ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บได้นานขึ้น เพราะ แสงจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น

- 3.3 บรรจุในกระป๋องโลหะ การบรรจุในกระป๋องโลหะมีข้อดี คือ สามารถป้องกันแสงความชื้น และออกซิเจนได้ดี แต่ถ้ามีการเขย่าหรือเคลื่อนที่อาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในแตกหักได้ง่าย ดังนั้น อาจบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึกก่อนจึงใส่กระป๋องอีกครั้งหนึ่ง แต่จะทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น

- 3.4 บรรจุในกล่องกระดาษ หรือกระป๋องกระดาษ การบรรจุในภาชนะประเภทนี้ควรที่จะมีการบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ถุงพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนก่อนจึงนำมาใส่กล่องหรือกระป๋องกระดาษ แต่ถ้ามีกระป๋องกระดาษที่เคลือบพอยล์ด้านในและสามารถป้องกันความชื้นและออกซิเจนได้ก็สามารถนำไปบรรจุได้เลย

- 3.5 บรรจุภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ขวดพลาสติก ขวดแก้ว ซึ่งจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทใดควรคำนึงถึงการป้องกันความชื้น ก๊าซออกซิเจน และแสงเป็นสำคัญผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จแล้วควรมีการจัดเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมด้วย ไม่ร้อนและชื้นจนเกินไป

ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ที่จะนำมาบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ จะต้องป้องกัน

การผ่านเข้าออกของก๊าซ (หรืออากาศ) หรือความชื้น และอีกทั้งควรป้องกันน้ำมันหรือไขมันได้ นอกจากนี้ อาจจะต้องพิจารณาว่า สามารถปิดผนึกโดยใช้เครื่อง ปิดผนึกได้หรือไม่ และต้องมีลักษณะปรากฏที่ดูดี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าและดึงดูดผู้บริโภค

การบรรจุโดยวิธีการต่าง ๆ ตามที่กล่าวมา ถ้า ต้องการยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น อาจจะใช้การอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไป ประมาณ 5-10 % ของปริมาตรอากาศในภาชนะบรรจุ แต่ข้อสำคัญอีก ประการหนึ่งของการใช้ก๊าซไนโตรเจนคือ การปิดผนึก ภาชนะบรรจุจะต้องแน่นสนิทไม่มีรอยรั่ว (Pinhole) ที่จะทำให้อากาศผ่านเข้าออกได้ อาหารที่บรรจุโดยใช้ ก๊าซไนโตรเจนจะมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น การเกิด ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รวมทั้งการเหม็นหืน เกิดขึ้นได้ช้าลง โดยปกติแล้วถ้า นำอาหารขบเคี้ยวที่ ผ่านกระบวนการทอด มาเก็บรักษาโดยการอัดแก๊ส ไนโตรเจน จะมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 6 เดือน

นอกจากการเติมก๊าซไนโตรเจนแล้ว อาจ จะใช้วิธีการใส่สารดูดออกซิเจนเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสารดูดออกซิเจนจะมีลักษณะเป็นของเล็ก ๆ ข้าง ในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนได้ เช่น ผง Iron Oxide ซึ่งเป็น ธาตุเหล็กหรือสารประกอบ ธาตุเหล็ก เมื่อใส่ลงไป ในภาชนะบรรจุ สารนี้จะ ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อยู่ในภาชนะบรรจุทำให้ ปริมาณออกซิเจนลดลง

นอกจากนี้ อาหารทั่วไปที่อยู่ในภาชนะปิดสนิท โดยเฉพาะอาหารที่มีลักษณะแห้งกรอบ การยืดอายุ การเก็บอาหารให้ยาวนานขึ้นอีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้ สารดูดความชื้น เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นใน อาหารเพิ่มขึ้น สารดูดความชื้นในอาหารที่นิยมใช้ กันทั่วไป คือ ซิลิกาเจล (Silica Gel) (พาณิตรีฐิติ, 2556: 14)

การทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศเป็นเทคโนโลยี ใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิต ได้ จากการทอดภายใต้ภาวะสุญญากาศ ได้รับการ ยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป แต่เนื่องจากการลงทุน ในเทคโนโลยีนี้มีมูลค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อลงทุน ไปแล้วก็สามารถปรับเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ทอดได้ มากมายหลายชนิด ดังนั้น ผู้ที่สนใจนำเทคโนโลยีนี้ไป ใช้ในการประกอบธุรกิจ ควรศึกษาข้อมูลให้ละเอียด และวางแผนการผลิตให้รอบคอบ ซึ่งเมื่อผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์ออกมาแล้วก็จะสามารถเพิ่มมูลค่าของ วัตถุดิบทางการเกษตรให้มีมูลค่าสูงขึ้นได้มากกว่า กระบวนการแปรรูปอาหารในรูปแบบอื่น ๆ หลาย ชนิด

## บรรณานุกรม

- Chiang, P.Y., and Luo, Y.Y. 2007. "Effects of Pressurized Cooking on the Relationship Between the Chemical Compositions and Texture Changes of Lotus Root (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)." **Food Chemistry** 105, 2: 480-484.
- Garayo, J., and Moreira, R. 2002. "Vacuum Frying of Potato Chips." **Journal of Food Engineering** 55, 2: 181-191.
- Inprasit, C. 2012. **Vacuum Frying** Nakornpathom: Department of Food Engineerin, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus.
- McFeeters, R.F., and Fleming, H.P. 1990. "Effect of Calcium Ions on the Thermodynamics of Cucumber Tissue Softening." **Journal of Food Science** 55, 2: 446-449.



Ruangchai, Supang. 2008. "Product Development of Seasoned Britter Gould (*Momordica charanfia* Linn.) by Vacuum Frying Machine." **University of the Thai Chamber of Commerce Journal** 20, 3: 106-114. (in Thai).

สุภางค์ เรืองฉาย. 2551. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะระทอดกรอบปรุงรสด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ." **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย** 28, 3: 106-114.

Rujirapisit, Panid. 2009. "Effect of Temperature and Time on Quality of Vacuum Fried Lotus Root." **Journal of Agricultural Science** 40, 3 (Suppl.): 65-68. (in Thai).

พานิต รุจิรพิลิจู. 2552. "ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณภาพของรากบัวทอดสุญญากาศ." **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 40, 3 (พิเศษ): 65-68.

Rujirapisit, Panid. 2013. **Introduction to Food Processing**. Bangkok: Department of Food Business Management, School of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce. (in Thai).

พานิต รุจิรพิลิจู. 2556. **การแปรรูปอาหารเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

Shyu, S.L., and Hwang, L.S. 2001. "Effects of Processing Conditions on the Quality of Vacuum Fried Apple Chips." **Food Research International** 34, 2/3: 133-142.

Sothornvit, R. 2011. "Edible Coating and Post-frying Centrifuge Step Effect on Quality of Vacuum-fried Banana Chips." **Journal of Food Engineering** 107, 3-4: 319-325.



**Assistant Professor Panid Rujirapisit** received her Master of Science Degree in Food Technology from Chulalongkorn University. She is currently a lecturer at the School of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce. Her research interests are in food processing technology, new product development and bakery technology.