บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทุเรียน (*Durian zibethinus* Murr.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีการผลิตในประเทศไทยมากเป็นอันดับ 2 รองจากสับปะรด โดยในปี พ.ศ. 2552 และ 2553 พบว่ามีปริมาณผลผลิต 661,700 และ 568,100 ตัน ตามลำดับ ผลผลิตทุเรียนส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศทั้งในรูปแบบของการบริโภคสดและการแปรรูปประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นการส่งออกทั้งในรูปผลสดและแช่แข็ง (สำนักงานส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2554) หลังจากดอกทุเรียนได้รับการผสมผลทุเรียนจะมีการพัฒนาเรื่อยมาส่งผลให้ขนาดและน้ำหนักของผลที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่ทุเรียนใกล้แก่ผลทุเรียนจะมีความสามารถในการดูดคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและจากกระบวนการเมตาโบลิซึมมาใช้ในการเจริญเติบโตสูงจึงทำให้ผลทุเรียนมีขนาดเล็ก คุณภาพเนื้อที่ไม่ดีเท่าที่ควร มีอาการแกนเต่าเผา หรือไส้ซึม ต่อจากนั้นอัตราการขยายขนาดของผลจะเริ่มลดลงแต่เนื้อยังคงมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว พร้อมเข้าสู่ขบวนการสุกแก่ทุเรียนจัดเป็นผลไม้ประเภท Climacteric Fruit กล่าวคือ ผลแก่สามารถเก็บจากต้นมาบ่มให้สุกโดยไม่จำเป็นต้องรอให้สุกบนต้นในช่วงที่ผลสุก เอทธิลีนในผลจะถูกสังเคราะห์แสงมากขึ้นและอัตราการหายใจสูงมากด้วย ซึ่งอัตราการหายใจและปริมาณเอทธิลีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เมื่อปริมาณเอทธิลีนสูงจะกระตุ้นให้มีผลการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเร่งให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสุกเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ เช่น แป้งในเนื้อจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้เนื้อมีรสชาติหวานขึ้น มีกลิ่นหอม ซึ่งอาจไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคบางคนโดยเฉพาะชาวตะวันตกกลิ่นของทุเรียนเกิดจากสารประกอบซัลเฟอร์ เช่น Thiol, Thioether และ Ester ชนิดต่างๆนอกจากนี้การสุกของทุเรียนยังทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นด้วยรสชาติเปรี้ยว ไม่น่ารับประทานถ้าสุกจนเกินไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

ทุเรียนสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายผลิตภัณฑ์ ทั้งทุเรียนดิบและทุเรียนสุก การแปรรูปทุเรียนดิบเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แป้งทุเรียน ทุเรียนทอดกรอบ ส่วนทุเรียนสุกสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ข้าวเกรียบทุเรียน ทองม้วนทุเรียน ทุเรียนกวน ท๊อฟฟี่ทุเรียน ทุเรียนเชื่อม ไอศกรีมทุเรียน ขนมอบกรอบแท่งรสทุเรียน เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

2.1 ทุเรียนแท่งทอดกรอบ

ทุเรียนทอดกรอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อทุเรียนดิบที่มีความแก่พอเหมาะ มาฝานบางหรือหั่นเป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น เส้น แท่ง นำมาทอด และอาจนำไปอบแห้งแล้วอาจปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล เนย เนยเทียม หรือวัตถุปรุงแต่งรสอื่นก็ได้

2.1.1 ขั้นตอนการผลิตการทุเรียนแท่งทอดกรอบ

ในปัจจุบันการผลิตทุเรียนทอดเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก วัตถุดิบที่เลือกใช้นำมาทำทุเรียนทอดกรอบจึงเป็นวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี เป็นผลทุเรียนสดที่ได้รับมาตรฐาน GAP ในการนำมาทอดจะเลือกทุเรียนผล 4-7 กิโลกรัม เลือกเฉพาะผลที่แก่จัดในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี เพื่อให้ได้ทุเรียนทอดกรอบที่คุณภาพดี ขั้นตอนการผลิตการทุเรียนแท่งทอดกรอบมีดังนี้

1. คัดเลือกวัตถุดิบทุเรียนผลสดคุณภาพดีและมีขนาดผลใหญ่จากสวนที่ได้รับมาตรฐาน GAP

2. ผ่าทุเรียนแยกเป็นพู

3. แยกเนื้อทุเรียนออกจากเปลือก

4. เปลือกทุเรียนนำไปทำปุ๋ยชีวภาพ บำรุงดิน ส่วนเม็ดนำไปบดแล้วหมักเป็นฮอร์โมนชีวภาพ

5. แยกเม็ดออกจากเนื้อทุเรียน

6. สไลด์เป็นแผ่นบางๆ โดยใช้เครื่องสไลด์

7. ทอดทุเรียนใช้ไฟแรงในน้ำมันปาล์มจากโรงงานน้ำมันปาล์มที่ได้มาตรฐานชั้นนำของไทย

8. ผลิตภัณฑ์ที่ทอดแล้ว พักไว้ให้เย็น

9. ทำการตรวจสอบคุณภาพ และคัดแยกเกรดทุเรียนทอดตามมาตรฐานที่กำหนด

10. อบในตู้อบลมร้อน 70 องศา ใช้เวลา 9 ชั่วโมง

11. บรรจุสินค้าในห้องกระจกควบคุมอุณหภูมิ และชั่งด้วยตราชั่งดิจิตอล

12. รีดปากถุงให้ปิดสนิทด้วยเครื่องรีดสายพานต่อเนื่อง

2.1.2 ลักษณะและคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์

ทุเรียนแท่งทอดกรอบมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 2317-2549 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมทุเรียนทอดกรอบที่ทำจากทุเรียนทุกสายพันธุ์ที่สามารถนำมาทอดกรอบได้ คุณลักษณะที่ต้องการของทุเรียนแท่งทอดกรอบต้องมีมาตราฐานดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไป

ชิ้นทุเรียนทอดกรอบในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องกรอบ มีขนาด สี และความหนาใกล้เคียงกันอาจมีลักษณะเป็นแผ่น แท่ง หรือรูปทรงอื่น

2. สี

ต้องมีสีตามลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้ และมีสีสม่ำเสมอในแต่ละภาชนะบรรจุ อาจมีสีเข้มได้บ้างแต่ต้องไม่ไหม้เกรียม

3. กลิ่น

ต้องมีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอับ กลิ่นไหม้ กลิ่นหืน หรือกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

4. ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องกรอบในแต่ละภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนน ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 4 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

5. สิ่งแปลกปลอม

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมเช่น เส้นผม เปลือกทุเรียนเศษเชือก ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของแมลง เช่น หนู นกขนสัตว์

6. วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สีทุกชนิด ส่วนวัตถุกันหืน ซึ่งอาจติดปนจากน้ำมันที่ใช้ทอดบิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (ButylatedHydroxyanisole) และเทอเทียรีบิวทิลไฮโดรควิโนน (Tertiary Butylhydroquinone) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

7. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 3.5 โดยน้ำหนัก

8. จุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9. รา

ต้องไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.2 การบรรจุและการเก็บรักษาอาหารทอด

การบรรจุอาหารได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะสามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารให้นานขึ้น รวมทั้งยังช่วยให้เกิดความสะดวกต่อการบริโภคการพาณิชย์ และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์นั้นๆ คำนิยามของการบรรจุ หรือ Packaging หมายถึง เทคนิคทางอุตสาหกรรมและการตลาดเพื่อบรรจุ คุ้มครอง สร้างเอกลักษณ์ให้ผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมการจำหน่ายและการกระจายผลิตผลทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภค-บริโภค ส่วนคำว่า ภาชนะบรรจุ หมายถึง ภาชนะหรือโครงสร้างใดๆ ที่ใช้เพื่อบรรจุ ห่อหุ้มและรวบรวมผลิตภัณฑ์ไว้เป็นหน่วย เพื่อนำส่งผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงฉลากและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมัดหรือปิดผนึกภาชนะบรรจุด้วยสำหรับหน้าที่ของภาชนะบรรจุอาหาร คือ บรรจุผลิตภัณฑ์ ถนอมรักษา และคุ้มครองผลิตภัณฑ์การใช้งานและความสะดวก สื่อสารและให้ข้อมูล ป้องกันการปลอมปน ป้องกันการเสื่อมเสีย การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อาหารต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ การผลิตอาหารประเภททอดหรืออบกรอบเป็นวิธีหนึ่งในการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ น้ำในอาหารจะระเหยไปบางส่วนทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีหรือปริมาณน้ำอิสระของอาหารลดลง สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่ออายุการเก็บของอาหารระหว่างกระบวนการผลิตบรรจุและการเก็บรักษาได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น แสง และแก๊สออกซิเจน โดยตัวแปรเหล่านี้เป็นสิ่งเร่งให้อาหารในบรรจุภัณฑ์เกิดการเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร ตลอดจนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพทำให้อาหารมีความกรอบ โดยทั่วไปอายุการเก็บรักษาของอาหารประเภทนี้ขึ้นกับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ความชื้น และปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นซึ่งทำให้ความกรอบลดลงและเกิดการเหม็นหืนได้ (ธวัช นุสนธรา และพิริยะ ศรีเจ้า, 2557)

การพัฒนาสินค้าให้มีอายุการเก็บยาวนานย่อมเป็นข้อได้เปรียบในเรื่องระยะเวลาการวางจำหน่ายและสามารถส่งไปขายยังตลาดที่ไกลจากแหล่งผลิต สำหรับอาหารประเภททอดหรืออบกรอบนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต้องมีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดีเพื่อป้องกันความชื้นซึ่งทำให้สินค้าไม่กรอบและเลือกใช้ฟิล์มที่มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับน้ำมันในอาหารซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีสมบัติด้านการป้องกันการซึมผ่านได้ดีจะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารแต่

ผู้ประกอบการสินค้าอาหารทอดหรืออบกรอบส่วนใหญ่ไม่ให้ความสำคัญ จึงเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร การเก็บรักษาของทุเรียนแผ่นในภาชนะบรรจุ ซึ่งการเก็บทุเรียนแผ่นใน Laminated Aluminium Foil (LAF) จะช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีที่สุด นอกจากนี้ LAF ยังสามารถรักษาเนื้อสัมผัสของทุเรียนไว้ได้ดีที่สุดและยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ, 2554)

2.3 การยืดอายุ การเก็บสินค้าอาหารประเภททอดหรือ อบกรอบด้วยบรรจุภัณฑ์

การผลิตอาหารประเภททอดหรืออบกรอบเป็นวิธีหนึ่งในการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ และเอนไซม์น้ำในอาหารจะระเหยไปบางส่วนทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีหรือปริมาณน้ำอิสระของอาหารลดลง ตลอดจนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพทำให้อาหารมีความกรอบ โดยทั่วไปอายุการเก็บรักษาของอาหารประเภทนี้ขึ้นกับ 2 ปัจจัยหลักคือความชื้นและปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ซึ่งทำให้ความกรอบลดลงและเกิดการเหม็นหืนได้การพัฒนาสินค้าให้มีอายุการเก็บยาวนานย่อมเป็นข้อได้เปรียบในเรื่อง ระยะเวลาการวางจำหน่ายและสามารถส่งไปขายยังตลาดที่ไกลจากแหล่งผลิต (สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร

1. ตัวผลิตภัณฑ์อาหารวัตถุดิบอาหารแต่ละประเภท มีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกันทั้งองค์ประกอบทางชีวเคมี ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ปริมาณน้ำในอาหารหรือค่าวอเตอร์แอคติวิตี ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น โดยทั่วไปการยืดอายุการเก็บจึงต้องการควบคุมองค์ประกอบข้างต้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

2. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุ ทำหน้าที่ในการป้องกันสินค้าจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ลดความเสียหาย และรักษาคุณภาพอาหารให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ยาวนานตามอายุการเก็บ

3. สิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่ออายุการเก็บของอาหารระหว่างกระบวนการผลิต บรรจุ และการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น แสง และ แก๊สออกซิเจน โดยตัวแปรเหล่านี้เป็นสิ่งเร่งให้อาหารในบรรจุภัณฑ์เกิดการเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร (เคียง เมฆวเรษฐ์พันธ์, 2540)

2.4 สารกันหืน

สารกันหืน หมายถึง สารซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้ไขมันในอาหารเกิดการเติมออกซิเจนและการเหม็นหืน หน้าที่โดยตรงของสารกันหืนก็คือป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวและวิตามินบางชนิด เพราะสารกันหืนให้ไฮโดรเจนไอออนหรือให้อิเล็กตรอนทำให้เกิดการรวมตัวกับออกไซด์เพิ่มความเสถียรยิ่งขึ้น (สนอง อมฤกษ์, 2546) สารกันหืนในอาหารมีหลายชนิด ยกตัวอย่าง เช่น

2.4.1 บิวทีเลทเตตไฮดรอกซีโทลูอีน

บิวทีเลทเตตไฮดรอกซีโทลูอีน (Butylated hydroxytoluene) หรือเรียกย่อว่า BHT เป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic Compound) ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) ใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) ป้องกันการหืน (Rancidity) ของไขมันและ

น้ำมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (Lipid Oxidation) เช่นเดียวกับ BHA มักผสมรวมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่นเพื่อเสริมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ปริมาณการใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 อนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอาจจะใช้เพียงอย่างเดียว หรือใช้รวมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่นที่กำหนดไว้ แต่ปริมาณแกลเลตต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหารที่ใช้

ใช้กับ น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery) ผลิตภัณฑ์เนื้อ (Meat Product) ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ น้ำมันหอมระเหย เป็นต้น BHT ยังใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay โดยใช้เป็นสารมาตรฐานที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.4.2 กรดซิตริก

กรดซิตริก เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ที่ใช้อย่างกว้างขวางในอาหาร และเครื่องดื่ม ปริมาณการใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 อนุญาตให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม

2.4.2.1 กรดซิตริกใช้เพื่อปรับภาวะความเป็นกรดโดยใช้ปรับค่าพีเอชของอาหารให้เป็นอาหารปรับกรด (Acidified Food) การประมาณ ค่า pH ของกรดซิตริก ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตัวอย่างเช่น สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 5 มีค่าพีเอชเท่ากับ 1.87

2.4.2.2 ปรุงแต่ง กลิ่นรส (Flavoring Agent) ปรับให้อาหารมีรสเปรี้ยว ใช้ในเครื่องปรุงรส (Seasoning) ลูกอม ลูกกวาด Acid Regulator

2.4.2.3 เป็นสารกันหืน (Antioxidant)

2.4.2.4 เป็นสารกันเสีย (Preservative)

2.4.2.5 เป็นสารจับโลหะ (Chelating Agent)

2.4.2.6 เป็นสารทำความสะอาด (Cleaning Agent)

2.5 ภาชนะบรรจุอาหารทอด

2.5.1 โพลิเอทิลีน (Polyethylene - PE)

PE นับเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก สืบเนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อเทียบกับพลาสติกอื่นๆ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ PE ผลิตจากกระบวนการโพลิเมอไรสเซชั่น (Polymerisation) ของก๊าซเอธิลีน (Ethylene) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงโดยอยู่ในสภาวะปราศจากตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะ (Metal Catalyst) การจับตัวของโมเลกุลในลักษณะโซ่สั้นและยาวจะส่งผลให้ PE ที่ได้ออกมามีความหนาแตกต่างกัน PE แบ่งเป็น 3 ประเภทตามค่าความหนาแน่น (วลัยพร มุขสุวรรณ, 2551) คือ

2.5.1.1 โพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene หรือ LDPE) ความหนาแน่น 0.910 - 0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2.5.1.2 โพลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Polyethylene หรือ MDPE) ความหนาแน่น 0.926 - 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.5.1.3 โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethyleneหรือ HDPE) ความหนาแน่น 0.941 - 0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2.5.2 โพลิโพรพิลีน (Polypropylene-PP)

PP มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมใช้กันจะเป็นรูปของฟิล์ม อย่างไรก็ตาม การป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้นทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์มประเภท OPP ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของ PP คือ มีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (Hot-Fill)

การใช้งานของ PP กับผลิตภัณฑ์อาหาร

2.5.2.1 ใช้บรรจุอาหารร้อน เช่น ถุงร้อน (ชนิดใส)

2.5.2.2 ใช้บรรจุอาหารที่ต้องผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ โดยที่ PP จะเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวัสดุที่ใช้ผลิตซองประเภทนี้ ซึ่งนิยมเรียกว่า Retort Pouchซองนี้จะสามารถใช้แทนกระป๋องโลหะได้ บางครั้งจึงเรียกว่า Flexible Can

2.5.2.3 ใช้ทำถุงบรรจุผักและผลไม้

2.5.2.4 ใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป (Instant Noodle) และอาหารที่มีไขมันอายุการเก็บรักษาไม่สูง เช่น คุกกี้ (Cookie) ถั่วทอด เป็นต้น

2.5.2.5 ใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้าบรรจุภัณฑ์ขนส่งอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้ PP อย่างมากมาย คือ ถุงพลาสติกสาน (Wooven Sacks) ที่มีขนาดบรรจุมาตรฐาน 50 กิโลกรัมซึ่งทนทานต่อการใช้งาน วิวัฒนาการทางด้านนี้ได้ก้าวไปสู่การผลิตถุงขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าได้ เป็นต้น ที่เรียกว่า FIBC (Flexible Intermediate Bulk Containers) ซึ่งอาจจะมีหูหิ้ว 1-4 หู

2.5.3 โพลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terepthalate-PET)

PET บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการคิดค้นขึ้นมาเพื่อการบรรจุน้ำอัดลม โดยเฉพาะคุณสมบัติเด่นทางด้านความใสแววับเป็นประกาย ทำให้ได้รับความนิยมในการบรรจุน้ำมันพืชและน้ำดื่ม นอกจากขวดแล้ว PET ในรูปฟิล์มซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซ เช่น อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น นอกจากนี้ ฟิล์ม PET ยังมีคุณสมบัติเด่นอีกหลายประการ เช่น ทนแรงยืดและแรงกระแทก เสียดสีได้ดี จุดหลอมเหลว แต่ข้อด้อย คือ ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและเปิดฉีกยาก ทำให้โอกาสใช้ฟิล์ม PET อย่างเดียวน้อยมาก แต่มักใช้เคลือบกับพลาสติกอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.5.4 ถุงอลูมิเนียมฟอยด์

ฟอยล์อลูมิเนียมมีคุณสมบัติสำหรับการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดถ้าเทียบกับฟิล์มพลาสติกชนิดอื่นๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน โดยฟอยล์อลูมิเนียมมีคุณสมบัติในการป้องกันได้ทั้งก๊าซต่างๆ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ กลิ่น น้ำมัน และแสงได้อย่างดีเยี่ยม ทำให้สามารถปกป้องและถนอมผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในได้ยาวนานกว่าฟิล์มชนิดอื่นๆ อลูมิเนียมฟอยล์ใช้ได้กับบรรจุภัณฑ์อาหาร ยา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของแข็งและ ของเหลว ถ้าหากผลิตภัณฑ์กัดกร่อนได้เรา

ก็ยังสามารถเคลือบฟอยล์อลูมิเนียมด้วยสารอื่นๆที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ และผิวของฟอยล์อลูมิเนียมก็มีความมัน วาวสวยงามเช่นเดียวกับฟิล์ม Metalized อีกด้วย

นิยมใช้บรรจุภัณฑ์อลูมิเนียมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการปกป้องจากแสง ความชื้น และต้องการรักษากลิ่นหอมให้ยาวนาน อาทิเช่น บรรจุอาหารเสริม ยา เครื่องสำอาง ขนมบิสกิต ช็อคโกแลต ชา กาแฟ ขนมอื่นๆ ที่ต้องการคงความสมบูรณ์ของคุณภาพ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุษกร ประดิษฐ์นิยกูล (2555) ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสาหร่ายทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิปกติ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความกรอบของสาหร่ายทอดกรอบที่บรรจุในฟิล์มอ่อนตัวทุกชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สาหร่ายที่บรรจุในฟิล์มชนิด PP มีความเหนียวมากที่สุด โดยสาหร่ายที่บรรจุในฟิล์ม PPPET/LLDPEและ PET/NYLON/LLDPE มีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ส่วนสาหร่ายในฟิล์มชนิด PET/ALU/LLDPE และPET/MPET/LLDPE มีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และพบว่าสาหร่ายที่บรรจุในฟิล์มหลายชั้นชนิดPET/ALU/LLDPE มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 792 วัน รองลงมาเป็นฟิล์ม PET/MPET/LLDPEPET/NYLON/LLDPE PET/LLDPE และ PP ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 42 วัน คะแนนความชอบรวมของฟิล์มทุกชนิดไม่แตกต่างกัน

วารุณี สุวรรณจงสถิต (2553) ปลาสลิดเค็มทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดการเหม็นหืนได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากกระบวนการผลิตและภาชนะบรรจุที่ใช้ การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงกรรมวิธีการผลิต กำหนดปัจจัยการทอดที่เหมาะสมของปลาสลิดเค็มทอดกรอบที่ทอดในน้ำมันท่วมที่สภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ การปรับปรุงกรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์ปลาสลิดเค็มทอดกรอบแบ่งได้ 3 ขั้นตอน คือ 1) กระบวนการทำให้ปลาสุกเบื้องต้น เพื่อลดความชื้นก่อนทอด พบว่า การทอดที่ 170 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณความชื้นของปลาสลิดเค็มจากร้อยละ 78.35 เป็นร้อยละ 62.31 ซึ่งดีกว่าการอบที่ 200 องศาเซลเซียส 15 นาที 2) การตัดครีบ หาง เลาะก้างให้ปลาเป็นชิ้นเพื่อสะดวกแก่การบริโภค และ 3) การทอดกรอบ โดยศึกษาการทอดที่สภาวะบรรยากาศปกติ (760 mm.Hg) พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทอด คืออุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ปริมาณน้ำมันหลังทอดร้อยละ 33.05 ส่วนการทอดที่สภาวะสุญญากาศ (150 mm.Hg(abs)) คือที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาทีปริมาณน้ำมันหลังทอดร้อยละ 16.59 เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสลิดเค็มทอดกรอบที่ทอดสภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง (30±20 องศาเซลเซียส) ในกระป๋องฝาเปิดง่ายร่วมกับสารดูดซับ O_2 มีอายุการเก็บรักษา 18 และ มากกว่า 20 สัปดาห์ตามลำดับ และบรรจุโดยไม่ใส่สารดูดซับ O_2 มีอายุการเก็บรักษา 12 และ 18 สัปดาห์ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของปลาสลิดเค็มทอดกรอบ 100 กรัม มีพลังงาน 517.81 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 55.37 กรัม ไขมัน 30.05 กรัม คาร์โบไฮเดรต 6.47 กรัม เส้นใย 0.58 กรัม แคลเซียม 312.01 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 29.81 มิลลิกรัม เกลือ 4.31 กรัม

วรพรรณ บัญชาจารุรัตน์ (2552) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบ โดยศึกษาระยะความสุกของกล้วยและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม พบว่ากล้วยระยะความสุกที่ 1 ให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสีเหลืองและคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรสและความชอบโดยรวมมีคะแนนความชอบมากที่สุด ผลการแช่กล้วยที่หั่นแล้วในสารละลาย โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ พบว่าสารทั้งสองไม่มีผลต่อสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ทอดกรอบ เนื่องจากผลของค่าสี (L* a* b*) และลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรส มีค่าไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่เหมาะสม พบว่า การทอดที่อุณหภูมิที่ 160 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุด และการอบที่อุณภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที พบว่าค่าสี (a* และ b*) และคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่การอบช่วยทำให้ปริมาณความชื้นและไขมันลดลงจากตัวอย่างควบคุม และค่าสี L* มีค่าเพิ่มขึ้นการศึกษาสูตรคาราเมลที่ใช้ในการเคลือบกล้วยทอด พบว่า สูตรคาราเมลที่ได้รับการยอมรับประกอบด้วยน้าร้อยละ 40 น้ำตาลร้อยละ 36 เนยเค็มร้อยละ 22 และเกลือร้อยละ 2 ซึ่งการเคลือบกล้วยทอดกรอบด้วยคาราเมลใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณกล้วยทอดกรอบต่อคาราเมลเท่ากับ 1 ต่อ 2 และทำการโรยหน้าผลิตภัณฑ์ด้วยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ งาและปลาข้าวสาร การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบแบบเร่งสภาวะที่อุณหภูมิ 30 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ในถุงลามิเนต พบว่าผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลมากขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ และ TBA number เพิ่มขึ้น สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราเกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกล้วยทอดกรอบในสัปดาห์ที่ 7 ส่วนคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวมมีคะแนนลดลง การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบหน้าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ งา และปลาข้าวสาร ด้วย TBA number พบว่าผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 49 44 และ 16 สัปดาห์ตามลำดับ และผลการทดสอบผู้บริโภคมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 71 และมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 72 ผู้บริโภคเห็นว่าผลิตภัณฑ์นี้จำหน่ายในราคา 30 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม เป็นราคาที่ความเหมาะสม

ปรย เสาวลักษณ์ (2552) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากเมล็ดขนุน จาการสำรวจพฤติกรรมทัศนคติและความต้องการของผู้บริโภคจำนวน 200 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 92 เห็นด้วยกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศ และจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผักหรือผลไม้ทอดกรอบของผู้บริโภค พบว่า มี 5 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยด้านกลิ่นรสและความสะอาด 2) ปัจจัยด้านคุณค่าทางโภชนาการและบรรจุภัณฑ์ 3) ปัจจัยด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 4) ปัจจัยด้านราคา และ 5) ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษากระบวนการทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศที่เหมาะสม โดยการวางแผนการทดลองแบบแพลกเกตต์ แอนด์ เบอร์แมน เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อเมล็ดขนุนทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศ ได้แก่ ความหนาของตัวอย่าง ระยะเวลาในการอบแห้ง อุณหภูมิในการทอด เวลาในการทอด ความดันสุญญากาศ เวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมันและความดันในการเหวี่ยงสลัดน้ำมัน พบว่า ความหนาของ

ตัวอย่าง อุณหภูมิในการทอด ความดันสุญญากาศและเวลาในการทอดมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดขนุนทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทอดภายใต้สุญญากาศได้แก่ อุณหภูมิในการทอด 100 200 และ 140 องศาเซลเซียส ความดันสูญญากาศ 600 650 และ 700 มิลลิเมตรปรอท และเวลาในการทอด 9 12 และ 15 นาที โดยการวางแผนการออกแบบส่วนประสมกลางและการวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง พบว่า การซ้อนทับของกราฟคอนทัวร์คุณภาพทางประสาทสัมผัสได้สภาวะที่เหมาะสมในการทอดเมล็ดขนุนภายใต้สภาวะสุญญากาศคือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดันสุญญากาศ 650 มิลลิเมตรปรอท ทอดเป็นเวลา 9 นาที เมื่อนำผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ได้ไปปรุงแต่งกลิ่นรสสาหร่ายปริมาณร้อยละ 2.0 และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง มีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณเส้นใยหยาบและปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.42, 6.20, 25.38, 1.31, 2.34 และ 60.35 ตามลำดับ ค่าสีในระบบ CIELAB ได้แก่ L*a* และ b* เท่ากับ 78.90, 7.09 และ 26.80 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เท่ากับ 0.23 และค่าความแข็งเท่ากับ 5.58 นิวตัน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในระดับชอบปานกลาง (6.56) ร้อยละ 89.0 ของผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์นี้และร้อยละ 63.5 ตัดสินใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีวางจำหน่าย

กาญจนา อุตมะ (2550) จากงานวิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวแต๋นเพื่อลดการใช้พลังงานและการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแผ่นข้าวแต๋น พบว่าการอบแผ่นข้าวแต๋นที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบนาน 6 4 และ 2 ชั่วโมงตามลำดับ มีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.53 4.43 และ 4.06 ตามลำดับ ดังนั้นสภาวะการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จึงเป็นสภาวะการอบที่สามารถลดเวลาการใช้พลังงานได้การศึกษาการลดการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นได้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในกระบวนการทอด พบว่าที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ข้าวแต๋นมีคุณภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับข้าวแต๋นตัวอย่างจากโรงงาน (2) และการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น พบว่าสาร BHT (Butylated hydroxy toluene) 180 ppm ต่อน้ำมันในการทอด 1 ลิตร สามารถยืดอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้นาน 5 สัปดาห์โดยมีค่า TBA เท่ากับ 1.44 มิลลิกรัมของมาโลนาดีไฮด์ต่อกิโลกรัมน้ำมัน และได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดที่ระดับคะแนน 6.26 คะแนน เมื่อเทียบกับการใช้ใบเตย 25 กรัมTBHQ (Tertiary butyl hydroquinone) 100 ppm และการใช้สาร BHT 100 ร่วมกับ TBHQ 100 ppm และการศึกษาสารดูดซับออกซิเจนร่วมกับสารกันหืน BHT พบว่าสารดูดซับออกซิเจนสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้นานกว่าการใช้สาร BHT เพียงอย่างเดียวถึง 2 สัปดาห์

พัชรี ลิมปิษเฐียร และคณะ (มปป) การแปรรูปทุเรียนทอดชนิดใหม่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เป็นการลดการสูญเสียของทุเรียนสดในช่วงผลผลิตล้นตลาด และความเสียหายจากการรอจำหน่าย อีกทั้งทุเรียนทอดกรอบชนิดแผ่นที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน มีรสชาติมัน เป็นที่นิยมของผู้บริโภค และมีการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศจึงวิจัยเพื่อพัฒนาทุเรียนทอดชนิดใหม่ขึ้น ด้วย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

การศึกษาการทอดทุเรียนชนิดแท่ง (French fried-type) เพื่อประเมินคุณลักษณะของทุเรียนหมอนทองที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิการทอด ความชื้นและการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ในการแปรรูปทุเรียนทอดชนิดเฟรนฟราย จากการศึกษาระยะเก็บเกี่ยวทุเรียนสามวันก่อนสุก พบว่ามีปริมาณแป้งโดยเฉลี่ยมากกว่า 34.9 % มีปริมาณน้ำตาลต่ำกว่า 1 % ส่วนทุเรียนที่มีอายุเก็บเกี่ยวห้าวันก่อนสุกมีปริมาณแป้งโดยเฉลี่ย 20 % เมื่อศึกษาการดูดซับน้ำมันของทุเรียนเฟรนฟรายทอด ที่อุณหภูมิ 160 180 และ 200 องศาเซลเซียส พบว่าทุเรียนที่ทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีการดูดซับน้ำมันลดลง อีกทั้งปริมาณการดูดซับน้ำมันยังขึ้นกับปริมาณความชื้นที่สูญเสียขณะทอด ปริมาณการดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น เมื่อสูญเสียความชื้นขณะทอดเพิ่มขึ้น การทอดทุเรียนเฟรนฟรายที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และ 180 องศาเซลเซียส มีความกรอบนุ่ม สี และ รส เป็นที่ยอมรับในการทดสอบชิม หากแต่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีการดูดซับน้ำมันลดลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี