บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หน่อไม้ไผ่รวก

หน่อไม้ไผ่รวก หรือไผ่รวกเป็นพืชที่มีอายุหลายปี ใบเลี้ยงเดี่ยว มีข้อปล้องเป็นลำต้นสีเขียว บางข้อแตกเป็นกิ่งก้าน ใบเรียว โคนใบมน หน่อไม้ คือ หน่ออ่อนของไผ่ แทงขึ้นจากเหง้าใต้ดิน มีกาบหุ้มซ้อนทั่วหน่อ เนื้อในสีขาว กรอบ

สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์ (2544) ให้ข้อมูลว่า ไผ่รวกขึ้นเป็นกอแน่น ลำต้นมีขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 7 – 15 เมตร และส่วนโคนมีเนื้อหนาเกือบตัน ส่วนปลายลำมีเนื้อบาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Thyrsostachys siamensis* Gamble จัดอยู่ในวงศ์ *Gramineae (Poaceae)* กรณีพบหน่อไม้ไผ่รวกในบริเวณที่มีความชุ่มชื้นสูง ลำต้นจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 – 7 เซนติเมตร แต่หากพบในที่แห้งแล้งจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 – 4 เซนติเมตรเท่านั้น ลำมีสีเขียวอมเทา ปล้องมีความยาวประมาณ 15 – 30 เซนติเมตร โดยปกติเนื้อจะหนา มีกาบหุ้มลำยาวประมาณ 22 – 28 เซนติเมตร กว้างประมาณ 11 – 20 เซนติเมตร กาบมักจะติดต้นอยู่นาน สีเป็นสีฟาง ด้านหลังปกคลุมด้วยขนอ่อนสีขาว มีร่องเป็นแนวเล็กๆ สอดขึ้นไปหาส่วนปลาย ซึ่งเป็นรูปที่ตัดเป็นลูกคลื่น ครีบกาบมีรูปสามเหลี่ยม บางต้นอาจจะเห็นไม่ชัด กระจังกาบมีเล็กน้อย และหยักไม่สม่ำเสมอ ใบยอดกาบความยาวประมาณ 10 – 12 เซนติเมตร เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมแหลม ยาว และแคบ ขอบงอโค้งเข้า โดยลักษณะเด่นของไผ่รวกมีดังต่อไปนี้

ใบ ปลายใบเรียวแหลม โคนใบป้าน หรือเกือบกลม ยาว 7 – 22 เซนติเมตร กว้าง 0.5 – 1.5 เซนติเมตร ท้องใบมีขน เส้นกลางใบข้างบนแบน เส้นลายใบ 4 – 6 เส้น ขอบใบสาก และคม ก้านใบสั้น 0.5 เซนติเมตร ครีบใบเล็ก ขอบใบมีหนามเล็กๆ 2 – 3 อัน กาบใบแคบไม่มีขน นอกจากตามขอบอาจจะมีขนอ่อน

ดอก ลักษณะดอกของหน่อไม้ไผ่รวกมี ออกดอกเป็นกลุ่ม (Gregariour Flowering) ไม้ไผ่ที่ออกดอกประเภทนี้ จะออกดอกพร้อมๆ กันครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง

หน่อ หน่อของไผ่รวกใช้รับประทานได้ ที่นิยม คือ ใช้ทำซุปหน่อไม้

การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ พบในบริเวณประเทศพม่า และประเทศไทย โดยไผ่รวกพบทุกภาคของประเทศไทย ชอบขึ้นในที่แล้ง หรือที่สูงบนภูเขา อากาศร้อน ไม่ชอบน้ำขัง ชอบดินระบายน้ำดี พบมากที่สุดในจังหวัดกาญจนบุรี

ปริมาณคุณค่าสารอาหาร คุณค่าสารอาหารของหน่อไม้ไผ่รวกเผา และหน่อไม้ไผ่รวกต้มในส่วนที่กินได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าสารอาหารของหน่อไม้ไผ่รวกในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	หน่อไม้ไผ่รวกเผา	หน่อไม้ไผ่รวกต้ม	หน่วย
พลังงาน	33.00	24.00	แคลอรี
น้ำ	94.40	93.20	กรัม
ไขมัน	0.3	0.4	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	4.10	2.50	กรัม
เส้นใย	0.70	0.80	กรัม
โปรตีน	3.50	2.50	กรัม
แคลเซียม	14.00	12.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	42.00	40.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.20	–	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	–	0.01	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	–	0.08	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	–	–	มิลลิกรัม
วิตามินซี	–	–	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	–	0	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย (2530)

หมายเหตุ – หมายถึง ยังไม่มีรายงาน

ภาพที่ 1 หน่อไม้ไผ่รวก

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสกลนคร (2550)

2.2 ใบย่านาง

มาโนช วามานนท์ (2540) ให้ข้อมูลว่า ย่านางเป็นไม้เถาเลื้อย เถามีสีเขียวสด อวบน้ำ ลำต้นเล็กเรียว แยกเป็นต้นตัวผู้ และตัวเมีย ย่านางมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Tiliacora triandra* Diels ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ *Menispermaceae* กิ่งอ่อนมีขนปกคลุม เมื่อแก่ผิวค่อนข้างเรียบ รากมีขนาดใหญ่ ใบเป็นใบเดี่ยวคล้ายรูปไข่ หรือรูปไข่ขอบขนาน ออกติดกับลำต้นแบบสลับ ฐานใบมน ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว ออกดอกที่โคนก้านใบ มีช่อยาว ใน 1 ช่อมีดอกขนาดเล็ก สีเหลือง ประมาณ 3 – 5 ดอก แยกเพศอยู่คนละต้น ย่านางไม่มีกลีบดอก ผลมีลักษณะกลม รีเล็ก มีสีเขียว เมื่อแก่เป็นสีเหลืองอมแดง และกลายเป็นสีดำในที่สุด

การรับประทานจะใช้ส่วนของใบย่านาง แล้วนำมาคั้นน้ำเพื่อใช้ในการประกอบอาหาร เช่น ซุปหน่อไม้ แกงอ่อม แกงหน่อไม้ เป็นต้น ย่านางสามารถพบได้ทุกฤดูกาล โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนจะแตกยอดใหม่ และมีใบที่ดำหนา

แหล่งปลูก ย่านางเป็นพืชที่พบได้ตามธรรมชาติ บริเวณป่าผสมผลัดใบ ป่าดงดิบ และป่าโปร่งแถบภาคอีสานโดยจะกระจายอยู่ทุกภาคของประเทศไทย

การกิน ใบนำมาคั้นเอาน้ำใส่ในแกงหน่อไม้ แกงบอน แกงอ่อม และห่อหมกต่างๆ

สรรพคุณทางยา รากใช้แก้ไข้ได้ทุกชนิด แก้เมาเรือ แก้เมาสุรา ถอนพิษผิดสำแดง แก้พิษภายใน แก้โรคหัวใจ แก้ลม เถาใช้แก้โรคตานขโมย ส่วนใบใช้แก้ไข้ ถอนพิษ

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของใบย่านางในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ใบย่านาง	หน่วย
พลังงาน	95	กิโลแคลอรี
เส้นใย	7.9	กรัม
แคลเซียม	155	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	11	มิลลิกรัม
เหล็ก	7.0	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	30625	IU
วิตามินบี 1	0.03	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.36	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	1.4	มิลลิกรัม
วิตามินซี	141	มิลลิกรัม

ที่มา: นิดดา หงส์วิวัฒน์ (2548)

ภาพที่ 2 ใบย่านาง
ที่มา: เครือข่ายกาญจนาภิเษก (2550)

2.3 อาหารพร้อมปรุง

อาหารพร้อมปรุง หมายถึง อาหารที่ได้จัดเตรียมส่วนประกอบต่างๆ บรรจุไว้ในภาชนะที่พร้อมจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค เพื่อนำไปปรุงเป็นอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ อาหารพร้อมปรุงเป็นอาหารที่ต้องมีฉลากตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

อาหารพร้อมปรุง หมายถึง วัตถุดิบพร้อมปรุงสามารถที่จะนำไปประกอบอาหารต่างๆ ได้ทันที หรือเป็นอาหารสดที่ผ่านการทำความสะอาด ตัดแต่ง เช่น การล้าง ตัดแต่ง หั่น ตัด เพื่อให้อาหารดังกล่าวมีสภาพพร้อมสำหรับการนำไปบริโภค หรือการประกอบอาหาร ในขณะที่อาหารยังมีสภาพสด วัตถุประสงค์หลักของการผลิตอาหารพร้อมบริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะในสังคมเมืองใหญ่ ซึ่งการใช้ชีวิตค่อนข้างรีบเร่ง ต้องการความสะดวกสบาย โดยเฉพาะการเตรียมอาหาร อาหารพร้อมบริโภคเป็นอาหารที่ช่วยประหยัดเวลาในการเตรียม หรือการประกอบอาหาร และบรรจุพร้อมที่จะให้ผู้บริโภคนำไปปรุงได้ (กรมอนามัย, 2550)

อาหารพร้อมปรุงแตกต่างไปจากอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที ซึ่งหมายความถึงอาหารปรุงสำเร็จที่ผลิตเรียบร้อยพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่ายทันที โดยไม่รวมความถึงอาหารปรุงสำเร็จที่พร้อมบริโภคทันที ซึ่งผู้ปรุงเป็นผู้จำหน่ายแก่ผู้บริโภคโดยตรงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอีกประเภทหนึ่งคล้ายคลึงกับอาหารกึ่งสำเร็จรูป แต่ได้จัดเตรียมส่วนประกอบต่างๆ บรรจุไว้ในหน่วยภาชนะที่พร้อมจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภคในถาดโฟมคลุมด้วยพลาสติกโปร่งแสง เพื่อให้มองเห็นส่วนประกอบของอาหารที่จะนำไปปรุงเป็นอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น อาหารพร้อมปรุงเป็นแกงส้ม ต้มยำ ผัดผัก ตามที่มีวางขายทั่วไปในตู้แช่เย็นในห้างสรรพสินค้า ส่วนที่เรียกว่า ซูเปอร์มาร์เก็ต ซึ่งมักเป็นตู้แช่เย็นไม่มีฝา หรือประตูปิดเปิด เพื่อให้ผู้บริโภคได้หยิบพิจารณาเลือกได้สะดวก

อาหารพร้อมปรุงจะต้องมีคุณภาพ เป็นอาหารที่ปลอดภัยต่อการบริโภค และภาชนะบรรจุต้องแสดงฉลากด้วยข้อความเป็นภาษาไทย แต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยได้ โดยภาษาต่างประเทศจะต้องสอดคล้องกับภาษาไทย

ชื่ออาหาร ให้ใช้ชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

– ชื่อเฉพาะของอาหาร หรือชื่อที่ใช้เรียกอาหารตามปกติ หรือชื่ออาหารเมื่อปรุงสำเร็จแล้วสำหรับพร้อมปรุง

– ชื่อทางการค้า การใช้ชื่อนี้จะต้องมีข้อความแสดงชื่อตามที่กล่าวข้างต้น กำกับชื่ออาหารทางการค้าด้วยโดยให้อยู่ในบรรทัดเดียว หรือต่างบรรทัดกับชื่อทางการค้าก็ได้ และมีขนาดตัวอักษรต่างกับชื่อทางการค้าก็ได้ แต่ต้องสามารถเห็นได้ชัดเจน

เครื่องหมาย ตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยากำหนด

ชื่อ และที่ตั้งของสถานที่ผลิต หรือแบ่งบรรจุ หรือจัดจำหน่าย หรือชื่อ และที่ตั้งของสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิต หรือของผู้แบ่งบรรจุเพื่อจำหน่าย หรือผู้จัดจำหน่ายแล้วแต่กรณี

วัน เดือน และปีที่ผลิต หรือวัน เดือน และปีที่หมดอายุ หรือวันเดือน และปีที่อาหารยังมีคุณภาพ หรือมาตรฐานดี โดยมีข้อความว่า วันผลิต หรือหมดอายุ หรือควรบริโภคก่อน กำกับไว้แล้วแต่กรณี สำหรับอาหารพร้อมปรุงกำกับข้อความว่า ใช้วัตถุกันเสีย ถ้ามีการใช้

คำแนะนำในการเก็บรักษา (ถ้ามี) ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคที่จำเป็นจะต้องบริโภคอาหารพร้อมปรุง ควรตรวจสอบฉลากให้ถี่ถ้วน พร้อมทั้งสังเกตลักษณะของอาหารให้อยู่ในสภาพสดใหม่ตามปกติของอาหารก่อนตัดสินใจเลือกซื้อจะได้รับความปลอดภัยในการบริโภคตามสมควร (เทวี โพธิผละ, 2550)

2.4 การแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแบบสเตอริไลซ์

การสเตอริไลซ์ (Sterilization) เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูง และเวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ และเอนไซม์ เป็นผลทำให้อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์ มีอายุการเก็บรักษาอย่างน้อย 6 เดือน การให้ความร้อนที่รุนแรงระหว่างการสเตอริไลซ์อาหารในภาชนะบรรจุก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางโภชนาการ ทางประสาทสัมผัสของอาหาร การพัฒนาเทคโนโลยีของกรรมวิธีการแปรรูปอาหารในปัจจุบันจึงมีเป้าหมายหลัก เพื่อช่วยลดความเสียหายที่เกิดต่อคุณภาพด้านโภชนาการ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการลดเวลาในการให้ความร้อนแก่อาหารก่อนบรรจุการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงสุดที่แบคทีเรียจะสามารถเจริญได้เพียงเล็กน้อย ก็มีผลในการฆ่าเซลล์ร่างกายของแบคทีเรียได้ ในขณะที่สปอร์ของแบคทีเรียสามารถเจริญได้แม้ว่าจะใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้มาก เนื่องมาจากสปอร์ของแบคทีเรียมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติมาก จุดมุ่งหมายของการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ส่วนใหญ่จึงเป็นการทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย

วิไล รังสาดทอง (2547) กล่าวว่า กระบวนการทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และการทำลายจุลินทรีย์ หรือสปอร์ของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สภาวะปกติ ดังนั้น อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์เรียบร้อยแล้วจะต้องเก็บไว้ได้นาน โดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้อง และไม่ต้องแช่เย็น อาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่บ้างในอาหาร แต่ว่าสภาวะแวดล้อมทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้ กระบวนการให้ความร้อนในอาหารนี้เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial Sterilization)

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการสเตอริไลซ์อาหารดังนี้

1. จุลินทรีย์ หรือเอนไซม์ที่ทนความร้อนที่อาจมีอยู่ในอาหาร
2. เงื่อนไขการให้ความร้อน
3. pH ของอาหาร
4. ขนาดของบรรจุภัณฑ์
5. ลักษณะทางกายภาพของอาหาร

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์ (2529) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1) คุณสมบัติในการทนทานต่อความร้อนของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร

2) อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดในอาหาร และความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์มีความทนทานต่อความร้อนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

– ชนิด และจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น วัตถุดิบที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงจะต้องการความร้อนในการฆ่าเชื้อมากกว่าวัตถุดิบที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ำปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และระยะเวลา

– ขนาด และชนิดของภาชนะบรรจุ กระป๋องเป็นตัวนำความร้อนที่ดีกว่าแก้ว ซึ่งกระป๋องมีเส้นผ่าศูนย์กลางสั้นกว่าจะส่งผ่านความร้อนสู่จุดศูนย์กลางของอาหารได้เร็วกว่าในกระป๋องที่มีความสูงเท่ากัน

– อุณหภูมิ

– ลักษณะของอาหาร เกลือในอาหารที่มีผลเพิ่มค่า Osmotic Pressure โดยเกลือนั้นสามารถระงับ หรือชะลอการเจริญของจุลินทรีย์

– ความเป็นกรด – ด่างของอาหาร อาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า สามารถที่จะใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อน้อยๆ ได้

2.4.2 ประเภทของอาหารแบ่งตามระดับความเป็นกรด – ด่าง

1) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low Acid Food) มีความเป็นกรด – ด่าง 5.0 – 6.8 ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อสัตว์ทั้งหลาย เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เนื้อวัว เนื้อหมู และผักบางชนิด ได้แก่ ถั่ว ข้าวโพด มันฝรั่ง มันเทศ หน่อไม้ ตลอดจนน้ำนมวัวอาหารประเภทนี้จำเป็นต้องฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง 115.5 – 121 องศาเซลเซียส

2) อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง (Medium Acid Food) เป็นอาหารที่มีความเป็นกรด – ด่าง 4.5 – 5.0 ได้แก่ ฟักทอง หน่อไม้ อาหารพวกซุปต่างๆ อาหารประเภทนี้ต้องฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง 105 – 110 องศาเซลเซียส

3) อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (Acid Food) เป็นอาหารที่มีความเป็นกรด – ด่าง 3.7 – 4.5 ได้แก่ มะเขือเทศ ลูกแพร์ สับปะรด ส้ม มะปราง เป็นต้น

4) อาหารที่มีความเป็นกรดจัด (High Acid Food) เป็นอาหารที่มีความเป็นกรด – ด่าง ต่ำกว่า 3.7 ได้แก่ ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจัด เช่น มะนาว กระเจี๊ยบ มะยม และอาหารประเภทหมักดองบางชนิด ทั้งอาหารประเภทที่เป็นกรด และกรดจัดนี้ สามารถฆ่าเชื้อได้ในระดับอุณหภูมิน้ำเดือด

จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ (2546) แบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนและลักษณะการบรรจุอาหารกระป๋องไว้ดังนี้

(1) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อนอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำผัก น้ำผลไม้ นม ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม ผักบรรจุในน้ำเกลือ เนื้อสัตว์บรรจุในน้ำเกลือ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถ้ามีชิ้นใหญ่จะมีการพาความร้อนช้า

(2) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาแต่ช้ากว่าแบบแรก เช่น ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ที่บรรจุแน่นขึ้น ทำให้มีน้ำซึ่งเป็นตัวพาความร้อนลดลง

(3) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนจากการพาความร้อนไปเป็นการนำความร้อนในระหว่างกระบวนการการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซุปบางชนิด หรืออาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่มาก

(4) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำตลอด เช่น ผักที่บรรจุแน่น โดยไม่มีของเหลว ครีมซุป ผลิตภัณฑ์ในซอสข้น แยม คอร์นบีฟ เป็นต้น

(5) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายความร้อนแบบการนำ แล้วไปเป็นการพาความร้อนในช่วงหลังของการให้ความร้อน พบได้ในอาหารที่มีการสลายของเจล เช่น พุดดิง และน้ำมะเขือเทศ บางชนิดจากลักษณะของอาหาร เช่น ขนาดของชิ้นอาหาร ความหนืดในอาหารจะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนใน

อาหารแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย ได้แก่ รูปร่าง และขนาดภาชนะบรรจุ ลักษณะการจัดเรียงชิ้นอาหาร วิธีการฆ่าเชื้อ เป็นต้น

2.4.3 การเสียของอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ (2538) กล่าวว่า การเสียของอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low Acid Canned Food, LACF) มีสาเหตุที่สำคัญ ดังนี้

1) อาหารเสียก่อนการผ่านความร้อน อาหารกระป๋องเมื่อบรรจุเสร็จแล้วไม่นำไปผ่านความร้อนทันที ซึ่งอาจเกิดจากในกระบวนการผลิตนั้น ต้องใช้เวลาในการบรรจุ หรือมีเครื่องฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ต้องไม่วางอาหารที่บรรจุแล้วไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินไปก่อนที่จะนำไปฆ่าเชื้อ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารจะใช้เวลาในช่วงนั้นเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะย่อยสลายสารอาหารทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ และมีกลิ่นรสเปลี่ยนไป หลังจากที่อาหารเสียแล้วเมื่อนำไปฆ่าเชื้อก็เพียงแต่ทำลายแบคทีเรียเท่านั้น แต่อาหารก็เสื่อมคุณภาพก่อนที่จะผ่านการฆ่าเชื้อ

2) อาหารมีการปนเปื้อนแบคทีเรียหลังจากการฆ่าเชื้อแล้ว อาหารที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียเกิดขึ้นหลังผ่านความร้อนแล้วนั้น ทั้งนี้สาเหตุกระป๋องรั่วอาจเกิดจากกระป๋องที่มีลักษณะผิดปกติ มีรูรั่ว ปิดผนึกฝากระป๋องไม่แน่นสนิท ตะเข็บกระป๋องมีรอยรั่ว หรือตะเข็บกระป๋องแตก หรือตัวกระป๋องมีรูเล็กๆ เกิดจากการขนส่งที่ไม่ดี และน้ำที่ใช้ทำให้กระป๋องเย็นนั้นมีแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก ในการวิเคราะห์คุณภาพอาหารกระป๋องถ้าพบว่าในอาหารมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งรูปกลม หรือรูปท่อน พอจะสรุปได้ว่า การเสียของอาหารกระป๋องเกิดจากกระป๋องรั่ว

3) อาหารผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ถ้าเกิดพบว่ามีแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์ได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กระป๋องอยู่ในสภาพปกติ ตะเข็บกระป๋องไม่มีรูรั่ว สามารถอธิบายได้ว่าอาหารกระป๋องเสีย เนื่องจากการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตนั้นไม่เพียงพอ ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากเกินไป หรือปล่อยให้อาหารที่บรรจุแล้วรอก่อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อไว้นานเกินไปจนกระทั่งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบนั้นๆ มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อผิดปกติ เช่น เครื่องบันทึกอุณหภูมิ และเครื่องฆ่าเชื้อไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิ และเวลาในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ในบางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงสูตรของอาหารใหม่ที่ยังไม่ได้ทดลอง คำนวณค่าอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปใหม่ นั่นคือ อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อนั้นอาจไม่เพียงพอก็ได้ อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องตรวจสอบให้ถูกต้อง เนื่องจากอาจเกิดอันตรายจาก *Clostridium botulinum* ได้

4) อาหารมีการเจริญของจุลินทรีย์ Thermophiles โดยทั่วไปแบคทีเรียชนิดที่สร้างสปอร์จะเจริญได้ที่อุณหภูมิสูง และจะมีสปอร์ที่ทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของ Mesophiles จึงมักพบว่าอาหารกระป๋องที่ผ่านความร้อนในระดับที่ทำลายสปอร์ของ Mesophiles นั้นยังคงมีสปอร์ของแบคทีเรียชนิดที่ชอบความร้อนเหลืออยู่ ซึ่งทำให้อาหารเกิดการเสียจากแบคทีเรียชนิดดังกล่าวได้ ผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารควรจะควบคุมในขั้นตอนการที่ทำให้อาหารกระป๋องเย็นภายในระยะเวลาอันสั้นไม่ควรให้อาหารอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงนานเกินไป ถ้าปล่อยให้อาหารกระป๋องมีอุณหภูมิสูงจะเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียชนิดชอบร้อนได้ และจะเป็นสาเหตุการเสียของอาหารกระป๋องในที่สุด ดังนั้น ควรเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิที่แบคทีเรียชนิดชอบร้อนไม่สามารถเจริญได้ เพราะว่ากระบวนการแปรรูปอาหารกระป๋องไม่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรียชนิดชอบร้อนได้ ผู้ประกอบการจึงต้องหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจาก Thermophiles ให้มากที่สุด กล่าวคือ ควรเลือกใช้ส่วนผสมต่างๆ เช่น น้ำตาล และเครื่องเทศที่มีคุณภาพ ไม่ควรมีแบคทีเรียชนิดชอบร้อนปนเปื้อนอยู่ด้วย หลังจากผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้ว ควรแช่น้ำให้กระป๋องเย็นลงทันทีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 41 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ควรเก็บอาหารกระป๋องที่อุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส

2.4.4 ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

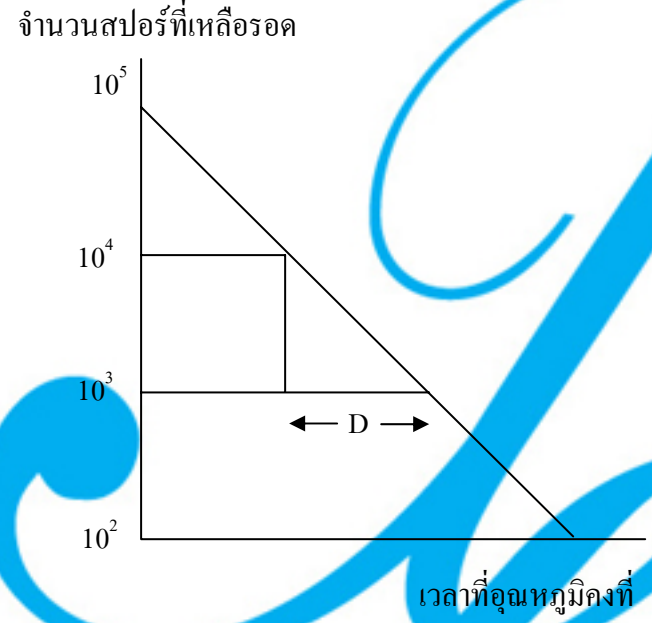
อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH>4.5) *Clostridium botulinum* เป็นจุลินทรีย์ที่อันตรายที่สุดชนิดหนึ่งสามารถที่จะสร้างสปอร์ มีความทนต่อความร้อนสูงโดยที่เชื้อสามารถจะเจริญเติบโตและผลิตสารพิษเอ็กโซทอกซิน (Exotoxin) ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนในภาชนะบรรจุปิดสนิท สารพิษดังกล่าวนี้อันตรายมากแม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยทั่วไปมีการให้ความร้อนแก่อาหารสูงกว่าความต้องการต่ำสุดนี้เนื่องจากว่าอาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในอาหารได้ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์, 2538)

2.4.5 ค่าที่เกี่ยวข้องในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

วิไล รังสาดทอง (2547) สรุปว่า มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 3 ตัว ดังนี้

1) ค่า D (Decimal Reduction Time) หมายถึง ระยะเวลาในการทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ร้อยละ 90 ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ โดยที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า D แตกต่างกัน การหาค่า D ทำได้โดยใส่สปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนแน่นอนลงในภาชนะบรรจุแล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ โดยใช้เวลาต่างๆ กัน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพลอตลงในกราฟ

เซมิลอค เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง โดยแนวตั้งเป็นสเกลแสดงจำนวนสปอร์ที่เหลือรอดอยู่ และในแนวนอนเป็นสเกลปกติ



ภาพที่ 3 จำนวนสปอร์ที่เหลือรอดที่อุณหภูมิคงที่ของเวลาหนึ่ง

ที่มา: วันชัย สิทธินุ่น (2546)

จากภาพที่ 3 ถ้าให้ความร้อนแก่สปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 10,000 สปอร์ ที่อุณหภูมิ 240 องศาฟาเรนไฮต์ พบว่าต้องใช้เวลานาน 10 นาที เพื่อจะลดจำนวนสปอร์จาก 10,000 ให้เหลือ 1,000 หรือลดลง 90% (1 log Cycle) ดังนั้น ค่า D_{240} เท่ากับ 10 นาที ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า D คือ ชนิดของสปอร์ และชนิดของอาหารที่สปอร์แขวนลอยอยู่

2) ค่า Z (Z-value) หมายถึง ค่าองศาฟาเรนไฮต์ หรือองศาเซลเซียสที่ต้องการเพื่อเปลี่ยน TDT Curve ไป 1 log Cycle หรืออุณหภูมิที่เปลี่ยนค่า D ไป 10 เท่า โดยค่า D และค่า Z ของแบคทีเรียที่พบในอาหารกระป๋องดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความทนทานต่อความร้อน (D, Z) ของแบคทีเรียที่พบในอาหารกระป๋อง

Bacterial Groups	**Approximate Range of Heat Resistance**	
	D	**Z**
Low-acid and Semi – acid Foods (pH above 4.5)		
Thermophiles (Spores)	D 250	
Flat – sour Group (*B. stearothermophilus*)	4.0 – 5.0	14 – 22
Gaseous – spoilage Group		
(*C. thermosaccharolyticum)*	3.0 – 4.0	16 – 22
Sulfide Stinkers (*C. nigrificans*)	2.0– 3.0	16–22
Mesophiles (Spores)		
Putrefactive Anaerobes		
C. botulinum (Type A and B)	0.10 – 0.20	14 – 18
C. sporogenes Group (including P.A. 3679)	0.10 – 1.5	14 – 18
Acid Food (pH 4.0 – 4.5)		
Thermophiles (Spores)	D 212	
B. coagilans (Facultatively Mesophilic)	0.01 – 0.07	14 – 18
Mesophiles (Spores)		
B. polymyxa and B. macerans	0.1 – 0.50	12 – 16
Butric Anaerobes (*C. pastuirianum*)	0.1 – 0.50	12 – 16
High-acid Foods (pH 4.00 and below)		
Mesophilic non Spore Bearing Bacteria	D 150	
Lactobacillus sp., Leuconostoc spp.,		
Yeasts and Molds	0.50 – 1.00	8 – 10

ที่มา: Stumbo C.R. (1973)

3) ค่า F (Sterilizing Value) หมายถึง จำนวนนาทีที่อุณหภูมิซึ่งใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด โดยวันชัย สิทธินุ่น (2546) ให้ข้อมูลว่า ในการหาค่า F_0 จำเป็นจะต้องทราบค่า Z และทราบอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งเรียกค่า F_0 ว่า ค่า Lethal Rate สามารถเปิดตารางหรือคำนวณได้จากสูตร

$$Lethal \quad Rate = \frac{1}{Log^{-1}\left[\frac{250 - CT}{Z}\right]}$$

ตารางที่ 4 ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด

ผลิตภัณฑ์อาหาร	ขนาดกระป๋อง	ค่า F_0
ขนมเค้ก	202×308	3 – 5
ถั่วในซอสมะเขือเทศ	ทุกขนาด	4 – 6
ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	307×409 หรือเล็กกว่า	6
ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	307×409 ถึง 603×700	6 – 8
แครอท	ทุกขนาด	3 – 4
ถั่วแขกในน้ำเกลือ	307×409 หรือเล็กกว่า	4 – 6
เห็ดในน้ำเกลือ	300×410	8 – 10
เนื้อในน้ำเกรวี	ทุกขนาด	12 – 15
ไส้กรอกในน้ำมัน	300×410 และเล็กกว่า	4 – 6
ไส้กรอกในน้ำเกลือ	300×410 และเล็กกว่า	3 – 4
แกงเนื้อใส่ผัก	300×410 และเล็กกว่า	8 – 12
ไก่ทั้งชิ้นในน้ำเกลือ	401×411 ถึง 603×700	15 – 18
ปลาในซอสมะเขือเทศ	300×410 และเล็กกว่า	10
อาหารสัตว์เลี้ยง	300×410	15 – 18
ซุปมะเขือเทศ	ทุกขนาด	3
ซุปข้าวโพด	307×409	5 – 6
หน่อไม้ฝรั่ง	ทุกขนาด	2 – 4
ข้าวโพดอ่อนในน้ำเกลือ	307×409	9

ที่มา: ดัดแปลงจากวิไล รังสาดทอง (2547)

ตารางที่ 5 ค่า F_0 ของอาหารกระป๋องที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง และคาร์โบไฮเดรตต่างกัน

pH ของผลิตภัณฑ์ก่อนให้ความร้อน	ค่า F_0 (นาที)		
	คาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ผักกระป๋อง (%)		
	3 – 6	9 – 12	15 และสูงกว่า
4.5 ถึง 5.0	0.5	1.0	2.0
5.0 ถึง 6.0	3.0	4.5	6.0
6.0 และสูงกว่า	4.0	6.0	8.0

ที่มา: ดัดแปลงจากวิไล รังสาดทอง (2547)

2.4.6 อัตราการแทรกผ่านความร้อน

อัตราการแทรกผ่านความร้อน (Rate of Heat Penetration) ความร้อนจะถ่ายเทจาก ไอน้ำ หรือผ่านภาชนะเพื่อเข้าสู่อาหารค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน แต่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนเข้าสู่อาหารมีดังต่อไปนี้

1) องค์ประกอบ และคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร

ของเหลว หรืออาหารบางชนิด เช่น เมล็ดถั่วลันเตาในน้ำเกลือ จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนมากกว่าการนำความร้อน เกิดจากของแข็งอาหารจะมีการนำความร้อนต่ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อนในองค์ประกอบของอาหาร และธรรมชาติของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะปริมาณกรด หรือ pH ที่มีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องการในการฆ่าเชื้อมาก โดยวิไล รังสาดทอง (2547) ให้ข้อมูลว่า ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

– pH หรือค่าความเป็นกรด – ด่างของอาหารกระป๋องเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในปริมาณความร้อนที่ต้องการในการฆ่าเชื้อ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH สูงกว่า 4.5) จะต้องการความร้อนมากกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำกว่า 4.5)

– a_w แสดงปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ หรือเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ อาหารกระป๋องส่วนใหญ่มีค่า a_w >0.98 ดังนั้นจุลินทรีย์ และสปอร์จึงสามารถเจริญได้ดี ถ้า a_w<0.95 เชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Staphylococcus aureus* จะถูกยับยั้ง ทำให้ความต้องการความร้อนในการฆ่าเชื้อน้อยลง

– น้ำหนักบรรจุ (Fill Weight) ถ้าการบรรจุมากเกินไปจะทำให้อัตราการแทรกผ่านความร้อนลดลง ในการทดลองให้ใช้น้ำหนักบรรจุที่มากสุดที่จะเกิดขึ้นในการผลิตจริง

– ขนาดชิ้นอาหารที่เรียกว่า Cut และการเรียงตัวอาหารในกระป๋อง ชิ้นอาหารขนาดใหญ่ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานกว่าชิ้นอาหารขนาดเล็ก อาหารที่มีขนาดเล็กมีแนวโน้มที่จะตกลงมา

อัดกันแน่นที่ก้นกระป๋อง หรือที่อาหารเรียงตัวตามแนวนอน หรือแนวตั้งจะมีการเคลื่อนที่ของของเหลวยากง่ายต่างกัน

– ความข้นหนืด (Viscosity/ Consistency) ความข้นหนืดมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน และระดับของการผสม (Agitation) ที่ช่องว่างเหนืออาหาร (Headspace) การใส่แป้งมากเกินไปหรือใช้แป้งผิดประเภทอาจทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ซึ่งจะเกิดปัญหาการให้ความร้อนไม่เพียงพอ (Under Processing) ได้

– การดูดคืนน้ำ (Rehydration) ขององค์ประกอบ สปอร์อาจจะเจริญได้ถ้าอาหาร และองค์ประกอบดูดน้ำคืนได้ไม่เพียงพอในระหว่างการแปรรูป ในความร้อนสปอร์เหล่านี้จะทนความร้อนได้นานกว่าในความร้อนชื้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะกำหนดมาตรฐานของขนาด และความหนาแน่นของส่วนผสมแห้ง

– วัตถุกันเสีย สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และสปอร์ เช่น เกลือไนเตรท ไนไตรท์ ที่จะใช้ในการผลิตภัณฑ์เนื้อหมักไส้กรอก

– อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลวที่บรรจุ การบรรจุของแข็งมากเกินไปจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนช้าลง

– การเตรียมวัตถุดิบ เช่น มีการลวก หรือแช่น้ำ หรือสารละลายก่อนหรือไม่

– ช่องว่างเหนืออาหารในกระป๋อง ถ้ามีช่องว่างนี้ไม่เพียงพอ จะทำให้การหมุนเวียนของอาหารในกระป๋องไม่เพียงพอ และอาจเกิดการให้ความร้อนไม่เพียงพอได้

– อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารก่อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ

2) ขนาดของผลิตภัณฑ์ การส่งผ่านความร้อนไปยังจุดกึ่งกลางในการบรรจุขนาดเล็กจะทำให้ได้เร็วกว่าในบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่กว่า

3) การหมุนกระป๋องในแนวนอน หรือในแนวตั้งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของในการพาความร้อน และเพิ่มอัตราการแทรกผ่านความร้อนในอาหารที่มีความหนืด หรืออาหารกึ่งแข็ง เช่น เมล็ดถั่วในซอสมะเขือเทศ

4) อุณหภูมิของเครื่องฆ่าเชื้อ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอาหาร และตัวกลางให้ความร้อนที่สูงกว่าจะให้การแทรกผ่านความร้อนที่เร็วกว่า

5) รูปร่างของผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะสูงส่งผลให้เกิดการพาความร้อนดีขึ้นในอาหารที่ได้รับความร้อนด้วยการพา

6) ชนิดของบรรจุภัณฑ์ การส่งเสริมความร้อนผ่านโลหะจะเร็วกว่าผ่านแก้ว หรือพลาสติก เนื่องจากความร้อนแตกต่างเรื่องคุณสมบัติการนำความร้อน

2.4.7 การส่งผ่านความร้อนในอาหารกระป๋อง

อัตราความร้อนที่มีปริมาณความร้อนแผ่กระจายไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุด (Cold Pint หรือ Slowest Heating Point) ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งเกิดขึ้นไม่เท่ากันในอาหารเหลว การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพาความร้อน ซึ่งเกิดขึ้นได้เร็วกว่าในอาหารแข็งที่เป็นแบบนำความร้อน (Conduction) ดังนั้น ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อจึงสั้นกว่าการถ่ายเท ความร้อนเข้าสู่อาหารกระป๋องจะเกิดขึ้นไม่เท่ากันทุกจุด ส่งผลให้การกำหนดระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต้องนานเพียงพอที่ความร้อนจะแผ่กระจายไปยังจุดที่ได้รับความร้อนช้าที่สุดของอาหารนอกจากนี้ ยังมีขนาดของกระป๋องมีผลต่อการฆ่าเชื้อ เพราะว่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กระป๋องขนาดใหญ่จะใช้เวลานานกว่าขนาดเล็ก โดยรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิจ (2538) ให้ข้อมูลว่า ตำแหน่งที่จุดร้อนช้าที่สุด สามารถแบ่งตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายในกระป๋องออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1) อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection Heating)

การพาความร้อนเกิดขึ้นจากความหนาแน่นของตัวกลาง คือ โมเลกุลของอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าก็จะเคลื่อนที่ขึ้นมาข้างบน ขณะเดียวกันโมเลกุลอาหารที่มีความหนาแน่นมากกว่า (หนักกว่า) จะเคลื่อนมาแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารเหลวภายในกระป๋อง ซึ่งก็จะทำให้สมมาตรของอาหารเสียไป ดังนั้น จุดร้อนช้าที่สุดของกระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยการเรียงกันในแนวตั้งจะอยู่ที่ประมาณ ¾ นิ้ว จากด้านล่างของกระป๋องสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสำหรับกระป๋องขนาดใหญ่ เช่น กระป๋องเบอร์ 10 (603 ×700) จุดที่ร้อนช้าที่สุดอยู่ที่ประมาณ 1½ นิ้ว จากด้านล่างกระป๋อง

การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced Convection) จะมีแรงภายนอกมาบังคับให้โมเลกุลของอาหารเคลื่อนที่เกิดการผสมของของเหลวภายในกระป๋อง ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อน เกิดได้เร็วขึ้น เช่น การฆ่าเชื้อใน Agitating Cooker ซึ่งมีการหมุนของกระป๋องระหว่างการฆ่าเชื้อมักไม่พบจุดร้อนช้าที่สุด

2) อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction Heating)

อาหารในกระป๋องจะได้รับความร้อนในทุกทิศผ่านผนังกระป๋องผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารซึ่งอยู่บริเวณกึ่งกลางของกระป๋อง (Geometric Center) นั่นคือ พลังงานความร้อนจะถูกถ่ายเทจากบริเวณที่มีพลังงานสูง หรืออุณหภูมิสูง (อาหารที่ติดอยู่กับฝากระป๋อง) ไปยังบริเวณที่อุณหภูมิต่ำ (จุดที่ร้อนช้าที่สุด) โดยผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนแบบนำนั้น อนุภาคของอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจึงไม่เร็วเหมือนกับการการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

3) อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม

อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสมเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืดประกอบด้วย ซึ่งในช่วงแรกของการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบพาความร้อน จึงเปลี่ยนเป็นการนำความร้อนจะได้กราฟลักษณะพิเศษเรียกว่า Broken Heating Curve คือจะไม่เป็นเส้นตรงตลอดแนว แต่เป็นเส้นที่มีการเปลี่ยน Slope เหมือนกับเส้นตรง 2 เส้น ที่มีความชันแตกต่างกันมาต่อกับอาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีการบรรจุอาหารชิ้นใหญ่ๆ ในของเหลว จุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่ประมาณกึ่งกลาง มีการถ่ายเทความร้อนแบบนำ (จุดกึ่งกลาง) และการพาความร้อน

2.4.8 การผลิตอาหารกระป๋อง

ประวัติของอาหารกระป๋อง

การทำอาหารกระป๋อง (Canning) เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเตอริไลซ์วิธีหนึ่งค้นพบโดย นิโคลัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2353 โดยเขาได้รับรางวัลจากการค้นพบวิธีการถนอมอาหารด้วยความร้อน โดยการบรรจุอาหารลงในขวดแก้วปากกว้างปิดฝาด้วยจุกไม้ก๊อกให้แน่นแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด แล้วจากนั้นทำให้เย็นลงทันทีทำหลายครั้งสลับกัน พบว่าสามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้เป็นเวลานาน โดยไม่เสีย ต่อมาได้มีการผลิตในประเทศอังกฤษ และมีการเริ่มการใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก ทำให้มีการนำกระป๋องโลหะนี้ใช้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกกว่า และไม่แตกง่ายเหมือนขวดแก้ว ปัจจุบันกระป๋องโลหะนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยมีขนาด และรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307×409 หมายถึงกระป๋องที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว และสูง 4 ขนาดของกระป๋องที่ใช้กันทั่วไปดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้กันทั่วไป

ชื่อกระป๋อง	ขนาด	ความจุของน้ำที่ 20 องศาเซลเซียส (ออนซ์)
เบอร์ 1	200 × 400	10.94
เบอร์ 2	307 × 409	20.55
เบอร์ 2 1/2	401 × 411	29.79
เบอร์ 3	404 × 414	35.08
เบอร์ 10	603 × 700	109.43

ที่มา: จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ (2546)

กรรมวิธีในการผลิตอาหารกระป๋อง

วิไล รังสาดทอง (2547) กล่าวว่า การผลิตอาหารกระป๋องประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนนี้จะแตกต่างกันไปตามวัตถุดิบที่ใช้ เริ่มจากการทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก หรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาด และความแก่อ่อนเพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการตัดแต่งแยกส่วนที่ไม่ต้องการออกไป ตัดแต่งส่วนที่บริโภคได้ให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ

2) การลวกด้วยน้ำร้อน (Blanching) มีหลายวิธีทั้งจุ่มวัตถุดิบลงในน้ำเดือด หรือการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะมีเครื่องมือเฉพาะที่ใช้สำหรับลวกวัตถุดิบเรียกว่า Blancher ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ และเวลาได้อย่างเหมาะสม การลวกด้วยน้ำร้อน มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- ทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี และกลิ่น
- กำจัดรสเฝื่อน ฝาด ขม และเมือกออกจากวัตถุดิบ รวมทั้งกำจัดอากาศจากผิวหน้าของวัตถุดิบ
- ให้วัตถุดิบหดตัว และนิ่ม สะดวกในการบรรจุ
- ลดปริมาณจุลินทรีย์

3) การบรรจุ (Filling) ซึ่งเป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบที่ได้เตรียมไว้แล้วบรรจุลงในภาชนะบรรจุอาจเป็นขวด หรือกระป๋องโลหะ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อน แล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ลงไป ปัจจุบันนี้ภาชนะบรรจุอาจเป็นถุง หรือกล่องพลาสติกก็ได้ของเหลวมักจะบรรจุขณะร้อน

4) การไล่อากาศเป็นขั้นตอน การไล่อากาศในภาชนะบรรจุให้ออกไปให้มากสุดเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

- ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุอาหาร ป้องกันตะเข็บของภาชนะบรรจุแตกในระหว่างการฆ่าเชื้อเพราะถ้ามีอากาศจะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก
- รักษาคุณภาพของอาหาร เพราะหากไม่มีออกซิเจนในกระป๋องจะทำให้คุณภาพอาหารไม่เปลี่ยนแปลง และช่วยป้องกันการบวมของกระป๋องเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง หรือในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากๆ
- ช่วยให้เก็บอาหารกระป๋องได้นาน

การทำให้เป็นสุญญากาศทำได้โดยบรรจุส่วนที่เป็นของเหลวในขณะร้อนแล้วปิดผนึกทันที หรือใช้เครื่องไล่อากาศ (Exhauster) โดยพ่นไอน้ำลงเหนืออาหารแล้วทำการปิดผนึกทันทีก่อนทำเย็น เมื่อกระป๋องเย็นลงไอน้ำจะรวมตัวเป็นหยดน้ำเกิดเป็นสุญญากาศขึ้น หรืออาจจะทำการปิดผนึกฝาภาชนะในสภาพที่เป็นสุญญากาศก็ได้

5) การปิดผนึก (Seaming) สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝา และขอบของกระป๋องหลังการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่ (Double Seam) แต่ถ้าเป็นขวดแก้วจะใช้ฝาเหล็กเคลือบดีบุกแบบหมุนเกลียว หรือตะเข็บงอขั้นตอนการปิดผนึกต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการรั่วของภาชนะบรรจุ

6) การฆ่าเชื้อ (Process) หมายถึง การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะที่ปิดสนิทปริมาณความร้อนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร รูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุอาหาร การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องจะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อที่เราต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากที่สุดในการผลิตอาหารกระป๋อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เนื่องจาก *Clostridium botulinum* เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ในอุณหภูมิปกติ (*Mesophile*) และไม่ต้องการอากาศ (Anaerobe) ในการเจริญเติบโต และสร้างสารพิษ พบว่ามีอยู่ 6 สายพันธุ์ คือ A B C D E และ F ชนิดที่เป็นอันตรายในคน คือ A B E และ F แม้ว่าเซลล์ของ *Clostridium botulinum* จะถูกทำลายที่อุณหภูมิไม่สูงนักประมาณ 82.2 – 93.2 องศาเซลเซียส และสารพิษในสปอร์ค่อนข้างทนความร้อนสูงจึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หากใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารไม่เพียงพอ เพราะปริมาณสารพิษเพียงเล็กน้อยประมาณหนึ่งส่วนในล้านส่วนสามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้

จากการศึกษาพบว่าสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ชนิด A ทนความร้อนสูงมาก ณ อุณหภูมิน้ำเดือดจะอยู่ได้นานถึง 4 ชั่วโมง ในอุตสาหกรรมอาหารทดสอบว่าปริมาณ ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารเพียงพอ หรือไม่นั้นจะใช้เชื้อ P.A. 3679 เป็นตัวแทนในการทดสอบเพราะว่าสปอร์มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเช่นเดียวกับสปอร์ของ *Clostridium botulinum* แต่ไม่สร้างสาร และสะดวกในการใช้งาน และนอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบการเสื่อมเสียของอาหารจากเชื้อนี้ได้ง่ายเพราะมีก๊าซเกิดขึ้นแล้วทำให้กระป๋องบวม

ดังนั้นในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องจึงถือเอาอุณหภูมิ และเวลาที่ทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* เป็นหลัก ถ้าอาหารปลอดภัยจากสปอร์ และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่า ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีสามารถทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ได้ แต่อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหาร อาหารที่มีความเป็นกรดสูงจะใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่เป็นกรดต่ำบางครั้งในโรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมเติมกรดลงในอาหารบางชนิดเพื่อจะได้ลดปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ

7) การทำเย็น (Cooling) การทำเย็นมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหารหลังจากฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็น จนกว่าอุณหภูมิลดลงถึงระดับหนึ่งซึ่งจะยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิทปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋อง เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา

8) การปิดฉลาก และบรรจุหีบห่อ (Labeling and Packing) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตก่อนที่จะจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคต่อไป

2.4.9 ระบบการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ท

วิไล รังสาดทอง (2547) ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ระบบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ท (Retorting หรือ Heat Processing) มีดังนี้

1) การฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำอิ่มตัว

เมื่อไอน้ำอิ่มตัวกลั่นตัวลงที่ด้านนอก จะมีการถ่ายเทความร้อนแฝงไปยังอาหาร ถ้ามีอากาศอยู่ในเครื่องฆ่าเชื้อ อากาศนี้จะรวมตัวเป็นฉนวนฟิล์มอยู่รอบๆ กระป๋อง และขัดขวางการควบแน่นของไอน้ำทำให้อาหารได้รับความร้อนไม่เพียงพอ อุณหภูมิที่ได้รับก็จะต่ำกว่าอุณหภูมิไอน้ำอิ่มตัว จึงจำเป็นต้องกำจัดอากาศ (Venting) ภายในเครื่องฆ่าเชื้อทั้งหมดให้ออกไปก่อนโดยการแทนที่ด้วยไอน้ำ

หลังการสเตอริไลซ์ หรือฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะเป็นการหล่อเย็นอาหารในบรรจุภัณฑ์ด้วยน้ำเย็น ไอน้ำจะควบแน่นอย่างรวดเร็ว ส่วนอาหารจะเย็นลงอย่างช้าๆ แต่ความดันภายในบรรจุภัณฑ์จะยังสูงอยู่ ความดันอากาศที่ยังสูงอยู่นี้จะช่วยป้องกันแรงเค้นที่รอยปิดผนึก (Pressure Cooling) เมื่ออาหารเย็นลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ความดันของอากาศก็จะลดลง และเย็นลงจนกระทั่งประมาณอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้บรรจุภัณฑ์จะแห้งเองเพื่อป้องกันสนิม และฉลากจะติดแน่นเร็วขึ้น ถาดที่ทำจากโพลิเมอร์แบบแข็ง จะได้รับความร้อนเร็วกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่น ๆ เนื่องจากมีหน้าตัดบางกว่า การฆ่าเชื้ออาหารในถาดแข็งนี้ใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบทั่วไป โดยใช้ไอน้ำอิ่มตัวที่ 121 องศาเซลเซียส

2) การฆ่าเชื้อโดยใช้น้ำร้อน

การฆ่าเชื้ออาหารซึ่งบรรจุในแก้ว หรือรีทอร์ท เพาช์ จะใช้การฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนภายใต้ความดันสูง บรรจุภัณฑ์แก้วจะหนากว่ากระป๋องโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรง นอกจากนี้แล้วแก้วยังมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าโลหะ การแทรกของความร้อนผ่านแก้วจึงจะช้ากว่าโลหะ ทำให้ต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนนานกว่า นอกจากนี้แล้วยังเสี่ยงต่อการแตกร้าว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว อาหารในรีทอร์ท เพาช์ จะได้รับความร้อนเร็วกว่าวัสดุอื่น

เนื่องจากบรรจุภัณฑ์มีหน้าตัดบางกว่า จะทำให้สามารถประหยัดพลังงาน และยังป้องกันผิวหน้าของอาหารไม่ให้ได้รับความร้อนมากเกินไปในรีทอร์ทเพาช์ จะนิยมให้ความร้อนแก่อาหารเหลว หรืออาหารกึ่งเหลวในแนวนอนเพื่อให้อาหารมีความหนาพอกัน การวางบรรจุภัณฑ์ในแนวตั้งจะช่วยให้การหมุนของน้ำร้อนในเครื่องดี แต่จำเป็นต้องใช้เครื่องยึดโครงเพื่อป้องกันไม่ให้รีทอร์ท เพาช์ ตกมารวมกันข้างล่าง ซึ่งก็จะทำให้อัตราการแทรกผ่านความร้อน และระดับการสเตอริไลซ์เปลี่ยนไป ถึงแม้ว่ารีทอร์ท เพาช์ จะเป็นที่นิยมในแถบตะวันออกไกล และนิยมใช้ในการบรรจุอาหารสำหรับทหาร แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเชิงการค้าทั้งในยุโรป และอเมริกา

2.5 บรรจุภัณฑ์

2.5.1 กระป๋อง

กระป๋อง (Can) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่มี 2 ประเภท คือ กระป๋อง 3 ชิ้น (3 – piece Can) และกระป๋อง 2 ชิ้น (2 – piece Can)

<u>กระป๋อง 3 ชิ้น</u> ประกอบด้วย ตัวกระป๋อง ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กเชื่อมต่อกันโดยตะเข็บข้างแผ่นเหล็ก 2 ชนิด คือ แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก และแผ่นเหล็กทินฟรี

<u>กระป๋อง 2 ชิ้น</u> กระป๋องชนิดนี้ไร้ตะเข็บข้าง ประกอบด้วย ตัวกระป๋อง และฝา โดยตัวกระป๋องกับส่วนล่างเป็นชิ้นเดียวกัน และมีฝาบน วัสดุที่ใช้ ได้แก่ แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก แผ่นเหล็กทินฟรี และอลูมิเนียม

กระป๋องที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

กระป๋องที่มีฝาปิดเฉพาะที่ก้นถ้วยตะเข็บแบบ 2 ชั้น ด้านข้างยึดด้วยตะเข็บ-บัดกรีด้านนอกเท่านั้น (The Open Top Can) เป็นกระป๋องที่นิยมใช้ในการบรรจุอาหารประเภทเนื้อ ผัก และผลไม้มากที่สุด

กระป๋องที่ปิดฝาทั้งสองด้านด้วยบัดกรีตลอดตัวกระป๋องมีตะเข็บข้างยึดเกี่ยวส่วนใหญ่บรรจุนม อาหารประเภท Corned Beef เป็นต้น

กระป๋องที่ทำเป็นตัวกระป๋อง และก้นถ้วยโลหะแผ่นเดียวกัน มักใช้บรรจุอาหารประเภทปลา และ Meat Paste (วิไล รังสาดทอง, 2547)

กระป๋องบรรจุอาหาร วัสดุที่ใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร มี 3 ชนิด คือ

1. กระป๋องเคลือบดีบุก กระป๋องชนิดนี้ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกเหมาะสำหรับบรรจุผักผลไม้ที่มีสีอ่อน ไม่มีสีขาวละลายน้ำ มีความเป็นกรดต่ำ (pH>4.5) และมีโปรตีนต่ำ เช่น ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ แห้ว สับปะรด เป็นต้น ผลไม้เหล่านี้ เมื่อใส่กระป๋องชนิดนี้ จะทำให้มีรสชาติ และสีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าบรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ ทั้งนี้เพราะกรดในผลไม้เมื่อทำ

ปฏิกิริยากับดีบุกที่เคลือบผิวกระป๋องจะทำให้อาหารมีกลิ่น และรสเฉพาะรวมทั้งทำให้อาหารมีสีขาวขึ้น

2. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ กระป๋องชนิดนี้ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือแผ่นเหล็กเคลือบโครเมียม หรือแผ่นอลูมิเนียม แล้วนำมาเคลือบแลคเกอร์ที่ผิวอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้คุณภาพของอาหารเสียไปเหมาะสำหรับบรรจุอาหารที่ทำปฏิกิริยากับดีบุก หรือเหล็กแล้ว ทำให้คุณภาพของอาหารเสียไป ใช้บรรจุอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ และปลาที่มีสารประกอบของกำมะถันอยู่ในปริมาณที่สูง เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารทะเล หรือผักบางชนิด รวมทั้งผัก หรือผลไม้ที่มีสี และอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรดค่อนข้างสูง เช่น ผลไม้บางชนิด นอกจากนี้อาหารบางชนิดที่มีการเติมสารฟอกสี พวกโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ จำเป็นต้องบรรจุในกระป๋องที่เคลือบแลคเกอร์ เช่น เห็ด หน่อไม้ หน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อกำมะถันทำปฏิกิริยากับดีบุกที่เคลือบกระป๋องทำให้เกิดรอยดำ แม้ว่าบริโภคแล้วจะไม่ทำให้เป็นอันตรายต่อร่างกายแต่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการเลือกใช้กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ ผู้ผลิตจะต้องเลือกใช้ชนิดของแลคเกอร์ให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิดด้วย

ยุพาพรรณ รักบัว (2550) ให้ข้อมูลว่า แลคเกอร์มีหลายชนิดแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภททนกรด ทนกำมะถัน และประเภททั่วไป ซึ่งเหมาะจะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละประเภทดังนี้

1. ประเภททนกรด สำหรับกระป๋องบรรจุผักผลไม้แปรรูป ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น น้ำมะเขือเทศ สตรอเบอรีกระป๋อง สับปะรด เป็นต้น

2. ประเภททนกำมะถัน สำหรับกระป๋องบรรจุอาหารทะเล ซึ่งจะมีปริมาณกำมะถันประกอบอยู่สูง เช่น ปลาซาร์ดีน หอยลาย เป็นต้น

3. ประเภททั่วไป สำหรับกระป๋องบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไปที่ไม่มีฤทธิ์เป็นกรด และไม่มีกำมะถันประกอบอยู่ เช่น นมข้นหวาน นมข้นจืด
หมายเหตุ อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ และปลาจะมีกรดอะมิโน และในกรดอะมิโนก็มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง

4. กระป๋องอลูมิเนียม ถึงแม้ว่าการใช้แผ่นเหล็กทำภาชนะบรรจุจะมีความก้าวหน้ามากก็ยังมีผู้สนใจที่จะหาภาชนะบรรจุจากโลหะชนิดอื่นๆ อีก โลหะที่ได้รับความสนใจมากที่สุดคืออลูมิเนียมจะมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของกรด และมีน้ำหนักเบา กระป๋องอลูมิเนียมที่ใช้บรรจุอาหาร เช่น ปลากระป๋อง เครื่องดื่ม นมผง เป็นต้น กระป๋องอลูมิเนียมเกือบทุกชนิดเป็นแบบที่ใช้ความสะดวกในการเปิด อาจมีแหวนสำหรับเปิดฝาออก หรือเปิดขอบข้างริมตะเข็บ

5. กระป๋องกระดาษ (Composite Can) เป็นภาชนะบรรจุที่ทำจากวัสดุ 2 ชนิด คือ ตัวกระป๋องทำด้วยกระดาษแข็ง แต่ฝาทำด้วยโลหะ หรือพลาสติก ตัวทำด้วยกระดาษแข็ง โดยปกติทำด้วยกระดาษกราฟ เมื่อม้วนตัวกระดาษแข็งเรียบร้อยแล้วก็บุทับอีกทีหนึ่ง สิ่งที่ใช้บุอาจทำด้วย Panchment Paper กระดาษชุบเทียน แผ่นอลูมิเนียม Glassine หรือเป็นกระดาษชุบโพลิเอทิลีน ฝาอาจจะทำเป็นแบบครอบ หรือแบบสวมได้ หรืออาจทำเป็นตะเข็บคู่ กระป๋องแบบนี้มีลักษณะที่ดีกว่ากระป๋องโลหะ เพราะสามารถจะทำลายได้ง่าย ในปัจจุบันกระป๋องแบบนี้ใช้บรรจุอาหารจำพวกมันฝรั่งทอดกรอบ (Potato Chip) ถั่วอบ หรืออาหารแห้งอื่นๆ

2.5.2 รีทอร์ท เพาช์

บุษกร ประดิษฐนิยกูล (2550) กล่าวว่า รีทอร์ท เพาช์ (Retort Pouch) เป็นชื่อของบรรจุภัณฑ์ประเภทหนึ่งที่สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานเป็นปี เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นการทดแทนการใช้กระป๋องโลหะ โดยมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1950 สำหรับนำมาใช้ในการบรรจุเสบียงแจกแก่ทหารในขณะออกรบต่อมาการใช้รีทอร์ท เพาช์ ได้แพร่หลายมากขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร และยาในหลายๆ ประเทศ ทั้งญี่ปุ่น และประเทศในแถบยุโรป ผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมในบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น อาหารประเภทเนื้อ ปลา ซุป น้ำผลไม้ ขนมอบ เป็นต้น

รูปแบบของรีทอร์ท เพาช์ ที่นิยมที่สุดคือ เป็นถุง ประกอบด้วยวัสดุอ่อนตัว ซึ่งทำจากฟิล์มพลาสติกหลายชิ้น มักมีการเสริมคุณสมบัติให้สามารถสกัดกั้นไอน้ำ และก๊าซได้ดี ด้วยการใช้ร่วมกับอะลูมิเนียมฟอยล์ คุณสมบัติที่สำคัญของรีทอร์ท เพาช์ ได้แก่ ต้องทนอุณหภูมิช่วงต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส และสูงถึง 121 องศาเซลเซียสได้ ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร พร้อมสามารถรักษากลิ่นและรสชาติของอาหารไว้ได้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย รวมทั้งต้องมีความแข็งแรงไม่แตก หรือฉีกขาดง่ายด้วย โดยที่หลักการทั่วไปของรีทอร์ท เพาช์ คือ เมื่อผลิตออกมาเป็นถุงตามโครงสร้างที่ต้องการจะทำการบรรจุอาหารลงในถุง แล้วดึงอากาศที่เหลือออกก่อนปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน หลังจากนั้นจึงทำการฆ่าเชื้อภายใต้ความดันระหว่าง 25 – 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถ้าใช้ความดันมากกว่านี้ จะมีผลทำให้รอยปิดผนึกของถุงแตกได้ การฆ่าเชื้อดังกล่าวมีการใช้กันอยู่ 3 วิธีคือ ใช้น้ำ – อากาศ ไอน้ำ – อากาศ และรังสีไมโครเวฟ ขนาดบรรจุของรีทอร์ท เพาช์ ที่ออกสู่ตลาดในปัจจุบันมีทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ขนาดเล็กสำหรับการขายปลีก มีความจุ 4, 8 และ 16 ออนซ์ ส่วนขนาดใหญ่สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมมีความจุ 32 ออนซ์ สำหรับประเทศไทย แม้ว่าการใช้รีทอร์ท เพาช์ จะยังไม่แพร่หลายมากนักในขณะนี้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง แต่ก็มีแนวโน้มที่ดีในอนาคต เพื่อสนองตอบต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย ซึ่งนับวันจะก้าวหน้ายิ่งขึ้น

การแข่งขันกันทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการบรรจุภัณฑ์จะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารของไทยสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

ประวัติความเป็นมาของรีทอร์ท เพาช์

หลักการของรีทอร์ท เพาช์ ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1950 โดยกองทัพสหรัฐอเมริกต้องการที่จะผลิตอาหารสำหรับทหารเรียกว่า MRE (Meal Ready to Eat) วัตถุประสงค์ของการผลิตรีทอร์ท เพาช์ ก็เพื่อใช้งานในลักษณะแบบเดียวกันกับกระป๋องโลหะ และนำมาบริโภคได้โดยง่าย แต่มีน้ำหนักเบา การวิจัยเพื่อพัฒนาได้ดำเนินมาตลอดจนกระทั่งในปีค.ศ.1965 ในประเทศอิตาลีได้ผลิตรีทอร์ท เพาช์ ในเชิงการค้าขึ้นเป็นครั้งแรก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยวัสดุ 4 ชั้น อัดติดกัน ดังนี้

ชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด เป็นพลาสติกชนิดโพลิเอสเทอร์ (Polyester) ที่มีความหนาประมาณ 12 ไมครอน และมีสมบัติแข็งแรงทนทาน ต้านทานแรงกระแทกได้ดี ทนต่ออุณหภูมิสูง มีความเหนียว ไม่ฉีกหรือขาดง่าย และสามารถพิมพ์ข้อความ หรือภาพกราฟฟิกได้โดยไม่หลุดลอก

ชั้นที่ 2 เป็นพลาสติกชนิดไนลอน (Nylon) มีความหนา 15 – 25 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่ป้องกันไอน้ำได้ปานกลาง

ชั้นที่ 3 เป็นชั้นของอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil) มีความหนา 7 – 9 ไมครอน ชั้นนี้มีสมบัติป้องกันแสงอากาศ หรือจุลินทรีย์ และกลิ่นได้ดี และยังเป็นตัวนำความร้อนที่ดี เพราะมีพื้นที่ผิวมากกว่ากระป๋อง หรือขวดแก้ว จึงทำให้ใช้ความร้อนในขณะแปรรูปน้อยกว่า

ชั้นที่ 4 เป็นพลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน (Polypropylene) เป็นชั้นในสุดมีความหนา 70 – 100 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการรั่วซึม มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นสูง สามารถปิดผนึกได้ดี และเนื่องจากต้องสัมผัสกับอาหาร ดังนั้น รีทอร์ท เพาช์ ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร (บุษกร ประดิษฐนิยกูล, 2550)

บางครั้งจะพบรีทอร์ท เพาช์ มีลักษณะใส (Foil Free Pouch) เนื่องมาจากมีการใช้พลาสติกอื่น ซึ่งมีสมบัติในการช่วยป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดี ดังเช่น โพลิเอทิลิน หรือเอทิลินไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์ (EVOH) แทนการใช้อลูมิเนียมฟอยล์ โดยในระหว่างชั้นของพลาสติกจะมีชั้นของกาวเป็นตัวทำหน้าที่ยึดพลาสติกแต่ละชั้นให้ติดกัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2550)

บุษกร ประดิษฐนิยกูล (2550) กล่าวว่า ข้อดีของรีทอร์ท เพาช์เมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะ และแก้ว ดังนี้

1) มีความหนาน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น จึงช่วยลดเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ลดโอกาสที่จะทำให้อาหารสุกเกินไป (Over Cook) ทำให้คุณภาพ และรสชาติของอาหารดีกว่ามีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย โรงงานผู้ผลิตสามารถจะประหยัดพลังงานได้เพราะว่ารีทอร์ท เพาช์ มีความหนาน้อยกว่าจึงมีการถ่ายเทความร้อนได้เร็วกว่ากระป๋อง หรือแก้ว

2) เปิดได้ง่ายจึงไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเปิด และไม่มีอันตรายอันเนื่องจากการเปิดเพื่อบริโภค บางครั้งมีซิปติดอยู่เพื่อช่วยให้ความสะดวกในการปิด และเปิดใหม่

3) สามารถที่จะลวดลายลงบนภาชนะได้โดยตรง และสวยงามกว่า ทำให้มีความคงทนและดึงดูดใจผู้บริโภคมากกว่า

4) ช่วยลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากรีทอร์ท เพาช์ มีลักษณะแบนบางจึงสามารถจะขนส่งได้มากขึ้นในแต่ละครั้ง

5) ต้องการพื้นที่เก็บน้อย โดยเฉพาะการเก็บรีทอร์ท เพาช์ ที่ยังไม่ได้บรรจุ ใช้พื้นที่เก็บน้อยมากเมื่อเทียบกับกระป๋องเปล่าโดยพื้นที่ของรถพ่วง (Trailer) ขนาด 45 ฟุต สามารถบรรจุกระป๋องขนาด 8 ออนซ์ ได้ 200,000 กระป๋อง แต่บรรจุรีทอร์ท เพาช์ ได้ 2.3 ล้านซอง

6) ปลอดภัยจากโลหะหนัก และการกัดกร่อนโพลิโพรพิลีน อลูมิเนียมฟอยล์ และไนลอนโพลิเอสเทอร์ (ชั้นนอกสุด)

ข้อเสียของรีทอร์ท เพาช์

1) เพิ่มต้นทุนในการผลิต อันมาเนื่องจากซองมีราคาแพง มีการลงทุนในเรื่องของเครื่องจักรสูง การบรรจุทำได้ช้า และยุ่งยากกว่าการใช้กระป๋อง หรือแก้ว

2) การผลิตจะต้องมีการควบคุมอย่างละเอียด เพราะการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ท เพาช์ มีความยุ่งยากมาก เช่น ต้องควบคุมความดันภายในถุง และภายนอกถุงไม่ให้มีความแตกต่างกันมาก ตะเข็บอาจจะแตกได้

3) ในการขนส่งต้องสิ้นเปลืองหาวัสดุประเภทอื่นมาห่อหุ้มตัวบรรจุภัณฑ์อีกครั้ง เพราะรีทอร์ท เพาช์มีความบางมากจึงเกิดการฉีกขาด หรือทะลุได้ง่าย

2.6 ความรู้เบื้องต้นในการประกอบธุรกิจส่งออก

ธุรกิจภาคการส่งออกของไทยในช่วงที่ผ่านมา มีอัตราการขยายตัวที่สูง และรวดเร็วมาก ซึ่งเป็นกลไกสำคัญอย่างหนึ่งที่ผลักดันให้เศรษฐกิจของประเทศให้มีอัตราการขยายตัวอยู่ในระดับที่สูง นับว่าเป็นธุรกิจอีกแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อผู้ประกอบการเอง และประเทศชาติ เนื่องจากเป็นธุรกิจที่สามารถจะนำเงินตราต่างประเทศเข้ามาสู่ประเทศไทยเราเป็นจำนวนมากในปีหนึ่งๆ รายได้เหล่านี้ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ถูกนำมาใช้พัฒนา และแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้น ดังนั้น เพื่อให้ธุรกิจการส่งสินค้าออกของไทยประสบความสำเร็จ และมีมูลค่าการส่งออกเพิ่มมากขึ้น ผู้ประกอบการที่จะเข้ามาในธุรกิจนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ขั้นตอน และกระบวนการปฏิบัติต่างๆ ในการส่งออกสินค้าให้ดีเสียก่อนเนื่องจากขั้นตอนการส่งออกสินค้าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบธุรกิจส่งออกจะต้องทำความเข้าใจ และศึกษาข้อปฏิบัติให้ถูกต้อง เพื่อให้การประกอบธุรกิจส่งออกเป็นไป อย่างสะดวกและได้รับผลสำเร็จคุ้มค่ากับความตั้งใจในการลงทุน

ศูนย์สารสนเทศการค้าระหว่างประเทศ (2550) อ้างว่า ความสำคัญของภาคการส่งออกสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.6.1 ผลักดันในด้านการขยายการลงทุน และสร้างความต้องการแรงงาน

การส่งออกที่ขยายตัวขึ้นย่อมทำให้ผู้ผลิตต้องขยายการผลิต หรือมีการลงทุนเพิ่มมากขึ้น และโดยส่วนใหญ่แล้วระบบการผลิตของไทยก็เป็นระบบการผลิตที่ใช้แรงงานในสัดส่วนที่มากกว่าเครื่องจักร (Labour Intensive) ดังนั้นจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดความต้องการแรงงานเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยในการสร้างความต้องการแรงงานให้แก่ประเทศที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง นอกจากนี้แล้วยังมีผลต่อการช่วยยกระดับรายได้ของแรงงานด้วยอีกส่วนหนึ่ง

2.6.2 ช่วยในการนำเข้าเงินตราต่างประเทศ

ช่วยในด้านการลดการขาดดุลการค้า และดุลการชำระเงิน เพราะในการส่งออกส่วนใหญ่จะเป็นการใช้สกุลเงินต่างประเทศในการชำระค่าสินค้า และบริการ โดยส่วนมากก็จะเป็นสกุลเงินหลักๆ ที่เป็นที่ยอมรับกันในตลาดโลก เช่น ดอลลาร์สหรัฐฯ มาร์คเยอรมัน หรือเยน เมื่อส่งสินค้าออกไปแล้วก็จะทำให้ได้เงินตราต่างประเทศเข้ามาภายในประเทศไทย และเมื่อจะต้องนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศก็จะทำให้มีเงินไปชำระค่าสินค้านั้นได้ และเงินตราต่างประเทศที่ได้มาก็จะมีส่วนต่อปริมาณเงินสำรองของประเทศอีกด้วย

2.6.3 ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการส่งสินค้าออกนั้นส่วนหนึ่งเป็นเพราะระดับราคาของสินค้าที่ส่งออกไปส่วนมากอยู่ในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นจึงทำให้สินค้านั้นๆ เข้าไปแข่งขันในตลาดโลกได้ ซึ่งเป็นไปตามหลักของการได้เปรียบโดยทำการเปรียบเทียบ (Comparative Advantage) เมื่อประเทศใดสามารถที่จะผลิตสินค้าด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าประเทศอื่นแล้วย่อมแสดงว่าทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้ผลิตนั้นถูกนำมาใช้ได้อย่างคุ้มค่ามีประสิทธิภาพ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือว่าถ้าสินค้าที่ผลิตได้มีระดับราคาที่สูงกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศแล้วก็ควรนำเข้าสินค้านั้นมากกว่า แล้วนำทรัพยากรต่างๆ ที่ผลิตสินค้านั้นไปผลิตสินค้าอื่นที่สามารถผลิตได้โดยต้นทุนที่ต่ำกว่าแทน

2.6.4 ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มให้แก่ทรัพยากร

เป็นการพิจารณาในการนำวัตถุดิบต่างๆ มาแปรรูปก่อนส่งออก ซึ่งจะทำให้สินค้านั้นๆ มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น แทนที่จะส่งออกในรูปของผ้าผืนแต่เปลี่ยนมาเป็นการส่งออกเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งมูลค่าของสินค้าย่อมสูงขึ้นอันจะทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2.6.5 เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตลง

ถ้าเดิมผู้ผลิตที่ผลิตสินค้าเพื่อป้อนตลาดในประเทศเพียงอย่างเดียว ปริมาณการผลิตจึงไม่สูงมากนัก แต่ถ้ามีการส่งออกสินค้าไปต่างประเทศด้วยปริมาณการผลิตก็จะเพิ่มขึ้นจากกำลังผลิต

เดิมที่มีอยู่ก็จะเพิ่มกำลังผลิตเพิ่มขึ้นให้เต็มกำลังการผลิต หรืออาจเป็นการขยายกำลังผลิตขึ้น เหล่านี้ย่อมเป็นการช่วยลดต้นทุนต่อหน่วยให้ต่ำลง หรือเป็นการผลิต ณ จุดที่มีระดับของต้นทุนต่ำสุดอันจะเป็นการช่วยให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น

2.6.6 ช่วยสร้างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

การขยาย และกระจายการส่งออกจะช่วยเพิ่ม และปรับปรุงระดับเทคโนโลยีในการผลิตสินค้า และการบริการ เพราะในตลาดโลกย่อมที่จะมีภาวการณ์ของแข่งขันที่รุนแรง ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่จะกระตุ้นให้ผู้ส่งออกต้องปรับปรุงคุณภาพสินค้า เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดโดยการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในกระบวนการผลิตตลอดจนการจัดการอันจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และยังเป็นการที่จะช่วยยกระดับเทคโนโลยีของประเทศอีกทางหนึ่ง

2.6.7 ช่วยลดการพึ่งพิงสินค้าจากต่างประเทศ

เป็นการพิจารณาในการผลิตสินค้าเพื่อทดแทนการนำเข้า (Import Substitution) เพราะเดิมทีเราต้องนำเข้าสินค้าต่างๆ ที่ยังไม่สามารถผลิตได้ หรือผลิตได้แต่มีต้นทุนที่สูงกว่าการนำเข้า แต่เมื่อเราพยายามพัฒนาให้สามารถผลิตสินค้านั้นได้แล้วก็จะลดการนำเข้าลง ในขณะเดียวกันนอกจากจะผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศแล้ว ยังมุ่งไปหาตลาดในต่างประเทศ (Export Oriented) เพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นอันจะเป็นการช่วยให้ต้นทุนต่ำลงด้วย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิดารัตน์ กิริวรรณา และคณะ (2548) ศึกษา และพัฒนากระบวนการแปรรูปมะพร้าวกะทิบรรจุกระป๋อง โดยการใช้โปรแกรมในการหาค่า F_0 และทำการศึกษาถึงการใช้สารเจือปน เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ อันเป็นผลให้ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป โดยสารเจือปนที่ใช้ คือ กรดซิตริก เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล แคลเซียมคลอไรด์เพื่อเพิ่มความคงตัวให้กับเนื้อสัมผัสของมะพร้าว และ BHA (Butylated Hydroxy Anisole) กับ BHT (Butylated Hydroxy Toluene) ใช้เป็นสารป้องกันการเหม็นหืนในระหว่างการเก็บรักษา และได้ทำการทดลองถึงอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ณ ที่ต่างกัน คือ ที่ 116, 121 และ 126 องศาเซลเซียส พบว่าที่ อุณหภูมิ 126 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมมากที่สุด เพราะทำให้ลักษณะทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงจากมะพร้าวกะทิธรรมชาตินิ้อยที่สุด

พิรพร อินทร์สำเภา และคณะ (2548) ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตข้าวมันปูบรรจุซองรีทอร์ท เพาช์ ได้ศึกษาถึงวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวมันปูก่อนผ่านกระบวนการทางความร้อน (การลวก การแช่น้ำแล้วลวก การหุง และการนึ่ง) และผลของอุณหภูมิฆ่าเชื้อ (115, 118 และ 121 องศาเซลเซียส) ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการทดลอง พบว่า วิธีการเตรียมข้าวมันปูที่เหมาะสมคือ การหุง ส่วนผลของอุณหภูมิฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้กำหนดเวลาฆ่าเชื้อที่

ทำให้ได้ค่า F_0 เท่ากับ 5 นาที ซึ่งจากการทดลองพบว่า การผลิตข้าวมันปูบรรจุซองรีทอร์ท เพาช์ ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่

เบญจวรรณ กาแก้ว และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษากระบวนการแปรรูปยอดมะพร้าวอ่อนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง ในการทดสอบเพื่อหาขนาดของยอดมะพร้าวอ่อนที่ใช้ในการบรรจุกระป๋องที่เหมาะสม คือ ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตรและสูง 9 เซนติเมตร มีการทดสอบหาส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ใน 1 กระป๋อง ประกอบด้วยยอดมะพร้าวอ่อน 49.5% น้ำ 48.8% เกลือแกงบริสุทธิ์ 1.5% และกรดซิตริก 0.2% (น้ำหนักสุทธิ 565 กรัมและน้ำหนักเนื้อ 280 กรัม) โดยบรรจุลงกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ขนาด (307 x 409) จากผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที, มีค่า F_0เฉลี่ยเท่ากับ 3.18 นาที ทางกายภาพพบว่า ได้ค่าสี L* a* และ b* ในระบบ Hunterใกล้เคียงกับสีธรรมชาติของยอดมะพร้าวอ่อนมากที่สุด ด้านสัมผัส Maximum Load และ Stiffnessใกล้เคียงกับสีของยอดมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการลวกมากที่สุด ทางเคมี พบว่า มีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.44 มีค่าความเค็ม (% NaCl) เท่ากับ 5.3% การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของยอดมะพร้าวอ่อนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง พบว่าปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญ คือ Coliform, Flat Sour ชนิด Thermophilic และ Mesophilic, Thermophilic Anaerobe และ Putrefactive Anaerobe และทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่อุณหภูมิดังกล่าวได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

ณัฐภัทร ภัควรางค์ และคณะ (2547) ศึกษาระดับการฆ่าเชื้อ 3 ระดับ คือ 116, 121 และ 125 องศาเซลเซียสสำหรับแกงเผ็ด F_0ที่ได้เท่ากับ 10.11, 12.51 และ 17.00 นาที ส่วนแกงเขียวหวานนั้นจะมีค่า F_0 เท่ากับ 15.60, 18.33 และ 26.02 นาที ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำแกงที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 3 อุณหภูมิมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค จำนวน 30 ท่านที่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน พบว่า น้ำปรุงแกงเผ็ด แกงเขียวหวานที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 3 อุณหภูมิได้รับการยอมรับใกล้เคียงกัน โดยน้ำแกงที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียสได้การยอมรับมากใกล้เคียงกับน้ำปรุงแกงสดที่สุด และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำแกงที่อุณหภูมิสภาวะเร่ง 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 และ 4 สัปดาห์ โดยน้ำแกงที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียสยังคงได้การยอมรับมากที่สุด

คมจิตร์ คามตะศิลา และคณะ (2546) ศึกษาการพัฒนาเป็นข้าวเหนียวเปียกลำไยบรรจุในซองบรรจุภัณฑ์ทนความร้อนได้จะช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาได้นานเป็นปีจึงเป็นผลดีต่อผู้ผลิต และผู้บริโภค การทดลองทำผลิตภัณฑ์บรรจุในขวดแก้ว ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ มีคุณลักษณะ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และรสชาติ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีสูตรข้าวเหนียวเปียกลำไยที่ข้าวเหนียว: น้ำตาล: กะทิ: ลำไย เป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนัก 3: 5: 8: 0.5 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสูตร

อาหารดังกล่าว จะมีรสชาติดี หวานมัน เกิดสีน้ำตาลที่ลำไยบ้างแต่น้อยแทบมองไม่เห็น ข้าวไม่จับตัวกันเป็นก้อน อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อคือ 125 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที การทดลองทำผลิตภัณฑ์แล้วบรรจุในซองบรรจุภัณฑ์ทนความร้อน (Pouch) ตามสูตรอาหารที่กล่าวข้างต้น ซึ่งใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 125 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที โดยใช้ค่าเวลามาตรฐานการฆ่าเชื้อที่121.1 องศาเซลเซียส ซึ่งเรียกว่าค่า F_0 เท่ากับ 11 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย และมีลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับปานกลาง