

## บทที่ 1

### บทนำ

โรงพยาบาลนับเป็นแหล่งที่อาจเกิดการแพร่เชื้อ และการระบาดของโรคติดต่อที่สำคัญเนื่องจากเป็นสถานที่ที่มีประชาชนมาใช้บริการมากทั้งผู้ป่วยและญาติของผู้ป่วย เชื้อโรคสามารถแพร่กระจายจากอาหาร อุปกรณ์ที่ให้บริการทางการแพทย์เข้าสู่ร่างกาย หรือแพร่กระจายจาก ผู้ป่วยสู่ผู้ป่วยกันเอง จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ป้องกันการปนเปื้อนและเจริญเติบโตของเชื้อโรคในอาหาร และอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ให้บริการแก่ ผู้ป่วยในโรงพยาบาล การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและจำเป็นมากอย่างหนึ่งใน โรงพยาบาล คือการสุขาภิบาลอาหาร (food sanitation) เนื่องจากผู้ป่วยต้องรับประทานอาหารที่ปรุงในโรงพยาบาล อาหารทางสายให้อาหาร (enteral tube feeding) เป็นอาหารที่สำคัญ เนื่องจากผู้ป่วยที่ได้รับอาหารประเภทนี้มักไม่สามารถรับประทานอาหารได้เอง มีการเจ็บป่วย พยาธิสภาพหรือร่างกายอ่อนแอกว่าผู้ป่วยทั่วไป ประกอบกับอาหารนี้มีลักษณะเป็นของเหลว มีแคลอรี และโปรตีนสูง เป็นอาหารเพาะเชื้อ (culture media) ที่ดีมาก ถึงแม้ว่ามีการปนเปื้อนเชื้อเพียง เล็กน้อย ก็สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆ และเป็นอาหารที่ผลิตโดยหน่วยโภชนาการของโรงพยาบาล ที่ให้บริการแก่ผู้ป่วยที่มีคุณค่าทางอาหาร และมีต้นทุนในการผลิตรวมค่าแรง ค่าอุปกรณ์และบรรจุภัณฑ์ อยู่ที่มือละ 9.6 บาทหรือต่อ 1 วัน 6 มือ เท่ากับ 57.6 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าอาหารสำเร็จรูปกระป๋อง (commercial formula) มาก จึงเป็นอาหารที่มีความ เหมาะสมในการจัดหามาให้บริการแก่ผู้ป่วยที่ต้องให้อาหารทางสายให้อาหาร ในสภาพการเศรษฐกิจในปัจจุบัน ยกเว้นแต่ผู้ป่วยรายนั้นจะมีข้อบ่งชี้ ทางทางการแพทย์โดยเฉพาะจึงต้องใช้ อาหารสำเร็จรูปกระป๋อง

เมื่อปี 2539 - 2540 หน่วยควบคุมโรคติดต่อ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ได้รายงานผลการเพาะเชื้อของอาหารทางสายให้อาหาร พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นเชื้อ Gram negative ที่เป็น nosocomial pathogen ได้แก่ *Klebsiella* , *Enterobacter* และเชื้อที่เกิดจาก non-hygiene คือ *Bacillus* spp. โดยมีสาเหตุการปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิต และ ปรุงประกอบ จึงทำให้ทางโรงพยาบาล ต้องหามาตรการในการแก้ไขโดยการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงภาชนะอุปกรณ์ในการปรุงอาหาร การเน้นสุขลักษณะของผู้ปรุง-ประกอบอาหาร การปรับปรุงอุปกรณ์การให้อาหารทางสายให้อาหาร การเปลี่ยนปริมาณการบรรจุ จากเดิมบรรจุขวดน้ำเกลือ 500 มิลลิลิตรหรือ 1,000 มิลลิลิตรเตรียมสำหรับ 1 วัน เป็นขวดพลาสติก 1 ขวด เตรียมพอดิ สำหรับ 1 มือ มาตรการต่างๆเหล่านี้ทำให้การ

ปนเปื้อนลดลงบ้าง แต่ยังคงเป็นปัญหาอยู่ จาก รายงานผลการเพาะเชื้อของอาหารทางสายให้อาหาร ในปี 2541-2542 ของหน่วยควบคุมโรค ดิเคเซีย โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบอยู่ในช่วง  $5-7 \times 10^2$  CFU/ml โดยเชื้อที่พบคือ *Bacillus* spp. ในขณะนี้ทางโรงพยาบาลยังอยู่ในระหว่างการดำเนินการ มาตรการการควบคุมที่ รัศมึขึ้นในการป้องกันการปนเปื้อนอาหารทางสายให้อาหาร

จากการศึกษาของเกสรพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ (2541) โดยการประยุกต์หลักการวิเคราะห์ อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤตเพื่อตรวจสอบคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ พบว่ามีการปนเปื้อนจาก total bacteria count ในอาหารทางสายให้อาหาร หลังปรุงเสร็จทันทีอยู่ในช่วง  $10 - 6.75 \times 10^2$  CFU/ml หลังเก็บไว้ในตู้เย็นก่อนอุ่นอาหารอยู่ในช่วง  $1.73 \times 10^2 - 5.6 \times 10^5$  CFU/ml และหลังอุ่นอาหารอยู่ในช่วง  $5.5 \times 10 - 2.0 \times 10^5$  CFU/ml เกิน มาตรฐานร้อยละ 79 , 100 และ 79 ตามลำดับ มือของผู้สัมผัสอาหารได้แก่ มือผู้ผสมส่วนผสมอยู่ในช่วง  $1.0 \times 10 - 1.7 \times 10^5$  CFU/ml มือของผู้บรรจุอยู่ในช่วง  $2.0 \times 10 - 2.76 \times 10^5$  CFU/ml และ มือผู้ให้บริการอยู่ในช่วง  $1.2 \times 10 - 2.0 \times 10^4$  CFU/ml เกินมาตรฐานร้อยละ 88 , 96 และ 52 ตามลำดับ กระบอกให้อาหารอยู่ในช่วง  $1.5 \times 10 - 4.8 \times 10^4$  CFU/ml เกินมาตรฐานร้อยละ 38 แต่ไม่พบการปนเปื้อนจาก coliform bacteria และ fecal coliform bacteria และพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหาร ความร้อนที่ใช้ในการทำให้อาหาร ร้อน ความร้อนของอาหารหลังการอุ่น ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 57, 100 และ 100 ตามลำดับ

ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหา ตามหลักการ HACCP ในจุดควบคุมวิกฤตที่ค้นพบ โดยการทดลองนำกระบวนการพาสเจอไรส์มาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารทางสายให้อาหาร ป้องกันอันตราย (hazard) ที่มีต่อผู้บริโภคและ ควบคุมคุณภาพของอาหารให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของ Committee of Enteral and Nutrition Group of the British Diabetic Association (Anderson, Haward and Scott, 1986) ที่กำหนดให้อาหารทางสายให้อาหารมี total bacteria count ได้ไม่เกิน  $1.0 \times 10^2$  CFU/ml หรือ CFU/gm ไม่มี coliform และ fecal coliform bacteria , *Salmonella* spp. *Clostridium* spp. และ *Staphylococcus aureus*. ทำให้การผลิตอาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ได้มาตรฐานความปลอดภัย ด้วยเทคนิคการพาสเจอไรส์ เนื่องจากอาหารมีลักษณะคล้ายนม มีส่วนประกอบของไข่ นมถั่วเหลือง และน้ำตาล และมีการผลิตต่อวัน อยู่ใน ช่วง 100,000-180,000 ml. มีการผลิตทุกวัน วันละ 2 รอบ การพาสเจอไรส์อาหารทางสายให้อาหาร น่าจะทำให้การปนเปื้อนจุลินทรีย์ ลดลง เป็นการลงทุนที่ไม่สูงเกินไปและทำให้อาหารมีความปลอดภัยตั้งแต่กระบวนการผลิต ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาประเมินต้นทุนค่าใช้จ่าย ค่าแรง ความสะอาด และความเหมาะสมในการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทาง นำไปสู่การพัฒนากระบวนการควบคุมคุณภาพอาหารที่ให้บริการในโรงพยาบาลตามหลักการ HACCP

## การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยเลือกตรวจเอกสารในหัวข้อย่อยข้างล่าง โดยมีเหตุผลประกอบดังต่อไปนี้

1. อาหารทางสายให้อาหาร (enteral tube feeding) และระบบการผลิต เพื่อทราบ คุณสมบัติ ลักษณะส่วนประกอบ และความสำคัญของอาหารทางสายให้อาหาร และขั้นตอนในการผลิต ปัญหาที่เกิดขึ้น การแก้ไขปัญหาและการปรับปรุง การพัฒนางานของหน่วยงานที่รับผิดชอบที่ผ่านมา
2. คุณภาพและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารทางสายให้อาหารในกรณี โรงพยาบาลสงขลานครินทร์และต่างประเทศ เพื่อเป็นความรู้และข้อมูลเบื้องต้น ในการศึกษา กำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพการที่แท้จริง และทราบถึงการศึกษที่ผ่านมาเกี่ยวกับอาหารทางสายให้อาหารทั้งในและต่างประเทศ
3. ระบบ HACCP เนื่องจากการผลิตอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ พบจุดควบคุมวิกฤตในการผลิตอาหารทางสายให้อาหาร ที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข โดยการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ในขั้นตอนการผลิต ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการพาสเจอร์ไรส์อาหารแบบ Low Temperature Long Time มาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบ การฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดความรุนแรงของอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ ภายใต้การเก็บรักษาและการขนส่งที่เหมาะสม
4. การควบคุมจุลินทรีย์ในอาหาร เนื่องจากต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ในการเลือกใช้วิธีการในการควบคุมและลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับ ผลิตภัณฑ์ รวมถึงหลักการพื้นฐานในการยัดอาหาร
5. การพาสเจอร์ไรส์อาหาร เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการ วิธีการพาสเจอร์ไรส์ ข้อดี ข้อเสีย และข้อได้เปรียบของวิธีการพาสเจอร์ไรส์และการประยุกต์มาใช้กับงานวิจัยครั้งนี้
6. บรรจุภัณฑ์ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ต้องใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหาร ในการพาสเจอร์ไรส์อาหาร จึงต้องทราบคุณสมบัติ ความเหมาะสม และความปลอดภัยในการใช้งานของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด

### 1. อาหารทางสายให้อาหาร (enteral tube feeding)

อาหารทางสายให้อาหาร หมายถึง อาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่สามารถผ่านทางสายให้อาหารเข้าสู่ร่างกายโดยไม่ติดขัด และมีคุณค่าทางอาหารสูงเพียงพอแก่ความต้องการของร่างกายของผู้ป่วยแต่ละคน (ลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2537)

ความสำคัญอาหารทางสายให้อาหาร เป็นอาหารทางการแพทย์ที่ให้แก่ผู้ป่วย โดยผ่านระบบทางเดินอาหารในกรณีที่ผู้ป่วยกินทางปากเองไม่ได้ กินได้แต่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ไม่ควรให้กินเพราะอาจมีอันตรายจากภาวะแทรกซ้อน เช่น มีอาการหอบมาก หรือในกรณีผู้ป่วยที่มีปัญหาในการย่อยและการดูดซึมอาหาร ต้องให้อาหารทางหลอดเลือดดำ การให้อาหารทางสายให้อาหารจะปลอดภัยกว่า ราคาถูกกว่า และเกิดโรคแทรกซ้อนน้อยกว่า การให้อาหารหลอดเลือดดำ

ภาวะที่ต้องการการให้อาหารทางระบบทางเดินอาหาร และข้อบ่งชี้ในการให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วย (ลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2537)

1. ป้องกันการขาดอาหาร คนปกติสามารถทนการได้รับอาหารไม่เพียงพอ ประมาณ 1 สัปดาห์ หากยังไม่สามารถกินได้ควรพิจารณาให้อาหาร
2. ภาวะทุพโภชนาการ มีผลเสียทำให้ผู้ป่วยมีโรคแทรกซ้อนได้แก่ ติดเชื้อ แผลแยก
3. ผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารเช่น มีรูรั่วในระบบทางเดินอาหาร การอักเสบของลำไส้, ภาวะลำไส้สั้น (short bowel syndrome)
4. ผู้ป่วยที่มีภาวะ hypermetabolism เช่น ติดเชื้อ ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก
5. โรคเกี่ยวกับระบบประสาทและจิตใจได้แก่ สมองส่วนกลางทำงานผิดปกติ (central nervous system disorders) ผู้ป่วยที่มีเลือดออกในสมอง(cerebro-vascular accidents)เนื้องอก (neoplasm), ได้รับความบาดเจ็บ(trauma), มีการอักเสบ (Inflammation) ,demyelinating diseases, ภาวะซึมเศร้า (severe depression), ภาวะเบื่ออาหาร (anorexia nervosa)
6. โรคเกี่ยวกับช่องปาก คอ และหลอดอาหาร เช่น เนื้องอก อุบัติเหตุ
7. ผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับยาต้านมะเร็งหรือรังสีรักษา

อาหารทางสายให้อาหาร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ (ลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2537)

1. สูตรน้ำนมผสม (milk-based formula) เป็นสูตรที่มีน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น ไข่ นมผง หรือนมสด ครีม น้ำตาล น้ำผลไม้ ในทางปฏิบัติแล้วใน โรงพยาบาลจะเตรียมอาหารสูตรนี้ สำหรับผู้ป่วยเด็กเท่านั้น
2. สูตรอาหารปั่นผสม (blenderized formula) เป็นสูตรอาหาร 5 หมู่ของไทย โดยเลือกเอาอาหารแต่ละหมู่ มาปั่นผสมเข้าด้วยกันซึ่งมีผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ น้ำตาลและไขมัน อัตราส่วนขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ป่วย ใช้เตรียมให้ผู้ป่วยใหญ่เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา lactose intolerance บางแห่งใช้ส่วน

ประกอบแตกต่างกันออกไป ตามความเหมาะสมและความสะดวกในการเตรียม โดยต้องได้คุณค่าทางอาหารครบตามที่แพทย์สั่ง

3. สูตรอาหารสำเร็จรูป (commercial formula) อาหารประเภทนี้เป็นอาหารสำเร็จรูปที่เตรียมโดยบริษัทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร มีสารอาหารใกล้เคียงกับที่ร่างกายต้องการ สะดวกในการใช้ และสามารถเลือกชนิดได้ สามารถให้ได้ทั้งทางสายให้อาหาร และรับประทานทางปาก

คุณสมบัติของอาหารทางสายให้อาหารที่ทำโดยโรงพยาบาลเอง (hospital tube feeding formula) นอกจากจะต้องมีคุณค่าทางอาหารตามสูตรที่กำหนด และ ความหนืดพอเหมาะ เพื่อให้ อาหารผ่านทางสายได้ง่าย แล้วยังต้องทำจากส่วนประกอบที่หาง่าย มีสี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับของผู้ป่วย และอาหารทางสายให้อาหารที่ดีนั้นต้องราคาไม่แพง เนื่องจากในโรงพยาบาลมีงบประมาณจำกัด เพราะฉะนั้นในการเตรียมอาหารทุกชนิด จะต้องไม่ให้เกินงบประมาณ สะอาด ปลอดภัยจากเชื้อแบคทีเรีย มีสารอาหารครบถ้วนตามที่ร่างกายต้องการ ( ลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2537) สำหรับอาหารทางสายให้อาหารที่เตรียมจากงานโภชนาการ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีการปรับปรุงสูตรโดย ลัดดา เหมาะสุวรรณและคณะในปี 2535 และ ในปี 2538 ได้มีการศึกษาปริมาณสารอาหารในสูตรอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์โดย อารีรักษ์ พิษณุไพบุลย์ และคณะ ปัจจุบันหน่วยโภชนาการจึงได้มีการเปลี่ยนมาใช้สูตรนมถั่วเหลืองโดยมีส่วนประกอบ ดังตาราง 1 มีวิธีการผลิตอาหารทางสายให้อาหาร BD (1:1) 1 แคลอรี ต่อ 1 มิลลิลิตร โดยล้างถั่วเหลืองให้สะอาดแช่น้ำไว้ 1 คืน นำถั่วมาล้างให้สะอาดแล้วบดเติมน้ำให้ได้ 1000 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบางเอาน้ำนมถั่วเหลืองมาตั้งไฟอ่อนๆ กวนตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ตกตะกอน ตุ่นให้ได้ 800 มิลลิลิตร เอาน้ำนมถั่วเหลืองที่สุกแล้ว ผสมไข่ต้ม น้ำตาลทราย น้ำมันพืช เกลือป่น ปั่นให้เข้ากัน เติมน้ำต้มสุกให้ได้ 1000 มิลลิลิตร บรรจุภาชนะ เก็บในตู้เย็นโดยมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตาราง 2 สำหรับอาหารทางสายให้อาหารสูตรอื่นๆนอกเหนือจากสูตร BD (1:1) เช่น BD (0.5 :1) BD (1.5:1) และ BD (2:1) ฯลฯ มีการเพิ่มปริมาณพลังงานโดยการเพิ่ม ไข่ต้ม น้ำมันพืช และน้ำตาลทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม

ตาราง 1 ปริมาณส่วนประกอบของอาหารทางสายให้อาหารสูตรผสมนมถั่วเหลืองในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ BD (1:1)

| ส่วนประกอบ | จำนวน (กรัม) |
|------------|--------------|
| ถั่วเหลือง | 150          |

|            |     |
|------------|-----|
| ไข่ต้ม     | 100 |
| น้ำตาลทราย | 120 |
| น้ำมันพืช  | 10  |
| เกลือป่น   | 2   |

ที่มา : งานโภชนาการ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์, 2540

ตาราง 2 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางสายให้อาหารสูตรผสมนมถั่วเหลืองในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ BD (1:1)

| ส่วนประกอบ     | พลังงาน<br>(แคลอรี) | โปรตีน<br>(กรัม) | ไขมัน<br>(กรัม) | คาร์โบไฮเดรต<br>(กรัม) | แคลเซียม<br>(มิลลิกรัม) | โซเดียม<br>(มิลลิกรัม) | ฟอสฟอรัส<br>(มิลลิกรัม) | โปแตสเซียม<br>(มิลลิกรัม) | เหล็ก<br>(มิลลิกรัม) |
|----------------|---------------------|------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| อาหาร 1000 มล. | 1075                | 50.1             | 35.1            | 139                    | 329                     | 1114                   | 650                     | 1.754                     | 8.5                  |

ที่มา : อารีรักษ์ พิษณุไพบุลย์ และคณะ, 2538

## 2. คุณภาพและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารทางสายให้อาหาร

อาหารทางสายให้อาหาร (enteral tube feeding) เป็นอาหารที่สำคัญ เนื่องจากผู้ป่วยที่ได้รับอาหารประเภทนี้ มักไม่สามารถรับประทานอาหารได้เองมีการเจ็บป่วยพยาธิสภาพหรือ ร่างกายอ่อนแอกว่าผู้ป่วยทั่วไป ประกอบกับอาหารนี้มีลักษณะเป็นของเหลว มีแคลอรี และโปรตีนสูง เป็นอาหารเพาะเชื้อ (culture media) ที่ดีมาก ถึงแม้ว่ามีการปนเปื้อนเชื้อเพียงเล็กน้อย ก็สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆ ถ้าเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และการเก็บรักษาอาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีการเก็บรักษาหลังการผลิต เป็นเวลาหลาย ชั่วโมงคือ รอบแรกเวลา 6.00-10.00 น.ส่งไปหผู้ป่วยเพื่อให้บริการในช่วง 10.00-18.00 น. และการผลิตรอบที่สองเวลา 11.00-14.00 น. เพื่อให้บริการในช่วงเวลา 22.00-6.00น. ของวันถัดไป ซึ่งใช้เวลาในการเก็บอยู่ในช่วง 4-16 ชั่วโมง ในตู้เย็นก่อนให้บริการ

ปี 2539 – 2540 หน่วยควบคุมโรคติดเชื้อ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ได้รายงานผลการเพาะเชื้อของอาหารทางสายให้อาหารพบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นเชื้อ gram negative ที่เป็น nasocomial pathogens ได้แก่ *Klebsiella* , *Enterobacter* และเชื้อที่เกิดจาก non-hygiene

คือ *Bacillus* spp. และตรวจพบว่ามี การปนเปื้อน ในเครื่องปั้นอาหารก่อนใช้งานพบ Gram positive cocci สูงถึง  $1.0 \times 10^5$  CFU/ml และหลังการใช้งานพบเชื้อ *Bacillus* spp  $1.0 \times 10^2$  CFU/ml ทางโรงพยาบาลได้หามาตรการในการแก้ไขปรับปรุง โดยการเปลี่ยนแปลงภาชนะอุปกรณ์ในการปรุงอาหาร เน้นสุขลักษณะของผู้ปรุง-ประกอบอาหาร การปรับปรุงอุปกรณ์การให้อาหารทางสายให้อาหาร การเปลี่ยนแปลงปริมาณการบรรจุ จากเดิมบรรจุขวดน้ำเกลือ 500 มิลลิลิตร หรือ 1,000 มิลลิลิตร เตรียม สำหรับ 1 วันเป็นขวดพลาสติก 1 ขวดเตรียมพอดีสำหรับ 1 มื้อ และมีการนำเครื่องปั้นอาหาร และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปั้นและผสมอาหาร มาล้างฆ่าเชื้อก่อนใช้ มาตรการต่างๆ เหล่านี้ทำให้การปนเปื้อน ลดลงบ้าง

ปี 2541 หน่วยควบคุมการติดเชื้อได้ให้คำแนะนำแก่หน่วยโภชนาการในการปรับปรุงการ ปฏิบัติงาน และการควบคุมการติดเชื้อ โดยการยกเลิกการใช้ผ้าปูโต๊ะบริเวณที่เตรียมอาหารและการจัด เตรียมผ้าสำหรับเช็ดโต๊ะซึ่งอาจเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค ที่จะปนเปื้อนมายังมือของ บุคลากร ที่หยิบ จับ และให้นำอุปกรณ์ทุกชนิดและเครื่องใช้ที่ใช้ในประกอบอาหารทางสายให้อาหารนำไปผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ อุปกรณ์ผสมอาหารควรเก็บรวบรวมล้างทำความสะอาดและได้รับการทำลายเชื้อก่อน การเตรียมอาหารในมือต่อไป มีการทำความสะอาดพื้นที่ทั้งหมดของห้องเตรียมอาหารเพื่อป้องกันการ colonized ของเชื้อต่างๆเป็นระยะๆ และให้สวมถุงมือสะอาดในการปกปิดเข็ม เพื่อป้องกันการปน เปื้อนจากแบคทีเรียบริเวณซอกเล็บมือ ในด้านบุคลากรควรมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างให้พร้อม ก่อนเริ่มผสม มีการทำความสะอาดมือด้วย 70 % alcohol glycerol หลังการปรับปรุง รายงานผลการ เพาะเชื้อของอาหารทางสายให้อาหารในปี 2541-2542 ของหน่วยควบคุมโรคติดเชื้อ โรงพยาบาล สงขลานครินทร์ยังพบอยู่ในช่วง  $5 - 7 \times 10^2$  CFU/ml โดยเชื้อที่พบคือ *Bacillus* spp.

ในช่วงเดือนมีนาคม 2544 ได้ปรับเปลี่ยนเวลาผลิต อาหารและส่งอาหารแก่ผู้ป่วยโดยผลิต รอบเช้าส่งเวลา 9.30น.เพื่อให้บริการแก่ผู้ป่วยมือ 10.00น , 12.00น.และ14.00น และรอบเย็นผลิตในช่วง บ่ายส่งเวลา 16.30 น.ให้บริการแก่ผู้ป่วยในมือ 18.00 น ,22.00น ,2.00 น.และ 6.00 น. เพื่อลดระยะเวลา ในการเก็บอาหารในตู้เย็นลงเหลือนานที่สุดเพียง 12 ชั่วโมงหลังการผลิต ลดการปนเปื้อนเชื้อในการเก็บ รักษา สำหรับผลการเพาะเชื้อของอาหารทางสายให้อาหารจากหน่วยโภชนาการหลังผลิตเสร็จทันที ใน ปี 2541-2542 ของหน่วยควบคุมโรคติดเชื้อและหน่วยโภชนาการ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์พบอยู่ ในช่วง  $0 - 8.0 \times 10^3$  CFU/ml โดยเชื้อที่พบ คือ *Bacillus* spp. , *Corynebacterium* spp. และ *A.baumani* . ดังแสดงในรายละเอียดของผลการเพาะเชื้อในตาราง 3 และในปี 2543-2544 พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อ ลดลงแต่ยังคงพบมีการ ปนเปื้อนอยู่ ซึ่งผลการปนเปื้อนเชื้อที่พบจะพบในอาหารที่บรรจุขวด พลาสติกแต่ไม่พบในอาหารที่บรรจุขวดสเตอไรส์ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 3 ผลการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ที่ผลิตเสร็จทันที ตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ.2541 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

| ชนิดตัวอย่าง             | จำนวนครั้งที่พบ | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)    | เชื้อที่พบ  |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|
| BD(1:1) บรรจุขวดพลาสติก  | 10              | $1.0 \times 10^1 - 8.0 \times 10^3$ | <i>Bacillus</i> spp.  |
| BD(1:1) บรรจุขวดพลาสติก  | 22              | 0                                   | No growth   |
| BD(1:1) บรรจุขวดสเตอไรส์ | 10              | $5.0 \times 10^1 - 3.0 \times 10^3$ | <i>Corynebacterium</i> spp., <i>Bacillus</i> spp.<br><i>A.baumannii</i> . |
| BD(1:1) บรรจุขวดสเตอไรส์ | 22              | 0                                   | No growth   |

ที่มา : รายงานการประชุมหน่วยควบคุมโรคติดเชื้อ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ปี 2541- 2543

ตาราง 4 ผลการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ที่ผลิตเสร็จทันที ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2544 ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2544

| ชนิดตัวอย่าง             | จำนวนครั้งที่พบ | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)    | เชื้อที่พบ           |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|
| BD(1:1) บรรจุขวดพลาสติก  | 3               | $1.0 \times 10^1 - 1.0 \times 10^2$ | <i>Bacillus</i> spp. |
| BD(1:1) บรรจุขวดพลาสติก  | 4               | 0                                   | No growth            |
| BD(1:1) บรรจุขวดสเตอไรส์ | 7               | 0                                   | No growth            |

ที่มา : ผลรายงานการส่งตรวจอาหารทางสายให้อาหารประจำเดือนของหน่วยโภชนาการ มกราคม- สิงหาคม พ.ศ. 2544

เกสรพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ (2541) ได้ศึกษาโดยการประยุกต์หลักการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤตเพื่อตรวจสอบคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบว่ามี การปนเปื้อนจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในอาหารทางสายให้อาหารหลังปรุงเสร็จทันทีอยู่ในช่วง  $10 - 6.75 \times 10^2$  CFU/ml หลังเก็บไว้ในตู้เย็นก่อนอุ่นอาหารอยู่ในช่วง  $1.73 \times 10^2 - 5.6 \times 10^5$  CFU/ml และหลังอุ่นอาหาร อยู่ในช่วง  $5.5 \times 10^1 - 2.0 \times 10^5$  CFU/ml เกินมาตรฐานร้อยละ 79 ,100 และ 79 ตามลำดับ (เกณฑ์มาตรฐานคือมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ได้ไม่เกิน  $1.0 \times 10^2$  CFU/ml และไม่มี total coliform และ fecal coliform) มือของผู้สัมผัสอาหาร ได้แก่ มือผู้ผสมส่วนผสม อยู่ในช่วง  $1.0 \times 10^1 - 1.7 \times 10^5$



CFU/ml มือของผู้บรรจุน้อยในช่วง  $2.0 \times 10^5 - 2.76 \times 10^5$  CFU/ml และมือผู้ให้บริการอยู่ในช่วง  $1.2 \times 10^5 - 2.0 \times 10^4$  CFU/ml เกินมาตรฐาน ร้อยละ 88, 96 และ 52 ตามลำดับ กระบอกลี้ออาหารอยู่ในช่วง  $1.5 \times 10^5 - 4.8 \times 10^4$  CFU/ml เกินมาตรฐานร้อยละ 38 แต่ไม่พบการปนเปื้อนจาก coliform bacteria และ fecal coliform bacteria และพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารในตู้เย็น ความร้อนที่ใช้ในการทำให้อาหารอุ่น ความร้อนของอาหารหลังการอุ่น ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 57, 100 และ 100 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ต้องมีการปรับปรุงการผลิต การเก็บรักษา และการให้บริการให้ได้ตามมาตรฐาน

และมีรายงานการปนเปื้อนอาหารทางสายให้อาหารในต่างประเทศ ที่มีผู้ทำการศึกษาไว้ดังนี้ จากการศึกษากการปนเปื้อนอาหารทางสายให้อาหาร โดย Patcher *et al.* (1994) พบว่า ตัวอย่างหลังจากการผสมเสร็จทันที มีการปนเปื้อนร้อยละ 16 และ เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 50 หลังจากให้ผู้ป่วยระดับการปนเปื้อนอยู่ในช่วง  $1.0 \times 10^5 - 1.0 \times 10^8$  CFU/ml โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ ได้แก่ *Coagulase negative staphylococci*, *Streptococci* (fecalis and viridans) และ Gram negative bacilli.

Anderton (1993) ทำการศึกษาในประเทศอังกฤษ พบว่า มีการปนเปื้อนของปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร หลังเตรียมเสร็จทันทีและก่อนให้บริการแก่ผู้ป่วยร้อยละ 30 โดยชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบได้แก่ *Coagulase negative staphylococci*, *Bacillus* spp., *K. oxytoca* และ *Enterobacter cloacae*

Fernandez-crehuet Navajas *et al.* (1992) ทำการศึกษาการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ในอาหารทางสายให้อาหารจำนวน 208 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 56 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 26.9 ในตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน 56 ตัวอย่าง พบว่า 11 ตัวอย่างไม่สามารถให้ผู้ป่วยได้เลย เนื่องจากมีการปนเปื้อนปริมาณสูง จนทำให้เกิดการเน่าบูดและอีก 45 ตัวอย่างสามารถนำมาให้ผู้ป่วยได้ หลังจากทำให้การปนเปื้อนลดลงโดยการให้ความร้อน ผู้ป่วยที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อน 43 ตัวอย่าง จาก 56 ตัวอย่าง เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร (gastro-enteritis) ทำให้เกิดอาการไข้ ปวดท้อง ท้องเสีย และคลื่นไส้ อาเจียนใน 24 ชั่วโมงหลังได้รับอาหารทางสายให้อาหาร

Casewell and Phillips (1977) quoted in Anderton (1986) ได้รายงานว่าอาหารทางสายให้อาหารเป็นแหล่งการปนเปื้อนของการติดเชื้อ *Klebsiella* spp. ในผู้ป่วยจากหอผู้ป่วย ICU และ Thrun *et al.* (1990) ทำการศึกษาในผู้ป่วยในหอผู้ป่วย ICU 24 รายที่ได้รับอาหารทางสายให้อาหารภายใน 24 ชั่วโมง โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับอาหารทางสายให้อาหารที่มีการปนเปื้อนกับการเกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial infection) โดยการสวอป nasopharyngeal และ rectal ภายใน 24 ชั่วโมง หลังได้รับอาหารทางสายให้อาหารและสวอปซ้ำ อาทิตย์ละ 2 ครั้ง จนกระทั่งผู้ป่วยกลับบ้านหรือมี

คำสั่งจากแพทย์ให้หยุดการรักษา ผลการศึกษาพบจุลินทรีย์ 24 ชนิดที่พบในอาหารทางสายให้อาหาร สัมพันธ์กับผลการเพาะเชื้อจากผู้ป่วย ร้อยละ 87.5 ของเชื้อที่พบในผู้ป่วย เป็นเชื้อชนิดเดียวกันกับที่ พบในอาหารทางสายให้อาหาร ได้แก่ *S.marcescens*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *E. cloacae*, *P. maltophilia* และ *Bacillus* spp.

Bostow, Greave and Allison (1982) ทำการศึกษาพบว่าอาหารทางสายให้อาหารหลังผสมทันที มีการปนเปื้อนจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1.0 \times 10^2 - 1.0 \times 10^3$  CFU/ml และระหว่างให้ผู้ป่วยใน 8 ชั่วโมงแรก พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1.0 \times 10^3 - 1.0 \times 10^4$  CFU/ml ชั่วโมงที่ 16 พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1.0 \times 10^2 - 1.0 \times 10^3$  CFU/ml และชั่วโมงที่ 24 พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1 \times 10^2 - 1.0 \times 10^{10}$  CFU/ml เชื้อที่ตรวจพบได้แก่ *E.aerogenes*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, *S. faecalis*, *E. coli* และ *Proteus* spp.

สรุปการศึกษาในต่างประเทศของอาหารทางสายให้อาหาร พบว่าอาหารทางสายให้อาหาร ยังคงเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์ และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการ เจ็บป่วยในผู้ป่วย และเชื้อที่พบมีการปนเปื้อนส่วนหนึ่งยังเป็นเชื้อก่อโรคที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ป่วยที่ได้รับอาหาร

### 3. การควบคุมคุณภาพอาหารโดยการประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤต (HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point)

HACCP เป็นระบบการประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร ที่เป็นที่ยอมรับว่า สามารถป้องกันอันตรายหรือสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ เคมีและกายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบควบคุมการผลิตอาหาร ที่ผ่านการรับรองโดยคณะกรรมการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission)

ความหมายของการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤต หมายถึง การวินิจฉัยและการประเมินอันตรายของอาหาร ที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภคตั้งแต่ วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงผู้

บริโภครวมทั้งระบบการสร้างการควบคุม เพื่อขจัดหรือลดสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเน้นความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลักประกอบด้วย 2 ส่วน คือ FAO (1996)

1. การวิเคราะห์อันตราย (Hazard Analysis) เป็นกระบวนการวิเคราะห์อันตราย หรือโอกาสในการเกิดอันตรายในทุกขั้นตอน ที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการแปรรูปอาหารหรือระบบการบริการอาหาร ซึ่งครอบคลุมทั้งระบบตั้งแต่เรื่องวัตถุดิบ การเตรียม การเก็บรักษา กระบวนการแปรรูป ตลอดจนถึงการขนส่งและ การกระจายผลิตภัณฑ์อาหาร ในระบบการบริการอาหารครอบคลุมตั้งแต่เรื่อง วัตถุดิบ การเตรียม การปรุง การเก็บ และการเสิร์ฟอาหาร จุดประสงค์เพื่อจะได้ทราบแหล่ง หรือขั้นตอนที่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารก่อให้เกิดอันตรายแก่ ผู้บริโภค ตลอดจนประเมินระดับความร้ายแรง และแนวโน้มของอันตรายที่อาจเกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์อันตรายจะดำเนินการทั้งทางกายภาพ เคมี และทางจุลินทรีย์

2. จุดควบคุมวิกฤต (Critical Control Point : CCPs) หมายถึงตำแหน่งการปฏิบัติกระบวนการหรือวิธีการที่ต้องการควบคุมด้วยปัจจัยตั้งแต่ 1 ชนิด ขึ้นไปเพื่อให้รอดพ้นจากภาวะที่จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

### 3.1. ความสำคัญของการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤต

HACCP เป็นระบบที่ผ่านการพิสูจน์และได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์การ อาหาร ทั่วไป ว่าเป็นกระบวนการในการป้องกันและลดภาวะการเสี่ยงอันตรายอันเกิดจาก การบริโภคอาหารได้ HACCP เป็นระบบการตรวจสอบความสะอาดและความปลอดภัยอาหารที่ เป็นระบบป้องกันในทุกๆขั้นตอนของการผลิต ที่มีความเสี่ยงอันตรายหรืออาจเป็นเหตุก่อพิษภัยแก่ผู้บริโภคในขั้นตอนต่างๆ ที่มีการวิเคราะห์แล้วว่าเป็นอันตราย จึงหามาตรการมาป้องกันเป็นจุดๆ ไปจนถึงปลายกระบวนการผลิต ในแต่ละจุดควบคุมนี้เอง เป็นการคุ้มครองผู้บริโภคไม่ให้ได้รับอันตรายก่อนที่ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆจะถูกบรรจุหีบห่อเพื่อออกจำหน่าย (FAO,1996)

### 3.2 ประโยชน์ของระบบ HACCP (FAO,1996)

การนำระบบ HACCP มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และธุรกิจบริการอาหาร สรุปได้ดังนี้

3.2.1 สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและธุรกิจบริการอาหารทุกประเภท ทุกระดับอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก HACCP เป็นการทำงานที่เป็นระบบและมีแบบแผน ครอบคลุมทุกส่วนของอุตสาหกรรมอาหาร และธุรกิจบริการอาหาร

3.2.2 ช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านการประกันคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานความปลอดภัย อันเป็นข้อกำหนดสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและบริการอาหาร เป็นการลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

3.2.3 ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตได้สามารถส่งไปจำหน่ายยังประเทศที่พัฒนาแล้วได้ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่พัฒนาแล้วต่างก็ใช้ HACCP ในการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร

3.2.4 ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูง

3.2.5 เป็นการสะดวกกับฝ่ายที่มีส่วนควบคุมมาตรฐานอาหารในการตรวจสอบ เนื่องจากการดำเนินงานในระบบ HACCP มีขั้นตอนและรายละเอียดอย่างเป็นระบบทำให้สะดวกต่อการตรวจสอบ

3.2.6 เป็นการเปลี่ยนจากระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายมาเป็นการตรวจสอบการทำงานทั้งระบบอย่างมีแบบแผน

### 3.3 หลักการ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)

หลักการของระบบการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤตประกอบด้วยหลัก 7 ประการ (FAO,1996) ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์อันตราย ที่เกิดทุกขั้นตอนตั้งแต่แหล่งที่มาของวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต การเก็บรักษา การจัดจำหน่าย และวิธีการเตรียมเพื่อบริโภคของผู้บริโภค โดยการเขียนผังของขั้นตอนการผลิต (flow diagram) และประเมินอันตราย (hazard) แต่ละขั้นตอนในผังแล้วกำหนดวิธีการเพื่อควบคุมอันตรายนั้นๆ อันตราย(hazard) หมายถึง การปนเปื้อนทั้งทางเคมี กายภาพ การเจริญเติบโตและการมีชีวิตอยู่ของแบคทีเรียในอาหาร ที่อยู่ในระดับที่ไม่สามารถ ยอมรับได้ อาจมีผลต่อความปลอดภัยหรือคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากผลของเมตาโบลิซึมของแบคทีเรีย ได้แก่ สารพิษ เอนไซม์ ฯลฯ

3.3.2 การกำหนดจุดควบคุมวิกฤต เพื่อป้องกันหรือควบคุมอันตรายที่ได้มีการจำแนกไว้ ซึ่งหมายถึง ตำแหน่ง วิธีการ หรือขั้นตอนในการผลิตที่หากสามารถควบคุมได้ จะขจัดหรือลดอันตรายได้ และหากมีการละเลยในการควบคุมจะมีผลทำให้อาหารที่ผลิตไม่ปลอดภัย จุดควบคุมวิกฤต (Critical Control Point : CCPs) คือจุดใด ๆ ในกระบวนการผลิตอาหารซึ่งเมื่อขาดการ ควบคุม อาจเป็นผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยที่ไม่สามารถยอมรับได้ และถูกกำหนดขึ้นเพื่อแสดงถึงอันตรายแต่ละจุด

3.3.3 กำหนดเกณฑ์ควบคุม เป็นการกำหนดเกณฑ์หรือลักษณะเฉพาะ ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่าการดำเนินการอยู่ภายใต้จุดควบคุมวิกฤต การกำหนดเกณฑ์ มีความสำคัญในการ ตรวจสอบอันตรายในแต่ละจุดควบคุมวิกฤต เกณฑ์ดังกล่าวประกอบด้วย เวลา อุณหภูมิ พีเอช วอเตอร์ตีวิตี้ ระดับคลอรีน ความชื้น และการเก็บผลิตภัณฑ์ การตั้งเกณฑ์ หรือระดับความปลอดภัยของอาหารเพื่อที่จะดูว่า CCPs อยู่ภายใต้การควบคุม (under control) และเกณฑ์ที่ตั้งอาจดูจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วในสถานที่นั้น จากตำราประสบการณ์ หรือจากการทำวิจัย

3.3.4 การติดตามจุดควบคุมวิกฤต การติดตาม (monitoring) หมายถึงการตรวจสอบว่าขั้นตอนการผลิตหรือการจัดการในแต่ละจุดควบคุมวิกฤตนั้น บรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ สามารถทำได้ โดยการสังเกต การใช้มาตรวัด และ/หรือ การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่สำคัญเพื่อควบคุมหรือป้องกันอันตรายอย่างเป็นระบบ

3.3.5 การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ณ จุดควบคุมวิกฤต ถ้าผลการติดตามพบว่าการทำอาหารมีความผิดพลาด หรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะต้องมีการแก้ไขให้ถูกต้อง (corrective action) วิธีการแก้ไขในแต่ละจุด จะมีลักษณะเฉพาะขึ้นกับผลการติดตามในแต่ละขั้นตอนของการทำอาหาร เพื่อที่จะได้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องได้ทัน่วงที

3.3.6 การกำหนดวิธีการทวนสอบว่า ระบบนี้ได้ทำตามแผนที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ทราบว่าจุดควบคุมวิกฤตให้เหมาะสมนั้น ได้มีการติดตามอย่างมีประสิทธิภาพและได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสมแล้ว

3.3.7 กำหนดระบบการเก็บบันทึกข้อมูล หลักการนี้มีความสำคัญยิ่งสำหรับผู้เกี่ยวข้องในการทำอาหาร ต้องเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสมของอาหาร วิธีการผลิตและการควบคุมการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบย้อนกลับได้

#### 3.4 การประยุกต์ใช้หลักการ HACCP

การประยุกต์ใช้ ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตอาหารตาม Codex Committee on Food Hygiene (FAO, 1996) มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การรวมกลุ่มผู้มีความรู้ ความชำนาญในสายการผลิต หรือมีความเกี่ยวข้องกับ ผลิตภัณฑ์ ต้องมีความรู้ความเข้าใจในระบบ HACCP พิจารณา ถ้าภายในองค์กรมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ ไม่เพียงพออาจเชิญผู้ที่มีความชำนาญภายนอกมาร่วมด้วย

3.4.2 ศึกษารายละเอียดของผลิตภัณฑ์และปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น วัตถุดิบ

3.4.3 กำหนดหรือการตั้งขอบข่ายของการ นำผลิตภัณฑ์ไปใช้เช่น กลุ่มบุคคล หรือช่วงอายุบุคคล ที่ใช้ผลิตภัณฑ์

3.4.4 จัดทำแผนผังหรือขั้นตอนการผลิตโดยกลุ่มผู้จัดทำระบบ HACCP ควรเป็นผู้จัดทำขึ้นมาเอง ซึ่งแผนผังต้องจัดทำขึ้นด้วยความรอบคอบ และตรงกับการปฏิบัติงานจริง

3.4.5 ตรวจสอบแผนผังการผลิตที่สร้างขึ้นกับการปฏิบัติงานจริงในทุกขั้นตอน ทั้งวิธีการ เวลา ที่ใช้ รวมทั้งการแก้ไขให้ถูกต้อง ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

3.4.6 พิจารณารวบรวมอันตรายหรือผลเสียที่เป็นไปได้ทั้งทางกายภาพ ชีววิทยา หรือ เคมีซึ่งอาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งวิธีการ หรือ มาตรการในการป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น

3.4.7 พิจารณาเลือกจุดควบคุมวิกฤตโดยใช้คำถามของ CCP decision tree ช่วยในการตัดสินใจเลือกจุดควบคุมวิกฤต โดยนำมาพิจารณากับทุกๆ อันตรายที่ได้รวบรวมไว้ในขั้นตอนที่ 6

3.4.8 กำหนดเกณฑ์ควบคุม หรือปริมาณที่ยอมรับให้มีได้สูงสุดของจุดควบคุมวิกฤตที่เลือกไว้ ซึ่งการกำหนดนี้ต้องมีความเข้าใจรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับจุดวิกฤตที่เราเลือกใน กรรมวิธีการผลิตอาหาร สิ่งที่ถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์พิจารณา เช่น อุณหภูมิ เวลา ความชื้น พีเอช ปริมาณคลอรีน สี กลิ่น

3.4.9 กำหนดระบบติดตามและควบคุมคุณภาพ ณ จุดควบคุมวิกฤตซึ่งระบบดังกล่าวจะต้องมีประสิทธิภาพ ที่จะระบุความเบี่ยงเบนจากเกณฑ์ที่กำหนด และแสดงให้เห็นเมื่อการควบคุมเบี่ยงเบนไป และต้องให้ผลหรือข้อมูลที่รวดเร็ว เพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไขได้ทัน ดังนั้นวิธีการ ควบคุมจึงมักเป็นวิธีการทางกายภาพ หรือทางเคมี และผลการตรวจสอบ ณ จุดควบคุมวิกฤต ต้องตรวจสอบลงนามโดยผู้รับผิดชอบทุกครั้ง

3.4.10 กำหนดวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องของแต่ละจุดควบคุมวิกฤต ในกรณีมีแนวโน้มที่จะเกิดการเบี่ยงเบนไปจากเกณฑ์ที่ควบคุมและจะต้องทำการควบคุมให้ได้ก่อนที่ความเบี่ยงเบนนั้นจะนำไปสู่ความไม่ปลอดภัย ซึ่งความเบี่ยงเบนและการแก้ไขต้องถูกบันทึกไว้ด้วย นอกจากนี้อาจต้องมีการคัดทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น ในขณะที่ไม่สามารถควบคุมจุดวิกฤตได้

3.4.11 กำหนดวิธีการตรวจสอบระบบ HACCP ที่มีอยู่ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ดำเนินการ โดยการสุ่มตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่างของการตรวจสอบเช่น การทบทวนระบบ HACCP พร้อมทั้งการบันทึกข้อมูล ทบทวนการเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น และวิธีการแก้ไข ทบทวนเกณฑ์และค่ายอมรับที่กำหนดขึ้น

3.4.12 กำหนดระบบการจัดเก็บข้อมูล เนื่องจากข้อมูลการควบคุมคุณภาพ ณ จุดควบคุมวิกฤตเป็นสิ่งสำคัญที่จะพิสูจน์ได้ว่าการควบคุมจุดควบคุมวิกฤต หรือมีการแก้ไขหากจุดควบคุมวิกฤต ไม่อยู่ในการควบคุมที่กำหนดไว้ และควรกำหนดวิธีการบันทึกข้อมูลในระบบ HACCP ไว้ด้วย

การนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลมีเหตุผลดังนี้ (สุรีย์ วงศ์ปิยชน และยุวดี คาคการณ์ไกล, 2536)

1. ปริมาณผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลมาก ซึ่งคนเหล่านี้ต้องได้รับอาหารจากโรงพยาบาล

2. การจัดทำอาหารในโรงครัวของโรงพยาบาลครั้งละมาก ๆ (mass catering) อาหารในโรงครัวโรงพยาบาล มีวิธีการในการผลิตเหมือนกัน

3. ผู้ป่วยต่างจากคนทั่วไป มีสภาพร่างกายที่อ่อนแอติดเชื้อโรคได้ง่าย จึงไม่ควรให้มีการติดเชื้อใด ๆ เพิ่มเข้ามาอีกและในการให้อาหารทางสายให้อาหาร ผู้ป่วยไม่สามารถรับรู้ กลิ่นและรสที่ผิดปกติได้ ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถปฏิเสธอาหารเหล่านี้ได้

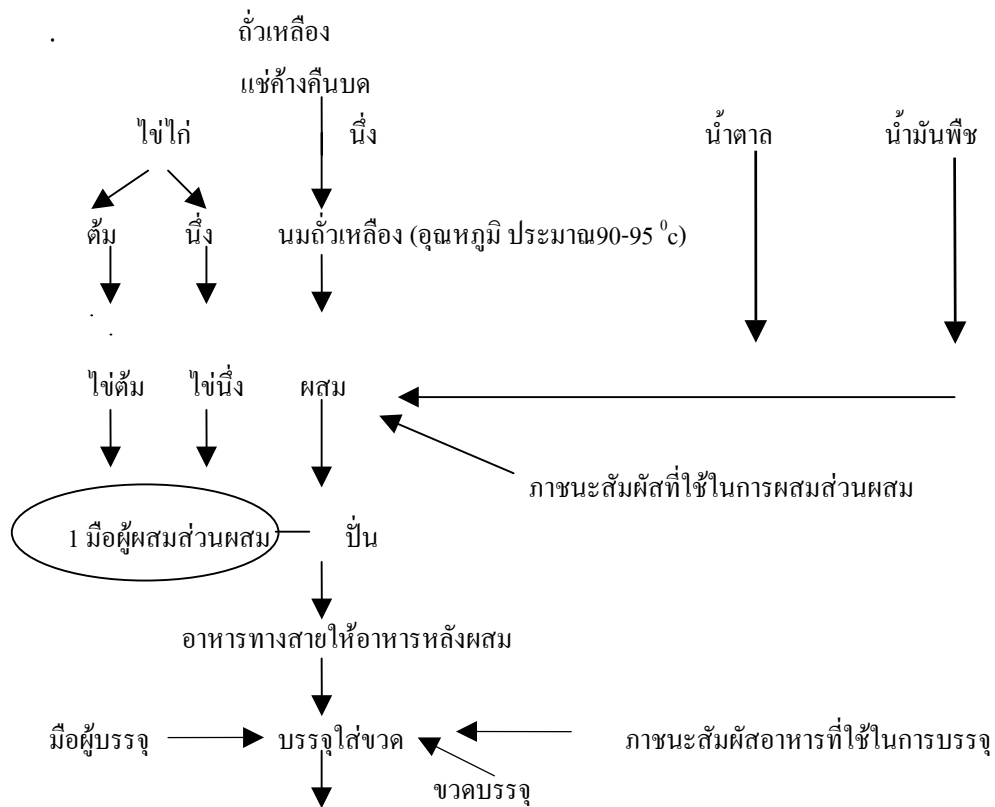
4. อาหารที่จัดให้แก่ผู้ป่วยยังต้องมีการเตรียมอย่างถูกต้องลักษณะ โภชนากรทำหน้าที่ในการกำหนดรายการอาหาร เฉพาะสำหรับผู้ป่วยแต่ละประเภทที่ต้องได้รับในแต่ละวัน อาหารทางสายให้อาหาร มีแคลอรีและโปรตีนสูงเป็นอาหารเพาะเชื้อ (culture media) ที่ดีมากแม้จะมีการปนเปื้อนจากเชื้อโรคเพียงเล็กน้อยก็สามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆถ้าอยู่ใน สภาวะที่เหมาะสม

จากการนำระบบ HACCP มาใช้ในการควบคุมคุณภาพอาหารในโรงพยาบาล ทำการศึกษาโดย Richards, Parr and Risdebrough (1993) โดยพบว่าจุดควบคุมวิกฤตได้แก่ ใช้อุณหภูมิการปรุง-ประกอบอาหารไม่เหมาะสม ปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ล้างอาหารที่รับประทานสด อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารไม่เหมาะสม อุณหภูมิในการทำให้ร้อนไม่เหมาะสม

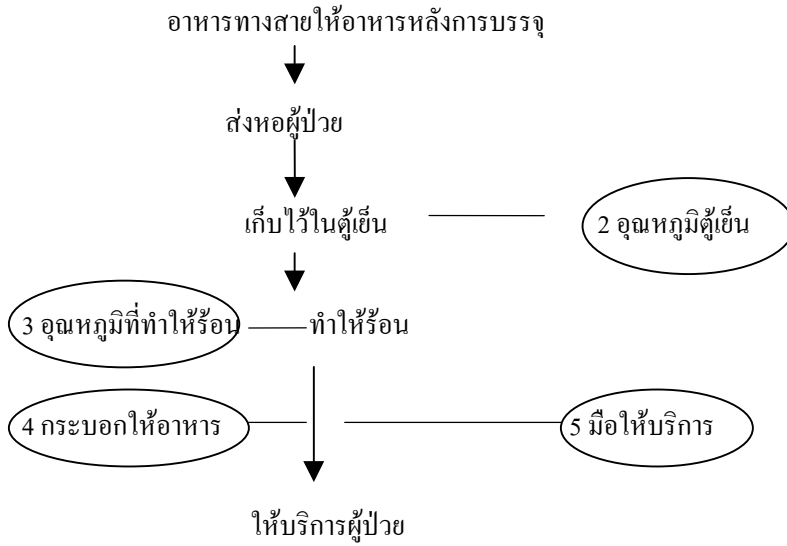
Shanaphy, Murphy and Kenedy (1993) นำระบบ HACCP มาใช้ในการควบคุม คุณภาพอาหารสำเร็จรูปแช่เย็น (cook chill) สำหรับให้บริการผู้ป่วย ในโรงพยาบาลภายใน 5 วัน โดยการทำการค้นหาจุดควบคุมวิกฤตซึ่งได้แก่ ขั้นตอนการนำส่งวัตถุดิบ การเก็บรักษาวัตถุดิบ การปนเปื้อนระหว่างเตรียมวัตถุดิบ การปรุงอาหาร การทำให้เย็น การเก็บรักษา การขนส่ง การทำอาหารให้ร้อนก่อนให้บริการ โดยมีการควบคุมแต่ละจุด พบว่า 16 เดือนก่อนที่มีการนำระบบ HACCP มาใช้ มี total bacteria count น้อยกว่า  $1.0 \times 10^3$  CFU/ml ร้อยละ 61.5 หลัง 16 เดือน จากการนำระบบ HACCP มาใช้ พบ total bacteria count น้อยกว่า  $1.0 \times 10^3$  CFU/ml เป็นร้อยละ 90.1 จากการเปรียบเทียบ ก่อนและหลังนำระบบ HACCP มาใช้มีการลดลงของการปนเปื้อนอาหารทางสายให้อาหารลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ (2541) ได้ทำการศึกษาโดยการประยุกต์หลักการวิเคราะห์อันตรายที่จุดควบคุมวิกฤตเพื่อตรวจสอบคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบว่ามีจุดบกพร่องในจุดควบคุมวิกฤตที่ต้องทำการควบคุม เพื่อให้ได้มาตรฐาน 4 จุด คือ 1. การผลิตอาหารทางสายให้อาหาร 2. อุณหภูมิที่เก็บรักษาอาหารในหอผู้ป่วย 3. ความร้อนที่ใช้ในการทำอาหารให้ร้อน และ 4. การให้บริการอาหารทางสายให้อาหาร ดังภาพประกอบ 1

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้นำ จุดวิกฤตที่ค้นพบในงานวิจัยที่ผ่านมาของ เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ (2541) มาศึกษาและแก้ปัญหาที่ค้นพบในจุดควบคุมวิกฤตที่ขั้นตอนของการผลิตอาหารทางสายให้อาหาร โดยเลือกใช้การลดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารด้วยการ พาสเจอ

ไรส์ในแบบ Low Temperature Long Time ที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและศึกษาความเหมาะสมของวิธีการ ต้นทุนการผลิต ทางกายภาพ, คุณภาพทางประสาทสัมผัสและ ประสิทธิภาพของการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารหลังการพาสเจอร์ไรส์ และหลังการเก็บรักษาอาหารในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 และ 12 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน เพื่อดูประสิทธิภาพและอายุในการเก็บรักษาของอาหารพาสเจอร์ไรส์ รวมถึงการสำรวจอุณหภูมิตู้เย็นในหอผู้ป่วย ว่ามีความเหมาะสมในการเก็บรักษาอาหารหรือไม่ และกระบวนการในการขนส่งอาหารที่มีความปลอดภัย ดังแสดงในแผนผังการดำเนินงานวิจัย ภาพประกอบ 2

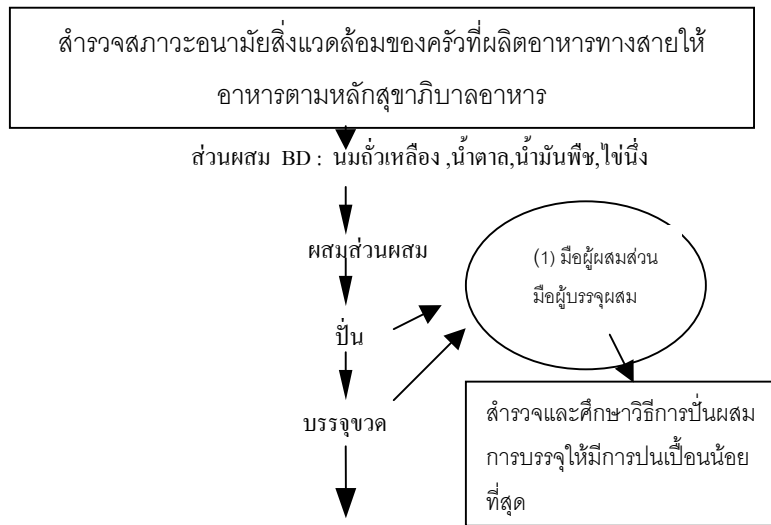




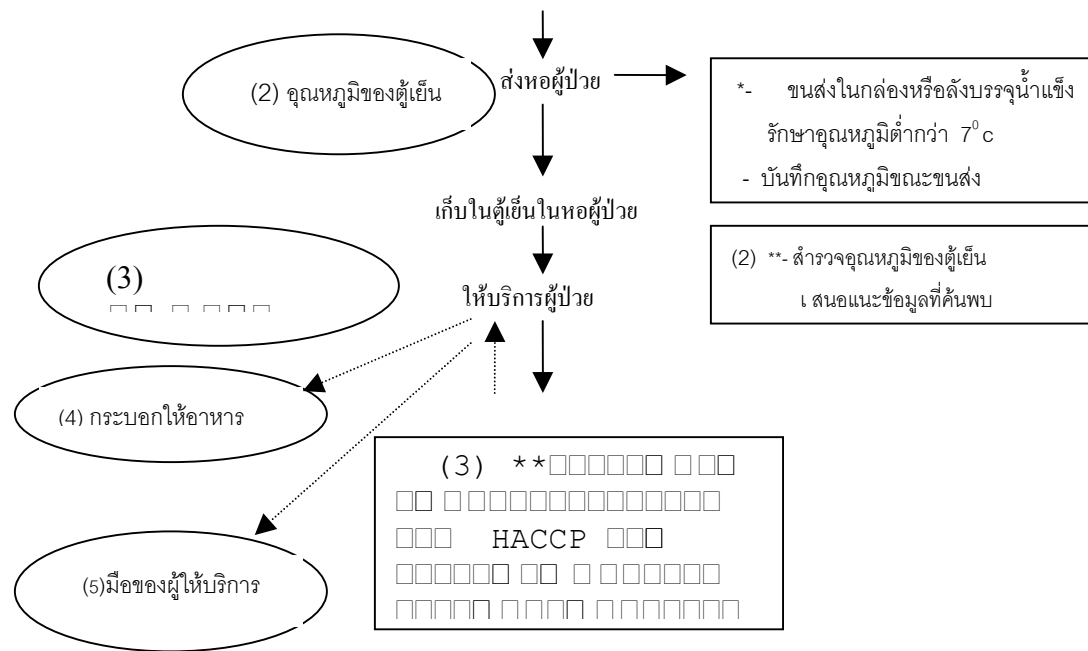


ภาพประกอบ 1 แผนผังการผลิตอาหารทางสายให้อาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์และ ผลการตรวจสอบคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในจุดที่เป็นจุดควบคุมวิกฤต  
 หมายเหตุ จุดควบคุมวิกฤต

ที่มา : คัดแปลงจาก เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์, 2541



\*\* (1.) - พาสเจอร์ไรส์ระบบ LTLT 2 (พาสเจอร์ไรส์  $65^{\circ}\text{C}$  30  $12^{\circ}\text{C}$  - )



ภาพประกอบ 2 แผนผังแสดงการดำเนินงานวิจัย

หมายเหตุ □□□□□□\* กิจกรรมที่ใช้ในการศึกษาปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่ค้นพบในจุดควบคุมวิกฤติในการวิจัยครั้งนี้  
 \* กิจกรรมข้อเสนอแนะ  
 ○ จุดควบคุมวิกฤติ

4. การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร

วิธีการป้องกันการเน่าเสียของอาหารที่ได้ผลดีมากที่สุดคือ การป้องกันการเจริญและการทำลายจุลินทรีย์ ดังนั้นกระบวนการแปรรูปอาหารเช่น การใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การฉายรังสีแกมมา และการอบแห้งเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการเก็บอาหารไม่ให้เน่าเสียก่อนเวลาอันควร วิธีการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ที่สำคัญคือการใช้ความร้อนและการใช้ ความเย็น

4.1. การใช้ความร้อน

วิธีนี้นิยมใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ เพราะประหยัดค่าใช้จ่าย ง่ายในการควบคุมและให้ผลที่หน้าเชื่อถือได้ โดยอาศัยการใช้หลักการที่ว่า ความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารที่สามารถทำให้อาหารเสีย กลไกที่ทำลายเชื้อของความร้อน คือทำให้โปรตีนจับเป็นก้อน (coagulation) ทำให้โปรตีนและเอนไซม์ส่วนใหญ่ของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงและสูญเสียสภาพธรรมชาติ (denature) จึงไม่สามารถทำหน้าที่ได้ ซึ่งถ้ามีน้ำเป็นตัวกลางจะเร่งให้โปรตีนจับรวมตัวกันเป็นก้อนเร็วขึ้นเพราะไปทำลายปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ การ

ใช้ความร้อนมีวัตถุประสงค์ในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและลดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ได้แก่วิธีการดังต่อไปนี้

4.1.1. การต้มเดือด (boiling) วิธีนี้ใช้ต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีที่สามารถทำลายแบคทีเรียในรูปเซลล์ปกติได้ภายใน 5-10 นาทีแต่ไม่อาจทำลายสปอร์ หรือไวรัสที่ทนความร้อน และไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด อาจมีผลต่อลักษณะและคุณค่าทางอาหารได้ (อัญชลี ตันท์ศุภศิริ, 2541)

4.1.2. การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) วิธีนี้เป็นการให้ความร้อน ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำเดือด อุณหภูมิประมาณ 60-85 องศาเซลเซียส ใช้ฆ่าเชื้อในอาหารที่ใช้ความร้อนสูงไม่ได้ วิธีนี้ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค จุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อน รวมทั้งจุลินทรีย์ที่อยู่ใน รูปเซลล์ แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด และไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ทุกชนิด วิธีนี้เหมาะสำหรับอาหารที่ต้องการให้มีคุณภาพดีคงเดิม หรือหลีกเลี่ยงการสูญเสีย คุณค่าทางโภชนาการ เช่นในน้ำนม น้ำผลไม้ (วราวุฒิ ครุสง, 2539)

4.1.3. การสเตอริไลส์ (Sterilization) ในที่นี้หมายถึง การสเตอริไลส์ในเชิงการค้า (Commercial Sterilization) คือ การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนสูงกว่าการ พาสเจอร์ไรส์ ระดับอุณหภูมิประมาณ 100-130 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งสปอร์ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารได้ในภาวะปกติได้ การสเตอริไลส์อาจแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ๆได้คือการสเตอริไลส์พร้อมภาชนะบรรจุหรือแยกจากภาชนะบรรจุ การสเตอริไลส์ที่นิยมได้แก่กระบวนการ ยูเอชที Ultra-high-temperature- treatment (UHT) และการบรรจุกระป๋อง (canning)

ตัวอย่างของการให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิต่างๆที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ระดับอุณหภูมิที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์

| อุณหภูมิ (°C) | การทำลายเชื้อจุลินทรีย์  |
|---------------|--|
| 121           | ไอน้ำร้อนที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เวลา 15-20 นาที ทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดรวมทั้งสปอร์  |
| 116           | ไอน้ำร้อนที่ความดัน 10 ปอนด์/ตารางนิ้ว เวลา 30-40 นาที ทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งสปอร์ |
| 110           | ไอน้ำร้อนที่ความดัน 6 ปอนด์/ตารางนิ้ว เวลา 60-80 นาที ทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดรวมทั้งสปอร์   |

|       |   |
|-------|---|
| 100   | ทำลายแบคทีเรียได้ แต่ทำลายสปอร์แบคทีเรียไม่ได้  |
| 82-93 | ทำลายแบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อราได้   |
| 66-82 | แบคทีเรียที่ทนร้อนเจริญได้  |
| 65-72 | การพาสเจอร์ไรส์ ทำลายเซลล์แบคทีเรีย ที่เป็นพิษได้ แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์แบคทีเรียชนิดเป็นพิษได้ |

ที่มา : ปรียา วิบูลเศรษฐ์, 2540

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (ปุ่น คงเกียรติเจริญและ สมพร คงเกียรติเจริญ, 2541)

1. ชนิดของจุลินทรีย์ เชื้อแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์มีความทนความร้อนต่างกัน และสปอร์ของเชื้อจะทนความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ
2. อายุของจุลินทรีย์เซลล์ที่เจริญในช่วง log phase จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าช่วงอื่นๆ แต่ช่วงท้ายของ stationary phase เชื้อจะทนความร้อนได้ดี ส่วนสปอร์ของเชื้อจะทนความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ
3. จำนวนจุลินทรีย์ ถ้ามีเชื้อเริ่มต้นสูงต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น
4. อุณหภูมิและเวลา ถ้าให้อุณหภูมิสูงขึ้นเชื้อจะถูกทำลายอย่างรวดเร็ว
5. สภาพแวดล้อมโปรตีนหรือไขมัน ที่ห่อหุ้มเซลล์ จะป้องกันเชื้อไว้ ทำให้ความร้อนเข้าถึงเซลล์ยาก

6. สภาพกรด ด่างของอาหารอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานกว่า

7. คุณสมบัติทางกายภาพของอาหารและความเป็นฉนวนความร้อนของอาหาร

8. รูปทรงและมิติของบรรจุภัณฑ์อาหาร

การถ่ายโอนและแทรกผ่านของความร้อนในอาหาร

การถ่ายโอนความร้อนในอาหารจะซับซ้อน และมีผลต่อระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ แบ่งอาหารตามลักษณะการถ่ายโอนความร้อนดังนี้ (สายรุพ ชัยวานิชศิริ และวรรณฯ ตูลย์ชัย,ม.ป.ป.)

1. อาหารที่ถ่ายโอนความร้อนแบบการนำ (conductive heating packs) ความร้อนจะถ่ายเทผ่านผนังภาชนะในทุกทิศทางแล้วผ่านโมเลกุลอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ การถ่ายโอนแบบนี้จะช้ากว่าการพาความร้อน

2. อาหารที่ถ่ายโอนความร้อนแบบการพา (convective heating packs) ความร้อนจะถ่ายโอนโดยที่โมเลกุลของอาหารเคลื่อนที่ไปด้วย เช่นอาหารเหลวที่มีความข้นหนืดต่ำ หรือมีชิ้นอาหารขนาดเล็ก เมื่อได้รับความร้อน ส่วนที่เป็นของเหลวที่ได้รับความร้อนก่อน ทำให้ความหนาแน่นน้อยลงจึง

เคลื่อนที่ขึ้นข้างบนในขณะที่อุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงล่างเกิดการหมุนเวียน  
อาหารภายในภาชนะ ถ้าอาหารมีการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาบังคับ (forced convection) ซึ่ง  
มีแรงภายนอกมาบังคับให้อาหารเคลื่อนที่เกิดการผสมในภาชนะทำให้อาหารมีการถ่ายโอนความร้อน  
เร็วขึ้น พบในการฆ่าเชื้อใน agitated retort

3. อาหารมีการถ่ายโอนความร้อนแบบผสม (complex heating packs) เช่นในอาหารที่มีส่วนผสม  
ของสารให้ความหนืด ช่วงแรกมีการถ่ายโอนความร้อนแบบการพา และเมื่อให้ความร้อนต่อไป  
อาหารจะข้นหนืดมากขึ้นและการถ่ายโอนความร้อนจะเปลี่ยนเป็นแบบการนำ หรืออาหารที่มีชิ้นอาหาร  
ใหญ่ในของเหลวส่วนของเหลวจะร้อนเร็วกว่าส่วนของแข็ง cold point ของอาหารจะอยู่ระหว่าง cold  
point ของอาหารที่มีอาหารมีการถ่ายโอนความร้อนแบบการนำและ แบบการพาดังแสดงในภาพ  
ประกอบ 3

ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายโอนความร้อนสู่อาหารในภาชนะแบ่งได้ดังนี้ (สายวรุฬ ชัยวา  
นิชศิริ และวรรณดา ตูลยชัย, ม.ป.ป.)

#### 1. ปัจจัยเนื่องจากผลิตภัณฑ์

- น้ำหนักบรรจุ (fill weight) ถ้ามากจะทำให้อัตราการแทรกผ่านความร้อนลดลง
- สูตรและความหนืดของอาหาร ถ้ามากเกินไปอาจทำให้การถ่ายโอนความร้อนสู่อาหารลดลง
- ขนาดชิ้นอาหารและการเรียงตัวในภาชนะ
- อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง ถ้าของแข็งมากเกินไปอาจทำให้การถ่ายโอนความร้อนสู่อาหารช้า

ลง

- ช่องว่างเหนืออาหารในภาชนะ ถ้าไม่เพียงพอ อาจเกิดการหมุนเวียนของอาหารในภาชนะไม่เพียงพอ

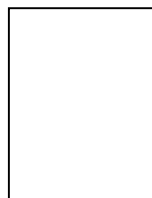
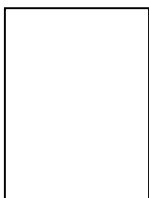
พอ

- อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร

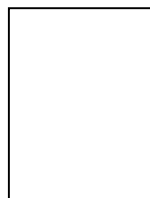
#### 2. ปัจจัยอื่นๆที่ไม่ใช่จากอาหาร

- ขนาด รูปร่าง และ ความหนาของภาชนะ
- การเรียงภาชนะใน retort
- วิธีการทำให้เย็น

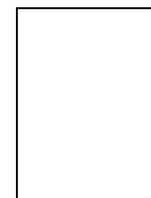
แบบการพาความร้อน



แบบผสม



แบบการนำความร้อน



อาหารเหลว      ชิ้นอาหารใน      ชิ้นอาหารใน      อาหารชั้นเหนียว      อาหารที่บรรจุแน่น  
    ของเหลว     ของเหลวชั้น

ภาพประกอบ 3 การถ่ายโอนความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ

ที่มา : ทนง ภัคศรีพันธ์, 2541 : 123

#### 4.2. การใช้ความเย็น

การใช้ความเย็นเป็นวิธีในการถนอมอาหารเพื่อให้เก็บอาหารไว้ได้นาน ด้วยการลดอุณหภูมิให้ต่ำเพื่อลดกิจกรรมของเอนไซม์และจุลินทรีย์ อุณหภูมิต่ำไม่ได้มีผลในการทำลาย จุลินทรีย์แต่เป็นการถนอมอาหาร เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อเจริญแบ่งตัวเพิ่ม เนื่องจากเอนไซม์ทำงานได้ช้าที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เอนไซม์ของเซลล์ลดลง ทำให้โปรตีนเสียสภาพ เซลล์เกิดการฉีกขาด แต่มีจุลินทรีย์ในกลุ่ม psychrophiles ซึ่งสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำตั้งแต่ -8 ถึง 20 องศาเซลเซียส ดังแสดงให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิต่ำที่มีผลกระทบต่ออาหารและเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารในตาราง 6

ตาราง 6 ระดับอุณหภูมิต่ำที่มีผลกระทบต่ออาหาร และเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร

| อุณหภูมิ (°C) | ผลกระทบต่ออาหาร และ เชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร                                      |
|---------------|---|
| 5             | เชื้อจุลินทรีย์แบ่งตัวช้าลงช่วยยืดอายุอาหาร                                     |
| 0-5           | ความชื้นในอาหารเปลี่ยนรูป เป็นเกล็ดน้ำแข็ง ดันทะลุผนังเซลล์ และทำลายรสชาติอาหาร |
| -8            | หยุดการเจริญเติบโตของ แบคทีเรีย และเชื้อรา                                      |
| -18           | หยุดปฏิกิริยาต่างๆทางเคมีของอาหาร และ จุลินทรีย์                                |
| -70 ถึง -195  | สามารถฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์ในอาหาร ได้หมดทุกชนิด                                  |

ที่มา : ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541

#### 5. กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization)

การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) หมายถึง กระบวนการให้ความร้อนในระดับการ พาสเจอร์ไรส์ ที่ประยุกต์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายต่อ สุขภาพของประชาชนที่อาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพและ ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด โดยไม่ได้เป็นการทำลายจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรคลงได้ทั้งหมด แต่ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำอันตรายต่อสุขภาพลงมาอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย และช่วย รักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ลดการบูดหรือเสียของผลิตภัณฑ์ ที่เกิดจาก จุลินทรีย์ FAO (1986)

กระบวนการให้ความร้อน ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำเดือด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับอาหาร และเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร ซึ่งเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ ขึ้นกับชนิดผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ (วรารุณี ครูส่ง, 2539)

วิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมาก โดยมุ่งทำลายแบคทีเรียพวกไม่สร้างสปอร์และก่อโรคมกกับมนุษย์ (pathogenic bacteria) ส่วนจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆที่ทนความร้อนของการพาสเจอร์ไรส์จะทำให้อาหารเสียได้ ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์จะต้องอาศัยความเย็นช่วยในการเก็บรักษา (ทนง ภักฤษพันธุ์, 2540)

เป็นกระบวนการในการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรง ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์ในการถนอมอาหาร โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนต่ำ เช่นจุลินทรีย์ที่ไม่มีสปอร์ ยีสต์และรา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส และคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร วัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอร์ไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ( $pH > 4.5$ ) คือการทำลายเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอร์ไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง ( $pH < 4.5$ ) คือการทำลายจุลินทรีย์ ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (วิไล รังสาดทอง, 2543)

การประยุกต์ใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ แก่ผลิตภัณฑ์อาหารนั้น มีข้อได้เปรียบกว่าการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลส์ เนื่องจากระดับความร้อนที่สูงกว่าจะส่งผลเสียแก่ ผลิตภัณฑ์นั้น แต่ข้อจำกัดก็คือสามารถทำลายได้เฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ทนความร้อนสูง ในการใช้ความร้อนในการถนอมอาหาร ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิ เวลาและอุณหภูมิ ในการพาสเจอร์ไรส์อาหารขึ้นอยู่กับ

1. การต้านทานความร้อนของของเซลล์จุลินทรีย์ หรือเชื้อโรคที่ต้องการทำลาย
2. ความไวต่อความร้อนของผลิตภัณฑ์ ค่า D ของเอนไซม์และจุลินทรีย์ซึ่งมีความทนทาน ต่อความร้อนมากที่สุดในอาหารนั้นๆ จะเป็นตัวบ่งชี้ ถึงระดับของการให้ความร้อน เพื่อให้อาหารมีความ

คงตัว เช่นการพาสเจอร์ร้อนขึ้นกับค่า D<sub>60</sub> และจำนวนจุลินทรีย์ *Coxiella burnettii* ที่เป็นเชื้อ Rickettsia ที่ทำให้เกิดโรคQ Fever หรือ ในผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง เช่น เชอร์รี่ กระบวนการพาสเจอร์ไรต์จะทำลายยีสต์และราส่วนเครื่องดื่มที่ได้จากการหมักเช่น เบียร์และไวน์ การพาสเจอร์ไรต์จะทำลายยีสต์แปลกปลอมหรือยีสต์ป่า (wild yeast) วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรต์อาหารต่าง ๆสามารถแสดงได้ในตาราง 7

สามารถแบ่งการให้ความร้อน ระดับพาสเจอร์ไรต์ได้เป็น 2 ระบบ คือ

1. การพาสเจอร์ไรต์แบบ LTLT (Low Temperature Long Time) เป็นระบบที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงนักแต่ใช้เวลานานระบบนี้อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และคุณค่าทางโภชนาการได้ ใช้อุณหภูมิต่ำเวลานาน คือ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และทำให้เย็นลงทันที

ตาราง 7 วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรต์อาหารชนิดต่าง ๆ

| ชนิดอาหาร               | วัตถุประสงค์หลัก  | วัตถุประสงค์รอง  | เงื่อนไขในการให้ความร้อน *   |
|-------------------------|---|--|--|
| (pH < 4.5 )<br>น้ำผลไม้ | ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เช่น pectin-esterase และ polygalacturonase   | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เช่น ยีสต์ และรา | 65 <sup>0</sup> c นาน 30 นาที<br>หรือ 77 <sup>0</sup> c นาน 1 นาที<br>หรือ 88 <sup>0</sup> c นาน 15 วินาที |
| เบียร์                  | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเช่น ยีสต์ป่า Lactobacillus species และยีสต์ที่หลงเหลืออยู่ เช่น Saccharomyces species | -  | 65-68 <sup>0</sup> c นาน 20 นาที (บรรจุขวด)<br>72-75 <sup>0</sup> c นาน 1-4 นาที ที่ 900-1,000 กิโลปาสกาล  |
| (pH > 4.5 )<br>นม       | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น Brucella abortus, Coxiella burnettii **<br><br>Mycobacterium tuberculosis,              | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย และทำลายเอนไซม์  | 63 <sup>0</sup> c นาน 30 นาที หรือ<br>71.5 <sup>0</sup> c นาน 15 วินาที                                    |
| ไข่                     | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น Salmonella senftenberg.   | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย                  | 64.4 <sup>0</sup> c นาน 2.5 นาที หรือ<br>60 <sup>0</sup> c นาน 3.5 นาที                                    |
| ไอศกรีม                 | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค  | ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย                  | 65 <sup>0</sup> c นาน 30 นาทีหรือ 71 <sup>0</sup> c นาน 30 นาที หรือ 80 <sup>0</sup> 15 วินาที             |



ที่มา : วิไล รัตตาทอง, 2543

หมายเหตุ \* ตามด้วยการทำให้เย็นลงที่ 3-7 °c อย่างรวดเร็ว

\*\* เป็นเชื้อ Rickettsia ที่ทำให้เกิดโรค Q Fever

เรียกว่าแบบ Holding Method ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน โดยนำอาหารที่ต้องการพาสเจอร์ไรส์ใส่ภาชนะ แล้วนำไปตั้งไฟให้ร้อน ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ โดยวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ จับเวลาตามที่กำหนด หรือบรรจุอาหารใส่ขวดแล้วนำไปตั้งในน้ำที่ต้มให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการก็ได้ (วรารุณี ครุสง, 2539)

2. การพาสเจอร์ไรส์แบบ HTST (High Temperature Short Time) เป็นระบบที่ใช้อุณหภูมิสูงแต่เวลาสั้นเพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนาการ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที และทำให้เย็นลงโดยเร็ว ระบบนี้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพราะเป็นระบบต่อเนื่อง ใช้เครื่องมือเป็นแบบเฉพาะอาหารผ่านความร้อนแล้ว บรรจุลงบรรจุภัณฑ์โดยวิธีปราศจากเชื้อ นำไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส (วรารุณี ครุสง, 2539) ดังตัวอย่างความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารใน ตาราง 8

ตาราง 8 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารในระดับพาสเจอร์ไรส์

| ผลิตภัณฑ์อาหาร | อุณหภูมิในการให้ความร้อน<br>(องศาเซลเซียส) | เวลาที่ใช้ | ระบบที่ใช้ |
|----------------|--|------------|------------|
| ผลิตภัณฑ์นม    | 71.1                                       | 15 วินาที  | HTST       |
| ไวน์และเบียร์  | 82-87                                      | 1-2 นาที   | HTST       |
| ผลไม้แห้ง      | 65.05-85                                   | 30-90 นาที | LTLT       |
| น้ำอุ่น        | 76.7                                       | 30 นาที    | LTLT       |
| นม             | 72-75                                      | 15 วินาที  | HTST       |
| ครีม           | >80  | 3-5 วินาที | HTST       |

ที่มา : วรารุณี ครุสง, 2539

ในการให้ความร้อนในระดับการพาสเจอร์ไรส์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ จะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ และองค์ประกอบธรรมชาติของผลิตภัณฑ์คือ pH, water activity, และความชื้นหนืดของอาหารและชิ้นของอาหารแล้ว ยังต้องพิจารณาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น และจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตเนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดต้านทานความร้อน สามารถสร้างสปอร์ได้ จึงอาจมีชีวิตรอดได้หลังจากที่ได้ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้นต้องทำให้เย็นลงทันทีเพื่อป้องกันไม่ให้ จุลินทรีย์ที่รอดชีวิตสามารถเพิ่มจำนวนขึ้น และก่อให้เกิดการเสียบของผลิตภัณฑ์ได้ จึงต้องเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำหรือแช่ในตู้เย็น และต้องบรรจุผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องลักษณะด้วย การเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ ต้องมีวิธีการเพื่อจำกัดสภาวะไม่ให้จุลินทรีย์เจริญได้หรือเจริญได้น้อยที่สุด โดยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ได้โดยอาศัยการตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์ แทนการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์โดยตรง เนื่องจากการตรวจหาปริมาณ จุลินทรีย์ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เช่น ในนม ใช้การหาเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเทส (alkaline phosphatase) แทนเนื่องจากค่า D ของเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเทสเท่ากับ ค่า D ของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคของ *Mycobacterium tuberculosis* ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ไข่ อาศัยการตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส (amylase) แทนการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์โดยตรง เนื่องจากค่า D ของเอนไซม์อะไมเลสใกล้เคียงกับค่า D ของเชื้อ *Salmonella spp.* โดยที่ค่า D (decimal reduction time) หมายถึงเวลาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่งทีกราฟผ่าน 1 วงจรของล็อก (Log cycle) หรือเป็นเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ไปได้ 90% ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ (วรารุณี ทรูสง, 2539)

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มากนัก อาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยน ความร้อนแบบมีดบาดผิวหรือ ใช้หม้อเปิดในการต้มก็ได้ แต่การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวที่มีความหนืดต่ำ ก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ ไวน์ นิยมใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ และผลิตภัณฑ์บางอย่างต้องมีขั้นตอนการกำจัดอากาศออก เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา

การพาสเจอร์ไรส์อาหารหลังบรรจุในบรรจุภัณฑ์

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์ และน้ำผลไม้จะทำหลังจากการบรรจุอาหารลงภาชนะ อาหารที่บรรจุขวดแล้วต้องบรรจุน้ำด้วย เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน (Thermal shock) ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุ

กัมมันต์ และอุณหภูมิของน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนคือ  $20^{\circ}\text{C}$  สำหรับการให้ความร้อน และ  $10^{\circ}\text{C}$  สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอร์ไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะหรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศหรือน้ำร้อน เพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง  $40^{\circ}\text{C}$  เพื่อระเหยน้ำบนผิวของบรรจุภัณฑ์ และป้องกันการเกิดสนิมภายนอกหรือที่ฝา และเพื่อเร่งให้ผลึกติดได้เร็วขึ้น กระบวนการนี้มีทั้งแบบกะและแบบต่อเนื่อง แต่เครื่องมือที่ง่ายที่สุดประกอบด้วยอ่างน้ำร้อน ซึ่งให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุแล้วและวางลงในภาชนะที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำเย็นเข้าไปเพื่อทำให้อาหารเย็นลง (วิลโลว์ รังสาตทอง, 2543)

ข้อดีของการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในการพาสเจอร์ไรส์อาหารก่อนการบรรจุกับการพาสเจอร์ไรส์อาหารหลังการบรรจุ คือ

1. เป็นการให้ความร้อนทั่วถึงกว่า
2. เป็นเครื่องที่ใช้งานง่าย และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาน้อยกว่า
3. ต้องการพื้นที่และแรงงานน้อยกว่า
4. มีความยืดหยุ่นกว่าคือใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดกว่า
5. สามารถควบคุมเงื่อนไขในการพาสเจอร์ไรส์ได้ดีกว่า

ผลกระทบของการพาสเจอร์ไรส์ต่ออาหาร

การพาสเจอร์ไรส์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านโภชนาการ และประสาทสัมผัสเล็กน้อย แต่อายุของผลิตภัณฑ์จะสั้นคือ เพียงหลายวันหรือหลายอาทิตย์ ซึ่งน้อยกว่าอาหารที่ผ่านการสเตอริไลส์ ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่ค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีอายุหลายเดือน การพาสเจอร์ไรส์ไม่มีผลต่อสีในเมล็ดพืช และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ชนิดอื่น ในผลไม้ อาจมีการสูญเสียกลิ่นเล็กน้อยทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง และอาจกลบกลิ่นที่เกิดขึ้นระหว่างการให้ความร้อนอาหารได้ อาจมีการเก็บเกี่ยวสารหอมระเหยเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำผลไม้ให้ดีขึ้น แต่ยังไม่เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป การสูญเสียสารหอมระเหยของของนมดิบช่วยลดกลิ่นหืน และทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสนุ่มนวลขึ้น ปฏิบัติการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นสาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนแปลง ออกซิเจนจะเป็นตัวเร่งการเกิดสีน้ำตาล จึงต้องมีการกำจัดอากาศในน้ำ ผลไม้ก่อนเข้าสู่กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ความขาวของนมดิบและนมพาสเจอร์ไรส์ต่างกัน เนื่องจากการไฮโมจิโนเซชันไม่ใช่กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ และวิตามินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีการสูญเสียโปรตีน 5 % ในนม (วิลโลว์ รังสาตทอง, 2543) การพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้นหรือระบบ HTST จะช่วยในการถนอมคุณภาพอาหารทางด้านโภชนาการ และประสาทสัมผัสของอาหาร ซึ่งกระบวนการพาสเจอร์ไรส์แบบ HTST จะให้ผลดี

ภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงสุด และกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ แบบ LTLT จะมีสูญเสียวิตามิน มากกว่าระบบ HTST เล็กน้อย

และสามารถสรุปวิธีการใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ในอาหารทางสายให้อาหาร โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ด้วยวิธีการที่สามารถเป็นไปได้ เหมาะกับลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ และความเป็นไปได้ในการนำมาทดลองเพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าว ในตาราง 9

ตาราง 9 สรุปการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียและความเป็นไปได้ของการใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ในอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

| วิธี   | ข้อดี   | ข้อเสีย   |
|--|---|---|
| การต้มเคี่ยว(boiling)                          | 1.ทำได้ในระดับครัวเรือน ทำได้ง่าย<br>2.สามารถฆ่าเชื้อได้  | 1.ไม่สามารถทำลายเชื้อได้ทั้งหมด รวมถึงทำลายสปอร์<br>2. อาจทำให้อาหารมีการจับตัวเป็นก้อนไม่เหมาะสมในการนำไปให้บริการผู้ป่วยเนื่องจากอาหารมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพง่ายเมื่อใช้ความร้อนสูง |
| การพาสเจอร์ไรส์แบบ LTLT                        | 1.ทำได้ในระดับครัวเรือน<br>2.ทำลายเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายปลอดภัยจากเชื้อก่อโรค<br>3.สามารถใช้กับอาหารที่มีความเปลี่ยนแปลงคุณภาพง่ายหรือใช้ความร้อนสูงไม่ได้เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะอาหารน้อย | 1.ไม่สามารถทำลายเชื้อได้ทั้งหมดรวมถึงทำลายสปอร์<br>2.ต้องเก็บรักษาอาหารในตู้เย็น<br>3.การควบคุมอุณหภูมิและการได้รับความร้อนอาจไม่สะดวกและทำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ควบคุมโดยคน            |
| การพาสเจอร์ไรส์แบบ HTST                        | 1.สามารถฆ่าเชื้อได้และลดการปนเปื้อนได้จากระบบได้ดี<br>2.การควบคุมอุณหภูมิทำได้ดีกว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและลักษณะอาหารน้อยกว่าระบบ LTLT  | 1.ทำได้ในระบบอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องมือและเครื่องจักรเฉพาะ<br>2.ต้องลงทุนกับระบบสูง<br>3.ต้องเก็บรักษาอาหารในตู้เย็น   |
| การสเตอริไลส์ (Sterilization) แบบยูเอชที (UHT) | 1.ปลอดภัยสูงกว่าและเก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิปกติ<br>2.คุณภาพอาหารเปลี่ยนแปลงน้อยมาก  | 1.ทำได้ในระบบอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องมือและเครื่องจักรเฉพาะไม่สามารถทำในระบบครัวเรือนได้  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| การสเตอริไลส์<br>(Sterilization)<br>แบบบรรจุกระป๋อง<br>(canning) | 1.ปลอดภัยสูงและเก็บรักษาได้นานที่<br>อุณหภูมิปกติ | 2.ต้องลงทุนกับระบบสูงมาก<br>1.ทำได้ในระบบอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องมือและเครื่องจักรเฉพาะไม่สามารถทำในระบบครัวเรือนได้<br>2.ต้องลงทุนกับระบบสูงมาก<br>3.ไม่เหมาะสมกับลักษณะและชนิดอาหาร<br>4.ค่าต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูง |
|--|---|---|

## 6. บรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์มีหน้าที่ในการบรรจุใส่ ป้องกันไม่ให้สินค้าเสียหาย โดยป้องกันผลิตภัณฑ์ จากการรั่ว การซึมผ่านวัสดุ ช่วยในการรักษาคุณค่าทางอาหารและคุณภาพอาหาร สามารถแบ่งตามวัสดุหลักในการผลิตได้ดังนี้

1. เยื่อและกระดาษ
2. พลาสติก
3. แก้ว
4. โลหะ

จึงต้องมีการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะกับชนิดของอาหารโดยพิจารณาจากคุณลักษณะของอาหาร และรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่จะหาได้ ด้วยต้นทุนที่เหมาะสมกับสภาวะการตลาด และสามารถเก็บรักษาอาหารได้ตามอายุขัย (Shelf Life) ที่ต้องการ และปัจจัยภายนอกที่ต้องคำนึงถึง คือ เทคนิคในการบรรจุ สภาวะการขนส่ง การจัดเก็บและช่องทางการจัดจำหน่ายบรรจุภัณฑ์อาหารที่ดีต้องคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

1. สุขภาพอนามัย อาหารต้องไม่เจือปนด้วยสารพิษใดที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
2. สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการ
3. คุณสมบัติทางด้านรสชาติและกลิ่น
4. คุณภาพทางด้าน การป้องกันจุลินทรีย์จากบรรยากาศภายนอกและจากตัวของ     ผลิตภัณฑ์

เอง

5. คุณภาพของเทคโนโลยีที่เหมาะสม

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้นำบรรจุภัณฑ์ที่หน่วยงาน โภชนาการ ใช้ในปัจจุบันมาใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาความเหมาะสมในการพาสเจอร์อาหารในภาชนะ โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ คือ

1. ขวดแก้ว ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่ใช้บรรจุน้ำเกลือในโรงพยาบาล 2. ขวดยาน้ำพลาสติกสีขาวขุ่นฝาเกลียว ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 3. ขวดน้ำดื่มพลาสติกสีขาวขุ่นฝาจุกยาง ขนาด 500 มิลลิลิตร

#### ขวดแก้ว

แก้วเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความเอื้อในการทำปฏิกิริยากับสารเคมี ต่างๆ เมื่อเทียบกับวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ และรักษาคุณภาพสินค้าได้ดีมาก ข้อดีคือมีความใส เป็นประกายมองเห็น ผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับได้ดี เนื่องจากแก้วมีความแข็งแรง รูปทรงและปริมาตรไม่ เปลี่ยนแปลงในการบรรจุแบบสุญญากาศหรือความดัน สามารถบรรจุอาหารขณะที่ร้อน หรือผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูง หรือทนต่อแรงกดได้สูง แต่ข้อด้อยของแก้วคือเปราะแตกง่าย มีน้ำหนักมาก 2.5 กรัม/ลบ. ซม. แม้ว่าจะเอื้อต่อปฏิกิริยาทั่วไป แต่โซเดียมและไอออนอื่นๆ ในแก้วสามารถแยกตัวออกจากแก้วมาผสมกับอาหารที่บรรจุภายในได้ ในด้านสิ่งแวดล้อมแก้วสามารถกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ใหม่ได้หลายครั้งอาจถึง 100 ครั้ง สิ่งสำคัญคือการล้างให้สะอาดและทำให้แห้ง แก้วสามารถนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้ ทำให้ลดพลังงานในการผลิตแก้วใหม่ ซึ่งในประเทศไทยมีการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่คิดเป็นปริมาณ 155916.60 ตัน หรือ ร้อยละ 23 ของขวดแก้วที่ผลิต นอกจากนี้ขวดแก้วส่วนสำคัญของบรรจุภัณฑ์ขวด คือฝาขวด เนื่องจากฝามีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

#### ขวดพลาสติก

พลาสติก หมายถึง วัสดุที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์สังเคราะห์หรือกึ่งสังเคราะห์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เกิดจากโพลิเมอร์เซชันหรือคอนเดนเซชันหรือได้จากวัตถุดิบธรรมชาติที่ผ่านกรรมวิธีทางเคมี ซึ่งสามารถนำมาทำภายใต้ภาวะต่าง ๆ ให้เป็นรูปร่างลักษณะและขนาดตามต้องการ

ภาชนะพลาสติก หมายถึงภาชนะ เช่น ขวด ที่ทำด้วยพลาสติกเพื่อใช้บรรจุของเหลว นมและผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งผลิตภัณฑ์คล้ายนม อาจมีลักษณะแข็ง (rigid) กึ่งแข็ง (semi-rigid)หรืออ่อน (flexible) ขวดยาน้ำพลาสติกสีขาวขุ่นฝาเกลียวและขวดน้ำดื่มพลาสติกสีขาวขุ่นฝาจุกยางทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง เป็นพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene หรือ HDPE) มีความหนาแน่น 0.941-0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

#### คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย เนื่องจากมีโมเลกุลใหญ่ (น้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง  $10^4 - 10^6$ ) ทำให้พลาสติกส่วนใหญ่มีความเอื้อต่อปฏิกิริยาเคมีและละลายได้ยากหรือไม่ละลายเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่ละลายน้ำหรือไขมัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์พลาสติกมีสารอื่นผสมอยู่ด้วย ดังนั้นผลิต

กัณฑ์พลาสติกอาจก่อให้เกิดพิษได้หากนำไปใช้ไม่ถูกต้อง สารเติมแต่งหลักที่ต้องใช้ผสมในผลิตภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ สารด้านการเชื่อมสภาพ สารนี้ใช้เพื่อป้องกัน หรือลดการสลายตัวของพลาสติกโดยออกซิเจนและความร้อน ได้แก่ สารพวกฟีนอลหรือเอมีน สารประกอบของตะกั่ว แคดเมียม ดีบุก สารประกอบบิฟอกไซด์ (กฤษฎา สุชีวะ, 2534)

1. พลาสติกไซเซอร์ ใช้เพื่อทำให้พลาสติกอ่อนตัวลงหรือช่วยให้พลาสติกไหลขึ้นรูปได้ง่ายขึ้น ได้แก่สารพวกฟอสฟอริก เอสเตอร์ซาลิซิลิกเอสเตอร์ หรือโพลีเอสเตอร์ พลาสติกที่ใช้พลาสติกไซเซอร์มากคือ โพลีไวนิลคลอไรด์

2. สารตัวเติม ใช้เพื่อช่วยให้สมบัติเชิงกลดีขึ้น เช่น ความแข็ง ความแข็งแรง หรือช่วยเพิ่มเนื้อเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้แก่ ไยแก้ว ผงโลหะ แป้ง แคลเซียมคาร์บอเนต

3. สี สีเป็นสารเติมแต่งที่สำคัญ สำหรับผลิตภัณฑ์พลาสติกสีที่ใช้มีทั้งสีอินทรีย์และสีอนินทรีย์ สีหลายชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย เช่น สารประกอบของแคดเมียม (สีเหลือง) สารประกอบของโครเมียม (สีเขียว) ดังนั้นสีที่ใส่ในของเล่นเด็ก จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ชนิดที่ไม่เป็นพิษ

4. สารหล่อลื่นและสารลดการติดแม่พิมพ์ ใช้เพื่อช่วยในการแปรรูปพลาสติก เช่น ซิลิโคนซิงคิสเตียเรท

สารเติมแต่งเหล่านี้บางตัวเป็นสารมีพิษ แต่เนื่องจากปริมาณสารเติมแต่งที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก คือเพียงร้อยละ 0.1-1 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์พลาสติกจะมีอันตรายต่อร่างกายก็ต่อเมื่อสารเติมแต่งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้เท่านั้น จึงควรใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกให้ถูกต้อง หรือเลือกใช้สารเติมแต่งให้ถูกชนิดจะช่วยให้อปลอดภัย ดังนั้นพลาสติกจึงเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารที่ต้องให้ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยและการเลือกใช้มากที่สุด โดยเฉพาะในการบรรจุอาหารร้อน หรือต้องนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อาจเป็นกระบวนการฆ่าเชื้อ การปรุงสุกหรือการอุ่นอาหารพร้อมบรรจุภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิดจากการแพร่กระจายของสารจากภาชนะไปสู่อาหารซึ่งการแพร่กระจายนี้อาจขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและพลาสติกที่ใช้ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับภาชนะพลาสติกและฟิล์มพลาสติกที่ทำขึ้นเพื่อใช้ครั้งเดียวสำหรับบรรจุนมและผลิตภัณฑ์นม ได้กำหนดให้ภาชนะพลาสติกต้องสะอาดปราศจากข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน และมีคุณลักษณะด้านความปลอดภัย เกี่ยวกับการละลายของสารเคมีและปริมาณของสารที่ละลายออกมาในพลาสติก ชนิดโพลีเอทิลีนและ โพลีโพรพิลีน โดยเมื่อใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย พบโทแทสเซียมเพอร์แมงกานีสที่ใช้ทำปฏิกิริยาไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และต้องไม่พบฟีนอลและฟอร์มาลดีไฮด์ และเมื่อทดสอบโดยใช้กรดอะซิติกร้อยละ 4 โดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย สิ่งที่เหลือจากการระเหยต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์

เดซิเมตรของสารละลายและโลหะหนัก(เทียบเป็นตะกั่ว)ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของสารละลาย(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2529)

## วัตถุประสงค์

### 1. วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมคุณภาพในอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ตามหลักการ HACCP

### 2. วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.1 ประเมินคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหารก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรส์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของอาหารทางสายให้อาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ 2 แบบ คือแบบที่ 1 พาสเจอร์ไรส์ก่อนการบรรจุและแบบที่ 2 พาสเจอร์ไรส์หลังการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ขวดแก้ว ขวดพลาสติกฝาเกลียว และขวดพลาสติกฝาจุกยาง และหลังการเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่ อุณหภูมิ 5 และ 12 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

2.2 ประเมินคุณภาพอาหารทางกายภาพ คือความหนืดของอาหาร และทางประสาทสัมผัส โดยการสังเกต สี กลิ่น รส การตกตะกอนแยกชั้นของอาหาร ลักษณะของอาหารก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรส์

2.3 ประเมินอุณหภูมิตู้เย็นที่เก็บรักษาอาหารในหอผู้ป่วยที่มีการให้อาหารทางสายให้อาหาร ในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จำนวน 10 หอผู้ป่วย และตู้เย็นของหน่วยโภชนาการ

2.4 คำนวณต้นทุน ค่าใช้จ่าย ค่าแรง เปรียบเทียบความสะดวก และความเหมาะสมในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน

2.5 ศึกษาและสำรวจสถานะสุขาภิบาลของครัว ที่ผลิตอาหารทางสายให้อาหารใน รพ.สงขลานครินทร์

2.6 จัดทำข้อเสนอแนะในการผลิตอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ ตามหลักการ HACCP



## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการทำให้กระบวนการผลิตอาหารทางสายให้อาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ได้มาตรฐานความปลอดภัย ด้วยเทคนิคการพาสเจอไรส์ มีการประเมินต้นทุนค่าใช้จ่าย ค่าแรง ความสะดวก และความเหมาะสมในการปฏิบัติงานและความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ของวิธีการพาสเจอไรส์ 2 วิธีและบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอาหารหลังการพาสเจอไรส์ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทาง นำไปสู่การพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพอาหารที่ให้บริการใน โรงพยาบาลตามหลักการ HACCP

## ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้การพาสเจอไรส์ แบบ Low Temperature Long Time สำหรับการผลิตอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตจริง เพื่อแก้ปัญหาที่ค้นพบ ในการควบคุมคุณภาพอาหารตามหลักการ HACCP การวิจัยในครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวิจัยเชิงทดลองในการพาสเจอไรส์อาหารทางสายให้อาหาร 2 วิธี คือแบบ พาสเจอไรส์ก่อนการบรรจุ และแบบพาสเจอไรส์หลังการบรรจุ โดยใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิดและอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการเก็บรักษาอาหารหลังการพาสเจอไรส์ โดยศึกษาคุณภาพทางด้าน จุลินทรีย์ คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและคุณภาพทางด้านกายภาพของอาหาร

2. การวิจัยเชิงพัฒนาในการศึกษาความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และต้นทุนในการประยุกต์ใช้กระบวนการพาสเจอไรส์ในการผลิตอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงเพื่อควบคุม คุณภาพอาหาร โดยการประยุกต์หลักการ HACCP มาเป็นแนวทางในการศึกษา

## สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. ฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

3. หอผู้ป่วยที่มีการให้อาหารทางสายให้อาหาร 10 หอผู้ป่วย คือหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง หอผู้ป่วย Respiratory Care Unit (R.C.U.) หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย หอผู้ป่วยศัลยกรรมชาย หอผู้ป่วยศัลยกรรมหญิง หออภิบาลผู้ป่วยหนัก (I.C.U.) หอผู้ป่วยอุบัติเหตุ หอผู้ป่วยศัลยกรรมระบบประสาท หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูกและข้อหญิง หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูกและข้อชาย