สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

หม้อฆ่าเชื้อแบบ Water Spray ขนาดเล็กสำหรับทดสอบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์

(Small Water Spray Retort for Pouch Packaging and Product Testing)

โดย

อ. สมัคร รักแม่

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

RCH
TJ
263.5
ท291ห
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 84530
วัน,เดือน,ปี..... 13 ต.ค. 2551
b..... 11993091
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงาน หม้อฆ่าเชื้อแบบ Water spray ขนาดเล็กสำหรับทดสอบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์

Small Water Spray Retort for Pouch Packaging and Product Testing

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อออกแบบและสร้างหม้อฆ่าเชื้อแบบละอองน้ำพ่นฝอยขนาดเล็กที่ไม่ต้องต่อเชื่อมระบบเข้ากับหม้อไอน้ำ เพื่อทดสอบคุณภาพบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว(Retort pouch) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อทดสอบลักษณะทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการทางความร้อน ว่าสามารถทนต่อสภาวะการผลิตตามต้องการได้หรือไม่ งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบให้หม้อฆ่าเชื้อดังกล่าวมีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและไม่ต้องเชื่อมต่อกับหม้อไอน้ำแต่จะใช้ความร้อนจากขดลวดความร้อนแทน โดยออกแบบให้หม้อฆ่าเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.75 แรงม้าสำหรับปั๊มน้ำให้ผ่านหัวฉีดพ่นฝอยภายในหม้อฆ่าเชื้อ ใช้ขดลวดความร้อนขนาด 1 กิโลวัตต์ จำนวน 4 ตัว อุณหภูมิด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น(Plate heat Exchanger) ในการลดอุณหภูมิ(Cooling) น้ำในระบบ แรงดันในหม้อฆ่าเชื้อใช้การส่งผ่านลมอัดจากเครื่องสร้างลมอัด(Air compressor) ผ่านชุดควบคุมแรงดันลม(pressure regulator) และมีวาล์วควบคุม(Safety valve) ช่วยควบคุมแรงดันในหม้อฆ่าเชื้อให้อยู่ในระดับตามต้องการ เครื่องที่สร้างใช้น้ำในการหมุนเวียนในระบบ 12 ลิตร มีอัตราการไหลวนผ่านขดลวดความร้อนและหัวพ่นฝอย 32 ลิตร/นาที มีช่วงเวลา come-up time 30 นาที อุณหภูมิช่วง processing time ได้สูงถึง 140 องศาเซลเซียส และช่วงเวลาในการทำเย็น(cooling time) ใช้น้ำหล่อเย็นที่อัตรา 5 ลิตร/นาที เป็นเวลา 12 นาทีในการลดอุณหภูมิจาก 121 องศาเซลเซียส ลงมาถึง 45 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หม้อฆ่าเชื้อ (Retort)

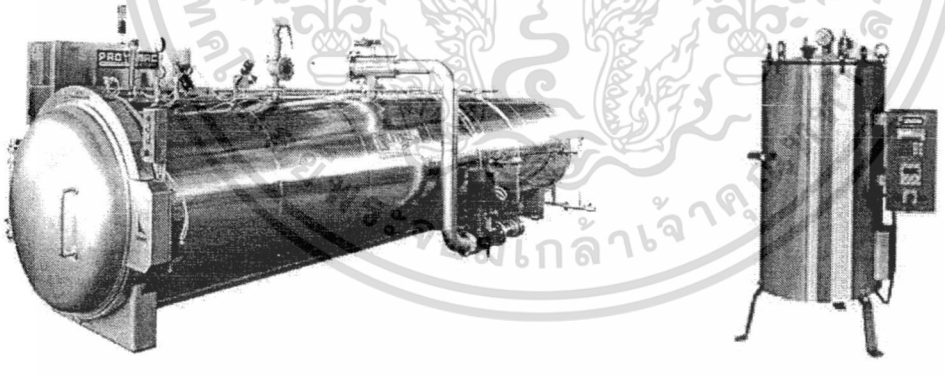
หม้อฆ่าเชื้อคืออุปกรณ์ที่สร้างจากโลหะหนาทนความร้อน มักประกอบขึ้นเป็นรูปทรงกระบอก มีฝาครอบปิดสนิทและมีที่ล็อคแน่นหนา ส่วนใหญ่ห่อหุ้มด้วยฉนวน ใช้สำหรับบรรจุและส่งผ่านกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารในภาชนะที่ปิดสนิท โดยเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำเพื่อทำลายจุลินทรีย์

2.1 การแบ่งลักษณะของหม้อฆ่าเชื้อสามารถแบ่งตามลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

หม้อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 หม้อฆ่าเชื้อที่มีการทำงานเป็นชุดหรือรุ่นไม่ต่อเนื่อง (Batch retort system) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยประเภทลงมาได้อีก ได้แก่

2.1.1.1 การแบ่งตามลักษณะการจัดวางตัว (Retort arrangement) ได้แก่ หม้อฆ่าเชื้อแบบ
วางแนวตั้ง (Vertical) และหม้อฆ่าแบบวางแนวนอน (Horizontal)



รูปที่ 2.1 หม้อฆ่าเชื้อแบบแนวนอน และแนวตั้ง

2.1.1.2 การแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ของบรรจุภัณฑ์ภายใน (Container movement)
ได้แก่ หม้อฆ่าเชื้อแบบอาหารกระป๋องอยู่กับที่ (Stationary) และหม้อฆ่าเชื้อแบบอาหารกระป๋องหมุนแกว่ง (Rotary หรือ Agitating)

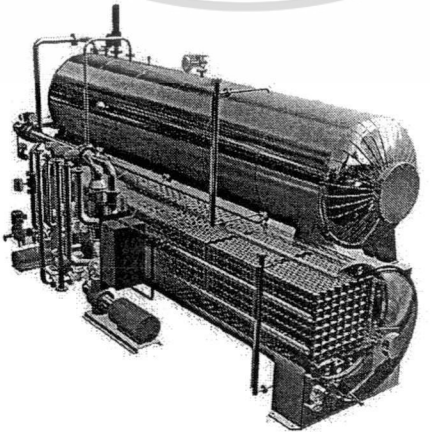
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อฆ่าเชื้อแบบหมุนแกว่งสามารถทำงานได้ที่ความดันบรรยากาศ หรือออกแบบให้สามารถฆ่าเชื้อได้ภายใต้ความดันสูง โดยจะมีโครงสร้างทรงกระบอกโดยด้านในที่ติดกับผิวเครื่อง (Shell) จะประกอบด้วยเกลียวนำร่องรูปตัวที (Spiral T) เพื่อทำให้กระป๋องเคลื่อนไปตามเกลียวจากทางเข้าด้านหนึ่งสู่ทางออกอีกด้านหนึ่ง ขณะที่ภายในเครื่องจะมีแกนหมุน (Rotating reel) รูปทรงกระบอกตามความยาวเครื่อง โดยจะมีแถบเหล็กกั้นในแนวตั้งฉากกับผิวทรงกระบอกเป็นร่อง (Step) รอบแกนหมุน เพื่อพยุงกระป๋องให้อยู่ในแต่ละร่องโดยรอบผิวของแกนหมุน เมื่อเครื่องเริ่มหมุนกระป๋องซึ่งวางนอนอยู่ในแต่ละร่องจะถูกพาให้เคลื่อนที่ไปในลักษณะวงกลมตามผิวด้านในของเครื่อง และในขณะเดียวกันก็จะถูกนำร่องให้เคลื่อนที่ไปตามเกลียวตัวที เคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งของเครื่องไปสู่อีกด้านหนึ่งตามความยาวเครื่อง โดยหม้อฆ่าเชื้อแบบอาหารกระป๋องหมุนแกว่งมีข้อดี คือ

1) **ประหยัดเวลาในการฆ่าเชื้อ** เนื่องจากการหมุนทำให้เกิดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาหารได้เร็วกว่าปกติ ทำให้สามารถฆ่าเชื้อที่ค่า F_0 ตามต้องการได้โดยใช้เวลาน้อยกว่าหม้อฆ่าเชื้อแบบอยู่นิ่ง นอกจากนี้ยังทำให้สามารถผลิตอาหารได้มากขึ้นในเวลาจำกัดที่เท่าเดิม

2) **ช่วยให้อาหารมีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ** โดยทั่วไปหม้อฆ่าเชื้อแบบอาหารกระป๋องหมุนแกว่งนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะข้นหนืดส่งผ่านความร้อนได้ช้า หรือใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้วยความร้อน ดังนั้นการหมุนจะช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอาหารภายในภาชนะบรรจุทำให้การกระจายความร้อนของอาหารภายในภาชนะสามารถเกิดขึ้นได้เร็วและสม่ำเสมอ ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนที่แตกต่างกันของอาหารที่ใจกลาง และที่สัมผัสผิวภาชนะบรรจุ (Temperature gradient in container)

3) **ประหยัดพลังงานที่ใช้** เนื่องจากการลดเวลาฆ่าเชื้อลงนั้น จัดว่าเป็นการใช้พลังงานไอน้ำหรือน้ำร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



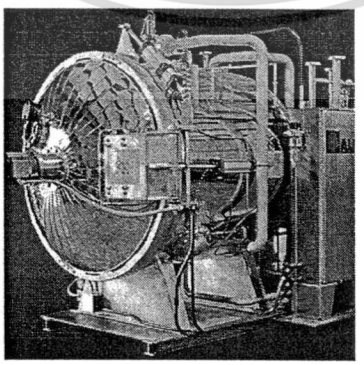
รูปที่ 2.2 หม้อฆ่าเชื้อแบบอาหารกระป๋องหมุนแกว่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 หม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เป็นการแบ่งที่ทำให้เครื่องแต่ละเครื่องมีลักษณะจำเพาะในการออกแบบ และประเมินประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่

1) แบบใช้ไอน้ำอิ่มตัว (Steam) เมื่อไอน้ำอิ่มตัวกลั่นตัวลงที่ด้านนอกจะมีการถ่ายเทความร้อนแฝงไปยังอาหาร ถ้ามีอากาศอยู่ในหม้อฆ่าเชื้ออากาศนี้จะรวมตัวเป็นฉนวนฟิล์มอยู่รอบๆ กระป๋องและขัดขวางการควบแน่นของไอน้ำอิ่มตัว จึงต้องกำจัดอากาศภายในหม้อฆ่าเชื้อทั้งหมดออกไปก่อนโดยการแทนที่ด้วยไอน้ำ หลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะเป็นการหล่อเย็นในบรรจุภัณฑ์ด้วยน้ำเย็น ไอน้ำจะควบแน่นอย่างรวดเร็ว ส่วนอาหารจะเย็นลงอย่างช้าๆ แต่ความดันภายในบรรจุภัณฑ์จะยังคงสูงอยู่ ความดันอากาศที่ยังสูงนี้จะป้องกันแรงเค้นที่รอยปิดผนึก เมื่ออาหารเย็นลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ความดันอากาศจะลดลงและเย็นลงจนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้บรรจุภัณฑ์จะแห้งเองเพื่อป้องกันสนิม และฉลากจะติดแน่นเร็วขึ้น

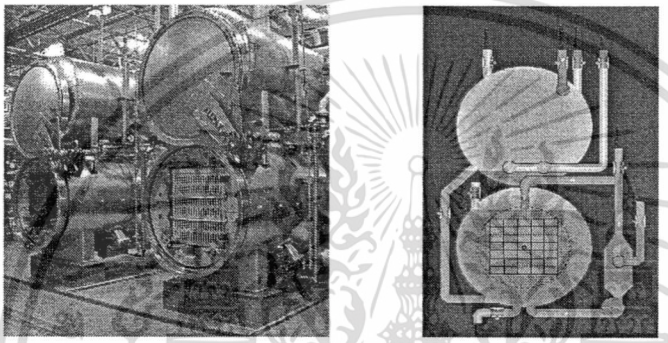
2) แบบใช้ไอน้ำและอากาศร้อนผสมกัน (Steam-Air heating) เป็นการใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อในขณะที่มีการอัดอากาศ เพื่อต่อต้านความดันที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อนั้นๆ ทำให้สามารถใช้ฆ่าเชื้อในอาหารในบรรจุภัณฑ์ได้หลายชนิดมากกว่าเครื่องที่ใช้ไอน้ำเพียงอย่างเดียว การควบคุมอัตราส่วนของไอน้ำต่ออากาศเป็นจุดควบคุมที่สำคัญ เพื่อให้ทั้งอุณหภูมิและความดันเป็นไปตามกำหนดการฆ่าเชื้อ ลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การที่ต้องการออกแบบให้มีพัดลมหรือกลไกที่ทำให้ไอน้ำและอากาศนั้นผสมกันอย่างสม่ำเสมอและกระจายตัวอย่างทั่วถึง



รูปที่ 2.3 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำและอากาศร้อนผสมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

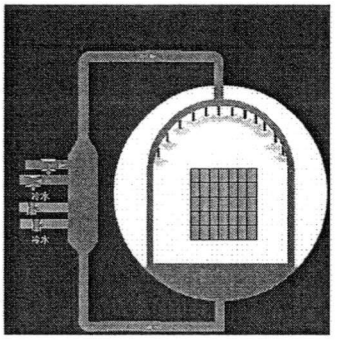
3) แบบให้ความร้อนท่วมบรรจุภัณฑ์ตลอดเวลาในการฆ่าเชื้อ (Full water immersion) หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้จะใช้น้ำร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อน (Heating Media) โดยน้ำร้อนจะท่วมบรรจุภัณฑ์ตลอดเวลาการฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงสามารถใช้ได้ทั้งการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 100°C และแบบสเตอริไลซ์ ที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ที่อุณหภูมิ 125°C โดยการอัดความดันเข้าไปในหม้อฆ่าเชื้อ การอัดความดันอาจใช้ไอน้ำอิ่มตัว (Saturated Steam) หรือใช้อากาศก็ได้ แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้อากาศในการควบคุมความดันภายในหม้อฆ่าเชื้อ ส่วนวิธีการทำน้ำร้อนอาจใช้ไอน้ำฉีดเข้าผสมกันน้ำโดยตรง (Steam injection) หรือใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) โดยปั๊มน้ำผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหมุนวนภายในหม้อฆ่าเชื้อตลอดเวลา

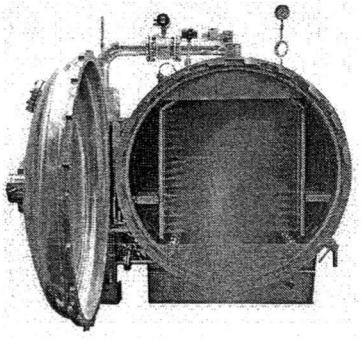


รูปที่ 2.4 หม้อฆ่าเชื้อแบบให้ความร้อนท่วมบรรจุภัณฑ์ตลอดเวลาในการฆ่าเชื้อ

4) แบบใช้น้ำร้อนภายใต้ความดันสูง (Cascade หรือ Shower Water หรือ Raining water retort) หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้ใช้น้ำร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อน แต่เพื่อเป็นการประหยัดน้ำจึงออกแบบให้น้ำตกลงมาเป็นสายผ่านอาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ตลอดเวลา และต้องมีการหมุนเวียนน้ำด้วยปั๊มน้ำ การทำน้ำร้อนมีทั้งระบบพ่นไอน้ำผสมกับน้ำโดยตรง แต่โดยทั่วไปมักใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกหม้อฆ่าเชื้อและควบคุมความดันด้วยอากาศอัด ซึ่งควบคุมได้ง่ายกว่าเครื่องฆ่าเชื้อแบบน้ำท่วม อุณหภูมิน้ำจะค่อยสูงขึ้นจากการปั๊มน้ำหมุนเวียนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้สามารถลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลงอย่างฉับพลันได้ (Thermal Shock) อย่างไรก็ตามหากออกแบบไม่ดีพออาจก่อให้เกิดปัญหาการกระจายตัวของอุณหภูมิที่ไม่สม่ำเสมอขึ้นได้ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดเรียงภาชนะบรรจุโดยใช้แผ่นกั้น และเรียงสลับเพื่อให้น้ำร้อนสัมผัสกับภาชนะบรรจุได้อย่างทั่วถึงและเพื่อความปลอดภัย อุณหภูมิน้ำร้อนต้องวัดอุณหภูมิน้ำขาออก สิ่งสำคัญอีกประการที่ต้องพิจารณา คือ อัตราการไหลของน้ำร้อนและความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านภาชนะบรรจุ เพราะถ้าอัตราการไหลต่ำเกินไปอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อจะแตกต่างกันมาก โอกาสที่การฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์ก็อาจจะเกิดตามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.5 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนภายใต้ความดันสูง

2.1.2 เครื่องฆ่าเชื้อที่มีการทำงานต่อเนื่อง (Continuous retort system) มีลักษณะการทำงานใช้สายพานนำผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องเคลื่อนตัวเข้าเครื่องฆ่าเชื้อผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้วจึงนำออกจากเครื่องอัตโนมัติ เครื่องฆ่าเชื้อประเภทนี้จะมีกำลังการผลิตสูง แต่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของกระป๋องและต้นทุนค่าเครื่องฆ่าเชื้อสูงมาก

ดังนั้นในประเภทเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องส่วนมากมีลักษณะการทำงานเป็นชุดหรือรุ่นไม่ต่อเนื่องรูปแบบวางแนวนอน สามารถผลิตขึ้นใช้ได้เองภายในประเทศ ใช้พลังงานไอน้ำอิ่มตัวเป็นแหล่งให้ความร้อนไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องประเภทกรดต่ำ เพราะผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องประเภทนี้มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จึงต้องมีการควบคุมให้ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเกิดความมั่นใจให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

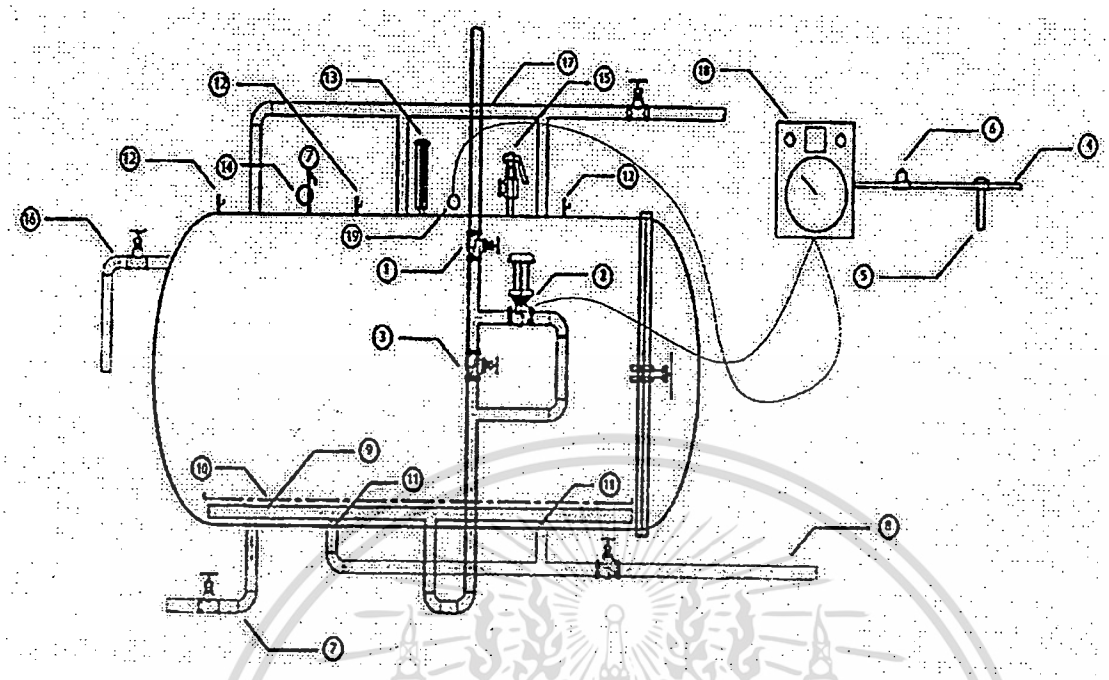
2.2 ส่วนประกอบของหม้อฆ่าเชื้อ [2]

ส่วนประกอบของหม้อฆ่าเชื้อ ได้แก่

2.2.1 ท่อไอน้ำเข้า (Steam inlet) เป็นท่อไอน้ำต่อจากท่อพักไอน้ำที่บริเวณติดตั้งหม้อฆ่าเชื้อ ท่อไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อไม่ควรยาวและมีส่วนหักส่วนงอมากเกินไป ควรเดินท่อให้ตรงและสั้นที่สุดเพื่อลดแรงเสียดทานที่ทำให้เกิดความดันลดต่ำลงภายในเส้นท่อ และควรหุ้มฉนวนกันความร้อนท่อไอน้ำทั้งหมด ท่อไอน้ำเข้าต้องมีขนาดใหญ่เพื่อให้ไอน้ำเข้าสู่ภายในหม้อฆ่าเชื้อมีความดันมากเพียงพอในการไล่อากาศออกจากหม้อฆ่าเชื้อได้สมบูรณ์ ท่อไอน้ำเข้าต้องอยู่ตรงข้ามกับท่อทางระบายอากาศออกจากหม้อฆ่าเชื้อ

ในกรณีหม้อฆ่าเชื้อแบบวางนอนซึ่งมีความยาวมาก (มากกว่า 9 เมตร) ควรต่อท่อไอน้ำขนาดใหญ่เข้าหม้อฆ่าเชื้อ หรือมีท่อไอน้ำเข้า 2 ทางเข้า หรือท่อไอน้ำเข้าแบ่งย่อยก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของหม้อฆ่าเชื้อแบบแนวนอน

1. ท่อไอน้ำเข้า
2. วาล์วควบคุมไอน้ำอัตโนมัติ
3. ท่อไอน้ำเบี่ยง
4. ท่ออัดอากาศสำหรับอุปกรณ์บันทึก
5. อุปกรณ์กรองอากาศ
6. อุปกรณ์ควบคุมความดันอากาศอัด
7. ท่อระบายอากาศ
8. ท่อน้ำเข้า
9. ท่อกระจายไอน้ำ
10. ที่รองรับตะกร้าใส่กระป๋อง
11. ที่กำบังน้ำเข้า
12. ช่องระบายไอน้ำ
13. เทอร์โมมิเตอร์
14. มาตรวัดความดัน
15. วาล์วนิรภัย
16. ท่อน้ำล้น
17. ท่อไล่อากาศ
18. เครื่องควบคุมและบันทึกอุณหภูมิ
19. อุปกรณ์ส่งสัญญาณวัดอุณหภูมิ

2.2.2 วาล์วควบคุมไอน้ำอัตโนมัติ (Steam control valve) เพื่อควบคุมไอน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ โดยต่อเชื่อมโยงกับเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ควรเป็นวาล์วควบคุมด้วยระบบการทำงานโดยความดันของอากาศอัด (Air to open type) หรือระบบไฟฟ้าแบบอัตโนมัติที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพื่อสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อให้คงที่ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ท่อไอน้ำเบี่ยง (Steam bypass) เป็นท่อต่อคร่อมขนานไปท่อไอน้ำเข้าที่ติดตั้งวาล์วควบคุมไอน้ำอัตโนมัติ เป็นท่อไอน้ำที่มีวาล์วปิดเปิดแบบโกล์บวาล์วบังคับด้วยมือ ควบคุมไอน้ำให้ไหลผ่านใช้งานเมื่ออุปกรณ์วาล์วควบคุมน้ำอัตโนมัติขัดข้อง หรือมีเหตุขัดข้องทางไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายความดันอากาศอัด หรือเปิดใช้เพื่อร่นระยะเวลาในการไล่อากาศออกจากหม้อฆ่าเชื้อให้เร็วขึ้น ในกรณีใช้วาล์วควบคุมไอน้ำอัตโนมัติขนาดเล็กกว่าท่อไอน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ แต่ต้องมีพนักงานควบคุมดูแลตลอดเวลาขณะเปิดวาล์วท่อไอน้ำเบี่ยงนี้

2.2.4 ท่ออัดอากาศสำหรับอุปกรณ์ควบคุมและบันทึกอุณหภูมิ (Compressed air inlet) เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมินี้ใช้ร่วมกับวาล์วควบคุมไอน้ำอัตโนมัติที่มีการบังคับปิดเปิดวาล์วด้วยอากาศอัด จึงต้องมีท่ออัดอากาศเพื่อจ่ายอากาศอัดใช้ในระบบ

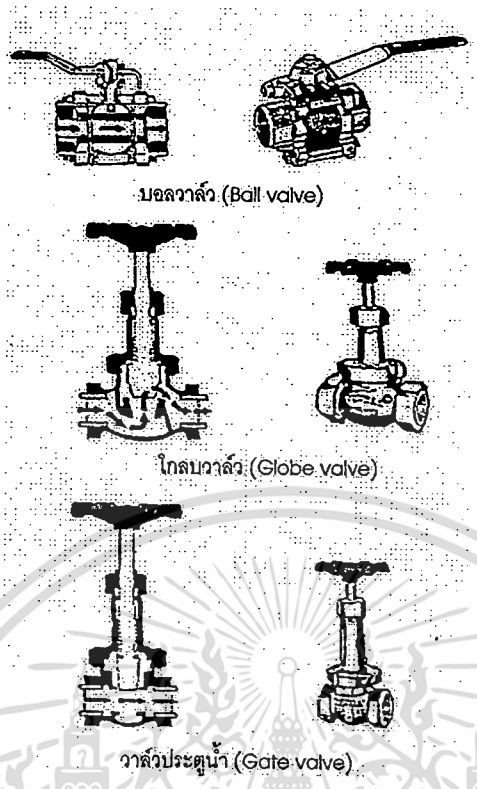
2.2.5 อุปกรณ์กรองอากาศ (Air filter) ติดตั้งที่ท่ออัดอากาศสำหรับอุปกรณ์ควบคุมและบันทึกอุณหภูมิเพื่อใช้กรองฝุ่นผง ละอองสิ่งสกปรกที่อาจติดไปกับอากาศอัดเข้าสู่อุปกรณ์ควบคุมและบันทึกอุปกรณ์ เป็นผลให้ระบบเสียหายได้

2.2.6 อุปกรณ์ควบคุมความดันอากาศอัด (Pressure regulator) ใช้ควบคุมความดันของอากาศอัดโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ความดันของอากาศอัดอยู่ในช่วงความดันที่เหมาะสมต่อการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมและบันทึกอุณหภูมิ

2.2.7 ท่อระบายน้ำ (Drain) ทำหน้าที่ระบายน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องออกจากหม้อฆ่าเชื้อเมื่อสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว ดังนั้นท่อระบายน้ำควรมีขนาดใหญ่เพียงพอในการระบายน้ำออกจากหม้อฆ่าเชื้อได้รวดเร็ว โดยทั่วๆ ไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมากกว่า 5 เซนติเมตร และติดตั้งวาล์วควบคุมการปิดเปิดด้วยวาล์วประตูน้ำหรือวาล์วประเภทอื่นที่เหมาะสม

2.2.8 ท่อน้ำเข้า (Water inlet) เป็นท่อน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อในการปฏิบัติการทำให้อาหารกระป๋องเย็นตัวลงหลังจากการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนแล้ว ควรให้น้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อให้อาหารกระป๋องเย็นตัวลงได้รวดเร็ว ท่อน้ำเข้าต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอ โดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ 3.8-5 เซนติเมตร และติดตั้งวาล์วควบคุมการปิดเปิดด้วยวาล์วประเภทโกล์บวาล์ว เมื่อปิดแล้วต้องไม่มีน้ำรั่วไหลเข้าเครื่องในขณะปฏิบัติการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 รูปแบบของวาล์วที่ใช้กับหม้อฆ่าเชื้อ

2.2.9 ท่อกระจายน้ำ (Steam spreader) เป็นท่ออุปกรณ์กระจายน้ำไอน้ำติดตั้งภายในหม้อฆ่าเชื้อต่อจากท่อไอน้ำเข้าบริเวณตอนกลางหม้อฆ่าเชื้อ ปลายท่อปิดจะติดตั้งเป็นรูปกากบาทสำหรับหม้อฆ่าเชื้อแนวตั้ง หรือเป็นท่อวางตามยาวตลอดขนานกับความยาวหม้อฆ่าเชื้อแนวนอน เพื่อให้ไอน้ำกระจายออกทั่วตลอดตามความยาวของท่อกระจายไอน้ำนี้ จำนวนรูและขนาดของรูต้องสัมพันธ์กันกับขนาดของท่อไอน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ ซึ่งมีข้อแนะนำกำหนดให้พื้นที่ของรูกระจายไอน้ำทั้งหมดรวมกันเท่ากับ $1\frac{1}{2}$ ถึง 2 เท่าของพื้นที่หน้าตัดของท่อไอน้ำเข้า ขนาดของรูกระจายไอน้ำควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูมากกว่า 5 มิลลิเมตร ($\frac{3}{16}$ นิ้ว) แนวเจาะรูมีระยะห่างรูต่อรูเท่าๆ กันตลอดความยาวของท่อกระจายไอน้ำที่วางยาวตลอดส่วนล่างของหม้อฆ่าเชื้อ แนวเจาะรูที่ส่วนบนของท่อกระจายไอน้ำนี้รับมุม 90 องศาจากศูนย์กลางของท่อ โดยอยู่ในแนวรูทั้งสองแนวทำมุมข้างละ 45 องศากับแนวกึ่งกลางท่อกระจายไอน้ำ

2.2.10 ที่รองรับตะกร้า หรือตะแกรงใส่อาหารกระป๋อง (Crate support) เป็นอุปกรณ์ภายในหม้อฆ่าเชื้อ ลักษณะเป็นรางรองรับตะกร้าบรรจุอาหารกระป๋องสำหรับหม้อฆ่าเชื้อประเภทอยู่กับที่ลักษณะวางแนวนอน แต่ถ้าเป็นหม้อฆ่าเชื้อลักษณะวางแนวตั้งจะมีอุปกรณ์รองรับตะกร้าที่บรรจุอาหารกระป๋องที่บริเวณส่วนล่างของหม้อฆ่าเชื้อ เพื่อไม่ให้ตะกร้าหรือตะแกรงที่บรรจุอาหารกระป๋องวางกดทับลงบนท่อกระจายไอน้ำของหม้อฆ่าเชื้อจนเกิดการเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.11 ที่กำบังน้ำเข้า (Water baffle) เป็นอุปกรณ์ขวางกั้นทางเข้าของน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง เพื่อกระจายน้ำหล่อเย็นและป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะสุญญากาศบริเวณน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อจนทำให้เกิดปัญหาแก่ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องในบริเวณนั้น

2.2.12 ช่องระบายไอน้ำ หรือรูระบายไอน้ำ (Bleeder) เป็นรูเปิดขนาด 3-6 มิลลิเมตร (1/8-1/4 นิ้ว) ให้ไอน้ำไหลระบายผ่านออกจากหม้อฆ่าเชื้อได้สะดวกตลอดเวลา เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนไอน้ำภายในหม้อฆ่าเชื้อ ดังนั้นต้องเปิดกว้างเต็มที่ตลอดเวลาปฏิบัติการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยไล่อากาศที่อาจแทรกอยู่ในไอน้ำระบายออกจากหม้อฆ่าเชื้อ ผู้ควบคุมหม้อฆ่าเชื้อต้องสังเกตเห็นการระบายไอน้ำออกเครื่องได้ชัดเจน ช่องระบายไอน้ำจะติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของหม้อฆ่าเชื้อตรงข้ามทางไอน้ำเข้าและอาจติดตั้งอยู่ส่วนอื่นๆ ตามความจำเป็นในการระบายไอน้ำหมุนเวียนภายในหม้อฆ่าเชื้อได้ดี อุณหภูมิฆ่าเชื้อจะสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งหม้อฆ่าเชื้อ

นอกจากนี้มีการติดตั้งช่องระบายไอน้ำที่บริเวณส่วนล่างของหม้อฆ่าเชื้อเพื่อระบายไอน้ำกลั่นตัวออกจากบริเวณส่วนล่างของหม้อฆ่าเชื้อ และยังมีการติดตั้งช่องระบายไอน้ำที่บริเวณติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ส่วนล่างของช่องเปิดด้านข้างของหม้อฆ่าเชื้อเพื่อให้วัดอุณหภูมิได้ถูกต้อง

2.2.13 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อต้องเป็นชนิดปรอทแท่งแก้ว มีขีดแบ่งละเอียดถึง 0.5 องศาเซลเซียส และมีช่วงสเกลไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสต่อเซนติเมตร มีความยาวช่วงสเกลวัดไม่ต่ำกว่า 152 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ต้องติดตั้งที่หม้อฆ่าเชื้อทุกเครื่องในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมหม้อฆ่าเชื้อสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้ง่ายชัดเจนการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์กับตัวเครื่องฆ่าเชื้อโดยตรงหรือติดตั้งที่ช่องเปิดด้านข้างของหม้อฆ่าเชื้อที่มีช่องระบายไอน้ำหรือรูระบายไอน้ำมีขนาดอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร (1/16 นิ้ว) อยู่ในตำแหน่งระบายไอน้ำไหลผ่านแท่งกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ระบายออกจากหม้อฆ่าเชื้อตลอดเวลาปฏิบัติการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

2.2.14 มาตรวัดความดัน (Pressure gauge) หม้อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องควรติดตั้งมาตรวัดความดันภายในหม้อฆ่าเชื้อที่มีช่วงการวัดความดันระหว่าง 0-3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (0-40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หน้าปัดมีขนาดใหญ่เหมาะสม คือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-10 เซนติเมตร (3-4 นิ้ว) ติดตั้งในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมหม้อฆ่าเชื้อสามารถมองเห็นได้ง่ายชัดเจน การติดตั้งกับหม้อฆ่าเชื้อผ่านอุปกรณ์ไซฟอน (Gauge siphon) หรือหางหมู เพื่อป้องกันความเสียหายต่อมาตรวัดความดัน ต้องมีการทดสอบความถูกต้องเที่ยงตรงอย่างน้อยปีละครั้ง

2.2.15 วาล์วนิรภัย (Safety value) เป็นวาล์วที่ติดตั้งกับหม้อฆ่าเชื้อโดยตรงเพื่อป้องกันความดันไอน้ำที่อยู่ภายในหม้อฆ่าเชื้อสูงเกินค่าความปลอดภัย โดยทำการระบายความดันที่สูงเกินกำหนดความปลอดภัยนี้ออกจากหม้อฆ่าเชื้ออย่างรวดเร็ว อัตโนมัติ จึงต้องมีการทดสอบการทำงานของวาล์วนิรภัยเป็นครั้งคราวเพื่อให้มั่นใจว่าวาล์วทำงานได้ตามข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.16 ท่อน้ำล้น (Overflow) เป็นท่อระบายน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องในส่วนที่ท่วมล้นในการปฏิบัติการทำให้อาหารกระป๋องเย็นตัวลงภายในหม้อฆ่าเชื้อให้ระบายน้ำหล่อเย็นล้นออกจากส่วนบนของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ควรติดตั้งวาล์วปิดเปิดประเภทวาล์วประตูน้ำหรือวาล์วประเภทอื่นที่เหมาะสม

2.2.17 ท่อไล่อากาศ (Vent) เป็นท่อทางระบายอากาศใช้ในการไล่อากาศออกจากหม้อฆ่าเชื้อ เป็นช่องทางออกขนาดใหญ่เพียงพอให้ใช้ความดันไอน้ำขับดันอากาศภายในหม้อฆ่าเชื้อให้ระบายออกไปสู่บรรยากาศโดยตรง ท่อไล่อากาศจึงอยู่ตรงข้ามกับท่อไอน้ำเข้าหม้อฆ่าเชื้อเสมอ บางครั้งมีการใช้ท่อร่วมทางระบายอากาศ (Vent manifold) โดยการต่อท่อไล่อากาศหลายท่อของหม้อฆ่าเชื้อต่อรวมกับท่อรวมขนาดใหญ่เดียวกัน ได้มีข้อกำหนดให้พื้นที่หน้าตัดของท่อรวมใหญ่นี้ต้องมีพื้นที่เท่ากับหรือใหญ่กว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อไล่อากาศทุกท่อรวมกัน และท่อรวมนี้ต้องสั้นสุด ห้ามต่อร่วมท่อไล่อากาศและท่อรวมไล่อากาศเข้าเข้ากับทางระบายน้ำ และในกรณีมีการติดตั้งวาล์วปิดเปิดท่อไล่อากาศหรือท่อรวมไล่อากาศต้องติดตั้งวาล์วประเภทวาล์วประตูน้ำหรือวาล์วประเภทอื่นที่เหมาะสมเพื่อให้เปิดระบายอากาศได้รวดเร็วไม่มีการกีดขวางการไล่อากาศออกจากหม้อฆ่าเชื้อ

2.2.18 เครื่องควบคุม และบันทึกอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อ (Temperature controller and recorder) เป็นอุปกรณ์ต่อร่วมกับวาล์วควบคุมการไหลของไอน้ำ และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อ ทำการควบคุมอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อให้คงที่ สม่ำเสมอในช่วงเวลาและอุณหภูมิที่กำหนด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวัดและบันทึกอุณหภูมิ และสามารถบันทึกช่วงเวลาฆ่าเชื้อได้ มีกระดาษกราฟบันทึกอุณหภูมิ

2.2.19 อุปกรณ์ส่งสัญญาณวัดอุณหภูมิ (Temperature sensor) เป็นสายส่งสัญญาณวัดค่าอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อ ส่งไปที่อุปกรณ์เครื่องควบคุมอุณหภูมิสัญญาณจะถูกแปลงให้เป็นความดันอากาศอัดไป ควบคุมการปิดเปิดวาล์วควบคุมไอน้ำให้ปิดเปิดตามต้องการ

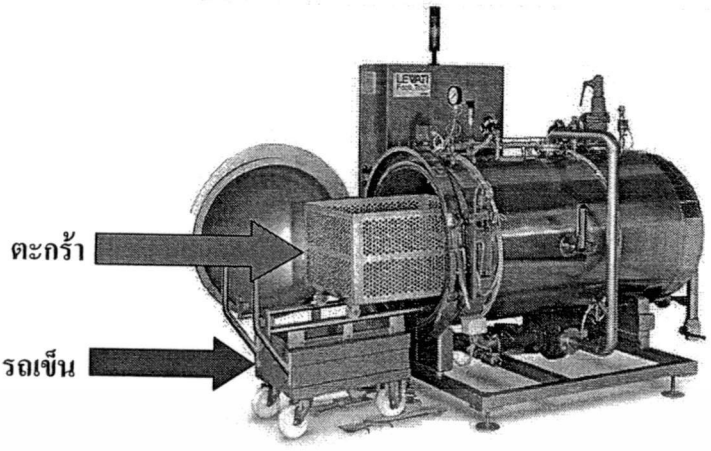
นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับหม้อฆ่าเชื้อ ได้แก่

2.2.20 นาฬิกาจับเวลาฆ่าเชื้อ (Clock or timing device) ใช้สำหรับจับเวลาฆ่าเชื้อ อ่านเวลาได้ง่าย บอกเวลาแม่นยำ เป็นแบบตัวเลขหรือแบบเข็มก็ได้

2.2.21 รถเข็น, ตะกร้า หรือตะแกรงบรรจุอาหารกระป๋อง (Crate, basket, or tray) ทำด้วยโลหะเป็นเหล็กไร้สนิม หรืออะลูมิเนียมเป็นเส้นแบนหรือกลมหรืออาจเป็นแผ่นเหล็กไร้สนิมเจาะรูพรุนประกอบขึ้นเป็นรถเข็น หรือตะกร้า

2.2.22 แผ่นกั้นแบ่งระหว่างชั้นกระป๋อง (Divider plate) อาจมีการใช้แผ่นกั้นชั้นวางอาหารกระป๋องภายในตะกร้าหรือรถเข็นที่บรรจุอาหารกระป๋องส่วนมากทำจากพลาสติกทนร้อนประเภทโพลีโพรไพลีนนำมาเจาะรูพรุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ประกอบหม้อฆ่าเชื้อ

2.3 การใช้หม้อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋อง [2]

ขั้นตอนการใช้เครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงภายใต้ความดันไอน้ำจะประกอบด้วย

2.3.1 การไล่อากาศ (Venting) เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้อุณหภูมิทุกตำแหน่งภายในหม้อฆ่าเชื้อเท่ากัน เมื่อเปิดไอน้ำอิ่มตัวเข้าภายในเครื่องฆ่าเชื้อ มีอากาศอยู่รอบๆอาหารกระป๋องทำให้ความร้อนกระจายไม่สม่ำเสมอเพราะความร้อนจากไอน้ำจะถ่ายเทความร้อนที่สะสมอยู่ให้แก่อากาศที่อยู่ในลักษณะเป็นฉนวนห่อหุ้มอาหารกระป๋องภายในเครื่องฆ่าเชื้อไว้ เมื่อไอน้ำถ่ายเทความร้อนแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำไหลลงส่วนล่างของเครื่องฆ่าเชื้อ ดังนั้นในช่วงการไล่อากาศตอนแรกเมื่อเริ่มเปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อจะมีไอน้ำกลั่นตัวปริมาณมากไหลออกทางท่อระบายน้ำที่ส่วนล่างของเครื่องฆ่าเชื้อ และอาจมีน้ำกลั่นตัวของไอน้ำที่ตกค้างอยู่ในท่อไอน้ำไหลรวมออกมา จึงต้องเปิดทางระบายน้ำไว้จนกว่าจะแน่ใจว่าน้ำกลั่นตัวถูกระบายออกจากเครื่องฆ่าเชื้อได้ก่อนที่จะปิดท่อทางระบายน้ำเหลือไว้แต่ช่องรูระบายไอน้ำที่บริเวณส่วนล่างของเครื่องฆ่าเชื้อหรือมีการติดตั้งอุปกรณ์ดักน้ำกลั่นตัวจากไอน้ำไว้ที่ท่อทางระบายน้ำเพื่อระบายน้ำกลั่นตัวของไอน้ำออกจากเครื่องฆ่าเชื้อได้โดยอัตโนมัติ

2.3.2 ช่วงเวลาที่อุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่กำหนด (Come-up time) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อผ่านขั้นตอนการไล่อากาศจนถึงอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อสูงขึ้นถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่กำหนด ในทางปฏิบัติเมื่อเมื่อเปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อไล่อากาศออกจากเครื่องฆ่าเชื้อจะมีน้ำกลั่นตัวระบายออกจากเครื่องฆ่าเชื้อมากซึ่งต้องระบายออกให้หมดก่อนจึงจะปิดท่อทางระบายน้ำ เป็นผลให้อุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อสูงขึ้นจนถึงเวลาและถึงอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไล่อากาศที่เป็นข้อกำหนดที่ตั้งไว้จึงปิดวาล์วท่อทางระบายอากาศทั้งหมด อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อจะสูงขึ้นรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิฆ่าเชื่อที่กำหนดจึงเริ่มเข้าช่วงเวลาฆ่าเชื้อ

2.3.3 ช่วงเวลาฆ่าเชื้อ (Process timing) เมื่ออุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อสูงขึ้นถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่กำหนดและคงที่สม่ำเสมอโดยการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทในแท่งแก้วของเครื่องฆ่าเชื้อ จึงเริ่มทำการจับเวลาฆ่าเชื้อ ในการกำหนดเวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องขึ้นกับการทนความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร และคุณสมบัติคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องและการศึกษาอัตราการแทรกผ่านความร้อนเข้าไปในอาหารกระป๋องที่จุร้อนช้าที่สุดโดยคำนึงถึงการรักษาคุณภาพ คุณลักษณะที่ดีและคุณค่าทางอาหารให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.3.4 การทำให้อาหารกระป๋องเย็น (Cooling) เมื่อครบกำหนดเวลาฆ่าเชื้อแล้วผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องต้องทำให้เย็นลงโดยเร็วด้วยน้ำสะอาดที่มีคลอรีนอิสระ 0.5-1 ส่วนในล้านส่วน การทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงเพื่อหยุดยั้งการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื่องจากความร้อนสะสม และต้องทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงเพียงพอที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ประเภททนร้อนที่อาจทนได้ที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องเป็นการฆ่าเชื้อทางการค้า อุณหภูมิของอาหารต้องทำให้ลดต่ำลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเป่าลมให้แห้งเพื่อไม่ให้อาหารกระป๋องเป็นสนิม ช่วยระบายความร้อนและลดอุณหภูมิของอาหารให้เย็นลงอาหารไม่สุกเกินไปทำให้คงคุณลักษณะที่ดี คงคุณค่าทางอาหารไว้

2.4 อัตราการแทรกผ่านความร้อน (Rate of heat penetration) [3]

ความร้อนจะถ่ายเทจากไอน้ำหรือน้ำผ่านภาชนะเข้าสู่อาหาร ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยทั่วไปจะสูงมากและไม่ใช่ปัจจัยที่จำกัดการถ่ายเทความร้อน แต่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนไปสู่อาหารมีดังต่อไปนี้

2.4.1 องค์ประกอบและคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร

ของเหลวหรืออาหารบางชนิด เช่น เมล็ดถั่วลันเตาในน้ำเกลือ จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนมากกว่าการนำความร้อนซึ่งเกิดในอาหารแข็ง อาหารมีการนำความร้อนต่ำซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อนในอาหาร องค์ประกอบและธรรมชาติของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะปริมาณกรดหรือ pH มีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องการในการฆ่าเชื้อมาก ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

2.4.1.1 ค่า pH

ค่า pH ของอาหารกระป๋องเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญได้และปริมาณความร้อนที่ต้องการในการฆ่าเชื้อ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH สูงกว่า 4.5) จะต้องการความร้อนมากกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำกว่า 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ค่า a_w

ค่า a_w แสดงปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้หรือเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ อาหารกระป๋องส่วนใหญ่มีค่า $a_w > 0.98$ ดังนั้นจุลินทรีย์และสปอร์จึงสามรถเจริญได้ดี ถ้า $a_w < 0.95$ เชื้อจุลินทรีย์เช่น Staphylococcus aureus จะถูกยับยั้งและทำให้และทำให้ความต้องการความร้อนในการฆ่าเชื่อน้อยลง

2.4.1.3 น้ำหนักบรรจุ (fill weight)

ถ้าบรรจุภัณฑ์มีน้ำหนักที่มากเกินไปจะทำให้อัตราการแทรกผ่านความร้อนลดลง โดยในการทดลองจะใช้น้ำหนักบรรจุที่มากที่สุดที่จะเกิดขึ้นในการผลิตจริง

2.4.1.4 ขนาดชิ้นอาหาร

ขนาดชิ้นอาหารหรือที่เรียกว่า "cut" และการเรียงตัวของอาหารในกระป๋องชิ้นอาหารที่มีขนาดใหญ่จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานกว่าชิ้นอาหารที่มีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามต้องคำนึงด้วยว่าอาหารที่มีขนาดเล็กนั้นมีแนวโน้มที่จะตกลงมาอัดแน่นที่บริเวณก้นกระป๋อง หรืออาหารที่เรียงตัวตามแนวนอนหรือแนวตั้งจะมีการเคลื่อนที่ของของเหลวยากง่ายต่างกัน

2.4.1.5 ความข้นหนืด (viscosity/consistency)

ความข้นหนืดมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน และระดับของผสมที่ช่องว่าเหนืออาหารการใส่แป้งมากเกินไปหรือใส่แป้งผิดประเภทอาจทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ซึ่งเกิดปัญหาการให้ความร้อนไม่เพียงพอได้

2.4.1.6 การดูดคืนน้ำ (rehydration)

สปอร์อาจจะเจริญได้ถ้าอาหารและองค์ประกอบดูดกลืนน้ำได้ไม่เพียงพอในระหว่างการแปรรูป ในความร้อนแห้งสปอร์เหล่านี้จะทนความร้อนได้นานกว่าในความร้อนชื้น ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดมาตรฐานของขนาดและความหนาแน่นของส่วนผสมแห้ง

2.4.1.7 วัตถุกันเสีย

วัตถุกันเสียและสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และสปอร์ เช่น เกลือไนเตรท ไนไตรท์ ที่ใช่ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ไส้กรอก

2.4.1.8 อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลวที่บรรจุ

อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลวที่บรรจุก็มีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องการในการฆ่าเชื้อเช่นเดียวกัน โดยการบรรจุของแข็งมากเกินไปจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนช้าลง

2.4.1.9 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบ เช่น การลวก การแช่ในน้ำหรือสารละลายก่อนหรือไม่

2.4.1.10 ช่องว่างเหนืออาหารในกระป๋อง

ถ้าช่องว่างเหนืออาหารกระป๋องนี้มีไม่เพียงพอ อาจจะทำให้การหมุนเวียนของอาหารในกระป๋องไม่ดีเท่าที่ควร และอาจการให้ความร้อนอาจทำได้ไม่ทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ขนาดของบรรจุภัณฑ์

การส่งผ่านความร้อนไปยังจุดกึ่งกลางในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กจะทำได้เร็วกว่าในบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่กว่า

2.4.3 การหมุนกระป๋องในแนวแกน

การหมุนกระป๋องในแกนนอนหรือแกนตั้ง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการพาความร้อนและเพิ่มอัตราการแทรกผ่านความร้อนในอาหารที่มีความหนืดหรืออาหารกึ่งแข็ง เช่น เมล็ดถั่วในซอสมะเขือเทศ

2.4.4 อุณหภูมิของเครื่องฆ่าเชื้อ

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอาหารและตัวกลางให้ความร้อนที่สูงกว่าจะให้การแทรกผ่านความร้อนที่เร็วกว่า

2.4.5 ลักษณะรูปร่างของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะสูงจะส่งเสริมให้เกิดการพาความร้อนดีขึ้นในอาหารที่ได้รับความร้อนโดยการพา

2.4.6 ชนิดของบรรจุภัณฑ์

การส่งผ่านความร้อนผ่านโลหะจะเร็วกว่าการส่งผ่านแก้วหรือพลาสติก เนื่องจากความแตกต่างเรื่องคุณสมบัติการนำความร้อน

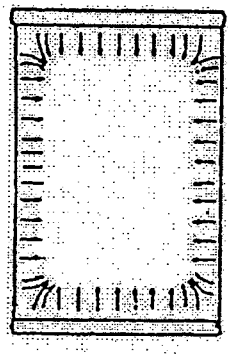
นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น การเรียงกระป๋องเครื่องฆ่าเชื้อ วิธีการทำให้เย็นอุณหภูมิและความดันของอากาศหรือน้ำเย็น ตำแหน่งของคู่ควบความร้อนในกระป๋อง การดูแลกระป๋องหลังปิดฝาแล้ว เวลาที่ใช้กว่าเครื่องฆ่าเชื้อจะมีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิที่กำหนดหรือ CUT (come-up time) การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องฆ่าเชื้อ

อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารนั้นๆ การถ่ายเทความร้อนในอาหารจะซับซ้อนและมีผลต่อเวลาในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นการแบ่งประเภทอาหารตามลักษณะทางความร้อนจะช่วยพิจารณาได้ดังนี้

1) อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (conductive heating packs) ความร้อนจะถูกถ่ายเทในทุกทิศทางผ่านผนังกระป๋องแล้วผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่กึ่งกลางกระป๋องการถ่ายเทความร้อนแบบนี้จะถ่ายเทได้ช้ากว่าแบบการพาความร้อน

2) อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convective heating packs) ความร้อนจะถูกถ่ายเทโดยโมเลกุลของอาหารจะเคลื่อนที่ไปด้วย เช่นอาหารเหลวที่มีความข้นหนืดต่ำหรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นอาหารขนาดเล็กในน้ำเกลือ เมื่อได้รับความร้อนก่อนและเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนเนื่องจากความหนาแน่นน้อยลง ในขณะส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงล่าง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอาหารภายในกระป๋อง จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ที่ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน

¾ นิ้ว จากด้านล่างสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก ถ้าเป็นกระป๋องขนาดใหญ่ เช่น กระป๋องเบอร์ 10 จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ประมาณหนึ่งนิ้วครึ่งจากด้านล่างของกระป๋อง

รูปที่ 2.10 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน

3) อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบผสม (complex heating packs) เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืด โดนในช่วงแรกจะเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพา และเมื่อให้ความร้อนต่อไปอาหารที่ข้นหนืดมากขึ้นและการถ่ายเทความร้อนจะเปลี่ยนเป็นแบบการนำ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นอาหารขนาดใหญ่ๆในของเหลว ซึ่งส่วนของเหลวจะร้อนเร็วกว่าส่วนที่เป็นชิ้นอาหาร จุดที่ความร้อนเข้าไปถึงช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำและจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพา

การหาอัตราการแทรกผ่านความร้อนทำได้โดยการวัดอุณหภูมิที่จุร้อนช้าที่สุดของอาหารในบรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่เรียกว่าคู่ควบความร้อนเพื่อวัดอุณหภูมิของอาหารระหว่างกระบวนการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5 กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง

การผลิตอาหารกระป๋องประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ

2.5.1 การเตรียมวัตถุดิบ (Prepare raw material)

ขั้นตอนนี้มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เริ่มจากการทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาดและความแก่อ่อนเพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการตัดแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออกไป

2.5.2 การลวกด้วยน้ำร้อน (Blanching)

มีหลายวิธีทั้งการจุ่มบรรจุภัณฑ์ลงในน้ำเดือดหรือการนึ่งด้วยไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะมีเครื่องมือเฉพาะที่ใช้สำหรับลวกวัตถุดิบเรียกว่า "Blancher" ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้อย่างเหมาะสม

2.5.3 การบรรจุ (Filling)

เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุ ที่ทำจากขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อนแล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว

2.5.4 การไล่อากาศ (Exhausting)

เป็นขั้นตอนการไล่อากาศในภาชนะบรรจุออกไปให้มากที่สุดเพื่อวัตถุประสงค์ต่อไปนี้คือ

- ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุอาหาร
- รักษาคุณภาพของอาหาร
- ช่วยให้เก็บอาหารกระป๋องได้นาน

2.5.5 การปิดผนึก (Sealing)

สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋อง หลังการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่ ถ้าเป็นขวดแก้วจะใช้ฝาเหล็กเคลือบดีบุกแบบหมุนเกลียวหรือตะเข็บงอ

2.5.6 การฆ่าเชื้อ (Processing)

หมายถึง การให้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิดสนิท

2.5.7 การทำให้เย็น (Cooling)

มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหารหลังการฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างลวดเร็วด้วยน้ำเย็น จนอุณหภูมิลดลงถึงระดับหนึ่งซึ่งยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิท ปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋องเพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา

2.5.8 การปิดฉลากและบรรจุหีบห่อ (Labeling)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต ก่อนที่จะจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปยังผู้บริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
84530

2.6 กระบวนการทำงานของหม้อฆ่าเชื้อ

กระบวนการทำงานของหม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางให้ความร้อน และหลักการควบคุมอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อมีดังต่อไปนี้

2.6.1 การปฏิบัติในการใช้หม้อฆ่าเชื้อ

วัฏจักรโดยสมบูรณ์ของการใช้หม้อฆ่าเชื้อแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. การนำผลิตภัณฑ์เข้า (Loading)
2. ช่วงการไล่อากาศ (Venting Period)
3. ช่วงการฆ่าเชื้อ (Cooking Period)
4. ช่วงการทำเย็น (Cooling Period)
5. การนำผลิตภัณฑ์ออก (Unloading)

2.6.1.1 การนำผลิตภัณฑ์เข้า (Loading)

เป็นการบรรจุกกระป๋องเข้าหม้อฆ่าเชื้อโดย

- นำกระป๋องใส่ตะกร้าแบบเรียงหรือไม่เรียง ต้องระวังไม่ให้กระป๋องบุบ
- ต้องควบคุม Delay Time ของผลิตภัณฑ์อย่างเคร่งครัด
- การเข็นตะกร้าเข้าหม้อ ควรหลีกเลี่ยงการกระแทกอย่างรุนแรง
- ถ้ามีการใช้หม้อฆ่าเชื้อก่อนหน้านี้ ต้องแน่ใจว่าได้นำกระป๋องออกจากหม้อแล้ว
- ตรวจสอบวาล์วน้ำและวาล์วลมว่าได้ปิดสนิท และปราศจากลมรั่ว
- ตรวจสอบเครื่องบันทึกอุณหภูมิว่าตั้งอุณหภูมิตรงตามที่กำหนดหรือไม่ เกจวัดความดัน และเทอร์โมมิเตอร์ ปกติดีหรือไม่
- ตรวจสอบอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

2.6.1.2 ช่วงการไล่อากาศ (Venting or Bring up Preiod)

เป็นช่วงการไล่อากาศ และดึงอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อ (Come up Time)

- เปิดท่อไอน้ำเพื่อไล่อากาศออกให้หมด
- วิธีการไล่อากาศจะต้องผ่านการตรวจสอบการกระจายความร้อน (Heat Distribution Test)

ตัวอย่างขั้นตอนการไล่อากาศ

1. เปิดท่อ Vent ท่อ Drain และ Bleeders อย่างเต็มที่
2. เปิดไอน้ำเข้าเต็มที่
3. ปิดท่อ Drain เมื่ออ่านอุณหภูมิได้มากกว่า 100 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่กำหนด
4. ปิดท่อ Vent เมื่ออ่านอุณหภูมิได้มากกว่า 107 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อ

2.6.1.3 ช่วงการฆ่าเชื้อ (Cooking or Holding Preiod)

คือ ช่วงการควบคุมอุณหภูมิและเวลาให้ได้ตามที่กำหนด โดยผู้ควบคุมต้องรักษาอุณหภูมิให้คงที่ไม่เกิน ±0.5 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิที่กำหนดตลอดเวลาการฆ่าเชื้อ

2.6.1.4 ช่วงการทำเย็น (Cooling Preiod)

ผลิตภัณฑ์หลังการฆ่าเชื้อแล้วต้องรีบทำเย็นทันทีเพื่อ

- Microbial shock ทำให้สปอร์ของจุลินทรีย์เสื่อมความสามารถในการเจริญเติบโต
- รักษาคุณภาพของอาหารไม่ให้เสื่อมคุณภาพจากความร้อนที่หลงเหลือ โดยอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เมื่อออกจากหม้อฆ่าเชื้อควรมีอุณหภูมิ 35 ถึง 40 องศาเซลเซียส และน้ำเย็นสำหรับทำเย็นผลิตภัณฑ์ควรมีอุณหภูมิต่ำและมีความสะอาด

ของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงการทำเย็นมี 2 ลักษณะคือ

- การบวม (Peaking) เกิดจากความดันภายในกระป๋องผลิตภัณฑ์สูงกว่าความดันภายนอกจนฝาทนแรงดันไม่ได้จึงถูกดันออกจนเสียรูปเป็นสันนูน
- การบุบ (Paneling) เกิดจากภายในกระป๋องผลิตภัณฑ์เป็นสุญญากาศมาก และถูกแรงดันภายนอกกระป๋องกระทำตัวให้กระป๋องบุบ

ดังนั้น การทำเย็นจึงต้องใช้ลมเป่าเข้าไปรักษาความดันในหม้อฆ่าเชื้อเรียกว่า การทำเย็นแบบควบคุมความดัน (Pressure Cooling) โดยพนักงานควบคุมความดันโดยดูจากเกจวัดความดัน

2.6.1.5 การนำผลิตภัณฑ์ออก (Unloading)

เป็นการนำกระป๋องออกจากหม้อฆ่าเชื้อโดย

- ตรวจสอบว่าน้ำถูกระบายออกจากหม้อฆ่าเชื้อหมดแล้วโดยดูที่วาล์วระบายน้ำทิ้ง
- เปิดฝาหม้อฆ่าเชื้อ นำผลิตภัณฑ์ออกอย่างระมัดระวัง หลีกเลี่ยงการกระทบกระแทก จับแตะกระป๋องผลิตภัณฑ์

2.7 หลักการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง

การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน การเลือกใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการแปรรูป โดยการใช้ความร้อนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ การฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อนหมายถึงการใช้ความร้อนหรือระดับอุณหภูมิสูงในช่วงเวลาสั้นๆ เพื่อทำลายสารพิษ จุลินทรีย์ เอ็นไซม์ พยาธิ และแมลงต่างๆ ในการแปรรูปและถนอมรักษาอาหารโดยแบ่งวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เป็น 2 วิธีคือ

2.7.1 การใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นกระบวนการให้ความร้อนไม่รุนแรง โดยอุณหภูมิที่ใช้จะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม และน้ำผลไม้ วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และทำลายจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์ และรา โดยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด แบ่งได้ 2 วิธี

2.7.1.1 Low temperature long time (LTLT)

เป็นวิธีที่ให้ความร้อนต่ำประมาณ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

2.7.1.2 High temperature short time (HTST)

เป็นวิธีที่ให้ความร้อนสูงประมาณ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วทำให้เย็นทันที

ข้อควรพิจารณาในการใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรซ์ คือ

1. องค์ประกอบของอาหาร
2. pH เกลือ และน้ำตาล
3. คุณค่าทางโภชนาการ
4. จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น
5. จุลินทรีย์ที่รอดชีวิต (ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ)

การเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ คือ

1. เก็บในตู้เย็น (4 ถึง 10 องศาเซลเซียส) เช่น นมพาสเจอไรซ์
2. เติมสารบางชนิด เช่น เติมกรดในน้ำผลไม้
3. ควบคุมสภาพปราศจากอากาศ เช่น บรรจุในสุญญากาศ
4. ดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ เช่น นมข้นหวาน
5. เติมวัตถุกันเสีย เช่น โซเดียมเบนโซเอตในน้ำผลไม้

2.7.2 การใช้ความร้อนในการสเตอริไลส์อาหาร

กระบวนการสเตอริไลส์ในเชิงการค้า (Commercial Sterilization) เป็นการใช้ความร้อนเพื่อลดจำนวนของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียตลอดอายุการเก็บรักษา ผลที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ความร้อนในการแปรรูปหรือถนอมอาหารได้แก่ การลดปริมาณจุลินทรีย์และผลจากการที่อาหารมีคุณภาพด้อยลงทั้งทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติ และเนื้อสัมผัส กระบวนการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมได้แก่ การผลิตอาหารบรรจุกระป๋องซึ่งอาหารจะถูกบรรจุในภาชนะปิดสนิท และนำไปสเตอริไลส์ในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้ความดันโดยส่วนใหญ่ใช้ความร้อนจากไอน้ำ ในกรณีที่อาหารนั้นมีความหนืดต่ำความร้อนดังกล่าวจะถูกถ่ายทอดเข้าไปภายในกระป๋องโดยการพาความร้อน (Convective) หรือถ้าอาหารมีลักษณะเป็นของแข็งหรือมีความหนืดสูง ความร้อนจะถูกถ่ายทอดเข้าไปภายในกระป๋องโดยการนำความร้อน (Conduction) ซึ่งการให้ความร้อนวิธีนี้จะต้องสเตอริไลส์ทุกส่วนของอาหาร ซึ่งสามารถทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารบางส่วนได้รับความร้อนมากเกินไป (Overcooking) ซึ่งเป็นผลมาจากการถ่ายเทความร้อนที่ค่อนข้างช้า ในทางปฏิบัติอาหารบรรจุกระป๋องจะมีคุณสมบัติด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสแตกต่างไปจากอาหารที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ยกเว้นอาหารบางประเภทที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วผู้บริโภคยอมรับสูงกว่า เช่น ถั่วบรรจุกระป๋อง (Tinned bean) และซุปมะเขือเทศ เป็นต้น

2.7.2.2 ลักษณะทางกายภาพของอาหาร

การปรับปรุงคุณภาพของอาหารบรรจุกระป๋องนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอาหารบรรจุกระป๋องภายในหม้อนึ่งความดัน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการพาความร้อนให้สูงขึ้น

2. ลดขนาดของภาชนะบรรจุลง เพื่อลดระยะเวลาในการที่ความร้อนจะเคลื่อนที่เข้าไปสู่จุดที่ร้อนช้าที่สุด (Cool point)

3. เปลี่ยนแปลงระบบการให้ความร้อนเพื่อลดการทำให้สุกมากเกินไป (Overcooking) ในชั้นอาหารโดยเฉพาะอาหารที่ติดอยู่กับภาชนะบรรจุด้านใน

4. เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการสเตอริไลส์อาหาร โดยมีการศึกษาพบว่าปฏิกิริยาที่ลดปริมาณสปอร์ของแบคทีเรียลงนั้นมีพลังงานกระตุ้น (Activation energy) สูงกว่าปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารมีคุณภาพด้อยลงเช่น ในการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* จะมีค่าพลังงานกระตุ้นประมาณ 300 กิโลจูลต่อโมล ในขณะที่พลังงานกระตุ้นเพื่อทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรมมีค่าประมาณ 120 กิโลจูลต่อโมล ซึ่งหมายความว่าในการผลิตอาหารบรรจุกระป๋องที่มีคุณภาพสูงสุดจะต้องใช้อุณหภูมิสูงสุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งจะได้ผลดีที่สุดเมื่อดำเนินการในระบบต่อเนื่อง (Continuous) กระบวนการนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

- ส่วนที่ให้ความร้อน (Heating system) ซึ่งผลิตภัณฑ์ถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ
- ส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิ (Holding system) มักจะเป็นท่อที่วางในแนวนอนหรือเอียงเล็กน้อย เพื่อที่จะใช้รักษาหรือคงอุณหภูมิให้นานพอในการสเตอริไลส์ผลิตภัณฑ์อาหาร
- ส่วนที่ทำให้เย็น (Cooling system) เพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ถุงบรรจุภัณฑ์ (Retort Pouch)

ริทอร์ต พอช (retort pouch) หรือถุงต้มฆ่าเชื้อได้เป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกลามิเนตแบบยืดหยุ่นซึ่งกำลัง ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน และมีแนวโน้มของการใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต รีทอร์ต พอช มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความยืดหยุ่นและทนต่ออุณหภูมิสูงๆได้ดี สามารถใช้บรรจุอาหารได้หลายชนิด ผลิตจากพลาสติกลามิเนตกับอะลูมิเนียมฟอยล์ หรือพลาสติกกับพลาสติก สามารถทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อได้และยังสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอาหาร ด้าน สี กลิ่น รส จากความชื้น ก๊าซออกซิเจนและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เมื่อนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา ไม่ยุบหรือบุบ ไม่เกิดสนิม และที่สำคัญคือสามารถใช้กับเตาไมโครเวฟได้

ขนาดบรรจุของ รีทอร์ต พอชที่ออกสู่ตลาดในปัจจุบันที่ทั้งขนาดเล็ก กลางและใหญ่ มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 4 8 16 จนถึงขนาด 32 ออนซ์ สำหรับตลาดในประเทศไทยถือว่าอยู่ในช่วงที่กำลังได้รับความนิยมมอย่างมาก เพราะมีการแข่งขันด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์มากขึ้นเพื่อดึงดูดผู้บริโภคให้สนใจและเชื่อมั่นในตัวสินค้า ซึ่งถุงรีทอร์ต พอชจะมีความยืดหยุ่นและออกแบบได้หลากหลายประเภทกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ

รูปที่ 3.1 ถุงบรรจภัณฑ์แบบริทอร์ต พอช

3.1 ประวัติความเป็นมา

หลักการของริทอร์ต พอช ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1950 โดยกองทัพสหรัฐอเมริกาต้องการผลิตอาหารสำหรับทหารเรียกว่า MRE (Meal Ready to Eat) วัตถุประสงค์ของการผลิตริทอร์ต พอชก็เพื่อใช้งานแบบเดียวกับกระป๋องโลหะนำมาบริโภคได้โดยง่าย แต่มีน้ำหนักเบา การวิจัยเพื่อพัฒนาได้ดำเนินมาตลอดจนกระทั่งในปีค.ศ. 1965 ประเทศอิตาลีได้ผลิตริทอร์ต พอช ในเชิงการค้าขึ้นเป็นครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนประกอบของริทอร์ต พอช

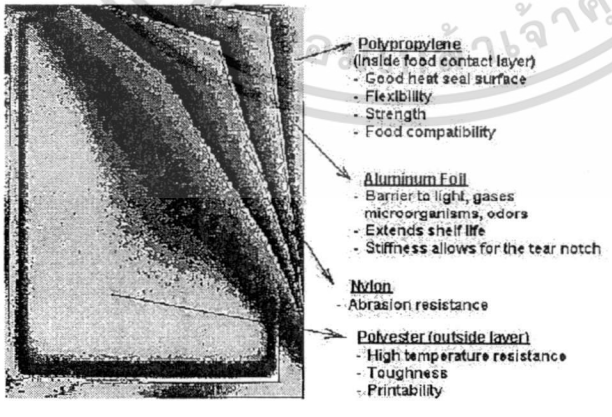
ริทอร์ต พอช โดยทั่วไปประกอบด้วยวัสดุหลายชั้นแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งจะต้องออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ ปริมาณการบรรจุ การจัดเก็บ อุณหภูมิฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามถุงริทอร์ต พอช ส่วนใหญ่ประกอบด้วยวัสดุ 4 ชั้น อัดติดกันดังนี้

ชั้นที่อยู่นอกสุด เป็นพลาสติกชนิดพอลิเอสเทอร์ (polyester) มีความหนาประมาณ 12 ไมครอน มีสมบัติแข็งแรงทนทาน ต้านทานแรงกระแทกได้ดี ทนต่ออุณหภูมิสูง มีความเหนียว ไม่ฉีกขาดง่าย และสามารถพิมพ์ข้อความหรือภาพกราฟฟิกได้โดยไม่หลุดลอก

ชั้นที่ 2 เป็นพลาสติกชนิดไนลอน (nylon) มีความหนา 15-25 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่ป้องกันไอน้ำได้ปานกลาง

ชั้นที่ 3 เป็นชั้นของอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) มีความหนา 7 - 9 ไมครอน ชั้นนี้มีสมบัติป้องกันแสงอากาศ หรือจุลินทรีย์และกลิ่นได้ดี และยังเป็นตัวนำความร้อนที่ดี เพราะมีพื้นที่ผิวมากกว่ากระป๋อง หรือขวดแก้ว ทำให้ใช้ความร้อนในขณะแปรรูปน้อยกว่า แต่หากเป็นถุงใสอะลูมิเนียมฟอยล์ก็จะไม่นำมาใช้

ชั้นที่ 4 เป็นพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน (polypropylene) เป็นชั้นที่อยู่ในสุด มีความหนา 70 - 100 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการรั่วซึม มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง สามารถปิดผนึกได้ดี และเนื่องจากต้องสัมผัสกับอาหารจึงไม่ควรทำปฏิกิริยากับอาหารบางครั้งเราจะเห็นริทอร์ต พอช มีลักษณะใส (foil-free-pouch) เนื่องจากมีการใช้พลาสติกอื่นซึ่งมีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดี เช่น พอลิ(ไวนิลิดีนคลอไรด์) หรือ เอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์ (EVOH) แทนการใช้อะลูมิเนียมฟอยล์ โดยระหว่างชั้นของพลาสติกแต่ละชั้นจะมีชั้นของกาวเป็นตัวทำหน้าที่ยึดพลาสติกแต่ละชั้นให้ติดกัน



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของถุงริทอร์ตเพาซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ข้อดีของริทอร์ต พอช เมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะและแก้ว

1. มีความหนาน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นจึงช่วยลดเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ลดโอกาสที่จะทำให้อาหารสุกเกินไป (overcook) ทำให้คุณภาพและรสชาติของอาหารดีกว่า มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย โรงงานผู้ผลิตสามารถประหยัดพลังงานได้เพราะริทอร์ต พอช มีความหนาน้อยกว่าจึงมีการถ่ายเทความร้อนได้เร็วกว่ากระป๋องหรือแก้ว
2. เปิดได้ง่ายจึงไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเปิดและไม่มีอันตรายจากการเปิดเพื่อบริโภค บางครั้งมีซิปติดอยู่เพื่อช่วยให้ความสะดวกในการปิดและเปิดใหม่
3. สามารถพิมพ์ลวดลายบนภาชนะได้โดยตรงและสวยงามกว่า ทำให้มีความคงทนและดึงดูดใจผู้บริโภคมากกว่า
4. ช่วยลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากริทอร์ต พอช มีลักษณะแบนบางจึงสามารถขนส่งได้มากขึ้นในแต่ละครั้ง
5. ต้องการพื้นที่เก็บน้อย โดยเฉพาะการเก็บริทอร์ต พอช ที่ยังไม่ได้บรรจุใช้ที่เก็บน้อยมากเมื่อเทียบกับกระป๋องเปล่าโดยพื้นที่ของรถพ่วง (trailer) ขนาด 45 ฟุต จะบรรจุกระป๋องขนาด 8 ออนซ์ ได้ 200,000กระป๋อง แต่บรรจุริทอร์ต พอช ได้ 2.3 ล้านซอง
6. ปลอดภัยจากโลหะหนักและการกัดกร่อนโพลิโพรพิลีน อะลูมิเนียมฟอยล์ ไนลอน โพลิเอสเทอร์ (ชั้นนอกสุด)
7. ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเนื่องจากสารโลหะหนักและไม่มมีปัญหาการสึกกร่อนเป็นสนิมกับภาชนะบรรจุ
8. อายุการเก็บใกล้เคียงกับกระป๋องโดยเฉพาะถุงที่มีโครงสร้างประกอบด้วยอะลูมิเนียมฟอย์ล
9. อาหารมีคุณภาพที่ดีในด้านรสสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าเป็นผลจากการใช้ไวลาในการฆ่าเชื้อสั้นกว่าการผลิตอาหารกระป๋องและสามารถนามาอุ่นทานได้ง่ายด้วยเครื่องไมโครเวฟ ในกรณีที่เป็นภาชนะพลาสติก
10. สามารถพิมพ์ลวดลายบนภาชนะให้มีสีสันสวยงาม ช่วยส่งผลทางด้านการตลาด
11. สะดวกในการผลิตตตามความต้องการองผู้บริโภคในรูปแบบการบรรจุหลายหลาย เช่น บรรจุข้าง แกง ผัก สามารฟถแยกส่วยในชุดเดียวกันไม่มีปฏิกิริยาระหว่างภาชนะบรรจุกับอาหาร

3.3 ข้อเสียของริทอร์ต พอช

1. เพิ่มต้นทุนในการผลิต เนื่องจากตัวภาชนะมีราคาแพง มีการลงทุนในเรื่องของเครื่องจักรสูง การบรรจุทำได้ช้าและยุ่งยากกว่าการใช้กระป๋องหรือแก้ว

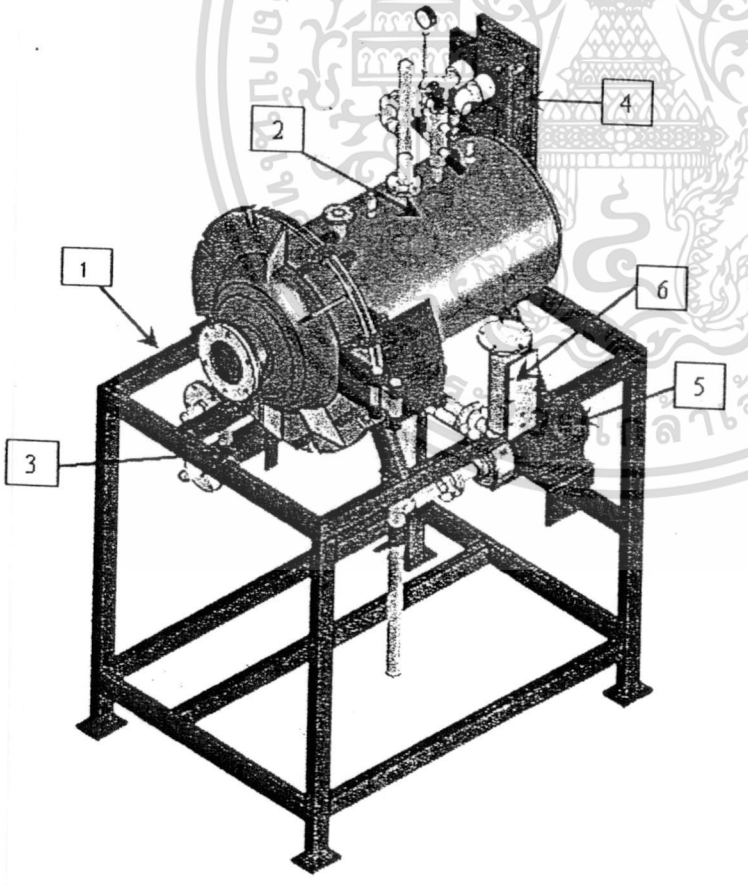
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การผลิตต้องควบคุมอย่างละเอียด เพราะการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในริทอร์ต พอช มีความยุ่งยากมาก เช่นต้องควบคุมความดันภายในถุงและภายนอกถุงไม่ให้มีความแตกต่างกันมาก ตะเข็บจะแตกได้
3. ในการขนส่งต้องสิ้นเปลืองหาวัสดุประเภทอื่นมาห่อหุ้มตัวบรรจุภัณฑ์อีกครั้ง เพราะ ริทอร์ต พอช มีความบางมากจึงเกิดการฉีกขาดหรือทะลุได้ง่าย
4. อัตราการผลิตต่ำกว่าการผลิตแบบกระป๋องและมีความซับซ้อนมากกว่าในส่วนของเครื่องบรรจุและปิดผนึกบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว
5. มีอัตราการสูญเสียระหว่างการขนส่งสูงเพราะการแตกกระทบกระแทก มีรอยขีดข่วน ฉีกขาดหรือรั่วซึมได้ง่าย
6. ต้นทุนในการผลิตหรือลงทุนด้านเครื่องจักรสูงกว่าเพราะการฆ่าเชื้อจะต้องใช้หม้อฆ่าเชื้อที่สามารถควบคุมความดันให้เหมาะสม เนื่องจากบรรจุภัณฑ์จะต้องรักษาความดันภายในถุงกับนอกถุงให้สมดุลกันเพื่อป้องกันถุงบรรจุภัณฑ์ระเบิดหรือแตกระหว่างกระบวนการทางความร้อน
7. การตรวจสอบควบคุมคุณภาพบรรจุภัณฑ์ การตรวจสอบรอยรั่วของการปิดผนึกจะยากกว่าตรวจตะเข็บกระป๋อง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพสินค้ามากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบ

การออกแบบหม้อฆ่าเชื้อสำหรับทดสอบถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวนั้น มีความต้องการออกแบบสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการทดสอบถุงบรรจุภัณฑ์ใหม่หลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่ระดับสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อดูระดับความเสียหายของถุงบรรจุหรือลักษณะทางกายภาพของตัวอาหารว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ หรือใช้สำหรับโรงงานผลิตถุงบรรจุภัณฑ์เผื่อทดสอบสภาวะการให้ความร้อน ณ ระดับต่างๆ สำหรับกำหนดคุณสมบัติของถุงบรรจุภัณฑ์ที่ได้ออกแบบและผลิตขึ้น ซึ่งในการทดสอบปกติจะใช้สภาวะการผลิตหรือการให้ความร้อนที่ระดับวิกฤตเพื่อให้ผ่านมาตรฐานของถุงบรรจุภัณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นขนาดของหม้อฆ่าเชื้อที่จะทำการออกแบบนี้จะออกแบบสำหรับใช้ทดสอบจำนวนถุงบรรจุภัณฑ์เพียงบางส่วนและการควบคุมอุณหภูมิและความดันไม่จำเป็นละเอียดระดับการผลิตจริงสามารถมีค่าที่ไม่คงที่ระหว่างการฆ่าเชื้อได้ซึ่งจะถือว่าเป็นสภาวะวิกฤตในการผลิตจริง จะช่วยทำให้ถุงที่ผ่านการทดสอบนี้สามารถคงสภาวะอยู่ได้แม้เกิดสภาวะวิกฤตในการปฏิบัติงานจริง



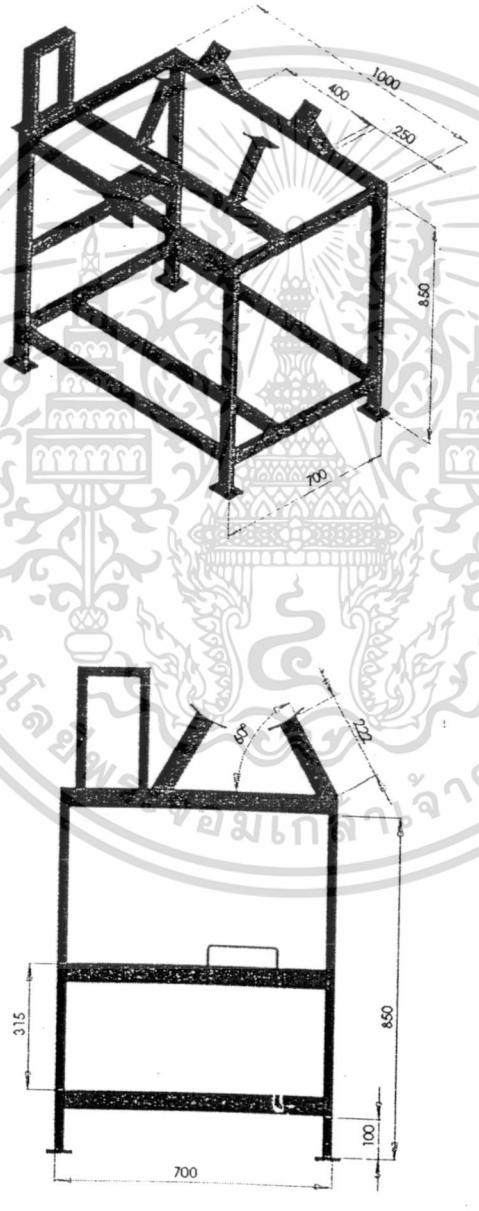
1. โครง
2. ถัง Water Spray Retort
3. ชุดท่อขดลวดความร้อน
4. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
5. ปั๊มน้ำ
6. ชุดเช็คระดับน้ำภายในถัง

รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของหม้อฆ่าเชื้อที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของหม้อฆ่าเชื้อที่ได้ออกแบบแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ตามการทำงานของระบบ คือ ระบบหมุนเวียนน้ำ ระบบโครงสร้าง ระบบให้ความร้อนและระบบทำเย็น โดยมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ติดตั้งดังรูปที่ 4.1 สำหรับโครงสร้างได้มีการกำหนดขนาดดังรูปที่ 4.2 รายละเอียดส่วนประกอบภายในหม้อฆ่าเชื้อแสดงดังรูปที่ 4.3

4.1 โครงสร้างของหม้อฆ่าเชื้อ

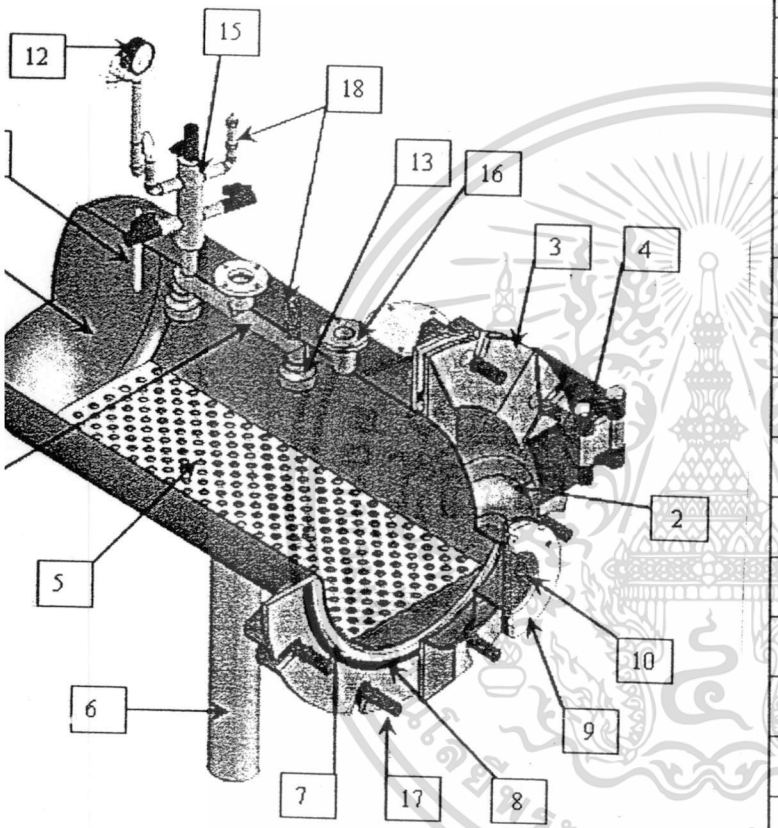


รูปที่ 4.2 ขนาดโครงสร้างรที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนประกอบภายในหม้อฆ่าเชื้อ

สำหรับส่วนประกอบภายในหม้อฆ่าเชื้อจะประกอบด้วยรายละเอียดปลีกย่อยเป็นจำนวนมากได้แก่ หัวฉีดน้ำพ่นฝอย อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย อุปกรณ์วัดความดัน วัดอุณหภูมิ เป็นต้น



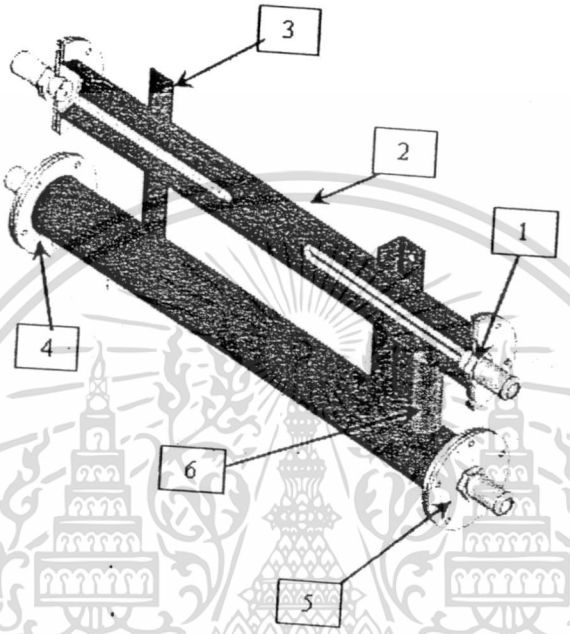
1	ถัง
2	ฝาถัง
3	หน้าแปลน
4	บานพับ
5	ตะแกรง
6	ท่อน้ำ
7	ขอบกด seal
8	ขอบกัน seal
9	หน้าแปลนกระจก
10	กระจก
11	thermocouple
12	Pressure Gauge
13	หัว spray
14	ท่อน้ำ spray
15	ท่อลม
16	ท่อต่ออุปกรณ์
17	สกรู
18	Safety Valve

รูปที่ 4.3 รายละเอียดส่วนประกอบภายในหม้อฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ชุดขดลวดความร้อน

ขดลวดความร้อนออกแบบให้ใช้ 4 ขด แบ่งการควบคุมได้แยกต่างกันเพื่อให้ความควบคุมมีประสิทธิภาพและออกแบบให้น้ำไหลเวียนผ่านจากด้านล่างขึ้นด้านบนและให้ไหลผ่านขดลวดทุกตัวตามลำดับดังรูป



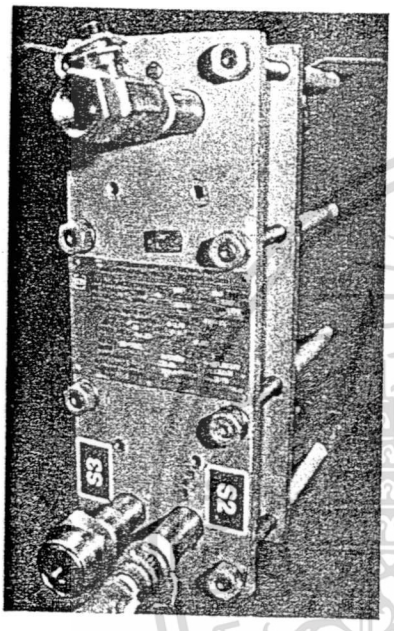
หมายเลข	ชื่อชิ้นงาน	จำนวน ชิ้น	รายละเอียดปลีกย่อย
1	ขดลวดความร้อน	4	มาตรฐาน
2	ท่อน้ำ	2	Ø 72 mm ยาว 650 mm
3	เหล็กยึดท่อขดลวด	2	
4	หน้าแปลนใน	4	Øใน 64 mm Øนอก 120 mm หนา 7 mm
5	หน้าแปลนนอก	4	Øใน 26 mm Øนอก 120 mm หนา 7 mm
6	ท่อน้ำ	1	Øใน 1 นิ้ว

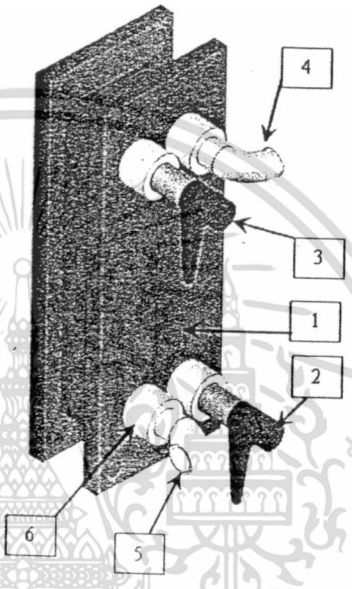
รูปที่ 4.4 ชุดท่อขดลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกแบบสำหรับใช้ในขั้นตอนการทำเย็นหลังอาหารผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อให้อาหารมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารและคุณค่าของสารอาหารยังคงอยู่มากที่สุด ลดเวลาในการให้ความร้อน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหม้อฆ่าเชื้อ





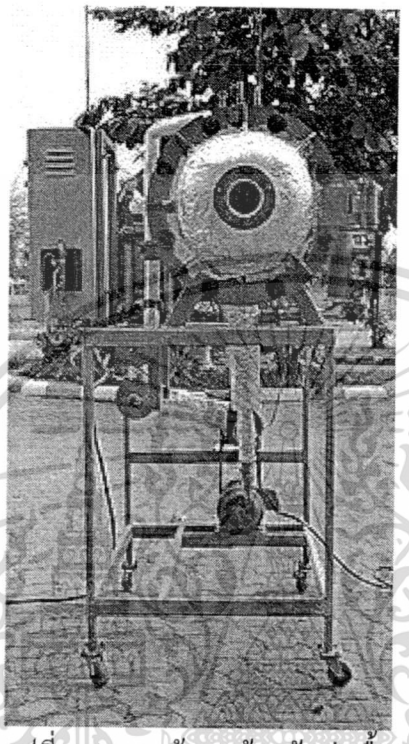
หมายเลข	ชื่อชิ้นงาน	จำนวนชิ้น	รายละเอียดปลีกย่อย
1	Plate Exchanger	1 ชุด	มาตรฐาน
2	ท่อน้ำร้อนเข้า	1	Ø 1 นิ้ว
3	ท่อน้ำร้อนออก	1	Ø 1 นิ้ว
4	ท่อน้ำเย็นเข้า	1	Ø 1 นิ้ว
5	ท่อน้ำเย็นออก	1	Ø 1 นิ้ว
6	เกลียวต่อท่อน้ำ	4	Ø 1.2 นิ้ว

รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 หม้อฆ่าเชื้อที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น

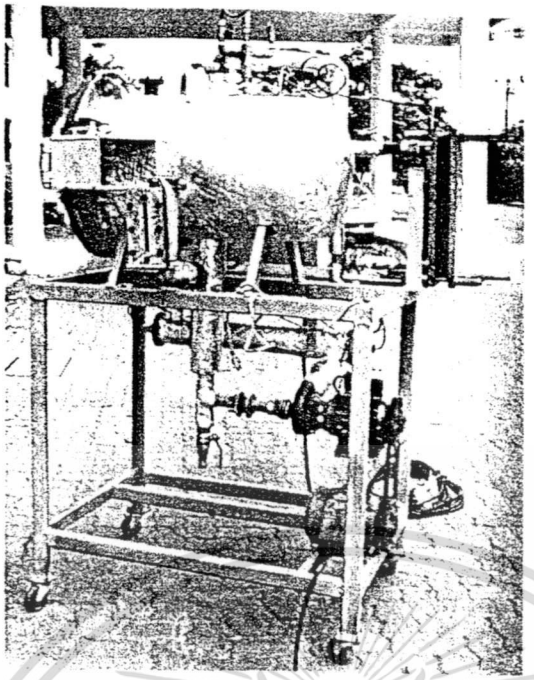
เมื่อได้คำนวณและออกแบบเสร็จสิ้นแล้วก็ได้มีการสร้างหม้าฆ่าเชื้อขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ แสดงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 ภาพด้านหน้าหม้อฆ่าเชื้อ

รูปที่ 4.5 ภาพด้านข้างหม้อฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ภาพด้านขวาของหม้อฆ่าเชื้อ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบหม้อฆ่าเชื้อที่ออกแบบและสร้างขึ้นได้ทำการออกแบบเพื่อศึกษาการควบคุมด้านความดันและอุณหภูมิ แนวโน้มของอุณหภูมิและความดันที่หม้อฆ่าเชื้อสามารถสร้างและควบคุมได้ตามสภาวะที่กำหนด

5.1 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

1. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความดัน
2. เครื่องสร้างลมอัด
3. ถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว
4. เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์

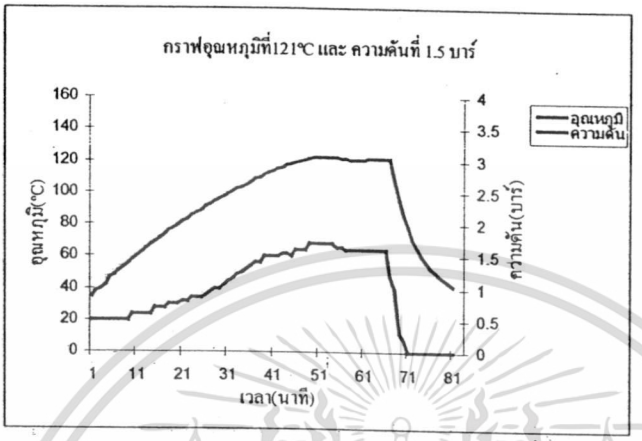
5.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวที่บรรจุน้ำแป้งในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 ส่วน
2. นำเข้าบรรจุในหม้อฆ่าเชื้อ โดยเรียงไม่ให้ซ้อนเกยกันแล้วปิดฝาหม้อฆ่าเชื้อให้แน่น
3. เปิดน้ำให้เข้าในหม้อฆ่าเชื้อแล้วเปิดปั๊มน้ำเพื่อหมุนวนน้ำ
4. เปิดวาล์มลมจากเครื่องสร้างลมอัดเข้าสู่หม้อฆ่าเชื้อตามระดับความดันที่ออกแบบ
5. กำหนดอุณหภูมิฆ่าเชื้อและเปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
6. เปิดเครื่องบันทึกอุณหภูมิและบันทึกความดัน
7. นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความดันและเวลา

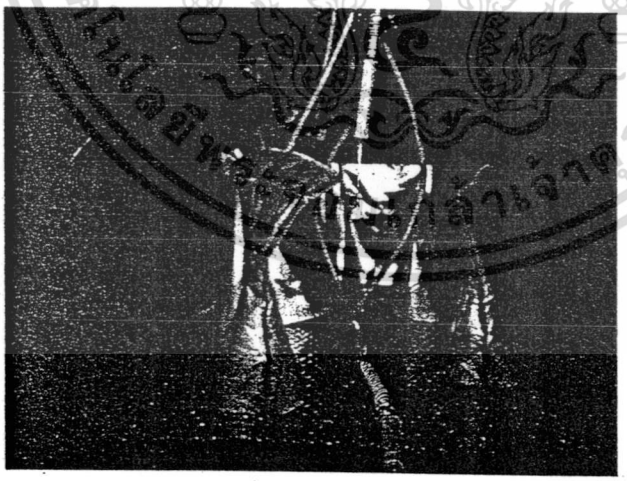
5.3 ผลการทดลอบ

การทดสอบได้ทดสอบสภาวะการผลิตที่มีการผลิตจริงทั่วไปตามโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและสภาวะวิกฤตอีกหนึ่งการทดสอบ รวมทั้งหมดที่ทดสอบ 3 สภาวะคือสภาวะการผลิตที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียสและความดัน 1.5 บาร์ อุณหภูมิฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียสและความดัน 2 บาร์ อุณหภูมิฆ่าเชื้อ 140 องศาเซลเซียสและความดัน 3 บาร์ ผลการทดสอบแสดงดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

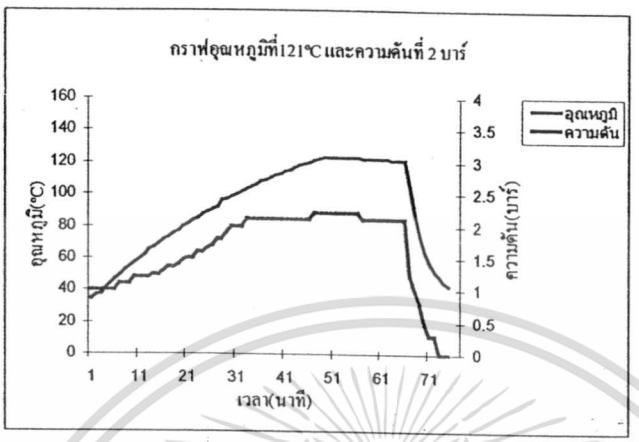


รูปที่ 5.1 กราฟอุณหภูมิและความดันที่ 121 องศาเซลเซียสและความดัน 1.5 บาร์

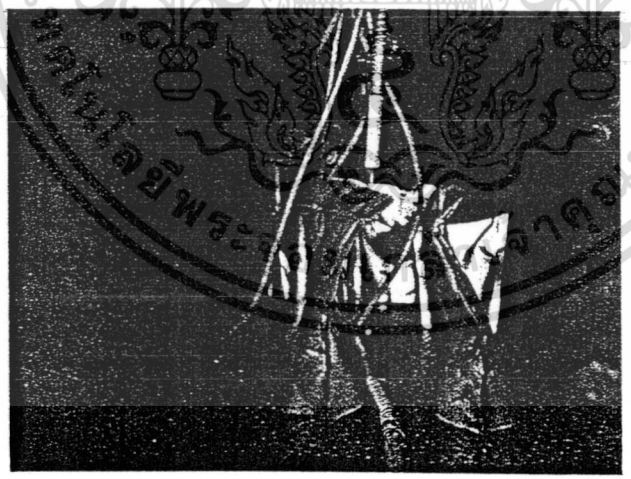


รูปที่ 5.2 ลักษณะของถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

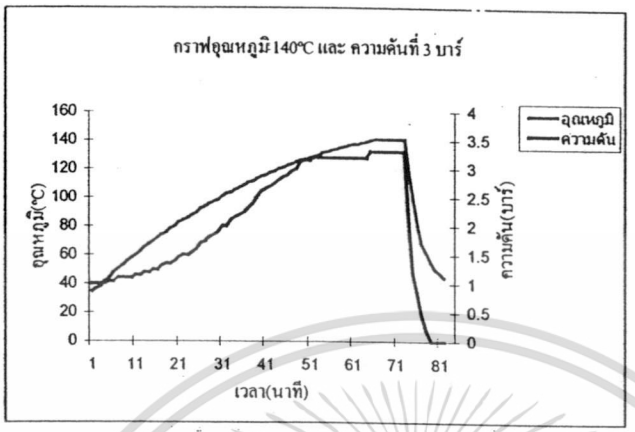


รูปที่ 5.3 กราฟอุณหภูมิและความดันที่ 121 องศาเซลเซียสและความดัน 2 บาร์



รูปที่ 5.4 ลักษณะของถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 กราฟอุณหภูมิและความดันที่ 140 องศาเซลเซียสและความดัน 4 บาร์

รูปที่ 5.6 ลักษณะของถุงบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่าหม้อฆ่าเชื้อที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีการควบคุมความดันและอุณหภูมิต่างๆ โดยใช้เวลาในช่วง come-up ประมาณ 30 นาที ในการเพิ่มอุณหภูมิจาก 35 ขึ้นไปเป็น 121 องศาเซลเซียส สามารถรักษาระดับอุณหภูมิได้อยู่ในระดับไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียสที่ระดับอุณหภูมิควบคุม เวลาในการลดอุณหภูมิจาก 121 ถึง 40 องศาเซลเซียสใช้เวลา 12 นาที การเปลี่ยนแปลงระดับความดันด้วยเครื่องสร้างลมอัดขณะให้ความร้อนส่งผลต่ออุณหภูมิในหม้อฆ่าเชื้อเป็นไปตามกฎทางความร้อน สำหรับหม้อฆ่าเชื้อที่สร้างขึ้นสามารถทดสอบบรรจุภัณฑ์ได้ในระดับที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าการควบคุมต่างๆ จะค่อนข้างง่ายแต่ก็ถือว่าเป็นสภาวะวิกฤตที่จะทดสอบมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์, "บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ", สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง, หน้า 61-75

วริทธิ์ อึ้งากรณ์และชาญ ถนัดงาน, 2536, การออกแบบเครื่องจักรกลเล่มที่ 1, ซีเอ็ด

รุ่งสุรีย์ ใจเชื่อนแก้ว, 2545, กลศาสตร์ของวัสดุ, สำนักพิมพ์ท้อป

เอกสารประกอบการฝึกอบรมและสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร, "ชนิดและการใช้งานของหม้อฆ่าเชื้อสำหรับบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว", สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 84-94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้