หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

กล่องกระดาษเคลือบพลาสติกกับระบบการบรรจุอาหารเหลวแบบปลอดเชื้อ

กล่องกระดาษเคลือบพลาสติกที่มีใช้ในบ้านเราในปัจจุบันนี้เป็นภาชนะบรรจุชนิดเดียวที่สามารถนำมาใช้กับระบบการบรรจุอาหารเหลวแบบปลอดเชื้อได้ ซึ่งทั้งกล่องกระดาษเคลือบพลาสติกและเครื่องบรรจุระบบปลอดเชื้อ บริษัท เต้ตรา แพ็ค (ไทย) จำกัด เป็นผู้จำหน่ายแต่เพียงผู้เดียว

เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจเรื่องภาชนะบรรจุอาหารเหลวประเภทกล่องกระดาษเคลือบพลาสติกได้ดีขึ้น จึงควรจะต้องมาศึกษาถึงกรรมวิธีการบรรจุแบบปลอดเชื้อเสียก่อนจะทำให้เข้าใจเรื่องกล่องกระดาษเคลือบพลาสติกดีขึ้น กรรมวิธีการบรรจุแบบปลอดเชื้อที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นแบบที่มีใช้ในบ้านเรา ซึ่งเป็นระบบของบริษัท Tetra Pak

1. <u>กรรมวิธีการบรรจุแบบปลอดเชื้อ</u> (Aseptic Packaging)

กรรมวิธีการบรรจุแบบปราศจากเชื้อ เป็นกรรมวิธีการบรรจุแบบใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างสูง เพราะสามารถนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารได้ง่าย เมื่อได้รับความร้อนแบบการใช้ความร้อนสูง (Sterilization) เช่น นม น้ำนมถั่วเหลือง น้ำผลไม้บางประเภท และเครื่องดื่มบางประเภท ในปัจจุบันในระบบแบบ Tetra Pak ซึ่งภาชนะบรรจุทำด้วยกระดาษเคลือบแผ่นพลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะภาชนะบรรจุ คือ

- แบบ Aseptic Tetrahedron เป็นแบบรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า แบบนี้ไม่ได้รับความนิยม
- แบบ Aseptic brik เป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยม แบบนี้ได้รับความนิยมมากกว่า Tetrahedron เพราะง่ายแก่การรวมใส่ภาชนะเพื่อบรรจุและการถือใช้ ทั้งสองแบบใช้กรรมวิธีเหมือนกันต่างกันตรงตอนพับกระดาษให้เป็นภาชนะบรรจุเท่านั้น

ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อไม่จำเป็นที่จะต้องใช้กับระบบ ยู เอช ที เสมอ สินค้าบางชนิด เช่น น้ำผลไม้ การฆ่าเชื้อโรคไม่ใช่แบบยู เอช ที แต่ก็สามารถนำมาใช้กับการบรรจุแบบปลอดเชื้อได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

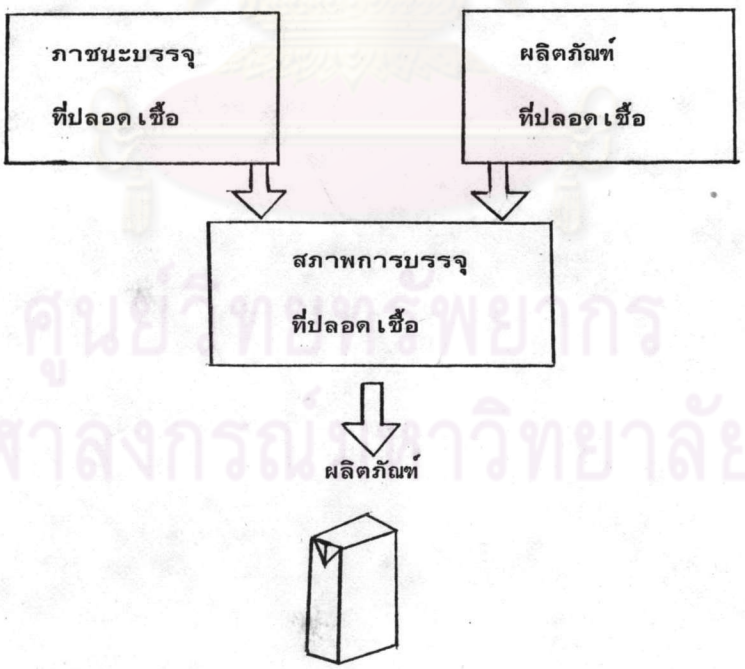
หลักพื้นฐานของกรรมวิธีการบรรจุแบบปราศจากเชื้อ

1. Sterilization Product คือ การให้ความร้อนสูงแก่ผลิตภัณฑ์โดยใช้ระบบ UHT แล้วทำให้เย็นลงรอการบรรจุ (อุณหภูมิที่ใช้ในการ Sterilize แบ่งตามความเหมาะสมกับชนิด Product)

ระบบ UHT เป็นการให้ความร้อนสูง อุณหภูมิ 140 - 150°ซ เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 2 - 4 วินาที

2. Sterilization Packaging Material คือ การ Sterilizeภาชนะบรรจุ โดยอาจใช้ความร้อน สารเคมี ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมในการใช้

3. Sterilization Surrounding during Packing คือ การรักษาสภาพแวดล้อมในการบรรจุระหว่างบรรจุให้ปราศจากเชื้อ เพื่อกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อจากอากาศขณะบรรจุ



รูปที่ 3 Aseptic (Processing) packaging

2. <u>การทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดเชื้อ</u>

ในระบบ UHT การทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดเชื้อทำได้ 2 วิธี

2.1 การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรง (Direct heating)

2.2 การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ทางอ้อม (Indirect heating)

แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรง (Direct heating) เป็นการผสมไอน้ำกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการฆ่าเชื้อโรคโดยตรง โดยที่คุณภาพของไอน้ำจะต้องมีมาตรฐานตามที่กำหนดเหมือนกับมาตรฐานน้ำดื่ม กรรมวิธีนี้นำมาใช้โดย Alpura Ag, Bern, Switzerland โดยจะทำนมให้ร้อนถึง 150°ซ อยู่นานเป็นเวลา 2.4 วินาที

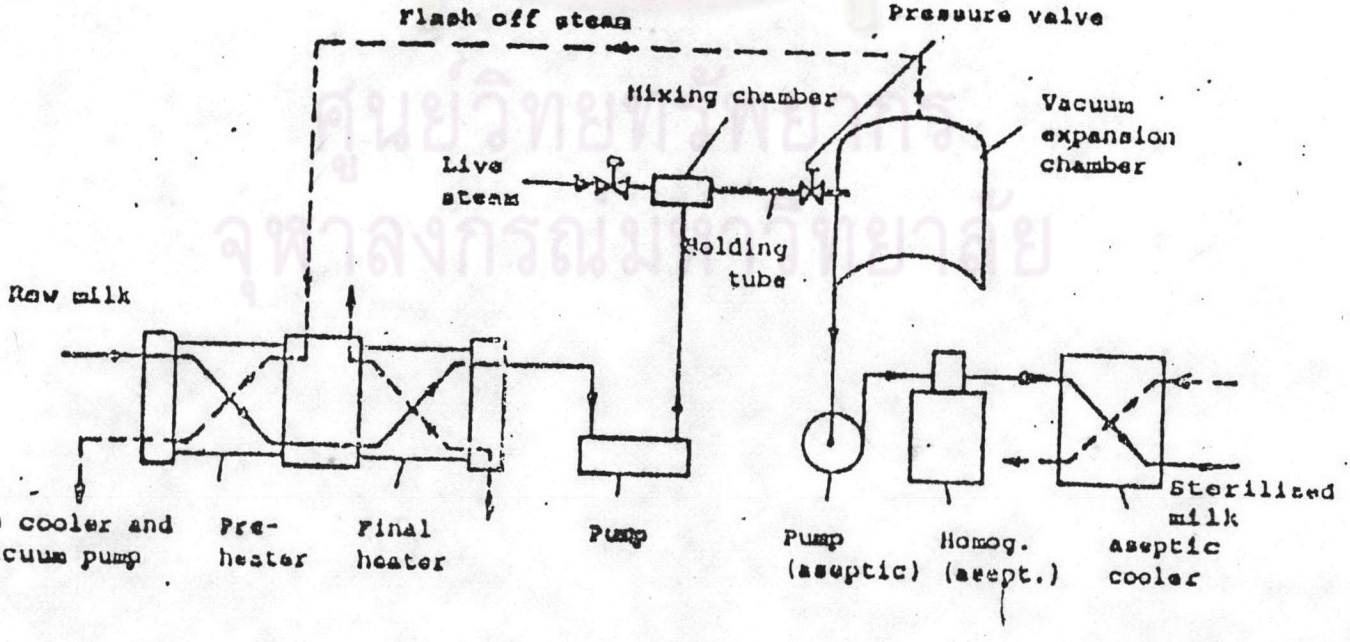
ขั้นแรกนมจะถูกอุ่นให้ร้อนขึ้นมาที่อุณหภูมิประมาณ 75 - 85°ซ โดยใช้ปั๊มความดัน (Pressure Pump) ซึ่งจะต้องมีความดันที่สอดคล้องกับอุณหภูมิที่ต้องการทำการฆ่าเชื้อโรค แล้วจึงไปผสมกับไอน้ำในถังผสม ซึ่งจะถ่ายเทความร้อนให้กับนม ทำให้อุณหภูมิของนมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและทำให้ทั้งนมและไอน้ำที่กลั่นตัวแล้ว (Condensate) ที่ผสมอยู่ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการฆ่าเชื้อ และผ่านไปที่ท่อพักอุณหภูมิ (Holding tube) ใช้เวลาประมาณ 2 - 4 วินาที หลังจากนั้นจึงจะผ่านเข้าถังสูญญากาศ (Vacuum chamber) ในลักษณะ Tangential ณ จุดก่อนที่จะเข้าถังสูญญากาศ จะมี Pressure Retaining Valve ซึ่งจะช่วย Maintain Saturated Steam Pressure ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิฆ่าเชื้อโรคใน Holding Tube Hot Mixture ของนมและไอน้ำ ภายใต้ความดันจะขยายตัวและเดือดใน Vacuum Chamber ซึ่ง Heat of Vapourization จะถูกใช้ออกไปทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีไอน้ำผสมเย็นตัวอย่างรวดเร็วและน้ำบางส่วนจะถูกระเหยออกไป การปรับค่าสูญญากาศในถังสูญญากาศจะต้องปรับให้พอดีว่าน้ำที่ระเหยออกไปจะเท่ากับน้ำที่ได้เพิ่มขึ้นมาตอนแรกโดย Direct heating จากไอน้ำที่เกิดขึ้นในถังสูญญากาศจะถูกนำกลับไปใช้ใหม่เพื่อช่วยในการ Preheat นม หลังจากนั้นนมจะออกจากถังสูญญากาศไปตาม Aseptic Line ซึ่งประกอบด้วย Aseptic Pump, Aseptic Homogenizer, Aseptic Cooler และอาจจะมี Aseptic Tank จนถึงที่สุดไปเข้าขบวนการ Aseptic Packing

012844

จุดประสงค์ของการที่มี Expansion Cooling คือช่วยขจัดกลิ่นซึ่งไม่พึงประสงค์ออกไปได้พร้อมกับไอน้ำ

การที่จะปรับปริมาณไอน้ำที่กลั่นตัวแล้วของไอน้ำที่ผสมกับนมให้เท่ากับปริมาณไอน้ำที่ระเหยออกไปในถังสูญญากาศนั้น ต้องการการควบคุมที่แม่นยำของอุณหภูมินมช่วงเข้า Mixing Chamber ใน Holding Tube และในถังสูญญากาศ พร้อมทั้งอุณหภูมิที่ใช้ในการ Control Milk Feed Steam Supply และค่าของสูญญากาศในถังสูญญากาศด้วย

Direct Heating อีกวิธีหนึ่ง ทำได้โดยการผ่านนมที่ Preheat แล้วเข้าไปใน Steam Pressure Vessel ซึ่งนมจะถูก Homogenize ก่อนแล้วจึงไหลแบบ Laminar Free Falling Film ลงไปใน Steam Pressure Vessel ซึ่งถูกทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิ UHT หลังจากนั้นจึงผ่านเข้า Holding Tube และทำให้เย็นลงที่ถังสูญญากาศอีกวิธีหนึ่งที่ใช้กันในการผ่านนมเข้าไปที่ Steam Pressure Vessel สามารถทำได้โดยการพ่นนมให้เป็นฝอยเล็ก ๆ โดยใช้หัว Pressure Jet ซึ่งวิธีนี้การถ่ายเทความร้อนจะง่ายกว่าแบบ Laminar Free Falling Film แต่ข้อเสียก็มีคือ ฝอยของนมอาจจะไปจับติดกับผนังที่ร้อนของ Steam Pressure Vessel ซึ่งจะทำให้ Retention Time ใน Steam Pressure Vessel นานเกินไป ดังนั้นเวลาการ Holdingของนมที่อุณหภูมิ Sterilize จะไม่ Uniform

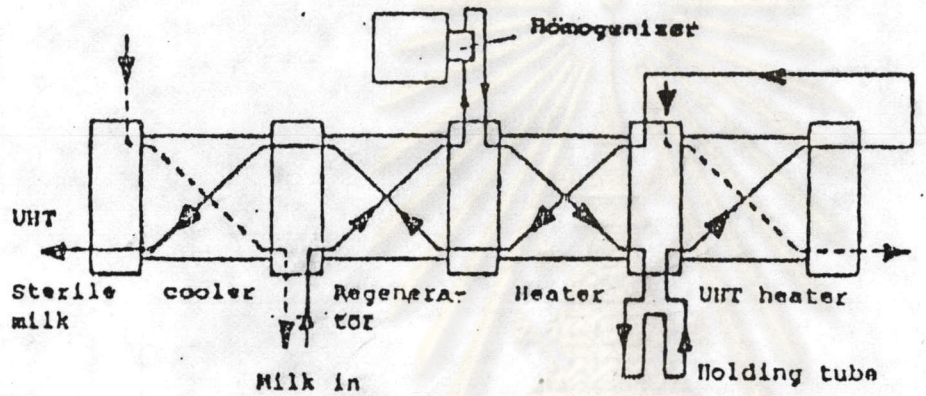


รูปที่ 4 แผนผังการฆ่าเชื้อโรคระบบ UHT แบบการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรง
ที่มา: ศูนย์วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารประเทศไทย ,การใช้ Aseptic Processing

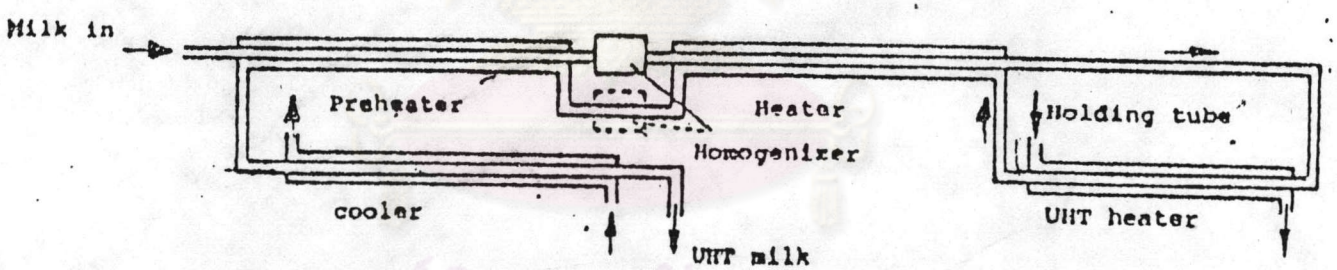
2.2 การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ทางอ้อม (Indirect Heating) ได้มีขึ้นมาหลังจากวิธีการ Direct Heating โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ระบบคือ ระบบ Plate Heat Exchanger และระบบ Tubular Heater ทั้ง 2 ชนิดนี้มี Sequence ของการให้ความร้อนเหมือน ๆ กัน คือนมจะถูก Operate แล้วจึงผ่าน Preheat (ในบางกรณีจะผ่าน Aseptic Homogenizer ภายหลัง UHT แล้ว) หลังจากนั้นจึงจะทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิ UHT ผ่าน Holding Tube Regenerating Section และ Final Cooling ในที่สุด

การทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenize) ของระบบปลอดเชื้อ (Aseptic Processing) นี้สามารถทำได้ทั้งก่อนและหลัง UHT Treatment การ Homogenize ภายหลังนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่าเพราะจะต้องใช้ Aseptic Homogenizer แต่ข้อดีของการ Homogenize ภายหลัง UHT คือ สามารถป้องกันหรือสามารถ Reverse การรวมตัวของ Protein-Protein และ Fat Globule - Protein ได้ และยังสามารถหน่วงเหนี่ยว (Retard) การรวมตัวของ Sediment ของ Heat Precipitate Whey Protein รวมทั้งสามารถ Homogenize หรืออัดให้ Sediment และ Deposite ต่าง ๆ ที่หลุดออกมาจาก Super Heating Section แตกกระจายออกและรวมตัวกับนมได้ดีขึ้นด้วย

เนื่องจากขบวนการ UHT Aseptic Process นี้ใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง ดังนั้นปัญหาที่จะตามมาคือ Deposite ที่จะเกิดขึ้นในส่วนของ Super Heating ถ้าไม่มีการทำความสะอาดที่ถูกต้องและสมบูรณ์ และนมถูกทำให้ร้อนขึ้นทันทีถึงอุณหภูมิ UHT โดยไม่มีการอุ่นก่อน (Preheating) ก็จะเกิด Deposite เกิดขึ้นที่ผนังของ Super Heater ทันทีและหนามากจนสามารถ Block Line ได้ในระยะเวลาเพียงไม่กี่นาที ดังนั้นการที่ Preheat นมขึ้นมาที่อุณหภูมิ 90°ซ และ Hold ไว้ประมาณ 2 นาทีหรือที่ 100°ซ ประมาณ 5 - 6 วินาที จะสามารถลดจำนวน Deposite นี้ได้อย่างมาก ในการผลิตนม UHT ที่ต้องการคุณภาพของผลิตภัณฑ์สูง ๆ นั้น เครื่องมือทุกชิ้นจะต้องสะอาด 100% ก่อนทำการเดินเครื่องการผลิต Deposite หรือ Residue ต่าง ๆ ที่มีจะต้องถูก Remove ออกให้หมดด้วยระบบ CIP ที่สมบูรณ์แบบและจะต้องมีเทคนิคการผลิตที่ดีที่จะให้มี Deposite เกิดขึ้นในขณะผลิตน้อยที่สุด นอกเหนือจากมีการ Preheat นมดังที่กล่าวแล้ว



Diagrammatic re-presentation of UHT heati plants using indirect hea methods



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5 แผนผังการฆ่าเชื้อโรคระบบ UHT โดยวิธีการให้ความร้อนโดยทางอ้อม

ที่มา: ศูนย์วิชการวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีทางอาหารประเทศไทย, การใช้ Aseptic Processing ในอุตสาหกรรมอาหาร, 2528.

3. ภาชนะบรรจุสำหรับระบบปลอดเชื้อ

เครื่องจักรทำหน้าที่บรรจุอาหารนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของระบบปลอดเชื้ออย่างไม่ต้องสงสัยเลยว่า ปัจจุบันมีมากมายหลายระบบและหลายชนิดของรูปแบบภาชนะบรรจุเองรวมทั้งวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ การพัฒนาทางเทคโนโลยีการบรรจุก็นับว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการทำให้ระบบปลอดเชื้อมีความสำเร็จขึ้นมา แม้แต่ขนาดการบรรจุในปัจจุบันยังสามารถกระทำได้หลายขนาดตามความต้องการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น เหมาะแก่ผู้บริโภครายย่อยหรือเหมาะแก่โรงงานอุตสาหกรรม ฉะนั้นระบบการผลิตนี้จึงมีผลต่อสภาวะเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมโดยตรง

คุณสมบัติของวัสดุบรรจุที่ใช้ในระบบปลอดเชื้อ

1. ป้องกันแสงส่องผ่านได้
2. ไม่ปล่อยให้แก๊สและไอน้ำผ่านได้
3. ไม่ดูดซับน้ำและต้านต่อการดูดซับน้ำ
4. ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นกับผลิตภัณฑ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม
5. ไม่เป็นพิษหรืออันตรายต่อสุขภาพ
6. ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน สารเคมีหรือตัวก่อให้เกิดการปลอดเชื้อ
7. สามารถผนึกสนิทได้
8. ไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

วัสดุที่ใช้จึงเป็นได้ทั้งโลหะ, แก้ว, พลาสติก และ ร่วมกันของวัสดุเหล่านี้ (Laminates)

ส่วนประกอบของภาชนะบรรจุกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก (Packaging material)

ภาชนะบรรจุทำด้วยกระดาษเคลือบพลาสติกของ บริษัท เต็ดราแพ็ค จำกัด ประกอบด้วยส่วนต่างๆ จากด้านนอกเข้าสู่ด้านในมีประมาณ 7 ชั้น ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชั้นที่ 1 ชั้นของ Wax หรือ Laminate ด้วย Polyethylene เพื่อกันน้ำไม่ให้ซึมเข้าตัวกระดาษ

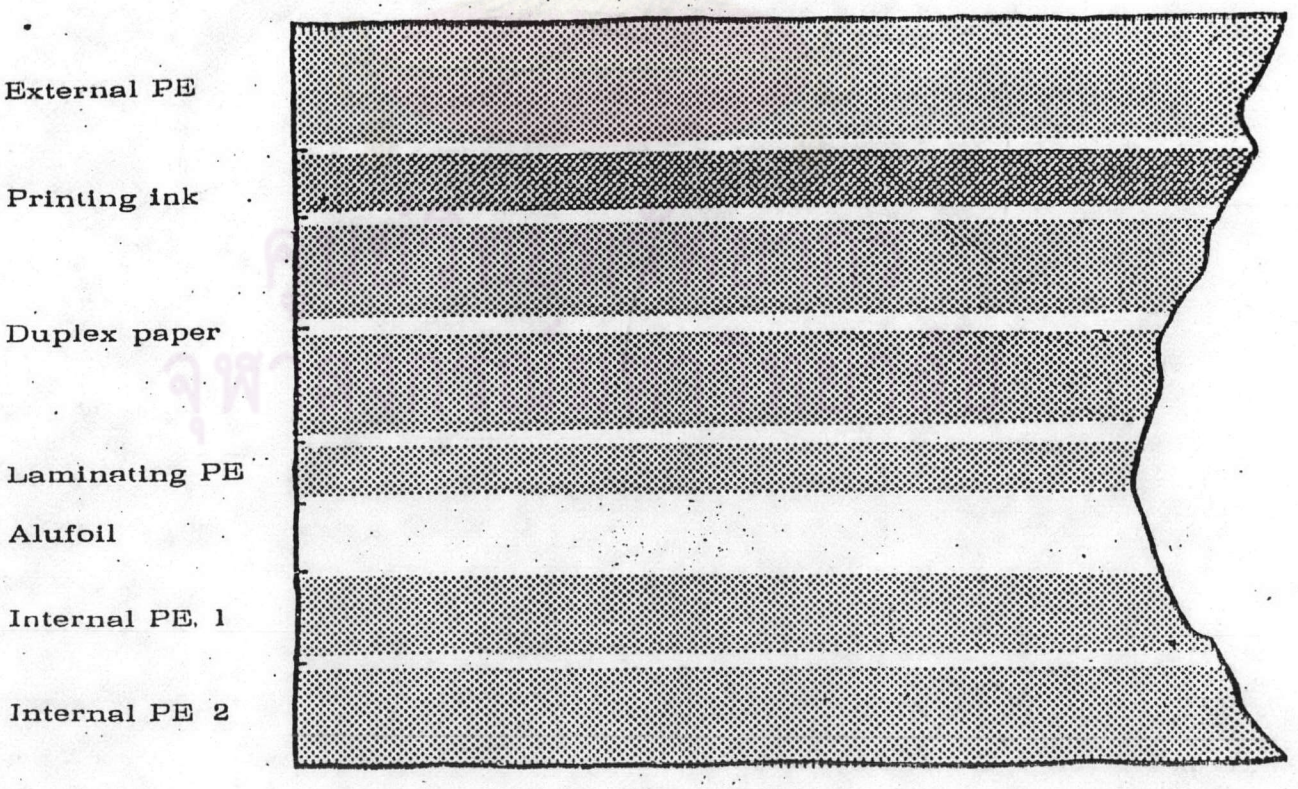
ชั้นที่ 2 ชั้นของสี เป็นการ Coat สีลงบนกระดาษเพื่อความสวยงามและการโฆษณาตลอดจนชี้แจงถึงส่วนประกอบและแนะวิธีการใช้

ชั้นที่ 3 ชั้นของกระดาษหรือเซลลูโลส อาจมีเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้นแล้วแต่ความแข็งแรงที่ต้องการในการใช้ ชั้นนี้จะเป็นตัวโครงสร้างหลักของภาชนะบรรจุ

ชั้นที่ 4 ชั้นของ Laminating plastic ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมชั้นของกระดาษให้ติดกับ Aluminium foil ซึ่งอยู่ชั้นถัดไป plasticที่ใช้ในชั้นนี้ส่วนมากใช้ Polyethylene

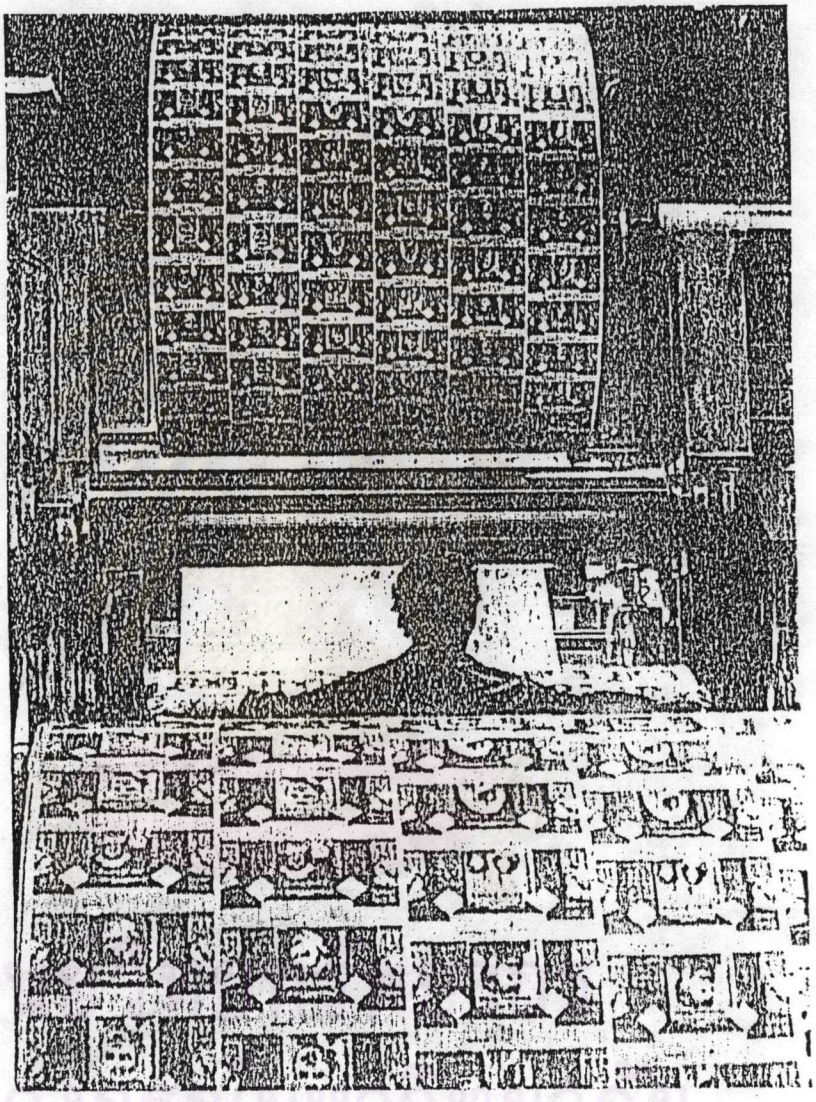
ชั้นที่ 5 ชั้นของ Aluminium foil เป็นชั้นที่เป็นตัวป้องกันการส่องผ่านเข้ามาของแสงไม่ให้แสงสัมผัสนม ซึ่งเป็นการเร่งปฏิกิริยาการเสื่อมเสียโดยเฉพาะการหืนของไขมันในนม ป้องกันการซึมเข้าไปของอากาศซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา oxidationป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์จากภายนอกได้เป็นอย่างดี และยังช่วยให้เกิดการเชื่อมติดตามแนวขวางได้แนบสนิทยิ่งขึ้น

ชั้นที่ 6, 7 เป็นชั้นของพลาสติกซึ่งเป็นตัวที่เกิดจากการเชื่อมติดของภาชนะบรรจุโดยตรง ชนิดของพลาสติคที่นิยมใช้คือ Polyethylene



รูปที่ 6 ส่วนประกอบของกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก

ที่มา: บริษัท เต็ตราแพ็ค (ไทย) จำกัด



รูปที่ 7 การพิมพ์กล่องกระดาษเคลือบพลาสติก ซึ่งจะพิมพ์มาจากโรงงานที่ผลิตกล่องแล้วจัดส่งมาให้ผู้ผลิตสินค้าเป็นม้วน (Roll)

ที่มา: วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร, ปีที่ 2, เล่ม 1, กรกฎาคม 2523.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ขั้นตอนของกรรมวิธีการบรรจุแบบปลอดเชื้อแบบ Tetra pak

ขั้นตอนของกรรมวิธีการบรรจุแบบ Tetra pak แบบ Aseptic Brik มีดังนี้

4.1 ม้วนกระดาษจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องทางด้านล่าง แล้วเคลื่อนที่ขึ้นสู่ด้านบน (ดังรูปที่ 8) ขณะที่เคลื่อนไปนี้ริมกระดาษด้านหนึ่งจะถูกเชื่อมด้วย Polyethylene เป็นแถบตามแนวยาว (เป็นชั้นที่ 7) ซึ่งฟิล์มพลาสติกนี้มีประโยชน์ในการเป็นตัวเชื่อมให้กระดาษติดกันได้ และยังเป็นตัวกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับตัวชั้น Aluminium foil

4.2 เป็นขั้น Sterilize ฟิล์มกระดาษโดยใช้วิธี Chemical-Thermal Sterilization ซึ่งใช้สารเคมีร่วมกับการให้ความร้อน 3 ช่วง ดังนี้ (วิธีนี้เชื่อว่ามีความมั่นใจถึง 90%)

4.2.1 เป็นช่วงใช้สารเคมี ปัจจุบันในเมืองไทยใช้ H_2O_2 แต่เดี๋ยวนี้ได้มีการคิดค้นเอา Sterilant ตัวอื่นมาใช้ เช่น ethylene oxide, propylene oxide, B-propiolactone, formaldehyde เป็นต้น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นสารเคมีที่ช่วยยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียได้ดี แต่ไม่ค่อยมีคุณสมบัติในการชำระล้างเซลแบคทีเรียไม่เหมือน alcohol ซึ่งถ้าเป็น Aseptic Brik นี้จะใช้ (H_2O_2) 35%

4.2.2 เป็นช่วงใช้ความร้อนโดยขดลวดให้ความร้อน (Tube heater element) ซึ่งจะมีอุณหภูมิของขดลวดประมาณ 400°C ในช่วงเวลา 5 วินาที

4.4.3 เป็นช่วงการใช้ความร้อน โดยลมร้อนที่ Sterilize แล้วเป่าสวนทางกับการเคลื่อนที่ของท่อฟิล์ม

เมื่อตัวแผ่นฟิล์มจากข้อ 4.1 เคลื่อนที่ขึ้นข้างบนจนถึงผ่านไปในอ่าง H_2O_2 ตรงส่วนบนสุดจะมีลูกกลิ้งคู่หนึ่งคอยรีดเอาสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ติดอยู่มากเกินไปออก เมื่อแผ่นกระดาษเคลื่อนลงมาด้านล่างมันจะถูกม้วนและเชื่อมติดปลายทั้งสองเป็นท่อยาว โดยริมกระดาษอีกด้านหนึ่งจะถูกเชื่อมติดกับฟิล์มพลาสติกที่เหลือ ขณะที่ H_2O_2 ส่วนที่เหลือติดอยู่บนฟิล์มพลาสติกจะถูกระเหยไปกลายเป็นไอน้ำกับแก๊สอ็อกซิเจน เมื่อกระดาษเคลื่อนตัวผ่านขดลวดความร้อนแล้วนมจะถูกปล่อยลงมาในท่อฟิล์ม โดยมีระดับของการบรรจุต่ำกว่าหลอดบรรจุ หลังจากนั้น

ท่อกระดาษซึ่งบรรจุนมแล้วจะถูกตัดและเชื่อมตามแนวขวางที่กันและปากภาชนะในขณะที่ท่อกระดาษเคลื่อนตัวลงมาเรื่อย ๆ จะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จตามต้องการ

จะเห็นว่าการบรรจุจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุไปด้วย เป็นขั้นตอนที่แยกกันลำบาก การเคลื่อนที่ขึ้นไปของแผ่นกระดาษ (รูปที่ 9) เนื่องจากแผ่นกระดาษจะถูกเคลือบผิวด้านในด้วยฟิล์มพลาสติคจึงทำให้เกิดมีประจุไฟฟ้าอยู่บนผิว เมื่อเสียดสีกับอากาศจึงเกิดมีแรงดึงดูดระหว่างประจุขึ้นระหว่างผิวพลาสติกกับเซลของแบคทีเรียที่มีประจุไฟฟ้า ขณะที่แผ่นกระดาษเคลื่อนตัวไปในระหว่างทำการบรรจุ ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อชั้นใน ตอนนี้โดยที่ปริมาณและชนิดขึ้นอยู่กับสุขาภิบาลของห้องที่ทำการบรรจุ H_2O_2 จะช่วยได้บ้าง โดยกำจัดแบคทีเรียบางส่วน ส่วนพวกที่เป็นสปอร์โดยมากจะยังติดอยู่ที่ผิวกระดาษที่เคลื่อนลงมาสู่ด้านล่างแล้วถูกเชื่อมตามยาวเป็นท่อ บริเวณที่เกิดการม้วนแล้วเชื่อมติดกันของแผ่นกระดาษ (รูปที่ 10) เป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นจุดที่จะต้องป้องกันการติดเชื้อครั้งใหม่ (Reinfection) รวมทั้งกำจัดแบคทีเรียและสปอร์ที่ยังหลงเหลืออยู่ ดังนั้นหลอดโลหะให้ความร้อนจึงมีบทบาทสำคัญในช่วงนี้ (รูปที่ 11) และมีกระแสลมร้อนจากอากาศที่ Sterilize แล้วที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองแบคทีเรียเป่าสวนทางออกมากับการเคลื่อนที่ของท่อกระดาษ เพื่อกันไม่ให้อากาศแวดล้อมปะปนเข้าไปสู่ภาชนะบรรจุ แต่แบคทีเรียและสปอร์ที่เหลือติดอยู่บนผิวกระดาษจะถูกทำลายด้วยขดลวดโลหะมากกว่า เมื่อหลอดบรรจุเคลื่อนที่ผ่านบริเวณขดโลหะให้ความร้อน H_2O_2 ที่ยังตกค้างอยู่จะถูกระเหยออกไปพร้อมกับลมร้อน โดยน้ำในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะถูกระเหยออกไปก่อน (H_2O_2) จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แล้วถูกระเหยไปในที่สุด อุณหภูมิภายในของผิวพลาสติคเมื่อผ่านขดลวดโลหะประมาณ 120°C และพบว่าเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อแบบนี้แล้วจากการทดลองกับสปอร์ของเชื้อ 6 - 7 ชนิด พบว่าสปอร์ของเชื้อ Bacillus subtilis, B.globigi และ B. stearothermophillus ไม่ค่อยทนทานต่อการทำลายด้วยสารเคมี โดยเฉพาะเชื้อตัวหลังนี้ค่อนข้างไวต่อการทำลายด้วยสารเคมีมากกว่าเชื้อชนิดอื่น

ในปัจจุบันถึงแม้การบรรจุแบบ Tetra pak จะมีเครื่องมือและระบบการทำงานที่รัดกุมมากแล้วก็ตาม แต่ยังพบว่ามีการเสียของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น เมื่อทำการสุ่มตัวอย่างแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 อาทิตย์ นำมาตรวจลักษณะการเสียที่พบในผลิตภัณฑ์ก็มี เช่น

- การบวมของกล่องอาหารนม เช่นเดียวกับการบวมของอาหารกระป๋องเนื่องจากจุลินทรีย์

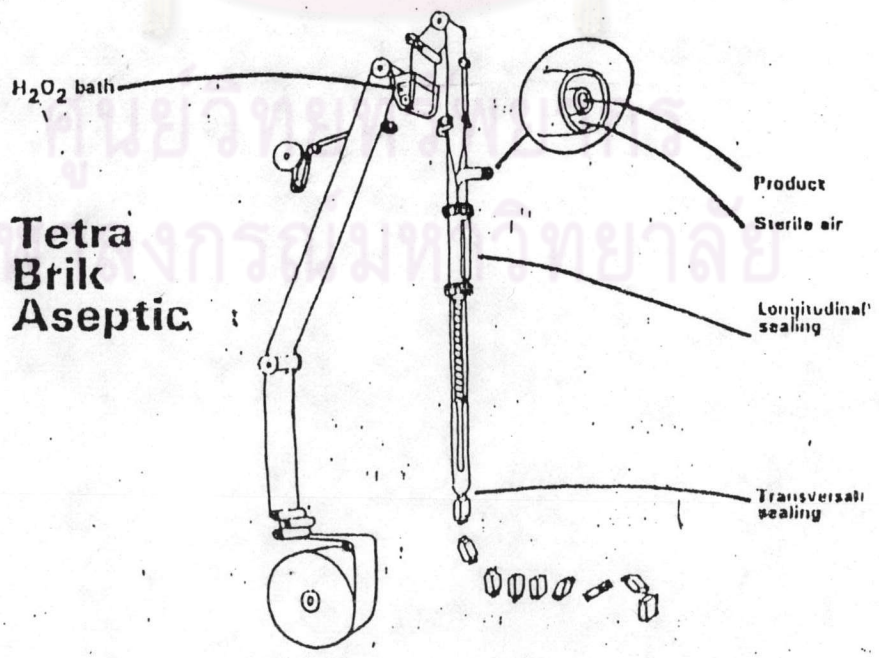
- การตกตะกอน (curd) เป็นก้อนของโปรตีนในนม อันเนื่องจากจุลินทรีย์

- การเกิดมีกลิ่นไหม้ของนม (Burn test) เกิดจากการบรรจุเกินปริมาตร ทำให้นมไปสัมผัสกับขดโลหะความร้อนเกิดกลิ่นไหม้ขึ้น ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

จะเห็นว่าปัญหาส่วนใหญ่ ยังเกิดจากกจุลินทรีย์ซึ่งจะมีจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับสุขาภิบาลของห้องที่ใช้บรรจุ ซึ่งทุกสภาพในห้องนี้จะต้องถูกทำให้ปราศจากเชื้อมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

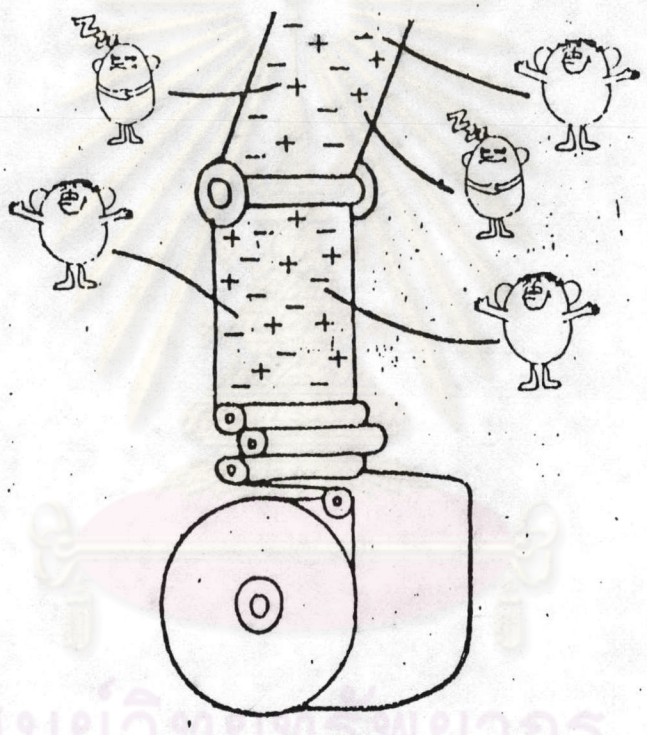
ปัจจุบันจะเห็นว่าความนิยมในการใช้กล่องแบบ tetra pak นี้ได้เริ่มแพร่หลายออกไป ในสิงคโปร์ยังมีการบรรจุชาและไอวัลตินขาย และในอเมริกากำลังอยู่ในยุคนิยม tetra pak กับนมและน้ำผลไม้อย่างเต็มที่ เมื่อเร็ว ๆ นี้เองได้มีการโชว์เครื่อง tetra pak รุ่นใหม่ รุ่น AB 9 (Aseptic Brik 9) ซึ่งมีกำลังผลิตถึง 4,500 กล่อง/ชม. ขนาดกล่อง 32×42×86 mm. บรรจุปริมาตร 125 ซีซี/กล่อง ฝากล่องเป็นแบบแถบให้ดึงเปิดได้ซึ่งเหมาะแก่การเทอาหารเหลวใส่ลงภาชนะเพื่ออุ่นก่อนดื่ม

ในเมืองไทยยังสามารถขยายกิจการการบรรจุแบบนี้ได้อีกหลายประเภทของเครื่องดื่ม แต่อาจมีปัญหาอยู่บ้างตรงราคาภาชนะบรรจุซึ่งต้องผลักภาระอันนี้ให้แก่ผู้บริโภค ปัจจุบันบริษัทที่ผลิต tetra pak ในประเทศไทย คือ บริษัท เต้ตราแพ็ค (ไทย) จำกัด



รูปที่ 8 แสดงขั้นตอนของกรรมวิธีการบรรจุแบบ Tetra pak

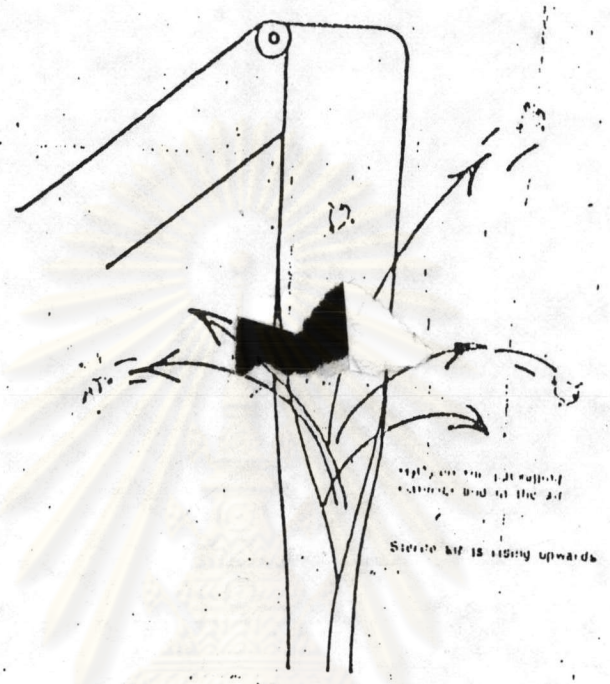
ที่มา: Bockelmann, Bernhard.Van., Aseptic Packaging Processing



รูปที่ ๑ แสดงการเคลื่อนที่ของม้วนกระดาษเคลือบพลาสติกก่อนการขึ้นรูปกล่อง

ที่มา: Bockelmann, Bernhard. Van., Aseptic Packaing Processing, Tetra Pak Semina, Sweden, 1982.

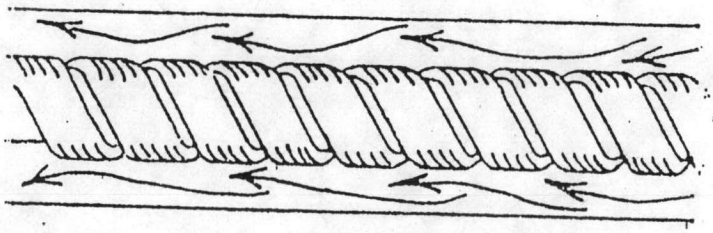
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



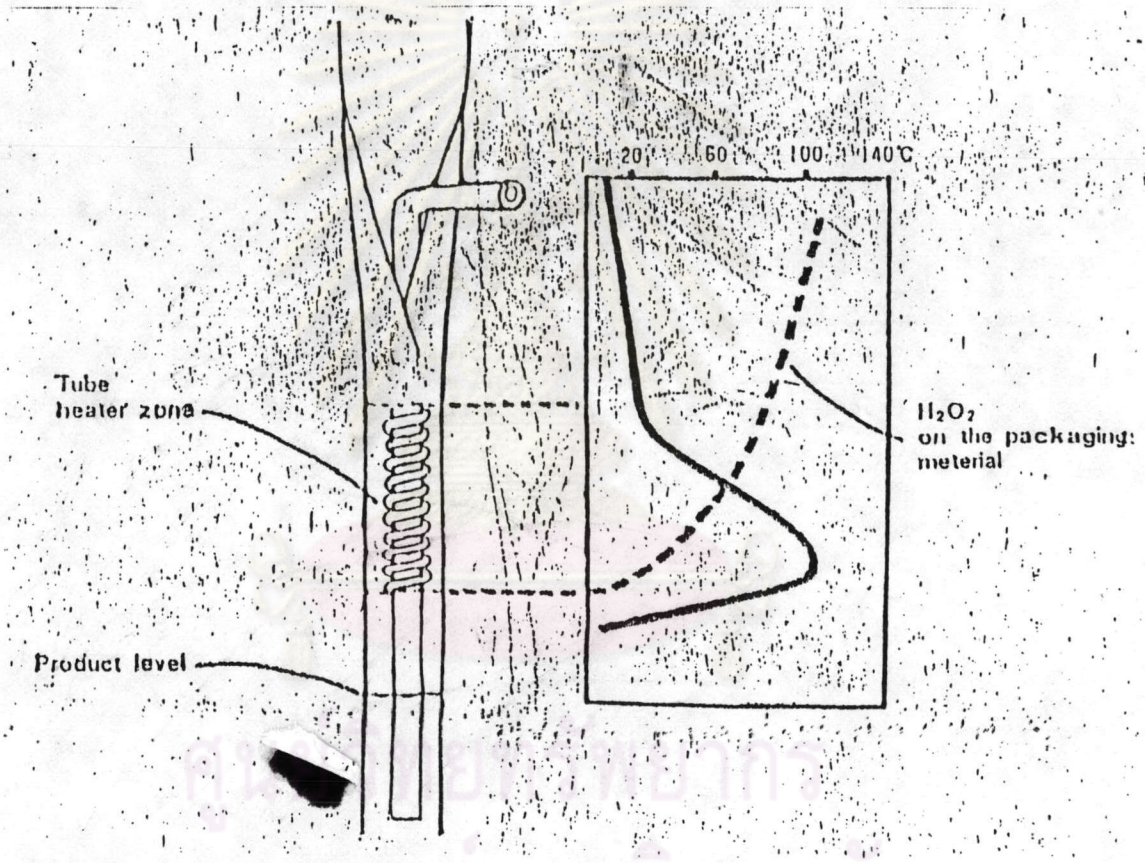
รูปที่ 10 แสดงถึงการเริ่มขึ้นรูปกล่องในขณะเดียวกันก็ฆ่าเชื้อโรคที่ม้วนกระดาษด้วย

ที่มา: Bockelmann, Bernhard. Van., Aseptic Packaging Processing, Tetra Pak Seminar, Sweden, 1982.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 หลอดโลหะให้ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคที่ม้วนกระดาษในขณะที่กำลังขึ้นรูปกล่อง

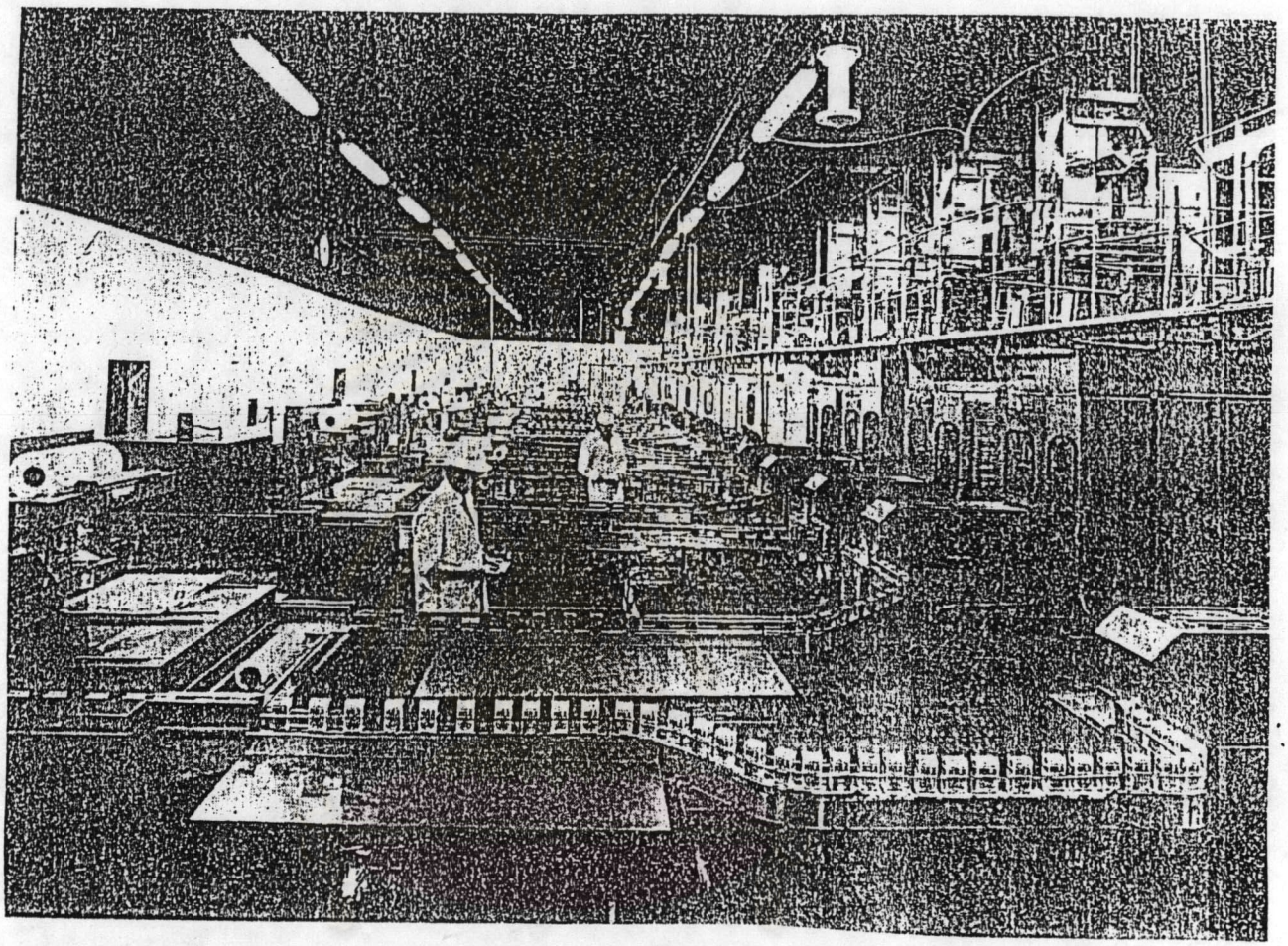


รูปที่ 12 แสดงถึง Heater zone ที่ฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับม้วนกระดาษ ในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่ลดปริมาณของ Hydrogen peroxide ที่ติดมาด้วย

ที่มา: Bockelmann, Bernhard. Van., Aseptic Packaging Processing, Tetra Pak Seminar, Sweden, 1982.

รูปที่ 13 ตัวอย่างสินค้าที่บรรจุในกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 14 ภายในโรงงานของลูกค้าแห่งหนึ่งในประเทศสก๊อตแลนด์ ซึ่งได้ติดตั้งเครื่องบรรจุแบบปลอดเชื้อชนิดกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก จำนวน 15 เครื่อง

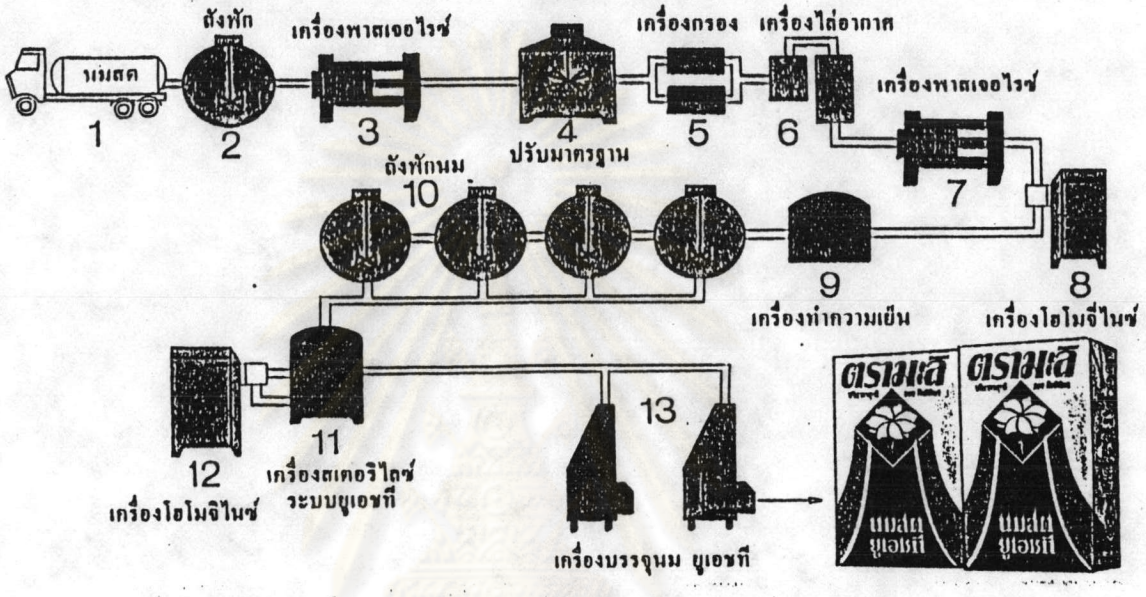
ที่มา: วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร, ปีที่ 2, เล่มที่ 1, กรกฎาคม 2523.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. <u>กรรมวิธีการผลิตนมยู เอชที</u>

รูปที่ 15 แสดงกรรมวิธีการผลิตนม ยู เอช ที

ที่มา: บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด



1. นมสด
2. ส่งเข้าถังพัก
3. แล้วผ่านเข้าเครื่องพาสเจอไรซ์
4. จากนั้นก็ส่งเข้าถัง เพื่อปรับให้ได้มาตรฐาน สำหรับนมรสต่างๆ เช่น รสหวาน สตรอเบอรี่ โกโก้ และ รสอื่นๆ ก็จะเติมส่วนผสมของรสนั้นๆ ในขั้นตอนนี้
5. ผ่านเครื่องกรอง
6. ผ่านเครื่องไล่อากาศ
7. เข้าเครื่องพาสเจอไรซ์
8. ส่งเข้าเครื่องโฮโมจีไนซ์ เพื่อไม่ให้น้ำนมแยกตัว
9. ผ่านเครื่องทำความเย็น
10. ส่งเข้าถังพักนม
11. เข้าเครื่องสเตอริไรซ์ ระบบยูเอชที ให้อุณหภูมิเบื้องต้น 65° ซ
12. ผ่านเครื่องเครื่องโฮโมจีไนซ์อีกครั้งแล้วผ่านกลับเข้าเครื่องสเตอริไรซ์ ระบบยูเอชที ทำให้นมร้อนสูงถึง 140° ซ เป็นเวลา 4 วินาที แล้วลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเหลือ 30° ซ
13. บรรจุเข้ากล่องกระดาษเคลือบพลาสติก ที่ปลอดเชื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. <u>รายชื่อผู้ผลิตสินค้าในกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก เมื่อปี 2530</u>

ลำดับ	บริษัท	จำนวนเครื่องบรรจุที่มี	สินค้าที่ผลิต	ขนาดของกล่องที่ใช้
1.	องค์การส่งเสริมโคนม แห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)	4 ± 2 [1]	- นมสด, นม ปรุงแต่งยูเอชที	200 ซีซี. 250 ซีซี. 1,000 ซีซี.
2.	อุตสาหกรรมนมไทย	5	- นมสด, นม ปรุงแต่งยูเอชที	200 ซีซี. 250 ซีซี.
			- น้ำกระเจี๊ยบ, ชามะนาว	250 ซีซี.
			- กะทิยูเอชที	250 ซีซี.
3.	สหกรณ์โคนมหนองโพ	2	- นมสด, นม ปรุงแต่งยูเอชที	250 ซีซี.
4.	บริษัท คิกคาปู้	2	- นมถั่วเหลือง	250 ซีซี.
			- นมสด, นม ปรุงแต่งยูเอชที	250 ซีซี.
5.	บริษัท เนสท์เล่ (ประเทศไทย)	2	- นมสด, นม ปรุงแต่งยูเอชที	250 ซีซี.
			- นมถั่วเหลือง	250 ซีซี.
6.	บริษัท กรีนสปอต (ประเทศไทย)	2	- นมถั่วเหลือง	250 ซีซี.
7.	บริษัท ไฟรโมสต์ฟรีสแลนด์	5	- นมสด, นมปรุงแต่งยูเอชที	250 ซีซี. 1,000 ซีซี.

หมายเหตุ: [1] = อ.ส.ค. จะเพิ่มเครื่องบรรจุอีก 2 เครื่อง ภายในปี 2530 (หนังสือพิมพ์ศูนย์เศรษฐกิจ ปีที่ 1 ฉบับที่ 52 วันที่ 23 กุมภาพันธ์ - 1 มีนาคม 2530 หน้า 1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. การเปรียบเทียบกล่องกระดาษเคลือบพลาสติก และ ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อ ของ บริษัท เต็ตราแพ็ค จำกัด กับ บริษัท Blocpac จำกัด

	บริษัท เต็ตราแพ็ค จำกัด	บริษัท Blocpac จำกัด
- Carton name	Tetra brik aseptic	Combibloc
- Package type	Paper/foil/film carton	Paper/foil/film carton
- Size range	125 ml. - 1 litre	200 ml. - 1 litre
- Machinery type	Vertical form/ fill/seal	Preformed sleeves/ fill/seal
- Sterilant	Hydrogen peroxide	Hydrogen peroxide
- Production capacity	4,500 - 6,000 boxes per hour	5,000 - 10,000 boxes per hour
- Term of aseptic filling machine	Rental	Sales
- Machine	Difficult to convert from one size to another size	Easy to convert from one size to another size
- Carton forming and sealing	การขึ้นรูปกล่อง และ Sterilize กล่องกระดาษพร้อมกับการบรรจุตัว Filling tube จะอยู่ใต้ระดับผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การเชื่อม (Seal) หรือผนึกจะทำภายใต้ระดับผลิตภัณฑ์ จึงทำให้การบรรจุลักษณะนี้ไม่มีช่องว่าง	กล่องกระดาษจะถูกขึ้นรูปก่อน โดยเครื่องจักรคนละส่วนกัน แล้วจึง Sterilize กล่องจะถูกบรรจุ และปิดผนึกใน Aseptic zone การบรรจุระบบนี้จะมีช่องว่างในกล่อง (Head space) เครื่องจักรบางชนิดจะมีไอน้ำพ่นไปที่ Head space ของสินค้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. <u>ปัญหาของระบบปลอดเชื้อ</u>

ถึงแม้ว่าในการพัฒนาระบบปลอดเชื้อขึ้นมาจะมีปัญหาหลายอย่างก็ตาม แต่ในแง่นักวิทยาศาสตร์การอาหารแล้ว ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องคือ ผลต่อการทำลายเอ็นไซม์ในอาหาร เอ็นไซม์เป็นสารชีวเคมีที่มีลักษณะการตอบสนองต่อผลการใช้กรรมวิธีการทำให้ปลอดเชื้อเหมือนสารเคมีอื่นๆ ซึ่งแตกต่างไปจากความตายของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนั้น เอ็นไซม์บางชนิดเมื่อถูกทำลายไปแล้วยังสามารถที่จะรวมตัวกันใหม่ หรือสามารถจะทำให้ความสามารถในการทำงานกลับคืนขึ้นมาได้อีก (Regeneration) ในวิธีการฆ่าเชื้อโดยปกติเราให้ความร้อนถึง 120° ซ เวลา และ อุณหภูมิที่ใช้มักจะหาตามความต้านทานต่อความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะเดียวกันเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในอาหารจะถูกทำลายไปด้วย ส่วนในระบบการใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น ปริมาณความร้อนที่ใช้บางครั้งไม่เพียงพอต่อการระงับปฏิกิริยาของเอ็นไซม์โดยสิ้นเชิงเสียทีเดียว แต่ปริมาณความร้อนนั้น เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจึงมักจะมีผลทำให้เอ็นไซม์ยังเหลืออยู่จากการทดลองใช้ความร้อนทำลายเอ็นไซม์ Peroxidase ในผักพบว่าค่า Z จะประมาณ 28 - 44 (ของแบคทีเรียเพียง 10) หลังจากการใช้ความร้อนใหม่ๆ อาจตรวจไม่พบปฏิกิริยาได้กลับคืนมา ซึ่งเราเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า Enzyme Regeneration ซึ่งอาจควบคุมได้โดยการเพิ่มความร้อน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะขึ้นอยู่กับ pH ด้วยที่ pH 6.0 จะคงทนมากที่สุด ส่วนที่ pH ต่ำกว่า 4.5 จะถูกทำลายได้ดี ถ้าเก็บไว้ที่ pH 5.0 และ ที่ 0° ซ เอ็นไซม์จะไม่คืนรูป

นอกจาก Peroxidase แล้วยังมีรายงานอื่นๆ เกี่ยวกับ Protease และ Lipase จากเชื้อ Pseudomonas สามารถทนต่อระบบความร้อน UHT ได้ด้วย

ในทำลายเดียวกันกับคุณภาพอาหารอื่นอย่างเช่นสี พบว่า สีเขียวของผักจะทนต่อระบบการให้ความร้อนสูงเวลาน้อยได้ดี อย่างเช่นในถั่วบด, ผักโขมบด แต่สีจะเปลี่ยนแปลงไปขณะการเก็บรักษา อันเนื่องมาจากความเป็นกรด โดยเฉพาะกรดน้ำส้มสายชูเพิ่มขึ้นอันเนื่องมากจากการมีเอ็นไซม์ทำงานได้ในขณะการเก็บรักษา