



วิชา การแปรรูปอาหาร

Food Processing

รหัส 07-412-204

อาจารย์ผู้สอน

ชมภูนุช เฟื่อนพิภพ CHOMPOONUCH PHUENPIPOB

วิธีการและเครื่องมือสำหรับการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน

แบ่งวิธีการแปรรูปออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. กลุ่มของวิธีที่ใช้ความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ในวัตถุดิบหรืออาหาร
2. กลุ่มของวิธีที่ใช้ความร้อนเพื่อต้มน้ำในวัตถุดิบหรืออาหารออก

การแปรรูปโดยใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์



แบ่งย่อยออกเป็น 2 วิธี ตามระดับอุณหภูมิ

1.1 วิธีการใช้ความร้อนต่ำ หรือที่เรียกว่า “การพาสเจอร์ไรซ์” เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ (<100 องศาเซลเซียส)

1.2 วิธีการใช้ความร้อนสูง หรือที่เรียกว่า “การสเตอริไลซ์” เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากับจุดเดือดของน้ำ (≥ 100 องศาเซลเซียส)

การพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization)

หมายถึง วิธีการที่ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์อาหารไว้ระยะเวลาหนึ่งๆ แต่ระดับความร้อนนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์รวมถึงสารพิษและสปอร์ของจุลินทรีย์ได้เพียงบางส่วน (ร้อยละ 90) ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จึงต้องใช้วิธีการแปรรูปอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การแช่เย็น การแช่แข็ง และการฉายรังสี เพื่อชะลอการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้

อย. Academy
ตามหาคนสุขภาพดี

คอน
การกิจ เก็บนม
(พาสเจอร์ไรซ์)
ไม่ให้บูด

คุณธิ

นำแสดงโดย
คุณธิ นีติก

ผู้แข่งขัน
จิต อย. 1
ริม อย. 2
นำหวาน อย. 3

นำ
หวาน

จิต

ริม

เพื่อสุขภาพ
ต้องดื่มนมทุกวัน
นี่ครับ
ผมซื้อนมมาให้

คุณธิ
ซื้อให้คนละ
ตั้งหลายขวด

แข็งแกร่ง
แน่ๆ

นมที่เหลือ
เก็บในตู้เย็น
ดีกว่านะค่ะ
จะได้ไม่บูด

อืม...
นมเก็บได้นาน
เรียงไว้
ตรงนี้แหละ

ไม่ต้อง
แช่เย็นก็ได้

วันต่อมา

นมบูด
นี่นา

บูดได้ไงเนี่ย
ยังไม่
หมดอายุเลย

อืมม...
หย่อย

บูดได้สิครับ เพราะนี่คือ
"นมพาสเจอร์ไรซ์"
เป็นนมที่ผ่านความร้อน
เพื่อฆ่าเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคเท่านั้น
แต่จุลินทรีย์ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคยังคง
อยู่ จึงต้องเก็บนมในอุณหภูมิที่
ประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส และไม่ควรถ
เก็บ 8 องศาเซลเซียส ไม่อย่างนั้น
นมก็จะบูดก่อนวันหมดอายุ
แบบนี้แหละครับ
การกิจนี้ นำหวาน ชนะครับ

Tip : เก็บนมในอุณหภูมิที่เหมาะสม ไม่ต้องเสียนมบูด ที่สำคัญก่อนซื้ออย่าลืมดูวันหมดอายุด้วยนะครับ

ลักษณะเครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นตัวให้ความร้อนของการพาสเจอร์ไรซ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะตามรูปแบบ

- การให้ความร้อนทางตรง: เป็นระบบให้ความร้อนแก่อาหารโดยตรงด้วยความร้อนจากไอน้ำ
- การให้ความร้อนทางอ้อม: เป็นวิธีการที่ผลิตภัณฑ์กับตัวให้ความร้อนแยกจากกันด้วยแผ่นผิวให้ความร้อน ซึ่งแบ่งตามลักษณะรูปแบบของแผ่นให้ความร้อน

ระบบของเครื่องพาสเจอร์ไรซ์ แบ่งเป็น 2 ระบบตามลักษณะการใช้งาน

- ระบบไม่ต่อเนื่อง (batch pasteurization) เป็นระบบที่ต้นทุนต่ำ การจัดการไม่ยุ่งยากซับซ้อน อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์



- ระบบต่อเนื่อง (continuous pasteurization) เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบไม่ต่อเนื่อง โดยทำให้กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ตั้งแต่เริ่มกระบวนการไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง



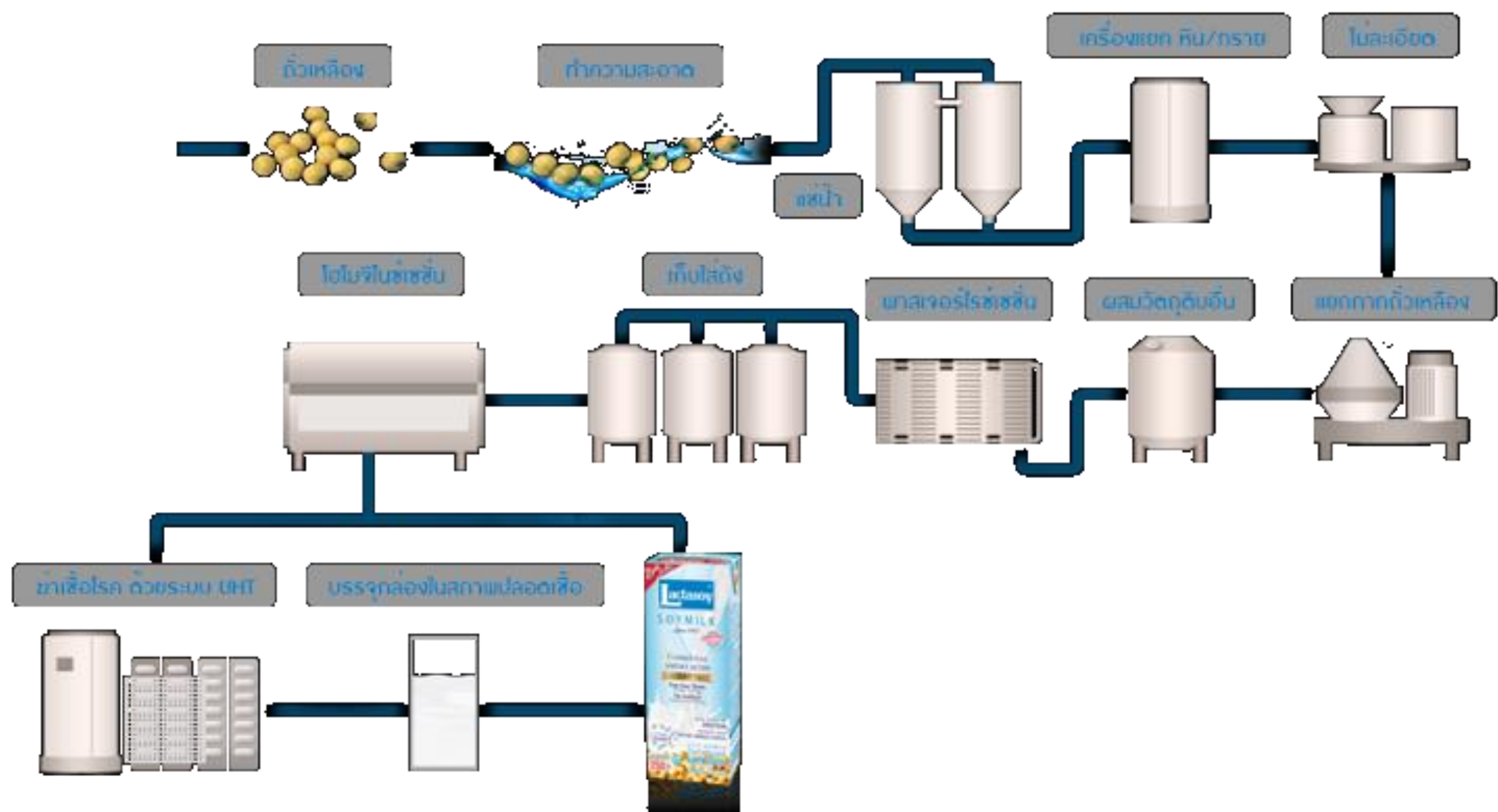
ระดับความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์แบ่งตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ 2 ระบบ

1. การใช้อุณหภูมิต่ำ ระยะเวลาสั้น (low temperature, long time, LTLT) ใช้ความร้อนอุณหภูมิ 62-65 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วทำให้อุณหภูมิลงทันที
2. การใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (high temperature, short time, HTST) ใช้ความร้อนอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 15 วินาที แล้วทำให้อุณหภูมิลงทันที

การสเตอริไลซ์ (Sterization)

หมายถึง วิธีการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าหรือเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส ในการแปรรูปอาหาร มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิด ซึ่งความร้อนระดับนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด (ร้อยละ 100) รวมถึงทำลายสารพิษและสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารสามารถเก็บได้นานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป ในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้องปกติ (25-30 องศาเซลเซียส) ความร้อนที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นความร้อนชื้นหรือร้อนเปียก

- ใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสปอร์ส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย กรรมวิธีการฆ่าเชื้อนี้ต้องใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสมปริมาณความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะอยู่ในระดับที่เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (commercial sterilization)
- เนื่องจากมิได้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแบบที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทางการแพทย์ อาหารที่ผ่านการแปรรูปในระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้าอาจยังมีสปอร์ของแบคทีเรียทนร้อน (thermophiles)หลงเหลืออยู่ แต่ไม่เป็นปัญหาเนื่องจากอาหารถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส สปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนจึงไม่งอกและเพิ่มจำนวนทำให้อาหารเน่าเสีย (วิธีนี้จะทำให้สี กลิ่น รสของนมเปลี่ยนแปลงไป เกิดกลิ่นนมต้มไหม้ (over cooked) สีนมออกเหลือง และทำให้วิตามินบางตัวที่อยู่ในน้ำนมดิบลดลง เช่น โฟลิคแอซิด วิตามินบี 1 และวิตามินซี เป็นต้น



- การแปรรูปอาหารกระป๋อง (canned food processing) ทั้งนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์เชิงการค้า (commercial sterilization) ซึ่งใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 วินาที ระดับการฆ่าเชือนี้สามารถทำลายเซลล์และสปอร์ของ*คลอสทริเดียม โบทูลินัม* จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทุกชนิด จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ที่ทนความร้อนสูง รวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการแปรรูปอื่นๆ ร่วมก็ได้ในการเก็บรักษา



การผลิตอาหารกระป๋อง (Canning)

- การเตรียมวัตถุดิบ (Preparing)
- การลวกด้วยน้ำร้อน (Blanching)
- การบรรจุ (Filling)
- การไล่อากาศ (Exhausting)
- การปิดผนึก (Seaming)
- การฆ่าเชื้อ (Processing)
- การทำให้เย็น (Cooling)
- การปิดฉลากและบรรจุหีบห่อ (Labeling and packing)
- การเก็บรอตรวจสอบ และจัดส่งจำหน่าย (Checking and holding)

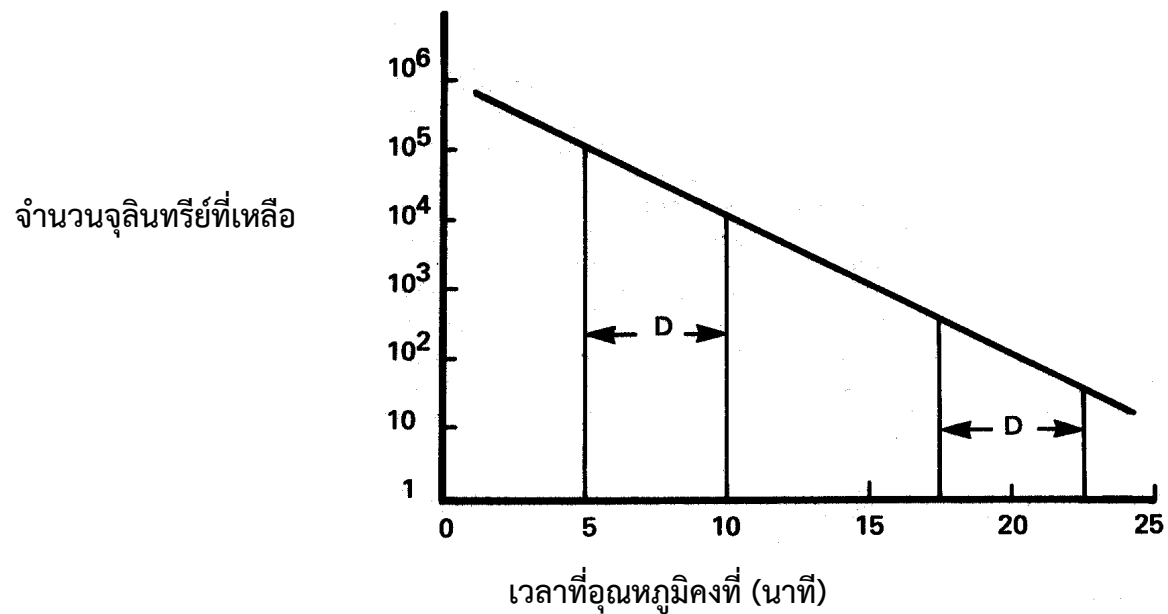
อดีต



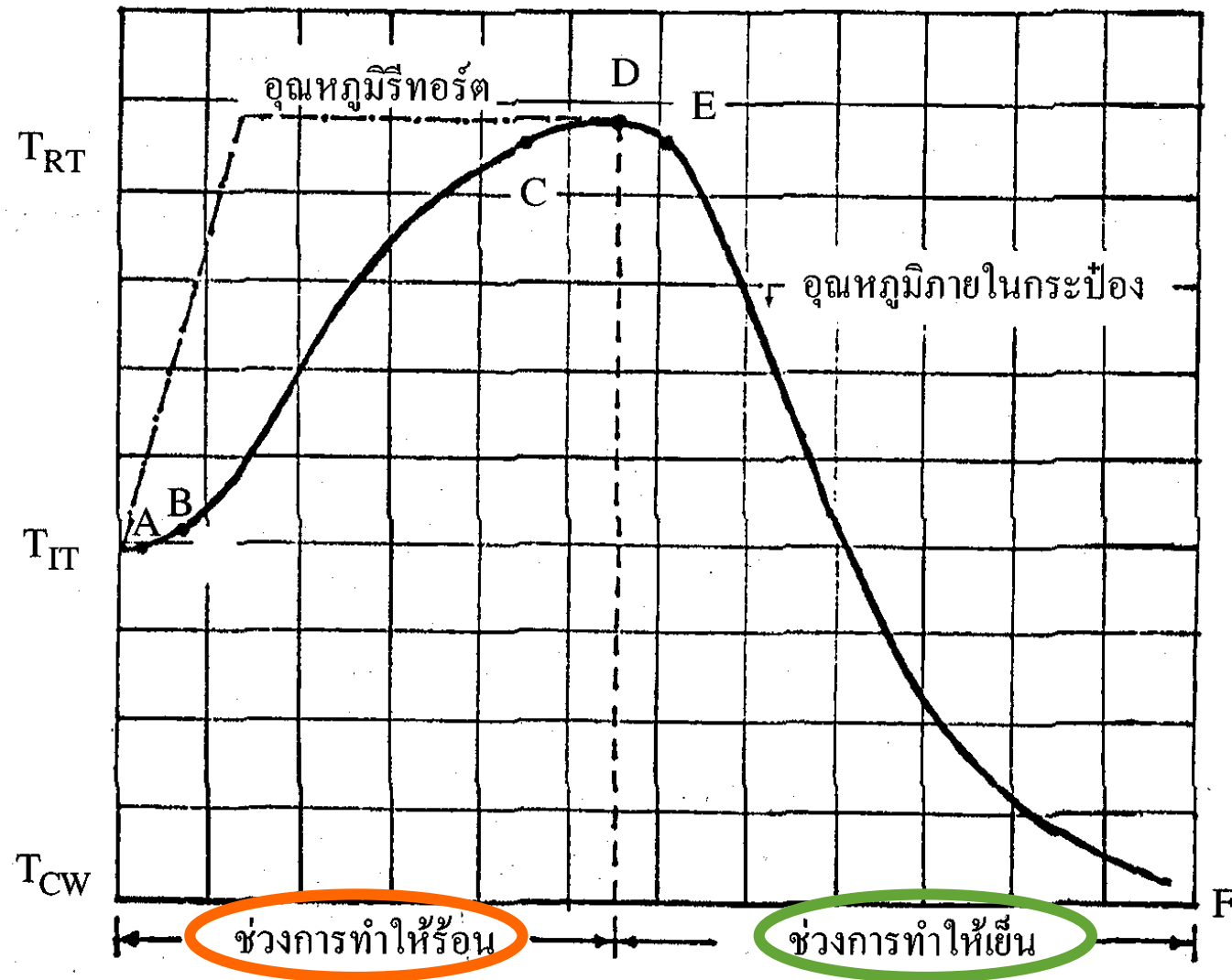
ปัจจุบัน

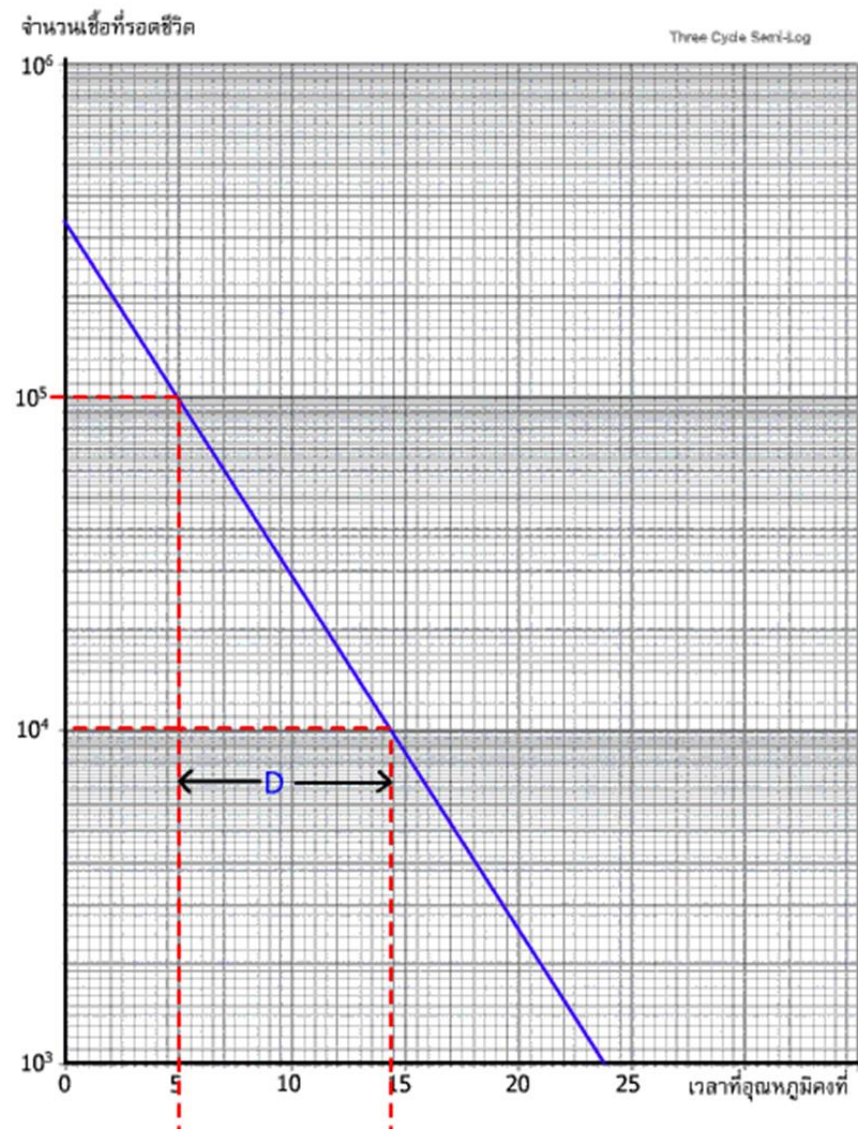
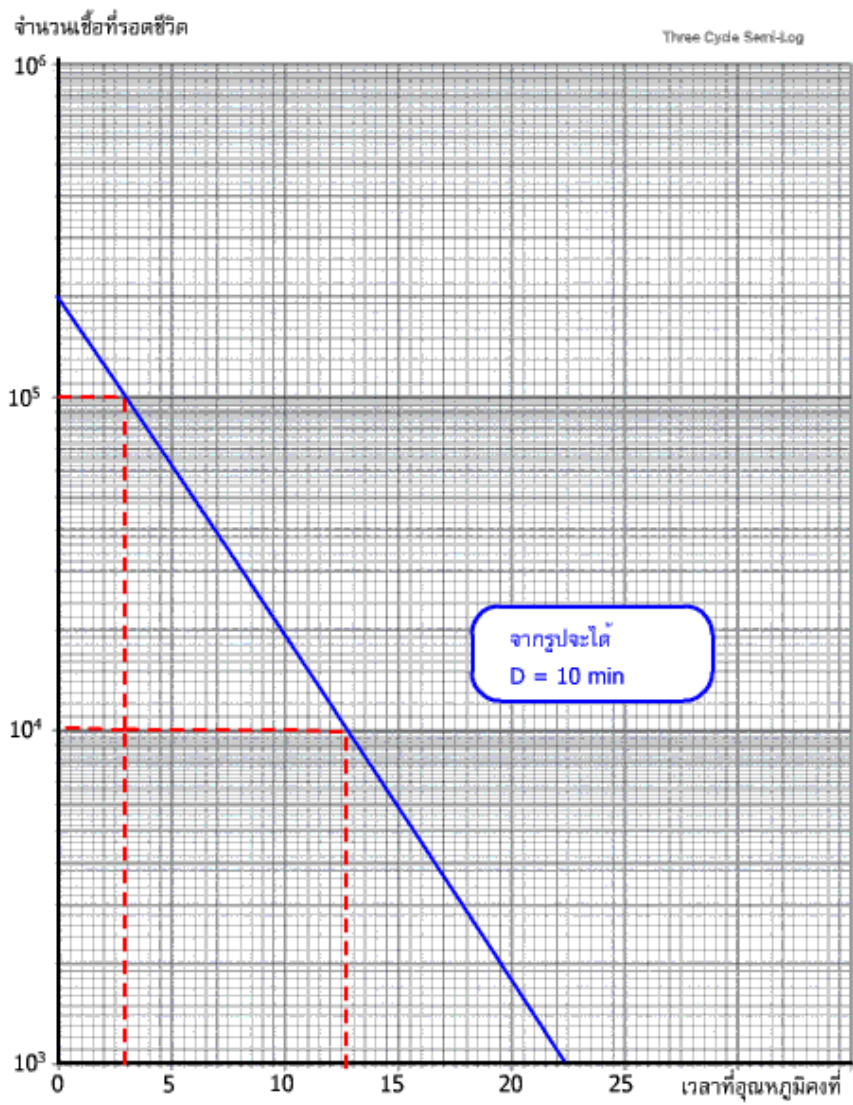


เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	จำนวนจุลินทรีย์ ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	%ลดลง	%เชื้อมีชีวิต ที่เหลือ	Log ของจำนวน เชื้อที่เหลือ
0	1,000,000	0	100	6
5	100,000	90	10	5
10	10,000	99	1	4
15	1,000	99.9	0.1	3
20	100	99.99	0.01	2
25	10	99.999	0.001	1
30	1	99.9999	0.0001	0



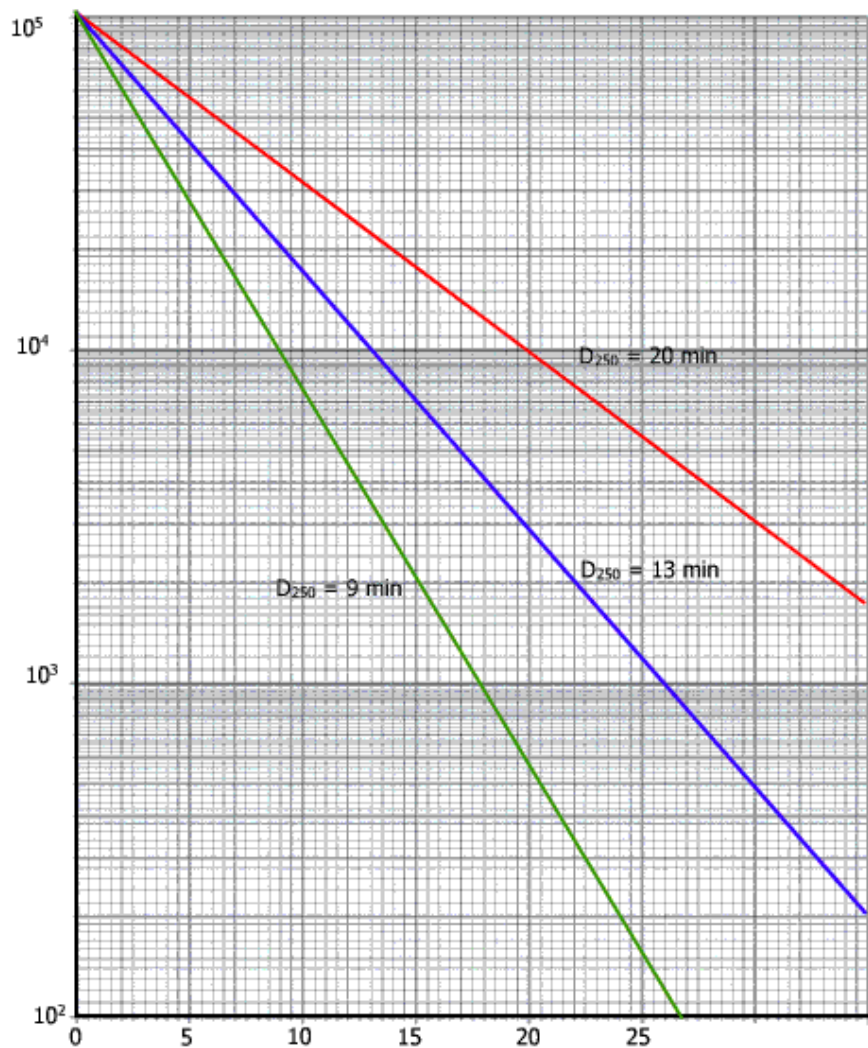
ลักษณะวงจรของความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้ออาหารบรรจุกระป๋อง





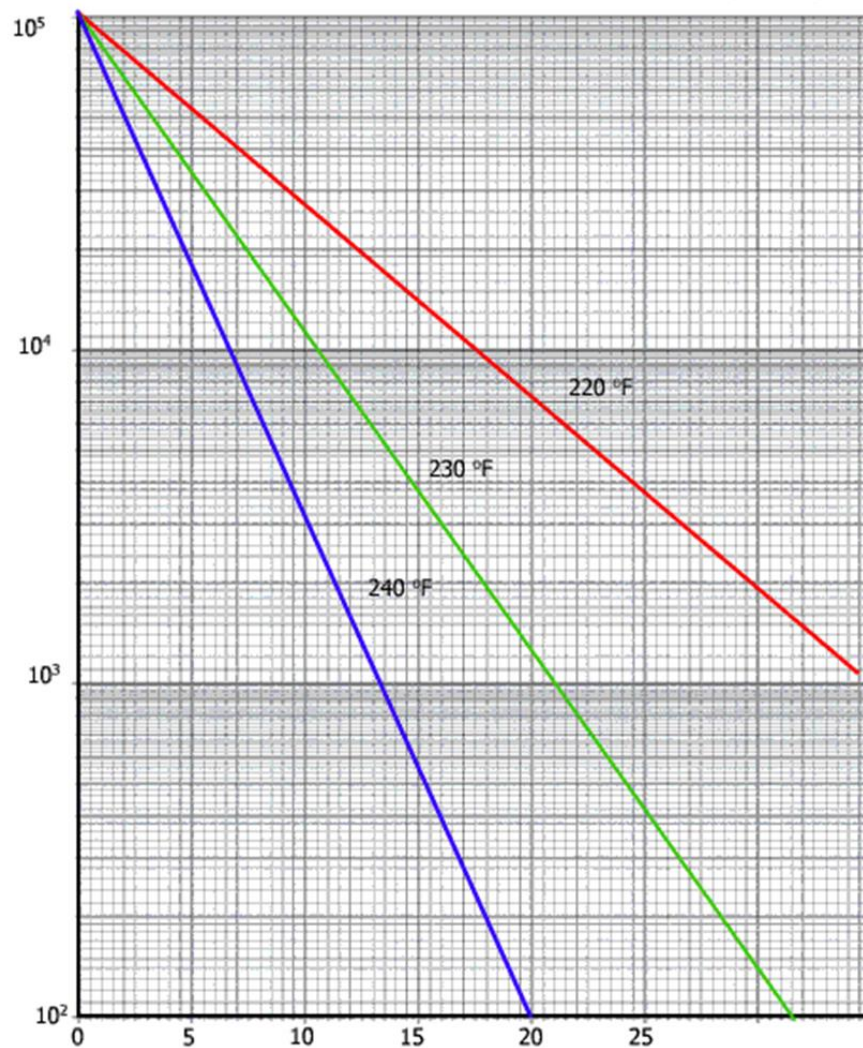
จำนวนสปอร์ที่รอดชีวิต

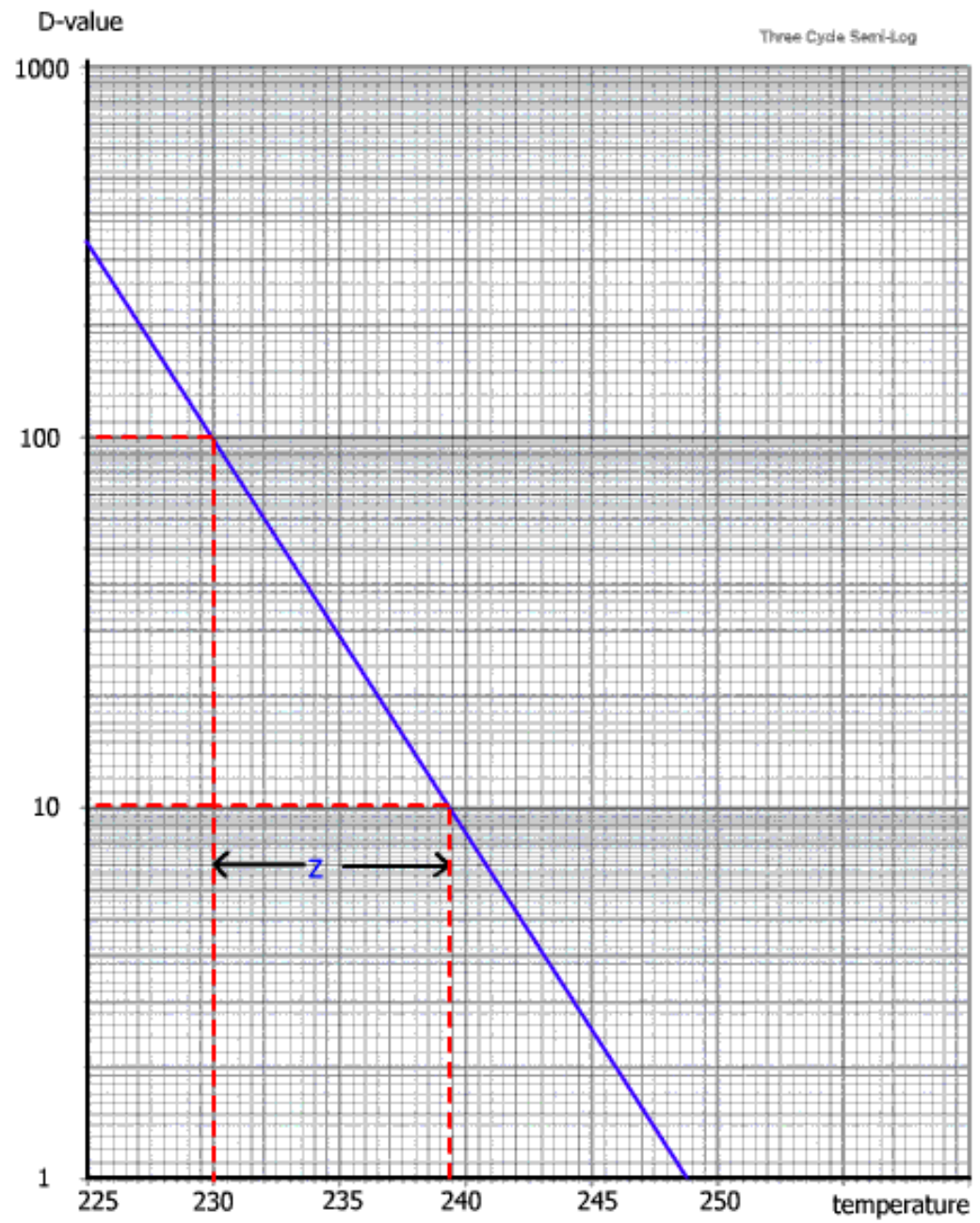
Three Cycle Semi-Log



จำนวนสปอร์ที่รอดชีวิต

Three Cycle Semi-Log



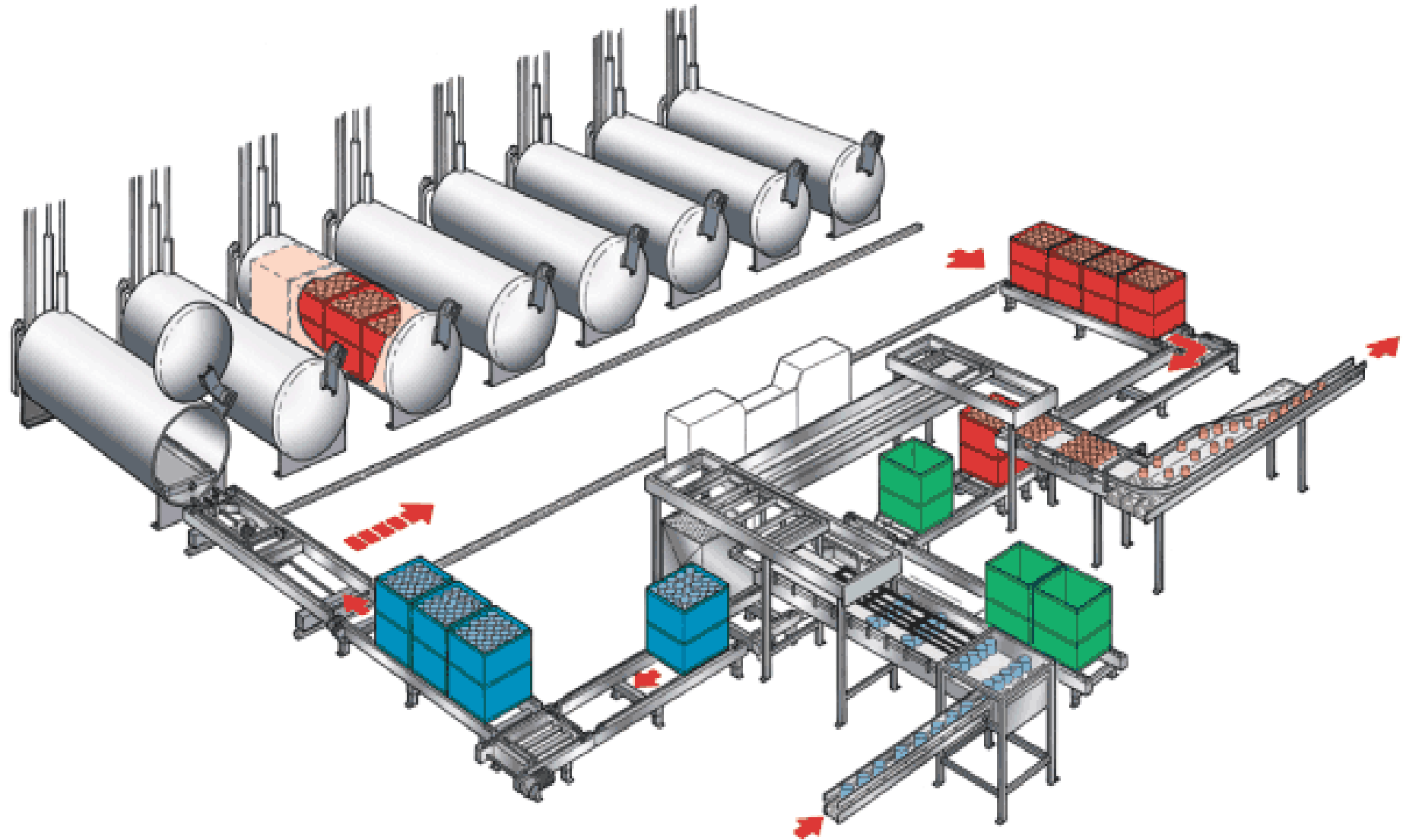


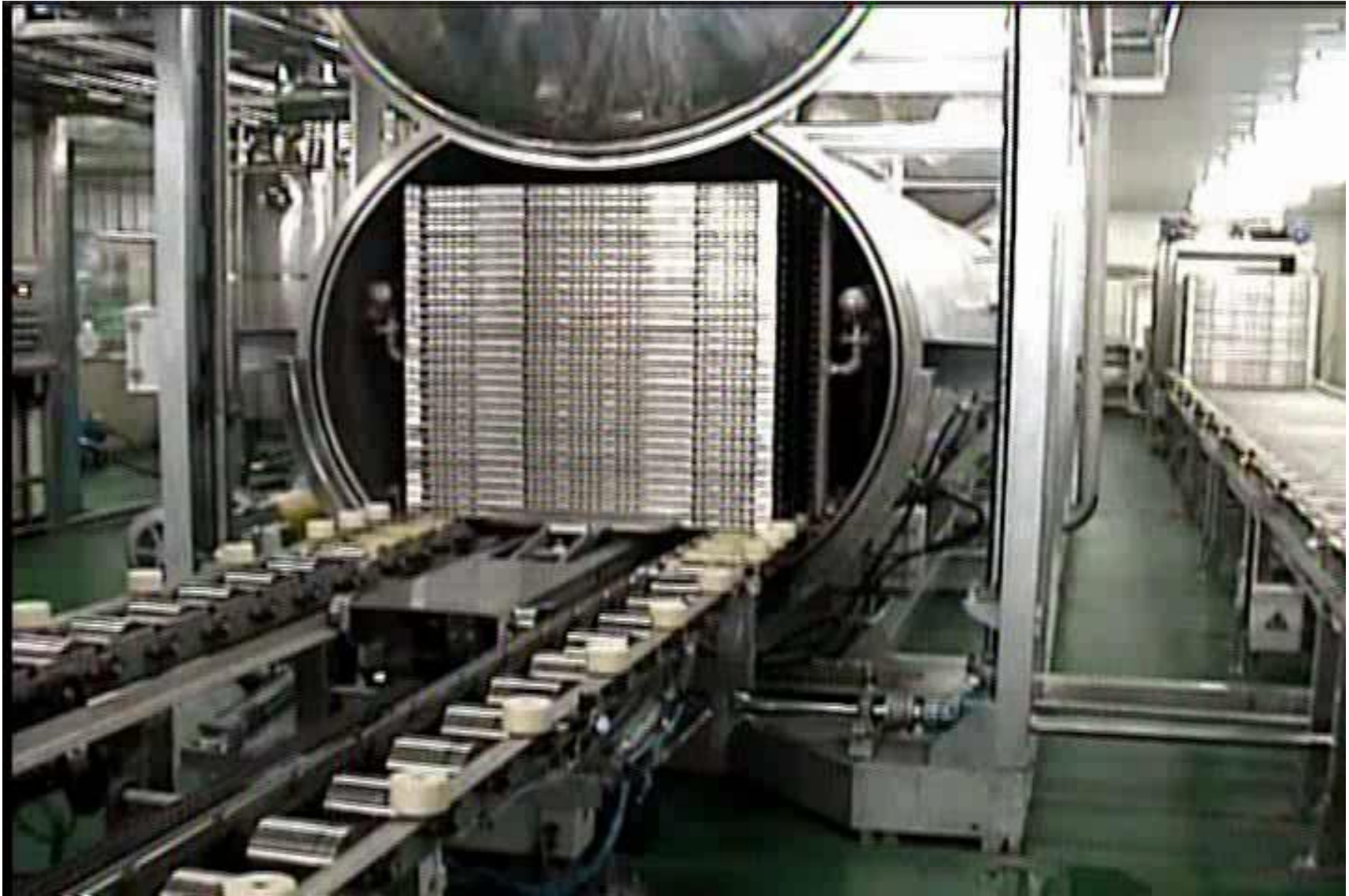
ลักษณะเครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นตัวให้ความร้อน แบ่งเป็น 2 ลักษณะตามการได้รับความร้อน

- การให้ความร้อนทางตรง
- การให้ความร้อนทางอ้อม

ระบบของเครื่องสเตอริไลส์ที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร แบ่งเป็น 2 ระบบตามลักษณะการใช้งาน

1. ระบบแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นระบบสำหรับเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดันแบบนิ่ง (still retort) หรือถังนิ่ง หรือรีทอร์ท (retort) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานภายใต้ความดันสูง
2. ระบบแบบต่อเนื่อง เป็นระบบที่มีการทำงานโดยใช้สายพานลำเลียงอาหารที่บรรจุกระป๋องเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ ไอน้ำที่ใช้มีทั้งแบบให้ความร้อนโดยตรงและแบบผ่านตัวกลาง (ส่วนใหญ่เป็นน้ำ)





การแปรรูปโดยใช้ความร้อนทำให้ปริมาณน้ำในวัตถุดิบหรือ อาหารลดลง

ความร้อนที่ใช้จะทำให้ปริมาณน้ำในวัตถุดิบหรืออาหารลดลงจนถึงระดับที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งถ้าน้ำในอาหารเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 จะช่วยป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ และถ้าต่ำกว่าร้อยละ 5 จะป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารได้ เช่น การตากแดด การอบแห้ง และการทำให้เข้มข้น

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำภายในวัตถุดิบหรืออาหารออกสู่ภายนอก

- การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (capillary force)
- การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (diffusion)

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการทำแห้ง (การสูญเสียน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา) คือ ในช่วงแรกของการทำแห้งน้ำจะถูกเคลื่อนย้ายด้วยแรงผ่านช่องแคบ ทำให้เห็นเป็นลักษณะของผิววัตถุดิบหรืออาหารเปียกชุ่มไปด้วยน้ำ การระเหยน้ำออกจะเกิดขึ้นด้วยอัตราเร็วคงที่ แต่เมื่อการเคลื่อนย้ายผ่านช่องแคบหมดไป อาหารเริ่มแห้งบางส่วนน้ำที่ยังคงค้างอยู่ภายในจะถูกเคลื่อนย้ายด้วยการแพร่แทน ซึ่งระยะนี้การระเหยจะเกิดอย่างช้าๆ อัตราการทำแห้งจึงช้าลงจากเดิม จึงสามารถสรุปได้ว่า “อัตราการอบแห้งเป็นการวัดความเร็วหรือความสามารถในการระเหยของน้ำต่อเวลาหรือพื้นที่”

$$\text{อัตราการอบแห้ง} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป}}{\text{ระยะเวลาหรือพื้นที่}}$$

การถ่ายเทความร้อนและมวลสารระหว่างการทำแห้ง

- การพาความร้อน
- การนำความร้อน
- การแผ่รังสี
- การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิ

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

- อากาศ
- ไอน้ำร้อน
- สารละลายต่าง
- ความเป็นสุญญากาศหรือแก๊สเฉื่อย
- การรวมควันซ์เฟอรั
- ขนาดของวัตถุดิบหรืออาหาร
- ตำแหน่งของอาหารในตู้อบ

วิธีการทำแห้ง

- การทำแห้งโดยอาศัยธรรมชาติ (sun drying): ต้นกำเนิด



- การทำแห้งโดยอาศัยเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของลมร้อนได้



- เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ([spray drier](#))



- เครื่องทำแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ เบด ([fluidized bed drier](#))



- เครื่องอบแห้งแบบแฟลช ([flash drier](#))



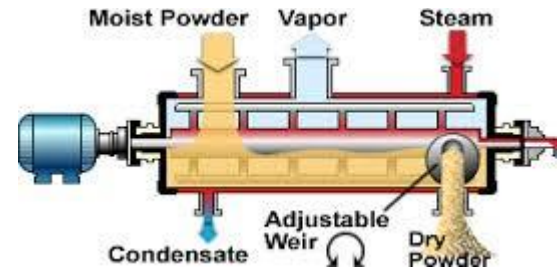
- เครื่องทำแห้งแบบระเหิด ([freeze drier](#))



- เครื่องอบแห้งแบบสายพาน (belt drier)

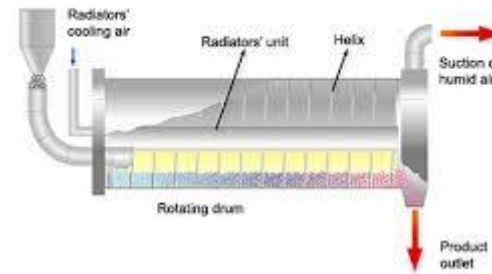


- เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum drier)



- เครื่องอบแห้งด้วยอินฟราเรด (infrared drier)

Infra-red Dryer



- เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drier)



