วิชา เทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์

by ครูชมบี

อาจารย์ผู้สอน

ผศ. ชมภูนุช เผื่อนพิภพ Chompoonuch phuenpipob

การใช้ความร้อนสำหรับการสเตอริไลซ์ ตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้แบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. การใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อภายใต้ความดันที่ใช้ความร้อนสูงกว่า100 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์เชิงการค้า (commercial sterilization)

ซึ่งใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 วินาที ระดับการทำลายเชื้อนี้สามารถทำลายเซลล์และสปอร์ของ *คลอสทริเดียม โบทูลินัม (Clostridium botulinum)* แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคทุกชนิด จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ที่ทนความร้อนสูง รวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย.

อาจเรียกนมที่ผ่านการใช้ความร้อนลักษณะนี้ได้ว่า “นมรีทอร์ท-สเตอริไลซ์ (retort-sterilized milk หรือ concentrated milk)” ซึ่งผลิตภัณฑ์นมที่ได้จะมีสีเหลืองปนน้ำตาล มีกลิ่นนมต้มและกลิ่นคาราเมล ซึ่งไม่นิยมในการแปรรูปน้ำนมหรือเครื่องดื่ม แต่จะเหมาะกับอาหารบรรจุกระป๋องหรือการเตรียมอาหารมากกว่า

2. การให้ความร้อนทางอ้อม เป็นลักษณะที่ผลิตภัณฑ์กับตัวให้ความร้อนแยกจากกันด้วยแผ่นผิวให้ความร้อนซึ่งแบ่งตามลักษณะรูปแบบของแผ่นให้ความร้อน คือ การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อเป็นระบบที่ให้ความร้อน ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มและลดอุณหภูมิของอาหารได้อย่างรวดเร็ว ระบบนี้เป็นการใช้ความร้อนระหว่าง 140-150 องศาเซลเซียส นาน 2 วินาที หรือที่เรียกกันว่า ยูเอชที นิยมใช้กับการแปรรูปน้ำนมเพราะการที่ใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นเพียง 2 วินาที ไม่ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมสูญเสียไปมากนัก

ตารางที่ 1 ชนิดของวิธีการแปรรูปน้ำนมตามระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา	ชนิด	การใช้ความเย็นในการเก็บรักษา
63	30 นาที	อุณหภูมิต่ำ ระยะเวลานาน (low temperature long time, LTLT)	ใช้
71.5	15 วินาที	อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (high temperature short time, HTST)	ใช้
88.5	1 วินาที	อุณหภูมิสูงกว่า เวลาสั้นกว่า (higher heat shorter time, HHST)	ใช้
95.5	0.05 วินาที	อุณหภูมิสูงกว่า เวลาสั้นกว่า (higher heat shorter time, HHST)	ใช้
100	0.01 วินาที	อุณหภูมิสูงกว่า เวลาสั้นกว่า (higher heat shorter time, HHST)	ใช้
138-150	2-6 วินาที	อุณหภูมิสูงพิเศษ เวลาสั้น, ยูเอชที (ultra-high temperature, ultra-heat temperature, UHT)	ไม่ใช้

ที่มา : Bowers (1992) ; FAO (2015)

การตรวจสอบประสิทธิภาพของการสเตอริไลซ์ วิธีทดสอบแบบเทอบิดิตี้ (turbidity test) เป็นวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำนมสเตอริไลซ์ โดยเมื่อให้ความร้อนน้ำนมที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส แอลบูมินจะค่อยๆ ถูกทำลาย และเมื่ออยู่ในระดับความร้อนสเตอริไลซ์แอลบูมินจะถูกทำลายจนหมด ในการทดสอบจะมีการเติมเกลือหรือกรดอนินทรีย์ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟตลงในน้ำนม แล้วสังเกตว่าเกิดตะกอน หรือน้ำนมมีความขุ่นขึ้นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ายังคงมีแอลบูมิน หลงเหลืออยู่ในน้ำนม ยกเว้นนมยูเอชทีที่จะมีความขุ่นเล็กน้อย

3. ยูเอชที(ultra-high temperature, ultra-heat temperature, UHT) เป็นกระบวนการใช้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ชนิดหนึ่ง เพราะใช้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิสูงมากกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่จะใช้เวลาสั้นในหน่วยวินาที และทำในสภาวะที่ปลอดเชื้อ ซึ่งตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษกำหนดให้ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิมากกว่า 135 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที

NEW
MOTHER DAIRY
Milk
Trust, Quality & Purity
CREAMY & TASTY
TONED MILK

Enfagrow
A+
360° MIND PLUS
4
รสจืด
DHA

ไทย-เดนมาร์ค
น้ำนมโค ยูเอชที
ปริมาตรสุทธิ 250 มล.

สำหรับประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิมากกว่า 133 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที และต้องทำในสภาวะที่ปลอดเชื้อ (aseptic technic) ซึ่งเป็นสภาวะที่จะทำให้น้ำนมปราศจากการคงอยู่ของสปอร์ในน้ำนมได้ทุกชนิด ซึ่งการใช้ความร้อนในระดับยูเอชทีนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รสชาติของน้ำนม รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สูญเสียไป เพียงเล็กน้อยเท่านั้นถึงแม้จะผ่านกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงแต่ผ่านในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีเท่านั้น จัดว่าเป็นกระบวนการแบบความเร็วสูง (high speed process)

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิสูงพิเศษระยะเวลาสั้นที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์นม จำพวก ครีมพร่องไขมัน และไลท์ครีม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีอายุการเก็บนานถึง 60-90 วัน ซึ่งตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ จะใช้ความร้อนที่ประมาณ 138 องศาเซลเซียส นานไม่เกิน 2 วินาที จากนั้นทำให้เย็นทันที และเมื่อได้เป็นผลิตภัณฑ์นมแล้วจะต้องใช้ความเย็นในการเก็บรักษาเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่ระดับความร้อนอื่นๆ (Bowers, 1992; วราวุฒิ, 2549; FAO, 2015)

ยูเอชทีในน้ำนมมี 2 ระบบ ซึ่งทั้ง 2 ระบบมีผลต่อวิตามินและแร่ธาตุในน้ำนม แสดงดังตารางที่ 1 (สุมณฑา, 2541; อภิญญา, 2551)

ตารางที่ 1 ร้อยละโดยน้ำหนักของการสูญเสียของวิตามินและแร่ธาตุในนมยูเอชทีจาก 2 ระบบ

	ร้อยละโดยน้ำหนักที่สูญเสีย	
วิตามิน	**ระบบทางตรง**	**ระบบทางอ้อม**
วิตามินซี	8	8
วิตามินบี 1	0	0
โฟเลต	0-13	4-19
วิตามินบี 6	6	10
วิตามินบี 12	13	4
วิตามินเอ	0	0
แคโรทีน	0	0

ที่มา : Bender (1978)

การทำความสะอาด

เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการแปรรูปน้ำนมเป็นอย่างยิ่ง เนื่องด้วยน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมมีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง เช่น ไขมัน โปรตีน แล็กโทส แร่ธาตุ และน้ำ ที่ช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้น้ำนมและผลิตภัณฑ์นมเกิดการเน่าเสีย และอาจพัฒนากลายเป็นสารพิษต่อผู้ที่ได้บริโภค

การทำความสะอาดจึงมีบทบาทสำคัญในกระบวนการแปรรูปนมและผลิตภัณฑ์นม หากขาดกระบวนการนี้ก็จะส่งผลให้น้ำนมและผลิตภัณฑ์นมที่แปรรูปเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย จึงมีการจัดทำเป็นข้อกำหนดที่ประกาศใช้ เพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตามและควบคุมคุณภาพมาตรฐานให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 352 (พ.ศ. 2556) เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม

น้ำนมยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นไปที่กลุ่มทารก เด็กอ่อน เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และสตรีมีครรภ์ หากผู้บริโภคเหล่านี้ได้รับอันตราย โรงงานผลิตหรือผู้ผลิตรายนั้น จะต้องรับผิดชอบตามกฎหมายพระราชบัญญัติการคุ้มครองผู้บริโภคฉบับที่สำคัญ ได้แก่ พระราชบัญญัติการคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522, พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 และพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2530 เป็นต้น

ชนิดสารทำความสะอาด สารที่นิยมใช้ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และสถานที่ผลิตในการแปรรูปนมและผลิตภัณฑ์นม ดังนี้ (ALFA-LAVAL, 1989; อรพิน, 2554)

1. สารละลายกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) กรดซัลฟิวริก (sulphuric acid) กรดไนตริก (nitric acid) และกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)

2. สารละลายด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (caustic soda, NaOH) และ โซเดียมคาร์บอเนต (soda ash, Na_2CO_3)

3. สารซีเควสเตรนท์ เช่น ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA)

4. สารซักฟอก เช่น สารในกลุ่มคลอรีน (chlorine compounds : NaOCl, $Ca(OCl)_2$) สารในกลุ่มฟีนอลิก (phenolic compounds) และควอร์ท (quats)

คุณสมบัติของสารล้างทำความสะอาด สารที่ใช้เป็นสารล้างทำความสะอาดควรมีคุณสมบัติ (ALFA-LAVAL, 1989; อรพิน, 2554)

1. เป็นสารลดแรงตึงผิว เพื่อลดการเกาะติดของไขมันในน้ำนมที่ตกค้างตามท่อและข้อต่อต่างๆ

2. ป้องกันการตกตะกอนของน้ำกระด้าง โดยจับไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียม และทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ เพื่อที่เมื่อเจอน้ำจะได้ถูกชะล้างออกมากับน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและง่ายต่อการทำความสะอาด

3. สามารถทำให้เปียกชื้นได้ง่าย เพื่อสะดวกต่อการละลายสิ่งสกปรกทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ และละลายในน้ำง่ายให้ฟองปานกลาง

4. ไม่กัดกร่อน และไม่ทำให้เกิดสารตกค้าง

5. ราคาไม่แพง สามารถเก็บไว้ได้นาน

วิธีการทำความสะอาดในโรงงานแปรรูปนม ในโรงงานแปรรูปนมมีวิธีการทำความสะอาดแตกต่างกัน ทั้งแบบใช้แรงงานคน (manual cleaning) ในการล้างทำความสะอาดแบบที่ถอดแยกชิ้นส่วน (cleaning out of place; COP) และหากโรงงานมีการผลิตในสภาวะที่ ปลอดเชื้อ หรือมีถังเก็บน้ำนม ท่อนำส่งน้ำนม ชิ้นส่วนอุปกรณ์ เครื่องบรรจุ ชุดแลกเปลี่ยน ความร้อนที่มีความซับซ้อน การเข้าถึงของการทำความสะอาดยากขึ้น โรงงานแปรรูปนมจึงนิยมทำความสะอาดด้วยระบบปิด หรือที่เรียกว่า “ระบบ CIP (cleaning in place)”

ระบบนี้เหมาะสมกับโรงงานแปรรูปที่ใช้ระบบท่อ แท็งก์ และอุปกรณ์อื่นๆ หรือการผลิตระบบต่อเนื่องหรือการผลิตปริมาณมากที่มีความซับซ้อนและยากต่อการเข้าถึงในการทำความสะอาด

ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการพาสเจอไรซ์ที่มีการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5/8 นิ้ว ยาว 12 เมตร อยู่ภายในถังสเตนเลส หากทำความสะอาดไม่ทั่วถึงจะทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้น้ำนมที่หลงเหลืออยู่ภายในท่อมาเป็นอาหาร เพื่อเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอยู่ภายในท่อ และเมื่อใดก็ตามที่โรงงานทำการผลิตจุลินทรีย์เหล่านั้นก็จะปนเปื้อนลงสู่น้ำนมที่กำลังทำการแปรรูปได้ทันที

ทั้งนี้จึงมีขั้นตอนการทำความสะอาดแบบ CIP โดยเริ่มจากการล้างเครื่องด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที จากนั้นปล่อยสารละลายด่างอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ให้หมุนเวียนตามท่อในระบบของเครื่องนาน 20 นาที ทำการปล่อยสารละลายด่างทิ้ง และล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นใช้สารละลายกรดอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ให้หมุนเวียนตามท่อในระบบของเครื่อง นาน 15 นาที จากนั้นปล่อยสารละลายกรดทิ้งและล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด ที่อาจหลงเหลืออยู่ภายในเครื่องให้หมดไป

สำหรับโรงงานผลิตน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมในทุกๆ ครั้งก่อนเริ่มการผลิตจะมีการปล่อยน้ำสะอาดให้ไหลผ่านไปตามระบบท่อของเครื่องนานประมาณ 8 นาที เพื่อไล่สิ่งที่ตกค้าง หรือน้ำที่ค้างภายในท่อของเครื่องออกให้หมดก่อนเริ่มการผลิตใหม่ บางโรงงานก็ใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 137 องศาเซลเซียส เพื่อไล่สิ่งตกค้างภายในเครื่องก่อนเริ่มการผลิตในทุกๆ ครั้ง (สุมณฑา, 2541 ; ALFA-LAVAL, 1989)

ตารางที่ 3.7 ความแตกต่างจากการใช้ความร้อนและการใช้สารเคมีในการทำความสะอาดเครื่องมือ

การใช้ความร้อน	การใช้สารเคมี
- มีค่าใช้จ่าย**สูง**	- มีค่าใช้จ่าย**ต่ำ**
- **ไม่**เกิดการตกค้าง	- เกิดการตกค้าง
- **ไม่**เกิดการกัดกร่อน	- เกิดการกัดกร่อน
- มีอุปกรณ์ที่ซับซ้อน	- สะดวกต่อการนำมาใช้
- มีวิธีการใช้เป็นมาตรฐานตามระบบสากล	- มีการพัฒนาสารชนิดใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดตลอดเวลา

ที่มา : ชมภูนุช (2557)

ช่องทางการติดต่อ

สถานที่ : ห้อง 1406 ชั้น 4 อาคารปฏิบัติการ

เวลาติดต่อ : จันทร์-ศุกร์ (ยกเว้นวันหยุดราชการ) 09.00-16.30 น.

(กรณีที่อาจารย์มีสอนตามตารางสอน ให้นักศึกษาตรวจสอบ

เวลาตามตารางสอนก่อนหรือทำการนัดหมายล่วงหน้า)

เบอร์ติดต่อ : 089-788-2555

E-mail: chompoonuch.p@rmutp.ac.th

Facebook: chompoonuch phuenpipob