วิชา การแปรรูปอาหาร
Food Processing
รหัส 07-412-204

อาจารย์ผู้สอน

ชมภูนุช เผื่อนพิภพ CHOMPOONUCH PHUENPIPOB

10

หน่วยที่ 5 การแปรรูปอาหารโดยการใช้ความเย็น

- ความหมายของการแปรรูปอาหารโดยการใช้ความเย็น จากทฤษฎีของ Van'T Hoff and Arrhenius Theory ที่กล่าวไว้ว่า อัตราความเร็วของปฏิกิริยาทางเคมีจะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 องศาเซลเซียส และจะช้าลงเป็น 1/2 -1/3 เท่า เมื่ออุณหภูมิลดลงในอัตราเดียวกัน (สมบัติ, 2549)
- การแปรรูปอาหารนิยมใช้ความเย็นหรือใช้อุณหภูมิต่ำ เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาทางชีวเคมี เคมี และกายภาพที่มีผลให้อาหารเกิดการเน่าเสีย (Brown, 2011)
- ดังนั้นสรุปได้ว่าการแปรรูปอาหารโดยการใช้ความเย็นเป็นการใช้สภาวะอุณหภูมิต่ำในการลดอุณหภูมิของอาหารหรือกำจัดความร้อนออกจากวัตถุดิบหรืออาหารที่ต้องการ อาจทำให้อาหารเก็บรักษาไว้ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งหรืออาจเก็บได้นานขึ้น โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำในเซลล์ของวัตถุดิบหรืออาหารที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นของแข็งมีผลให้เกิดการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลินทรีย์ที่จะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามความเย็นก็ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ จุลินทรีย์ สปอร์ และไข่พยาธิได้

ความสำคัญของการแปรรูปอาหารโดยการใช้ความเย็น

- เพื่อลดอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ช่วยรักษาคุณภาพและชะลอการเสื่อมเสียของวัตถุดิบสด โดยการลดอุณหภูมิของผัก-ผลไม้ด้วยการนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้ผัก-ผลไม้มีอัตราการหายใจที่ช้าลง ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ลดการสูญเสียน้ำ และยืดช่วงเวลาการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (ชมภู่, 2557)
- ความเย็นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร เช่น ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ถึง -10 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ทั่วไปที่มีในอาหารจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่จะมีจุลินทรีย์กลุ่มที่ทนความเย็น (psychophillic organism) เจริญได้ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส จะไม่มีจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ (สมบัติ, 2549)
- ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารโดยที่ยังคงความสดใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติได้ นอกจากนี้บางครั้งความเย็นยังช่วยปรับปรุงคุณลักษณะให้ดีและเหมาะต่อการบริโภคมากขึ้น กรณีการบ่มเย็นให้เนื้อสัตว์นุ่ม การบ่มเนยแข็ง การเพิ่มความกรอบให้ผักผลไม้ กระบวนการเหล่านี้สามารถรักษาคุณค่าทางอาหารให้คงอยู่มากกว่าอาหารที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนได้

แนวทางการแปรรูปอาหารด้วยวิธีการแช่เย็น

หลักการแช่เย็น คือ การใช้อุณหภูมิต่ำที่ระดับเหนือจุดเยือกแข็ง โดยทั่วไปจะอยู่ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิในตู้เย็นธรรมดาหรือห้องเย็น โดยวัตถุดิบหรืออาหารเหล่านั้นยังคงสภาพเดิมอยู่ ส่วนที่เป็นน้ำอิสระหรือองค์ประกอบในอาหารไม่มีการแปรสภาพหรือไม่เกิดการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของแข็ง (น้ำแข็ง)

Psychrophilic bacteria หรือ psychrophile หมายถึง แบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 12-15 องศาเซลเซียส) และสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของอาหาร อุณหภูมิต่ำสุดที่เจริญได้อาจถึง -5 องศาเซลเซียส เชื้อกลุ่มนี้เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียอาหารที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นและอาหารแช่แข็ง หรือระหว่างการหลอมละลายอาหารแช่แข็ง

ตารางที่ 1 แสดงช่วงอุณหภูมิสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มต่างๆ

แบคทีเรีย	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่เหมาะสม (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส
Psychrophilic bacteria	-5 ถึง 5	12 ถึง 15	15 ถึง 20
Psychrotrophic bacteria	-5 ถึง 5	20 ถึง 30	30 ถึง 35
Mesophilic bacteria	5 ถึง 15	30 ถึง 45	35 ถึง 47
Thermophilic bacteria	45	55 ถึง 75	80

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2556)

ตารางที่ 2 ความร้อนที่เกิดจากการหายใจของผักและผลไม้สดที่อุณหภูมิต่างๆ

อาหาร	ความร้อน (วัตต์ต่อตัน) ที่เกิดจากการหายใจที่อุณหภูมิ		
	0 องศาเซลเซียส	10 องศาเซลเซียส	15.5 องศาเซลเซียส
แอปเปิ้ล	10 - 12	41 - 61	58 - 87
กล้วย	-	65 - 116	-
ถั่ว	73 - 82	-	440 - 580
แครอท	46	93	-
เซเลอรี่	21	58 - 81	-
ส้ม	9 - 12	35 - 40	68
ผักสลัด	150	-	620
มันฝรั่ง	-	20 - 30	-
สตรอเบอร์รี่	36 - 52	145 - 280	510
มะเขือเทศ	57 - 75	-	78
สาลี่	8 - 20	23 - 63	-

ที่มา: นิธิยา (2544)

การใช้ความเย็นมี 2 วิธี

1. **การแช่เย็น (chilling)** อาหารถูกเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 – 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิในตู้เย็น ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้าลง อายุการเก็บนานขึ้น

2. **การแช่เยือกแข็ง (freezing)** เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศา-เซลเซียส จุลินทรีย์ถูกยับยั้งการเจริญเติบโต เนื่องจากน้ำอิสระในอาหารกลายเป็นน้ำแข็ง และถ้าใช้อุณหภูมิ 18 องศา-เซลเซียส จะยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ การใช้ความเย็นจะเก็บรักษาวิตามินได้มากกว่าเทคโนโลยีอื่น

วิธีการแช่เย็น เป็นการทำให้อาหารมีอุณหภูมิต่ำถึงระดับเหนือจุดเยือกแข็ง คือ ประมาณ 4-8 องศาเซลเซียส และเมื่อแปรรูปเสร็จแล้วก็เก็บรักษาอาหารในที่อุณหภูมิไม่สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส

สามารถแบ่งตามตัวกลางที่ใช้ในการแช่เย็น

- การใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)
- การใช้น้ำเป็นตัวกลาง (hydro cooling)
- การใช้น้ำแข็งเป็นตัวกลาง (ice cooling)
- การอาศัยการระเหยของน้ำ (evaporative cooling)
- การใช้ความดัน (chill-vac)
- การใช้วิธีอื่น เช่น การใช้ไนโตรเจนเหลว และคาร์บอนไดออกไซด์แห้ง (น้ำแข็งแห้ง)

1. การทำให้เย็นโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง

เป็นวิธีที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน โดยการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางคือ อากาศ ซึ่งในตู้เย็นจะมีการหมุนเวียนของอากาศค่อนข้างต่ำ ซึ่งห้องเย็นจะมีพัดลมเป่าให้อากาศหมุนเวียนทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดได้ดีขึ้น

2. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงสามารถใช้เป็นตัวกลางในการทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงได้ดีกว่าการใช้อากาศ โดยน้ำจะต้องเย็นเท่าที่เย็นได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียแก่ผลิตภัณฑ์

3. การทำให้เย็นโดยการใช้น้ำแข็ง

การใช้น้ำแข็งบดก้อนเล็กๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงโดยตรง มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำแข็งไม่สามารถเข้าสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้อย่างทั่วถึง จะเกิดช่องว่างระหว่างผลิตภัณฑ์กับน้ำแข็งขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ขัดขวางการถ่ายเทความร้อนทำให้อุณหภูมิลดลงได้ช้า

4. การทำให้เย็นโดยอาศัยการระเหยน้ำ

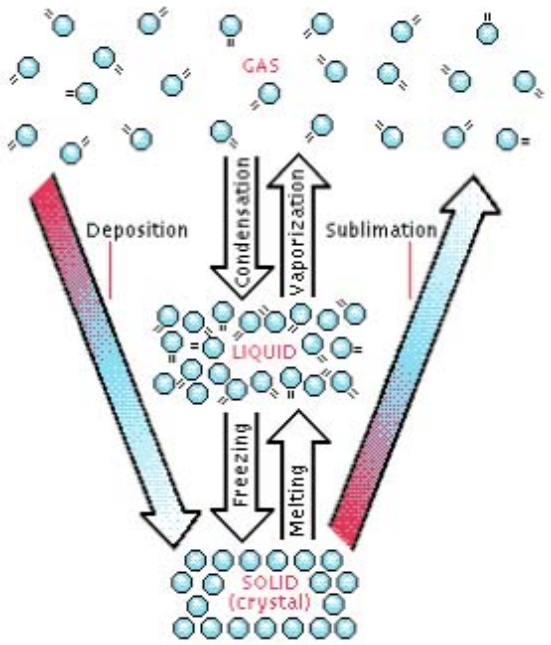
เป็นวิธีการประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะไม่ต้องใช้พลังงานที่มีราคาแพง แต่ไม่สามารถลดอุณหภูมิได้มากและรวดเร็วตามความต้องการ วิธีนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ

5. การทำความเย็นโดยลดความดัน

นิยมใช้กับผัก โดยบรรจุในภาชนะที่ผนึกแน่นใช้ปั๊มดูดอากาศภายในออก น้ำในอาหารจะระเหยอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำและดึงความร้อนจากอาหารมาใช้ในการระเหย

6. การทำให้เย็นโดยวิธีอื่นๆ

การใช้ไนโตรเจนเหลว จะใช้กับผลิตภัณฑ์ในตู้สินค้าโดยการพ่นไนโตรเจนไปในตู้สินค้าทำให้ภายในและผลิตภัณฑ์เย็นลงทันที



ตู้เย็น ตู้แช่เย็น หรือห้องเย็น ซึ่งจะมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ สามารถปรับให้อยู่ในระดับอุณหภูมิตามความเหมาะสม และยังป้องกันการสูญเสียความชื้นโดยเฉพาะผิวหน้าของอาหารที่มักเกิดการสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว บางชนิดอาจมีเครื่องควบคุมความชื้นด้วยเพื่อเป็นการช่วยรักษาอาหารให้อยู่ในสภาพสดได้นานยิ่งขึ้นและมีคุณภาพดีตลอดอายุการเก็บรักษาโดยเฉพาะอาหารแช่เย็นที่ผ่านกระบวนการใช้ความร้อนมาแล้ว และตู้บางรุ่นยังมีเครื่องช่วยกำจัดกลิ่นของอาหารที่จัดเก็บไว้ภายในตู้เย็น

William Cullen ชาวสก็อตแลนด์ ผู้ออกแบบและประดิษฐ์ตู้เย็นคนแรกเมื่อปี ค.ศ.1755

หลักการเก็บรักษาอาหารแช่เย็น

- อาหารแช่เย็นเมื่อผ่านการแช่เย็นเรียบร้อยแล้ว ต้องรีบนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิประมาณ 0-5 องศาเซลเซียส และมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 75-80 (วรภัทร, 2542)

- ทั้งนี้ระบบทำความเย็นของตู้เย็นหรือห้องเย็นขณะเก็บรักษาจะต้องไม่ทำให้การแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนของระบบออกสู่บรรยากาศได้ง่าย ควรมีระบบฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น (jacket system) ที่มีระบบทำความเย็นก่อนที่ความร้อนจะเข้าไปภายใน และมีการติดตั้ง evaporating coil ที่ผนังห้องและเพดานเพื่อทำหน้าที่ลดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังห้องและภายในห้องให้ต่างกันเล็กน้อย เพื่อที่จะได้ไม่เกิดหยดน้ำจากการรวมตัวของไอน้ำขณะระบบทำงาน ทำให้ความชื้นไม่เกิดการเพิ่มเติมไปสู่วัตถุดิบหรืออาหารขณะเก็บรักษา

- อาหารแช่เย็นถ้าเป็นระดับครัวเรือน สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิตามปกติของตู้เย็น คือ ประมาณ 4-8 องศาเซลเซียส

- อาหารแช่เย็นถ้าเป็นระดับเชิงพาณิชย์ตามร้านค้า จะใช้ตู้เย็นหรือตู้แช่เย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจนในบรรยากาศขณะแช่วัตถุดิบหรืออาหาร
  - วิธีการเก็บรักษาแบบควบคุมบรรยากาศ (controlled-atmosphere storage: CAS)
  - วิธีการเก็บรักษาแบบปรับสภาพบรรยากาศ (modified-atmosphere storage: MAS)
  - การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ (modified-atmosphere packaging: MAP)

ตารางที่ 3 อายุการเก็บรักษาอาหารแช่เย็นที่อุณหภูมิต่างๆ

	อายุการเก็บรักษา (วัน)		
อาหาร	**ที่ 0 องศาเซลเซียส**	**ที่ 22 องศาเซลเซียส**	**ที่ 38 องศาเซลเซียส**
เนื้อวัว – หมู	6 - 10	1	น้อยกว่า 1
ปลา	2 - 7	1	น้อยกว่า 1
ไก่	5 - 18	1	น้อยกว่า 1
ปลาแห้งและเนื้อแห้ง	1, 000 หรือนานกว่า	350 หรือนานกว่า	100 หรือนานกว่า
ผลไม้สด	2 - 180	1 - 20	1 - 7
ผลไม้แห้ง	1, 000 หรือนานกว่า	350 หรือนานกว่า	100 หรือนานกว่า
ผักใบ	3 - 20	1 - 7	1 - 3
ผักหัว – ราก	90 - 30	7 - 50	2 - 20
เมล็ดแห้ง	1, 000 หรือนานกว่า	350 หรือนานกว่า	100 หรือนานกว่า

ที่มา: นิธิยา (2544)

ถาม - ตอบ