การแปรรูปสัตว์น้ำโดยการแช่เยือกแข็ง

(Fish Freezing)

อ. จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

วิทยาลัยเทคโนโลยีการเกษตรและประมงปัตตานี

E-mail: keawwan_02@hotmail.co.th

Introduction

-ประเทศไทยเป็นประเทศทางการเกษตรและประมง ของโลก

- บทบาทในการเป็นครัวของโลก

-ปริมาณการผลิตวัตถุดิบที่สูงขึ้นตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

-กระบวนการแปรรูป สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้

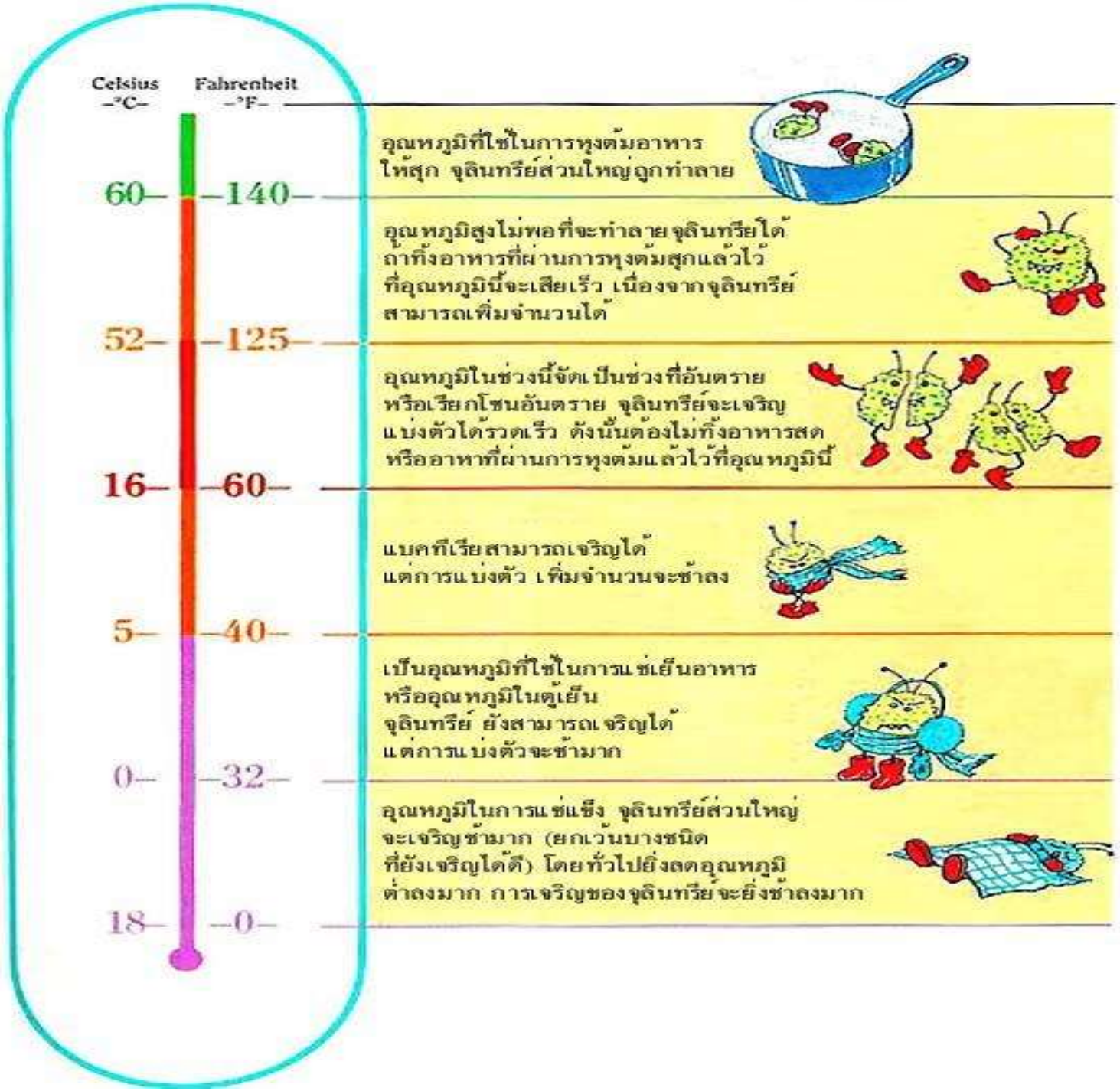
- เพิ่มมูลค่าสินค้า และส่งออกเพื่อการค้า

- เสริมสร้างอาชีพและเศรษฐกิจของประเทศไทย

การแปรรูปอาหารโดยการแช่เยือกแข็ง (Frozen Product Processing)

วัตถุประสงค์

- เพื่อให้นักศึกษาทราบกรรมวิธีการแปรรูปด้วยความเย็นแบบต่างๆ
- เพื่อให้นักศึกษาทราบหลักการของการให้ความเย็นแก่อาหาร รวมทั้งปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพอาหาร
- เพื่อให้นักศึกษาทราบชนิดของผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่แข็ง


Celsius
-°C-
Fahrenheit
-°F-
60
140
52
125
16
60
5
40
0
32
18
0
อุณหภูมิที่ใช้ในการทุงต้มอาหาร
ให้สุก จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถูกทำลาย
อุณหภูมิสูงไม่พอที่จะทำลายจุลินทรียได้
ถาทิ้งอาหารที่ผ่านการทุงต้มสุกแล้วไว้
ที่อุณหภูมินี้จะเสียเร็ว เนื่องจากจุลินทรีย์
สามารถเพิ่มจำนวนได้
อุณหภูมิในช่วงนี้จัดเป็นช่วงที่อันตราย
หรือเรียกโซนอันตราย จุลินทรีย์จะเจริญ
แบ่งตัวได้รวดเร็ว ดังนั้นต้องไม่ทิ้งอาหารสด
หรืออาหาที่ผ่านการทุงต้มแล้วไว้ที่อุณหภูมินี้
แบคทีเรียสามารถเจริญได้
แต่การแบ่งตัว เพิ่มจำนวนจะช้าลง
เป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นอาหาร
หรืออุณหภูมิในตู้เย็น
จุลินทรีย์ ยังสามารถเจริญได้
แต่การแบ่งตัวจะช้ามาก
อุณหภูมิในการแช่แข็ง จุลินทรีย์ส่วนใหญ่
จะเจริญช้ามาก (ยกเว้นบางชนิด
ที่ยังเจริญได้ดี) โดยทั่วไปยิ่งลดอุณหภูมิ
ต่ำลงมาก การเจริญของจุลินทรีย์จะยิ่งช้าลงมาก

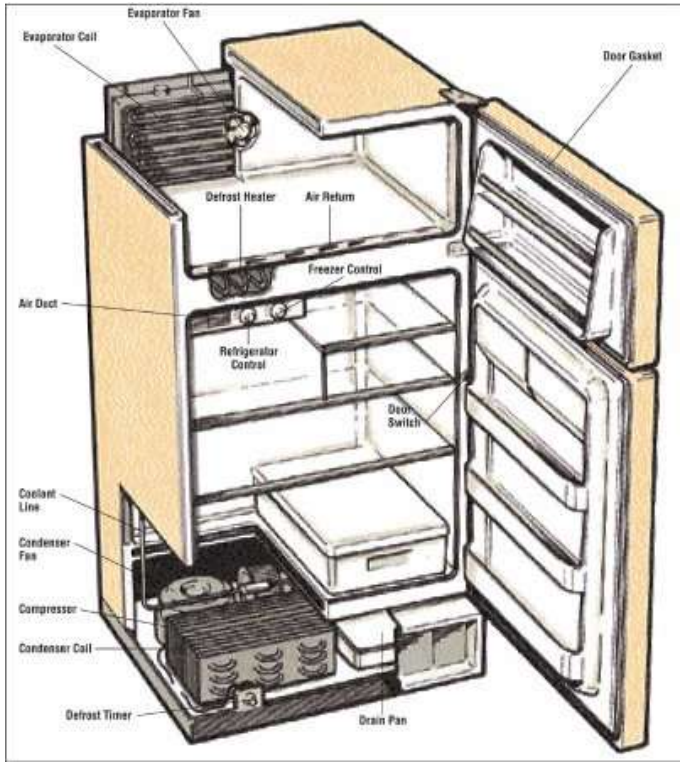
การแปรรูปด้วยความเย็น (Heat Removal processing)

- วัตถุดิบทางการเกษตรรวมทั้งอาหารเป็นกลุ่มที่เสื่อมเสียได้ง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์ การเก็บรักษาในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำเป็นการช่วยถนอมรักษาอาหารให้เก็บได้ยาวนานมากว่าเดิม และป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์
- สามารถรักษาคุณภาพของวัตถุดิบให้คงความสดไว้ได้นานที่สุด

การแปรรูปด้วยความเย็น (Heat Removal processing)

- การแช่เย็น(chilling)
- การแช่เยือกแข็ง(Freezing)

การแช่เย็น (Chilling)

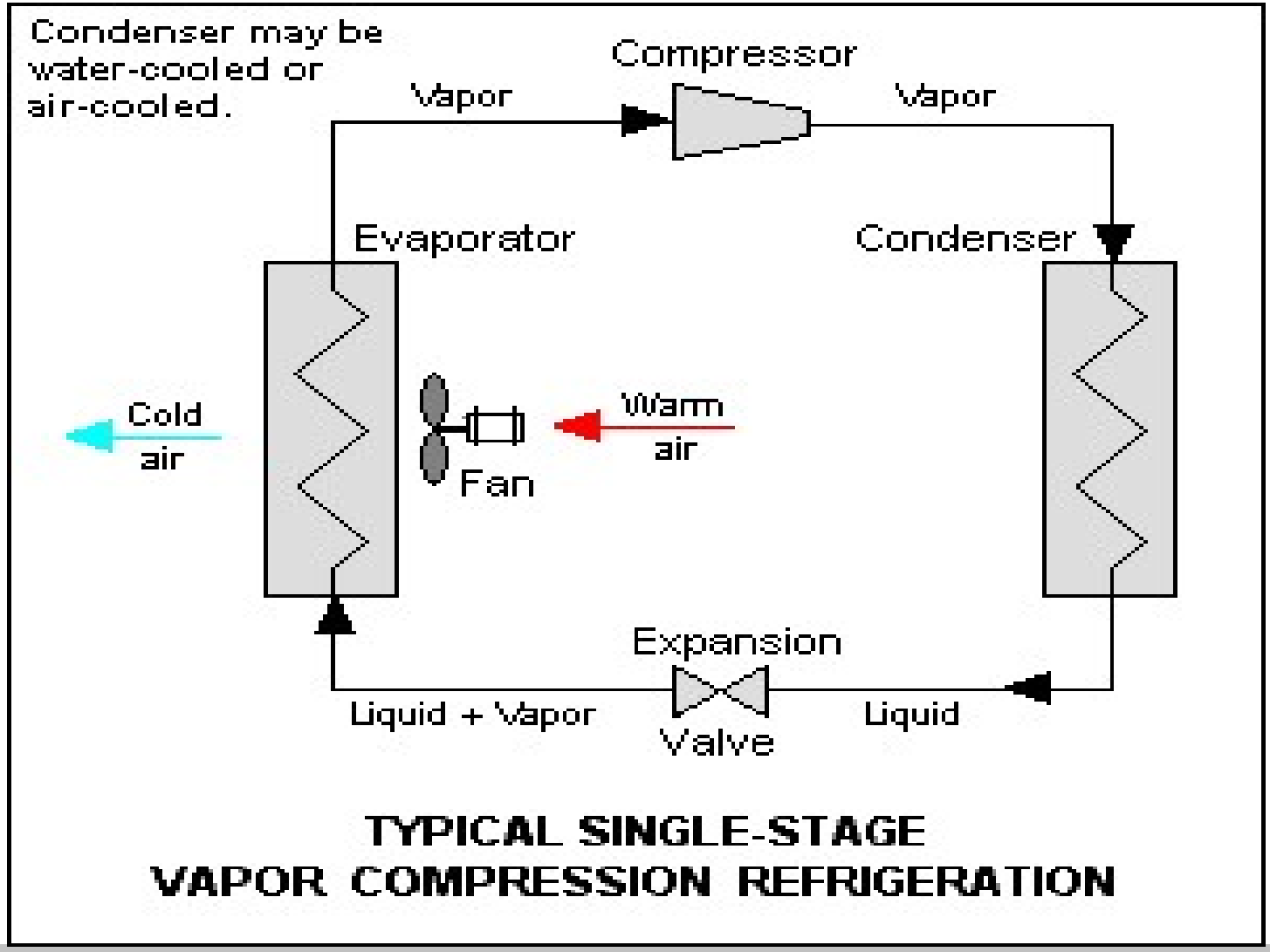


การแช่เย็น(Chilling)

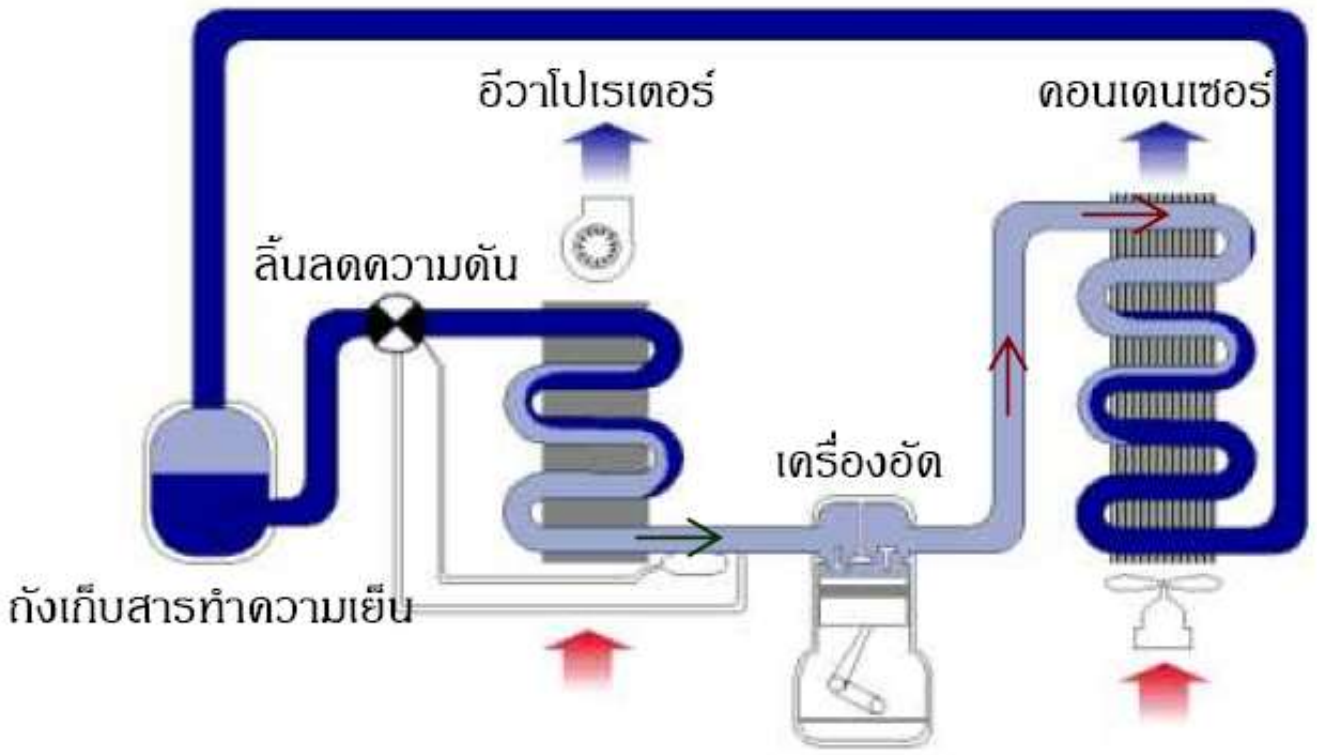
- เป็นการใช้อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง โดยปกติมักใช้เครื่องทำความเย็น(refrigerator) เช่นตู้เย็น ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิการแช่เย็นประมาณ 0- 5 ^{o}ซ
- การใช้วิธีการแช่เย็น เป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เท่านั้น ทำให้อัตราการเจริญช้าลง ทำให้การเน่าเสียเกิดขึ้นได้ช้า
- การแช่เย็นเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวก นิยมใช้ในการเก็บรักษาวัตถุดิบชั่วคราว ระหว่างการจำหน่าย
- จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ (psychrophilic bacteria) สามารถทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ เช่น *Listeria* spp.

www.themegallery.com

หลักการของเครื่องทำความเย็น



หลักการของเครื่องทำความเย็น



รูปที่ 2-8.1 วงจรพื้นฐานระบบทำความเย็นแบบ Indirect Contact

หลักการของเครื่องทำความเย็น

- **Evaporator หรือเครื่องระเหย** :แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างวัตถุกับสารทำความเย็นโดยเมื่อสารทำความเย็นถูกลดความดันลง จะดูดความร้อนจากบริเวณโดยรอบ เพื่อเป็นสถานะจากของเหลวเป็นไอ ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง
- **Compressorหรือเครื่องอัดสารทำความเย็น** :ทำหน้าที่สร้างความดันในระบบโดยอัดสารทำความเย็นในสถานะไอ ทำให้เกิดการไหลเวียนไปยังอุปกรณ์ต่างๆ
- **Condenserหรือเครื่องควบแน่น** :ทำหน้าที่ระบายความร้อนสารทำความเย็นหลังจากผ่านการอัดจากเครื่องอัดจากที่มีสถานะเป็นไอความดันสูง อุณหภูมิสูง สารทำความเย็นจะเปลี่ยนเป็นของเหลวความดันสูง ที่มีอุณหภูมิต่ำลง
- **Expansion valve หรือวาล์วลดแรงดัน** :ลดแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นในสถานะของเหลวจากถังเก็บ เพื่อส่งเข้าสู่เครื่องระเหยต่อไป
- **Receiver tank หรือ ถังเก็บสารทำความเย็น** :กักเก็บ พัก แยกสารทำความเย็นในสถานะไอกับของเหลวของสารทำความเย็น

เครื่องอัดสารทำความเย็น (compressor)

ก) แบบลูกสูบ

ข) แบบโรตารี่สกรู

ค) แบบแรงเหวี่ยง

รูปที่ 2-8.4 เครื่องอัดสารทำความเย็นแบบต่าง ๆ

Condenser

ก) ระบายความร้อนด้วยอากาศ

ข) ระบายความร้อนด้วยน้ำ

ค) แบบระเหยตัว

รูปที่ 2-8.5 เครื่องควบแน่นแบบต่าง ๆ

Evaporator

รูปที่ 2-8.6 เครื่องระเหยสารทำความเย็น

สารทำความเย็น(refrigerant)

สารทำความเย็น คือ สารที่มีคุณสมบัติที่จะดูดความร้อนเข้าสู่ตัวเอง ที่อุณหภูมิต่ำแล้วกลายเป็นไอ และถ้าระบายความร้อนออกที่อุณหภูมิสูง ก็จะกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง

สารทำความเย็นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท

1. Inorganic Compound
2. Fluorocarbons (CFCs)
3. Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)
4. Hydrofluorocarbons (HFCs)

สารทำความเย็น(refrigerant)

- สารทำความเย็น Inorganic Compounds
- เป็นสารทำความเย็นในยุกต์แรก ๆ หลังจากได้มีการคิดค้นระบบทำความเย็นในระบบ อัดไอ (The Vapor Compression System) สารทำความเย็นในกลุ่มนี้หลายชนิดถูกเลิกใช้ไปเนื่องจากประสบอุบัติเหตุรั่วในอดีตและทำให้ เกิดการสูญเสียอย่างมากมาย ส่วนสารทำความเย็นบางชนิดก็มีอายุยืนยาวมา จนถึงปัจจุบันเช่น **Ammonia (R-717)** ปัจจุบันใช้เป็นสารทำความเย็นใน อุตสาหกรรมทำน้ำแข็ง และ**Carbon dioxide (R-744)** ปัจจุบันใช้เป็นสารทำความเย็น ในอุตสาหกรรมทำน้ำแข็งแห้ง เพราะสามารถทำความเย็นได้ต่ำมาก ๆ แต่อุปกรณ์ของ ระบบทำความเย็นต้องมีความแข็งแรงมาก ๆ เพราะระบบมีแรงดันสูง
- สัญลักษณ์ชื่อทางเคมีสูตรเคมี R-717 R-718 R-729 R-744 R-764 Ammonia Water Air Carbon dioxide Sulfur dioxide NH_3 H_2O - CO_2 SO_2

สารทำความเย็น (refrigerant)

- **Chlorofluorocarbons (CFCs)**
- เป็นสารที่ไม่เป็นพิษ และไม่ติดไฟ ประกอบด้วยอะตอมของ carbon, chlorine, และ fluorine อยู่ในประเภทสารประกอบ halocarbonsใช้เป็นสารทำความเย็น ในระบบอัดไอ (The Vapor Compression System) ในยุกต์ต่อจากยุกต์แรก หลังจากได้เกิดอุบัติเหตุสารทำความเย็น รั่วจากตู้เย็นในในปี 1920ในปี 1930 บริษัท General Motors และDu Pont ได้มีการก่อตั้งบริษัทเพื่อผลิตสารทำความเย็น Freon (โดยใช้เป็นชื่อทางการค้าของ Du- Pont สำหรับCFCs)
- หลังจากนักวิทยาศาสตร์ได้มีการค้นพบว่าสาร CFCs เป็นสารที่ทำให้เกิดช่องโหว่ของชั้นโอโซน (Ozone layer) ในชั้นบรรยากาศ stratosphere ทำให้ได้มีความตระหนักถึงภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นแก่มวลมนุษย์ชาติ

สารทำความเย็น (refrigerant)

สัญลักษณ์	ชื่อทางเคมี	สูตรเคมี
CFC-11 CFC-12 CFC-113 CFC-114 CFC=115	Trichloromonofluoromethane Dichlorodifluoromethane Trichlorotrifluoroethane Dichlorotetrafluoroethane Monochloropentafluoroethane	CCl3F CCl2F2 C2F3Cl3 C2F4Cl2 C2F5Cl

สารทำความเย็น (refrigerant)

- **Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)**
- สาร HCFCs ประกอบด้วย carbon, hydrogen, chlorine และfluorine ซึ่งเป็นสารที่เป็นทางเลือกเพื่อใช้แทนสาร chlorofluorocarbons (CFCs) เนื่องจากมีการค้นพบว่าสาร CFCs เป็นสารที่ทำให้เกิดช่องโหว่ของชั้นโอโซน ในชั้นบรรยากาศ stratosphere แต่ก็ยังจัดเป็นสารทดแทนอย่างชั่วคราวเท่านั้น ซึงตามสนธิสัญญามอนทรีออล (The Montreal Protocal) สาร HCFCs ในอนาคตสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วจะต้องเลิกใช้ในปี 2030 (2573)
- Monochlorodifluoromethane, Dichlorofluoroethane, Monochlorodifluoroethane

สารทำความเย็น(refrigerant)

- Hydrofluorocarbons (HFCs)
- สาร HFCs ประกอบด้วย carbon, hydrogen, และfluorine จัดเป็นสารประกอบที่ได้รับการเลือกเป็นสารที่สามารถใช้ทดแทนระยะยาว แทนสารประกอบ chlorofluorocarbons (CFCs) และ hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) เพราะว่าสาร HFCs นี้ไม่ประกอบด้วย chlorine จึงไม่มีปฏิกิริยาทำลายชั้น ozone ในชั้นบรรยากาศ stratosphere ถึงแม้ว่าเป็นที่เชื่อได้ว่าสาร HFCs จะไม่ทำลายชั้น ozone ก็ตาม แต่ก็คงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น เช่นศักย์ภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warm Potential, GWP) ซึ่งยังคงมีการศึกษากันต่อไปเพื่อจะนำมาพิจารณา เป็นกฎเกณฑ์บังคับในอนาคต
- **Tetrafluoromethane (CH_3FCF_3)**

ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิแช่เย็น

❖ ปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร (Bacteria load)

จำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง

❖ อุณหภูมิของห้องเย็น (cold storage room temperature)

ต้องมีการรักษาอุณหภูมิให้คงที่ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ ที่ทำอาหารเป็นพิษ

❖ ปริมาณความชื้นสัมพันธ์ในห้องเย็น(Relative Humidity)

ควรอยู่ระหว่าง 88-92 % ถ้าค่า RH ต่ำจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมาก และทำให้เกิดการหดตัวของวัตถุดิบ ผิวหนังเหี่ยวย่น เนื่องจากการสูญเสียน้ำในอาหาร ไปถ้าค่า RH มากจะทำให้เกิดเมือกบนผิวหน้าอาหาร (slime) เนื่องจากแบคทีเรีย

Chilling equipments

WWW.SRIPIBOON.NET

การแช่เยือกแข็ง (freezing)

- เป็นกระบวนการลดอุณหภูมิของวัตถุดิบให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °ซ โดยทั่วไปจุดเยือกแข็ง(freezing point) ของอาหารจะต่ำกว่าน้ำแข็ง โดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิ –18 °ซ ในการแช่เยือกแข็ง
- เนื่องจากน้ำภายในเซลล์ของอาหารจะมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์หลายชนิดละลายอยู่ โดยผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเยือกแข็งที่ต่างกัน
- อายุการเก็บรักษาของอาหารแช่เยือกแข็งจะสามารถเก็บได้นานกว่าอาหารแช่เย็น

การแช่เยือกแข็ง(freezing)

การแช่เยือกแข็ง(freezing)

- การแช่เยือกแข็งแบบเป็น 2 ประเภท
- การแช่แข็งแบบช้า (Slow freezing)
- การแช่แข็งแบบเร็ว(Quick freezing)

การแช่แข็งแบบช้า (slow freezing)

- คือ การทำให้อาหารแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณจุดเยือกแข็งอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาประมาณ 3-72 ชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การแช่อาหารในช่องแช่เยือกแข็งของตู้เย็น ซึ่งจะมีอุณหภูมิระหว่าง -1 ถึง -15 ^{o}ซ การแช่เยือกแข็งแบบช้าเป็นการลดอุณหภูมิลง 1 ^{o}ซ ต่อนาที ใช้เวลานาน 1 ชม.

ในการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์จะมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะไปดันผนังเซลล์ของเนื้อสัตว์หรือผักและผลไม้ เกิดการบอบช้ำและฉีกขาดได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร หลังจากที่ผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับสู่สภาพเดิม อาหารจะมีลักษณะ ชุ่มน้ำ มีส่วนของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมา ซึ่งเป็นประกอบด้วยสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ

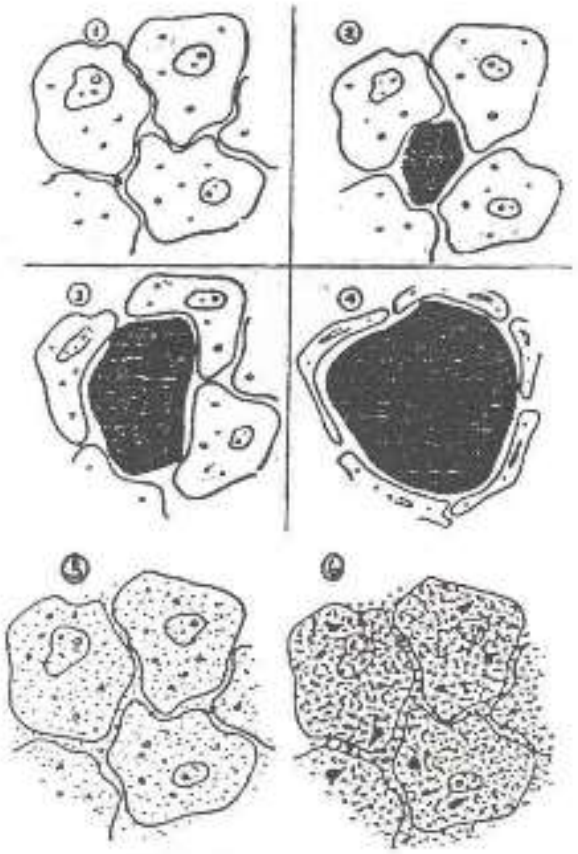
การแช่แข็งแบบเร็ว (quick freezing)

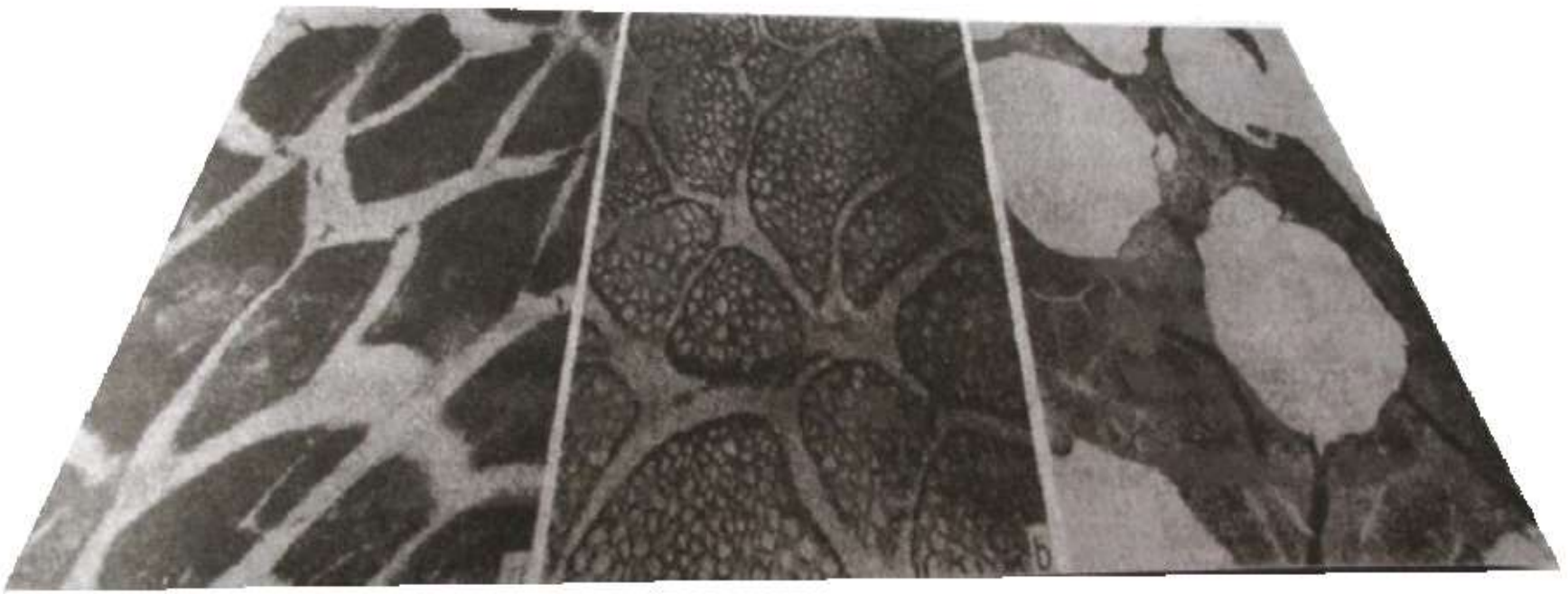
คือ การทำให้น้ำในอาหารกลายเป็นน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว โดยใช้อุณหภูมิ -17 ถึง -45 ^{o}ซ ในระยะเวลาสั้นไม่ควรเกินกว่า 30 นาที

วิธีนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็กละเอียด ไม่มีชั้นแยกแสดงให้เห็นชัดเจน โดยการเกิดผลึกน้ำแข็งจะเกิดในเซลล์ด้วยซึ่งจะไม่ทำให้เซลล์ของอาหารบอบช้ำมากนัก เหมือนกับการแช่เยือกแข็งแบบช้า

วิธีนี้เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องแช่เยือกแข็ง การแช่เยือกแข็งแบบช้ากับแบบเร็วมีข้อดี-ข้อเสีย ดังตารางที่ 1

Slow freezing vs Quick freezing





(a) (b) (c)

รูปที่ 1 ผลของอัตราการในการแช่เยือกแข็งต่อการเกิดผลึกของน้ำแข็งในกล้ามเนื้อปลาคอด

(a) ไม่ได้แช่เยือกแข็ง (b) แช่เยือกแข็งแบบรวดเร็ว (c) แช่เยือกแข็งแบบช้า

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร (2543)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการแช่เยือกแข็งแบบช้ากับการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว

การแช่เยือกแข็งแบบช้า	**การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว**
1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่กว่า	1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กกว่า
2. กระบวนการเมแทบอลิซึมเกิดขึ้นอย่างช้าๆ	2. หุดกระบวนการเมแทบอลิซึม
3. ใช้เวลานานกว่า	3. ใช้เวลาน้อยกว่า
4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็ง อาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า	4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็ง อาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่า
5. เซลล์ต่างๆถูกทำลายมากกว่า	5. เซลล์ต่างๆจะถูกทำลายน้อยกว่า

ที่มา : ชมภู่ ยิ้มโต (2550)

ข้อดีข้อเสียของการแช่เยือกแข็งอาหาร

ข้อดี

1. ไม่สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ
2. ไม่มำให้อาหารเปลี่ยนแปลงรสชาติไปจากเดิม อาหารยังคงความสด

ข้อเสีย

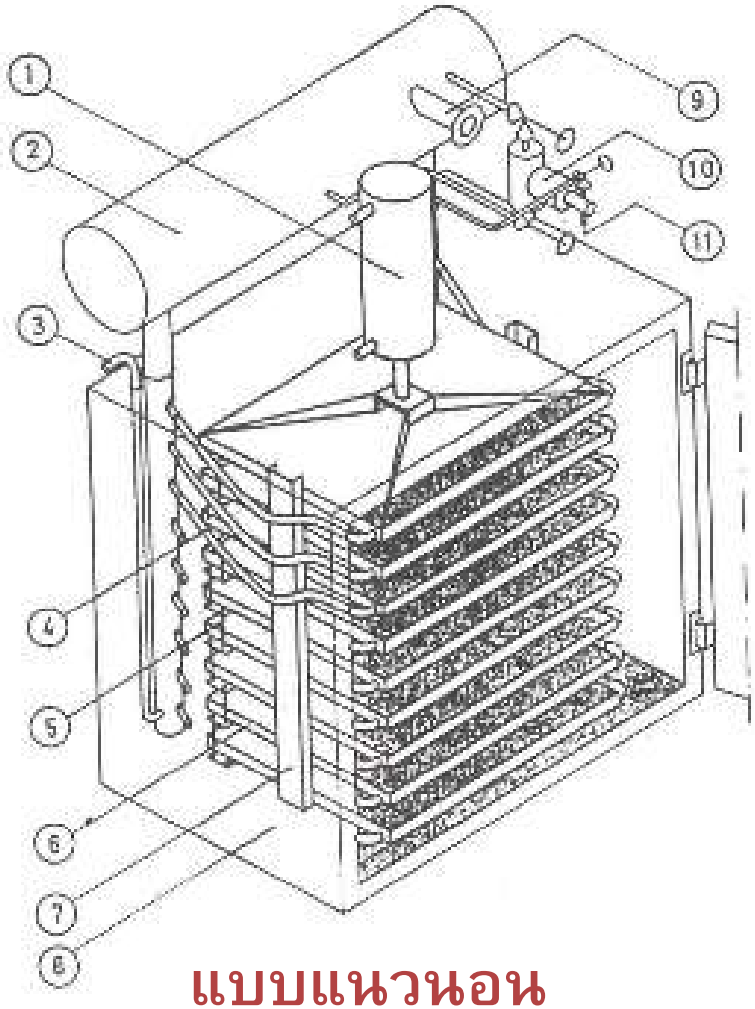
1. จุลินทรีย์ไม่ตายเพียงแต่จะลดจำนวนลง
2. สปอร์ยังคงทนความเย็นได้ และไม่สามารถทำลายสารพิษที่มีในอาหารได้
3. อาหารแช่แข็งที่ห่อไม่ดี จะสูญเสียน้ำอย่างมากทำให้รูปรสของอาหารเปลี่ยแปลงไปจากเดิม

วิธีการแช่เยือกแข็ง

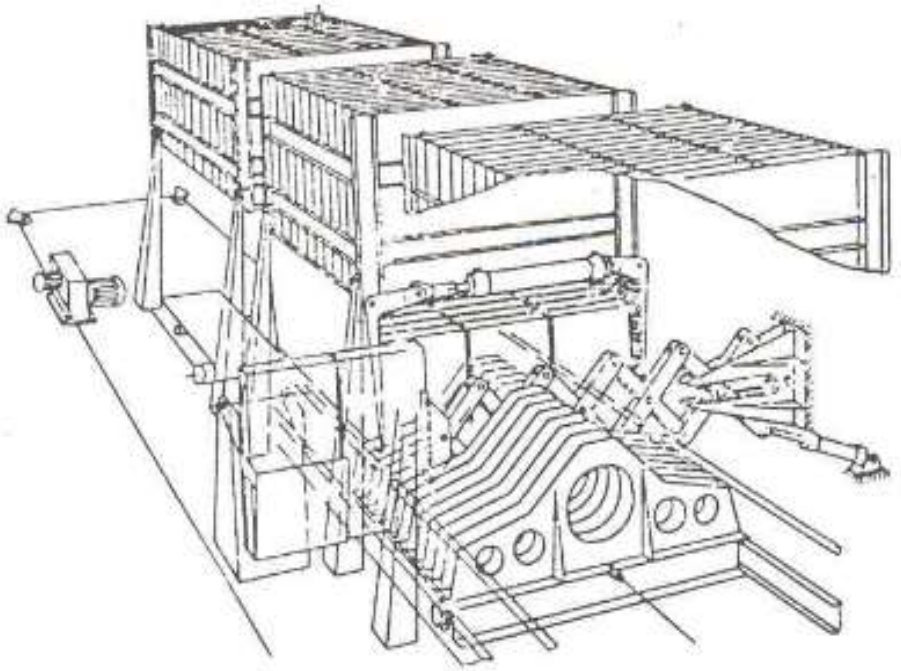
1. <u>วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยโลหะในการถ่ายเทความร้อน</u> วิธีนี้เป็นการอาศัยเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท (contact plate freezer)

- ประกอบด้วยแผ่นโลหะที่บรรจุอาหาร 2 แผ่น โดยแผ่นเพลทจะมีลักษณะกลวงให้สารทำความเย็นไหลผ่านได้
- สารทำความเย็นอาจใช้น้ำเกลือเย็น แอมโมเนียหรือฟรีออน เมื่อนำอาหารมาทำการแช่เยือกแข็งโดยวิธีนี้ทำได้โดยบรรจุอาหารลงในถาดโลหะให้เต็มแล้วนำเข้ามาวางในเครื่อง
- จากนั้นระบบไฮโดรลิคของเครื่องจะเลื่อนเพลทด้านบนให้ลงมาสัมผัสกับอาหาร แผ่นโลหะจะสัมผัสกับอาหารทั้งด้านบนและด้านล่าง เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างรวดเร็วอาหารจะแข็งตัว

เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท (contact plate freezer)



แบบแนวนอน



แบบแนวตั้ง

plate freezing เป็นการแช่เยือกแข็งที่ใช้เครื่องแช่เยือกแข็งแบบแผ่น (plate freezer) หรือ อาจเรียกว่า **contact plate freezer** ที่วางอาหารแนบระหว่างแผ่นโลหะเย็นจัดซึ่งมีสารทำความเย็นไหลเวียนอยู่ภายในโดยให้แผ่นโลหะเย็นบีบแนบกับอาหารเกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ จากแผ่นโลหะไปยังอาหารใช้กับอาหารที่มีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ เป็นแผ่น หรือบรรจุในถาดโลหะ

2. วิธีการแช่เยือกแข็งประเภทอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้เป็น 2 แบบคือ

2.1 การอาศัยอากาศที่หยุดนิ่งเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนในลักษณะนี้อากาศจะเคลื่อนที่อย่างช้าๆ หรือไม่มีการเคลื่อนที่เลย ตัวอย่างที่เป็นการถ่ายเทแบบนี้คือ ห้องแช่เยือกแข็งแบบอากาศนิ่งหรือตู้แช่เยือกแข็ง (still air freezer หรือ sharp freezer) ห้องแช่เยือกแข็งชนิดนี้มีอุณหภูมิระหว่าง -18 ถึง -40 องศาเซลเซียส

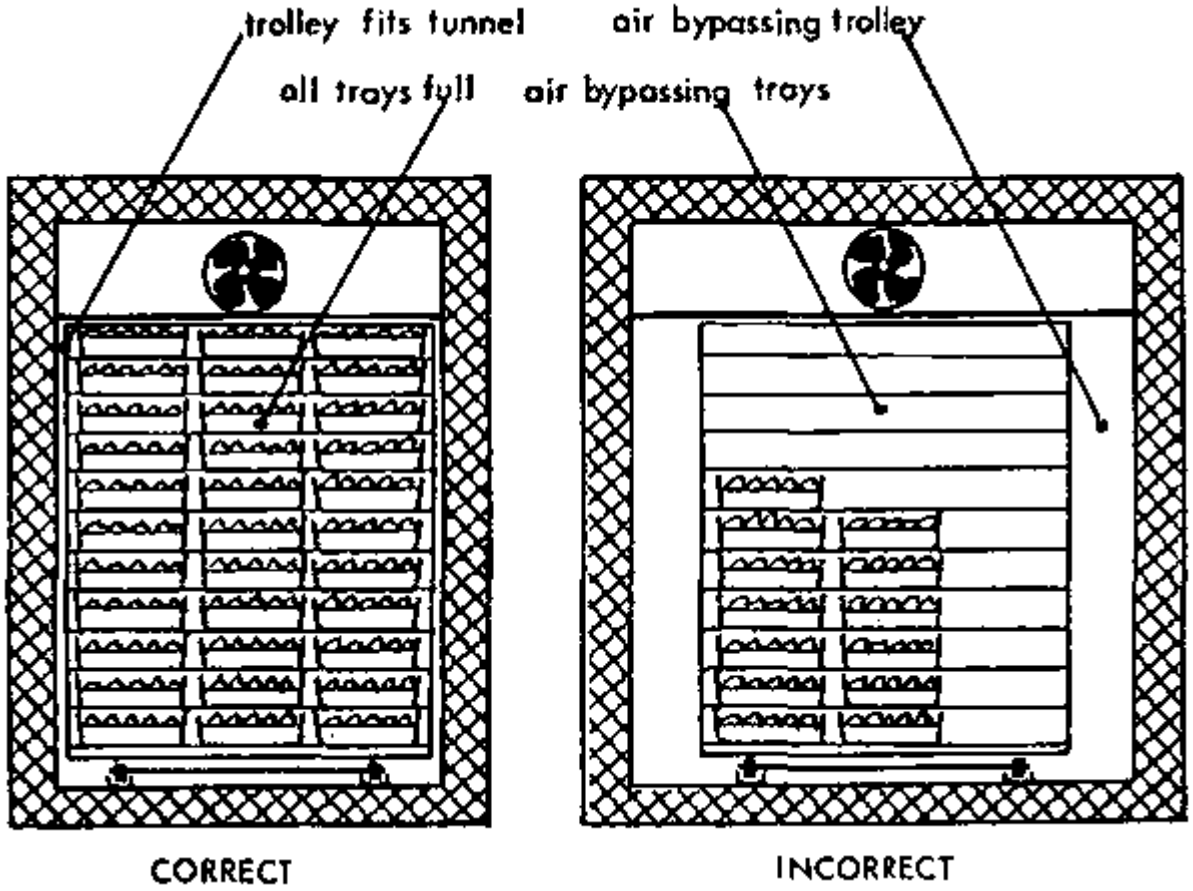
ในการแช่เยือกแข็งแบบนี้จะช้ากว่าการแช่เยือกแข็งแบบอื่น แต่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีขนาดใหญ่ และจะต้องนำไปทำการแปรรูป ในภายหลัง

2.2 การอาศัยอากาศที่เคลื่อนที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน

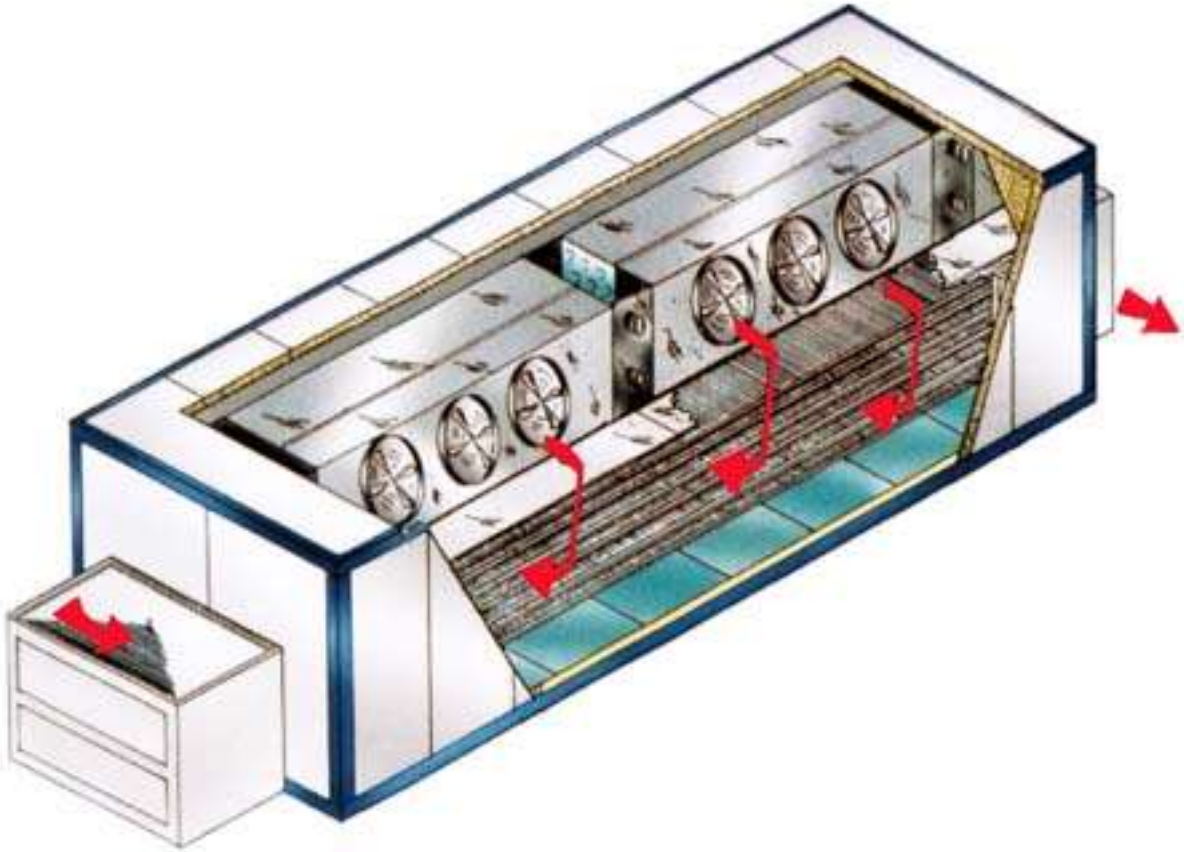
การแช่เยือกแข็งแบบนี้จะใช้อากาศที่มีอุณหภูมิ -18 ถึง -34 องศาเซลเซียส มีความเร็วลมในการไหลผ่าน 0.5-17.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งแล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์

- การแช่เยือกแข็งโดยวิธีนี้อาจมีการสูญเสียน้ำไปกับกระแสลมเย็นในบางครั้งอาจสูงถึงร้อยละ 5 ดังนั้นจึงควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียน้ำได้
- ภาชนะบรรจุอาจเป็นอุปสรรคในการถ่ายเทความร้อนบ้าง จึงควรมีการออกแบบการแช่เยือกแข็งให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

Air Blast Freezer

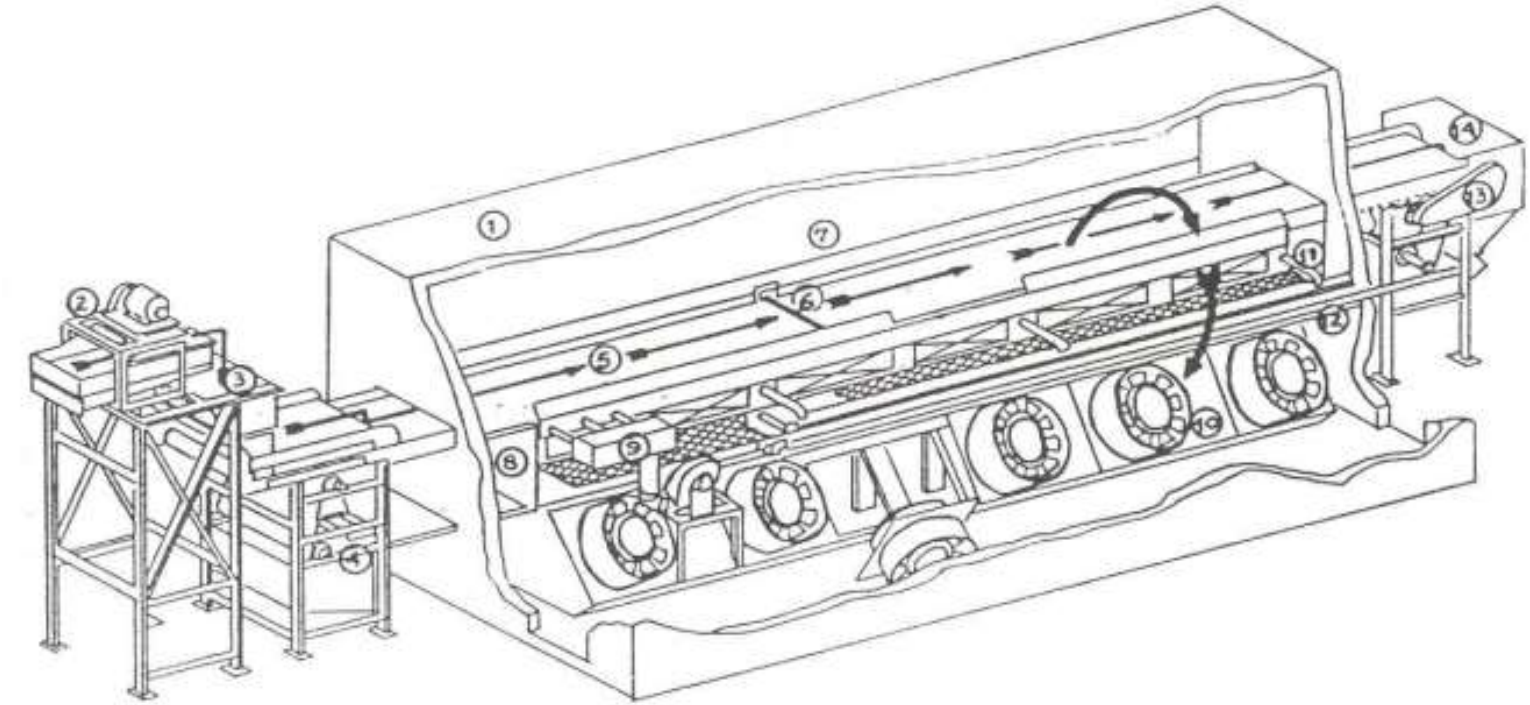


Tunnel Freezer

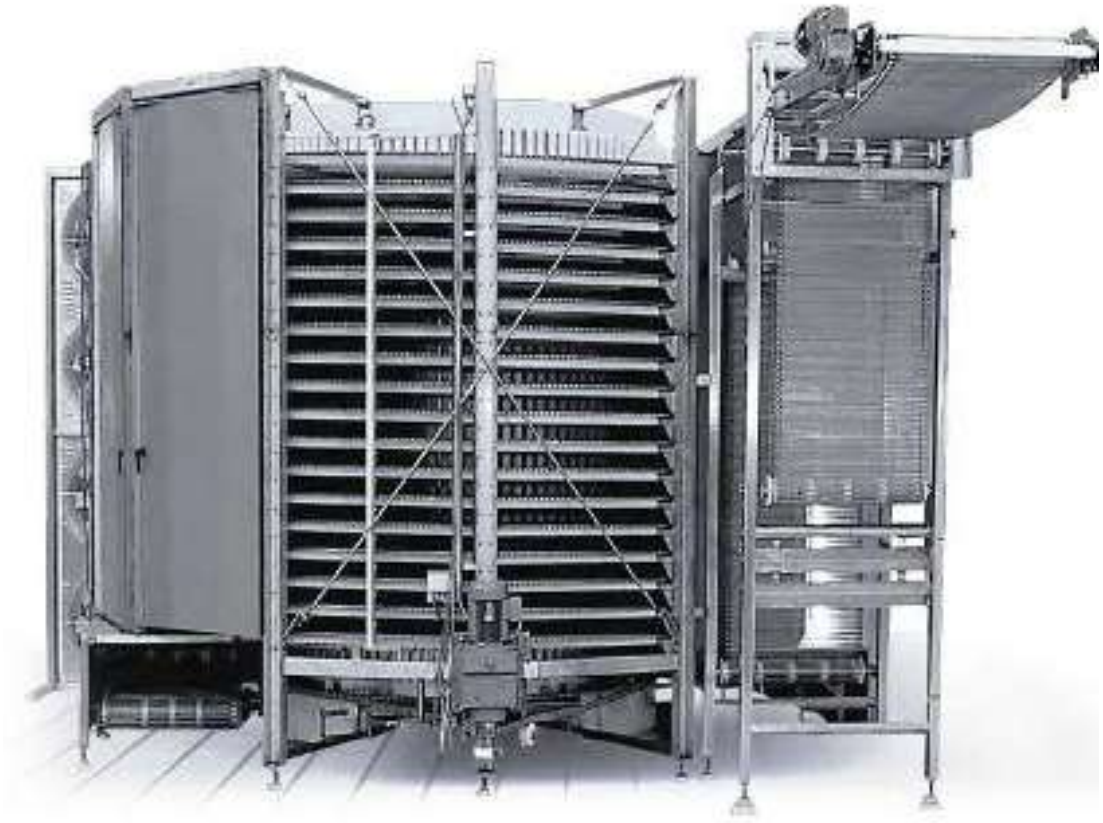


เครื่องแช่แข็งแบบใช้ลมเย็นเป่าชนิดอุโมงค์ (tunnel freezer)

Belt Freezer



Spiral freezer เครื่องแช่เยือกแข็งแบบสายพานเกลียว

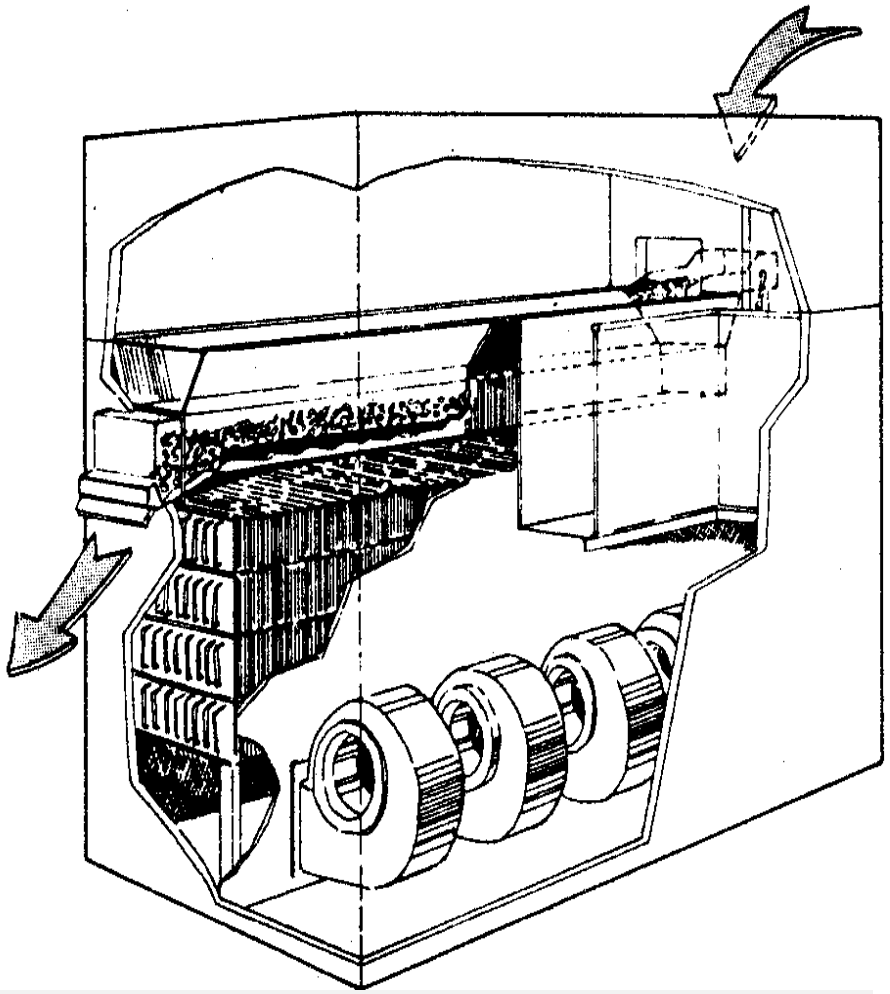


เป็นเครื่องแช่แข็ง (freezer) ที่ใช้เพื่อแช่เยือกแข็งอาหาร (freezing) จัดอยู่ในกลุ่มเครื่องแช่แข็งที่ใช้การพ่นลมเย็นจัด (air blast freezer) ระบบต่อเนื่อง (continuous system) โดยอาหาร จะเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องด้วยสายพาน (belt conveyor) ซึ่งขดวนเป็นเกลียว (spiral belt) เข้าไปในเครื่องแช่เยือกแข็ง เมื่ออุณหภูมิใจกลางของอาหารต่ำกว่า -18 °ซ อาหาร ก็เคลื่อนที่ออกมา

เครื่องแช่แข็งแบบใช้ลมเย็นเป่าชนิดสายพานเกลียว (spiral freezer)

เครื่องแช่แข็งแบบสายพานเกลียว ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง นิยมใช้ในการผลิตอาหารแช่แข็งแบบ IQF (individual quick frozen) เช่น เนื้อสัตว์ กุ้ง อาหารทะเล ผัก ผลไม้

Fluidized bed freezing



Fluidized bed freezer

Fluidized bed freezing คือ

การแช่แข็งด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งที่ใช้ลมเย็นจัด ความเร็วสูง เป่าให้ชั้นวัสดุ (bed) ลอยตัวเป็นอิสระ คลุกเคล้าและสัมผัส กับลมเย็นจัด อย่างสม่ำเสมอ ทำให้อุณหภูมิของอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว เหมาะกับอาหารที่เป็นเม็ดเล็ก มีรูปทรงและขนาดสม่ำเสมอ เช่น เมล็ดถั่ว ผัก ผลไม้ ที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก

ผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งที่ได้เป็นแบบ Individual quick freezing (IQF) คือแยกเป็นชิ้น ๆ เป็นอิสระไม่เกาะกันเป็นก้อน

3. <u>วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยของเหลวเป็นตัวกลาง</u>ในการถ่ายเทความร้อน

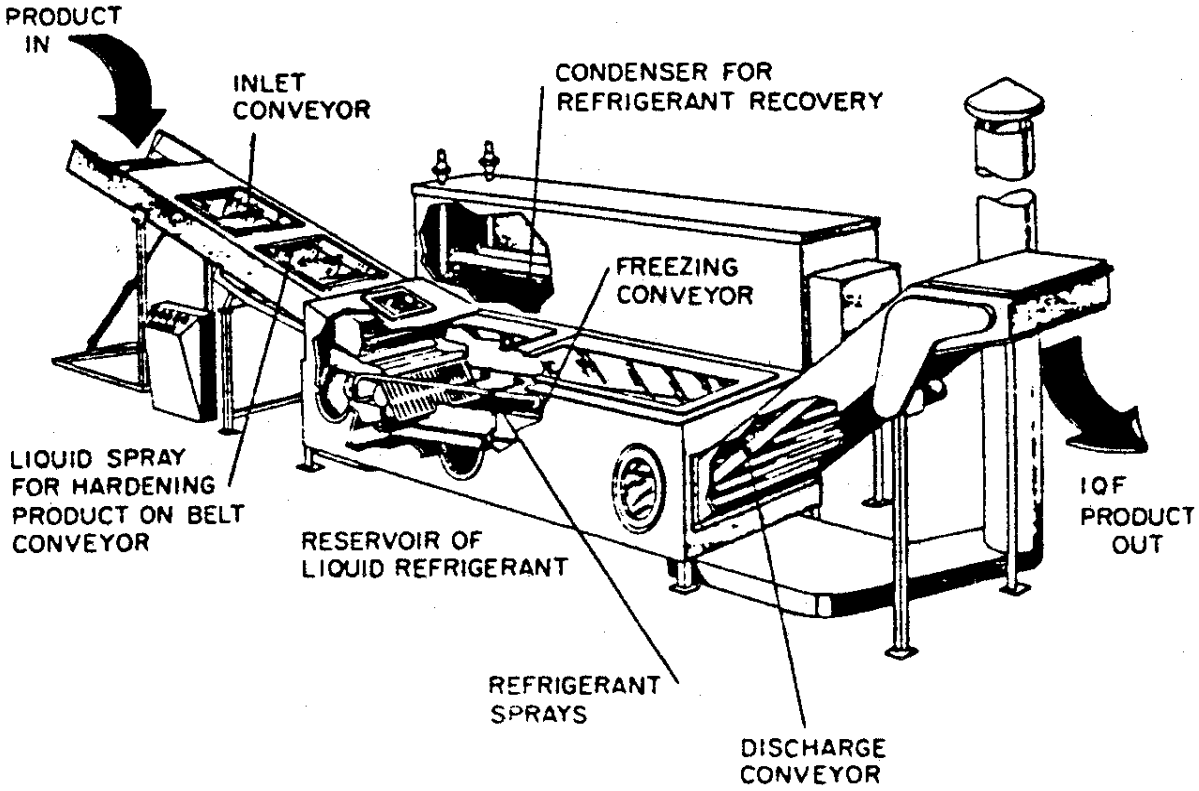
วิธีการนี้จะอาศัยของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำได้แก่ น้ำเกลือเย็น สารละลายโพรพิลีนไกลคอล สารละลายกลีเซอรอล สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารละลายน้ำตาลที่ทำให้เย็นตัวมาฉีดพ่นหรือจุ่มลง ส่วนใหญ่ใช้วิธีจุ่มใน**เครื่องแช่เยือกแข็งแบบจุ่ม (immersion freezer)**

วิธีการนี้มีข้อดีในแง่ผลิตผลไม่สูญเสียน้ำ เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอกันหรือมีซอกมุมที่ลมเย็นพัดเข้าไม่ถึง แต่การแช่เยือกแข็งวิธีนี้ใช้เพียงเพื่อทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์แข็งตัวเป็นส่วนใหญ่ การแช่เยือกแข็งนี้มีข้อไม่เหมาะสมคืออาจมีการปนเปื้อนบ้าง โดยเฉพาะสารเคมี อาจทำให้รสชาติเปลี่ยนไป เช่นมีรสเค็ม หรืออาจทำให้สารละลายขังในผลิตภัณฑ์ หากต้องการใช้วิธีนี้ให้ปลอดภัยควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในพลาสติกที่บรรจุแบบแนบเนื้อ

การแช่เยือกแข็งวิธีนี้มักจะต้องใช้ร่วมกับการแช่เยือกแข็งวิธีอื่นๆ ดังเช่นการแช่เยือกแข็งไก่ กุ้งหรือปลาจุ่มลงในสารละลายเย็น เนื่องจากการแช่เยือกแข็งวิธีนี้เป็นวิธีการแช่เยือกแข็งที่มีความเร็วปานกลาง จึงมีการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ต่อโดยใช้ลมเย็

การแช่เยือกแข็งแบบจุ่ม (ในของเหลวเย็นจัด)

Immersion freezer



Immersion freezing

การแช่เยือกแข็งด้วยการนำอาหารจุ่มใน สารทำความเย็น (refrigerant) เพื่อให้อุณหภูมิของอาหารลดลงต่ำกว่า -18 °C

ของเหลวที่ใช้ในการแช่แข็งวิธีนี้ต้องมีสมบัติคือ

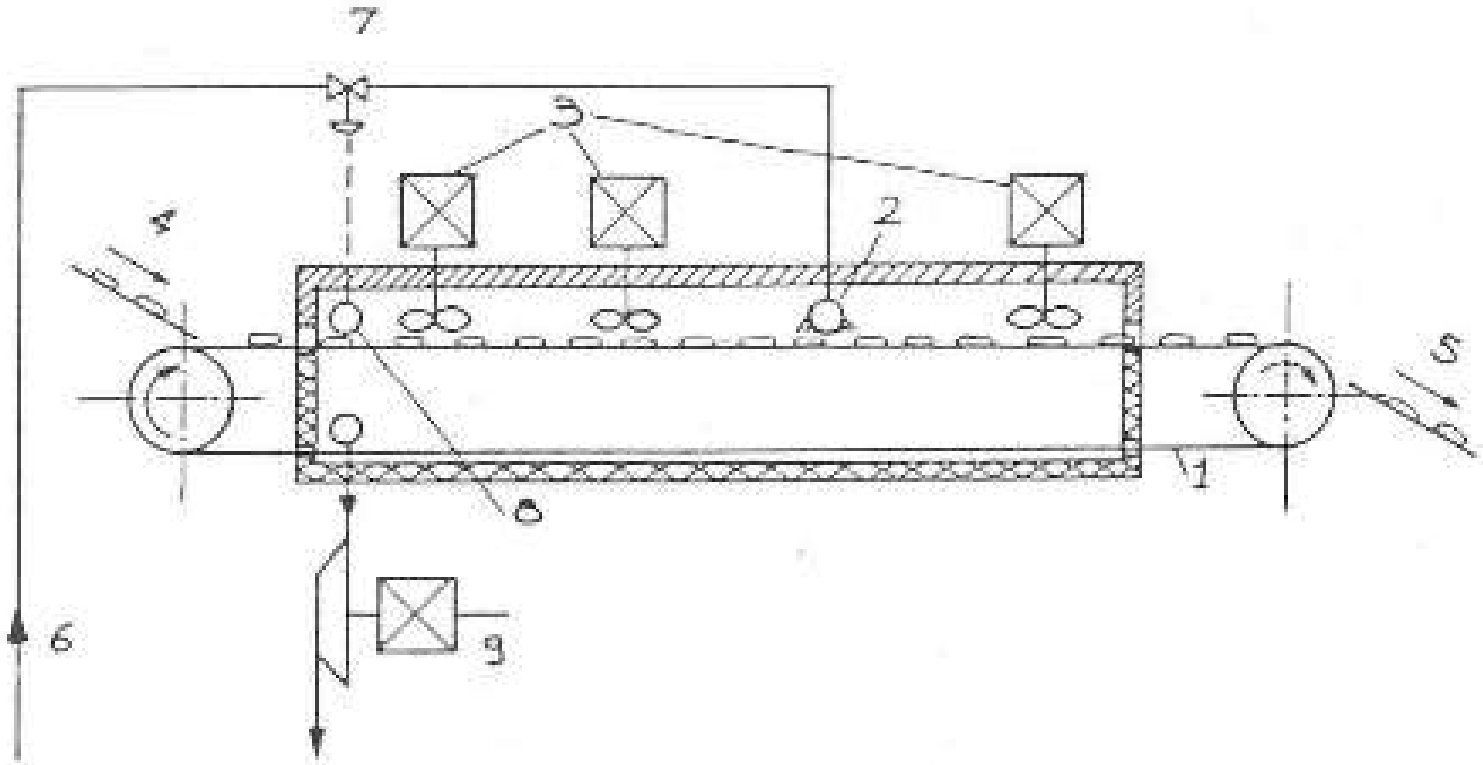
- ❖ มีจุดเยือกแข็งต่ำอยู่ในสภาวะของเหลวที่อุณหภูมิต่ำมาก
- ❖ ความหนืดต่ำเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดี
- ❖ ไม่เป็นพิษ ไม่มีกลิ่น ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร

4. วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยการระเหยของของเหลวในการถ่ายเทความร้อน (evaporating liquid freezer)

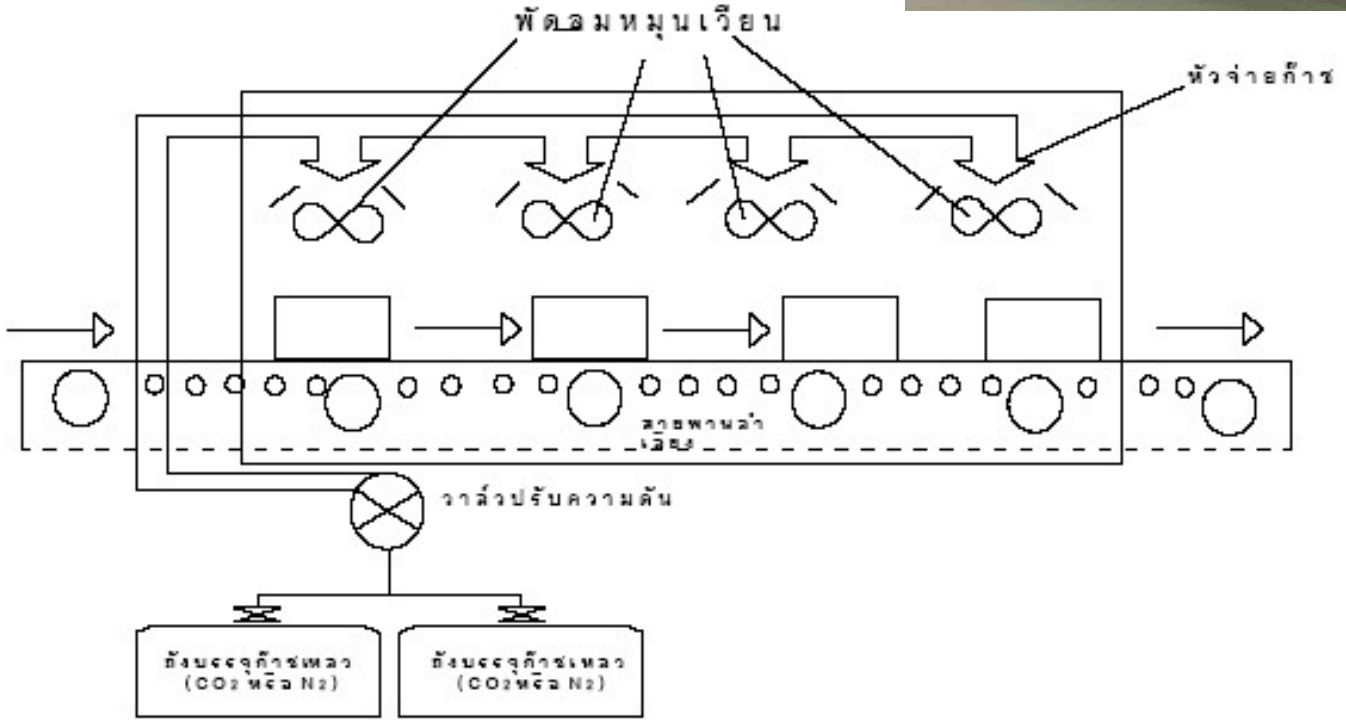
- วิธีการแช่เยือกแข็งโดยการระเหยนี้อาจเรียกว่า “การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิค (cryogenic freezing)” วิธีการแช่เยือกแข็งแบบนี้ใช้ของเหลวเช่นกัน แต่ของเหลวที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งวิธีนี้ต้องมีคุณสมบัติในการระเหยง่ายเช่น ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) คาร์บอนไดออกไซด์เหลว หรือสารประกอบฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งไนโตรเจนเหลวเป็นสารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นสารเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ ไนโตรเจนเหลวมีอุณหภูมิประมาณ -196 องศาเซลเซียส

- เมื่อฉีดพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ที่ลำเลียงอยู่บนสายพาน ไนโตรเจนเหลวเมื่อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน ไนโตรเจนเหลวจะเดือดกลายเป็นไอโดยดูดเอาความร้อนจากชิ้นของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะเย็นตัวและแข็งอย่างรวดเร็ว มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสภาพเนื้อสัมผัสที่ดี วิธีการนี้ทำได้ง่ายแต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัมต้องใช้ไนโตรเจนเหลวประมาร 1-1.5 กิโลกรัม และการใช้ค่อนข้างจำกัด ต้องระมัดระวังเนื่องจากการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว อาจทำให้ผิวของผลไม้เป็นรอยแตกได้ และผลิตภัณฑ์อาจติดบนสายพาน

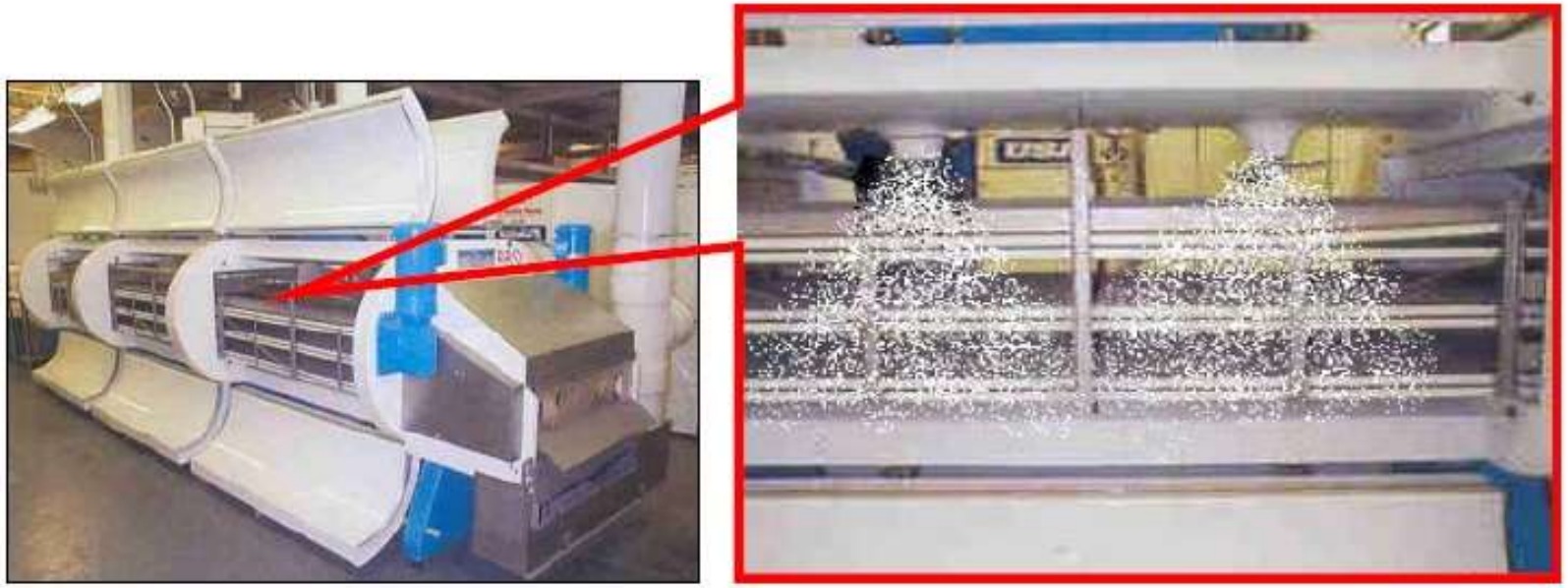
cryogenic freezing



cryogenic refrigeration



รูปที่ 2-8.2 พื้นฐานระบบทำความเย็นแบบ Direct Contact



รูปที่ 2-8.13 การลดอุณหภูมิแบบ Cryogenic Freezer

cryogenic freezing คือ การแช่แข็งโดยการใช้สารไครโอเจน (cryogen) เช่น ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (liquid carbondioxide) ซึ่งเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำมาก เมื่อสารไครโอเจน สัมผัสกับอาหารจะเดือด และดึงความร้อนแฝง (latent heat) ออกจากอาหารเพื่อการเปลี่ยนสถานะ ทำให้อุณหภูมิอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว เป็นการแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วมาก การแช่แข็งเยือกแข็งอาหารด้วยวิธีนี้ทำได้โดยการจุ่มลงอาหารลงสารไครโอเจน หรือ พ่นสารไครโอเจนลงบนผิวหน้าของอาหารโดยตรง

ตารางที่ 2-8.3 แสดงลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมในการใช้งานของเครื่องแช่แข็งชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเครื่องแช่แข็ง	ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์	ลักษณะการผลิต
1.Contact Freezer	Block	- วัตถุดิบที่มีเปียก (Wet product) - สินค้าที่ได้ทำ Pre-Packaged - สินค้าที่มีราคาไม่สูงนัก - วัตถุดิบที่มีขนาดไม่หนามากนัก - อัตราการผลิตปานกลาง - วัตถุดิบจำพวก ปลา ปลาหมึก กุ้ง ซูรูมิ กุ้ง
2.Air Blast Freezer 2.1 Tunnel	IQF	- วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก บาง - สินค้าที่ได้ทำ Pre-Packaged - อัตราการผลิตต่ำ - วัตถุดิบจำพวก ปลา ปลาหมึก กุ้ง สินค้ามูลค่าเพิ่ม
2.2 Belt	IQF	- วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก บาง - อัตราการผลิตต่ำ - วัตถุดิบจำพวก ปลา ปลาหมึก กุ้ง สินค้ามูลค่าเพิ่ม
2.3 Fluidization	IQF	- วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักน้อย - อัตราการผลิตสูงกว่าและราคาเครื่องสูงกว่า Tunnel และ Belt
3.Cryogenic	IQF	- สินค้าที่มีมูลค่าสูง - สินค้าที่มีอัตราการสูญเสียน้ำ (Dehydration) สูง - สินค้าที่ได้ทำ Pre-Packaged - อัตราการผลิตสูง - วัตถุดิบจำพวก กุ้ง สินค้าที่มีมูลค่าสูง

อัตราการแช่เยือกแข็ง (freezing rate)

•วิธีการแช่เยือกแข็งแต่ละแบบที่กล่าวมาจะมีอัตราเร็วในการทำให้อาหารแข็งตัวต่างกันขึ้นกับวิธีการส่งถ่ายความร้อนของตัวกลาง ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการ และความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งอัตราเร็วการแช่เยือกแข็งตามประสิทธิภาพของเครื่องมือได้ดังนี้

Freezing rate

อัตราการแช่เยือก (เซนติเมตรต่อ	การจัดประเภทอัตรา ของการแช่เยือก	ใช้ใน
0.2	แบบช้า (slow freezing)	อาหารที่มีขนาดใหญ่โดยใช้ลมเย็น
0.5-3	แบบเร็ว (quick freezing)	อาหารที่บรรจุขนาดย่อย (retail package)โดยใช้ลมเย็นเป่าหรือเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท
5-10	แบบเร็วมาก (rapid freezing)	อาหารแบบรายหน่วย (IQF) สำหรับอาหารขนาดเล็กโดยใช้เครื่องฟลูอิซ์เบด
10-100	แบบเร็วยวดยิ่ง (ultra rapid freezing)	อาหารที่ใช้เครื่องแช่เยือกแข็งไครโอเจนิค

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการแช่เยือกแข็ง

- 1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่

1.1 การเกิดการแห้งในผลิตภัณฑ์ (freezer burn) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาจะทำให้น้ำละลายและเกิดการแข็งตัวอีก โดยเฉพาะเกิดเกล็ดน้ำแข็งที่เกาะภายในผลิตภัณฑ์ที่ห่อแบบไม่แนบสนิท เกล็ดน้ำแข็งเหล่านี้มักเกิดการระเหิดออกจากผลิตภัณฑ์อาหาร การแห้งของผลิตภัณฑ์จะเกิดมากขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของห้องเก็บรักษาบ่อยครั้ง และมีความแตกต่างอุณหภูมิของห้องเก็บรักษาและอุณหภูมิของอีวาพอเรเตอร์

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการแช่เยือกแข็ง

1.2 การเปลี่ยนแปลงขนาดของผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์

เกิดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในห้องเก็บรักษามีช่วงกว้าง ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งที่แต่เดิมได้ทำการแช่เยือกแข็งแบบที่ได้ออกแบบไว้อย่างดี และมีผลึกน้ำแข็งที่เล็กในผลิตภัณฑ์ เมื่ออุณหภูมิในห้องเก็บรักษาสูงขึ้นน้ำแข็งเกิดการละลาย เมื่อระบบทำความเย็นทำงานอีกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลง เกิดการแช่เยือกแข็งที่เป็นแบบการใช้อากาศที่ไม่เคลื่อนที่ มีผลให้ผลึกของน้ำแข็งที่เกิดใหม่อีก (recrystallization) จะเกิดอย่างช้าๆ น้ำที่สามารถกลายเป็นน้ำแข็งได้จะเกิดภายนอกเซลล์มากขึ้น และผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นภายนอกเซลล์นี้จะใหญ่ มีผลให้เซลล์เหี่ยวและผลิตภัณฑ์มีน้ำไหลเยิ้มหลังการละลาย

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการแช่เยือกแข็ง

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์อาหารแช่เย็น

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่แข็ง

- อาหารทะเลแช่แข็งของไทย ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อการส่งออก ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็งที่สำคัญ มี 3 ชนิด คือ กุ้ง ปลา และปลาหมึก โดยเฉพาะกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง เป็นอาหารทะเลแช่แข็งที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด

- รูปแบบของสินค้าอาหารทะเลแช่แข็ง มีแตกต่างกันไป ตามความต้องการ ของผู้บริโภค ดังนี้

- 1. กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง มีรูปแบบสินค้า ที่นิยม หลายรูปแบบ เช่น กุ้งทั้งตัว ไม่เด็ดหาง ไม่แกะเปลือก กุ้งเด็ดหัว ไม่แกะเปลือก และกุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก เด็ดหาง ไม่ผ่าหลัง เป็นต้น
- 2. ปลาสดแช่เย็น แช่แข็ง รูปแบบสินค้าที่นิยม คือ ปลาสดทั้งตัว ปลาแล่ และปลาบด เป็นต้น
- 3. ปลาหมึกสด แช่เย็นแช่แข็ง สามารถ ทำได้ หลายรูปแบบ เช่น ปลาหมึกทั้งตัว ปลาหมึกชักไส้ ปลาหมึกกระดองแล่ และปลาหมึกกล้วยแล่ เป็นต้น

- 1. การผลิตแบบ Block Frozen เป็นวิธีการผลิต แบบแช่แข็งรวมกันหลายชิ้น ในกล่องเดียวกันเป็นก้อน โดยจะเรียงใส่ถาด ที่ทำด้วยเหล็กปลอดสนิม ซึ่งมีขนาดบรรจุต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ เช่น 1 กิโลกรัม หรือ 2 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำเข้าห้องแช่แข็ง จนกระทั่งสินค้ามีอุณหภูมิที่จุดกลาง -18°C แล้วจึงนำมา เคาะออกจากถาด และนำไปแช่ในน้ำเย็นจัด หรือวางแล้ว จึงพ่นด้วยน้ำเย็นจัดเพื่อเคลือบ จากนั้นสวมถุงพลาสติก และบรรจุใส่กล่องกระดาษอาบเทียน

- 2. การผลิตแบบ Individual Quick Frozen หรือ I.Q.F. เป็นวิธีการผลิตแบบแช่แข็งเป็นตัวๆ หรือชิ้นเดียว สินค้าที่คัดแล้วจะถูกเรียงลงบนสายพาน เพื่อส่งเข้า เครื่องแช่เยือกแข็ง I.Q.F. ที่อุณหภูมิ -50°C แล้วบรรจุลงถุงพลาสติกที่พิมพ์ด้วยรูปภาพ สีสันต่าง ๆ ตามความต้องการของตลาด จากนั้นจึง บรรจุใส่กล่องกระดาษอาบเทียน เป็นขั้นตอนสุดท้าย

I.Q.F (Individual Quick Freezing)

- หลังจากเสร็จขั้นตอนการบรรจุใส่กล่องกระดาษเรียบร้อยแล้ว อาหารทะเลแช่แข็ง จะถูกนำไปไว้ ในห้องเก็บที่อุณหภูมิ -18°C เพื่อเตรียมส่งออกต่อไป

ในปัจจุบัน กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งนิยมการผลิตในลักษณะ I.Q.F. ในขณะที่ปลาสดแช่เย็นแช่แข็ง และปลาหมึกสด แช่เย็นแช่แข็ง นิยมการผลิตในลักษณะ Block Frozen

Fishery Frozen Products

Head-on Shell-on

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF / Block
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 31/40, 36/40, 41/50, 51/60, 61/70, 71/90, 91/110, 100/200, 200/300
- **Packing** IQF: 2x5lbs, 4x5lbs, 4x2.5lbs etc. Semi IQF: As per customer requirement, Block Frozen: 6x1.8Kg, 6x2.0Kg, 10x4lbs, 10x5lbs, etc.

Headless Shell-on

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF / Block
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 31/40, 36/40, 41/50, 51/60, 61/70, 71/90, 91/110, 100/200, 200/300
- **Packing** IQF: 2x5lbs, 4x5lbs, 4x2.5lbs etc. Semi IQF: As per customer requirement, Block Frozen: 6x1.8Kg, 6x2.0Kg, 10x4lbs, 10x5lbs, etc.

Headless Easy peeled

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF / Block
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 31/40, 36/40, 41/50, 51/60, 61/70, 71/90, 91/110, 100/200, 200/300
- **Packing** IQF: 2x5lbs, 4x5lbs, 4x2.5lbs etc. Semi IQF: As per customer requirement, Block Frozen: 6x1.8Kg, 6x2.0Kg, 10x4lbs, 10x5lbs, etc.

Peeled pull veined tail-on

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF / Block
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 31/40, 36/40, 41/50, 51/60, 61/70, 71/90, 91/110, 100/200, 200/300
- **Packing** IQF: 2x5lbs, 4x5lbs, 4x2.5lbs etc. Semi IQF: As per customer requirement, Block Frozen: 6x1.8Kg, 6x2.0Kg, 10x4lbs, 10x5lbs, etc.

Peeled deveined tail-on

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF / Block
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/35, 31/40, 36/40, 41/50, 51/60, 61/70, 71/90, 91/110, 100/200, 200/300
- **Packing** IQF: 2x5lbs, 4x5lbs, 4x2.5lbs etc. Semi IQF: As per customer requirement, Block Frozen: 6x1.8Kg, 6x2.0Kg, 10x4lbs, 10x5lbs, etc.

Pop Corn Shrimp

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 51/60, 61,70, 71/90, 91/110
- **Packing** As per customer requirement

Breaded

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF
- **Size** 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 4L, 3L, 2L, L, M, MS, 7L, 6L, 5L, 95, 90, 98, 80, 75"
- **Packing** 5x20, 6x20, 10x20, 20x20 (Piece/Tray) 14x4x6, 18x4x6, 23x4x6, 28x4x6, etc (Piece/Tray/Carton) Or as per customer requirement

Shrimp skewer

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF / Semi IQF
- **Size** 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 51/60, 61,70, 71/90, 91/110
- **Packing** As per customer requirement

COOK SHRIMP

Head-on Shell-on

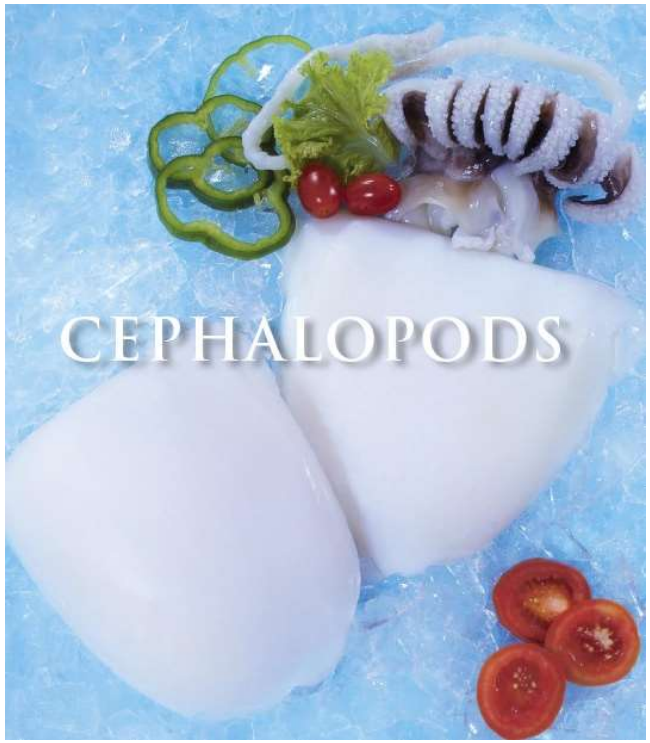
- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF
- **Size** 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 4L, 3L, 2L, L, M, MS, 7L, 6L, 5L, 95, 90, 98, 80, 75"
- **Packing** 5x20, 6x20, 10x20, 20x20 (Piece/Tray) 14x4x6, 18x4x6, 23x4x6, 28x4x6, etc (Piece/Tray/Carton) Or as per customer requirement

Headless Shell-on

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF
- **Size** 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 4L, 3L, 2L, L, M, MS, 7L, 6L, 5L, 95, 90, 98, 80, 75"
- **Packing** 5x20, 6x20, 10x20, 20x20 (Piece/Tray) 14x4x6, 18x4x6, 23x4x6, 28x4x6, etc (Piece/Tray/Carton) Or as per customer requirement

Headless Easy peeled

- **Specie** Black tiger / White Vannamei
- **Freezing Style** IQF
- **Size** 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/50, 4L, 3L, 2L, L, M, MS, 7L, 6L, 5L, 95, 90, 98, 80, 75"
- **Packing** 5x20, 6x20, 10x20, 20x20 (Piece/Tray) 14x4x6, 18x4x6, 23x4x6, 28x4x6, etc (Piece/Tray/Carton) Or as per customer requirement



Fillet Skinless

- Size 10g, 8g, 10g, 12g per piece

Fillet Skin on roll

- Size 1kg/up, 1/2, 3/4, 5/6, 7/8

Fillet Sushi mi set

- Size 1/2, 2/4, 5/7, 8/12, 13/20

Fillet Slice

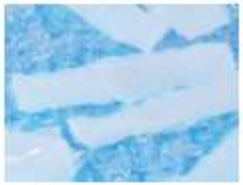
- Size 21/40, 41/60, 61/up

Fillet

- Size 1.5cm

Fillet Slit

- Size 1 cm.



Tentade Block / IQF

- Size 7 g., 8 g., 10 g., 12 g., 15 g. per piece

Stick

- Size 17-19 sticks/Kg

WCCF Block / IQF

- Size 21/40, 41/60, 61/up

WCCF Stick

- Size 10g, 20g, 30g

SQUID

Slit

- **Size** 50 g., 110 g., 300 g.

Somen

- **Size** 1kg/up, 1/2, 2/4, 5/7, 8/12, 13/20

Ring

- **Size** 1000 g. per bag

Dice Cut

- **Size** u/5, u/10, 11/20, 21/40, 41/60, 61/up

WC Squid Block / IQF

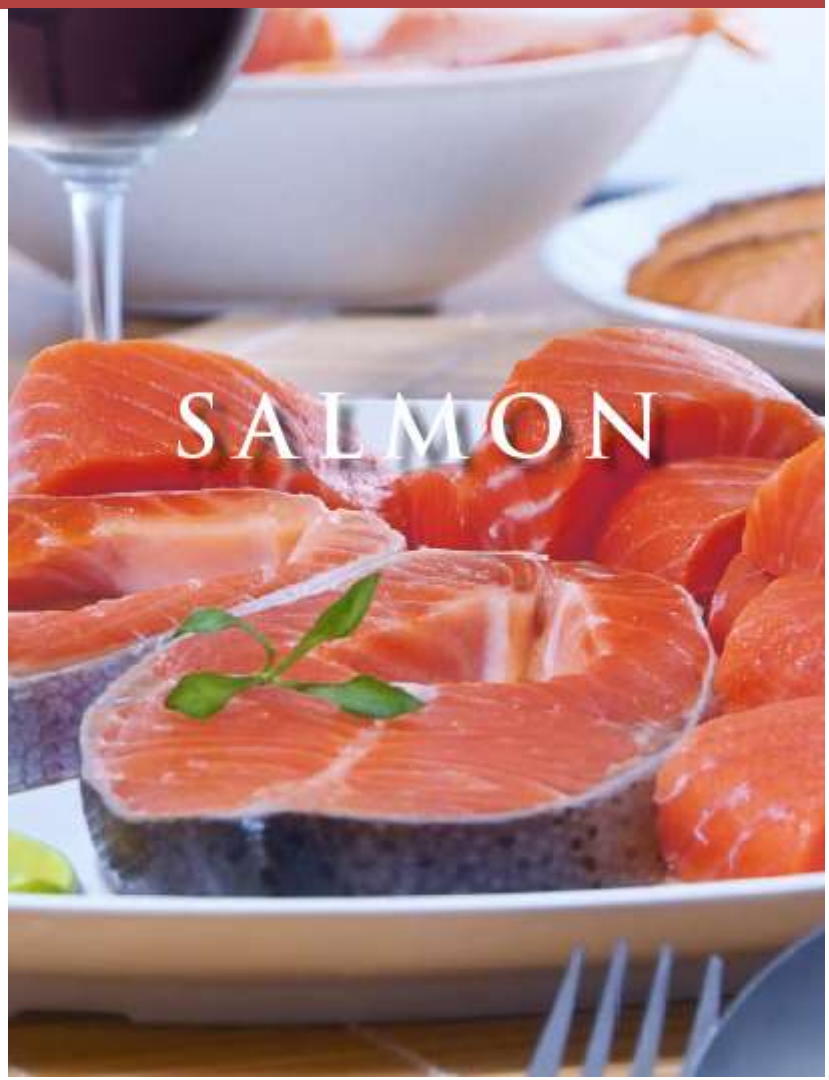
- **Size** 21/40, 41/60, 61/up

Squid Tube Block / IQF

- **Size** u/5, u/10, 11/20, 21/40, 41/60, 61/up

Tentacle Block / IQF

- **Size** 41/60, 61/up



Grilled Harasu Slice

- Description 10g, 12g per piece

Non Grilled Harasu Slice

- Description 10g, 12g per piece

Salmon Loin

- Description Individual vacuum bag

Grilled Slice

- Description 8g, 8g, 10g, 12g, 14g per piece

Non Grilled Slice

- Description 8g, 8g, 10g, 12g, 14g per piece

SALMON

Salmon Portion Cut

- Description 80-100g per piece

Grilled Kirimi

- Description 20g, 25g, 35g, 50g, 60g, 65g per piece

Non Grilled Kirimi

- Description 20g, 25g, 35g, 50g, 60g, 65g per piece

Salmon Flake

- Description 300g, 500g per bag

❖ **เอกสารประกอบการสอน**

❖ ประเสริญ สายสิทธิ์. 2514. ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอม. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

❖ พวงพร โชติกไกร. 2534. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.มหาวิทยาลัยรามคำแหง

❖ Hall, G.M. 1997. Fish processing technology. (2 nd) London : Chapman & Hall