

# KNOWLEDGE MANAGEMENT

**หลักสูตรทักษะการบริหารจัดการ วิเคราะห์  
ปัญหา บริหารต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ  
และสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าด้วยเทคโนโลยี  
อบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง**

**(Machine Management, Analytics  
and Cost-effective operations of  
Freeze Dry)**

ภายใต้แผนงานพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากร  
ภาคอุตสาหกรรม  
โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาคเพื่อตอบโจทย์  
การพัฒนานวัตกรรมของประเทศ ประจำปีงบประมาณ 2563



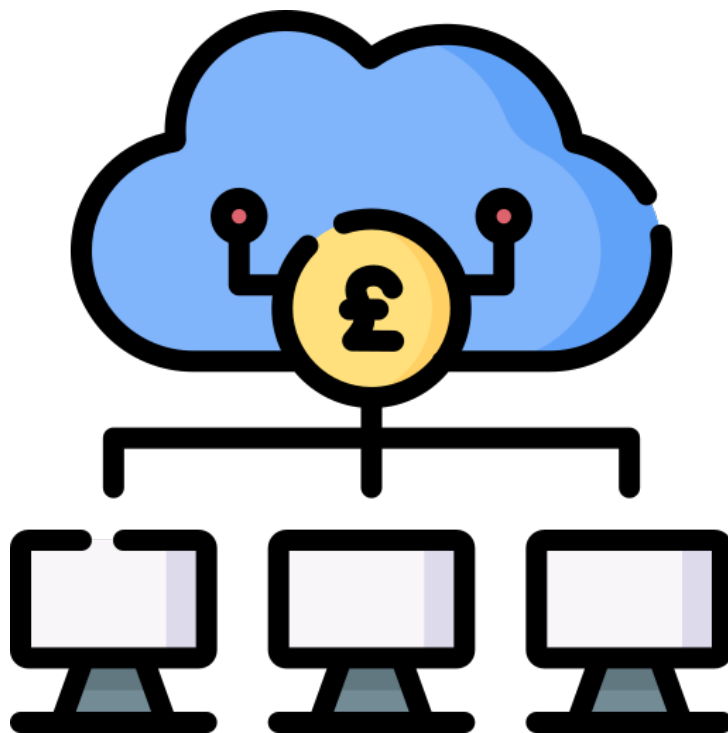
## สารบัญ

	<b>หน้า</b>
<b>บทที่ 1 : คำอธิบายโครงการ และหลักสูตร</b>	<b>1</b>
1.1 แนะนำโครงการ	2
1.2 คำอธิบายหลักสูตร	8
<b>บทที่ 2 : แบบทดสอบและประเมินผลก่อนเรียน</b>	<b>13</b>
2.1 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre-Test)	14
2.2 แบบประเมินทักษะก่อนการพัฒนาทักษะ (Pre-Embedded Skill)	19
<b>บทที่ 3 : การพัฒนาทักษะ</b>	<b>21</b>
3.1 บทที่ 1 : หลักการและความรู้พื้นฐานของเทคโนโลยี Freeze Dry	22
3.2 บทที่ 2 : เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dryer)	48
3.3 บทที่ 3 : การบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	56
3.4 บทที่ 4 : Good Maintenance and Cleaning for Productivity	67
<b>บทที่ 4 : แบบทดสอบและประเมินผลหลังเรียน</b>	<b>125</b>
4.1 แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post-Test)	126
4.2 แบบประเมินทักษะหลังการพัฒนาทักษะ (Post-Embedded Skill)	131
4.3 เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังพัฒนาทักษะ	133
<b>บทที่ 5 : แผนงาน (Action Plan)</b>	<b>137</b>
5.1 แบบฟอร์มแผนงาน (Action Plan)	138

# บทที่ 1 : คำอธิบายโครงการ และหลักสูตร



# 1.1 แนะนำโครงการ





# BRAIN POWER SKILL UP

ภายใต้  
แผนงานการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากร  
ภาคอุตสาหกรรม  
โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาคเพื่อตอบโจทย์  
การพัฒนานวัตกรรมของประเทศ



สร้างทักษะกำลังคนขั้นสูง  
เพื่อรับมือความเปลี่ยนแปลง  
วางแผนขับเคลื่อนธุรกิจสู่อนาคต

# 1 ภาพรวมแผนงาน “การพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรภาคอุตสาหกรรม (Brain Power Skill Up)”

## รายละเอียด

หลักสูตรพัฒนาทักษะสำหรับภาคอุตสาหกรรม (upskill for future technology) จำนวน 20 หลักสูตร เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง (transform) เทคโนโลยีของบริษัท เช่น AI, Data science, Big Data เป็นต้น



## กลุ่มเป้าหมาย

บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาค ให้ตอบโจทย์การพัฒนาอนาคตของประเทศไทย
2. เพื่อสร้างระบบนิเวศเทคโนโลยีและนวัตกรรมในสถาบันการศึกษา

## อุตสาหกรรมเป้าหมาย

### อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพในการต่อยอด



ยานยนต์สมัยใหม่



อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ



ท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ



การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ



การแปรรูปอาหาร

### อุตสาหกรรมอนาคต



หุ่นยนต์เพื่อการผลิต



การบินและโลจิสติกส์



เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ



ดิจิทัล



การแพทย์ครบวงจร

### อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในภาคเหนือ



การแปรรูปอาหาร



เกษตร



กาแฟ



Herb & Cosmetics

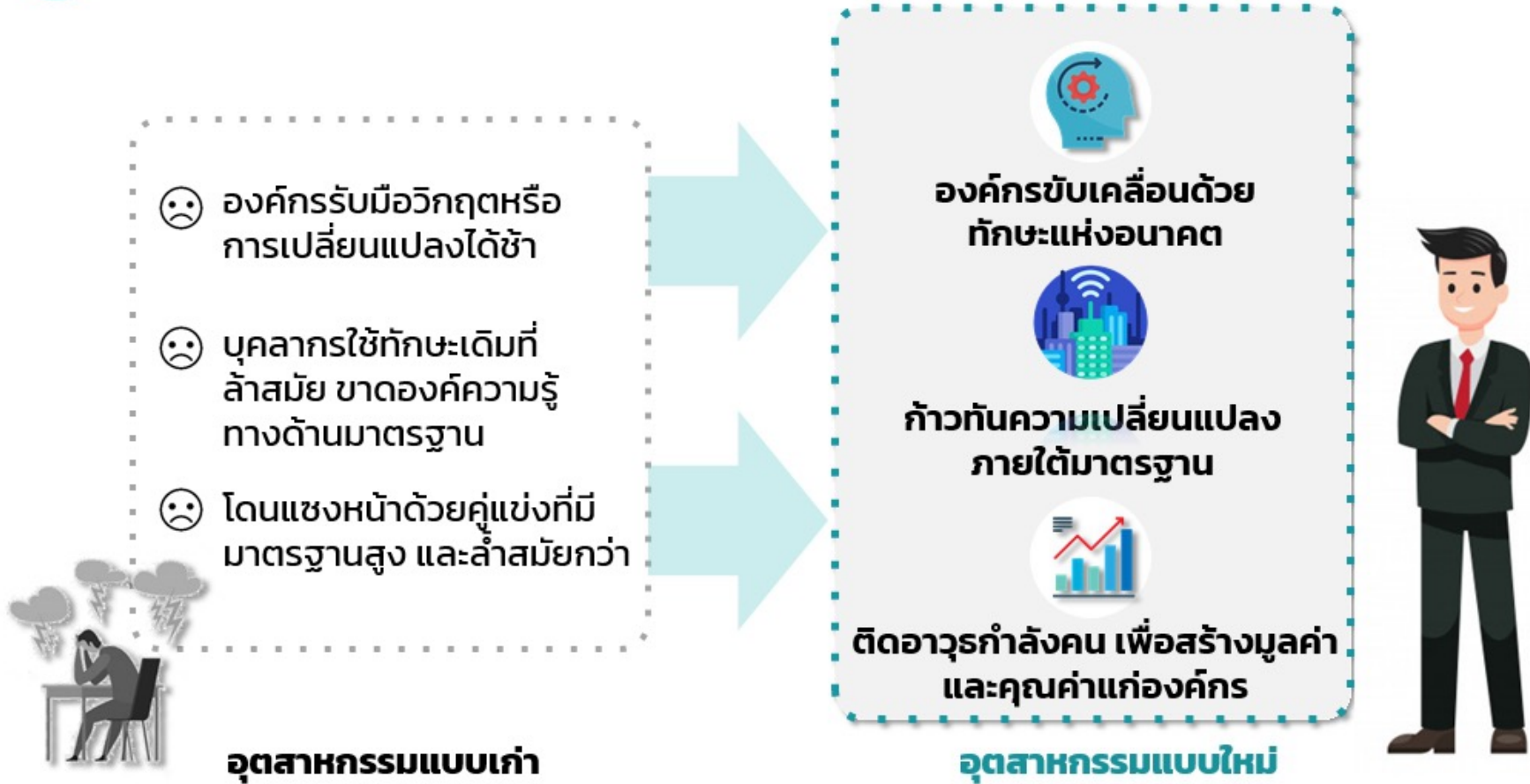


Fashion & Jewelry

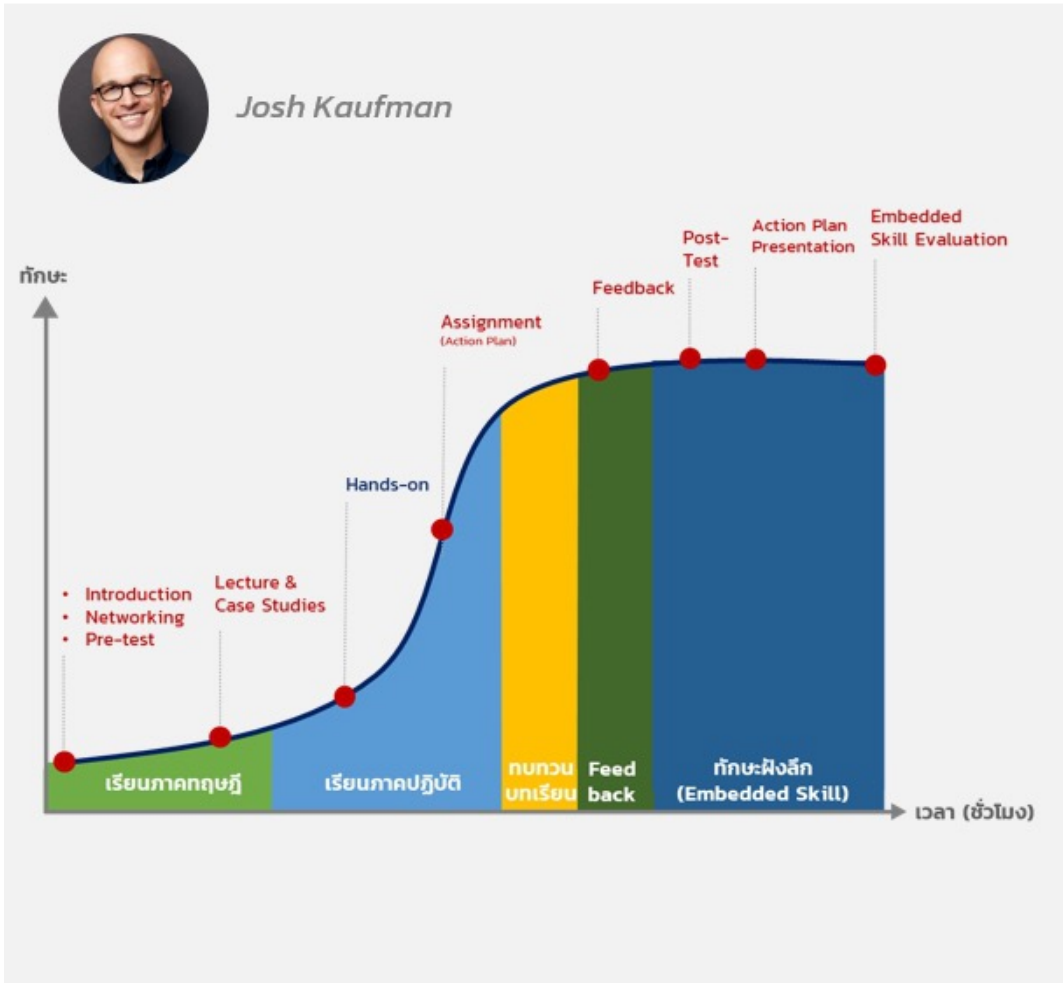


Gift & Lifestyle

## 2 หลักการและความสำคัญ



### 3 กลไกการสร้างทักษะ (10 ขั้นตอน)



- 1 **แนะนำโครงการ และ กิจกรรมสร้างเครือข่าย**  
(Networking Workshop)
- 2 **แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre-Test)**  
**แบบประเมินทักษะก่อนเรียน** (Pre-Embedded Skill Evaluation)
- 3 **เรียนภาคทฤษฎี** (Lecture)
- 4 **การอบรมเชิงปฏิบัติการ**  
(Case-Studies & Workshop)
- 5 **เรียนภาคปฏิบัติ** (Hands-On)
- 6 **การเขียนแผนงาน ทุกวันหลังเลิกเรียน**  
(Assignment – Action Plan)
- 7 **การให้คำปรึกษาแผนงานโดยผู้เชี่ยวชาญ** (Feedback)  
**ทุกวันหลังเลิกเรียน**
- 8 **บันทึกความก้าวหน้าการพัฒนาทักษะ: Learning Curve Record**  
**ทุกวันหลังเลิกเรียน**
- 9 **แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post-Test)**  
**แบบประเมินทักษะหลังเรียน** (Post-Embedded Skill Evaluation)
- 10 **ผู้เรียนนำเสนอแผนงาน Action Plan**



## 4 ผลลัพธ์ทักษะ (Learning Output)



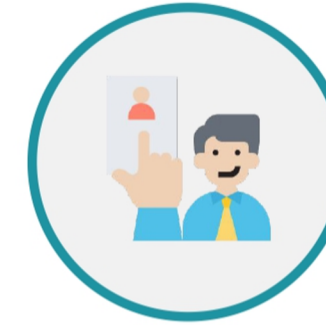
ผู้เรียนได้ทดสอบ  
องค์ความรู้  
ผ่าน **Pre-Test**  
และ **Post-Test**



ผู้เรียนบันทึกและวางแผนการ  
พัฒนาทักษะของตนเอง ผ่าน  
**Learning Curve Record**

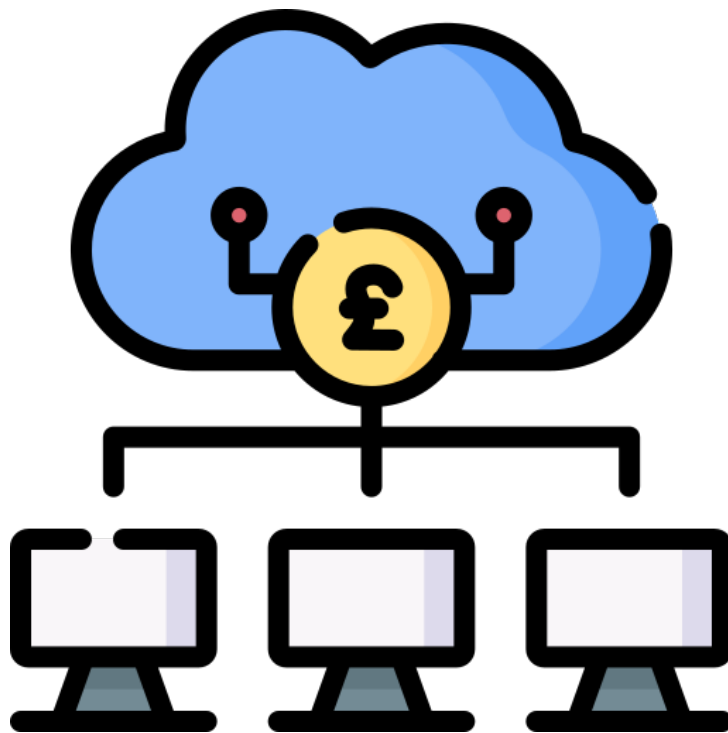


ผู้เรียนได้แผน  
**Action Plan**  
รายคน



ผู้เรียนได้รับการวัดผลสำเร็จ  
การพัฒนาทักษะ ก่อนและหลัง  
**(Pre-Post Embedded Skill  
Evaluation)**  
โดยวัดผลลัพธ์ 5 ทักษะ  
เพื่อนำมาทำ Radar Chart

## 1.2 คำอธิบายหลักสูตร



**ประเภท 2**

**การพัฒนาทักษะความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรขั้นสูง**

**หลักสูตรที่ 1** | **ทักษะการบริหารจัดการ วิเคราะห์ปัญหา บริหารต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าด้วยเทคโนโลยีอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dry)**  
**Machine Management, Analytic and Cost-effective operations of Freeze Dry**

**คำอธิบาย :** สร้างทักษะ การบริหารจัดการ การวิเคราะห์ปัญหา และการบริหารต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการผลิตและการลงทุนในกระบวนการ รวมถึงการแปรรูปสินค้าเกษตรให้อยู่ในรูปอาหารแห้ง ด้วยวิธี Freeze Dry โดยให้ถูกต้องตามกฎหมายข้อ และมาตรฐานข้อบังคับ และตรงตามความต้องการของตลาด

- วัตถุประสงค์ :**
1. เพื่อสร้างทักษะในการบริหารจัดการ และการวิเคราะห์ปัญหา และการบริหารต้นทุน
  2. เพื่อสร้างทักษะในการวางแผน บริหารจัดการ กระบวนการผลิตและต้นทุนของเครื่อง Freeze dry ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
  3. เพื่อให้ผู้เข้าร่วมหลักสูตรสามารถลงมือปฏิบัติ และนำเทคนิคไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการแปรรูปอาหารของสถานประกอบการได้จริง



- ผลลัพธ์ทักษะ :**
1. ทักษะการเตรียมวัตถุดิบ เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ
  2. ทักษะการใช้เครื่อง Freeze Dry อย่างมีประสิทธิภาพ
  3. ทักษะการวิเคราะห์ และจัดการปัญหา (Solution Management)
  4. ทักษะการบริหารจัดการ คำนวณต้นทุน และระยะเวลาต้นทุน
  5. ทักษะการบำรุงรักษา และทำความสะอาดเครื่องจักร

**อุตสาหกรรมเป้าหมาย :** อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future)

**กลุ่มเป้าหมาย :** หัวหน้างาน พนักงาน

**วิทยากร :**

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน	ความเชี่ยวชาญ	รูปภาพ
1	อาจารย์อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล	รองผู้อำนวยการ ศูนย์นวัตกรรม อาหารและบรรจุ ภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  สาขาวิชา เทคโนโลยีการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรม เกษตร	- สถิติวิจัยสำหรับ อุตสาหกรรม เกษตร  - การพัฒนา ผลิตภัณฑ์ อาหาร	
2	รศ.ดร.ยุรนา พิมลศิริพล	ผู้อำนวยการศูนย์ นวัตกรรมอาหาร และบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	สาขาวิชาเทคโนโลยี การพัฒนา ผลิตภัณฑ์คณะ อุตสาหกรรมเกษตร	
3	อาจารย์ ดร.วิญญู ศักดิ์ถาวร	รองผู้อำนวยการ ศูนย์นวัตกรรม อาหารและบรรจุ ภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	สาขาวิชาเทคโนโลยี การพัฒนา ผลิตภัณฑ์คณะ อุตสาหกรรมเกษตร	
4	ผศ.ดร. กนิษฐพร วังใน	ภาควิชา วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีการ อาหาร คณะ อุตสาหกรรม เกษตร	ภาควิชา วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีการ อาหาร	

		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		
5	คุณเปล่งศักดิ์ ชื่นศรี วิโรจน์	Sales Engineer Supervisor บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	Sales Engineer Supervisor	
6	คุณธนาริ รัตนมบุญ WS	Technical Engineer บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	Technical Engineer	

**เนื้อหาที่เรียน :**

ลำดับที่	เนื้อหาที่เรียน
1	<b>กิจกรรมบรรยาย</b> หัวข้อ "ส่งเสริมทักษะและการประยุกต์งานวิจัยสู่การสร้างมูลค่าอุตสาหกรรมอาหาร Freeze dried" เนื้อหา คุณภาพและประสิทธิภาพของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง
2	<b>กิจกรรมบรรยาย</b> หัวข้อ "ส่งเสริมทักษะและการประยุกต์งานวิจัยสู่การสร้างมูลค่าอุตสาหกรรมอาหาร Freeze dried" เนื้อหา การบริหารจัดการและวิเคราะห์ต้นทุน ปัญหา และกระบวนการผลิต สู่การเพิ่มประสิทธิภาพที่มีคุณภาพ
3	<b>กิจกรรมบรรยาย</b> หัวข้อ "Good maintenance and cleaning for productivity"
4	<b>กิจกรรมปฏิบัติการพัฒนากลุ่ม: "Brain storming Workshop"</b> จัดกลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยในแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายวัตถุประสงค์ 1 ชนิดร่วมกันใช้ความคิดในการออกแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยี Freeze Dry เนื้อหาที่นำเสนอประกอบไปด้วย <ul style="list-style-type: none"> <li>• แนวคิดการพัฒนา</li> <li>• รูปแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ทางการตลาด</li> <li>• งบประมาณและแผนการขาย</li> </ul>

ลำดับที่	เนื้อหาที่เรียน
5	<p><b>กิจกรรมปฏิบัติการพัฒนาทักษะ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• แต่ละกลุ่มรับผิดชอบการจัดเตรียมวัตถุดิบ 1 ชนิด เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง</li> <li>• การจัดการผลิตภัณฑ์หลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง</li> </ul>

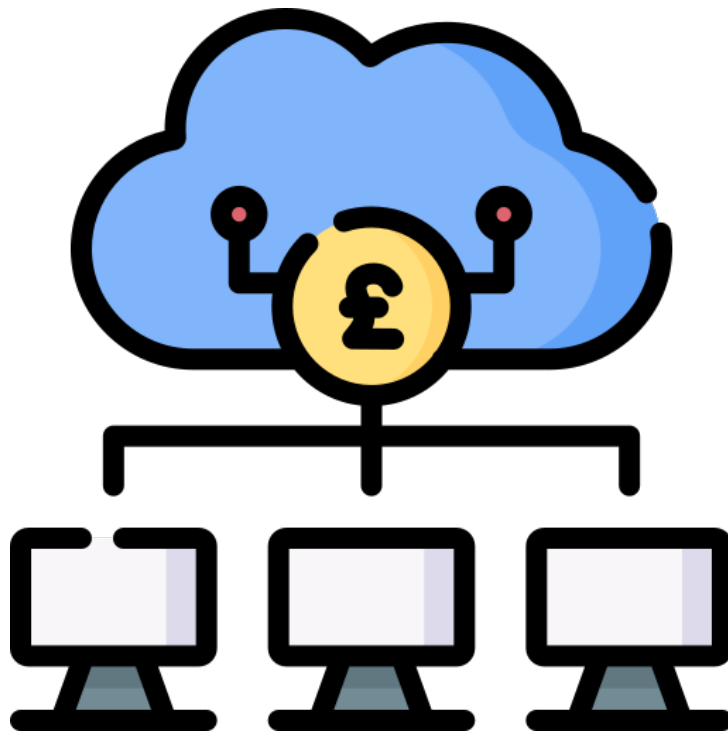
**วิธีการเรียน :**

1. แนะนำโครงการ Brain Power Skill Up
2. แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre-Test)/แบบประเมินทักษะก่อนเรียน (Pre-Embedded Skill Evaluation)
3. เรียนภาคทฤษฎี (Lecture)
4. การเขียนแผนงาน ทุกวันหลังเลิกเรียน (Assignment – Action Plan)
5. บันทึกความก้าวหน้าการพัฒนาทักษะ Learning Curve Record ทุกวันหลังเลิกเรียน
6. แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post-Test)/แบบประเมินทักษะหลังเรียน (Post-Embedded Skill Evaluation)

# บทที่ 2 : แบบทดสอบและ ประเมินผลก่อนเรียน



## 2.1 แบบทดสอบก่อน พัฒนาทักษะ (Pre-Test)





**ส่วนที่ 1 ลงทะเบียน**

1. กรุณากรอกชื่อ-นามสกุล.....
2. สถานประกอบการ.....
3. Email.....
4. เบอร์โทร.....

**ส่วนที่ 2 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre-Test)**

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) หมายถึงข้อใด
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนระเหยน้ำออกจากในผลิตภัณฑ์
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนกับผลิตภัณฑ์โดยตรงเพื่อระเหิดน้ำแข็ง.
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนในการระเหิดน้ำแข็ง
  - ไม่มีข้อถูก
  
2. สามารถใช้วิธีการใด ในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งก่อนการทำการ Freeze dry
  - การแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็น (Air Blast Freezing)
  - การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิก (Cryogenic Freezing)
  - ตู้แช่แข็ง (Freezer)
  - ถูกทุกข้อ

**3. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง**

- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง

**4. ข้อใดต่อไปนี่ที่ทำให้การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) แตกต่างจากการทำแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ**

- สามารถทำให้แห้งได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นชิ้น และเป็นสารละลาย
- ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำ
- 70 คน
- 60 คน

**5. ข้อใดต่อไปนี่ไม่ถูกต้อง**

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถใช้วัตถุดิบได้ทั้งแบบของเหลวและของแข็ง

**6. กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ฝักอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ควรเตรียมตัวอย่างอย่างไร**

- ลำง หั่น
- ลำง หั่น แช่แข็ง
- ลำง หั่น ลวก แช่แข็ง
- ลำง หั่น ลวก ลดอุณหภูมิ แช่แข็ง

**7. ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มใดควรทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง**

- ซุปสาหร่าย น้ำพริกอ่อน บรอกโคลี
- กล้วยหอมสุก ส้ม และน้ำสลัด(น้ำใส)
- ดอกกะหล่ำ เหล้าขาว และเมลอน
- น้ำผึ้ง ลำไยสด และไอศกรีม

**8. การยบตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบ Freeze dry อาจเกิดจาก**

- ลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำมากเกินไป
- ใช้อุณหภูมิสูงเกินไประหว่างการทำแห้ง
- วัตถุดิบยังแช่ไม่แข็งก่อนนำไปทำการอบแห้ง
- ไม่มีข้อถูก

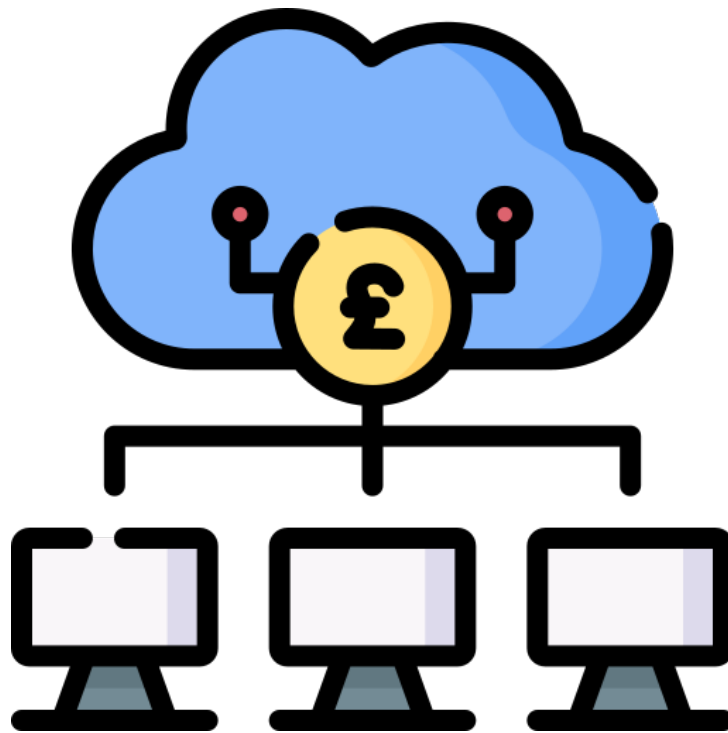
**9. ให้เลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชิ้นเมลอนอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง**

- ถุงโพลีโพรพิลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอไมด์ ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอธิลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีไวนิลิดิมคลอไรด์ ร่วมกันวัสดุดูดซับความชื้น

10. ข้อใดคือปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อเลือกใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

- องค์กรประกอบหลักในวัตถุดิบ
- ต้นทุนการผลิต
- สุขลักษณะในการผลิต
- ถูกทุกข้อ

## 2.2 แบบประเมินทักษะก่อนการพัฒนาทักษะ (Pre-Embedded Skill)



**ส่วนที่ 1 สำหรับ ผู้เรียน**
**ข้อมูลทั่วไป**

ชื่อ-นามสกุล .....

ชื่อสถานประกอบการ .....

**ส่วนที่ 2 สำหรับ เจ้าของกิจการ หรือ หัวหน้างาน**
**2.1 การประเมินผู้เรียน**
**ความหมายระดับคะแนน**

- 0 = Beginner                      ไม่มีความรู้ ไม่มีทักษะ
- 1 = Learner                        มีความเข้าใจในทฤษฎีเบื้องต้น
- 2 = Practitioner                   มีความเข้าใจในทฤษฎีอย่างเต็มที่ มีความรู้ด้านปฏิบัติเล็กน้อย สามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาคือไม่ซับซ้อนได้
- 3 = Experienced                   มีความเข้าใจในทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มที่ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาคือซับซ้อนปานกลางได้
- 4 = Embedded                    เกิดทักษะติดตัว สามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนมากได้ และสามารถกำหนดแผนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรได้และนำไปสู่การต่อยอดเพื่อลงมือทำจริง
- 5 = Broaden                        เกิดทักษะอย่างทอ่งแท้ในระดับผู้เชี่ยวชาญ และสามารถถ่ายทอดทักษะให้แก่ผู้อื่นได้

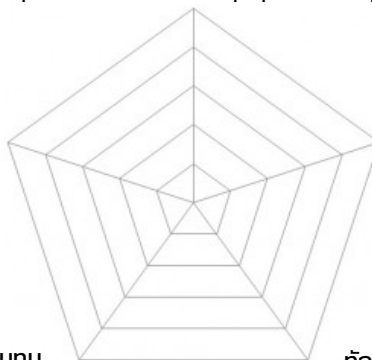
**กรุณา (✓) ในช่องระดับคะแนน**

ผลลัพธ์ทักษะ	ระดับคะแนน					
	0	1	2	3	4	5
1. ทักษะการเตรียมวัตถุดิบ เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ						
2. ทักษะการใช้เครื่อง Freeze Dry อย่างมีประสิทธิภาพ						
3. ทักษะการวิเคราะห์ และจัดการปัญหา (Solution Management)						
4. ทักษะการบริหารจัดการ ค่าต้นทุน และระยะเวลาต้นทุน						
5. ทักษะการบำรุงรักษา และทำความสะอาดเครื่องจักร						

**การวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะด้วยกราฟเรดาร์ (Radar Chart)**

ทักษะการเตรียมวัตถุดิบ เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ

ทักษะการบำรุงรักษา และทำความสะอาดเครื่องจักร



ทักษะการใช้เครื่อง Freeze Dry อย่างมีประสิทธิภาพ

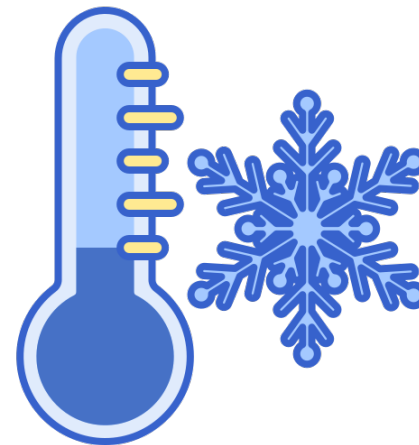
ทักษะการบริหารจัดการ ค่าต้นทุน และระยะเวลาต้นทุน

ทักษะการวิเคราะห์ และจัดการปัญหา (Solution Management)

# บทที่ 3 : การพัฒนาทักษะ



# 3.1 บทที่ 1 : หลักการและความรู้พื้นฐานของ เทคโนโลยี Freeze Dry














# หัวข้อ “ ส่งเสริมทักษะและการประยุกต์งานวิจัยสู่การ สร้างมูลค่าอุตสาหกรรมอาหาร Freeze dried ”

# Principle of Freeze Drying

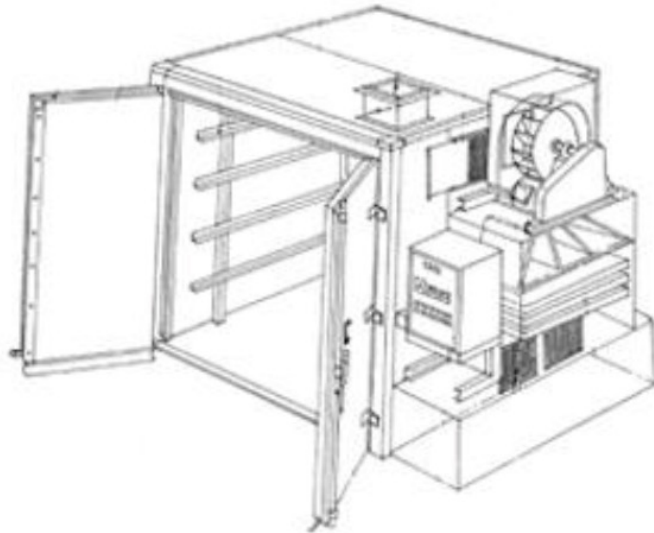
หลักการและความรู้พื้นฐานของเทคโนโลยี Freeze Dry



-  หลักการพื้นฐานการทำแห้งแบบเยือกแข็ง
-  กระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง
-  หลักการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร
-  อิทธิพลของพารามิเตอร์ต่อกระบวนการทำแห้ง
-  คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ Freeze Dried
-  การตรวจวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์
-  ประเภทของผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง
-  ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง
-  แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

# Principle of Drying Technology

## หลักการทั่วไปของเทคโนโลยีการทำแห้ง



การทำแห้ง (dehydration) หรือกระบวนการดึงน้ำออกจากอาหาร เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งไปยังวัสดุอาหารที่มีความชื้น เพื่อกำจัดความชื้นออกจากอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการทำแห้งจะมีความชื้นประมาณ 2 - 14% ทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity;  $a_w$ ) ในอาหารลดลง ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น รา (mold) ยีสต์ (yeast) และแบคทีเรีย (bacteria) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (Food spoilage) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme) และชะลอปฏิกิริยาต่าง ๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย

อาหารที่ผ่านการทำแห้งจนมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) น้อยกว่า 0.6 สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Food pathogen) รวมทั้งสามารถยับยั้งสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น Aflatoxin เป็นต้น นอกจากนี้การทำแห้งยังทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ช่วยลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีการอื่น

# Principle of Drying Technology

หลักการทั่วไปของการทำแห้ง

กระบวนการอบแห้งส่วนมากใช้อากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังผลิตภัณฑ์ และการถ่ายเทมวลความชื้นจากผลิตภัณฑ์ไปยังอากาศ ความร้อนจากอากาศจะทำให้เกิดการระเหยน้ำออกจากผลิตภัณฑ์จาก**กระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวล** โดยอาศัยหลักการดังนี้



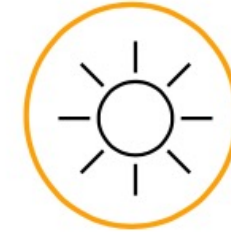
## Conduction

การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ข้างเคียง



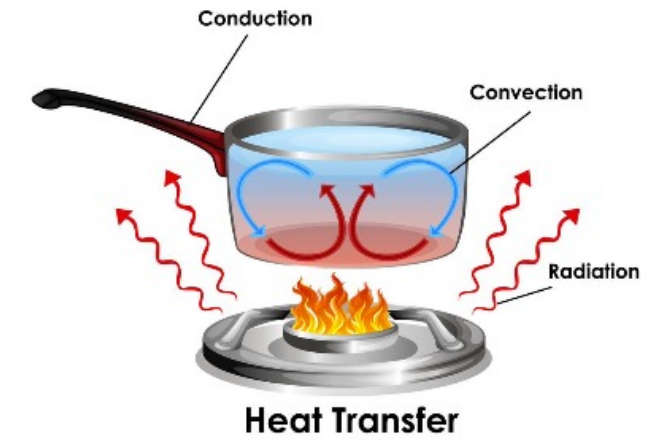
## Convection

การพาความร้อน ความร้อนจะถูกพาผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศหรือแก๊สจากของเหลวชนิดหนึ่งไปยังของเหลวอีกชนิดหนึ่ง



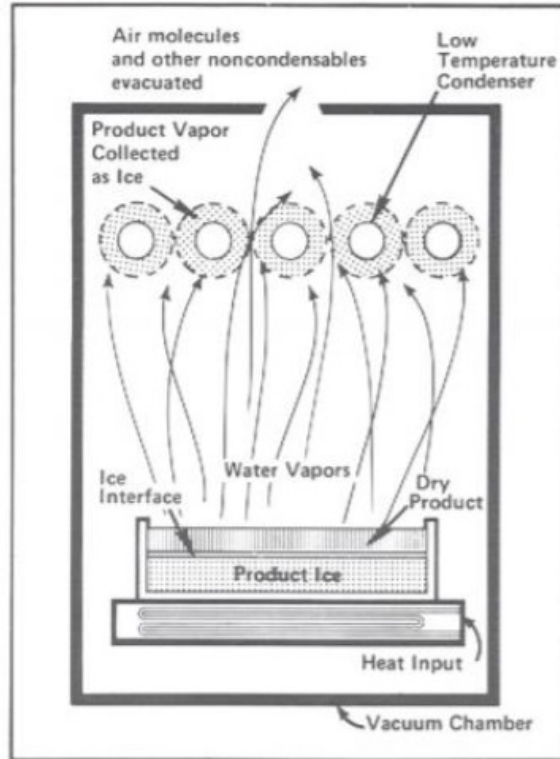
## Radiation

การแผ่รังสี เป็นการถ่ายเทความร้อนอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยไม่อาศัยตัวกลาง

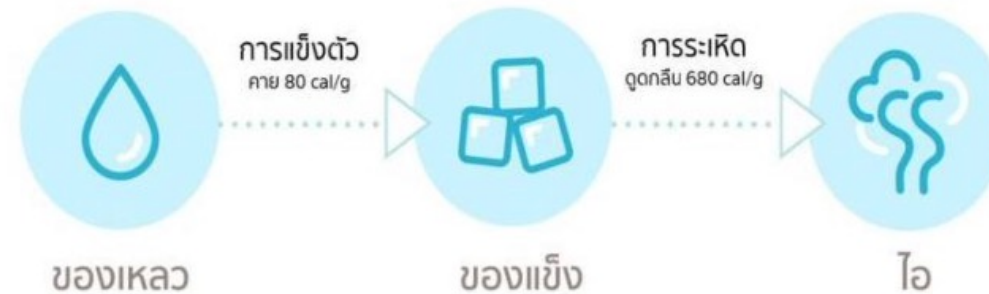


# Principle of Freeze Drying

หลักการพื้นฐานของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

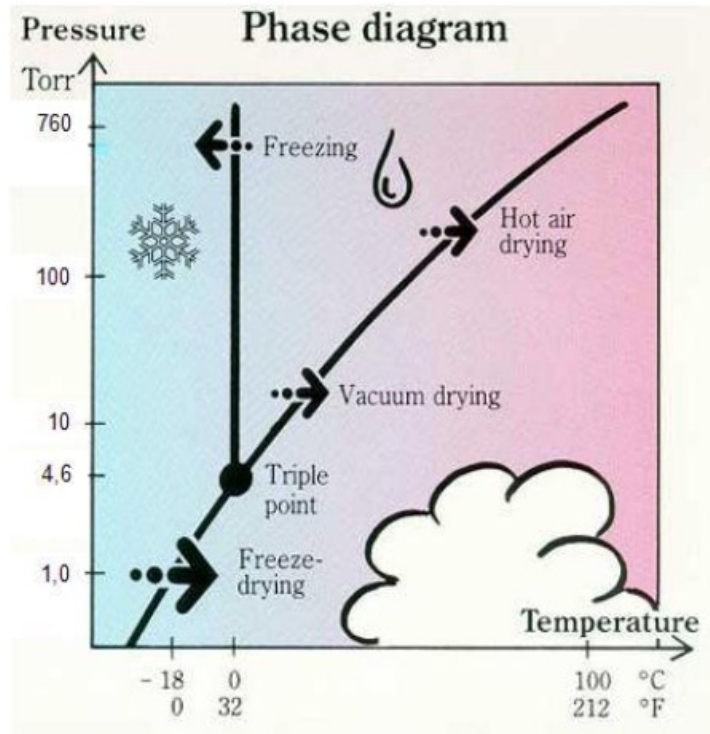


การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dehydration cryodesiccation หรือ lyophilization) เป็นการทำแห้ง (dehydration) ด้วยกระบวนการระเหิด (sublimation) ของน้ำในอาหารที่อยู่ในสถานะของแข็งให้กลายเป็นไอ โดยอาศัยการลดความดันให้ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ (ที่อุณหภูมิ เท่ากับหรือ ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ที่ความดันเท่ากับ 4.7 มิลลิเมตรปรอทหรือต่ำ



# Principle of Freeze Drying

หลักการพื้นฐานของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



4.58 Torr = 6.1173 mbar = 611.2 Pascals = 0.6112 kPa

1 Torr = 1.33322 mbar = 1 mmHg = 133.322 Pascals (Pa)

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของน้ำในอาหารที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และไอ โดยการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในอาหารจะขึ้นอยู่กับ “อุณหภูมิ” และ “ความดัน” เส้นทุกเส้นจะตัดกันที่จุดทริบเปิล (triple point) ซึ่งเป็นจุดที่สามสถานะคือ ของแข็ง ของเหลว และไอ อยู่ในสภาวะสมดุลกัน

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) มีการเปลี่ยนแปลงเฟสของน้ำในอาหารสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการแช่เยือกแข็ง เพื่อเปลี่ยนสถานะของน้ำให้เป็นน้ำแข็ง จากนั้นจึงลดความดันลง และอุณหภูมิ เพื่อให้เกิดการระเหิด (sublimation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการระเหิดของน้ำในอาหาร :

- อุณหภูมิ
- ชนิดของอาหาร
- ความดัน
- พื้นที่ผิว
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

### The Crispy Green Freeze-Drying Process



# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



เตรียมวัตถุดิบ (Pre-treatment)



การแช่แข็ง (Freezing)



การอบแห้งขั้นปฐมภูมิ (Primary Drying)

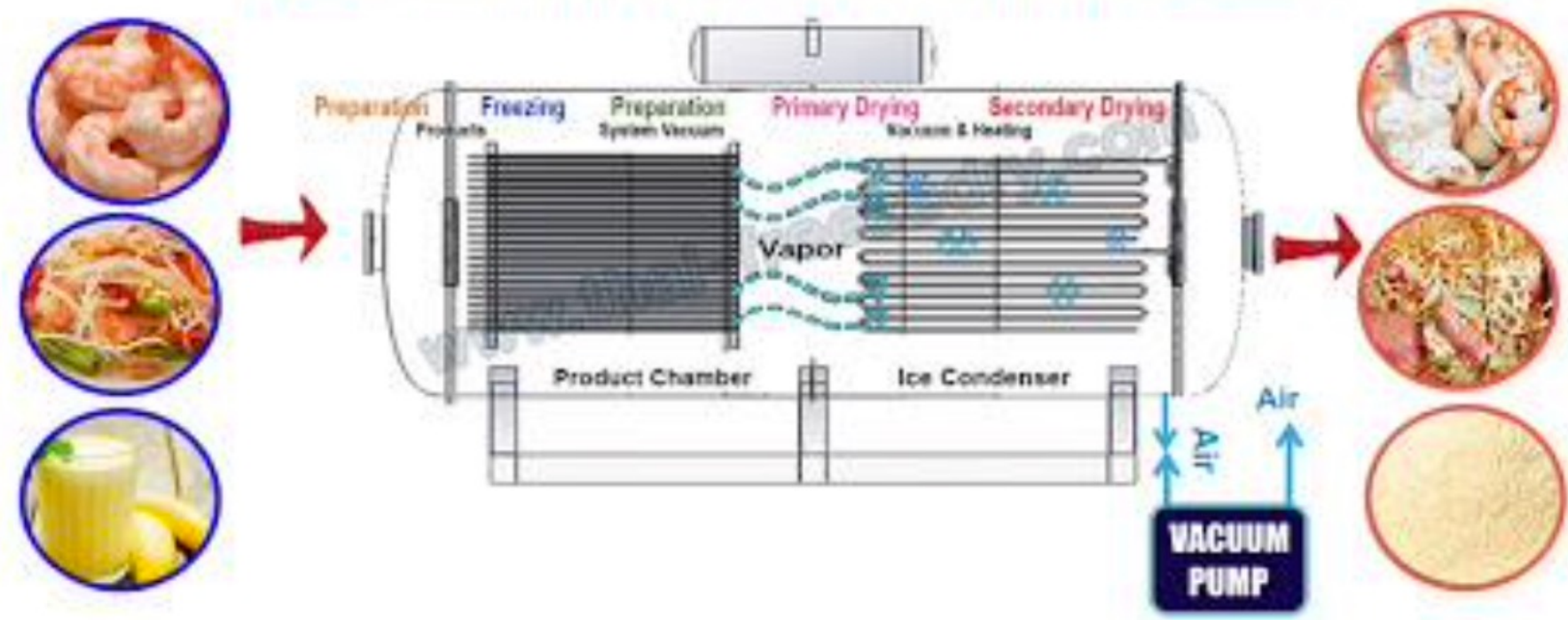


การอบแห้งขั้นทุติยภูมิ (Secondary Drying)

# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## FOOD AND FRUIT FREEZE DRYING PROCESS





# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



## เตรียมวัตถุดิบ (Pre-treatment)

ผลิตภัณฑ์กลุ่มผัก ผลไม้ และอาหารที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

คัดเลือก ล้าง ทำความสะอาด ปอกเปลือก และตัดแต่งขนาดของผัก ผลไม้ให้  
เหมาะสม จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการชะลอหรือระงับปฏิกิริยาของเอนไซม์ในผักและผลไม้  
ก่อนการทำแห้ง

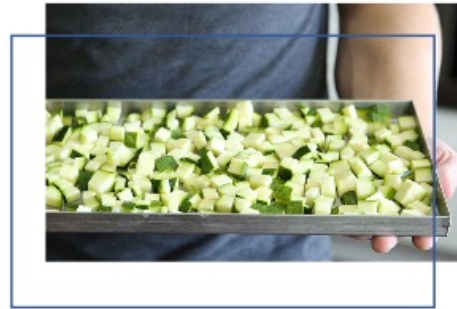
**กลุ่มผัก** นิยมใช้ความร้อนในรูปน้ำร้อน หรือไอน้ำ เพื่อทำลายกิจกรรมของเอนไซม์

- โซเดียมคาร์บอเนตลงในน้ำร้อนที่ใช้ลวกเล็กน้อย เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงสีของผักสีเขียว
- แคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำร้อนที่ใช้ลวก เพื่อลดการนิ่มของผัก

**กลุ่มผลไม้** นิยมปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในการทำลายกิจกรรมของเอนไซม์ เพื่อคงความสด  
และลดการสูญเสียกลิ่นรสของผลไม้

**ผลิตภัณฑ์อาหารในรูปของของเหลว**

อาหารที่อยู่ในรูปของของเหลวที่ความเข้มข้นต่ำ อาจนำไปเข้าสู่กระบวนการระเหยให้เข้มข้น  
เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการทำแห้ง และยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร





## การแช่แข็ง (Freezing)

เป็นกระบวนการลดอุณหภูมิของวัตถุดิบให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (Freezing Point) อย่างรวดเร็ว เพื่อให้น้ำที่อยู่ในเซลล์เกิดเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก (Ice Crystal) ซึ่งการแช่เยือกแข็งที่นิยมใช้ คือ

**แบบใช้ลมเย็น (Air Blast Freezing)**

**แบบไครโอเจนิค (Cryogenic Freezing)**

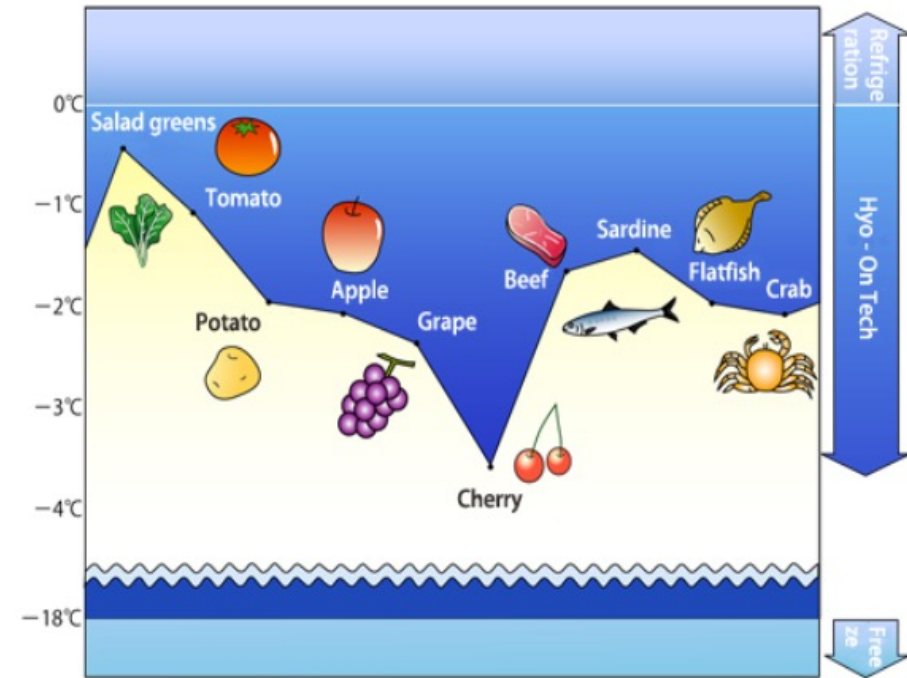
เนื่องจากจุดเยือกแข็งของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน จึงควรทราบจุดเยือกแข็งของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาแช่แข็ง

ความเร็วที่ใช้ในการแช่แข็งวัตถุดิบ จะมีผลต่อโครงสร้างผลึกของวัตถุดิบ **อัตราการแช่เยือกแข็งที่เร็ว** จะส่งผลให้ผลึกมีขนาดเล็ก เกิดการเสีรूपน้อยกว่าอัตราการแช่แข็งที่ช้า



# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



เป็นการลดปริมาณน้ำ (Dehydration) ด้วยการระเหิด  
ผลึกน้ำแข็งในเซลล์ให้กลายเป็นไอด้วยการลดความดัน  
บรรยากาศโดยรอบให้ต่ำลงในระดับของสุญญากาศ (Vacuum)  
ต้องใช้ความดันต่ำกว่า 132 Pa และ 132 mPa ตามลำดับ

- การระเหิดของชั้นน้ำแข็ง (Ice Layer) จะเริ่มขึ้นที่บริเวณ  
ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสอากาศก่อน ทำให้บริเวณผิวน้ำนี้  
กลายเป็นชั้นแห้ง (Dry Layer)
- จากนั้นชั้นน้ำแข็งที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์จะระเหิดผ่านชั้น  
แห้งไปสู่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ตามลำดับ
- ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำจัดน้ำในรูปของน้ำอิสระ (free  
water)
- ระยะเวลาการระเหิดนั้นขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง และ  
โครงสร้างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
- ไอที่เกิดจากการระเหิดจะถูกดูดออกโดยปั๊มสุญญากาศ  
และจะถูกดักจับไอ (Vapor Trap) ผ่านเครื่องควบแน่น  
(Condenser) หรือสารดูดความชื้น

# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



## การอบแห้งขั้นปฐมภูมิ (Primary Drying)



# Freeze Drying Method

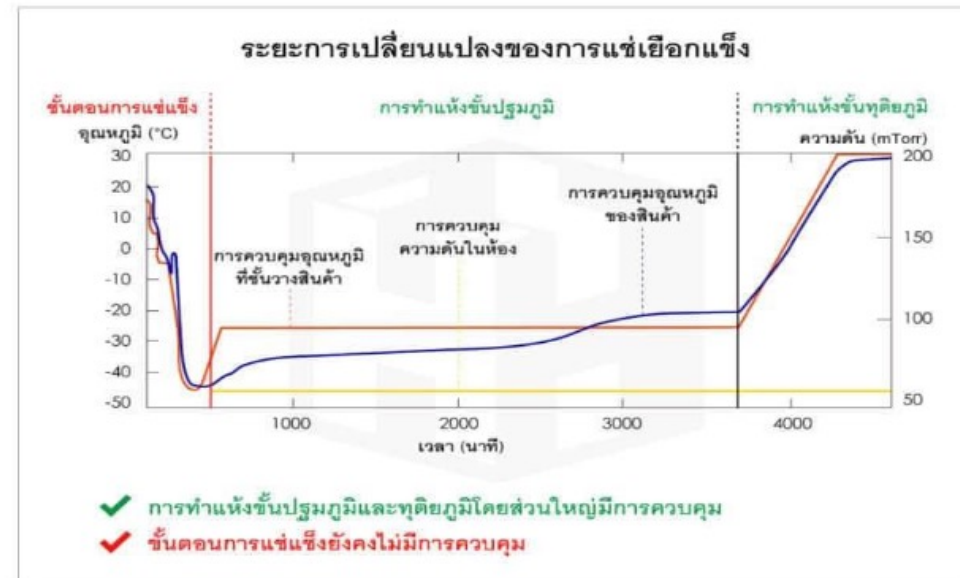
กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



## การอบแห้งขั้นทุติยภูมิ (Secondary Drying)

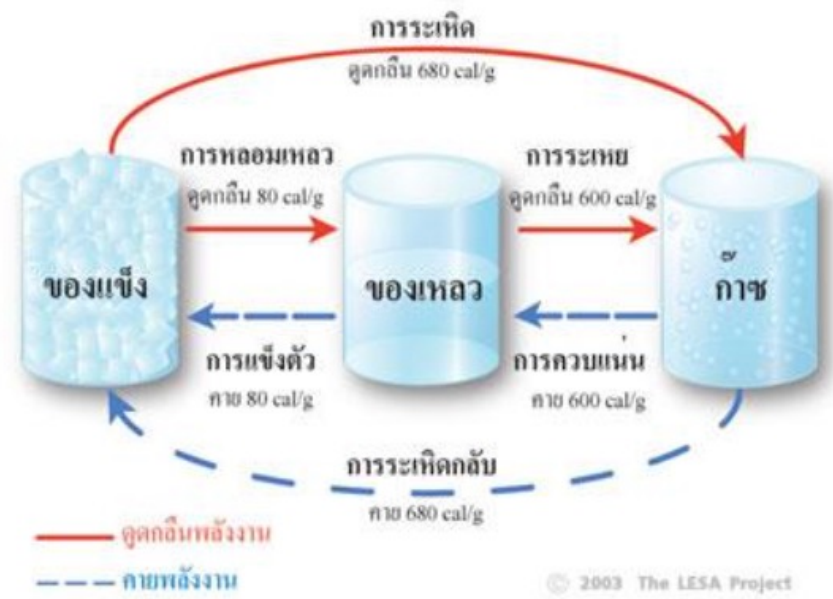
เป็นขั้นตอนของการระเหยน้ำที่อยู่ในรูปของน้ำยึดเกาะ (bound water) อันเป็นส่วนของน้ำที่ไม่เกิดการตกผลึก ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 15% โดยน้ำหนักเปียกของวัตถุดิบ ให้เหลือ 2-5% โดยน้ำหนักเปียกของวัตถุดิบ สภาวะที่เกิดขึ้นทั้งหมด 4 สภาวะ คือ

1. **ขณะเริ่มต้นของกระบวนการ** การลดลงของน้ำจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะเหลืออยู่ในขั้น Plateau-Level
2. **ในขั้น plateau** จะเกิดการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับน้ำที่มีอยู่ด้วย อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
3. **ความเร็วในการอบนั้นจะเพิ่มขึ้น** ซึ่งเป็นการเพิ่มความร้อนให้แก่พื้นผิวของวัตถุดิบ
4. **ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในตู้อบในกระบวนการนี้จะเป็นการลดความดันให้น้อยลง** เช่น จากความดันที่ 0.26 mbar เป็น 0.065 mbar โดยไม่มีการเปลี่ยนความเร็วในการอบ



# Heat and Mass Transfer

หลักการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร



การกำจัดความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์อาหาร จะมีการถ่ายเทความร้อนและมวลเกิดขึ้นพร้อมกัน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นภายในโครงสร้างผลิตภัณฑ์ เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวของผลิตภัณฑ์และน้ำภายในผลิตภัณฑ์ระหว่างการทำแห้ง ทำให้เกิดการระเหยหรือระเหิดของน้ำภายในผลิตภัณฑ์ไปยังผิวผลิตภัณฑ์

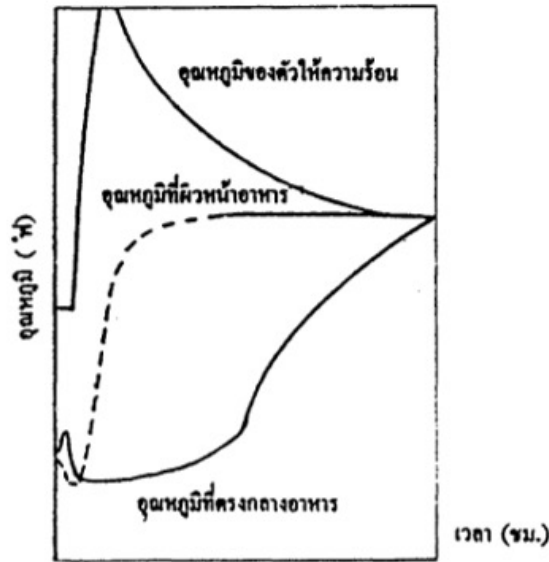
การถ่ายเทความร้อน และมวลภายในโครงสร้างผลิตภัณฑ์จะเกิดในระดับโมเลกุล โดยที่การถ่ายเทความร้อนจะถูกจำกัดด้วยสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของโครงสร้างผลิตภัณฑ์และการถ่ายเทมวลเป็นส่วนหนึ่งกับการแพร่โมเลกุลของไอน้ำในอากาศ

# Heat and Mass Transfer

หลักการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

## การถ่ายเทความร้อน

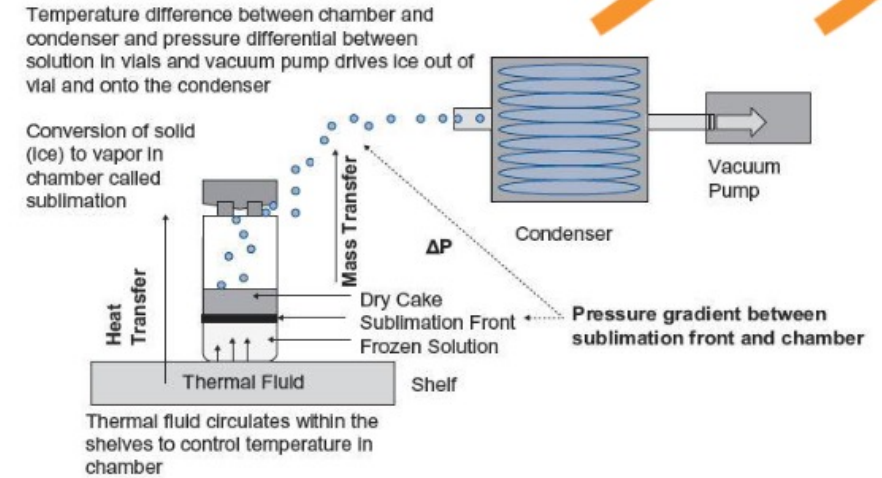
ความร้อนจะถ่ายเทจากที่ผิวหน้าของอาหาร และผ่านชั้นของผลิตภัณฑ์ไปยังบริเวณการระเหิด นั่นคือความร้อนแฝงของการระเหิดจะถ่ายเทจากแหล่งให้ความร้อนไปยังบริเวณการระเหิดภายในชั้นอาหาร และไอน้ำที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องควบแน่นของเครื่องทำความเย็น



## การถ่ายเทมวล

ไอน้ำที่เกิดจากการระเหิดถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก และถูกถ่ายเทออกจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ การถ่ายเทไอน้ำนี้เกิดขึ้นภายใต้ความดันแตกต่างจำกัดค่าหนึ่ง โดยความดันไอบริเวณด้านหน้าของการระเหิดเพื่อจะไล่ไอออกจากผลิตภัณฑ์ จะต้องไม่มีค่าสูงกว่าความดันอิมตัวของน้ำที่อุณหภูมิซึ่งผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในสภาพแข็งตัว

กระบวนการนี้สามารถทำได้ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ แต่การถ่ายเทมวลภายในผลิตภัณฑ์ในส่วนของการแพร่ของโมเลกุลจะเกิดขึ้นอย่างช้ามาก จึงควรมีระบบสุญญากาศเข้ามาช่วย การไหลของไอน้ำจากบริเวณส่วนหน้าของการระเหิด จะพาเอาก๊าซที่ไม่ควบแน่นไปยังกับดักไอน้ำด้วย และ ณ ที่นี้จะมีปั๊มสุญญากาศติดตั้งเพื่อนำก๊าซที่ไม่ควบแน่นออกไป เพื่อป้องกันการสร้างความดันขึ้น ฉะนั้นความดันย่อยของก๊าซที่มีค่าต่ำมากในเครื่องจึงทำให้การถ่ายเทของไอน้ำเกิดขึ้นเหมือนดังการไหลของมวล



# Freeze Drying Efficiency

อิทธิพลของพารามิเตอร์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพของกระบวนการทำแห้ง



01 ลักษณะทางธรรมชาติ  
อาหาร



02 ขนาดและรูปร่างของอาหาร



03 ตำแหน่งของอาหารใน  
เครื่องทำแห้ง



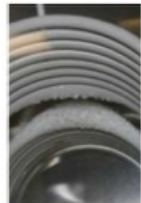
04 ปริมาณอาหารต่อถาด



05 อุณหภูมิในระหว่าง  
กระบวนการทำแห้งแบบแช่  
เยือกแข็ง



06 อุณหภูมิการแช่เยือกแข็ง



07 ความดันของคอนเดนเซอร์  
ในระหว่างการทำแห้ง



08 สภาวะสุญญากาศ  
(Vacuum system)



09 การควบคุมอุณหภูมิใน  
กระบวนการทำแห้ง



# Freeze Drying Method

กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

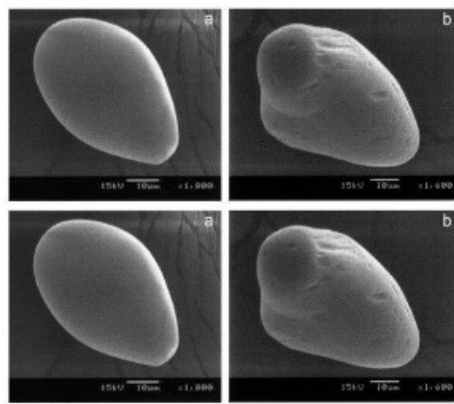
ตัวบ่งชี้การเสร็จสิ้นของกระบวนการผลิต

โดยปกติเครื่อง Freeze Dry จะมีการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ แต่ในบางครั้งในกรณีเครื่องหยุดแล้ว แต่ความชื้นของผลิตภัณฑ์ยังคงหลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการเพิ่มระยะเวลาในการดำเนินเครื่องต่อ เมื่อนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ออกจากถาดใหม่ ๆ อุณหภูมิของตัวอย่างจะมีความเย็นเล็กน้อยจากโครงสร้างน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ แต่จะไม่เย็นจัดจนเกินไป โดยหากยังพบเจอจุดความเย็น ควรมีการนำถาดที่มีตัวอย่างเข้าเครื่องอีกครั้งเพื่อลดปริมาณความชื้น



# Freeze Dried Product

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



## 01 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอาหารระหว่างการ  
 ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และปรากฏการณ์การยุบ  
 สลายของโครงสร้างผลิตภัณฑ์

## 02 ความชื้นในผลิตภัณฑ์

ความชื้นเป็นตัวบอกระดับของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ  
 เมื่อเทียบกับวัสดุชื้นหรือแห้ง.

## 03 การดูดซึมน้ำกลับ

การสูญเสียน้ำในอาหารที่ทำแห้งแบบเยือกแข็ง  
 มักจะมีสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณน้ำที่  
 สามารถดูดซึมน้ำกลับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ภายหลังการคืน  
 รูป

## 04 ผลของการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์

ผลของการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ใน  
 กระบวนการทำแห้ง คือ อุณหภูมิ



## Analysis of Freeze Dried Product

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

-  01 ปริมาณความชื้น (Moisture content)
-  02 วอเตอร์แอกติวิตี (Water activity, aw)
-  03 ความสามารถในการละลาย (Solubility)
-  04 การวิเคราะห์ค่าสี (Colour value)
-  05 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH value)
-  06 ปริมาณร้อยละผลผลิต (%Yield)

# Freeze Dried Product

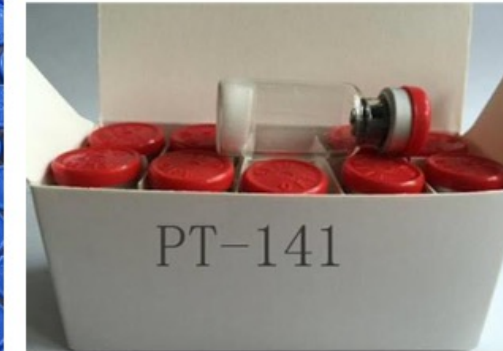
ประเภทของผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งอาหารทางการแพทย์

Material (10 mm thick)	Safe temp. (°C)	Condenser temp. (°C)	Drying time (hour)
Blood plasma	- 10 to - 25	- 40	16
Serum	- 25	- 40	18
Vaccinia	- 30 to - 40	- 50	22
Influenza Vaccine	- 30	- 50	24
Human Tissue	- 30 to - 40	- 50	48

## ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

ในด้านการแพทย์นั้นมีการนำวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อรักษาโครงสร้าง และองค์ประกอบ รวมทั้งลดการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารออกฤทธิ์ที่อุณหภูมิสูง จึงมักนำวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เอนไซม์ เลือด วัคซีน ฮอร์โมน และยาปฏิชีวนะ เป็นต้น

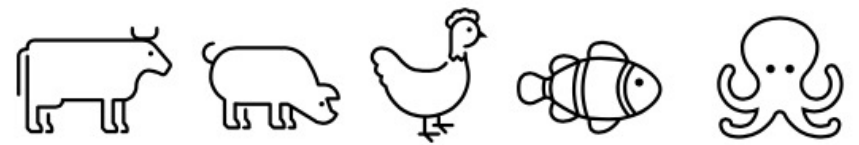


# Freeze Dried Product

ประเภทของผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

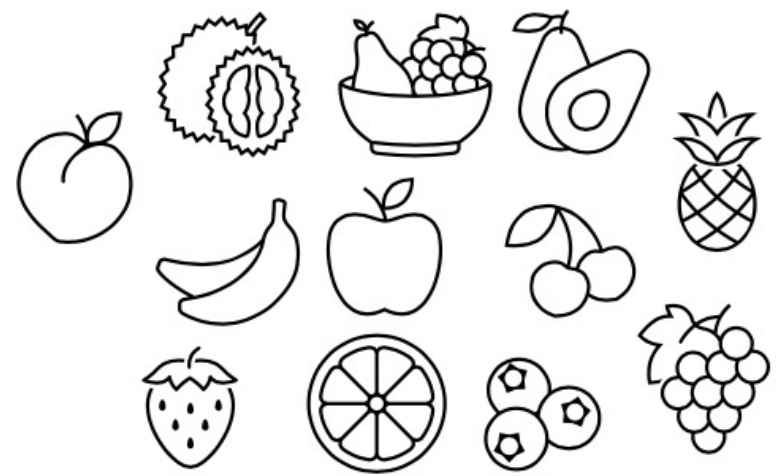
ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีน้ำหนักเบา สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเป็นปี และยังสามารถคงรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการทำแห้งด้วยวิธีการอื่น



# Freeze Dried Product

ประเภทของผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

“ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้”



# Freeze Dried Product

ประเภทของผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

“ผลิตภัณฑ์ประเภทซูป และอาหารกึ่งสำเร็จรูป”



# Advantage & Disadvantage

ข้อดี และ ข้อเสีย ของ เทคโนโลยี การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## “ ข้อดี ”

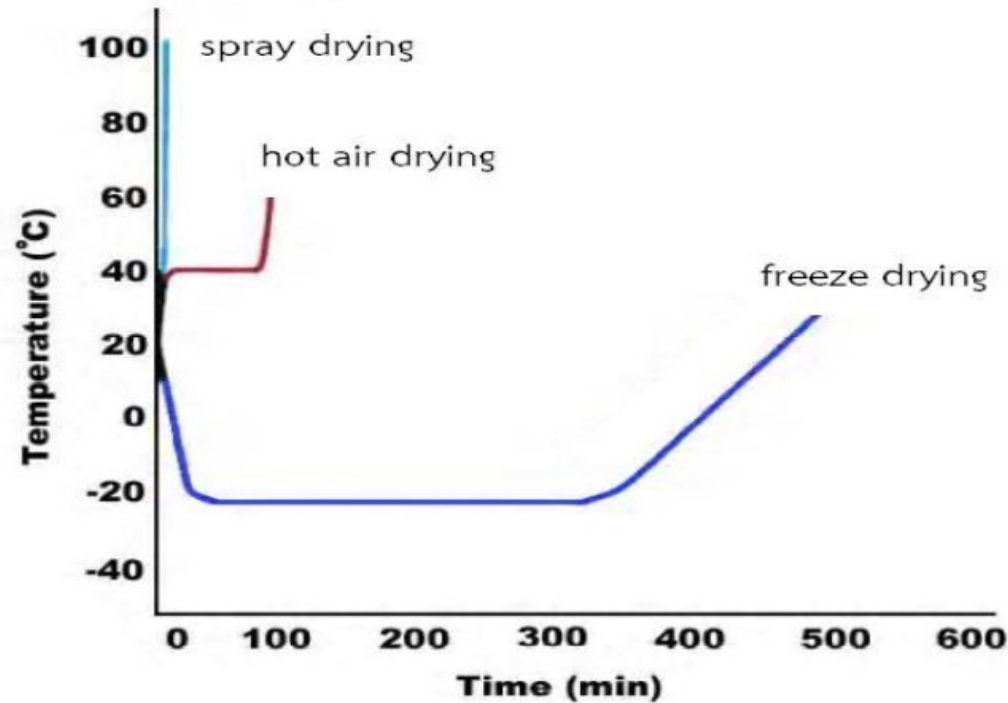
- 01 ใช้อุณหภูมิ และความดันต่ำ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพ และทางเคมีได้ดี
- 02 ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นรูพรุน ง่ายต่อการคืนรูป
- 03 ลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันและโปรตีนในระหว่างการทำแห้ง
- 04 ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ (ไม่เกิน 3%) ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง
- 05 น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง 70-90% ง่ายต่อการจัดการขนส่ง และการดูแลรักษา
- 06 ผลไม้, เนื้อสัตว์ หรืออาหารสำเร็จรูปแทบทุกชนิด สามารถใช้วิธีนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง

## “ ข้อเสีย ”

- ต้นทุนการผลิตสูง ทำให้ราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นตาม
- ใช้ระยะเวลาในการทำแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำแห้งวิธีอื่นๆ
- ผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นกลับเร็ว จึงต้องบรรจุอย่างรวดเร็ว ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม
- ต้องการดูแลและซ่อมบำรุงอุปกรณ์หลักอย่างสม่ำเสมอ
- มีข้อจำกัดในผลิตภัณฑ์บางอย่าง ได้แก่ วัตถุดิบที่มีปริมาณน้ำมัน และน้ำตาลสูง
  - ในกรณีน้ำมัน เมื่ออุณหภูมิการอบสูงขึ้นในตอนท้าย อาจมีน้ำมันไหลออกจากผลิตภัณฑ์ได้
  - ในกรณีน้ำตาลที่ความเข้มข้นสูง ๆ (โดยเฉพาะน้ำตาลกลุ่มที่ไม่สามารถตกผลึกได้) จะทำให้มีจุดเยือกแข็งต่ำจนไม่สามารถแข็งตัวได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการยุบตัวลง หรือเกิดการไหลเยิ้มของน้ำตาลได้

# Advantage & Disadvantage

ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ภาพการเปรียบเทียบอุณหภูมิและระยะเวลาในกระบวนการทำแห้ง 3 รูปแบบ  
ได้แก่

- การทำแห้งแบบใช้ลมร้อน (Hot air oven)
- การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying)
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying)



# Improvement of Freeze Drying

แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## 1) ขั้นตอนการแปรรูป

- อาหารที่เป็นของแข็ง อาจต้องมีการเตรียมหลายขั้นตอน เช่น การล้าง การตัด และบดละเอียด รวมไปถึงการชะลอปฏิกิริยาของเอนไซม์
- อาหารที่เป็นของเหลว อาจต้องผ่านกระบวนการระเหยเพื่อให้เข้มข้นก่อนการทำแห้ง เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหาร และลดระยะเวลาในการทำแห้ง

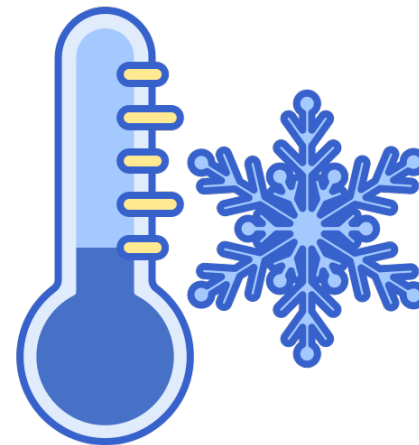
## 2) ขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง

- การแช่เยือกแข็งแบบช้า มักจะทำลายผนังเซลล์ของวัตถุ ส่วนการแช่เยือกแข็งแบบเร็วอาจทำให้โครงสร้างแตกหักอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงควรแช่เยือกแข็งแบบเร็วปานกลาง

## 3) ขั้นตอนการทำแห้ง

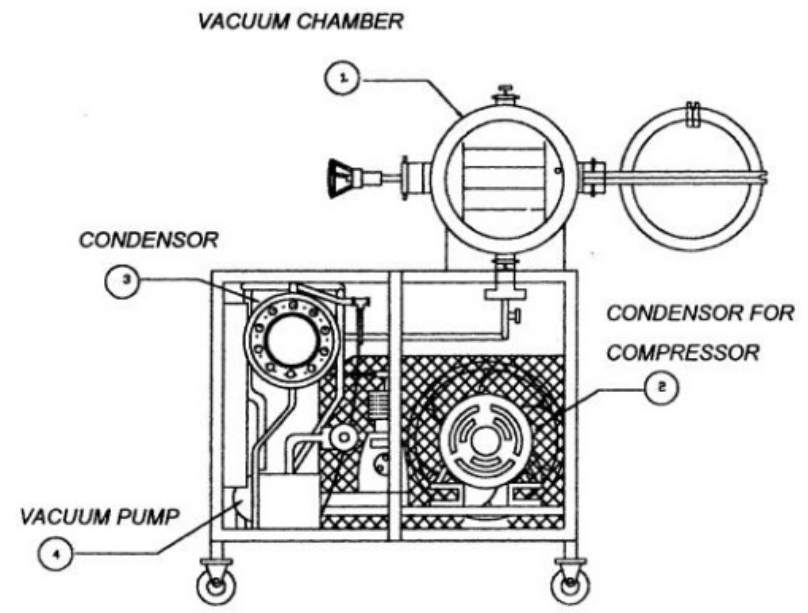
- กระบวนการแบบกะ อาหารที่ผ่านการแช่เยือกแข็งจะถูกใส่ในเครื่องทำแห้งจากนั้นไล่อากาศภายในตู้ และให้ความร้อนตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยใช้คนควบคุมตลอดวงจรของการทำแห้ง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าในเครื่อง แล้วเปิดเครื่องเพื่อนำอาหารออกมาบรรจุหีบห่อต่อไป
- วิธีการทำแห้งแบบต่อเนื่อง การออกแบบกรรมวิธีมักออกแบบตามผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ แต่เป็นวิธีที่ต้องลงทุนค่อนข้างสูง

## 3.2 บทที่ 2 : เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dryer)



# Freeze Drying Machine Components

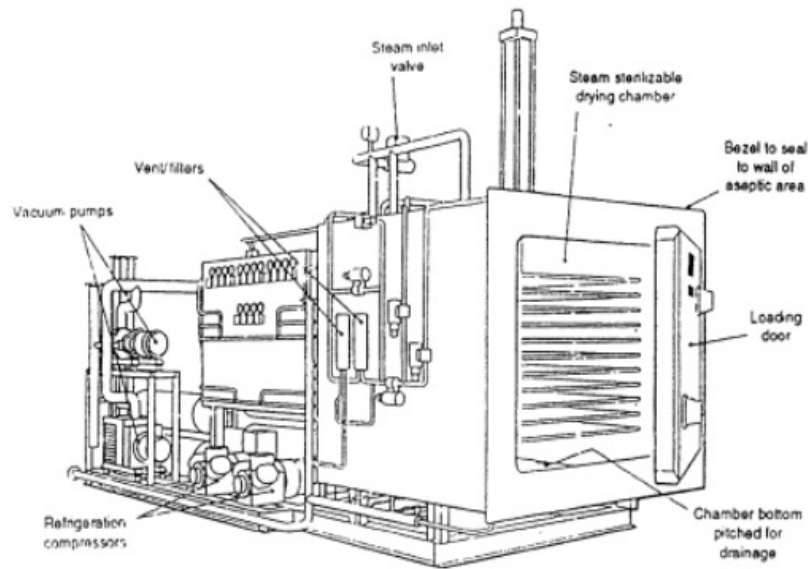
ส่วนประกอบของเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



องค์ประกอบเครื่อง Freeze Dryer

# Freeze Drying Machine Components

ส่วนประกอบของเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ตัวอย่างเครื่อง Freeze Dryer ในอุตสาหกรรม

# Freeze Drying Machine Components

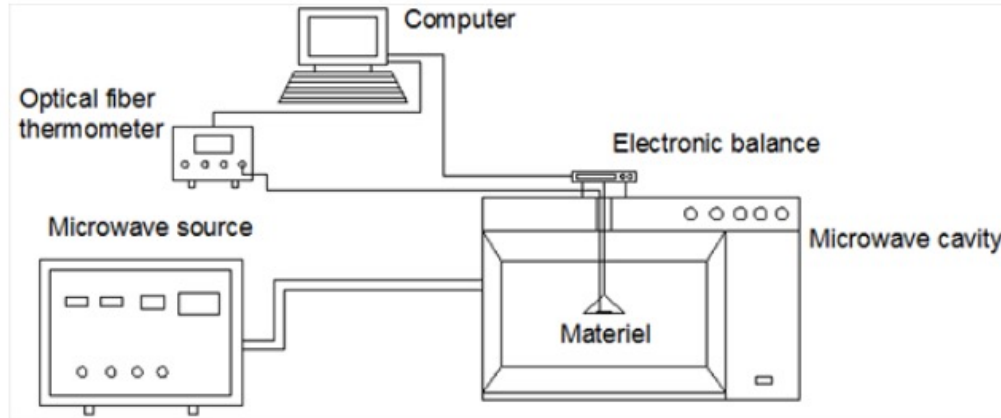
ส่วนประกอบของเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

## ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่อง Freeze Dryer

- ใช้งานอย่างถูกวิธีตามขั้นตอนในคู่มือ
- ก่อนใช้งาน ควรเปิด condenser ประมาณ 30 นาที ให้เครื่องทำอุณหภูมิให้ถึง set point ก่อนเปิด vacuum pump เพื่อป้องกันความชื้นเข้าสู่ vacuum pump
- หลังใช้งาน ควรปิด condenser ก่อน และเปิด vacuum pump ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ pump ดูดไอของสารต่าง ๆ ออกจากระบบ
- เลือกใช้ภาชนะที่เหมาะสม หากบางเกินไป ภาชนะอาจแตก เนื่องจากไม่สามารถทนต่อความดันต่ำๆได้
- ตรวจสอบระดับและสีของน้ำมัน vacuum pump หากระดับต่ำเกินไป ให้เติม หากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ให้เปลี่ยนใหม่
- ควรเปลี่ยน Vacuum Oil ทุก ๆ 500 ชั่วโมง
- ควร Warm Vacuum pump ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 20 นาที
- เมื่อใช้งานเครื่องเสร็จแล้วทุกครั้ง ให้ยก Chamber ออกจากตัวเครื่องทุกครั้ง เพื่อเป็นการป้องกันความชื้น เข้าไปยัง Pressure sensor
- สำหรับเครื่องที่มีการ Release อากาศเข้าเครื่องโดยใช้ Manual valve ให้ค่อยๆ หมุน valve ทีละนิด ค่อยๆปล่อยให้อากาศเข้าไป ด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ Pressure sensor
- หมั่นสังเกตอาการและการทำงานของเครื่อง หากพบสิ่งผิดปกติ ให้แจ้งผู้รับผิดชอบทันที
- ดูแลรักษาความสะอาดของเครื่องอย่างสม่ำเสมอ

# Microwave Drying

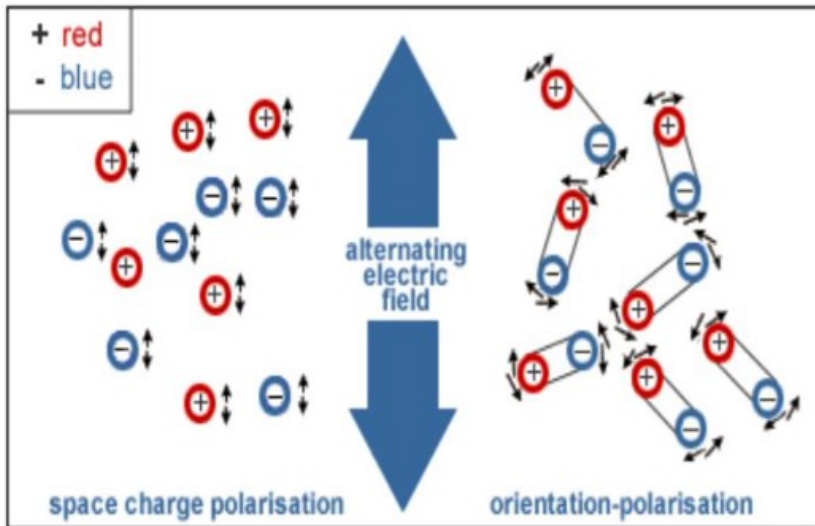
การอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ



เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Drying Technology) เป็นนวัตกรรมการสร้างความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง โดยคลื่นไมโครเวฟจะเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนในผลผลิตที่มีสมบัติไวต่ออิเล็กตรอน จึงสามารถดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้ คลื่นไมโครเวฟ (Microwave, MV) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ระหว่าง 300 MHz-300 GHz รัฐบาลประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้กำหนดช่วงความถี่ของคลื่นไมโครเวฟสำหรับกระบวนการให้ความร้อนไว้ที่ 2 ระดับความถี่ ได้แก่ 915 MHz และ 2,450 MHz

# Microwave Drying

การอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ



จากการที่คลื่นไมโครเวฟไปเหนี่ยวนำให้โมเลกุลของน้ำภายในอาหารเกิดการหมุนจากการเปลี่ยนแปลงข้อไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความร้อนในอาหารได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นการเกิดความร้อนจากภายในตัวอาหารเอง จึงไม่มีผลกระทบจากปัญหาของการถ่ายเทความร้อน และสามารถลดการสูญเสียพลังงานระหว่างการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งผลผลิตทางการเกษตรและอาหารมักมีความชื้นหรือน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก อีกทั้งยังมีเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำหรือในองค์ประกอบอาหารอยู่มากมาย เช่น โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ ดังนั้นจึงสามารถทำให้เกิดความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟกับอาหารได้เกือบทุกชนิด

อย่างไรก็ตามเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความถี่ 915 MHz และ 2,450 MHz ซึ่งมีความยาวคลื่นโดยประมาณ 32.8 และ 12.2 เซนติเมตร ทำให้ค่าความลึกของการแทรกผ่านของคลื่นไมโครเวฟ (Penetration Depth of Microwave) มีข้อจำกัด ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากยังไม่สามารถมั่นใจได้ว่าอาหารจะได้รับความร้อนทั่วถึงกันทุกจุด แต่วิธีนี้ก็ยังมีข้อดีทั้งในด้านอัตราการเกิดความร้อนที่รวดเร็ว และยังสามารถใช้ร่วมกับเทคโนโลยีในการแปรรูปอื่น ๆ ได้ดี ทำให้เป็นที่นิยมในการศึกษาและพัฒนาเพื่อใช้ในระดัอุตสาหกรรม เช่น การลดความชื้น (Drying) และการละลายอาหารแช่เยือกแข็ง (Thawing)

# Microwave- Assisted Freeze Drying

การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยใช้ไมโครเวฟช่วย



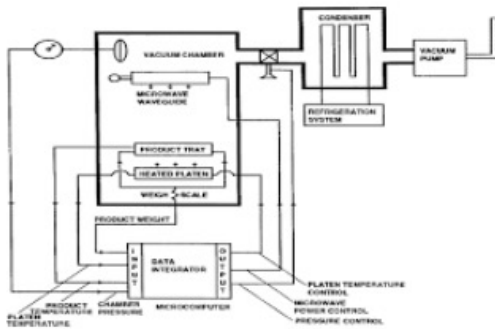
การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยใช้ไมโครเวฟช่วย (Microwave-assisted freeze

drying ; MFD) สามารถทำได้สองวิธีที่แตกต่างกัน คือ

- 1) การทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งช่วยควบคู่กับการใช้ไมโครเวฟ (MFD-1)
- 2) การทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งและการช่วยอบด้วยไมโครเวฟหรือไมโครเวฟสุญญากาศ ในขั้นตอนการทำให้แห้งสองขั้นติดต่อกัน

MFD เป็นเทคนิคการคายน้ำอย่างรวดเร็วที่สามารถใช้ได้กับอาหารบางชนิด โดยเฉพาะกับอาหารทะเล ซุปแข็ง และ ผักและผลไม้ MFD จะใช้เวลาในการอบแห้ง และการใช้พลังงานน้อยกว่าวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทั่วไป ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งวัสดุอาหารจำนวนมากในอุตสาหกรรมอาหาร

ข้อดีของ MFD ได้แก่ เวลาในการอบแห้งที่สั้นลง ทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและมีความยืดหยุ่นในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม การใช้งานในปัจจุบัน ยังมีข้อจำกัดเฉพาะอาหารประเภทเล็ก ๆ เนื่องจากต้นทุนการเริ่มต้นสูงและเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนเมื่อเทียบกับการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทั่วไป



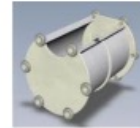
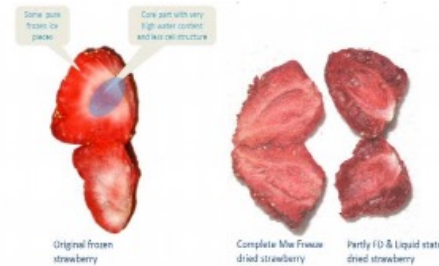


# Microwave-Assisted Freeze Drying

การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยใช้ไมโครเวฟช่วย



- Homogenous Freezing of Fruits very important
- Fruits have to be calibrated



Initial Weight	3kg
End Weight	0.51kg
Drying Time	3,0h
Max Temperature	42°C
Applied Mw Energy	2,81kWh

“เปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งด้วย Microwave-assisted freeze drying และวิธีการอื่น ๆ ”



Brix	8-13%
Initial Weight	5kg (83% MC)
End Weight	0.82kg (7-10% MC)
Drying Time	3,4h
Max Temperature	35°C
Applied Mw Energy	4,64kWh



Strawberries in MW FD



Broccoli in MW Vacuum Drying



Cranberries in MW FD conditions



Herbs in MW Vacuum Drying in fluidized bed conditions



Banana in MW FD conditions

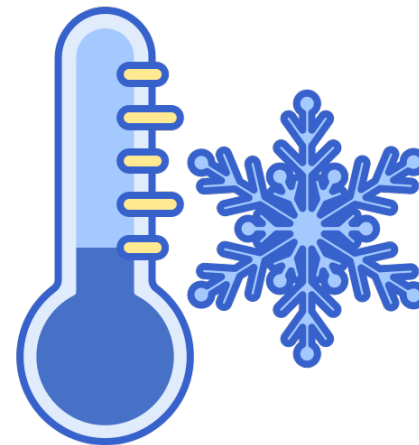


Fresh Ginger

MW Vacuum dried Ginger

MW FD Ginger

# 3.3 บทที่ 3 : การบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์



# Packaging and Storage of Freeze Dried Product

การบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์



ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะมีความชื้นต่ำ (โดยปกติต่ำกว่า 3%) ทั้งยังให้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ทั้งสี สัน รูปร่าง ขนาด รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับวัตถุดิบเริ่มต้น รวมถึงไปถึงสามารถลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดี เมื่อบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม สามารถป้องกันการซึมผ่านของแสง อากาศ และความชื้นได้ดี จะสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องปกติได้อย่างน้อย 1-2 ปี โดยไม่ต้องแช่เย็น นอกจากนี้ยังง่ายและสะดวกในการขนส่ง เนื่องจากน้ำหนักเบา ซึ่งผลิตภัณฑ์ภายหลังการทำแห้งจะมีน้ำหนักลดลง 70-90% โดยไม่สูญเสียเนื้อเยื่อของอาหารแม้แต่น้อย นอกจากนี้ยังสามารถคืนรูป (Rehydration) ได้ง่าย โดยยังคงรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะได้เป็นอย่างดี

# Packaging and Storage of Freeze Dried Product

การบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

## สมบัติของบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแห้ง

ภาชนะบรรจุ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยภาชนะบรรจุที่ดีต้องมีสมบัติในการป้องกันการผ่านเข้าออกของความชื้น แสง อากาศ ฝุ่นละออง และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือสิ่งแปลกปลอมได้ดี

### Moisture barrier

บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแห้งจะต้องป้องกันการดูดซึมความชื้นจากบรรยากาศอากาศรอบ ๆ คือควรมีค่าอัตราการดูดซึมกลับความชื้น (water vapor transmission rate) ต่ำ

### Air protection

สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี เช่น lipid oxidation ซึ่งทำให้อาหารเกิดกลิ่นหืน และยังเป็นผลให้อาหารสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ อาจใช้สารดูดซับออกซิเจน (oxygen absorber)

### Strong and durable

บรรจุภัณฑ์อาหารแห้งที่ดีจะต้องทนต่อการกดและการกระแทกได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากเนื้ออาหารแห้งมักแข็งเปราะ แตกง่าย และมีส่วนแหลมคมสามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุได้

### Desiccant

การใช้สารดูดซับความชื้นในปริมาณที่เหมาะสมสามารถดูดซับความชื้นได้ดีไม่เป็นพิษ ไม่เกิดการปนเปื้อน และราคาไม่แพง ที่นิยมใช้ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) สามารถดูดซับความชื้นได้ร้อยละ 32 โดยน้ำหนัก และซิลิกาเจลสามารถดูดซับความชื้นได้ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

# Packaging and Storage of Freeze Dried Product

การบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

## การเปรียบเทียบตัวอย่างภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ

ภาชนะบรรจุ	ถุงพลาสติกใส	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	กระป๋องตีบุก
<b>ข้อดี</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>สะดวกในการบรรจุ</li> <li>ต้นทุนต่ำ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ป้องกันการซึมผ่านของแสง น้ำ และอากาศได้ดี</li> <li>ลดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง</li> <li>ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>แข็งแรง ทนทาน</li> <li>ป้องกันการซึมผ่านของแสง น้ำ และอากาศได้ดี</li> <li>ลดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง</li> <li>ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น</li> </ol>
<b>ข้อเสีย</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ไม่ป้องกันแสง</li> <li>อายุการเก็บรักษาสั้น</li> <li>เกิดความเสียหายระหว่างการขนส่งได้ง่าย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ต้นทุนการผลิตสูง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ต้นทุนการผลิตสูง</li> <li>น้ำหนักมาก ต้องใช้พื้นที่มากในกระบวนการขนส่ง</li> </ol>

# Packaging and Storage of Freeze Dried Product

การบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์



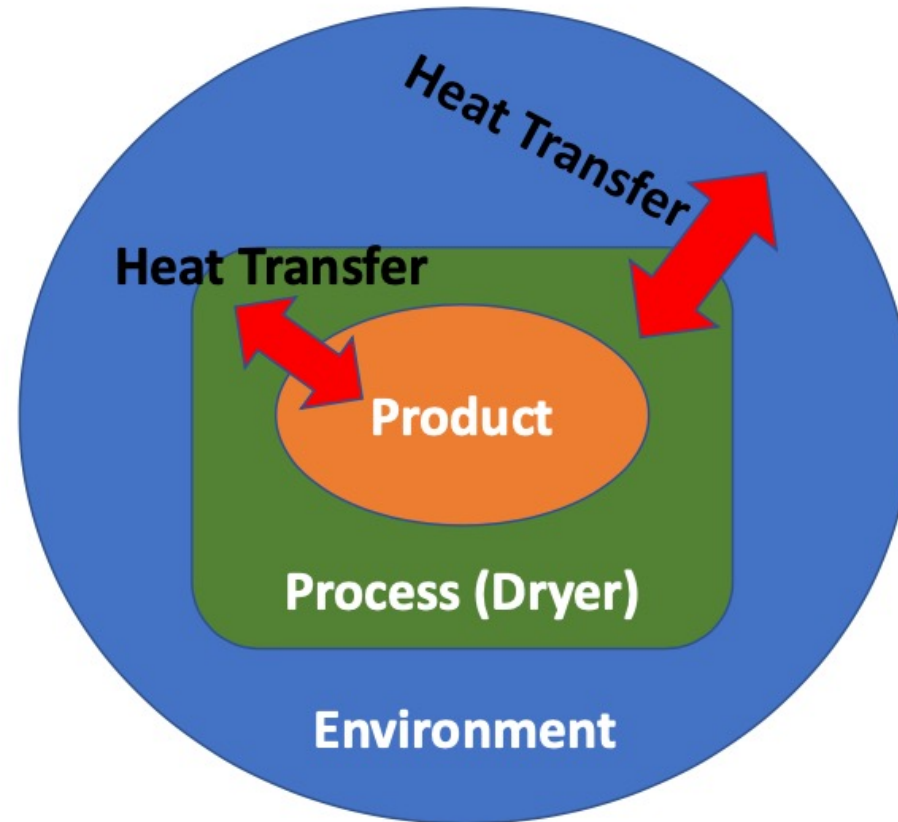
วัสดุบรรจุภัณฑ์ (packaging material) ที่เหมาะสมสำหรับอาหารแห้ง ได้แก่

1. โลหะ เช่น แผ่นเปลวอลูมิเนียม กระจกโลหะ
2. พลาสติก เช่น PET
3. แก้ว

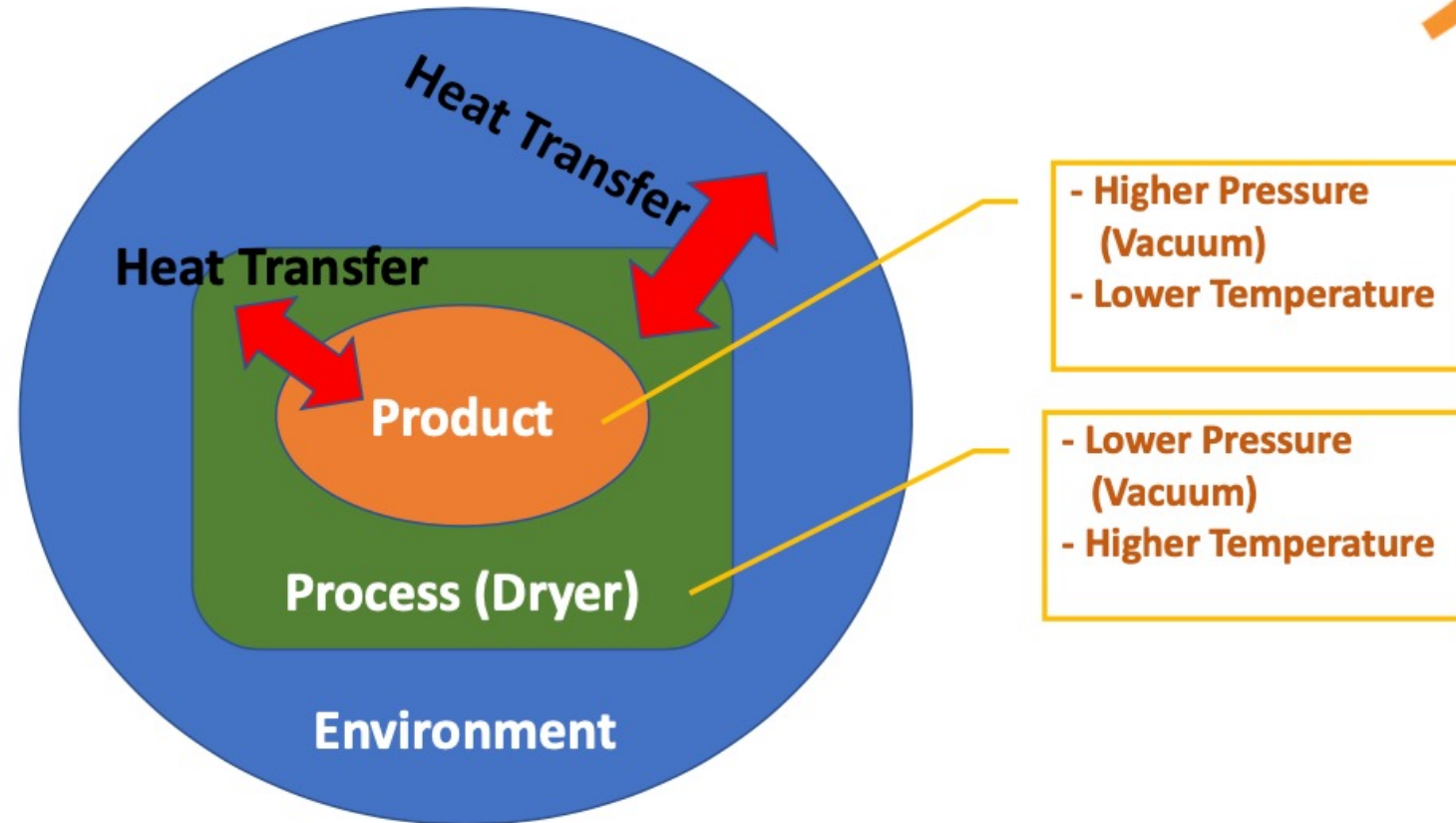


ตัวอย่างวัสดุบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

# การถ่ายเทพลังงาน (Heat Transfer)

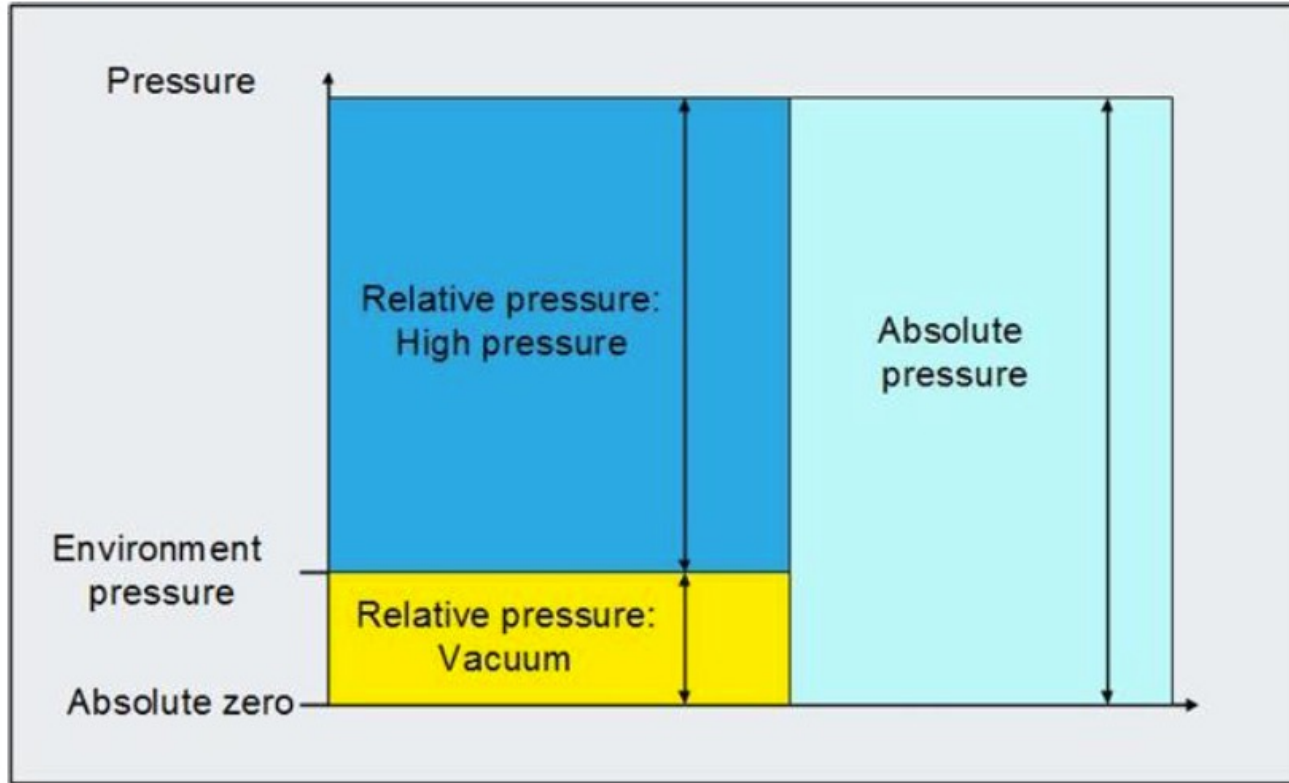


# การถ่ายเทพลังงาน (Heat Transfer)

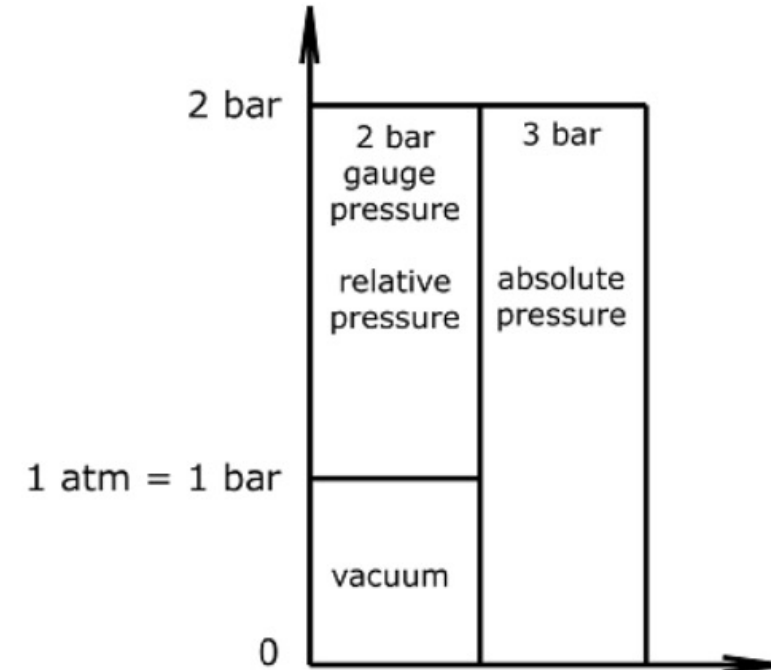




# Pressure / Vacuum

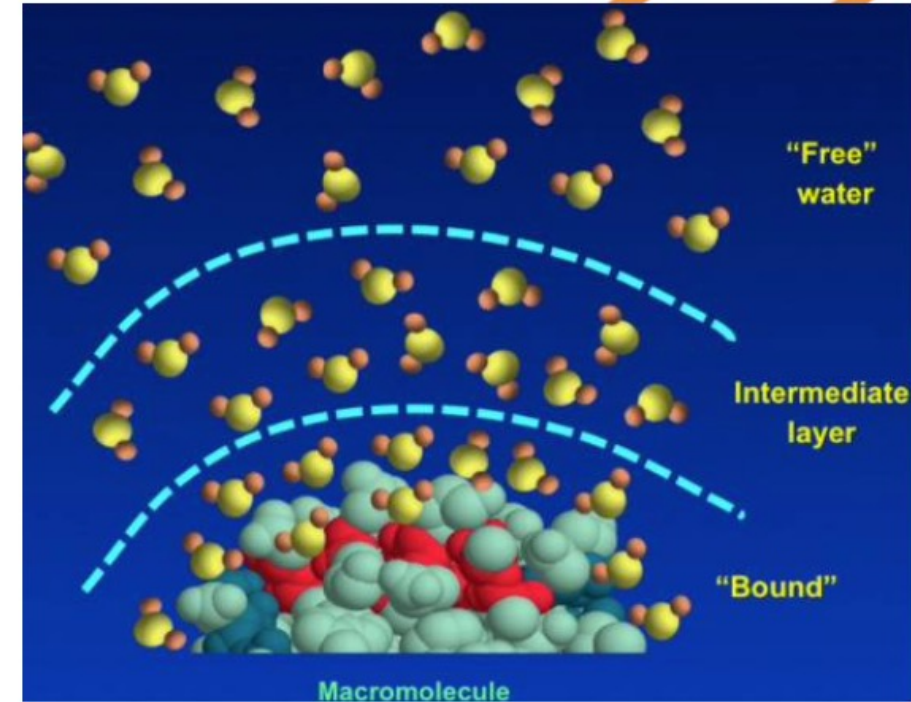
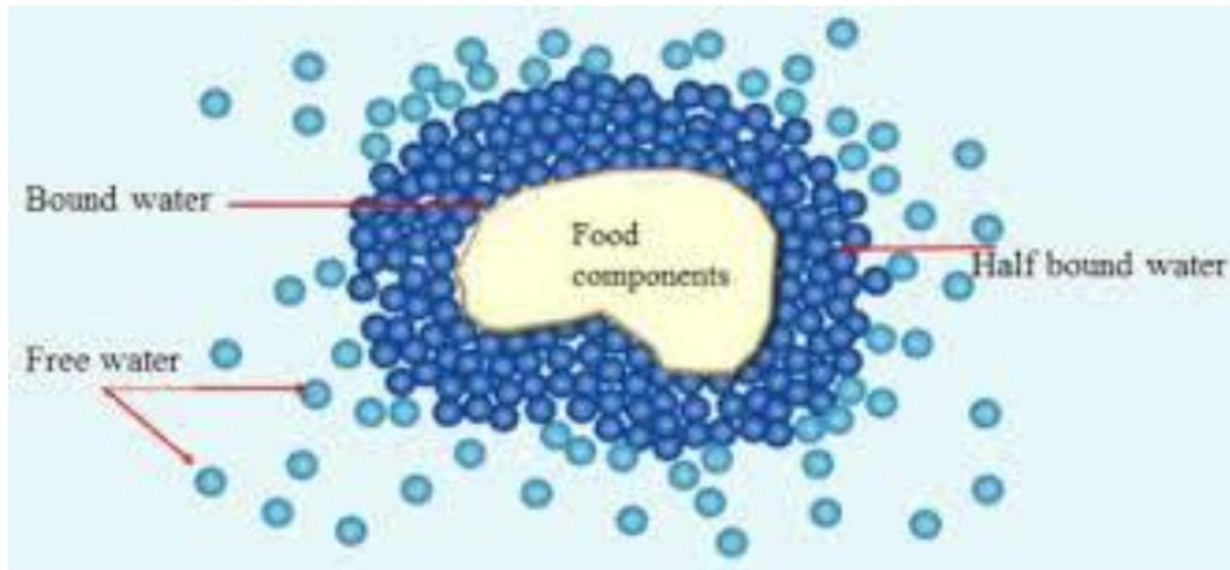


[https://www.apr-huerth.de/media/images/druckbezeichnungen\\_en.jpg](https://www.apr-huerth.de/media/images/druckbezeichnungen_en.jpg)



<https://www.hafner-pneumatik.com/images/catalog/graph-pressure.png>

# Free and Bound Water



<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000035808.pdf>

<https://www.pinterest.com/pin/525443481498895179/visual-search/?x=16&y=10&w=538&h=420&cropSource=6>

# Ice : Freezing Effect

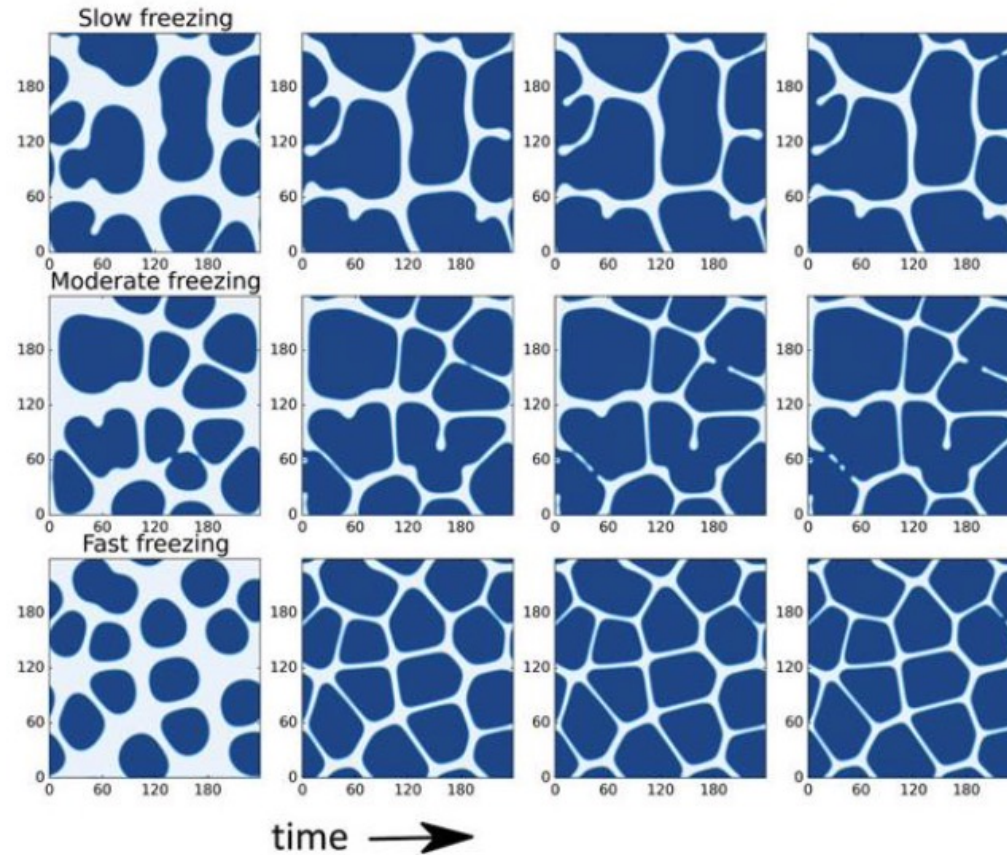
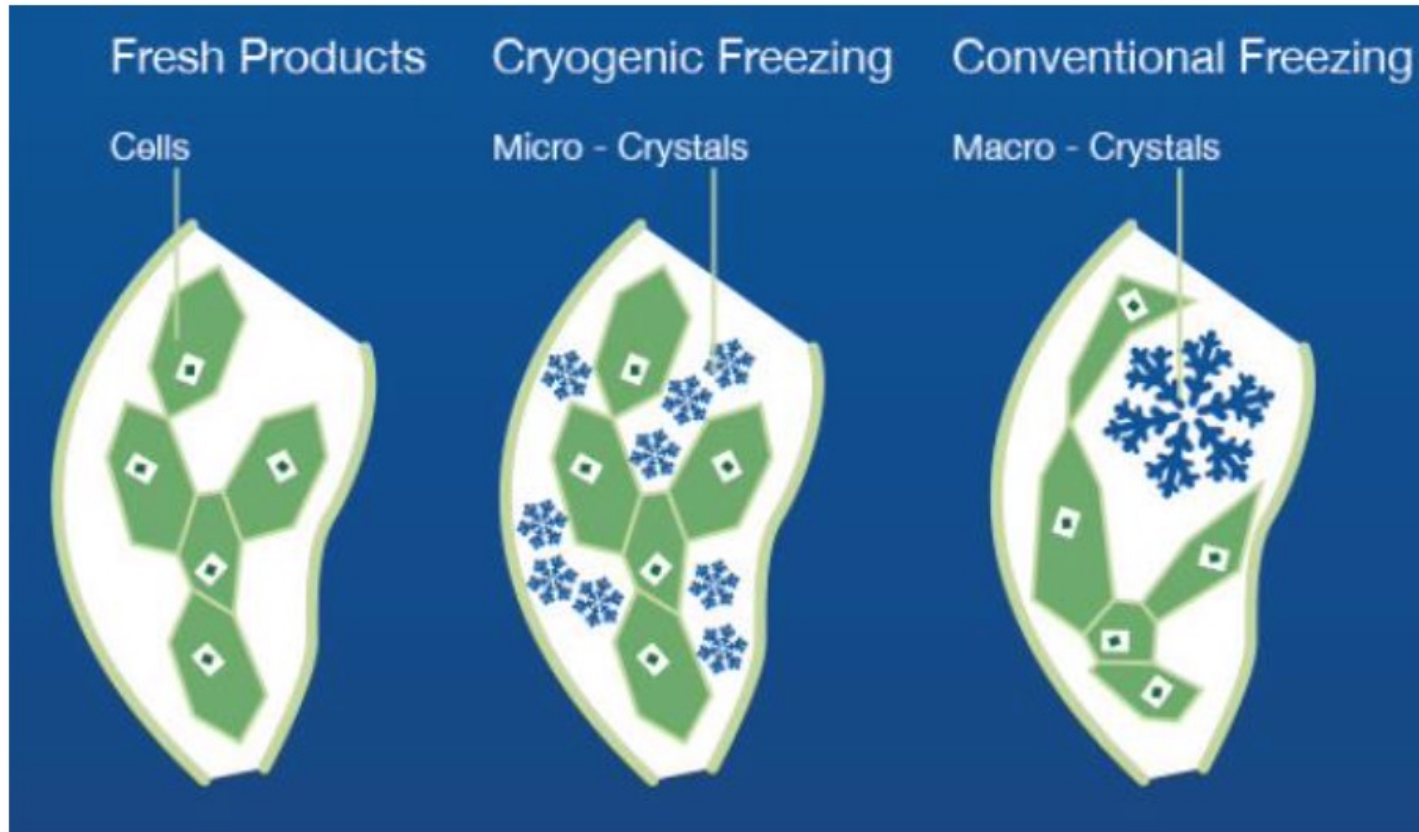


Figure 1: Snapshots of ice crystal growth in a sugar solution obtained via computer simulations for different freezing rates (0.01, 0.03 and 0.10 K/s from top to bottom) observed at different times (from left to right). Observe the coalescence of several ice crystals, especially at the low freezing rate (top)

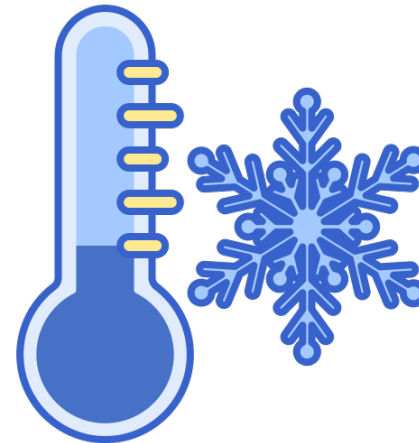
<https://www.newfoodmagazine.com/article/23904/refrigeration-impact-of-ice-crystal-size-and-freezing-rate/>

# Ice : Freezing Effect



[https://www.gulfcryo.com/images/food\\_freezing\\_cells.png](https://www.gulfcryo.com/images/food_freezing_cells.png)

# 3.4 บทที่ 4 : Good Maintenance and Cleaning for Productivity





บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
KINETIC ENGINEERING CO.,LTD



# Good Maintenance and Cleaning for Productivity

## VACUUM FREEZE DRYER

เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็งด้วยวิธีระเหิดภายใต้สุญญากาศ



บริษัท ดีเนทิด เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
KINETIC ENGINEERING CO.,LTD



## Vacuum & Pressure Technologies



**KINETIC ENGINEERING CO., LTD.**

We are specialist in Vacuum & Pressure Technologies.



บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
KINETIC ENGINEERING CO.,LTD



## Company Profile

**Company name :** Kinetic Engineering Co., Ltd.

**Address:** 2, Soi Pracha-U-Thit 56, Pracha-U-Thit Rd., Tungkru, Tungkru,  
Bangkok 10140 Thailand

**Tel:** +662 873 5550 (auto)

**Fax :** +662 873 5552

**E-mail :** sales@kinetic.co.th

**Website:** www.kinetic.co.th

**Established:** March, 1995

**Business Type:** Distributor and Importer for vacuum/pressure pumps



## Major Business



1. Authorized Distributor for vacuum/pressure pump , brand “Dr.Vakuum” “Elmo Rietschle” from Germany and distributor for oil free scroll vacuum pump from Japan, brand “Anest Iwata”.
2. The center service for repairing and supplying spare parts for all kinds and all brands of vacuum/pressure pump beside Elmo Rietschle & Anest Iwata such as Busch, Becker, Leybold, PVR, DVP, Orion, OP, Sihi, Edwards, Alcatel, Kinney, Varian, Ulvac, Robushi, Shinko Seiki, Pfeiffer and others.
3. To support, design & install vacuum/pressure pump and system for various kinds of industry and non-industry applications such as pneumatic conveyor, vacuum packaging machine, printing, foods, pharmaceutical, plastics, electronics, micro-electronics, semi-conductor, bulb, air-conditioning, refrigerator, Television, rubbers, automobile, industrial machines, safety glass, wooden, paper mills, cement mills, footwear, electrical transformer, ceramics, Biogas, hospital and others.
4. To Supply for Medical vacuum filter or Bacteria filter from Italy.

**KINETIC** บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
**KINETIC ENGINEERING CO.,LTD**

**KINETIC**  
**ENGINEERING CO.,LTD.**

**STEP**  
 CMU  
 SCIENCE AND TECHNOLOGY PARK  
 CHIANG MAI UNIVERSITY

**KINETIC** บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
**KINETIC ENGINEERING CO.,LTD.**

**VACUUM FREEZE DRYER**  
 เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็งด้วยวิธีระเหิดภายใต้สุญญากาศ


Fruit Food Vegetable Herb Nutrition and Health Care Pharmaceutical and Biological

ขอขอบคุณหน่วยงานภาครัฐที่ไว้วางใจ "VACUUM FREEZE DRYER หรือ VACUUM FRY"  
 จากบริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

facebook

Capacity : 5 – 2000 kg.  
 (water / Batch)

Tel : (662) 873-5550 (Auto)  
 E-mail : sales@kinetic.co.th www.kinetic.co.th



**บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด**  
**KINETIC ENGINEERING CO.,LTD**



**KINETIC** บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
 KINETIC ENGINEERING CO.,LTD.

**100% BEST QUALITY**

## VACUUM FREEZE DRYER

เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็งด้วยวิธีระเหิดภายใต้สุญญากาศ

Fruit	Food	Vegetable	Herb	Nutrition	Pharmaceutical and Health Care and Biological

ขอขอบคุณหน่วยงานภาครัฐที่ไว้วางใจ "VACUUM FREEZE DRYER หรือ VACUUM FRY"  
 จากบริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

facebook

Capacity : 5 - 2000 kg.  
 (water / Batch)

**Call now**

Tel : (662) 873-5550 (Auto)  
 E-mail : sales@kinetic.co.th www.kinetic.co.th



**บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด**  
**KINETIC ENGINEERING CO.,LTD**



บริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด  
 KINETIC ENGINEERING CO.,LTD.

## VACUUM FRYER

### เครื่องทอดระบบสุญญากาศ

Vacuum Fryer	Detail	Unit
Structure	SUS304/316L	
Volume of frying basket	On request *	L
Frying temperature	30-150	°C
Motor spin	500-1000	RPM
Vacuum pump	Liquid Ring Vacuum Pump	
Control	PLC	

\* 25, 50, 100, 150, 200, 300 L. or on request

ขอขอบคุณหน่วยงานภาครัฐที่ไว้วางใจ "VACUUM FREEZE DRYER" และ "VACUUM FRY"  
 จากบริษัท คิเนติก เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

facebook

Kinetic Engineering

website

www.kinetic.co.th

Email

Send Email

Tel : (662) 873-5550 (Auto)  
 E-mail : sales@kinetic.co.th www.kinetic.co.th

# สิ่งที่ควรรู้ก่อนการใช้งาน

## Vacuum Freeze Dry FDF-20

KINETIC ENGINEERING CO.,LTD

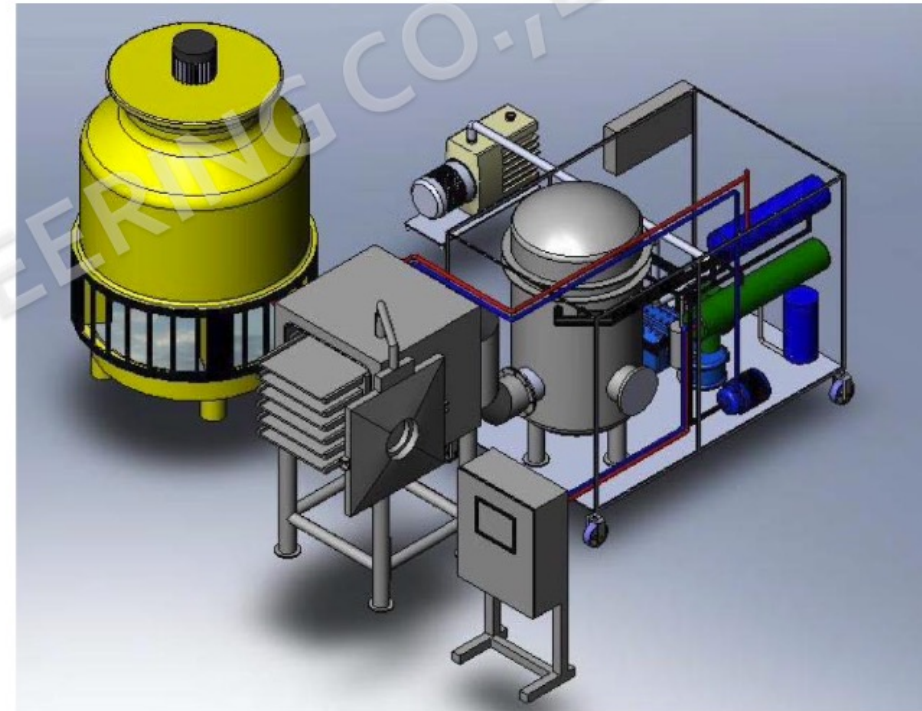
# System

## Vacuum Freeze Dry FDF-20

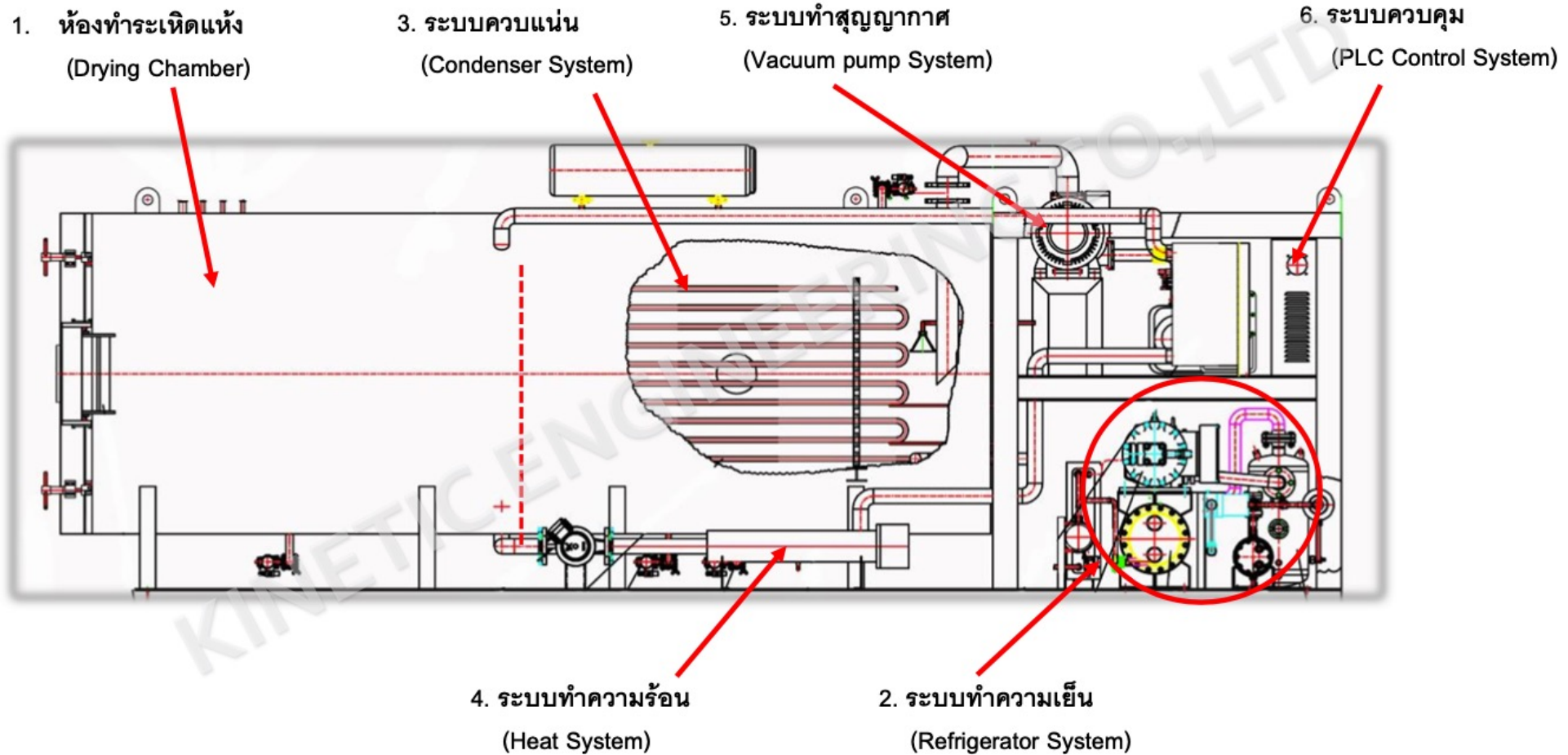
KINETIC ENGINEERING CO.,LTD

## Component of Vacuum Freeze Dry

1. ห้องทำระเหิดแห้ง (DRYING CHAMBER)
2. ระบบทำความเย็น (REFRIGERATOR SYSTEM)
3. ระบบควบแน่น (CONDENSER SYSTEM)
4. ระบบทำความร้อน (HEAT SYSTEM)
5. ระบบทำสุญญากาศ (VACUUM PUMP)
6. ระบบควบคุม (PLC CONTROL SYSTEM)
7. ระบบหมุนเวียน (CIRCULATING SYSTEM)
8. ระบบหล่อเย็น (COOLING TOWER SYSTEM)

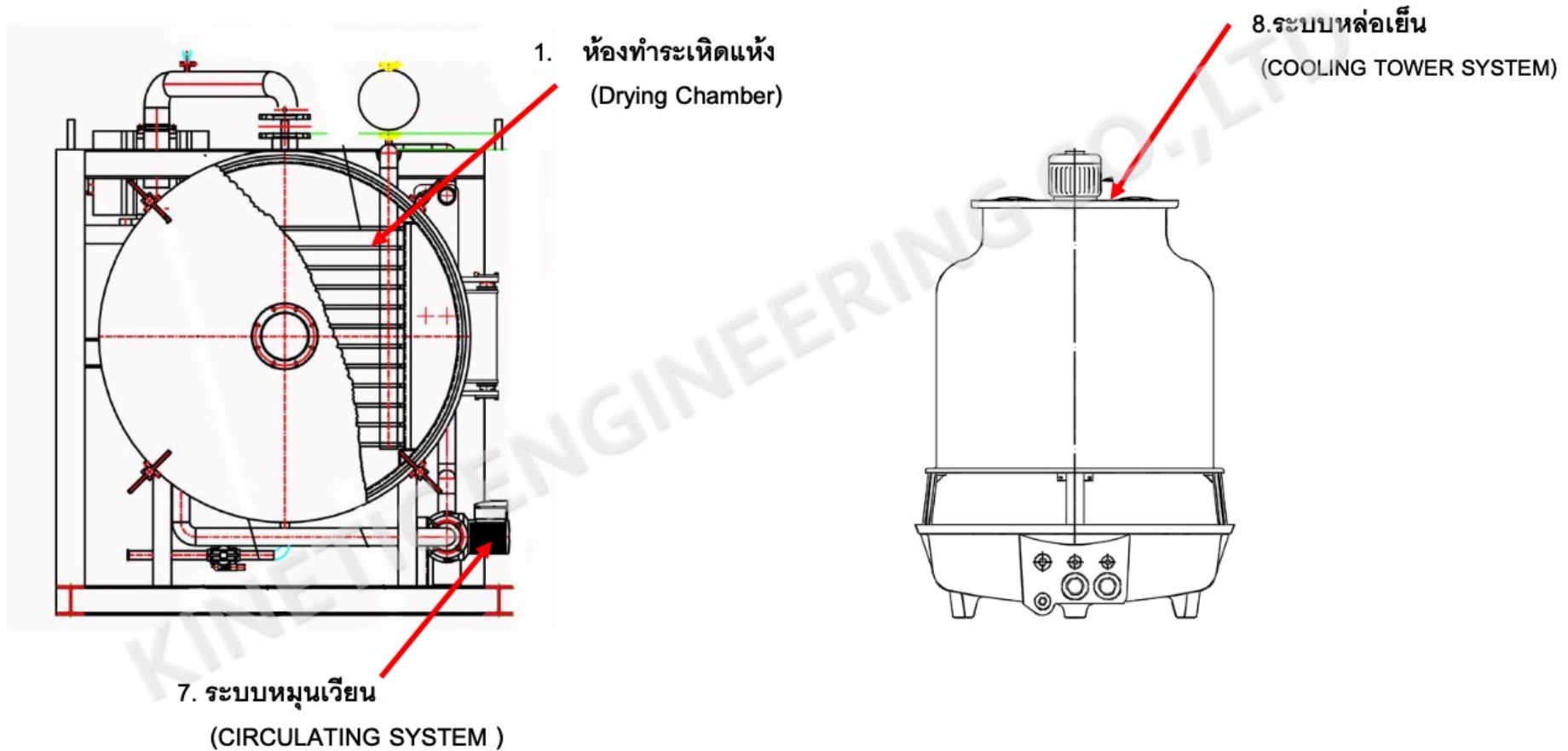


## ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20





## ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การคำนวณค่าไฟของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20

ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย(บาท) = หน่วยไฟฟ้า(Unit) x อัตราค่าไฟฟ้า(บาท)

หน่วยไฟฟ้า(Unit) = กำลังไฟฟ้า(kW) x ชั่วโมง(h)

## ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20 ( Peak Load )

ค่าไฟเครื่อง Vacuum Freeze Dry		
Model	FDF-20	หน่วย
น้ำหนัก Input	200	Kg
น้ำหนัก Output คิดที่เหลือ Yield 20%	40	Kg
Power	85	KW
เวลาทำรวม 1 Batch	24	Hr
ค่าไฟ 1 ชม.	340	Baht
ค่าไฟ 1 Batch	8,160	Baht
จำนวนรอบที่สามารถทำงานได้แบบต่อเนื่องใน 1 เดือน	24	Batch
ปริมาณ Input ที่เครื่องสามารถทำได้ต่อเดือน	4,800	Kg
ปริมาณ Output ที่เครื่องสามารถทำได้ต่อเดือน	960	Kg
ปริมาณ Output ที่เครื่องสามารถทำได้ต่อปี	11,520	Kg
ต้นทุนค่าไฟใน 1 Batch/น้ำหนัก Input	40.80	Baht/Kg
ต้นทุนค่าไฟใน 1 Batch/น้ำหนัก Output	204.00	Baht/Kg
ต้นทุนค่าไฟต่อเดือน	195,840	Baht
ต้นทุนค่าไฟต่อปี	2,350,080	Baht

( ขึ้นกับ product, การจัดเรียงและคุณภาพที่ต้องการ )

Product ขนุน  
 85 หน่วย/ชม.      คิดค่าไฟที่หน่วยละ 4 บาท

คิดที่จัดเรียง 2 ชม. Defrost 3 ชม.

## Parameter 25 Step Vacuum Freeze Dry FDF-20



**SIEMENS SIMATIC HMI**

CV Step 0 SV Temp +0.0°C SP time 0.0Min. Remain 0.0Min. 2/3/2017 7:58:46 PM

Step No.	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Temperature	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Ramp time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hold time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vacuum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Step No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperature	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Ramp time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hold time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vacuum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Step No.	21	22	23	24	25
Temperature	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Ramp time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hold time	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vacuum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Product	
Estimated time	0.0 Min.
Remaining time	0.0 Min.

Pre-freeze Start step: 0    Dry Start step: 0    Dry Start vacuum: 20.0 Pa  
 Pre-freeze Stop step: 0    Dry Stop step: 0    Vacuum alarm value: 100.0 Pa

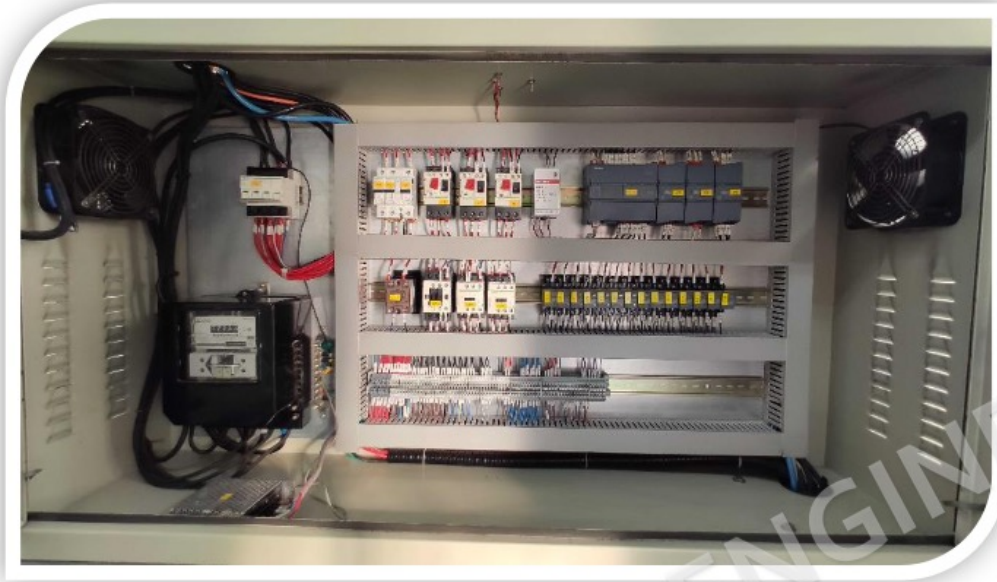
Buttons: Pre-freeze Skip, Drying Skip, Apply, Start, Stop, Go Back

Function keys: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8

## ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20 ( คิดที่ 24 ชั่วโมง ) คิดค่าไฟที่หน่วยละ 4 บาท

อุปกรณ์หลัก	Name plate	ชั่วโมงการทำงานจริง	ค่าไฟ 1 Batch (kw x Hr. x 4 = บาท)
Compressor	55 kw	24 ชม. ( ทำงานตลอด )	$55 \times 24 \times 4 = 5,280$
Heater	24 kw	2 ชม. ( เปิด-ปิดตาม Thermostat ไม่ได้ทำงานตลอด)	$24 \times 2 \times 4 = 192$
Vacuum	6.2 kw	23 ชม.	$6.2 \times 23 \times 4 = 570.4$
		<b>Total</b>	<b>6,042.4</b>

# ค่าไฟของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



KINETIC ENGINEERING CO., LTD

# การใช้งานเครื่อง Vacuum Freeze Dry

## FDF-20

KINETIC ENGINEERING CO.,LTD



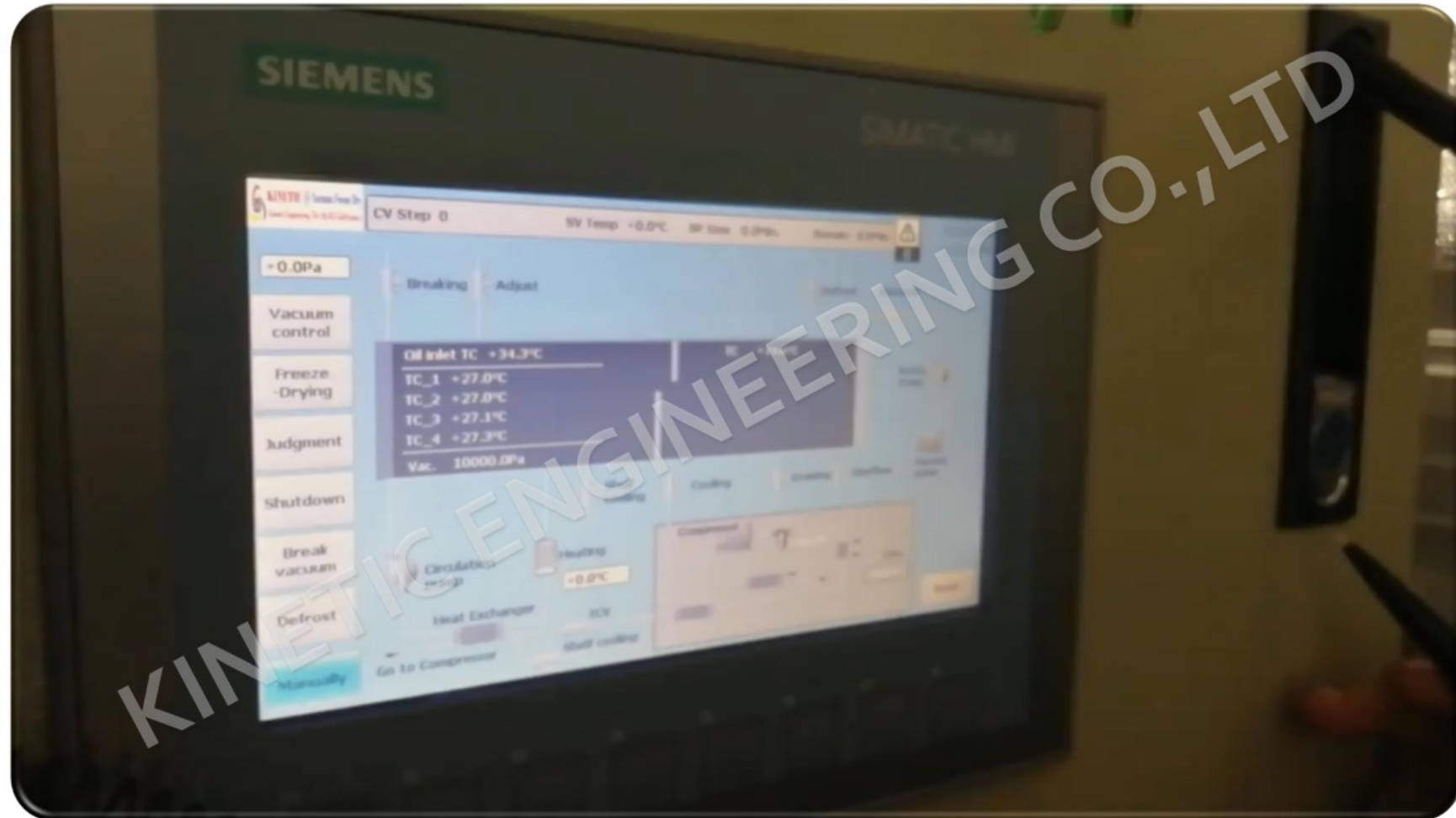
## การเช็ค Cooling Tower ก่อน Run เครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การดูแลก่อนการเปิดเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



# การใช้งานเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การดูระดับน้ำมัน Silicone oil Vacuum Freeze Dry FDF-20



### ตรวจดู Temp น้ำเข้าออก Water Condenser ของเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



KINETIC ENGINEERING CO., LTD.

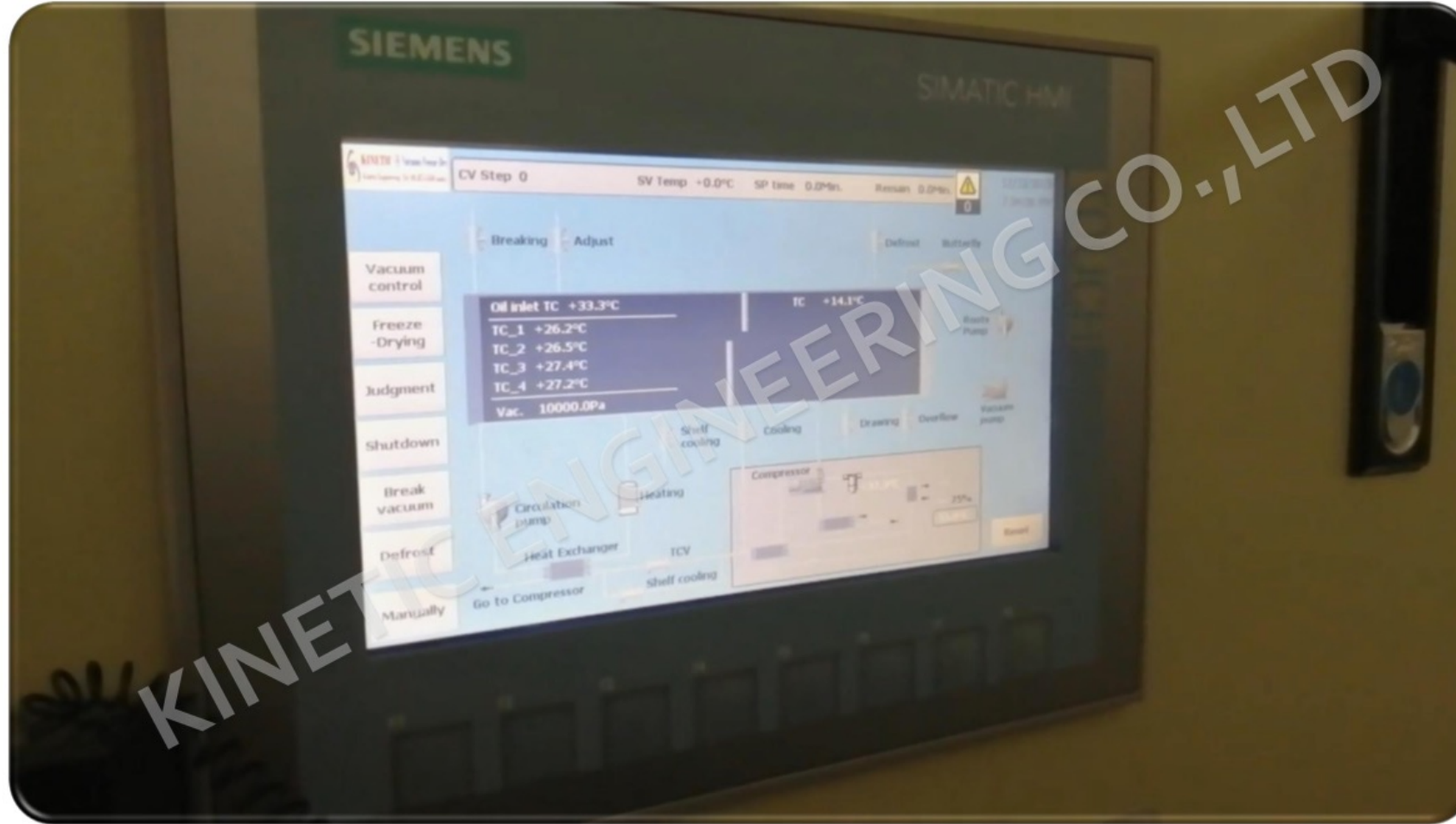
## การปิดฝาเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การ Log in เปิดเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



# การนำ Product ออกจากเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20

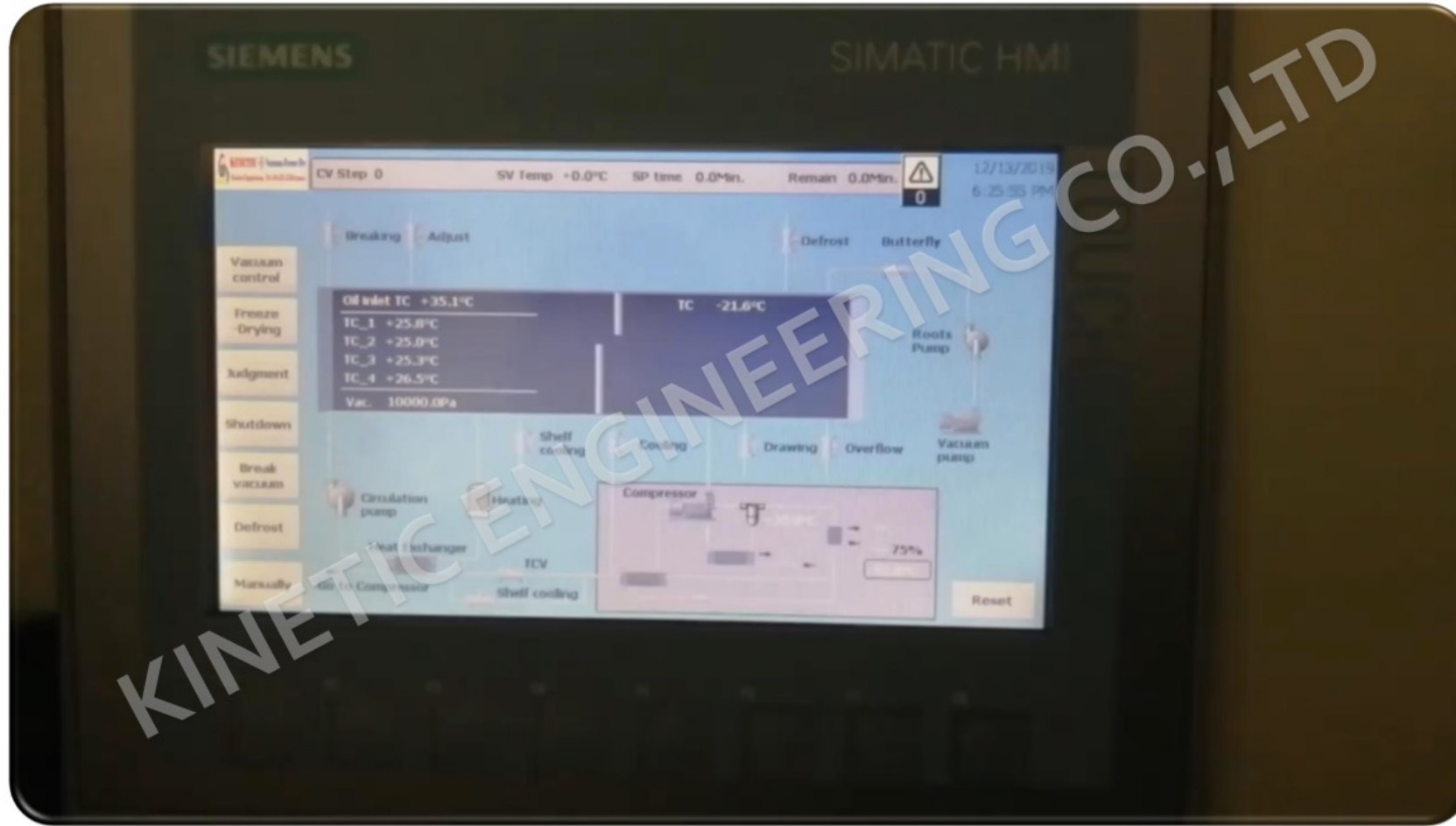




## การทำความสะอาดเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



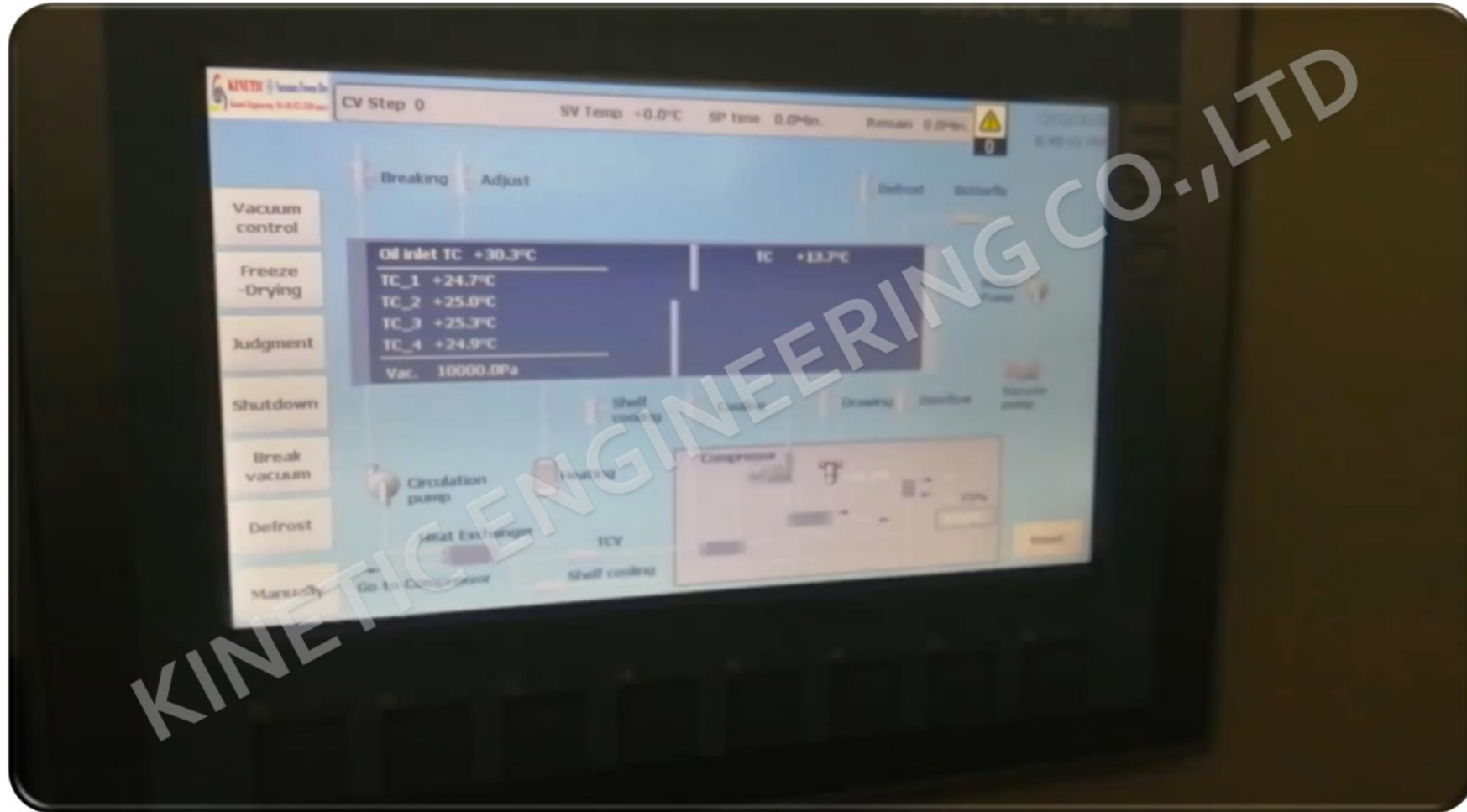
## การ Defrost ละลายน้ำแข็ง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การดูแลรักษาเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การแก้ไขปัญหาเมื่อมีเสียง Alarm ของ Vacuum Freeze Dry FDF-20

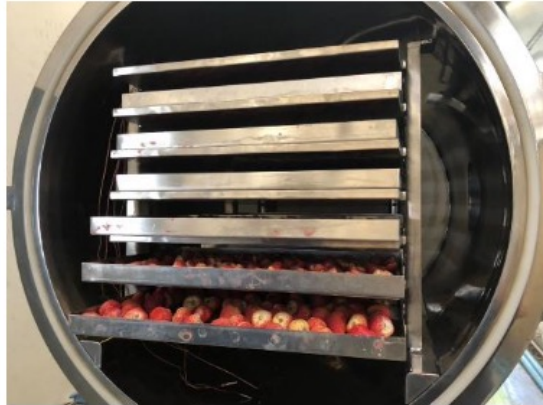


KINETIC ENGINEERING CO., LTD

# การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ หลังจาก Vacuum Freeze Dry เสร็จ

KINETIC ENGINEERING CO., LTD

# การบรรจุผลิตภัณฑ์หลังจาก Freeze dry



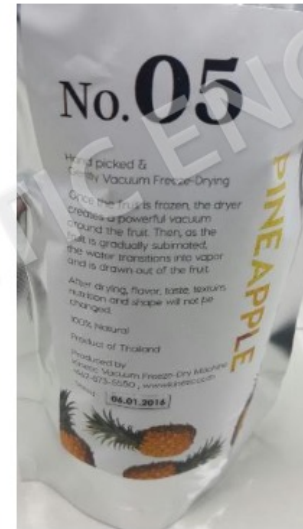
## ขั้นตอนที่ 1

นำผลิตภัณฑ์ บรรจุในถุงฟอลด์ยให้ได้ปริมาณที่ต้องการ

## ขั้นตอนที่ 2

ใช้เครื่องแพ็คไนโตรเจนในการ Pack เพื่อป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์  
ข้อดีจากการแพ็คแบบไนโตรเจน

- เพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาให้ยาวนาน 4-5 ปี
- ป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ได้ดี



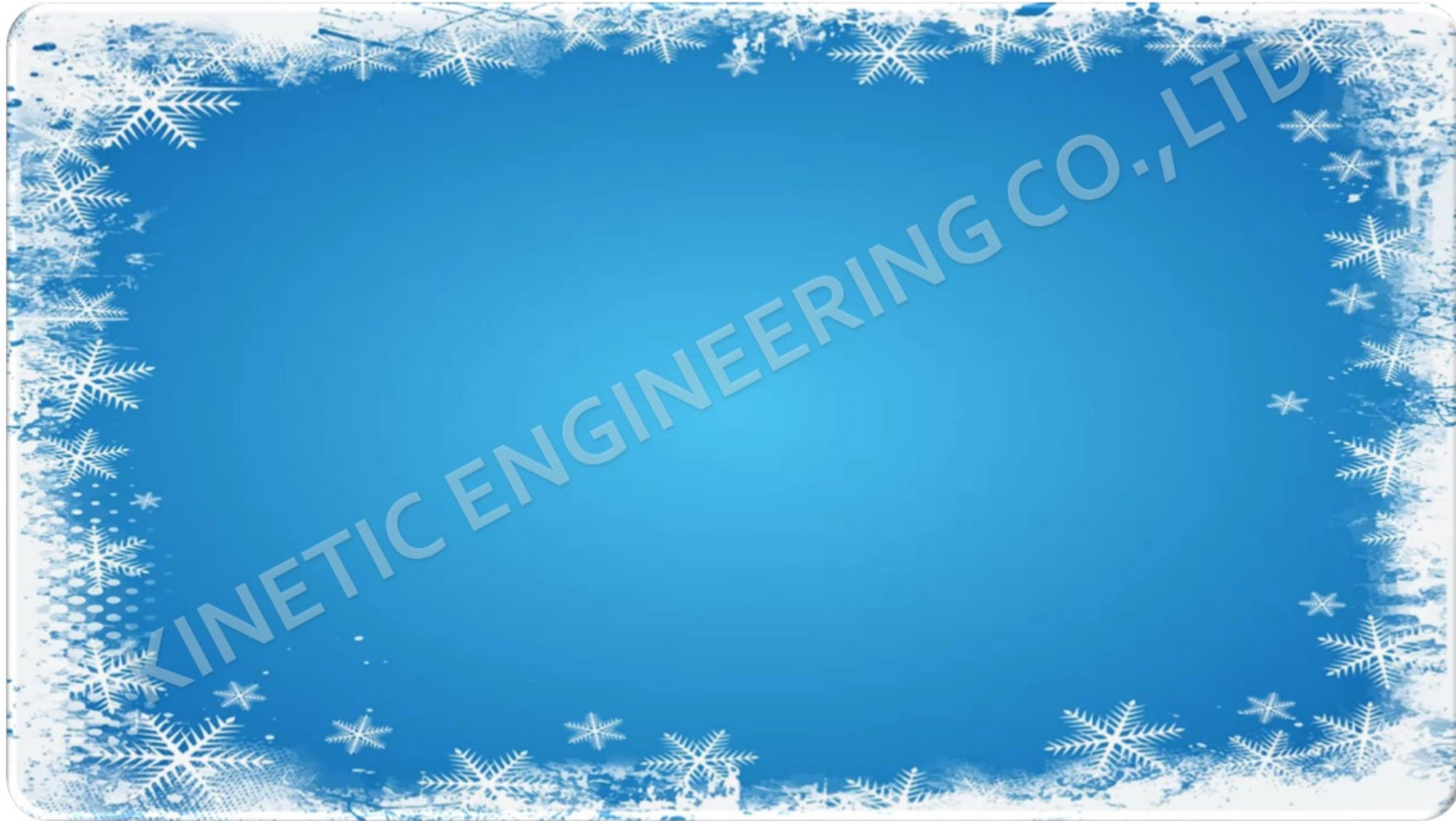
## ปัจจัยที่ไม่สามารถทำแห้งแบบเยือกแข็งได้



- ผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม ไม่สามารถทำให้แห้งจากการแช่เยือกแข็งได้ จะไม่สามารถทำให้แห้งด้วยเครื่อง Vacuum Freeze Dry ได้
- ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมัน, ไขมัน, เนย
- ผลิตภัณฑ์ที่มีความหวานมากเกินไป เช่น น้ำเชื่อม, น้ำตาลปีบ
- สารละลายอินทรีย์, อนินทรีย์ หรือสารสกัดบางชนิดจะไม่สามารถทำแห้งแบบเยือกแข็งได้



# ประโยชน์ของการทำ Vacuum Freeze Dry



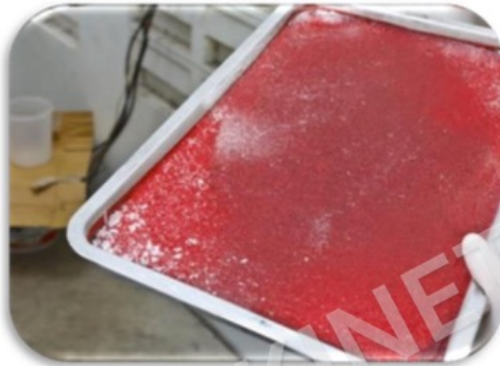
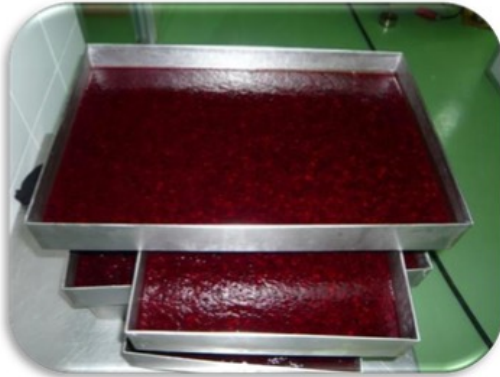


# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



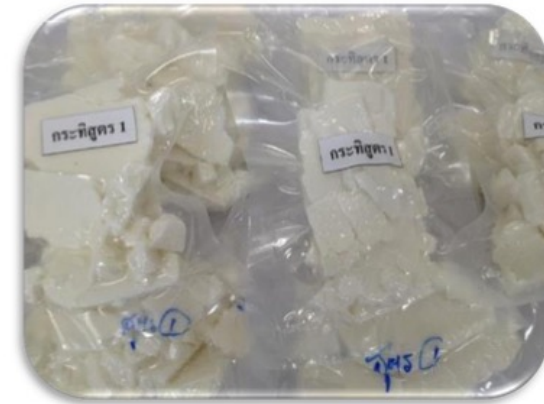
Pharmaceuticals and Biologicals

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



Crocodile Blood

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



**Coconut Milk Freeze Dry**

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



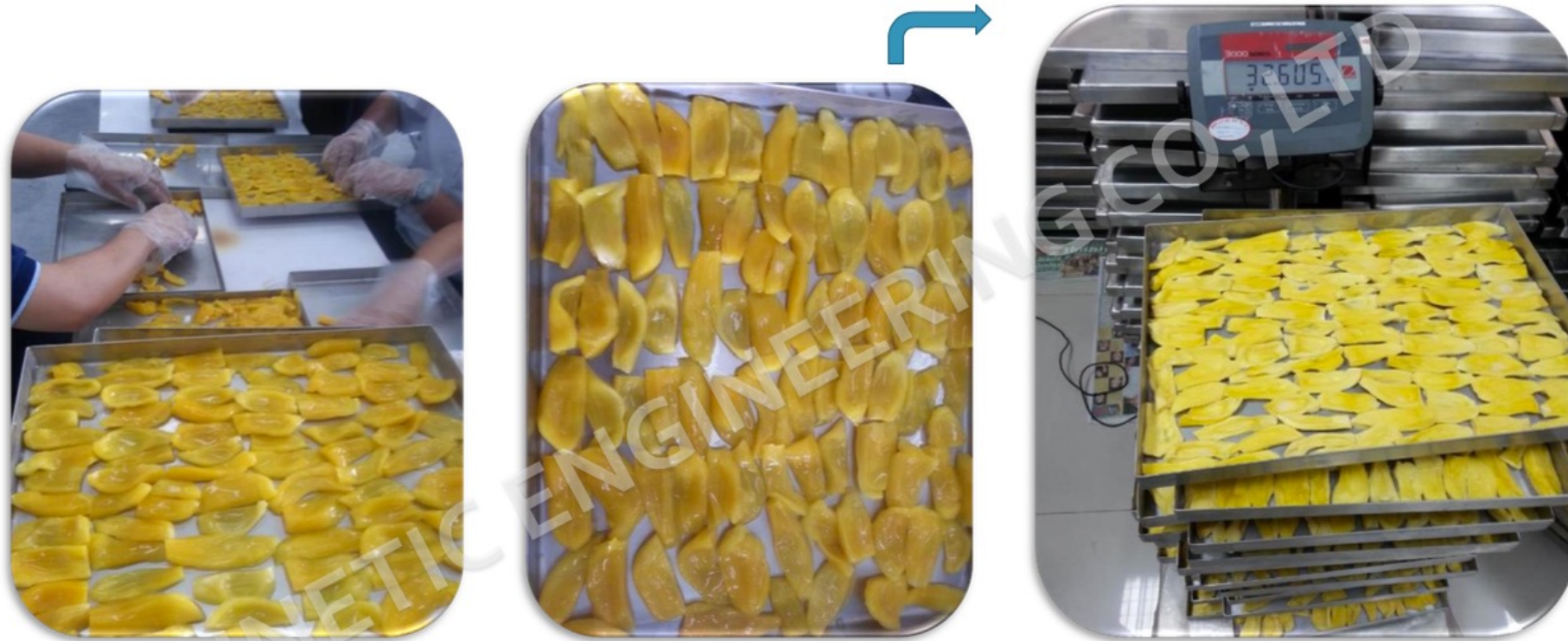
Longan Freeze Dry

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



Mango Freeze Dry

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



Jack Fruit Freeze Dry

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



Chicken Freeze Dry

# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



**Vegetable Freeze Dry**



# ตัวอย่างสินค้า Freeze Dry



Shrimp

# การดูแลรักษาเครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20

KINETIC ENGINEERING CO., LTD

## Cooling Tower ต้องสะอาดก่อน Run เครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## หมั่นตรวจเช็คความกระด้างของน้ำ (Water Hardness) เพื่อลดการเกิดตะกอน



## การล้างตะกอน Water Condenser เครื่อง Vacuum Freeze Dry FDF-20



## การใช้ Ozone กำจัดกลิ่นใน Vacuum Freeze Dry FDF-20



KINETIC ENGINEERING CO., LTD

## ตารางการดูแล Vacuum pump ใน Vacuum Freeze Dry FDF-20

ช่วงเวลาในการดูแล หรือซ่อมบำรุง	รายละเอียดการดำเนินการ	รับผิดชอบ โดย
24 ชั่วโมง/ทุกวัน	- ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งก่อนทำการเดินเครื่อง	ผู้ใช้งาน
500 ชั่วโมง/ทุกๆเดือน	- เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น (ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน) - ตรวจสอบ EXHAUST FILTER โดยใช้เกจวัดแรงดัน ดัดที่ถังน้ำมัน ทางด้านขาออก ถ้าอ่านค่าแรงดันเกิน 0.7 bar หรือมี ควันออก หรือมี น้ำมันฟุ้ง ให้ทำการเปลี่ยน EXHAUST FILTER ใหม่ - เปลี่ยน Oil Filter - ตรวจสอบการรั่วซึม และสภาพทั่วไปของปั๊ม	ผู้ใช้งาน

## ตารางการดูแล Vacuum pump ใน Vacuum Freeze Dry FDF-20

ช่วงเวลาในการดูแล หรือซ่อมบำรุง	รายละเอียดการดำเนินการ	รับผิดชอบ โดย
6-18 สัปดาห์/ทุกๆปี	<ul style="list-style-type: none"> <li>-เปลี่ยน EXHAUST FILTER ใหม่ (ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน)</li> <li>-ตรวจสอบ Coupling sleeve ถ้ามีรอยแตกหรือเสื่อมสภาพ ให้เปลี่ยนใหม่</li> <li>-ตรวจสอบข้อต่อสายไฟฟ้าที่มอเตอร์</li> </ul>	ช่างผู้ชำนาญ จากบริษัท หรือผู้ใช้งาน
30,000 ชั่วโมง/ ทุกๆ3-4 ปี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overhaul Pump (ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานของปั๊ม)</li> </ul>	ช่างผู้ชำนาญ จากบริษัท หรือผู้ใช้งาน

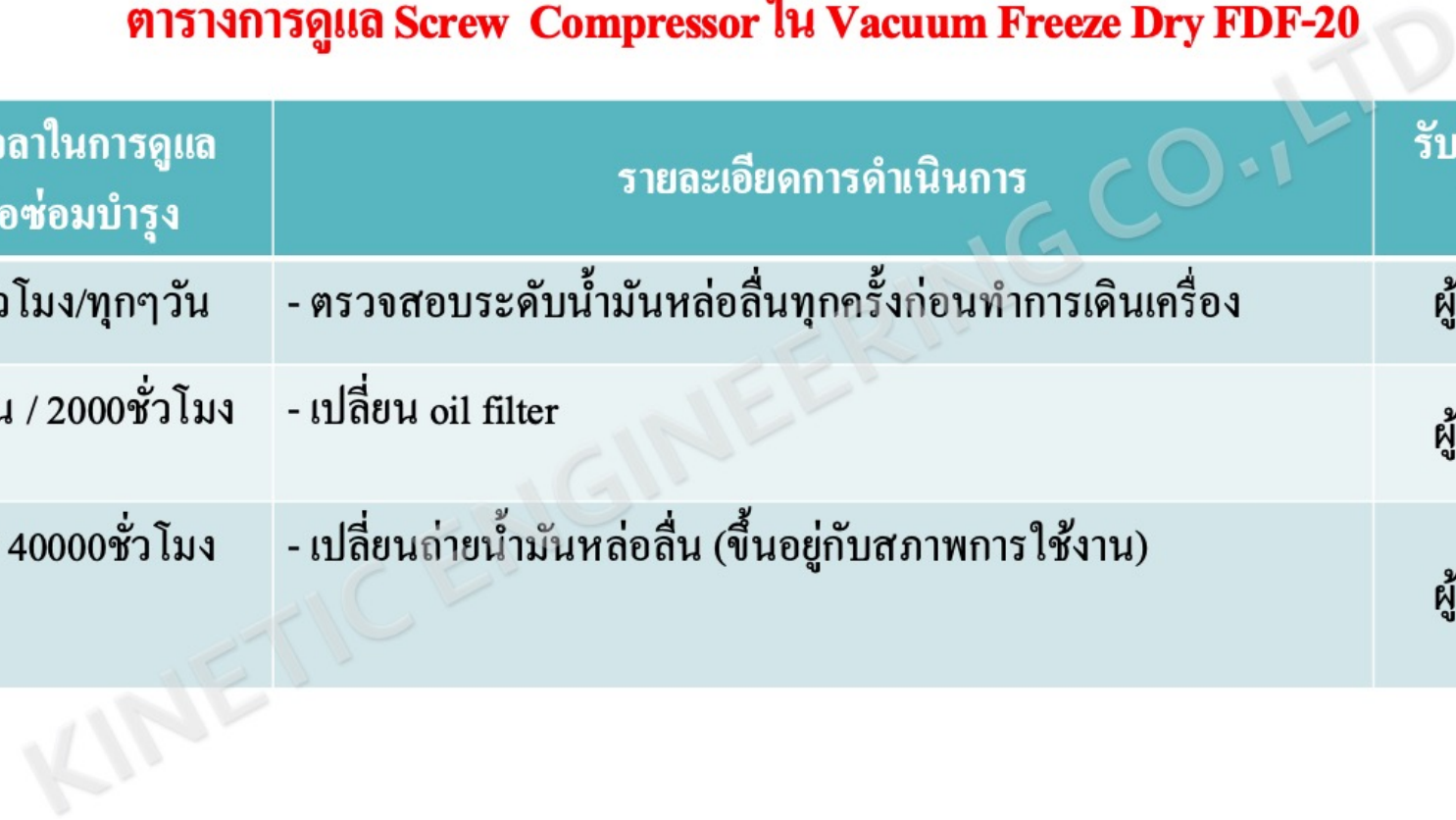


## ตารางการดูแล Mechanical Booster pump ใน Vacuum Freeze Dry FDF-20

ช่วงเวลาในการดูแล หรือซ่อมบำรุง	รายละเอียดการดำเนินการ	รับผิดชอบ โดย
ทุกๆสัปดาห์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งก่อนทำการเดินเครื่อง</li> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพปั๊มโดยทั่วไป เช็ครอยรั่วซึมของน้ำมันตามจุดต่างๆ</li> <li>- ทำความสะอาดผิวปั๊มและมอเตอร์ ( โดยใช้ลมเป่า )</li> </ul>	ผู้ใช้งาน
ทุกๆ 400 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบเช็คสภาพโดยทั่วไปของปั๊ม เช่น                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.การรั่วซึมของน้ำมัน</li> <li>2.ข้อต่อสลักเกลียวตามจุดต่างๆ</li> </ol> </li> </ul>	ผู้ใช้งาน
ทุกๆ 3,000 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น ( GEAR-LUBE 150 )</li> </ul>	ผู้ใช้งาน

## ตารางการดูแล Screw Compressor ใน Vacuum Freeze Dry FDF-20

ช่วงเวลาในการดูแล หรือซ่อมบำรุง	รายละเอียดการดำเนินการ	รับผิดชอบ โดย
24 ชั่วโมง/ทุกวัน	- ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งก่อนทำการเดินเครื่อง	ผู้ใช้งาน
6 เดือน / 2000ชั่วโมง	- เปลี่ยน oil filter	ผู้ใช้งาน
5 ปี / 40000ชั่วโมง	- เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น (ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน)	ผู้ใช้งาน



## ข้อควรระวังของ Vacuum pump ใน Vacuum Freeze Dry FDF-20



# ทำไมลูกค้าถึงเลือกเรา



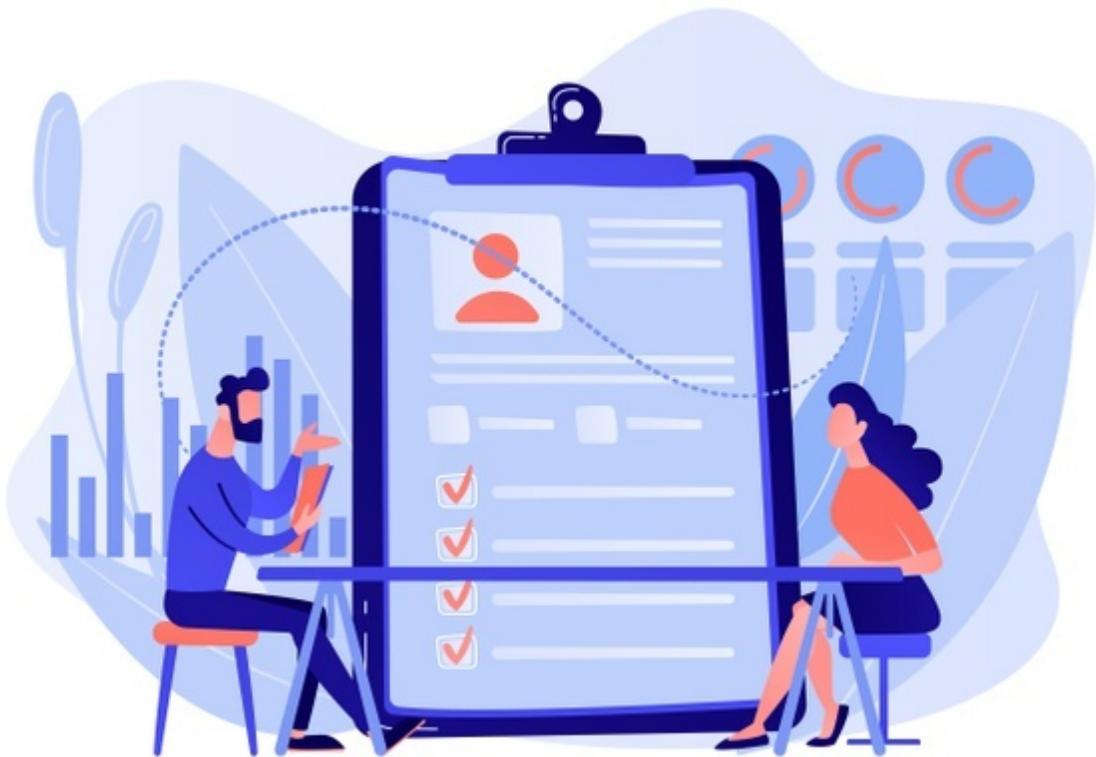
มีใช้แล้วในหน่วยงานรัฐและมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ



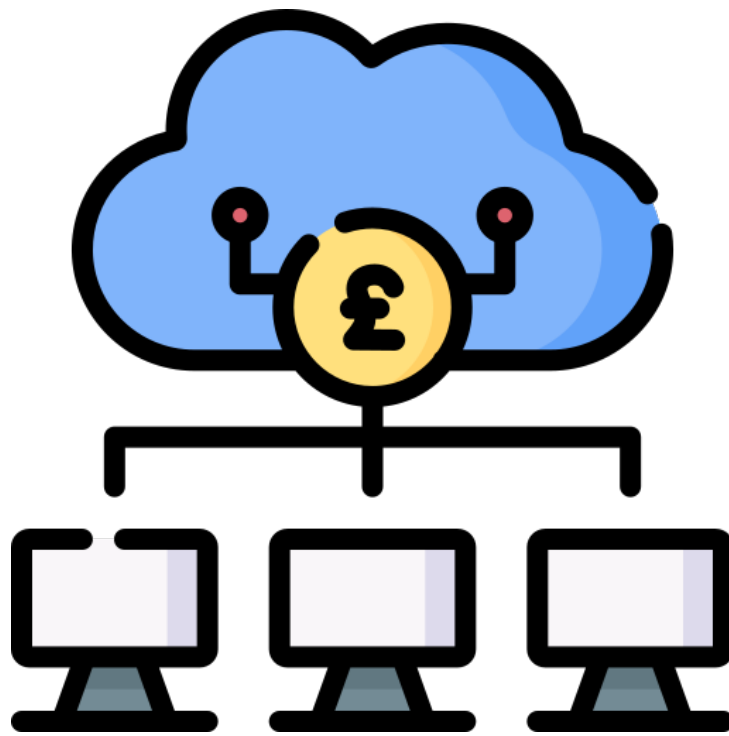
**มีใช้แล้วในหน่วยงานรัฐและมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ**



# บทที่ 4 : แบบทดสอบและ ประเมินผลหลังเรียน



# 4.1 แบบทดสอบหลัง พัฒนาทักษะ (Post-Test)





**ส่วนที่ 1 ลงทะเบียน**

1. กรุณากรอกชื่อ-นามสกุล.....
2. สถานประกอบการ.....
3. Email.....
4. เบอร์โทร.....

**ส่วนที่ 2 แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ: (Post-Test)**

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) หมายถึงข้อใด
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนระเหยน้ำออกจากในผลิตภัณฑ์
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนกับผลิตภัณฑ์โดยตรงเพื่อระเหิดน้ำแข็ง.
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนในการระเหิดน้ำแข็ง
  - ไม่มีข้อถูก
  
2. สามารถใช้วิธีการใด ในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งก่อนการทำการ Freeze dry
  - การแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็น (Air Blast Freezing)
  - การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิก (Cryogenic Freezing)
  - ตู้แช่แข็ง (Freezer)
  - ถูกทุกข้อ

**3. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง**

- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง
- 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง

**4. ข้อใดต่อไปนี่ที่ทำให้การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) แตกต่างจากการทำแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ**

- สามารถทำให้แห้งได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นชิ้น และเป็นสารละลาย
- ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำ
- 70 คน
- 60 คน

**5. ข้อใดต่อไปนี่ไม่ถูกต้อง**

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถใช้วัตถุดิบได้ทั้งแบบของเหลวและของแข็ง

**6. กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่พับอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ควรเตรียมตัวอย่างอย่างไร**

- ล้าง หั่น
- ล้าง หั่น แช่แข็ง
- ล้าง หั่น ลวก แช่แข็ง
- ล้าง หั่น ลวก ลดอุณหภูมิ แช่แข็ง

**7. ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มใดควรทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง**

- ซุปสาหร่าย น้ำพริกอ่อน บรอกโคลี
- กล้วยหอมสุก ส้ม และน้ำสลัด(น้ำใส)
- ดอกกะหล่ำ เหล้าขาว และเมลอน
- น้ำผึ้ง ลำไยสด และไอศกรีม

**8. การยุบตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบ Freeze dry อาจเกิดจาก**

- ลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำมากเกินไป
- ใช้อุณหภูมิสูงเกินไประหว่างการทำแห้ง
- วัตถุดิบยังแช่ไม่แข็งก่อนนำไปทำการอบแห้ง
- ไม่มีข้อถูก

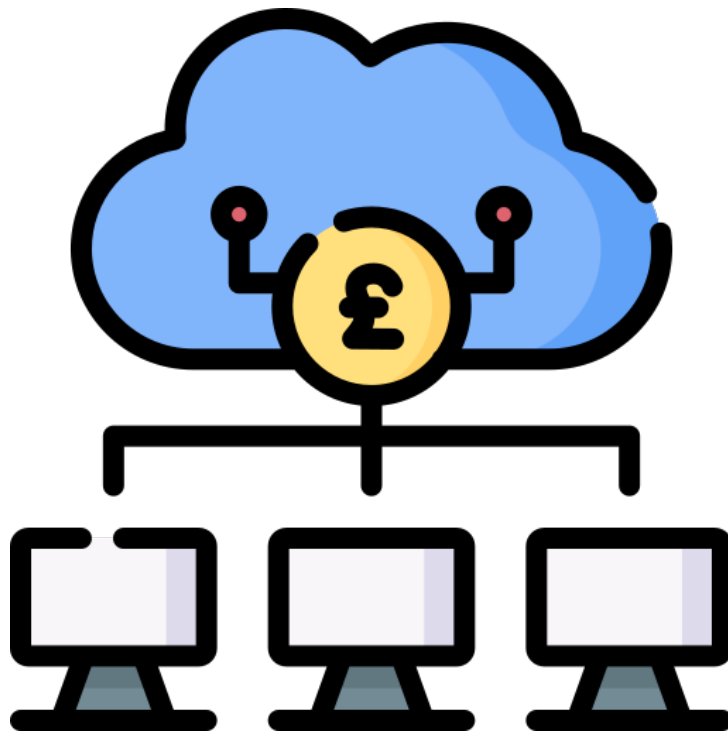
**9. ให้เลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชิ้นเมลอนอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง**

- ถุงโพลีโพรพิลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอไมด์ ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอทิลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีไวนิลลิดีคัลอไรด์ ร่วมกันวัสดุดูดซับความชื้น

10. ข้อใดคือปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อเลือกใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

- องค์กรประกอบหลักในวัตถุดิบ
- ต้นทุนการผลิต
- สุขลักษณะในการผลิต
- ถูกทุกข้อ

## 4.2 แบบประเมินทักษะหลังการพัฒนา ทักษะ (Post-Embedded Skill)



**ส่วนที่ 1 สำหรับ ผู้เรียน**
**ข้อมูลทั่วไป**

ชื่อ-นามสกุล .....

ชื่อสถานประกอบการ .....

**1.2 เปรียบเทียบความรู้และทักษะที่ได้รับหลังเข้าร่วมพัฒนาทักษะ กับ พื้นฐานความรู้เดิม**

( ) ได้พัฒนาทักษะใหม่ที่เพิ่มเติมและเป็นประโยชน์ มากกว่าความรู้เดิม ( ) ไม่ได้รับการพัฒนาทักษะ

**1.3 ความพึงพอใจต่อหลักสูตรพัฒนาทักษะ**

( ) พึงพอใจมากที่สุด ( ) พึงพอใจมาก ( ) พึงพอใจปานกลาง ( ) พึงพอใจน้อย

**ส่วนที่ 2 สำหรับ เจ้าของกิจการ หรือ หัวหน้างาน**
**2.1 การประเมินผู้เรียน**
**ความหมายระดับคะแนน**

- 0 = Beginner                      ไม่มีความรู้ ไม่มีทักษะ
- 1 = Learner                        มีความเข้าใจในทฤษฎีเบื้องต้น
- 2 = Practitioner                   มีความเข้าใจในทฤษฎีอย่างเต็มที่ มีความรู้ด้านปฏิบัติเล็กน้อย สามารถตอบคำถามหรือ  
แก้ไขปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้
- 3 = Experienced                   มีความเข้าใจในทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มที่ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหา  
ซับซ้อนปานกลางได้
- 4 = Embedded                    เกิดทักษะติดตัว สามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนมากได้ และ  
สามารถกำหนดแผนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรได้และ  
นำไปสู่การต่อยอดเพื่อลงมือทำจริง
- 5 = Broaden                        เกิดทักษะอย่างท่องแท้ในระดับผู้เชี่ยวชาญ และสามารถถ่ายทอดทักษะให้แก่ผู้อื่นได้

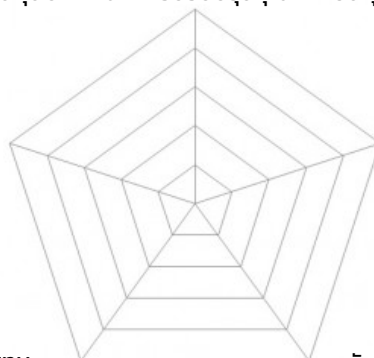
**กรุณา (✓) ในช่องระดับคะแนน**

ผลลัพธ์ทักษะ	ระดับคะแนน					
	0	1	2	3	4	5
1. ทักษะการเตรียมวัตถุดิบ เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ						
2. ทักษะการใช้เครื่อง Freeze Dry อย่างมีประสิทธิภาพ						
3. ทักษะการวิเคราะห์ และจัดการปัญหา (Solution Management)						
4. ทักษะการบริหารจัดการ จำนวนต้นทุน และระยะเวลาต้นทุน						
5. ทักษะการบำรุงรักษา และทำความสะอาดเครื่องจักร						

**การวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะด้วยกราฟเรดาร์ (Radar Chart)**

ทักษะการเตรียมวัตถุดิบ เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบระหว่างกระบวนการ

ทักษะการบำรุงรักษา และทำความสะอาดเครื่องจักร

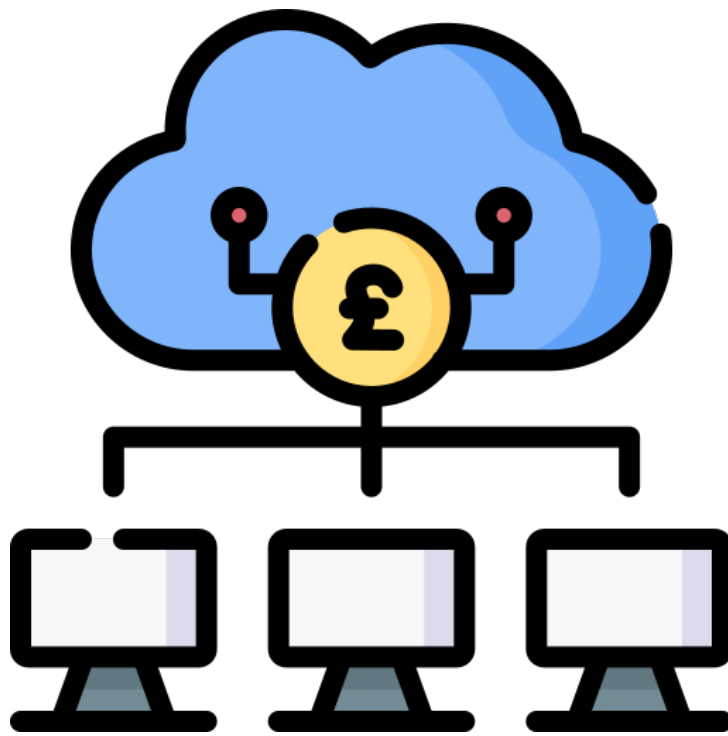


ทักษะการใช้เครื่อง Freeze Dry อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะการบริหารจัดการ จำนวนต้นทุน และระยะเวลาต้นทุน

ทักษะการวิเคราะห์ และจัดการปัญหา (Solution Management)

## 4.3 เจลยแบบทดสอบ ก่อน-หลังพัฒนาทักษะ



## ส่วนที่ 1 เฉลยแบบทดสอบพัฒนาทักษะ:

1. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) หมายถึงข้อใด
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนระเหยน้ำออกจากในผลิตภัณฑ์
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนกับผลิตภัณฑ์โดยตรงเพื่อระเหิดน้ำแข็ง.
  - กระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนในการระเหิดน้ำแข็ง
  - ไม่มีข้อถูก
  
2. สามารถใช้วิธีการใด ในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งก่อนการทำการ Freeze dry
  - การแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็น (Air Blast Freezing)
  - การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิก (Cryogenic Freezing)
  - ตู้แช่แข็ง (Freezer)
  - ถูกทุกข้อ
  
3. กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
  - 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
  - 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
  - 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิต่ำ การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง
  - 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมตัวอย่าง การแช่เยือกแข็ง การระเหิดน้ำที่อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำที่อุณหภูมิสูง
  
4. ข้อใดต่อไปนี่ที่ทำให้การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) แตกต่างจากการทำแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ
  - สามารถทำให้แห้งได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นชิ้น และเป็นสารละลาย
  - ใช้อุณหภูมิต่ำในการทำแห้ง
  - 70 คน
  - 60 คน



5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดีกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการทำแห้งแบบอื่น
- การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) สามารถใช้วัตถุดิบได้ทั้งแบบของเหลวและของแข็ง

6. กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ฝักรอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ควรเตรียมตัวอย่างอย่างไร

- ล้าง หั่น
- ล้าง หั่น แช่แข็ง
- ล้าง หั่น ลวก แช่แข็ง
- ล้าง หั่น ลวก ลดอุณหภูมิ แช่แข็ง

7. ผลิตภัณฑ์กลุ่มใดควรทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

- ซุปสาหร่าย น้ำพริกอ่อน บรอกโคลี
- กลัวยหอมสุก ส้ม และน้ำสลัด(น้ำใส)
- ดอกกะหล่ำ เหล้าขาว และเมลอน
- น้ำผึ้ง ลำไยสด และไอศกรีม

8. การยุบตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบ Freeze dry อาจเกิดจาก

- ลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำมากเกินไป
- ใช้อุณหภูมิสูงเกินไประหว่างการทำแห้ง
- วัตถุดิบยังแช่ไม่แข็งก่อนนำไปทำการอบแห้ง
- ไม่มีข้อถูก

9. ให้เลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชิ้นเมลลอนอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

- ถุงโพลีโพรพีลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอไมด์ ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีเอทิลีน ร่วมกัน วัสดุดูดซับความชื้น
- ถุงโพลีไวนิลิดีคัลลอไรด์ ร่วมกับวัสดุวัสดุดูดซับความชื้น

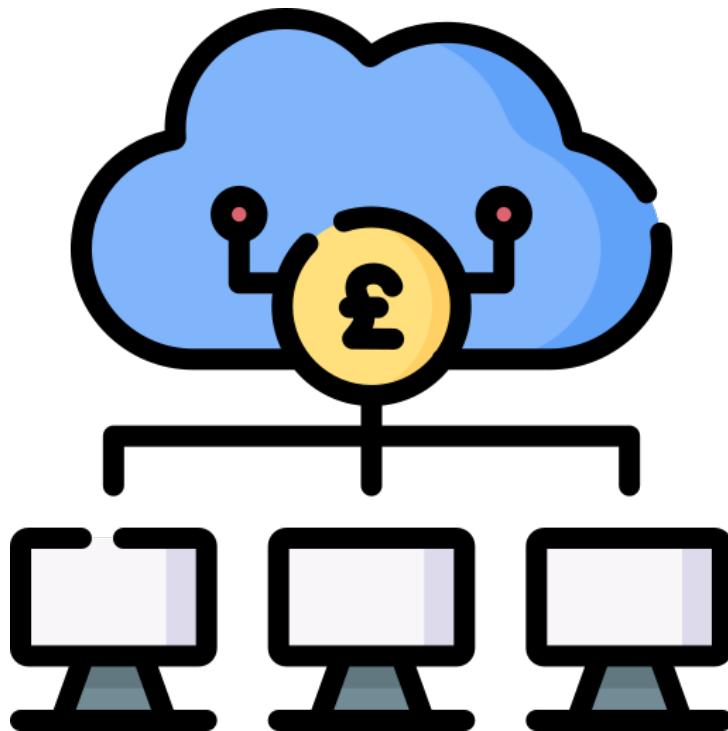
10. ข้อใดคือปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อเลือกใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

- องค์ประกอบหลักในวัตถุดิบ
- ต้นทุนการผลิต
- สุขลักษณะในการผลิต
- ถูกทุกข้อ

# บทที่ 5 : แผนงาน (Action Plan)



# 5.1 แบบฟอร์มแผนงาน (Action Plan)



**ส่วนที่ 1 สำหรับผู้เข้าร่วมพัฒนาทักษะ**

ชื่อ-นามสกุล..... ชื่อสถานประกอบการ.....

ชื่อแผนงาน / ความต้องการ.....

วัตถุประสงค์.....

ที่	เป้าหมาย/ความต้องการ/ปัญหา	กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไข	วิธีการดำเนินงาน (ระบุอย่างละเอียด)	ตัวชี้วัด	ระยะเวลา	ทรัพยากรที่มี
						งบประมาณ

**ส่วนที่ 2 สำหรับหัวหน้างาน หรือ เจ้าของกิจการ**

**พิจารณาแผนที่ผู้เรียนนำเสนอ**

.....

.....

.....

.....

**แผนการต่อยอดหรือลงทุนจากทักษะที่ได้รับ**

ที่	รายการ	พร้อมดำเนินงานทันที	มีแผนการดำเนินงานในอนาคต	โปรดอธิบายเพิ่มเติม	หมายเหตุ
1	ทำสนใจลงทุนใน เครื่องจักร	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	ทำสนใจลงทุนใน กำลังคน เช่น มีการจ้างงานเพิ่มขึ้นเพื่อควบคุมเครื่องจักรที่ได้ลงทุนเพิ่ม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	ทำสนใจต่อยอดและลงทุน ในด้านอื่น ๆ โปรดระบุ.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**ความพึงพอใจต่อหลักสูตรพัฒนาทักษะ**

( ) พึงพอใจมากที่สุด ( ) พึงพอใจมาก ( ) พึงพอใจปานกลาง ( ) พึงพอใจน้อย

## KNOWLEDGE MANAGEMENT

**หลักสูตรทักษะการบริหาร  
จัดการ วิเคราะห์ปัญหา  
บริหารต้นทุนอย่างมี  
ประสิทธิภาพ และสร้าง  
มูลค่าเพิ่มแก่สินค้าด้วย  
เทคโนโลยีอบแห้งแบบแช่  
เยือกแข็ง**

**(Machine Management,  
Analytic and Cost-  
effective operations  
of Freeze Dry)**

ภายใต้แผนงานพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของ  
บุคลากรภาคอุตสาหกรรม  
โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาคเพื่อ  
ตอบโจทย์การพัฒนานวัตกรรมของประเทศ  
ประจำปีงบประมาณ 2563

จัดทำโดย  
อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ

