ศึกษาความสามารถในการละลายหารแช่แข็งบนอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะ

Study the thawing of freezing foods on metal plates

บัณฑัต อินสว่าง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาความสามารถในการละลายหารแช่แข็งบนอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะ

Study the thawing of freezing foods on metal plates

จัดทำโดย

บัณฑัต อินสว่าง รหัสนักศึกษา 58080180

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ประมวล ศรีกาหลง

.....

24 / 06 / 62

(ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ศึกษาความสามารถในการละลายหารแช่แข็งบนอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะ
นักศึกษา	บัณฑัต อินสว่าง รหัสนักศึกษา 58080180
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง

บทคัดย่อ

ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารประเภทแช่แข็งจำนวนมากได้มีกระบวนการแปรรูปอาหารแช่แข็งเนื้อสัตว์และอุตสาหกรรมอาหารทะเลต้องผ่านกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารโดยผ่านการละลายน้ำแข็งซึ่งในโรงงานอาหารสามารถพบปัญหาที่ทำให้ที่ทำให้การทำงานล้าช้าเกิดเกิดขึ้นจากปัจจัยหนึ่งคือการละลายเนื้อสัตว์และอาหารทะเลที่ล่าช้าและส่งผลไปถึงกระบวนการแปรรูปในขั้นตอนต่อไปจึงได้คิดค้นอุปกรณ์ที่สามารถลดระยะเวลาในการละลายเนื้อสัตว์และอาหารทะเลโดยใช้แผ่นโลหะต่างชนิดกันที่ผ่านการคัดเลือกที่ดีที่สุดแล้วนำมาทำการทดลองโดยมีการจับเวลาและจดบันทึกผลของการทดลองเพื่อหาอัตราการละลายที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: การละลายน้ำแข็ง,แผ่นโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Study the thawing of freezing foods on metal plates
Student name	Bannathad insawang Student ID 58080180
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology
Year	2019
Advisor	Assist.Prof.Dr. Pramoun Srikalong

ABSTRACT

In many frozen food factories, there are often frozen food processing, meat frozen. The seafood industry must go through the process of forming food products by defrosting. In food factories, one cause of work delay is the meat melting and it will result in the food processing process.The next step is a device invention that can reduce the time to melt the meat and seafood dissolving. By using different types of metal sheets that have been selected for the experiment. There is timer and note the results of the experiment to find the best solubility rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ผศ.ดร.ประมวล ศรีกาหลง ที่ปรึกษาสัมมนาที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

บัณฑัต อินสว่าง

5 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญรูปภาพ..... VI

บทที่1 บทนำ..... 1

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำแข็ง.....3

2.2 การละลายน้ำแข็ง..... 4

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโลหะ.....10

2.4ค่าการนำความร้อน.....13

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....17

3.1 วัตถุดิบ.....17

3.2 อุปกรณ์.....17

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....17

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....19

4.1 การออกแบบเครื่องอุปกรณ์..... 19

4.2 หาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและแผ่นโลหะ.....20

4.3 อัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็ง.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุป.....25
บรรณานุกรม.....26
ประวัติผู้เขียน.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
2.1 อนุภาคของตัวถูกละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลาย	5
2.2 แรงดึงดูดระหว่างตัวทำลายกับตัวถูกละลาย	6
2.3 การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	7
2.4 สารประกอบไอออนิกละลายน้ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน	8
2.5 การละลายของเกลือซึ่งเป็นสารประกอบไอออนิกในน้ำ ไอออนของโซเดียมและคลอไรด์ จะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำโดยหันด้านประจุตรงข้ามมาล้อมรอบ	10
2.6 การนำความร้อนของตัวอย่างอาหาร	13
2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าการนำความร้อนของตัวอย่างอาหารของเหลวกับอุณหภูมิ	15
2.8 ค่าการนำความร้อนของตัวอย่างอาหารผักและผลไม้	16
4.1 อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นทองเหลือง	19
4.2 อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นอลูมิเนียม	19
4.3 อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นสแตนเลส	20
4.4 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะทองเหลือง	20
4.5 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะอะลูมิเนี่ยม	21
4.6 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลส	21
4.7 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสติดยึดชิ้ง	22
4.8 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสเจาะรู	23
4.9 อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสทำร่อง	23
4.10 อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิของลูกชิ้นเต้าหู้ปลาขณะทำการละลายด้วยแผ่นสแตนเลดติดยึดชิ้ง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารการแช่แข็งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการรักษาผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือหลังการแปรรูป ในเนื้อสัตว์ (เนื้อวัวเนื้อหมูและสัตว์ปีก) และอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเลการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน ผลิตภัณฑ์แช่แข็งเหล่านี้ต้องถูกนำมาให้ความร้อนหรือละลายในอุณหภูมิที่ถูกยอมรับเพื่อการแปรรูปต่อไป อาหารที่เน่าเสียง่ายเช่นอาหารที่ใช้ในการปฏิบัติการทางทหารจะถูกเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นตลอดเวลาจนแม้ในการขนส่งจนกว่าจะต้องการละลายเพื่อบริโภคต่อไป การแปรรูปอาหารส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับขนาดเนื้อสัตว์ที่แช่แข็งที่เป็นก้อนใหญ่แล้วต้องการแบ่งเอามาเพื่อให้ความร้อนหรือละลายเพื่อการแปรรูปหรือหั่นเป็นชิ้นเล็กๆต่อไป ในช่วงระหว่างการละลายผลิตภัณฑ์อาหารมักเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมและชื่นชอบอย่างมากสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีปริมาณน้ำสูงระบบละลายแบบดั้งเดิมเช่นการปะทะด้วยอากาศหรือการละลายด้วยน้ำร้อนน้ำเย็นถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อย่างไรก็ตามข้อเสียที่เกี่ยวข้องกับเวลาละลายน้ำแข็งเป็นเวลานานก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวที่ไม่คาดคิดและความเป็นไปได้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนพื้นผิวของอาหารยังคงเป็นเรื่องที่ต้องกังวลอย่างมาก ดังนั้นวิธีการละลายน้ำแข็งอย่างรวดเร็วจึงจำเป็นต้องใช้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเกี่ยวกับการละลายน้ำที่ต้องใช้เวลานานนานอีกทั้งการเปลี่ยนแปลงในเรื่องคุณลักษณะของคุณภาพอาหาร เมื่อเร็ว ๆ นี้การใช้ระบบทำความร้อนอิเล็กทริก อย่างเช่นการใช้พลังงานคลื่นความถี่วิทยุ ได้กลายเป็นทางเลือกของอุตสาหกรรมแปรรูปหลายแห่งเนื่องจากเวลาช่วงเวลาที่สั้นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาน้ำหนักของก้อนน้ำแข็งที่เหลือเพื่อหาอัตราการละลายโดยใช้อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบโลหะ

1.2.2 เพื่อศึกษาความสามารถในการละลายของน้ำแข็งโดยใช้อุปกรณ์ละลายน้ำแข็ง แบบโลหะ

1.2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการละลายของน้ำแข็งในตัวอย่างอาหารด้วยอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบโลหะ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อทราบของน้ำแข็งที่ใช้อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะอัตราการละลาย

1.3.2 เพื่อทราบความสามารถในการละลายของน้ำแข็งแผ่นโลหะ โดยใช้อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบโลหะ

1.3.3 เพื่อทราบความสามารถในการละลายของน้ำแข็งในตัวอย่างอาหารด้วยอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งโดยใช้อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำแข็ง

2.1.1ลักษณะโครงสร้างน้ำแข็ง

น้ำแข็ง เป็นชื่อเรียกของสภาวะของแข็งของน้ำซึ่งมักอยู่ในลักษณะของผลึกของน้ำ ซึ่งโดยปกติจะมีลักษณะใสหรือมีสีฟ้าขาวใสปนอยู่ด้วย ขึ้นอยู่กับว่ามีสิ่งเจือปนในน้ำแข็งนั้น โดยในสภาวะปกตินำแข็งจะเกิดขึ้นเมื่อน้ำในรูปของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส 32 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 273.15 เคลวิน ที่ความดันปกติ และจะสามารถแข็งตัวจากสถานะก๊าซโดยไม่ผ่านสถานะของเหลวเลยก็ได้ เช่น ปรากฏการณ์น้ำค้างแข็งหรือแม่คะนิ้งน้ำแข็งในธรรมชาติอยู่ในแหล่งต่างๆ เช่น เกล็ดหิมะ ลูกเห็บ น้ำแข็งย้อย ธารน้ำแข็ง ภูเขาน้ำแข็ง และน้ำแข็งขั้วโลก และน้ำแข็งเป็นส่วนสำคัญของสมดุลภูมิอากาศของโลก โดยเฉพาะวัฏจักรของน้ำ นอกจากนี้น้ำแข็งยังเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมต่างๆ อีกด้วย ตั้งแต่ การใส่น้ำแข็งในน้ำดื่ม กีฬาในฤดูหนาว จนไปถึงการสร้างประติมากรรมน้ำแข็ง ในฐานะเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นผลึกอนินทรีย์ที่เป็นของแข็งที่มีโครงสร้างเป็นระเบียบ น้ำแข็งถือเป็นแร่ ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยโครงสร้างผลึกซึ่งปกติขึ้นอยู่กับโมเลกุลของน้ำซึ่งประกอบด้วยอะตอมออกซิเจนอะตอมเดียวที่ถูกยึดเหนี่ยวไว้ด้วยพันธะโคเวเลนซ์ถึงสองอะตอมไฮโดรเจนหรือ H-O-H อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติทางกายภาพหลายอย่างของน้ำและน้ำแข็งจะถูกควบคุมโดยการก่อตัวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมออกซิเจนและอะตอมไฮโดรเจนที่อยู่ติดกัน มันเป็นพันธะที่อ่อนแอ แต่เป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมโครงสร้างของทั้งน้ำและน้ำแข็ง

2.1.2คุณสมบัติของน้ำแข็ง

คุณสมบัติของน้ำแข็งที่ความดันบรรยากาศที่เป็นของแข็งจะอยู่ที่ประมาณ 9% ที่ความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ความหนาแน่นของน้ำแข็งคือ 0.9167 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 0 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำมีความหนาแน่นที่ 0.9998 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำเป็นของเหลวที่มีความหนาแน่นมากที่สุดเป็นหลักคือ 1.00 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร, ที่ 4 องศาเซลเซียส และจะกลายเป็นความหนาแน่นน้อยก็ต่อเมื่อโมเลกุลของน้ำเริ่มกลายเป็นผลึกรูปทรงหกเหลี่ยมของน้ำแข็งเมื่อถึงจุดเยือกแข็งทั้งนี้เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนมีอำนาจเหนือกว่าแรงระหว่างโมเลกุลซึ่งส่งผลให้มีการบรรจุของโมเลกุลขนาดกะทัดรัดกว่าไว้ในของแข็งความหนาแน่นของน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยด้วยการลดอุณหภูมิลงและมีค่า 0.9340 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ -180 องศาเซลเซียส (93 เคลวิน)ผลของการขยายตัวระหว่างการแข็งตัวสามารถทำให้เกิดสิ่งอันน่าทึ่งและเป็นสาเหตุพื้นฐานของการแข็งตัวละลาย (freeze-thaw) ของการผุกร่อนของหินในธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของน้ำท่วมบ้านเมื่อท่อน้ำแตกเนื่องจากความดันของการขยายตัวของน้ำเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันแข็งตัว ดังนั้นน้ำที่รั่วไหลออกมา (และกลายเป็นน้ำแข็ง) หลังจากนั้นจึงได้ละลายกลายเป็นน้ำผลของกระบวนการนี้คือการที่น้ำแข็ง (ในรูปแบบที่พบมากที่สุดของมัน) ลอยอยู่บนน้ำ, ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในชีวะโมเลกุลของโลก (biosphere) มันได้รับการถกเถียงกันอยู่ว่าไม่มีคุณสมบัตินี้ในวัตถุตามธรรมชาติอย่างเช่นน้ำที่จะถูกแช่แข็ง ในบางกรณีนั้น จากส่วนล่างของมหาสมุทรได้ทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดและน้ำทะเลอย่างถาวร แผ่นน้ำแข็งบาง ๆ ช่วยให้แสงลอดผ่านไปได้ในขณะที่ช่วยปกป้องด้านที่อยู่ข้างใต้ของแผ่นน้ำแข็งจากสภาพอากาศระยะสั้นสุดขั้วเช่นลมหนาว (wind chill) ได้อย่างพอเพียง นี่จะสร้างสภาพแวดล้อมที่กำบังสำหรับอาณานิคมของแบคทีเรียและสาหร่าย เมื่อน้ำทะเลกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำแข็งกลายเป็นปริศนาที่มีช่องน้ำเค็มที่เต็มไปด้วยสิ่งมีชีวิตซึ่งดำรงชีพอยู่แบบ sympagic (sympagic organisms) เช่นแบคทีเรีย, สาหร่าย, copepods และ annelids, ซึ่งในทางกลับกันจัดเป็นอาหารสำหรับสัตว์เช่นเคยและปลาพิเศษเช่น ปลาบอลด์โนโทเธน ซึ่งก็ถูกกินเป็นอาหารต่อมาโดยสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น เพนกวินจักรพรรดิ ปลาวาฬมิงกี เป็นต้น เมื่อน้ำแข็งละลาย, มันจะดูดซับพลังงานได้มากที่สุดเท่าที่มันจะนำพาความร้อนที่เทียบเท่ากับมวลของน้ำที่ 80 องศาเซลเซียส ในระหว่างกระบวนการละลาย, ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 0 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำแข็งละลาย, พลังงานใด ๆ จะเพิ่มการสลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของน้ำแข็งน้ำ พลังงานจะสามารถทำให้มีการเพิ่มพลังงานความร้อนอุณหภูมิหลังจากพันธะไฮโดรเจนได้รับพลังงานเพียงพอที่จะแตกตัวออกซึ่งน้ำแข็งจะสามารถพิจารณาได้ว่าเป็นของเหลว ปริมาณของพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะไฮโดรเจนในการเปลี่ยนจากน้ำแข็งไปเป็นน้ำเป็นที่รู้จักกันว่าคือ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว เช่นเดียวกับน้ำ, น้ำแข็งดูดกลืนแสงสีแดงที่ปลายของสเปกตรัมพิเศษอันเป็นผลมาจากการแทรกสอดจากการยืดขยายพันธะไฮโดรเจน-ออกซิเจนออก (O-H) เมื่อเทียบกับน้ำ, การดูดกลืนนี้จะขยับเลื่อนไปสู่พลังงานที่มีค่าลดลงเล็กน้อย ดังนั้นน้ำแข็งจะปรากฏเป็นสีน้ำเงินกับสีเขียวอ่อนเล็กน้อยมากกว่าของเหลวน้ำ เนื่องจากในการดูดกลืนจะเป็นการสะสม, ผลลัพธ์ของสีจะทวีความรุนแรงขึ้นด้วยความหนาที่เพิ่มขึ้นหรือถ้าการสะท้อนภายในทำให้เกิดแสงที่จะใช้เส้นทางยาวผ่านทางน้ำแข็ง

2.2 การละลายน้ำแข็ง

2.2.1 การละลาย

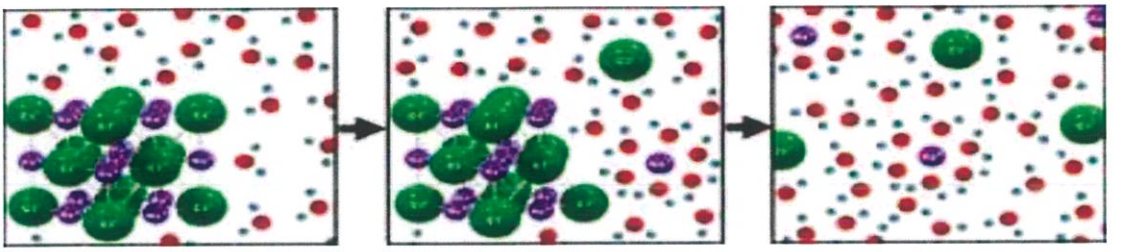
การละลาย (Dissolve) คือ การที่สารชนิดหนึ่ง (ตัวถูกละลาย) แตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ และแทรกตัวในสารอีกชนิดหนึ่ง (ตัวทำละลาย) โดยทั่วไปเราพิจารณาว่า

2.2.1.1 สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็น ตัวทำละลาย (Solvent)

2.2.2.2 สารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็น ตัวถูกละลาย (Solute)

2.2.1.3 สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายเรียกว่า aqueous solution (aq)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.1 อนุภาคของตัวถูกละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลาย

ที่มา scimath.org

การที่อนุภาคของตัวถูกละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายได้หรือไม่ จะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายกับตัวทำละลาย แรงดึงดูดโมเลกุลระหว่างตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย และแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตัวถูกละลายกับตัวถูกละลาย ปกติแล้ว การที่ตัวถูกละลายจะละลายในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ได้นั้น สารทั้งสองชนิดจะต้องมีสมบัติเหมือนกันตามกฎ like dissolves like ก็คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วเป็นแรงไดโพล-ไดโพล (dipole - dipole) แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เอทานอล (CH_3CH_2OH) ละลายในน้ำ (H_2O) แต่ไม่ละลายในเฮกเซน (C_6H_{14}) ในทางตรงข้าม ตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้ว เป็นแรงแวนเดอร์วาลล์ (Van der Waals force) เหมือนกัน แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CC_{14}) ละลายในเบนซีน (C_6H_6) ไม่ละลายในน้ำ แต่ถ้าในกรณีที่สารหนึ่งมีขั้วน้อยกว่าอีกสารตัวหนึ่ง ความสามารถในการละลายก็ลดลง หรืออาจจะกล่าวอีกนัยคือละลายได้เพียงบางส่วนเท่านั้น จากที่กล่าวมาจะเป็นการละลายของของเหลวในของเหลวด้วยกัน ในกรณีที่เป็นการละลายของของแข็งในของเหลวก็สามารถอธิบายโดยใช้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเช่นเดียวกัน ถ้าตัวถูกละลายเป็นสารประกอบไอออนิก ซึ่งมีแรงดึงดูดระหว่างไอออนสูงมาก ก็จะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วน้อยกว่า เพราะฉะนั้น สารประกอบไอออนิกจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วแรงมากๆ เช่น เกลือ (โซเดียมคลอไรด์ : NaCl) ละลายได้ดีในน้ำ มากกว่าในตัวทำละลายที่เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน hydrocarbon compounds

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.2แรงดึงดูดระหว่างตัวทำลายกับตัวถูกละลาย

ที่มา scimath.org

การละลายจะเป็นประเภทใดขึ้นอยู่กับชนิดของสารและตัวทำละลายที่เกี่ยวข้อง ในขณะที่สารเกิดการละลาย ตัวละลายที่เป็นของแข็งจะแยกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ และยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลของตัวละลาย กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับพลังงาน ถ้าพลังงานที่ใช้แยกอนุภาคของของแข็งมีปริมาณน้อยกว่า พลังงานที่เกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวละลายกับตัวทำละลาย การละลายของสารนี้จะปล่อยพลังงานออกมา สารละลายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น การละลายประเภทนี้เรียกว่า การละลายประเภทคายความร้อนในทางกลับกัน ถ้าพลังงานที่ใช้ในการแยกอนุภาคของตัวละลายที่เป็นของแข็งมีปริมาณมากกว่า พลังงานที่เกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวละลายกับตัวทำละลาย การละลายของสารนี้จะดูดพลังงาน สารละลายจะมีอุณหภูมิต่ำลง การละลายประเภทนี้เรียกว่า การละลายประเภทดูดความร้อน การละลายของของเหลวหรือแก๊สในตัวทำละลายชนิดต่างๆ เกิดขึ้นได้ในทำนองเดียวกัน การละลายของสารแต่ละชนิดจะเป็นการละลายของสารประเภทดูดหรือคายความร้อนเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร

2.2.2 กระบวนการเกิดสารละลาย

สารละลาย คือ สารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกัน สารละลายจึงไม่เป็นสารบริสุทธิ์แต่เกิดจากการรวมตัวของสารบริสุทธิ์ โดยที่รวมกันแล้วยังต้องเป็นสารเนื้อเดียว (Homogeneous) เนื่องจากอนุภาคของตัวถูกละลายแทรกตัวในอนุภาคของตัวทำละลายอย่างสม่ำเสมอโดยองค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด เรียกว่าตัวทำละลาย (Solvent)ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย (Solute) การที่อนุภาคของตัวถูกละลายเข้าไปแทนที่อนุภาคของตัวทำละลายเกิดขึ้นได้เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลาย

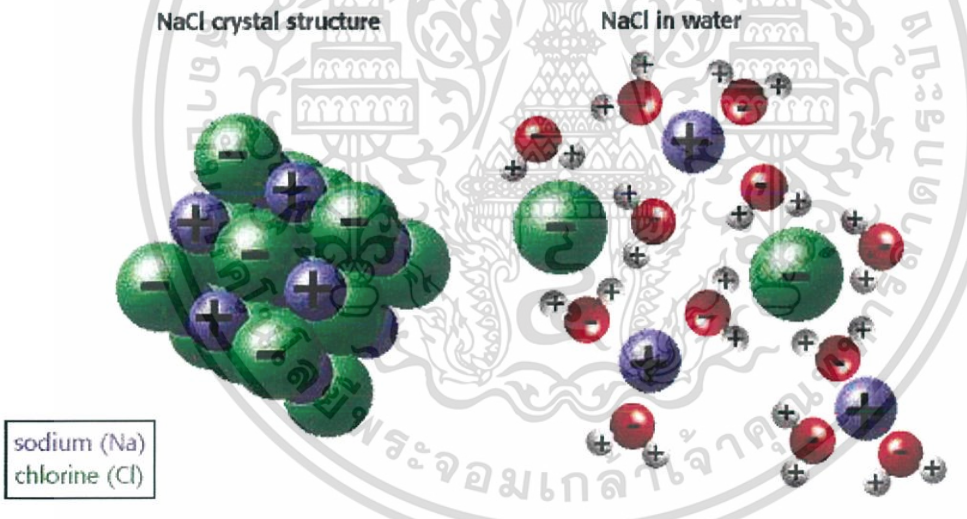
2.2.2.2 ทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของตัวถูกละลาย

2.2.2.3 สร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

สารแต่ละชนิดมีกระบวนการละลายแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น การละลายของสารประกอบไอออนิก เมื่อให้สารประกอบไอออนิกละลายน้ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ของแข็งไอออนิกสลายตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะก๊าซ ขั้นนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดพลังงาน เพราะต้องใช้พลังงานเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ พลังงานที่ใช้ในขั้นนี้ เรียกว่า พลังงานแลตทิช หรือพลังงานโครงร่างผลึก (Lattice Energy)

ขั้นที่ 2 ไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะก๊าซรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ กลายเป็นไอออนที่ถูกไฮเดรต เนื่องจากขั้นนี้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกและไอออนลบกับโมเลกุลของน้ำ ขั้นนี้จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทคายพลังงาน พลังงานที่คายออกมาเรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน เช่น เมื่อโซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้น ดังนี้



รูปที่2.3การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

ที่มาscimath.org

การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อนหรือคายความร้อนก็ได้ ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานแลตทิช และพลังงานไฮเดรชัน พิจารณาได้ดังนี้

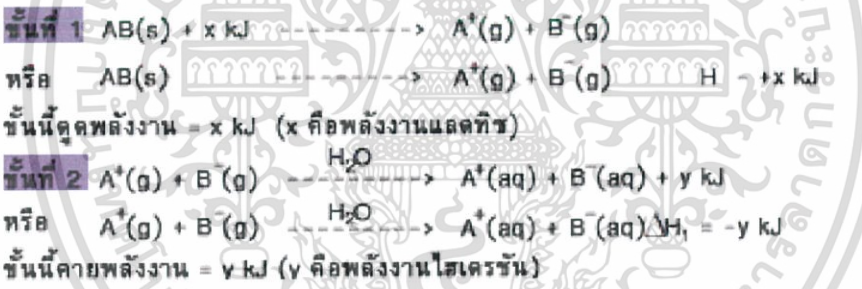
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4 ถ้าพลังงานแลตทิชมากกว่าพลังงานไฮเดรชัน การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกนั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน

2.2.2.5 ถ้าพลังงานแลตทิชน้อยกว่าพลังงานไฮเดรชัน การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกนั้นเป็น การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน

2.2.2.6 ถ้าพลังงานแลตทิชเท่ากับพลังงานไฮเดรชัน การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกนั้นไม่มี การเปลี่ยนแปลงพลังงาน

2.2.2.7 ถ้าพลังงานแลตทิชมากกว่าพลังงานไฮเดรชันมาก ๆ สารประกอบไอออนิกนั้นละลายน้ำได้ น้อยมาก จนถือว่าไม่ละลาย เหตุที่ไม่ละลายเพราะว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ แข็งแรง มาก โมเลกุลของน้ำจึงไม่สามารถดึงให้แยกออกจากันได้ หรือกล่าวได้ว่า แรงดึงดูดระหว่าง ไอออนบวกกับไอออนลบแข็งแรงกว่าแรงดึงดูดระหว่างไอออนกับโมเลกุลของน้ำมากเหตุที่ไม่ ละลายเพราะว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบแข็งแรงมาก โมเลกุลของน้ำจึงไม่ สามารถดึงให้แยกออกจากันได้ หรือกล่าวได้ว่า แรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบแข็งแรง กว่าแรงดึงดูด ระหว่างไอออนกับโมเลกุลของน้ำมาก



รูปที่2.4 สารประกอบไอออนิกละลายน้ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน

ที่มา scimath.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความสามารถในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

จากการพิจารณาว่าเมื่อสารไอออนิกละลายในน้ำเป็นการละลายประเภทดูดหรือคายความร้อน นอกจากพิจารณาจากพลังงานแลตทิช และพลังงานไฮเดรชันดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถพิจารณาได้จากความสามารถในการละลายของสารไอออนิกนั้นในน้ำดังนี้

2.2.3.1สารไอออนิกใดละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายของสารไอออนิกนั้น เป็นการละลายประเภทดูดความร้อน

2.2.3.2 สารไอออนิกใดละลายน้ำได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายของสารไอออนิกนั้น เป็นการละลายประเภทคายความร้อน

สรุปกระบวนการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย ประกอบด้ว

2.2.3.3 การทำลายแรงยึดเหนี่ยว solvent - solvent และ solute - solute ----> Hdiss มีค่าบวก (ดูดพลังงาน)

2.2.3.4 การเกิดแรงยึดเหนี่ยว solvent -solute ----> Hbind มีค่าลบ (คายพลังงาน)

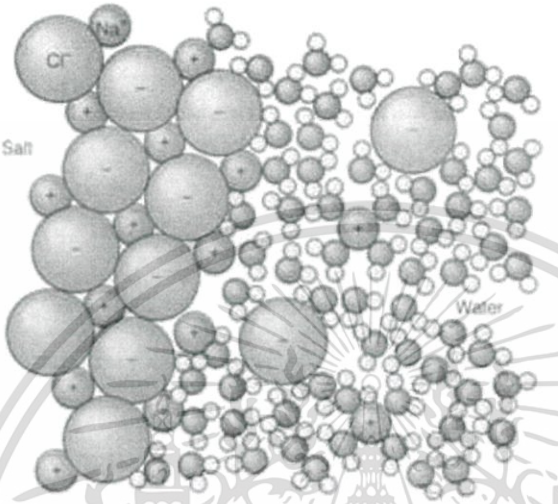
2.2.3.5 ความร้อนของการละลาย Hsoln= Hdiss +Hbind

2.2.4 ความสามารถในการละลายของน้ำ

น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีมาก น้ำสามารถละลายสารเกือบทุกชนิดได้ จึงไม่น่าแปลกใจว่าน้ำทะเลหรือของเหลวอื่น ๆ ในธรรมชาติแม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก คำว่าสารละลายจะประกอบด้วยองค์ประกอบสองส่วนด้วยกัน คือตัวทำละลาย(solvent)ซึ่งเป็นของเหลวและมีสัดส่วนในปริมาณมากกว่าองค์ประกอบอีกตัวหนึ่ง คือตัวถูกละลาย(solute)ซึ่งมักจะเป็นของเหลวหรือก๊าซ ในสารละลายใด ๆ ที่มีการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน หมายถึงตัวถูกละลายแพร่กระจายไปใน ตัวทำละลายได้อย่างทั่วถึง มีคุณสมบัติเดียวกันทุกส่วน ต่างจากของผสม (mixture)ซึ่งตัวทำละลายและตัวถูกละลาย จะไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน คุณสมบัติในแต่ละส่วนอาจไม่เหมือนกัน ความสามารถในการเป็นตัวทำละลายที่ดีของน้ำนั้นเนื่องมาจากคุณสมบัติความมีขั้วในโมเลกุลของน้ำ ถ้าพิจารณาการละลายของเกลือแกงในน้ำไอออน (ion)ซึ่งหมายถึงอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมที่มีประจุอันเนื่องมาจากการรับหรือสูญเสียอิเล็กตรอน ซึ่งแตกต่างไปจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันในพันธะโคเวเลนต์โดยโซเดียมไอออนในเกลือจะสูญเสียอิเล็กตรอน ในขณะที่คลอไรด์จะเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ทำให้อะตอมของโซเดียมและคลอไรด์ในเกลือยึดกันอยู่ โดยพันธะมาจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมต่างประจุเราเรียกพันธะแบบนี้ว่าพันธะไอออนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ionic bondเมื่อเกลือละลายในน้ำ ความมีขั้วของน้ำจะแยกอะตอมของโซเดียมและคลอไรด์ออกจากกัน ให้สังเกตว่า โซเดียมคลอไรด์ไม่ได้อยู่ในสภาพของเกลือในน้ำ อะตอมของธาตุทั้งสองจะแยกออกจากกัน เมื่อเกิดการระเหยของน้ำ อะตอมทั้งสองจึงสร้างตัวเป็นผลึกเกลือ



รูปที่2.5 การละลายของเกลือซึ่งเป็นสารประกอบไอออนิกในน้ำ ไอออนของโซเดียมและคลอไรด์จะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำโดยหันด้านประจุตรงข้ามมาล้อมรอบ

ที่มา Garrison 2007

ในทางตรงกันข้าม น้ำมันไม่สามารถละลายน้ำได้ถึงแม้ว่าจะเขย่าให้ผสมกันอย่างแรง เมื่อน้ำมันผสมกับน้ำ ลักษณะของสารดังกล่าวนี้จะเป็นของผสม เนื่องจากโมเลกุลของน้ำมันเป็นสารประกอบไม่มีขั้ว ซึ่งหมายถึงปลายทั้งสองด้านของน้ำมัน จะไม่มีประจุบวกหรือประจุลบ คุณสมบัติดังกล่าวจะมีข้อดีสำหรับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่มีผนังเซลล์เป็นสารประกอบประเภทไขมัน เราทราบกันดีว่าน้ำทะเลเป็นสารประกอบที่มีไอออนหรือสารประกอบที่ไม่ใช่ไอออนละลายอยู่มาก อนุภาคเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่ไปยังมวลน้ำอื่นได้โดยขบวนการแพร่ (diffusion)ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่แบบสุ่มของอนุภาคในสารละลาย ถ้าเราใส่เกลือเม็ดลงในน้ำ น้ำจะทำการละลายเม็ดเกลืออย่างรวดเร็ว ในระยะแรกความเข้มข้นของโซเดียมไอออน และคลอไรด์ไอออนในบริเวณใกล้ก้อนเกลือจะสูง และเมื่อน้ำละลายเม็ดเกลือโดยสมบูรณ์แล้วไอออนทั้งสองจะแพร่ไปยังทุกส่วนของน้ำ ทำให้กลายเป็นสารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน ก๊าซในบรรยากาศก็สามารถแพร่ลงสู่ผิวหน้าน้ำได้โดยขบวนการแพร่เช่นเดียวกัน เมื่อไม่มีสารใด ๆ สามารถจะละลายในน้ำได้แล้วจะถือว่าสารละลายนั้นเป็นสารละลายอิ่มตัว ซึ่งในความเข้มข้นระดับนี้อัตราการละลายของสารที่จะถูกละลายได้ใหม่จะเท่ากับอัตราการตกผลึกของสารเดิมในน้ำนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโลหะ

2.3.1 คุณสมบัติทางเคมีโลหะ

โลหะส่วนใหญ่สามารถออกซิไดซ์ได้โดยอโลหะเช่นฮาโลเจนออกซิเจนซัลเฟอร์และไนโตรเจน แต่เพื่อเริ่มปฏิกิริยาส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องมีการให้ความร้อนล่วงหน้า ในอนาคตปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้จากการปล่อยความร้อนจำนวนมากซึ่งนำไปสู่การจุดระเบิดของโลหะที่อุณหภูมิห้องปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างโลหะที่มีการใช้งานมากที่สุดเท่านั้น (โลหะแอลคาไลและอัลคาไลน์เอิร์ท) และโลหะที่ไม่ใช่แอคทีฟ (ฮาโลเจนออกซิเจน) โลหะอัลคาไล (Na, K) ในปฏิกิริยากับออกซิเจนในรูปแบบเปอร์ออกไซด์และเปอร์เปอร์ออกไซด์ (Na_2O2, KO_2)

2.3.1.1 อันตรกิริยาของโลหะกับน้ำโลหะอัลคาไลและอัลคาไลน์เอิร์ธ ทำปฏิกิริยากับน้ำที่อุณหภูมิห้อง อันเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการแทนที่จะเกิดอัลคาไล (เบสที่ละลายได้) และ ไฮโดรเจน: โลหะ + H_2O = Me (OH) + H_2 เมื่อถูกความร้อนโลหะที่เหลือจะทำปฏิกิริยากับน้ำ ในแถวกิจกรรมทางด้านซ้ายของไฮโดรเจน แมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำเดือดอลูมิเนียมหลังการทำพื้นผิวแบบพิเศษทำให้เกิดฐานที่ไม่ละลายน้ำ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์หรืออลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนจะถูกปล่อยออกมา โลหะในช่วงของกิจกรรมจากสังกะสีรวมถึงตะกั่วรวมมีปฏิสัมพันธ์กับไอน้ำ(เช่นสูงกว่า 100° C) กับการก่อตัวของออกไซด์ของโลหะและไฮโดรเจนที่สอดคล้องกันโลหะที่ยืนอยู่ในแถวของกิจกรรมทางด้านขวาของไฮโดรเจนจะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.3.1.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับออกไซด์ โลหะที่มีปฏิกิริยาต่อกันโดยปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยออกไซด์ของโลหะอื่นหรืออโลหะทำให้พวกมันกลายเป็นสารอย่างง่าย

2.3.1.3 การมีปฏิสัมพันธ์กับกรด โลหะที่อยู่ในช่วงกิจกรรมทางด้านซ้ายของไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับกรดเพื่อปล่อยไฮโดรเจนและก่อตัวเป็นเกลือที่เกี่ยวข้องโลหะที่ยืนอยู่ในแถวของกิจกรรมทางขวาของไฮโดรเจนจะไม่โต้ตอบกับสารละลายกรด สถานที่พิเศษถูกครอบครองโดย ปฏิกิริยา ของโลหะด้วยกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริกเข้มข้น โลหะทั้งหมดยกเว้นวัตถุมีตระกูล ทองคำและทองคำขาวสามารถออกซิไดซ์ได้โดยกรดออกซิไดซ์เหล่านี้ เป็นผลมาจากปฏิกิริยา เหล่านี้เกลือที่ สอดคล้องกันน้ำและผลิตภัณฑ์ของการลดลงของไนโตรเจนหรือกำมะถันตามลำดับ จะเกิดขึ้นเสมอ

2.3.1.4ด้วยด่างโลหะที่ผสมสารประกอบ amphoteric (อลูมิเนียมเบริลเลียมสังกะสี) สามารถทำปฏิกิริยากับละลาย (ด้วยการก่อตัวของเกลือกลาง aluminates, beryllates หรือ zincates) หรือสารละลายด่างกับการก่อตัวของเกลือที่ซับซ้อนที่สอดคล้องกันปฏิกิริยาทั้งหมดจะปล่อยไฮโดรเจน

2.3.1.5 ตามตำแหน่งของโลหะในชุดของกิจกรรมปฏิกิริยาของการลด (การกำจัด) ของโลหะที่ ใช้งานน้อยลงจากการแก้ปัญหาของเกลือของมันกับโลหะที่ใช้งานอีกเป็นไปได้ เป็น ผลมาจากการ เกิดปฏิกิริยารูปแบบเกลือที่ใช้งานมากขึ้นและสารที่เรียบง่ายเป็น โลหะที่ใช้งานน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โลหะผสม

โลหะมีความสามารถในการสร้างโลหะผสม อัลลอยด์ชื่อหมายความว่าโลหะผสมส่วนใหญ่ผลิตโดยการผสมโลหะในสถานะหลอมเหลว โลหะผสมอาจประกอบด้วยสององค์ประกอบหรือมากกว่ารวมถึงที่ไม่ใช่โลหะ โลหะในโลหะผสมสามารถละลายซึ่งกันและกันเข้าสู่สารประกอบซึ่งกันและกันและก่อตัวเป็นส่วนผสมทางกลทั่วไป ปัจจุบันมีการเตรียมโลหะผสมบางชนิด ผงโลหะส่วนผสมของโลหะในรูปแบบของผงถูกนำมากดภายใต้ความดันสูงและเผาที่อุณหภูมิสูงในสภาพแวดล้อมที่ลดลง ด้วยวิธีนี้จะได้รับอัลลอยผสมชั้นสูงโลหะผสมบางชนิดรวมถึงโลหะที่ไม่ใช่โลหะเช่นคาร์บอนซิลิคอนโบรอนเป็นต้น เทคนิคนี้ใช้โลหะผสมมากกว่า 5,000 ชิ้น

2.3.2.1 เหล็กเป็นโลหะผสมเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ (สูงถึง 1.7%) และมีสิ่งเจือปนทางโลหะ (Mn, Si, S, P)เหล็กพิเศษประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกันถึง10องค์ประกอบเมื่อเทียบกับเหล็กบริสุทธิ์ พวกเขามีความแข็งมาก

2.3.2.2 เหล็กหล่อโลหะผสมเหล็กที่มีคาร์บอน (มากกว่า 2%), ซิลิคอน, แมงกานีส, ฟอสฟอรัสและกำมะถัน เมื่อเทียบกับเหล็กบริสุทธิ์มันแข็งและเปราะมากนเทคนิคนี้เรียกว่าโลหะผสมที่ทำจากเหล็กเช่น เหล็กเหล็กหล่อและเหล็กเอง โลหะเหล็กและโลหะอื่นๆ ทั้งหมด สืจากที่นี่และการแบ่งส่วนของโลหะวิทยาที่ได้รับโลหะจากแร่เหล็กและเหล็กที่ไม่ใช่เหล็ก

2.3.2.3 บรอนซ์โลหะผสมของทองแดงกับองค์ประกอบอื่น ๆ ส่วนใหญ่กับโลหะ พวกเขาแยกแยะความแตกต่าง: ดีบุกทองแดง (ประกอบด้วยทองแดงและดีบุก), อลูมิเนียมบรอนซ์ (มีมากถึง 5 ... อลูมิเนียม 11%), ตะกั่ว (มากถึง 33% นำ), ซิลิคอน (มากถึง 4% ซิลิคอน) เป็นต้น ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรและสำหรับการหล่อศิลปะ

2.3.2.4 ทองเหลือง โลหะผสมทองแดงกับสังกะสี (มากถึง 30 ... 35% สังกะสี) มีความแข็งแรงสูง ใช้สำหรับการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าชิ้นส่วนเครื่องจักรของใช้ในครัวเรือน

2.3.2.5 Babbits โลหะผสมที่ลดแรงเสียดทานทำจากดีบุกหรือตะกั่วด้วยการเพิ่มพลวงทองแดงและโลหะอื่นๆ นำไปใช้กับการกรอกแบริ่ง

คุณสมบัติทั่วไปของโลหะ

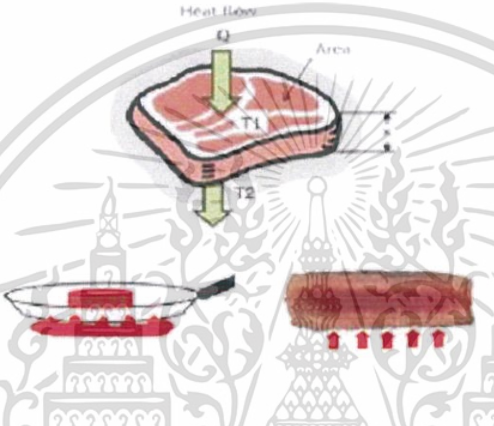
การปรากฏตัวของพันธะที่อ่อนแอต่อนิวเคลียสของวาเลนซ์อิเล็กตรอนจะกำหนดคุณสมบัติทางเคมีทั่วไปของโลหะในปฏิกิริยาทางเคมีพวกมันมักทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์สารโลหะธรรมดาไม่เคยมีคุณสมบัติออกซิไดซ์การผลิตโลหะ: ลดจากออกไซด์โดยคาร์บอน (C), คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ไฮโดรเจน (H_2) หรือโลหะที่ใช้งานมากขึ้น(Al,Ca,Mg)การคืนสภาพจากสารละลายเกลือด้วยโลหะที่มีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้าของสารละลายหรือละลายของสารประกอบโลหะการคืนค่าของโลหะที่ใช้งานมากที่สุด (โลหะอัลคาไล,โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธและอลูมิเนียม)โดยใช้กระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4ค่าการนำความร้อน

2.4.1 ค่าการนำความร้อน

สัมปะสิทธิ์การนำความร้อน เป็นสมบัติเชิงความร้อน (thermal properties) ของวัสดุ ที่บ่งถึงอัตราเร็วของการส่งผ่านพลังงานความร้อนโดยการนำความร้อน (conduction) ของสารต่างๆ ซึ่งเป็นการส่งผ่านความร้อนภายในโมเลกุลของสาร จากโมเลกุลที่มีระดับพลังงานสูงกว่า ไปยังระดับที่ต่ำกว่า
นิยาม สัมปะสิทธิ์การนำความร้อน ได้มาจากค่า ปริมาณความร้อน Q ที่ถ่ายเทภายในเวลา t ผ่านที่หนา x และมีพื้นที่หน้าตัด A



รูปที่2.6การนำความร้อนของตัวอย่างอาหาร

ที่มา foodnetworksolution

หน่วยของค่าการนำความร้อน
ระบบ SI มีหน่วยเป็นwatt / m C
1 Watt / (m.K) = 0.85984 kcal/ (h.m.oC)
= 0.5779 Btu/ (ft.h.oF)
= 0.048 Btu/ (in.h.oF)

ค่าการนำความร้อนวัสดุแต่ละชนิดจะมีความสามารถในนำความร้อนได้แตกต่างกัน สสารในสถานะของแข็งมีโมเลกุลจัดเรียงเป็นระเบียบมากกว่า และนำความร้อนได้ดีกว่าสารเดียวกันในสถานะ ของเหลว และก๊าซ น้ำในสถานะของแข็ง มีค่าการนำความร้อนสูงกว่า น้ำในสถานะของเหลว และไอน้ำวัสดุ ของแข็ง ประเภทโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง อะลูมีเนียม ซึ่งมีโมเลกุลจัดเรียงเป็นระเบียบ สามารถ นำความร้อนได้ดี มีค่าการนำความร้อนสูง วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ เรียกว่า ฉนวน ตัวอย่างของวัสดุที่เป็นฉนวนเช่น กระดาษ ค่าการนำความร้อน ของโลหะที่ใช้สำหรับสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร เพื่อการถ่ายเทความร้อนต้องการวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง เพื่อให้อัตราการถ่ายเทความร้อนรวดเร็วส่วนกรณีของวัสดุที่ใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

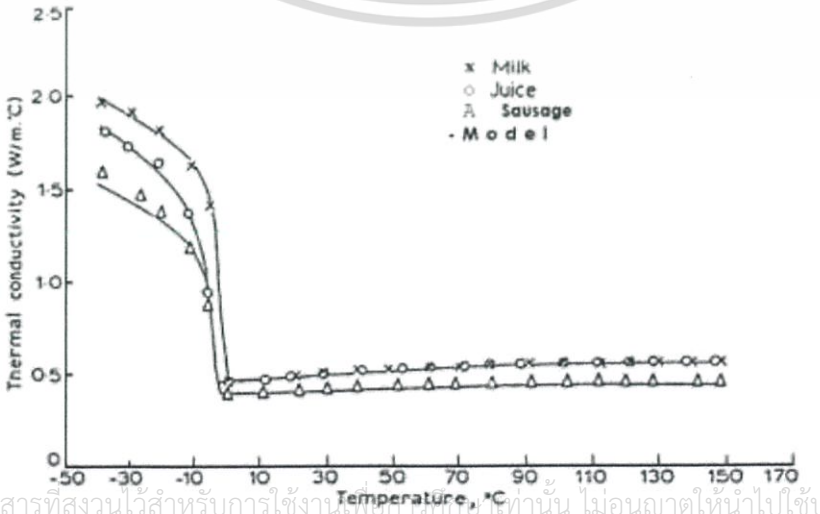
ฉนวนความร้อน เพื่อเก็บรักษาอุณหภูมิ เช่น ห้องเย็น (cold storage) จะเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ ซึ่งได้แก่พวกที่มีเนื้อเป็นรูพรุน เพราะอากาศเป็นตัวนำความร้อนที่เลว

2.4.2ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการนำความร้อนของอาหาร

2.4.2.1 ปริมาณน้ำในอาหาร อาหารสด เช่น ผักผลไม้ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ซึ่งมีน้ำเป็น ส่วนประกอบหลัก ค่าการนำความร้อนของอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหรือค่า ความชื้น (moisture content) ของอาหาร ที่มีน้ำมาก จะมีค่าการนำความร้อนใกล้เคียงกับน้ำ

2.4.2.2 ส่วนประกอบของอาหาร ส่วนประกอบของอาหารที่ไม่ใช่น้ำ เช่น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหารมีผลต่อค่าการนำความร้อนของอาหาร น้ำมีค่า การนำความร้อนสูงกว่าส่วนที่เป็นของแข็ง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ทำให้ อาหารที่มีน้ำมากกว่ามีค่าการนำความร้อนสูงกว่า อาหารที่มีไขมันสูง ส่วนไขมันนำความร้อนได้น้อยกว่าน้ำ เนื้อสัตว์ที่บริเวณที่มีไขมันสูงจะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่าส่วนที่มีไขมันต่ำการนำความร้อนของน้ำนมต่ำลงเมื่อน้ำนมมีไขมันเนยมากขึ้น และเมื่อมีธาตุ น้ำนม (milk solids not fat) มากขึ้น เช่น น้ำนมที่มีไขมันเนย (butter fat) ร้อยละ 2.9 ครีม (cream) และหางนม (skim milk) มีค่าการนำความร้อน เท่ากับ 0.559, 0.384 และ 0.569 W/m C ตามลำดับ

2.4.2.3 สถานะของน้ำในอาหาร เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็งค่าการนำความร้อนจะเพิ่ม จาก 0.58 W/mC เป็น 2.18 W/m C ซึ่งสูงกว่าสถานะที่เป็นของเหลวประมาณ 4 เท่า น้ำแข็งและอาหารที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (below freezing point) จะนำความร้อนได้ ดีกว่าอาหารที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง (above freezing point) กราฟด้านล่างเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับค่าการนำความร้อนของอาหารชนิดต่างๆซึ่งมีปริมาณน้ำต่างกัน ได้แก่ น้ำนม น้ำผลไม้ และไส้กรอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าการนำความร้อนของตัวอย่างอาหารของเหลวกับอุณหภูมิ

ที่มา foodnetworksolution

2.4.2.4 ความพรุน อาหารที่มีความพรุนสูง มีอากาศแทรกอยู่ภายในเนื้ออาหารมาก วัสดุ ปริมาณมวล (bulk material) เนื่องจากอากาศมีการนำความร้อนไม่ดี อาหารที่มีรูพรุนจึงนำความร้อนได้น้อยกว่าอาหารที่มีเนื้อแน่น การนำความร้อนของวัสดุปริมาณมวลมีค่าต่ำกว่าการนำความร้อนของภายใจชิ้นวัสดุ อาหารที่มีความพรุนสูง เช่น อาหารที่ ผ่านการทำแห้ง (dehydration) ด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

Product	Moisture content (wet basis, fraction)	Temperature (°C)	Apparent porosity	Thermal conductivity (W m K)	References
Apple	0.200–0.887	−27–60	0.178–0.559	0.064–1.650	Lozano et al. (1979); Mattea et al. (1986); Ramaswamy and Tung (1981); Singh and Lund (1984)
Carrot	0.920	25–130	0.140	0.570–0.670	Gratzek and Toledo (1993)
Corn Starch	0.800–0.940	20–40	0.004–0.013	0.523–0.639	Drusas et al. (1986)
Ovalbumin	0.760–0.950	−42–27	0.000	0.468–2.350	Renaud et al. (1992)
Pear	0.329–0.875	22	0.028–0.171	0.333–0.513	Mattea et al. (1986)
Potato	0.333–0.834	22–130	0.003–0.056	0.331–0.960	Califano and Calvelo (1991); Gratzek and Toledo (1993); Mattea et al. (1986)
Raisin	0.140–0.800	45	0.370–0.490	0.137–0.399	Vagenas et al. (1990)
Rice	0.040–0.700	25–75	0.265–0.700	0.012–0.543	Ramesh (2000)
Starch	0.700–0.950	−42–31	0.000	0.500–2.100	Lan et al. (2000); Renaud et al. (1992)
Sucrose	0.500–0.980	−42–32	0.000	0.370–2.204	Keppeler and Boose (1970)

รูปที่2.8 ค่าการนำความร้อนของตัวอย่างอาหารผักและผลไม้

ที่มา foodnetworksolution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบ

น้ำเปล่า (crystal,7-11,)

ลูกชิ้นเต้าหู้ปลา(mychoice,top supermarket)

แผ่นทองเหลือง (ร้านขายวัดสดุก่อสร้าง)

แผ่นอลูมิเนียม (ร้านขายวัดสดุก่อสร้าง)

แผ่นสแตนเลส(ร้านขายวัดสดุก่อสร้าง)

3.2 อุปกรณ์

เครื่องมือช่าง (maketa,ประเทศไทย)

บล็อกน้ำแข็ง(Trudeau,ประเทศ แคนาดา)

ตู้แช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ (hitachi,ญี่ประเทศปุ่น)

เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล (TANITA,ประเทศญี่ปุ่น)

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด (GM300 BENETECH,ประเทศญี่ปุ่น)

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล (BBQ,ประเทศไทย)

ฮีดชิ้ง (HEATSINK,ประเทศไทย)

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะเพื่อทดสอบคุณสมบัติของโลหะทั้งสามชนิดคือแผ่นทองเหลือง แผ่นอลูมิเนียม และแผ่นสแตนเลส โดยอุปกรณ์ถูกกำหนดให้มีขนาดกว้าง 4 cm ยาว 30 cm และสูง 10 cm ตามลำดับ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างอุปกรณ์ทำด้วยอลูมิเนียมเพื่อให้มีน้ำหนักเบา หลังจากสร้างอุปกรณ์เสร็จก็ตัดแผ่นโลหะทั้งสามชนิดให้มีขนาดกว้างยาวและสูงตามขนาดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาความสามารถในการละลายน้ำแข็งจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อคัดเลือกแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลอง ที่ดีที่สุดการผลิตน้ำแข็งโดยใช้น้ำเปล่าเทลงตามแม่พิมพ์ box แล้วนำไปแช่แข็งในตู้แช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ -2°C โดย มีการควบคุมน้ำหนักของน้ำแข็งที่ผลิตได้ให้มีน้ำหนักอยู่ที่ 30-40กรัม ต่อก้อน ก่อนใช้ทำการทดลองต้องมีการตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรดจากนั้นนำก้อนน้ำแข็งที่ได้ไปวางบนแผ่นโลหะทั้งสามชนิดและทำการทดลองการละลายของน้ำแข็งจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นโดยการทดลองมีการเริ่มจับเวลาเป็น10 ช่วงเวลาทำการทดลองหาน้ำหนักน้ำแข็งที่เปลี่ยนไปต่อช่วงเวลาเพื่อหาอัตราการละลายของน้ำแข็งเพื่อคัดเลือกแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3.3ศึกษาความสามารถในการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นโดยทำการทดลองกับลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็ง แช่แข็งโดยใช่โลหะที่คัดเลือกจาก3.3.2 และทำการติดตั้งฮีดชิ้งและครื่องวัดอุณหภูมิแบบ digital thermometer ในการทดลองโดยทำการจับเวลา 10 ช่วงเวลาแล้ววัดอุณหภูมิภายในลูกชิ้นเต้าหู้ปลาเพื่อหาอุณหภูมิภายในของตัวอย่างที่เปลี่ยนไปในการหาอัตราการละลายของลูกชิ้นเต้าหู้ปลา

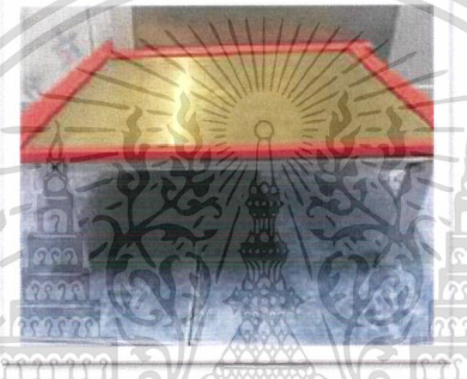
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1การออกแบบละลายน้ำแข็งแบบแผ่นโลหะอุปกรณ์

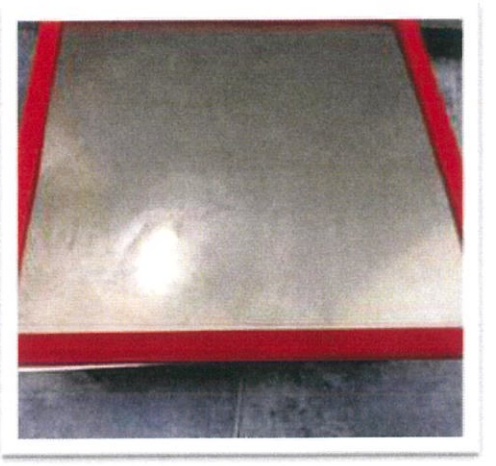
ในการออกแบบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบคุณสมบัติของโลหะนั้นมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้ในการทดลองที่ง่าย สะดวก ประหยัดและรวดเร็ว โครงสร้างเป็นโลหะน้ำหนักเบา ประกอบกับแผ่นโลหะทั้งสามชนิดที่ใช้ในการทดลองดังที่แสดงในรูปภาพที่ 4.1-4.3



รูปที่4.1อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นทองเหลือง

รูปที่4.2อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นอลูมิเนียม

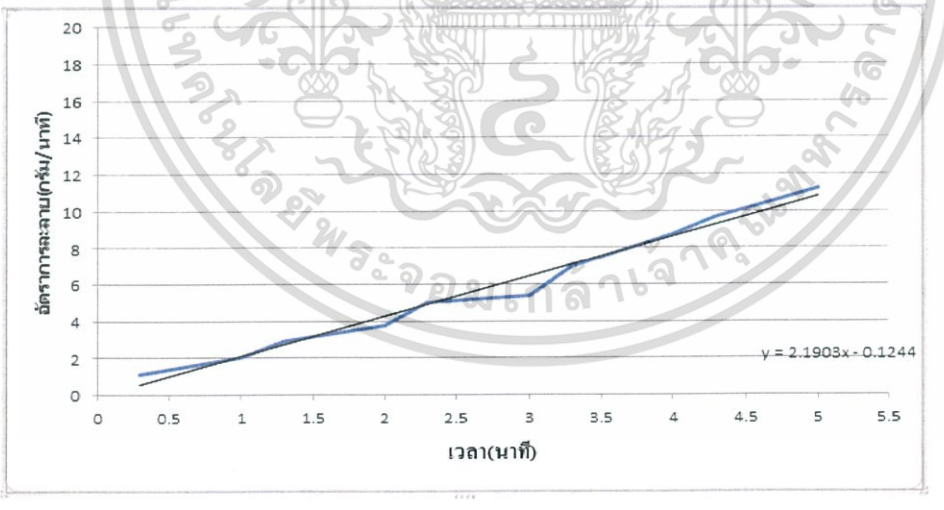
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3อุปกรณ์ละลายน้ำแข็งติดตั้ง แผ่นสแตนเลส

4.2หาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อคัดเลือกแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลองที่ดีที่สุด

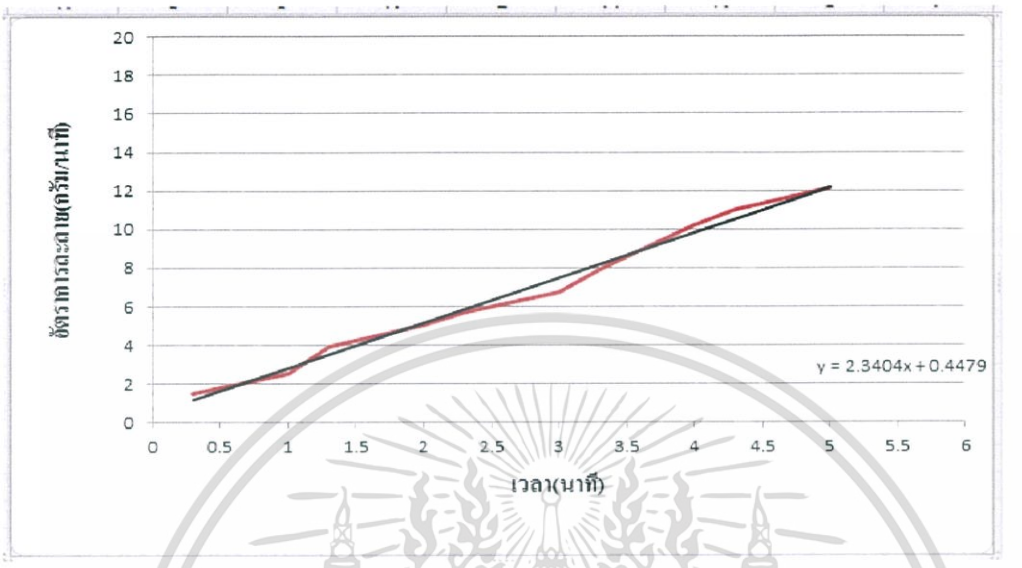
จากการศึกษาความสามารถเพื่อหาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลองโดยการผลิตน้ำแข็งแช่แข็งในตู้แช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำพบว่าแผ่นโลหะแต่ละชนิดมีค่าการนำความร้อนแต่ละชนิดที่ค่อนข้างแตกต่างกัน โดยค่าการนำความร้อนนั้นบ่งถึงอัตราเร็วของการส่งผ่านพลังงานความร้อนของแผ่นโลหะ จากผลการทดลอง โดยการหาค่าความชันของการกราฟในโปรแกรม excel ของแผ่นโลหะแสดงดังรูปที่ 4.4-4.6



รูปที่4.4อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะทองเหลือง

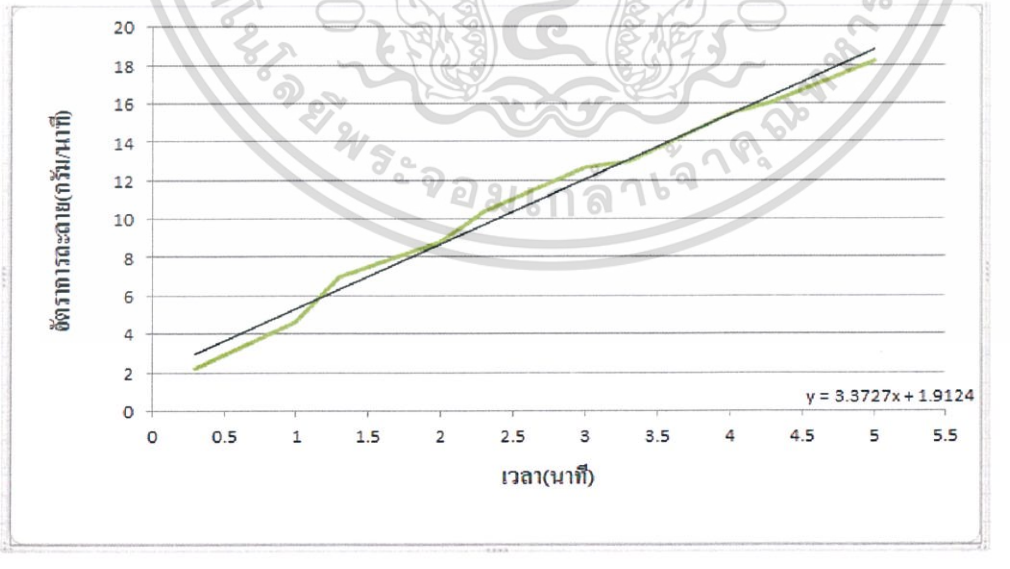
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ4.4แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะทองเหลืองในการจับเวลา 10 ช่วงเวลา พบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 2.1903



รูปที่4.5อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะอะลูมิเนียม

จากกราฟ4.5แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะอะลูมิเนียมในการจับเวลา 10 ช่วงเวลาพบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 2.3404

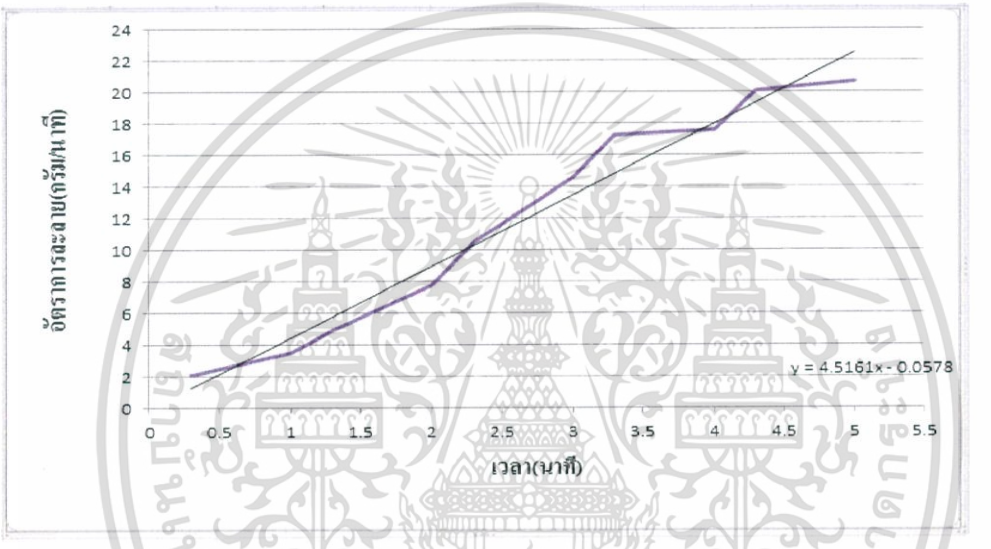


รูปที่4.6อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ4.6แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสในการจับเวลา 10 ช่วงเวลา พบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 3.3727 ซึ่งพบว่าโหละสแตนเลสมีค่าอัตราการละลายน้ำแข็งที่ดีที่สุดเนื่องจากมีค่าความชันของกราฟการละลายสูงสุด

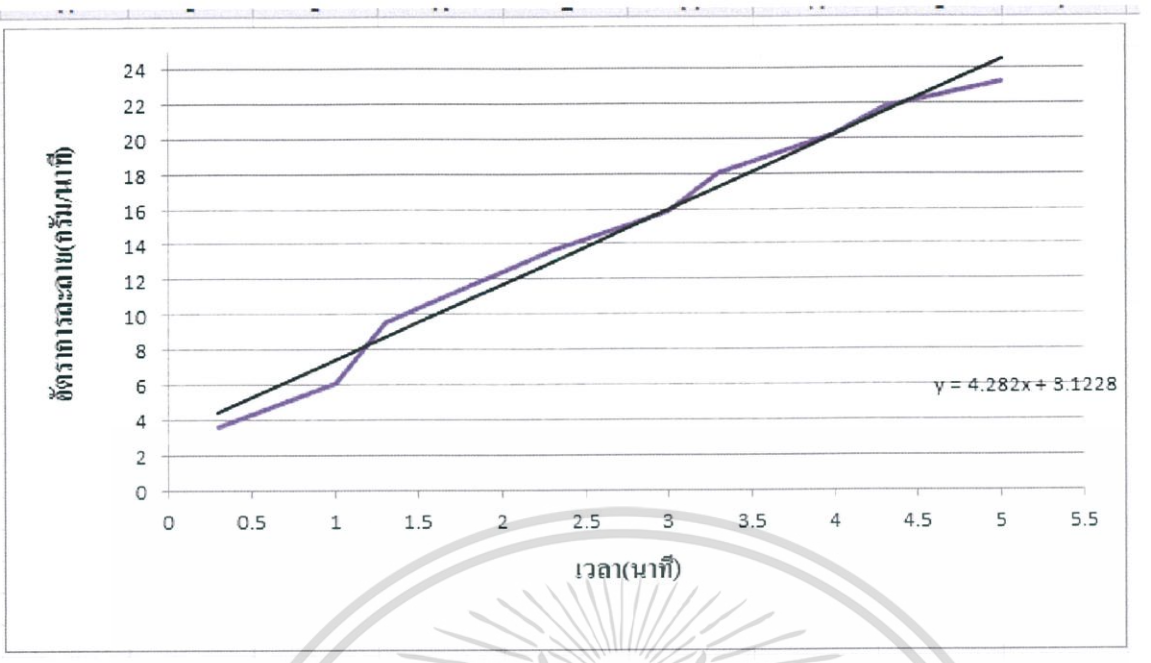
เมื่อสามารถคัดเลือกชนิดของโลหะที่มีอัตราการละลายน้ำแข็งสูงสุดได้แก่แผ่นสแตนเลส และนำโลหะสแตนเลสไปประยุกต์ใช้งานต่อโดยการทำการติดฮีดซิ้ง,การเจาะรู,และการทำร่อง และเมื่อทำการละลายน้ำแข็งเพื่อหาอัตราการละลายจะพบว่าผลการทดลองจะแสดงดังรูปที่ 4.7-4.9



รูปที่4.7อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสติดฮีดซิ้ง

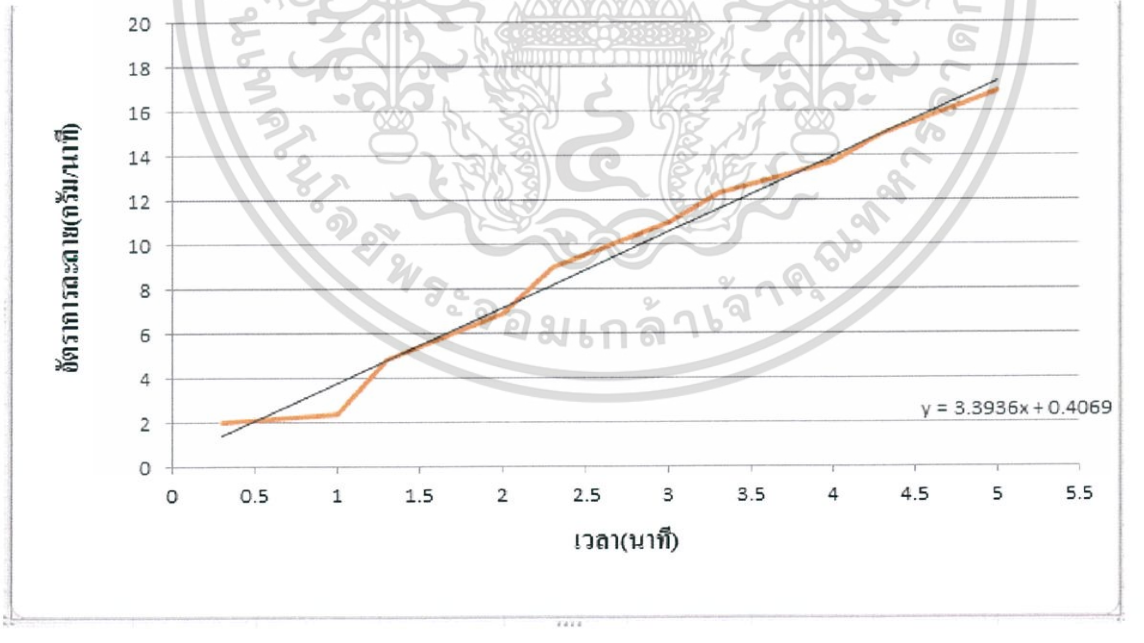
จากกราฟ4.7แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสติดฮีดซิ้งในการจับเวลา 10 ช่วงเวลาพบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 4.5161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.8อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสเจาะรู

จากกราฟ4.8แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสเจาะรูในการจับเวลา10 ช่วงเวลาพบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 4.282



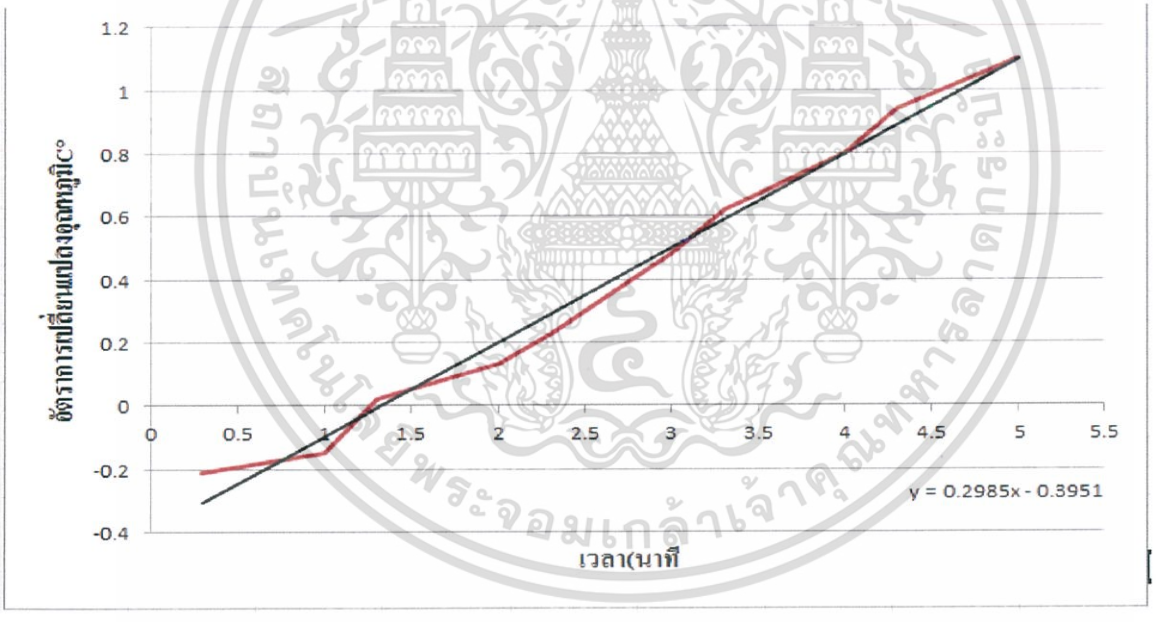
รูปที่4.9อัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสทำร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ4.9แสดงให้เห็นว่าอัตราการละลายของน้ำแข็งบนแผ่นโลหะสแตนเลสทำร่องในการจับเวลา 10 ช่วงเวลาพบว่าอัตราการละลายมีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 3.3936

4.3อัตราการละลายน้ำแข็งจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็ง

ในการ ศึกษาความสามารถเพื่อหาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ได้ทำการทดลองกับลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็งกับแผ่นสแตนเลสที่ติดตั้งฮีตชิ้งและเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ digital thermometer ในการหาค่าอัตราการละลายของน้ำแข็งจากตัวอย่างอาหารลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็งพบว่า อุณหภูมิภายของตัวอย่างเริ่มมีค่าสูงขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนไปมีความชัน 0.2985 โดยการส่งผ่านความร้อนภายในโมเลกุลของอาหาร จากโมเลกุลที่มีระดับพลังงานสูงกว่า ไปยังระดับที่ต่ำกว่าจากลูกชิ้นเต้าหู้ปลาไปยังแผ่นสแตนเลสที่ทำการติดตั้งฮีตชิ้งดังที่แสดงในรูปภาพที่4.10



รูปที่4.10 อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิของลูกชิ้นเต้าหู้ปลาขณะทำการละลายด้วยแผ่นสแตนเลสติดฮีตชิ้ง

จากกราฟ4.10 แสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิของลูกชิ้นเต้าหู้ปลาขณะทำการละลายด้วยแผ่นสแตนเลสติดฮีตชิ้งในการจับเวลา 10 ช่วงเวลาพบว่าอัตราการละลายมี่ค่าค่อนข้างคงที่โดยมีค่าความชันอยู่ที่ 0.2985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1สรุปผลการผดลอง

5.1.1ในการออกแบบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบคุณสมบัติของโลหะนั้นมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้ในการทดลองที่ง่าย สะดวก ประหยัดและรวดเร็ว โครงสร้างเป็นโลหะน้ำหนักเบา ประกอบกับแผ่นโลหะทั้งสามชนิดที่ใช้ในการทดลอง

5.1.2จากการศึกษาความสามารถเพื่อหาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลองโดยการผลิตน้ำแข็งแช่แข็งในตู้แช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ-2°Cพบว่าแผ่นโลหะแต่ละชนิดมีค่าการนำความร้อนแต่ละชนิดที่ค่อนข้างแตกต่างกัน โดยค่าการนำความร้อนนั้นบ่งถึงอัตราเร็วของการส่งผ่านพลังงานความร้อนของแผ่นโลหะ จากผลการทดลอง โดยการหาค่าความชันของการกราฟในโปรแกรม excel ของแผ่นโลหะพบว่ากราฟรูปที่ 4.4-4.6 เป็นการหาอัตราการละลายของน้ำแข็งโดยใช้แผ่น(ทองเหลือง ,อลูมิเนียม,สแตนเลส)พบค่าความชันเรียงลำดับจากมากไปน้อยแผ่นสแตนเลส 3.3727 > แผ่นอลูมิเนียม 2.3404 > แผ่นทองเหลือง > 2.1903 ตามลำดับ และกราฟรูปที่ 4.7-4.9 เป็นการหาอัตราการละลายของน้ำแข็งโดยใช้แผ่นสแตนเลส (ติดฮีตชิ้ง,เจาะรู,ทำร่อง)พบค่าความชันเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้แผ่นสแตนเลสสติดฮีตชิ้ง 4.5161 > สแตนเลส เจาะรู, 4.282 > สแตนเลส ทำร่อง > 3.3936 ตามลำดับ

5.1.3 ในการศึกษาความสามารถเพื่อหาอัตราการละลายจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ได้ทำการทดลองกับลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็งกับแผ่นสแตนเลสที่ติดตั้งฮีตชิ้งและใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ digital thermometer ในการหาค่าอัตราการละลายของน้ำแข็งจากตัวอย่างอาหารลูกชิ้นเต้าหู้ปลาแช่แข็งพบว่า อุณหภูมิภายของตัวอย่างเริ่มมีค่าสูงขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนไปมีความชันในการเปลี่ยนอุณหภูมิ 0.2985 โดยการส่งผ่านความร้อนภายในโมเลกุลของอาหาร จากโมเลกุลที่มีระดับพลังงานสูงกว่า ไปยังระดับที่ต่ำกว่าจากลูกชิ้นเต้าหู้ปลาไปยังแผ่นสแตนเลสที่ทำการติดตั้งฮีตชิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

Anderson B.A.and Singh R.P 2006. Modeling the thawing of frozen foods using air impingement technology. Int. J. Refrig. 29

Chamchong M. and Datta, A. 1999. Thawing of foods in microwave oven I. Effect of power levels and power cycling. Int. Microw. Power Inst. 34(1)

Chen L. Wang and K. Li W. Wang S. 2015a. A strategy to simulate radio frequency heating under mixing conditions. Comput. Electron. Agric. 118

Chen L. Wan K. and L W.Wang S. 2015b. Simulation and validation of radio fre- quency heating with conveyor movement. J. Electromagn. Waves Appl. 30

Farag, K.W. Lyng J.G. Morgan, D.J. Cronin, D.A. 2008. Dielectric and thermo-physical properties of different beef meat blends over a temperature range of -18 to 10°C. Meat Sci. 79 (4)

Farag, K.W. Duggan E Morgan D.J. and Cronin Lyng J.G. 2010. A Comparison of conventional and radio frequency defrosting of lean beef meats: effects on water binding characteristics. Meat Sci. 83

Farag, K.W. Marra F Lyng J.G Morgan D.J Cronin, D.A 2011. A comparison of conventional and radio frequency thawing of beef meats: effects on product temperature distribution. Food Bioprocess Technol. 4

Hou, L. Ling BWang S. 2014. Development of thermal treatment protocol for disinfesting chestnuts using radio frequency energy. Postharvest Biol. Technol. 98

Houben, J. Schoenmaker, L. van Putten, E, van Roon P. Krol B. 1991. Radio fre- quency pasteurization of sausage emulsions as a continuous process. J. Microw. Power Electromagn. Energy 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Huang Z. Marra, F. Wan S. 2016. A novel strategy for improving radio frequency heating uniformity of dry food products using computational modeling. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 34

James S.J James C 2002. Predicting thawing times of frozen beef fore and hindquarters. Int. J. Refrig. 3

Jiao A. Wang S. Johnson J.ATang J. 2012. Industrial-scale radio frequency treatments for insect control in lentils. J. Stored Prod. Res. 48

Jiao Y. Shi, H. Tang J. Li F. Wang S. 2015. Improvement of radiofrequency (RF) heating uniformity on low moisture foods with Polyetherimide (PEI) blocks. Food Res. Int. 74

Karthikeyan J.S. Desa, Kiran M. Salvi D,Bruins R.Karw M.K. 2015. Effect of temperature abuse on frozen army rations. Part I: developing a heat transfer numerical model based on thermos-physical properties. Food Res. Int. 76

Llave Y. Liu S. Fukoka M. Sakai N. 2015. Computer simulation of radiofrequency defrosting of frozen foods. J. Food Eng. 152

Llave Y. Mori K Kambayashi D. Fukoka M. Sakai, N., 2016. Dielectric properties and model food application of tylose water pastes during microwave thawing and heating. J. Food Eng. 178

Marra, F. Zhang, L Lyng J.G. 2009. Radio frequency treatment of foods: review of recent advances. J. Food Eng. 91

Pham, Q.T. 2006. Modeling heat and mass transfer in frozen foods: a review. Int. J. Refrig. 29

foodnetworksolution.com /wiki/word/0564/thermal-conductivity

dekor-ufa.ru/th/ arrangement/properties-of-metals-in-chemistry-chemical-properties-of-metals/

www.scimath.org /lesson-chemistry/item/7178-solubility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายบัณฑัต อินส่วาง
วัน เดือน ปี เกิด	14 พฤศจิกายน 2540
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม
	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะ อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท CPALL
ผลงานวิจัยและรางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้