

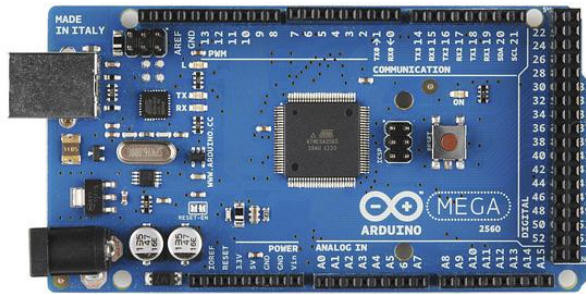
## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงอุปกรณ์การใช้งานในกับโครงงาน ทั้งในด้านความเป็นมา วิธีการใช้งานในด้านอื่น ๆ และคุณสมบัติต่างๆของตัวอุปกรณ์

#### 2.1 บอร์ด Arduino Mega 2560 R3

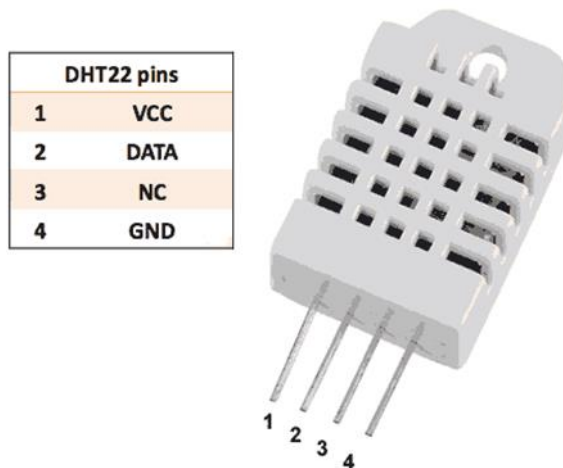
บอร์ด Arduino Mega 2560 R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ I/O มากงานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆ ตัว ทั้งนี้ บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีความหน่วยความจำแบบ Flash มาก ทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรม เข้าไปได้มากกว่า มีจำนวน Analog Input port 16 ช่อง Digital Input 54 ช่อง PWM 4 ช่อง Flash memory 256 kB ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ ATmega2560 Clock 16 MHz ระดับแรงดันทำงานของ Port 5 V Shi <sup>[1]</sup>



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino Mega 2560 R3

## 2.2 เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor)

เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor) คือ อุปกรณ์สำหรับวัดอัตราส่วนมวลไอน้ำในอากาศ เทียบกับมวลไอน้ำสูงสุดที่อุณหภูมิเดียวกัน มีหน่วยเป็น %RH โดยทั่วไปสามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง 10-90 %RH



รูปที่ 2.2 เซนเซอร์วัดความชื้น

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง “อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน” หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%)  

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = (\text{ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ} / \text{ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว}) \times 100\%$$
 หรือ  

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = (\text{ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ} / \text{ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว}) \times 100\%$$
 ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ สามารถใช้เครื่องมือซึ่งเรียกว่า “ไฮโกรมิเตอร์” (Hygrometer)<sup>[2]</sup>

## 2.3 การวัดอุณหภูมิ (Temperature Measurement)

การวัดอุณหภูมิ (Temperature Measurement) คือ การวัดที่อาศัยหลักการแตกต่างจากหลักการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ของตัวแปรอื่นๆ ตรงที่การวัดอุณหภูมิสนใจ "สเกล" (scale) ในขณะที่การวัดอื่นๆ สนใจ "หน่วย" (unit) เช่น การวัดความยาว หากให้นิยามว่าไม้ 1 อันมีความยาวเท่ากับ 1 เมตร ถ้านำไม้ 2 อันที่มีความยาวเท่ากับที่กำหนดนิยามไว้มาวางต่อกัน จะได้ความยาวเท่ากับ 2 เมตร โดยแนวคิดนี้ไม่สามารถนำมาใช้กับการวัดอุณหภูมิได้ เช่น แก้วน้ำ 2 ใบบรรจุน้ำด้วยปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิเท่ากันเท่ากับ T เมื่อนำมาเทรวมกันในแก้วใบที่ 3 ผลที่ได้คือ น้ำในแก้วใบที่ 3 มีปริมาณเพิ่มขึ้นในขณะที่อุณหภูมียังคงเท่าเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ T

อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อน โดยความร้อนนั้นจะถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงไปต่ำเสมอ การวัดอุณหภูมิที่ถูกต้อง ควรวัดหลังจากเกิดสมดุลทางความร้อนระหว่างเทอร์โมมิเตอร์และวัตถุที่ต้องการวัดกล่าวคือ ต้องรอให้เทอร์โมมิเตอร์ได้รับการถ่ายเทความร้อนจากวัตถุที่ต้องการวัดอย่างสมบูรณ์เสียก่อนมีเทคนิคการวัดอุณหภูมิมากมายพัฒนาจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้าและฟิสิกส์ของวัสดุเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

### หลักการวัดอุณหภูมิแบ่งตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

#### 1. หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้า

ค่าสมบัติทางไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าอาร์ทีดี (RTD) และเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน เป็นต้น

#### 2. หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแสงและการแผ่รังสี

การวัดอุณหภูมิที่สูงมากๆ ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัด (instrument) ดังกล่าวข้างต้นได้ เนื่องจากอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องมือวัดจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดชนิดพิเศษที่สามารถวัดอุณหภูมิได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุที่ต้องการวัด แต่อาศัยการวัดการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุเพื่อบ่งบอกอุณหภูมิ โดยทั่วไปวัตถุในช่วงอุณหภูมิประมาณ 800 ถึง 1,800 องศาเซลเซียส แผ่รังสีออกมาในรูปของแสงในย่านที่ตามองเห็น ส่วนวัตถุในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 800 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิต่ำ วัตถุจะแผ่รังสีออกมาในย่านของรังสีอินฟราเรด (infrared radiation) ซึ่งอุณหภูมิแตกต่างกันความยาวคลื่นหรือความถี่ของรังสีที่แผ่ออกมาจากวัตถุจะแตกต่างกันด้วย เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่อาศัยหลักการแผ่รังสีและสมบัติเชิงแสงนี้เรียกว่า

ไพโรมิเตอร์ (pyrometer) สามารถแบ่งประเภทตามหลักการทำงานได้ 3 ประเภท คือ ไพโรมิเตอร์ชนิดเทียบความสว่างของไส้หลอด (optical pyrometer) ไพโรมิเตอร์ชนิดวัดการแผ่รังสี (radiation pyrometer) และไพโรมิเตอร์ชนิดอินฟราเรด (infrared pyrometer)

### 3. หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกล

หลักการวัดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ประเภทนี้มีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเทอร์โมมิเตอร์ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด (liquid filled in glass thermometer) ทำงานโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเทอร์โมมิเตอร์แบบเปลี่ยนการขยายตัวเป็นความดัน (pressure thermometer) และเทอร์โมมิเตอร์แบบแถบโลหะคู่ (bi-metal thermometer) โดยเทอร์โมมิเตอร์ประเภทนี้มีช่วงของการวัดอุณหภูมิ (range) ค่อนข้างแคบขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และชนิดของเทอร์โมมิเตอร์

### 4. หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี เครื่องมือวัดอุณหภูมิประเภทนี้ทำงานโดยอาศัยอุณหภูมิเฉพาะที่สารเคมีละลายหรือเปลี่ยนสีเป็นจุดสังเกต เช่น อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบดินสอ (crayon temperature indicator) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแล็กเกอร์ (lacquer temperature indicator) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเม็ดยา (pellet temperature indicator) และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแผ่นฉลาก (label temperature indicator) เป็นต้น<sup>[3]</sup>



รูปที่ 2.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

## 2.4 ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์ มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีการแสไหลผ่านขดลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทาน จะทำให้ลวดตัวนำร้อน และถ่ายเทความร้อน ดังนั้น ลวดตัวนำความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติที่ทนความร้อนได้สูงสำหรับการผลิตฮีตเตอร์ โดยส่วนใหญ่ในตัวฮีตเตอร์จะมีผงฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์(ยกเว้นฮีตเตอร์อินฟราเรด,ฮีตเตอร์รัดท่อและฮีตเตอร์แผ่น) อยู่ภายใน เพื่อทำหน้าที่กั้นระหว่าง ขดลวดตัวนำกับผนังโลหะของฮีตเตอร์ ซึ่งผงฉนวนนี้จะมีคุณสมบัตินำความร้อนได้ดีมาก แต่จะมีค่าความนำทางไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นข้อควรระวัง คือ ห้ามมีความชื้นในผงฉนวนนี้เด็ดขาด เพราะจะทำให้มีค่าความนำทางไฟฟ้าสูงขึ้น และอาจจะทำให้ฮีตเตอร์เกิดการลัดวงจรได้ หากพบว่าฮีตเตอร์มีความชื้น (ผลจากการวัดโดยใช้เครื่องมือทางไฟฟ้า) สามารถแก้ไขโดยการนำฮีตเตอร์ไปอบเพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวฮีตเตอร์ ฮีตเตอร์ที่ดีควรผ่านการทดสอบหาความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์ เพื่อให้แน่ใจว่าในการนำไปใช้งาน จะไม่มีกระแสไฟฟ้าวัดไหลจากขดลวดตัวนำ ดังนั้นมาตรฐานการทดสอบความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์ควรจะไม่ต่ำกว่า 1500 VDC และค่าความเป็นฉนวนต้องไม่ต่ำกว่า 500 เมกะโอม

ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้หลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (ตัวความต้านทาน R) ซึ่งส่งผลให้ลวดตัวนำมีความร้อนเกิดขึ้น โดยแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้ได้กับแรงดัน 220VAC และ 380VAC ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานฮีตเตอร์ (Heater) ได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากการใช้งานฮีตเตอร์ (Heater) นั้นสามารถเข้าใจหลักการทำงานได้ง่าย ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมหันมาใช้ฮีตเตอร์ (Heater) มากยิ่งขึ้น เนื่องจากราคาถูก และสั่งขนาด รูปทรง และวัตต์ได้ตามความต้องการ

## 2.4.1 ฮีตเตอร์แบ่งออกได้เป็น 15 ประเภท ดังนี้

### 2.4.1.1 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

ใช้สำหรับอุ่นหรือต้มของเหลวได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสแตนเลส 316 (SUS 316) เช่นน้ำ หรือน้ำมัน และยังใช้อุ่น หรือ ต้ม ของเหลวที่เหนียวข้นได้หลากหลาย การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไปโดยตัวฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถังควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไปทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึงควรติดตั้งไบพัดกวนของเหลวควบคู่กันด้วย

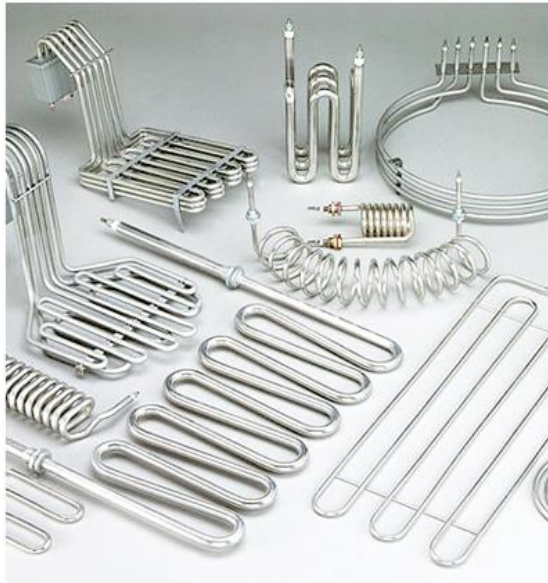


รูปที่ 2.4 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

### 2.4.1.2 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับท่อหัวฉีด ที่ติดกับแม่พิมพ์ เพื่อถ่ายเทความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วทั้งฮีตเตอร์ ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมพลาสติก, เครื่องฉีดพลาสติก และฝาพลาสติก สามารถกำหนดขนาดตามความต้องการได้ฮีตเตอร์ชนิดลวด (Hot runner Heater) ผลิตจากลวดฮีตเตอร์คุณภาพสูงมีอายุการใช้งานยืนยาว ปราศจากสนิมเพราะตัวลวดด้านนอกทำจากสแตนเลสเกรด 304 แท้ อีกทั้ง มีการทดลองก่อนนำส่งให้ลูกค้าจึงมั่นใจได้ว่าฮีตเตอร์ชนิดลวดของเราจะมีคุณภาพและให้ความร้อนได้สูงตามสเปกที่ท่านต้องการ ฮีตเตอร์ชนิดลวดเหมาะสำหรับใช้ในการให้ความร้อนของเหลวต่างๆหรือ

ให้ความร้อนกับเตาไฟฟ้า ได้หากท่านสามารถเลือกได้ว่าจะให้ทางเราตัดเป็นรูปแบบต่างๆเพื่อความเหมาะสมในแต่ละงาน ทั้งนี้เรายังสามารถผลิตและออกแบบให้ท่านได้ตามต้องการ เช่น กำลังวัตต์ไฟฟ้า แรงดันที่ใช้ หรือ ขนาดของขดลวด มีให้เลือกหลายขนาด เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งานฮีตเตอร์ขดลวดได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มกำลังการใช้งาน เป็นฮีตเตอร์ที่มีขนาดเล็กแต่สามารถทำความร้อนได้สูงเหมาะใช้กับเครื่องฉีดสามารถให้อุณหภูมิในการใช้งานได้ถึง  $1,400^{\circ}\text{F}$  ( $760^{\circ}\text{C}$ ) ขึ้นอยู่กับการออกแบบด้วย



รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์ขดลวด (Hot runner Heater)

#### 2.4.1.3 เซรามิกฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อนได้สูง และต่อเนื่องเหมาะสำหรับเครื่องฉีดพลาสติก ที่ต้องการใช้อุณหภูมิสูง และใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ โครงสร้างทำจากเซรามิก อายุการใช้งานนาน ปลอดภัย สามารถกำหนดขนาดได้ตามความต้องการ และสามารถให้อุณหภูมิระดับปานกลางจนถึงสูง เนื่องจากเซรามิกเป็นตัวนำความร้อนและยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ฮีตเตอร์เซรามิกสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งกลม และ แบบแผ่น ซึ่งเหมาะกับงานประเภทอุตสาหกรรมพลาสติก งานแม่พิมพ์ และ อุตสาหกรรมผลิตยางทุกชนิด เซรามิกยังให้ความร้อนต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและปลอดภัย และยังสามารถใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อ ใช้ให้ความร้อนกับท่อ หรือถึงรูปทรงกระบอกโดยรัศจากภายนอก เช่น งานฉีดพลาสติก หรือต้มน้ำ เลือกรูปแบบที่พอได้ทั้งออกสาย ขั้วน็อต และปลั๊ก



รูปที่ 2.6 เซรามิกฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)

#### 2.4.1.4 ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ในการอุ่น และให้ความร้อนให้แก่แม่พิมพ์, ชิ้นงานเหล็ก, หัวพ่นกาว, เครื่องพิมพ์ทอง, เครื่องรีดถุงพลาสติก นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใส่เกลียว เพื่อต้มน้ำเค็มกาวในท่อ หรือถอดได้ฮีตเตอร์แท่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1. ฮีตเตอร์แท่งแบบไฮเดนมักใช้กับงานที่ไม่ร้อนเกิน  $350^{\circ}\text{C}$
2. ฮีตเตอร์แท่งแบบโลเดนใช้กับงานที่ไม่ควรร้อนเกิน  $150^{\circ}\text{C}$  อนึ่งฮีตเตอร์ไฮเดนดีกว่าใช้งานได้นานกว่า ราคาแพงกว่าแต่ไม่มากจึงมีผู้ใช้มากกว่า



รูปที่ 2.7 ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater)



#### 2.4.1.5 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่น ต้มน้ำ หรือ อุ่นน้ำมันของเหลวต่างๆ ได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสแตนเลส ซึ่งเหมาะสำหรับทุกงานอุตสาหกรรมที่มีการอุ่นหรือต้มของเหลวหลายชนิด และยังอุ่นหรือต้มของเหลวที่เหนียวข้น เช่น อุ่นกาวยางมะตอย การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไป โดยตัวฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถัง ควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นระดับของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไปเพราะไม่ได้ระบายความร้อนให้กับของเหลวจึงทำให้อายุการใช้งานสั้นลง



รูปที่ 2.8 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)

#### 2.4.1.6 ฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ส่งผ่านความร้อนแบบแผ่รังสี จึงมีประสิทธิภาพสูง ความสูญเสียต่ำ ประหยัดไฟ สามารถให้ความร้อนวัตถุได้ถึงเนื้อในจึงทำให้ประหยัดเวลาได้ และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในงานอบแห้งต่างๆ เช่น อบสี, แลคเกอร์, กาว, เมล็ดพันธุ์พืช, อีพ็อกซี ใช้กับงานอุตสาหกรรมพลาสติก อบพลาสติกให้อ่อนตัวก่อนนำไปเข้าเครื่องเป่า มีลักษณะเป็นท่อกลม เส้นตรงมีทั้งสีดำ (เซรามิก) สีขาว (แก้วควอต)

- ❖ ใช้สำหรับงานอบแห้ง, ไล่ความชื้น, อบสกรีน, อบอาหารหรืองานบรรจุสินค้าโดยใช้ของพลาสติกฟิล์มหูดโดยใช้ในเครื่องอบฟิล์มหูด

- ❖ ใช้ในงานอบแห้งต่างๆ เช่น สี, แลคเกอร์, กาว, เมล็ดพันธุ์พืช, อีพอกซี
- ❖ ใช้กับงานอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ขนมปัง, เบเกอรี่

การให้ความร้อนของฮีทเตอร์อินฟราเรด สิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ วัตถุที่จะต้องมีคุณสมบัติในการดูดซับรังสีได้ดี ดังนั้น วัตถุบางชนิดที่มีผิวมันวาว หรือมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ดีจะไม่เหมาะกับการให้ความร้อนด้วยวิธีนี้



รูปที่ 2.9 ฮีทเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater)

#### 2.4.1.7 ฮีทเตอร์แผ่น (Strip Heater)

คือฮีทเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบเดียวกันกับฮีทเตอร์รัดท่อแต่รูปทรงจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะสำหรับให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ สามารถระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้รวมทั้งความยาว, แรงดัน, กำลังวัตต์ ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุผิวเรียบ โดยใช้วิธียึดติดให้แน่นโดยการใช้น็อตหรือการรัด วัสดุที่นำมาทำสามารถเลือกได้ทั้ง สเตนเลส และ ซิงค์ การต่อไฟได้ทั้งออกสาย, ขั้วน็อต, เต้า และออกปลั๊ก

ฮีทเตอร์แผ่น (Strip Heater) เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับงานทั่วไป ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนกับงานทั่วไป เช่น เครื่องบรรจุหีบห่อมีดัดพลาสติก เต้าอบแบบต่างๆ ที่ต้องการให้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอกับชิ้นงาน และให้ความร้อนในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ใช้ให้

ความร้อนกับแผ่นแม่พิมพ์ ลักษณะงานเหมือนฮีตเตอร์แท่ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมหรือวงกลม สามารถเจาะรูได้



รูปที่ 2.10 ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)

#### 2.4.1.8 ฮีตเตอร์บอบบิ้น (Bobbin Heater)

คือฮีตเตอร์แบบจุ่มชนิดหนึ่ง ถูกออกแบบให้ความร้อนกับของเหลวสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่นงานชุบ งานแช่ในกรด หรือสารละลายวัสดุที่เป็นควอทซ์ สำหรับกรดหรือสารละลายกัดกร่อนพิเศษและยังนำไปใช้อุ่นหรือต้มน้ำยาเคมี และ ของเหลวเกือบทุกชนิด ให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีเกือบทุกประเภท ลักษณะของฮีตเตอร์บอบบิ้น (Bobbin Heater) คือฮีตเตอร์จะสอดเข้ากับท่อสำหรับให้ความร้อนกับของเหลว โดยไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีเกือบทุกประเภท สามารถถอดออกมาซ่อมบำรุงได้สะดวก เหมาะกับงานอุ่นน้ำ หรือต้มน้ำยาเคมี น้ำมัน แวกซ์ หรือ ไขมัน เป็นต้น



รูปที่ 2.11 ฮีตเตอร์بوبบิน (Bobbin Heater)

#### 2.4.1.9 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนได้กับอากาศ และของเหลว และใช้ให้ความร้อนกับน้ำ เช่น งานอุ่น หรืองานต้ม และยังใช้สำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนในการอบ เช่น อบสี, อบชิ้นส่วน อะไหล่รถยนต์, อบไล่ความชื้น, อบใยผ้า, อบแม่พิมพ์, อบพลาสติก, อบอาหาร เป็นต้น มีวัสดุให้เลือกตามความเหมาะสมของงาน

ฮีตเตอร์ท่อกลมผลิตให้มีความยาวได้ตั้งแต่ 1.5 ซม. จนถึง 6 เมตร และสามารถนำไปดัดแปลงเป็นฮีตเตอร์อื่นๆ อีกมากมายหลายชนิด เช่น

- ❖ เส้นตรง ( Straight Line )
- ❖ ดัดตัวยู ( U- shaped )
- ❖ ดัดตัวเอ็ม ( M- shaped )
- ❖ ตัวยูหัวเกลียว ( With Thread )
- ❖ ฮีตเตอร์คريب
- ❖ ฮีตเตอร์อุ่น – ต้มน้ำยาเคมี
- ❖ ฮีตเตอร์อุ่น – ต้มน้ำ
- ❖ ละลายน้ำแข็ง ( Defrost )
- ❖ หัวเกลียวประปา(Thread)



รูปที่ 2.12 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)

#### 2.4.1.10 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)

เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์เป็นเครื่องทำความร้อนระบบหมุนเวียน ที่ใช้น้ำ, น้ำมัน, ลม, แก๊ส เป็นตัวพาความร้อนไปใช้ และยังให้ความร้อนของเหลว และก๊าซภายในท่อ ใช้สแตนเลสคุณภาพดีให้ความร้อนสม่ำเสมอ สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ใช้สแตนเลสคุณภาพดี



รูปที่ 2.13 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)

#### 2.4.1.11 คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)

เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนในอากาศเหมาะสำหรับใช้งานในเตาอบให้ความร้อนกับชิ้นงาน สามารถวางบนฉนวนกันความร้อน เช่น Ceramic Fiber หรือ Ceramic Support Heater ออกแบบขนาดโวลท์ให้ถูกต้องจะทำให้อายุการใช้งานนานมากขึ้น และนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเตาอุณหภูมิสูง ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้มีทั้งลวด เหล็ก และลวดนิเกิล นำมาขดขึ้นรูปตามขนาดที่ ต้องการให้ความร้อนสูง



รูปที่ 2.14 คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)

#### 2.4.1.12 ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนกับท่อ หรือ ถังทรงกระบอก เช่น เครื่องฉีดพลาสติกให้การตอบสนองเกือบจะทันทีที่ใช้คู่กับอุณหภูมิควบคุม ให้ความร้อนและส่งผ่านความร้อนได้เร็วขึ้น ทนต่อการปนเปื้อนของการฉีกจากพลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ สามารถสั่งทำได้ตามแบบที่ลูกค้าต้องการ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อน หรือ อุ่น ของเหลวในท่อลำเลียง หรือ ถังพักในสายการผลิต เช่น ท่อลำเลียงกาว ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งน้ำร้อน และยังสามารถนำไปใช้ เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีการใช้ความร้อนในการทำงาน เช่น กระจกน้ำร้อน หม้อหุงข้าว เตารีด เป็นต้น



รูปที่ 2.15 ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

#### 2.4.1.13 ฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

คืออุปกรณ์ที่ให้ความร้อนเพื่ออุ่น หรือ ต้มของเหลวทุกประเภท ที่ทำปฏิกิริยากับสแตนเลส ซึ่งเหมาะกับทุกงานอุตสาหกรรม ที่มีการอุ่นหรือต้มของเหลวได้หลายชนิด โดยเฉพาะงานที่ให้ ความร้อนกับน้ำยาที่ใช้ชุบ น้ำกรด/ด่างโดยทั่วไปแล้ว ฮีตเตอร์ชนิดนี้แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น ฮีตเตอร์หน้าแปลน, ฮีตเตอร์ชั้นเกลียว, ฮีตเตอร์จุ่มหรือแขวนในบ่อความร้อน

- ❖ ใช้สำหรับอุ่น หรือ ต้มของเหลวน้ำยาที่ต้องการความสะอาดโลหะใน ขบวนการผลิต เช่น
- ❖ ใช้สำหรับอุ่น หรือ ต้มของเหลวที่มีความเหนียวข้นได้หลากหลาย เช่น อุ่นกาวยาง มะตอย เป็นต้น



รูปที่ 2.16 ฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

#### 2.4.1.14 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน

เมื่อถึงฤดูหนาวในเมืองไทยมักจะมีข่าวว่า พื้นที่ชนบททางด้านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประชาชนมันจะสูมไฟตอนกลางคืนเพราะอากาศที่หนาวอาจจะทำให้เจ็บป่วยและมีบางท่านถึงกับเสียชีวิตได้ ยิ่งผู้ที่อาศัยอยู่บนภูเขายิ่งหนาวมากกว่าอยู่แล้ว ฮีตเตอร์ประจำบ้านสามารถช่วยให้หายหนาวได้





รูปที่ 2.17 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน

#### 2.4.1.15 ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม (Film Heater)

ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม มีข้อดีคือ สามารถม้วนเก็บตอนขนส่งมาประเทศไทยได้ ไม่กินเนื้อที่ประโยชน์ในการใช้งาน สามารถปูเป็นพื้นหรือปูติดผนังเพื่อสร้างความอบอุ่น ในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวมาก ๆ <sup>[4]</sup>



รูปที่ 2.18 ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม (Film Heater)

## 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

เห็ด (Mushroom) เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีมาช้านานและยังได้รับความนิยมมากยิ่งเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็นเห็ดสดหรือเห็ดตากแห้ง รวมทั้งชนิดบรรจุกระป๋องด้วย และเห็ดทั้งในประเทศและต่างประเทศมีอยู่มากมายหลากหลายสายพันธุ์เลยทีเดียว แต่หลักๆแล้วจะมีการจำแนกกลุ่มของเห็ดออกเป็น 3 กลุ่มคือ – เห็ดชนิดที่รับประทานได้นิยมนำมารับประทานเป็นอาหารเพื่อสุขภาพกัน อาทิ เห็ดนางฟ้า, เห็ดฟาง, เห็ดหูหนู, เห็ดนางรม, เห็ดโคน, เห็ดเข็มทอง ฯลฯ – เห็ดที่นำมาใช้เป็นยาสมุนไพร เนื่องจากมีสรรพคุณทางยา อาทิ เห็ดหอม หรือเห็ดหลินจือ ฯลฯ – เห็ดพิษที่ไม่สามารถรับประทานได้และอาจถึงแก่ชีวิตได้ อาทิ เห็ดระโงกหิน, เห็ดจิก, เห็ดจวกู, เห็ดสน, เห็ดหมึก, เห็ดหิ่งห้อย ฯลฯ

จึงมีการนิยมปลูกเห็ดกันมากขึ้น โดยการปลูกเห็ดนั้นมีหลายปัจจัยดังนี้

1. อุณหภูมิ มีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ด โดยที่อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกเห็ดเล็กน้อย เช่น เห็ดนางฟ้าระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยจะอยู่ที่ 25 – 35 °c ส่วนระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดนางฟ้า จะอยู่ระหว่าง 20 – 30 °c
2. ความชื้นของอากาศ มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของเห็ด เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเปิดก้อนเชื้อภายในโรงเรือนที่เก็บความชื้นได้ และรักษาระดับความชื้นในอากาศให้อยู่ในระดับ 70-80 เปอร์เซ็นต์
3. อากาศ ภายในโรงเรือนควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี กรณีที่โรงเรือนอยู่ในระยะเปิดดอกมีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดี จะมีปัญหาคือเห็ดขาดออกซิเจน หากโรงเรือนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงก็จะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติได้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถสร้างตุ่มดอกได้ สภาพดอกเห็ดจะผิดปกติ และผลผลิตต่ำ
4. แสงสว่าง แม้ว่าเส้นใยเห็ดจะไม่ต้องแสงในช่วงการบ่มเส้นใย แต่ช่วงเปิดดอกเห็ดต้องการแสงในระดับหนึ่งที่เหมาะสม จึงจะมีพัฒนาการของดอกเห็ดที่สมบูรณ์
5. สารอาหาร ควรให้มีสารอาหารพอเพียงตามที่เห็ดแต่ละชนิดต้องการ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ ไวตามิน
6. ความเป็นกรดเป็นด่าง การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดควรอยู่ในสภาพอาหารที่เป็นกรดจนถึง

ระดับกลาง คือมีค่า pH ประมาณ 5.5-7

7. แร่ดั่งดุดของโลก เหน็ดที่มีลักษณะเป็นทรงรุ่ม จะเจริญในแนวด้านแรงดั่งดุดของโลก ไม่ว่าจะจับวางในตำแหน่งใด ดอกเหน็ดจะออกดอกด้านแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนเหน็ดหึ่งจะเจริญในแนวขนานกับพื้นโลก

### ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิ และระยะเวลาในการบ่มเส้นใยของก้อนเชื้อเหน็ดชนิดต่าง ๆ

ชนิดเหน็ด	ระยะเวลาบ่ม	
	องศาเซลเซียส	เดือน
เหน็ดนางรม	24-32	1-1.5
เหน็ดนางฟ้า	22-25	1-1.5
เหน็ดภูฐาน	24-28	1-1.5
เหน็ดเป่าฮือ	24-28	1.5-2
เหน็ดหูหนู	25-32	1.5-2
เหน็ดขนขาว	28-32	28-30 วัน
เหน็ดหอม	24-25	4-5
เหน็ดหัวลิง	21-25	1.5-2
เหน็ดโคนญี่ปุ่น	24-28	1.5-2

**หมายเหตุ** ระยะเวลาการบ่มเส้นใยของก้อนเชื้อเหน็ดขึ้นอยู่กับชนิดของเหน็ด และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น วัสดุเพาะ อาหารเสริม และแสงสว่าง แหล่งข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.2 วิธีการเปิดดอก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญระยะเปิดดอก ของเห็ดชนิดต่าง ๆ

ชนิดเห็ด	การเปิดก่อน		ออกดอก	เงื่อนไขการเกิดดอก		พักก่อน
			องศาเซลเซียส	ความชื้น	แสง	วัน
เห็ดนางรม	ตั้งจุกและ ลำลือออก	ถอดคอขวด	20-28	70-90	น้อย	3-5
เห็ดนางฟ้า		ถอดคอขวด	28-35	70-90	น้อย	3-5
เห็ดภูฐาน		ถอดคอขวด	25-32	70-90	น้อย	3-5
เห็ดเป๋าฮื้อ		ถอดคอขวด	25-32	70-90	น้อย	10-14
เห็ดหูหนู		รัดจุก, กรีด ด้านข้าง	25-35	80-90	น้อย	5-8
เห็ดขอนขาว		ปาดปาก	30-35	70-90	กลาง	7-10
เห็ดหอม		ปาดปาก	10-28	60-90	กลาง	15-20
เห็ดหัวลิง		ถอดคอขวด	15-25	60-70	น้อย	10-14
เห็ดโคน ญี่ปุ่น		ไม่ถอดคอขวด	24-30	80-85	น้อย	18-21

หลักในการเพาะเห็ดเบื้องต้นก็คือ การศึกษาสภาพต่างๆในธรรมชาติของเห็ดนั้น ๆ แล้วนำเห็ดนั้นมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติ เนื่องจากการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดและปัจจัยในการเจริญเป็นดอกของเห็ดนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงขั้นตอนของการเพาะเห็ดเพื่อที่จะได้เห็ดที่มีลักษณะสมบูรณ์ และตรงกับความต้องการของผู้บริโภค<sup>[6]</sup>