บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความร้อนจำเพาะแบบ modified method of mixture พบว่าให้ค่าที่เชื่อถือได้สูง เมื่อวัดค่าความร้อนจำเพาะของกลีเซอรีนที่ใช้เป็นสารอ้างอิงพบว่าให้ค่าต่างจากทฤษฎีร้อยละ 0.5 เมื่อศึกษาถึงผลของพันธุ์ ภาวะการละลาย และอุณหภูมิต่อค่าความร้อนจำเพาะ พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับภาวะการละลาย ภาวะการละลายและอุณหภูมิมีผลต่อค่าความร้อนจำเพาะ โดยที่อุณหภูมิเดียวกัน ปลาหมึกกล้วยที่ไม่ผ่านการละลายมีค่าความร้อนจำเพาะสูงกว่าปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลาย สำหรับปลาหมึกที่ผ่านการละลาย ปลาหมึกกระดองมีค่าความร้อนจำเพาะสูงกว่าปลาหมึกกล้วย และปลาหมึกที่ไม่ผ่านการละลายมีค่าความร้อนจำเพาะสูงกว่าปลาหมึกที่ผ่านการละลายที่พันธุ์และอุณหภูมิเดียวกัน โดยที่ปลาหมึกกระดองเมื่อผ่านการละลายมีค่าความร้อนจำเพาะลดลงน้อยกว่าปลาหมึกกล้วยเมื่อผ่านการละลายที่อุณหภูมิเดียวกัน นอกจากนี้ที่พันธุ์และภาวะการละลายเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง -40 ถึง -10 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าความร้อนจำเพาะของปลาหมึกเพิ่มขึ้นแบบพาราโบลาหงาย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งค่าความร้อนจำเพาะของปลาหมึกกล้วยทั้งที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 0.481-1.146 และ 0.375-1.017 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียสตามลำดับ ส่วนค่าความร้อนจำเพาะของปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 0.435-1.111 และ 0.426-1.066 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียสตามลำดับ และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ ภาวะการละลายและอุณหภูมิกับค่าความร้อนจำเพาะดังกล่าว (R^2 = 0.946) คือ

$$C_p = 1.868-5.050\times10^{-2}P-1.265\times10^{-1}H+8.979\times10^{-2}T+9.910\times10^{-2}PH+1.402\times10^{-3}T^2$$

2. ใช้วิธี thermal conductivity probe โดยการปรับปรุงภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างเป็นแบบ plate เพื่อความเหมาะสม เมื่อนำไปวัดค่าสภาพนำความร้อนของสารอ้างอิงที่ใช้คือ carageenan gel พบว่าให้ค่าต่างจากรายงานร้อยละ 4.6 แสดงว่าให้ค่าที่เชื่อถือได้ และเมื่อศึกษาถึงผลของพันธุ์ ภาวะการละลาย และอุณหภูมิที่มีต่อค่าสภาพนำความร้อนของปลาหมึกพบว่า พันธุ์ ภาวะการละลาย อุณหภูมิ อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับภาวะการละลายมีผลต่อค่าสภาพนำความร้อน โดยปลาหมึกกล้วยที่ไม่ผ่านการละลายมีค่าสภาพนำความร้อนสูงกว่าปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลาย ส่วนปลาหมึกที่ผ่านการละลาย ปลาหมึกกระดองมีค่าสภาพนำความร้อนสูงกว่าปลาหมึกกล้วยที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยที่ค่าสภาพนำความร้อนของปลาหมึกทั้งสองชนิดที่ผ่านการละลายมีค่าแตกต่างกันมากกว่าปลาหมึกที่ไม่ผ่านการละลาย และปลาหมึกที่ไม่ผ่านการละลายมีค่าสภาพนำความร้อนสูงกว่าปลาหมึกที่ผ่านการละลายที่พันธุ์และอุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง -40 ถึง -10 องศาเซลเซียส ค่าสภาพนำความร้อนของปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดองทั้งที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายมีค่าเพิ่มขึ้นแบบพาราโบลาคว่ำเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ซึ่งค่าสภาพนำความร้อนของปลาหมึกกล้วยทั้งที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 1.311-1.567 และ 1.156-1.394 วัตต์/เมตร องศาเคลวินตามลำดับ สำหรับค่าสภาพนำความร้อนของปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 1.279-1.523 และ 1.244-1.493 วัตต์/เมตร องศาเคลวินตามลำดับและสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ การละลายและอุณหภูมิกับค่าสภาพนำความร้อนดังกล่าว (R^2 = 0.987) คือ

$$k_{ii} = 1.224-2.625\times10^{-2}P-1.587\times10^{-1}H-9.750\times10^{-3}T-1.125\times10^{-1}PH-3.875\times10^{-5}T^2$$

3. เมื่อใช้ thermal diffusivity plate หาค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึก พบว่ามีค่าที่เชื่อถือได้สูงมาก จากการวัดค่าสภาพแพร่ความร้อนของ carageenan gel ที่ใช้เป็นสารอ้างอิงพบว่าให้ค่าแตกต่างจากรายงานร้อยละ 0.4 และเมื่อศึกษาผลของพันธุ์ ภาวะการละลายและอุณหภูมิ ที่มีต่อค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึก พบว่าพันธุ์ ภาวะการละลาย อุณหภูมิ อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับภาวะการละลายและอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับอุณหภูมิ อิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการละลายกับอุณหภูมิและอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ ภาวะการละลายและอุณหภูมิ มีผลต่อสภาพแพร่ความร้อน โดยปลาหมึกกล้วยที่ไม่ผ่านการละลายมีค่าสภาพ

แพร่ความร้อนต่ำกว่าปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลาย ส่วนปลาหมึกที่ผ่านการละลาย ปลาหมึกกล้วยกลับมีแนวโน้มของค่าสภาพแพร่ความร้อนสูงกว่าปลาหมึกกระดองที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยความแตกต่างของสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลายมีค่ามากกว่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกที่ผ่านการละลาย สำหรับปลาหมึกที่ไม่ผ่านการละลายมีสภาพแพร่ความร้อนต่ำกว่าปลาหมึกที่ผ่านการละลายที่พันธุ์และอุณหภูมิเดียวกัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง -40 ถึง -10 องศาเซลเซียสทำให้สภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกมีค่าเพิ่มขึ้นแบบพาราโบลาคว่ำเมื่ออุณหภูมิต่ำลง นอกจากนี้เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดองทั้งที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายมีค่าแตกต่างกันมากขึ้น และค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายที่พันธุ์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกกล้วยทั้งที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 2.761×10^{-7} - 7.451×10^{-7} และ 2.833×10^{-7} - 8.814×10^{-7} เมตร^2/วินาที ตามลำดับ ส่วนค่าสภาพแพร่ความร้อนของปลาหมึกกระดองที่ไม่ผ่านการละลายและที่ผ่านการละลายอยู่ในช่วง 2.891×10^{-7} - 8.492×10^{-7} และ 2.901×10^{-7} - 8.551×10^{-7} เมตร^2/วินาที ตามลำดับ และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ การละลายและอุณหภูมิกับค่าสภาพแพร่ความร้อนดังกล่าว ($R^2 = 0.979$) คือ

$$\alpha = [-1.169-8.804\times10^{-2}P-6.005\times10^{-2}H-4.528\times10^{-1}T-2.095\times10^{-1}PH+3.644\times10^{-2}PT$$
$$-4.369\times10^{-2}HT+4.595\times10^{-2}PHT-6.160\times10^{-3}T^2]\times10^{-7}$$

5.2 ข้อเสนอแนะ

สมบัติทางความร้อนของปลาหมึกในช่วงของการแช่แข็งที่ได้ศึกษาไปแล้วนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนแปลงเอนทาลปีของปลาหมึกและสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวของ air-blast freezer เพื่อนำไปใช้ร่วมกับค่าสมบัติทางความร้อนที่ได้ศึกษาไปแล้วนำมาคำนวณเวลาในการแช่แข็งที่เหมาะสม และมีการศึกษาถึงอิทธิพลของทิศทางของเส้นใย สัดส่วนของน้ำที่เป็นน้ำแข็ง ขนาดของผลึกน้ำแข็งที่มีต่อสมบัติทางความร้อนของปลาหมึกในช่วงการแช่แข็ง นอกจากนี้อาจศึกษาถึงอิทธิพลของการละลายที่มีต่อโครงสร้างของเนื้อเยื่อปลาหมึก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย