บทที่ 4
ผลการวิจัย

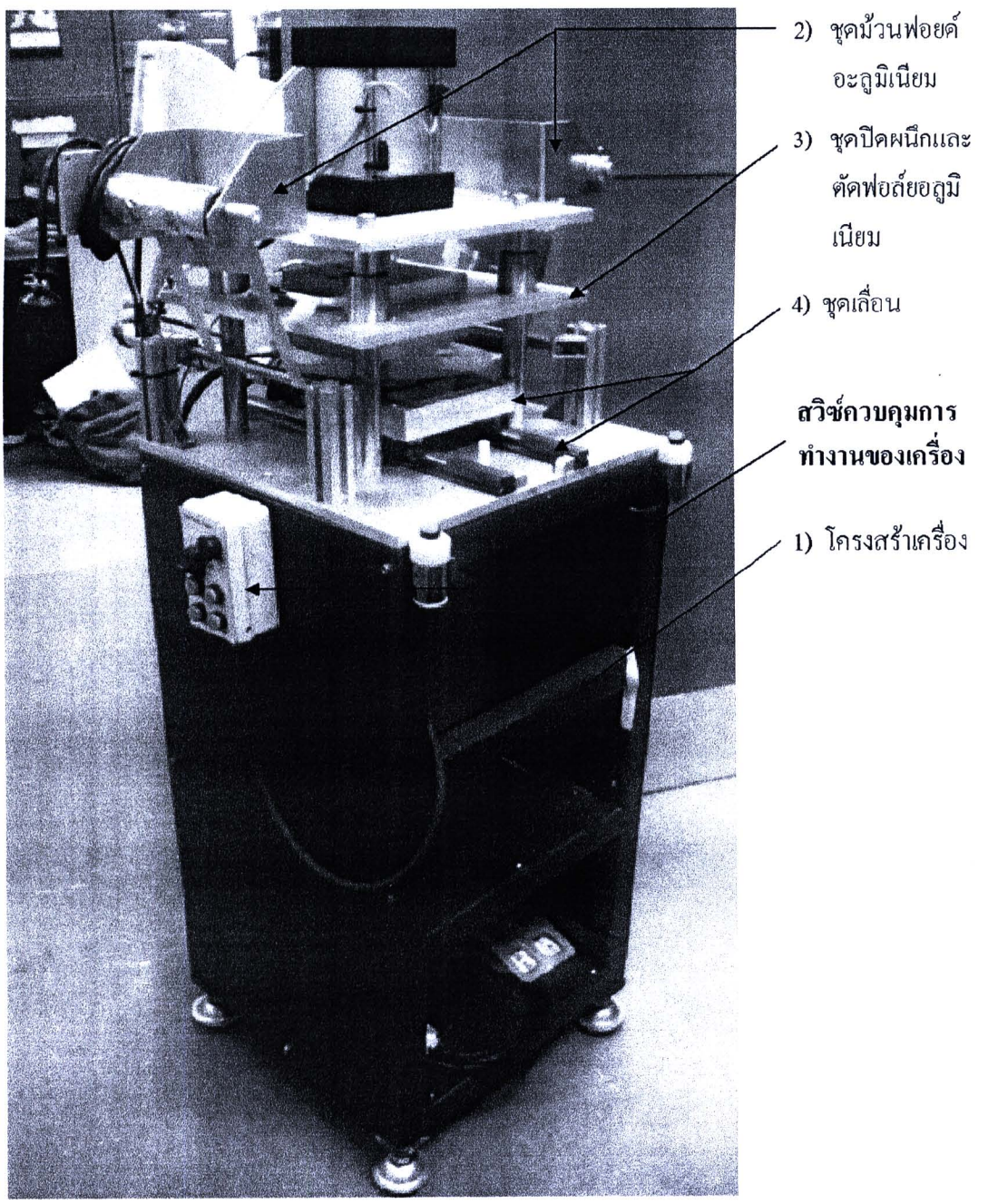
หลักทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยได้กล่าวถึงในบทที่ 2 การออกแบบเครื่อง รวมถึงการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ขั้นตอนการสร้างเครื่อง และวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องได้กล่าวถึงในบทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองที่ได้และการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4. 1 ผลการสร้างเครื่อง

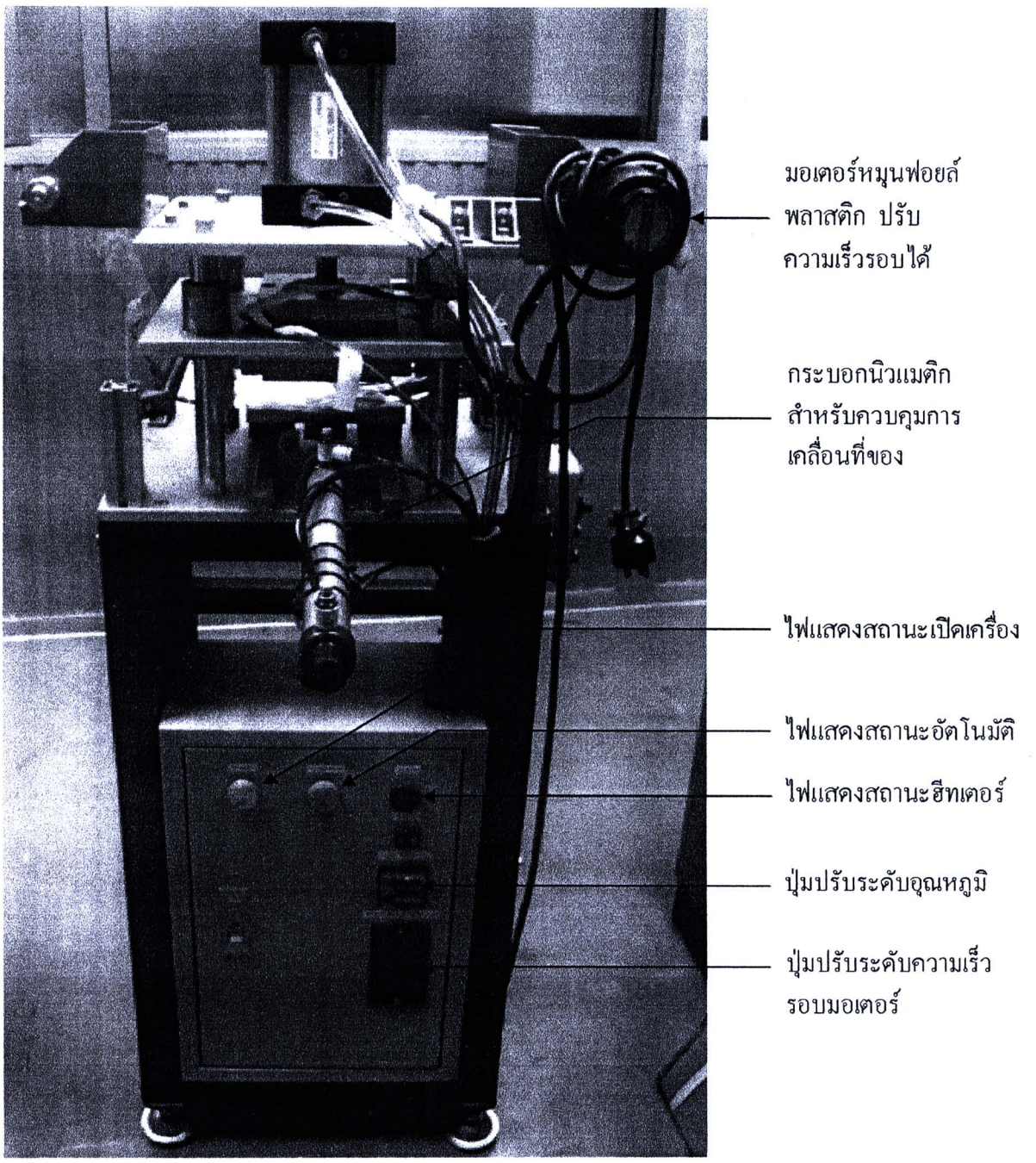
เครื่องสร้างบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนแบบบลิสเตอร์แพ็ค ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน เลือกใช้วัสดุที่ถูกต้องสำหรับการผลิตอาหารและสร้างบรรจุภัณฑ์ เป็นโครงการต่อยอดกับงานวิจัยเรื่อง เครื่องอัดปลาร้าก้อนด้วยระบบนิวแมติกเป็นโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2551 โดยผลการวิจัยที่ได้สามารถอัดก้อนปลาร้าให้มีขนาด 25 x 30 x 12 มิลลิเมตร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการสร้างบรรจุภัณฑ์แบบบลิทเตอร์แพ็คให้กับปลาร้าก้อน การสร้างบรรจุภัณฑ์บลิสเตอร์แพ็คสำหรับปลาร้าก้อนเลือกใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอล์ยปิดผนึกกับถาดหลุมพรอลิพรอพิลีน เครื่องสร้างบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบและสร้างมีขนาดประมาณ 50 x 70 x 115 เซ็นติเมตร ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ได้แก่

1) โครงสร้างของเครื่อง ทำหน้าที่รองรับการทำงานของทุกชิ้นส่วน
2) ชุดม้วนฝอยด์อะลูมิเนียม ทำหน้าที่จ่ายม้วนฟอยล์อะลูมิเนียมและเก็บฟอยล์ที่ผ่านการตัดเรียบร้อยแล้ว ควบคุมการทำงานหมุนเก็บฟอยล์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ และยังประกอบด้วยชุดตึงแผ่นฟอยล์อลูมิเนียมให้มีความตึง เตรียมพร้อมสำหรับการปิดผนึกด้วยความร้อนให้ติดกับถาดหลุมโพลีพรอพิลีน
3) ชุดปิดผนึกและตัดฟอล์ยอลูมิเนียม ทำหน้าที่ปิดผนึกและตัดแผ่นฟอล์ยอลูมิเนียม ควบคุมการทำงานในการกดอัดและตัดแผ่นฟอยล์ด้วยกระบอกนิวแมติก ชุดปิดผนึกติดตั้งฮีทเตอร์ที่สามารถปรับระดับอุณหภูมิได้ และสามารถตั้งเวลาในการกดปิดผนึกได้
4) ชุดเลื่อนทำหน้าที่เคลื่อนที่ออกมารับถาดหลุมสำหรับบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนและเคลื่อนที่เข้าไปปิดผนึก ควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยกระบอกนิวแมติก และบังคับตำแหน่งการเคลื่อนที่ด้วยชุดสไลด์ไกด์ที่มีความเที่ยงตรงสูง

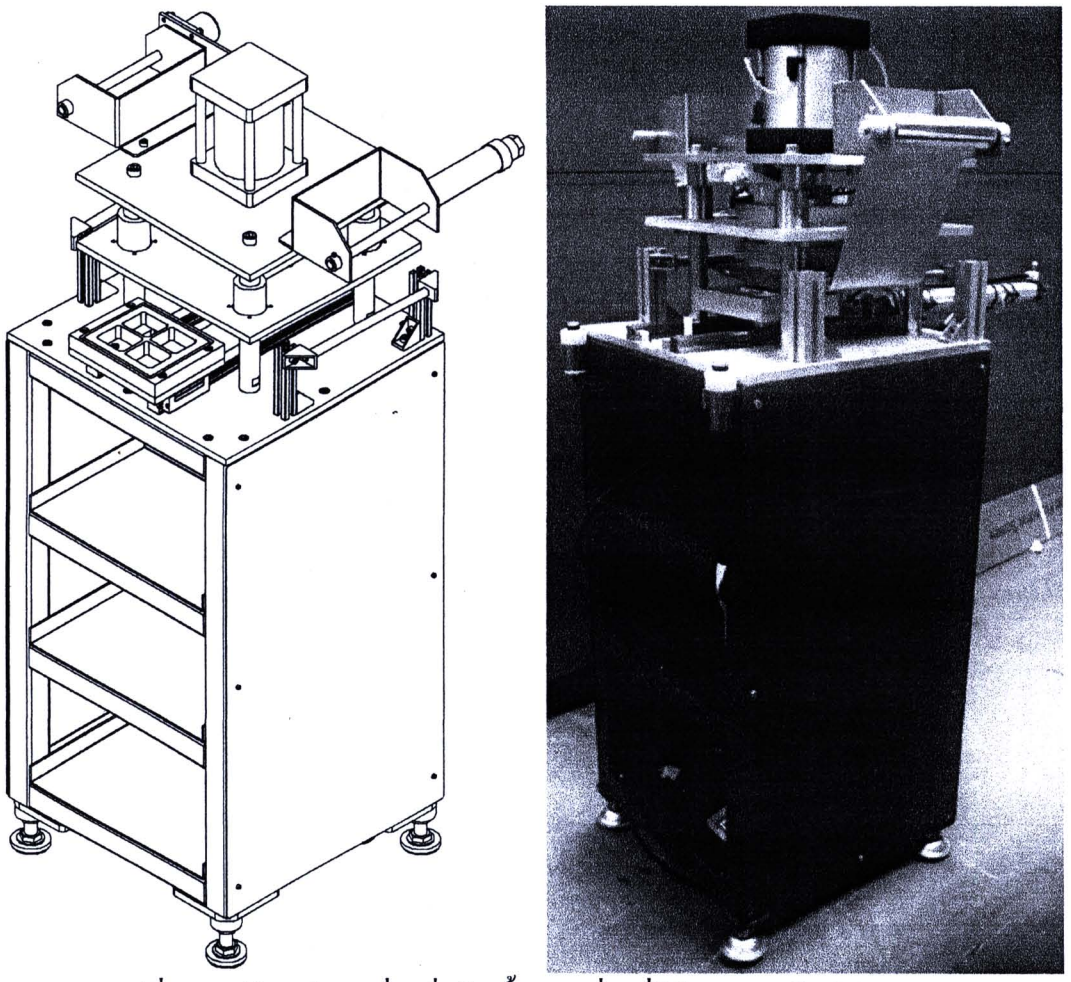
ลักษณะของเครื่องและส่วนประกอบต่างๆ ในรูปที่ 4.1 แสดงภาพด้านหน้า และรูปที่ 4.2 แสดงภาพด้านหลัง ในรูปที่ 4.3 เปรียบเทียบเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องที่ได้ออกแบบด้วยโปรแกรมช่วยในการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องสร้างบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนแบบบลิสเตอร์แพ็ค (ด้านหน้า)



รูปที่ 4.2 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องสร้างบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนแบบบลิสเตอร์แพ็ค (ด้านหลัง)



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องที่ได้ออกแบบด้วยโปรแกรม

4.2 ผลการทดลองปิดผนึกฟอยล์อลูมิเนียมกับถาดหลุมโพลิพรอพิลีน

การทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน เครื่องสร้างบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนแบบบลิสเตอร์แพ็ค ใช้ถาดหลุมพลาสติกที่ใช้ในการทดลองนี้จะเป็นโพลิพรอพิลีน และปิดผนึกด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ โดยมีผลการทดลองดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิในการให้ความร้อนในการปิดผนึก

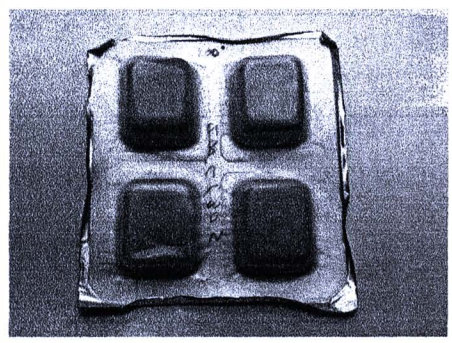
ระดับอุณหภูมิปรับตั้งที่ชุดควบคุมอุณหภูมิสำหรับฮีตเตอร์ และทำการกดปิดผนึกด้วยเวลาคงที่ วินาที และปรับตั้งอุณหภูมิในการทดลอง 5 ระดับ ได้แก่ 180, 190, 200, 210 และ 220 °C โดยแต่ละอุณหภูมิใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับทดสอบจำนวน 10 ชิ้น ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการปิดผนึกแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมติดกับบรรจุภัณฑ์

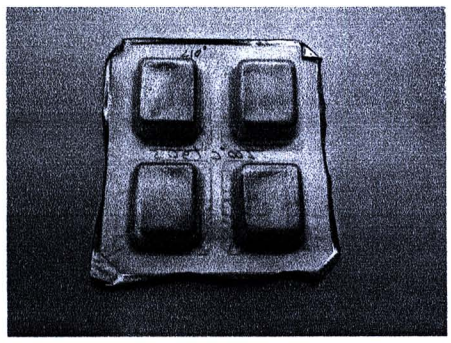
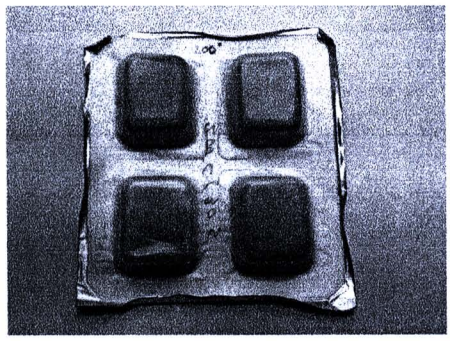
อุณหภูมิ	ผลการทดสอบการปิดผนึก		
	ปิดผนึกไม่ติด	ปิดผนึกติด,รั่ว	ปิดผนึกติด,แน่น
180 °C	-	10	-
190 °C	-	8	2
200 °C	-	2	8
210 °C	-	-	10
220 °C	-	-	10

ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปิดผนึกฟิล์มฟอยล์อะลูมิเนียมกับถาดหลุมโพลิพรอพิลีนอยู่ในช่วง 210-220 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถทำการปิดผนึกให้ติดแน่นได้ เนื่องจากต้องส่งผ่านความร้อนผ่านฟอยล์อะลูมิเนียม จากการทดลองพบว่า รอยปิดผนึกยังเกิดการย่นตัว ไม่ราบเรียบ หลังจากที่ได้ทำการทดลองดึงฟอยล์อะลูมิเนียมที่ปิดผนึกแล้ว พบว่ารอยของการปิดผนึกมีความแน่น ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้ในช่วงอุณหภูมิ 210-220 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้ในช่วงอุณหภูมิ 210-220 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ	ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
200 °C		

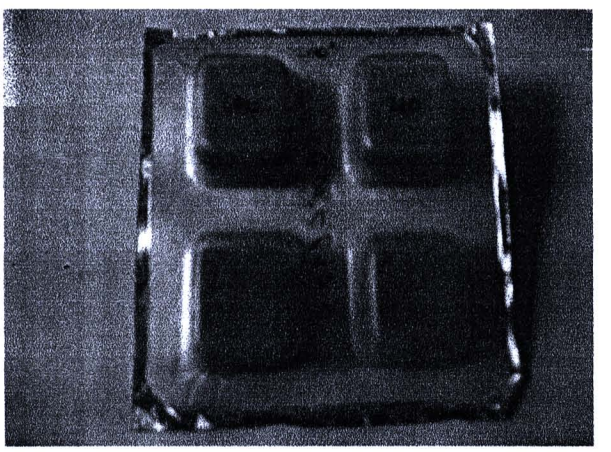
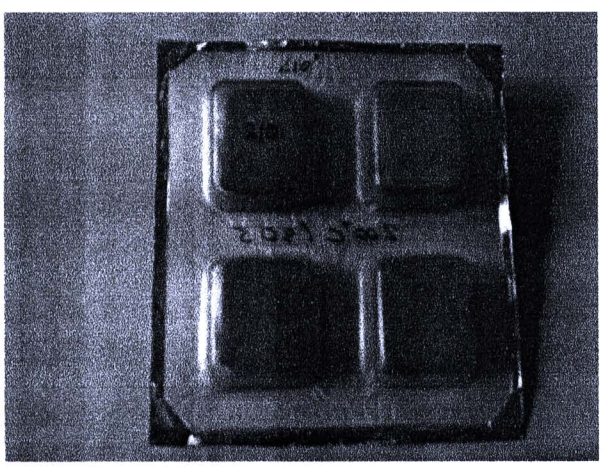
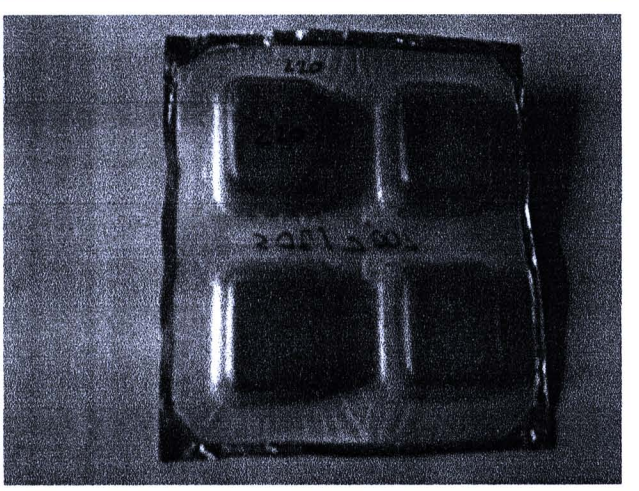
ตารางที่ 4.2 ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้ในช่วงอุณหภูมิ 210-220 องศาเซลเซียส (ต่อ)

อุณหภูมิ	ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
210 °C		
220 °C		

4.2.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิในการให้ความร้อนในการปิดผนึก

ลักษณะของบรรจุภัณฑ์หลังการทดสอบโดยการจุ่มน้ำ เพื่อหาการรั่วซึมของน้ำหลังการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ พบว่าในช่วงอุณหภูมิ 200 °C - 220 °C ไม่มีการรั่วซึมของน้ำเลย ลักษณะของบรรจุดภัณฑ์ที่สมบูรณ์ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกได้ในช่วงอุณหภูมิ 210-220 องศาเซลเซียส (ต่อ)

อุณหภูมิ	ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการแช่น้ำ
200 °C	
210 °C	
220 °C	

การปิดผนึกแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบโดยดูจากความสมบูรณ์ของบรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิและเวลาใดที่ไม่สามารถปิดผนึกได้ จะไม่นำผลการทดลองมาใช้เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผล การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุภัณฑ์ปลาร้าก้อนแบบบลิทเตอร์แพ็ค ใช้ฮีตเตอร์แท่งขนาด 400 วัตต์ ให้ความร้อนเพื่อปิดผนึกแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมติดกับบรรจุภัณฑ์ ขนาดของแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมกว้าง 150 มิลลิเมตรและหนา 0.06 มิลลิเมตร สำหรับการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ 1 แพ็ค ใช้เวลา 15 วินาที ช่วงอุณหภูมิที่ปิดผนึกแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมติดกับบรรจุภัณฑ์ คือ 200 °C - 220 °C ที่ระยะเวลาให้ความร้อนในการปิดผนึกและตัดแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียม คือ 8 วินาที ทำให้การปิดผนึกแผ่นฟอยด์อะลูมิเนียมติดแน่นกับบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปลาร้าก้อนที่ใส่ลงในบรรจุภัณฑ์สมบูรณ์ไม่มีคาบการปิดผนึกที่ผลิตภัณฑ์ปลาร้าก้อน และไม่มีการรั่วซึมของน้ำเข้าไปในบรรจุภัณฑ์