บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการกำหนดส่วนผสมทางการผลิตของสารประกอบพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลตามต้องการ และลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต ได้ผลสรุปดังนี้

1. ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติก มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้สารเติมแต่งชนิด DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต กล่าวคือ ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกพีวีซี จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีค่ามากขึ้น และจะมีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนการใช้ DOP มีค่ามากขึ้น โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์แสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_1 = 1.3937 - 0.0022X_1 + 0.0046X_2 - 0.00001X_2^2 - 0.0000089X_1X_2$$

เมื่อ

$\bar{Y}_1$ = ค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะ

X_1 = ปริมาณการใช้ DOP (phr.)

X_2 = ปริมาณการใช้ $CaCO_3$ (phr.)

2. ค่าแรงดึงที่จุดขาดของพลาสติกพีวีซี มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต กล่าวคือ ค่าแรงดึงที่จุดขาดของพลาสติกพีวีซีจะมีค่าลดลง เมื่อสัดส่วนการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่ามากขึ้น โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์แสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_2 = 456.8505 - 5.8298X_1 - 2.0103X_2 + 0.0227X_1^2 + 0.0021X_2^2 + 0.0171X_1X_2$$

เมื่อ

$\bar{Y}_2$ = ค่าเฉลี่ยของแรงดึงที่จุดขาด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

X_1 = ปริมาณการใช้ DOP (phr.)

X_2 = ปริมาณการใช้ $CaCO_3$ (phr.)

3. ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นของพลาสติกพีวีซี มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต กล่าวคือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นของพลาสติกพีวีซี จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนการใช้ DOP มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 30-70 phr. แล้วจึงเริ่มมีค่าลดลง และค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นนี้ จะมีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีค่ามากขึ้น โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์แสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_3 = 50.2450 + 7.0273X_1 - 2.0052X_2 + 0.0508X_1^2 + 0.0055X_2^2 + 0.0081X_1X_2$$

เมื่อ

$\bar{Y}_3$ = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น (เปอร์เซ็นต์)

X_1 = ปริมาณการใช้ DOP (phr.)

X_2 = ปริมาณการใช้ $CaCO_3$ (phr.)

4. ค่า 100%โมดูลัสความยืดหยุ่นของพลาสติกพีวีซี มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต กล่าวคือ ค่า 100%โมดูลัสความยืดหยุ่นของพลาสติกพีวีซีจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อสัดส่วนการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีค่ามากขึ้น และจะมีค่าลดลง เมื่อสัดส่วนการใช้ DOP มีค่ามากขึ้น โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์แสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_4 = 429.1172 - 8.5370X_1 - 0.5121X_2 + 0.0483X_1^2 + 0.0072X_1X_2$$

เมื่อ

$\bar{Y}_4$ = ค่าเฉลี่ยของ 100% โมดูลัสความยืดหยุ่น (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

X_1 = ปริมาณการใช้ DOP (phr.)

X_2 = ปริมาณการใช้ $CaCO_3$ (phr.)

5. ค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซี มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต กล่าวคือ ค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซีจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีค่ามากขึ้น และจะมีค่าลดลง เมื่อสัดส่วนการใช้ DOP มีค่ามากขึ้น โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์แสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_5 = 107.0239 - 0.3865X_1 - 0.0014X_1^2 + 0.0013X_1X_2$$

เมื่อ

$\bar{Y}_5$ = ค่าเฉลี่ยของความแข็ง (ชอร์ A)

X_1 = ปริมาณการใช้ DOP (phr.)

X_2 = ปริมาณการใช้ $CaCO_3$ (phr.)

6. จุดการผสมที่เหมาะสมสำหรับพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น ที่มี DOP และแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารเติมแต่ง ซึ่งเป็นจุดการผสมที่ทำให้ได้พลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลตามต้องการ ภายใต้ต้นทุนวัตถุดิบต่อหน่วยต่ำที่สุด สำหรับงานในวิจัยนี้ คือ จุดการผสมที่มีสัดส่วนการใช้ DOP และแคลเซียมคาร์บอเนต เท่ากับ 72.07 และ 70.45 phr. ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เกิดต้นทุนวัตถุดิบต่อหน่วยในการผลิตเท่ากับ 19.66 บาท/กิโลกรัมพีวีซีคอมเปานด์

7. เมื่อมีการนำสารช่วยเสริมสภาพพลาสติกชนิดซีรีคลอ มาใช้ทดแทนปริมาณการใช้ DOP ในสัดส่วนที่เท่าๆกัน พบว่า จะส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าแรงดึงที่จุดขาด ค่า 100% โมดูลัสความยืดหยุ่น และค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซี มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ค่าการทนต่อความร้อนของพลาสติกจะมีค่าลดต่ำลง และสำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นนั้น พบว่า จะมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเมื่อมีการนำซีรีคลอมาใช้ทดแทน DOP ในปริมาณ 25 phr. หรือคิดเป็น 34.7% ของปริมาณ DOP ที่ต้องใช้ (72.07 phr.) ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นของพลาสติกพีวีซีจึงเริ่มที่จะมีค่าลดลง

8. ปริมาณสูงสุดของซีรีคลอ ที่สามารถนำมาใช้ทดแทน DOP โดยยังคงได้พลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล ซึ่งได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ แรงดึงที่จุดขาด เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น 100%โมดูลัสความยืดหยุ่น และค่าความแข็ง ตามต้องการ คือ จุดที่ปริมาณการใช้ซีรีคลอ และ DOP มีค่าเท่ากับ 35 และ 37.07 phr. ตามลำดับ หรือ กล่าวได้ว่าสามารถนำซีรีคลอมาใช้แทน DOP ได้เท่ากับ 51.44 % ของปริมาณ DOP ที่ต้องใช้ และจะทำให้สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบลงจาก 19.66 บาท/กิโลกรัม เหลือ 18.66 บาท/กิโลกรัม หรือ ลดลงเท่ากับ 1.00 บาท/กิโลกรัมพีวีซีคอมเปานด์

9. สำหรับโรงงานตัวอย่าง ที่มีกำลังการผลิตพีวีซีคอมเปานด์ โดยเฉลี่ย 200 ตัน/เดือน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของวัตถุดิบลงได้ 200,000 บาท/เดือน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ จะมีความสมบูรณ์และครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ถ้าหากมีการนำข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษา ซึ่งได้แก่ ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลของพลาสติก รวมถึงสมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติ กับ สัดส่วนของสารเติมแต่งในพลาสติกพีวีซี บันทึกลงในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการประมวลผลการวิเคราะห์หาจุดการผสมที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ที่มีข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ (product specifications) แตกต่างไปจากที่กำหนดในงานวิจัยนี้ได้

2. เนื่องจากต้นทุนที่เกิดขึ้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งๆนั้น ไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป จึงควรมีการนำเอาต้นทุนที่เกิดขึ้นจากแหล่งอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการผลิต เป็นต้นว่า ต้นทุนเนื่องจากพลังงาน ต้นทุนค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร และอื่นๆ มาคิดพิจารณาประกอบด้วย ซึ่งจะส่งผลให้จำนวนปัจจัยที่ต้องนำเข้ามาเกี่ยวข้องในงานวิจัย มีจำนวนมากขึ้น รูปแบบของปัญหาก็จะมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นด้วย

3. วิธีการที่ได้ดำเนินมาในงานวิจัยนี้ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นทั่วไป ที่มีส่วนผสมที่แตกต่างไปจากในงานวิจัยนี้ โดยไม่จำเป็นจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติกเท่านั้น