

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้อาศัยการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวในกระบวนการเคียวริง (Curing Process) และเพื่อตัดสินระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดให้กับกระบวนการ โดยพิจารณาปัจจัยที่ควบคุมได้ของกระบวนการเคียวริงที่ทำการวิจัยครั้งนี้คือ อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน ส่วนปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้คือ ชนิดของกาว และจำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วงที่เป็นไปได้ในการทดลอง ของอุณหภูมิ คือ  $150^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$  , เวลา 55-70 นาที , ชนิดของกาว 2 ชนิด คือ Halogen และ Non-Halogen และจำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 10 Layer และ 12 Layer ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการดำเนินการทดลองพร้อมทั้งวิเคราะห์การทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในส่วนของการทดลองเบื้องต้น ซึ่งเป็นการกรองปัจจัยเพื่อตรวจสอบปัจจัยที่นำมาทดลองนั้นว่ามีอิทธิพลจริงต่อเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาว (Gel Ratio %) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนผ่านการทดลองอย่างสมบูรณ์หรือการจำแนกทางเดียว (Complete Randomized Design; CRD หรือ One-Way ANOVA) พบว่าอุณหภูมิ, เวลา และ ชนิดของกาว มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนจำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์จะต้องทำการวิเคราะห์ต่อในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละปัจจัย จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์กราฟความน่าจะเป็นแจกแจงปกติของผลกระทบของปัจจัยและความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Normal Probability Plot of the Standardized Effects) เพื่อเปรียบเทียบระดับความมีอิทธิพลของแต่ละปัจจัยและอันตรกิริยา ว่ามีมากน้อยเพียงใดที่มีต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาว ด้วยการออกแบบการทดลองเลือกระดับของปัจจัย 2 ระดับ สูงสุดและต่ำสุด พบว่า อุณหภูมิ, เวลา, จำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ และ ชนิดกาว มีอิทธิพลจากมากไปน้อยตามลำดับ (ชนิดของกาวและจำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ มีอิทธิพลใกล้เคียงกัน) เมื่อสามารถยืนยันปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองด้วยวิธีของทากูชิ เพื่อทราบถึงผลกระทบหลัก, อันตรกิริยา และค่า Signal to Noise Ratios (S/N) อันจะนำไปสู่การลดความแปรปรวนให้กับกระบวนการ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่า ระดับของปัจจัยอุณหภูมิ

และเวลาที่ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวมีค่ามากที่สุด คือ ที่ระดับ 180°C เวลา 70 นาที

เมื่อสามารถตัดสินระดับที่ดีที่สุดของปัจจัยอุณหภูมิและเวลาแล้วนั้น ต้องทำการตรวจสอบผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ทั้ง 2 ปัจจัย คือ ชนิดของกาว และ จำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนปรับระดับให้เหมาะสมกับกาวทั้งสองชนิด ซึ่งจากการวิเคราะห์นี้ได้ค่าระดับของปัจจัยสำหรับ กาวชนิด Halogen ที่อุณหภูมิ 180°C เวลา 60 นาที ส่วนกาวชนิด Non-Halogen ได้ค่าระดับของปัจจัยอุณหภูมิที่ 180°C เวลา 70 นาที ซึ่งระดับที่ได้ทำการตัดสินจากผลการวิเคราะห์นี้ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวระหว่างจำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ที่ 10 และ 12 Layer อันนำไปสู่การเพิ่มกำลังการผลิตให้กับกระบวนการได้

ซึ่งจากการทดลองดังกล่าวนี้ทำให้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้ ดังนี้  
ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวและระดับเหมาะสมที่กำหนดให้กับกระบวนการเคียวริงอัน ได้แก่

- อุณหภูมิ 180 °C สำหรับกาวชนิด Halogen และ Non-Halogen
- เวลา 60 นาที สำหรับกาวชนิด Halogen และ 70 นาที สำหรับกาวชนิด Non-Halogen
- จำนวนชั้นการนำเข้าไปของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 12 Layer

การปรับปรุงกำลังการผลิตจากการกำหนดสภาวะใหม่ที่ได้จากการวิจัยให้กับกระบวนการเมื่อนำค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมมากำหนดใช้กับกระบวนการเคียวริงทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16% และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการในแง่ของคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้นเนื่องจากสภาวะใหม่ของกระบวนการสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวให้กับผลิตภัณฑ์ได้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เมื่อได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวและกำหนดระดับที่เหมาะสมได้แล้ว ยังควรศึกษาเป็นแผนงานในอนาคตว่าด้วยการวิเคราะห์ค่าที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวทั้งสองชนิด นอกจากนี้ศึกษาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาวกับผลตอบสนองทางคุณภาพในแง่อื่นเพื่อ

กำหนดช่วงที่มากที่สุดที่ยอมรับได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของกาบที่ไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

5.2.2 ศึกษาผลกระทบของการเคียวริงที่อุณหภูมิ  $180^{\circ}\text{C}$  ที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ในแง่ต่างๆ เนื่องจากระดับของอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองนั้นเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าสภาวะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาก ดังนั้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อปัญหาด้านคุณภาพในแง่อื่น เช่น การเปลี่ยนสีบริเวณพื้นที่ทองแดง (Discoloration) เนื่องจากการเคียวริงที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ใ้ระวังปัญหาที่เกี่ยวกับการทำงานอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีความร้อนสูงอยู่ ทำให้ยากต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

5.2.3 ควรทำการวิเคราะห์ ช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียง กล่าวคือ ที่  $175^{\circ}\text{C}$  และ  $165^{\circ}\text{C}$  เพื่อปรับระดับที่เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง