

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องมือวัดคุณสมบัติเจลาตินในเซชันที่สร้างขึ้นจากหลักการวัด %ความเข้มแสงที่ลดลงเมื่อสตาร์ชเกิดการเจลาตินในเซชันและสูญเสียลักษณะ birefringence สามารถวัดคุณสมบัติเจลาตินในเซชันของสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันสำปะหลังธรรมชาติได้โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจากการวัด 10 ซ้ำ ค่าอนข้างต่ำคืออยู่ในช่วง 0.4-1.1 °C และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน 0.64-1.88 % แสดงว่ามีความสามารถในการทำซ้ำ (reproducibility) ค่อนข้างดี อย่างไรก็ตาม เครื่องนี้ยังมีข้อเสียจากการที่สตาร์ชตัวอย่างที่จะนำมาวัดต้องแสดงลักษณะ birefringence ให้วัดความเข้มแสงเริ่มต้นได้ความต่างศักย์เท่ากับ 6 volts จึงจะเหมาะกับวงจรวัดความเข้มแสงของเครื่องในการปรับความเข้มแสงให้อยู่ในช่วง 0-100% แต่สตาร์ชแต่ละชนิดแสดงลักษณะ birefringence ที่มีความเข้มต่างกัน เช่นสตาร์ชมันฝรั่งที่ใช้ในการทดลองนี้วัดความเข้มแสง 100% เริ่มต้นของสตาร์ชดิบได้ค่าความต่างศักย์เท่ากับ 6 volts แต่สตาร์ชมันสำปะหลังวัดความเข้มแสง 100% เริ่มต้นของสตาร์ชดิบได้ค่าความต่างศักย์เท่ากับ 2 volts ซึ่งไม่เหมาะกับเครื่องจึงต้องขยายสัญญาณขึ้น 3 เท่าเพื่อให้วัดได้ 6 volts ทำให้วงจรวัดความเข้มแสงมีความไวเพิ่มขึ้น ดังนั้นจุดที่วัดคุณสมบัติเจลาตินในเซชัน เช่นที่ %ความเข้มแสง 98% ของสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันสำปะหลังจึงไม่ใช่จุดเดียวกัน จึงต้องมีการปรับปรุงวงจรถอนอินส์ในการวัด %ความเข้มแสงให้เข้ากับสตาร์ชได้ทุกชนิดโดยไม่ต้องมีการขยายสัญญาณเพื่อให้จุดที่วัด เช่นที่ %ความเข้มแสง 98% ของสตาร์ชทุกชนิดเป็นจุดเดียวกันจึงจะเปรียบเทียบกันได้ นอกจากนี้ในการวัดคุณสมบัติเจลาตินในเซชัน ผู้ทดลองต้องอ่านค่าคุณสมบัติในทันทีที่ %ความเข้มแสงลดลงเป็น 98%, 95%, 80%, 70%... ไปจนคงที่ โดยไม่สามารถปล่อยให้เครื่องวัดไปจนเสร็จแล้วอ่านค่าทีหลังได้ ดังนั้นจึงอาจปรับปรุงวงจรโดยมีหน่วยความจำในการบันทึกคุณสมบัติ %ความเข้มแสงลดลงไว้โดยเรียกดูข้อมูลเมื่อทำการวัดเสร็จสิ้นไปแล้วได้ แต่ต้องใช้วงจรถอนอินส์ที่ซับซ้อนซึ่งใช้อุปกรณ์จำนวนมากและใช้เวลาในการทำที่ยาวนานกว่านี้

สำหรับผลของเวลาในการโม่ด้วย ball mill ที่นานขึ้น (0-12ชม.) ต่อสมบัติด้านต่าง ๆ ของสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันสำปะหลังพบว่า

- (1) ลักษณะเม็ดสตาร์ชเมื่อส่องด้วย SEM เปลี่ยนแปลงไปคือมีผิวขรุขระมากขึ้น
- (2) เม็ดสตาร์ชเกิดลักษณะ Ghost มากขึ้นเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา และลักษณะ birefringence เลือนหายไปเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงโพลาไรซ์

- (3) ระดับความเป็นผลึกที่วัดจากเครื่อง X-ray diffractometer ต่ำลง
- (4) ร้อยละของเม็ดสตาร์ชที่เสียหายมากขึ้น
- (5) ค่าการดูดซับน้ำของสตาร์ชที่อุณหภูมิห้องสูงขึ้น
- (6) ค่ากำลังการพองตัวและร้อยละการละลายที่อุณหภูมิ 55 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนเซชันของสตาร์ชทั้งสองชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่อุณหภูมิ 65, 75 และ 85 °C ไม่แตกต่างกันมาก
- (7) สมบัติทางด้านความหนืดที่วัดจากเครื่อง Brabender viscograph และเครื่อง RVA เปลี่ยนแปลงไป สตาร์ชเจลาติไนเซชันได้ที่อุณหภูมิต่ำลง มีค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดที่อุณหภูมิต่าง ๆ ต่ำลง
- (8) สมบัติทางความร้อนที่วัดจากเครื่อง DSC เปลี่ยนแปลงไปคือเกิดเจลาติไนเซชันได้ที่อุณหภูมิต่ำลงและพลังงานที่ใช้สำหรับเจลาติไนเซชันมีค่าต่ำลง
- (9) อุณหภูมิเจลาติไนเซชันที่วัดได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการวัด % ความเข้มแสงที่ลดลงจาก 100% เป็น 98% เมื่อสตาร์ชเกิดการเจลาติไนเซชันและเสียลักษณะ birefringence มีค่าต่ำลง

โดยพบว่าสตาร์ชมันฝรั่งที่มีขนาดเม็ดสตาร์ชใหญ่และเล็กปนกัน (5-100  $\mu\text{m}$ ) ได้รับผลจากการโม่ด้วย ball mill มากที่สุดในช่วง 3 ชม.แรกของการโม่ หลังจากนั้นที่ระยะเวลาในการโม่ 3-12 ชม. ผลจะน้อยลง ในขณะที่สตาร์ชมันสำปะหลังซึ่งมีขนาดเม็ดสตาร์ชเล็กและสม่ำเสมอมากกว่า (4-35  $\mu\text{m}$ ) ได้รับผลจากการโม่ด้วย ball mill ค่อนข้างสม่ำเสมอในช่วง 0-12 ชม.ของการโม่

สำหรับการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเจลาติไนเซชันที่วัดได้จากเครื่อง Brabender viscograph, RVA, DSC และเครื่องมือที่สร้างขึ้น พบว่าอุณหภูมิเจลาติไนเซชันที่วัดได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับที่วัดได้จากอุณหภูมิ  $T_0$  ของเครื่อง DSC แต่น้อยกว่าอุณหภูมิเจลาติไนเซชันที่วัดได้จากเครื่อง Brabender viscograph และ RVA ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ( $r$ ) ระหว่างอุณหภูมิเจลาติไนเซชันที่วัดได้จากทั้งสองเครื่องส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างสูงคือมากกว่า 0.8 ขึ้นไป