

ภาคผนวก

1. วิธีวิเคราะห์ความชื้น

1.1 เครื่องมือ

- 1.1.1 ครอบอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความชื้น
- 1.1.2 ตู้อบไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
- 1.1.3 เกล็ดเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น

1.2 วิธีวิเคราะห์

ตามวิธีของ AOAC (1990) ครอบอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ถึง 107 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15 นาที นำออกมาใส่ในเกล็ดเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ซึ่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นลงในครอบอะลูมิเนียมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม อบในตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ถึง 107 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในเกล็ดเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่ง อบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม จดน้ำหนักที่น้อยที่สุดถือเป็นน้ำหนักของครอบอะลูมิเนียมและตัวอย่างหลังจากอบแห้งแล้ว

1.3 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{(W_1 - W)}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของครอบอะลูมิเนียม เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของครอบอะลูมิเนียมและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของครอบอะลูมิเนียมและตัวอย่างหลังอบแห้ง เป็นกรัม

2. วิธีวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 Rotational Rheometer (Brookfield Engineering Laboratories, MA, USA; model DV-III+)

2.1.2 Autoclave

2.2 วิธีวิเคราะห์

เตรียมน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก ด้วยน้ำกลั่นที่ไม่ปรับสภาพ (ตัวอย่างที่ไม่มีการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง – as is) และด้วยน้ำกลั่นที่ปรับสภาพ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.5 ถึง 4.0 สำหรับตัวอย่างที่เป็นกรด และค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.5 ถึง 11.0 สำหรับตัวอย่างที่เป็นด่าง – alkali และ/หรือ ปริมาณเกลือในน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 5 และ/หรือปริมาณน้ำตาลในน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 20) วางไว้ที่อุณหภูมิห้องที่ 75 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และใน Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที) โดยเขย่า Flask อย่างสม่ำเสมอในช่วง 5 นาทีแรกเพื่อให้ตัวอย่างเกิดการเจลาติไนเซชันอย่างสม่ำเสมอ ปรับน้ำหนักของน้ำแป้งด้วยน้ำกลั่นเพื่อชดเชยน้ำที่ระเหยในระหว่างให้ความร้อน หลังจากนั้นทำการวัดความหนืดของสารละลายตัวอย่างที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยเครื่อง Rotational Rheometer (Brookfield Engineering Laboratories, MA, USA; model DV-III+) โดยใช้ถ้วยบรรจุตัวอย่าง (Small sample adapter) ที่มีชุดควบคุมอุณหภูมิ ใช้ spindle no. SC4-27 (สำหรับตัวอย่างที่มีความหนืดสูง) และใช้ spindle no. SC4-31 (สำหรับตัวอย่างที่มีความหนืดต่ำ) ทำการวัดค่าความหนืดปรากฏ (apparent viscosity) ที่อัตราแรงเฉือน (shear rate) ต่างๆ โดยแปรค่าแรงเฉือนระหว่าง $1.7\text{--}85\text{ s}^{-1}$ บันทึกค่าความหนืดของตัวอย่างหลังจาก spindle หมุนเป็นเวลา 30 วินาทีที่แต่ละอัตราแรงเฉือน

3. วิธีวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyser

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 Rapid Visco Analyser (RVA)

3.2 สารเคมี

3.2.1 น้ำตาลทราย

3.2.2 โซเดียมคลอไรด์

3.2.3 กรดไฮโดรคลอริก

3.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.3 วิธีวิเคราะห์

3.3.1 การศึกษาผลของน้ำตาลหรือเกลือในระบบที่มีการเติมน้ำตาลหรือเกลือแทนที่น้ำ

3.3.1.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 3.00 กรัม (ที่ความชื้นร้อยละ 14) หรือคำนวณจากความชื้นที่หาได้จริงให้ได้น้ำหนักแห้ง 2.58 กรัม น้ำตาลหรือเกลือตามความเข้มข้นที่ต้องการศึกษา และน้ำกลั่นลงในกระบอกอวลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง RVA ตามสูตร

$$S = \frac{(100 - 14) \times A}{100 - M}$$

$$B = \frac{(25 + A) \times C}{100}$$

$$W = 25 + A - B - S$$

โดยที่ S = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

A = น้ำหนักของตัวอย่างเมื่อตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 14 (กรัม)

B = น้ำหนักของน้ำตาลหรือเกลือ (กรัม)

C = ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือเกลือต่อน้ำหนักรวมทั้งหมด (%)

M = ความชื้นจริงของตัวอย่าง (%)

W = น้ำหนักของน้ำกลั่น (กรัม)

3.3.1.2 ใส่ใบกวนลงในกระบอกอวลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด หมุนขึ้นลงจนไม่เห็นตัวอย่างจับเป็นก้อนบนผิวน้ำ หรือติดใบกวน

3.3.1.3 นำกระบอกอวลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืดพร้อมใบกวนวางไว้ในตำแหน่งที่ใช้ทดสอบของเครื่อง RVA และยึดใบกวนไว้กับที่ยึดได้มอเตอร์โดยให้ใบกวนสามารถหมุนได้อย่างอิสระไม่ติดขอบของกระบอกอวลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด

3.3.1.4 เริ่มทำการวิเคราะห์โดยเลือกรูปแบบ std1 (ตารางผนวกที่ 1) และกดมอเตอร์ลงเมื่ออุณหภูมิของตัวอย่างเท่ากับ 50 ± 1 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 1 แสดงรายละเอียดของรูปแบบ std1 สำหรับวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง RVA

Time	Type	Value
00:00:00	Temp	50
00:00:00	Speed	960
00:00:10	Speed	160
00:01:00	Temp	50
00:04:45	Temp	95
00:01:00	Temp	95
00:01:00	Temp	50

โดยที่ อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 50 ± 1 องศาเซลเซียส และสิ้นสุดการวิเคราะห์ที่เวลา 13 นาที

3.3.1.5 วิเคราะห์ผลโดยเลือกการแสดงผลการวิเคราะห์แบบ std1 ซึ่งแสดงค่า ต่าง ๆ ดังนี้

ก. ความหนืดสูงสุด ได้แก่ ความหนืดสูงสุดขณะที่ หรือภายหลังจากการได้รับความร้อนระหว่างทดสอบ มีหน่วยเป็น RVU

ข. เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุด ได้แก่ เวลาที่ความหนืดสูงสุดปรากฏขึ้น มีหน่วยเป็น นาที

ค. อุณหภูมิที่เริ่มมีความหนืด ได้แก่ อุณหภูมิแรกที่ซึ่งความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 RVU ภายในเวลา 20 วินาที มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

ง. ความหนืดต่ำสุดขณะร้อน ได้แก่ ความหนืดที่น้อยที่สุดหลังจากที่เกิดความหนืดสูงสุด ซึ่งมักจะเป็นบริเวณที่เริ่มลดอุณหภูมิลง มีหน่วยเป็น RVU

จ. Breakdown ได้แก่ ผลต่างระหว่างความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุดขณะร้อน มีหน่วยเป็น RVU

ฉ. ความหนืดสุดท้าย ได้แก่ ความหนืดสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ มีหน่วยเป็น RVU

ช. ค่าการคืนตัว ได้แก่ ผลต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุดขณะร้อน มีหน่วยเป็น RVU

3.3.2 การศึกษาผลของน้ำตาลหรือเกลือในระบบที่มีสัดส่วนของแป้งค่อนข้างที่

3.3.2.1 ชั่งตัวอย่างแบ่ง 3.00 กรัม (ที่ความชื้นร้อยละ 14) หรือคำนวณจากความชื้นที่หาได้จริงให้ได้น้ำหนักแห้ง 2.58 กรัม น้ำตาลหรือเกลือตามความเข้มข้นที่ต้องการศึกษา และน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ ตามสูตร

$$S = \frac{(100 - 14) \times A}{100 - M}$$

$$B = \frac{(25 + A) \times C}{(100 - C)}$$

$$W = 25 + A - S$$

โดยที่ S = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
 A = น้ำหนักของตัวอย่างเมื่อตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 14 (กรัม)
 B = น้ำหนักของน้ำตาลหรือเกลือ (กรัม)
 C = ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือเกลือต่อน้ำหนักรวมทั้งหมด (%)
 M = ความชื้นจริงของตัวอย่าง (%)
 W = น้ำหนักของน้ำกลั่น (กรัม)

3.3.2.2 หากสารละลายที่ได้มีปริมาตรไม่ถึง 25 มิลลิลิตรให้เตรียมเพิ่มในสัดส่วนเดียวกัน แล้วแบ่งสารละลายที่ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตรโดยใช้กระบอกตวง แล้วเทลงในกระบอกอูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด

3.3.2.3 ใส่ใบกวนลงในกระบอกอูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด หมุนขึ้นลงจนไม่เห็นตัวอย่างจับเป็นก้อนบนผิวน้ำ หรือติดใบกวน

3.3.2.4 นำกระบอกอูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืดพร้อมใบกวนวางไว้ในตำแหน่งที่ใช้ทดสอบของเครื่อง RVA และยึดใบกวนไว้กับที่ยึดไดม์เตอร์โดยให้ใบกวนสามารถหมุนได้อย่างอิสระไม่ติดขอบของกระบอกอูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด

3.3.2.5 เลือกรูปแบบการวิเคราะห์และแสดงผลแบบ std1 เช่นเดียวกันกับในระบบที่มีการเติมน้ำตาลหรือเกลือลงไปแทนที่น้ำ

3.3.3 การศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่าง

3.3.3.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 3.00 กรัม (ที่ความชื้นร้อยละ 14) หรือคำนวณจากความชื้นที่หาได้จริงให้ได้น้ำหนักแห้ง 2.58 กรัมลงในกระบอกอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด

$$S = \frac{(100 - 14) \times A}{100 - M}$$

โดยที่ S = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

A = น้ำหนักของตัวอย่างเมื่อตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 14 (กรัม)

M = ความชื้นจริงของตัวอย่าง (%)

3.3.3.2 เติมน้ำกลั่นลงในกระบอกอะลูมิเนียมที่มีตัวอย่างจนได้น้ำหนักรวมของตัวอย่างและน้ำกลั่นประมาณ 20 กรัม ปรับความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดไฮโดรคลอริก และ/หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์จนได้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต้องการ แล้วเติมน้ำกลั่นที่มีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเท่าที่ต้องการไว้ก่อนแล้วลงไปจนได้น้ำหนักรวมเท่ากับ 28 กรัม

3.3.3.3 ใส่ใบกวนลงในกระบอกอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด หมุนขึ้นลงจนไม่เห็นตัวอย่างจับเป็นก้อนบนผิวหน้า หรือติดใบกวน

3.3.3.4 นำกระบอกอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืดพร้อมใบกวนวางไว้ในตำแหน่งที่ใช้ทดสอบของเครื่อง RVA และยึดใบกวนไว้กับที่ยึดได้มอเตอร์โดยให้ใบกวนสามารถหมุนได้อย่างอิสระไม่ติดขอบของกระบอกอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ความหนืด

3.3.3.5 เลือกรูปแบบการวิเคราะห์และแสดงผลแบบ std1 เช่นเดียวกันกับการศึกษาผลของน้ำตาลและเกลือ