



วิธีการทดลอง

4.1 การหาคุณสมบัติทางกายภาพของเบด

คุณสมบัติทางกายภาพของเบดที่สำคัญสำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับฟลูอิดไอเซชัน ได้แก่ สัดส่วนของช่องว่าง (void fraction), ความเป็นทรงกลม (sphericity), เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลมที่มีปริมาตรเทียบเท่าเมล็ดกาแฟ (volume equivalent diameter), ความชื้น (moisture), ความหนาแน่น (density) และความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไอซ์ (minimum fluidizing velocity)

4.1.1 การหาสัดส่วนของช่องว่าง และความเป็นทรงกลมเทียบเท่าของเมล็ดกาแฟ⁽²⁾

บรรจุเมล็ดกาแฟลงในกระบอกตรงแบบไม่เป็นระเบียบ เขย่า 4-5 ครั้ง บันทึกค่าปริมาตรของขึ้นกาแฟ (รวมช่องว่าง) ที่บรรจุไว้ เติมเฮกเซน (hexane) ที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงไปผสมกับกาแฟในกระบอกตรง บันทึกปริมาตรหลังการผสมไว้ นำไปคำนวณหาค่าสัดส่วนของช่องว่าง ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1 ซึ่งจะหาค่าความเป็นทรงกลมเทียบเท่าของเมล็ดกาแฟ⁽²⁰⁾

4.1.2 การหาเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลมที่มีปริมาตรเทียบเท่ากับของเมล็ดกาแฟ

นำกาแฟจำนวนหนึ่งมาชั่ง และนับจำนวนอนุภาคไว้ จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลมที่มีปริมาตรเทียบเท่ากับกาแฟได้ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1

4.1.3 การหาความหนาแน่นของกาแฟ

นำกาแฟจำนวนหนึ่งมาชั่งน้ำหนัก และวัดปริมาตรไว้ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความหนาแน่นของกาแฟ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1

4.1.4 การหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไอซ์ (minimum fluidizing velocity)

การหาความเร็วต่ำสุดของฟลูอิดไอเซชัน เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านกาแฟที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์กับความแตกต่างของความดัน (ΔP) ที่เกิดขึ้น

เนื่องจากอากาศไหลผ่านระหว่างเบด

ในการทดลองใช้คอสม์ซึ่งออกแบบสำหรับหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไฮด์ โดยเฉพาะ คอสม์นี้สูง 67 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร และมีโรตา-มิเตอร์ (rotameter) สำหรับอ่านค่าอัตราการไหลของอากาศ

วิธีการหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไฮด์ คือ บรรจุกาแฟพันธุ์อาราบิก้า (Arabica) ทหนัก 300 กรัม ลงในคอสม์ ปลอ่ยให้อากาศไหลผ่านคอสม์ด้วยอัตราการไหลค่าหนึ่ง วัดผลต่างของความดันจากมาโนมิเตอร์ ค่อย ๆ เพิ่มค่าอัตราการไหล และบันทึกผลต่างของความดันในแต่ละอัตราการไหล จนกระทั่งค่าผลต่างของความดันมีค่าคงที่ ต่อจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยบรรจุกาแฟลงในคอสม์อีก ให้มีน้ำหนักเป็น 400 และ 500 กรัม ตามลำดับ (สำหรับกาแฟพันธุ์โรปัสตา ใช้เบตหนัก 500 และ 700 กรัม) ข้อมูลที่ได้แสดงในภาคผนวกที่ 3 และกราฟผลการทดลองแสดงในบทที่ 4

4.2 การคว่ำกาแฟในฟลูอิดไฮด์เบต

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

4.2.1 การเตรียมการก่อนการคว่ำ

ขั้นตอนเตรียมการก่อนการคว่ำกาแฟ คือการอุ่นอากาศในเครื่องคว่ำกาแฟให้มีอุณหภูมิของอากาศออกจากเตาให้ความร้อน หรืออุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเบตตามที่ต้องการ ในการปรับให้อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งนี้มีค่าคงที่ ทำได้โดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ อากาศจะไหลเวียนอยู่ภายในเครื่องคว่ำกาแฟ โดยใช้เครื่องเป่าลมความดันสูง และอาศัยวาล์วในการปรับอัตราการไหลของอากาศ เนื่องจากระบบคว่ำกาแฟนี้เป็นระบบปิด ดังนั้นอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องคว่ำกาแฟที่หมุนเวียนอยู่จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเบตมีค่าตามต้องการ และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งอื่นค่อนข้างคงที่ จึงเริ่มทำการทดลองขั้นต่อไป

4.2.2 การคว่ำกาแฟในฟลูอิดไฮด์เบต

เมื่อทำการอุ่นอากาศในเครื่องคว่ำกาแฟจนมีอุณหภูมิก่อนเข้าเบตตามที่ต้องการแล้ว บันทึกค่าอุณหภูมิทุกตำแหน่งไว้ เริ่มป้อนกาแฟที่ทราบน้ำหนักแน่นอน และวัดปริมาตรแล้ว เข้าไปในช่องป้อนกาแฟที่ติดอยู่ตรงฝาบนของคอสม์ ปิดวาล์วเมื่อป้อนกาแฟหมดแล้ว ในการสับเวลา จะเริ่มสับเวลาเมื่อป้อนกาแฟไปได้ครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ใช้ในแต่ละครั้ง บันทึกอุณหภูมิของอากาศในช่องว่างเหนือเบตทุก ๆ 20 วินาที โดยในช่วง 1 นาทีแรกของการทดลอง จะบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 10 วินาที ทั้งนี้เพราะค่าของอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเร็วมาก แต่อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งก่อนเข้าเบต และอุณหภูมิของเบต ทำการบันทึกค่าทุกช่วง 1 นาที

ในการหยุดตัวกาแฟ ตัดสินโดยสังเกตสีของเมล็ดกาแฟที่เปลี่ยนไปทางช่องกระจก
ที่อยู่ด้านบนของฟลูอิดซ์ คอสซัมน์ เมื่อสีของเมล็ดกาแฟเปลี่ยนเป็นสีดำตาล เข้มก็หยุดตัวกาแฟ
โดยปิดสวิตช์ขดลวดให้ความร้อน ปิดเครื่องเป่าลมความดันสูง เปิดวาล์วตรงเครื่องเป่าลมความดันสูง
พร้อมทั้งเปิดเครื่องเป่าลมเย็นทันที เมื่อทำให้กาแฟในคอสซัมน์เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยหยุด
สับเวลาเมื่อเริ่มเปิดเครื่องเป่าลมเย็น ในการทำให้กาแฟเย็นใช้เวลา 5 นาที จึงนำกาแฟ
ที่คั่วแล้วออกจากคอสซัมน์ นำไปชั่งน้ำหนัก และหาปริมาณหลังการคั่ว บันทึกข้อมูลเพื่อนำไป
วิเคราะห์ต่อไป

4.2.3 สภาวะในการคั่วกาแฟ

ในงานวิจัยนี้มีตัวแปรที่พิจารณาคือ

- ก. น้ำหนักของกาแฟในเบต ที่ใช้คือ 200, 300, 400 และ 500 กรัม
- ข. อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเบต ที่ใช้คือ 230, 240, 250 และ 260 องศาเซลเซียส
- ค. ความเร็วของอากาศ ที่ใช้คือ 2.74, 3.03, 3.21 และ 3.31 เมตร/วินาที หรือประมาณ 1.75, 1.93, 2.04 และ 2.11 เท่า ของความเร็วต่ำสุดของฟลูอิดเซชันสำหรับกาแฟพันธุ์ราอิกา หรือประมาณ 1.39, 1.54, 1.63 และ 1.68 เท่า ของความเร็วต่ำสุดของฟลูอิดเซชัน สำหรับกาแฟพันธุ์โรปลีตา

4.3 การวิเคราะห์หาร้อยละของปริมาณสารที่ละลายน้ำของกาแฟ⁽¹⁷⁾

ชั่งกาแฟ (บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30) หนัก 10 กรัม ใส่น้ำในขวดรูป
ชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ใส่น้ำแกว้คนยาว 20 เซนติเมตร ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น
200 มิลลิลิตร ลงในขวด แล้วนำไปชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นนำไปต้มให้เดือดนาน 5 นาที
(คนด้วยแท่งแก้วเป็นระยะขณะต้ม) ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้น้ำหนักเท่ากับที่บันทึกไว้
ครั้งแรก แล้วนำมากรอง นำสารละลายที่กรองได้ 25 มิลลิลิตร ไปทำการระเหยน้ำ และนำไป
อบในเตาอบที่อุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส นำมาชั่ง แล้วนำไปอบต่อจนได้น้ำหนักที่คงที่ จากนั้น
จึงนำผลไปคำนวณหาร้อยละของปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 4