หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

เครื่องสำเร็จ เมล็ดพืชและคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืช

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงรายละเอียดของเครื่องสำเร็จ คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืช และเครื่องสำเร็จสำหรับวัดคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืช

3.1 การออกแบบเครื่องสำเร็จ

3.1.1 ท่อพลาสติกกลวงรูปทรงกระบอก (รูป 3.1.1)

เครื่องสำเร็จประกอบด้วยท่อพลาสติกกลวงจำนวน 6 ท่อ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในมีขนาด 4.0, 5.3, 8.1, 10.2, 13.1 และ 15.4 ซ.ม. แต่ละท่อสูงประมาณ 100 ซ.ม. ตรึงท่อพลาสติกเหล่านี้ที่ฐานด้วยแผ่นไม้เพื่อให้ท่อสามารถตั้งตรงในแนวดิ่งได้ นอกจากจะใช้แผ่นไม้เพื่อทำเป็นฐานสำหรับยึดท่อแล้วยังทำเป็นที่สำหรับสอดแผ่นรู แผ่นรูทำมาจากแผ่นเหล็กซึ่งมีรู อยู่ตรงกลาง (circular orifice) รูกลมมีขนาด 1.5, 1.7, 2.0, 2.3, 2.6, 2.9, 3.1, 3.6, 3.8, 4.5, และ 5.1 ซ.ม. เมื่อนำแผ่นรูมาสอดในแผ่นไม้ รูบนแผ่นรูจะอยู่ตรงกลางของท่อพลาสติก

3.1.2 กรวย (รูป 3.1.2)

เครื่องสำเร็จประกอบด้วยกรวยสังกะสีจำนวน 30 กรวย แต่ละกรวยมีมุมและเส้นผ่าศูนย์กลางของรูแตกต่างกันไป ตารางที่ 3.1.2 แสดงขนาดของมุมกรวย และขนาดของรู (α คือมุมจากแนวดิ่งถึงผนังของกรวย)

ยึดกรวย ให้ตั้งตรงในแนวดิ่งด้วยที่ยึดซึ่งสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ที่ยึดนี้วางอยู่บนฐานไม้ซึ่งมีรูอยู่ตรงกลาง เราสามารถเปิดรูหรือปิดรูอันนี้ด้วยแผ่นไม้เล็ก ๆ ที่อยู่ข้างใต้ของฐานไม้ เส้นผ่าศูนย์กลางของรูของฐานไม้มีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของรูของกรวย

ในการทดลอง เรายึดกรวยซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันด้วยที่ยึด ทำการปรับระดับของที่ยึดจนกระทั่งรูของกรวย อยู่ในรูของฐานไม้พอดี การจะเปิดหรือปิดรูของกรวยกระทำได้โดยการเปิดหรือปิดรูของฐานไม้.

3.2 <u>เมล็ดพืชและคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืช</u>

เมล็ดพืชที่ นำมาใช้ในการทดลองคือข้าวสารและถั่วเขียว รูป 3.2.1 คือภาพถ่ายของข้าวสารและถั่วเขียว ตารางที่ 3.2.1-2 แสดงจำนวนของการกระจายขนาด (size distribution) ของข้าวสารและถั่วเขียว.

เนื่องจากเมล็ดพืชที่ใช้มีลักษณะเป็นท่อนยาวคล้ายกับทรงกระบอก เราจึงพิจารณาแต่ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดพืช เครื่องมือที่ใช้วัดขนาดของเมล็ดพืชคือ เวอร์เนียร์ (vernia) จากผลของการวัดเราจะได้ค่าเฉลี่ย (arithmetic average) ของเส้นผ่าศูนย์กลางของข้าวสารและถั่วเขียวเป็น 2.0 ± 0.1 และ 4.1 ± 0.3 ม.ม. ตามลำดับ ค่าของอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของข้าวสารและถั่วเขียวคือ 3.73 และ 1.40 ตามลำดับ จากอัตราส่วนนี้เราพบว่าถั่วเขียวมีลักษณะค่อนข้างกลม เมล็ดข้าวสารมีลักษณะค่อนข้างยาว.

ในการศึกษาสภาวะขณะที่เมล็ดพืชกำลังไหล เราสามารถคำนวณหาความหนาแน่นขณะไหล (flowing density) ของเมล็ดพืชได้จากการทดลองดังต่อไปนี้คือ

1. ทำเครื่องหมายบ่งระดับไว้บนท่อ 2 ระดับ โดยให้ระดับที่สองที่อยู่ต่ำลงมานั้นอยู่สูงจากระดับของรูมากพอ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าอัตรามวลการไหลที่วัดได้เป็นอัตรามวลการไหลที่คงที่
2. วัดระยะทางระหว่าง 2 ระดับ
3. จดเวลาขณะที่ระดับบนสุดของเมล็ดพืชที่อยู่ภายในท่อ ไหลผ่านระหว่างสองระดับนั้น
4. ชั่งน้ำหนักของเมล็ดพืชที่ไหลออกมาขณะที่ทำการจับเวลา

จากผลของการทดลอง เราสามารถคำนวณหาค่าของความหนาแน่นขณะไหล ρ_f ด้วยสูตรดังนี้คือ

$$\rho_f = 4 \Delta Q / (\pi T^2 H_{1-2}) \qquad (3.2.1)$$

โดย ΔQ = น้ำหนักของเมล็ดพืชที่ชั่งได้ขณะที่ระดับบนสุดของเมล็ดพืช เคลื่อนที่ผ่านระดับที่

อยู่บนท่อ 2 ระดับ

T = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ

H_{1-2} = ระยะทางระหว่าง 2 ระดับที่อยู่บนท่อ

สูตรนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีข้อสมมุติ 2 ข้อคือ

1. ความสูงของเมล็ดพืชทั้งหมดที่อยู่ภายในท่อไม่มีอิทธิพลต่ออัตราเวลการไหล
2. ขณะที่เมล็ดพืชไหล ระดับบนสุดของเมล็ดพืชต้องอยู่ในแนวราบตลอดเวลา

จากการทดลองในบทที่ห้า เราพบว่าข้อสมมุติ 2 ข้อนี้เป็นความจริง

จากค่าความหนาแน่นขณะไหลของเมล็ดพืช เราสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยของช่องว่างขณะไหล (flowing voidage) ของเมล็ดพืชได้จากสูตรดังนี้คือ

$$E_f = 1 - \rho_f / \rho_p \qquad (3.2.2)$$

โดย E_f = ช่องว่างขณะที่เมล็ดพืชกำลังไหล

ρ_p = ความหนาแน่นของเมล็ดพืช (particle density)

จากผลของการทดลองแสดงว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อและรูไม่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นเฉลี่ยขณะไหลของเมล็ดพืช (ตารางที่ 3.2.3-4) ความหนาแน่นเฉลี่ยขณะไหลของข้าวสารและถั่วเขียวมีค่าเป็น 0.83 และ 0.87 กรัม/ซ.ม^3 ตามลำดับ ช่องว่างเฉลี่ยขณะไหลของข้าวสารและถั่วเขียวมีค่าเป็น 0.42 และ 0.36 ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (coefficient of friction) ระหว่างผนังกับเมล็ดพืช และเมล็ดพืชกับเมล็ดพืช ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.2.5 วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผนังกับเมล็ดพืชกระทำได้โดยการนำแผ่นยางที่มีเมล็ดพืชติดอยู่มาวางไว้บนแผ่นผนัง (plate) จากนั้นเราก็ทำการเอียงแผ่นผนังเพื่อเพิ่มมุม จนกระทั่งแผ่นยางที่มีเมล็ดพืชติดอยู่นั้นเริ่มเคลื่อนที่ลงมา วัดค่ามุมนั้น ๆ

วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของเมล็ดพืชกับเมล็ดพืชกระทำได้โดยการนำแผ่นยางที่มีเมล็ดพืชติดอยู่มาวางไว้บนแผ่นผนังที่มีเมล็ดพืชติดอยู่เช่นกัน จากนั้นเราก็ทำการเอียงแผ่นผนังเพื่อเพิ่มมุม จนกระทั่งแผ่นยางที่มีเมล็ดพืชติดอยู่นี้เริ่มเคลื่อนที่ลงมา วัดค่ามุมนั้น ๆ

จากคำจำกัดความของสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน U

$$U = F / N$$
$$= mg\sin\theta_s / (mg\cos\theta_s)$$
$$= \tan\theta_s \qquad (3.2.3)$$

โดย

F = แรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อแผ่นผนังเอียงทำมุม θ_s กับระนาบในแนวราบ

N = แรงที่กระทำตั้งฉากกับแผ่นผนัง

θ_s = มุมระหว่างแผ่นผนังกับระนาบในแนวราบ มุมนี้เป็นมุมที่ทำให้แผ่นยางที่มีเมล็ดพืชติดอยู่เริ่มเคลื่อนที่ลงมาจากแผ่นผนัง

โดยปกติเราใช้เชียร์เซล (shear cell) สำหรับวัดค่า ϕ ซึ่งเป็นมุมแห่งความเสียดทานภายใน แต่เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้มีราคาแพง และวิธีการวัดก็ยุ่งยากมาก วิธีการง่าย ๆ สำหรับวัดค่า ϕ ของเมล็ดพืชซึ่งเป็นเม็ดของแข็งที่ไม่มีแรงเกาะระหว่างกัน คือวิธีการเอียงแผ่นผนังดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องการหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของเมล็ดพืชกับเมล็ดพืช (21)

โดย

$$\theta_s = \phi$$