

บทที่ 6

การทดลอง

6.1 ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลอง

6.1.1 พันธุ์และขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก

เมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลอง เป็นข้าวเปลือกพันธุ์พานทอง ซึ่งได้จาก
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก:

จากการนำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก มาทำการวัดหาขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก
โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ได้ขนาดเฉลี่ยของตัวอย่างดังนี้

ความกว้าง	=	2.1	มม.
ความหนา	=	1.8	มม.
ความยาว	=	7.5	มม.

เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์พานทองจัดเป็นข้าวเปลือกชนิดเมล็ดยาว (long grain)

6.1.2 ปริมาณความชื้นเบื้องต้น

ค่าปริมาณความชื้นเบื้องต้นได้ทำการวัดค่าโดยใช้เครื่องมือตรวจสอบความชื้น
(moisture meter) ปรากฏว่ามีค่าปริมาณความชื้นเบื้องต้น ดังนี้

$$\text{ค่าปริมาณความชื้นเบื้องต้นเฉลี่ย (Mo)} = 20.57 \% \text{ w.b.}$$

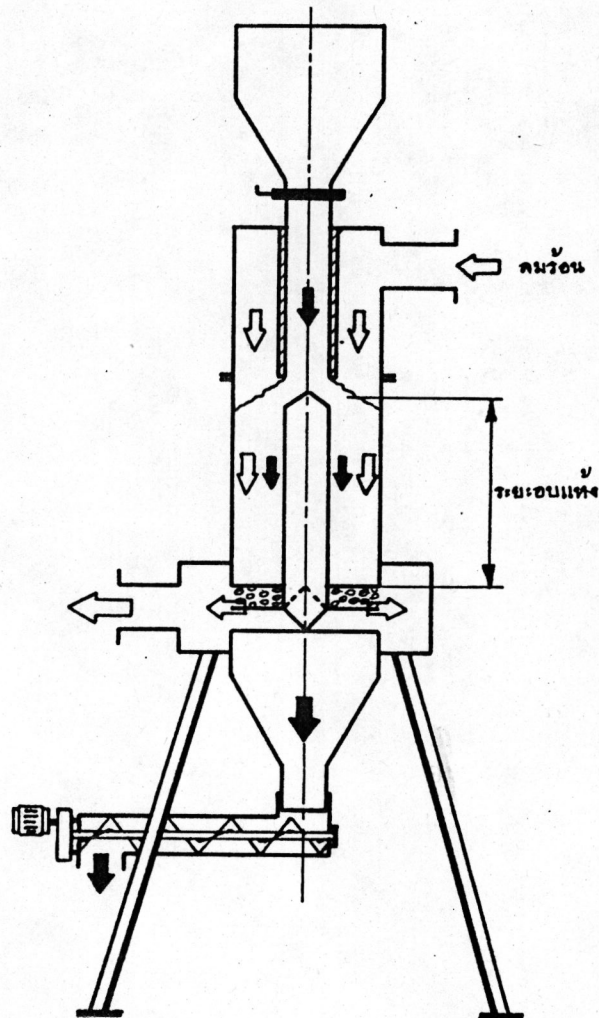
6.1.3 อุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือก

$$\text{อุณหภูมิของกองเมล็ดข้าวเปลือกวัดก่อนทำการอบแห้ง} = 30.0^{\circ} \text{C}$$

6.2 ลักษณะของ เครื่องทดลองอบแห้ง

6.2.1 สภาพโดยทั่วไปของ เครื่องทดลอง

ลักษณะของ เครื่องทดลองที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องขนาดเล็ก ที่จำลองสภาพการทำงาน ของเครื่องอบแห้งจริงที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเครื่องทดลองนี้สามารถทำการอบแห้งเมล็ดพืชได้จริง เป็นการศึกษახบวนการอบแห้งแบบลมร้อนและเมล็ดพืชไหลขนานในทิศทางเดียวกัน (concurrent flow dryer) ในห้องทดลอง เครื่องทดลองมีความสูงทั้งหมด 3.5 เมตร มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.1 ตารางเมตร ระยะความยาวของช่วงอบแห้งเท่ากับ 0.75 เมตร ดังรูป 6.2.1

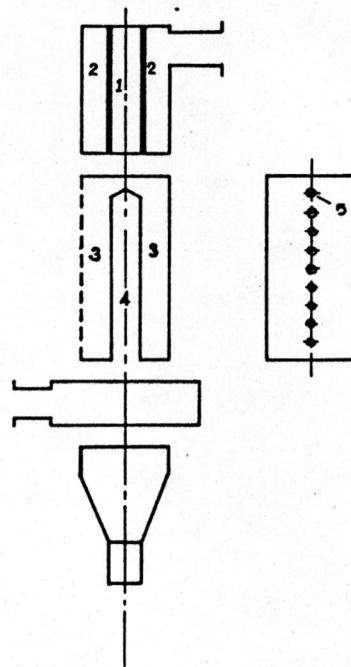


รูป 6.2.1 ลักษณะทั่วไปของ เครื่องทดลอง

6.2.2 รายละเอียดของเครื่องในระหว่างการอบแห้ง

เครื่องทดลองนี้ทำจากการนำเหล็กแผ่นม้วนตามขนาดในแบบ ภาคผนวก ค. และทำการเชื่อมแนว เมื่อสร้างเสร็จทำการหุ้มฉนวนตลอดทั้งเครื่องดังรูป 6.2.2 ช่วงที่มีการอบแห้งเป็นช่วงที่ลมร้อนกับเมล็ดพืชไหลมาพบกัน (3) ซึ่งเรียกว่าห้องอบแห้ง ภายในห้องอบแห้งจะมีเสาสูง (4) มีไว้เพื่อกันไม่ให้เมล็ดพืชอยู่ตรงกลางซึ่งเป็นแนวที่ลมร้อนมีแนวการไหลน้อยที่สุด เนื่องจากที่ห้องรับลมร้อน (2) มีท่อนำเมล็ดพืช (1) เข้าเครื่องติดตั้งอยู่ และอีกสาเหตุหนึ่งคือบริเวณแนวแกนกลางของห้องอบแห้ง เมล็ดพืชจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเร็วกว่าเมล็ดพืชที่เคลื่อนที่ในแนวอื่นทำให้เมล็ดพืชที่ไหลลงในบริเวณแนวกลางมีความชื้นเหลืออยู่ภายหลังจากการอบแห้งแล้วมากกว่าจึงต้องมีเสาตรงกลางเพื่อลดปัญหานี้

ที่ห้องอบแห้งนี้จะติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) เพื่อให้วัดอุณหภูมิของลมร้อนที่ไหลผ่านห้องอบแห้ง ดูรายละเอียดในตอนที่ 6.2.4 และที่ผนังของห้องอบแห้งมีช่อง (5) สำหรับนำตัวอย่าง เมล็ดพืชภายในห้องอบแห้งออกมาวัดค่าปริมาณความชื้นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของ เมล็ดพืช



รูป 6.2.2 ชิ้นส่วนที่สำคัญของช่วงการอบแห้ง

6.2.3 การทำงานของเครื่องทดลอง

เนื่องจากเครื่องทดลองมีความสูงถึง 3.5 เมตร ดังนั้นการบ้อนเมล็ดข้าวเปลือกเข้าเครื่องทดลองทางด้านบนสุด รูป 6.2.3.1 จึงต้องใช้อุปกรณ์ช่วยพาเมล็ดพืชบ้อนเข้าเครื่องทดลองที่เรียกว่า bucket elevator (1) ซึ่งจะนำเมล็ดพืชใส่ลงใน hopper (2) ที่ hopper จะมีแผ่นเลื่อนปิดเปิด (sliding plate) (3) ทำหน้าที่ปิดเปิดให้เมล็ดพืชไหลลงไปในเครื่องทดลองโดยเมล็ดพืชจะไหลผ่านทางท่อ (4) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว หุ้มฉนวนภายนอกโดยรอบ ต่อจากนั้นเมล็ดพืชจะไหลเข้าสู่ห้องอบแห้ง (7) ซึ่งจะพบกับลมร้อนที่ไหลลงมาจากห้องรับลมร้อน (6)

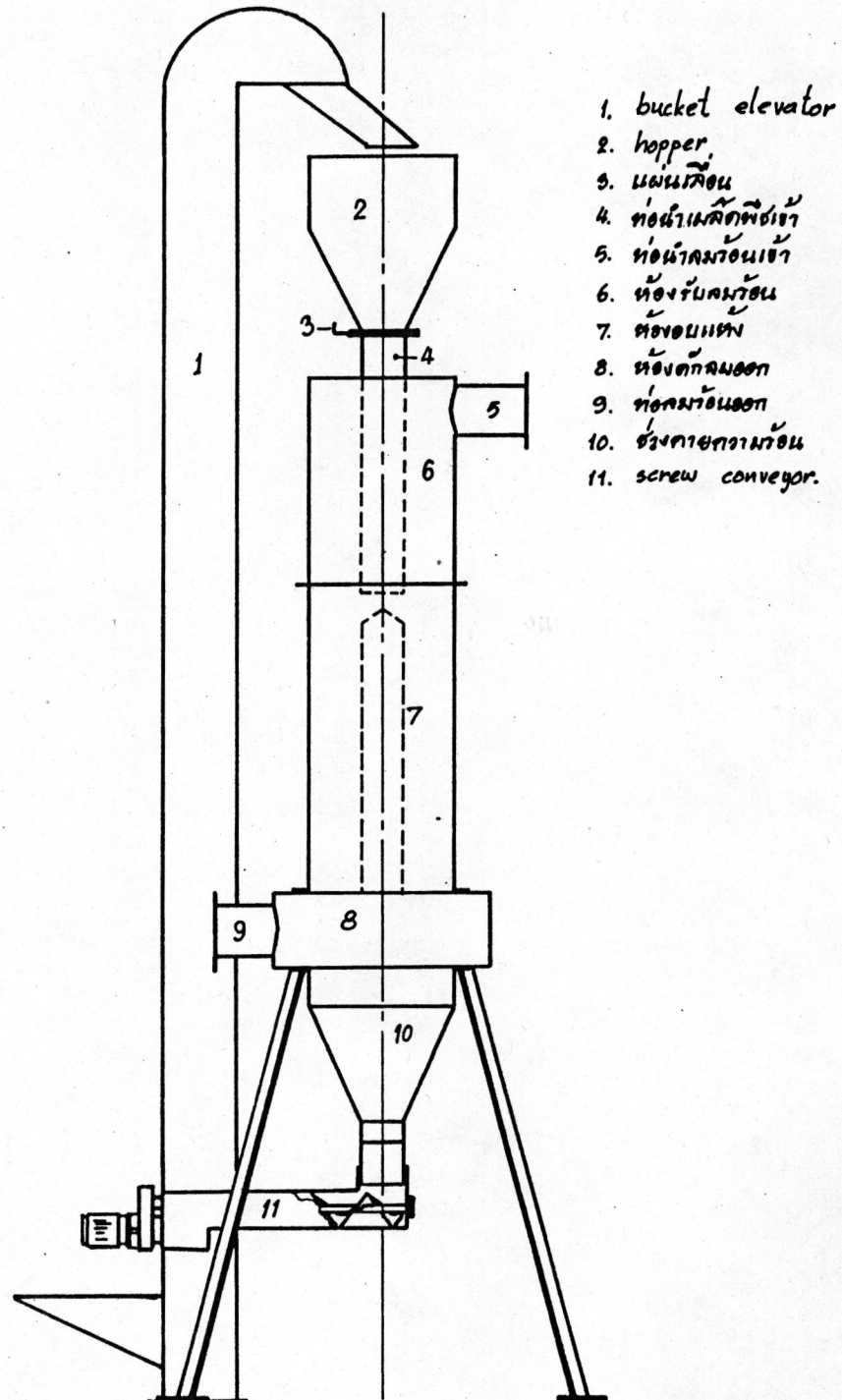
ลมร้อนมีการควบคุมตั้งโดยแอมมิเตอร์ในรูป 6.2.3.2 และจะไหลเข้าสู่เครื่องทดลองทางท่อ (5) ไหลผ่านห้องรับลมร้อน (6) และไหลเข้าห้องอบแห้ง (7) พบกับเมล็ดพืช ทั้งลมร้อนและเมล็ดพืชจะไหลขนานกันไปลงสู่เบื้องล่างซึ่งตลอดระยะทางที่ไหลขนานกันนั้น จะเกิดการแลกเปลี่ยนทางความร้อนและทางมวลความชื้นเกิดขึ้นทำให้เกิดขบวนการอบแห้งขึ้น การไหลของลมร้อนนั้นมีความเร็วสูงกว่าความเร็วของเมล็ดพืชดังนั้นลมร้อนจะไหลแทรกผ่านเมล็ดพืชไปออกที่ห้องดักลม (8) และไหลออกจากเครื่องทดลองทางท่อ (9) ส่วนเมล็ดพืชที่ผ่านการอบแล้วจะไหลต่อไปยังช่วงล่างของเครื่องทดลอง (10) ซึ่งเป็นการคายความร้อน (tempering) อย่างช้า ๆ ต่อจากนั้นเมล็ดพืชจะไหลออกจากเครื่องทดลองโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า screw conveyor (11)

6.2.4 ตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

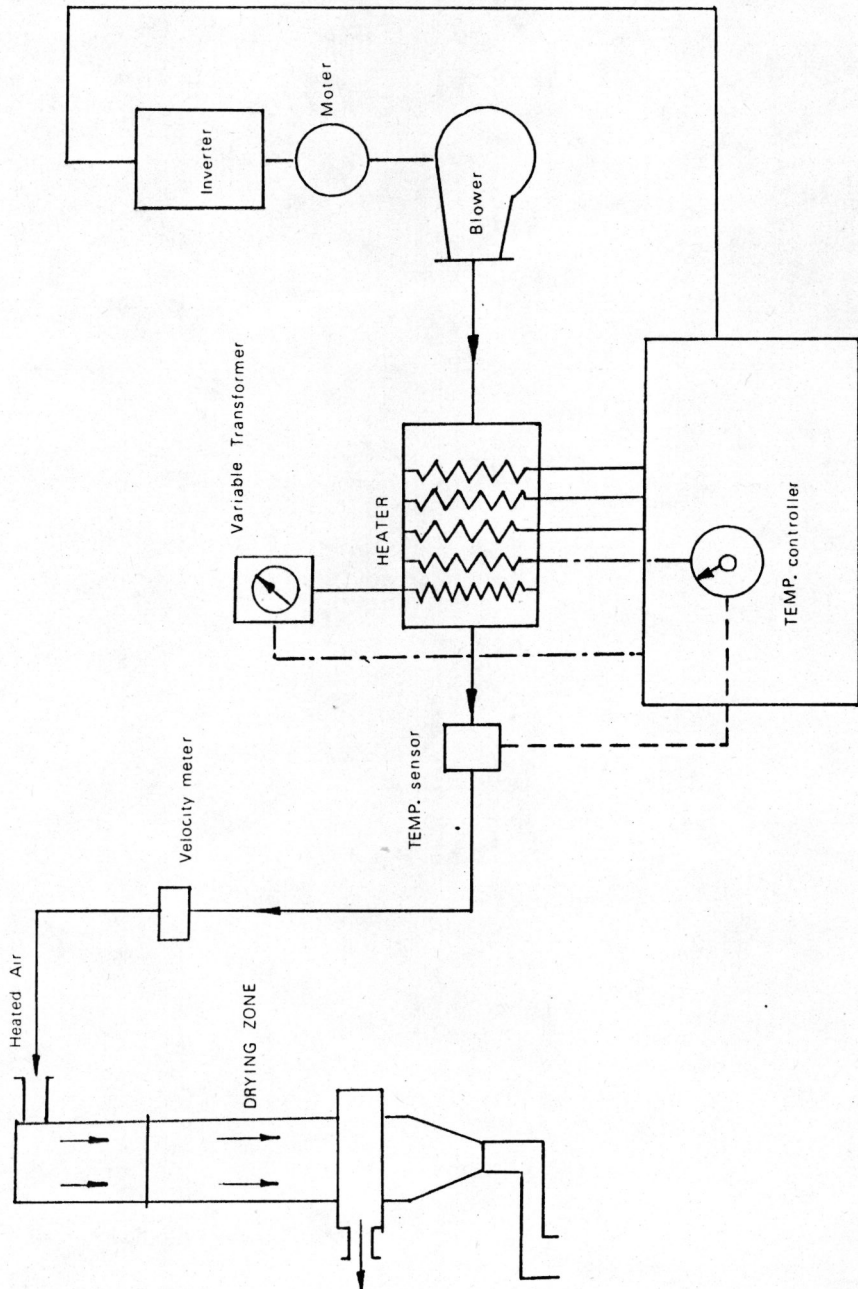
เครื่องทดลองอบแห้งได้มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของลมร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านเครื่องทดลอง โดยมีตำแหน่งการติดตั้งดังรูป 6.2.4

6.2.5 การควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนที่จ่ายให้กับเครื่องทดลอง

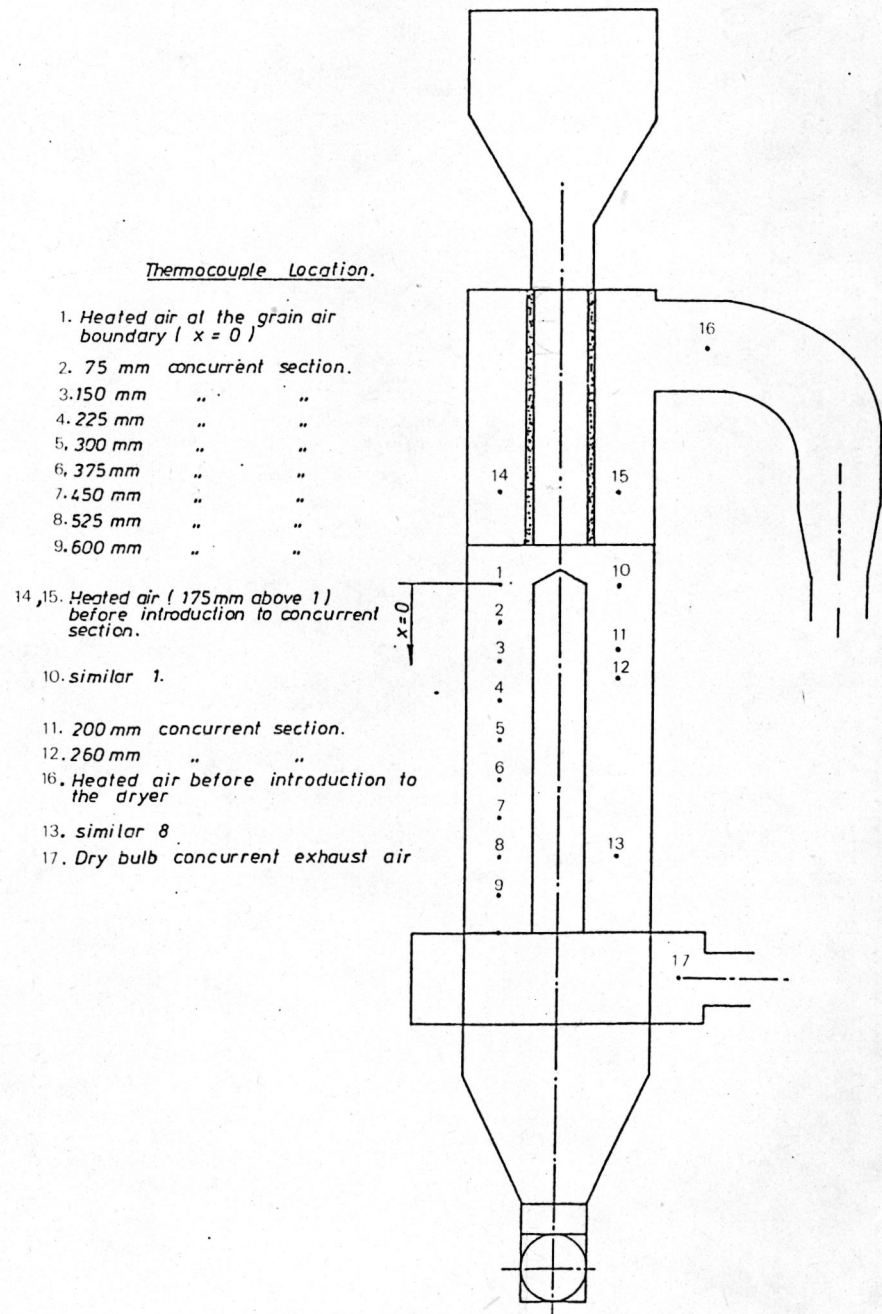
อุณหภูมิของลมร้อนก่อนที่จะจ่ายให้กับเครื่องทดลองจะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิคงที่ ซึ่งชุดควบคุมอุณหภูมินี้สามารถควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนได้สูงสุด 120 องศาเซลเซียส สำหรับในการทดลองอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกนี้จะใช้อุณหภูมิของลมร้อนเท่ากับ 80 , 100 และ 120 องศาเซลเซียส



รูป 6.2.3.1 ลักษณะของเครื่องทดลองอบแห้งแบบไหลในทิศทางเดียวกัน



รูป 6.2.3.2 ไตอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิของลมร้อน



รูป 6.2.4 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

การควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนให้มีค่าคงที่ จะใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) ซึ่งทำงานร่วมกับเทมเพอริเรเทอร์เซนเซอร์ (temperature sensor) เพื่อทำหน้าที่ควบคุมรีเลย์คอนแทคเตอร์ (reley-contractor) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์หลักในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวดทำความร้อน (heater) ซึ่งมีรายละเอียดตามวงจรควบคุมในรูป 6.2.5

ขดลวดทำความร้อนแบ่งเป็น 3 ชุด คือ

1. ชุดที่ให้พลังงานหลัก ขนาด 4.8 kW
2. ชุดให้พลังงานหลักซึ่งผ่านการควบคุมพลังงานโดยใช้วิธีการปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ขนาด 2.4 kW
3. ชุดเสริมพลังงานความร้อน ขนาด 2.1 kW โดยทำงานร่วมกับตัวควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) และเทมเพอริเรเทอร์เซนเซอร์ (temperature sensor) ความเที่ยงตรงของอุณหภูมิที่สามารถควบคุมได้ $\pm 3^{\circ} \text{C}$

6.2.6 การควบคุมอัตราไหลของลมร้อน

การควบคุมอัตราไหลของลมร้อนสามารถควบคุมโดยการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้อินเวอร์เตอร์ (inverter) เป็นตัวควบคุมดังรูป 6.2.6.1 การควบคุมวิธีนี้ทำให้สามารถปรับค่าอัตราไหลของลมร้อนได้อย่างแน่นอนและเกิดการสูญเสียของพลังงานน้อย การหาค่าอัตราไหลของลมร้อนสามารถกระทำได้โดยการวัดค่าความเร็วของลมร้อนที่ไหลผ่านท่อด้วยเครื่องมือวัดความเร็วลม (air velocity meter model 441 KURZ instruments inc) แล้วทำการคำนวณหาอัตราไหลของลมร้อนโดยใช้สูตร

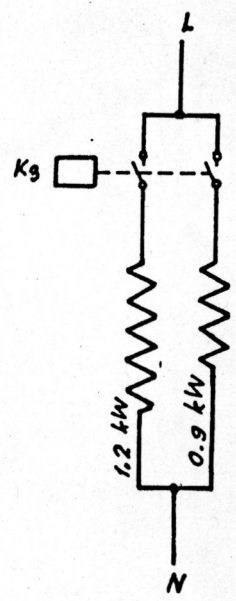
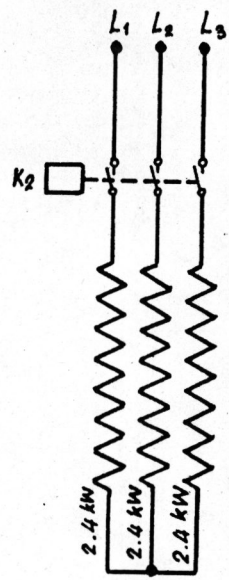
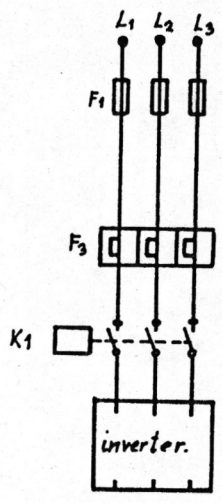
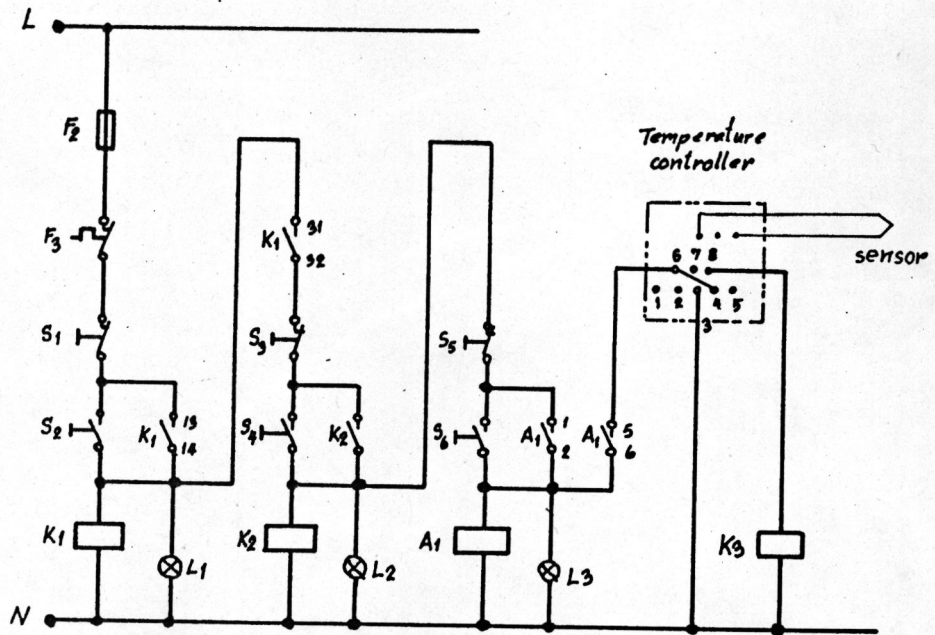
$$G_a = 60 V_a \cdot A_t$$

เมื่อ

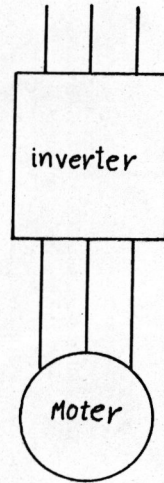
G_a - อัตราไหลของลมร้อน ($\text{m}^3/\text{hr.}$)

V_a - ความเร็วของลมร้อน (m/min)

A_t - พื้นที่หน้าตัดของท่อ (m^2)



รูป 6.2.5 วงจรควบคุมอุณหภูมิของลมร้อน

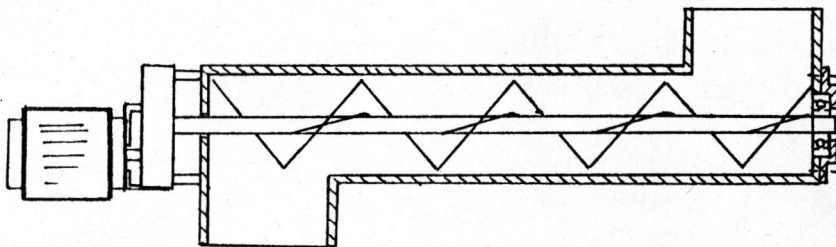


รูป 6.2.6.1 ไดอะแกรมการใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์

6.2.7 การควบคุมอัตราไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือก

การควบคุมอัตราไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือกสามารถทำการควบคุมโดยใช้ screw conveyor รูป 6.2.7 ซึ่งมีระยะนำของเกลียวเท่ากับ 100 มม. ตัวสกรู ซึ่งมีความเร็วรอบเท่ากับ 6 รอบ/นาที สามารถให้อัตราไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือก (Gp) เท่ากับ 146.0 kg/hr. (1644.35 kg/hr. m²)

รูป 6.2.7 ลักษณะของ Screw conveyor



6.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเมล็ดข้าวเปลือกที่จะทำการทดลองอบแห้งมาวัดค่า ต่อไปนี้
 - 1.1 อุณหภูมิของกองเมล็ดข้าวเปลือก
 - 1.2 ปริมาณความชื้น
2. ปรับแต่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดทุกจุด
 - 2.1 เครื่องวัด และบันทึกค่าอุณหภูมิของลมร้อนภายในห้องอบแห้ง
 - 2.2 ปรับค่าอัตราไหลของลมร้อน
 - 2.3 ปรับค่าอุณหภูมิของลมร้อน
3. ใช้เครื่อง bucket elevator พาเมล็ดข้าวเปลือกบ่อนให้กับเครื่องทดลองจนเต็ม
4. เริ่มทดลองอบแห้ง พร้อมทั้งทำการตรวจเช็คค่าต่างๆ ดังนี้
 - 4.1 อัตราไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือก
 - 4.2 อัตราไหลและอุณหภูมิของลมร้อน
 - 4.3 ตรวจเช็คอุปกรณ์เครื่องมือวัดอีกครั้ง
5. หลังจากเริ่มทดลองจนกระทั่งเกิดสภาวะสมดุลย์ ทำการบันทึกค่า
 - 5.1 อุณหภูมิห้อง
 - 5.2 อุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกที่ไหลเข้า
 - 5.3 อุณหภูมิและอัตราไหลของลมร้อนก่อนไหลเข้าเครื่อง
 - 5.4 อุณหภูมิของลมร้อนที่ไหลออกจากเครื่องทดลอง
 - 5.5 บันทึกข้อมูลในห้องอบ
 - 5.5.1 อุณหภูมิของลมร้อนทุกระยะความลึก 75 มม.
 - 5.5.2 นำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกทุกระยะความลึก 75 มม. ไปวัดค่าปริมาณความชื้น
 - 5.6 บันทึกค่าอัตราไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือก
6. นำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแล้วมาวัดหาปริมาณความชื้นสุดท้าย

7. ทุกระยะ 30 นาที ทำการบันทึกค่าใหม่
8. เมื่อทำการทดลองเสร็จ ปิดเครื่องทำความร้อน เดินเครื่องด้วยลมธรรมดาจนกระทั่งเครื่องเย็นจึงปิดน้ำดล
9. เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วทำการทดลองใหม่