ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดลองใช้เครื่องอบแห้ง

3.1 ทำการศึกษาอัตราการถ่ายโอนปริมาณความร้อน จากตัวดูดกลืนความร้อนไปยังตัวระบายความร้อน

จากสมการ (2.45) พบว่าอุณหภูมิของของไหลเฉลี่ย $T_m(z)$ มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ผนังด้านในท่อ $T_w(z)$ ดังนี้

$$T_m(z) - T_w(z) = -\frac{11}{48} \cdot \frac{AR^2}{2} \qquad (3.1)$$

เมื่อ R มีค่าน้อย ๆ สมการ (3.1) จะประมาณได้ว่า

$$T_m(z) = T_w(z) \qquad (3.2)$$

การทดลองนี้ใช้ท่อทองแดงที่มีขนาดรัศมี R = 1/2 cm ถือได้ว่ายังน้อยอยู่ ฉะนั้นอุณหภูมิเฉลี่ย $T_m(z)$ เท่ากับอุณหภูมิที่ผนังด้านในท่อ $T_w(z)$

3.1.1 การใช้น้ำเป็นของเหลวใช้งาน

จะเริ่มต้นศึกษาการถ่ายโอนปริมาณความร้อนโดยใช้น้ำเป็นของเหลวที่บรรจุเข้าไปในระบบ ใช้วิธีสูบน้ำจากภายนอกเข้าไปในระบบ น้ำจะไหลเข้าทางเครื่องสูบและไหลออกจากระบบทางปลายด้านหนึ่งของตัวระบายความร้อน ดังรูปที่ 3.1 เมื่อปล่อยให้เครื่องสูบสูบน้ำอยู่นานพอสมควร จนมั่นใจแล้วว่าน้ำไหลเข้าเต็มทั่วระบบ จากนั้นทำการวัดอัตราการไหลของน้ำใช้บิกเกอร์ขนาด 500 cm^3 ไปรองรับน้ำที่ไหลออกจากระบบ ในขณะเดียวกันก็จับเวลาช่วงที่น้ำไหลเต็มบิกเกอร์ เพื่อหาอัตราการไหลเฉลี่ยมีค่าตามตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.1 การสูบน้ำเข้าระบบ

ตารางที่ 3.1

อัตราการไหลของน้ำภายในระบบ

ครั้งที่	อัตราการไหล (cm^3/S)
1	17.8
2	19.2
3	18.5
4	18.5
5	18.5
เฉลี่ย	18.5

เมื่อทำการสูบน้ำร้อนอุณหภูมิต่าง ๆ เข้าไปในระบบไม่ทำให้อัตราการไหลเปลี่ยนไปแต่อย่างใด จึงมั่นใจได้ว่า อุณหภูมิของน้ำไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องสูบ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

อัตราการไหลของน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	อัตราการไหล (cm^3/S)
40	18.5
50	17.8
60	19.2
70	18.5
80	18.5

หลังจากทำการวัดอัตราการไหลเสร็จแล้ว จากนั้นนำข้อต่อเครื่องสูบน้ำทางด้านน้ำไหลเข้าต่อเข้ากับข้อต่อของตัวระบายความร้อนทางด้านน้ำไหลออก ในที่สุดก็ได้ระบบปิดเมื่อเครื่องสูบทำการสูบน้ำน้ำก็ไหลหมุนเวียนภายในระบบ

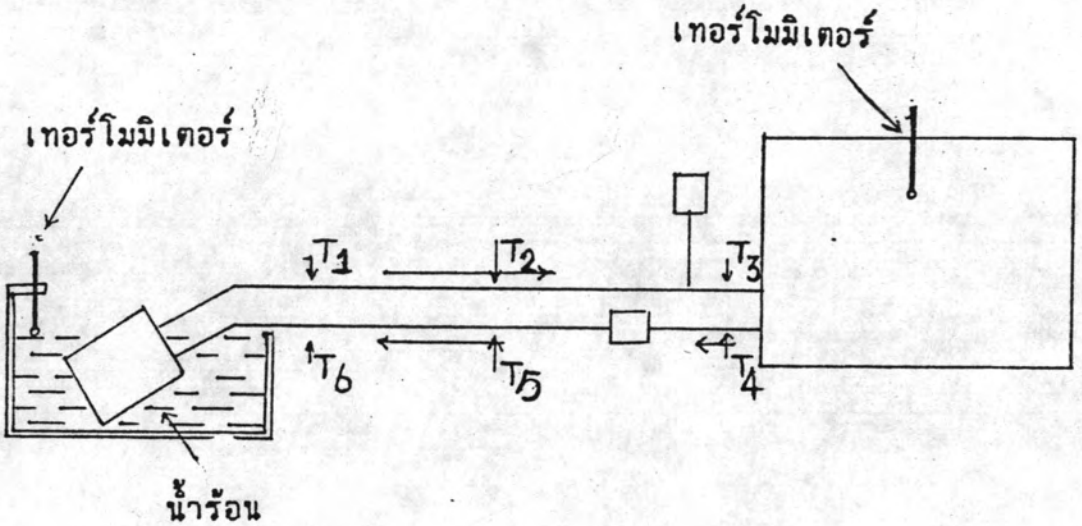
ขั้นต่อไปนำตัวดูดกลืนความร้อนไปแช่ไว้ในน้ำร้อนอุณหภูมิต่าง ๆ จากนั้นให้เครื่องสูบทำการสูบน้ำให้ไหลหมุนเวียนภายในระบบ น้ำจะพาความร้อนจากตัวดูดกลืนความร้อนไปตามท่อทองแดงที่เชื่อมระหว่างตัวดูดกลืนความร้อนและตัวระบายความร้อน ซึ่งวางห่างกันประมาณ 4 เมตร (ท่อทองแดงดังกล่าวหุ้มด้วยฉนวนที่ทำจากท่อยาง) ความร้อนระบายออกที่ตัวระบายความร้อนอยู่ในห้องอบ จากนั้นทำการวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยเทอร์มิสเตอร์ (thermister) ดังรูปที่ 3.2

การวัดอุณหภูมิ T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, และ T_6 จะใช้เทอร์มิสเตอร์ที่เทียบค่าแล้ว (calibrated) ติดไว้ที่ท่อทองแดงด้วยกาวซิลิโคนพร้อมทั้งกดให้แนบสนิท ตำแหน่งละสองตัวเพื่อหาอุณหภูมิเฉลี่ย เนื่องจากทองแดงนำความร้อนได้ดี ฉะนั้นอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์มิสเตอร์จึงมีค่าประมาณอุณหภูมิที่ผนังภายในท่อและประมาณอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่ตำแหน่งนั้น ๆ ตามสมการที่ (3.2) ส่วนอุณหภูมิน้ำร้อนและอากาศในห้องอบวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ดังรูปที่ 3.2

อัตราการถ่ายโอนปริมาณความร้อนที่ระบายออกจากตัวระบายความร้อน q ให้ห้องอบคือ

$$q = \rho V C \ (T_5 - T_4) \qquad (3.3a)$$

$$= 77.33 \ (T_5 - T_4) \ (J/s) \qquad (3.3b)$$



รูปที่ 3.2 อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (100 kg/m^3)

V = อัตราการไหล (18.5 x 10^{-6} m^3/s)

C = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (J/K.kg)

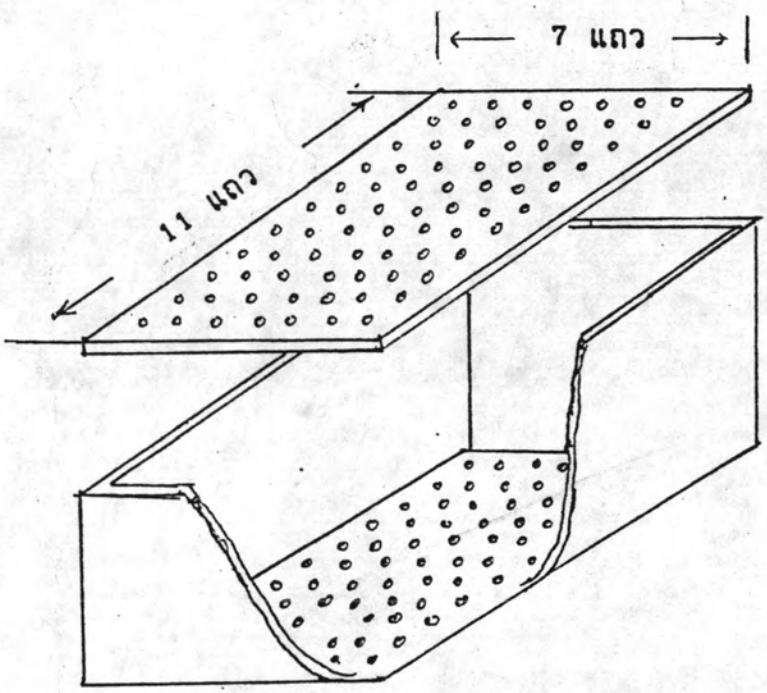
อัตราการสูญเสียปริมาณความร้อนที่สูญเสียให้อากาศในช่วง T_1 ถึง T_3 และในช่วง T_4 ถึง T_6 คือ q_1' และ q_2' ตามลำดับมีค่าดังนี้

$$q_1' = 77.33 (T_1 - T_3) \quad (J/s) \qquad (3.4)$$

$$q_2' = 77.33 (T_4 - T_6) \quad (J/s) \qquad (3.5)$$

จะทำการทดลองกับช่องระบายอากาศ 3 แบบ แบบแรกเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 cm ห่างกันรูละประมณ 4 cm (วัดจากจุดศูนย์กลางรู) จนทั่วฝากล่องและฐานกล่อง ได้รูตามแนวความกว้าง 7 แถว ตามแนวความยาว 11 แถว แบบที่สอง ดัดแปลงจากห้องอบแบบแรก โดยทำการปิดรูฝากล่องแถวที่ 2, 4 และ 6 ของแนวความกว้าง ส่วนห้องอบแบบที่สามดัดแปลงจากห้องอบแบบที่สอง โดยทำการปิดรูฝากล่อง แถวที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 ของแนวความยาว ดังรูปที่ 3.3

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 3.3 ตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5 จากตารางทั้งสามดังกล่าว พบว่าอัตราการสูญเสียปริมาณความร้อน q_1' โดยเฉลี่ยแล้วมีค่ามากกว่าปริมาณความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ q เป็นเหตุให้เครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพต่ำลง และเมื่อพิจารณาอัตราการสูญเสียปริมาณความร้อน q_2' จะเห็นว่ามีค่าเป็นลบ หมายความว่า ปริมาณความร้อนที่สูญเสียให้กับอากาศน้อยกว่าปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการนำ



รูปที่ 3.3 ลักษณะช่องระบายอากาศ

ตารางที่ 3.3

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อใช้น้ำเป็นของไหลถ่ายโอนความร้อนกับช่องระบายอากาศแบบที่1

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	q J/s	q_1' J/s	q_2' J/s
29	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	40	39.7	39.0	38.5	38.1	37.2	38.6	30.9	92.8	-38.7
50	45	48.5	48.0	47.7	46.9	46.5	47.8	61.9	61.9	-69.66
60	52	57.6	56.9	56.4	54.9	54.4	56.3	116.0	92.8	-108.3
70	58	66.9	65.6	64.7	62.9	61.4	63.9	139.2	170.1	-77.3
80	61	75.3	73.2	71.9	70.0	68.2	71.6	146.9	262.9	-123.7

ตารางที่ 3.4

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อใช้น้ำเป็นของไหลถ่ายโอนความร้อน กับช่องระบายอากาศแบบที่ 2

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	q J/S	q_1' J/S	q_2' J/S
29	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	40	39.9	39.0	38.7	38.4	38.3	39.2	23.2	92.8	-61.9
50	46	48.2	47.8	47.6	47.0	46.4	47.9	46.4	46.4	-69.6
60	53	57.8	56.9	55.9	54.9	55.0	56.5	77.3	146.9	-123.7
70	59	66.9	64.6	63.7	62.5	61.3	63.3	92.8	247.4	-61.9
80	62	75.8	73.3	71.5	70.1	68.8	71.5	108.3	332.5	-108.3

ตารางที่ 3.5

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อใช้น้ำเป็นของไหลถ่ายโอนความร้อน กับช่องระบายอากาศแบบที่ 3

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	q J/S	q_1' J/S	q_2' J/S
29	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	40	39.9	39.7	39.5	39.2	39.1	39.3	23.2	30.9	-7.7
50	46	48.2	47.8	47.4	46.9	46.6	48.0	38.7	61.9	-85.1
60	54	57.4	56.9	56.0	55.3	55.0	56.3	54.1	108.3	-77.3
70	59	67.3	65.6	65.3	64.5	62.1	64.3	77.3	154.7	0
80	54	75.2	72.2	71.4	70.3	68.5	71.5	100.5	216.5	-92.8

ความร้อนที่ไหลมาจากตัวดูดกลืนความร้อน

3.1.2 ใช้น้ำเป็นของเหลวใช้งานและมีถั่วลิสงในห้องอบ

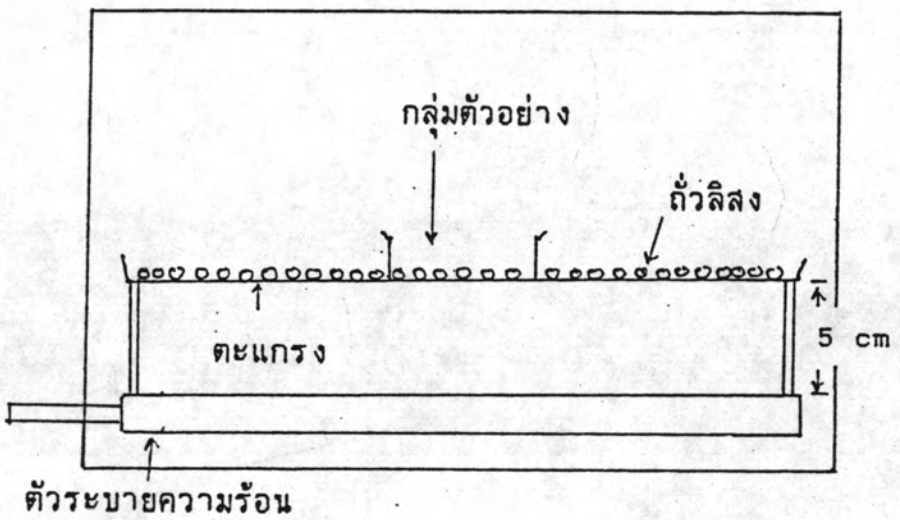
การศึกษาโดยวิธีนี้นำตัวดูดกลืนความร้อนไปแช่ไว้ในน้ำร้อนตัวดูดกลืนความร้อนจะดูดกลืนปริมาณความร้อน แล้วถูกน้ำพาไปตามท่อ ความร้อนจะถูกระบายออกที่ตัวระบายความร้อนที่วางอยู่ในห้องอบ ในขณะเดียวกันวางถั่วลิสงไว้บนตะแกรงเหนือตัวระบายความร้อน 5 cm แล้วหาตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งเพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้น (ดูหัวข้อ 3.2.1) จะแยกศึกษาออกเป็นสองส่วนคือ วางถั่วลิสงบนตะแกรงชั้นเดียว และตะแกรงสองชั้น

ก. วางถั่วลิสงบนตะแกรงชั้นเดียว

จะวางถั่วลิสงไว้บนตะแกรงประมาณ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แล้วสุ่มตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งเพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้น ดังรูปที่ 3.4 จะทำการศึกษากับช่องระบายอากาศบทั้งสามแบบ เพื่อให้เห็นว่าช่องระบายอากาศแบบไหนทำให้ถั่วลิสงแห้งเร็วกว่า โดยสังเกตจากการลดลงของเปอร์เซนต์ความชื้นโดยใช้ของแห้งเป็นพื้นฐาน (dry basis)

จากการศึกษาในหัวข้อที่ 3.1.1 พบว่าเมื่อให้น้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 °C จะทำให้ห้องอบทั้งสามแบบมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 60 - 65 °C จึงเลือกอุณหภูมินี้ใช้ในการศึกษา เพราะใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ได้จากแสงแดด ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 3.6 ตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8

ทั้งสามตารางเลือกกลุ่มตัวอย่างให้มีน้ำหนักขณะเริ่มต้น 103 g เท่ากันหมด และมีน้ำหนักตอนแห้งสนิท (w_d) 47.5 g, 48.1 g และ 48.5 g สำหรับตารางที่ 3.6 ตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 ตามลำดับ จะเห็นว่าห้องช่องระบายอากาศทั้งสามแบบเปอร์เซนต์ความชื้นลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน แต่ช่องระบายอากาศแบบที่สองเปอร์เซนต์ความชื้นจะลดลงเร็วที่สุด



รูปที่ 3.4 แสดงการวางถั่วลิสงบนตะแกรงชั้นเดียว

ตารางที่ 3.6

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองกับช่องระบายอากาศแบบที่ 1 เมื่อวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้น

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	q J/S	q_1' J/S	q_2' J/S	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	59	75.2	73.2	72.7	70.6	70.0	71.4	162.4	193.3	-61.9	116.8	9.00
79-81	51	76.1	74.8	73.0	70.4	69.4	72.2	201.0	239.7	-139.2	105.9	9.30
79-81	49	75.0	72.4	71.2	69.0	68.5	71.2	170.1	293.8	-170.1	96.8	10.00
79-81	53	74.5	72.8	71.4	69.4	68.7	70.6	154.7	239.7	-92.8	89.1	10.30
79-81	55	74.8	72.8	71.4	69.3	68.8	71.0	168.4	262.9	-131.5	81.5	11.00

ตารางที่ 3.7

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง กับช่องระบายอากาศแบบที่ 2 เมื่อวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้น

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	q J/S	q_1' J/S	q_2' J/s	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	63	74.7	73.5	72.2	71.0	68.3	70.7	170.1	193.3	-23.2	114.1	8.20
79-81	54	76.1	74.4	71.8	68.9	68.2	71.0	224.2	332.5	-162.4	102.5	8.50
79-81	56	76.7	75.7	74.1	71.3	69.0	71.3	216.5	29.0	0	93.1	9.20
79-81	57	76.7	74.8	73.6	71.0	68.9	71.3	201.0	239.7	-23.2	84.2	9.57
79-81	54	76.1	72.7	71.5	69 .0	68.5	70.9	193.3	355.7	-146.9	75.7	10.20

ตารางที่ 3.8

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองกับช่องระบายอากาศแบบที่ 3 เมื่อวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้น

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 ℃	T_2 °C	T_3 ℃	T_4 ℃	T_5 ℃	T_6 ℃	q J/s	q'_1 J/s	q'_2 J/s	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	66	76.5	73.8	72.5	76.2	71.0	72.9	100.5	309.3	-131.5	112.4	8.00
79-81	55	75.4	73.1	71.9	69.0	69.0	70.4	224.2	270.6	-108.3	101.0	8.30
79-81	57	76.3	73.7	72.4	69.8	69.3	72.7	201.0	301.6	-224.2	92.2	9.00
79-81	58	76.1	74.0	72.5	70.4	69.3	72.5	162.4	278.4	-162.4	83.5	9.30
79-81	58	75.6	73.5	72.1	70.2	69.0	70.3	146.9	162.4	-8.7	77.1	10.00

ข. วางถั่วลิสงลงบนตะแกรงสองชั้น

จะเลือกช่องระบายอากาศแบบที่สองมาทำการศึกษาเพราะเปอร์เซนต์ความชื้นลดลงเร็วที่สุด เมื่อวางถั่วลิสงบนตะแกรงชั้นเดียว ในการศึกษาจะวางถั่วลิสงบนตะแกรงให้มีความหนาแน่นประมาณ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังรปที่ 3.5 เลือกกลุ่มตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งหนัก 103 g (W_g = 47.9 g) และ 51.5 g (W_g = 24.1 g) ตามลำดับ ผลปรากฏว่าเมื่อวางถั่วลิสง 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความชื้นลดลงน้อยกว่าวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้น ส่วนวางถั่วลิสง 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความชื้นจะลดลงเท่า ๆ กับวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้น ฉะนั้นวางถั่วลิสงบนตะแกรงหนึ่งชั้นจึงเหมาะกว่า ผลที่ได้จากการทดลองดังตารางที่ 3.9 และตารางที่ 3.10

3.1.3 <u>ใช้น้ำผสมน้ำยาปรับความเย็นเป็นของเหลวใช้งานและมีถั่วลิสง</u>

ผสมน้ำยาปรับความเย็นเพาเวอร์พ้นช แอนด์ รัสช์-ซี ประมาณ 27 % เข้าไปในระบบ น้ำยาดังกล่าวจะทำให้การนำความร้อนที่ผนังด้านในท่อและน้ำได้ดีขึ้น การถ่ายโอนความร้อนจากน้ำภายในท่อเข้าไปในห้องอบจึงดีขึ้นด้วย

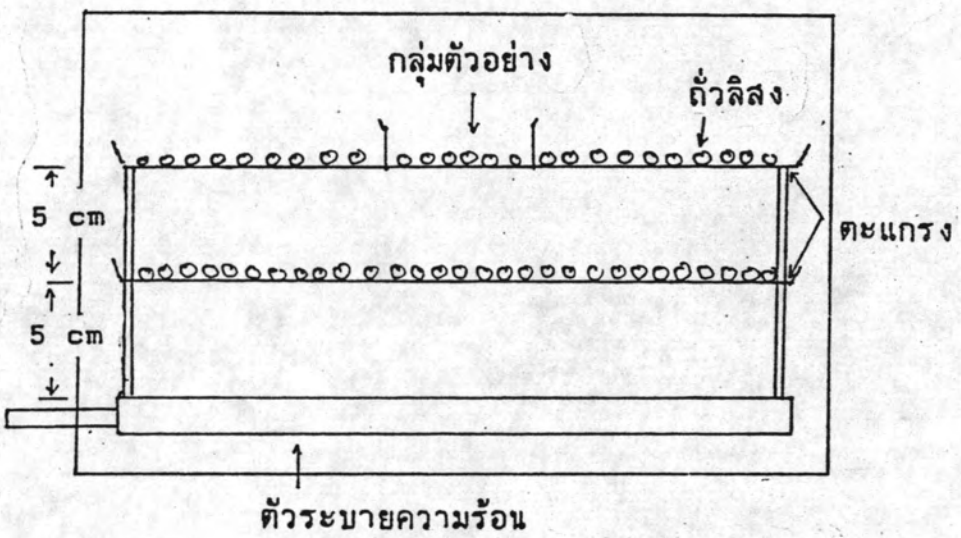
จะแยกการศึกษาออกเป็นสองส่วน ศึกษากับช่องระบายอากาศแบบที่ 2 และแบบที่ 4

ก. ศึกษากับช่องระบายอากาศแบบที่ 2

เพื่อความสะดวกและเหมาะสมจะเลือกศึกษาเฉพาะวางถั่วลิสงบนตะแกรงชั้นเดียว มีความหนาแน่น 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ผลปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงเร็วกว่า ใช้น้ำเป็นของเหลวใช้งาน

อัตราการถ่ายโอนปริมาณความร้อนของน้ำผสมน้ำยาปรับความเย็นระหว่างสองจุดใด ๆ ภายในท่อ จะแปรผันตรงกับผลต่าง ๆ ของอุณหภูมิระหว่างสองจุดนั้น การทดลองนี้ไม่ทราบความจุความร้อนจำเพาะของน้ำยาปรับความเย็น ฉะนั้นจะใช้ ΔT $\Delta T_1'$ และ $\Delta T_2'$ แทน q, q_1' และ q_2' ตามลำดับ เมื่อ

$$\Delta T = T_3 - T_4 \qquad (3.6a)$$



รูปที่ 3.5 แสดงการวางถั่วลิสงบนตะแกรงสองชั้น

ตารางที่ 3.9

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อวางถั่วลิสงความหนาแน่น 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรบนตะแกรงสองชั้น

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	64	115.0	8.15
79-81	47	113.8	8.45
79-81	47	110.8	9.15
79-81	46	108.6	9.45
79-81	48	106.3	10.15

ตารางที่ 3.10

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อว่างถั่วลิสงความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตรบนตะแกรงสองชั้น

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	64	113.7	8.00
79-81	53	103.9	8.30
79-81	55	94.6	9.00
79-81	57	85.9	9.30
79-81	56	77.6	10.00

$$\Delta T_1' = T_1 - T_3 \qquad (3.6b)$$

$$\Delta T_2' = T_4 - T_3 \qquad (3.6c)$$

ผลที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 3.11

ข. ศึกษากับห้องอบชนิดที่ 4

อุณหภูมิภายในห้องอบขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว โดยเฉพาะความเร็วลมเป็นตัวแปรสำคัญ สังเกตได้ขณะทำการทดลองถ้ามีลมพัดผ่าน อุณหภูมิภายในห้องอบจะลดลงเห็นได้ชัด ปริมาณความร้อนจึงสูญเสียไปกับลมมาก เป็นผลให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงช้า ดังนั้นจึงได้ดัดแปลงช่องระบายอากาศแบบที่ 2 เป็นแบบที่ 4 โดยนำมุ้งลวดปิดรูที่ฝากล่องและฐานกล่อง เพื่อลดผลกระทบจากการพัดผ่านของลม

เมื่อนำห้องอบชนิดนี้ไปอบถั่วลิสงความหนาแน่น 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เปอร์เซนต์ความชื้นลดลงดีกว่าเดิม ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 3.12

จากตารางที่ 3.12 ปริมาณที่น่าสนใจคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นและ ΔT ปริมาณทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กับเวลา รูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นกับเวลา และ ΔT กับเวลา ตามลำดับ จากรูปที่ 3.6 เปอร์เซนต์ความชื้นจะลดลงตามเวลา ส่วนรูปที่ 3.7 ΔT แปรผันตรงกับปริมาณความร้อน พบว่าขณะเริ่มต้นมีค่าน้อย และมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลาต่อมา เกิดจากความชื้นที่อยู่ในถั่วลิสงดูดกลืนเข้าไป เมื่อถั่วลิสงเริ่มแห้งเปอร์เซนต์ความชื้นลดน้อยลง การดูดกลืนปริมาณความร้อนจึงน้อยลง เป็นผลให้ ΔT มีค่าน้อยตามไปด้วย

ตารางที่ 3.11

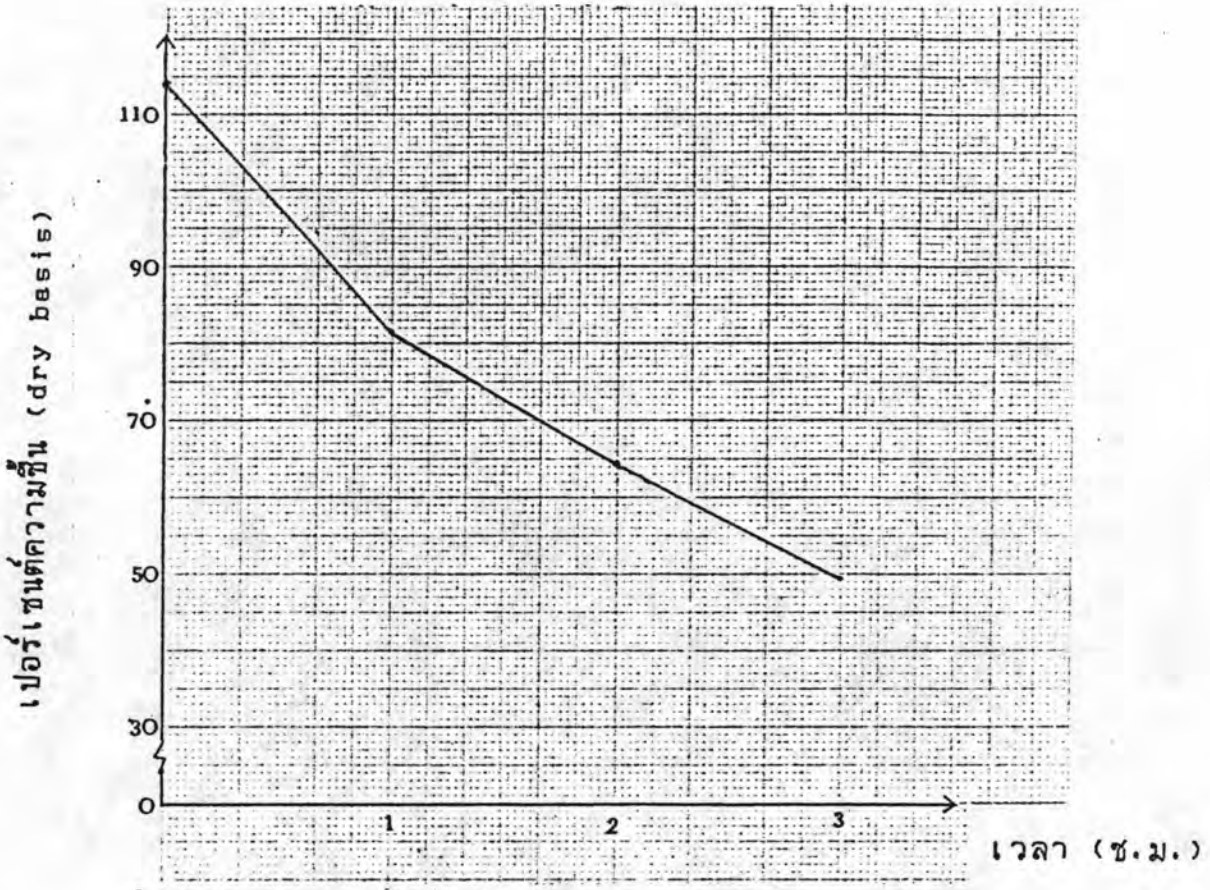
ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อใช้น้ำผสมน้ำยาปรับความเย็นเป็นของเหลวใช้งานและมีถั่วลิสงกับช่องระบายอากาศแบบที่ 2

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	ΔT °C	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	60	76.6	73.5	72.2	71.2	69.2	72.3	1.0	4.4	-1.1	107.2	8.15
79-81	53	76.8	75.1	74.0	71.5	69.0	72.2	2.5	2.8	-0.7	97.2	8.45
79-81	54	76.8	74.9	74.1	71.8	71.1	72.5	2.3	2.7	-0.7	88.5	9.15
79-81	51	74.7	72.2	71.0	69.0	68.2	70.3	2.0	3.7	-1.3	79.1	9.45
79-81	57	77.4	75.2	74.3	72.7	71.9	73.1	1.6	3.1	-0.4	71.6	10.15

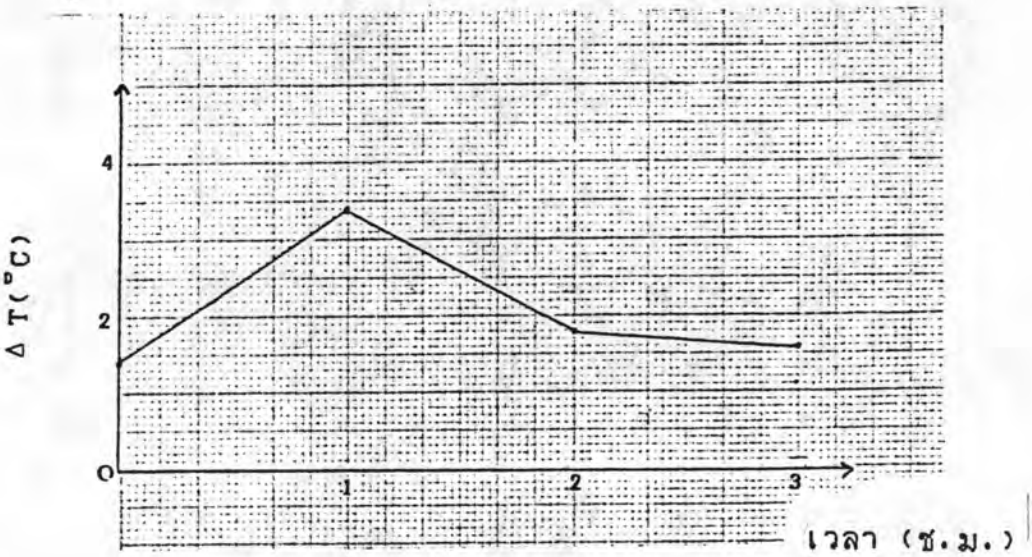
ตารางที่ 3.12

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่อใช้น้ำผสมน้ำยาปรับความเย็นเป็นของเหลวใช้งาน และมีถั่วลิสงกับช่องระบายอากาศแบบที่ 4

อุณหภูมิน้ำร้อน °C	อุณหภูมิห้องอบ °C	T_1 °C	T_2 °C	T_3 °C	T_4 °C	T_5 °C	T_6 °C	ΔT °C	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	เปอร์เซนต์ความชื้น	เวลา น.
79-81	71	76.9	74.7	73.1	71.7	69.7	73.4	1.4	3.8	-1.7	104.0	8.35
79-81	50	75.8	73.9	72.7	89.3	88.9	72.5	3.4	3.1	-3.2	81.4	9.35
79-81	56	76.9	74.9	72.8	71.0	69.5	72.9	1.8	4.1	-1.9	64.4	10.75
79-81	59	76.6	74.0	72.4	70.8	69.6	72.6	1.6	4.2	-1.8	49.5	11.35



รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นและเวลา



รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Δ T และเวลา

3.2 อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

3.2.1 ช่วงเวลาของการแห้ง (9)

การแห้ง (drying) เป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปว่าเป็นการระเหยของเหลวออกจากวัตถุเพื่อให้ได้วัตถุแห้งมีความชื้นแน่นอนปริมาณหนึ่ง

การแห้งของของแข็งเชื่อว่ามีสองกระบวนการที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวข้องคือ

ก. การส่งผ่านความร้อนเพื่อไประเหยของเหลว

ข. การส่งผ่านมวลในลักษณะของของเหลวและไอ ภายในของแข็งและในลักษณะของไอจากผิว

สองกระบวนการนี้เกิดขึ้นพร้อมกัน และองค์ประกอบซึ่งควบคุมอัตราของแต่ละกระบวนการจะเป็นตัวกำหนดอัตราการแห้ง

การแห้งของของแข็งมักบอกเป็นเปอร์เซนต์ความชื้นในของแข็ง มี 2 แบบคือ

ก. ใช้ของเปียกเป็นพื้นฐาน (wet basis)

ข. ใช้ของแห้งเป็นพื้นฐาน (dry basis)

เปอร์เซนต์ความชื้นที่ใช้ของเปียกเป็นพื้นฐาน หาได้โดยเอาน้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในของแข็งหารด้วยน้ำหนักทั้งหมดของของแข็ง

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น (wet basis)} = \left(\frac{W_w}{W_w + W_d}\right) \times 100 \ (\%)$$

เมื่อ W_w = น้ำหนักของน้ำ

W_d = น้ำหนักของวัตถุแห้ง

เปอร์เซนต์ความชื้นที่ใช้ของแห้งเป็นพื้นฐานหาได้โดยเอาน้ำหนักน้ำหารด้วยน้ำหนักของวัตถุแห้ง

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น (dry basis)} = \left(\frac{W_w}{W_d}\right) \times 100 \ (\%)$$

3.2.2 อบถั่วลิสงกับช่องระบายอากาศแบบที่ 4

การอบแห้งโดยวิธีนี้นำตัวดูดกลืนความร้อนไปวางไว้ที่โฟกัสของจานพาราโบลาสะท้อนแสง ตัวดูดกลืนความร้อนจะดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ จากนั้นถูกพาไปตามท่อไประบายออกที่ตัวระบายความร้อนในห้องอบ อุณหภูมิในห้องอบที่เวลาต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13

อุณหภูมิภายในห้องอบที่เวลาต่าง ๆ

เวลา น.	10.37	10.50	11.06	11.20	11.35	11.54	11.05	12.30
อุณหภูมิ °C	35	50	57	66.5	64	68	71.5	69

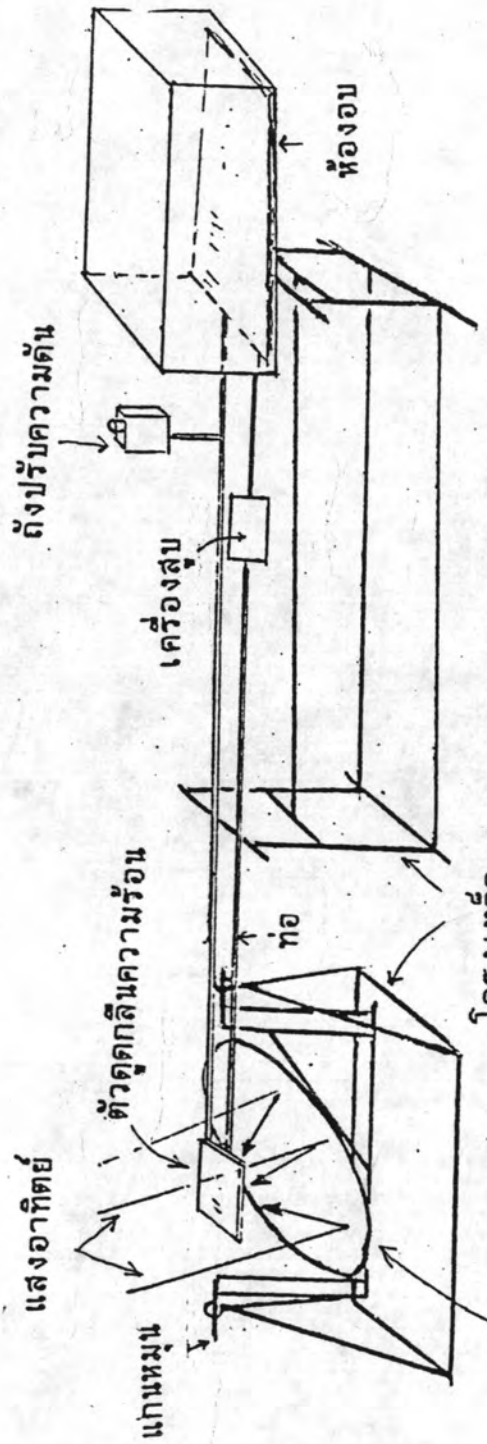
ต่อไปวางถั่วลิสงไว้ในห้องอบ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ขณะเดียวกันนำถั่วลิสงไปตากแดดตามธรรมชาติเพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซนต์ความชื้น (dry basis) ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14

ปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เมื่ออบถั่วลิสงด้วยแสงอาทิตย์และตากแดดตามธรรมชาติ

อุณหภูมิห้องอบ °C	เปอร์เซนต์ความชื้นถั่วลิสงในห้องอบ	เปอร์เซนต์ความชื้นถั่วลิสงที่ตากแดด	เวลา น.
45	77.8	78.0	9.45
44	66.3	60.6	10.45
45	55.9	44.9	11.45
45	45.8	40.5	12.45
49	33.4	32.2	14.15

การติดตั้งจานพาราโบลาสะท้อนแสง วางให้ระนาบของจานพาราโบลาทำมุมกับแกนหมุนเท่ากับมุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่งตอนดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะ ส่วนแกนหมุนวางในแนวระดับและมีทิศตามแนวเหนือใต้ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การติดตั้งจานพาราโบลาสะท้อนแสง

ข้อมูลในตารางที่ 13.14 เลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งในห้องอบและที่ตากแดดมีน้ำหนัก 103 g เท่ากัน มีน้ำหนักตอนแห้งสนิท (W_d) 57.9 g และ 57.5 g ตามลำดับ จากตารางนี้พบว่าการตากตามธรรมชาติเปอร์เซนต์ความชื้นลดลงเร็วกว่าการอบภายในห้องอบ

3.3 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง

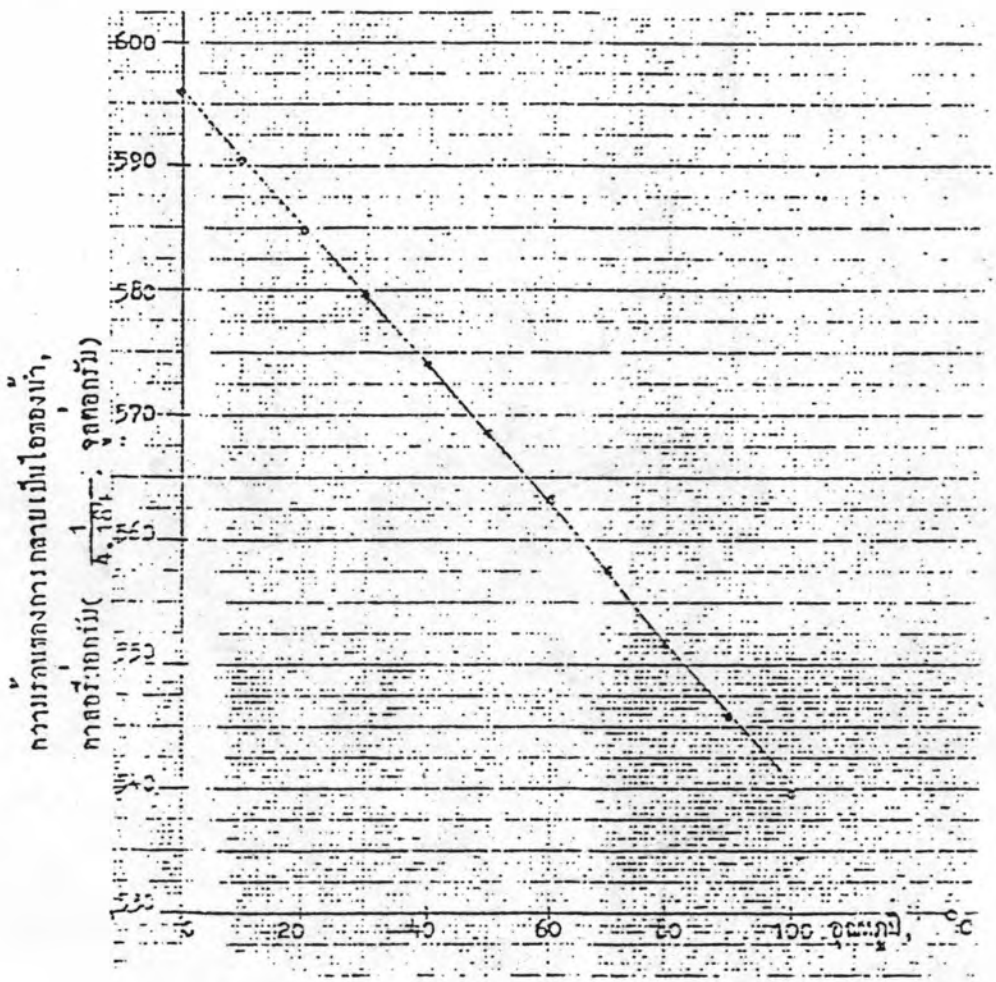
$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง} = = \frac{\text{ความร้อนที่ไประเหยน้ำออกจากผลิตผล} \times 100\ (\%)}{\text{ปริมาณแสงแดดตกกระทบผิวพาราโบลา} + \text{งานจากเครื่องสูบ}}$$

รูปที่ 3.9 (7) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนของการกลายเป็นไอ (heat of vaporization) ของน้ำกับอุณหภูมิ

จากตารางที่ 3.14 นำการทดลองวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2532 เวลา 9.45 - 14.15 น. ถั่วลิสงในห้องอบระเหยน้ำออก 125 กรัม อุณหภูมิภายในห้องอบเฉลี่ยประมาณ 45.6 °C ตรงค่าความร้อนของการกลายเป็นไอที่ 569.5 x 4.184 = 2382.8 = 2.98×10^5 จูล ปริมาณแสงแดดที่ตกกระทบผิวพาราโบลาระหว่างเวลา 9.45 - 14.15 น. คือ 19468 กิโลจูลต่อตารางเมตรวัน ขนาดพื้นที่รับแสงของจานพาราโบลา 2 ตารางเมตร ดังนั้นปริมาณแสงแดดตกกระทบผิวพาราโบลาช่วงเวลา 9.45 - 14.15 น. คือ 19468 x 2 x x 10^3 = 1.46×10^7 จูล กำลังของเครื่องสูบมีค่า 6 วัตต์ ดังนั้น งานจากเครื่องสูบในช่วงเวลา 9.45 - 14.15 น. มีค่าเท่ากับ 6 x 1.62 x 10^4 = 9.72×10^4 จูล

ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเท่ากับ $\frac{2.98 \times 10^5 \times 100}{1.46 \times 10^7 + 9.72 \times 10^4}$

= 2.0 เปอร์เซนต์



รูปที่ 3.9 ความร้อนของการกลายเป็นไอของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ (10)