Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 213-216 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 213-216 (2546)

ศึกษาการสลับทิศทางอากาศร้อนในกระบวนการอบแห้งผลผลิตเกษตร

A Study on Reversing the Direction of Heated Air in Agricultural Product Drying

ทวีชัย นิมาแสง[1]
Taweechai Nimasang[1]

Abstract

Drying process in typical flat-bed dryer is to force heated air through the agricultural product from the bottom to the top of the container. In such heated air circulation, the product at each level is heated and dried at different rate. Current solution to this problem is to transfer the product's position in order to provide uniform drying rate. However, this is not practical due to labor use and heat loss during the process. Therefore, to eliminate this complicated task, alternating the direction of air is considered.

An experimental dryer is fabricated to improve hot air distribution system. Using two dampers, heated air from heating chamber is split alternately to top and bottom side of the drying chamber and flows to moist-air outlet. With this alternate air system, the product will be uniformly dried without transferring the position of product.

The tests are conducted with 468, 352 and 300 kg of longan contained in the container. The results reveal that the average drying rate, moisture content of dried longan and time used for drying are 6.03% Md/hr, 18.55% and 51 hrs, respectively. The electricity and LP gas consumptions are 0.33 unit/hour and 0.10 kg/kg fresh longan, respectively.

บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งแบบกระบะโดยทั่วไป จะมีการขับอากาศร้อนผ่านผลผลิตที่อยู่ด้านล่างก่อนขึ้นสู่ด้านบนของกระบะ ทำให้ผลผลิตได้รับความร้อนและมีอัตราการลดความชื้นแตกต่างกัน การแก้ไขจึงทำได้โดยสลับตำแหน่งกันระหว่างผลผลิตที่อยู่ส่วนบนกับส่วนล่าง นับเป็นงานที่สิ้นเปลืองแรงงานและสูญเสียความร้อนระหว่างปฏิบัติ ดังนั้นการสลับทิศทางของอากาศแทนการสลับตำแหน่งของผลผลิต จึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องอบแห้งแบบนี้

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงระบบกระจายอากาศร้อนของเครื่องอบแห้งขนาดทดลอง โดยใช้แผ่นกั้นลม 2 แผ่น ปรับทิศทางของอากาศร้อนให้ไหลสลับกันเข้าทางด้านบนหรือด้านล่าง ส่วนอากาศชื้นจะไหลออกทางช่องระบาย ด้วยหลักการนี้ผลผลิตที่อยู่ในกระบะจะแห้งสม่ำเสมอกันโดยไม่ต้องสลับหรือเปลี่ยนตำแหน่งของผลผลิต

จากการทดลองอบลำไย 3 ครั้ง โดยบรรจุลำไยจำนวน 468 352 และ 300 กิโลกรัม พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอบแห้งมีค่าเฉลี่ย 51 ชั่วโมง ลำไยแห้งมีความชื้น 18.55 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราลดความชื้น 6.03%Md/hr ความสิ้นเปลืองก๊าซหุงต้มและกระแสไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 0.10 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมลำไยสด และ 0.33 หน่วยต่อชั่วโมง ตามลำดับ

คำนำ

ปัจจุบัน มีการใช้เครื่องอบแห้งแบบกระบะ (Batch or Flat bed dryer) สำหรับลดความชื้นผลผลิตเกษตรกันอย่างแพร่หลาย เครื่องอบแห้งชนิดดังกล่าว ประกอบด้วย หัวเผาเชื้อเพลิง พัดลม และกระบะบรรจุวัตถุดิบ อากาศร้อนจะถูกพัดลมขับผ่านผลผลิตจากระดับล่างขึ้นสู่ส่วนบน ก่อนที่จะไหลออกด้านบนของกระบะซึ่งเปิดโล่ง

การที่อากาศร้อนไหลผ่านผลผลิตได้เพียงทิศทางเดียว ทำให้ผลผลิตมีอัตราการแห้ง (Drying rate) ที่แตกต่างกัน เนื่องเพราะได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอกัน ในการอบแห้งพริก เกษตรกรจะบรรจุพริกสดในถุงตาข่าย แล้วจึงนำเข้าเครื่องอบฯ เพื่อให้สะดวกต่อการพลิกกลับในระหว่างการอบแห้ง สำหรับการอบแห้งลำไย เกษตรกรจะแบ่งการบรรจุลำไยสดออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นล่าง ชั้นกลางและชั้นบน โดยใช้ตาข่ายคั่นไว้ การอบครั้งหนึ่งใช้เวลา 42-52 ชั่วโมง ระหว่างการอบจะมีการสลับชั้นลำไย 2 ถึง 3 ครั้ง ทุกๆ 12-15 ชั่วโมง เพื่อให้ลำไยในแต่ละชั้นแห้งสม่ำเสมอกัน โดยย้ายลำไยชั้นบนลงไปชั้นล่าง และย้ายลำไย

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จากชั้นล่างขึ้นไว้ชั้นบน ในขณะที่ลำไยชั้นกลางถูกจัดวางในตำแหน่งเดิม นับว่าเป็นงานที่ค่อนข้างยุ่งยากต่อการปฏิบัติ และยังเกิดการสูญเสียความร้อนและความเสียหายต่อผลผลิต ขณะทำการขนถ่ายอีกด้วย

โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาถึงกระบวนการอบแห้งผลผลิตเกษตรด้วยวิธีการสลับทิศทางอากาศร้อนแทนการสลับตำแหน่งของผลผลิตตามวิธีการแบบดั้งเดิม ผลจากการทดลองจะทำให้ทราบถึง ความเร็วและอัตราการไหลของอากาศร้อน อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง อัตราการอบแห้ง และความหนาของชั้นผลผลิตที่พอเหมาะ ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบแห้งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่มีคุณภาพ และต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบทดลอง

เครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นเพื่อการทดลองประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระบะบรรจุวัตถุดิบ และห้องความร้อนซึ่งมีระบบท่อหมุนเวียนอากาศ ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางของอากาศร้อนให้ไหลจากด้านล่างของกระบะขึ้นสู่ด้านบน สลับกับการไหลจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ดังแสดงใน Figure 1 และ 2

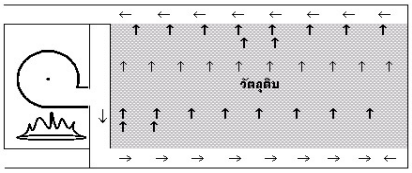


Figure 1 Hot air flows up from the floor.

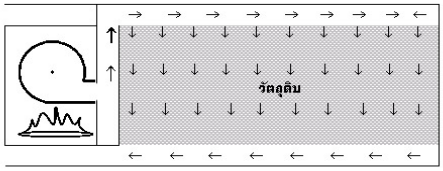


Figure 2 1 Hot air flows down from the ceiling.

2. ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้ง

กระบะบรรจุมีขนาด 1.2 x 1.2 x 0.60 เมตร พื้นรองรับวัตถุดิบเป็นตะแกรงรูกลม Φ 2 มม. ผนังด้านที่เชื่อมต่อกับห้องความร้อน มีช่องอากาศเข้า/ออกด้านบน (C) และช่องอากาศเข้า/ออกด้านล่าง (D) ซึ่งอยู่ใต้ตะแกรง ช่องทั้งสองนี้มีขนาด 0.12 x 0.50 เมตร ด้านบนเป็นฝาเปิด/ปิด และมีช่องขนาด 0.15 x 0.15 เมตร จำนวน 4 ช่อง เพื่อนำตัวอย่างวัตถุดิบออกมาชั่งหาน้ำหนักระหว่างการทดลอง (Figure 3)

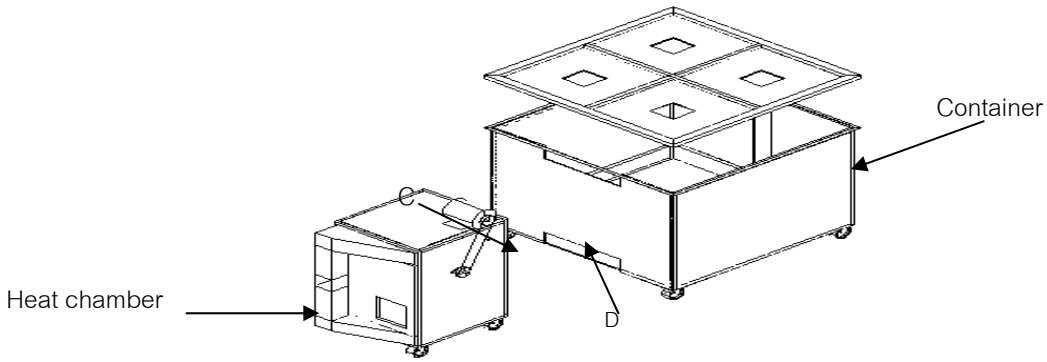


Figure 3 Alternate hot air dryer.

ห้องความร้อน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ พัดลมแบบหอยโข่ง หัวเผาก๊าซ (Gas burner) ช่องอากาศไหลเข้า-ออก และระบบควบคุมความร้อน การให้ความร้อนกับอากาศเป็นแบบโดยตรง (Direct heat) ควบคุมอุณหภูมิโดยเทอร์โมสแตทและโซลินอยด์วาล์วซึ่งทำหน้าที่เปิด-ปิดทางไหลของก๊าซ โดยมีชุดไฟเลี้ยง (Pilot lamp) จุดติดอยู่ตลอด

การทดลองอบแห้งลำไย

ในการทดลองแต่ละครั้ง แบ่งวัตถุดิบออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน แล้วบรรจุลงในกระบะโดยมีชั้นตะแกรงคั่น ดังแสดงใน Figure 4 และมีขั้นตอนดังนี้ (1) สุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาความชื้นเริ่มต้นในห้องปฏิบัติการ (2) จุดหัวเผาก๊าซพร้อมทั้งเปิดพัดลม ปรับลิ้นปีกผีเสื้อบังคับให้อากาศร้อนไหลเข้าสู่กระบะทางช่องด้านบน และทำการสลับทิศทางลมเมื่อครบ 12 ชั่วโมง อบ

จนกระทั่งลำไยมีความชื้นเหลือ 18%wb (3) บันทึกข้อมูล ได้แก่ ความเร็วลมที่ช่องทางเข้าด้านบน และล่าง (ตำแหน่ง C และ D) น้ำหนักตัวอย่าง อุณหภูมิ T1 ถึง T5 และความสิ้นเปลืองก๊าซหุงต้มกับพลังงานไฟฟ้า

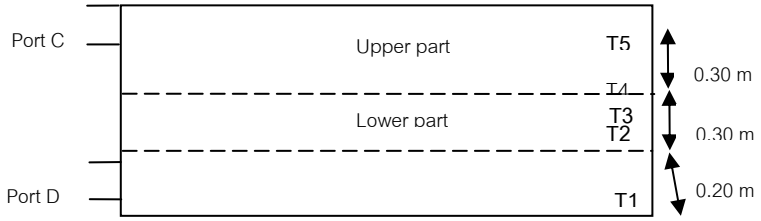


Figure 4 Loading Longan in drying chamber.

ผิดพลาด !

ผล

1. การทดสอบเบื้องต้น

ความเร็วเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านช่องซึ่งเชื่อมระหว่างห้องความร้อนกับกระบะบรรจุ เมื่อใช้ความเร็วรอบของพัดลม 1,450 รอบต่อนาที แสดงใน Table 1 และผลการตรวจวัดความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านตะแกรงชั้นล่าง แสดงใน Figure 4

Table 1 Average air velocity and flow rate at the orifice.

	Port C	Port D	Note
Air orifce (m^2)	0.12 × 0.50	0.12 × 0.50	
Air velocity (m/sec)	6.1	5.13	Figure 3 show the location of C and D
Air flow rate (m^3/sec)	0.366	0.31	

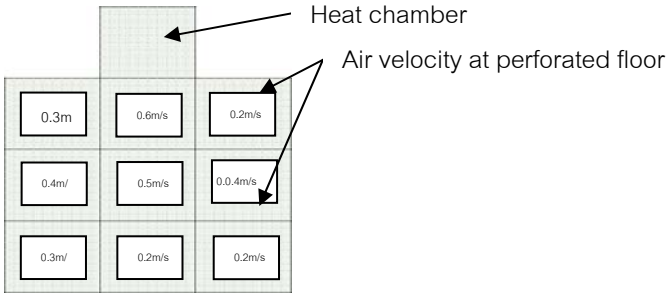


Figure 5 Average air velocity above perforated floor

2. การทดลองอบแห้งลำไย

ก) อุณหภูมิภายในกระบะบรรจุผลผลิต

ในการทดลองอบแห้งลำไย ทำการวัดอุณหภูมิภายในกระบะบรรจุ โดยที่ T1 เป็นการวัดอุณหภูมิของลมร้อนในช่องใต้ตะแกรง และเรียงลำดับในตำแหน่งที่สูงขึ้นเรื่อยๆ (Figure 4) ซึ่ง T5 เป็นอุณหภูมิที่ช่องลมเข้าด้านบน ทั้งนี้ในทุกๆ การทดลองจะปรับทิศทางลมร้อนให้เข้าทางด้านบนก่อน เพื่อให้ความชื้นของผลผลิตส่วนบนลดลง ป้องกันการกดทับผลผลิตส่วนล่าง หากปรับทิศทางให้ลมร้อนเข้าด้านล่างก่อน ผลผลิตส่วนล่างจะถูกกดทับจนปริแตกได้

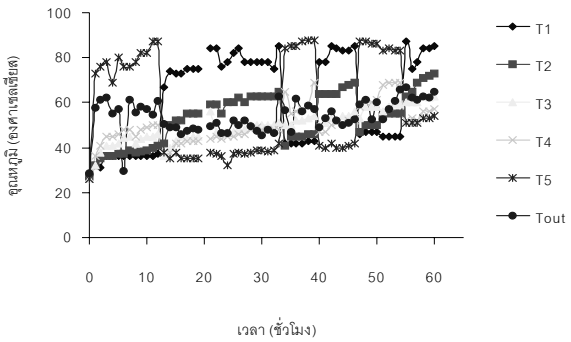
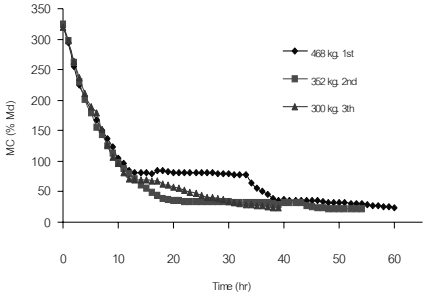


Figure 6 Drying temperature of the first test with 468 kg Longan.

Figure 6 แสดงอุณหภูมิภายในกระบะบรรจุลำไย เมื่อมีการสลับทิศทางลมร้อนทุกๆ 12 ชั่วโมง ในช่วงแรกอุณหภูมิที่ช่องทางเข้าสูงถึง 87 °ซ. (T5) ส่วนที่ช่องทางออกเท่ากับ 37 °ซ. (T1) และเมื่อสลับทิศทางลมร้อนจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน T5 จะลดลงเป็น 51 °ซ. และ T1 เท่ากับ 84 °ซ. อุณหภูมิของอากาศที่ผ่านลำไยชั้นบน (T2) และลำไยชั้นล่าง (T4) มีการเปลี่ยนแปลงสูง/ต่ำตามจังหวะการสลับทิศทางลม ในทำนองเดียวกัน การทดลองที่ 2 และ 3 ก็มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในลักษณะเดียวกัน

ข) การเปลี่ยนแปลงความชื้นของลำไย



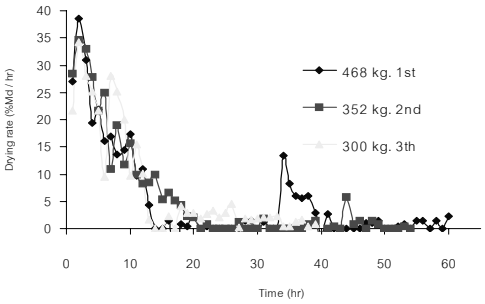


Figure 7 The change of moisture content in Longan Figure 8 Drying rate of Longan drying.

จาก Figure 7 พบว่าช่วง 10 ชั่วโมงแรก ความชื้นของลำไยจะลดลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นก็ค่อนข้างคงที่ การทดลองครั้งแรก จำนวน 458 กก.ใช้เวลาอบแห้ง 60 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 อบลำไยจำนวน 352 กก.ใช้เวลา 54 ชั่วโมง และครั้งที่ 3 อบลำไยจำนวน 300 กก.ใช้เวลา 39 ชั่วโมง และจากรูปที่ 8 พบว่าช่วง10 ชั่วโมงแรก อัตราการลดความชื้นมีค่าสูงเฉลี่ย 35.76% Md/hr และมีอัตราการลดความชื้นเฉลี่ยตลอดการอบแห้งเท่ากับ 6.03 %Md/hr

Table 2 Results from longan drying.

	Test No. 1		Test No. 3		Test No. 3		Average
	Upper part	Lower part	Upper part	Lower part	Upper part	Lower part	-
1. Fresh longan (kg)	234	234	176	176	150	150	-
2. Dried longan (kg)	65.27	70.3	40.6	43.8	48.4	46.8	-
3. MC of dresh longan (% Mw)	76.27		76.48		76.17		76.31
4. MC of dry longan (% Mw)	19.12		17.52		19.00		18.55
5. Drying time (hr)	60		54		39		51
6. Drying rate (%Md/hr)	4.96		5.53		7.6		6.03
6. LP gas (kg/kg fresh longan)	0.09		0.11		0.10		0.10
7. Electric. Cons (Units)	0.34		0.34		0.3		0.33

เอกสารอ้างอิง

ทวีชัย นิมาแสง. 2543. การปรับปรุงเครื่องอบแห้งแบบกระบะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิไล เสือดี. 2541. กระบวนการอบแห้งและการส่งออกลำไยอบแห้งของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Hall, C.W. 1980. Drying and Storage of Agricultural Crops. AVI Publishing Company, Inc. Westpost, Connecticut. USA.

Klongpanich, W. 1991. Longan Drying in Thailand. Ph.D. Thesis. University of Reading. UK.