หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การประยุกต์ใช้แบบจำลองในงานวิศวกรรมอบแห้ง

5.1 การเพิ่มผลผลิตของการอบแห้งแบบงวด (Batch) โดยการผสมวัสดุเป็นครั้งคราว

โดยการใช้แบบจำลองข้างต้นที่ได้พิสูจน์ความเหมาะสมแล้วในงานวิทยานิพนธ์นี้ เราสามารถคำนวณหาเวลาที่ต้องใช้อบแห้งวัสดุในเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อลดความชื้นของวัสดุให้เหลือค่าที่ต้องการ ในกรณีการอบแห้งแบบปกติ (นั่นคือการอบแห้งที่ไม่มีการผสมวัสดุหรือสลับทิศทางของลมร้อน) และในกรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราว เวลาอบแห้งที่ต้องใช้อาจนิยามได้ 2 ลักษณะ คือ

ก. เวลาที่ต้องใช้ $\bar{\theta}_f$ เพื่อทำให้ความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของชั้นวัสดุเหลือค่าเท่ากับที่ต้องการ

ข. เวลาที่ต้องใช้ θ_f' เพื่อทำให้ความชื้นสุดท้ายที่ปลายด้านทางออกของลมร้อนเหลือค่าเท่ากับที่ต้องการ

ในภาคปฏิบัติแล้วเวลาอบแห้งที่ต้องใช้จริงน่าจะเป็น θ_f' มิฉะนั้นแล้วจะมีวัสดุบางส่วนที่ยังชื้นเกินไปทำให้เป็นบ่อเกิดของการเน่าเสียได้ในเวลาอันสั้น

ตารางที่ 5.1, 5.2, 5.3 และ 5.4 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่มค่าหนึ่งจนเหลือความชื้นสุดท้ายต่าง ๆ สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. ระหว่างกรณีการอบแห้งแบบปกติและการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราว ในที่นี้ θ_m คือช่วงห่างของเวลาที่เราเลือกผสมวัสดุแต่ละครั้ง อนึ่ง ตารางเหล่านี้ยังแสดงผลผลิตที่เครื่องอบแห้งจะสามารถผลิตเพิ่ม โดยเปรียบเทียบค่า θ_f' ระหว่างกรณีที่ไม่ผสมวัสดุ (นั่นคือ $\theta_m = \infty$ นาที) กับกรณีที่ผสมวัสดุทุก ๆ θ_m นาที

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	θ_f' (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น* (%)
∞	0.000	300	231	0.0 (ไม่มีการผสม)
50	0.020	250	231	16.7
100	0.010	268	231	10.7
150	0.007	285	231	5.0
200	0.005	268	231	10.7
250	0.004	250	231	16.7
300	0.003	300	231	0.0

* ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%) $\propto$ อัตราการประหยัดเวลาอบแห้ง (%)

$$= \frac{\text{เวลา } \theta_f' \text{ กรณีอบแห้งแบบปกติ} - \text{เวลา } \theta_f' \text{ กรณีอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราว}}{\text{เวลา } \theta_f' \text{ กรณีอบแห้งแบบปกติ}} \times 1$$

ตารางที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นฟางสำปะหลัง หนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	θ_f' (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	305	247	0.0 (ไม่มีการผสม)
50	0.020	250	247	18.0
100	0.010	283	247	7.2
150	0.007	295	247	3.3
200	0.005	283	247	7.2
250	0.004	250	247	18.0
300	0.003	300	247	1.6

ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยมีการผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)

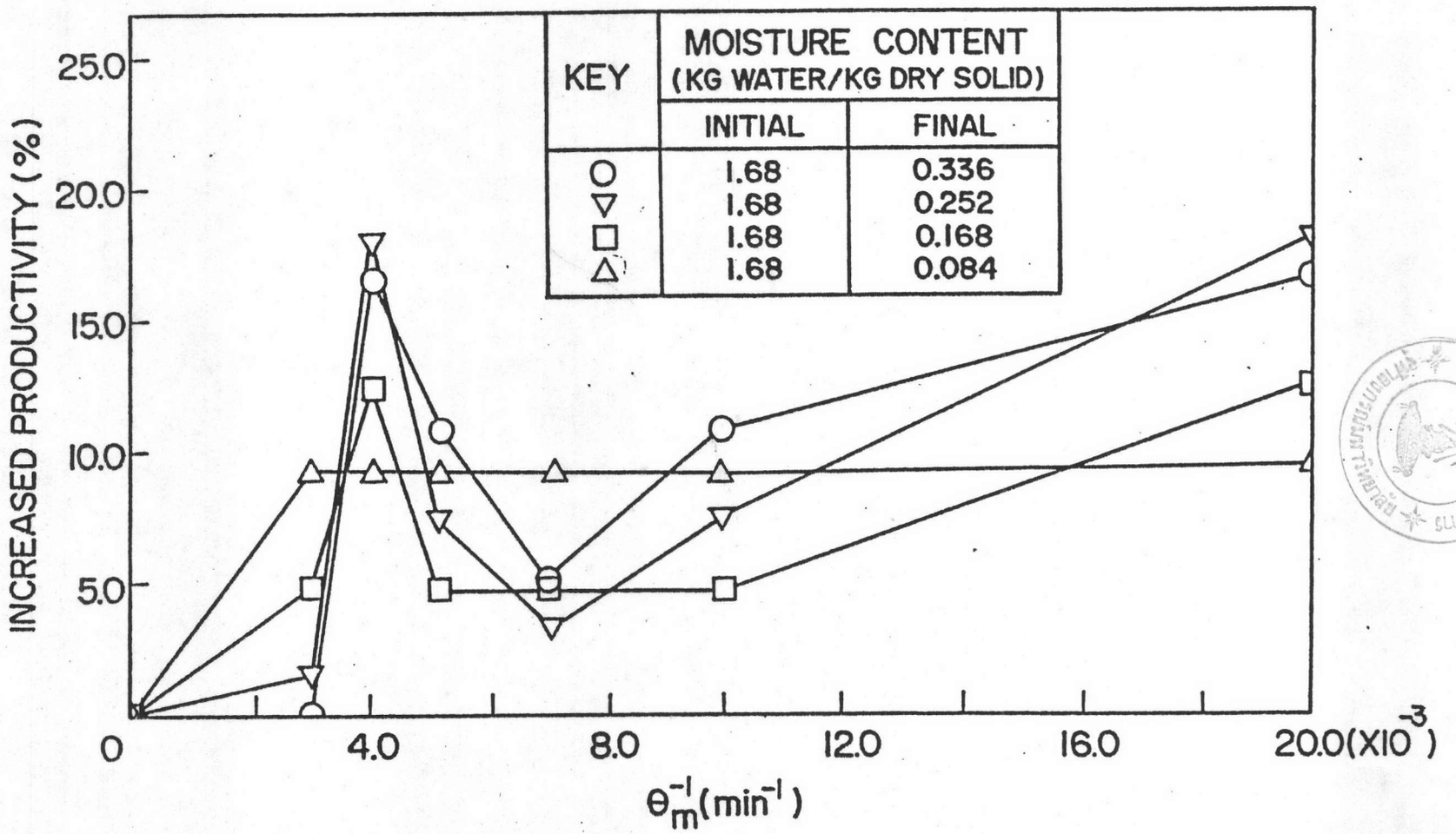
θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	θ_f' (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	315	265	0.0 (ไม่มีการผสม)
50	0.020	275	265	12.7
100	0.010	300	265	4.8
150	0.007	300	265	4.8
200	0.005	300	265	4.8
250	0.004	275	265	12.7
300	0.003	300	265	4.8

ตารางที่ 5.4 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง จนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก. วัสดุแห้งสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	θ_f^i (นาที)	$\bar{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)	
∞	0.000	330	288	0.0	(ไม่มีการผสม
50	0.020	300	288	9.1	
100	0.010	300	288	9.1	
150	0.007	300	288	9.1	
200	0.005	300	288	9.1	
250	0.004	300	288	9.1	
300	0.003	300	288	9.1	

จากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1-5.4 เราสามารถสรุปได้ว่า ในการอบแห้งวัสดุจนเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากัน การอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าหรือเท่ากับการอบแห้งแบบปกติเสมอ อนึ่งในกรณีดังกล่าวเวลาสิ้นสุดที่ใช้ในการอบแห้งจะเป็นกรณีที่ผสมวัสดุทุก ๆ 50 หรือ 250 นาที อนึ่งผลที่ได้ก็คือสามารถเพิ่มผลผลิตต่อวันได้สูงถึง 16.7%, 18.0%, 12.7% และ 9.1% สำหรับเงื่อนไขการอบแห้งในตารางที่ 5.1, 5.2, 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%) กับ θ_m^{-1}

อย่างไรก็ดีในภาคปฏิบัติเราจำต้องเสียเวลาจำนวนหนึ่งในการผสมวัสดุแต่ละครั้ง ถ้าการผสมวัสดุแต่ละครั้งกินเวลา (θ_x) = 10 นาที ผลการประหยัดเวลาที่ได้รับจะเปลี่ยนแปลงจากที่แสดงไว้ ในตารางที่ 5.1-5.4 ตารางที่ 5.5-5.8 แสดงผลการคำนวณสำหรับเงื่อนไขการอบแห้งในตารางที่ 5.1-5.4 ตามลำดับ ในกรณีที่ให้ θ_x = 10 นาที



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น(%) กับ θ_m^{-1} (กรณีไม่เสียเวลาในการผสมวัสดุแต่ละครั้ง)

ตารางที่ 5.5 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง จนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นฟันสาปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก ๆ θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	จำนวนครั้งที่ทำการผสมวัสดุ	เวลาทั้งหมดที่ในการผสมวัสดุ (นาที)	θ_f' (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	0	0	300	231	0.0
50	0.020	5	50	300	281	0.0
100	0.010	2	20	288	251	4.0
150	0.007	1	10	295	241	1.7
200	0.005	1	10	278	241	7.3
250	0.004	1	10	260	241	13.3
300	0.003	0	0	300	231	0.0

ตารางที่ 5.6 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นบางในสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	จำนวนครั้งที่ทำการผสมวัสดุ	เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผสมวัสดุ (นาที)	θ'_f (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	0	0	305	247	0.0
50	0.020	5	50	300	297	1.6
100	0.010	2	20	303	267	0.6
150	0.007	1	10	305	257	0.0
200	0.005	1	10	293	257	3.9
250	0.004	1	10	260	257	14.8
300	0.003	1	10	310	257	-1.6

ตารางที่ 5.7 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นบางสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	จำนวนครั้งที่ทำการผสมวัสดุ	เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผสมวัสดุ (นาที)	θ'_f (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	0	0	315	265	0.0
50	0.020	5	50	325	315	-3.2
100	0.010	2	20	320	285	-1.6
150	0.007	2	20	320	285	-1.6
200	0.005	1	10	310	275	1.6
250	0.004	1	10	285	275	9.5
300	0.003	1	10	310	275	1.6

ตารางที่ 5.8 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งขั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวทุก θ_m นาที แต่เสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ θ_x = 10 นาที)

θ_m (นาที)	$1/\theta_m$ (นาที$^{-1}$)	จำนวนครั้งที่ทำการผสมวัสดุ	เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผสมวัสดุ (นาที)	θ_f' (นาที)	$\overline{\theta}_f$ (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น
∞	0.000	0	0	330	288	0.0
50	0.020	6	60	360	348	-9.1
100	0.010	3	30	330	318	0.0
150	0.007	2	20	320	308	3.0
200	0.005	1	10	310	298	6.1
250	0.004	1	10	310	298	6.1
300	0.003	1	10	310	298	6.1

จากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.5-5.8 จะเห็นว่า ถ้าคิดเวลาเดินเครื่องอบแห้งโดยรวมเวลาที่ต้องใช้ในการผสมวัสดุกับเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งที่คำนวณได้ในตอนแรก เวลาที่ใช้จริงในการเดินเครื่องเพิ่มมากขึ้นถ้าผสมวัสดุถี่ขึ้น (นั่นคือ ถ้า θ_m มีค่าน้อย) ดังนั้นผลของการประหยัดเวลาเดินเครื่องจะขึ้นกับทั้งค่าของ θ_m' และ θ_x ด้วย

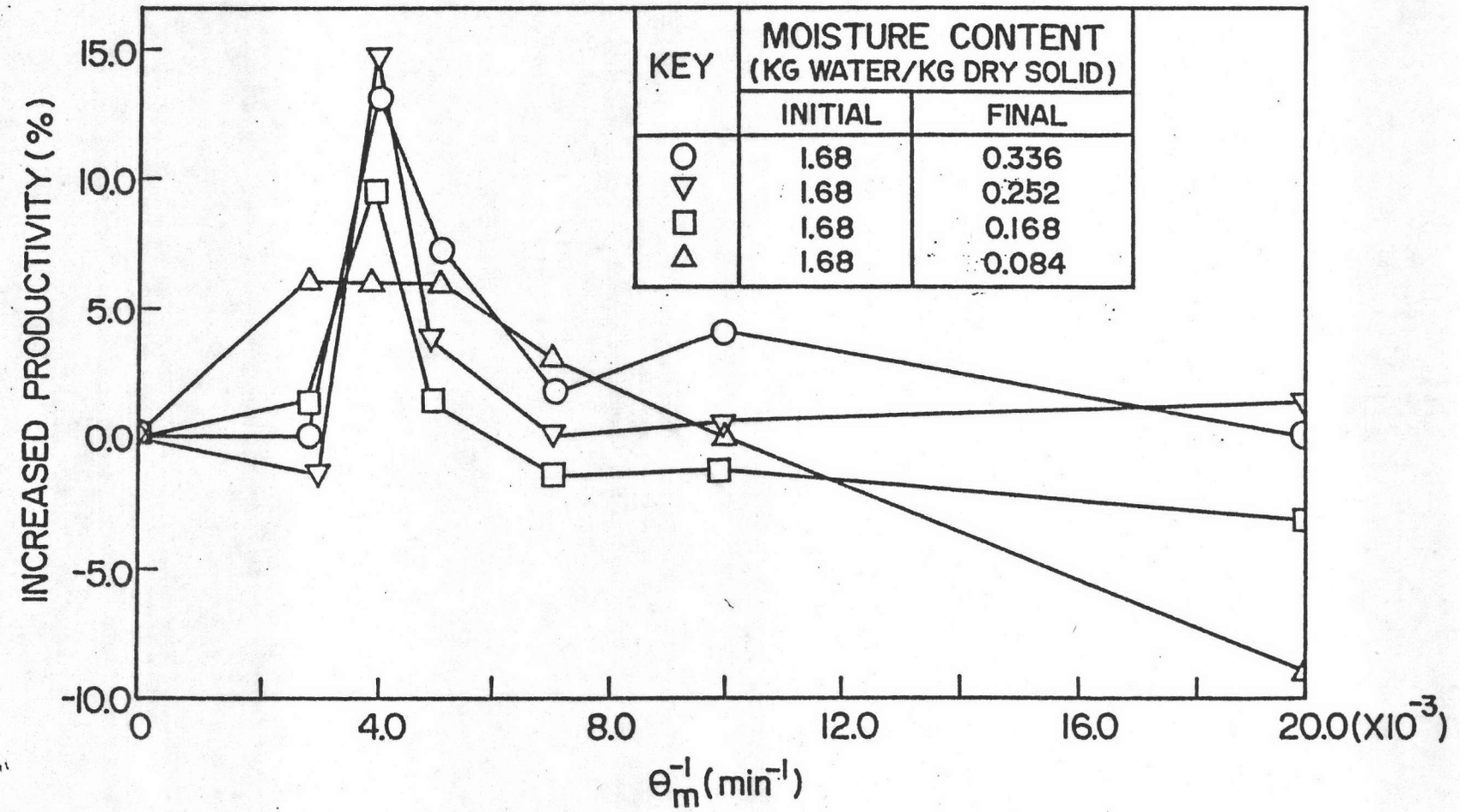
โดยทั่วไปถ้าเสียเวลาน้อยในการผสมวัสดุแต่ละครั้ง การประหยัดเวลามากที่สุดจะเกิดขึ้นที่ค่า θ_m น้อยลง (นั่นคือการผสมถี่ขึ้น) ในทางตรงกันข้ามถ้าการผสมวัสดุแต่ละครั้งต้องกินเวลานานก็เป็นธรรมดาที่ควรผสมถี่น้อยลง สำหรับกรณีที่แสดงในตารางที่ 5.5-5.8 การประหยัดเวลาสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ค่า θ_m สูง คือ 250 นาที อนึ่งผลของการประหยัดเวลาและการเพิ่มผลผลิตที่ได้จะมีค่าสูงถึง 13.3%, 14.8%, 9.5% และ 6.1% สำหรับเงื่อนไขในตารางที่ 5.5, 5.6, 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%) กับ θ_m^{-1}

5.2 การเพิ่มผลผลิตของการอบแห้งแบบงวด (Batch) โดยการสลับทิศทางของลมร้อน

สำหรับกรณีการอบแห้งโดยสลับทิศทางของลมร้อนเป็นครั้งคราว วัสดุที่อยู่ในย่านทางเข้าและออกของลมร้อนจะแห้งตัวเร็วกว่าวัสดุที่อยู่ย่านใจกลางของชั้นวัสดุ ดังนั้นเวลา θ_f ที่ต้องใช้อบแห้งจะหมายถึงเวลาที่ต้องใช้เพื่อทำให้ตำแหน่งที่มีความชื้นสูงสุดในชั้นวัสดุเหลือความชื้นเท่ากับค่าที่ต้องการ

ตารางที่ 5.9, 5.10, 5.11 และ 5.12 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่มค่าหนึ่งจนเหลือความชื้นสุดท้ายต่าง ๆ สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม ระหว่างกรณีการอบแห้งแบบปกติและกรณีการอบแห้งที่กลับทิศทางของลมร้อนทุก θ_m^r นาที

อนึ่งในการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนเราไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงเวลาที่เสียไปในการสลับทิศทางลมร้อนแต่ละครั้ง เพราะในภาคปฏิบัติเราสามารถออกแบบเครื่องอบแห้งที่สลับทิศทางของลมร้อนอย่างรวดเร็วได้โดยง่าย



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่เพิ่มขึ้น(%) กับ θ_m^{-1} (กรณีเสียเวลาในการผสมวัสดุครั้งละ 10 นาที)

ตารางที่ 5.9 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง จนเหลือความชื้น 0.336 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)

θ_m' (นาที)	$1/\theta_m'$ (นาที$^{-1}$)	θ_f (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	300	0.0
30	0.033	280	6.7
60	0.017	300	0.0
90	0.011	300	0.0
120	0.008	310	-3.3

ตารางที่ 5.10 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.252 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)

θ_m' (นาที)	$1/\theta_m'$ (นาที$^{-1}$)	θ_f (นาที	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	305	0.0
30	0.033	300	1.6
60	0.017	310	-1.6
90	0.011	310	-1.6
120	0.008	320	-4.9

ตารางที่ 5.11 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.168 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชื้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)

θ_m' (นาที)	$1/\theta_m'$ (นาที$^{-1}$)	θ_f (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	315	0.0
30	0.033	310	1.6
60	0.017	320	-1.6
90	0.011	330	-4.8
120	0.008	330	-4.8

ตารางที่ 5.12 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งวัสดุจากความชื้นแรกเริ่ม 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้งจนเหลือความชื้น 0.084 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง สำหรับการอบแห้งชื้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีการอบแห้งแบบปกติกับการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนทุก θ_m' นาที)

θ_m' (นาที)	$1/\theta_m'$ (นาที$^{-1}$)	θ_f (นาที)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (%)
∞	0.000	330	0,0
30	0.033	340	-3.0
60	0.017	340	-3,0
90	0.011	340	-3,0
120	0.008	350	-6.1

จากผลที่แสดงในตารางที่ 5.9-5.12 จะเห็นว่าการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวแทบไม่ช่วยประหยัดเวลาอบแห้งเลย ยิ่งกว่านั้นอาจทำให้เสียเวลามากกว่าการอบแห้งแบบปกติด้วยซ้ำ อย่างไรก็ดีการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมก็มีข้อดีกว่าการอบแห้งแบบปกติในแง่ที่ว่าที่เวลาสิ้นสุดของการอบแห้งการกระจายความชื้นในชิ้นวัสดุจะค่อนข้างสม่ำเสมอกว่ากรณีของการอบแห้งแบบปกติ ในกรณีหลังความชื้นที่ปลายด้านทางเข้าของลมร้อนจะต่ำกว่าที่ปลายด้านทางออกมาก

5.3 การยืนยันผลการประหยัดเวลาที่ทำนายโดยแบบจำลองข้างต้น

จากหัวข้อ 5.1 และ 5.2 จะเห็นได้ว่า การอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราวสามารถประหยัดเวลาอบแห้งได้สูงถึง 14.8% ถึง 6.1% ซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นสุดท้ายที่ต้องการ ส่วนการอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวแทบไม่ช่วยหรือหยัดเวลาอบแห้ง แต่ก็ช่วยให้ชิ้นวัสดุมีความชื้นสุดท้ายสม่ำเสมอขึ้น ในอุดมคติแล้ว เราควรทำการอบแห้งมันสำปะหลังภายในเงื่อนไขเหมือนกัน แต่ใช้วิธีการอบแห้งแบบต่าง ๆ (แบบปกติ แบบผสมวัสดุเป็นครั้งคราว และแบบกลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราว) เพื่อเปรียบเทียบและยืนยันผลของการประหยัดเวลาอบแห้งที่แบบจำลองได้ทำนายไว้ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2 ในการประเมินผลการประหยัดเวลาโดยใช้แบบจำลองนั้น เราสามารถทำได้โดยกำหนดให้ชิ้นวัสดุมีความชื้นแรกเริ่ม เหมือนกันหมดในทุกกรณี (กรณีอบแห้งปกติ กรณีผสมวัสดุเป็นครั้งคราว และกรณีสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราว) แล้วคำนวณหาเวลาที่จำเป็นต้องใช้ในการลดความชื้นสุดท้ายให้เหลือค่าที่สนใจเหมือนกันหมด แต่สิ่งที่เราได้ค้นพบในภาคปฏิบัติก็คือ ความชื้นแรกเริ่มของชิ้นวัสดุในการทดลองแต่ละครั้งจะไม่เท่ากันเนื่องจากการทดลองต้องกินเวลานาน ทำให้วัน ๆ หนึ่งทำการทดลองได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ดังนั้น ถ้าหั่นและเตรียมมันสำปะหลังไว้ให้พอกับการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ตั้งแต่แรกความชื้นแรกเริ่มในการอบแห้งแต่ละครั้ง ย่อมเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนั้นการกระจายความชื้นของชิ้นมันที่เพิ่งหั่นได้กับในชิ้นมันที่หั่นทิ้งไว้นานเป็นวัน ๆ ก็เปลี่ยนไปด้วย ถึงแม้จะซื้อมันมากองทิ้งไว้โดยไม่หั่นก็ตาม ความชื้นแรกเริ่มตลอดจนคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของมันก็ยังเปลี่ยนไปได้ เมื่อเวลาผ่านไปเป็นวัน ๆ นอกจากนี้ก็เป็นการยากที่จะหั่นชิ้นมันให้ได้ขนาดเหมือนกันหมดในการเตรียมการทดลองแต่ละครั้ง อนึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนที่ใช้ก็เปลี่ยนแปลงได้แต่ละวัน ถึงแม้จะรักษาอุณหภูมิของลมร้อนให้คงที่

ด้วยเหตุนี้ เราจึงได้พยายามคิดหาทางเลี่ยงปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทางเลี่ยงที่ได้คิดขึ้นก็คือ มีความจำเป็นหรือไม่ที่ต้องกำหนดให้ความชื้นแรกเริ่มมีค่าเท่ากันหมดในการทดลองแต่ละครั้งพูดกลับกันก็คือ เวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งจะยังเท่ากันหรือไม่ ถ้าเราลดความชื้นจากความชื้นแรกเริ่มใด ๆ จนเหลือความชื้นสุดท้ายที่มีเปอร์เซ็นต์เท่ากันเมื่อเทียบกับความชื้นแรกเริ่มนั้น ๆ

จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองเราพบว่าแม้แต่การอบแห้งแบบเดียวกันเช่นกรณีการอบแห้งแบบปกติเหมือนกัน ถ้าความชื้นแรกเริ่มต่างกัน เช่น 1.68 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง และ 1.20 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง เวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งเพื่อให้เหลือความชื้นสุดท้ายเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เท่ากันเมื่อเทียบจากความชื้นแรกเริ่มนั้น ๆ ก็ต่างกันด้วย (เช่น 316 และ 240 นาที ตามลำดับสำหรับการลดลงเหลือ 10% เหมือนกัน) ผลสรุปอย่างเดียวกันนี้ก็ใช้ได้กับกรณีอบแห้งแบบผสมวัสดุเป็นครั้งคราวและกรณีสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวด้วยเหตุนี้ทางเลี่ยงนี้จึงไม่ใช่วิธีที่ถูกต้อง

สรุปแล้วเราไม่อาจยืนยันผลการประหยัดเวลาอบแห้งระหว่างกรณีการอบแห้งแบบต่าง ๆ ได้โดยการทดลองโดยตรงก็จริง แต่เราก็ยังสามารถยืนยันผลโดยทางอ้อมได้ นั่นคือโดยการพิสูจน์ว่าแบบจำลองที่ได้ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถทำนายเวลาที่ต้องใช้อบแห้งได้ค่อนข้างแม่นยำไม่ว่าการอบแห้งจะเป็นแบบปกติ แบบผสมวัสดุเป็นครั้งคราวหรือแบบสลับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราว การพิสูจน์ความเหมาะสม ของแบบจำลองในกรณีการอบแห้งแบบต่าง ๆ นี้มีรายละเอียดอยู่ในหัวข้อ 4.5 ดังนั้น เราจึงมีความเชื่อมั่นพอสมควรว่าผลของการประหยัดเวลาอบแห้งที่แสดงไว้ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2 จะใกล้เคียงกับความเป็นจริง

5.4 ช่วงห่างของเวลา θ_m ที่เหมาะสมที่สุดในกรณีการอบแห้งโดยผสมวัสดุเป็นครั้งคราว

จากตารางที่ 5.1-5.4 เราพบว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ_f') จะสั้นที่สุดเมื่อช่วงห่างของการผสมวัสดุ θ_m มีค่า 50 หรือ 250 นาที ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตุว่าเมื่อเอาค่า θ_m = 50 หรือ 250 ไปหารค่า $\overline{\theta}_f$ ของการอบแห้งแบบปกติ การหารจะทำได้ลงตัวหรือเหลือเศษน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่า θ_m อื่น ๆ ในตารางดังกล่าว ดังนั้นข้อสรุปที่น่าสนใจมากก็คือค่า θ_m ที่เหมาะสมที่สุดในการลดเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งก็คือ ค่าที่หารเวลา $\overline{\theta}_f$ ที่ต้องใช้ในการอบแห้งโดยไม่ผสมวัสดุเลยได้ลงตัวหรือเกือบลงตัวที่สุด

5.5 สมมุติฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเราสามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อ 3.2 ในการคำนวณการกระจายความชื้นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของชิ้นวัสดุ ความชื้นเฉลี่ยของวัสดุและอัตราการอบแห้งของชิ้นวัสดุที่เวลาต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นแบบจำลองนี้ก็ยังใช้ได้กับวัสดุที่มีอัตราการอบแห้งที่คงที่และที่มีแต่อัตราการอบแห้งที่ความเร็วช้าลง

อย่างไรก็ดีสมมุติฐานของแบบจำลองนี้มีดังนี้

1. ใช้ได้เฉพาะเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน
2. ใช้ได้เฉพาะวัสดุที่มีเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นบางเป็นเส้นตรงในช่วงอัตราช้าลง
3. แบบจำลองนี้ไม่ได้คำนึงถึงความร้อนสัมผัสที่ต้องใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุ แต่คำนึงเฉพาะความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุ