บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดด้วยลมร้อน โดยทำการทดลองและเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวมของการอบแห้งในรูปแบบสมการทางทฤษฎีและแบบกึ่งทฤษฎี และทำการศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์การอบแห้งที่มีต่อการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด คือ อุณหภูมิลมร้อน ความเร็วลมร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อน พร้อมทั้งพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดเพื่อทำนายการอบแห้งเปรียบเทียบกับผลการทดลอง และหาสภาวะการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องอบแห้งที่สามารถปรับสภาวะภายในห้องอบ (รูป 3.1) มีวงจรการทำงานดังรูป 3.2
2. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Testo รุ่น 445 (รูป ก.1)
3. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Testo รุ่น 650 (รูป ก.2)
4. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Kane-May รุ่น KM330 Air Probe Type K (รูป ก.3)
5. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลความละเอียด 0.001 g ยี่ห้อ Sartorius รุ่น CP 323 S (รูป ก.4)
6. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลความละเอียด 0.001 kg ยี่ห้อ Union รุ่น NWT-15k (รูป ก.5)
7. เครื่องวัดความเร็วลมแบบดิจิตอล ยี่ห้อ TSI Made in USA. (รูป ก.6)
8. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) WBT Binder รุ่น BD/ED/FD with R3-Controller (รูป ก.7)
9. เครื่องวัดสี Miniscan XE plus (รูป ก.8)
10. เวอร์เนียร์ ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น Absolute Digimatic (รูป ก.9)
11. อุปกรณ์คว้านลำไย (ตุ๊ดตู่) (รูป ก. 10)

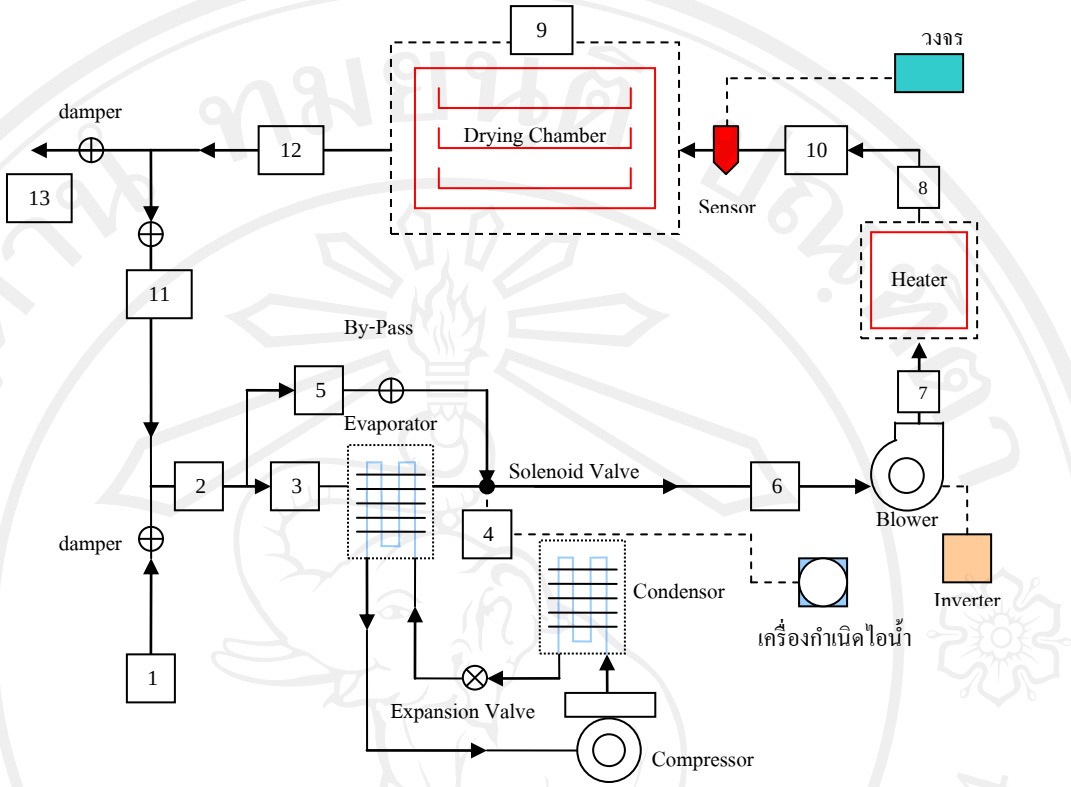
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งที่สามารถปรับสภาวะภายในห้องอบ

รูป 3.1 เครื่องอบแห้งที่สามารถปรับสภาวะภายในห้องอบ ที่ห้องปฏิบัติการอบแห้ง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนที่สามารถปรับสภาวะภายในห้องอบแห้งได้ รูปที่ 3.2 แสดงวงจรการทำงานของระบบโดย มีหลักการทำงานคือ ที่เวลาเริ่มต้นอากาศแวดล้อมซึ่งเป็นอากาศชื้นจะไหลเข้าเครื่องอบแห้งที่ตำแหน่ง 1 ในกรณีที่ต้องการลดความชื้นสัมพัทธ์อากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง อากาศแวดล้อมบางส่วนจะไหลผ่านชุดดึงความชื้นตำแหน่ง 3 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศจะลดลงตามต้องการ และในกรณีที่ต้องการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์อากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง ทำได้โดยการเพิ่มไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำที่ตำแหน่ง 4 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศจะเพิ่มตามต้องการ อากาศจะไหลผ่านพัดลม (Blower) โดยอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่อัตราส่วนความชื้นของอากาศคงที่ แล้วอากาศจะไหลผ่านเครื่องอุ่นอากาศร้อน (Heater) เพื่อทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จากนั้นอากาศร้อนจะไหลเข้าห้องอบแห้งที่ตำแหน่ง 9 อากาศที่ไหลผ่านกล้วยแผ่นจะนำความชื้นของอากาศออกมาด้วย ในกรณีที่ไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ อากาศที่ผ่านกล้วยแผ่นจะถูกปล่อยสู่อากาศทั้งหมดที่ตำแหน่ง 12 ส่วนกรณีที่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่จะนำอากาศที่ร้อนวนกลับมาผสมกับอากาศแวดล้อมตามสัดส่วนที่ต้องการที่ตำแหน่ง 11 และอีกส่วนจะถูกปล่อยออกสู่อากาศที่ตำแหน่ง 13 ซึ่งในการลดหรือเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์อากาศนั้นจะถูกควบคุมด้วยวงจรควบคุมตำแหน่ง 10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.2 วงจรการทำงานเครื่องอบแห้งที่สามารถปรับสภาวะภายในห้องอบ

ที่มา: (ณัฐวุฒิ สกุลเสถียร, 2553)

3.2 ข้อกำหนดในการทดลอง

3.2.1 การอบแห้งใช้ลำไยพันธุ์ดอ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25-30 mm

3.2.2 ความชื้นสุดท้ายของการอบประมาณ 18%db.

3.2.3 ในการพัฒนาสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งชั้นบาง ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิลมร้อน 50-90 ˚C ความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อน 3-62% และความเร็วลมร้อน 0.5-1.5 m/s

3.3 การทดลองและการวิเคราะห์

3.3.1 การอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดแบบชั้นบาง

การเตรียมตัวอย่าง

นำลำไยพันธุ์ดอ (ความชื้นเริ่มต้น 350-400 %db.) เส้นผ่านศูนย์กลาง 25-30 mm มาคว้านเมล็ดออกโดยอุปกรณ์คว้านลำไย (ตุ๊ดตู่) วางเรียงในตะแกรงจำนวน 5 ชิ้น (น้ำหนักรวมประมาณ 48-50 กรัม) จำนวน 3 ตะแกรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดลอง

1. เดินเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนก่อนใส่ตัวอย่างเพื่อให้ได้อุณหภูมิลมร้อนภายในห้องอบแห้ง 50 ˚C ความชื้นสัมพัทธ์ 16.1 % ความเร็วลมคงที่ 0.5 m/s

2. ก่อนการอบแห้งทำการเก็บข้อมูลคือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม, อุณหภูมิตัวอย่าง, สี และน้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง

3. ขณะอบแห้งจะมีตัวอย่าง 3 ชุด ทำการเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิตัวอย่าง, อุณหภูมิลมร้อน, อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, ความชื้นสัมพัทธ์ห้องอบ และน้ำหนักของตัวอย่างโดยบันทึกทุก 15 นาที ใน 1 ชั่วโมงแรก ทุก 30 นาที ใน 3 ชั่วโมงถัดมา และทุกๆ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งลำไยคว้านเมล็ดมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 18 %db. และทำการวัดสีลำไยคว้านเมล็ด

4. นำตัวอย่างลำไยคว้านเมล็ดอบแห้งไปหาน้ำหนักแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103˚C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (AOAC, 1995)

5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-4 ที่อุณหภูมิเดิมแต่เปลี่ยนความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนเป็น 19.7% และ 62.0% จากนั้นจึงเปลี่ยนความเร็วลมร้อน เป็น 1.0 m/s และ 1.5 m/s ตามลำดับ

6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิลมร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อนดังตาราง 3.1 ทั้งหมด 27 การทดลองแต่ละสภาวะการทดลองทำ 3 ซ้ำ

ตาราง 3.1 เงื่อนไขการทดลองอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดแบบชั้นบาง

ลำดับที่	T (˚C)	RH (%)	V (m/s)
1	50	16.1 ± 0.9	0.5
2	50	16.1 ± 0.9	1
3	50	16.1 ± 0.9	1.5
4	50	19.7 ± 0.6	0.5
5	50	19.7 ± 0.6	1
6	50	19.7 ± 0.6	1.5
7	50	62.0 ± 6.8	0.5
8	50	62.0 ± 6.8	1
9	50	62.0 ± 6.8	1.5
10	70	6.4 ± 0.3	0.5
11	70	6.4 ± 0.3	1
12	70	6.4 ± 0.3	1.5
13	70	10.1 ± 0.6	0.5
14	70	10.1 ± 0.6	1
15	70	10.1 ± 0.6	1.5
16	70	24.6 ± 3.6	0.5
17	70	24.6 ± 3.6	1
18	70	24.6 ± 3.6	1.5
19	90	3.1 ± 0.1	0.5
20	90	3.1 ± 0.1	1
21	90	3.1 ± 0.1	1.5
22	90	4.8 ± 0.4	0.5
23	90	4.8 ± 0.4	1
24	90	4.8 ± 0.42	1.5
25	90	11.2 ± 2.1	0.5
26	90	11.2 ± 2.1	1
27	90	11.2 ± 2.1	1.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวัดสีของลำไยคว้านเมล็ด

ทำการวัดใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Miniscan XE Plus ซึ่งค่าสีที่วัดได้แสดงด้วยค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b^*) ในระบบ CIE LAB โดยจะทำการวัดสีลำไยคว้านเมล็ดก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง ในการวัดค่าสีของลำไยคว้านเมล็ดจะทำการวัดสีจำนวน 5 ชิ้น ทำการวัดสีลำไยคว้านเมล็ด 3 จุด จุดละ 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ ค่า Chroma และค่า Hue angle ของลำไยคว้านเมล็ดโดยใช้สมการ (3.1) และ (3.2) ตามลำดับ

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \qquad (3.1)$$

$$\text{Hue Angle} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \qquad (3.2)$$

ในส่วนของการวิเคราะห์ค่าสี ของลำไยคว้านเมล็ด จะวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS (รุ่น 10.0) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

3.3.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์การอบแห้ง

นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3.3.1 มาวิเคราะห์หาความชื้น อัตราส่วนความชื้น และอัตราการอบแห้งที่เวลาใดๆ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลของอุณหภูมิลมร้อน, ความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อน และความเร็วลมร้อนที่มีผลต่อการอบแห้งของลำไยคว้านเมล็ด

3.3.3 การพัฒนาสมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้ง

นำข้อมูลการทดลองของการลดลงของความชื้นขณะอบแห้งมาพิจารณาหาช่วงการอบแห้งคงที่และช่วงการอบแห้งลดลง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบสมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งทางทฤษฎี และสมการจลนพลศาสตร์กึ่งทฤษฎี ดังนี้

1. นำข้อมูลการลดลงของความชื้นมาคำนวณหาอัตราส่วนความชื้น ตามสมการ (2.6)
2. นำผลการคำนวณหาอัตราส่วนความชื้นที่คำนวณได้จากข้อ 1มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดย ANOVA Analysis เพื่อดูว่าอุณหภูมิลมร้อน ความเร็วลมร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อนเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด
3. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวม (D) และค่าคงที่ของการอบแห้งกึ่งทฤษฎี (k) ที่เงื่อนไขการอบแห้งต่างๆ โดยนำค่าอัตราส่วนความชื้นจากผลการทดลอง มา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิเคราะห์สมการถดถอยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยใช้สมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งทางทฤษฎีตามสมการ (2.6) และสมการการอบแห้งกึ่งทฤษฎี ดังสมการ (2.17) ซึ่งจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวมและค่าคงที่ของการอบแห้งที่แต่ละเงื่อนไขการทดลองออกมา

4. สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวมและค่าคงที่ของการอบแห้งกับอุณหภูมิลมร้อน, ความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อน และความเร็วลมร้อน ด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้รูปแบบสมการ Arrhenius, New Modified Arrhenius (Inazu, 2002), โพลิโนเมียล, เอกโพเนนเชียล และสมการเส้นตรง

5. วิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองการอบแห้งกับผลการทดลอง เพื่อเลือกใช้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมในการทำนาย โดยพิจารณาจากค่า R^2 ดังสมการ (3.3) และค่า MRS ดังสมการ (3.4) และพิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นจากการทดลอง (MR_{exp}) กับอัตราส่วนความชื้นจากการคำนวณ (MR_{cal}) และกราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนความชื้น (MR) ระหว่างผลการทดลองและผลจากการคำนวณจากแบบจำลองแต่ละแบบกับระยะเวลาในการอบแห้ง

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(\bar{y} - y_i)^2} \tag{3.3}$$

$$MRS = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{N} \tag{3.4}$$

เมื่อ y_i คือ ค่าตัวแปรตามที่คำนวณได้จากสมการการวิเคราะห์แบบกำลังสองน้อยที่สุด

$\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ได้จากการทดลอง

$\hat{y}_i$ คือ ค่าของตัวแปรตามที่ได้จากการทดลอง

N คือ จำนวนครั้งที่ทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้ง

ทัศวรรณ (2546) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ดออก โดยแบบจำลองจะสามารถทำนายได้ดีในช่วงแรกและในช่วงท้ายของการอบแห้ง ส่วนช่วงกลางมีค่าแตกต่าง ในกรณีที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองของทัศวรรณ (2546) โดยทำการศึกษาผลของความเร็ว อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนในสมการจลนพลศาสตร์ที่มีต่ออัตราการอบแห้ง ซึ่งใช้สมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งทางทฤษฎี สมการค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นมีความสัมพันธ์กับความชื้นวัสดุ อุณหภูมิลมร้อน ความเร็วลมร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อน

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการอบแห้งหลังการปรับปรุง โดยนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับการจำลองสภาพการอบแห้งในการเปรียบเทียบของแบบจำลองสภาพการอบแห้งได้ใช้เงื่อนไขการทดลองคือ อุณหภูมิลมร้อน 70°C ความชื้นสุดท้าย 18%db. อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0% โดยเปรียบเทียบค่าความชื้นของลำไย เวลาอบแห้ง

แบบจำลองนี้ประกอบด้วยแบบจำลองของห้องอบแห้ง โดยมีสมมุติฐานของแบบจำลองดังนี้

- มีสมดุลทางความร้อนระหว่างอากาศชื้นและวัสดุ
- ไม่มีสมดุลทางความชื้นระหว่างอากาศชื้นและวัสดุ
- มีการหุ้มฉนวนที่ผนังของเครื่องอบแห้งอย่างดี
- ไม่มีการอัดตัวของอากาศชื้น
- อุณหภูมิเริ่มต้นของกล้วยแผ่นและเครื่องอบแห้งเท่ากับอุณหภูมิอบแห้ง

โดยแบบจำลองประกอบไปด้วยแบบจำลองคุณสมบัติของอากาศชื้นที่ทางเข้าห้องอบแห้งและที่ทางออกของห้องอบแห้ง แบบจำลองความสิ้นเปลืองพลังงาน และแบบจำลองการอบแห้ง โดยมีขั้นตอนการคำนวณดังรูปที่ 2.3

การนำสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ดไปใช้ในการจำลองสภาพการอบแห้ง

ในการจำลองสภาพการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดนั้น จะเลือกเอาสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ดที่ทำนายผลได้ใกล้เคียงกับการทดลองมากที่สุด ระหว่างสมการจลนพลศาสตร์ทางทฤษฎีกับแบบกึ่งทฤษฎี โดยพิจารณาจากค่า R^2 และค่า MRS มาใช้ในการจำลองสภาพการอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการคำนวณในการจำลองสภาพของการอบแห้ง

ในการจำลองสภาพการอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ดจะกำหนดค่าคงที่ที่ใช้กับแบบจำลอง คือ ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ 2,502 kJ/kg_{water} ความดันบรรยากาศ 101.325 kPa ความจุความร้อนจำเพาะของไอน้ำ 1.88 kJ/kg_{water}°C ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง 1.006 kJ/kg_{water}°C ขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมการจำลองสภาพการอบแห้งแสดงดังรูป 2.3 ดังนี้

1. ป้อนเงื่อนไขเริ่มต้นน้ำหนักเริ่มต้นของลำไยคว้านเมล็ด (m_p) 1.0 kg อุณหภูมิอากาศแวดล้อม (T_{amb}) 29.6 °C ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม (RH_{amb}) 69.5% ความชื้นเริ่มต้นของลำไยคว้านเมล็ด (M_{in}) 372.2 %db. และ ความชื้นสุดท้ายของลำไยคว้านเมล็ด (M_f) 18 %db.

2. ป้อนเงื่อนไขที่พิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้ง 70 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 10.6% ความเร็วลมร้อน 1.0 m/s และอัตราส่วนการนำอากาศที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่(RC) 0 %

3. คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ โดยป้อนพื้นที่ห้องอบแห้ง คำนวณอัตราส่วนความชื้นของอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง

4. โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าคงที่ของการอบแห้งและค่าความชื้นสมดุลของเนื้อลำไยจากอุณหภูมิลมร้อนและความชื้นสัมพัทธ์อากาศก่อนเข้าห้องอบ ดังสมการ (2.13) จากนั้นคำนวณความชื้นของลำไยคว้านเมล็ด ดังสมการ (2.34) (กรณีใช้สมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งทางทฤษฎี) หรือ (2.35) (กรณีใช้สมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งกึ่งทฤษฎี) และอัตราส่วนความชื้นของอากาศและอุณหภูมิลมร้อนที่ออกจากห้องอบแห้งในชั้นนั้นๆ ดังสมการ (2.31) และ (2.33) ตามลำดับ

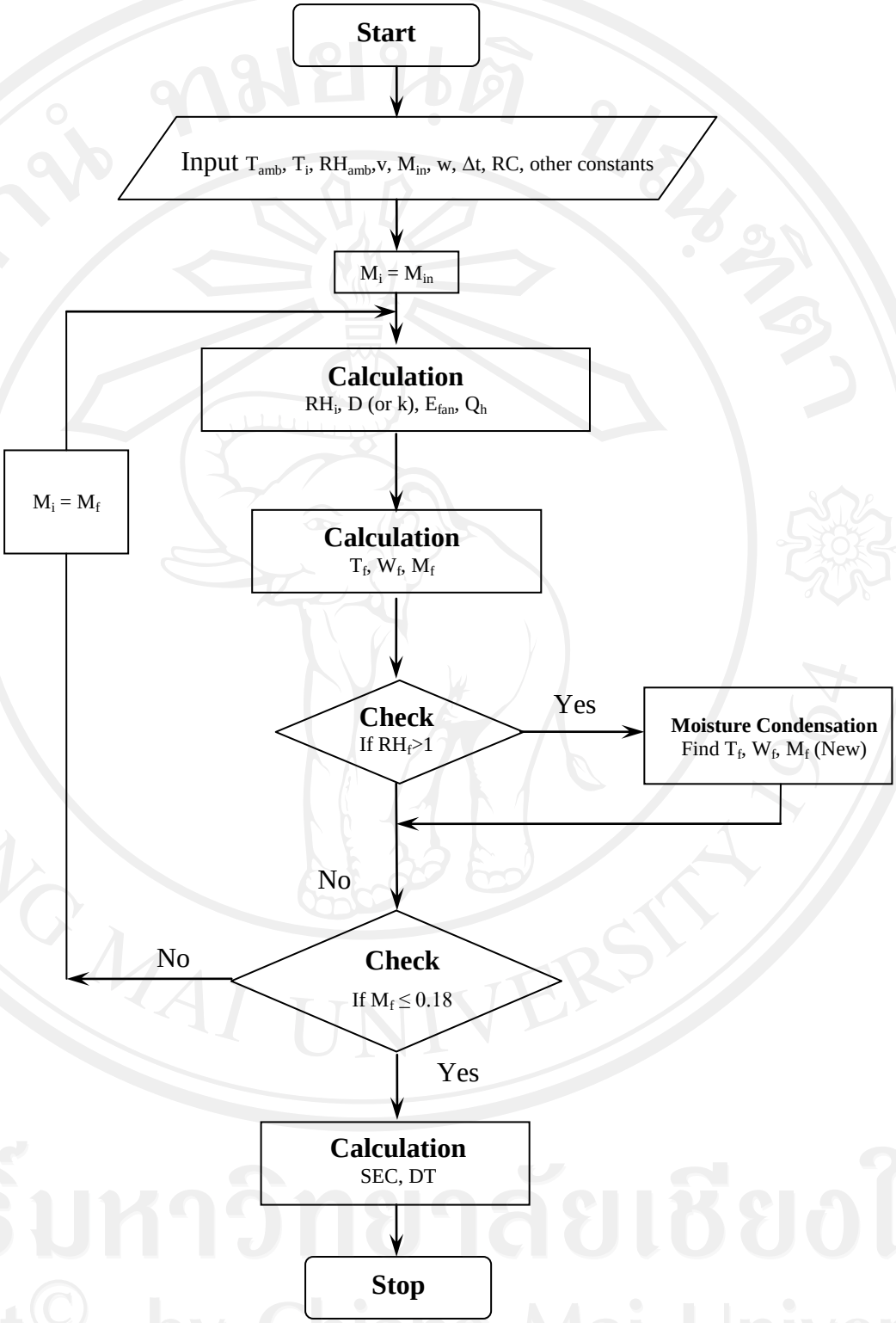
5. คำนวณคุณสมบัติอากาศออกจากห้องอบแห้งนั้นได้แก่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และอัตราส่วนความชื้นของอากาศออกจากห้องอบแห้ง จากนั้นพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ถ้ามากกว่า 1 ให้ทำกระบวนการคำนวณ Moisture Condensation เพื่อคำนวณหาอุณหภูมิลมร้อน อัตราส่วนความชื้นของอากาศ และความชื้นของลำไยคว้านเมล็ดที่ถูกต้อง

6. ตรวจสอบความชื้นเฉลี่ยของลำไยคว้านเมล็ด ถ้ายังมากกว่าความชื้นที่ต้องการ ให้คำนวณในข้อที่ 4-5 จนกระทั่งได้ความชื้นที่ต้องการ ให้สิ้นสุดการคำนวณ

7. คำนวณค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ดังสมการ (2.44)

8. แบบจำลองแสดงค่าความชื้นเฉลี่ย และเวลาอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.3 แผนผังการจำลองสภาพของการอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ทำการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพกับผลการทดลอง โดยได้ทำการจำลองสภาพอบแห้งลำไยแบบคว้านเมล็ดที่เงื่อนไขเดียวกับการการทดลอง

ในการอบแห้งทำการเก็บข้อมูลดังนี้ น้ำหนักลำไยคว้านเมล็ด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม อุณหภูมิของวัสดุอบแห้ง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนก่อนเข้าและหลังออกห้องอบแห้งโดยทำการเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมงจนกระทั่งลำไยคว้านเมล็ดมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 18 %db. จากนั้นนำข้อมูลน้ำหนักมาคำนวณให้อยู่รูปความชื้นของลำไยคว้านเมล็ด จากนั้นทำการเปรียบเทียบความชื้นของลำไยคว้านเมล็ด เวลาอบแห้ง

3.3.5 การวิเคราะห์หาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของลำไยคว้านเมล็ด

ในการวิเคราะห์หาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของลำไยคว้านเมล็ด จะทำการพิจารณาผลของอุณหภูมิลมร้อน, ความเร็วลมร้อน และสัดส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่จากการจำลองสภาพการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด แล้วพิจารณาเลือกสภาวะที่เหมาะสมจากค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและเวลาอบแห้งที่ต่ำ โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าสภาวะการอบแห้งนั้นต้องสามารถอบแห้งลำไยได้ถึง 18 %db.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved