

ชื่อโครงการ “การพัฒนาเครื่องอบสมุนไพร”

The improvement of the oven for herb drying in SME pharmaceutical

จอมเทียน คิมทอง, ชญาศักดิ์ รุ่งเจริญสินและ กันยรัตน์ คมวัชร

1) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email: kanyarat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาเครื่องอบสมุนไพรของโรงงานพระธรรมขันต์โอสถ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเครื่องอบในปัจจุบันจะใช้เตาถ่านในการให้ความร้อน จึงพบปัญหาเรื่องอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอและไม่มีการควบคุมการกระจายความร้อนภายในเครื่องซึ่งอาจมีผลทำให้คุณภาพของยาไม่คงที่ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องอบจึงได้มีการศึกษาแหล่งกำเนิดความร้อนใหม่รวมทั้งการศึกษากวาระอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการอบสมุนไพร ในโครงการนี้ได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ควบคู่กับพลังงานไฟฟ้าเพื่อทดแทนพลังงานในรูปแบบเดิมจากการทดลองพบว่าเครื่องอบรูปแบบใหม่สามารถอบสมุนไพรได้ในเวลาใกล้เคียงกับเครื่องอบแบบเดิมแต่ลดขั้นตอนลงในสภาวะอากาศภายนอกที่แดดส่องถึงตลอดทั้งวันจึงจะให้ประสิทธิภาพที่ดี อย่างไรก็ตามเครื่องอบสมุนไพรสามารถใช้ได้ทั้งในสภาวะที่ไม่มีแสงแดดและอากาศเย็นเพราะได้มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดความร้อนเพื่อให้ความร้อนและพัดลมระบายความร้อนในกรณีที่อากาศร้อนภายในร้อนเกินไป

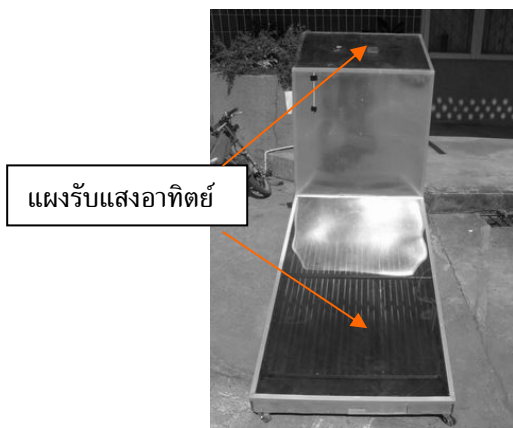
คำสำคัญ: การอบแห้ง, ยาสมุนไพร, ความชื้น, การกระจายของลมความร้อน

1. หลักการและเหตุผล

แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, ไม่เสียค่าใช้จ่ายและมีอยู่ทุกหนแห่ง ดังนั้นจึงมีคนมากมายได้พยายามนำพลังงานดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การตากแห้งผลผลิตทางการเกษตร, ผลิตกระแสไฟฟ้า, ผลิตยาสมุนไพร เป็นต้น แม้พลังงานแสงอาทิตย์จะมีคุณประโยชน์มากมายแต่ก็ยังมีข้อด้อยคือให้อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ส่งผลให้ชาวบ้านที่ต้องพึ่งแสงอาทิตย์ในการทำแห้งเม็ดยาสมุนไพรจึงหันมาใช้เตาถ่านช่วยในการอบยาควบคู่ไปกับการตากแดดเพื่อลดระยะเวลาในการทำแห้งลง ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาเครื่องอบสมุนไพรพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อให้สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่ไปกับการใช้ตัวทำความร้อน ทำให้สามารถอบได้ทั้งกรณีที่มีแดดและไม่

การสนับสนุนการวิจัยในเรื่องยาแผนโบราณ เพื่อให้มีการผลิตอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพได้ เป็นนโยบายแห่งชาติด้านยาตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 และได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาจนถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ซึ่งเน้นถึงการพัฒนาเพื่อยกระดับภูมิปัญญาไทยให้มีความทัดเทียมกับภูมิปัญญาสากล ผู้ประกอบการของโรงงานพระธรรมขันต์โอสถซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่ได้ดำเนินการผลิตยาสมุนไพรมาเป็นเวลานานกว่า 50 ปี ตั้งอยู่ ถ. รื่นรมย์ อ. เมือง จ. ขอนแก่น ซึ่งปัจจุบันใช้เทคโนโลยีระดับภูมิปัญญาชาวบ้านได้มีความต้องการที่จะปรับปรุงและยกมาตรฐานของกระบวนการผลิตยาสมุนไพรโดยเฉพาะการอบเม็ดยา โดยปกติของการผลิตยาสมุนไพรเริ่มจากการบดแห้งของตัวยา อาทิเช่น เปลือกมะกรูด เจตตะมูลเพลิง กระเทียม ดีปลี พิมพ์เสน

ชะเอม การบูร ฯลฯ แล้วนำไปผสมตามสัดส่วนที่ต้องการจากนั้นนำไปทำเปียกและผ่านเข้าเครื่องอัดเม็ดแบบใช้มือกด เม็ดที่อัดได้จะนำไปทำแห้งโดยตากแดดก่อนที่จะนำเข้าเตาอบ ในช่วงฤดูร้อนการตากแดดในช่วงระหว่างเวลากลางวัน สามารถช่วยทำให้ความชื้นในเม็ดยาลดลงจาก 62 เปอร์เซ็นต์ เป็น 11 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศขณะนั้น ถ้าความชื้นในเม็ดยามากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ก็จำเป็นต้องใช้ตู้อบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นตามข้อกำหนดชนิดผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1.1 เครื่องอบด้านหน้า



ภาพที่ 1.2 เครื่องอบด้านข้าง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษากระบวนการในการอบสมุนไพรให้มีคุณภาพสม่ำเสมอหรือความชื้นที่เหมาะสม

- 2.2 ปรับปรุงเครื่องอบให้เหมาะสมโดยคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพรและการลดการสูญเสียพลังงาน
- 2.3 เพิ่มระบบความปลอดภัยในทักษะของเทคโนโลยีชาวบ้าน
- 2.4 เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการอบสมุนไพรชนิดอื่นได้

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 3.1 เครื่องอบสมุนไพรพลังงานแสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 1.1 และ 1.2
- 3.2 Heater สำหรับให้ความร้อนจากทางด้านล่างของเครื่องอบ
- 3.3 พัดลมดูดอากาศ เพื่อระบายความชื้นออกทางด้านหลังของเครื่องอบ
- 3.4 Sensor ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องอบให้สม่ำเสมอโดยการเปิด-ปิด heater และพัดลมดูดอากาศ
- 3.5 ถาดอลูมิเนียมเจาะรูทั่วทั้งถาดใช้วางเม็ดยาเปียกเพื่อนำเข้าอบ
- 3.6 แผงสังกะสีทาสีดำเพื่อรับแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
- 3.7 เม็ดยาสมุนไพรของโรงงานพระธรรมขันธ์ โอสถ

4. ขั้นตอนการทดลอง

- 4.1 ตั้งเครื่องอบไว้กลางแจ้งโดยหันแผงรับความร้อนเอียงทำมุม 14 องศากับพื้นราบไปทางทิศใต้เพื่อให้สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดวัน
- 4.2 นำเม็ดยาที่เปียกเทลงถาดที่มีรูพรุนโดยพยายามไม่ให้เม็ดยาซ้อนเม็ดกัน
- 4.3 นำถาดยาใส่เครื่องอบจนครบทั้ง 5 ถาด
- 4.4 เปิด Heater ให้ความร้อนพร้อมตั้ง sensor ที่ 65 องศาเซลเซียสเพื่อควบคุมให้ heater เริ่ม

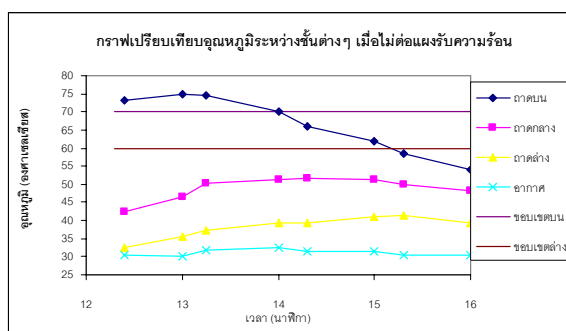
- ทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 65 องศาเซลเซียส และหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส
- 4.5 ตั้ง Sensor เพื่อควบคุมพัดลมดูดอากาศให้เริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 70 องศาเซลเซียส และหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส
- 4.6 บันทึกค่าอุณหภูมิทุก 60 นาทีสำหรับการทดลองใช้เครื่องอบก่อนการทดลองอบยาจริง
- 4.7 บันทึกค่าอุณหภูมิทุก 30 นาทีสำหรับการทดลองอบยาจริง

5. ผลการทดลอง

จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

- 5.1 ไม่มียาและไม่ต่อแผงรับความร้อน
- 5.2 ไม่มียาและต่อแผงรับความร้อนตั้งกลางแดด
- 5.3 มียาและต่อแผงรับความร้อนตั้งกลางแดด
- 5.4 มียาและใช้ Heater โดยไม่ต่อแผงรับความร้อน ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังนี้
- 5.1 ทดลองวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบ (ไม่มียา) โดยไม่ต่อแผงรับความร้อนและไม่ใช้ heater

ในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบชั้นบน, ชั้นกลาง, ชั้นล่าง และอุณหภูมิอากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 30 นาที และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับเวลา (นาฬิกา)



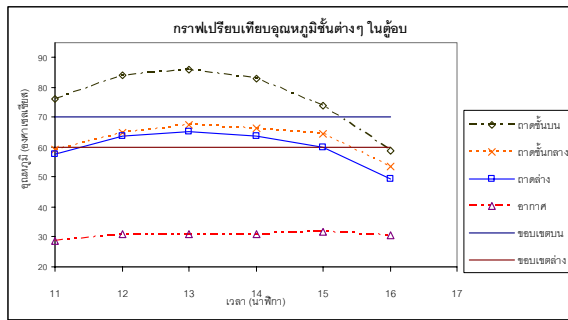
กราฟที่ 5.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิชั้นต่างๆ เมื่อไม่ต่อแผงรับความร้อนและไม่ใช้ heater (ไม่มียา)

จากผลการทดลองพบว่าบริเวณภาชนะบนมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 67 องศาเซลเซียส, บริเวณภาชนะกลางมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 49 องศาเซลเซียสและชั้นล่างมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 39 องศาเซลเซียส เนื่องจากไม่ต่อแผงรับความร้อนทำให้อุณหภูมิทางด้านล่างต่ำกว่าทางด้านบนมากแต่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเพราะความร้อนที่ถ่ายเทลงมาจากทางด้านบนซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของภาชนะบนต่ำลงเรื่อยๆ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยคือ 31 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่ 5.1 พบว่าอุณหภูมิที่ภาชนะบนในช่วงแรกจะสูงกว่า 70 องศาเซลเซียสและลดลงจนถึง 55 องศาเซลเซียส ส่วนที่ภาชนะกลางอุณหภูมิประมาณ 49 องศาเซลเซียสและภาชนะล่างมีอุณหภูมิประมาณ 39 องศาเซลเซียสซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิในช่วงที่ต้องการมาก ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแผงรับความร้อนมีความจำเป็นต่อเครื่องอบมากเพราะหากไม่ต่อแผงรับความร้อนอุณหภูมิที่ 2 ชั้นด้านล่างจะต่ำเกินไปทำให้ต้องใช้เวลาในการอบนานและเมื่อยาอาจไม่แห้งเท่าที่ควร ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่ภาชนะล่างจะใกล้เคียงกับการตากแดดธรรมดาแต่เนื่องจากอยู่ในระบบปิดการระบายอากาศมีน้อยทำให้ประสิทธิภาพยังต่ำกว่าการตากแดดธรรมดา

5.2 ทดลองวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบ (ไม่มียา) โดยยังไม่มี heater

ในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบชั้นบน, ชั้นกลาง, ชั้นล่างและอุณหภูมิอากาศเป็นเวลา 5 ชั่วโมง โดยบันทึกค่าอุณหภูมิทุกชั่วโมง และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับเวลา (นาฬิกา)



กราฟที่ 5.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิชั้นต่างๆ ในเครื่องอบ (ไม่มียา)

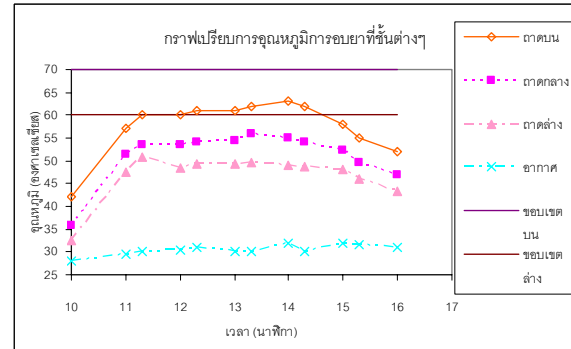
จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของถาดทั้ง 3 ชั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่เวลาประมาณ 13.00 น. จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง พิจารณابริเวณถาดชั้นบน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 77 องศาเซลเซียสเนื่องจากได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง, บริเวณถาดชั้นกลาง และชั้นล่างอุณหภูมิจะใกล้เคียงกันคือประมาณ 60 องศาเซลเซียสโดยเฉลี่ยเนื่องจากถาดชั้นกลางได้รับความร้อนจากทั้งทางด้านบนและด้านล่าง ส่วนบริเวณถาดชั้นล่างจะได้รับความร้อนจากแผงรับความร้อน จะเห็นว่าเครื่องอบสามารถเพิ่มอุณหภูมิให้สูงถึง 60 องศาเซลเซียสในขณะที่อุณหภูมิอากาศตลอดวันคือ 30.6 องศาเซลเซียสโดยเฉลี่ยซึ่งสามารถนำมาใช้ออบยาได้

จากกราฟที่ 5.2 ช่วงอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมให้เหมาะสมต่อการอบยาคือ 60-70 องศาเซลเซียส ในการทดลองนี้พบว่าอุณหภูมิที่ถาดบนสูงถึง 86 องศาซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพเม็ดยาจำเป็นต้องใช้พัดลมดูดอากาศมาช่วยในการลดอุณหภูมิเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบยา ส่วนที่ถาดกลางและล่างอุณหภูมียังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการอบยา

5.3 ทดลองวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบ ขณะอบยาโดยไม่ใช้ heater

ในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบชั้นบน, ชั้นกลาง, ชั้นล่างและอุณหภูมิอากาศเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 30 นาที

และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับเวลา (นาฬิกา)



กราฟที่ 5.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิชั้นต่างๆ ขณะอบยา

จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของถาดทั้ง 3 ชั้นจะเพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง พิจารณابริเวณถาดชั้นบนอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 58 องศาเซลเซียสเนื่องจากได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง, บริเวณถาดชั้นกลางอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 52 องศาเซลเซียสและชั้นล่างอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 47 องศาเซลเซียส จะเห็นว่าเครื่องอบสามารถเพิ่มอุณหภูมิให้สูงประมาณ 50 องศาเซลเซียสในขณะที่อุณหภูมิอากาศตลอดวันคือ 30.5 องศาเซลเซียสโดยเฉลี่ย อุณหภูมิที่ต่ำลงอาจมีสาเหตุจากช่องระบายความชื้นด้านหลังและพัดลมระบายอากาศเล็กเกินไปทำให้ความชื้นในเม็ดยาไม่สามารถระเหยได้ทัน

จากกราฟที่ 5.3 พบว่าอุณหภูมิที่ถาดชั้นบนอยู่ในช่วง 60-70 องศาเซลเซียสซึ่งเหมาะต่อการอบยา ส่วนถาดกลางและถาดล่างอุณหภูมียังต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียสเนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิยังไม่ดีพอและยังไม่ได้ใช้ heater ให้ความร้อนช่วยในการที่อุณหภูมิยังต่ำเกินไปส่งผลให้ยาที่ถาดกลางและล่างต้องใช้เวลาในการอบนานขึ้นและคุณภาพยาอาจไม่ดีเท่าที่ควร

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเม็ดยาตามมาตรฐานเป็ยกหาได้จากสูตร

$$\frac{\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเม็ดยา}}{(\text{น้ำหนักยาก่อนอบ}-\text{น้ำหนักยาหลังอบ}) \times 100\%} = \text{น้ำหนักเม็ดยาก่อนอบ} \quad (1)$$

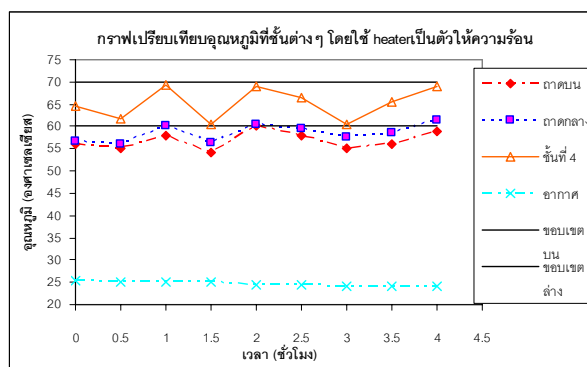
หลังผ่านการอบพบว่าสามารถลดความชื้นของเม็ดยาที่ชั้นบนและชั้นกลางได้ค่าเปอร์เซ็นต์ดังนี้

% ความชื้นของเม็ดยาถาดบน = 62.99%

% ความชื้นของเม็ดยาถาดกลาง = 51.56%

5.4 ทดลองวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบขณะอบยาโดยใช้ Heater เป็นตัวให้ความร้อน

ในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบชั้นบน, ชั้นกลาง, ชั้นที่ 4 และอุณหภูมิอากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 30 นาที และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับเวลา (นาฬิกา)



กราฟที่ 5.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิชั้นต่างๆ ขณะอบยาโดยใช้ heater เป็นตัวให้ความร้อน

จากผลการทดลองพบว่าบริเวณถาดชั้นบนมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 57 องศาเซลเซียส, บริเวณถาดชั้นกลางมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 59 องศาเซลเซียสและชั้นล่างมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยคือ 65 องศาเซลเซียส เนื่องจากใช้ heater เป็นตัวให้ความร้อนจากทางด้านล่างของเครื่องอบ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยคือ 24.6 องศาเซลเซียส ซึ่งเพียงพอที่จะใช้ในการอบยา

จากกราฟที่ 5.4 พบว่าอุณหภูมิที่ถาดล่างอยู่ในช่วง 60-70 องศาเซลเซียสส่วนถาดกลางและถาดบนอุณหภูมิยังต่ำอยู่เนื่องจากอุณหภูมิในช่วงเวลานั้นประมาณ 25 องศาเซลเซียสและในการทดลองใช้ heater ซึ่งตั้งอุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียสเพียงตัวเดียวในการให้ความร้อน อุณหภูมิที่ 2 ถาดด้านบนจึงต่ำกว่าช่วงที่ต้องการ

หลังผ่านการอบพบว่าสามารถลดความชื้นของเม็ดยาที่ชั้นบนและชั้นกลางได้ค่าเปอร์เซ็นต์ดังนี้

% ความชื้นของเม็ดยาถาดบน = 49.47%

% ความชื้นของเม็ดยาถาดกลาง = 57.79%

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- 6.1 จากกราฟ 5.1 เป็นการทดลองโดยใช้เครื่องอบโดยไม่ต่อแผงรับความร้อนเพื่อหาความสำคัญของแผงรับความร้อน จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่ชั้นบนและชั้นล่างมีอุณหภูมิต่างกันประมาณ 28 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิที่ได้ยังไม่สูงพอสำหรับการอบยาและเป็นการยืนยันว่าแผงรับความร้อนมีความจำเป็นต่อเครื่องอบ
- 6.2 จากกราฟที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องอบที่ใช้ควบคู่กับแผงรับความร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่าความร้อนจากแสงแดดโดยเฉลี่ยมากกว่า 30 องศาเซลเซียส เมื่อภายนอกมีอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ในตอนกลางวันตั้งแต่เวลา 12.00-15.00 น.
- 6.3 จากกราฟที่ 5.3 เป็นการอบโดยใช้แสงแดดเพียงอย่างเดียวแสดงให้เห็นว่าเครื่องอบสามารถใช้ได้เป็นอย่างดีในกรณีที่ท้องฟ้าแจ่มใส
- 6.4 จากกราฟที่ 5.4 เป็นการอบโดยใช้ heater (ไม่ใช้แดด) แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ได้ในวันที่มีอากาศเย็นหรือวันที่ฝนตก
- 6.5 จากการประเมินความพึงพอใจโดยการเปรียบเทียบสีของเม็ดยาหลังจากผ่าน

เครื่องอบพบว่าผู้ผลิตมีความพึงพอใจและถือว่ามาตรฐานที่ดีทั้งด้านระดับคุณภาพของสินค้าและการลดขั้นตอนการทำงาน

7. ข้อเสนอแนะ

- 7.1 เครื่องอบที่ใช้ควรมีการติดตั้งระบบระบายอากาศที่เพียงพอต่อการระบายไอน้ำในปริมาณมาก
- 7.2 ควรมีการวัดความชื้นในเครื่องอบเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปเนื่องจากความชื้นของเม็ดยาอาจจะไม่สามารถออกมา
- 7.3 การติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ยังไม่เรียบร้อยควรมีการวางสายไฟและเครื่องมือต่างๆ ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการใช้, เป็นระเบียบและปลอดภัย
- 7.4 ควรมีการแก้ไขตรงบริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างส่วนที่ใช้อยู่กับแผงรับความร้อนโดยควรมีการนำแผ่นยางมาบุบริเวณรอยต่อเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน
- 7.5 แผงรับแสงอาทิตย์ควรจะปรับได้เพื่อให้สามารถรับความร้อนอย่างเหมาะสมในกรณีที่อบยาสมุนไพรในปริมาณไม่เท่ากันและกรณีที่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป
- 7.6 เพิ่มความสะดวกและลดเวลาในการทำงานลงเนื่องจากไม่ต้องขนย้ายเม็ดยาที่ตากแดดไปเข้าเครื่องอบ
- 7.7 เพิ่มความปลอดภัยเพราะพนักงานไม่ต้องเปิด-ปิดเครื่องอบบ่อยๆ เพื่อสังเกตความแห้งของเม็ดยา

8. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์กันยรัตน์ คมวัชร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้ให้คำปรึกษา, แนะนำและให้ความเอาใจใส่ทั้งในด้าน

อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ, การจัดสร้างเครื่องอบสมุนไพรและทฤษฎีความรู้ต่างๆ ในการจัดทำโครงการนี้

คุณเรืองชัย ตราชู, คุณอภิรดา ตราชู และพนักงานของโรงงานพระธรรมขันต์โอสถทุกท่านที่ได้ให้ความเอื้อเฟื้อยาสมุนไพรสำหรับนำมาทดลองและการให้ความร่วมมือด้านต่างๆ เป็นอย่างดี ทั้งนี้โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546

ท้ายที่สุดคณะผู้จัดทำขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมีทุกท่านและเพื่อนนักศึกษาคณะวิศวกรรมเคมีทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเสมอมา อันมีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. การประชุมวิชาการเรื่องการประยุกต์เทคนิคทางเทคโนโลยีเภสัชกรรมเพื่อการผลิตตำรับยาและเครื่องสำอางสมุนไพร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2545, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, “ยาเม็ด”(2539), หน้า 86-102
3. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร (2535)
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิเชียร วรพุทธพร , ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, คู่มือการก่อสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ (2535)
5. วุฒิ วุฒิธรรมเวช, “คัมภีร์เภสัชรัตนโกสินทร์” พิมพ์ครั้งที่ 1, 2545, โรงพิมพ์วุฒิธรรมเวช กรุงเทพฯ, หน้า 189-190

6. นายสมสุข นัตรมงคล, นายพงษ์พิพัฒน์
เบญญอภิกุล , ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล,
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
project report การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด
(Fluidized-bed dryer)(2538)
7. สุวรรณ วิรัชกุล, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร,
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น, การ
ถนอมอาหาร (food preservation)(2528)
8. Herbert A Lieberman, Leon Lachman, and Joseph
B Schwartz. Pharmaceutical Dosage Forms :
Tablets volume 2, Second Edition, Revised and
Expanded, Page 85-89