บทที่ 6

วิเคราะห์ สรุป และเสนอแนะผลงานวิจัย

6.1 วิเคราะห์ผลงานวิจัย

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ

ในการบ่มใบยาสูบฯ ปัจจัยหลักที่ต้องควบคุมคือ อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ โดยควบคุมให้เปลี่ยนแปลงความขั้นตอนการบ่มใบยาสูบฯ การควบคุมอุณหภูมิอากาศในห้องบ่มใบยาสูบนั้น จะควบคุมโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำร้อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนการควบคุมความชื้นของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ จะควบคุมโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราการระบายของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ ถ้าการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วจะส่งผลกับคุณภาพของใบยาสูบ เวลาในการบ่มใบยาสูบฯ และพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบโดยถ้าควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้น้ำหนักใบยาสูบฯ ลดลงเร็วขึ้น เวลาที่ใช้ในการบ่มจะน้อยลงแต่จะทำให้คุณภาพใบยาสูบไม่มีตามที่ควรจะเป็นและอาจจะใช้พลังงานในการบ่มมากขึ้น เพราะต้องระบายอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ มากกว่าปกติ แต่ถ้าควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้น้ำหนักใบยาสูบลดลงช้าลง เวลาที่ใช้ในการบ่มจะมากขึ้น คุณภาพใบยาสูบจะไม่ดีตามที่ควรจะเป็น และอาจจะใช้พลังงานในการบ่มมากขึ้น เพราะใช้เวลาบ่มมากขึ้น ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ ต้องควบคุมให้เหมาะสม จะทำให้คุณภาพใบยาสูบฯ เวลาและพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบเหมาะสม

อีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อเวลาและพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบ คือ อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านชั้นใบยาสูบ เนื่องจากใบยาสูบที่ทำการบ่มอยู่กันอย่างแน่นหนาเป็นชั้นหนาในห้องบ่มใบยาสูบฯ อากาศที่ไหลผ่านใบยาสูบซึ่งพาความร้อนสู่ใบยาสูบมีผลต่อความสม่ำเสมอของความร้อนที่ใบยาสูบตำแหน่งต่างๆ ได้รับส่งผลไปถึงเวลาและพลังงานที่ต้องใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ โดยถ้าอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบมีค่าสูง ความร้อนที่ใบยาสูบชั้นบนและชั้นล่างได้รับจะมีความแตกต่างกันน้อย แต่ถ้าอัตราไหลของอากาศผ่านใบยาสูบมีค่าต่ำ ความร้อนที่ใบยาสูบชั้นบนและชั้นล่างได้รับจะมีความแตกต่างกันมาก ต้องบ่มที่อุณหภูมิและความชื้นจุดนั้นจนใบยาสูบชั้นบนมีอุณหภูมิและความชื้นตามกำหนด ทั้งๆ ที่ใบยาสูบชั้นล่างมีอุณหภูมิและ

ความชื้นที่จุดนั้นแล้ว ทำให้ต้องใช้เวลาในการบ่มมากขึ้นกว่าการบ่มใบยาสูบฯ ที่อัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบที่มีค่ามากกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่ออัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบฯ มีค่าน้อยย่อมใช้พลังงานไฟฟ้าในการบ่มใบยาสูบน้อยกว่าการบ่มใบยาสูบฯ ที่ใช้อัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบมากกว่า

ดังนั้นจึงต้องหาจุดที่เหมาะสมของอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบที่ใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ แล้วประหยัดพลังงานรวมและค่าใช้จ่ายมากที่สุด

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ คือ

1.1. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในห้องบ่ม
1.2. อัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบ

2. <u>การใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ จากการทดลอง</u>

ในการบ่มใบยาสูบฯ จะแบ่งขั้นตอนการบ่มใบยาสูบเป็น 3 ขั้นตอนหลัก (ดังแสดงในบทที่ 1) คือ การเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing Stage) การตรึงสี (Colour fixing stage) กับการทำแห้งใบยา(Leaf Drying Stage)และการไล่น้ำที่ก้าน(Stem Drying)

โดยมีช่วงอุณหภูมิของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ และอัตราการไหลของอากาศออกจากห้องบ่มใบยาสูบดังแสดงในตารางที่ 6.1.1

ตารางที่ 6.1.1 แสดงข้อมูลอุณหภูมิของอากาศและอัตราการระบายของห้องบ่มใบยาสูบฯ

ช่วงการบ่ม	บ.สหใบยาสูบไทย		บ.เชียงรายวัฒนาพร	
	อุณหภูมิ (°c)	อัตราการระบายอากาศ (1/hr)	อุณหภูมิ (°c)	อัตราการระบายอากาศ (1/hr)
การเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing)	32-42	20-22	34-42	20-28
การตรึงสี (Colour fixing) การทำแห้งใบยา (Leaf Drying)	43-63	22-25	43-63	22-30
การไล่น้ำที่ก้าน (Stem Drying)	63-80	12-3	63-80	10-1

<u>หมายเหตุ</u> อัตราการระบายอากาศ (Air charge/hr)=

$$\frac{\text{ความเร็วของอากาศ} \times \text{พื้นที่หน้าตัดที่ระบายอากาศออก} \times 3{,}600}{\text{ปริมาตรของห้องบ่มใบยาสูบฯ}}$$

ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนจะต้องการพลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ ที่แตกต่างกันโดยจากการทดลองการบ่มใบยาสูบฯ จริงจะได้ว่าการใช้พลังงานในการบ่มช่วงต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.1.2

ตารางที่ 6.1.2 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานแยกตามขั้นตอนต่าง ๆ ของการบ่มใบยาสูบจากการทดลอง

ช่วงการบ่ม	พลังงานความร้อน			
	บ.สหใบยาสูบไทย		บ.เชียงรายวัฒนาพร	
	MJ	%	MJ	%
การเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing)	5,010.98	23.52	3,767.25	20.72
การตรึงสี (Colour fixing) การทำแห้งใบยา (Leaf Drying)	6,932.26	32.54	6,382.23	35.10
การไล่น้ำที่ก้าน (Stem Drying)	9,243.33	43.39	8,035.79	44.19
รวม	21,302.58	100.00	18,185.29	100.00

จากตารางที่ 6.1.2 แสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯของช่วงการบ่มใบยาสูบฯ ต่าง ๆ จะใช้พลังงานมากที่สุดในช่วงการไล่น้ำที่ก้านประมาณ 45% ของพลังงานทั้งหมด รองลงมาเป็นช่วงการตรึงสีกับการทำแห้งใบยาประมาณ 35% ของพลังงานทั้งหมดและช่วงการเปลี่ยนสีใบยาสูบน้อยที่สุดประมาณ 20% ของพลังงานทั้งหมด

จากการวิเคราะห์พบว่าการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบ และอัตราการระบายอากาศออกของห้องบ่มใบยาสูบ ในช่วงการเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing) และช่วงการตรึงสี (Colour fixing) กับช่วงการทำแห้งใบยา (Leaf Drying) มีอัตราการระบายอากาศพอ ๆกัน แต่มีอุณหภูมิของอากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯ แตกต่างกันโดยช่วงการตรึงสี (Colour fixing) กับการทำแห้งใบยา (Leaf Drying) มีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงการเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing) ทำให้มีการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบในช่วงทำแห้งใบยา (Leaf Drying) มากกว่าช่วงการเปลี่ยนสีหรือทำสี (Yellowing) สำหรับช่วงการไล่น้ำที่ก้าน (Stem Drying) จะใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ สูงสุดถึงแม้อัตราการระบายอากาศจะน้อย

กว่า 2 ช่วงการบ่มใบยาสูบมาก แต่เนื่องจากช่วงการไล่น้ำที่ก้าน (Stem Drying) อากาศในห้องบ่มใบยาสูบฯมีอุณหภูมิสูงที่สุด จึงเป็นผลให้มีการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบในช่วงนี้สูงที่สุด ดังนั้นการควบคุมอัตราการระบายอากาศในช่วงไล่น้ำที่ก้าน (Stem Drying) จึงมีความสำคัญต่อพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบเป็นอย่างมาก

เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานความร้อนทั้งระบบของโรงบ่มใบยาสูบฯ 1 โรง ซึ่งประกอบด้วยห้องบ่มใบยาสูบ 6 ห้องบ่ม โดยมีอุปกรณ์ผลิตพลังงานความร้อนร่วมกันเป็นหม้อน้ำร้อนขนาด 450 kW จากการทดลองวัดการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ ที่บ. สหใบยาสูบไทย และบ.เชียงรายวัฒนาพร ได้ค่าความต้องการพลังงานสูงสุดในการบ่มใบยาสูบของแต่ละวัน (24 ชั่วโมง) ของการบ่มใบยาสูบดังแสดงในตารางที่ 6.13

ตารางที่ 6.1.3 ข้อมูลพลังงานความร้อนสูงสุดของแต่ละวันจากการทดลองบ่มใบยาสูบ

เวลาการบ่มใบยาสูบ	พลังงานสูงสุด (kW)	
	บ.สหใบยาสูบไทย	บ.เชียงรายวัฒนาพร
0 – 24	36.52	41.98
25 – 48	53.62	65.78
49 – 72	82.35	71.35
73 – 96	79.64	73.68
97 - 121	36.03	29.82

ถ้ามีการจัดโปรแกรมการบ่มใบยาสูบฯ โดยให้แต่ละห้องบ่มใบยาสูบฯบ่มห่างกัน 1 วัน จะได้ความต้องการพลังงานความร้อนจากหม้อน้ำร้อนมีค่าคงที่ที่ 288.16 kW กับ 282.61 kW สำหรับบ.สหใบยาสูบไทย และบ.เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าจะใช้พลังงานความร้อนจากหม้อน้ำร้อนเพียงครึ่งหนึ่งของกำลังการติดตั้งของหม้อน้ำร้อน

จากการวิเคราะห์พบว่าถ้ามีการบ่มใบยาสูบฯ ตามโปรแกรมการบ่มใบยาสูบฯ ดังกล่าวข้างต้น โรงบ่มใบยาสูบฯ จะสามารถให้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ ได้อีก 1 ห้องบ่ม โดยควรจะจัดโปรแกรมการบ่มเพื่อให้เหมาะสมกับกำลังหม้อน้ำร้อนที่ใช้ในปัจจุบันดังแสดง ในตารางที่ 6.1.4

ตารางที่ 6.1.4 แสดงสถานะการใช้พลังงานในการบ่มของโรงบ่มใบยาสูบฯ

จำนวนห้องบ่ม / วันที่การบ่ม	1	2	3	4	5	6	7	พลังงานความร้อนรวม (kW)
วันที่ 1 ของการบ่ม	A	B	C	D	E		A	324.68
วันที่ 2 ของการบ่ม	B	C	D	E		A	B	341.78
วันที่ 3 ของการบ่ม	C	D	E		A	B	C	370.51
วันที่ 4 ของการบ่ม	D	E		A	B	C	D	367.80
วันที่ 5 ของการบ่ม	E		A	B	C	D	E	324.19

หมายเหตุ
1. ข้อมูลพลังงานความร้อนเป็นของ บ.สหใบยาสูบไทยจากตารางที่ 6.1.3
2. A การบ่มใบยาสูบช่วง 10 – 24 ชั่วโมง
3. B การบ่มใบยาสูบช่วง 25 – 48 ชั่วโมง
4. C การบ่มใบยาสูบช่วง 49 – 72 ชั่วโมง
5. D การบ่มใบยาสูบช่วง 73 – 96 ชั่วโมง
6. E การบ่มใบยาสูบช่วง 97 – 121 ชั่วโมง

โดยเว้นไว้ 1 ห้องบ่มในการนำใบยาแห้งหลังจากผ่านการบ่มแล้วออก และนำใบยาสดเข้าห้องบ่มเพื่อทำการบ่มต่อไป โดยทั้ง 2 ขั้นตอนใช้เวลาประมาณ 1 วัน ซึ่งจะทำให้ได้ใช้ประโยชน์จากหม้อน้ำร้อนที่มีอยู่อย่างเต็มที่ และยังเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อน้ำร้อนได้อีกด้วย

ในปัจจุบันมีโรงบ่มใบยาสูบฯ บางโรงใช้หม้อน้ำร้อนขนาด 900 kW ให้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ โดยมีจำนวนห้องบ่มใบยาสูบฯ จำนวน 12 ห้องบ่ม เช่น โรงบ่มใบยาสูบของสถานีบ่มใบยาสูบสบกอน จังหวัดน่าน แต่จากการศึกษาข้างต้น ถ้าจัดโปรแกรมการบ่มใบยาสูบฯดังกล่าวข้างต้น หม้อน้ำร้อนขนาด 900 kW สามารถจ่ายพลังงานความร้อนให้กับห้องบ่มใบยาสูบฯ จำนวนถึง 18 ห้องบ่ม

ดังนั้นจะเห็นว่าถ้ามีการจัดโปรแกรมการบ่มใบยาสูบฯที่เหมาะสมจะสามารถใช้ประโยชน์จากหม้อน้ำร้อนที่มีอยู่อย่างเต็มที่

3. <u>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ</u>

การพิจารณาสร้างแบบจำลองฯ ได้ใช้สมการสมดุลย์พลังงานและสมดุลย์มวลในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.8 พิจารณาใช้ห้องบ่มใบยาสูบฯเป็นปริมาตรบังคับ (Control Volume) มีพลังงานความร้อนที่ช่วยในการบ่มใบยาสูบฯมาจาก 2 แหล่งคือ พลังงานความร้อนจากน้ำร้อนกับพลังงานความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตขึ้นจากใบยาสูบเอง, มีพลังงานความร้อนออกจากห้องบ่มใบยาสูบประกอบด้วยพลังงานความร้อนของอากาศร้อน, พลังงานสูญเสียผ่านผนังและพลังงานสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบฯ และพลังงานความร้อนสะสมในโครงสร้างของห้องบ่มใบยาสูบฯ กับในใบยาสูบฯ ดังแสดงในตารางที่ 6.1.5

ตารางที่ 6.1.5 แสดงข้อมูลพลังงานความร้อนเข้า, พลังงานความร้อนออกและพลังงานความร้อนสะสมของการบ่มใบยาสูบฯ จากการทดลอง

ประเภทพลังงานความร้อน		บ.สหใบยาสูบไทย		บ.เชียงรายวัฒนาพร	
		MJ	%	MJ	%
พลังงานความร้อนช่วยในการบ่มใบยาสูบ	พลังงานความร้อนจากน้ำร้อน	21,034.99	91.62	19,040.21	91.40
	พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี	952.79	4.15	865.87	3.20
	พลังงานไฟฟ้าจากพัดลม	970.13	4.23	1125.94	5.40
พลังงานความร้อนออกจากห้องบ่มใบยาสูบ	พลังงานความร้อนสูญเสียผ่านผนังห้องบ่มใบยาสูบ	1,333.85	5.81	1,576.98	7.57
	พลังงานความร้อนสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบ	2,805.46	12.22	3,216.46	15.44
	พลังงานความร้อนของอากาศที่ไหลออกจากห้องบ่มใบยาสูบฯ	18,784.16	81.82	16,092.74	77.25
พลังงานสะสม	พลังงานความร้อนสะสมในโครงสร้างใบยาสูบฯ	711.70	3.10	662.46	3.18
	พลังงานความร้อนสะสมในใบยาสูบฯ	-679.55	-2.96	-589.55	-2.83

จากตารางข้างต้นเมื่อพิจารณาพลังงานขาเข้าปริมาตรบังคับ จะเห็นว่าพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ ส่วนใหญ่มาจากพลังงานน้ำร้อน มีค่าเป็น 91.62% และ 91.40% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับ บ.สหใบยาสูบไทย และบ. เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ อีกส่วนหนึ่งของพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ มาจากพลังความร้อนจะปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีค่าเป็น 4.15% และ 3.20% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด จะเห็นว่าพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมีของ บ.สหใบ

ยาสูบไทย จะมีค่ามากกว่าพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี ซึ่งน่าจะเป็นเพราะใบยาสูบของบ. สหใบยาสูบไทย มีความชื้นมากกว่า บ. เชียงรายวัฒนาพร ทำให้มีสสารของแข็งในใบยาสดมากกว่าจึงทำให้มีการสร้างพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมีมากกว่า และส่วนสุดท้ายมาจากพลังงานไฟฟ้า จากพัดลมหมุนเวียนอากาศคิดเป็น 4.23% และ 5.40% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด

เมื่อพิจารณาพลังงานขาออกจากปริมาตรบังคับ จากตารางที่ 6.1.5 จะเห็นว่าพลังงานความร้อนของอากาศที่ไหลออกจากห้องบ่มใบยาสูบ มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเทียบกับพลังงานในส่วนอื่นๆ โดยเป็น 81.82% และ 77.29% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับบ.สหใบยาสูบไทย และบ.เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ ส่วนพลังงานขาออกจากปริมาตรบังคับที่เหลือจะเป็นพลังงานความร้อนสูญเสียที่โครงสร้างห้องบ่มใบยาสูบฯ, พลังงานสะสมในโครงสร้างห้องบ่มใบยาสูบฯ และพลังงานสะสมในใบยาสูบฯ

การพิจารณาพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างของห้องบ่มใบยาสูบฯ จะเห็นว่ามีค่าเป็น 18.03% และ 23.01% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด สำหรับบ.สหใบยาสูบไทย และบ.เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อใช้เวลาบ่มนาน จะมีพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างของห้องบ่มใบยาสูบมากขึ้น โดยพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ พลังงานความร้อนสูญเสียผ่านผนังห้องบ่มใบยาสูบฯ กับพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบ โดยมีค่า 5.81% กับ 12.22% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดและ 7.57% กับ 15.44% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด สำหรับบ.สหใบยาสูบไทย และ บ.เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ จะเห็นว่าพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบฯ มีค่าเป็น 2 เท่าของพลังงานสูญเสียผ่านผนังห้องบ่มใบยาสูบ ดังนั้นจะเห็นว่าพลังงานสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบเป็นพลังงานสูญเสียหลัก ถ้าสามารถลดพลังงานสูญเสียผ่านพื้นห้องบ่มใบยาสูบฯ ได้จะสามารถลดพลังงานสูญเสียผ่านโครงสร้างได้มากและเนื่องจากพื้นห้องบ่มใบยาสูบฯ ในปัจจุบันไม่มีการติดฉนวนกันความร้อน ถ้านำฉนวนกันความร้อนมาใช้กับพื้นห้องบ่มใบยาสูบฯ ก็จะสามารถประหยัดพลังงานสูญเสียผ่านโครงสร้างห้องบ่มใบยาสูบลงได้ ส่งผลให้ประหยัดพลังงานความร้อนที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ

เมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนสะสมในใบยาสูบ จะเห็นว่ามีค่าเป็นลบ จากการพิจารณาเป็นเพราะใบยาสูบหลังจากการบ่มมีน้ำหนักน้อยกว่าก่อนบ่มมาก, ทำให้ความร้อนสัมผัสของใบยาสูบหลังบ่มมีค่าน้อยกว่าความร้อนสัมผัสของใบยาสูบก่อนบ่ม

4. <u>พิจารณาประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ</u>

จากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้พลังงานความร้อนในการปมใบยาสูบฯ ซึ่งนิยามประสิทธิภาพให้มีค่าเป็น

$$\text{ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในการปมใบยาสูบฯ}(\eta) = \frac{Q_{the} \times 100}{Q_w}$$

โดย Q_{the} = พลังงานความร้อนทางทฤษฎีที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบ kJ

Q_W = พลังงานน้ำร้อนที่ให้แก่ห้องบ่มใบยาสูบ kJ

จะได้ Q_{the} , Q_w , η ของ บ.สหใบยาสูบไทย และบ. เชียงรายวัฒนาพร ดังแสดงในตารางที่ 6.1.6

ตารางที่ 6.1.6 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานรวมถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของ โดยใช้ข้อมูลจากบ. สหใบยาสูบไทย และบ. เชียงรายวัฒนาพร

สถานที่ของข้อมูล	Q_w(MJ)	Q_{the}(MJ)	η(%)
บ. สหใบยาสูบไทย	21,186.58	14,406.26	68.49
บ. เชียงรายวัฒนาพร	18,185.29	11,748.10	64.60

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ ของบ. สหใบยาสูบไทย จะมากกว่า บ. เชียงรายวัฒนาพร เนื่องจากเมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างในตารางที่ 6.1.5 จะเห็นว่าพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างของ บ. สหใบยาสูบไทย จะน้อยกว่า บ. เชียงรายวัฒนาพร และอีกสาเหตุหนึ่งน่าจะเกิดจากอัตราการไหลของอากาศผ่านชั้นใบยาสูบ ของบ.สหใบยาสูบไทย จะมากกว่าอัตราการไหลของอากาศผ่านชั้นใบยาสูบของ บ. เชียงรายวัฒนาพร ทำให้การถ่ายเทความร้อนจากอากาศสู่ใบยาสูบจะมีประสิทธิภาพมากกว่า บ. เชียงรายวัฒนาพร จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบฯ ของบ. สหใบยาสูบไทยมากกว่า บ. เชียงรายวัฒนาพร

5. <u>เปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบกับผลการทดลองการบ่มใบยาสูบ</u>

จากการศึกษาโดยการทดลองและจำลองแบบฯ การใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบ จะได้ว่าค่าความต้องการพลังงานความร้อนแต่ละชั่วโมงของผลการศึกษาทั้ง 2 มีแนวโน้มไปในทิศ

ทางเดียวกัน แต่ค่าแตกต่างกันพอสมควร โดยค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 50% แต่อย่างไรก็ตามค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 10% ผลของการเกิดความคลาดเคลื่อนน่าจะเกิดจากการวัดคุณสมบัติของอากาศที่ไหลเข้าสู่ชั้นใบยาสูบไม่สม่ำเสมอทั้งพื้นที่หน้าตัด ทำให้คุณสมบัติของอากาศเข้าสู่ชั้นใบยาสูบที่วัดไม่สามารถแทนคุณสมบัติของอากาศทั้งหน้าตัดของการไหลของอากาศได้ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณหาการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบ

แต่ถ้าพิจารณาพลังงานความร้อนรวมทั้งการบ่มใบยาสูบฯ แสดงในตารางที่ 5.3.2 จะเห็นว่าทั้ง 2 ผลการศึกษามีค่าพลังงานความร้อนรวมใกล้เคียงกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยค่าความคลาดเคลื่อนของพลังงานที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ จากการทดลองและจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าเป็น 0.80% และ 6.88% สำหรับบ.สหใบยาสูบไทย และ บ.เชียงรายวัฒนาพร ตามลำดับ

6. <u>เปรียบเทียบการใช้พลังงานกับรูปแบบการบ่มใบยาสูบฯ ปัจจุบันกับรูปแบบการบ่มที่เหมาะสม</u>

จากการศึกษาในบทที่ 5 ในหัวข้อ 5.4 ซึ่งเป็นการศึกษาการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ ของรูปแบบการบ่ม 2 รูปแบบการบ่มคือ รูปแบบการบ่มที่ใช้งานจริงที่บ.เชียงรายวัฒนาพรกับ รูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran ซึ่งอ้างอิงมาจากกระทรวงเกษตรของประเทศออสเตรเลีย

จากตารางที่ 5.4.3 จะเห็นว่ารูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran จะมีค่าใช้จ่ายของพลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่ารูปแบบการบ่มที่ใช้จริงที่บ. เชียงรายวัฒนาพร โดยคิดเป็นเงิน 117.27 บาท ต่อการบ่ม 1 ครั้ง และยังประหยัดเวลาที่ใช้ในการบ่มได้อีก 20 ชั่วโมง เพิ่มโอกาสในการบ่มใบยาสูบฯ ได้อีก

เมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนพบว่าความต้องการพลังงานความร้อนสูงสุด ของรูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran จะมากกว่ารูปแบบการบ่มที่ใช้จริงที่ บ. เชียงรายวัฒนาพร เนื่องจากรูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran มีอัตราระบายอากาศออกจากห้องบ่มใบยาสูบฯ มากกว่าที่อุณหภูมิสูงเท่ากัน เพื่อให้ใบยาสูบแห้งเร็วขึ้น แต่เมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนรวม รูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran จะใช้พลังงานความร้อนรวมน้อยกว่า

เมื่อพิจารณาพลังงานไฟฟ้า พบว่าเนื่องจากรูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran จะใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่ารูปแบบการบ่มที่ใช้งานจริงที่บ.เชียงรายวัฒนาพร ดังนั้นทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมน้อยกว่าด้วย

ดังนั้นจากการศึกษารูปแบบการบ่มตามคำแนะนำของ A.Hiran จะสามารถประหยัดพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า รูปแบบการบ่มที่ใช้ในปัจจุบันแต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองการบ่มตามรูปแบบที่ A. Hiran แนะนำเพื่อดูคุณภาพใบยาสูบที่ได้ด้วย

7. <u>เปรียบเทียบการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ เมื่ออัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบฯ มีค่าแตกต่างกัน</u>

จากการศึกษาในบทที่ 5 ในหัวข้อที่ 5.5 ซึ่งเป็นการศึกษาหาอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านชั้นใบยาสูบฯ ที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงาน โดยเมื่ออัตราการไหลของอากาศต่างกันพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างอัตราการไหลก็ต่างกัน และยังส่งผลถึงเวลาที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบ เนื่องจากอัตราการไหลของอากาศจะส่งผลต่อความสม่ำเสมอของความชื้นของใบยาสูบในห้องบ่มฯ ซึ่งเมื่ออัตราการไหลผ่านใบยาสูบสูงจะใช้พลังงานไฟฟ้าสูง แต่เวลาในการบ่มใบยาสูบจะน้อยกว่าเมื่ออัตราการไหลผ่านใบยาสูบต่ำ ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นในการศึกษานี้จะศึกษาค่าของอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบของ 3 ผู้วิจัยประกอบด้วย Charles W. Suggest(1980), A. Hiran(1986) และ M.T. Morgem, A.J. Judd(1995) และกำหนดให้จำลองแบบการบ่ม บ่มตามรูปแบบการบ่มที่แนะนำโดย A.Hiran ที่อ้างอิงมาตรฐานกระทรวงเกษตรของประเทศออสเตรเลีย โดยที่ได้แนะนำค่าอัตราการไหลที่แตกต่างกัน โดยศึกษาหาค่าอัตราไหลของอากาศผ่านชั้นใบยาสูบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนน้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบตามคำแนะนำของ Charles จะใช้พลังงานความร้อนรวมมากที่สุด รองลงมาเป็น A. Hiran และ A.J. Judd ตามลำดับ เนื่องจากการบ่มคำแนะนำของ Charles ใช้เวลาในการบ่มนานที่สุด รองลงมาคือ A.Hiran และ A.J. Judd ตามลำดับ ส่วนพลังงานไฟฟ้าจะใช้มากที่สุดที่อัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบตามคำแนะนำของ A.J. Judd รองลงมาเป็น A. Hiran และ Charles ตามลำดับ เนื่องจากอัตราการไหลตามคำแนะนำของ A.J. Judd ใช้ความต้องการพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด แม้เวลาในการบ่มจะน้อยที่สุด แต่เมื่อคิดพลังงานไฟฟ้ารวม A.J. Judd จะใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมากที่สุด ถึงแม้เวลาที่ใช้ในการบ่มตามคำแนะนำของ A. Hiran และ Charles จะมากกว่า แต่ทั้งสองมีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า เมื่อพิจารณาพลังงานไฟฟ้ารวม จึงมาค่าที่น้อยกว่าดังแสดงในตารางที่ 5.5.3 และตารางที่ 5.5.5 อย่างไรก็ตามเมื่อคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดทั้งไฟฟ้าและความร้อนจะได้ว่าอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบตามคำแนะนำของ A.Hiran คือมีค่าในการบ่มใบยาสูบ

แล้วจะใช้ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับคำแนะนำของผู้วิจัยอีก 2 คน ที่ได้เสนออัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบค่าอื่นๆ ดังแสดงข้อมูลพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าในตารางที่ 5.5.5

6.2 สรุปผลงานวิจัย

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบ ประกอบด้วยอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ใช้ในการบ่ม และอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบ

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบฯ สามารถทำนายความต้องการพลังงานความร้อนที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบ ณ เวลาต่างๆ ได้ถูกต้อง และทำนายพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบฯ ตลอดการบ่มได้ถูกต้อง

3. รูปแบบการบ่มใบยาสูบตามคำแนะนำของ A.Hiran (1986) จะใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า น้อยกว่ารูปแบบการบ่มที่ใช้ในปัจจุบัน และยังใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่าประมาณ 20 ชั่วโมงด้วย

4. อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านใบยาสูบที่เหมาะสมที่ใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาตามคำแนะจำของผู้วิจัยในอดีต 3 คน คือ Charles(1980), A.Hiran(1986), A.J.Judd(1995) จะได้ว่าอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบตามคำแนะนำของ A.Hiran ใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด

5. จากการพิจารณาการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบของรูปแบบการบ่มใบยาสูบในปัจจุบัน จะได้ว่าถ้ามีการจัดโปรแกรมการบ่มใบยาสูบอย่างเหมาะสม โดยบ่มถัดกัน 1 วัน พลังงานความร้อนที่หม้อน้ำร้อนสามารถสร้างได้ (450 kW) สามารถบ่มใบยาสูบได้ถึง 7 ห้องบ่มดังการวิเคราะห์ในบทที่ 6 หัวข้อ 6.1

6. จากการพิจารณาสมดุลย์พลังงาน พบว่าพลังงานความร้อนของอากาศระบายความชื้นที่ไหลออกจากห้องบ่มใบยาสูบมีสัดส่วนมากที่สุด ดังนั้นการควบคุมอัตราการไหลของอากาศระบายความชื้น โดยเฉพาะช่วงการทำก้านแห้ง(Stem drying) จะมีผลต่อพลังงานที่ใช่ในการบ่มใบยาสูบ

7. จากการพิจารณาสมดุลย์พลังงาน พบว่าพลังงานความร้อนสูญเสียผ่านโครงสร้างมีพลังงานสูญเสียผ่านพื้นเป็นพลังงานสูญเสียหลัก ส่วนพลังงานสูญเสียผ่านผนังมีค่าน้อย เนื่องจาก พื้นห้องบ่มใบยาสูบไม่มีการติดฉนวนกันความร้อน ส่วนผนังห้องบ่มใบยาสูบมีการติดฉนวนกันความร้อน

8. อัตราการไหลของอากาศผ่านชั้นใบยาสูบ มีผลต่อประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจากอากาศสู่ใบยาสูบโดยอัตราการไหลของอากาศผ่านใบยาสูบสูงกว่า จะทำให้ประสิทธิ

ภาพในการถ่ายเทความร้อนจากอากาศสู่ใบยาสูบมีมากกว่าอัตราการไหลของอากาศผ่านชั้นใบยาสูบที่มีค่าต่ำกว่า

6.3 เสนอแนะผลงานวิจัยต่อไป

1. ควรมีการทดลองบ่มใบยาสูบ ตามรูปแบบของ A.Hiran(1986) เพื่อพิจารณาถึงคุณภาพใบยาสูบที่ได้จากการบ่มใบยาสูบฯ รวมถึงการใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบด้วย
2. ควรจะมีการทดลองจัดโปรแกรมการบ่มใบยาสูบของโรงบ่มใบยาสูบทั้ง 6 ห้องบ่ม เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการใช้พลังงานความร้อนในการบ่มใบยาสูบ จากหม้อน้ำร้อน รวมถึงพิจารณาประสิทธิภาพของหม้อน้ำร้อน
3. ควรมีการทดลองติดฉนวนกันความร้อนที่พื้นห้องบ่มใบยาสูบ เพื่อศึกษาถึงความคุ้มค่าของพลังงานที่สูญเสียกับต้นทุนการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย