TEA-01

การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มใบยาสูบแบบบัลค์มาเป็นโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก

* พิจิตร นามคันที[1] และ ดามร บัณฑุรัตน์[1]

[1] *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

239 ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

ผู้เขียนติดต่อ: พิจิตร นามคันที E-mail: phi.chitttm@hotmail.com

บทคัดย่อ

เชื้อเพลิงใน*การ*บ่มใบยาเป็นปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการผลิตใบยาประเภทบ่มไอร้อน เนื่องจากฟืนที่เป็นเชื้อเพลิงหลักเริ่มขาดแคลน มีราคาแพงขึ้น และเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้ ประกอบกับนโยบายโรงงานยาสูบที่มุ่งเน้นการผลิตใบยาสูบควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ธรรมชาติที่ยั่งยืน ตามแนวทาง GAP (Good Agricultural Practices) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแหล่งให้ความร้อน โรงบ่มใบยาสูบแบบบัลค์จากเดิมที่ใช้ฟืนเผาในห้องเผาไหม้ให้ได้ไอร้อน ผ่านไปยังท่อแลกเปลี่ยนความร้อน พัฒนามาเป็นหม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) เป็นเชื้อเพลิง และในส่วนของห้องบ่มดัดแปลงเป็น 3 ห้อง แต่ละห้องมีขนาด 1.5 x 5.3 x 4 ม. ห้องติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และพัดลมบังคับทิศทางการไหลของอากาศ แยกอิสระจากกัน ทดลองบ่มใบยาแบบใช้ความร้อนรวมศูนย์ บรรจุใบยาห้องบ่มละประมาณ 2,000 กก. ให้เวลาเริ่มบ่มใบยาแต่ละห้องห่างกัน 1 วัน พบว่าโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ตามขั้นตอนการบ่มใบยา และมีความสะดวกประหยัดแรงงานการบ่มใบยา คุณภาพของใบยาแห้งได้ใบยาในกลุ่มสี L,F และกลุ่มสี V,K,S,G ร้อยละ 72 และ 28ตามลำดับ อัตราการใช้ก๊าซ (LPG) เฉลี่ย 0.05 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมใบยาสด อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.06 หน่วยต่อกิโลกรัมใบยาสดประสิทธิการใช้พลังงาน 3,487.17 kJ/kg water evap ต้นทุนค่าพลังงานเฉลี่ย 9.49 บาทต่อกิโลกรัมใบยาแห้ง การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มใบยาแบบบัลค์เป็นโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก เป็นการแก้ไขปัญหาด้านเชื้อเพลิงบ่มใบยา ในด้านแหล่งสำรองเชื้อเพลิงที่ยั่งยืน ลดมลพิษจากการเผาไหม้ อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และเป็นโรงบ่มที่มีลักษณะตามแนวทางการผลิตใบยา GAP ของโรงงานยาสูบสำหรับโรงบ่มแบบบัลค์เดิมมีต้นทุนค่าพลังงานเฉลี่ย 2.13 บาท/กก. ใบยาแห้งโดยใช้ฟืนร่วมกับลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง (ปี 2551)

คำสำคัญ: โรงบ่มใบยาสูบแบบบัลค์; โรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก; ใบยาสูบ

บทนำ

ยาสูบถือเป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกอย่างหนึ่ง อุตสาหกรรมยาสูบ เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของทุก ๆ ประเทศ ในประเทศไทยเริ่มก่อตั้งโรงงานยาสูบในปี 2482 โดยมีภารกิจผลิตบุหรี่จำหน่ายในประเทศ และส่งออกใบยาแห้ง ในการผลิตบุหรี่ของโรงงานยาสูบจะใช้ใบยาสูบหลักอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ ใบยาสูบประเภทบ่มด้วยไอร้อน(flue-cured) ประเภทบ่มอากาศ(air-cured) และประเภทบ่มแดด(sun-cured) โดยเฉพาะยาสูบประเภทบ่มไอร้อน หรือยาสูบเวอร์ยิเนีย ซึ่งมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ยาสูบประเภทนี้มีส่วนสำคัญและมีสัดส่วนการผลิตมากที่สุด ในการผลิตบุหรี่ของโรงงานยาสูบ จะใช้ยาสูบเวอร์ยิเนียเป็นตัวผสม 45-75 % ในแต่ละปีโรงงานยาสูบจัดสรรโควตาการรับซื้อใบยาเวอร์ยิเนีย ประมาณ 10 ล้าน กก. ให้กับชาวไร่ผู้ผลิตใบยา มีการกำหนดราคารับซื้อที่แน่นอน ชาวไร่จึงลดความเสี่ยง

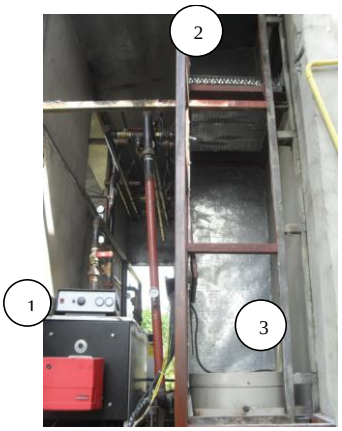
เกี่ยวกับปัญหาขาดทุนอันเนื่องจากราคาผลผลิตตกต่ำ หรือมีจำนวนมากเกินความต้องการ ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิต และผลิตใบยาที่มีคุณภาพตามที่โรงงานยาสูบต้องการ ก็จะส่งผลให้ชาวไร่มีรายได้เพิ่มมากขึ้น แต่ปัจจุบันชาวไร่ยาสูบกำลังประสบปัญหาด้านต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามสภาพเศรษฐกิจ เช่น ปัญหาด้านแรงงาน ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช และเชื้อเพลิงบ่มใบยาสูบ เป็นต้น รวมไปถึงการปรับเปลี่ยนการผลิตใบยาสูบตามแนวนโยบาย GAP ของโรงงานยาสูบ ที่มุ่งเน้นการผลิตใบยาควบคู่ไปกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม[5]

สำหรับปัญหาด้านเชื้อเพลิงบ่มใบยาสูบ จากเดิมที่เคยใช้ฟืนและลิกไนต์ เป็นเชื้อเพลิงหลัก ปัจจุบันฟืนเริ่มหายากและมีราคาแพงขึ้น ประกอบกับเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนการใช้ถ่านลิกไนต์ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม ปัญหาดังกล่าวเริ่มทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ดั้งนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าประสงค์วิจัยและพัฒนาโรงบ่ม ควบคู่ไปกับการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนการผลิตใบยาตามแนวทาง GAP ของโรงงานยาสูบ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็น

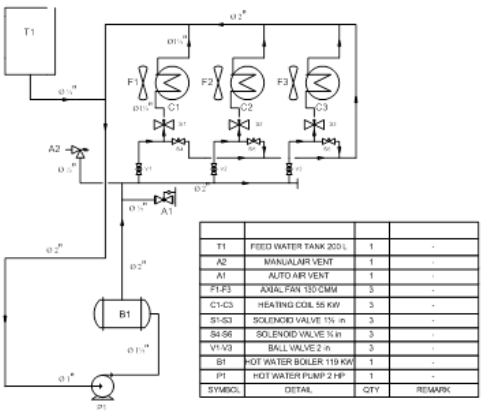
การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มใบยาแบบบัลค์มาเป็นโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก

การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนโดยนำข้อเด่นของโรงบ่มแบบบัลค์มาใช้ เช่น การบรรจุใบยา วิธีการบ่มแบบบัลค์ (bulk curing) และแนวทางการออกแบบโรงบ่ม การจัดการการบ่มใบยาตามแนวทาง GAP ของโรงงานยาสูบ เป็นข้อมูลการออกแบบดัดแปลง โดย เปลี่ยนห้องเผาไหม้และชุดแลกเปลี่ยนความร้อนจากเดิมที่ห้องเผาไหม้ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ไอร้อนจากการเผาไหม้ผ่านไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และพัดลมบังคับทิศทางการไหลของอากาศ(รูปที่ 1) พัฒนามาเป็นระบบความร้อนรวมศูนย์ที่มีการหมุนเวียนความร้อน โดยใช้แหล่งความร้อนจากหม้อน้ำร้อน (hot water boiler) ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) และพัดลมบังคับทิศทางการไหลของอากาศ (รูปที่ 2) ในส่วนของห้องบรรจุใบยาสำหรับบ่มใบยาสูบ ทำการแบ่งห้องบรรจุใบยาในโรงบ่มออกเป็น 3 ห้องแยกอิสระจากกัน

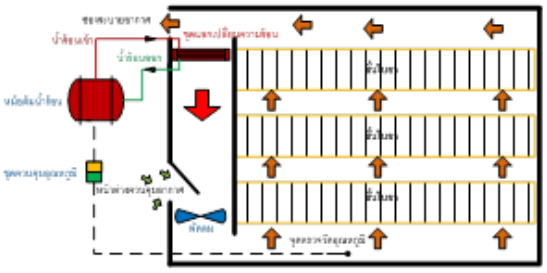
รูปที่ 1 โรงบ่มแบบบัลค์และชุดให้ความร้อน (1.พัดลม 2.ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 3.ห้องเผาไหม้)



รูปที่ 2 แหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น (1.หม้อต้มน้ำร้อน 2.อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 3. พัดลมบังคับทิศทางการไหลของอากาศ



รูปที่ 3 ระบบโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก



รูปที่ 4 ทิศทางการไหลของอากาศ

จากรูปที่ 4 แสดงทิศทางการไหนเวียนของอากาศภายในโรงบ่มระบบการไหลเวียนของอากาศแบบความร้อนรวมศูนย์ เป็นระบบการไหลเวียนอากาศแบบบังคับทิศทางการไหลของอากาศโดยใช้พัดลมที่มีความสามารถในการไหลเวียนอากาศสูง อากาศจากภายนอกห้องบ่ม ซึ่งมีความชื้นต่ำมีอุณหภูมิต่ำ และอากาศทิ้งจากห้องบ่มที่มีความชื้นสูง มีอุณหภูมิสูงเข้ามาผสมกัน เนื่องจากแรงดูดของพัดลม อากาศผสมมีความชื้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มใบยา ถูกส่งผ่านและถูกอัดผ่านชั้นใบยาภายในห้องบ่ม โดยพัดลม เพื่อรับความชื้นจากใบยาและกลายเป็นอากาศทีมีความชื้นสูง มีอุณหภูมิต่ำ จะถูกระบายทิ้งออกจากโรงบ่มบางส่วน และบางส่วนจะถูกดูดผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้เป็นอากาศที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิสูงเพื่อใช้ในระบบต่อไป

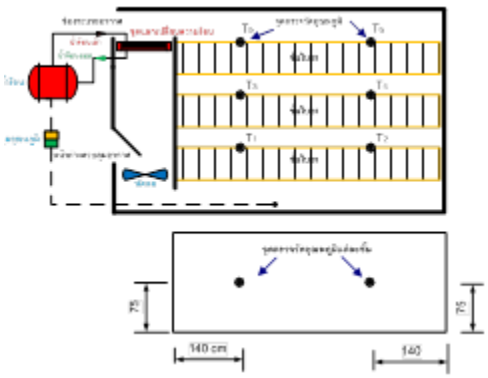
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่

1. การทดลองเพื่อหาความสามารถในการสร้างความร้อน และการกระจายความร้อนในห้องบ่ม

1.1 ทดสอบการทำงานของระบบไม่มีการบรรจุใบยาสดในห้องบ่ม โดยจำลองการเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดหน้าต่างควบคุมอากาศเข้า ตามขั้นตอนการบ่มใบยาสูบขั้นตอนละ 3 ชม.

1.2 ทดสอบการกระจายความร้อนขณะทำการบ่มใบยาสูบกับผลที่มีต่อคุณภาพใบยาแห้ง



รูปที่ 5 จุดตรวจวัดอุณหภูมิ

2. การทดลองเพื่อหาความเร็วลมและอัตราการไหล ตรวจวัดความเร็วลมจำนวน 2 จุด ได้แก่ ความเร็วลมอากาศเข้าที่หน้าต่างควบคุมช่องทางเข้า และความเร็วลมที่ทางออกจากพัดลม ส่วนอัตราการไหลตรวจวัดบริเวณทางออกจากพัดลม โดยกำหนดเป็น 4 ระดับ ซึ่งควบคุมโดยการเปิดหน้าต่างควบคุมอากาศเข้าตามขั้นตอนการบ่มใบยากล่าวคือ ปิดหน้าต่าง และเปิดหน้าต่างร้อยละ 10 , 50 , 80 ของพื้นที่หน้าต่าง

3. ทดลองบ่มใบยาสูบแบบความร้อนรวมศูนย์ บรรจุใบยาสดห้องบ่มละประมาณ 2,000 กก.ในแต่ละวัน และให้มีการเหลื่อมเวลาเริ่มบ่มแต่ละห้องเป็นเวลา 1 วัน ทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามมาตรฐานกระบวนการบ่มใบยาสูบ ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 1 [3] และประเมินคุณภาพใบยาแห้ง

รูปที่ 6 การบรรจุใบยาสด (ห้องบ่มละ 2,000 กก.)

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการบ่มใบยาสูบ

	ลักษณะใบยา	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	เวลาที่ใช้โดยประมาณขึ้นอยู่กับสภาพของใบยา	อุณหภูมิ กระเปาะเปียก °c	
				ใบยามีลักษณะแตกต่างกันมากระหว่างชั้น สีเขียวในชั้นบนและเหลืองในชั้นล่าง	ใบยามีความแตกต่างกันไม่มากนัก
ช่วงทำสี	เริ่มทำสีเหลืองและทำให้ใบยาอ่อนตัว (เหี่ยว)	30 35		27 – 28 27 - 28	27 – 28
	ใบยาเริ่มสีเหลืองครึ่งหนึ่งขณะทำการบ่มใบยาอย่าให้อุณหภูมิขึ้นอย่างรวดเร็วและอย่าให้ความชื้นหรืออุณหภูมิกระเปาะเปียกต่ำกว่ากำหนด	37 40	30 – 40 ชม.	32 – 33 35 - 36	33 – 36 36 - 37
	ทำสีเสร็จสิ้น ใบยาควรจะอ่อนตัว (เหี่ยว)	41		35 - 36	37 - 38
ตรึงสี	ปลายใบยาเริ่มงอจนกระทั่งครึ่งหนึ่งของใบยาหยักเป็นลอนถ้าอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูงขึ้นมากกว่าที่กำหนดให้เปิดช่องอากาศเพิ่ม ถ้าอุณหภูมิกระเปาะเปียกลงมากกว่าที่กำหนดให้ปิดช่องอากาศลง โดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งควรอยู่เท่าที่กำหนด	43 46 49 51	30 – 35 ชม.	35 – 37 35 – 37 35 – 37 35 - 37	38 – 39 38 – 39 39 – 40 39 - 40
ทำใบแห้ง	รอจนกระทั่งใบยาทั้งหมดแห้ง	54	15 – 20 ชม.	40 - 41	40 - 41
ทำก้านแห้ง	รอกระทั่งก้านแห้งทั้งหมด	60 65 70	10 – 20 ชม.	43 – 48 43 – 48 43 – 48 อย่าให้เกิน 49	43 – 48 43 – 48 – 48 อย่าให้เกิน 49

รูปที่ 7 ใบยาแห้งหลังสิ้นสุดการบ่ม

การประเมินคุณภาพใบยาแห้งหลังจากบ่มใบยาแล้ว ใบยาแห้งจะถูกนำไปคัดแยกเพื่อกำหนดเกรดใบยา โดยใช้หลักของชั้นมาตรฐานใบยาบ่มไอร้อนไทย เป็นตัวกำหนด

ซึ่งจะใช้อ้างอิงในการซื้อขาย และยังเพิ่มความสะดวกในการผลิตบุหรี่ เครื่องหมายชั้นมาตรฐานใบยาโดยปกติประกอบด้วยสัญลักษณ์ 3 ตัว เพื่อแสดงถึงหมู่ คุณภาพและสี ตัวอักษรตัวแรกแสดงถึงหมู่ ซึ่งหมู่ของใบยาได้แก่ B - ยาใบ, C – ยากลาง, X – ยาตีน, N – ยาตาย และBA BB BS SS – ยาร่วง ตัวเลขแสดงคุณภาพได้แก่ 1- ชั้นดีเลิศ, 2 – ชั้นดีมาก, 3 – ชั้นดี, 4 – ชั้นพอใช้ และ 5 – ชั้นต่ำ ระดับคุณภาพของใบยาพิจารณาจากองค์ประกอบของคุณภาพ 10

ซึ่งจะใช้อ้างอิงในการซื้อขาย และยังเพิ่มความสะดวกในการผลิตบุหรี่ เครื่องหมายชั้นมาตรฐานใบยาโดยปกติประกอบด้วยสัญลักษณ์ 3 ตัว เพื่อแสดงถึงหมู่ คุณภาพและสี ตัวอักษรตัวแรกแสดงถึงหมู่ ซึ่งหมู่ของใบยาได้แก่ B - ยาใบ, C – ยากลาง, X – ยาตีน, N – ยาตาย และBA BB BS SS – ยาร่วง ตัวเลขแสดงคุณภาพได้แก่ 1- ชั้นดีเลิศ, 2 – ชั้นดีมาก, 3 – ชั้นดี, 4 – ชั้นพอใช้ และ 5 – ชั้นต่ำ ระดับคุณภาพของใบยาพิจารณาจากองค์ประกอบของคุณภาพ 10 ประการได้แก่ ความแก่ โครงสร้างของใบ เนื้อ น้ำมัน ความเข้มของสี ความกว้าง ความยาว ความสม่ำเสมอ ตำหนิที่ยอมให้ และส่วนเสีย สำหรับตัวอักษรอีกตัวแสดงถึงสีของใบยาได้แก่ L – สีมะนาวสุก, F – สีส้ม, V – สีมะนาวสุกหรือสีส้มติดเขียว, S – สีมะนาวสุกหรือสีส้มสลิค, K – สีเพี้ยน และ G – สีเขียว ตัวอย่างเช่น B3F หมายความว่า ยาใบคุณภาพดี สีส้ม สีของใบยาแห้งนั้นสามารถที่จะบ่งชี้ได้ถึงการปฏิบัติดูแลในไร่ปลูก ความแก่ของใบยาที่เก็บเข้าบ่ม

และวิธีการบ่มที่ถูกต้อง รวมไปถึงสมรรถนะของโรงบ่มที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ตามขั้นตอนการบ่ม ใบยาแห้งที่ได้มาจากใบยาสดที่มีการปฏิบัติดูแลในไร่ปลูกที่ถูกต้อง การเก็บใบยาที่สุกเข้าบ่ม การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ตามขั้นตอนการบ่ม จะมีสี L และ F ซึ่งเป็นสีแท้ของใบยาบ่มไอร้อน ส่วนใบยาแห้งที่ได้มาจากใบยาสดที่มีการปฏิบัติดูแลในไร่ปลูกที่ไม่ถูกต้อง การเก็บใบยาที่ไม่สุกเข้าบ่ม โรงบ่มไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ตามขั้นตอนการบ่ม จะมีสี V , S , K และ G [1]

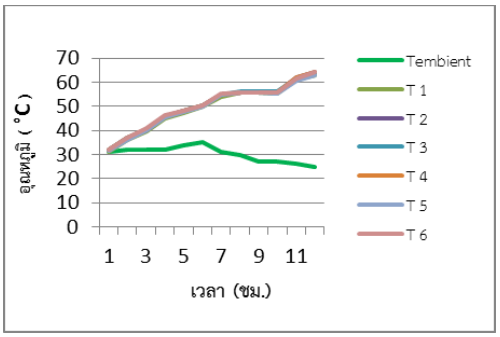
รูปที่ 8 สีแท้ของใบยาบ่มไอร้อน(L , F) ได้จากการปฏิบัติดูแลในไร่ปลูก และการบ่มที่ถูกต้อง

รูปที่ 9 ของใบยาบ่มไอร้อน(V, S , G , K) ได้จากการปฏิบัติดูแลในไร่ปลูก หรือการบ่มที่ผิดพลาด

ผลการทดลอง

1. ความสามารถในการสร้างความร้อน และการกระจายความร้อนในโรงบ่ม

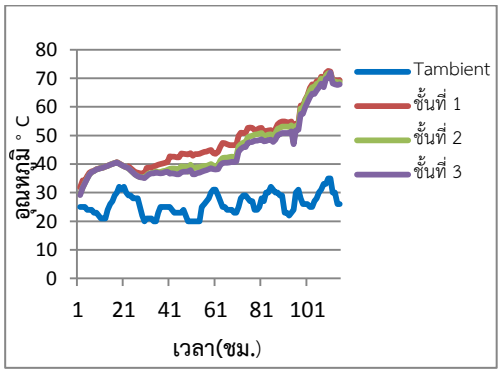
1.1 ความสามารถในการสร้างความร้อน และการกระจายความร้อนในโรงบ่ม โดยที่ไม่ได้บรรจุใบยา



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสามารถในการสร้างความร้อน และการกระจายความร้อนในห้องบ่ม

จากรูปที่ 10 พบว่าแหล่งให้ความร้อนที่ปรับเปลี่ยนสามารถสร้างความร้อนได้ตามอุณหภูมิที่ใช้บ่มใบยาสูบ และการกระจายความร้อนภายในห้องบ่มมีความสม่ำเสมอทั่วถึงกันทุกจุดในแต่ละชั้น

1.2 ความสามารถในการสร้างความร้อน และการกระจายความร้อนในห้องบ่ม ระหว่างการบ่มใบยา



รูปที่ 11 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องบ่ม ในแต่ละชั้น ระหว่างการบ่มใบยาสูบ

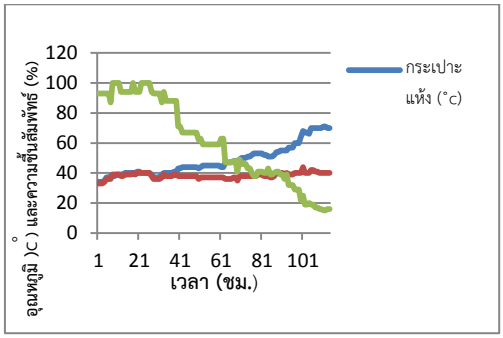
จากรูปที่ 11 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละชั้นระหว่างการบ่มใบยาสูบ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในทิศทางเดียวกันตามการเพิ่มของอุณหภูมิการบ่มใบยาสูบ และการกระจายความร้อนในห้องบ่มในระหว่างการบ่มใบยาสูบค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดช่วงการบ่มใบยาสูบที่อุณหภูมิต่างๆ โดยมีค่าอุณหภูมิต่างกันสูงสุดระว่างชั้นที่ 1 และชั้นที่ 3 ไม่เกิน 7.1 °c โดยอุณหภูมิชั้นที่ 1 หรือชั้นล่างจะมีค่าสูงกว่าชั้นที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากลักษณะการกระจายความร้อนในห้องบ่มจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของใบยาแห้งหลังจากการบ่ม ซึ่งสามารถนำไปจัดการวิธีการบรรจุใบยาสดในห้องบ่มตามระดับอุณหภูมิที่

ตำแหน่งต่างๆภายในห้องบ่ม กล่าวคือการบรรจุใบยาเรียงตามความสุกหรือจากสีของใบยา ในชั้นที่ 1 ควรบรรจุใบยาสดที่มีสีเหลืองหรือใบยาสุก ในชั้นที่ 2 และ 3 เป็นใบยาที่มีสีเหลืองอมเขียวและสีเขียวตามลำดับ เพื่อให้ง่ายต่อการบ่มและได้ใบยาแห้งที่มีคุณภาพดี (สี L,F) ลดปริมาณใบยาที่มีคุณภาพต่ำ (สี V , K , S และ G)

2.ปริมาณความเร็วลมและอัตราการไหลของอากาศ

การตรวจสอบความเร็วลมและอัตราการไหลของอากาศที่ช่องอากาศออกเมื่อทำการปรับพื้นที่หน้าต่างช่องทางเข้าของอากาศ 4 ระดับ คือ ปิดหน้าต่าง และเปิดหน้าต่างร้อยละ 10 , 50 , 80 ของพื้นที่หน้าต่าง พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยและอัตราการไหลเฉลี่ยที่ช่องอากาศออกอยู่ระหว่าง 4.5 – 7.8 เมตรต่อวินาที และ 76.3 – 132.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ตามลำดับ ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลการบ่มใบยาสูบพบว่า อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสมในการบ่มใบยาสูบ 3 ชั้นคือ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อปริมาณใบยาสด 1,000 กก. [2] ในการบ่มใบยาสด 2,000 กก.ปริมาณการไหลของอากาศเป็น 120 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

3). ผลการทดลองบ่มใบยาสูบแบบความร้อนรวมศูนย์



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบ

จากรูปที่ 12 แสดงการบ่มใบยาสูบในโรงบ่มร่วมศูนย์ขนาดเล็กที่ปรับปรุงขึ้นโดยใช้หม้อต้มน้ำร้อน เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนและใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในการผลิตอากาศร้อนสำหรับโรงบ่ม พบว่า สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ได้ตามขั้นตอนการบ่มใบยา กล่าวคือในขั้นตอนการทำสี อุณหภูมิ 32-41 °C ความชื้นสัมพัทธ์ มากกว่า 85 % ระยะเวลา 41 ชม. ขั้นตอนการตรึงสี อุณหภูมิ 43-51 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 40-65 % ระยะเวลาในการบ่ม 37 ชม. ขั้นตอนการทำใบแห้ง อุณหภูมิ 52-60 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 30-40 % ระยะเวลาในการบ่ม 20 ชม. และในขั้นตอนการทำก้านแห้งอุณหภูมิ 60-70 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-30 % ระยะเวลาในการบ่ม 17 ชม.

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองบ่มใบยาสูบ

	ครั้งที่ 1 (ห้อง)			ครั้งที่ 2 (ห้อง)			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	
น้ำหนักยาสด (กก.)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	6,000
ปริมาณความชื้นใบยาสด (% wet basis) [6]	89.78	87.46	87.35	88.62	89.54	88.82	88.59
หมู่ของใบยา	X-C	X-C	X-C	X-C	C-B	C-B	X-B
อัตราแปรสภาพ (สด:แห้ง)	7.5 : 1	7.3 :1	7.0 :1	7.2 :1	6.9 :1	6.7 :1	7.1 : 1
ปริมาณความชื้นในยาแห้งหลังเสร็จสิ้นการบ่ม (% wet basis)	5.78	5.62	5.86	5.43	5.71	5.32	5.62
ปริมาณความชื้นใบยาแห้งหลังให้ความชื้น (% wet basis)	12.14	11.84	12.92	11.72	12.09	12.72	12.23
ระยะเวลาการบ่ม (ชม.)	102	104	115	100	106	110	-
ปริมาณน้ำที่ระเหยออก (กก.) [4]	1,783	1,738	1,731	1,759	1,778	1,764	-
รวมปริมาณน้ำที่ระเหยออก (กก.)	5,252			5,301			5,276
ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน SEC (kJ/kg water evap)	3,649.55			3,324.79			3,487.17
น้ำหนักใบยาแห้ง (กก.)	268	274	285	278	291	297	-
รวมน้ำหนักใบยาแห้ง(กก.)	827			866			846
คุณภาพใบยาแห้ง กลุ่มใบยาสี L,F และ V,S,K,G (%)	71 และ 29			73 และ 27			72 และ 28
ปริมาณก๊าซ LPG (กก.)	354			325			348
ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการบ่ม (บาท)	6,856.98			6,295.25			6,576.11
เฉลี่ยปริมาณก๊าซ LPG (กก. : กก. ใบยาสด)	0.06			0.05			0.05
ปริมาณกระแสไฟฟ้า (หน่วย)	386			362			374
ค่ากระแสไฟฟ้า(บาท)	1,451.36			1,361.12			1,406.24
เฉลี่ยปริมาณกระแสไฟฟ้า (หน่วย : กก.ใบยาสด)	0.06			0.06			0.06
รวมค่าพลังที่ใช้ในการบ่ม (บาท)	8,308.34			7,656.37			7,982.35
ต้นทุนค่าพลังงาน (บาท:กก.ใบยาแห้ง)	10.04			8.95			9.49

หมายเหตุ

ก๊าซ LPG ราคา กก. ละ 19.37 บาท

ค่ากระแสไฟฟ้า หน่วยละ 3.76 บาท

ค่าพลังงานของก๊าซ LPG 50,220 kJ/kg

ค่าพลังงานของกระแสไฟฟ้า 3600 kJ/kWh

จากตารางที่ 2 การทดลองบ่มใบยาสูบแบบความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็กโดยใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงพบว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption, SEC) 3,487.17

kJ/kg water evap มีต้นทุนค่าพลังงานเฉลี่ย 9.49 บาทต่อกิโลกรัมใบยาแห้ง คุณภาพใบยาแห้ง ได้ใบ

ยาสี L,F และ V,S,K,G เป็น 72 และ 28 % ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มใบยาแบบบัลค์เป็นโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก ใช้หม้อต้มน้ำร้อนและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในการผลิตอากาศร้อนสำหรับการบ่มใบยา สามารถสร้างความร้อน ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ตามขั้นตอนการบ่มใบยาสูบ มีความสะดวกในการบ่มใบยาสูบ และสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนเชื้อเพลิงบ่มใบยา ลดมลพิษจากการเผาไหม้ อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และเป็นโรงบ่มที่มีมลพิษต่ำ สอดคล้องตามแนวทางการผลิตใบยา GAP ของโรงงานยาสูบ สำหรับต้นทุนค่าพลังงานเมื่อเทียบกับโรงบ่มแบบบัลค์เดิมที่มีต้นทุนค่าพลังงานเฉลี่ย 2.13 บาทต่อกิโลกรัมใบยาแห้ง โดยใช้ฟืนร่วมกับลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง (ปี 2551) [7] มีค่าค่อนข้างสูง อันเนื่องมาจากราคาก๊าซ LPG ที่ปรับตัวสูงขึ้น ซึ่งจะมีการศึกษาเพื่อลดต้นทุนค่าพลังงานในโอกาสต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การดัดแปลงแหล่งให้ความร้อนของโรงบ่มใบยาสูบแบบบัลค์มาเป็นโรงบ่มความร้อนรวมศูนย์ขนาดเล็ก” นี้เป็นงบประมาณโครงการทดลอง สถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ โรงงานยาสูบกระทรวงการคลัง และได้รับความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

[1] กองมาตรฐานใบยา, 2551 , ชั้นมาตรฐานใบยาบ่มไอร้อนไทย , ฝ่ายใบยา โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง , 39 หน้า.

[2]ชัชวาล ตัณฑกิตติ สาธิต ถาวรนันท์ และนคร ทิพยวงศ์ , 2549 , โครงการนำร่องการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการบ่มใบยาสูบขนาดเล็ก , ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เชียงใหม่ , 73 หน้า.

[3] ชัชวาล ตัณฑกิตติ และสาธิต ถาวรนันท์, - , อุตสาหกรรมยาสูบในประเทศไทย, ภาควิชาวิศวกรรม เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 119 หน้า.

[4] ณัฐวุฒิ ดุษฎี , 2546 , เอกสารประกอบการสอน พร.409 การอบแห้งผลิตภัณฑ์เกษตรด้วยพลังงานทดแทน , มหาวิทยาลัยแม่โจ้ , เชียงใหม่, 180 หน้า.

[5] ฝ่ายใบยา , 2552 ,การปฏิบัติการเกษตรที่ดี GAP (Good Agricultural Practices), โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง.

[6] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2540, การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, พิมพ์ครั้งที่ 7, 338 หน้า.

[7] สุริยา ศรีวังพล, ศิริชัย พัฒกุล, พิจิตร นามคันที, ธีรวุฒิ ทัพบำรุง และสมศักดิ์ สุวรรณ์. 2551. ศึกษาการบ่มใบยาสูบบ่มไอร้อนในโรงบ่มแบบบัลค์. รายงานผลการทดลอง กองเกษตรวิศวกรรม สถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ ฝ่ายใบยา โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง . 53 หน้า.