

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

การผลิตยางแผ่นรมควันเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ ในปีพ.ศ. 2548 ไทยส่งออกยางแผ่นรมควัน 0.92 ล้านตัน ประมาณ 34.99% ของยางดิบที่ส่งออกทั้งหมด การผลิตยางแผ่นรมควันเป็นความรู้ที่รู้จักกันในวงการ ที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากประเทศมาเลเซียและประสบการณ์ที่สะสมมานาน ไม่ได้รับการพัฒนาเพิ่มในช่วงหลัง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงโดยเฉพาะจากภาวะราคาเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น โครงการวิจัยนี้จึงสนใจจะพัฒนาการรมควันยางแผ่นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการการแห้งของยางแผ่น เพื่อให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการรมควันยางแผ่น โดยใช้ตุ้มรมควันขนาด 60 cm x 60 cm x 360 cm และศึกษาระบบการเผาไหม้ที่เหมาะสมโดยใช้การเปรียบเทียบ 2 ระบบที่คาดว่าเหมาะสม กับระบบการเผาไหม้แบบเดิม ซึ่งเป็นตัวแทนของระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ระบบเผาไหม้ที่เลือกมาศึกษา คือ ระบบเผาไหม้แบบมีอิฐเก็บกักความร้อน กับระบบเผาไหม้แบบมีการป้อนไม้ฟืนแบบสั่นไถล โดยทดลองรมควันยางแผ่นด้วยระบบทั้งสามกับตุ้มรมควันขนาดเดียวกันจำนวน 42 แผ่น ซึ่งเป็นยางแผ่นของโรงรมควันสหกรณ์กองทุนสวนยาง เป้าหมายของโครงการนี้เพื่อให้ได้ความรู้สำหรับนำไปเพิ่มประสิทธิภาพการรมควันยางแผ่นของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ปัจจัยที่มีผลต่อการแห้งของยางแผ่น คือ อุณหภูมิ ความเร็วลมร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอก แต่เนื่องจากการรมควันยางแผ่นโดยทั่วไป ใช้ความร้อนและควันจากการเผาไหม้ไม้ฟืน โดยลมร้อนจากการเผาไหม้ไหลผ่านยางแผ่นโดยธรรมชาติซึ่งความเร็วค่อนข้างต่ำ แม้ว่าการไหลด้วยความเร็วสูงจะมีผลต่อการแห้งของยางในช่วงแรก แต่ก็ไม่ได้ทำให้ยางแผ่นแห้งได้เร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ยังมีผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การลดความชื้นของอากาศก็เช่นกัน จะทำให้ยางแห้งเร็วขึ้นแต่ก็เสียพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกปัจจัยของอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวมาศึกษา และได้พบว่า การรมควันยางแผ่นที่มีความหนา 3 mm ซึ่งมีความชื้นประมาณ 25-35% ฐานแห้ง จะต้องใช้เวลาสามวัน โดยรมควันที่อุณหภูมิเริ่มต้น 45°C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง อาจจะประมาณ 6-12 ชั่วโมง จึงจะทำให้ยางแห้งโดยไม่เกิดฟองอากาศในเนื้อยางแผ่น หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิทีละ 5 °C ในทุก ๆ 12 ชั่วโมง จนได้อุณหภูมิ 60-65 °C และรักษาอุณหภูมิระดับนี้จนยางแห้ง จะทำให้ได้ยางแผ่นแห้งคุณภาพดี ไม่มีฟองอากาศในแผ่นยาง การอบแห้งยางแผ่นที่ความเร็วลมต่ำ ที่ 0.2 m/s และ 0.5 m/s มีแนวโน้มว่าที่ความเร็วสูงยางจะแห้งเร็วกว่าและแห้งมากกว่า แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากอบแห้งสามวัน

การศึกษาระบบเก็บกักความร้อนด้วยอิฐโดยใช้กองอิฐ 3 ขนาด คือ กองอิฐสูง 50 cm 100 cm และ 150 cm ซึ่งมีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนที่ผิวบนเท่ากัน 0.36 m² ในการทดลองได้เผาโดยใส่ไม้ฟืนสามครั้งในเวลาชั่วโมงที่ 0 12 และ 24 ใช้ไม้ฟืน 210 kg สำหรับกองอิฐ 50 cm และที่เหลือใช้ไม้ฟืน 180 kg โดยแบ่งใส่ในปริมาณใกล้เคียงกัน ใช้ 3 ปัจจัยในการเปรียบเทียบสมรรถนะการเก็บกักความร้อน คือ อุณหภูมิสูงสุดของกองอิฐ ระยะเวลาในการคายความร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่จะ

นำความร้อนไปใช้ในการรมควันยางแผ่น และปริมาณความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวลของอิฐ พบว่า
กองอิฐทั้งสามขนาดมีอุณหภูมิสูงสุดใกล้เคียงกัน 275-323 °C ในการเก็บกักความร้อน และมี
อุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐเปลี่ยนแปลงตามความสูงของอิฐ ดังในรูปที่ 4.31 จากข้อมูลการ
เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกองอิฐสูง 100 cm (T = -0.39 H) กับ 150 cm (T = -0.58 H)
พอจะประเมินสมการการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองอิฐได้ คือ T = -0.48 H เมื่อ T = อุณหภูมิ
เฉลี่ยในอิฐ (°C) และ H = ความสูงของกองอิฐ (cm) สำหรับระยะเวลาในการคายความร้อนและ
ปริมาณความร้อนที่คายออก จะพิจารณาการคายความร้อนจากที่อุณหภูมิกองอิฐ 275 °C เท่ากันทั้ง
สามแบบ จนถึงอุณหภูมิ 60 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เท่ากับอุณหภูมิในห้องรมควัน กองอิฐหมด
ศักยภาพในการถ่ายโอนความร้อนให้แก่การรมควันยางแผ่น พบว่า กองอิฐทั้งสามขนาดถ่ายโอน
ความร้อนในระยะเวลาใกล้เคียงกัน 53-59 ชั่วโมง และถ่ายโอนความร้อนผ่านพื้นผิว 0.36 m²
คำนวณในปริมาณ 0.46-0.74 MJ/kg brick ด้วยกำลังการถ่ายโอนความร้อน 2-8 kW/m² กำลังใน
การถ่ายโอนความร้อนในช่วงรับความร้อนมีค่าน้อยกว่าช่วงคายความร้อน เนื่องจากอุณหภูมิ
คำนวณของกองอิฐในช่วงคายความร้อนสูงกว่าในช่วงรับความร้อน แต่ที่อุณหภูมิเดียวกัน กำลังใน
การถ่ายโอนความร้อนจะแตกต่างกันไม่มากสำหรับกองอิฐที่สูงไม่เกิน 100 cm กองอิฐทั้งสามแบบ
คายความร้อนในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการเลือกขนาดกองอิฐให้เหมาะสมกับการรมควัน
ยางแผ่น จึงขึ้นกับปริมาณการคายความร้อน ถ้าต้องการปริมาณความร้อนมากก็เลือกกองอิฐสูง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเปรียบเทียบระบบการเผาไหม้ 3 แบบ คือ การเผาไหม้แบบเดิม
การเผาไหม้แบบมีระบบป้อนฟืน และระบบเผาไหม้แบบมีอิฐเก็บกักความร้อน การเปรียบเทียบครั้ง
นี้ใช้ระบบทั้งสามทดลองรมควันยางแผ่นด้วยตุ้มควันที่เหมือนกัน โดยใช้ยางแผ่นดิบ 42 แผ่น การ
เปรียบเทียบจะใช้ 4 ปัจจัยพิจารณา คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน การควบคุมอุณหภูมิในห้อง
รมควัน การแห้งของยางแผ่น และคุณภาพยางแผ่นรมควันที่ได้ เพื่อหาระบบเผาไหม้ที่เหมาะสม

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนในการรมควันยางแผ่น

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนแสดงถึงการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนในไม้ฟืน ในการ
ระเหยน้ำออกจากยางแผ่น ซึ่งในการทดลองได้ระเหยน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันเล็กน้อย คือ 11.7-
16.1 kg ปริมาณการใช้ไม้ฟืนเป็นอีกปริมาณหนึ่งที่อาจใช้แสดงประสิทธิภาพของการรมควันยาง
แผ่นได้ โดยพิจารณาในเทอมของอัตราส่วนของน้ำหนักไม้ฟืนที่ใช้กับน้ำหนักยางแห้งที่ได้ ซึ่งช่วย
ให้ชาวบ้านเข้าใจได้ง่าย และสะท้อนให้เห็นค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงได้ทันทีเนื่องจากมีการซื้อขายไม้
ฟืนราคาต่อกก. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การรมควันด้วยระบบการเผาไหม้แบบใช้อิฐเก็บกัก
ความร้อน มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าระบบอื่น โดยมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ
7.61% และใช้ไม้ฟืน 1.25 กก.ต่อกก.ยางแห้ง ซึ่งมากกว่าการรมควันยางแผ่นของโรงรมควัน
สหกรณ์กองทุนสวนยางที่ใช้ไม้ฟืน 0.6-1.2 กก.ต่อกก.ยางแห้ง เนื่องจากความแตกต่างด้านขนาด
ห้องรมควัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การรมควันด้วยระบบการเผาไหม้แบบเดิม เป็นตัวแทนของการ
รมควันของโรงรมสหกรณ์กองทุนสวนยางในการเปรียบเทียบ นอกจากนี้ระบบการเผาไหม้ที่มีอิฐ

เก็บกักความร้อนก็มีความถี่ในการใส่ไม้พินน้อยกว่า คือ ใส่พิน 3 ครั้ง ตลอดการรมควันยางแผ่นสามวัน

อุณหภูมิภายในตุ้รมควัน

อุณหภูมิภายในตุ้รมควันในแนวความสูงของแต่ละแบบจะมีค่าใกล้เคียงกัน จากอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตุ้รมควัน ดังในรูปที่ 5.35 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของการรมควันแบบเดิมและการรมควันด้วยการป้อนพินต่อเนื่องจะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตามช่วงเวลาการเดิมไม้พิน มากกว่าการรมควันด้วยระบบเผาไหม้ที่มีอิฐเก็บกักความร้อน อุณหภูมิที่ช่วงเวลาต่างๆ ใกล้เคียงกัน ดังในตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงชั่วโมงที่ 0-12 ของการรมควันทั้ง 3 แบบ มีอุณหภูมิไม่เกิน 45°C ซึ่งทำให้ยางรมควันไม่มีฟองอากาศ และในช่วงชั่วโมงที่ 12-72 ชั่วโมงอุณหภูมิเฉลี่ยของการรมควันแบบเดิมมีค่าเกิน 55°C เนื่องจากไม้พินมีค่าความชื้นต่ำทำให้เผาไหม้ได้ดี สำหรับการรมควันด้วยระบบที่มีอิฐกักเก็บความร้อนและระบบที่มีการป้อนพิน มีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วงชั่วโมงที่ 12-36 เท่ากับ 45°C ในช่วง 36-72 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยจะเท่ากับ 54°C ซึ่งระดับของอุณหภูมิแนะนำสำหรับการรมควันช่วงนี้ คือ 60°C

การแห้งของยางแผ่นและคุณภาพของยางแผ่นรมควัน

จากการเปรียบเทียบการแห้งของยางแผ่นจากการการรมควันด้วย 3 ระบบ พบว่า การแห้งหรือการระเหยน้ำออกจากยางแผ่นในการรมควันด้วยระบบที่มีอิฐเก็บกักความร้อนจะแห้งได้เร็วกว่าระบบที่เหลือ และการรมควันด้วยระบบแบบเดิมและระบบที่มีการป้อนพิน จะได้ยางแผ่นมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำว่าการรมควันด้วยระบบที่มีอิฐเก็บกักความร้อน เนื่องจากปริมาณเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของการเผาไหม้ไม้พินในช่วงแรกเข้าไปเกาะบนผิวยางแผ่นที่ยังเปียกอยู่ ซึ่งในการรมควันด้วยระบบที่มีอิฐกักเก็บความร้อน มีการเผาไม้พินก่อนนำยางแผ่นเปียกเข้าตุ้รมควัน 19 ชั่วโมง เพื่อให้ความร้อนไปสะสมในกองอิฐก่อน แล้วใช้ความร้อนที่คายออกจากอิฐซึ่งไม่มีเขม่า มาใช้รมควันยางแผ่นในช่วงเริ่มต้น ทำให้ได้ยางแผ่นแห้งที่มีสีน้ำตาลอ่อนตรงตามความต้องการของตลาด อย่างไรก็ตามยางแผ่นรมควันที่ได้จากการใช้ระบบการเผาไหม้ทั้งสาม ก็สามารถขายได้ในเกรดอย่างชั้นสามเหมือนกัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

การผลิตยางแผ่นรมควัน ในกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางพารา จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพการรมควัน ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนเชื้อเพลิง ซึ่งนับวันไม้พินจะมีราคาสูงขึ้นตามราคาน้ำมันและราคายาง จึงขอเสนอแนะแนวทางในการลดการใช้พลังงานในการรมควันยางแผ่นไว้ 2 ประเด็น ดังนี้คือ

(ก) การพัฒนาระบบการเผาไหม้

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาการแห้งของยางแผ่น และระบบการเผาไหม้แบบต่าง ๆ ทำให้ทราบว่า การรมควันควรเริ่มต้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 45°C ยางจะมีคุณภาพดีไม่มีฟองอากาศในเนื้อยางแผ่น จากการเปรียบเทียบระบบเผาไหม้ทั้งสามแบบพบว่า การเผาไหม้แบบใช้อิฐเก็บกักความร้อนมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าระบบที่เหลือ แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากชุดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งรมควันยางแผ่นได้ครั้งละ 42 กก. ยังไม่แน่ใจว่าการนำไปใช้จริงจะเกิดปัญหาหรือไม่ ดังนั้นจึงเสนอแนะว่า ควรจะทำวิจัยระบบการเผาไหม้ต่อ ดังนี้

1. ระบบเก็บกักความร้อนด้วยอิฐ

ระบบนี้มีศักยภาพที่จะนำไปใช้กับโรงรมควันยางแผ่นขนาดเล็ก โดยใช้กองอิฐขนาดความสูงประมาณ 50 cm สามารถคายความร้อนในอัตรา 0.52-0.74 MJ/kg brick และมีกำลังการถ่ายเทความร้อน $1-8 \text{ kW/m}^2$ จึงควรจะมีงานวิจัยต่อเพื่อศึกษาผลการนำไปใช้งานจริงให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรค ก่อนการส่งเสริมให้มีการใช้ระบบนี้ในโรงรมควันยางแผ่นขนาดเล็ก

2. ระบบป้อนไม้ฟืนด้วยสกรู

ระบบนี้เหมาะสมสำหรับการใช้กิ่งไม้เล็กๆ ที่เหลือทิ้งในสวน นำมาย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใช้ระบบป้อนไม้ฟืน ส่งชิ้นไม้เข้าเตาเผาที่ใช้กันอยู่ ดังนั้นควรจะศึกษาทั้งระบบ และทดลองใช้จริงโดยปรับปรุงเตาเผาของโรงรมสหกรณ์กองทุนสวนยาง เพื่อศึกษาความคุ้มค่าของระบบนี้ เนื่องจากกิ่งไม้ที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงราคาต่ำ

3. ระบบลิ้นไถล

ระบบนี้เหมาะสมสำหรับระบบเผาไหม้ขนาดเล็ก และมีแนวโน้มว่า สามารถพัฒนาต่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแก้ปัญหาการลิ้นไถลที่ไม่ต่อเนื่องขณะใช้งาน ระบบนี้มีศักยภาพในการนำไปใช้กับระบบอบแห้งอื่น ๆ ได้

(ข) การตากยางแผ่นก่อนนำเข้ารมควัน

การรมควันยางแผ่นของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ใช้ไม้ฟืน 0.6-1.2 กก.ต่อกก.ยางแห้ง ซึ่งเป็นการรมควันจากยางแผ่นดิบที่มีความชื้นสูงประมาณ 40%ฐานแห้ง ดังนั้นการประหยัด เชื้อเพลิงในการรมควันยางแผ่นให้ได้ 30-40% ไม่สามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพการอบแห้ง และการเผาไหม้อย่างเดียว จำเป็นต้องใช้มาตรการอื่น คือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์หรือความร้อนเหลือทิ้งในการลดความชื้นยางแผ่นดิบก่อนนำเข้าห้องรมควัน