

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงจากไม้พินในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของ สหกรณ์สวนยางภาคใต้

Fuel Efficiency Enhancement in the Rubber Smoking Process of The Rubber Cooperatives

วชร กาลาสี ยูทธภูมิ พงศ์ปรียาชาติ วชิรพันธ์ ตันตพระภา สุทธิรัตน์ สุวรรณจรัส
ไพโรจน์ ศิริรัตน์ พีระพงศ์ ทิมสกุล¹

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์ (074) 287-035 โทรสาร (074) 212-893 Email: perapong@ratree.psu.ac.th¹

Wachara Kalasee, Yuttapoom Pongpariyawatee, Wachirapan Tantaprapa, Suthirat Suwanjarat,
Pairoj Kirirat, Perapong Tekasakul¹

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90112
Tel (074) 287-035, Fax: (074) 212-893 Email: perapong@ratree.psu.ac.th¹

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไม้พินในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์สวนยางภาคใต้ ซึ่งเป็นฐานการผลิตยางแผ่นรมควันที่สำคัญของประเทศ กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันในปัจจุบันของสหกรณ์สวนยางใต้ใช้ไม้พินยางพาราเป็นเชื้อเพลิง แล้วนำก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไปถ่ายเทความร้อนให้แผ่นยางเพื่อกำจัดความชื้นออกไป ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงค่อนข้างต่ำอันเนื่องจากการมีปล่อยก๊าซร้อนทิ้งสู่บรรยากาศผ่านทางท่อระบายเพื่อให้เกิดการไหลของก๊าซร้อนในห้องรมให้ดีขึ้นทำให้มีการสูญเสียความร้อนสูง จากการปรับปรุงวิธีการโดยการปรับลดการปล่อยทิ้งของก๊าซร้อนและการปรับปรุงการกระจายอุณหภูมิในห้องรมให้สม่ำเสมอมากขึ้น พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการรมยางได้ 13% และลดปริมาณการใช้ไม้พินได้ถึง 45% นอกจากนี้การควบคุมการกระจายของอุณหภูมิให้สม่ำเสมอนั้น ยังช่วยให้ยางแห้งทั่วถึงทั้งห้อง

Abstract

Efficiency of fuel usage in rubber smoking of the rubber cooperatives was studied. Improvement of fuel efficiency was a major concern. Rubberwood was burned to produce hot gas as a heat supply to remove moisture from the rubber sheets. Presently, efficiency of fuel usage is quite low. This results from high heat loss through the draft tube that is used to enhance flow of hot gas in the smoking room. In this work, heat released from the draft tube has been controlled and adjusted to minimize the

loss. Temperature distribution of hot gas in the smoking room has been adjusted to be more uniform throughout the room. The results show that thermal efficiency of rubber smoking process was enhanced by 13%. Reduction of rubberwood was found to be 45%. The uniform temperature distribution in the smoking room results in more uniform quality of the rubber sheets.

1. บทนำ

ยางธรรมชาติทั่วโลกมีมากกว่า 70% ที่ผลิตมาจากทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งกระบวนการผลิตยางธรรมชาติสามารถผลิตได้หลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือการผลิตยางแผ่นรมควันที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้อยู่ในระดับแนวหน้าของโลก โดยสามารถผลิตได้ประมาณ 1.0 ล้านตันต่อปี [1] โดยมีสหกรณ์กองทุนสวนยางระดับหมู่บ้านกว่า 700 แห่งทั่วประเทศเป็นฐานกำลังสำคัญในการผลิต อุตสาหกรรมการผลิตยางแผ่นรมควันส่วนใหญ่ของประเทศไทย จะตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศ ซึ่งในกระบวนการรมควันจะต้องทำการเผาไม้พินยางพาราเพื่อผลิตก๊าซร้อนเข้าสู่ห้องรมควันยาง แต่ปัจจุบันไม้พินยางพารามีราคาสูงขึ้นและเป็นที่ต้องการของท้องตลาด โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ จึงมีแนวโน้มที่จะขาดแคลนในอนาคต ดังนั้นการศึกษาเพื่อจะนำก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไม้พินยางพารามาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า จึงมีความสำคัญในการที่จะลดปริมาณการใช้ไม้พินในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณเชื้อเพลิงไม้พินที่มีแนวโน้มลดลงและราคาสูงขึ้น

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการศึกษาหาประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของห้องรมยาง โดยได้ใช้ห้องรมของกลุ่มสหกรณ์สวนยางภาคใต้เป็นห้องรมตัวอย่าง พร้อมทั้งได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อ

¹Corresponding author

เพลิงให้สูงขึ้น โดยการให้ก๊าซร้อนมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอทั่วทั้งห้องมากขึ้นและไหลผ่านแผ่นยางโดยตรง

2. กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

การทำยางแผ่นชั้นดี มีหลักการง่ายๆ คือ การทำยางให้สะอาด โดยใช้น้ำกรดและน้ำให้ถูกส่วน รีดแผ่นยางให้บาง สีส้มสม่ำเสมอ ไม่มีฟองอากาศ มีขนาดและน้ำหนักตามมาตรฐาน [2] ซึ่งมีวิธีและขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ คือ เริ่มรวบรวมน้ำยาง (latex collection) ซึ่งต้องทำให้น้ำยางมีความสะอาดมากที่สุด เพราะน้ำยางบูดเน่าจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ ได้ง่าย หลังจากนั้นจึงเป็นการทำให้น้ำยางจับตัว (coagulation) ซึ่งสามารถทำได้โดยการใส่กรดฟอร์มิค กรดซัลฟูริก หรือกรดอะซิติก เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้กรดฟอร์มิคเพื่อทำให้น้ำยางจับตัว ในการทำยางแผ่นรมควัน จะต้องทำให้กรดเจือจาง 2% น้ำหนักต่อปริมาตร แล้วจึงเติมลงในน้ำยาง โดยปริมาณกรดที่ใช้ต้องทำให้น้ำยางมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.6–4.9 [3] เมื่อน้ำยางจับตัวเป็นแผ่นจะถูกนำไปผ่านเครื่องรีดยาง ซึ่งยางแผ่นดิบจะถูกรีดน้ำออกจากแผ่นยางโดยจะลดปริมาณน้ำจาก 80% ลงเหลือเพียงประมาณ 60%

การรมควันยาง (smoked drying) เป็นการทำให้ยางแผ่นดิบแห้ง โดยระยะเวลาในการรมควันแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของยาง เนื่องจากความชื้นหรือปริมาณน้ำในเนื้อยางแผ่นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานความร้อน ถ้าหากยางแผ่นชื้นมาก ก็จะทำให้ต้องใช้ความร้อนมากตามไปด้วย โดยทั่วไปยางแผ่นดิบที่ผ่านการรีดจากเครื่องรีดจะมีความชื้นอยู่ประมาณ 60% โดยน้ำหนักหรือมีน้ำอยู่ในเนื้อยาง 0.6 กิโลกรัมต่อเนื้อยางแห้ง 1 กิโลกรัม เมื่อนำมาแขวนในที่ร่มในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก น้ำในเนื้อยางจะซึมออกมาใช้เวลาประมาณ 6–12 ชั่วโมง ยางแผ่นจะมีน้ำเหลืออยู่ประมาณ 40% ซึ่งตามปกติโรงรมสหกรณ์จะแขวนยางแผ่นก่อนนำเข้าห้องรม โดยการซึมของน้ำจากเนื้อยางนั้นเกิดขึ้นตลอดเวลา สังเกตได้จากการเปียกของผิวยางแผ่น อัตราการซึมของน้ำออกจากเนื้อยางจะมากขึ้นตามอุณหภูมิ สังเกตได้จากยางแผ่นที่เริ่มแห้งในอุณหภูมิห้องแล้ว แต่เมื่อนำเข้าห้องรมได้รับความร้อนและมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะมีน้ำจากยางแผ่นหยดลงบนพื้นห้องรม การซึมของน้ำออกจากเนื้อยางหยุดเมื่อผิวยางแห้ง ซึ่งในสภาวะนี้ เนื้อยางมีน้ำอยู่ประมาณ 15%

นอกจากความชื้นของยางแผ่นแล้วการควบคุมอุณหภูมิในการรมควันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อระยะเวลาการรมควันยาง ซึ่งการรมควันยางแผ่นดิบให้มีความชื้นลดลงจาก 40% เหลือ 0.3–0.4% นี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อรักษาคุณสมบัติของยางแผ่นและป้องกันการเกิดรา เนื่องจากในควันจากการเผาไหม้ไม้พีนีมีกรดครดฟีนอลิก (phenolic acid) ผสมอยู่ [4] โดยก่อนนำยางเข้าห้อง จะต้องจุดเตาเพื่อทำให้ห้องรมร้อนทั่วถึงก่อน และเปิดบานระบายความชื้นซึ่งมีอยู่ 2 บานที่เพดานห้องเพื่อระบายอากาศออก ให้เกิดการไหลและดึงก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ไหลเข้าสู่ห้องรม การทำให้ห้องรมร้อนก่อนนำยางเข้า จะช่วยให้ยางแผ่นดิบได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง ทำให้สามารถป้องกันการเกิดราบนแผ่นยางดิบในวันแรกของการรมควันได้ โดยในระหว่างการรมควันยางแผ่นต้องมีการใส่ไม้พีนีอย่างสม่ำเสมอทุก 2–3 ชั่วโมงต่อครั้ง เพื่อควบคุมให้ห้องรมควันร้อนอยู่ประมาณ 50–70 องศาเซลเซียส โดย

อุณหภูมิสูงสุดต้องควบคุมให้ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นจะทำให้ยางแผ่นเหลวและยึดตัว [5] สำหรับยางแผ่นดิบที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร โดยทั่วไปควรควบคุมอุณหภูมิห้องรมให้ได้ ดังนี้ [6]

วันที่ 1 อุณหภูมิ 49–52 องศาเซลเซียส

วันที่ 2 อุณหภูมิ 52–57 องศาเซลเซียส

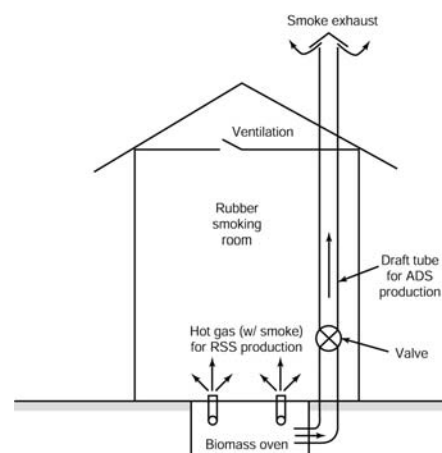
วันที่ 3 อุณหภูมิ 57–60 องศาเซลเซียส

วันที่ 4 อุณหภูมิ 60–63 องศาเซลเซียส

หลังจากยางแผ่นผ่านการรมควันแล้วจะมีการจัดชั้นยาง (grading) ซึ่งได้อาศัยการจัดแบ่งด้วยสายตา (visual grading) ของผู้ชำนาญ โดยสามารถจัดแบ่งยางแผ่นรมควันได้ตามปริมาณความสะอาด การแห้งสนิท สีเนื้อยาง ฟองอากาศ และราสนิมหรือราแดงบนแผ่นยางเป็น 6 ชั้น ดังนี้ [7] ยางแผ่นรมควันชั้น 1 พิเศษ (RSS 1X) ยางแผ่นรมควันชั้น 1 (RSS 1) ยางแผ่นรมควันชั้น 2 (RSS 2) ยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) ยางแผ่นรมควันชั้น 4 (RSS 4) และยางแผ่นรมควันชั้น 5 (RSS 5)

3. วิธีการรมควันในปัจจุบัน

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนของการผลิตยางแผ่นรมควัน คือ ห้องรมควัน ซึ่งในกระบวนการรมควันยางแผ่นนั้นจำเป็นต้องใช้ควันและความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไม้พีนีอย่างพารามะเหยนำออกจากเนื้อยาง ซึ่งการกระจายควันร้อนที่ทั่วถึงทั้งห้องนี้ ทำใหยางทุกแผ่นแห้งพร้อมกัน แต่หน้าที่ระเหยออกจากเนื้อยางทำใหอากาศในห้องรมชื้นขึ้น จำเป็นต้องระบายทิ้งไป มิฉะนั้นจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน โดยในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการรมควันแผ่นยางในปัจจุบันนั้นได้ใช้ห้องรมควันของสหกรณ์สวนยางภาคใต้ (รุ่นปี 2537) เป็นห้องรมตัวอย่าง (รูปที่ 2) มีขนาด กว้าง 2.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร สูง 3.5 เมตร สามารถจุยางได้ประมาณ 1200 กิโลกรัม (ยางแห้ง) หนึ่งโรงรมยางของสหกรณ์สวนยางทั่วประเทศมีกว่า 700 โรง โดยแบ่งเป็น 2 รุ่น คือ รุ่นปี 2537 และปี 2538 โดยห้องรมปี 2537 มีความจุครึ่งหนึ่งของห้องรมรุ่นปี 2538 และมีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงต่ำกว่ามาก



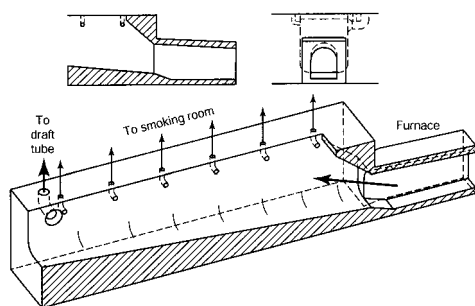
รูปที่ 2 การทำงานของห้องรมยางของสหกรณ์กองทุนสวนยาง รุ่นปี

2537

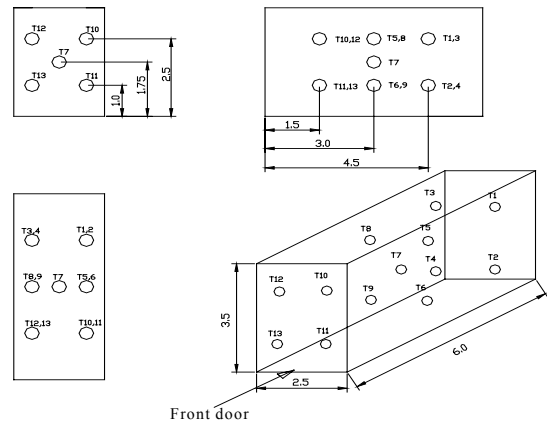
ห้องรมตัวอย่างมีทอควันขนาด 4 นิ้ว จำนวน 12 ท่อ สำหรับให้ควันเข้าสู่ห้องรม มีช่องระบายควันบนเพดานจำนวน 2 ชุด และมีท่อดราฟท์ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 1 ท่อ (รูปที่ 3) สำหรับใช้ระบายก๊าซร้อนเพื่อช่วยรักษาอัตราการเผาไหม้ ซึ่งอันที่จริงแล้วทอขนาด 8 นิ้วนี้ถูกออกแบบมาสำหรับการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง (air dried sheet; ADS) แต่เนื่องจากพนักงานขาดทักษะในการควบคุมให้ก๊าซและควันร้อน จึงใช้วิธีระบายก๊าซร้อนทั้งออกทางท่อดราฟท์มากกว่าการให้ก๊าซร้อนไหลผ่านเข้าห้องรมเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับแผ่นยางโดยตรง นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งคือปริมาณเขม่าที่ปล่อยเข้าห้องรมควัน ซึ่งหากมีมากเกินไปจะทำให้ยางมีสีคล้ำขายได้ราคาต่ำลง ซึ่งจากการสำรวจสหกรณ์ประมาณ 20 แห่ง ในภาคใต้ตอนล่างจะใช้วิธีนี้เดียวกันทั้งหมด ปริมาณก๊าซร้อนที่ปล่อยทิ้งนี้มีมากกว่าปริมาณก๊าซร้อนที่นำไปใช้จริงหลายเท่าซึ่งเท่ากับว่ามีการสูญเสียพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสูงมาก ทำให้การรมควันของโรงรมสหกรณ์สวนยางได้ใช้ไม้พินมากกว่าปกติกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงในการรมยาง เพื่อให้ทางสหกรณ์สามารถแข่งขันในตลาดได้

ในการเก็บข้อมูลพื้นฐานในการรมควันยางแผ่นในปัจจุบัน ได้ทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ คือ ปริมาณไม้พินที่ใช้ต่อการรมยางหนึ่งห้องรมในแต่ละครั้ง (กิโลกรัมไม้พินต่อกิโลกรัมยางสุก) พร้อมทั้งค่าความชื้นไม้พิน และวัดอุณหภูมิห้องรมทุกๆ 3 ชั่วโมง เพื่อดูคุณสมบัติในการกระจายความร้อนภายในห้องรมโดยชุดวัดอุณหภูมิได้ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ไว้ภายในห้องรมยางจำนวน 13 จุด ดังแสดงในรูปที่ 4 ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะแสดงถึงปริมาณการใช้ไม้พินและคุณสมบัติต่างๆ ของห้องรมควันยางก่อนทำการปรับปรุง โดยตัวแปรที่จำเป็นต้องทำการศึกษา คือ อุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ในห้องรม และปริมาณไม้พินที่ใช้

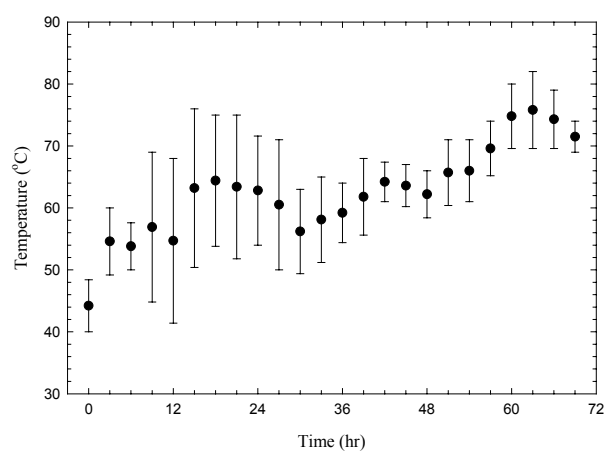
จากผลการศึกษาระยะการกระจายตัวของอุณหภูมิในห้องรมตัวอย่างตลอดระยะเวลาการรมควันแผ่นยางดิบ 72 ชั่วโมง ซึ่งแสดงผลของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องพร้อมทั้งขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดดังในรูปที่ 5 พบว่าอุณหภูมิมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ โดยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการรมควัน โดยห้องรมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 57.7 องศาเซลเซียส โดยในช่วง 24 ชั่วโมงแรก อุณหภูมิแต่ละจุดต่างกันมาก แต่หลังจาก 36 ชั่วโมงไปแล้ว อุณหภูมิแต่ละจุดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ซึ่งเป็นผลมาจากยางแผ่นเริ่มแห้งแล้ว จึงมีการเติมไม้พินลดลง



รูปที่ 3 การไหลของก๊าซร้อนเข้าสู่ห้องรม



รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิในห้องรม



รูปที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องรมยางตัวอย่าง (ก่อนทำการปรับปรุง)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยรวมของห้องรม (overall thermal efficiency) สามารถคำนวณได้จาก

$$\eta_o = \frac{m_{H_2O} L}{(HV) m_{fuel}} \quad (1)$$

โดย m_{H_2O} คือ มวลของน้ำที่มีอยู่ในแผ่นยาง (กิโลกรัม) L คือ ค่าความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอของน้ำที่อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องรมยาง (กิโลจูลต่อกิโลกรัม) HV คือ ค่าความร้อนของไม้พินที่ค่าความชื้นต่างๆ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม) และ m_{fuel} คือ ปริมาณไม้พินที่ใช้ในการรมยาง (กิโลกรัม)

ข้อมูลพื้นฐานในการรมควันยางแผ่นดิบแสดงให้เห็นในตารางที่ 1 ประกอบไปด้วยปริมาณยางสุก ปริมาณยางดี ปริมาณการใช้ไม้พิน และประสิทธิภาพเชิงความร้อนซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 1 โดยได้ทำการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง จากค่าเฉลี่ยพบว่า ในการรมยางแต่ละครั้งทางสหกรณ์สวนยางสามารถผลิตยางแผ่นรมควันได้ประมาณ 1 ตัน จากยางแผ่นดิบประมาณ 1.8 ตัน ได้ยางดีประมาณ 70 % ความร้อนแฝงมีค่า 2354 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยได้ใช้ไม้พินไป 1206 กิโลกรัมต่อดันยางสุก และไม้พินที่ใช้มีค่าความชื้นฐานแห้งเฉลี่ย 62.6% คิดเป็นค่า

ความร้อนจำเพาะ 10289 กิโลจูลต่อกิโลกรัม [8] และประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยรวมมีค่า 16.5%

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้ไม้พินและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของห้องรมตัวอย่าง (ก่อนทำการปรับปรุง)

ครั้งที่	ยางสุก(กก.)	ยางดี(กก.)	ไม้พินที่ใช้ (กก.)	ไม้พินที่ใช้ ต่อตันยางสุก (กก./ตันยาง)	η_o (%)
1	1167.2	946.0	1313.6	1125.4	12.3
2	963.2	648.8	1167.0	1211.6	22.2
3	1213.0	525.6	1546.6	1274.1	13.7
4	1018.8	841.4	1236.4	1213.6	17.9
เฉลี่ย	1090.6	740.5	1315.9	1206.2	16.5

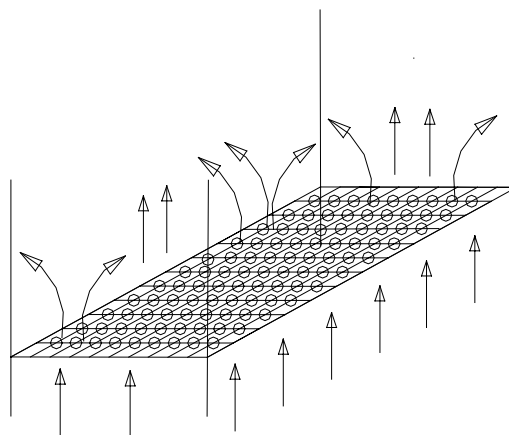
4. การปรับปรุงวิธีการรมควัน

จากการศึกษาข้อมูลของการรมยางในปัจจุบัน พบว่าปัญหาที่สำคัญของสหกรณ์สวนยาง คือการใช้เชื้อเพลิงไม้พินเป็นจำนวนมาก และการกระจายตัวของก๊าซร้อนไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งห้องรม ซึ่งเป็นผลทำให้ยางแผ่นรมควันไม่ได้คุณภาพและการสูญเสียพลังงานความร้อนไปโดยเปล่าประโยชน์ จากสาเหตุเหล่านี้ จึงได้ออกแบบแนวทางในการปรับปรุงการรมยางอย่างง่าย โดยการออกแบบแผ่นกระทบ (impaction plate) บริเวณเหนือท่อทางเข้าของก๊าซร้อนในห้องรม ซึ่งสามารถปรับระดับความสูงได้ โดยให้ท่อ 4 ตำแหน่งด้านในมีการปรับระดับความสูงของแผ่นกระทบให้สูงจากปากท่อ 0.5 นิ้ว ส่วนที่เหลืออีก 8 ท่อจะปรับระดับความสูงของแผ่นกระทบให้สูงจากปากท่อ 1.5 นิ้ว ทั้งนี้เนื่องจากท่อด้านในจะอยู่ใกล้เตาเผา จึงจำเป็นต้องเปิดช่องให้ควันออกน้อยกว่าเพื่อลดเขม่าควันและความร้อนที่อาจสูงเกินไป นอกจากนี้จะทำการปูแผ่นเหล็กพรมที่มีรูขนาด 1/4 นิ้ว ทั่วทั้งแผ่นบนพื้นของรถเข็นยางเพื่อช่วยกระจายก๊าซร้อนให้สม่ำเสมอทั้งห้องรมดังรูปที่ 6 ในการรมควันจะเปิดวาล์วท่อดราฟท์เพียง 1/4 ของท่อ เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยทิ้งไป และบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 3 ชั่วโมง โดยในการรมยางตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0-24 จะเปิดบานระบายความชื้นบนเพดาน 100% และชั่วโมงที่ 24-30 จะลดบานระบายความชื้นเหลือเพียง 50% ชั่วโมงที่ 30-36 ลดบานระบายความชื้นลงอีกเหลือเพียง 25% และหลังจากนั้นจะทำการเปิด-ปิดบานระบายความชื้นเป็นระยะๆ เพื่อที่จะลดปริมาณก๊าซร้อนที่ถูกระบายทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

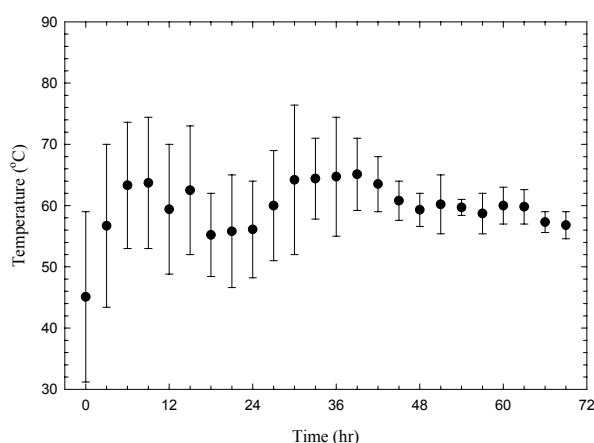
จากผลการศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิในห้องรมตัวอย่างซึ่งแสดงผลของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องพร้อมทั้งขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดดังในรูปที่ 7 พบว่าอุณหภูมิมีการกระจายสม่ำเสมอมากขึ้นในวันที่ 2-3 โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 59.7 องศาเซลเซียส ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกอุณหภูมิแต่ละจุดต่างกันมาก แต่หลังจาก 36 ชั่วโมงไปแล้ว อุณหภูมิแต่ละจุดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และคงที่มากกว่าการรมในปัจจุบันซึ่งแสดงในรูปที่ 5

จากการวัดข้อมูลในการรมควันยางแผ่นดิบ พบว่า ในการรมยางแต่ละครั้งสามารถผลิตยางแผ่นรมควันได้ประมาณ 1.2 ตัน จากยางแผ่นดิบประมาณ 2.0 ตัน ได้ยางดีประมาณ 70% โดยใช้ไม้พิน

ประมาณ 650 กิโลกรัมต่อตันยางสุก และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยรวมเฉลี่ยของห้องรม 29.1% ซึ่งถือว่ามีความคุ้มค่า น่าพอใจ ดังแสดงในตารางที่ 2 รูปที่ 8 แสดงกราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้พินของวิธีการรมที่ใช้ในปัจจุบัน และวิธีที่ได้รับการปรับปรุงดังเสนอในหัวข้อนี้



รูปที่ 6 การปูแผ่นเหล็กพรมที่มีรูขนาด 1/4 นิ้ว บนพื้นของรถเข็นยางเพื่อช่วยกระจายก๊าซร้อนให้สม่ำเสมอ

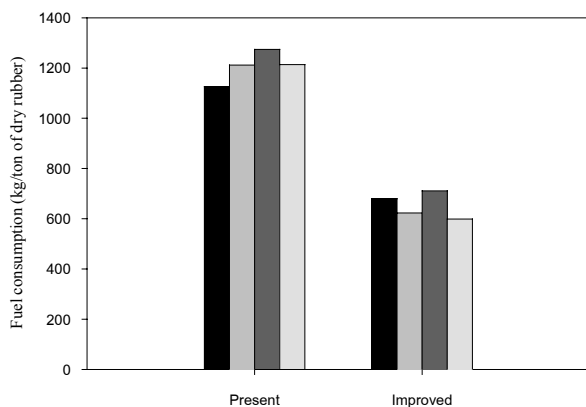


รูปที่ 7 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องรมยางตัวอย่าง (หลังทำการปรับปรุง)

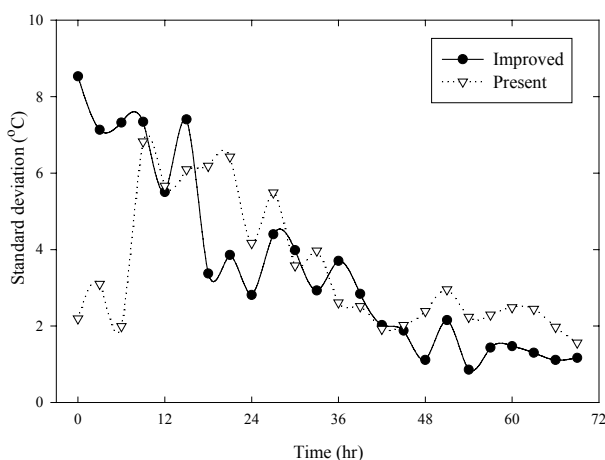
ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้ไม้พินและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของห้องรมตัวอย่าง (หลังทำการปรับปรุงแล้ว)

ครั้งที่	ยางสุก (กก.)	ยางดี(กก.)	ไม้พินที่ใช้ (กก.)	ไม้พินที่ใช้ ต่อตันยางสุก (กก./ตันยาง)	η_o (%)
1	1159.0	880.0	778.0	679.9	31.8
2	1052.0	738.0	655.0	622.6	30.0
3	1209.3	629.0	860.0	711.2	22.8
4	1198.5	864.0	717.4	598.6	31.9
เฉลี่ย	1179.7	777.8	752.6	653.1	29.1

จากการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้ฟืนก่อน และหลังการปรับปรุงห้องรมยาง พบว่าหลังจากการปรับปรุงห้องรมยางโดยการติดตั้งแผ่นกระทบ (impaction plate) และแผ่นกระจายความร้อนบริเวณเหนือท่อทางเข้าของก๊าซร้อนในห้องรม พร้อมกับควบคุมการสูญเสียพลังงานความร้อนแล้ว ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ไม้ฟืนได้ประมาณ 550 กิโลกรัมต่อยางแห้ง 1 ตัน คิดเป็น 45% ส่วนการกระจายตัวของอุณหภูมิในห้องรมหลังจากการปรับปรุงจะดีขึ้นกว่าปัจจุบัน โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 2-3 ซึ่งเห็นได้จากรูปที่ 9 ซึ่งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิภายในห้องรมที่เวลาต่าง ๆ กัน จะเห็นได้ว่าเมื่อผ่านช่วงระยะเวลา 36 ชั่วโมงของการรมยางไปแล้วค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิแต่ละจุดของการรมที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าต่ำกว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการปรับปรุงจนสิ้นสุดการรมควัน ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง 12 ชั่วโมงแรกซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงนั้นสืบเนื่องมาจากการขาดการอุ่นห้องรมที่เพียงพอก่อนนำยางเข้าห้องรม ถ้าหากพิจารณาเฉพาะการกระจายตัวของอุณหภูมิหลัง 12 ชั่วโมงไปแล้วจะพบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมหลังการปรับปรุงห้องรมมีค่าต่ำกว่าเกือบตลอดเวลา



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้ฟืนก่อนและหลังการปรับปรุงห้องรมยาง



รูปที่ 9 แสดงค่า Standard Deviation ก่อนและหลังการปรับปรุงห้องรมยาง

5. สรุปผล

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลของห้องรมตัวอย่างของสหกรณ์สวนยาง พบว่า ห้องรมตัวอย่างมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 16.5% มีปริมาณการใช้ไม้ฟืนในการรมยางเฉลี่ย 1206 กิโลกรัมต่อตันยางสด เวลาที่ใช้ในการรมยาง 72 ชั่วโมง โดยในการรมแต่ละครั้งได้ยางดีประมาณ 70% ของยางสด แต่หลังจากทำการปรับปรุงห้องรมอย่างง่ายรวมทั้งปรับปรุงวิธีการรมเพียงเล็กน้อย พบว่ามีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 29.1% มีปริมาณการใช้ไม้ฟืนในการรมยาง 653 กิโลกรัมต่อตันยางสด และได้ยางดีเช่นเดียวกับก่อนการปรับปรุง คือ ประมาณ 70% ของยางสด ซึ่งปริมาณยางดีที่มีค่อนข้างต่ำนี้เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการรีดยางไม่สามารถกรีดยางให้สม่ำเสมอได้ ทำให้บริเวณขอบของแผ่นยางจะหนากว่าปกติ ซึ่งยางส่วนนี้จะเป็นยางคัทติง (cutting) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำยางที่รับซื้อจากสมาชิกบางครั้งมีการปนเปื้อนของสารแอมโมเนียทำให้เกิดเม็ดฟองเล็ก ๆ ในเนื้อยางด้วย และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ทั้งสองกรณี พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการรมยางเพิ่มขึ้นประมาณ 13% และสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไม้ฟืนได้ถึง 45% ซึ่งการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นที่นำไปสู่การพัฒนาการรมยางให้มีการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการเพิ่มคุณภาพของยางแผ่นรมควันอีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หมายเลข RDG4550051

เอกสารอ้างอิง

- [1] ข้อมูลจากสถาบันวิจัยยาง, “ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย แยกตามประเภท ปี 2544”, กรมวิชาการเกษตร, 2545.
- [2] อนันต์ จรรยาศักดิ์, “การทำยางแผ่นชั้นดี”, วารสารข่าวกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, ปีที่ 35, ฉบับที่ 137, หน้า 21–23.
- [3] วราภรณ์ ขจรไชยกูล, “การผลิตยางธรรมชาติ”, ศูนย์วิจัยการยางสงขลา, หาดใหญ่, 2544.
- [4] S. Prasertsan, P. Kirirat, S. Sen-Ngam, G. Prateepchaikul and N. Coovattanachai, “Monitoring of Rubber Smoking Process”, RERIC Int. Energy J., (15) 1, 1993, pp. 49-63.
- [5] S. Prasertsan, “A Close Look at Energy Conservation in Rubber Smoking Industry”, Proc. 5th ASEAN Conf. Energy Technologies, Bangkok, Thailand, 25-27 April 1994.
- [6] จารึก บุญศิริรัตน์ และ สุรศักดิ์ สุทธิสงค์, “คุณสมบัติยางไทย” ศูนย์วิจัยยางสงขลา, หาดใหญ่, 2536
- [7] เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, “วารสารยางและพอลิเมอร์”, ปีที่ 2 ฉบับที่ 2, (เมษายน – มิถุนายน 2541).
- [8] C. Khullar, “Effects of Chemical Additives on the Reduction of Particulate Emissions and Combustion Deposits in Solid Fuel Fired Systems”, European - ASEAN Conference on Combustion of Solids and Treatment of Products, Hua Hin, Thailand, 16-17 February 1995, pp. 362-386.