

การทดสอบประสิทธิภาพหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงรมลำไยสดจำลองในเขต ภาคเหนือตอนบน

* เกรียงศักดิ์ นักผูก¹, วิทยา อภัย², สมเพชร เจริญสุข², สุรินทร์ ต๊ะกาบโพธิ์², สติชัยพงศ์ รัตนคำ¹
วีระ ศรีกระจำง¹ และ สมเดช ไทยแท้¹

¹ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร 235 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

² สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร 223 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ติดต่อผู้เขียน: เกรียงศักดิ์ นักผูก E-mail: n_kiangsak@hotmail.com)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ดำเนินการสำรวจหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงรมลำไยสดในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่และลำพูน และนำรูปแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่โรงรมใช้มากที่สุดมาสร้างหอบำบัดจำลอง เพื่อทดสอบ ประสิทธิภาพการบำบัดก่อนปล่อยก๊าซสู่สิ่งแวดล้อม ผลการสำรวจพบโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จำนวน 72 โรงรม เป็นโรงรมที่ ได้รับการรับรองภายใต้การกำกับดูแลของกรมวิชาการเกษตร 57 โรงรม พบว่า มีหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นแบบ เปียก (wet scrubber) คล้ายแบบ packing bed scrubber จำนวน 66 โรงรม มากที่สุดคิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ ออกแบบสร้างโรงรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber โดยส่วนที่สัมผัสกับก๊าซ เป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมและแผ่นอะคริลิก มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วน คือ ห้องรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ห้องเผาไหม้ ก๊าซถ่าน ขูดพดลหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พร้อมทั้งดูดบำบัด และหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยหอบำบัดก๊าซมี ส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อ่างสารบำบัด และบ่มดูดสารบำบัด การทดสอบเปรียบเทียบ สารที่ใช้บำบัด คือ น้ำเปล่า น้ำปูนขาว และละลายโซดาไฟ ที่ปรับค่า pH เท่ากับ 7, 11 และ 11 โดยการบำบัดแยกจำนวนลูกมีเดีย (Media) บรรจุในหอบำบัด 3 แบบ ได้แก่ 0, 1500 และ 2500 ลูก อัตราการสเปรย์สารบำบัด 10 ลิตรต่ออนาที ปริมาณน้ำในอ่าง บำบัด 0.37 ลูกบาศก์เมตร อัตราการไหลของก๊าซ 0.095 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที การทดลองหาประสิทธิภาพการบำบัดของ สารละลายทั้งสามชนิด พบว่า เมื่อใช้น้ำเปล่าประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คือ 35.75, 53.38 และ 73.75 เปอร์เซ็นต์ ใช้น้ำปูนขาวประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คือ 60, 80.70 และ 87.30 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้ สารละลายโซดาไฟประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คือ 67.20, 76.20 และ 79.50 เปอร์เซ็นต์ โดยสรุปแล้ว สาร บำบัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือน้ำปูนขาว รองลงมาเป็นสารละลายโซดาไฟ และน้ำเปล่ามีประสิทธิภาพต่ำสุด และหอบำบัดก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 2500 ลูก มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาเป็นหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 1500 ลูก และหอบำบัดที่ไม่มีลูกมีเดียประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำสุด เมื่อพิจารณาโดยรวมการบำบัดโดยใช้น้ำปูนขาวที่ปรับ pH เป็น ต่าง (pH 11) และมีลูกมีเดีย 2500 ลูก มีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์; โรงรมลำไยสด; หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

บทนำ

ซัลเฟอร์ (Sulfur หรือ Sulphur) หรือที่คนไทยเรียก กว่ากำมะถันเป็นธาตุชนิดหนึ่งในตารางธาตุที่มีสัญลักษณ์ S

ซัลเฟอร์เป็นธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการ เมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต ลักษณะทางกายภาพของซัลเฟอร์ มีลักษณะเป็นผลึกสีเหลืองอำพัน เมื่อเข้าสู่สิ่งมีชีวิต จะถูก



นำไปใช้ในการสร้างโปรตีน วิตามินหรือสารประกอบอื่นๆ โดยเฉพาะร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วยธาตุซัลเฟอร์ (Sulfur) ประมาณ 0.25% ของน้ำหนักตัว ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนในการสร้างเส้นผม และผิวหนัง ซึ่งเราจะได้รับซัลเฟอร์ผ่านทางอาหารรับประทานไข่ โปรตีนจากเนื้อสัตว์ พืช และผลิตภัณฑ์จากนมต่างๆ และในกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซัลเฟอร์และสารประกอบของซัลเฟอร์ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยสารประกอบซัลเฟอร์ที่สำคัญนิยมใช้ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) สามารถฆ่าแบคทีเรียและเชื้อราได้ จึงนิยมนำก๊าซ SO₂ มาใช้การถนอมอาหารพวกผลไม้แห้ง เช่น แอปเปิ้ล แอปริคอต และมะเดื่อ[3] สำหรับประเทศไทยได้มีการนำก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาใช้รมลำไยสด และภายหลังการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลำไยสด ต้องมีการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนที่จะปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษในอากาศ โดยหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีอยู่ 2 ประเภท[1] คือ หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบแห้ง (ไม่พบว่ามีการใช้ในโรงงานในพื้นที่ เชียงใหม่และลำพูน) และหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียก (wet scrubber) มีอยู่หลายแบบ คือ Packing bed scrubber , Venturi scrubber , Moving bed scrubber , Cyclonic scrubber , Spray chamber and tower Impingement plate scrubber ,และ Fibrous packing scrubber มีลักษณะเฉพาะและข้อดี ข้อเสียต่างกัน ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน สำหรับการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่หลีกเลี่ยงจากการรมผลลำไยสด มีการศึกษาและออกแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแบบที่มีหลักการทำงานร่วมกันระหว่าง venturi scrubber และ packed bed มีลูกมีเดีย (packing media) บรรจุอยู่ภายใน 2 ชั้น สารละลายที่ใช้บำบัด คือ โซเดียมคาร์บอเนต และน้ำปูนขาว โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต จับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ ให้ละลายอยู่ในน้ำ หลังจากนั้น จึงตกตะกอนด้วยน้ำปูนภายนอกหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แล้วเวียนสารละลายที่ใช้บำบัด เข้าไปใช้ใหม่ พบว่าสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงให้อยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐานการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในประเทศไทย ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด (อุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพฯ

และเขตเทศบาล 400 ppm ในกรณีโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังไม่มีการตรวจวัด) ใช้เวลาในการบำบัดก๊าซ 20-30 นาที สำหรับห้องรมขนาด 4x5x2.5 เมตร ค่าต้นทุนในการบำบัด 14.10 บาทต่อครั้ง[2] แต่ในสภาพความเป็นจริงของโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน พบว่า หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระบบโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลำไยสดทั้งหมดในปัจจุบันเป็นหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียก (wet scrubber) มีความหลากหลายไม่เหมือนกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สำรวจและศึกษารูปแบบของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แต่ละโรงรมและนำหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีการใช้มากที่สุดมาสร้างเป็นต้นแบบขนาดเล็ก เพื่อการทดสอบและพัฒนาให้ดีขึ้น ผู้ประกอบการสามารถนำหลักการไปพัฒนาใช้ในการปรับปรุงหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงรมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ก่อนที่จะมีปัญหามลพิษเกินมาตรฐานในเขตชุมชน จนสุดท้ายกลายเป็นปัญหากับผู้ประกอบการเอง เพราะพบว่ามีข้อร้องเรียนของประชาชนที่อยู่ใกล้โรงรมมากขึ้น

วิธีการดำเนินการ

โครงการนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง 3 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 สำรวจเก็บข้อมูลรูปแบบการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงรม หลักการทำงานของโรงรมในเชิงหลักการทางทฤษฎี

1.1.สำรวจเก็บข้อมูล รูปแบบ ขนาด หลักการทำงานของ โรงรมและหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยสอบถามวิธีการทำงานของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากผู้ประกอบการ

1.2.วิเคราะห์และสังเคราะห์ หลักการทำงานของ กลไกในโรงรม ในเชิงหลักการทางทฤษฎี

การทดลองที่ 2 การออกแบบและสร้าง Model ของโรงรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ออกแบบ

2.1.นำหลักการที่วิเคราะห์และสังเคราะห์จากการทดลองที่ 1 มาใช้ในการออกแบบสร้าง Model ของโรงรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยออกแบบให้สามารถแยกชิ้นได้ทำให้สะดวก เพื่อการขนย้ายและการติดตั้ง

ที่ง่าย (สามารถเป็นต้นแบบที่ใช้ได้ทั้งในการทดสอบและแสดง
สาธิตการทำงานของโรกรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์)

2.2.ดำเนินการสร้าง Model ของโรกรมพร้อมหอ
บำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ออกแบบโดยเลือกวัสดุที่ทน
การกัดกร่อนเนื่องจากกรดซัลฟูริกได้ดี มีปริมาตร 6.9
ลูกบาศก์เมตร (ขนาดประมาณหนึ่งในสี่ส่วนของขนาดจริง)
สามารถถอดแยกชิ้นได้ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายได้ เป็น
โครงเหล็ก ส่วนที่สัมผัสกับก๊าซเป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมและ
แผ่นอะคริลิก

การทดลองที่ 3. ทดสอบการทำงานของ Model ของ
โรกรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3.1.ทดสอบการทำงานของ Model ของโรกรมพร้อม
หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ออกแบบ และเก็บข้อมูล
ในการกระจายก๊าซในห้องรม ความเข้มข้นของก๊าซในห้องรม
พร้อมทั้งข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซก่อนบำบัดและขณะ
บำบัด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัด โดยสุ่มเก็บ
ตัวอย่างภายในห้องรมและที่หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ระดับเหนือชั้นลูกมีเดียในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
และที่ปลายปล่องของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ
ใช้สารบำบัด 3 ตัว คือ น้ำเปล่าที่ค่า pH 7 น้ำปูนขาว และ
สารละลายโซดาไฟ ที่ค่า pH 11 อย่างละ 3 ชั่วโมง อัตราการ
สเปรย์สารบำบัด 10 ลิตรต่อนาที ปริมาณน้ำในอ่างบำบัด
0.37 ลูกบาศก์เมตร อัตราการไหลของก๊าซ 0.095 ลูกบาศก์
เมตรต่อวินาที ปริมาณกำมะถันที่เผา 350 กรัม ในการ
ทดสอบได้แยกออกเป็น 3 แบบ

1.ทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยไม่มี
ลูกมีเดีย

2.ทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีลูก
มีเดีย 1,500 ลูก

3.ทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีลูก
มีเดีย 2,500 ลูก

3.2 นำผลการทดสอบ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์
ในส่วนของความเข้มข้นของก๊าซที่ลดลงว่ามีความสัมพันธ์กับ
สารที่ใช้บำบัดอย่างไร มีความสัมพันธ์กับจำนวนลูกมีเดีย
หรือไม่ และหาประสิทธิภาพการบำบัด ได้จากสมการ (1)

$$\eta = \frac{A - B}{A} \quad (1)$$

η = ประสิทธิภาพการบำบัด

A = ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ในห้องรมที่ 20 นาที

B = ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ที่ปลายปล่องหอบำบัด ขณะเริ่มดูดที่ 10
วินาที

3.3.เก็บข้อมูลการทดสอบ วิเคราะห์ และสังเคราะห์
ข้อมูลการทดสอบ

การคำนวณปริมาณกำมะถัน [1]

การคำนวณปริมาณกำมะถันเพื่อใช้ในการเผา เพื่อให้
ได้ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในการรมภายในห้อง
รม ได้จากสมการ (2)

$$\text{น้ำหนัก SO}_2 \text{ (กรัม)} = S + M \\ = (A \times B \times C) + (D \times E) \quad (2)$$

S = ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลือ
ในห้องรม เมื่อสิ้นสุดการรม (กรัม)

M = ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่
ลำไยดูดซับไว้ (กรัม)

A = ความเข้มข้นของก๊าซ ซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ ที่เหลือในห้องรม เมื่อสิ้นสุดการรม
(เปอร์เซ็นต์)

B = ปริมาตรที่ว่างในห้องรม (ลูกบาศก์
เมตร)

C = ความหนาแน่นของก๊าซซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ ที่ 30 องศาเซลเซียส (2.574 กรัม/ลิตร)

D = น้ำหนักของลำไย (กิโลกรัม)

E = อัตราการดูดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ต่อลำไย (กรัม/กิโลกรัม)

วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1. วางสายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
ให้ปลายสายอยู่ในตำแหน่งที่กึ่งกลางห้องที่ความสูง 3 ระดับ
คือ หนึ่งสูงจากพื้นห้อง 0.15 เมตร สองสูงจากพื้น 1.20 เมตร
และสามสูงจากพื้น 2.00 เมตร ตามลำดับ ส่วนหอบำบัดก๊าซ
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ปลายสายอยู่ในตำแหน่งปลายปล่อง
และเหนือชั้นลูกมีเดียก่อนเข้าปล่อง

2. กระบวนการทดสอบ เริ่มจาก ปิดประตูห้องรม
เผากำมะถันจนหมดใช้เวลาประมาณ 10-12 นาที เปิด
หมุนเวียนประมาณ 3-5 นาที เก็บตัวอย่างก๊าซภายในห้องรม



โดยใช้ปั๊มดูดก๊าซออกมาทุกๆ 5 นาที เป็นเวลาทั้งสิ้น 20 นาที จากนั้นทำการดูดบำบัด เก็บตัวอย่างก๊าซภายในห้องรม และปล่อยของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ครั้งแรกที่ 10 วินาที เมื่อเริ่มเปิดพัดลมดูดบำบัด จากนั้นเก็บตัวอย่างทุก 2 นาที เป็นเวลาทั้งสิ้น 12 นาที

3. ตรวจสอบหาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้ ด้วยวิธีการไทเทรต และ นำค่าตัวเลขที่ได้จากการเก็บตัวอย่างไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลสำรวจเก็บข้อมูลการบำบัดของโรงรม

การสำรวจโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน พบว่า มีโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จำนวน 72 โรงรม เป็นโรงรมที่ได้รับการรับรองภายใต้การกำกับดูแลของกรมวิชาการเกษตร 57 โรงรม ทุกโรงรมมีหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระบบโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ล่าสุดทั้งหมดในปัจจุบันเป็นหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียก (wet scrubber) มีความหลากหลายไม่เหมือนกัน คือ 1) แบบอุโมงค์ มีการสเปรย์น้ำปูนขาวเข้า กระแทกกับแผ่นที่ใช้ขวางทางลม เพื่อให้ น้ำปูนขาวแตก กระจายเป็นฝอยละอองเล็กๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำปูนขาวกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มี 1 โรง 2) แบบอุโมงค์ วางท่อพีวีซีที่เจาะรูเล็กฉีดน้ำปูนขาวลงมาจาก ผนังด้านบน ทั้งสองแบบนี้ก๊าซที่ต้องการบำบัดจะไหลใน แนวราบขนานไปกับความยาวของอุโมงค์และที่ปลายอุโมงค์ ปิด และต่อท่อที่ก๊าซที่ผนังด้านบนเป็นท่อสูงประมาณ 5 เมตร เพื่อปล่อยก๊าซที่สูบลมระบายอากาศภายนอก มี 1 โรง 3) แบบผสมระหว่าง Venturi + Pack tower คือ ระบบแบบใช้ เวนจูรี่เพิ่มความเร็วมวลและฉีดน้ำปูนขาวเข้าก่อนช่องแคบ ของเวนจูรี่ทำให้มีการแตกเป็นฝอยละอองของน้ำได้ดีเป็นการ เพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างก๊าซกับน้ำปูนขาว และดักจับละออง น้ำด้วย packing bed มี 4 โรง และ 4) หอบำบัดก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber มีลักษณะเป็นทรงกระบอก (column) บรรจุลูก มีเดียอยู่ภายใน (media) ลูกมีเดียนี้ใช้เป็นตัวเพิ่มพื้นที่ ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวกับก๊าซ (scrubber) เหนือขึ้นมา จากชั้นลูกมีเดีย มีหัวสปริงเกอร์ฉีดน้ำปูนขาว ด้านล่างลูก

มีเดียมีท่อส่งก๊าซเข้าบำบัด แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องการ วางชั้นลูกมีเดีย ทั้งในส่วนอง จำนวนลูกของชั้นลูกมีเดีย ตำแหน่งที่วาง ปริมาณน้ำปูนขาวที่สเปรย์ ขนาดของปั๊มน้ำ และขนาดของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มี 66 โรง เป็นแบบที่ใช้กันมากที่สุดในโรงรมที่ตั้งอยู่ในเขต เชียงใหม่ และ ลำพูน คิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์

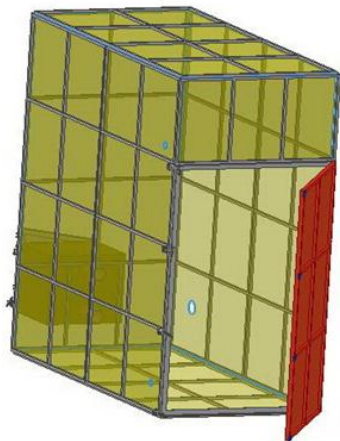
2. ผลการออกแบบและสร้าง Model ของโรงรม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์พร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ ออกแบบ

จากการสำรวจโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเขต จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน พบว่าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ได ออกไซด์ในโรงรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ล่าสุดเกือบ ทั้งหมดในปัจจุบันเป็นหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบ เปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber คิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์ ในการทำงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบบนพื้นฐานแนวคิด หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber โดยได้ออกแบบและสร้าง Model ของโรงรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยเลือก วัสดุทนการกัดกร่อน เนื่องจากกรดซัลฟูริกได้ดี และสามารถ ถอดแยกชิ้นได้ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย ส่วนที่สัมผัสกับ ก๊าซเป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมและแผ่นอะคริลิก ยึดติดกับ โครงสร้างเหล็กกล่อง มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วน คือ

2.1. ห้องรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ขนาด กว้าง 1.20 เมตร สูง 2.4 เมตร และ ยาว 2.40 เมตร มีปริมาตร 6.9 ลูกบาศก์เมตร ผนังด้านข้างทั้งสองด้าน ด้านหน้าและบาน ประตูทำด้วยแผ่นอะคริลิก ยึดติดกับโครงสร้างเหล็กกล่อง 19 มิลลิเมตร ขนาด กว้าง 1.24 เมตร สูง 1.82 เมตร ผนัง ด้านบน ผนังด้านล่าง และด้านหลัง เป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้ สนิมหนา 1.8 มิลลิเมตร ติดกับแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร แล้วยึดติดกับโครงสร้างเหล็กกล่อง 19 มิลลิเมตร ผนัง ด้านหลัง ที่ใกล้ขอบล่างมีรูเพื่อต่อท่อห้องเผาไหม้กำมะถัน เข้า จำนวน 2 รู และที่ใกล้ขอบบนมีรูสำหรับต่อท่อ หมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผนังข้างด้านขวาขีดไปทาง ด้านหลังตอนล่าง มีรูต่อท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เพื่อเชื่อมต่อชุด พัดลมดูดและหมุนเวียนก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และผนังด้านซ้ายมือ เหนือขอบประตู

และใกล้ขอบด้านล่างมีบอลวาล์วขนาด 50 มิลลิเมตร ติดอยู่ เพื่อเปิดให้อากาศไหลเข้าขณะดูดบำบัด

2.2.ห้องเผาไหม้กำมะถัน ขนาด กว้าง 0.60 เมตร สูง 0.50 เมตร และ ยาว 0.50 เมตร ทำจากแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 1.8 มิลลิเมตร ผนังด้านบนตรงกึ่งกลางมีรูสำหรับท่อออกซิเจนเข้าไปในห้องเผาไหม้กำมะถัน ด้านหน้ามีประตู ขนาด 0.60 x 0.50 เมตร ด้านหลังมีท่อ 2 ท่อ สำหรับต่อเข้ากับผนังด้านหลังของห้องรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์



รูปที่ 1 ห้องรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2.3.ชุดพัดลมดูดบำบัดพร้อมทั้งหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นพัดลมดูดลมเข้าในแนวแกน แบบใบโค้ง จำนวน 6 ใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร กว้าง 0.12 เมตร ลมที่ออกที่ปลายใบ ในแนวตั้งฉากกับแนวดูด ความเร็วลมที่วัดได้ที่ทางออกโดยเฉลี่ย 12.1 เมตรต่อวินาที ท่อทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร คำนวณอัตราการไหลของก๊าซได้ 0.095 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

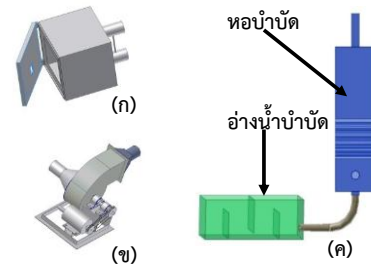
2.4.หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน

2.4.1.โครงสร้างส่วนหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ขนาด กว้าง 0.65 เมตร ยาว 0.65 เมตร และ สูง 1.80 เมตร ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ยึดติดกับโครงสร้างเหล็กกล่อง 19 มิลลิเมตร ผนังด้านล่างตรงกึ่งกลางเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เพื่อต่อท่อน้ำกลับไปยังอ่างน้ำบำบัด ผนังด้านข้างเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เพื่อต่อท่อทางเข้าก๊าซซัลเฟอร์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์มายังหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เหนือท่อทางเข้าก๊าซซัลเฟอร์ซัลเฟอร์ได

ออกไซด์ มีชั้นตะแกรงสำหรับเป็นที่วางลูกมีเดีย และที่ผนังด้านบนตรงกึ่งกลางเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เพื่อต่อท่อปล่องทิ้งอากาศออกบรรยากาศภายนอก

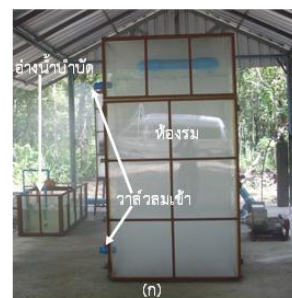
2.4.2.อ่างน้ำบำบัด ทำด้วยแผ่นอะคริลิก ยึดติดกับโครงสร้างเหล็กกล่อง 19 มิลลิเมตร ขนาด กว้าง 0.57 เมตร ยาว 1.60 เมตร และ สูง 0.60 เมตร ในแนวยาวแยกออกเป็น 4 ช่องเท่าๆกัน ช่องแรกกันให้น้ำล้นแผ่นกันที่หนึ่งมายังช่องที่สอง ช่องที่สองน้ำไหลลอดช่องแผ่นกันที่สองมายังช่องที่สามและล้นแผ่นกันที่สามไปยังช่องที่สี่ ซึ่งเป็นช่องที่ติดตั้งปั้มน้ำเพื่อดูดน้ำไปใช้บำบัดในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

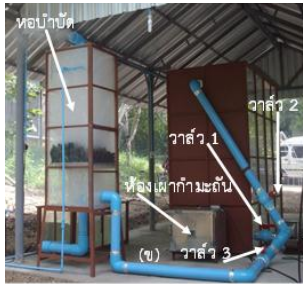
2.4.3 ปั้มน้ำดูดน้ำบำบัด เป็นปั้มขนาด 0.37 กิโลวัตต์ ทำหน้าที่ดูดน้ำจากอ่างน้ำไปสเปรย์ในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หัวสเปรย์มีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็ก ทำจากท่อพีวีซีขนาด 12 มิลลิเมตร เจาะรู 3 แถว ห่างกันประมาณ 10 มิลลิเมตร ระหว่างแถวห่างกันประมาณ 10 มิลลิเมตร วางแนวของรูระหว่างแถวแบบสลับฟันปลา



รูปที่ 2 (ก) ห้องเผาไหม้ (ข) ชุดพัดลมดูดบำบัดและหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค) หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และอ่างน้ำบำบัด

จากข้อมูลข้างบนได้กล่าวถึงชิ้นส่วนต่างๆที่สำคัญมาทั้งหมดแล้ว เป็นข้อมูลแยกในแต่ละชิ้นส่วน ท้ายนี้ได้แสดงภาพถ่ายของโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่สร้างเสร็จแล้ว (รูปที่ 3)





รูปที่ 3 ก ด้านหน้าโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ข) ด้านหลังโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์

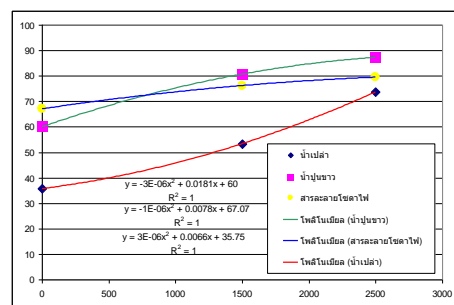
หลักการการทำงานของโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (รูปที่ 3) ก่อนทำการรมต้องปิดประตูห้องรมให้แน่น ปิดวาล์วลมเข้าที่ผนังด้านข้างอยู่ใกล้ขอบประตูด้านหน้าทั้งสองตัว ด้านหลังมีวาล์วอีกสามตัวให้ปิดไว้ทั้งหมด (วาล์วตัวที่หนึ่งอยู่ทางเข้าพัดลม ที่ทางออกพัดลมต่อเข้ากับข้อต่อสามทาง ที่ทางแยกสามทางติดวาล์วตัวที่สองสำหรับหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในห้องรม และที่ปลายทางออกติดวาล์วตัวที่สาม วาล์วตัวนี้ติดไว้สำหรับเปิดให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไหลไปยังหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) จากนั้นชั่งกำมะถันให้ได้น้ำหนัก 350 กรัม ใส่ในชาม ปาดหน้าให้เรียบกดตรงกลางให้เป็นรอยลึกลงไปประมาณ 10 มิลลิเมตร โดยประมาณ นำชามกำมะถันไปวางในห้องเผาไหม้กำมะถัน ให้กึ่งกลางชามที่เกิดเป็นรอยไว้ให้ตรงกับปลายท่อออกซิเจน จากนั้นเทเมทินแอลกอฮอล์ลงไปเล็กน้อยพอประมาณลงตรงรอยกดตรงกึ่งกลาง จุดไฟกับกระดาษเล็กๆ วางลงตรงที่รอยกด เมื่อไฟจุดติดในชามแล้วให้ปิดฝาห้องเผาไหม้ให้แน่น แล้วเปิดวาล์วออกซิเจน สังเกตดูเปลวไฟออกเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นรอจนเผาไหม้หมด ให้ปิดวาล์วออกซิเจน และเปิดวาล์วตัวที่หนึ่ง เปิดวาล์วตัวที่สอง และเปิดพัดลมเพื่อหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในห้องรมประมาณ 5 นาที ก่อนทำการดูดบำบัดให้เปิดปั้มน้ำบำบัดก่อนประมาณ 5 นาที แล้วเปิดพัดและเปิดวาล์วตัวที่สามให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไหลเข้าไปในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปิดวาล์วตัวที่สอง เปิดวาล์วลมเข้าทั้งสองตัว จนเสร็จการบำบัด

3. ผลการทดสอบการทำงานของ Model ของโรงรมพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในการทดสอบหอบำบัด เมื่อเริ่มเผากำมะถันความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายในห้องรมก๊าซ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ใช้เวลาเผาไหม้ประมาณ 12-15 นาที จึงเปิดระบบหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในห้องรมเป็นเวลา 5 นาที ใช้เวลาดูดบำบัด 12 นาที พบว่า การบำบัดโดยไม่มีลูกเมียดเดียว ที่เวลา 10 วินาที แรกที่ดูดบำบัด โดยการใช้น้ำเปล่าบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 35.75 เปอร์เซ็นต์ การใช้น้ำปูนขาวบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 60 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารละลายโซดาไฟบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 67.20 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการบำบัดโดยมีลูกเมียดเดียว 1500 ลูก ที่เวลา 10 วินาที แรกที่ดูดบำบัด การใช้น้ำเปล่าบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 53.38 เปอร์เซ็นต์ การใช้น้ำปูนขาวบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 80.70 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารละลายโซดาไฟบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 76.20 เปอร์เซ็นต์ การบำบัดโดยมีลูกเมียดเดียว 2500 ลูก ที่เวลา 10 วินาที แรกที่ดูดบำบัด การใช้น้ำเปล่าบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 73.75 เปอร์เซ็นต์ การใช้น้ำปูนขาวบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 87.70 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารละลายโซดาไฟบำบัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 79.50 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างลูกเมียดกับประสิทธิภาพการบำบัด

ดังนั้นจากผลการทดสอบแสดงว่า การบำบัดโดยใช้น้ำปูนขาวสามารถบำบัดได้ดีกว่าการใช้สารละลายโซดาไฟ ที่ความเข้มข้นของต่างเท่ากัน คือ ค่า pH 11 แต่ทั้งสองสารนี้ก็สามารถบำบัดได้ดีกว่าการใช้น้ำเปล่าบำบัด และการใส่ชั้นลูกเมียดเดียวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้ เพราะเป็น

การชะลอความเร็วของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้ไหลผ่านหอบำบัดข้างล่าง อีกทั้งเป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับสารบำบัด เพราะผลจากการทดสอบชี้ให้เห็นชัดเจนว่าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 2500 ลูก สามารถบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดีกว่าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 1500 ลูก และหอบำบัดที่ไม่มีลูกมีเดียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำสุด หอบำบัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ หอบำบัดที่มีลูกมีเดีย 2500 ลูก และใช้น้ำปูนขาวในการบำบัด

สรุป

การสำรวจโรงงานก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน พบว่า มีโรงงานก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำนวน 72 โรงงาน เป็นโรงงานที่ได้รับการรับรองภายใต้การกำกับดูแลของกรมวิชาการเกษตร 57 โรงงาน ทุกโรงงานมีหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber มี 66 โรง คิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์

ในการงานวิจัยนี้ จึงได้ออกแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเปียกคล้ายแบบ packing bed scrubber โดยได้ออกแบบและสร้าง Model ของโรงงานพร้อมหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้สามารถถอดแยกชิ้นได้ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย ส่วนที่สัมผัสกับก๊าซเป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมและแผ่นอะคริลิก ยึดติดกับโครงสร้างเหล็ก มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วน คือ ห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ห้องเผาไหม้กำมะถัน ชุดพัฒนหมุนเวียนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พร้อมทั้งดูดบำบัด และหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน โครงสร้างส่วนหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อ่างน้ำบำบัด และปั๊มดูดน้ำบำบัด

จากผลการทดสอบพบว่า การบำบัดโดยใช้น้ำปูนขาวสามารถบำบัดได้ดีกว่าการใช้สารละลายโซดาไฟ ที่ความเข้มข้นของต่างเท่ากัน สองสารนี้ สามารถบำบัดได้ดีกว่าการใช้น้ำเปล่าบำบัด การใส่ชั้นลูกมีเดียสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้ และหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 2500 ลูก สามารถบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดีกว่าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีลูกมีเดีย 1500 ลูก

หอบำบัดที่ไม่มีลูกมีเดียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำสุดสรุปว่าหอบำบัดที่มีลูกมีเดีย 2500 ลูก และใช้น้ำปูนขาวในการบำบัด เป็นหอบำบัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

คณะทำงานขอขอบคุณ ผอ. จำลอง ดาวเรือง คุณมานพ ทหารเทวี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ได้ให้พื้นที่ในการติดตั้งแบบ Modal โรงรถเพื่อทดสอบงานนี้แล้วเสร็จ

คณะทำงานขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ และเจ้าหน้าที่กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ที่ได้สร้างต้นแบบรวมทั้งติดตั้งแบบจำลองโรงรถ และดำเนินการทดสอบงานนี้แล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชิง ชิง ทองดี, สมศักดิ์ ชัยมงคล, สดศรี เนียมเปรม, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์, มานัส แจ่มจำรูญ, ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์, อนวัช สุวรรณกุล, ยุวดี รัตน์ไชย, จิตตา ศาสตร์เพชร และน้ำเพชร ชัยวิภา. 2540. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและระบบประกันคุณภาพลำไยสดเพื่อการส่งออก. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 97 หน้า.
- [2] แสง เกิดประทุม, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์, เพิ่มสุข มาทะ, ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์, สดศรี เนียมเปรม, มนัสแจ่มจำรูญ, เจนจิต พรธมวดี, นิลพรรณ ชานนท์เมือง, ศิริลักษณ์ ตั้งทรงสุวรรณ, บุญเดือน มงคลถาวร, สมาน เกิดประทุม และลิขิต ดิษฐ์สอน 2543 การพัฒนาห้องรมควันลำไยเพื่อการส่งออก การพัฒนาเครื่องกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระบบรมควันลำไย โครงการวิจัยที่ ภ.41-10/รายงานฉบับที่ 1 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ
- [3] www.dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/chemical-hazards/item/70-ซัลเฟอร์-กำมะถัน-สารเคมีที่ควรรู้จัก