



รายงานผลโครงการบริการวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

เรื่อง

การเพิ่มประสิทธิภาพการเผาถ่านสำหรับชุมชน
Increasing efficiency of vertical charcoal
for community

โดย

นำพร ปัญญาใหญ่

คำนำ

งานบริการวิชาการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้จัดทำได้ทุ่มเททั้งแรงกายและแรงใจในงานบริการวิชาการนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ซึ่งได้รับความร่วมมือและคำแนะนำจากบุคคลหลายฝ่าย คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงาน จึงใคร่ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานบริการวิชาการนี้เป็นอย่างดี ทั้งให้ใช้สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่านซึ่งไม่อาจกล่าววามได้ทั้งหมด คณะผู้จัดทำขอขอบคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ โอกาสนี้

นำพร ปัญญาใหญ่
หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	2
สารบัญ	3
1. หลักการและเหตุผลของโครงการ	4
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	24
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	24
4. ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ	25
5. เป้าหมายการดำเนินโครงการ	25
6. วิธีการดำเนินโครงการ	25
- บูรณาการกับการเรียนการสอน	
- บูรณาการกับงานวิจัย	
7. ผลการดำเนินงาน	26
- การบูรณาการการบริการวิชาการกับการเรียนการสอน	
- การบูรณาการการบริการวิชาการกับงานวิจัย	
8. สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ	26
9. สรุปผลการประเมินประโยชน์หรือผลกระทบของการให้บริการวิชาการ	27
ภาคผนวก	28
- รูปภาพประกอบการดำเนินโครงการ	
- หลักฐานการเข้าร่วมโครงการของผู้รับบริการ	

1. หลักการและเหตุผลของโครงการ

ด้วยโรงเรียนบ้านป่าเลา ตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา โดยในปีการศึกษา ๒๕๕๔ ทางโรงเรียนได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ ในการเผาถ่าน โดยทางโรงเรียนประสบปัญหาเรื่องกรรมวิธีการเผาถ่านที่มีประสิทธิภาพ เมื่อทางผู้ร่วมโครงการได้รับทราบถึงปัญหาดังกล่าวและทางโรงเรียนได้ขอความอนุเคราะห์มายังคณะและเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการเผาถ่านอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ผู้ร่วมโครงการทุกท่านจึงมีการระดมความคิดเห็นและสรุปตรงกันว่าควรให้บริการด้านความรู้เกี่ยวกับการเผาถ่านแก่โรงเรียนดังกล่าว เนื่องจากผู้ร่วมโครงการมีองค์ความรู้และความเชี่ยวชาญด้านนี้โดยตรง สำหรับการเผาถ่านด้วยถังน้ำมัน 200 ลิตร ได้นำเข้ามาโดยวิทยากรชาวญี่ปุ่น ซึ่งมีความเชี่ยวชาญการเผาและการใช้ถ่าน พร้อมกับการอบรมการใช้งาน เตาหลายประเภท เช่น เตาอิวาเตะ เตาโยชิมูระ เตาโลงผี ฯลฯ เตาเผาถ่านถึง 200 ลิตร แม้ไม่ใช่เตาที่ดีที่สุดทั้งในแง่คุณภาพ และปริมาณของถ่านที่ได้ แต่เป็นที่นิยมใช้ในชุมชน เนื่องจากวัสดุสร้างเตาหาง่าย และราคาถูก และยังเก็บน้ำส้มควันไม้ได้อีก(ของเหลวที่ได้จากการกลั่นตัวจากควัน ในช่วงเวลาที่เหมาะสม) แต่มีข้อเสียเนื่องจากควันที่ออกมาจากเตาที่เผาไม้ปริมาณมากและก่อให้เกิดมลพิษ มีรูปแบบสำหรับเตาเผาถ่านหลากหลายแบบมาก แต่ถึงจะมีหลากหลายแบบ แต่ลักษณะและรูปร่างของเตาค่อนข้างที่จะคล้ายคลึงกัน เพราะอาศัยหลักการของการหมุนเวียนของอากาศ ภายในเตา ให้หมุนเวียนรอบเตา ยิ่งอากาศหมุนเวียนในเตาดีเท่าไร ถ่านก็จะยิ่งสุกได้ทั่วเตา ปริมาณของถ่านก็จะได้เยอะ มากยิ่งขึ้น คุณภาพของถ่านก็จะดีขึ้นตามไปด้วยนั่นเอง



ภาพที่ 1 เตาเผาถ่านทั่วไป

ที่มา : (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

1.1 มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)

คำว่า “มลพิษ” เป็นศัพท์ที่ราชบัณฑิตยสถานบัญญัติขึ้นในปี พ.ศ. 2525 ใช้แทนคำศัพท์เดิมว่า “มลภาวะ” ซึ่งตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Pollution” มาจากคำว่า “Pollute” หมายถึง ทำให้สกปรก ซึ่งได้แก่ กระบวนการต่างๆ ที่มนุษย์กระทำทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ปล่อยของเสียซึ่งไม่พึงปรารถนาเข้าไปสะสมในบรรยากาศ พื้นดินและในน้ำ มีผลให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง (เกษม, 2525)

โลกของเรามีชั้นของบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ชั้นของบรรยากาศดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน ฝุ่นละอองไอน้ำ และเชื้อจุลินทรีย์มากมายในก๊าซเหล่านี้มีก๊าซที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในโลก คือ ก๊าซออกซิเจนและชั้นของบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการดำรงชีวิตมีความหนาเพียง 5 - 6 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งปกติจะมีส่วนประกอบของก๊าซต่างๆ ค่อนข้างคงที่ คือ ก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 78.09 ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 20.94 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเฉื่อยร้อยละ 0.97 ในปริมาณคงที่ของก๊าซดังกล่าวถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์แต่เมื่อใดก็ตามที่ส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไปมีปริมาณของฝุ่นละออง ก๊าซ กลิ่น หมอกควัน ไอน้ำ เหม่าและแก๊สมันตภาพรังสีอยู่ในบรรยากาศมากเกินไปก็จะเกิดสภาวะมลพิษทางอากาศหรืออากาศเสีย

1.1.1 สาเหตุของมลพิษทางอากาศ

ก. ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ เป็นแหล่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศมากที่สุดเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสันดาปในเครื่องยนต์ที่สำคัญได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน และของกำมะถันหากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากแหล่งที่มาของสารพวกไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียประมาณร้อยละ 55 ออกมาจากรถจักรยานยนต์ร้อยละ 25 และจากการระเหยในคาร์บูเรเตอร์ และถังเชื้อเพลิงร้อยละ 20 ออกไซด์ของไนโตรเจนคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เกือบทั้งหมดออกมาจากท่อไอเสีย ซึ่งเป็นพิษต่อมนุษย์โดยตรง

ข. ควันไฟและก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานผลิตสารเคมี ได้แก่ โรงกลั่นน้ำมัน โรงผลิตไฟฟ้า โรงงานผลิตเบียร์ โรงงานสุรา โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงงานถลุงแร่ โรงงานย้อมผ้า โรงงานผลิตแก้ว โรงงานผลิตหลอดไฟ โรงงานผลิตปุ๋ย และโรงงานผลิตกรดมลพิษที่เกิดจากสารเผาไหม้เชื้อเพลิงเช่นถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เช่น สารไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน และกำมะถันในบรรยากาศ

ค. แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองต่าง ๆ ได้แก่ บริเวณที่ทำการก่อสร้างโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานโม่หิน โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตโซดาไฟ เหมืองแร่ เตาเผาถ่าน โรงคั่วถ่าน เมรุเผาศพ

ง. แหล่งแหล่งสะสมของสิ่งปฏิกูล ได้แก่ เศษอาหาร และขยะมูลฝอย

จ. ควันไฟจากการเผาป่า เผาไร่ และจากบุหรี่ย

ฉ. การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ ก่อให้เกิดละอองแก๊สมันตรังสี

ช. อากาศเสียที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเช่นภูเขาไฟระเบิดแผ่นดินไหวไฟป่า สารแก๊สมันตรังสีที่เกิดตามธรรมชาติก๊าซธรรมชาติเป็นต้น ความเป็นพิษเนื่องจากสาเหตุข้อนี้ค่อนข้างน้อยมากเนื่องจากต้นกำเนิดอยู่ไกล จึงเข้าสู่สภาวะแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์ได้น้อย

1.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ

ก. ทำลายสุขภาพอากาศเสียทำให้เกิดโรคแพ้อากาศโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ผลที่เกิดในระยะยาวอาจทำให้ถึงตายได้

ข. ทำลายสิ่งก่อสร้างและเครื่องใช้ โดยเฉพาะสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะ ทำให้เกิดการสึกกร่อน ทำให้หนังสือและศิลปกรรมต่างๆ เสียหาย ทำให้ทัศนวิสัยการมองเห็น ลดลงและมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศลดต่ำลงกว่าปกติ ทัศนวิสัยการมองเห็นลดลงก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งในอากาศ ท้องถนนและท้องน้ำ

1.2 กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization)

เกิดจากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศเบาบาง อาจกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในเนื้อไม้ในสถานะที่อากาศน้อย เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างการเผาด้านจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิบ และสารประกอบอื่น ๆ ออกจากไม้ ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการคือ คาร์บอนร้อยละ 80 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 10 – 20 แก๊สร้อยละ 0.5 – 10 และธาตุอื่น ๆ เช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัส ถ่านที่ได้หลังจากกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน มีปริมาณคาร์บอนสูง ไม่มีความชื้น ทำให้ได้พลังงานความร้อนสูง ซึ่งสามารถแบ่งกระบวนการการได้ดังนี้ (นิคม, 2551)

1.2.1 การไล่ความชื้น (Dehydration)

เป็นการให้ความร้อนกับไม้ เพื่อดึงความชื้นออกจากเนื้อไม้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาดูดซับความร้อน (Endothermic reaction) สะสมไว้ เมื่อมากพอก็คายความร้อนออกจากเนื้อไม้ (Exothermic reaction) ในกระบวนการนี้ใช้อุณหภูมิประมาณ 20 – 270 องศาเซลเซียส

1.2.2 การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization)

เมื่อไม้สะสมร้อนไว้มากพอจนเกิดการเผาไหม้โดยที่เซลล์ลูลอส จะเริ่มเผาไหม้ก่อนที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส และจะเกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส ลิโนิน จะเริ่มสลายตัว การสลายตัวของทั้งคู่มัจะสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

1.2.3 การทำถ่านให้บริสุทธิ์ (Refinement)

เป็นกระบวนการเผาไหม้ที่ทำให้เกิดคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon) และการระเหยของน้ำมันดิบ ในการทำให้เกิดคาร์บอนเสถียร และการระเหยน้ำมันดิน นั้นต้องใช้อุณหภูมิ 425 องศาเซลเซียส อาจต้องมีการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาให้มีความใกล้เคียงกันในทุก ๆ จุดของเตาเผา เพื่อให้เกิดคาร์บอนเสถียรอย่างสมบูรณ์

1.2.4 การทำให้เย็น (Cooling)

เป็นกระบวนการเย็นตัวของถ่านภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งจะทำการปิดเตาเพื่อไม่ให้มีออกซิเจนจากอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับถ่านที่ได้ หลังจากกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน ดำเนินไปถึงขั้นตอนการเปลี่ยนไม้เป็นถ่าน หรือช่วงอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300 – 400 องศาเซลเซียสสามารถที่จะควบแน่นเพื่อเอาของเหลวที่ได้จากการเผาไหม้ซึ่งเป็นของเหลวที่มีส่วนผสมของกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ ฟีนอล ฯลฯ ที่มีประโยชน์ต่อกิจกรรมทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้ไล่แมลง ผสมน้ำรดต้นไม้ ดับกลิ่นเหม็นในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งของเหลวดังกล่าวเรียกว่า น้ำส้มควันไม้ (Wood vinegar) ซึ่งสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้โดยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อน กับอากาศ หรือน้ำเพื่อให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ

1.3 น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความร้อนจะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากการเปลี่ยนจากไม้ถ่านไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งเตา ดังนั้น ควันที่เกิดขึ้นจึงเป็นควันที่ผสมกันระหว่างควันอุณหภูมิต่ำและสูง ดังนั้นจะมีน้ำมันดิน (Tar) และสารระเหยง่าย (Volatile matter) ปนออกมาด้วย น้ำมันดินที่ละลายน้ำไม่ได้ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรได้ เนื่องจากสารดังกล่าวจะไปปิดปากใบของพืช และการเกาะติด



ภาพที่ 2 น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน

ที่มา : <http://www.alibaba.com/product-gs>

1.3.1 องค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่าง ๆ มากกว่า 200 ชนิด สารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำร้อยละ 85 กรดอินทรีย์ประมาณร้อยละ 3 และสารอินทรีย์อื่นๆประมาณร้อยละ 12 ซึ่งกรดอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำส้มควันไม้มีหลายชนิดที่สำคัญคือ กรดอะซิติก (Acetic acid) กรดฟอร์มิก (กรดมด) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) เอธิล-เอ็น-วาเลอเรต (Ethyl-n-valerate) เมทานอล (Methanol) น้ำมันทาร์ (Tar) อะซีโตน (Acetone) และฟีนอล (Phenol) ฯลฯ สารประกอบที่สำคัญในน้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) มีรายละเอียดดังนี้ (ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงอำเภอสามโก้, 2552)

- ก. กรดอะซิติก (กรดน้ำส้ม) เป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไวรัส
- ข. สารประกอบฟีนอลเป็นสารในกลุ่มควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและสารฆ่าแมลงใช้ล้างแผลทำยาจำพวกแอสไพริน และทำวัตถุหลอมเหลว
- ค. ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค และแมลงศัตรูพืช
- ง. เอธิล เอ็นวาเลอเรตเป็นสารในกลุ่มเร่งการเจริญเติบโตของพืช
- จ. เมทานอลแอลกอฮอล์ที่ดื่มกินไม่ได้ (หากเข้าตาจะทำให้ตาบอด) เร่งการงอกของเมล็ดและราก ใช้ฆ่าเชื้อโรคได้และเป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส
- ฉ. อะซีโตนสารละลายวัตถุใช้น้ำยาทาเล็บและเป็นสารเสพติด
- ช. น้ำมันทาร์ เป็นสารจับใบช่วยลดการใช้สารเคมี

1.3.2 คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีค่าความเป็นกรด (pH) ประมาณ pH 2-4 คุณสมบัติและปริมาณของน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้และเทคนิคการผลิต ในระหว่างการเผาถ่านเพื่อการผลิตน้ำส้มควันไม้ จะเกิดน้ำมันดินปนออกมากับควันไม้ด้วย ดังนั้นการควบแน่นน้ำส้มควันไม้ด้วยวิธีธรรมชาติโดยทั่วไป เช่น การควบแน่นด้วยลำไม้ไผ่หรือเครื่องควบแน่นด้วยน้ำหล่อเย็น จะทำให้มีน้ำมันดินผสมออกมากับน้ำส้มควันไม้ในปริมาณมาก ซึ่งน้ำมันดินที่ผสมในน้ำส้มควันไม้จะสามารถแยกตัวออกจากน้ำส้มควันไม้ได้ยาก ถึงแม้จะวางทิ้งไว้เป็นเวลา 3 เดือนก็ยังคงมีน้ำมันดินปนเปื้อนอยู่ ซึ่งจะสังเกตได้จากสีของน้ำส้มควันไม้ที่ยังคงเป็นสีเข้ม (ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงอำเภอสามโก้, 2552)

1.3.3 ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้

ก. ด้านการเกษตรเนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูงดังนั้นก่อนที่จะนำไปใช้ควรเจือจางให้เกิดสภาพที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งานดังนี้ (องค์การบริหารส่วนตำบลหนองพลวง, 2552)

1) อัตราส่วน 1: 20 (ผสมน้ำ 20 เท่า) พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์และแมลงในดิน ซึ่งควรทำก่อนการเพาะปลูก 10 วัน

2) อัตราส่วน 1: 50 (ผสมน้ำ 50 เท่า) พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลายพืชหากใช้ความเข้มข้น ที่มากกว่านี้ รากพืชอาจได้รับอันตรายได้

3) อัตราส่วน 1: 100 (ผสมน้ำ 100 เท่า) ราดโคนต้นไม้รักษาโรคราและโรคเน่ารวมทั้งป้องกันแมลงมาวางไข่

4) อัตราส่วน 1: 200 (ผสมน้ำ 200 เท่า) พ่นใบไม้รวมทั้งพื้นดินรอบๆ ต้นพืชทุก ๆ 7-15 วันเพื่อขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อราและโรคโคนต้นไม้เพื่อเร่งการเจริญเติบโต

5) อัตราส่วน 1: 500 (ผสมน้ำ 500 เท่า) พ่นผลอ่อนหลังจากติดผลแล้ว 15 วันช่วยขยายผลให้โตขึ้น และพ่นอีกครั้ง ก่อนเก็บเกี่ยว 20 วันเพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้

6) อัตราส่วน 1: 1,000 (ผสมน้ำ 1,000 เท่า) เป็นสารจับใบ เนื่องจากสารเคมีสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อนๆ ช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารเคมี ทำให้สามารถลดการใช้สารเคมีมากกว่าครึ่งด้วย

ข. ด้านปศุสัตว์การนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ด้านปศุสัตว์ จะใช้ในการลดกลิ่นและแมลงในฟาร์มปศุสัตว์ โดยการใช้ครั้งแรกควรผสมน้ำ 100 เท่า หลังจากนั้นเพิ่มเป็นผสมน้ำ 200 เท่า จะกำจัดกลิ่นและลดจำนวนแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นใช้ผสมอาหารสัตว์เพื่อช่วยการย่อยอาหารและป้องกันโรคท้องเสีย แต่การให้โดยตรงโดยการผสมน้ำจะมีกลิ่นคาวไฟ ควรนำไปผสมกับผงถ่านเสียก่อนโดยนำน้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร ผสมกับผงถ่าน 8 กิโลกรัม แล้วนำผงถ่านที่ชุ่มด้วยน้ำส้มควันไม้ไปผสมกับอาหารสัตว์ 990 กิโลกรัม ก็จะได้อาหารสัตว์ 1 ตันพอดี ถ่านผสมอาหารสัตว์ จะมีคุณสมบัติและประโยชน์ดังนี้ (องค์การบริหารส่วนตำบลหนองพลวง, 2552)

1) ช่วยทำให้การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้น สัตว์โตเร็วกว่าปกติ โดยใช้อาหารเท่าเดิม หรือใช้อาหารน้อยลงร้อยละ 5

2) ช่วยป้องกันและรักษาอาการท้องเสีย

3) ช่วยปรับปรุงคุณภาพ และลดปริมาณน้ำในเนื้อสัตว์ทำให้คุณภาพของเนื้อสัตว์ดีขึ้นทั้งรสชาติ สี และกลิ่น

4) ทำช่วยเพิ่มปริมาณน้ำนม

5) ช่วยยับยั้งการเกิดแก๊สแอมโมเนีย และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ลดกลิ่นของมูลสัตว์ ช่วยให้สัตว์ไม่เครียด ทั้งยังเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยคอกที่ได้จากมูลสัตว์ให้ดีขึ้นด้วย

6) ช่วยยับยั้งการฟักไข่ของแมลงในมูลสัตว์ ทำให้ลดปริมาณของแมลงในบริเวณฟาร์ม โดยเฉพาะแมลงวัน

ค. ด้านอื่น ๆ ทัวไปนอกจากการนำไปใช้ทางด้านเกษตรและปศุสัตว์แล้วยังสามารถนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ด้านอื่น ๆ ได้ดังนี้ (องค์การบริหารส่วนตำบลหนองพลวง, 2552)

- 1) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 20 เท่าราดทำลายปลวกและมด
- 2) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 50 เท่า ใช้ป้องกันปลวก มดและสัตว์ต่าง ๆ เช่น ตะขาบ แมงป่อง
- 3) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 100 เท่าใช้ฉีดพ่นถึงขยะเพื่อป้องกันกลิ่นและแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ห้องครัวและบริเวณขึ้นฉะ

1.4 การเผาไหม้ (Combustion)

การเผาไหม้เป็นกระบวนการเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนแล้วให้พลังงานความร้อนออกมา ซึ่งการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงต้องมีปริมาณอากาศที่เพียงพอ ออกซิเจนเป็นตัวกลางสำคัญที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ ในอากาศทั่วไปจะมีออกซิเจนร้อยละ 21 และไนโตรเจนร้อยละ 79 การเผาไหม้สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทดังนี้ (กัญจนา, 2542)

1.4.1 การเผาไหม้สมบูรณ์ (Complete Combustion)

เป็นการสันดาปออกซิเจนกับเชื้อเพลิงจนหมด ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ (Product) คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ (H_2O) และถ้าในเชื้อเพลิงมีกำมะถันเป็นส่วนผสมอยู่ก็จะทำให้เผาไหม้แล้วกลายเป็น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ดังสมการ



1.4.2 การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion)

เป็นการสันดาปเชื้อเพลิงไม่หมด หรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการสันดาป ซึ่งมีผลทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H_2) สาเหตุที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เช่น ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ กับปริมาณเชื้อเพลิง หรือการผสมของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนไม่ดีพอ เป็นต้น การเผาไหม้จะแตกตัวที่อุณหภูมิสูง ดังสมการที่ 4



1.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไหม้

ก. อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air - fuel ratio) สิ่งที่สำคัญก็คือการทราบปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ซึ่งการหาอัตราส่วนต่อสารเชื้อเพลิง โดยทำการคำนวณจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงโดยพลังงานที่ได้จะต้องเป็นพลังงานสูงสุด ดังนั้นปริมาณอากาศที่น้อยที่สุดที่ต้องใช้ในการสันดาป เพื่อให้การสันดาปของเชื้อเพลิงสมบูรณ์จะเรียกว่า อากาศตามทฤษฎี (Theoretical Air หรือ Stoichiometric Air) ซึ่งบ่งบอกว่ามีปริมาณอากาศที่ใช้จริงเป็นร้อยละของอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในทฤษฎี หาได้จากสมการที่ 5 (สมเกียรติ, 2548)

$$\% \text{theoretical air} = \frac{A/F_{\text{actual}}}{A/F_{\text{theoretical}}} \times 100 \quad \dots(5)$$

สำหรับกระบวนการสันดาปจริงอากาศที่ต้องการเชิงทฤษฎีนั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์ ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงต้องป้อนอากาศให้เกินกว่าความต้องการทางทฤษฎี ปริมาณอากาศดังกล่าวเรียกว่าอากาศส่วนเกิน (Excess air) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 6 หรือสมการที่ 7 (สมเกียรติ, 2548)

$$\% \text{Excess air} = \frac{A/F_{\text{actual}} - A/F_{\text{theoretical}}}{A/F_{\text{theoretical}}} \times 100 \quad \dots(6)$$

$$\text{หรือ} \quad \% \text{Excess air} = \% \text{Theoretical air} - 100\% \quad \dots(7)$$

ข. อุณหภูมิ (Temperature) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจะแปรผันตามอุณหภูมิเริ่มแรกและจะเกิดขึ้นแบบช้า ๆ และเกิดขึ้นต่อเนื่อง ความร้อนที่ได้ จะไปเพิ่มอุณหภูมิของเชื้อเพลิงและอากาศให้สูงขึ้น ทำให้อัตราการเผาไหม้เพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณความร้อนจากภายนอกที่เพียงพอสำหรับการเริ่มปฏิกิริยาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้ และจะทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไป แต่ในทางกลับกัน ถ้าในการสันดาปมีการให้อุณหภูมิเกินอาจทำให้เกิดสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งเป็นก๊าซพิษได้

ค. เวลา (Time) เวลาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่สมบูรณ์ หากใช้เวลาน้อยก็จะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ แต่ถ้าใช้เวลามากก็ทำให้การเผาไหม้เกินพอดีทำให้เกิดเถ้ามากขึ้น และจะทำให้ปริมาณถ่านที่ได้ลดลง

1.5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) เป็นอุปกรณ์ที่มีการถ่ายพลังงานความร้อนระหว่างของไหลตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ซึ่งมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่แล้วจะมีผนังกั้นระหว่างของไหลไม่ให้ไหลปะปนกัน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากของไหลที่มีอุณหภูมิสูงผ่านไปยังของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell and tube heat exchanger) หม้อน้ำรถยนต์ (Automobile radiator) ชุดคอนเดนเซอร์ (Condenser) และชุดอีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) เป็นต้น นอกจากนี้ของไหลที่แลกเปลี่ยนความร้อนอาจสัมผัสกันโดยตรง ของไหลที่แลกเปลี่ยนในอุปกรณ์ประเภทนี้จะต้องไม่ผสมและไม่รวมตัวกันเมื่อสัมผัสกัน ตัวอย่างเช่น น้ำและอากาศในหอผึ่งความเย็น (Cooling tower)

1.5.1 ประเภทของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

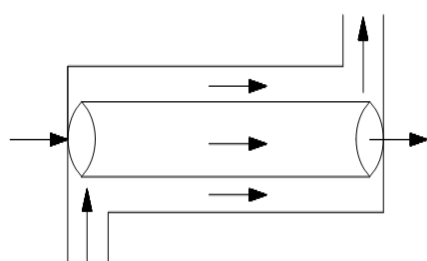
การแบ่งประเภทของการใช้งานของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างกระแสของไหลสองสายหรือมากกว่าอาจจะจำแนกออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

ก. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบรีคูเพอเรเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่มีเส้นทางการไหลสำหรับของไหลแต่ละตัวแยกจากกัน โดยสามารถจำแนกได้เป็นชนิดแผ่นหรือชนิดท่อ โดยมีความหลากหลายของรูปแบบ จะพบว่า

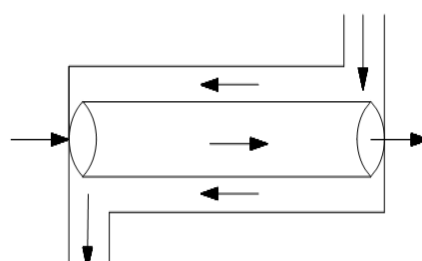
ข. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบรีเจนเนอเรเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่มีช่องทางการไหลเพียงช่องทางเดียวโดยมีของแข็งในรูปเมตริกซ์อยู่ภายในช่องทางการไหลนั้น ซึ่งมีทั้งอยู่กับที่และเคลื่อนที่ได้ของไหลร้อนและเย็นจะไหลผ่านเมตริกซ์สลับกัน เมื่อของไหลร้อนไหลผ่านจะเรียกเป่าร้อน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากของไหลไปสู่เมตริกซ์และเมื่อของไหลเย็นไหลผ่านเรียก เป่าเย็น ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากเมตริกซ์ไปสู่ของไหล ในรูปแบบง่ายของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบรีเจนเนอเรเตอร์จะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดการไหลของของไหลแต่ละตัวให้ไหลสลับกันเป็นจังหวะในปัจจุบันอุปกรณ์แบบนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการอุ่นอากาศด้วยไอเสียในโรงงานไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

1.5.2 แบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีหลายแบบ ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการไหลและรูปร่างของอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อคู่ซ้อนร่วมจุดศูนย์กลาง (Concentric tube) ของไหลร้อนและของไหลเย็นจะไหลอยู่ภายในท่อสุดและท่อวงแหวนตามลำดับ ซึ่งอาจไหลทิศทางเดียวกันหรือสวนทางกัน ในภาพที่ 3 (ก) เป็นแบบการไหลทิศทางเดียวกัน กล่าวคือทั้งของไหลร้อน



(ก) การไหลทิศทางเดียว

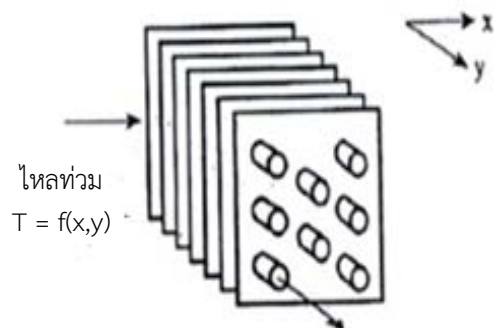


(ข) การไหลสวนทาง

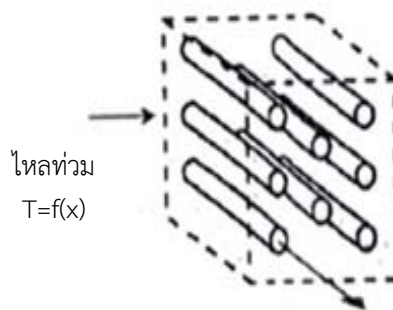
ภาพที่ 3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อคู่ซ้อนร่วมจุดศูนย์กลาง
ที่มา : มนตรี (2539)

และเย็นไหลเข้าที่ปลายด้านเดียวกัน ไหลไปในทิศทางเดียวกัน และไหลออกที่ปลายด้านเดียวกัน ในภาพที่ 3 (ข) เป็นการไหลแบบสวนทาง กล่าวคือของไหลทั้งสองไหลเข้าที่ปลายด้านตรงกันข้าม ไหลสวนทางกันและไหลออกที่ปลายด้านตรงกันข้าม

จากภาพที่ 4 (ก) แบบติดครีบบนและของไหลไม่ผสมกัน มีแผ่นครีบบังป้องกันการไหลในทิศทางผสม (ทิศทางแกน y) เพื่อไม่ให้ไหลขวางทิศทางการไหลหลัก (ทิศแกน x) ในกรณีนี้อุณหภูมิของของไหลจะเป็นฟังก์ชันกับพิกัด x และ y , $T = f(x, y)$ ในภาพที่ 4 (ข) แบบไม่ติดครีบบนมีของไหลหนึ่งผสมกัน (ของไหลท่วมหม้อท่อ) และอีกของไหลไม่ผสม (ของไหลในท่อ) โดยของไหลในท่อนั้นมีการไหลในทิศทาง y ซึ่งไหลขวางตั้งฉากกับ



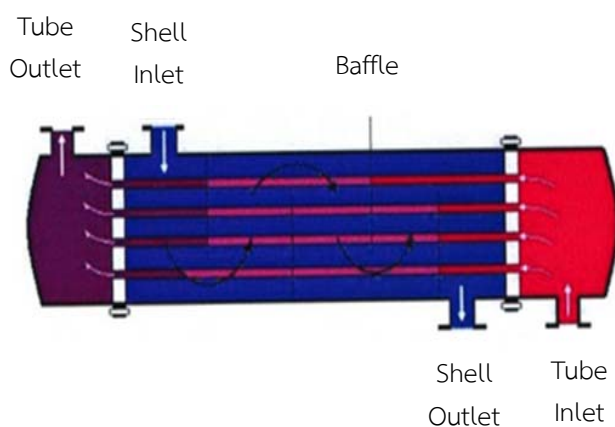
(ก) ติดครีปและของไหลไม่ผสมกัน



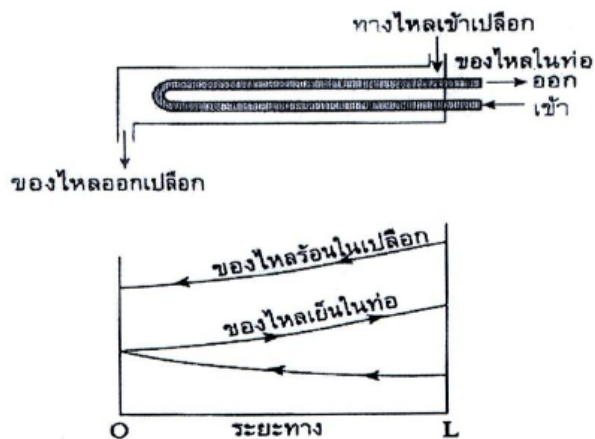
(ข) ไม่ติดครีป ของไหลผสมท่วมหมู่ท่อ

ภาพที่ 4 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลขวางกัน
ที่มา : มนตรี (2539)

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell and tube heat exchanger) มีหลายแบบ โดยขึ้นอยู่กับจำนวนกลับในเปลือกและท่อในภาพที่ 5 คือ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ ชนิดเปลือกกลับเดียวและท่อกลับเดียว แผ่นกั้นบังคับไหล (Baffle) ที่ติดตั้งในเปลือกนั้นจะช่วยเพิ่มสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนอึงผิวท่อภายนอกโดยการกระทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนและมีความเร็วย่อยของการไหลตามขวาง



ภาพที่ 5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกกลับเดียวและท่อกลับเดียว
ที่มา : มนตรี (2539)



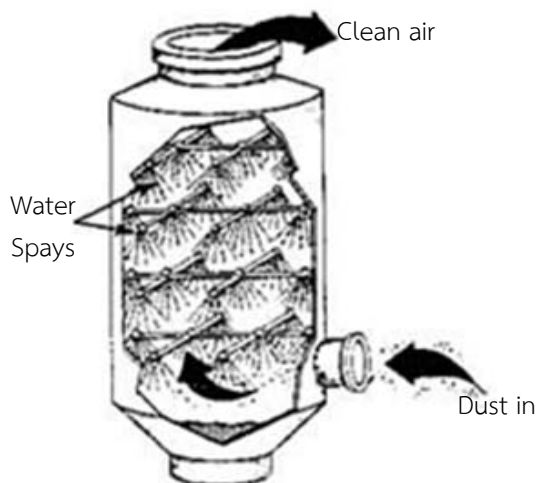
ภาพที่ 6 แสดงการกระจายอุณหภูมิในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเปลือกกลับด้านเดียวและท่อ 2 กลั
ที่มา : มนตรี (2539)

1.6 เครื่องดักจับอนุภาค

1.6.1. เครื่องพ่นจับแบบเปียก (Wet scrubber)

คือการนำสิ่งเจือปนในกระแสดูดอากาศออกโดยให้มีการสัมผัสกับของเหลวแต่เดิมนั้นในเครื่องพ่นจับแบบเปียกอนุภาคจะถูกดักเก็บโดยหยดของเหลวหรือเมฆของเหลวที่ไหลอย่างต่อเนื่องในรูปแบบของกำแพงกันที่เปียกแผ่นของเหลว (Liquid sheet) เป็นต้นละอองของเหลวในเครื่องพ่นจับแบบเปียกเป็นหนึ่งในหลายวิธีที่มักนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการควบคุมมลพิษทางอากาศซึ่งอาจทำให้เกิดการรวมกันของก๊าซอนุภาคที่ต้องการควบคุมและสถานะของก๊าซ (ทั้งอุณหภูมิ และความชื้น) เครื่องพ่นจับแบบเปียกมีข้อดีมากกว่าการใช้เครื่องพ่นจับแบบแห้ง (Dry scrubber) เช่น สามารถลดความเสี่ยงในการฟุ้งกระจายของอนุภาคและสามารถใช้ได้กับก๊าซที่ร้อนอนุภาคที่เหนียว ที่มีการประยุกต์มาจากอุตสาหกรรม เตาเผาปูนระบบกำจัดกากตะกอนและอุปกรณ์ควบคุมกลิ่น หลักการควบคุมของกลไกในเครื่องพ่นจับ (Scrubbers) เป็นอิมแพคเตอร์แรงเฉื่อย (Inertial impaction) และอินเทอร์เซปชัน (Interception) โดยมีการพิจารณาถึงผลของการแพร่เพิ่มเติมเข้ามา รูปแบบของเครื่องพ่นจับที่มีหลายรูปแบบโดยรูปแบบที่มีความสำคัญคือหอดูดซับแบบสเปรย์จับ (spray towers) และเครื่องพ่นจับแบบเวนจูรี (venturi scrubber) พารามิเตอร์เบื้องต้นในการออกแบบในเครื่องพ่นจับแบบเปียกประกอบด้วย ความดันตกอัตราการไหลของของเหลวและก๊าซ (L/G : แกลลอนต่อ 1,000 ลูกบาศก์ฟุตของก๊าซ) และขนาดของหยดน้ำบ่อยครั้งที่เครื่องพ่นจับขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพในการเก็บอนุภาคได้สูงกว่าเครื่องพ่นจับขนาดเล็กที่มีความดันตกและอัตราส่วนของ L/G เหมือนกันโดยมีความสัมพันธ์กับระยะทางในการเดินทางของหยดของเหลวผ่านก๊าซหอดูดซับแบบสเปรย์เป็นอุปกรณ์ที่มีความดันตกต่ำสุดและมีประสิทธิภาพในการดักเก็บน้อยสุดเช่นกันแต่ก็เป็นเครื่องพ่นจับที่ใช้พลังงานน้อย

เครื่องพ่นจับที่มีการใช้พลังงานต่ำโดยส่วนใหญ่เป็นหอดูดซับแบบสเปรย์จับโดยแรงถ่วง (Gravity spray towers) โดยให้หยดของเหลวตกผ่านก๊าซและขจัดออกทางด้านล่างของอุปกรณ์หยดของเหลวโดยปกติได้จากการใช้หัวฉีดให้เป็นละอองน้ำ หอดูดซับแบบสเปรย์จับในแนวตั้งความเร็วที่สัมพันธ์ระหว่างหยดของเหลวและก๊าซมีความสำคัญที่จะหลีกเลี่ยงการฟุ้งคืน (สู่อากาศ) ของหยดของเหลวความเร็วในการตกของหยดน้ำอาจจะมากกว่าความเร็วของกระแสก๊าซที่ลอยสูงขึ้น

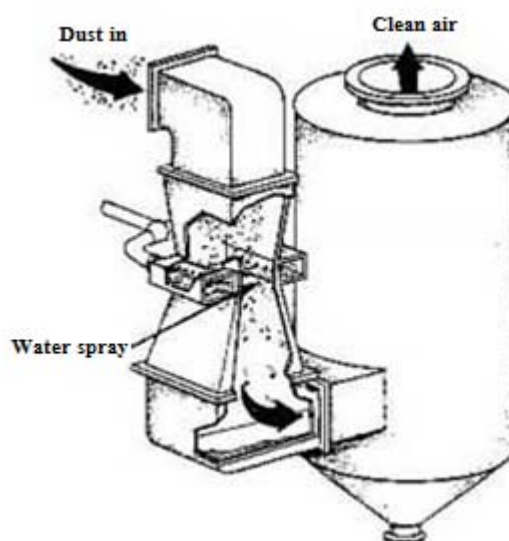


ภาพที่ 7 หอดูดซับแบบสเปรย์จับ (Spray Tower)

ที่มา : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6.2 เครื่องพ่นแบบ (Venturi scrubbers)

เครื่องพ่นจับแบบเวนจูรีใช้กันอย่างกว้างขวางในการใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อต้องการประสิทธิภาพในการดักเก็บอนุภาคสูงทำให้ได้ก๊าซที่สะอาดออกมาจากอุปกรณ์ หัวใจของระบบนี้คือคอคอตเวนจูรี (Venturi throat) เป็นที่ซึ่งก๊าซสัมผัสกับหยดของเหลว โดยมีความเร็วจากนั้นจึงผ่านส่วนที่ขยายกว้างออก ซึ่งจากส่วนนี้ก๊าซจะเข้าสู่ห้อง (Chamber) ขนาดใหญ่และแยกอนุภาคออกได้ พื้นฐานในการเก็บอนุภาค ซึ่งน้ำถูกฉีดเข้าสู่ช่วงคอคอต (Throat) ในส่วนนี้ทำให้ก๊าซที่ไหลขึ้นสู่ด้านบนปะทะกับละอองน้ำที่ฉีดเข้าไปบริเวณคอคอตนี้แรงเฉื่อยของของไหลจะมีค่าสูงเป็นสาเหตุให้มีการแตกกระจายของกระแสน้ำก่อให้เกิดเป็นหยดน้ำ (ละอองขนาดเล็ก) และเริ่มทำการเก็บปะทะกับอนุภาคในก๊าซที่ไหลย้อน



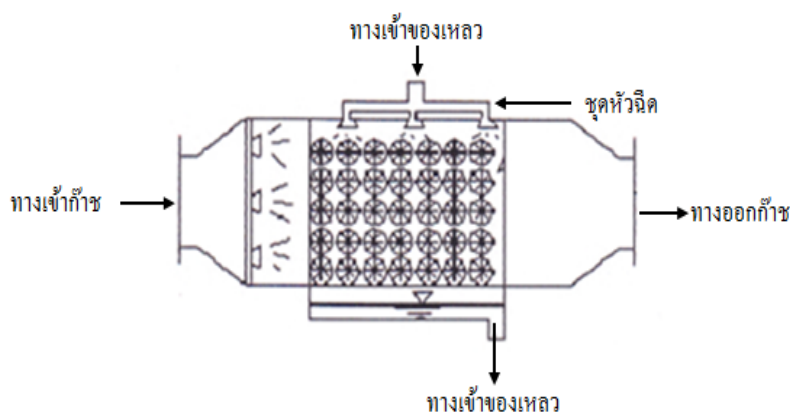
ภาพที่ 8 เครื่องพ่นจับแบบเวนจูรี (Venturi scrubbers)

ที่มา : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6.3 แพคเกจทาวเวอร์

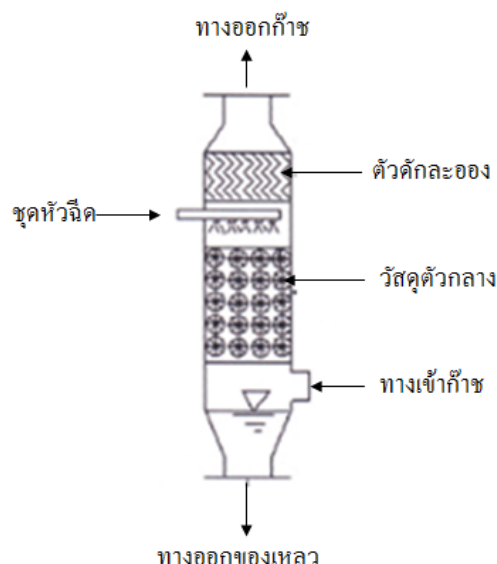
เป็นหอดักจับก๊าซที่นิยมมากที่สุด ภายในหอดักจับมีวัสดุตัวกลาง (Packing) บรรจุอยู่ภายในจะมีการปล่อยของเหลวออกมาเหนือวัสดุตัวกลางเพื่อทำให้วัสดุตัวกลางเปียกทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างก๊าซและของเหลวให้มากขึ้น จุดสำคัญที่ส่งผลต่อการดักจับก๊าซคือ การสัมผัสกันระหว่างกระแสก๊าซและอนุภาคของเหลว การสัมผัสจะต้องเกิดขึ้นตลอดความสูงของแพคเกจทาวเวอร์ของเหลวจะกระจายทั่ววัสดุตัวกลางและตลอดความสูงของวัสดุตัวกลาง ส่วนใหญ่จะสเปรย์น้ำให้ทั่ววัสดุตัวกลางเพื่อให้ความเร็วขาเข้าของอนุภาคลดลงเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของของเหลวได้สูงกว่าและสามารถนำของเหลวกลับมาเวียนได้อีก การไหลของของเหลวนั้นจะไหลลงโดยน้ำหนักของตัวเองตลอดตัววัสดุตัวกลาง ขนาดอนุภาคของของเหลวควรมีขนาดคงตัว โดยซึ่งไปอยู่ในช่วง 10 - 100 ไมครอน ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซได้ดี ความดันตกของก๊าซอยู่ในช่วง 0.25 - 1 นิ้วของน้ำต่อ 1 ฟุตของวัสดุตัวกลาง ที่ร้อยละ 40 - 70 ของความเร็วน้ำไหลโดยความเร็วก๊าซ (ในทิศไหลผ่าน) 1 - 2 เมตรต่อวินาที อัตราการไหลก๊าซ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปริมาณน้ำที่ใช้จะมีปริมาตร 1 - 10 ลิตรน้ำต่อลูกบาศก์เมตรก๊าซแพคเกจทาวเวอร์จำแนกได้ตามลักษณะการไหลของก๊าซของเหลว ดังนี้

การไหลไปด้วยกันระหว่างก๊าซและของเหลว ลักษณะการทำงานคือของเหลวถูกปล่อยเข้าทางด้านบนของตัวหอกำจัด และการเคลื่อนที่ของก๊าซจะเคลื่อนไปทางทิศทางเดียวกันกับของเหลวด้วย ของเหลวจะเคลื่อนที่ลงเคลือบทั่วตัววัสดุตัวกลาง ซึ่งการไหลแบบนี้จะมีอัตราการไหลของก๊าซและของเหลวที่สูง และการไหลของน้ำจะไม่เป็นปัญหา ความดันตกจะต่ำกว่าการไหลแบบสวนทางกันการวางตัวของหอดักจับแบบแพคเกจทาวเวอร์สามารถวางได้ 2 แบบ คือ การวางตัวแบบแนวนอนดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การทำงานของหอดักจับแบบแพคเกจทาวเวอร์ที่มีการไหลไป ด้วยกัน
ระหว่างก๊าซและของเหลว แนวนอน

การไหลแบบสวนทิศทางกันของก๊าซและของเหลว ลักษณะการทำงานคือ กระแสก๊าซถูกดูดเข้า ทางด้านล่างของหอกำจัดและก๊าซจะลอยตัวขึ้นไปตามวัสดุตัวกลาง เหนือวัสดุตัวกลางก๊าซนั้นของเหลวจะถูกปล่อยออกมาจากด้านบนของวัสดุตัวกลางด้วยการสเปรย์หรือไหลปลาลงมา และไหลลงมาเคลือบวัสดุตัวกลาง ซึ่งการไหลแบบสวนทางกันนี้ทำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การทำงานของหอดักจับก๊าซแบบแพคเบดทาวเวอร์ที่มีการไหลแบบสวนทิศทางกันของก๊าซและของเหลวแนวตั้ง

1.7 ค่าความร้อน

ค่าความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิงภายใต้การทำให้สารที่ได้จากการสันดาปอย่างสมบูรณ์ของเชื้อเพลิงนั้นเย็นลงถึงอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัมหรือเมกะจูลต่อกิโลกรัมของเชื้อเพลิง มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2547) กล่าวว่าค่าความร้อนมีวิธีการวัด 3 แบบคือ

1.7.1 ค่าความร้อนต่ำ หรือ Lower heating value (LHV)

หมายถึง การนำเชื้อเพลิงชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มาหาค่าความร้อน โดยที่ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำต่อกิโลกรัม ดังสมการที่ 8 และ 9

$$LHV = HHV - m_w h_{fg} \quad \dots(8)$$

$$\text{หรือ} \quad LHV = HHV - 9m_H h_{fg} \quad \dots(9)$$

1.7.2 ค่าความร้อนสูง หรือ Higher heating value (HHV)

หมายถึง การนำเชื้อเพลิงชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มาทำการลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกไปให้หมด จากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนสูง ต่อกิโลกรัม และมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนต่ำ ดังสมการที่ 10 และ 11

$$HHV = LHV + 5.72(9H + M) \quad \text{กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม} \quad \dots(10)$$

$$\text{หรือ } HHV = LHV + 23.95(9H + M) \quad \text{กิโลจูลต่อกิโลกรัม} \quad \dots(11)$$

เมื่อทราบองค์ประกอบของเชื้อเพลิง สามารถหาได้จากสมการของดulong (Dulong's equation) ดังสมการที่ 12 (สมเกียรติ, 2548)

$$HHV = 33.7 + 144(H - O/8) + 9.4S \quad \text{เมกะจูลต่อกิโลกรัม} \quad \dots(12)$$

1.7.3 ค่าความร้อนแห้ง หรือ Dry heating value

หมายถึง การนำเชื้อเพลิงชีวมวลจำนวนหนึ่งมาลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกให้หมด จากนั้นแบ่งมา 1 กิโลกรัม เพื่อมาหาค่าความร้อน โดยค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนแห้งต่อกิโลกรัม และมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนสูงดังสมการที่ 13 (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2547)

$$\text{Dry heating value} = HHV / (1 - M/100) \quad \dots(13)$$

1.8 อุปกรณ์ประกอบชุดลดควัน

1.8.1 พัดลม

พัดลมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พัดลมแบบไหลเวียนตามแนวแกน (Axial flow fan) และพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal fan) โดยแบบแรกลักษณะการไหลของอากาศจะขนานกับแกนของใบพัด พัดลมแบบนี้มีราคาถูกและไม่มีโอกาสที่พัดลมจะทำงานเกินกำลังแต่เสียงจะดังมากกว่าพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางรวมถึงมีช่วงการทำงานที่ไม่แน่นอน ดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 พัดลมไหลตามแกน

ที่มา : <http://www.kelleysindia.com/pollutioncontrol.htm>

สำหรับพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะใช้ได้กับงานที่มีความต้านทานลมสูง ลักษณะการไหลของลมจะเป็นการไหลเข้าขนานกับใบพัดและไหลออกในแนวตั้งฉาก ดังแสดงในภาพที่ 12 ซึ่งแบ่งการสร้างเป็น 3 แบบ ดังนี้



ภาพที่ 12 พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

ที่มา : <http://www.feeddeal.com.cn/AC-Backward-Centrifugal-Fan-p-86678>

สำหรับพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะใช้ได้กับงานที่มีความต้านทานลมสูง ลักษณะการไหลของลมจะเป็นการไหลเข้าขนานกับใบพัดและไหลออกในแนวตั้งฉาก ดังแสดงในภาพที่ 12 ซึ่งแบ่งการสร้างเป็น 3 แบบ ดังนี้

ก. แบบใบพัดรัศมีตรง (Straight blade, radial fans) มีเพลขนาดใหญ่อันจนวนใบพัดมีประมาณ 5-12 ซี่ ลักษณะการสร้างเป็นใบล้อ หมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ปกติใช้เป็นใบพัดลมระบายอากาศเสียออกไปสู่ภายนอกเหมาะกับการที่สกปรกหรือขนถ่ายวัสดุด้วยลม

ข.



ภาพที่ 13 พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบใบพัดรัศมีตรง

ที่มา : <http://www.mobiusinstitute.com/viewcasestudies.aspx?id=2429>

ค. แบบใบพัดโค้งไปข้างหน้า (Forward curved blade fans) การทำงานของพัดลมแบบนี้จะมีเสียงเบาและให้อัตราการไหลของอากาศมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพัดลมอื่นๆแต่มีข้อเสียคือ มอเตอร์มีโอกาสทำงานเกินกำลังได้และมีช่วงการทำงานไม่แน่นอน ใบพัดลมจะละเอียดมากอยู่ที่ 20-64 ซี่ ดังแสดงในภาพที่ 14 เพลาใบพัดมีขนาดเล็กหมุนด้วยความเร็วรอบสูงกว่าพัดลมใบพัดรัศมีตรง ความเร็วลมเคลื่อนที่เร็วกว่าพัดลมแบบใบพัดโค้งไปด้านหลัง เมื่อร้อยละของปริมาตรเพิ่มขึ้นพบว่าค่ากำลังงานที่ให้กับแกนพัดลมจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 14 พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางใบพัดลมแบบโค้งไปข้างหน้า

ที่มา : http://www.olmo-motors.co.uk/images/centrifugal_fan_forward_curved.jpg

ง. แบบใบพัดโค้งไปด้านหลัง (Backward curved blade fans) พัดลมแบบนี้มีราคาที่สูงแต่จะได้เปรียบมากกว่าประเภทอื่นๆ เช่น ไม่เกิดเสียงดัง มอเตอร์ไม่ทำงานเกินกำลัง มีช่วงการทำงานที่แน่นอนให้แรงดันมากกว่าพัดลมประเภทอื่นแต่ให้อัตราการไหลของอากาศน้อยกว่าพัดลมแบบใบพัดโค้งไปข้างหน้า ส่วนใบพัดไม่ได้ละเอียดเท่าใบพัดโค้งไปข้างหน้าโดยพัดลมจะมีจำนวนใบพัดอยู่ที่ 10-50 ซึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 15 มุมที่โค้งไปด้านหลัง มีประโยชน์ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นความดันโดยตรงเหมาะกับการระบายอากาศ เพราะสามารถควบคุมความดันและปริมาณลมได้ง่าย



ภาพที่ 15 พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางใบพัดลมแบบโค้งไปด้านหลัง

ที่มา : <http://www.scot-technology.ru/en/backward-curved/wheel-r71.html>

1.8.2 เครื่องสูบลม (Pump)

เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถถ่ายโอนพลังงานกลจากเครื่องจักรต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนให้แก่ของเหลวที่ไหลผ่านเครื่องสูบลม เช่น การลำเลียงของเหลวภายในท่อเป็นต้น ซึ่งการถ่ายโอนพลังงานที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้ จากบริเวณที่มีระดับต่ำไปยังบริเวณที่มีระดับสูงกว่า จากที่มีความดันต่ำกว่าไปยังที่มีความดันสูงกว่าและส่งไปยังที่มีความดันสูงต่อไป โดยทั่วไปเครื่องสูบลมที่ใช้ในการสเปรย์เป็นละอองน้ำจะอาศัยมอเตอร์เป็นเครื่องต้นกำลังเพื่อให้เครื่องสูบลมทำงาน เครื่องสูบลมแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

ก. เครื่องสูบบแบบหอยโข่ง (Centrifugal or volute pump) ให้แรงดันน้ำค่อนข้างต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำชนิดอื่น แต่สามารถให้น้ำในปริมาณมาก อีกทั้งอัตราการไหลคงที่ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการปริมาณน้ำมากแต่แรงดันต่ำเครื่องสูบบแบบหอยโข่งหรือแบบหอยโข่งประกอบด้วย เรือนสูบ (Casing) แบบก้นหอยซึ่งทำหน้าที่เก็บกักของเหลวก่อนที่จะถูกส่งไปยังท่อทางออก โดยการทำงานของใบพัดน้ำ (Impeller) ที่หมุนเพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานศักย์ในรูปของความดันที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 16



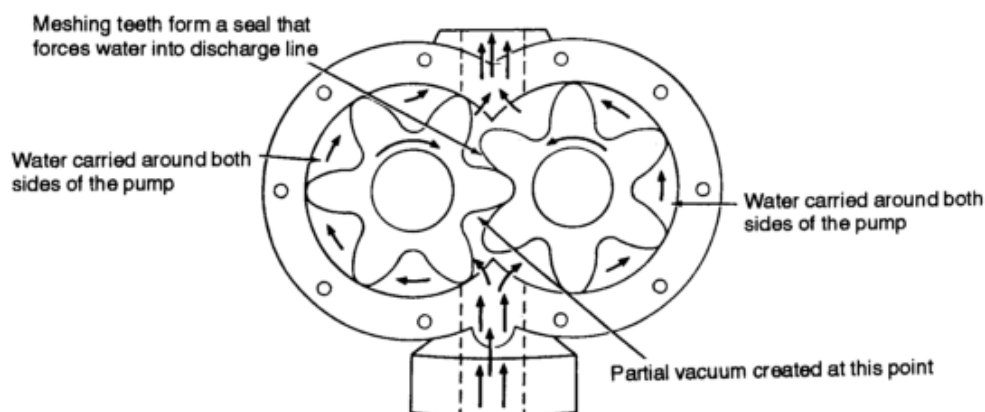
ภาพที่ 16 เครื่องสูบบแบบหอยโข่ง
ที่มา : <http://www.wfdasia.com/page19.html>

ข. เครื่องสูบบแบบลูกสูบ ให้แรงดันสูง ปริมาณของน้ำที่ไหลแต่ละครั้งจะน้อยกว่าเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ลักษณะการไหลเป็นช่วงๆ ตามจังหวะการเคลื่อนที่ของลูกสูบดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เครื่องสูบบแบบลูกสูบ
ที่มา : <http://www.kentspumps.com/the-piston-pump>

ค. เครื่องสูบบแบบพินเฟือง ให้แรงดันน้ำสูง รวมทั้งอัตราการไหลค่อนข้างคงที่ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการสูบของเหลวที่มีความหนืดสูง



ภาพที่ 18 เครื่องสูบน้ำแบบฟันเฟือง

ที่มา : <http://www.kentspumps.com/the-piston-pump>

1.8.3. หัวฉีด (Nozzle)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ของเหลวกระจายเป็นฝอยละอองที่ละเอียด เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสกับอนุภาคของฝุ่น หรือควัน ทำให้ฝุ่นมีน้ำหนักมากขึ้นแล้วตกลงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งแบบออกได้ดังนี้

ก. หัวฉีดแบบกรวยกลวง (Hallow cone type nozzle) ละอองของของเหลวที่ถูกพ่นออกมาเป็นกรวยกลวง โดยมีบริเวณของละอองของของเหลวเฉพาะบริเวณรอบนอก แต่บริเวณตรงกลางจะกลวงไม่มีละอองของของเหลว ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การกระจายของละอองของหัวฉีดแบบกรวยกลวง

ที่มา : <http://www.spray.co.za/category/nozzles>

ข. หัวฉีดแบบกรวยตัน (Solid cone type nozzle) ละอองของของเหลวที่ถูกพ่นออกมาเป็นกรวยบริเวณของละอองจะทึบ ความดันของหัวฉีดประมาณ 5.5 บาร์ จะทำให้หัวฉีดทำงานได้ดีมุมของละอองที่กระจายออกมาจากหัวฉีดจะมีค่าตั้งแต่ 30 ถึง 120 องศา ดังภาพที่ 20



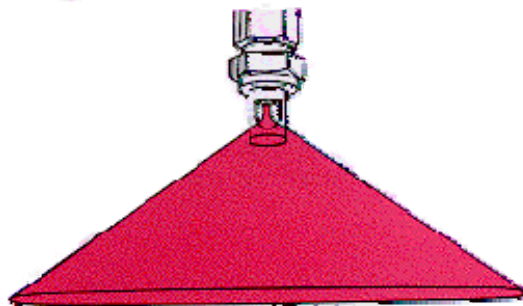
ภาพที่ 20 การกระจายของละอองของหัวฉีดแบบกรวยตัน
ที่มา : <http://www.spray.co.za/category/nozzles>

ค. หัวฉีดแบบแนวราบ (Even flat type nozzle) ลักษณะของพื้นที่หน้าตัดของละอองของเหลวที่ถูกพ่นออกมาจะมีลักษณะเป็นวงรีแคบๆ ปลายตัด ดังภาพที่ 21



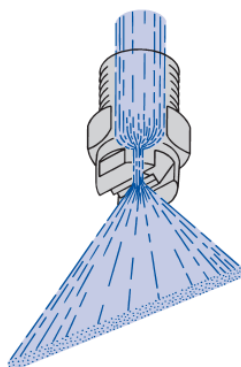
ภาพที่ 21 การกระจายของละอองของหัวฉีดแบบราบ
ที่มา : <http://www.spray.co.za/category/nozzles>

ง. หัวฉีดแบบครอบคลุม (Flooding type nozzle) ลักษณะของละอองของเหลวที่ออกมาจากหัวฉีดเป็นบริเวณกว้าง ครอบคลุมพื้นที่ได้มากและละอองของเหลวมีขนาดใหญ่ โดยมีมุมกระจายของละอองของเหลวอยู่ระหว่าง 70 ถึง 160 องศา (สมชาย,2522) ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การกระจายของละอองของหัวฉีดแบบครอบคลุม
ที่มา : <http://www.extension.org/pages/17869/equipment>

จ. หัวฉีดแบบพัด (Fan type nozzle) ลักษณะของละอองของเหลวที่พ่นออกมาจะมีรูปร่างคล้ายพัด พื้นที่หน้าตัดของละอองของของเหลวจะเป็นรูปวงรีแคบปลายแหลม การกระจายของละอองของของเหลวเป็นแถบกว้างสม่ำเสมอ ความดันที่ใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณ 2 ถึง 4 บาร์ มุมกระจายของของเหลวจะมีค่าระหว่าง 65 ถึง 80 องศา



ภาพที่ 23 การกระจายของละอองของหัวฉีดแบบพัด
ที่มา : http://www.lechlerusa.com/technical_categories.asp

1.8.3. วัสดุตัวกลาง (Absorber or Bioball)

วัสดุตัวกลางเป็นหัวใจของการดักจับฝุ่นควัน มีหน้าที่เพิ่มพื้นที่ผิวที่สัมผัสระหว่างของเหลวและก๊าซ เพื่อเพิ่มระยะเวลาการทำปฏิกิริยาเคมี ดังแสดงในภาพที่ 24 ซึ่งเป็นวัสดุต้นแบบนั้นสามารถจะทำมาจาก Stoneware porcelain หรือ โลหะ แต่โดยส่วนมากจะเป็นแบบที่ทำมาจากวัสดุความหนาแน่นสูงเป็นพวก เทอร์โมพลาสติก ซึ่งลักษณะของวัสดุตัวกลางแต่ละชนิดจะบอกทั้งชื่อทางการและขนาด ตัวอย่างเช่น วัสดุตัวกลาง Column ขนาด 2 นิ้ว Reaching ring ขนาด 1 นิ้ว หรือ Tellerettas มีขนาดอยู่ในช่วง ¼- 4 นิ้ว ลักษณะของวัสดุตัวกลางจะขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปนเปื้อนที่ต้องการกำจัด ลักษณะทางเรขาคณิตและขนาดของตัวถังปัจจัยที่มีผลในการเลือกวัสดุตัวกลางได้แก่



ภาพที่ 24 ลักษณะของวัสดุตัวกลางชนิดต่างๆ

ที่มา : <http://www.aquariumslife.com/aquarium-reviews/bio-balls-review>

- ก. ราคา พลาสติกโดยทั่วไปราคาจะถูกกว่าโลหะ และเซรามิกที่มีราคาแพงที่สุด
- ข. ความดันตกที่ต่ำ ความดันตกนั้นเป็นปัจจัยที่ควบคุมช่องว่างตัวถังกำจัด เมื่อทำการเติมวัสดุตัวกลางลงไป โดยทั่วไปวัสดุตัวกลางขนาดใหญ่จะทำให้มีความดันตกต่ำกว่าขนาดเล็ก
- ค. ความต้านทานการกัดกร่อน เซรามิกส่วนใหญ่จะใช้สำหรับงานที่ต้องการความต้านทานการกัดกร่อน
- ง. พื้นที่ผิวจำเพาะที่สูง พื้นที่ผิวจำเพาะที่สูงต่อลูกบาศก์ฟุตของวัสดุตัวกลางเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดักจับก๊าซ
- จ. ความแข็งแรงของโครงสร้าง วัสดุตัวกลางต้องแข็งแรงเพียงพอที่จะรองรับน้ำหนัก ปกติระหว่างภาวะปกติและความร้อนที่เกิดขึ้น เซรามิกอาจแตกหักง่ายได้ง่ายขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน
- ฉ. ความแข็งแรงของวัสดุตัวกลาง วัสดุตัวกลางที่หนักกว่าต้องการรากฐานรองรับที่แข็งแรงกว่า พลาสติกมีข้อได้เปรียบกว่าในเรื่องนี้ เพราะเบากว่าเซรามิกและเหล็ก
- ช. ความยืดหยุ่นในการออกแบบ ประสิทธิภาพของหอกำจัดจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราการไหลของก๊าซและของเหลว วัสดุที่เป็นวัสดุตัวกลางนั้นควรที่สามารถทำการเปลี่ยนได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัด วัสดุตัวกลางถูกจัดวางในถังกำจัดได้ 2 วิธี โดยการเทส่มลงไปในหอแบบผสมและการเรียงลงไป การเทลงแบบส่มจะส่งผลให้เกิดช่องว่างสำหรับก๊าซเล็กน้อยแต่จะทำให้มีความดันตกสูงกว่าแบบจัดเรียงลงไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1. ถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่ชุมชนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติและใช้ประโยชน์ได้จริง
- 2.2. ชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับการเผาถ่านอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ชุมชนได้รู้วิธีการเผาถ่านที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งานในชุมชน
- 3.2. ชุมชนเกิดความร่วมมือกันในการจัดการพัฒนาและรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

4. ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

จำนวนผู้เข้าอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 มีความพึงพอใจระดับดีมากต่อการอบรม และสามารถนำโครงการที่ได้รับการอบรมไปปฏิบัติจริง

5. เป้าหมายการดำเนินโครงการ

ตัวชี้วัด	ความสำเร็จของโครงการ
เชิงปริมาณ 1. จำนวนครั้งในการจัดอบรม/สัมมนา 2 ครั้ง 2. จำนวนผู้เข้าร่วมอบรม/สัมมนา 100 คน เชิงคุณภาพ 1. ร้อยละความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ ร้อยละ 80	จัดอบรม 2 ครั้ง มีจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

6. วิธีการดำเนินโครงการ

6.1 กิจกรรมและวิธีดำเนินงาน

6.1.1 รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา ศึกษาเทคโนโลยี และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะทางกายภาพของเตาเผาถ่านแบบแนวตั้ง ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลเกี่ยวข้องกับการออกแบบเตาเผาถ่าน และทำการทดลองหาตัวแปรที่เหมาะสม และปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดความชำนาญ

6.1.2 ติดต่อชุมชนที่ต้องการใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับเตาเผาถ่าน โรงเรียนบ้านป่าเลา ตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา โดยในปีการศึกษา ๒๕๕๔ ทางโรงเรียนได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้ง ในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ในการเผาถ่าน จึงทำการประสานงานและเพื่อให้เป็นศูนย์กลางการบริการ วิชาการแก่ชุมชน

6.1.3 จัดการฝึกอบรม ณ โรงเรียนบ้านป่าเลา ตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน แบ่งเป็นช่วงเช้า เป็นการบรรยายเชิงทฤษฎี สำหรับช่วงบ่ายเป็นการทดลองปฏิบัติจริง

6.1.4 ติดตามผลการดำเนินงาน มอบแบบสอบถามความพึงพอใจและประโยชน์ที่ได้จากโครงการดังกล่าวหลังจากเสร็จสิ้นการบรรยาย และติดตามผลหลังจากบริการชุมชนไปแล้ว ๓ เดือน เพื่อรับทราบปัญหาและดำเนินการแก้ไข

6.1.5 บูรณาการกับการเรียนการสอน ในรายวิชา มจ.498 การเรียนรู้อิสระ โดยนักศึกษาที่ทำโครงการวิศวกรรมเรื่องเตาเผาถ่าน และเครื่องลดมลพิษแบบเปียกได้เข้าร่วมในการอบรม และเป็นผู้ช่วยในการฝึกอบรมในโครงการบริการวิชาการนี้

6.1.6 บูรณาการกับงานวิจัยของหัวหน้าโครงการ โดยได้ทำการวิจัยเรื่องที่มีประยุกต์ใช้งานระบบความร้อน ซึ่งมีโครงการย่อยที่เกี่ยวกับการดักจับเศษฝุ่นจากระบบการเผาไหม้จากเตาชีวมวลและเตาเผาถ่านแนวตั้ง ซึ่งทางทีมวิจัยมีองค์ความรู้และความเชี่ยวชาญที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการบริการวิชาการดังกล่าว จึงได้นำองค์ความรู้ดังกล่าวไปถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้ด้วย

6.2 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.ประชุมผู้ร่วมโครงการและ แบ่งงานรับผิดชอบ	↔					
2.ดำเนินการอบรมบริการ วิชาการ	↔	→				
3.ติดตามผลการดำเนินงานทุก 3 เดือน			↔	→		
4.ให้คำแนะนำการแก้ปัญหาแก่ ชุมชน					↔	→
5.ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ให้กับ แหล่งทุน						↔

7. ผลการดำเนินงาน

7.1 การได้รับการบริการวิชาการ

ในโครงการเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการเผ่าถ่านสำหรับชุมชน” นั้น ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพ โดยเฉลี่ย เท่ากับ 4.31 อีกทั้งได้นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ต่อการทำงาน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 จึงถือได้ว่าการเข้ารับการฟังการใช้ความรู้จากโครงการบริการวิชาการเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการเผ่าถ่านสำหรับชุมชน นั้นมีประโยชน์ต่อผู้เข้าฟังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก และสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ดีมากเช่นกัน

7.2 การบูรณาการการบริการวิชาการกับการเรียนการสอน

นักศึกษาที่ทำโครงงานจากรายวิชา มจ.498 การเรียนรู้อิสระ นั้น เมื่อเข้าร่วมโครงการแล้วสามารถทำหน้าที่เป็น ผู้ช่วยในการแนะนำและฝึกอบรมแก่ผู้เข้าอบรมได้อย่างดี เนื่องจากมีองค์ความรู้จากรายวิชา มจ. 498 การเรียนรู้อิสระ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนของหลักสูตรวิศวกรรมเกษตรเป็นไปตามเป้าหมาย

7.3 การบูรณาการการบริการวิชาการกับงานวิจัย

โดยได้ใช้องค์ความรู้จากงานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ระบบความร้อนไปต่อยอดในการอบรมและให้ความรู้แก่ผู้เข้าอบรม

8. สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับบริการ

จากการให้ความรู้เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการเผ่าถ่านสำหรับชุมชน เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2554 โดยได้จัดชุดออกให้บริการวิชาการประกอบด้วย อาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาของคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร นั้นได้ออกไปให้ความรู้กับ ครู อาจารย์ นักเรียน บุคลากรของโรงเรียนและชุมชนในท้องถิ่น ณ โรงเรียนบ้านป่าเลา อ.แม่ทา จ.ลำพูน ตามหนังสือขอความอนุเคราะห์ของโรงเรียนบ้านป่าเลานั้น

8.1 ข้อมูลส่วนบุคคล ของผู้ตอบแบบสอบถาม

สรุปได้ดังนี้ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามมีทั้งหมด 46 ราย แยกเป็นเพศชาย จำนวน 21 ราย เพศหญิง จำนวน 25 ราย อายุของผู้ตอบแบบสอบถามแยกเป็น ต่ำกว่า 30 ปี จำนวน 40 ราย อายุระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 2 ราย อายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 3 ราย และอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 1 ราย วุฒิการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 39 ราย ระดับปริญญาตรี จำนวน 7 ราย สถานภาพการทำงาน เป็นข้าราชการ จำนวน 6 ราย เป็นนักเรียน จำนวน 39 ราย และเป็นเกษตรกร จำนวน 1 ราย การรับทราบข้อมูลของการออกให้บริการวิชาการนี้ส่วนใหญ่แล้วจะรับทราบจากเพื่อนร่วมงานหรือคนรู้จัก

8.2 เป็นการสอบถามการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

8.2.1 การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับชีวิตประจำวัน ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับของการนำไปใช้ประโยชน์ในระดับมาก จำนวน 25 ราย และระดับมากที่สุด จำนวน 21 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46

8.2.2 การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพ (เฉลี่ยรวม 4.31)

ก. สามารถเพิ่มผลผลิต อยู่ในระดับ ปานกลาง จำนวน 4 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 14 ราย และ อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 28 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52

ข. สามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิต อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 8 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 22 ราย อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 16 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.17

ค. สามารถลดต้นทุนการผลิต อยู่ในระดับน้อย จำนวน 1 ราย อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 3 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 25 ราย และอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 17 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26

8.2.3 นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ต่อการทำงาน โดย (เฉลี่ยรวม 4.34)

ก. แก้ปัญหาและข้อขัดข้องในกระบวนการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับน้อย จำนวน 1 ราย อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 6 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 16 ราย และอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 23 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.32

ข. เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานมีทักษะในการทำงานเพิ่มขึ้น อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 6 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 14 ราย และอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 26 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.43

ค. เป็นแหล่งอ้างอิงความรู้ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 6 ราย อยู่ในระดับมาก จำนวน 24 ราย และอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 16 ราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.21

ง. เสริมสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติงาน/ปฏิบัติหน้าที่ให้ดีขึ้น อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 3 ราย อยู่ในระดับมาก

9. สรุปผลการประเมินประโยชน์หรือผลกระทบของการให้บริการวิชาการ

จากการให้บริการวิชาการพบว่าผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง ควรมีการพัฒนาการให้บริการแบบต่อเนื่องเพื่อขยายพื้นที่ของชุมชนที่รับบริการต่อไป

ภาคผนวก



ภาคผนวก 1. เปิดการอบรมการเผ่าถ่านอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาคผนวก 2. นักศึกษามีส่วนร่วมในการบรรยาย



ภาคผนวก 3. ผู้เข้าร่วมโครงการซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้น ม.1-ม.3 โรงเรียนบ้านป่าเลา



ภาคผนวก 4. ผู้เข้าร่วมโครงการซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้น ม.1-ม.3 โรงเรียนบ้านป่าเลา



ภาคผนวก 5. อบรมเชิงปฏิบัติการในช่วงบ่าย



ภาคผนวก 6. เปรียบเทียบปริมาณควันกับระบบดั้งเดิม



ภาคผนวก 7. ส่งมอบอุปกรณ์ให้กับโรงเรียนบ้านป่าเลา



ภาคผนวก 8. ส่งมอบอุปกรณ์ให้กับโรงเรียนบ้านป่าเลา



ภาคผนวก 9. จปโครงการฝึกอบรมการเผ่าถ่านอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาคผนวก 10. จปโครงการฝึกอบรมการเผ่าถ่านอย่างมีประสิทธิภาพ