บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology: CT) เกิดขึ้นเพราะตลอดเวลาที่ผ่านมากระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ นำไปสู่ปัญหามลพิษทางน้ำและอากาศ การปนเปื้อนต่อดิน และปัญหาในวงกว้างอื่น ๆ เช่น การทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ (คุณาวุฒิ เทียมทอง, 2546) แต่การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ได้ใช้การควบคุมที่ปลายทางหรือปลายเหตุ คือใช้วิธีกำหนดมาตรฐานควบคุมที่ตัวกลาง เช่น น้ำ ดิน อากาศ เป็นต้น โดยรัฐบาลมักกำหนดค่ามาตรฐานต่างๆ เช่น มาตรฐานน้ำทิ้ง หรือมาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากโรงงาน แต่มาตรการดังกล่าวไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากการสร้างระบบบำบัดมีค่าใช้จ่ายสูง หากโรงงานต้องการขยายกำลังการผลิต จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียจากโรงงานเพิ่มขึ้นไปด้วย ประเทศที่พัฒนาแล้วต่างก็ประสบปัญหาเหล่านี้มาก่อนจึงมีการวิจัยและพัฒนา และพบว่าการจัดการปัญหามลพิษอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องเป็นการป้องกันปัญหาอย่างรอบด้าน (Multimedia Approach) โดยคำนึงถึงมลพิษทุกรูปแบบและทรัพยากรทุกอย่างไปพร้อม ๆ กันโดยต้องมีผลตอบแทนที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ แนวคิดในการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิดจึงเกิดขึ้น (ชุมพล ยวงใย, 2546) การลดมลพิษและของเสียที่แหล่งกำเนิดยังช่วยลดความเสี่ยงของพนักงาน เพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตและที่สำคัญก็คือ ช่วยลดต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายในการผลิต (คุณาวุฒิ เทียมทอง, 2546)

สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดแก่สมาชิกสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย นับตั้งแต่ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2533 โดยความร่วมมือระหว่างสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และองค์กรเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (United States - Asia Agency for International Development :U.S.AID) เพื่อให้อุตสาหกรรมไทยสามารถนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับองค์กร การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งลดต้นทุน จะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันให้อุตสาหกรรมไทย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาของประเทศที่ยั่งยืน (ชุมพล ยวงใย, 2546) การนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้จะอยู่ภายใต้ความสมัครใจที่จะกำกับดูแลกระบวนการผลิตของตนเอง ผู้ผลิตจะมีฐานข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีและระเบียบของรัฐที่เกี่ยวข้อง และได้รับการสนับสนุนของภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะช่วยผลักดันให้มีการพัฒนาและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้เทคโนโลยีสะอาดกันอย่างแพร่หลาย (เจริญชัย แย้มแขไข, 2543) อย่างไรก็ตามหลักการเทคโนโลยีสะอาดนั้น อาจมีความสอดคล้องกับแนวคิดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิดที่เรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น การป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention: P2) หรือการผลิตที่สะอาดขึ้น (Cleaner Production: CP)

คำจำกัดความของเทคโนโลยีสะอาด

นักวิชาการและองค์การต่างๆ ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด ไว้แตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้

เจริญชัย แย้มแขไข (2543) กล่าวถึงเทคโนโลยีสะอาดว่าหมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และลดต้นทุนการผลิตไปพร้อมกัน

คุณาวุฒิ เทียมทอง (2546) ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีสะอาดคือ การพัฒนาเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยก่อให้เกิดผลกระทบหรือความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ในขณะนั้น โดยมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการใช้ซ้ำและ/หรือ การเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่โดยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร เทคโนโลยีสะอาดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาด ให้ทราบถึงสาเหตุและบริเวณที่มีการสูญเสียและการศึกษาความเป็นไปได้ของทางเลือกที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2546) ได้ให้ความหมายโดยสรุปของเทคโนโลยีสะอาดไว้ว่า คือ กลยุทธ์ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ บริการ และกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพโดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดจึงเป็นทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อม และการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไปพร้อม ๆ กัน

สรุปได้ว่า เทคโนโลยีสะอาด คือ การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตที่มีปัญหาต่อทรัพยากร ต่อสิ่งแวดล้อมเสียใหม่เพื่อให้มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ผลของการเปลี่ยนแปลงนอกจากจะลดมลพิษแล้ว ยังให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นการจัดการทรัพยากรในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ผลดีและมีประสิทธิภาพกว่ากระบวนการผลิตวิธีเดิม สำหรับประเทศไทย การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก เนื่องจากความได้เปรียบด้านต้นทุนและแรงงานของอุตสาหกรรมไทยมีน้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. พัฒนาขีดความสามารถ และประสิทธิภาพของการประกอบธุรกิจ เพื่อการพัฒนาแบบยั่งยืน ให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8

หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

United Nations Environment Programme (UNEP) (1997) ได้อธิบายหลักการสำคัญของเทคโนโลยีสะอาด คือ การตรวจสอบกระบวนการผลิต เพื่อหาแหล่งกำเนิด จุดที่เกิดการสูญเสียของวัตถุดิบ พลังงาน และจุดกำเนิดของเสีย โดยสร้างแผนภาพกระบวนการผลิตแล้วทำดุลมวลสารและดุลมวลพลังงาน หน่วยปฏิบัติการเฉพาะหน่วย (Unit Operation) ต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้ทางด้านวิศวกรรมเคมี ทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้ และการสูญเสียของมวลสารและพลังงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์สาเหตุและหาวิธีป้องกัน แก้ไขการสูญเสีย

จะเห็นได้ว่าหลักการคิดของเทคโนโลยีสะอาดนั้นอยู่บนแนวความคิดที่มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การใช้ทรัพยากร และลดมลพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดเพื่อขจัดปัญหาการสูญเสีย และการเกิดมลพิษที่ต้นทาง และหากยังมีของเสียเกิดขึ้นต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) หรือนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle & Recovery) เพื่อให้มีของเสียที่ต้องการบำบัดหรือฝังกลบให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ของเสียที่ไม่สามารถลดและนำกลับมาใช้ใหม่ได้แล้วจึงทำการบำบัดและทิ้งทำลายต่อไป การดำเนินการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาดมีดังต่อไปนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2546)

1. การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ ๆ คือ การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

1.1 การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ อาจทำได้โดยการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด หรือให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น เช่น ปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเลิกการใช้ชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยกเลิกหีบห่อบรรจุที่ไม่จำเป็น เป็นต้น

1.2 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หรือมีความบริสุทธิ์สูง รวมทั้งลดหรือยกเลิก การใช้วัตถุดิบ ที่เป็นอันตราย เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งปนเปื้อนเข้าไปในกระบวนการผลิต และพยายามใช้วัตถุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น การเปลี่ยนหมึกพิมพ์เขียน จากประเภทใช้ตัวทำละลายเคมีไปเป็นการใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย หรือเลิกใช้หมึกพิมพ์ที่มีแคดเมียม ตลอดจนการไม่ใช้น้ำยาไซยาไนด์ หรือแคดเมียมในการชุบโลหะ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ทำได้โดยการออกแบบใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าช่วยปรับปรุงคุณภาพของอุปกรณ์ และแสวงหาเทคโนโลยีใหม่มาใช้ เช่น เปลี่ยนอุปกรณ์ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ หรือระบบท่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้าย หรือขนถ่ายอุปกรณ์ ใช้ระบบอัตโนมัติหรืออุปกรณ์ควบคุม ช่วยลดผลผลิตที่ด้อยคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐาน ปรับปรุงการดำเนินการผลิต เช่นอัตราการไหลอุณหภูมิ ความดันหรือระยะเวลา เพื่อเพิ่มประสิทธิ-ภาพการผลิต และลดปริมาณของเสีย ติดตั้งอุปกรณ์การล้างน้ำ แบบทวนกระแส (Counter Current Flow) ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ และควบคุมความเร็วของมอเตอร์ เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน เป็นต้น สำหรับตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ได้แก่ การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบการจ่ายน้ำ และปรับปรุงวิธีการล้าง ส่งผลให้บริษัท อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวไทย จำกัด เกิดความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

1.2.3 การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน เป็นขั้นตอนที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ที่เสียลดลง และยังทำให้เกิดของเสียที่จะต้องจัดการกำจัดลดน้อยลง โดยกำหนดให้มีขั้นตอนการผลิต กระบวนการทำงาน และขั้นตอนบำรุงรักษาที่ชัดเจน รวมถึงการจัดระบบการบริหารจัดการในโรงงาน ตัวอย่างเช่น วางแผนการผลิต เพื่อลดความจำเป็นที่จะต้องล้างเครื่องจักรหรืออุปกรณ์บ่อย ๆ ขนาดของจำนวนการผลิตแต่ละครั้งให้เหมาะสม เพื่อลดปริมาณของเสีย ติดตั้งเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ ในลักษณะที่ลดการรั่วไหล สูญเสียและปนเปื้อน ในระหว่างการผลิต ที่มีการเคลื่อนย้ายขนถ่ายชิ้นส่วนหรือวัสดุต่างๆ เป็นต้น

2. การนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางคือ การนำผลิตภัณฑ์มาใช้ใหม่ หรือการใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน และการใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

2.1 การใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน โดยหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสารหรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสีย โดยนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิมหรือกระบวนการผลิตอื่นๆ

2.2 การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน เป็นการนำเอาของเสียมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อนำเอาทรัพยากรกลับมาใช้อีกหรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เช่น การนำน้ำหล่อเย็น น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และตัวทำละลาย ตลอดจนวัสดุอื่น ๆ กลับมาใช้ใหม่ในโรงงาน การนำพลังงานความร้อนส่วนเกิน หรือเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ควรทำ ณ จุดกำเนิดมากกว่าการขนย้ายไปจัดการที่อื่น โดยเฉพาะของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนของวัตถุดิบ เช่น การกลั่นแยกตัวทำละลาย เพื่อใช้ขจัดคราบไขมัน ชิ้นงานกลับมาใช้ใหม่ หรือการแยกน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเพื่อแยกดีบุก ทองแดง หรือตะกั่ว กลับมาใช้งาน ซึ่งจะทำได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งลดอัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อนในระหว่างรวบรวมหรือขนถ่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนการจะนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ตามหลักการได้มากน้อยเพียงใดนั้น คุณาวุฒิ เทียมทอง (2546) ระบุว่า กระบวนการผลิตนั้นๆ จำเป็นต้องอาศัยแนวทางสำคัญที่จะนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ 3 ประการ คือ

1. หลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement) คือ การดำเนินการให้มีการปรับเปลี่ยนที่ดีขึ้นอยู่เสมอ โดยคำนึงถึงความพร้อมขององค์กรเป็นสำคัญ หากประเด็นปัญหาใดยังไม่พร้อมที่จะดำเนินการปรับแก้ ก็ให้ดูแลรักษาระดับเอาไว้อย่าให้แย่ลงกว่าเดิม

2. หลักการป้องกัน (Prevention) คือ การมุ่งแก้ไขปัญหา โดยเน้นที่การป้องกัน ไม่ใช่แก้ไข เน้นการลดปัญหาที่ต้นเหตุไม่ใช่ปลายเหตุ เน้นที่การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน เพื่อลดความสูญเสีย ไม่ใช่การลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยการบำบัดที่ปลายท่อ

3. หลักการมองปัญหาแบบองค์รวม (Integration) คือ เปลี่ยนการวิเคราะห์ปัญหาแบบแยกส่วนมาเป็นการมองดูความสัมพันธ์ร่วมกันในทุก ๆ กิจกรรมขององค์การ และในทุก ๆ ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเน้นการมีส่วนร่วมของคนทั้งองค์กร (Participatory Approach) ในการศึกษาปัญหาร่วมกัน และนำเอาประสบการณ์ของตนเองมาช่วยกันเสริมสร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับ และสามารถปฏิบัติได้สอดคล้องกับงานจริง

สรุปได้ว่าหลักการสำคัญของเทคโนโลยีสะอาดนั้น มีสาระสำคัญ 3 ประการ คือ การป้องกันหรือการลดการเกิดมลพิษและของเสียต่างๆ การใช้ทรัพยากรและวัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และการลดอันตรายและความเสี่ยงของมนุษย์ต่อมลพิษต่าง ๆ

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดตามหลักการของ UNIDO/UNEP แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2542 อ้างใน คัทลียา นิ่มสุวรรณ, 2544)

1. การวางแผนและการจัดองค์กร (Planning and Organization)

ทีมงานตรวจประเมินซึ่งเป็นตัวแทนจากหน่วยงานทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และมีงบประมาณ และกำลังคนเพื่อที่จะดำเนินกิจกรรมได้โดยมีการกำหนดเป้าหมายของกิจกรรม ซึ่งควรเป็นเป้าหมายเชิงปริมาณ เพื่อวัดและประเมินผลได้ ยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลา ตรวจสอบได้ตลอดเวลา สร้างแรงจูงใจเหมาะกับนโยบายรวมของฝ่ายบริหาร เข้าใจง่าย และมีการแก้ไขขจัดอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2. การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre-Assessment)

การตรวจประเมินเบื้องต้น เป็นการพิจารณาจัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตตลอดจนการประเมินสารที่ป้อนเข้าและออกจากกระบวนการ โดยพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลและเอกสารต่างๆ เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าวัตถุดิบ เป็นต้น และพิจารณาถึงจุดที่เกิดการรั่วไหลหรือสูญเสีย

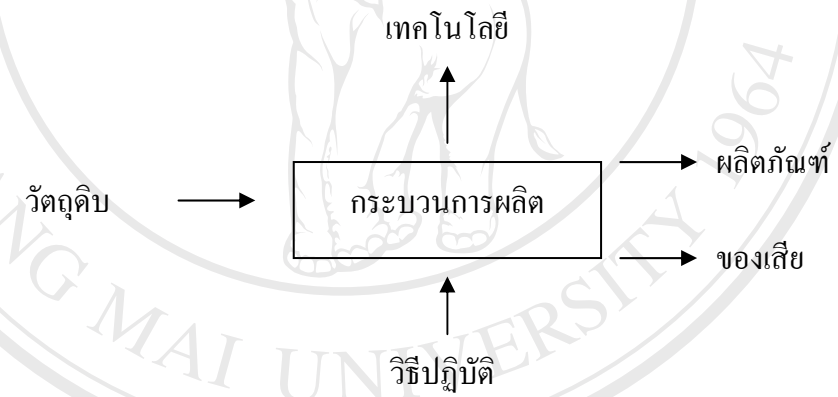
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกระบวนการ พร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขที่สามารถปฏิบัติได้ทันที โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหรือเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3. การตรวจประเมินละเอียด

การตรวจประเมินละเอียดเพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด พร้อมกำหนดข้อเสนอที่ปฏิบัติได้ทันที และข้อเสนอที่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมอีกโดยพิจารณาถึงการจัดทำสมดุลมวลสาร แหล่งกำเนิดและสาเหตุของการเกิดของเสีย การจัดทำดุลมวลสารและดุลพลังงานเพื่อที่จะทราบถึงปริมาณสารเข้าและออก หลักการจัดทำดุลมวลสาร คือ ปริมาณสารเข้า = ปริมาณสารขาออก + ปริมาณสารสะสม

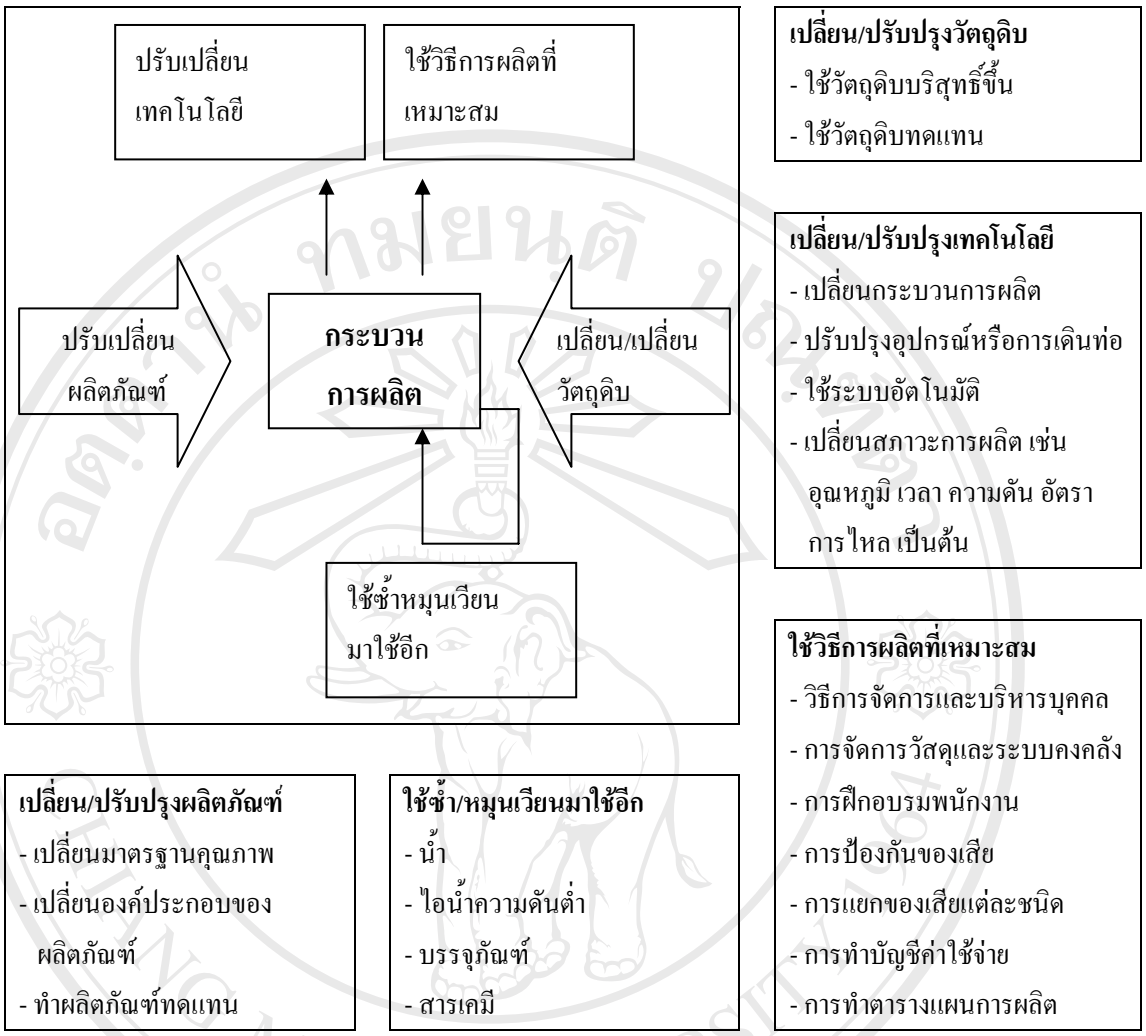
การพิจารณาแหล่งกำเนิดและสาเหตุของการเกิดของเสีย ใช้คำถามในการพิจารณาคือ เกิดขึ้นแหล่งใด เกิดจากสาเหตุใด วิธีการพิจารณานั้นใช้หลักพิจารณา 5 แหล่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ได้แก่ วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ของเสีย วิธีปฏิบัติงานและเทคโนโลยี ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต
ที่มา : เสกสรร พาป้อง (2544)

การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด เป็นขั้นตอนการสร้างสรรค์ และระดมความคิดให้ได้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด เพื่อนำไปสู่การลดของเสีย เทคนิคที่ใช้ในการสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด พิจารณาจาก 5 ปัจจัย คือ การเปลี่ยนหรือปรับปรุงวัตถุดิบ การเปลี่ยนหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การใช้วิธีปฏิบัติงานที่เหมาะสม การเปลี่ยนหรือปรับปรุงเทคโนโลยี และการใช้ซ้ำหรือหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ดังภาพที่ 2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบสำคัญในการวิเคราะห์สาเหตุและหาวิธีป้องกันแก้ไขโดยเทคโนโลยีสะอาด
ที่มา: เสกสรร พาป้อง (2544)

สำหรับการพิจารณาปรับเปลี่ยนวัตถุดิบนั้น พัชรี หอวิจิตร (2546) ได้อธิบายว่าในกระบวนการผลิตมีสิ่งหนึ่งที่ต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง คือ การพิจารณาค้นคว้าหาสารอื่นเพื่อมาทดแทนสารเคมีเสี่ยงอันตรายที่ใช้อยู่เพราะนอกจากจะลดของเสียอันตรายได้แล้ว ยังช่วยในแง่ของความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานด้วย ทั้งนี้สารที่จะนำมาใช้ทดแทนจะต้องมีการประเมินความเหมาะสมและผลกระทบจากสารดังกล่าวด้วย การจัดการความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง ซึ่งหลักการนี้จะพิจารณาในประเด็นของความปลอดภัยในการทำงาน และนอกจากนี้จะต้องประเมินผลกระทบที่เกิดจากของเสียที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งคุณสมบัติทั้งกายและทางเคมีของสารที่จะนำมาทดแทนด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การศึกษาความเป็นไปได้

การศึกษาความเป็นไปได้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด สำหรับลงมือปฏิบัติที่จะทำให้ได้ข้อเสนอที่เป็นไปได้ และผลที่คาดว่าจะได้จากแต่ละข้อเสนอ งานที่สำคัญในขั้นตอนนี้คือ

4.1 การประเมินเบื้องต้น ทำข้อเสนอเพื่อระบุความต้องการในการประเมินเพิ่มเติม ตามเกณฑ์ว่า เป็นข้อเสนอที่เกี่ยวข้องกับวิธีปฏิบัติงาน หรือเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เป็นหลัก เป็นข้อเสนอที่เรียบง่าย หรือซับซ้อน และเป็นข้อเสนอที่จะต้องการเงินลงทุนสูงหรือต่ำ

4.2 การประเมินทางเทคนิค เพื่อประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิคของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งใช้กับข้อเสนอที่ลงทุนสูง ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบต่อกระบวนการ ต่อผลิตภัณฑ์ ต่ออัตราการผลิต ความปลอดภัย เป็นต้น โดยอาจทดสอบในห้องปฏิบัติการ ในบางส่วนของการผลิตหรือใช้ประสบการณ์ของบริษัทอื่น หรือจากผู้ผลิต

4.3 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายสำหรับข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งเป็นเกณฑ์ตัดสินใจที่สำคัญยิ่ง ควรพิจารณาทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนที่ดีมากๆ อย่าเลือกจากหลักเกณฑ์แฝง เช่น ความโก้เก๋ ไฮเทค เพราะอาจทำให้ได้ผลไม่คุ้มค่าและเป็นผลเสียต่อการลงทุนในโครงการอื่นๆ ต่อไป

4.4 ประเมินทางสิ่งแวดล้อม เพื่อประเมินผลดีหรือเสียต่อสิ่งแวดล้อมของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งทำได้ 3 ระดับ คือ การประเมินอย่างง่ายถึงปริมาณของเสีย ความเป็นพิษและพลังงานที่ลดลง การประเมินรายละเอียดถึงผลขององค์ประกอบในสารป้อนและสารขาออกใหม่ที่ใช้ และการประเมินวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) อย่างง่าย โดยทั่วไปวิธีแรกก็เพียงพอในการประเมินทางสิ่งแวดล้อม

การเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีเพื่อบันทึกผลการศึกษาความเป็นไปได้ และข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดสำหรับลงมือปฏิบัติ ข้อเสนอที่ไม่เหมาะสม หรือยังไม่พร้อมปฏิบัติซึ่งจะถูกเก็บรวบรวมไว้ใช้ในโอกาสต่อไป

5. การลงมือปฏิบัติ

ลงมือปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่มีการตรวจวัดติดตามและประเมินผล และมีแผนการทำกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

คุณาวุฒิ เทียมทอง (2546) เห็นว่าในขั้นตอนที่ 2 และ 3 จะความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภาพ กระบวนการผลิต (Process Flow Chart) เขียนหน่วยปฏิบัติการเฉพาะหน่วยต่อเนื่องกัน พิจารณาสิ่งที่เข้า (Input) และออก (Output) จากแต่ละหน่วยปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ตลอดจนถึงการทำดุลมวล และดุลพลังงาน ซึ่งจะทำให้เข้าใจโดยละเอียดถึงแหล่งและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณของเสียและมลพิษที่ออกมาจากกระบวนการผลิตจากนั้นจึงจัดลำดับผลกระทบ แล้ววิเคราะห์สาเหตุและวิธีป้องกันแก้ไข การวิเคราะห์หาสาเหตุ และสร้างเงื่อนไขของเทคโนโลยีสะอาด นิยมพัฒนาจากปัจจัย 5 อย่างคือ วัตถุดิบ เทคโนโลยี การจัดการ ผลิตภัณฑ์ และของเสีย

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย

ชุมพล ยวงไย (2546) ได้กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทยไว้ว่า มีความร่วมมือระหว่าง University of New Hampshire ในสหรัฐอเมริกา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์ และมหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการสนับสนุนจาก United States - Asia Agency for International Development (U.S.AID) ซึ่งบริหารทุนโดย United States - Asia Environmental Partnership Program (US-AEP) ผ่านทาง Council of State Governments (CSG) โดยมีสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นหน่วยงานหลักในการจัดกิจกรรมฝึกงาน

จากผลการดำเนินงานในปี 2541-2544 ได้มีข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology Options) กว่า 140 ข้อ ที่ช่วยประหยัดวัตถุดิบ พลังงาน และต้นทุน ซึ่งเป็นการลงทุนที่ต่ำและคืนทุนในระยะสั้น นอกจากนั้นยังมี CT Concept Papers รวมทั้งสิ้น 29 ข้อเสนอโครงการวิจัย โดยได้รับทุนอุดหนุนวิจัยไปแล้ว 5 โครงการ ด้านกิจกรรมฝึกงานนั้น สวทช. ได้ร่วมกับโครงการเทคโนโลยีสะอาดเพื่อประสิทธิภาพอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ (Cleaner Production for Industry Effciency in Samut Prakan : CPIE) และได้ขยายผลไปยังกิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยีสะอาดแบบไตรภาคีระหว่าง สวทช. สถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรม โดยเก็บข้อมูล 1-2 สัปดาห์แรกของการฝึกงานของนักศึกษาในโรงงาน 4-6 สัปดาห์ต่อมาก็วิเคราะห์พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาจากเงื่อนไขของเทคโนโลยีสะอาดและ 1-2 สัปดาห์สุดท้ายของการฝึกงานก็จะเป็นการทำประเมินผลผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีสะอาด

ในช่วงปี 2542-2543 กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้มอบหมายให้สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยดำเนินการจัดทำโครงการเทคโนโลยีสะอาดช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยมีอุตสาหกรรมเป้าหมายหลัก 4 ประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร สิ่งทอ กระดาษและเยื่อกระดาษ และแป้งมันสำปะหลัง จำนวน 70 โรงงานด้วยกัน ซึ่งจำแนกตามประเภทอุตสาหกรรมได้ดังนี้คือ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร 32 แห่ง อุตสาหกรรมสิ่งทอ 15 แห่ง อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ 8 แห่ง และอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง 4 และอุตสาหกรรมอื่นๆ อีก 11 แห่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาตามขนาดของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ตามร่างพ.ร.บ.วิสาหกิจขนาดกลางและย่อม โรงงานทั้ง 70 แห่งสามารถแบ่งได้เป็นโรงงานขนาดใหญ่ 46 แห่ง ขนาดกลางและย่อมอีก 24 แห่ง โดยมีการดำเนินการในโครงการดังนี้

1. การตรวจประเมินเบื้องต้นภายในโรงงาน
2. การฝึกอบรมและประชุมเชิงปฏิบัติการในโรงงาน
3. การตรวจประเมินโดยละเอียด

จากการตรวจประเมินเบื้องต้นและประเมินโดยละเอียดในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ทั้ง 70 แห่ง สามารถรวบรวมโอกาสการทำเทคโนโลยีสะอาดที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด 1,081 โอกาส โดยแบ่งเป็นโอกาสทางด้านการจัดการ 605 โอกาส คิดเป็นร้อยละ 56 โอกาสทางด้านเทคนิค 476 โอกาส คิดเป็นร้อยละ 44 และเมื่อแบ่งตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมต่างๆในโรงงาน ได้ดังนี้

1. น้ำ ร้อยละ 33
2. พลังงาน ร้อยละ 24
3. วัตถุดิบ ร้อยละ 14
4. ผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 11
5. ความปลอดภัย ร้อยละ 6
6. สารเคมี ร้อยละ 5
7. อาชีวอนามัย ร้อยละ 4
8. การฝึกอบรม ร้อยละ 2
9. การเพิ่มมูลค่าของกากอุตสาหกรรม ร้อยละ 1

ยอดรวมความเป็นไปได้จากการประหยัดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดในโครงการฯ ส่งผลให้เกิดการลดปริมาณของมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ก๊าซ SO_2 จำนวนประมาณ 118 ตันต่อปี ก๊าซ NO_2 จำนวน ประมาณ 8 ตันต่อปี และก๊าซ CO_2 จำนวนประมาณ 11,857 ตันต่อปี ถ้าโรงงานทั้ง 70 แห่งในโครงการฯดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 เตาอบระบบความร้อนรวมศูนย์

การบ่มใบยาสูบแบบไอร้อนในประเทศไทย

ในอดีตประเทศไทยปลูกแต่ใบยาสูบพันธุ์พื้นเมือง เพื่อใช้ในการบริโภคในครัวเรือน ซึ่งสภาพใบยาพันธุ์พื้นเมืองมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อนโดยใช้แสงอาทิตย์ในการบ่ม แต่หลังจากที่ได้มีการนำใบยาพันธุ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศเข้ามาปลูก คือ ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย เบอร์เล่ย์ และพันธุ์เตอร์กิช ก็ได้มีวิธีการแปรสภาพที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดพันธุ์ของใบยา ซึ่งวิธีการทำให้ใบยาแห้งนั้น

จะใช้วิธีการที่เรียกว่าการบ่มแบบไอร้อน วิธีการนี้ส่วนประกอบที่สำคัญมี 2 ประการ คือส่วนที่ 1 คือ ขั้นตอนในการเปลี่ยนสภาพใบยาแห้งและให้ได้สี คุณสมบัติและส่วนประกอบทางเคมีภายในใบยาแห้งเป็นไปตามที่ต้องการของตลาด ส่วนที่ 2 คือโรงเรือนที่ใช้ในการบ่มแบบไอร้อน เนื่องจากลักษณะของโรงเรือนจะทำให้เกิดความแตกต่างด้านความสะดวกในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ด้านปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ในการขนใบยาเข้า-ออก ด้านการใช้เชื้อเพลิง และวิธีการควบคุมจัดการอื่นๆ โดยจะมีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังนี้ (ชัชวาล ตัณฑกิตติ และสาทิส ถาวรนันท์, มปป.)

วิธีและขั้นตอนในการบ่มแบบไอร้อน

ในการบ่มใบยาแบบไอร้อนประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการทำสี ขั้นตอนการตรึงสี ขั้นตอนการทำใบแห้ง และขั้นตอนการทำก้านแห้ง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศแตกต่างกันไป โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ชัชวาล ตัณฑกิตติ และสาทิส ถาวรนันท์, มปป.)

1. ขั้นตอนการทำสี เป็นระยะที่เซลของใบยายังมีชีวิตอยู่ ช่วงแรกใบยายังเป็นสีเขียวอยู่และเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง แป้งภายในใบยาเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และมีการคายคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนออกมาจากใบยา อุณหภูมิภายในห้องบ่มที่ใช้ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วง 30–40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ใช้ในการบ่มมากกว่าร้อยละ 85 ช่วงทำสีนี้เป็นช่วงที่สำคัญช่วงหนึ่งในการบ่มใบยา เนื่องจากหากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและและความชื้นให้เหมาะสมและอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ จะส่งผลต่อสีของใบยาซึ่งเป็นตัววัดคุณภาพของใบยาเมื่อนำไปขาย ขั้นตอนการทำสีนี้จะใช้เวลาประมาณ 30–40 ชั่วโมง ซึ่งจะทราบว่าสิ้นสุดขั้นตอนนี้โดยการสังเกตจากสีของใบยาจะเหลืองประมาณร้อยละ 75 ของใบยาทั้งใบ

2. ขั้นตอนการตรึงสี เมื่อใบยาที่ทำการบ่มมีสีเหลืองตามที่ต้องการแล้ว ก็จะทำการหยุดการทำสีของใบยาเพื่อให้ใบยามีสีและคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ หลักการของการตรึงสี คือการหยุดปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในใบยาซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการบ่มใบยาให้มีค่ามากกว่า 43 องศาเซลเซียส วิธีที่ 2 การทำให้ปริมาณน้ำภายในใบยาหายไปมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ภายในใบยา ทั้งสองวิธีนี้จะทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีภายในใบยาหยุดและการเปลี่ยนแปลงสีของใบยาก็จะหยุดตาม การตรึงสีหากทำเร็วเกินไปจะทำให้ใบยายังมีส่วนเป็นสีเขียวอยู่ ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและขายได้ในราคาที่ต่ำ แต่หากทำสีช้าจนเกินไปจะทำให้ปริมาณน้ำตาลภายในใบยาเกิดการสลายตัวซึ่ง ส่งผลต่อน้ำหนักและคุณภาพของใบยาแห้งที่ผลิตได้ลดลง ดังนั้น ขั้นตอนการตรึงสีจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอีกขั้นตอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หนึ่ง อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในขั้นตอนการทำสีอยู่ในช่วง 43–51 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่อยู่ในช่วงร้อยละ 40–65 ใช้เวลาในขั้นตอนนี้ประมาณ 30–40 ชั่วโมง

3. ขั้นตอนการทำให้ใบแห้ง เมื่อใบยาถูกตรึงสีได้สีและคุณภาพตามที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนที่จะดำเนินการต่อไปคือขั้นการทำใบยาให้แห้ง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยากและต้องการความเอาใจใส่น้อยกว่าขั้นตอนการทำสีและขั้นตอนการตรึงสีเพียงแต่ทำให้น้ำภายในใบยาระเหยออกมาจากใบยาเท่านั้น ส่วนที่สำคัญของขั้นตอนนี้คือ ความชื้นของอากาศที่เข้าไปภายในห้องบ่ม ต้องมีความชื้นต่ำและอุณหภูมิพอเหมาะเพื่อที่จะทำหน้าที่ถ่ายเทน้ำออกจากใบยาให้เร็วที่สุด และเป็นขั้นตอนที่ จำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนมากที่สุดในขั้นตอนทั้งหมดของการบ่มใบยา อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการทำใบแห้งอยู่ในช่วง 52 – 60 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในขั้นนี้ประมาณ 20–30 ชั่วโมง

4. ขั้นตอนการทำก้านให้แห้ง หลังจากที่ใบยาแห้งแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการทำก้านให้แห้ง ขั้นตอนนี้แตกต่างจากขั้นตอนการทำใบให้แห้ง ในเรื่องของปริมาณอากาศที่ไหลผ่านเข้าไปภายในห้อง ความชื้นของอากาศมีส่วนช่วยลดเวลาในขั้นตอนนี้น้อยมากเนื่องจากน้ำที่ระเหยออกจากก้านของใบยานั้นต้องอาศัยอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิที่ใช้ต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เนื่องจากหากใช้อุณหภูมิต่ำเกินไป ก็จะใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากจนเกินไป แต่ถ้าหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ใบยาเสียหาย เพราะถ้าอุณหภูมิของอากาศที่ใช้บ่มมีอุณหภูมิสูงมากจนเกินไป น้ำตาลภายในใบยาจะเกิดการสลายตัว และส่งผลต่อน้ำหนักและคุณภาพของใบยาลดลง โดยสังเกตได้จากสีของใบยาที่ได้ทำการตรึงสีไว้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วง 60–70 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วงร้อยละ 23 – 30 เวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้ประมาณ 20–30 ชั่วโมง

ขั้นตอนการแปรสภาพใบสดเป็นใบยาแห้ง โดยวิธีบ่มแบบไอร้อนในทั้ง 4 ขั้นตอน โดยปกติใช้เวลาประมาณ 110 – 150 ชั่วโมง ซึ่งเวลาที่ใช้จะขึ้นอยู่กับสภาพของใบยาที่เข้ามาทำการบ่มเป็นหลัก และหลังจากที่ทำการบ่มเสร็จแล้วยังไม่สามารถที่จะนำใบยาแห้งออกจากห้องบ่มได้ทันที เนื่องจากสภาพของใบยาแห้งมีความกรอบและเกิดการแตกหักเสียหายหากทำการขนย้าย ดังนั้นจะมีการคืนความชื้นให้กับใบยาซึ่งมีวิธีการที่แตกต่างกันไปตามโรงเรือนที่ใช้ในการบ่มใบยาและสภาพอากาศภายนอกห้องบ่ม ซึ่งจะใช้เวลาในการคืนสภาพอยู่ในช่วง 3–48 ชั่วโมง

โรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์

จากการที่ใบยาพันธุ์เวอจิเนียต้องทำการบ่มโดยใช้ไอร้อนเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ จึงมีการคิดค้นโรงเรือนสำหรับการบ่มหลายชนิด ซึ่งในที่นี้จะขอนำเสนอเฉพาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายละเอียดเนื้อหาโรงบ่มที่จะใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้เท่านั้น โรงบ่มนี้เรียกว่า โรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ชัชวาล ตัณฑกิตติ และสาทิส ถาวรนันท์, มปป.)

1. ลักษณะและส่วนประกอบของโรงบ่มใบยาแบบความร้อนรวมศูนย์

เป็นโรงบ่มใบยาแบบอัดแน่นตัวห้องบ่ม 1 ห้องมีขนาด กว้าง 3.3 เมตร ยาว 3.5 เมตร สูง 10 เมตร สามารถบรรจุใบยาสดได้ 5,000–7,000 กิโลกรัมต่อ 1 ห้องบ่ม การบ่มใบยาสูบปรกติจะใช้เวลาประมาณ 5 วัน และจะใช้เวลาในการนำใบยาเข้า-ออกและทำความชื้นอีกประมาณ 1 วัน ดังนั้นเวลาที่ใช้กับการบ่ม 1 ครั้งคือประมาณ 6 วัน หากมีจำนวนห้องบ่มเท่ากับ 6 ห้องจะสามารถนำใบยาเข้าบ่มได้ทุกวันละ 5,000–7,000 กิโลกรัม โดยมีการบ่มโดยไม่ขาดช่วงโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์จะก่อสร้างให้มีจำนวน 6 12 หรือ 18 ห้องตามกำลังการผลิตของสถานีบ่ม

2. ส่วนประกอบและหน้าที่ของโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์

- ห้องบ่มทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากห้องบ่มสู่สภาวะอากาศภายนอก
- ชุดควบคุมไฟฟ้าและอุณหภูมิทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และควบคุมอุณหภูมิภายในห้องบ่ม
- โครงเหล็กภายในทำหน้าที่เป็นตัวรองน้ำหนักของใบยาภายในห้องบ่ม
- ผนังแจกลมทำหน้าที่แยกอากาศที่ใช้ในการบ่มออกจากอากาศชื้นที่ต้องผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อนและอากาศแห้งก่อนเข้าทำการบ่ม
- พัดลมและมอเตอร์ทำหน้าที่ทำให้เกิดปริมาณลมและแรงดันลมที่หมุนเวียนภายในห้องบ่ม
- หม้อต้มน้ำทำหน้าที่ผลิตน้ำร้อนเพื่อป้อนสู่ห้องบ่มโดยผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อน
- ท่อน้ำร้อนทำหน้าที่นำน้ำร้อนจากหม้อน้ำร้อนเข้ามาสู่แผงแลกเปลี่ยนความร้อนและนำน้ำร้อนที่ใช้แล้วกลับไปสู่หม้อน้ำร้อนอีกครั้งหนึ่ง

3. การทำงานของโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์

เมื่อเก็บใบยาสดมาจากไร่แล้วชาวไร่ก็จะนำใบยาสดมาคัดแบ่งเป็นกลุ่มตามขนาดและสี หลังจากนั้นก็จะนำใบยาสดเข้าไปทำการบ่ม โดยนำใบยาสดมาเสียบกับเหล็กเสียบใบยาและขนถ่ายใบยาเข้าห้องบ่มโดยในเหล็กเสียบจะมีน้ำหนักใบยาประมาณ 28-35 กิโลกรัมต่อเหล็กเสียบขึ้นอยู่กับขนาดของใบยา กำหนดให้น้ำหนักใบยาต่อเหล็กเสียบเป็นอยู่ในช่วงดังกล่าวจะทำให้คนงานสามารถทำงานได้โดยสะดวก สามารถขนใบยาไปวางได้อย่างรวดเร็ว ขั้นตอนการเสียบใบยาเข้ากับเหล็กเสียบใบยาและขนถ่ายจะใช้คนงานประมาณ 6-8 คน โดยจะใส่ใบยาจากด้านหลังมาด้านหน้าและเริ่มจากชั้นบนสุดก่อน การใส่ใบยาเข้าห้องบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ต้องใส่ให้เต็มชั้นเพื่อที่จะทำให้มีปริมาณลมที่ไหลผ่านอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งชั้น ขั้นตอนการบรรจุใบยาจะใช้เวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประมาณ 2-4 ชั่วโมง เมื่อนำใบยาเข้าห้องบ่มเสร็จแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการบ่ม ซึ่งการทำงานของโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ จะใช้การบังคับลมให้ไหลผ่านใบยาเพื่อทำให้ใบยาแห้ง รายละเอียดการไหลเวียนอากาศและการควบคุมการทำงานของโรงบ่มมีดังนี้

3.1 ระบบการไหลเวียนของอากาศในห้องบ่ม

มีส่วนสำคัญทั้งทางด้านการควบคุมคุณภาพของใบยาและเวลาที่ใช้ในการบ่ม โดยมีส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ปริมาณอากาศที่ไหลเวียน และความดันของอากาศที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการออกแบบและการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญออสเตรเลีย ปริมาณอากาศที่เหมาะสมกับใบยาที่ปลูกในเมืองไทยอยู่ในช่วง 2-25 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาทีต่อ 1 กิโลกรัมใบยาสด การให้ปริมาณลมที่มากกว่านี้ถึงแม้จะช่วยลดเวลาในการบ่ม แต่จะควบคุมการบ่มให้ได้ใบยาที่มีคุณภาพได้ยาก แต่ถ้าหากให้ปริมาณลมที่น้อยกว่าที่กำหนด จะทำให้ใช้เวลาการบ่มที่นานขึ้นและส่งผลต่อน้ำหนักของใบยาแห้งที่ผลิตได้ การบ่มจึงใช้ความดันของอากาศไม่น้อยกว่า 1 inH_2O (25 mm. H_2O) สำหรับห้องบ่มที่ออกแบบให้มีชั้นแขวนใบยาจำนวน 3 ชั้น ที่มีพัดลมให้ความดันได้น้อยกว่าที่กำหนดจะทำให้อากาศทะลุผ่านชั้นใบยาได้ยาก และจะส่งผลให้ใบยาเกิดจุดบริเวณที่ใบยาไม่แห้ง ทำให้คุณภาพของใบยาที่ผลิตได้ลดลงและใช้เวลาในการบ่มใบยานานขึ้น

ระบบการไหลเวียนของอากาศแบบความร้อนรวมศูนย์นั้น เป็นระบบการไหลเวียนอากาศแบบบังคับโดยเริ่มจากอากาศจากภายนอกห้องบ่มซึ่งมีความชื้นต่ำมีอุณหภูมิต่ำและอากาศทิ้งจากห้องบ่มที่มีความชื้นสูงมีอุณหภูมิสูง อากาศทั้งสองส่วนจะเข้ามาผสมกันเนื่องจากแรงดูดของพัดลมที่ติดตั้งภายในห้องบ่ม เมื่ออากาศทั้งสองส่วนผสมกันเป็นอากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มแล้ว และถูกส่งผ่านโดยพัดลมเข้าสู่ห้องบ่ม อากาศดังกล่าวจะถูกอัดผ่านชั้นใบยาภายในห้องบ่มโดยพัดลม เพื่อรับน้ำจากใบยาและจะกลายเป็นอากาศมีความชื้นสูงมีอุณหภูมิต่ำเมื่อผ่านชั้นใบยาทั้งหมดแล้วอากาศดังกล่าวก็จะถูกทิ้งออกจากห้องบางส่วน และบางส่วนจะถูกดูดผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อนให้เป็นอากาศที่มีความชื้นสูงอุณหภูมิเพื่อใช้ในการบ่มต่อไป

3.2 ขนาดของหม้อน้ำร้อนและระบบหม้อน้ำร้อน

จากการที่ได้ออกแบบให้มีห้องบ่มจำนวน 6 ห้อง โดยมีแหล่งผลิตความร้อนเพียงแหล่งเดียวจึงได้เรียกว่าโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ ดังนั้น การออกแบบหม้อน้ำร้อนจึงต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับความต้องการพลังงานในการบ่มใบยาสำหรับ 6 ห้องบ่ม จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานในการบ่มใบยาสูบโดยผู้เชี่ยวชาญชาวออสเตรเลีย พบว่าโรงบ่มมีการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับขั้นตอนในการบ่มซึ่งมีการใช้ปริมาณพลังงานที่ไม่เท่ากัน แต่ถ้านำความร้อนสูงสุดที่ห้องบ่มต้องการคือ 158.1 กิโลวัตต์ต่อห้องบ่ม (750 กิโลกรัมใบยาแห้ง) มาใช้ในการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกแบบหม้อน้ำร้อนโดยกำหนดให้มีการนำใบยาเข้าทำการบ่มพร้อมกันจำนวน 6 ห้องบ่มห้องละ 6,000 กิโลกรัมจะมีปริมาณใบยาแห้ง 4,500 กิโลกรัม เป็นข้อมูลในการออกแบบ ดังนั้นปริมาณพลังงานในช่วงสูงสุดเท่ากับสำหรับห้องบ่ม 6 ห้อง คือ 948.5 กิโลวัตต์ ในการบ่มใบยาพร้อมกันจำนวน 6 ห้อง (4,500 กิโลกรัมใบยาแห้ง) ดังนั้นต้องใช้หม้อน้ำร้อนที่สามารถให้ปริมาณความร้อนได้ 948.5 กิโลวัตต์ในการบ่มใบยาพร้อมจำนวน 6 ห้อง

ในกรณีที่มีการนำใบยาเข้าทำการบ่มไม่พร้อมกันโดยให้มีการเหลื่อมของเวลาในการเริ่มบ่ม เป็นเวลา 1 วัน ของห้องบ่มทั้ง 6 ห้อง เพื่อที่จะเกิดความต้องการปริมาณความร้อนสูงสุดที่ไม่ตรงกัน และให้มีปริมาณใบยาสดที่เข้าทำการบ่มเท่ากับ 36,000 กิโลกรัม และกำหนดให้ได้ปริมาณใบยาแห้งห้องละ 750 กิโลกรัม รวมปริมาณใบยาแห้ง 4,500 กิโลกรัม ดังนั้นปริมาณพลังงานในช่วงสูงสุดสำหรับบ่ม 6 ห้อง คือ 413.1 กิโลวัตต์ต่อห้องบ่ม 6 ห้อง (4,500 กิโลกรัมใบยาแห้ง) ซึ่งต้องใช้หม้อน้ำร้อนที่สามารถให้ปริมาณความร้อนได้ 413.1 กิโลวัตต์ในการบ่มยาพร้อมกันจำนวน 6 ห้อง จะเห็นได้ว่ามีขนาดลดลงกว่าการออกแบบข้างต้นถึง 2 เท่า และจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างในส่วนของหม้อน้ำร้อน จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้กำหนดให้หม้อน้ำที่ใช้กับโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ในปัจจุบันมีขนาด 450 กิโลวัตต์ สำหรับห้องบ่มจำนวน 6 ห้อง และปัจจุบันหม้อน้ำร้อนที่ได้นำมาใช้กับโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์มี 3 ลักษณะดังนี้

หม้อน้ำร้อนแบบที่ 1 จะมีลักษณะเป็นหม้อน้ำร้อนชนิดท่อไป 2 กลับหลังเปียก (2 pass–wetback) ห้องเผาไหม้บุด้วยอิฐทนไฟ ไม่มีระบบหล่อเย็น ระบบควบคุมอุณหภูมิแบบโลหะ 2 ชนิด (Bi – metal) ถังน้ำขยายตัว (Expansion Tank) เป็นระบบเปิดสูงจากพื้น 3.5 เมตร พ่นอากาศด้านใต้ของตลับผ่านลิกไนต์ขึ้นไปเพื่อให้เกิดการสันดาป การตักขี้เถ้าทำจากด้านหน้าของห้องเผาไหม้ ซึ่งเป็นด้านเดียวกับการเติมลิกไนต์ หม้อน้ำร้อนแบบนี้มีข้อบกพร่องหลายประการ เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิไม่สมบูรณ์ ถุงน้ำขยายตัวตั้งอยู่ต่ำเกินไปจึงทำให้เกิดความดันกดน้ำในหม้อน้ำร้อนไม่มากนัก ทำให้น้ำร้อนเดือดกลายเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิไม่สูงนัก ซึ่งส่งผลให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงานชั่วขณะหรืออาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ในส่วนของการป้อนอากาศบริสุทธิ์นั้น การพ่นอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ทำให้เกิดความดันเป็นบวกจึงทำให้เปลวไฟและความร้อนรั่วออกมาทางประตูด้านหน้าของห้องเผาไหม้ ซึ่งเพิ่มโอกาสการสึกกร่อนและการแตกร้าวของโลหะได้ การตักขี้เถ้าออกทางด้านหน้าของห้องเผาไหม้นั้น ถึงแม้จะทำได้โดยสะดวก แต่ก็จะมีลิกไนต์ที่เผาไม่หมดติดออกมาด้วยและต้องใช้เวลานานในการพลิกลิกไนต์ นอกจากนี้ห้องเผาไหม้ที่ออกแบบให้สามารถตักขี้เถ้าทางด้านหน้านี้จะมีขนาดของห้องเผาไหม้เล็ก ทำให้เติมเชื้อเพลิงได้น้อยจึงต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยครั้งเกินไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หม้อน้ำร้อนแบบที่ 2 จะมีลักษณะเป็นหม้อน้ำร้อนแบบท่อไฟ 3 กลับ หลังเปียก ห้องเผาไหม้ด้วยอิฐทนไฟไม่มีระบบหล่อเย็น ระบบการควบคุมอุณหภูมิเป็นเทอร์โมคอบเปิลที่ควบคุมโดยระบบดิจิตอล ซึ่งให้ความแม่นยำสูงมาก มีการเพิ่มระบบความปลอดภัยต่าง ๆ ถังน้ำขยายตัวเป็นแบบเปิดสูงจากพื้น 6.5 เมตร ซึ่งลดปัญหาของการเดือดของน้ำลงได้ อากาศที่ใช้ในการสันดาปจะใช้พัดลมดูดอากาศไหลผ่านชั้นลิกไนต์ขึ้นไป เนื่องจากการดูดอากาศจะทำให้ในห้องเผาไหม้มีความดันเป็นลบจึงไม่มีเปลวไฟและความร้อนรั่วออกทางด้านของห้องเผาไหม้ การกำจัดขี้เถ้าจะใช้วิธีดันจากด้านหน้าให้ขี้เถ้าไปตกที่ด้านท้ายของหม้อน้ำร้อน ซึ่งการออกแบบลักษณะนี้สามารถทำให้มีพื้นที่ในการบรรจุลิกไนต์ได้มากขึ้น ห้องเผาไหม้มีความยาวมากขึ้น การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น แต่การพลิกลิกไนต์และการดันขี้เถ้าทำได้ยากขึ้น โดยเฉพาะถ้าใช้เชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่ เช่น ลิกไนต์ก้อนใหญ่หรือไม้ฟืน แต่โดยรวมแล้วจะใช้งานได้สะดวก นอกเหนือจากนี้ยังมีการติดตั้งไซโคลนเพิ่มเติมไว้ที่ปล่องก๊าซร้อนทิ้งด้วย เพื่อลดฝุ่นและเถ้าที่ติดมากับก๊าซทิ้งทำให้เป็นการลดมลภาวะบางส่วนลงได้

หม้อน้ำร้อนแบบที่ 3 ซึ่งลักษณะคล้ายกับแบบที่ 2 มาก คือเป็นแบบท่อไฟ 3 กลับ หลังเปียกห้องเผาไหม้ส่วนแรกบุด้วยอิฐทนไฟ ระบบควบคุมและระบบความปลอดภัยคล้ายกับแบบที่ 2 การป้อนอากาศแบบดูดเพื่อให้ความดันเป็นลบ การกำจัดขี้เถ้าโดยการดันไปด้านหลัง มีไซโคลนดักขี้เถ้า สิ่งที่แตกต่างก็คือตะกร้าที่รองรับจะทำจากเหล็กหล่อมีน้ำหล่อเย็น ซึ่งทำให้อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำลง และอาจช่วยลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ลงได้ อีกทั้งยังได้ทำการออกแบบให้ห้องเผาไหม้มีขนาดใหญ่กว่าเดิมซึ่งจะทำให้การหมุนเวียนของอากาศดีขึ้นกว่าเดิมทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น นอกจากนั้นยังออกแบบระบบนำน้ำร้อนให้เป็นระบบปิดแบบสมบูรณ์ โดยการใช้ถังน้ำขยายตัวเป็นแบบปิดมีแผนไดอะแฟรมที่ยืดหยุ่นได้กั้นมิให้น้ำร้อนสัมผัสกับอากาศภายนอก ข้อดีก็คือสามารถสร้างความดันให้กับน้ำร้อนได้มากเทียบกับถังน้ำขยายตัวที่สูงถึง 25 เมตร ซึ่งจะหลีกเลี่ยงปัญหาน้ำเดือดเป็นไอได้อย่างสมบูรณ์ และการที่น้ำร้อนได้สัมผัสกับอากาศภายนอกก็จะทำให้น้ำที่ไหลเวียนอยู่ในระบบและไม่มีการละลายของก๊าซอ๊อกซิเจนจากอากาศภายนอกเข้าไปในน้ำร้อน จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการผุกร่อนภายในหม้อน้ำร้อนเกิดขึ้น

3.3 ระบบการจ่ายน้ำร้อน

ระบบการจ่ายน้ำร้อนที่มีใช้กันอยู่ในโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นระบบการจ่ายน้ำร้อนโดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก 1 เครื่องต่อห้องบ่ม 1 ห้อง โดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิภายในห้องบ่มสำหรับกำหนดการปิดหรือเปิดเครื่องสูบน้ำเพื่อให้ความร้อนแก่ใบยาอย่างเหมาะสม ซึ่งการออกแบบการจ่ายน้ำร้อนโดยเครื่องสูบน้ำแยกนี้จะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เหมาะสมกับโรงบ่มที่มีการกระจายของฤดูบ่มใบยาค่อนข้างมาก มีปริมาณใบยาที่เข้าทำการบ่มในปริมาณไม่แน่นอน เพราะจะมีการใช้ไฟฟ้าในการเดินเครื่องตามความต้องการเท่านั้น จึงประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้ มีลักษณะการทำงานและการกระจายของระยะเวลาในการบ่มใบยาที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามปัญหาของการใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กก็คือ ต้องใช้เครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้นมากอีก 1 ตัว (Booster Pump) เพื่อเพิ่มความดันในการจ่ายน้ำให้กับเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก

ลักษณะที่ 2 การจ่ายน้ำร้อนโดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ 1 เครื่อง สำหรับห้องบ่มทุกห้อง การควบคุมอุณหภูมิในการบ่มใบยากระทำโดยการปรับขนาดของประตูน้ำแบบ 3 ทาง (3 Way Value) ที่มีท่อแยกสำหรับน้ำส่วนเกิน (By pass) โดยหากต้องการความร้อนในการบ่มใบยามาก ประตูน้ำก็เปิดกว้าง น้ำร้อนจะไหลผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อนน้อย น้ำร้อนส่วนเกินจะไหลกลับไปยังหม้อน้ำร้อนโดยตรง ดังนั้นก็จะมีการไหลเวียนของน้ำในประมาณที่เท่าเดิมตลอดเวลา ซึ่งหมายความว่า เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ต้องทำงานตลอดเวลาไม่ว่าจะมีความต้องการความร้อนในการบ่มใบยาสูบมากน้อยเพียงใดหรือไม่ต้องการเลย การออกแบบลักษณะนี้จะเหมาะสำหรับโรงบ่มที่มีปริมาณในยาสดที่จะทำการบ่มในแต่ละวันค่อนข้างคงที่เท่า ๆ กันตลอดฤดูกาลบ่มใบยา เหตุที่เลือกระบบการจ่ายน้ำร้อนแบบนี้ เพราะการบ่มบางครั้งใช้ระยะเวลาสั้นแต่จะมีปริมาณใบยาสดต่อเนื่องตลอดช่วงการบ่มใบยา อย่างไรก็ตามในขณะที่มีใบยาสดจำนวนน้อย เช่น ช่วงต้นฤดูหรือปลายฤดูการบ่ม เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ก็จะทำงานเต็มที่ตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์

3.4 ระบบการควบคุมอุณหภูมิในห้องบ่มใบยา

ในการควบคุมอุณหภูมิในห้องบ่มใบยานั้น มีความสำคัญต่อการบ่มใบยา เนื่องจากคุณภาพของใบยาแห้งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เลือกใช้ในแต่ละช่วงของการบ่มเป็นอย่างมาก ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิในห้องบ่มยาสำหรับโรงบ่มแบบความร้อนรวมศูนย์ก็สามารถกระทำได้โดยง่าย โดยการควบคุมจำนวนน้ำร้อนที่ไหลเข้าไปในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนั่นเอง

ในการควบคุมจำนวนน้ำร้อนที่ไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กแยกสำหรับแต่ละห้องบ่มนี้ สามารถใช้ระบบการปิดและเปิดอย่างง่ายได้ โดยการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องสูบน้ำเท่านั้น จึงสามารถเลือกใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิที่ไม่ยุ่งยากสามารถใช้ระบบทางกลได้ เช่นการใช้การขยายตัวของของเหลวไปตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบนี้มีความทนทานสูงใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนแต่ความ แม่นยำไม่สูงมากนักมีการขึ้น ๆ ลง ๆ ของอุณหภูมิค่อนข้างมาก ในขณะที่การควบคุมการจ่ายน้ำร้อนโดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่นั้น ไม่สามารถใช้การเปิดหรือปิดประตูน้ำแบบฉับพลันได้ เพราะอาจทำให้เกิดการกระชากอย่างรุนแรงของความดัน ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สูบน้ำได้ ดังนั้นการควบคุมการจ่ายน้ำร้อนให้ห้องบ่มใบยาจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าไม่สามารถใช้อุณหภูมิแบบทางกลได้แต่ต้องใช้เครื่องควบคุมชุดควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลซึ่งความทนทานน้อยกว่าแบบทางกล การใช้งานยุ่งยากราคาสูงแต่ความแม่นยำสูง

หากจะพิจารณาในแง่ของราคาในการก่อสร้างพบว่าราคารวมของทุกระบบมีมูลค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน เนื่องจากระบบการควบคุมการจ่ายน้ำแบบเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กจะมีค่าการลงทุนสำหรับเครื่องสูบน้ำสูง เพราะต้องมีเครื่องสูบน้ำเท่ากับจำนวนห้องบ่ม แต่ชุดควบคุมอุณหภูมิจะมีราคาสูงกว่าเปราะบางกว่า ดังนั้น เมื่อรวมค่าการลงทุนเข้าด้วยกันแล้วจึงทำให้มีราคาใกล้เคียงกัน

อุณหภูมิภายในห้องบ่มจะถูกควบคุมให้มีค่าความต้องการโดยจะอาศัยการทำงานของระบบและการทำงานของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ก. ชุดควบคุมอุณหภูมิและปรับเพิ่มอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ

ข. หัวตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้อง

ค. ระบบการจ่ายน้ำร้อน

ง. แผงแลกเปลี่ยนความร้อน

เมื่อหัวตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้องบ่มมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ชุดควบคุมอุณหภูมิจะส่งสัญญาณไปยังระบบการจ่ายน้ำร้อนให้ส่งน้ำร้อนเข้าไปยังแผงแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับอากาศภายในห้องบ่มให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิภายในห้องบ่มสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนดชุดตรวจวัดอุณหภูมิจะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมให้ระบบการจ่ายน้ำร้อนหยุดส่งน้ำร้อนเข้าแผงแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนชุดควบคุมอุณหภูมิจะมีการปรับค่าอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นตามที่กำหนดไว้โดยเป็นไปตามแต่ละขั้นตอนของการบ่ม

3.5 การควบคุมความชื้น

การควบคุมความชื้นอากาศภายในห้องบ่มใช้อุปกรณ์ 2 ชนิด ในการตรวจวัดและควบคุมความชื้นดังนี้

ก. ชุดวัดอุณหภูมิแบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง

ข. หน้าต่างเปิด- ปิด ด้านหลังห้องบ่มเพื่อเพิ่มลดปริมาณอากาศแห้งเข้าสู่ห้องบ่ม

ชุดวัดอุณหภูมิแบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งจะถูกติดตั้งไว้ด้านหน้าห้องบ่มใต้ชั้นล่างสุดของใบยา และตรงกับหน้าต่างด้านหน้าของห้องบ่มเพื่อที่จะมีสามารถอ่านค่าของอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งได้ เมื่อทำอ่านค่าอุณหภูมิทั้งสองค่าและพบว่าความชื้นภายในห้องบ่มมีค่ามากกว่าที่กำหนด ก็จะทำการการเปิดหน้าต่างด้านหลังห้องบ่มให้กว้างขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณอากาศแห้งเข้าห้องบ่มให้ความชื้นของอากาศภายในห้องบ่มมีค่าลดลง ในทางกลับกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หากมีค่าความชื้นภายในห้องบ่มน้อยกว่าที่กำหนดก็จะทำการปรับลดความกว้างของหน้าต่างในการรับปริมาณอากาศแห้งเข้าห้องบ่ม ความชื้นภายในห้องบ่มในแต่ละขั้นตอนการบ่มนั้นจะมีค่าลดลงตามลำดับเพื่อทำให้ใบยาแห้งและมีคุณภาพเป็นไปตามต้องการ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถนอม ไชยวงศ์ (2546) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดแช่เยือกแข็ง พบว่า ในการกระบวนการผลิตมีการสูญเสียทางสิ่งแวดล้อมอยู่ 6 ประเด็น ได้แก่ การใช้น้ำ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง กากอุตสาหกรรม เสียง รบกวนและกลิ่น เมื่อทำการประเมินโดยละเอียดถึงผลกระทบที่เกิดต่อสิ่งแวดล้อม มูลค่าการลงทุน โอกาสหรือความเป็นไปได้ในการทำเทคโนโลยีสะอาด และความสนใจและความร่วมมือของพนักงาน พบว่า การใช้น้ำเป็นประเด็นการสูญเสียที่สำคัญลำดับแรกและควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อน การนำน้ำล้างสายพานแช่เยือกแข็งมาใช้ล้างวัตถุดิบเบื้องต้น เป็นโครงการหนึ่งที่เลือกจากการประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งสามารถลดปริมาณใช้น้ำลงได้ 2,750 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นมูลค่าที่สามารถประหยัดได้ 72,000 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี

เจริญชัย แย้มแขไข (2543) ได้ศึกษาเรื่องประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยทำการศึกษากับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ผลการศึกษา พบว่า ประโยชน์โดยรวมจากการใช้เทคโนโลยีสะอาด ถ้าใช้กลยุทธ์สร้างความตระหนัก จะมีการลงทุน 49,033 บาท ถ้าใช้กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์จะมีการลงทุน 23,923 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายการดำเนินการผลิตลงได้ 77,342 บาท จากกลยุทธ์แรกหรือ 107,790 บาทจากกลยุทธ์หลัง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.63 ปี กับ 2.15 ปี ตามลำดับ โดยคุณภาพน้ำทิ้งมีแนวโน้มดีขึ้น มีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย (SS) มีอัตราลดลง และมีการใช้ทรัพยากรลดลงร้อยละ 22.46 ถึงร้อยละ 35.76 ลดปริมาณดินที่จะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ 90.4 ตันถึง 303.1 ตันต่อปีในระดับการผลิต

อติกานต์ ลีลาภรณ์ (2543) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมของธุรกิจอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในจังหวัดลำปาง พบว่าการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานนั้น ทางโรงงานควรวิเคราะห์ถึงกระบวนการในการทำงาน การใช้ปัจจัย หรือวัตถุดิบ รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานว่าส่งผลกระทบอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อหามาตรการและแนวทางที่มีมาตรฐานในการกำหนดวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งการวิเคราะห์หน่วยพื้นที่ปฏิบัติงานว่าในบริเวณที่ปฏิบัติงานนั้นมีของเสีย หรือส่งผลกระทบอย่างไรต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำ อากาศ ดิน มนุษย์ สัตว์ พืช และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อหาทางแก้ไข ปรับปรุงสถานที่ทำงานอย่างมีระบบ

สัมพันธ์ อัมพุธ (2545) ได้ศึกษาเรื่องกระบวนเคลื่อนไหวของชุมชนในการจัดการผลกระทบจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ในโรงบ่มใบยาสูบบ้านดอนไชยป่าแขม ตำบลออย อำเภอปง จังหวัดพะเยา พบว่า กระบวนการเคลื่อนไหวของชุมชนในการจัดการผลกระทบจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ในโรงบ่มยาสูบ เกิดขึ้นเนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่ไม่มีส่วนรับรู้มาก่อนว่า โรงบ่มใบยาสูบแห่งนี้จะใช้ถ่านหินลิกไนต์แทนฟืน ทำให้ชาวบ้านรู้สึกว่าถูกริดรอนสิทธิในการรับรู้ข่าวสารชุมชนทั้งที่ได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางอากาศโดยตรง

สัญชัย เลิศพิศิฐฐากูร และนวลาภ ธีรธนาธร (2543) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตเยื่อสา โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยการเปรียบเทียบกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม กระบวนการต้มเยื่อด้วยน้ำ กระบวนการต้มเยื่อด้วยอัลคาไลน์-ออกซิเจน และกระบวนการต้มเยื่อด้วยตัวทำลายอินทรีย์ พบว่ากระบวนการต้มเยื่อด้วยอัลคาไลน์-ออกซิเจนมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา คือ การต้มเยื่อด้วยไอน้ำ กระบวนการแบบดั้งเดิม และกระบวนการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ตามลำดับ รวมทั้งได้ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ การผลิตเยื่อกระดาษสาแบบดั้งเดิมด้วยการติดตั้งหม้อต้มระเหย (Evaporator) ซึ่งจะสามารถประหยัดน้ำได้ถึงร้อยละ 70 – 80 และเพิ่มหน่วยกลั่นแยก (Distillation) ในกระบวนการต้มเยื่อด้วยตัวทำลายอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้สามารถนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ได้ถึงร้อยละ 80

Hassain (1994) ได้ศึกษาการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมฟอกย้อม เพราะเห็นว่าโรงงานประเภทนี้ใช้น้ำในแต่ละปีจำนวนมาก โดยนำน้ำหล่อเย็นมาใช้ใหม่ร้อยละ 5.5 ของน้ำทั้งระบบ พบว่า สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 85,000 บาทต่อปี ในขณะที่ระบบบำบัดน้ำของโรงงานก็ขาดคุณภาพ จึงศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยเปรียบเทียบผลของการใช้ Ferrous Sulfate, Ferrous Sulfate และ Lime, H_2O + Ferrous Sulfate ผลที่ได้คือ การใช้ Ferrous Sulfate และ Lime ในสัดส่วน 1:1 จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด ทำให้ COD ลดลงได้ถึงร้อยละ 81.95 และลดสีลงร้อยละ 94.81 การเปลี่ยนกระบวนการใหม่ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีก 478 บาทต่อวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved