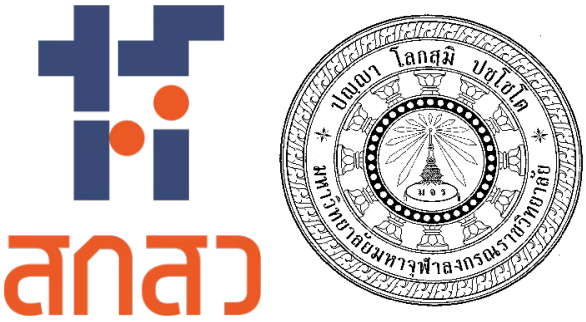


รายงานการวิจัย
เรื่อง

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะ พลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

โดย

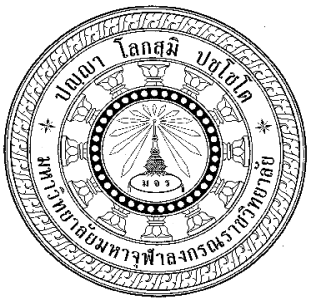
พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. และคณะ

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

พ.ศ. 2566

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

MCU RS 800766020



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะ พลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

โดย

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. และคณะ

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

พ.ศ. 2566

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

MCU RS 800766020

(ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย)

Research Progress Report (Revised Edition)

Research

Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

BY

Phrakhrusangharak Chakkit Bhuripañño, Asst.Prof.Dr.

Faculty of Education Mahachulalongkornrajavidyalaya University

B.E. 2566

Research Project Funded

By Thailand Science Research and Innovation Fund

MCU RS 800766020

(Copyright by Mahachulalongkornrajavidyalaya University)

ชื่อรายงานการวิจัย : การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัย : พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. และคณะ

หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

ปีงบประมาณ : 2566

ทุนอุดหนุนการวิจัย : กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะ 2) เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิจัยคุณภาพ (Qualitative Research) ศึกษาข้อมูลจาก (Documentary Research) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ควบคู่กับการวิจัยเชิงปฏิบัติการภาคสนาม (Action Research) มุ่งเน้นการศึกษาแหล่งข้อมูลแหล่งกำเนิดขยะและการบริหารจัดการขยะ เพื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ สร้างกระบวนการพัฒนา (Research and Development) รวบรวมข้อมูลจากสัมภาษณ์ 21 รูป/คน สัมมนาเชิงปฏิบัติการ 9 รูป/คน และทดลองเผาขยะ มีอัตราส่วนผสมต่าง ๆ 200 กิโลกรมต่อชั่วโมงครึ่งและทดลองคัดแยกขยะก่อนเผา

ผลการวิจัยพบว่า

1. สาเหตุปริมาณขยะมูลฝอยที่สะสมพอกพูนมากขึ้นต้องปรับเปลี่ยนจิตสำนึก โดยแสวงหาช่องทางการจัดการอย่างถูกวิธี การคัดแยกให้ถูกประเภทและนำสู่การฝึกปฏิบัติ โดยใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคัดแยกขยะที่มีอยู่บูรณาการกับหลักอิทธิบาท 4 คือ ฉันทะ มีความรักในการคัดแยกขยะ วิริยะ มีความเพียรอย่างต่อเนื่องจิตตะ มีความรับผิดชอบสังคมและวิมังสา ได้ตระหนักถึงเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นด้วยปัญญา จะนำสู่กระบวนการใช้ซ้ำให้เกิดประโยชน์ สร้างมูลค่าเพิ่มต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนให้ครบทั้งระบบ

2.การพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยยึดความคุ้มค่า ได้แก่ 1) เตาเผาขยะมีขนาดเล็ก ผลิตจากเหล็กทดความร้อนสูง 2) ประหยัดพลังงาน ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดการใช้น้ำมันดีเซน3) สามารถลดมลพิษและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 4) ส่งเสริมการจัดการขยะอย่างถูกวิธีและ 5) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ

3. การประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 1) ทำการทดลองเผาขยะที่มีอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลประเมินประสิทธิภาพการเผาขยะ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างขยะแห้งกับขยะเปียก และ 2) ทดลองคัดแยกขยะก่อนเผา ผลลัพธ์ที่ได้คือ น้ำมันเบนซิน น้ำส้มควันไม้จากการทดลองทั้งสองครั้ง มีการควบคุมการเผาไหม้ทำการบันทึกอุณหภูมิ พร้อมทั้งสังเกตความทึบแสงของควันที่ปล่อยสู่อากาศ และสามารถเผาขยะได้สูงสุด 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมงครึ่ง

ข้อเสนอแนะ ผลลัพธ์ที่ได้จากสิ่งที่เหลือจากการเผาขยะได้แก่ ขี้เถ้า ถ่านหรืออื่น ๆ ควรนำมาใช้ประโยชน์ใช้วิธีบดให้ระเอียดผสมตามอัตราส่วน 1) อีเอ็ม 10เปอร์เซ็น 2) ใบไม้แห้ง 40 เปอร์เซ็น3) มูลสัตว์ 20 เปอร์เซ็น 4) ขยะที่เหลือจากพลาสติก 10 เปอร์เซ็น 5) เปือกผลไม้แห้งหรืออื่น ๆ 10 เปอร์เซ็น และ 6) แป้งมัน 10 เปอร์เซ็นทำเป็นปุ๋ยอัดเม็ดก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Research Title : The Development Model of Buddhist Genius Crematorium for the Urban Community

Research : Asst. Prof. Dr. PhrakhrusangharakChakkitBhuripañño

Department : Science Research and Innovation Promotion Fund

Fiscal Year :B.E. 2564 / C.E.2023

Abstract

The objectives of the research entitled “Innovation Development of Buddhist Based Community for Development of Garbage Incinerator with Natural Energy and Eco-friendly” are: 1) to study the state of problems in garbage management, 2) to develop a prototype of garbage incinerator with biomass energy and eco-friendly, and 3) to evaluate the efficiency of garbage incinerator with biomass energy and eco-friendly. The qualitative research method was applied in the study. The data were collected from documents and action research by interviews with 21 key-informants, workshop with 9 participants, and experiment with burning mixed garbage and sorted garbage 200 kilos per one hour and a half. The data were analyzed, synthesized and used for research and development.

The results of the study showed that:

1. The increase of garbage amount has to be changed by attitude adjust, suitable garbage management, garbage sorting, and garbage sorting practice integrated with the four principles of Iddhipada; Chanda: satisfaction in garbage sorting, Viriya: continuous effort in garbage sorting, Citta: social responsibility, and Vimamsa: consideration of the outcome with wisdom. The collaboration process will lead to the reuse, benefit and value-added building.

2. The development of a prototype garbage incinerator with biomass energy and eco-friendly is based on worthiness, i.e. 1) small size and made of high heat resistant steel, 2) fuel saving by using dried garbage instead of diesel, 3) capability in reducing pollution and being eco-friendly, 4) support appropriate garbage management, and 5) ability to create added value products from the burnt garbage.

3. The efficiency evaluation of garbage incinerator with biomass energy and eco-friendly consists of; 1) experiment with burning garbage mixed with wet garbage and dry garbage and the burning efficiency depends on the ratio of wet garbage and dry garbage, and 2) experiment with garbage sorting before burning, the results are gasoline and wood vinegar. In both experiments, there are burning control, temperature records, the observation of smoke thickness, and capability in garbage burning 200 kilos per one hour and a half.

Suggestions : The results obtained from garbage burning, such as ashes, charcoal and others can be ground and mixed with other components to make granular fertilizer. The mixture consist of: 1) EM 10%, 2) dry leaf 40%, 3) dunk 20% 4) plastic waste 10%, 5) fruit peel or others 10%, and 6) tapioca flour 10%

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย **“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”** สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนและความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องและภาคเอกชน ผู้บริหาร คณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และผู้บริหารองค์การส่วนตำบล ผู้นำชุมชน ตัวแทนจากชุมชน ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่มย่อย และจัดสัมมนาโครงการวิจัย และท่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ร่วมกับกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนงบประมาณการวิจัย อีกทั้งให้ยังกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำเพื่อสร้างผลงานทางวิชาการ เพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาสังคม ประเทศชาติ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ สถาบันวิจัยพุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยทุกท่านที่ได้ที่ได้เมตตาให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร.
และคณะ
ตุลาคม 2566

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ค
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
1.3 ปัญหาการวิจัย..... 4
1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย..... 5
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 7

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8
2.1 แนวคิดขยะมูลฝอย..... 8
2.2 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร..... 16
2.3 แนวคิดประเภทของเตาขยะ..... 24
2.4 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ..... 34
2.5 แนวคิดในการพิจารณาในการออกแบบ..... 48
2.6 แนวคิดการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาขยะ..... 50
2.7 แนวคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาขยะ..... 56
2.8 แนวคิดเกี่ยวกับหลักพุทธธรรม..... 61
2.9 แนวคิดการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม..... 68
2.10 หลักการและทฤษฎีรูปแบบของการเผาไหม้..... 72
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 76
2.12 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 92

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 93
3.1 รูปแบบการวิจัย..... 93
3.2 พื้นที่การวิจัย..... 100
3.3 การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม..... 101
3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล..... 103
3.5 ขั้นทดสอบและประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะ..... 104
3.6 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ การทดลองเผาขยะ..... 105
3.7 เครื่องมือการวิจัย..... 107
3.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 109
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 110
3.10 การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย..... 118

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 119
4.1 สภาพปัญหาการจัดการขยะ..... 119
4.2 พัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม..... 133
4.3 ประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.. 139
4.4 องค์ความรู้จากการวิจัย..... 152

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 156
5.1 รูปแบบการวิจัย..... 156
5.2 สรุปผลการวิจัย..... 157
5.3 อภิปรายผลการวิจัย..... 159
5.4 ข้อเสนอแนะ..... 162

บรรณานุกรม..... 163

ภาคผนวก..... 170
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 171
ภาคผนวก ข หนังสือออกในการดำเนินการวิจัย..... 183
ภาคผนวก ค ภาพประกอบการวิจัย..... 186

ประวัติคณะผู้วิจัย..... 190

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาขยะแต่ละประเภท 36

2.2 สรุปประสิทธิภาพที่ได้จากการผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ 37

2.3 แสดงกลุ่มการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน 46

2.4 ลักษณะของเครื่องดักจับฝุ่นแต่ละประเภท 57

4.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์และอาการเจ็บป่วย เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย 121

ปณฺณา โลกสฺมิ ปชฺโชโต มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย มจร

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เตาเผาแบบห้องเดี่ยว 24
2.2 เตาเผาแบบหลายห้องเผา 25
2.3 ขั้นตอนการทำงานของเตาเผาขยะขนาดใหญ่ 26
2.4 ตะกรับแบบต่าง ๆ ภายในห้องเผาและการเคลื่อนที่ 27
2.5 เตาเผาแบบ Rotary Kiln 28
2.6 เตาเผาแบบ Pyrolysis 29
2.7 เตาเผาแบบ Rotary Kiln ร่วมกับ Stoker 29
2.8 เตาเผาแบบ Fluidized Bed 30
2.9 กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยความร้อน 34
2.10 เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier 40
2.11 Fluid Bed Gasifier 41
2.12 แผนภูมิแสดงข้อกำหนดในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 : 2000 48
2.13 เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้ 54
2.14 เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้ 55
2.15 เครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบประหยัดพลังงาน 56
2.16 กรอบแนวคิดในการวิจัย 92
3.1 โมเดลเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล 102
3.2 แสดงหมายเลขระบบของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล 105
3.3 แผนการดำเนินการตรวจสอบผลข้อมูลว่าและการขยายผลสู่ชุมชน 117
4.1 ถังขยะตัวอย่างที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ ใช้สีเป็นสัญลักษณ์แยกประเภทขยะ 123
4.2 ประเภทเศษอาหาร เศษข้าว เปลือกผลไม้ แก้วพลาสติกที่เหลือจากหอฉัน 124
4.3 ถังขยะตัวอย่างที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ ใช้สีเป็นสัญลักษณ์แยกประเภทขยะ 128
4.4 ชี้แจงข้อมูลความร่วมมือพัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล 131
4.5 ขยะพลาสติกบรรจุในช่องพิเศษจะกลั่นเป็นน้ำมันเบนซิน 132
4.6 พัฒนาโมเดลเตาเขาขยะพลังงานชีวมวล 134
4.7 กระบวนการผลิตต้นแบบเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล 135
4.8 เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลต้นแบบ 135

ภาพที่ **หน้า**

4.9	สภาพขยะตอนเตรียมการเผา	137
4.10	น้ำมันเบนซินที่ได้จากการเผาพลาสติกหรือถุงพลาสติก จำนวน 100 กิโลกรม	138
4.11	จำนวนขยะที่นำมาพักไว้โรงเรือนก่อนทำการเผา	142
4.12	เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลต้นแบบและแสดงระบบการทำงานของเตาเผา	145
4.13	แสดงช่องเผาขยะ และถาดรองรับขี้เถ้าหรือถ่าน	146
4.14	แสดงผลจากการเผาพลานสติก หรือกล่องโฟมจะกลายเป็นก้อนสีดำ	148
4.15	แสดงช่องบรรจุพลาสติก และท่อลำเลียงน้ำมัน	149
4.16	แสดงผลการเผาเปลือกผลไม้ เศษผลไม้และกิ่งไม้	151
4.17	แสดงองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย	153
4.18	แสดงผลพลอยได้จากการเผาขยะและนำไปใช้ประโยชน์	155

ปณิธานโลกสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ภายหลังจากการเกิดโรคระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ปัญหาขยะที่เกิดจากการอุปโภค บริโภค กิจกรรมของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือน ชุมชน ตลาด โรงงาน วัด มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ถือเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ และในช่วงที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ทำให้เกิดขยะพลาสติก และหน้ากาอนามัย กล่องโฟม หรือถุงพลาสติก จำนวนมาก ยังเป็นปัญหาต่อการบริหารจัดการขยะเหล่านี้ เพราะยังขาดเรื่องงบประมาณ และการกำจัดขยะจะมีค่าใช้จ่ายสูงมาก โดยเฉพาะจำพวกพลาสติกใช้เวลาประมาณ 10 ถึงจะย่อยสลายได้ ทั้งในแง่ของการมาตรฐานการกำจัด การหาพื้นที่ที่เหมาะสม ประไทยกำลังประสบปัญหาเรื่องการบริหารจัดการขยะและยังขาดนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดขยะได้ในแต่ละวัน โดยพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการขยะด้วยนวัตกรรมแนวใหม่สอดรับกับแผนแม่บทการจัดขยะของประเทศ (พ.ศ. 2559–2564) กำหนด 4 มาตรการเพื่อแก้ปัญหาขยะ คือ การแก้ไขปัญหาขยะเก่าตกค้างสะสม การสร้างรูปแบบการจัดการขยะใหม่ การวางระเบียบมาตรการการบริหารจัดการขยะ และการสร้างวินัยคนในชาติ แต่ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหายังไม่บรรลุเป้าหมายคือ การลดจำนวนขยะและไม่สามารถลดมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อมตามแผนแม่บทได้

ปัญหาขยะที่เกิดจากการอุปโภค บริโภค กิจกรรมทั้งหลายของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือน ชุมชน ตลาด ร้านค้า และโรงงาน มหาวิทยาลัย ถือเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งมีปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกันในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการบริโภค และการคัดแยกขยะจากต้นทาง การจัดการขยะที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดมลพิษ ไม่มีการนำกลับมาใช้ซ้ำ ปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมที่เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก สาเหตุจากขยะจำนวนมาก ปล่อยแก๊สมีเทน ซัลเฟอร์กับคาร์บอนไดออกไซต์ออกมาส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตความเป็นอยู่ของสัตว์และมนุษย์

“...ปัจจุบันประเทศไทย มีปริมาณขยะสูงขึ้นต่อเนื่องขึ้นทุกปี จากรายงานสถานการณ์ขยะชุมชนของประเทศไทยปี 2559 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่ามีปริมาณการเกิดขยะรวมกันทั้งประเทศประมาณ 27.06 ล้านตันต่อปี คิดเป็นประมาณ 74,130 ตันต่อวัน เฉลี่ยเป็นปริมาณขยะ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวันในที่นี้ยังไม่รวมขยะตกค้างสะสมที่เพิ่มขึ้นทุกปี ไม่ต่ำกว่าปีละ 10 ล้านตัน แยกประเภทขยะที่พบในชุมชนได้เป็น 4 ประเภท...”[1]คือ

---

[1] กรมควบคุมมลพิษ. (2559). แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564) . สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2565, จาก http://www.oic.go.th/ FILEWEB/CABINFOCENTER3/DRAWER056/GENERAL/DATA0000/00000679.PDF, 2566

1. ขยะอินทรีย์หรือขยะที่ย่อยสลายได้ (ส่วนใหญ่มาจากอาหารเหลือทิ้ง)

2. ขยะรีไซเคิลเป็นที่ขยะสามารถนำมาหลอมใช้ใหม่ได้ หากมีการแยกขยะอย่างถูกต้องและทำความสะอาดก่อนทิ้ง

3. ขยะทั่วไปเป็นขยะที่ย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยากหรือนำไปรีไซเคิลแล้วไม่คุ้มทุนต้องนำไปกำจัด ได้แก่ซองขนม กล่องโฟม ถุงพลาสติก ฯลฯ

4. ขยะอันตรายเป็นขยะที่ต้องนำไปกำจัดหรือบำบัดด้วยวิธีเฉพาะ เช่น หลอดไฟ ขวดยา ถ่าน ไฟฉาย ยาฆ่าแมลง กระป๋องสี ขยะจากภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมโดยมีจำนวนร้อยละของขยะทั้งหมดเป็นร้อยละ 64 ร้อยละ 30 ร้อยละ 3 และร้อยละ 3 ตามลำดับ

“...ปัญหาของการกำจัดขยะ ถือเป็นปัญหาระดับประเทศ สร้างความสูญเสียด้านเศรษฐกิจเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ที่รัฐบาลต้องใช้งบประมาณในการจัดการขยะมากถึงปีละประมาณ 13,000 ล้านบาท/ปี โดยในจำนวนนี้ ยังไม่รวมค่าใช้จ่ายในการรักษา เมื่อเกิดโรคระบาด รวมทั้งการจัดการดินที่เสื่อมสภาพ และเกิดน้ำท่วมจากการอุดตันของขยะ[2]...” ส่วนสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาเกิดจากการกำจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี โดยการเผาที่ไม่มีการควบคุม จึงก่อให้เกิดสารไดออกซิน PM. 2.5 สร้างมลพิษในดินและอากาศ ทั้งในรูปแบบฝุ่นละอองขนาดเล็ก แก๊สพิษ และกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้คนทั่วไปที่สูดดมหรือสัมผัสกับสิ่งเหล่านี้

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เปิดทำการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา ตั้งแต่ระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา ตั้งแต่ระดับปริญญาโท และปริญญา ทุกคณะ นอกเหนือจากนี้ยังมีหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพครู และหน่วยงานอบรมเยาวชนหรือเข้าค่ายคุณธรรมจริยธรรมตลอดถึงประชาชนทั่วไป เดินทางมาร่วมกิจกรรมในมหาวิทยาลัย จากการลงพื้นที่รวบรวมข้อมูลจากฝ่ายโรงครัว เจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย แม่ครัว ที่ทำอาหารถวายพระสงฆ์ สามเณร และนิสิต ที่เดินทางเข้ามาศึกษา ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2566 โดยแยกประเภทขยะได้[3] คือ

1. ขยะอินทรีย์หรือขยะที่ย่อยสลายได้จากอาหารเหลือทิ้ง โดยเฉลี่ย 2 ตัน ต่อวัน

2. ขยะรีไซเคิลที่สามารถนำมาหลอมใช้ใหม่ได้ โดยเฉลี่ยประมาณ 100 กิโลกรัมต่อวัน

3. ขยะทั่วไปเป็นขยะที่ย่อยได้ยาก ได้แก่ซองขนม กล่องโฟม ถุงพลาสติก ประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน โดยประมาณ

เมื่อมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้เปิดทำการเรียนการสอน On-site เต็มรูปแบบ สิ่งที่เห็นได้ชัดคือ ขยะก็จะเพิ่มขึ้นเงาตามตัว โดยเฉลี่ยประมาณ 5-7 ตันต่อวัน และขยะจำพวกกล่องโฟม ถุงพลาสติก แก้วกาแฟ จะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 5 เท่า จากการเก็บสถิติข้อมูลเบื้องต้นจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือได้ผู้บริหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิตหรือประชาชน ที่เดินทางเข้ามาทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย โดยเก็บสถิติ

---

[2] โพสต์ดูเดย์, https://www.google.com/search?q= เข้าถึงข้อมูล 10 กรกฎาคม 2566

[3] รหัส 01 สัมภาษณ์ตัวจากอาคารย์ แม่ครัว และเจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 3 กรกฎาคม 2566.

ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 ถึง 31 กันยายน 2565 ซึ่งเป็นข้อมูลการศึกษาสภาพการบริหารจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย

จากสภาพปัญหาการจัดการขยะ เพื่อการพัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยพัฒนาเป็นเตาเผาขยะต้นแบบใช้พลังงานชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลง โดยพัฒนาขึ้นมาจากเตาสองชนิดมารวมกันคือ เตา **Kontiki** ซึ่งติดไฟง่ายผลพลอยได้จากเชื้อเพลิงหรือขยะที่นำมาเผาเป็นชีวมวล ก็จะกลายเป็นถ่านทั้งหมด และพลังความร้อนที่ได้จากการเผาขยะของเตา **“Kontiki”** นี้จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาระบบ **“แก๊สซิไฟร์เออร์”** โดยใช้กลไกผสมผสานให้สะดวกแก่การใช้งานและเหมาะสมกับสภาวะของประเทศไทย และประโยชน์ของเตาทั้งสองระบบคือ ได้ถ่านไบโอชาร์ ใช้บำรุงดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวะภาพจากเชื้อเพลิงขยะที่เป็นชีวมวล และยังนำความร้อนที่เหลือไปเป็นพลังงานตั้งต้นของ **“เตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์”** ที่สามารถทำลายขยะที่เป็นพิษ โดยไม่ต้องจัดหาเชื้อเพลิงจำนวนมากสำหรับเตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์นี้

จะเห็นได้ว่า จุดเด่นของเตาเผาขยะชนิดนี้ ไม่ใช้น้ำมัน ไม่ใช้แก๊ส เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ แต่ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงในการจุดไฟเป็นพลังงานตั้งต้น หรือจะเรียกว่าใช้พลังงานหมุนเวียนก็ได้ ซึ่งการออกแบบคำนึงความสะดวกในการใช้งาน ทั้งการป้อนขยะเข้า และการนำเถ้า กาก หรือถ่านออกจากเตา โดยไม่ต้องหยุดระบบการทำงานของเตา โดยขยะที่สามารถใช้ได้กับเตานี้คือ ชีวมวล เช่น หญ้า แกลบ ใบไม้ กิ่งไม้ เศษไม้ พลาสติก โฟม พีวีซี หน้ากากอนามัย เป็นต้น

การจัดการขยะต้องเกิดขึ้นจากหลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาคเอกชน หน่วยงานภาครัฐ วัดและมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ซึ่งเป็นหนึ่งองค์กรทางการศึกษา ควรเข้ามาส่วนร่วมในการกำจัดขยะด้วยการรณรงค์ คัดแยกขยะในองค์กร นำส่วนที่ยังใช้ประโยชน์ได้ไปรีไซเคิล หรือจำหน่าย หรือช่วยกันฝังกลบขยะอินทรีย์ให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติให้เป็นปุ๋ย ส่วนที่เหลืออยู่ในหลักการวิธีเผาทำลายด้วยเตาเผาขยะเทคโนโลยีสูงที่พัฒนาขึ้นมา และยังมีระบบควบคุมอากาศ โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า น้ำมัน หรือแก๊ส เพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เป็นมหาวิทยาลัยค่าบอดร์ต่ำ และขยายผลสู่วิทยาเขต วิทยาลัยสงฆ์ และชุมชนได้นำนวัตกรรมเตาเผาขยะไปใช้บริหารจัดการขยะด้วยวิธีการเผา “ด้วยนวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

ดังนั้น คณะวิจัย จึงประสงค์ที่สร้างและพัฒนาเตาเผาขยะที่สามารถเผาขยะได้ทุกประเภท ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการไม่แยกขยะของประชาชน มีค่าใช้จ่ายน้อย เพื่อแก้ปัญหาขาดงบประมาณในการดำเนินการ จึงเป็นที่มาของเตาเผาที่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมัน และแก๊ส และไม่สร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการพัฒนามาต่อยอดจากเตาเผาขยะที่ใช้ไฟฟ้า น้ำมัน และแก๊ส เพื่อแก้ปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ผลลัพธ์ที่ได้คือ การบรรลุวัตถุประสงค์หลักของการจัดการขยะคือ การกำจัดขยะให้หมดไป หรือเหลือไปฝังกลบให้น้อยที่สุด โดยผ่านกระบวนสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตเป็นปุ๋ยชีวะภาพสามารถจัดจำหน่ายได้ และไม่ให้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะ

1.2.2 เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.3 ปัญหาการวิจัย

1.3.1 สภาพปัญหาการจัดการขยะ ควรมีลักษณะเช่นไรและมีการนำใช้ประโยชน์กับหน่วยงานที่รับผิดชอบหรือชุมชนอย่างไรบ้าง

1.3.2 การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จะทำให้ขยะลดลงได้ในลักษณะใดบ้าง

1.3.3 การประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จะมีประโยชน์ต่อการลดจำนวนขยะในมหาวิทยาลัยและเครือข่าย รวมทั้งการสร้างมูลค่าจากขยะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. สภาพปัญหาการจัดการขยะ
2. พัฒนารูปแบบการเผาขยะ
3. พัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต้นแบบ
4. ทดลองใช้เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

คณะผู้วิจัย ได้กำหนดพื้นที่ไว้ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ตำบลลำไทร อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้พื้นที่ในมหาวิทยาลัย กว้าง 4 เมตร และยาว 6 เมตร เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ และทดลองใช้งาน 60 วัน โดยวิเคราะห์ความสอดคล้องระบบการทำงานเตาเผาขยะและขยายเครือข่ายสู่ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.4.3 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดประชากร หรือผู้ให้ข้อมูลสำคัญ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สัมภาษณ์	ผู้บริหาร คณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย	จำนวน 5 รูป/คน
กลุ่มที่ 2 สนทนากลุ่ม	-ตัวแทนจากกรมควบคุมมลพิษ -ตัวแทนจากกรมอนามัย -ตัวแทนผู้ดูแลจัดการสิ่งแวดล้อม จากการกรุงเทพมหานคร	จำนวน 5 คน
กลุ่มที่ 3 เข้าร่วมกิจกรรม	ผู้แทนจากชุมชน องค์กรส่วนบริหารตำบล อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อขยายเคลือข่ายและอบรมใช้เตาเผาขยะ	จำนวน 50 คน
กลุ่มที่ 4 พัฒนาและติดตามผลการดำเนินการ	วิศวะกร ผู้ควบคุมการออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านเตาเผาขยะ	จำนวน 3 คน
	รวมทั้งสิ้น 63 รูป/คน	

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชน หมายถึง การปรับเปลี่ยนแนวคิด ทัศนะคติมองปัญหาเรื่องขยะให้เป็นปัญญาใช้หลักคำสอนทางพระพุทธศาสนาเป็นฐานในการคิดเพื่อชี้ให้เห็นประโยชน์ในการคัดแยกขยะโดยใช้หลัก **ฉันทะ** คือ การมีความรัก ทำให้ผู้คนมีความตระหนักเพื่อสร้างให้เกิดการอยากเรียนรู้การคัดแยกขยะ **วิริยะ** คือ การกระทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ จนกลายเป็นนิสัย ซึ่งการเริ่มต้นแยกขยะจากสำนักงานหรือในครัวเรือนใช้เวลาในการแยกไม่นาน แต่สามารถแก้ปัญหาได้จากต้นทาง และการสร้างนิสัยแยกขยะ ถือว่าเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่คุ้มค่าและตรงจุดมากที่สุด **จิตตะ** คือ การโฟกัสสิ่งที่จะทำและมองเห็นผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและมีความมุ่งมั่นตั้งใจ จนมีความชำนาญและให้คำแนะนำแก่คนได้ **วิมังสา** คือ การนำองค์ความรู้ที่มี ไปพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมสอดคล้องกับแนวทางและรูปแบบในการดำรงชีวิตของตัวเองได้

การจัดการขยะ หมายถึง การให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์หลักในการจัดการขยะในที่นี้รวมทั้งขยะมูลฝอย และขยะทั่วไป ที่สามารถนำมารีไซเคิลได้ หรือนำมาใช้ซ้ำอีกรอบเพื่อเป็นลดปริมาณขยะ และประสานเชื่อมโยงให้เกิดพลังในการทำงานร่วมกันและการเปลี่ยนด้านการบริหารจัดการขยะโดยดำเนินการให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างองค์กรภาครัฐและมหาวิทยาลัย หรือชุมชนผลักดันให้เกิดการผลผลงานวิจัย

สร้างองค์ความรู้การจัดการขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและตอบสนองความต้องการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดำเนินการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปรับเปลี่ยนทัศนคติบนฐานองค์ความรู้สู่การปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมายได้

การเกิดมลพิษที่เกิดขึ้นจากขยะ หมายถึง อันตรายที่เกิดจากมลพิษขยะ วิธีการในการกำจัดขยะไม่ถูกวิธี และขาดการควบคุมให้ถูกสุขนามัยเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งขยะบางชนิดจะมีสารประกอบอนินทรีย์ แต่ขยะบางชนิดสลายตัวได้ยากเช่น หนัง พลาสติก โลหะ ฯลฯ ขยะประเภทนี้ ถ้าทำลายโดยการเผาจะได้สารประกอบ ประเภทเกลือเช่น เกลือไนเตรต สะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก จะมีความเป็นพิษสูง ย่อยสลายยาก ส่วนมากเกินจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มี โลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม เมื่อทิ้งลงดินทำให้ดินบริเวณนั้นมีโลหะหนัก สะสมอยู่ ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ ไม่สามารถทำการเพาะปลูกพืชได้ ทำให้ดินบริเวณนั้นเกิดสภาพเป็นพิษ หรือสะสมในน้ำ ทำให้นำเกิดความกรดเป็นด่างและสุดท้ายน้ำเน่าเสีย ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และเป็นอันตรายต่อพืช สัยว์ และมนุษย์เป็นผู้รับผล อาจจะทำให้โรงมะเร็งจาก สะทอนถึงวงจรความอันตรายจากขยะ

รูปแบบเตาเผาขยะ หมายถึง ศึกษาเตาเผาขยะใช้ปัจจุบันเป็นเตาเผาขยะขนาดทางภาครัฐลทุนหรือภาคเอกชนสัมปทนาลงทุนร่วมกัน และยังใช้น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลง ซึ่งมีองค์ประกอบอย่างเช่น ต้องมีเครื่องคัดแยกขยะ และโรงเก็บขยะ ส่วนที่ทำลายด้วยการเผา หรือบางส่วนนำไปฝังดินซึ่งการนำไปฝังดิน ก่อนให้เกิดมลพิษทางน้ำ และดิน ทำให้น้ำและดินเปลี่ยนสภาพเสื่อมโทรม ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จะต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่กักเก็บขยะ แต่ก็ยังสร้างปัญหา ส่งกลิ่นเหม็ดรบกวนและสารพิษ สารก่อมะเร็ง เนื่องจากยังไม่สามารถบริหารจัดการได้ตามจำนวนเพิ่มขึ้นของขยะจากภาคประชาชนและภาคอุตสาหกรรม

การพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบ หมายถึง การพัฒนาเตาเผาขยะ สองชนิดมารวมกันคือ เตา Kontiki ซึ่งติดไฟง่าย ผลพลอยได้จากเชื้อเพลิง หรือขยะที่นำมาเผาเป็นชีวมวล ก็จะกลายเป็นถ่านทั้งหมด และพลังความร้อนที่ได้จาก “Kontiki” นำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาระบบ **“เตาเผาขยะระบบแก๊สซิไฟร์เออร์”** ใช้กลไกผสมผสานให้สะดวกแก่การใช้งานและเหมาะสมกับสภาวะของประเทศไทย ไม่ใช้แก๊ส และน้ำมัน ซึ่งจะได้ประโยชน์ของเตาทั้งสองระบบคือ ได้ถ่านไบโอชาร์ ใช้บำรุงดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวะภาพจากเชื้อเพลิงขยะที่เป็นชีวมวล ที่สามารถทำลายขยะที่เป็นพิษ โดยไม่ต้องจัดหาเชื้อเพลิงจำนวนมากสำหรับเตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์นี้ เถ้าหนักที่เหลือจากการเผาไหม้สามารถนำไปแปรรูปเป็นวัสดุก่อสร้าง หรือทำเป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับปลูกต้นไม้ หรือจัดทำเป็นปุ๋ยชีวภาพ จัดจำหน่ายสร้างรายได้

การประเมินประสิทธิภาพโดยการทดลองใช้เตาเผาขยะต้นแบบ หมายถึง เตาเผาขยะระบบแก๊สซิไฟร์เออร์ เป็นการค้นหาผลลับธ์ที่เกิดจากการทดเผาขยะจริง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยด้วยการรวบรวมความจริง หรือจากแนวคิด ทฤษฎีมาประกอบตั้งสมมุติฐานแล้ว ทำการทดลองขึ้นเพื่อสรุปผลซึ่งความเป็นจริงแล้ว ยังไม่แนนอน และสมบูรณ์ อาจจะนำผลการทดลองไปปรับกระบวนพัฒนาหรือระบบการทำงานของเตาเผาขยะ ทั้งนี้อาจจะเกิดจากสภาพแวดล้อมของผลการทดลองจากโรงงานแตกต่างกับในสภาพที่นำไปใช้จริง ที่มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งในการค้นคว้าจากแนวคิดทฤษฎีการเผาไหม้ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานชีวมวลใช้ทดแทนเชื้อเพลิงจากน้ำมัน

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ได้ทราบถึงกระบวนการจัดการขยะทุกประเภทก่อนทิ้งจากแหล่งกำเนิดขยะ และการคัดแยกขยะวัสดุเหลือใช้หรือขยะที่สามารถรีไซเคิลได้หรือนำกลับมาใช้ซ้ำให้เกิดประโยชน์ หรือการเลือกวัสดุที่ย่อยสลายได้ทนแทนการใช้กล่องโฟม กล่องพลาสติก ถุงพลาสติก และขยะอันตรายปนเปื้อนวัตติดเชื้อ วัตถุกัดกร่อน ถ่านไฟฉาย อุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ ยาที่หมดอายุการใช้ วัตถุไวไฟ ซึ่งขยะเหล่านี้ต้องมีวิธีการจัดการให้ถูกต้องหรือใช้วิธีการคัดแยกตามสีของถังขยะ ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง ที่จะช่วยลดปริมาณขยะลงได้ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และไม่สร้างมลพิษและมลภาวะทางอากาศและทำลายสิ่งแวดล้อม

1.6.2 ได้ทราบการพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ โดยพัฒนาจากเตาขนาดใหญ่ให้เป็นเตาที่มีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ ไม่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปลือกได้ติดตั้งนวัตกรรมเทคโนโลยีการเผ้าไหม้และพลังงานหมุนเวียน จึงมีความเหมาะสมกับหน่วยงานราชการ องค์การบริหารส่วนตำบล สถานศึกษา หรือหมู่บ้านที่มีชุมชนไม่แออัดมากจนเกินไป

1.6.3 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามาถเผาขยะครั้ง 500 กิโลกรม ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง และวันหนึ่งสามารถเผาได้ต่อเนื่อง และวัดค่ามลพิษจากการเผาขยะเพื่อลดมลพิษทางอากาศ

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 แนวคิดขยะมูลฝอย

2.2 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

2.3 แนวคิดประเภทของเตาเผาขยะ

2.4 แนวคิดเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ

2.5 แนวคิดในการพิจารณาในการออกแบบ

2.6 แนวคิดการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาขยะ

2.7 แนวคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาขยะ

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับหลักพุทธธรรม

2.9 แนวคิดการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2.10. หลักการและทฤษฎีรูปแบบของการเผาไหม้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.12 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 แนวคิดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะโดยการใช้เตาเผาเป็นวิธีการกำจัดขยะที่มีประสิทธิภาพดีมากวิธีหนึ่งเพราะสามารถลดปริมาณขยะลงได้ถึงร้อยละ 80-90 โดยอาศัยคุณสมบัติของขยะที่สามารถติดไฟได้ ควบคุมอากาศภายในเตาเผาหรือใช้เชื้อเพลิงเสริม ภายใต้อุณหภูมิ ความดัน เวลา และความปั่นป่วนที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผาแต่ละประเภท ผลที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำให้เกิดแก๊สและอนุภาคชนิดต่าง ๆ เช่น ไอน้ำ ฝุ่น ขี้เถ้า และแก๊สที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไดออกซิน ฟิวแรน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของกำมะถัน เป็นต้น

การการควบคุมมลพิษหลังการเผาไหม้เป็นอย่างดีก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอุณหภูมิของการเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตาทั่วไปอยู่ในช่วงระหว่าง 850-1,200 องศาเซลเซียส การเผาใช้พื้นที่ดำเนินการไม่มากนัก จึงช่วยลดปัญหาความขาดแคลนที่ดินในการฝังกลบ ในบางพื้นที่ที่มีปริมาณขยะจำนวนมากสามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมาใช้ผลิตไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้วิธีดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ศึกษาข้อมูลจาก (Documentary Research) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ควบคู่กับการวิจัยเชิงปฏิบัติการภาคสนาม (Action Research) มุ่งเน้นศึกษาแหล่งข้อมูลแหล่งกำเนิดขยะและการบริหารจัดการขยะ เพื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ สร้างกระบวนการพัฒนา (Research and Development) ในประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยดำเนินการ ดังนี้

3.1 รูปแบบวิจัย
3.2 พื้นที่การวิจัย
3.3 การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล
3.5 ขั้นทดสอบและประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะ
3.6 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง / ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ / การทดลองเผาขยะ
3.7 เครื่องมือการวิจัย
3.8. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.10 การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

3.1 รูปแบบวิจัย

รูปแบบการวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ประกอบด้วย 1) วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน 2) การศึกษาในเชิงเอกสาร (Documentary study) 3) การวิจัยเชิงปฏิบัติภาคสนาม (Action Research) และ 4) การออกแบบควบคุมสารพิษจากการเผาขยะ โดยดำเนินการตามรูปแบบการวิจัย ดังนี้

3.1.1 วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน มีขั้นตอนใหญ่ๆ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ มีการดำเนินงาน ดังนี้

1) การสร้างทีมวิจัยหลัก ซึ่งเป็นกระบวนการแสวงหาผู้สนใจและผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ด้านการออกแบบนวัตกรรม วิศวกรผู้ออกแบบ และพัฒนาเตาขยะ และผู้เชี่ยวชาญสิ่งแวดล้อม และมลพิษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2) การเลือกประเด็นปฏิบัติการการวิจัย เป็นการสร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บริษัทเอกชน ร่วมร่วมกันพิจารณา คัดเลือกประเด็นที่เป็นคำถามวิจัย เป็นเปิดโอกาสทุกฝ่ายได้เข้ามามีส่วนร่วม ศึกษาวิจัยภายใต้สภาพปัญหา และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และกลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา จะนำไปสู่การตั้งคำถามแล้วแสวงหาแนวร่วมและสร้างกระบวนการพัฒนาไปสู่การกำหนดเป้าหมายของการวิจัย จนสามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมการเผาขยะไร้มลพิษต่อไป

3) การวางแผนการวิจัย โดยเริ่มดำเนินการจากการเก็บรวบรวมข้อมูลสถานการณ์จริงและความต้องการของคนในพื้นที่ ซึ่งเป็นเกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการค้นหาบุคคลที่จะเข้าร่วมเครือข่ายกับทีมวิจัย หรือทีมดำเนินงานในพื้นที่

4) การดำเนินการอื่นๆ โดยพิจารณาคุณสมบัติบุคคลที่จะเข้าร่วมแผนการวิจัยหรือขั้นตอนของการวิจัยทั้งหมดว่า มีความเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนารูปแบบการวิจัย ที่จะสามารถขับเคลื่อนการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายตามกรอบระยะเวลาที่กำหนดได้ เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการดำเนินงานให้ชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ มีการดำเนินงาน ดังนี้

กระบวนการดำเนินการวิจัย ขั้นลงมือปฏิบัติหรือระหว่างการจัดกิจกรรม และขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ จะดำเนินการใน 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) ประชุมทีมงาน โดยเริ่มต้นจากการศึกษา ปัญหาขยะหรือการจัดเก็บขยะของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เน้นที่ขยะเปือก กล่องโฟร์ม แก้วกาแฟ วัสดุที่ทำด้วยพลาสติก เป็นปัญหาในการบริหารจัดการอย่างมาก ซึ่งพลาดติก หรือกล่องโฟร์ม ผลิตมาจากเม็ดพลาสติกและน้ำมันเป็นวัตถุดิบในการผลิต และใช้เวลาย่อยสลายยากและใช้เวลาหลายสิบปี กว่าจะย่อยสลาย นอกจากย่อยสลายได้แล้ว ยังเป็นมลภาวะทางอากาศ ดินและอื่น ๆ นานมาก ก่อนให้เกิดมลภาวะต่าง ๆ ฉะนั้น เมื่อกล่องโฟร์ม หรือขวดพลาดสติกมีส่วนประกอบด้วยน้ำมันเป็นองค์ประกอบสำคัญนอกเหลือจากเม็ดพลาสติกแล้ว ก็ควรดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพเดิมของกล่องโฟร์ม ขวดพลาสติก ควรมีการดำเนินการโดยพัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน

2. ออกแบบเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการปรับปรุงรูปแบบเดิมให้มีความเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ และจำนวนขยะภายในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ให้รองรับพลังงานเชื้อเพลง 2 รูปแบบคือ ขยะแห้ง เช่น ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง และขยะจำพวกกล่องโฟร์ม พลาดติก ก็สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลงได้ สะดวกต่อการใช้งาน เป็นต้น

3. กระบวนการบริหารจัดการขยะในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. ออกแบบพื้นที่การติดตังเตาเผาขยะในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4. เพื่อศึกษามลพิษที่เกิดขึ้นจากขยะของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ระยะที่ 2 ขั้นปฏิบัติตามแผน (Action) เพื่อศึกษามลพิษที่เกิดขึ้นจากขยะของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ระยะที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation) การสังเกตการมีส่วนร่วม โดยจัดเก็บข้อมูลการทิ้งขยะ หรือการบริหารจัดการขยะภายใน มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยา และขยายสผลดำเนินการสู่ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และการประเมินผลตามแผนปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาและทดลองใช้เตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ระยะที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection) จัดประชุมและเวทีสัมมนาทางวิชาการ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ผลการควบคุมมลพิษโดยใช้ เตาเผาขยะที่มิตรกับสิ่งแวดล้อม สรุปปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน และวางแผนในการแก้ไขปัญหาเพื่อ **“พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”**

เกิดผลลัพธ์จากการปฏิบัติการณ์ (Outcome)

1. ได้รับรู้ถึงปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจากขยะที่สะสมใน มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ได้แนวทางการ “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. ได้ผลการของวิเคราะห์ผลการควบคุมมลพิษโดยใช้เตาเผาขยะที่มิตรกับสิ่งแวดล้อม

4. ได้รับแนวทางพัฒนารูปแบบการคัดแยกขยะด้วยระบบออนไลน์ และสร้างรายได้จากขยะที่เหลือ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร ใช้ปรับปรุงดิน โดยใช้ความร้อนเผาให้เป็นถ่านไบโอชาร์บำรุงดิน

5. วิเคราะห์ และออกเตาเผาขยะ (โมเดลต้นแบบ) ความจุด 1,000 กิโลกรัมต่อหนึ่งครั้ง ใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อการเผาหนึ่งครั้ง และยังสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง

6. โครงสร้างเตาขยะ เริ่มจากการปรับระดับพื้นให้เสมอกันด้วยปูนซีเมนต์ จากนั้นก็วางฐานรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ฐานจะต้องได้ระดับเพื่อให้เตาไม่เอียง และตามด้วยการประกอบตัวเตา ซึ่งประกอบด้วยอิฐทนไฟ และถังสแตนเลสที่ทำเป็นรูปสี่เหลียม และเกิดการหมุนอยู่ด้านล่างของเตา ตะแกรงรองรับขยะและขี้เถ้า มีฝาปิดและปล่องควันอยู่ด้านบน ซึ่งการติดตั้งจะประกอบด้วยทีมวิจัย และวิศวะกรผู้ออกแบบควบคุมการติดตั้ง เพื่อให้เป็นแผนงานที่กำหนดไว้

7. กำหนดพื้นที่การติดตั้งที่มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย โดยใช้เวลาติดตั้งประมาณ 3 ชั่วโมง ใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 20 ตาราวา ควบโดยทีมวิจัย และทีมวิศวกรผู้ออกแบบควบคุมการติดตั้งเพื่อให้เป็นแผนงานที่กำหนดไว้

3.1.2 การศึกษาในเชิงเอกสาร (Documentary study) คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด และทฤษฎี วรรณกรรม (Review Literature) จากหนังสือ เอกสารรายงานการวิจัย บทความวิชาการ และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำองค์ความรู้มาจัดหมวดหมู่ข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และศึกษาประเด็นที่เกี่ยวมลพิษที่เกิดขึ้นจากการจัดการขยะ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สรุปหลักการ แนวคิด และหลักการทางวิชาการ ซึ่งเป็นแนวทางในการกำหนด “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” สำหรับมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นการระดมความคิดเห็นถึงปัญหาที่เกิดจากการบริหารจัดการขยะโดยการสืบค้นปัญหาเชิงประจักษ์แต่ละพื้นที่ ที่ประสบปัญหาเรื่องขยะ รวมถึงการมีส่วนรับรู้ประโยชน์ที่จะเกิดกับมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ศึกษารูปแบบการจัดการขยะ และมลพิษจากขยะในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เพื่อวิเคราะห์ปัญหา เพื่อนำสู่กระบวนการสร้างองค์ความรู้ในการ“พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

3. วิเคราะห์แนวคิดการออกแบบและการ“พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”ในการจัดการขยะ เพื่อยับยั้งกลิ่น เขม่าควัน และสารพิษชนิดต่าง ๆ และยังเป็นการยกระดับประสิทธิภาพพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”ให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมมลพิษในระดับที่สูงที่ได้มาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

4. คณะผู้วิจัย สรุปผลการศึกษาทั้ง 3 ส่วน ที่ได้ศึกษามา ไปยืนยันข้อมูลร่วมกับผลการวิจัยภาคสนาม และการยืนยันความถูกต้องของข้อมูล เป็นการนำเสนอแนวคิด หลักการรูปแบบและแนวทางการพัฒนา ชุดความรู้การใช้เตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างกระบวนการศึกษามลพิษที่เกิดขึ้นจากการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา หลังจากนั้น ก็จะนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ถึงแนวคิด หลักการการพัฒนา“พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

3.1.3 การวิจัยเชิงปฏิบัติภาคสนาม (Action Research) เรื่อง “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประเด็นในการวิจัย ได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาไว้ดังนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับบริบท มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาพรวมด้วยวิธีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ ตัวแทนนักวิจัย แต่ละภาคส่วน ร่วมกับผู้บริหาร มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และตัวแทนจากชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เป็นการระดมแนวคิด เพื่อแสวงหาความแตกต่างของรูปแบบเตาเผาขยะ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการสร้างเครือข่ายแนวทางการ “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เป็นจุดเริ่มต้นที่เน้นการมีส่วนร่วมเป็นสำคัญ เพื่อเปิดโอกาสให้หน่วยงานภาครัฐ ภาคประชาชน พระสงฆ์ ใช้เวทีสัมมนาเชิงปฏิบัติการให้ผู้แทนในแต่ละภาคส่วน ได้แสดงความคิดเห็นเพื่อสะท้อนปัญหาความต้องการพัฒนาและที่สำคัญเป็นการค้นหาผู้แทนหรือผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการขับเคลื่อนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลชิงปราการณ์ การสัมภาษณ์ และสัมมนาจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1) ผู้บริหาร มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

2) วิศวกร

3) ตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม

4) ผู้นำชุมชน

4) สัมมนาเชิงปฏิบัติการ

การสืบค้นปัญหาการจัดการขยะ และพัฒนารูปแบบเตาเผาขยะที่มิตรกับสิ่งแวดล้อมงเพื่อยับยั่งมลพิษ และสารพิษชนิดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสุขภาพประชาชน และเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จะขยายผลเผยแผ่ผลที่ได้จากการวิจัยตามหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภาคีเครือข่ายภาคประชาชน และผู้บริหารมหาลัย เสนอเชิงนโยบาย ส่งเสริมให้มีการจัดการขยะในรูปแบบใหม่ และเป็นการเก็บข้อมูลในเชิงลึก เพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจัดการขยะ รวมถึงรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อให้การจัดการขยะไม่ให้เกิดมลพิษในระยะยาว จะเป็นแนวทางการพัฒนาต่อไป

3. การพัฒนาและทดลองใช้วัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

1) เผาขยะแบบผสมผสาน ไม่ต้องคัดแยกขยะ

2) แบบคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนินหรือต้นทางก่อนบรรจุในเตาเผาขยะ

3) ผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดแยกขยะก่อนเผา

4) ผลลัพธ์ที่ได้จากการเผาขยะแบบผสมผสาน

ขยะหนึ่งตัน จะใช้เวลาเผาประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งวันหนึ่งสามารถเผาได้ถึง 3 ตัน ซึ่งจุดของเผาขยะที่ได้ออกแบบ และพัฒนาคือ ไม่ต้องใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลง และแก๊ส แต่ใช้ขยะชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงใช้หลักการทฤษฎีพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติมาพัฒนาเป็นองค์ประกอบการทำงานของเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในครั้งนี้

ทั้ง 3 กระบวนการที่กล่าวมานั้นเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการตามข้อที่ 2 เป็นการดำเนินการทดลอซใช้เตาเผาขยะ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในขั้นตอนนี้ และเป็นการเชื่อมโยงระหว่างมหาวิทยาลัย ชุมชน ตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เน้นกระบวนการมีส่วนร่วมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วน

4. วิเคราะห์ผลการควบคุม และเพื่อลดมลพิษทางอากาศชนิดต่าง ๆ จากการเผาขยะด้วย “นวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เก็บตัวอย่างส่ง (ห้องแล็บเอกชน) วิเคราะห์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ หาสารพิษ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลิ่น รวมถึงฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีผลกระทบต่อสุขภาพองค์รวมและสุขภาพจิตของประชาชน

5. การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีกลุ่มเป้าหมายเข้าร่วมสัมมนาและเป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นขั้นตอนที่ทำขึ้นในภายหลังจากการประชุม การระดมความคิดเห็น จากการสัมภาษณ์เชิงลึก สภาพทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของมหาวิทยาลัย บุคลากร ผลการดำเนนการจากการทดลองใช้เตาเผาขยะ และการควบคุมหรือลดมลพิษทางอากาศ เพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลเชิงประจักษ์ และวิเคราะห์ถึงปัญหา อุปสรรค และความสำเร็จจากกระบวนการพัฒนา “นวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” สามารถขับเคลื่อนเชิงนโยบายเผยเผยข้อมูลให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน

3.1.4 การออกแบบควบคุมสารพิษจากการเผาขยะ

การออกแบบควบคุมมลพิษจากเตาเผาขยะที่พัฒนาขึ้นมา เป้าหมายคือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการออกแบบและการควบคุมสารจากการเผาขยะ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีสุดในการกำจัดขยะ เนื่องจากขยะเป็นปัญหาในทุกชุมชน โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชาชน มีวัดหรือชุมชนเมือง ก็จะประสบปัญหาเกิดการร้องเรียนว่าทางหน่วยงานไม่สามารถกำจัดขยะได้ ส่งกลิ่นรบกวนประชาชน สร้างความรำคาญและส่งกลิ่นรบกวนและยังเป็นแหล่งปล่อย เป็นอันตรายต่อสุขภาพประชาชน จึงเป็นสาเหตุให้มีการควบคุมการกำจัดขยะ โดยใช้เตาเผาขยะที่ไม่สามารถมลพิษทางอากาศและสุขภาพประชาชน โดยการออกแบบและควบคุมประสิทธิของเตาเผาขยะ ดังนี้

1. ศึกษาด้านเชื้อเพลิงทางเลือก หรือเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดการใช้น้ำมันและแก๊ส ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำพลังทางธรรมชาติมาใช้ ไม่เป็นอันตรายสุขภาพประชาชนและสิ่งแวดล้อม

2. การออออแบบและพัฒนาเตาเผาขยะ ปัจจัยที่ควรคำนึงคือ อุณหภูมิในการเผาไหม้ ระยะเวลาในการเผาไหม้ รวมทั้งลักษณะการผสมผสานอากาศในเตาให้หมุนเวียน โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาควบคุม และสร้างความร้อนทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ทั่วทั้งเตา ก็สามารถช่วยกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นได้

3. ขั้นตอนดำเนินการเริ่มต้น เดินระบบการเผาไหม้ของเตาเผา เริ่มจากการใส่เชื้อเพลิงใบไม้แห้งเป็นจุดกำเนิดของพลังงานความร้อน ใช้ประมาณหนึ่งกำมือ และพลังงานลม จะช่วยทำให้ได้ความร้อนสูง สามารถสร้างความร้อนได้ถึง 700-850 องษา สามารถลดปัญหาเขม่าควัน และกลิ่นรบกวนประชาชนได้ จะช่วยลดการเกิดมลพิษได้

4. การดำเนินการควบคุมระบบการเผาไหม้ โดยหลักการพลังงานหมุนเวียน โดยปฏิกิริยาระหว่างไฟ และพลังงาน ควบคุมด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่เกิดไอน้ำการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน จึงทำให้เกิดพลังงานความร้อนสามารถนำพลังงานเหล่านี้มาใช้เป็นแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้

3.2 พื้นที่การวิจัย

สำหรับการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และจัดสัมมนา เวทีแสดงความคิดเห็นและเวทีชุมชนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ดำเนินการดังนี้

1. พื้นที่ศึกษาข้อมูลเชิงปรากฏการณ์ และการสัมภาษณ์เชิงลึก จังหวัดปทุมธาน จังหวัดนนทบุรี และกรุงเทพมหานคร และที่มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เป็นพื้นที่ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการขยะ ปัญหาอุปสรรค์และแนวคิดนำนวัตกรรมสิ่งใหม่ ๆ ด้านการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิ์ภาพ

2. ศึกษาข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ และการจัดสัมมนากับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key-informant) ประกอบด้วยตัวแทนจาก 1) ผู้บริหาร มหาวิทยาลัย 2) วิศวกร ผู้ออกแบบและควบคุมการผลิตเตาเผาขยะ 3) ตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม 4) ผู้นำชุมชน 5) เปิดเวทีสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ เพื่อสืบค้นหาปัญหาการจัดการขยะ

3. ทำการศึกษาษามลพิษที่เกิดขึ้นจากการทดลองเผาขยะในพื้นจริงเพื่อเก็บรวบรวมตัวอย่างส่ง (ห้องแล็บเอกชน) วิเคราะห์มลพิษทางอากาศจากการเผาขยะ และประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้

4. สรุปและนำเสนอผลการศึกษา ทั้งจากการศึกษาในเชิงเอกสาร ภาคสนาม และการสัมภาษณ์ และเวทีสัมมนา โดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ตามประเด็นที่สำคัญ เพื่อให้ได้แนวทาง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” จะเน้นการนำผลการศึกษาวิจัยมาเผยแพร่ให้ภาครัฐ ชุมชนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้รับทราบถึงปัญหาและรูปแบบการเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

5. จัดสนทนากลุ่มย่อย เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยสำรวจรูปแบบเตาเผาขยะจากรายงานวิจัยต่างประเทศ หรือการจัดเก็บขยะในมหาวิทยาลัย และชุมชนต่าง ๆ กรุงเทพมหานคร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดปทุมธาน และจังหวัดนนทบุรี และสรุปผลการสนทนากลุ่มย่อยที่ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธ และจัดสัมมนาเพื่อยืนยันข้อมูลจากการสนทนากลุ่มที่ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สำหรับการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และการจัดสัมมนา ได้แสดงความคิดเห็นได้ดำเนินการตามหลักการวิจัย ดังนี้

1. ทำการศึกษาและพัฒนาระบบการเผาขยะเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เริ่มแรกจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเผาไหม้ และพลังงานหมุนเวียนหรือ

2. ศึกษาข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และการสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์เกี่ยวกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key-informant) ประกอบด้วย 1) ผู้บริหาร มหาวิทยาลัย 2) วิศวกร ผู้ออกแบบและควบคุมการผลิตเตาเผาขยะ 3) ตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม 4) ผู้นำชุมชน 5) เปิดเวทีสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

3. ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ และวางแผนพัฒนาเตาเผาขยะ และทำเป็นคู่มือการใช้งาน เพื่อขยายผลสู่หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการขยะ

4. สรุปและนำเสนอผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาในเชิงเอกสาร การสัมภาษณ์และการจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ ตามประเด็นสำคัญ และนำข้อมูลเหล่านี้มารวบรวมเรียงเป็นแนวทาง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เน้นการนำผลการศึกษาวิจัย จัดทำเป็นคู่มือการใช้งาน และมาเผยแผให้กับหน่วยงานที่รับผิดด้านการจัดการขยะ ได้รับทราบข้อมูลและขับเคลื่อนสู่นโยบายระดับประเทศ

3.3 การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนั้น โดยการพัฒนาขึ้นมาจากเตาสองชนิดมารวมกันคือ เตา **Kontiki** ซึ่งติดไฟง่ายผลพลอยได้จากเชื้อเพลิงหรือขยะที่นำมาเผาเป็นชีวมวลก็จะกลายเป็นถ่านทั้งหมด และพลังความร้อนที่ได้จากการเผาขยะของเตา Kontiki นี้จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาระบบ**แก๊สซิไฟร์เออร์**อีกชุดหนึ่งซึ่งออกแบบโดยใช้กลไกผสมผสานให้สะดวกแก่การใช้งานและเหมาะสมและประโยชน์ของเตาทั้งสองระบบคือได้ถ่านไบโอชาร์ ใช้บำรุงดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวะภาพจากเชื้อเพลิงขยะที่เป็นชีวมวล ได้ทำลายขยะทั่วไป และยังนำความร้อนที่เหลือไปเป็นพลังงานตั้งต้นของเตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์ที่สามารถทำลายขยะที่เป็นพิษโดยไม่ต้องจัดหาเชื้อเพลิงจำนวนมากสำหรับเตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์นี้

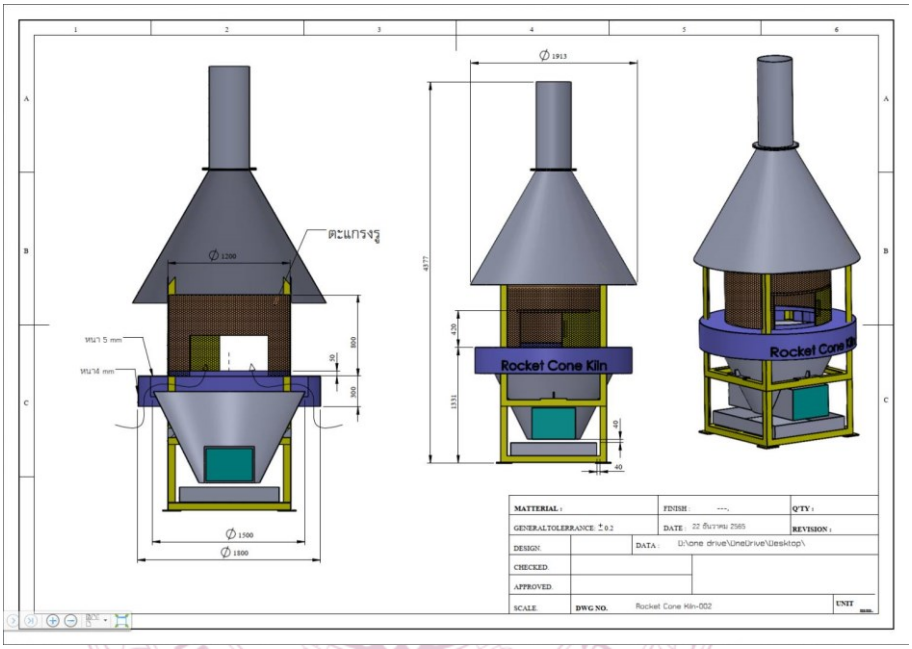
เตาเผาขยะชนิดนี้เป็นการพัฒนาขึ้นให้เป็นเตาเผาขยะอเนกประสงค์ ซึ่งเป็นการผสมผสานของเตาสองระบบเข้าด้วยกันคือ การนำความร้อนที่ต้องปล่อยทิ้งของเตาหนึ่งมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับอีกเตาหนึ่ง ที่สำคัญคือ ทั้งขบวนการนี้ไม่ต้องพึ่งพาระบบไฟฟ้า หรือระบบน้ำมันเชื้อเพลิงใด ๆ เหมาะกับทั้งชุมชนเมืองและชุมชนที่ห่างไกลเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าเตาทั้งสองระบบนี้มีมลพิษต่ำ ไร้ควัน ระบบแก๊สซิไฟร์เออร์สามารถผลิตน้ำมัน หรือน้ำส้มควันไม้ก็ได้ขึ้นอยู่กับขยะจะเป็นชยะชนิดใด จะเป็นประโยชน์สามารถอยู่คู่กับธรรมชาติได้อย่างกลมกลืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีจุดสำคัญของเตาคือการออกแบบให้ใช้งานได้สะดวกทั้งการป้อนขยะเข้าและการนำเถ้า กาก หรือถ่าน ออกจากเตาโดยไม่ต้องหยุด โดยขยะที่สามารถใช้ได้กับเตานี้คือ ชีวมวล เช่น หญ้า แกลบใบไม้กิ่งไม้ เศษไม้พลาสติกโฟม พีวีซี หน้ากากอนามัยเป็นพลังงานเริ่มต้น

3.3.1 โครงสร้างเตาเผาขยะ

โครงสร้างเตาทำด้วยเหล็กรางน้ำรูปตัวยูขนาด 4 นิ้ว มีขนาดโดยประมาณ กว้าง 1.80 เมตร ยาว 4.00 เมตร สูง 2.50 เมตร

เตา A เป็นเตารูปทรงกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร สูง 1.20 เมตร มีล้อบนรางเลื่อนข้างละ 2 ล้อ มีช่องป้อนขยะหมายเลข 1 ด้านล่างมีบานเลื่อนเปิดนำเถ้าหรือถ่านออก

เตา B เป็นเตาระบบแก๊สซิไฟร์เออร์ มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 1.20 เมตร ติดตั้งอยู่เหนือเตา A มีแกนกลางของเตาเป็นปล่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. เพื่อนำความร้อนจากเตา A ผ่านศูนย์กลางเตา B ออกสู่ปล่องระบายไอร้อน C ซึ่งปล่องระบายไอร้อน C มีขนาดเส้นผ่าศูนย์ 15 ซม. ติดตั้งเหนือโครงสร้างเตา เพื่อระบายไอร้อนออกจากเตาที่ฐานล่างของโครงสร้างเตามีอ่างน้ำขนาด 1.80 × 4.00 × 0.30 เมตร เพื่อใช้ในกรณีผลิตถ่านไบโอชาร์บำรุงดิน



ภาพที่ 3.1 โมเดลเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2566

3.3.2 การใช้เตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การนำวัสดุเหลือใช้ที่เป็นชีวมวล เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ หญ้า แกลบ ฝางข้าวคือ ใส่ลงในเตา B จนเต็ม ส่วนเตา A ให้ใส่เพื่อเริ่มจุดเตาจำนวนหนึ่ง เมื่อไฟติดแล้วให้ค่อย ๆ เติมไปจนใกล้จะเต็มเตา ให้ดึงแผ่นปิดที่ฐานเตาออกเปิดให้ถ่านที่ติดไฟอยู่ลงสู่อ่างน้ำประมาณครึ่งเตาเพื่อให้สามารถเติมชีวมวลลงเตาได้ต่อเนื่อง ทำเช่นนี้จนวัสดุที่จะนำมาทำถ่านหมดและเปลวไฟในเตา A เริ่มลดลงให้เปิดนำถ่านทั้งหมดลงอ่างน้ำทั้งสองเตา และถ้ามีวัสดุชีวมวลจำนวนมากก็สามารถผลิตถ่านได้ต่อเนื่องทั้งวัน ในกรณีที่เผาเกิน 4 ชม.ให้เลื่อนเตา A ออกเพื่อเปิดนำถ่านออกจากเตา B ลงสู่อ่างน้ำเพื่อบรรจุใหม่ได้จนหมด สวนการผลิตถ่านจากเตานี้ แก๊สที่ได้จากเตา B เมื่อผ่านชุดควบแน่น D จะได้น้ำส้มควันไม้จำนวนมาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ชุดควบแน่น D เป็นชุดที่ติดตั้งเพื่อลดความชื้นของ

แก๊สที่ได้จากการอบในเตา B และจะมีช่องสำหรับบรรจุขยะพวกพลาสติกสำหรับกลั่นเป็นน้ำมัน จะติดตั้งท่อลำเลียงน้ำมันไปไว้ที่ถัง

3.3.3 การติดตั้งเตาเผาขยะ

การติดตั้งเตาเผาขยะถือว่าเป็นกระบวนที่สำคัญมาก สำหรับเตาเผาขยะที่ได้ออกแบบมาตั้งอยู่บนพื้นฐาน ขนส่งง่าย ติดตั้งสะดวกและไม่ซับซ้อนมากเกินไป โดยจะใช้เวลาในการติดตั้งประมาณ 30 นาที ขึ้นอยู่กับสถานที่ติดตั้ง หากเป็นสถานที่รถขนอุปกรณ์เข้าถึง ก็จะใช้เวลาน้อยกว่า เริ่มจากการปรับระดับพื้นให้เสมอกันด้วยปูนซีเมนต์ จากนั้นก็วางฐานรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ฐานจะต้องได้ระดับเพื่อให้เตาไม่เอียง และตามด้วยการประกอบตัวเตาซึ่งประกอบด้วยอิฐทนไฟ และถังสแตนเลสที่ทำเป็นรูปสี่เหลียม และเกิดการหมุนอยู่ด้านล่างของเตา ตะแกรงรองรับขยะและขี้เถ้า มีฝาปิดและปล่องควันอยู่ด้านบนซึ่งการติดตั้งจะประกอบด้วยทีมวิจัย และวิศวะกรผู้ออกแบบควบคุมการติดตั้งเพื่อให้เป็นแผนงานที่กำหนดไว้

3.3.4 พัฒนาเตาเผาขยะให้มีจุดเด่นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1. ไม่ใช้เชื้อเพลิง น้ำมัน แก๊สในการเผาไหม้
2. ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงในการจุดไฟ (ขยะชีวมวล) และการใช้งานไม่ซับซ้อน
3. อัตราการเผาไหม้ 1 ตัน ต่อ 3 ชั่วโมงและสามารถใช้งานตลอดได้ต่อเนื่อง
4. มีระบบป้อนกัน ปิด เปิดได้สะดวกต่อการใช้งานและสามารปล่อยขยะที่เผาล่วงลงมาด้านล่างได้ โดยไม่ต้องหยุดการเผาไหม้
5. ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานในการผลิต
6. ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
7. สามารถปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ได้

3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรผู้ออบแบบและประชุมประเมินความเหมาะสมและการใช้งานได้จริง โดยขอหนังสือรับรองผู้ออกแบบใบประกอบวิชาชีพ

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจความคิดเห็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากบุคลากรในมหาวิทยาลัย ตัวแทนองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้นำชุมชน ตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการสนทนาแลกเปลี่ยนรู้และมีการสัมภาษณ์ข้อมูลเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 3 คณะผู้วิจัยนำหนังสือเชิญวิศวกร เป็นที่ปรึกษาโครงการและเป็นผู้ออกแบบและพัฒนาเตาเผาขยะ ผู้เชี่ยวด้านสิ่งแวดล้อม และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดหาค่าสารมลพิษ หรือมลภาวะทาง

อากาศ เพื่อร่วมตรวจสอบความพร้อมและแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาขยะและจัดสัมมนาวิชาการเชิงปฏิบัติการณ์

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดพื้นที่ติดตั้งและทดลองการใช้ ดำเนินการเผาขยะในสองรูปแบบคือ 1. ทดลองเผาขยะแบบผสมผสาน ไม่ได้คัดแยกขยะ 2) เผาโดยวิธีการคัดแยกขยะ ซึ่งทั้งสองวิธีการ จะทดลองเผาไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 ขอหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น วิศวกรผู้ออกแบบ ผู้เชี่ยวด้านการวัดหาค่ามลพิษด้าน (ห้องแลปด้านวิทยาศาสตร์) ผู้เชียวชาญด้านสิ่งแวดล้อม นักวิชาการ รวมสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ และตรววัดปริมาณค่าเขมาควันจากปล่องเตาเผาขยะ

ขั้นตอนที่ 6 รวบรวมข้อมูลทั้ง 5 ขั้นตอน รับผลการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบ **“นวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”** เพื่อนำไปทดลองใช้จริงใน มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

จาการศึกษาตัวอย่างเตาเผาขยะที่ใช้พลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่นำเสนอมีทั้งที่ผลิตภายในประเทศ และต่างประเทศ เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการสร้างเตาเผาขยะที่ใช้พลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เน้นการใช้พลังงานธรรมชาติ (ขยะชีวมวล) เป็นพลังงาน และการนำใช้ประโยชน์ต่อสังคม

3.5 ขั้นทดสอบและประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะ

หลังจากพัฒนาเตาเผาขยะจนได้โมเดลต้นแบบ (Model) ก็มาถึงขั้นตอนการทดลองเผาขยะเพื่อประสิทธิภาพเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 5 ขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนทดและการใช้งานเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถเผาขยะได้ต่อเนื่อง 1 ตัน ต่อ 3 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการคัดแยกขยะก่อนใช้งาน ถ้าหากมีการคัดแยกขยะที่มีพิษ เช่น พลาสติก โฟม พีวีซี ขยะเปียกชื้นเศษอาหาร ขยะติดเชื้อ ใส่ลงในช่องป้อนขยะหมายเลข 1 ส่วนขยะทั่วไปที่ติดไฟง่าย เช่น เศษไม้ กิ่งไม้ใบไม้ หญ้า ชีวมวลต่างๆ ให้นำเข้าช่องป้อนขยะหมายเลข 2

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมขยะ ไว้ในเตาหมายเลข 2 ซึ่งเป็นเตาระบบปิด ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาขยะแห้ง หรือ (ขยะชีวมวล) ฉะนั้นการจัดเตรียมขยะแห้ง พวกเศษไม้ กิ่งไม้ ใบไม้แห้งหรืออื่น ๆ ที่ติดไฟไว้ให้พร้อมไว้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ จำเป็นต้องมีขยะแห้งใช้เป็นจุดกำเนิดความร้อน

ขั้นตอนที่ 3 การจุดเตา จะทำการจุดไฟในเตาหมาย 2 มีขยะแห้งบรรจุเป็นเชื้อเพลิง เริ่มจากขยะที่ติดไฟง่ายหรือใช้เชื้อเพลิงเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย เมื่อไฟเริ่มติด จึงค่อย ๆ เติมขยะที่จะเผาลงในช่องป้อนขยะหมายเลข 3 ต่อเนื่องจนกว่าขยะจะถูกเผาไหม้หมด

ขั้นตอนที่ 4 คัดแยกขยะก่อนเผาเพื่อทำเป็นปุ๋ย การคัดแยกขยะมูลฝอยหรือขยะพวกเศษอาหาร เศษผัดสด พวกเปลือกผลไม้ เศษเนื้อที่เหลือจากประกอบอาหารแล้วบรรจุลงในช่องหมายเลข 2 ก็จะได้ขยะมีลักษณะเป็นก้อนสีดำสามารถนำไปบดทำเป็นปุ๋ยชีวภาพใส่ต้นไม้หรือปลูกผักได้

ขั้นตอนที่ 4 คัดแยกขยะพวกพลาสติก ถุงพลาสติก กล่องโฟม แก้วกาแฟ และหลอดพลาสติกต่าง ๆ ลงในช่องหมาย 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อกลั่นหรือควบแน่นเป็นน้ำมัน ดังรูปภาพ 3.1

6. ปล่องระบายความร้อน
5. ช่องระบายอากาศหรือช่องไหลเวียนอ๊อกซิเจน
4. ที่บรรจุขวดพลาสติก ขวดน้ำ กล่องโฟมและแก้วกาแฟ หลอดกาแฟ
   4.1 กลั่นเป็นน้ำมันดีเซล
   4.2 ทำน้ำส้มควันไม้
3. ที่บรรจุขยะมูลฝอยต่าง ๆ
2. ที่บรรจุขยะแห้งหรือที่สร้างพลังงานความร้อน
1. ถาดรองขยะที่เผาแล้ว

ภาพที่ 3.2 แสดงหมายเลขระบบของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล
ที่มา : คณะผู้วิจัย

3.6 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง/ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ/การทดเผาขยะ

ประชากรศึกษาเป็นกลุ่มผู้บริหาร คณาจารย์ ตัวแทนจากหน่วยงานภาครัฐ กรมควบคุมมลพิษ กรมอนามัย ตัวแทนผู้ราชการกรุงเทพมหานคร วิศวกรร ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดหาค่ามลพิษ และตัวแทนชุมชน อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ โดยกำหนดเกณฑ์ คือ เป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในประเด็นที่ศึกษา และเป็นผู้ที่ยินดีจะให้ข้อมูลเชิงลึกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามบริบทของพื้นที่ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สัมภาษณ์ 19 รูป/คน

1	ผู้บริหาร คณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย	จำนวน	7 รูป/คน
2	นักวิชาการอิสระ	จำนวน	3 คน
3	ตัวแทนจากกรมควบคุมมลพิษ	จำนวน	1 คน
4	ตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม (กรมอนามัย)	จำนวน	1 คน
5	ตัวแทนจากสมาคมด้านสิ่งแวดล้อม	จำนวน	1 คน
6	ผู้เชี่ยวชาญการวัดค่ามลพิษทางอากาศ PM 2.5	จำนวน	3 คน
3	ตัวแทนจากชุมชน ตำบลลำตาเสา	จำนวน	5 คน
		รวม	**21 รูป/คน**

กลุ่มที่ 2 สัมมนาเชิงปฏิบัติการ จำนวน 13 รูป/คน

1	ผู้บริหาร คณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย	จำนวน	2 รูป/คน
2	ตัวแทนจากกรมควบคุมมลพิษ	จำนวน	1 คน
3	รองปลัดกรุงเทพมหานคร (รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม)	จำนวน	1 คน
4	อดีตปลัดกระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	จำนวน	1 คน
5	ผู้เชี่ยวชาญการวัดค่ามลพิษทางอากาศ PM 2.5	จำนวน	2 คน
6	วิศวกรผู้ควบคุมการออกแบบและพัฒนาเตาเผาขยะ	จำนวน	2 คน
		รวม	**9 รูป/คน**

กลุ่มที่ 3 การทดลองเผาเผาขยะ (ชั่งน้ำหนัก)

	น้ำหนักขยะ	**ประเภทขยะ**	**เวลาการเผาไหม้**	**ผลที่คาดว่าจะได้**
2	50 กิโลกรม	ไม่มีการคัดแยกขยะ	35-45 นาที	กลายเป็นขี้เถ่า
3	50 กิโลกรม	คัดแยกขยะ เศษอาหาร เศษผักสด เปลือกผมไม้ กิ่งไม้	35-45 นาที	-ได้ถ่าน -น้ำส้มควันไม้ -ปุ๋ยจากเศษอาหารหรืออื่น ๆ
4	100 กิโลกกรม	พวกพลาสติก (ช่องพิเศษ)	1 ชั่วโมง	น้ำมันเบนซิน
5	1 ตัน	เผารวมไม่ต้องคัดแยก	3 ชั่วโมง	เศษขยะ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.7 เครื่องมือการวิจัย

การดำเนินการตามโครงการวิจัยดังกล่าว เน้นการศึกษาการมีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบสำรวจความคิดเห็น แบบสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 KG เครื่องวัดอุณภูมิ (Thermocouple) สูงสุดได้ 1600°C เครื่องวัดความเร็วของอากาศ เครื่องตรวจวัดมลพิษทางอากาศ PM.25 และการประชุมเชิงปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังนี้

3.7.1 ชุดเครื่องมือวิจัย

1. แบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยว “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

2. แบบการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) ใช้แบบการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการใช้แบบฟอร์มที่มีการเตรียมการ มีแผนการสัมภาษณ์และการบริหารการสัมภาษณ์จัดเตรียมไว้การล่วงหน้า ลักษณะการดำเนินงานที่เป็นทางการและผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และถามคำถามก่อนหลังเรียงตามลำดับเหมือนกันผู้สัมภาษณ์จะอ่านคำถามตามลำดับในแบบสัมภาษณ์โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญประกอบด้วย ชื่อ ฉายา/นามสกุล ที่อยู่ ตำแหน่ง สังกัด และเบอร์โทร

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับ“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”1) รูปแบบการจัดการด้วยเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 2) พัฒนารูปแบบการจัดการขยะด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ 3) การควบคุมมลสารพิษชนิดต่าง ๆ จากการเผาขยะ

3. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 KG ถือเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น จะมีการชั่งน้ำหนักของขยะมูลฝอยที่ไม่ใช้ประโยชน์ โดยมีน้ำหนัก 60 KG ก่อบบรรจุลงในช่องขยะมูลฝอย

4. เครื่องวัดอุณภูมิ (Thermocouple) สูงสุดได้ 1600°C ในขยะที่เผาขยะเพื่อควบคุมความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 1600°C เพื่อควบคุมและลดมลภาวะทางอากาศ

5. เครื่องวัดความเร็วของอากาศ เครื่องมือวัดความเร็วลม เนื่องจากเตาเผาขยะตั้งในพื้นที่โลง ไม่มีโรงเรือน จึงจำเป็นต้องมีเครื่องวัดความเร็วของอากาศ เพื่อตรวจสอบสภาวะการไหลของลมหรือตรวจสอบสภาพอากาศ

6. ตรวจวัดค่ามลพิษทางอากาศ โดยบริษัท ยูเออี-อิเดะอะ แอดวานซ์ แอนนาไลติคอล จำกัด ตรวจสอบวิเคราะห์ชั้นสูงสำหรับไดออกซิน และฟิวแรน ด้วยเครื่อง Gas Chromatoraaphy High Resolution Mass Spectrometry ซอยอุดมสุข 41 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทฯ : จะเป็นตัวแทนตรวจวัดมลพิษทางอากาศ

7. แบบสัมมนาเชิงปฏิบัติการ จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลสำคัญในภาพรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ“นวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการจัดการขยะในรูปแบบใหม่ซึ่งกระจายอยู่ในสถานที่ต่างๆ ทั่วประเทศ เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการบริหารจัดการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสร้างความตระหนักรู้เท่าทันปัญหา และสารพิษชนิดต่าง ๆ จากขยะที่เหลือใช้จากบ้านเรือน เพื่อพัฒนารูปแบบเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสามารถควบคุมมลพิษได้ และผลักดันให้ภาครัฐขับเคลื่อนเป็นนโยบายควบคุมการสร้างเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในวัด ชุมชนเมืองของประเทศไทย โดยการเชื่อมโยงนำเทคโนโลยีสมัยเข้ามาใช้ ส่งเสริมการขับเคลื่อนกิจกรรมการจัดการขยะสู่สถานศึกษา

3.7.2 ขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. การกำหนดเนื้อหาเพื่อสร้างเครื่องมือวิจัย และตรวจสอบเครื่องมือวิจัยสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยจากศึกษาข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ตรวจสอบเนื้อหาเกี่ยวกับแบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยว “พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

3. แบบการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ที่มีโครงสร้างการสัมภาษณ์ แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับ“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”1) รูปแบบการจัดการด้วยเตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 2) พัฒนารูปแบบการจัดการขยะด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ 3) การควบคุมมลสารพิษชนิดต่าง ๆ จากการเผาขยะ

4. คำถามเกี่ยวกับนำเครื่องวัดอุณภูมิมาวัดระดับความร้อนและความควบคุมความร้อนให้ได้ไม่ต่ำกว่า 1600°C (บริษัท ยูเออี-อิเดะอะ แอดวานซ์ แอนนาไลติคอล จำกัด)

5. เครื่องวัดความเร็วของอากาศ เพื่อตรวจสอบสภาวะการไหลของลมหรือตรวจสอบสภาพอากาศ (บริษัท ยูเออี-อิเดะอะ แอดวานซ์ แอนนาไลติคอล จำกัด)

6. แบบประชุมเชิงปฏิบัติการ จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลสำคัญในภาพรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ“นวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการจัดการขยะในรูปแบบใหม่ซึ่งกระจายอยู่ในสถานที่ต่างๆ ทั่วประเทศ

7. ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยว 5 ท่าน และจัดทำเครื่องมือการวิจัยฉบับสมบูรณ์

3.8. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล/การดำเนินการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลและแนวปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

3.8.1 คัดแยกจากกองมูลฝอยภายหลังที่รถเก็บขยะมูลฝอยนำมาเทรวมกัน แลวนำมาชั่งและ บันทึกน้ำหนักของขยะมูลฝอยแตละประเภท เพื่อหาปริมาณ และองคประกอบของขยะมูลฝอยและขยะทั่วไป

3.8.2 บันทึกอุณหภูมิในชวงเวลาที่เผาทุก ๆ 2 นาที เพื่อดูค่าความร้อนในแตละชวงของการเผาไหม้ และชวงค่าความรอนสูง เพื่อที่จะเติมขยะ

3.8.3. บันทึกเวลาของการเผาไหม้ขยะมูลฝอยและขยะทั่วไป เพื่อทราบอัตราเผาของแตละอัตราสวน

3.8.4. บันทึกการอ่านค่าของเครื่องมือวัดปริมาณอากาศที่ใชสำหรับเผาไหม้

3.8.5. บันทึกปริมาณของขี้เถาหลังการเผาเสร็จในแตละอัตราสวน

3.8.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิเชิงเอกสาร โดยการค้นคว้าจากหนังสือ ตำรา วารสาร บทความวิชาการ รายงานการวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี เพื่อนำมาออกแบบและกำหนดทิศทางการดำเนินงานในภาพรวมของโครงการวิจัย และเป็นการค้นคว้าเชิงเอกสารเกี่ยวกับประเด็น เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อการออกแบบ และยืนยันข้อมูลจากภาคสนามในการตีความซึ่งเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างแม่นยำ

3.8.7 การเก็บข้อมูลจากการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัย และคณะ จะเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยการเชิญผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด โดยมีจุดประสงค์ที่จะศึกษา “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีผู้ช่วยผู้วิจัย ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องบันทึกเสียง การบันทึกคำสำคัญ ถ่ายภาพ ถ่ายวีดีโอ ก่อนดำเนินการ ก็จะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมการประชุมทราบว่าข้อมูลที่ได้จากการประชุมในวันนี้ จะไม่ส่งผลกระทบใด ๆ แก่ผู้เข้าร่วมประชุมในครั้งนี้

3. การสัมภาษณ์เชิงลึก มีขั้นตอนการดำเนินการในขั้นตอนนี้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นสืบเนื่องจากผลการประชุมก่อนคัดเลือกตัวแทน ซึ่งได้คัดเลือกตัวแทนในแต่ละกลุ่มขึ้นมาทำหน้าที่แกนนำในการขับเคลื่อนประเด็นที่ศึกษา หรือกิจกรรม จะเป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญไปพร้อม ๆ กัน โดยการคัดเลือกตัวแทนแต่ละกลุ่ม

คณะผู้วิจัยจะออกหนังสือ หรือบันทึก และแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง พร้อมหนังสือยินยอมการให้สัมภาษณ์ โดยมีคำชี้แจงรายละเอียดทุกขั้นตอน ก่อนที่จะดำเนินการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลภาคสนามเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับการวิจัย “การพัฒนานวัตกรรมพุทธ

วิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”ผ่านการสัมภาษณ์หรือกิจกรรม เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อกำหนดประเด็นสำคัญก่อนลงสู่ภาคปฏิบัติจริง

4. การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ หรือสนทนากลุ่มเฉพาะ เป็นขั้นตอนการดำเนินการ จะจัดขึ้นหลังจากที่โครงการได้ดำเนินการมาแล้วระยะหนึ่ง โดยการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ผู้บริหาร คณาจารย์ ผู้แทนหน่วยงานภาครัฐ ผู้แทนจากสถาบันการศึกษา ประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อทำหน้าที่ยืนยันข้อมูลจากการวิจัยภาคสนาม และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ในประเด็นที่ศึกษา

การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นรอบ ๆ ละ 10 นาที ต่อหนึ่งท่าน เรียงตามประเด็นจนครบทุกประเด็นคำถาม หรืออาจจะเสนอเพิ่มเติมได้ จนกว่าข้อมูลจะอิ่มตัว และได้ข้อสรุป และขั้นตอนสุดท้ายเปิดโอกาสให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้แสดงความเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่เห็นว่าเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย หลังจากนั้น ผู้ดำเนินการสัมมนา สรุปทีละประเด็นต่อที่ประชุม เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลต่อไป

นอกจากนี้ การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ หรือสนทนากลุ่มเฉพาะ คณะผู้วิจัยขออนุญาตผู้ให้ข้อมูลสำคัญเพื่อบันทึกข้อมูลก่อนที่จะดำเนินการบันทึกเสียง จดบันทึกข้อมูล บันทึกวีดีโอและถ่ายภาพระหว่างการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเป็นหลักฐานประกอบรายงานการวิจัย

3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล (data) ข้อเท็จจริงหรือรายละเอียดข้อความเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะนำมาเป็นหลักฐานในการหาค้นหาข้อยุติ ซึ่งเป็นคำตอบต่อสิ่งที่กำลังศึกษา ค้นคว้า ผู้วิจัยและคณะ ได้จำแนกข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ประเภทของข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดตามประเด็นที่ศึกษา ดังนี้

1. ประเภทของข้อมูล แบ่งข้อมูลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) เป็นรายละเอียดหรือข้อเท็จจริงที่มีลักษณะเป็นความคิดเห็น ความเชื่อ คุณค่า วิสัยทัศน์ พฤติกรรม วิถีชีวิต ปฏิสัมพันธ์ โครงสร้างทางสังคม แนวคิดเกี่ยวกับ“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”กระบวนการพัฒนาและทดลองใช้เตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและผลของการทดลองการรับรู้ข้อมูล อารมณ์ ความรู้สึกเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อความหรือเป็นการพรรณนา (Descriptive) เชิงวิเคราะห์

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพปฐมภูมิ (primary qualitative data) คือ ข้อมูลที่มาจากการสังเกตการสัมภาษณ์ หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ข้อมูลเชิงคุณภาพทุติยภูมิ (secondary qualitative data) คือ ข้อมูลที่เป็นตัวเลขหรือข้อความ (text) ที่อยู่ในสิ่งบันทึกต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร วรรณกรรม บันทึกการ

ประชุม ภาพ เสียง เป็นต้น และการแยกประเภทของข้อมูลตามประเด็น หรือตามหมวดหมู่ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งจะได้ดำเนินการในแต่ละประเด็นต่อไป

1.4 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 KG ถือเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น จะมีการชั่งน้ำหนักของขยะมูลฝอยที่ไม่ใช้ประโยชน์ โดยมีน้ำหนัก 60 KG ก่อบบรรจุลงในช่องขยะมูลฝอย

4. เครื่องวัดอุณภูมิ (Thermocouple) สูงสุดได้ 1600°C ในขยะที่เผาขยะเพื่อควบคุมความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 1600°C เพื่อควบคุมและลดมลภาวะทางอากาศ

5. เครื่องวัดความเร็วของอากาศ เครื่องมือวัดความเร็วลม เนื่องจากเตาเผาขยะตั้งในพื้นที่โลง ไม่มีโรงเรือน จึงจำเป็นต้องมีเครื่องวัดความเร็วของอากาศ เพื่อตรวจสอบสภาวะการไหลของลมหรือตรวจสอบสภาพอากาศ

6. ประสิทธิภาพของระบบเผาไหม้ จากเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

6. ตรวจวัดค่ามลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศ PM 2.5

2. การตรวจสอบข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัย และคณะ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาแล้วก่อนที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ การตีความและสรุปประเด็นสำคัญ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนและน่าเชื่อถือ มีกระบวนการตรวจสอบ เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มีคุณภาพน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดและมีความครบถ้วน สมบูรณ์หรือไม่ โดยมีกระบวนการตรวจสอบ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเป็นกระบวนการเตรียมตอบคำถามเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อมูล มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1) มีการบันทึกรายละเอียด และการพรรณนา การนำเสนอให้เห็นภาพหรือกระบวนการต่าง ๆ เป็นการบันทึกภาคสนามในส่วนที่เป็นการบันทึกการพรรณนาหรือบันทึกการบรรยาย ผู้วิจัยและคณะ ได้มอบหมายให้ผู้ช่วยนักวิจัยบันทึกรายละเอียด หรือบันทึกการบรรยาย จะได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอ สร้างความน่าเชื่อถือทางวิชาการ

ส่วนข้อมูลที่ปรากฏในการบันทึกภาคสนามหรือบันทึกพรรณนา เป็นข้อมูลในส่วนที่เกิดขึ้นจริงจากภาคสนามจากการสังเกตหรือสัมภาษณ์พูดคุยกับผู้ให้ข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลในส่วนที่ยังมิได้มีการปรับปรุง หรือใส่ความคิดเห็นของผู้วิจัยและคณะลงเพิ่มเติม ดังนั้น ผู้วิจัยและคณะจึงจำเป็นต้องทำการบันทึกข้อมูล การบันทึกการพรรณนา หรือการบันทึกการบรรยาย โดยละเอียดทุกครั้งภายหลังจากเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง

2) มอบหมายให้บุคคลที่อยู่ในสนามวิจัยอ่านข้อมูลเพื่อตรวจสอบรับรองความถูกต้อง เพื่อให้บุคคลที่อยู่ภาคสนาม ได้รับรู้ปรากฏการณ์ที่ศึกษาช่วยบันทึกข้อมูล ในส่วนที่เป็นการบันทึกทบทวนหรือการวิเคราะห์ ตีความเบื้องต้น หรือแม้กระทั่งการวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายที่นักวิจัยได้บันทึก

และวิเคราะห์ไว้นั้นตรงกับสภาพการณ์ความเป็นจริงมากน้อยแค่ไหน หากได้รับการยอมรับและยืนยันว่าถูกต้องตรงตามความเป็นจริงก็เป็นการสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลในเบื้องต้น ที่ได้ศึกษามา

3) ใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) เป็นอีกหนึ่งวิธีการตรวจสอบสามเส้าเป็นวิธีการสำคัญในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล ในทางสังคมศาสตร์ เป็นการเปรียบเทียบข้อค้นพบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยการตรวจสอบแบบสามเส้ามาเป็นแนวทางสำหรับการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือสิ่งที่ค้น มีการตรวจสอบ 6 ด้าน ดังนี้

(1) การตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data triangulation) เป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยและคณะ ได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ จะเน้นการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาเหมือนกันหรือไม่ หรือมีความแตกต่างกัน ถ้าหากข้อมูลที่ได้เหมือนกันเหมือนกัน แสดงว่าข้อมูลที่ได้มามีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลจากการสังเกตกับการสัมภาษณ์ ตรวจสอบความแม่นยำของคำพูดในเรื่องเดียวกันแต่แตกต่างด้านสถานที่ และเวลา หรือเปรียบเทียบมุมมองของผู้ที่เกี่ยวข้องด้านต่าง ๆ ของปรากฏการณ์ที่ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลของปรากฏการณ์เดียวกันที่มาจากแต่ละระยะเวลา เปรียบเทียบข้อมูลเรื่องเดียวกันที่มาจากผู้ให้ข้อมูลหลาย ๆ คน ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นต้น

(2) การตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิจัยหรือผู้เก็บข้อมูล (Investigator triangulation) เป็นการตรวจสอบจากผู้วิจัยหรือผู้เก็บข้อมูลต่างคนกันว่าได้ข้อค้นพบที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ถ้าหากผู้วิจัยหรือผู้เก็บข้อมูลทุกคนพบว่าข้อค้นพบที่ได้มามีข้อความเหมือนกัน แสดงว่าข้อมูลที่ได้มามีความถูกต้อง

(3) การตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิเคราะห์ข้อมูล (Analyst triangulation) ผู้วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาจากภาคสนามตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป ต่างคนต่างวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้ข้อค้นพบนำมาเปรียบเทียบกัน

(4) การตรวจสอบสามเส้าโดยการทบทวนข้อมูล (Review triangulation)การให้บุคคลต่างๆ ที่ไม่ใช่คณะผู้วิจัย มีส่วนร่วมในการทบทวนข้อค้นพบจากการวิเคราะห์ ผลการตรวจสอบสามเส้าโดยวิธีนี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นทั้งด้านความแม่นยำ ความสมบูรณ์ ความเป็นธรรม และความน่าเชื่อถือในการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งทำให้เกิดความคิดหรือการตีความใหม่ๆ เพิ่มเติม

(5) การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Method triangulation) โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้มาจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลายวิธีการที่แตกต่างกัน แล้วนำมาพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้สอดคล้องกันหรือไม่ เช่น การนำข้อมูลประเด็นเดียวกัน ซึ่งเก็บโดยวิธีสนทนากลุ่มมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสังเกตหรือการเปรียบเทียบข้อมูลที่เก็บจากวิธีการเชิงปริมาณกับวิธีการเชิงคุณภาพ เพื่อดูลักษณะและความสอดคล้องของข้อมูล

(6) การตรวจสอบสามเส้าด้านทฤษฎี (Theory triangulation) โดยการใช้มุมมองของทฤษฎีที่แตกต่างกัน มาพิจารณาตีความข้อมูลชุดเดียวกัน ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ อาจใช้ทฤษฎีที่ต่างกันเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้เกิดความเข้าใจข้อสันนิษฐาน (Assumption) และหลักทฤษฎีที่ใช้อ้างอิงว่ามีอิทธิพลต่อข้อค้นพบ (Finding) และการตีความ (interpretation) ของงานวิจัยหรือไม่

2.2 การตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลเป็นขั้นตอนที่คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคนิควิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะบางครั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจมีข้อจำกัด ไม่ได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดด้านข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลบางส่วนยังขาดหายไป ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ ในขั้นตอนนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลเสียก่อน รวมทั้งข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูล และข้อมูลที่เป็นรายละเอียดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตและการสัมภาษณ์เป็นส่วนใหญ่ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์ อาจเป็นข้อมูลแฝงไปด้วยความคิดเห็นส่วนตัว ค่านิยมความเชื่อ หรือเจตคติของผู้ให้สัมภาษณ์ บางครั้งอาจไม่ตรงกับความเป็นจริงก็ได้หรือคำตอบที่ได้จากพฤติกรรมผู้ตอบอาจเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์หรือบริบทสังคมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงควรตรวจสอบข้อมูลเหล่านี้ โดยการใช้หลักการเชื่อมโยงหรือตรวจสอบกับข้อมูลอื่นๆ และวิธีการต่างๆ จึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายเกิดขึ้น

2. ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับบอกเล่าเหตุการณ์ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์หรือการพูดคุยกับผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบอกเล่าเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น อาจจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงด้วยเวลา หรือการเปลี่ยนทางสังคมอาจจะไม่ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน เกิดจากการที่ผู้เล่าเรื่องราวมิได้ประสบเหตุการณ์ด้วยตนเองในลักษณะที่ว่า “คิดว่า” น่าจะเป็นเช่นนั้น ซึ่งเป็นการเล่าจาก “ความคิด” มากกว่า “ความเป็นจริง” หรือเป็นการเล่าเหตุการณ์ที่ผู้เล่าจงใจเล่าให้เกิดความผิดพลาดจากความเป็นจริงตามที่ตนเองต้องการให้เป็นไป เพื่อหวังประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจากความผิดพลาดของความคลาดเคลื่อนด้านข้อมูลหรือเกี่ยวกับคำบอกเล่าเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมา อาจเกิดขึ้นตามสาเหตุดังกล่าว สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูลด้วยวิธีการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบโดยผู้วิจัยตั้งคำถามกับตัวเองว่า “เรื่องที่ได้รับฟังจากผู้เล่านั้น” มีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงไรโดยการตั้งข้อสงสัยเพื่อนำข้อมูลไปตรวจสอบเรื่องราวเหตุการณ์ที่มีลักษณะสุดโต่งหรือเป็นเรื่องที่แปลก ไม่สามารถทำความเข้าใจได้

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบโดยการพิจารณาจากผู้ให้ข้อมูลว่าเป็นบุคคลที่มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด หรือเป็นบุคคลพยายามแสดงบทบาทให้ตนเป็นบุคคที่สำคัญ ถ้าหากบุคคลดังกล่าวมีลักษณะเช่นนี้ก็ควรตั้งข้อสมมุติฐานไว้ก่อนเกี่ยวกับเรื่องราวที่ได้รับฟัง เพื่อจะได้หาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบอคติของผู้เล่าโดยพิจารณาว่าผู้เล่านั้นมีอคติส่วนตัวหรือโน้มเอียงไปในทิศทางใด ถ้ามีลักษณะเช่นนี้ ก็ควรตรวจสอบข้อมูลจากฝ่ายหนึ่งที่วางตัวเป็นกลางแล้วนำข้อมูลที่ได้รับจากบุคคลกลุ่มต่างๆ มาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างในแง่มุมใดบ้างจากเรื่องราวเหตุการณ์ที่ได้รับฟังมา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการคิด วิเคราะห์ตรวจสอบอคติของผู้เล่า

ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าว จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ ครบถ้วนและถูกต้อง น่าเชื่อถือและยังสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์ตามขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ควรตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูล ก่อนจะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) วิเคราะห์ข้อมูลเป็นกระบวนการทำงานที่ต่อเนื่อง ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่ผู้วิจัยและคณะ เริ่มต้นเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วก็จะเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การจัดระเบียบข้อมูล 2) การทำดัชนีหรือกำหนดรหัสข้อมูล 3) การกำจัดข้อมูลหรือสร้างข้อ และสรุปชั่วคราว 4) การสร้างบทสรุป และ 5) การพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ จะมี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดระเบียบข้อมูล โดยการทำให้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาอยู่ในลักษณะง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์เมื่อนักวิจัยอยู่ในภาคสนามและได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาได้ระยะเวลาหนึ่งจะได้ข้อมูลเพียงพอ จึงควรเริ่มทำการจัดระเบียบข้อมูลตามระบบหรือตามเกณฑ์ประเภทของข้อมูลที่ได้รับมา

ขั้นตอนที่ 2 การทำดัชนีหรือกำหนดรหัสข้อมูล (Coding) เป็นการจัดระเบียบทางเนื้อหาซึ่งต่างจากการจัดระเบียบข้อมูลในขั้นตอนที่ 1ที่เป็นการจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ที่เก็บรวบรวมมาหรือเรียกว่าการจัดระเบียบข้อมูลทางกายภาพ แต่การทำดัชนีข้อมูลหรือกำหนดรหัสข้อมูล เป็นการจัดข้อมูลโดยการใช้คำหลักอาจมีลักษณะเป็นวลีที่บันทึกไว้ในบันทึกภาคสนาม ส่วนที่เป็นการบันทึกพรรณนาเพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลในการบันทึกพรรณนาส่วนนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร คำหลัก (วลีหรือข้อความ) ที่กำหนดขึ้นนั้นจะมีลักษณะเป็นมโนทัศน์ (concept) ซึ่งมีความหมายแทนข้อมูลบันทึกละเอียดส่วนนั้น

ขั้นตอนที่ 3 การกำจัดข้อมูลหรือสร้างข้อสรุปชั่วคราวถือว่าเป็นการสรุปเชื่อมโยงดัชนีคำหลักเข้าด้วยกันภายหลังจากผ่านกระบวนการทำดัชนีหรือกำหนดรหัสข้อมูลแล้ว จะเขียนเป็นประโยคข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำหลัก และจากการเชื่อมโยงดัชนีคำหลักทำให้ข้อมูลใน

ส่วนที่เป็นบันทึกละเอียดที่มีอยู่จำนวนมากนั้น จะถูกลดทอนหรือตัดทิ้งไปจนกระทั่งเหลือเฉพาะประเด็นหลักๆ ที่นำมาผูกโยงกันเท่านั้น ซึ่งทำให้ข้อมูลมีความกระชับชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างบทสรุปโดยการเขียนเชื่อมโยงข้อสรุปชั่วคราวที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันแล้วเข้าด้วยกันจะเชื่อมโยงตามลำดับข้อสรุปแต่ละข้อสรุป และการเชื่อมโยงแต่ละครั้งนั้น จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สรุปว่าข้อมูลชุดใดสัมพันธ์กับข้อมูลชุดใดและสัมพันธ์ในลักษณะเรียกว่าเป็นการเชื่อมโยงจัดลำดับจนกระทั่งผลสุดท้ายจะได้บทสรุปใหญ่ที่มีความสัมพันธ์ครอบคลุมข้อสรุปและบทสรุปย่อยๆ ในรูปของข้อความเชิงอธิบายที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูงกว่าข้อสรุปและบทสรุปย่อย ข้อความที่กล่าวนี้สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือข้อเท็จจริงได้อย่างรอบด้าน

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากที่ผู้วิจัยได้สร้างบทสรุปแล้ว เป็นการพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ หลังจากที่ได้ชุดความรู้แล้ว และเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือจึงย้อนกลับไปศึกษาข้อมูลที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม เพื่อพิสูจน์ว่าบทสรุปนั้นสอดคล้องกันหรือไม่ และดำเนินการอย่างรอบคอบหรือไม่และข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มานั้นเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือหรือไม่ ซึ่งความน่าเชื่อถือของบทสรุปจากการการวิเคราะห์ข้อมูลว่าข้อมูลที่เก็บได้มาจากแหล่งบุคคลที่เป็นตัวแทนของกลุ่มบุคคลส่วนใหญ่หรือไม่ หรือว่าได้มาจากบุคคลเพียงคนเดียว คณะผู้วิจัยต้องได้รับความไว้วางใจหรือความน่าเชื่อถือจากผู้ให้ข้อมูลมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์น้ำหนักของขยะด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 KG หาน้ำหนักของขยะและความเชื้อนของขยะเปือกหรือขยะมูลฝอย ก่อบบรรจุลงในช่องขยะมูลฝอย

ขั้นตอนที่ 7 วิเคราะห์ความร้อนจากเครื่องวัดอุณภูมิ (Thermocouple) ต้องได้ความร้อนสูงสุดได้ 1600°C ในขยะที่เผาขยะเพื่อควบคุมความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 1600°C เพื่อควบคุมและลดมลภาวะทางอากาศและ PM. 2.5

ขั้นตอนที่ 8 วิเคราะห์เร็วหรือทิศทางลมด้วยเครื่องวัดความเร็วของอากาศ เครื่องมือวัดความเร็วลม เพื่อตรวจสอบสภาวะการไหลของลมหรือตรวจสอบสภาพอากาศ

ขั้นตอนที่ 9 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบเผาไหม้ ด้วยการทดสอลการเผาขยะจริงโดยการทดสอบเผาจริง จำนวน 3 เพื่อเก็บข้อมูลจุดด้อยที่ต้องปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 10 วิเคราะห์การตรวจวัดค่ามลพิษทางอากาศ และ PM 2.5 ซึ่งเป็นมลพิษจากการเผาขยะในที่โล่งแจ้ง

ขั้นตอนที่ 10 วิเคราะห์จากการทดลองเผาขยะ โดยเผาขยะครั้งที่ 1 โดยเผาขยะแบบผสมผสาน ไม่ได้คัดแยกขยะ และครั้งที่ 2 เผาขยะในห้องเผาไหม้เหมือนกัน เพียงแค่มีการขัดแยกขยะก่อนเผาไหม้

4.วิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมี

การศึกษาข้อมูลในส่วนของเขม่าควัน และมลภาวะทางอากาศจากการเผาขยะ โดยใช้ขยะชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงใช้ริงเกิลมานน์เป็นตัววัด เพื่อหาความหาค่าระดับความเข้มของเม่าควัน และมลภาวะทางอากาศ ดังนี้

1. ตรวจวิเคราะห์และประเมินด้วยโปรแกรมทางสถิติ เพื่อตรวจสอบค่าปริมาณและการปล่อยสารพิษ และมลภาวะทางสู่อากาศ ชุมชน และสิ่งแวดล้อมว่ามีปราณเท่าใด เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

2. ตรวจวิเคราะห์ธาตุ องค์ประกอบทางเคมี และโครงสร้างของพันธเคมีด้วยเทคนิค Atomic absorption spectroscopy (AA), Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), Proton induced X-ray emission spectroscopy (PIXE), X-ray fluorescence (XRF), X-ray powder diffraction (XRD), Scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS) และ Infrared spectroscopy (IR)

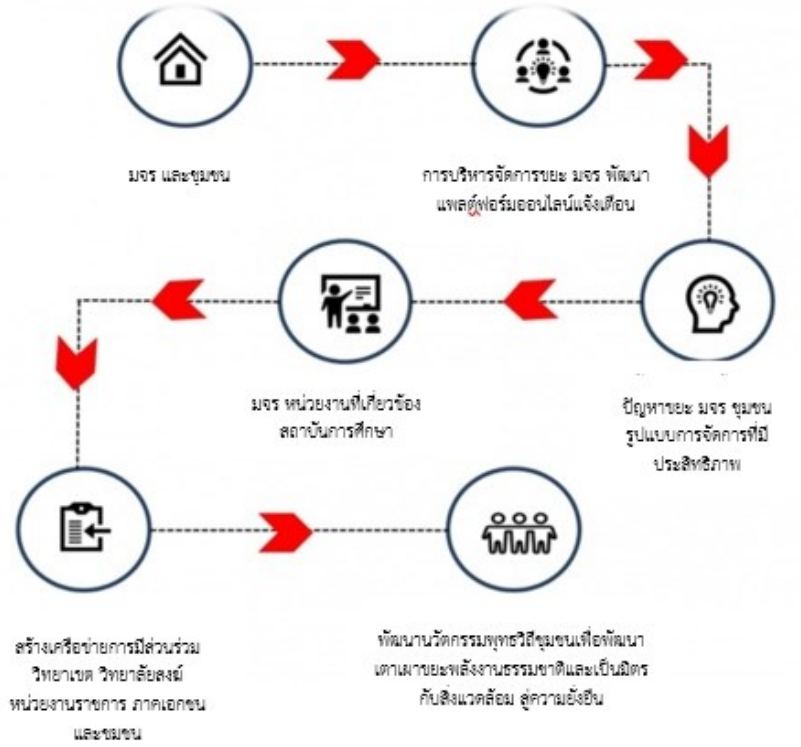
วิธีการตรวจสอบผลข้อมูลว่าข้อมูลที่ได้มา อาจจะเกิดขึ้นจากแนวคิดของผู้วิจัยเองหรือไม่ และการประเมินคุณภาพของข้อมูล ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีง่ายๆ โดยการตั้งคำถามกับตนเองเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูลที่เก็บรวบรวมและนำมาวิเคราะห์ว่าจัดเป็นข้อมูลอยู่ในกลุ่มใด ระหว่างข้อมูลที่ดีมีคุณภาพกับข้อมูลที่ไม่ดี ไม่มีคุณภาพและไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งการตรวจสอบข้อมูลนั้น เป็นการสร้างน่าเชื่อถือของคณะผู้วิจัยตลอดถึงผลการวิจัยด้วย สามารถสรุปเป็นแผนภาพการทำงานดังนี้

1. Plan (การวางแผน) ใช้ข้อมูลจากมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และพื้นที่ขยายเครือข่ายได้แก่ วิทยาเขตวิทยาลัยสงฆ์ นอกจากนี้ยังขายสู่สถาบันการศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นหลัก

2. Do (การดำเนินงาน) มหาวิทยาลัย ชุมชน หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม

3. Check (การประเมินผล) ประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะจากวิศวกร ประเมินประสิทธิผลจากการทดลองใช้ 3 วัน และใช้เวทีเสวนา ผู้บริหาร คณาจารย์ กรมควบคุมมลพิษ กรมอนามัยและตัวแทนจากผู้ว่ากรุงเทพมหานคร ชุมชนพื้นที่ทดลอง และสรุปปัญหาร่วมกันเพื่อปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเขาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3. Act (การปรับปรุง) นำข้อมูลจากประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะจากวิศวกรผู้ออกแบบ ประเมินประสิทธิผลจากผู้ใช้งานจริง โดยมีกระบวนการจดบันทึกระบบการทำงานของเตาเผาขยะว่าสามารถได้จริง และมหาวิทยาลัย และชุมชนพื้นที่ทดลองมาปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องร่วมกัน โดยดำเนินการตรวจสอบตามแผนผัง 3.3



ภาพที่ 3.3 แผนการดำเนินการตรวจสอบผลข้อมูลว่าและการขยายผลสู่ชุมชน

ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2564

เพื่อแสวงหาแนวทางแก้ไขและเพื่อวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค จะนำไปสู่กระบวนการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเป้าหมายทดลองงานวิจัย

3.10 การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

การนำเสนอข้อมูล คณะผู้วิจัยได้นำเสนอในลักษณะการพรรณนาความ (Descriptive Presentation) ประกอบภาพถ่ายและการพรรณนาความประกอบการบรรยายเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับ “รูปแบบการพัฒนาเตาเผาศพอัจฉริยะเชิงพุทธวิถีสำหรับชุมชนเมือง” โดยนำเสนอเกี่ยวกับการศึกษามลพิษที่เกิดขึ้นจากการบริหารจัดการขยะ และการเผาขยะที่ผิดหลักการ ตลอดถึงแนวทางการพัฒนาและทดลองใช้เตาเผาขยะที่มิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์ผลการควบคุมมลพิษ เพื่อนำไปสู่การยกระการเลือกใช้เตาเผาขยะที่มีประสิทธิภาพไร้มลพิษและเป็นเตาเผาขยะใช้พลังงานมวลชีวภาพเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการควบคุมมลภาวะทางอากาศ ต้องควบคุมเวลาในการเผาขยะหรือการฝังกลบดินให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายอย่างเคร่งครัด เพื่อให้การเผาขยะให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและเกิดมลภาวทางอากาศที่สุด และรวบรวมเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการบริหารจัดการของภาครัฐ โดยผลักดันให้ภาครัฐขับเคลื่อนเป็นนโยบายควบคุมการบริหารจัดการขยะ และการเชื่อมโยงอัตลักษณ์การบริหารจัดขยะภายในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณาชวิทยาลัย และชุมเครือข่าย ส่งเสริมการขับเคลื่อนเกี่ยว “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” นำไปสู่การแก้ปัญหามลภาวทางอากาศร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชนได้อย่างยั่งยืน

ฟ้าได้ ขี้เถ้าที่ได้จะถูกนำไปฝังกลบอย่างถูกวิธีหรือใช้ผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง[1] การใช้เตาเผาในการกำจัดขยะเป็นการลงทุนสูงในระยะแรกสำหรับการสร้างเตาเผาและระบบบำบัดอากาศเสียที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะการเผาขยะที่มีส่วนประกอบหลากหลายและมีสัดส่วนไม่คงที่อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ ในการออกแบบการเผาขยะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะ ซึ่งไม่เหมือนชีวมวลทั่วไป เช่น มีความชื้นสูง คุณสมบัติมีความหลากหลายไม่สม่ำเสมอและมีค่าความร้อนต่ำ รวมถึงการเผาสารอันตรายที่หลุดลอดจากการคัดแยก เช่น ถ่านไฟฉาย และแบตเตอรี่ ทำให้ต้องติดตั้งอุปกรณ์บำบัดแก๊สทิ้งเป็นกรณีพิเศษ รวมถึงขี้เถ้าต้องนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ การกำจัดขยะโดยการเผาจึงมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินงานค่อนข้างสูงกว่าวิธีอื่น ๆ การจัดการขยะที่ต้นทางคัดแยกขยะด้วยการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืนดังต่อไปนี้

2.1.1 ประเภทขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง ในที่นี้ขอแบ่งประเภทขยะออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้[2]

1. ขยะทั่วไป (Senegal waste) เป็นขยะจากสำนักงาน ถนนหนทาง การก่อสร้าง ได้แก่ กระดาษ เศษไม้ กิ่งไม้ ฟาง ข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษอิฐ กรวด ทราย ถุงพลาสติก เศษปูน อิฐหักหิน ทราย ขยะประเภทนี้ไม่เกิดการย่อยสลายและเน่าเหม็น การกำจัดขยะทั่วไป ควรคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ก่อนการกำจัด

2. ขยะย่อยสลายได้ หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) เป็นขยะจากครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะเป็นพวกย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ประกอบกับขยะประเภทนี้ มีกลิ่นเหม็น การกำจัดขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้ในการหมักทำปุ๋ยก่อน

3. ขยะรีไซเคิล หรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ

4. ขยะติดเชื้อและขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะจากสถานพยาบาลหรืออื่น ๆ ซึ่งต้องใช้กรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ ได้แก่ วัสดุที่ผ่านการใช้ในโรงพยาบาล แบตเตอรี่ กระป๋องสี พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป ถ่านไฟฉาย เป็นต้น การกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะทำลายโดยการเผาในเตาเผา ส่วนขยะอันตรายอื่น ๆ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง

---

[1] กรมควบคุมมลพิษ, 2554; มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2008 อ้างถึงใน ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร, 2555), หน้า 36.

2 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, การวางแผนพัฒนา, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ส่วนท้องถิ่น, 2550, หน้า 19)

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, ได้แยกประเภทขยะมูลฝอยแบ่งออกได้ 4 ประเภท[3] ดังนี้

1. ขยะมูลฝอยทั่วไป (General wastes) คือ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น ซึ่งมูลฝอยเหล่านี้อาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้แต่ย่อยสลายยาก ไม่คุ้มค้าในการแปรรูปกลับมาใช้ใหม่

2. ขยะมูลฝอยนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle wastes) คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้ เช่น แก้ว กระดาษ เศษพลาสติก กล่องเครื่องดื่มแบบยูเอชที กระป๋องเครื่องดื่ม เศษโลหะ อะลูมิเนียม ยางรถยนต์ เป็นต้น ขยะมูลฝอยประเภทนี้เมื่อคัดแยกออกมาจะไม่เกิดปัญหาปนเปื้อนกับขยะอินทรีย์ ไม่เกิดกลิ่นเหม็น ทำให้ง่ายต่อการนำไปรีไซเคิล โดยขายให้ร้านรับซื้อของเก่า และเข้าสู่อุตสาหกรรมรีไซเคิล เพื่อแปรรูปเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใช้ใหม่

3. ขยะมูลฝอยอินทรีย์หรือขยะมูลฝอยย่อยสลาย (Organic wastes) คือ ขยะมูลฝอยย่อยสลายที่สามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติ และ/หรือสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร มูลสัตว์ ซากหรือเศษวัชพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ ขยะมูลฝอยประเภทนี้สามารถ รวบรวมนำไปทำปุยหมักปุ๋ยน้ำชีวภาพ ถ้าหากนำไปทิ้งรวมกับขยะประเภทอื่น จะทำให้เกิดการเน่าเหม็น เกิดสภาพอันเป็นที่น่ารังเกียจ

4. ขยะมูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน (Hazardous wastes) คือ ขยะมูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชน ซึ่งเป็นวัตถุที่ปนเปื้อนสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารพิษ สารไวไฟ สารออกซิไดซ์ สารเปอร์ออกไซด์ สารระคายเคือง สารกัดกร่อน สารที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย สารที่เกิดระเบิดได้ สารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม สารหรือสิ่งอื่นใดที่อาจเกิดหรือมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม ขยะมูลฝอยประเภทนี้ต้องแยกและทิ้งตามวันที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดให้เอามาทิ้งหรือทิ้งในภาชนะรองรับขยะอันตราย ณ จุดหรือสถานที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดเพื่อรวบรวมเก็บขนไปเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลหรือนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี

---

[3] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, คู่มือปฏิบัติงานด้านการจัดการขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2561, อ้างใน ศราวุฒิ ทับผดุง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรการลดปริมาณขยะมูลฝอยครัวเรือนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลที่ไม่มีการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก, **วิทยานิพนธ์** หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนะเรศวร, 2563. หน้า 9.

2.1.2 ลักษณะของขยะมูลฝอย

การเข้าใจถึงธรรมชาติของขยะเป็นสิ่งสำคัญมากในการออกแบบเตาเขยะทุกชนิด โดยลักษณะของขยะหมายถึง ธรรมชาติของขยะในทางกายภาพและทางเคมี เช่น ปริมาณความชื้น ค่าความร้อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทราบได้โดยการวิเคราะห์สิ่งต่อไปนี้[4]

1. ปริมาณความชื้น (Water Content) เป็นปริมาณรวมทั้งสิ้นของความชื้นที่มีอยู่ในขยะ ทั้งที่มีอยู่โดยธรรมชาติของขยะเอง และความชื้นที่ผสมเข้าไป ปริมาณความชื้นนี้เป็นตัวลดค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้

2. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการวางแผนและออกแบบความจุของรถเก็บขยะ ความจุของบ่อรับขยะ การปฏิบัติงานของปั้นจั่นคีบขยะ เครื่องบดขยะ เป็นต้น

3. องค์ประกอบของขยะ (Composition) การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของขยะเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น และการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Resource Recovery)

4. การวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย หรือการวิเคราะห์โดยละเอียด (Ultimate Analysis) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบรายธาตุ และความชื้นของขี้เถ้า เพื่อการคำนวณหาอัตราการเผาไหม้ อัตราการเกิดอากาศเสีย และความเข้มข้นของแก๊สพิษ เป็นต้น

5. ค่าความร้อนต่ำ (Low Calorific Value) เป็นปริมาณความร้อนที่ขยะสามารถให้ได้เมื่อไอน้ำที่เกิดขึ้นอยู่ในสภาพไอค่านี้ เป็นปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นสำหรับตัดสินใจในการออกแบบเตาเผา เช่น ในการออกแบบขนาดพื้นที่ของแผงตะกรับ ความจุของห้องเผาไหม้ ความจุของห้องที่ทำให้แก๊สเย็นตัวลง เป็นต้น

จากแนวคิดที่จะช่วยลดปัญหาหรือแก้ปัญหาเรื่องขยะมูลฝอยตกค้าง และไม่มีการคัดแยกขยะจากต้นทาง จึงกลายเป็นปัญหาจากครัวเรือนเป็นปัญหาระดับประเทศและระดับโลก ฉะนั้นการเข้าถึงลักษณะของขยะมูลฝอยคือ ของเหลือทิ้งจากขบวนการผลิตและการใช้สอยของมนุษย์ ซึ่งเป็นปัญหาของโลกสมัยใหม่ การเติบโตของเมืองที่มีขนาดใหญ่อย่างรวดเร็ว อาจจะมีขยะมูลฝอยที่มีลักษณะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด การเข้าใจถึงธรรมชาติของขยะเป็นสิ่งสำคัญมากในการออกแบบเตาขยะทุกชนิด เพื่อใช้เป็นกรอบพื้นฐานในการออกแบบเตาเผาขยะตามวัตถุประสงค์คือ สามารถเผาขยะมูลแบบรวมและแบบคัดแยกขยะ มีปริมาณความชื้น ค่าความร้อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือเป้าหมายของการพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบในครั้งนี้

---

[4] สำนักนโยบายและแผนงานสิ่งแวดล่อม. **รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม พ. ศ. 2538–2539.** ม. ป. ท. ม. ป. ป. สำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพมหานคร, กองวิชาการ. การจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร. ทองถิ่น. 32. (2545). หน้า 79.

2.1.3 ความหมายขยะมูลฝอย

พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของคำว่า ขยะ หมายถึง หยากเยื่อ มูลฝอย ใช้ว่า กระหยะ ก็ได้[5]

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของคำว่า มูลฝอยหมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยง สัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของคำว่า มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

ขยะมูลฝอย หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและอุปโภค ซึ่งเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (Solid waste) มีผลเสียต่อสุขภาพ ทั้งร่างกายและจิตใจเนื่องจากความสกปรกเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคทำให้เกิดมลพิษ[6]

2.1.4 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันในสถานที่ต่าง ๆ มีลักษณะตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด โดยมีแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยที่สำคัญ[7] ดังนี้

1. ขยะมูลฝอยจากครัวเรือนที่อยู่อาศัย เช่น เศษอาหาร เศษวัสดุต่าง ๆ ทั้งที่อันตรายและไม่อันตราย

---

[5] ราชบัณฑิตยสถาน., 2554พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. สืบค้น 13 สิงหาคม 2566, จาก http://www.royin.go.th/dictionary/

[6] สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2566, ความหมาย/ประเภท/องค์ประกอบและสาเหตุของขยะมูลฝอย. สืบค้น 13 สิงหาคม 2566, จาก http://adeq.or.th/ขยะมูลฝอยคืออะไร

[7] กรมควบคุมมลพิษ, **คู่มือประชาชน การคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า**, (กรุงเทพฯ: ฮีซ์. 2559), หน้า ก.

2. ขยะมูลฝอยจากกิจกรรมภาคอุตสาหกรรม เช่น เศษวัสดุ สารประกอบต่าง ๆ จากการประกอบกิจการ และขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นอันตราย

3. ขยะมูลฝอยจากกิจกรรมภาคเกษตรกรรม เช่น ภาชนะบรรจุสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและแมลง เศษซากพืช และซากสัตว์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาในส่วนของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากครัวเรือนที่อยู่อาศัยจากกิจวัตรประจำวัน เนื่องจากมีปริมาณและสัดส่วนการเกิดขยะมูลฝอยมากที่สุดหากครัวเรือนของประชาชน อีกทั้งยังผู้ผลิตและได้รับผลกระทบโดยตรง หากมีการจัดการขยะมูลฝอยไม่ถูกต้องอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชนได้

2.1.5 ผลกระทบของขยะมูลฝอย

จากการขยายตัวทางด้านประชากรและเศรษฐกิจ ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่สามารถบริหารจัดการขยะมูลฝอยได้ ส่งผลให้ประชาชนต้องแบกรับภาระในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้อง[8] และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดผลกระทบในด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐกิจ[9] ดังนี้

1. ด้านเชื้อโรค

1. โรคระบบทางเดินอาหาร เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ไวรัส เชื้อรา แบคทีเรีย ในขยะมูลฝอยที่ตกค้างบนพื้นจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนู ยุง แมลงสาบ แมลงวันและสัตว์พาหะนำโรคติดต่ออื่น ๆ หรือเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายคนจากการรับประทานอาหารและน้ำหรือการจับต้องด้วยมือ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยได้โดยง่าย ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคท้องร่วงโรคพยาธิ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และโรคบิด เป็นต้น

2. โรคจากการติดเชื้อ เกิดจากมูลฝอยติดเชื้อที่ปะปนมากับขยะมูลฝอยทั่วไปเช่น ถุงยางอนามัย ผ้าอนามัย กระดาษทิชชูของคนที่เป็นวัณโรคใช้กับเสมหะหรือน้ำลาย สำลีเช็ดแผล พลาสเตอร์ปิดแผลที่ใช้แล้ว อาหารเน่าบูด และซากสัตว์ ซึ่งอาจมีเชื้อไข้หวัดนก รวมถึงอันตรายจาก

---

[8] กรมควบคุมมลพิษ, **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2560,** (กรุงเทพฯ: วงศ์สว่าง พับลิซชิ่ง แอนด์พริ้นติ้ง, 2561), หน้า ก.

[9] ขวัญกมล ขุนพิทักษ์, **การจัดการมูลฝอย** (solid waste management). สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2551. หน้า อ้างใน อ้างใน ศราวุฒิ ทับผดุง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยครัวเรือนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลที่ไม่มีการบริหารจัดการขยะมูลฝอย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก, วิทยานิพนธ์หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนะเรศวร, 2563. หน้า 10-13.

อุบัติเหตุซึ่งคนในชุมชนที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับกองขยะมูลฝอยมักเจออยู่บ่อย ๆ ได้แก่ มูลฝอยที่เป็นวัตถุมีคม และวัสดุปนเปื้อนเลือด เช่น เศษแก้ว เหล็กแหลม ไม้แหลม และเข็มฉีดยาใช้แล้ว เป็นต้น เสี่ยงต่อการบาดเจ็บและติดเชื้อโรค เช่น เชื้อบาดทะยัก เชื้อไวรัสตับอักเสบ และเชื้อโรคเอดส์ เป็นต้น

3. โรคภูมิแพ้ เกิดจากการสูดดมฝุ่นละออง ไอ สารระเหยจากขยะมูลฝอยที่เป็นสารเคมีต่าง ๆ หรือเขม่าควันจากการเผาขยะมูลฝอย

4 ปวดศีรษะ คลื่นไส้ และอาเจียน เกิดจากกลิ่นเน่าเหม็นขยะมูลฝอยที่จัดการไม่ถูกสุขลักษณะ

5. โรคมะเร็ง เกิดจากการได้รับสารพิษต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน การสูดดมอากาศเสียจากการเผากลางแจ้ง ทำให้เกิดควันและสารพิษปนเปื้อนในอากาศ เช่น สารไดออกซินและฟิวแรน ระหว่างเผา ซึ่งสารทั้งสองเป็นสารก่อมะเร็งและทำลายการทำงานของตับได้ อีกทั้งอันตรายจากขยะมูลฝอยที่เป็นสารเคมีหรือเป็นพิษบางชนิดซึ่งเป็นตัวก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังและมะเร็งปอด เป็นต้น

6. ผลกระทบต่อสุขภาพหรือระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย เกิดจากสารพิษในขยะมูลฝอยอันตรายประเภทต่าง ๆ เช่น แมงกานิส สารปรอท สารตะกั่ว สารแคดเมียม สารฟอสฟอรัสในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อาทิเช่น ถ่านฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่รถยนต์ หมึกพิมพ์ แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

2. ด้านสิ่งแวดล้อม

1. ก่อให้เกิดความรำคาญลำให้ขาดความสง่างาม การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยได้ไม่หมด มีการสะสม ตกค้าง เกิดกลิ่นรบกวน ก่อให้เกิดความรำคาญ และขยะมูลฝอยถูกทิ้งเกลื่อนกลาดและอาจถูกลมพัดกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้บริเวณนั้นดูสกปรก และอาจส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

2. ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้อง เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษของดิน และมลพิษของอากาศ เช่น ขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งลงแหล่งน้ำ ส่งผลให้แหล่งน้ำสกปรกหรือเกิดการเน่าเสียได้ รวมถึงขยะมูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญของสารโลหะหนัก เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศน์ในดิน และการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควันที่มีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย

3. ด้านเศรษฐกิจ

เนื่องจากขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและมีปริมาณเพิ่มขึ้น ย่อมต้องสิ้นเปลืองงบประมาณเพื่อจัดการกับขยะมูลฝอยดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงผลกระทบจากขยะมูลฝอย ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดินปนเปื้อนเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบจ่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น ผลกระทบของขยะ

มูลฝอยที่เกิดจากการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน เพื่อเป็นการลดผลกระทบที่เกิดจากขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องมีมาตรการการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อให้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.6 มาตรการการจัดการขยะมูลฝอย

เพื่อให้การดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยมีประสิทธิภาพ และเกิดผลสัมฤทธิ์การดำเนินการจึงครอบคลุมกรจัดการตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง โดยมีแนวทางในแต่ละมาตรการ ดังนี้[10]

1. มาตรการลดการเกิดขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดการสนับสนุนและขยายผลให้มี การจัดการขยะมูลฝอย ตั้งแต่บ้านเรือนสถานศึกษา สถานประกอบการรวมทั้งสถานบริการต่าง ๆ ทั้งในชุมขนและสถานที่ท่องเที่ยว เพื่อลดปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย สนับสนุนการเลือกใช้สินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมให้เกิดกลไกการคัดแยกและนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ให้มากที่สุด ส่งเสริมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้วัสดุที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสามารถนำกลับมากลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ ลดของเสียในขั้นตอนการผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานนานขึ้น สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เพื่อให้เกิดการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Sustainable consumption and production)

2. มาตรการเพิ่มศักยภาพการจัดการขยะมูลฝอยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและจังหวัดเนินการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับผิดชอบของตนเอง จัดให้มีศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวม (Cluster) โดยใช้เทคโนโลยีแบบผสมผสานอย่างเหมาะสม จัดให้มีสถานที่รวบรวมและจัดการของเสียอันตรายชุมชน สถานที่กำจัดกากอุตสาหกรรมที่เป็นอันตรายและศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อให้เพียงพอ โดยสนับสนุนภาคเอกชนลงทุนหรือร่วมลงทุนดำเนินงานระบบจัดการขยะมูลฝอย พัฒนา และปรับปรุงกฎหมายกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยรวมทั้งเข้มงวดการบังคับใช้กฎหมายให้มีประสิทธิภาพ

3. มาตรการส่งเสริมการบริหารจัดการขยะมูลฝอยโดยการสร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนตั้งแต่ระดับเยาวชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย ตั้งแต่การลดการเกิดขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน สถานศึกษาสถานประกอบการ รวมทั้งสถานบริการต่าง ๆ การคัดแยกขยะมูลฝอยจนถึงการกำจัดขั้นสุดท้ายพัฒนาองค์ความรู้ รูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดหรือจัดขยะมูลฝอย รวมถึงวัสดุทดแทนวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์และกำจัดยาก พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนเกี่ยวกับการจัดการ

---

[10] กรมควบคุมมลพิษ, แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 – 2564). (กรุงเทพฯ: แอคทีฟพริ้นท์, 2559), หน้า ข.

ขยะมูลฝอยทั้งในและนอกระบบโรงเรียน พัฒนาและเชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างแรงจูงใจในการจัดการขยะมูลฝอยและโดยใช้กลไกทางเศรษฐศาสตร์ และกลไกทางสังคมรวมทั้งสร้างตัวชี้วัดร่วม (Joint KP) เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ปฏิบัติหน้าที่ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ร่วมกันการจัดการขยะมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง และปลายทาง ไม่สามารถดำเนินการในทุกพื้นที่เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการของหน่วยงานภาครัฐ ทำให้ขยะมูลฝอยยังคงเป็นปัญหาโดยรัฐบาลได้ร่วมมือหน่วยงานภาครัฐ ดำเนินการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย โดยจัดทำเป็นแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพ

2.2 แนวคิดการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร

เน้นรูปแบบของการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องส่งเข้าไปทำลายด้วยระบบต่าง " ให้น้อยที่สุด สามารถนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ทั้งในส่วนของการใช้ซ้ำและแปรรูปเพื่อใช้ใหม่ (Reuse & Recycle) รวมถึงการกำจัดที่ได้ผลพลอยได้ เช่น ปุยหมัก หรือพลังงาน โดยสรุปวิธีการดำเนินการดังนี้[11]

2.2.1 การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด[12]

หัวใจสำคัญของการแก้ปัญหาขยะที่ทุกคนสามารถทำได้นี้เป็นสิ่งที่ ชุมชนบ้านพักทหารหนองไผ่ล้อม ของกองทัพภาคที่ 2 นำมาใช้และจัดการคัดแยกขยะอย่างเป็นระบบ โดยคัดแยกขยะมูลฝอยออกเป็นขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย และดำเนินการรีไซเคิลครบวงจรอย่างมีประสิทธิภาพ ถือหลักการกำจัดขยะจากแหล่งกำเนิดต้นทาง ลดปริมาณขยะ และนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือเรียกว่าขยะรีไซเคิล เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนอีกด้วย เช่นเดียวกับที่ ชุมชนอยู่เย็น อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งนำเอาโครงการชุมชนปลอดขยะ (Zero Waste) มาใช้และสามารถจัดการขยะในชุมชนได้เกือบทั้งหมด รวมถึงนำขยะกลับมาใช้ใหม่ในหลายรูปแบบ โดยมีการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะรีไซเคิล การผลิตน้ำหมักจากขยะอินทรีย์ การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษผักและเศษอาหาร ซึ่งได้จากตลาดสดที่อยู่ใกล้ชุมชน เป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ใหม่เพื่อทำให้ชุมชนได้รับประโยชน์สูงสุด

---

[11] ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์, **รายงานวิจัย** “การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่”, 2562 หน้า 13-14.

[12] https://www.greenpeace.org/thailand/story/8997 เข้าถึงข้อมูล 8 มิถุนายน 2566

2.2.2 การลดปริมาณขยะมูลฝอย

1. การลดปริมาณการผลิตมูลฝอย รณรงค์ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการลดการผลิตมูลฝอยในแต่ละวันได้แก่

1.1 ลดการทิ้งบรรจุภัณฑ์โดยการใช้สินค้าชนิดเติมใหม่ เช่น ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำยาทำความสะอาดและถ่านไฟวายชนิดชาร์ตใหม่ เป็นต้น

1.2 เลือกใช้สินค้าที่มีคุณภาพมีห่อบรรจุภัณฑ์น้อย อายุการใช้งานยาวนาน และตัวสินค้าไม่เป็นมลพิษ

1.3 ลดการใช้วัสดุกำจัดยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร และถุงพลาสติก

2. จัดระบบการรีไซเคิล หรือการรวบรวมเพื่อนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ใหม่

2.1 รณรงค์ให้ประชาชนแยกของเสียนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น กระดาษ พลาสติก และโลหะ นำไปใช้ซ้ำ หรือนำไปขาย/รีไซเคิล ขยะเศษอาหารนำมาหมักทำปุ๋ย ในรูปปุ๋ยน้ำ หรือปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในชุมชน

2.2 จัดระบบที่เอื้อต่อการทำขยะรีไซเคิล

1) จัดภาชนะ (ถุง/ถัง แยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน

2) จัดระบบบริการเก็บโดย

1.1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บเอง โดยการจัดเก็บแบ่งเวลาการเก็บ เช่นหากแยกเป็นถุง 4 ถุง ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป ให้จัดเก็บขยะย่อยสลายและขยะทั่วไปทุกวัน ส่วนขยะรีไซเคิลและขยะอันตราย อาจจัดเก็บสัปดาห์ละครั้งหรือตามความเหมาะสม

1.2) จัดกลุ่มประชาชนที่มีอาชีพรับซื้อของเก่าให้ช่วยเก็บขยะรีไซเคิลในรูปของการรับซื้อ โดยการแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บและกำหนดเวลาให้เหมาะสม

1.3) ประสานงานกับร้านค้าที่รับซื้อของเก่าที่มีอยู่ในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงในการรับซื้อขยะรีไซเคิล

1.4) จัดระบบตามแหล่งการเกิดขยะขนาดใหญ่ เช่น ตลาด โรงเรียน สถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2.3 จัดกลุ่มอาสาสมัครหรือชมรมหรือนักเรียนให้มีกิจกรรม/โครงการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ 1) โครงการขยะรีไซเคิลแลกสิ่งของ ต้นไม้ ไข 2) โครงการทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยอีเอ็ม ขยะหอมปุ๋ยหมัก 3) โครงการตลาดนัดขยะรีไซเคิล 4) โครงการธนาคารวัสดุเหลือใช้ และ 5) โครงการร้านค้าสินค้ารีไซเคิล

2.4 จัดตั้งศูนย์รีไซเคิล หากพื้นที่ที่ปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นปริมาณมาก ๆ อาจจะมีการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งสามารถจะรองรับจากชุมชนใกล้เคียงหรือรับซื้อจากประชาชนโดยตรงซึ่งอาจจะให้เอกชนลงทุนหรืออาจให้สัมปทานเอกชนก็ได้

3. การขนส่ง

3. 1 ระยะทางไม่ไกลให้รถขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง

3.2 ระยะทางไกลและมีปริมาณขยะมูลฝอยมากอาจจะต้องสร้างสถานีขนถ่าย เพื่อถ่ายเทจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยลงสู่รถบรรทุกขนาดใหญ่

4. ระบบกำจัด เนื่องจากขยะมูลฝอยใช้ประโยชน์ใหม่ได้จึงควรจัดการเพื่อกำจัดทำลายให้น้อยที่สุด ควรเลือกระบบกำจัดแบบผสมผสานเนื่องจากปัญหาขาดแคลนพื้นที่ จึงควรพิจารณาปรับปรุงพื้นที่กำจัดมูลฝอยที่มีอยู่เดิม และพัฒนาให้เป็นศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 จัดระบบคัดแยกขยะมูลฝอย

4.2 ระบบกำจัดผสมผสานหลาย ๆ ระบบในพื้นที่เดียวกัน ได้แก่ หมักทำปุ๋ย ฝังกลบ และวิธีอื่น ๆ เป็นต้น

2.2.3 การลดขยะที่ตัวเราเอง

ปัญหาขยะไม่ได้เกิดขึ้นเพราะเทคโนโลยี แต่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากเราทุกคน ดังนั้น สิ่งที่สำคัญไม่แพ้การคัดแยกขยะอย่างเป็นระบบ คือ การลดขยะที่ตัวเราเอง โดยมีหลายชุมชนที่นำแนวคิดนี้มาใช้ หรือที่รู้จักกันว่าเป็น “ชุมชนไร้ถัง” ดังเช่นที่ ชุมชนเทศบาลตำบลอุโมงค์ จังหวัดลำพูน โดยเดิมทีนั้นมีการจัดเก็บขยะโดยภาคเอกชนแล้วเกิดปัญหาขึ้นมากมาย จึงดำเนินการยกเลิกระบบถังขยะ ยกเลิกการเก็บค่าขยะ และเน้นหนักมาตรการทางสังคมให้สมาชิกในชุมชนร่วมมือกันลดขยะและคัดแยกขยะแทนการพึ่งพาเทคโนโลยี และยึดหลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่ายสำหรับเป็นมาตรการทางการคลังผ่านการจำหน่ายถุงขยะ แต่ปัจจัยสำคัญที่สุด คือ ผู้นำชุมชนมีการติดตามและสนับสนุนการคัดแยกขยะอย่างจริงจัง อีกชุมชนหนึ่งที่มีเอกลักษณ์อย่างชัดเจน คือ ชุมชนตำบลเมืองแก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่มีแนวคิดว่า “ถังขยะไม่ใช่เครื่องประดับ” เริ่มดำเนินการตั้งแต่การตั้งคำถามเพื่อให้ชุมชนได้ร่วมคิดตามเกี่ยวกับขยะ ว่าขยะเกิดจากอะไร ใครมีหน้าที่กำจัดขยะ และวิธีกำจัดขยะที่ถูกต้องนั้นทำอย่างไร และเปิดโอกาสให้ชาวบ้านร่วมกันอภิปราย ระดมความเห็นกันว่าเราควรมีการจัดการอย่างไร จนได้เป็นข้อสรุปของการบริหารจัดการขยะอย่างมีศักยภาพ โดยได้กำหนดมาตรการช่วยกันกำจัดขยะในชุมชนร่วมกันว่า ชาวบ้านจะต้องมาช่วยกันกำจัดขยะในพื้นที่สาธารณะเดือนละ 1 ครั้ง โดยแต่ละหมู่บ้านช่วยกันทำอย่างพร้อมเพียง

2.2.4 การลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย

1. การลดปริมาณของขยะมูลฝอย[13]

การลดปริมาณขยะมูลฝอยให้ได้ผลดีต้องเริ่มต้นที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ทำให้ได้วัสดุเหลือใช้ที่มีคุณภาพสูง สามารถนำไป Reused-Recycle ได้ง่ายรวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดมีปริมาณน้อยลงด้วย ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละชุมชน เช่น ครัวเรือน ร้านค้า ห้างสรรพสินค้าสำนักงาน บริษัท สถานที่ราชการต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งปริมาณ และลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้การคัดแยกขยะมูลฝอยสามารถดำเนินการได้ 4 ทางเลือก คือ

ทางเลือกที่ 1 การคัดแยกขยะมูลฝอยทุกประเภทและทุกชนิด

ทางเลือกที่ 2 การคัดแยกขยะมูลฝอย 4 ประเภท (Four cans)

ทางเลือกที่ 3 การคัดแยกขยะสด ขยะแห้ง และขยะอันตราย (Three cans)

ทางเลือกที่ 4 การคัดแยกขยะสุดและขยะแห้ง (Two Cans)

2. การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 5 แนวทางหลัก ๆ คือ

2.1 การนำชยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Material Recovery) เป็นการน้ำมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้กลับมาใช้ใหม่ โดยจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปใหม่ (Recycle) หรือแปรรูป (Reuse) ก็ได้ (การทำสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้)

2.2 การแปรรูปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน (Energy Recovery) เป็นการนำขยะมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนหรือเปลี่ยนเป็นรูปก๊าซชีวภาพมาเพื่อใช้ประโยชน์

23 การนำชยะมูลฝอยจำพวกเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรือการประกอบอาหารไปเลี้ยงสัตว์ (การเลี้ยงสัตว์ด้วยมลฝอยอินทรีย์)

2.4 การนำขยะมูลฝอยไปปรับสภาพให้มีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาดิน เช่น การนำขยะมูลฝอยสดหรือเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ย **(การทำปุ๋ยหมัก)**

25 การนำขยะมูลฝอยปรับปรุงพื้นที่โดยนำชยะมูลฝอยมากำจัดโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ (Sanitary lands) จะได้พื้นที่สำหรับใช้ปลูกพืช สร้างสวนสาธารณะ สนามกีฬา เป็นต้น

---

[13] ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์, **รายงานวิจัย** “การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่”, 2562 หน้า 15.

2.2.5 ประเภทของขยะและภาชนะรองรับขยะ

1. ประเภทของขยะที่ทิ้งกันอยู่ทั่วไปมี 4 ประเภท ได้แก่

1) ขยะย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหารและพืชผักที่เหลือจากการรับประทานและการประกอบอาหารสามารถนำไปหมักทำปุ๋ยได้จากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 46

2) ขยะรีไซเคิลหรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ/อโลหะ ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณร้อยละ 42

3) ขยะทั่วไป เป็นขยะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าในการนำไปรีไซเคิล เช่น ซองบะหมี่สำเร็จรูป เปลือกลูกอม ถุงขนม ถุงพลาสติกจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด ประมาณร้อยละ 9

4) ขยะพิษ หรือขยะมีพิษที่ต้องเก็บรวบรวมแล้วนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลง หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณ ร้อยละ 3

2. ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

1) ถังขยะ เพื่อให้การจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝ่อยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมขยะมูลฝอย (Station) และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะมูลฝอยตามสีต่าง ๆ โดยมีถุงบรรจุภายในถังเพื่อสะดวกและไม่ตกหล่น หรือแพร่กระจาย ดังนี้

สีเขียว รองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผักผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้

สีเหลือง รองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ

สีเทาฝาสีส้ม รองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ

สีฟ้า รองรับชยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น ซองห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

2) ถุงขยะ สำหรับคัดแยกขยะมูลฝอยฝนครัวเรือนและจะต้องมีการคัดแยกรวบรวมใส่ถุงขยะมูลฝอยตามสีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ถุงสีเขียว รวบรวมขยะมูลฝอยที่เน่าเสีย และย่อยสลายได้เร็วสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้

ถุงสีเหลือง รวบรวมขยะมูลฝอยที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อลูมิเนียม

ถุงสีแดง รวบรวมขยะมูลฝอยที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องสารฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ

ถุงสีฟ้า รวบรมชยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ชองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

3. เกณฑ์มาตรฐานภาขนะรองรับชยะมูลฝอย

ควรมีสัดส่วนของถังขยะมูลฝอยจากพลาสติกที่ใช้แล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ไม่มีส่วนประกอบสารพิษ (toxic substances) หากจำเป็นควรใช้สารเติมแต่งในปริมาณที่น้อยและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันดรายต่อผู้บริโภค มีความทนทาน แข็งแรงตามมาตรฐานสากล มีขนาดพอเหมาะมีความจุเพียงพอต่อปริมาณขยะมูลฝอย สะดวกต่อการถ่ายเทขยะมูลฝอยและการทำความสะอาด สามารถป้องกัน แมลงวัน หนู แมว สุนัข และสัตว์อื่น ๆ มิให้สัมผัสหรือคุ้ยเขี่ยขยะมูลฝอยได้

2.2.6 ลดการใช้วัสดุที่ประก่อให้เกิดขยะมูลฝอยด้วยหลัก 4Rs[14]

4Rs คือ การจัดการของเสียโดยให้ความสำคัญในการลดการเกิดของเสียให้เหลือนอยที่สุดเปนลำดับแรก โดยมุงเน้นการใชวัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอยางมีประสิทธิภาพ ต่อมาเมื่อเกิดของเสียแล้วต้องพยายามหาแนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใชประโยชนของของเสียแต่ละประเภทและกฎหมายที่เกี่ยวของ เพื่อใหเหลือของเสียที่จะตองบำบัด/กำจัดในปริมาณนอยที่สุด โดยเลือกใชวิธีการกำจัดของเสียเปนวิธีสุดทาย ซึ่ง 4Rs คือลดการใช้หรือใช้น้อยเท่าที่จำเป็น (Reduce) การสร้างรูปแบบใหม่ (Redesign) การทดแทน (Replace) และการหมุนเวียนนากลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การจัดการของเสียที่ดีตามหลัก 4Rs จะต้องมีการดำเนินการ ดังนี้

1) มีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานทั้งในส่วนของการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

2) ใช้วิธีจัดการกับของเสียแต่ละประเภทตามศักยภาพการใช้ประโยชน์ เพื่อให้มีของเสียที่ต้องถูกส่งไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบในปริมาณน้อยที่สุด

3) มีการจัดการของเสียเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ตั้งแต่การจัดเก็บของเสีย การนำไปใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน และการนำออกไปบำบัด/กำจัดภายนอกโรงงาน

---

[14] ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์และคณะ, **รายงานวิจัย** การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2562), หน้า 12.

ปัจจุบันมีการนำแนวคิด 4Rs ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT) หรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (EMS) ในภาคอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ในเบื้องต้น เมื่อได้ดำเนินการอย่างจริงจัง ผู้ประกอบการหลายรายพบว่าการใช้หลัก 4Rs ทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถลดต้นทุนการผลิตได้อีก

จากการศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจรได้แก่ การลดปริมาณขยะมูลฝอยและลดการใช้วัสดุที่ก่อนให้เกิดขยะมูลฝอย รวมทั้งประเภทของขยะและภาชนะรองรับขยะเพื่อลดการใช้วัสดุที่ประก่อให้เกิดขยะมูลฝอยด้วยหลัก 4Rs ซึ่งเป็นกระบวนการเสริมสร้างหรือการปรับเปลี่ยนทัศนคติและความผิดชอบต่อสังคม โดยยึดหลักในการจัดการขยะด้วย 2 หลักการคือ

1. ก่อนทิ้งขยะต้องเข้าใจประเภทขยะ เพื่อการนำกลับมาใช้ประโยชน์และยังเป็นการส่งเสริมการจัดการขยะแนวคิดใหม่ อาจจะเป็นแนวทางทางสร้างนะวัตกรรมการจัดการขยะแนวใหม่ในอนาคตดได้

2. การควบคุมปริมาณของเสียในครัวเรือน หรือวัสดุจากในสำนักงานให้ลดน้อยลงโดยสร้างความรู้การจัดการขยะและผลักดันให้เกิดผลลัพธ์ในเชิงนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจความคิดเชิงสร้างสรรค์เกิดสิ่งประดิษย์และเทคโนโลยีช่วยจัดการขยะทุกประเภทให้ลดน้อยลงหรือสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะให้ได้

จะได้ว่าแนวคิดการจัดการขยะทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นการจัดการองค์ความรู้ที่สามารถทำได้หลากหลายมิติและหลายรูปแบบพบว่า การวิเคราะห์องค์ความรู้สร้างเป็นกระบวนการเครื่องมือวิจัยด้านการบริหารจัดการและการคัดแยกขยะแต่ละประเภท โดยบูรณาการเข้ากับ 4Rs เน้นให้ความสำคัญในการลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุดเป็นลำดับแรก รวมทั้งขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิลที่สามารถนำไปขายได้ ขยะทั่วไปเป็นขยะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าในการนำไปรีไซเคิล และขยะอันตรายต้องมีวิธีการจัดการให้ถูกหลักการและเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อลดมลพิษอาจจะเกิดอันตรายกับประชาชน

2.2.7 การเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งของที่เราไม่ต้องการ

แนวคิดเปลี่ยนขยะให้เป็นเงินนี้เป็นการปลูกฝังให้ประชาชนมองเห็นมูลค่าขยะของ **ร้านศูนย์บาท ศูนย์วัสดุรีไซเคิลกลุ่มอาชีพซาเล้ง ชุมชนอ่อนนุช 14 ไร่ เขตประเวศ กรุงเทพฯ** ซึ่งขณะนี้ได้ขยายสังคมรีไซเคิลไปยังภาคเหนือแล้ว ร้านศูนย์บาททำหน้าที่เป็นคนกลางในการรับซื้อ และบริหารจัดการขยะ ภายในร้านมีสินค้าอุปโภคบริโภคเหมือนกับร้านขายของชำทั่วไป โดยให้คนในชุมชนนำขยะมาตีมูลค่าเป็นตัวเงิน และแลกเปลี่ยนเป็นสินค้าที่มีอยู่ภายในร้านโดยไม่ต้องใช้เงิน จากนั้นร้านศูนย์บาทที่เปรียบเสมือนธนาคารขยะจะนำขยะที่รับซื้อไปขาย ทำให้ร้านได้กำไรทั้งจากการขายขยะ และการขายสินค้า ก่อนที่จะเกิดร้านศูนย์บาทขึ้นชุมชนแห่งนี้เคยประสบปัญหาการ

จัดการขยะเช่นเดียวกับชุมชนอื่น ๆ แต่ในปัจจุบันนอกจากจะแก้ปัญหาขยะได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังช่วยปลูกฝังจิตสำนึกในการแยกขยะ และเห็นคุณค่าของสิ่งของทุกชิ้นก่อนจะทิ้งอีกด้วย

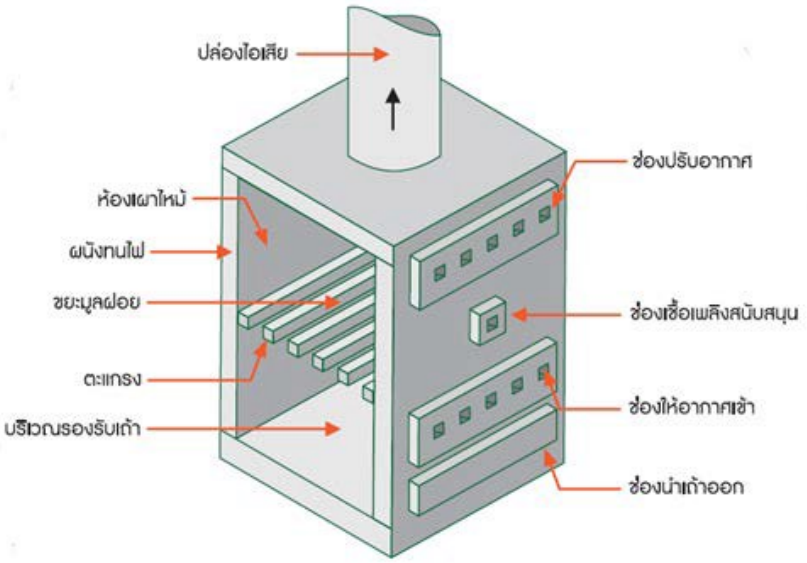
จากการศึกษาแนวคิดแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย ประเภทขยะมูลฝอย การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด การลดขยะที่ตัวเราเอง และการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งของที่เราไม่ต้องการและการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่า ขยะก่อให้เกิดปัญหาหลายด้านทั้งปัญหาสุขภาพ ปัญหาเศรษฐกิจ และปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมปัญหาสุขภาพเกิดจากการไม่แยกขยะและไม่มีการจัดการพื้นที่เทกองให้ถูกต้องทำให้ได้รับสารเจือปนตั้งแต่ที่เป็นเชื้อโรค เพื่อแก้ปัญหา และขาดงบประมาณในการดำเนินการ จึงเป็นที่มาของเตาเผาที่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมัน และไม่สร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการพัฒนามาเตาเผาขยะที่ใช้ไฟฟ้า น้ำมันและแก๊สขึ้นใหม่ โดยผสมผสานพุทธวิถีชุมชนเข้ามาเชื่อมโยงหลักการบริหารจัดการและเพื่อแก้ปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนผลลัพธ์ที่ได้คือ การกำจัดขยะให้หมดไปหรือส่วนที่เหลือสามารถทำเป็นปุ๋ยชีวะภาพได้ โดยไม่ให้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ให้เกิดความรู้สึกเป็นกังวลว่า ขยะคือปัญหาที่มีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและสังคม

2.3 แนวคิดประเภทของเตาเผาขยะ

2.3.1 รูปแบบเตาเผาขยะ

เตาเผาขยะที่ใช้เผาขยะชุมชนแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 ประเภท 1) เตาเผาแบบห้องเดี่ยว 2) เตาเผาแบบหลายห้องเผา และ 3) เตาเผาขนาดใหญ่[15]

1. เตาเผาแบบห้องเดี่ยว (Single Chamber Incinerators) เป็นเตาเผาขนาดเล็กที่มีการเผาขยะประมาณ 100-200 กิโลกรัม/วัน และเผาแบบควบคุมอากาศเพราะขยะถูกเผาในเตาที่ปิดอย่างสนิท มีช่องสำหรับเติมอากาศหรือเติมเชื้อเพลิงเข้าไปในเตาเผา ในเตาเผามีห้องเผาอยู่ห้องเดียว ขยะจะถูกวางลงบนตะแกรงของห้องเผาเพื่อให้เกิดการติดไฟแล้วปล่อยให้เถ้าหนัก (Bottom Ash) ร่วงลงมาในที่ว่างใต้ตะแกรงที่เตรียมไว้ อากาศเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะผ่านออกสู่ปล่องควัน (Stack) ที่ตั้งไว้บนสุดของเตาเผา การให้พลังงานความร้อนช่วยให้เกิดการเผาไหม้ได้ดี โดยใช้หัวเผา (Burner) เป็นส่วนเติมพลังงานความร้อน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2.1 เตาเผาแบบห้องเดี่ยว

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

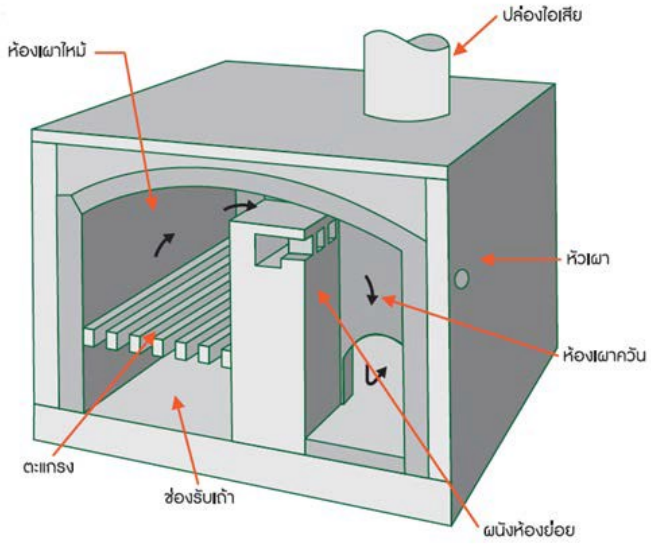
2. เตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber Incinerator)เป็นเตาเผาที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากความต้องการที่จะควบคุมการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ และควบคุมคุณภาพของอากาศเสียให้สัมผัสกับความร้อนในห้องเผาให้นานที่สุด โดยเป็นเตาเผาขนาดเล็กที่เผาขยะประมาณ 500-1,000

[15] สำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพมหานคร, 2538 ; กรมควบคุมมลพิษ, 2554

กิโลกรัม/วัน ระยะเวลาของอากาศที่อยู่ในห้องเผาประมาณ 1-2 วินาที ซึ่งทำให้แน่ใจได้ว่าสามารถทำลายมลพิษทางอากาศให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนั้นการมีหลายห้องเผาช่วยให้อนุภาคฝุ่นขนาดใหญ่ตกอยู่ในเตาไม่หลุดลอยออกไปสู่ปล่องควันมากนัก ตัวอย่างเตาเผาแบบหลายห้องเผาแสดงดังภาพที่ 2 โดยเตาเผาแบบหลายห้องเผามี 2 ชนิด

1) Retort Type เป็นเตาแบบที่มีแผ่นกั้นห้อง แยกการเผาเป็นห้องๆ เพื่อให้อากาศเสีย (Flue Gas) เดินทางวกวนตามแผ่นกั้นขวาง (Baffles) ภายในเตาเผา แล้วดักเผาทำลายอากาศเสียอีกครั้งด้วยหัวเผาชุดที่ 2 (Secondary Burner) ก่อนปล่อยระบายอากาศเสียไปสู่ปล่องควัน

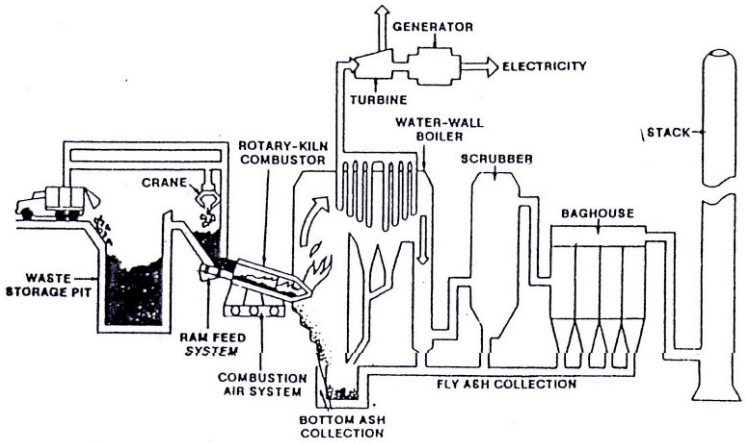
2) In-Line Type เป็นเตาเผาที่คล้ายกับแบบแรกแต่มีความยาวของเตาเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มระยะเวลาของอากาศเสียให้อยู่ในเตานานขึ้น และมีทิศทางการไหลของอากาศแปรปรวนเป็นแนวเส้นแต่ต้องวกวนเหมือนกัน เตาแบบนี้นิยมใช้เผาทำลายขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล



ภาพที่ 2.2 เตาเผาแบบหลายห้องเผา

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2554)

3. เตาเผาขนาดใหญ่ เป็นเตาเผาที่เหมาะสำหรับเผาขยะจำนวนมาก ๆ จำนวน 50-1,000 ตัน/วัน ต้องใช้พื้นที่จำนวนมากในการก่อสร้าง ส่วนประกอบที่สำคัญดังแสดงในภาพที่ 3 ได้แก่บ่อรับขยะ ระบบป้อนขยะ กระบวนการเผา กระบวนการกำจัดขี้เถ้า กระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง กระบวนการกำจัดอากาศเสีย กระบวนการกำจัดน้ำเสีย และกระบวนการใช้ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะให้เป็นประโยชน์



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของเตาเผาขยะขนาดใหญ่

ที่มา : สำนักงานรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร (2538)

1. บ่อรับขยะ (Refuse Storage Pit) โดยทั่วไปเป็นบ่อคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ออกแบบก่อสร้างให้อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน ทำหน้าที่รวบรวมขยะก่อนป้อนเข้าสู่เตาเผา ความจุของบ่อที่ออกแบบอยู่ประมาณตั้งแต่ 1.5 เท่าขึ้นไปของกำลังผลิตตลอด 24 ชั่วโมง

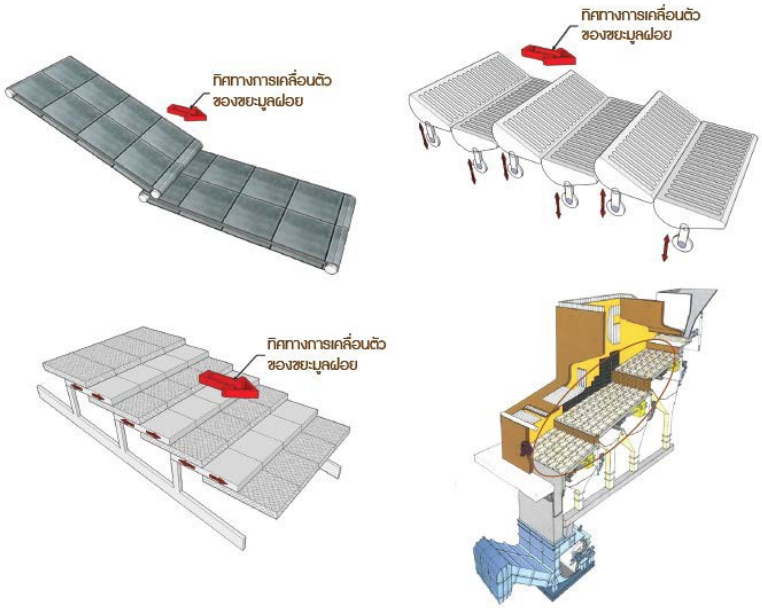
2. ระบบป้อนขยะ (Refuse Feed System) เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลทำหน้าที่ป้อนขยะเข้าไปในเตาเผา สำหรับเตาเผาขนาดเล็กอาจใช้รถตักล้อยางขนถ่ายและป้อนขยะส่วนเตาเผาขนาดใหญ่ซึ่งมีบ่อรับขยะใช้ระบบเครนและก้ามปูป้อนเข้ากรวยรับขยะ (Charging Hopper)

3. กระบวนการเผา (Incineration Process) เป็นกระบวนการที่เกิดในห้องเผาขยะ (Furnace Chamber) เตาเผาขนาดใหญ่สำหรับเผาขยะชุมชนส่วนใหญ่มักใช้ระบบการเผาแบบอากาศมากเกินพอ (Excess Air Incinerator) และเป็นแบบควบคุมอากาศ ทั้งนี้เพราะองค์ประกอบของขยะมีความหลากหลาย รวมทั้งขนาดของขยะแตกต่างกันมาก รูปแบบของกระบวนการเผาที่ใช้จึงมีหลายแบบ ได้แก่

(1) กระบวนการเผาชนิดแผงตะกรับ (Stoker Type Incineration Process) เป็นกระบวนการเผาที่อาศัยการเผาไหม้ของขยะเอง และอาจใช้เชื้อเพลิงเข้าช่วย เพื่อให้เกิดการลุกไหม้ที่สมบูรณ์ อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับใช้กับขยะที่มีปริมาณมาก ประมาณ 150 ตัน/วัน ขึ้นไป การทำงานเริ่มจากรถเก็บขนขยะมาถ่ายเทขยะลงบ่อรับขยะ จากนั้นเครนหรือก้ามปูจะตักและป้อนขยะเข้าสู่ช่องเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วงซึ่งมีตะกรับอยู่ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนตัวของขยะในห้องเผาจากการเคลื่อนตัวของตะกรับ (Stoker) ที่เคลื่อนขึ้นลง หรือเดินหน้าถอยหลัง ดังภาพที่ 4 จึงทำให้ขยะ มีโอกาสสัมผัสกับความร้อนและเกิด

การลุกไหม้ด้วยหลักการเผาแบบอากาศมากเกินพอ จึงทำให้เกิดการลุกไหม้อย่างทั่วถึงกับทุก ๆ ชิ้นส่วนของขยะในห้องเผา ซึ่งเหมาะสมกับขยะชุมชนที่มีขนาดของชิ้นส่วนขยะแตกต่างกันมาก

การเคลื่อนตัวของขยะในห้องเผาจะต้องมีเวลานานพอดีกับการลุกไหม้ของขยะอย่างทั่วถึง ซึ่งโดยทั่วไปมักจะกำหนดให้เกิดการลุกไหม้ในห้องเผาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ก่อนที่ขยะจะเคลื่อนตัวออกจากเตา ความร้อนที่ได้สามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เถ้าหนักคือ เถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผา (Bottom Ash) และเถ้าลอยคือ เถ้าที่ลอยปะปนไปกับอากาศเสีย (Fly Ash) เถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า ส่วนเถ้าลอยจะปนไปกับอากาศเสียเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ ซึ่งนิยมใช้ชุดถุงกรอง (Bag Filter) หรือเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) ก่อนที่จะระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก

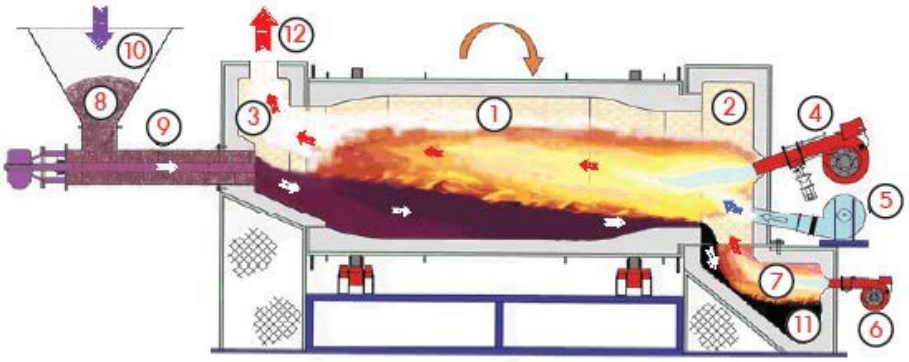


ภาพที่ 2.4 ตะกรับแบบต่าง ๆ ภายในห้องเผาและการเคลื่อนที่

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2554)

(2) กระบวนการเผาชนิดหมุน (Rotary Type Incineration Process) เป็นกระบวนการเผาที่ทำให้ขยะขยับเคลื่อนที่พร้อม ๆ กับการกวนขยะให้เข้ากัน โดยขยะจะถูกเผาไหม้ในห้องทรงกระบอก ซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกนและมีฉนวนหุ้มโดยรอบ ขยะจะเคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอกตามการหมุนของเตาเผาที่ทำมุมเอียงกับแนวระดับ ทำให้ขยะเกิดการพลิกกลับและติดไฟได้ทั่วถึง เกิดการลุกไหม้ที่สมบูรณ์ โดยเตาเผาแบบนี้สามารถเผาไหม้ขยะที่มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอ และสามารถควบคุมระยะเวลาการเผาไหม้ของขยะในเตาเผา (Residence Combustion

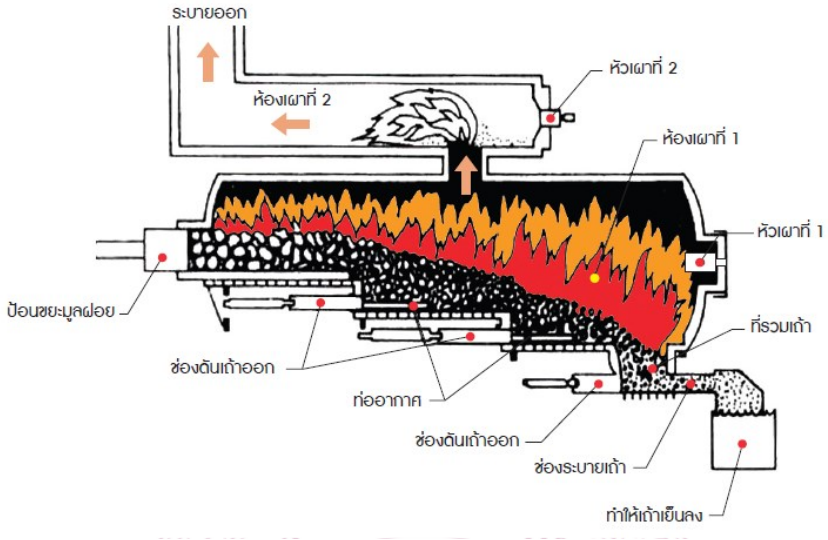
Time of Waste) ได้ดี ทำให้เหมาะสำหรับการเผาทำลายขยะอุตสาหกรรมที่ต้องการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะอันตราย (Hazardous Waste) อย่างไรก็ตามเตาเผาชนิดนี้ต้องใช้อัตราส่วนของอากาศส่วนเกินมากกว่าแบบอื่น ทำให้มีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่า ดังภาพที่ 2.5



1 = ห้องเผาไหม้ 2 = ห้องเผาด้านหน้า 3 = จุดควบคุมการระบายของอากาศเสีย
4 = หัวเผาเริ่มต้น 5 = พัดลมตัวที่ 1 6 = หัวเผาสนับสนุน
7 = ห้องเผาเถ้า 8 = ขยะมูลฝอย 9 = ป้อนขยะมูลฝอยเข้าเตา
10= กรวยรับขยะมูลฝอย 11 = ห้องพักเถ้าหนัก
12 = ก๊าซไหลไปยังห้องเผาไหม้ก๊าซก่อนระบายออกจากเตาเผา

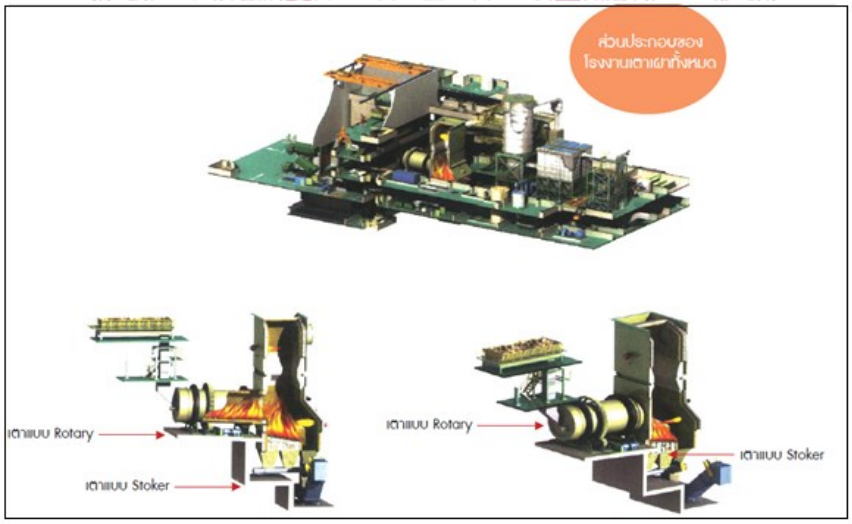
ภาพที่ 2.5 เตาเผาแบบ Rotary Kiln
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

(3) กระบวนการเผาแบบจำกัดอากาศ (Pyrolysis Incineration Process) เป็นกระบวนการเผาที่มีการควบคุมอากาศในห้องเผา ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการลุกไหม้ที่สมบูรณ์แต่ไม่ลุกไหม้รุนแรงมากนัก และควบคุมคุณภาพของอากาศเสียให้สัมผัสความร้อนอยู่ในเตาเผาให้นานที่สุด การเคลื่อนตัวของขยะเป็นไปตามตะกรับที่มีการเคลื่อนตัวไปมา บางครั้งเรียกเตาเผาที่ใช้กระบวนการเผาแบบนี้ว่า “Starved Air Incinerator” ซึ่งเป็นเตาที่จำกัดอากาศ เหมาะสำหรับการเผาทำลายขยะอุตสาหกรรม โดยเฉพาะกากอุตสาหกรรมอันตราย เพราะไม่ต้องการให้เกิดการลุกไหม้ที่รุนแรง แต่สามารถทำลายขยะได้อย่างสมบูรณ์ ดังภาพที่6 ในปัจจุบันมีการออกแบบเตาเผาแบบ Rotary Kiln ร่วมกับ Stoker เพื่อให้เกิดการลุกไหม้ที่สมบูรณ์โดยเฉพาะกับขยะชุมชน ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 เตาเผาแบบ Pyrolysis

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)



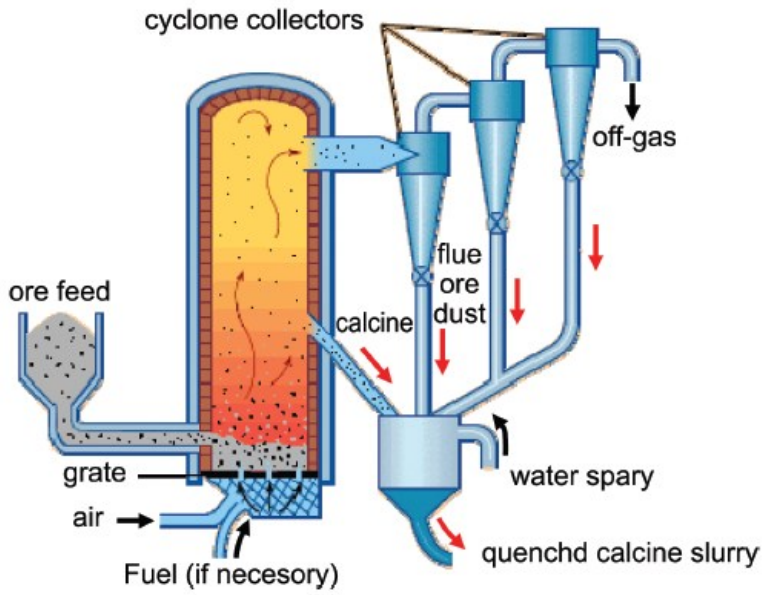
ภาพที่ 2.7 เตาเผาแบบ Rotary Kiln ร่วมกับ Stoker

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

(4) กระบวนการเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incineration Process) เป็นกระบวนการแบบจำกัดอากาศ (Starved Air Incinerator) เพราะไม่ต้องการให้เกิดการลุกไหม้ที่รุนแรง แต่สามารถทำลายขยะได้อย่างสมบูรณ์ การเคลื่อนตัวของขยะในห้องเผาเป็นไปตามการ

เคลื่อนตัวขึ้นลงของตัวกลางนำความร้อน โดยตัวกลางต้องมีคุณสมบัติกระจายความร้อนได้เป็นอย่างดี ตัวกลางที่นิยมใช้ ได้แก่ ทราย กรวด โดยขยะที่นำมาเผาต้องผ่านการลดขนาดก่อน

หลังจากนั้น จะถูกลำเลียงมายังช่องเผา ตัวกลางและขยะจะถูกกวนผสมกันในเตา โดยใช้อากาศเป่าจากข้างล่างหรือพื้นเตา ทำให้ขยะมีพฤติกรรมเหมือนกับของไหล อุณหภูมิการเผาไหม้ประมาณ 600-1,000 องศาเซลเซียส เตาเผาที่ใช้กระบวนการประเภทนี้เหมาะสำหรับการเผาทำลายขยะที่มีขนาดเล็กและเป็นขยะประเภทเดียวกัน เช่น การเผากากอุตสาหกรรมอันตรายประเภทยาหรือเวชภัณฑ์ น้ำมันเครื่องเก่า เป็นต้น ดังภาพที่8 ข้อดีของเตาเผาชนิดนี้คือ มีความยืดหยุ่นในการรับขยะที่มีสมบัติไม่สม่ำเสมอได้มากกว่าเตาเผาชนิดตะกรับ สามารถควบคุมอุณหภูมิ และคุณภาพของการเผาไหม้ขยะได้ดีกว่าแบบตะกรับ จึงสามารถควบคุมมลสารและแก๊สมลพิษพวก NOX และ CO ได้ดีกว่าเตาเผาแบบตะกรับ และมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่า ส่วนข้อเสียของเตาเผาชนิดนี้คือต้องมีกระบวนการจัดการและเตรียมขยะเบื้องต้นให้มีขนาดตามที่กำหนดก่อนป้อนเข้าสู่เตาเผา รวมทั้งเทคโนโลยีดังกล่าวมีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูงกว่าเตาเผาแบบตะกรับ



ภาพที่ 2.8 เตาเผาแบบ Fluidized Bed

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

(5) กระบวนการแบบความร้อนสูง (Thermo Selected)เป็นกระบวนการเผาที่เริ่มพัฒนาเมื่อปี พ.ศ. 2540 ในกลุ่มประเทศยุโรป โดย

มีหลักการทำงานของเตาเผาที่อุณหภูมิสูงในช่วง 2,000-3,000 องศาเซลเซียส และใช้อากาศมากเกินพอ (Excess Air Incinerator) ทำให้สามารถเผาขยะได้ทุกชนิด รวมทั้งโลหะ ซึ่งการหลอมเหลวนี้ทำให้สามารถทำลายขยะได้ถึงร้อยละ 95-99 ของปริมาณขยะทั้งหมด โดยเตาแบบนี้เหมาะสำหรับทำลายขยะชุมชนเนื่องจากองค์ประกอบของขยะชุมชนมีความหลากหลายมาก รวมทั้งยังมีระบบการทำลายมลพิษทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยอุณหภูมิที่สูงถึง 3,000 องศาเซลเซียส

กระบวนการกำจัดขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ (Residue Handling Process) ขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้มี 2 ประเภทคือ ขี้เถ้าที่เหลืออยู่ที่ก้นเตาเผา (Bottom Ash) หรือขี้เถ้าหนักจะถูกลำเลียงและพ่นด้วยน้ำ หรือผ่านไปยังบ่อน้ำ เพื่อให้เย็นลงและป้องกันไม่ให้ขี้เถ้าปลิวกระจัดกระจาย จากนั้นจะถูกเก็บไว้ในบ่อเก็บขี้เถ้า (Ash Pit) เพื่อรอรถบรรทุกขนไปเททิ้งต่อไป อีกประเภทหนึ่งคือ ขี้เถ้าลอย (Fly Ash) มีอยู่ในไอเสียจากการเผาไหม้ เพราะมีขนาดเล็กและเบาจะถูกดักจับโดยใช้อุปกรณ์กำจัดฝุ่น แล้วนำไปรวมไว้ในบ่อเก็บขี้เถ้าเช่นเดียวกันเพื่อรอการกำจัด

กระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง (Flue Gas Cooling Process) ไอเสียซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ขยะที่อุณหภูมิ 700-950 องศาเซลเซียส ไม่สามารถผ่านโดยตรงไปยังระบบบำบัดไอเสีย เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ดักจับฝุ่นและกากขี้เถ้า ดังนั้นจึงต้องทำให้ไอเสียนี้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียสเสียก่อน โดยใช้วิธีพ่นน้ำโดยตรงไปยังไอเสียเพื่อให้น้ำระเหยและลดอุณหภูมิไอเสียลงหรือให้ไอเสียถ่ายเทความร้อนให้หม้อต้มน้ำ (Steam Boiler) เพื่อลดอุณหภูมิของไอเสียทางอ้อม

กระบวนการบำบัดไอเสีย (Flue Gas Treating Process)ไอเสียที่เกิดจากการเผาขยะประกอบด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ อนุภาคฝุ่น HCl, SOX, NOX และไดออกซิน เป็นต้น ไอเสียพวกนี้ต้องผ่านการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง แล้วถูกบำบัดก่อนระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ดักฝุ่น (Dust Collector) และอุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศ (APCDs) อื่นๆ เพื่อบำบัดอากาศเสียที่ไหลออกปล่องได้แก่ ไซโคลน (Cyclone)ถุงกรอง (Baghouse Filter) เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) เครื่องพ่นจับแบบเปียก (Wet Scrubber) เป็นต้น

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treating Process)น้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงเผาขยะเกิดจากระบบที่ทำให้แก๊สเย็นตัว ระบบกำจัดขี้เถ้า การฉีดน้ำ บ่อรับขยะ บ่อเก็บขี้เถ้า การกำจัดแก๊สพิษ หม้อต้มน้ำ อุปกรณ์การประปา การล้างรถ และจากโรงอาหาร กล่าวได้ว่าขยะ 1 ตัน ที่เข้าเผาในโรงเผาขยะนั้นทำให้เกิดน้ำเสียระหว่าง 0.5-1 ลูกบาศก์เมตร หรือถ้ามีการใช้อุปกรณ์กำจัดฝุ่นแบบ Wet Type จะทำให้เกิดน้ำเสียประมาณ 3 ลูกบาศก์เมตร โดยคุณภาพของน้ำเสียจากโรงเผาขยะจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับสภาพของการเผาไหม้ ในสภาพการเผาไหม้ที่ดี น้ำเสียจะใสกว่าและ pH

จะเป็นด่างมากกว่า เนื่องจากสารอินทรีย์มีปริมาณลดลงแล้วกลายเป็นขี้เถ้า ในทางกลับกันถ้าสภาพการเผาไหม้ไม่ดีจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Chemical Oxygen Demand : COD) สูง และ pH ต่ำ น้ำเสียจะมีสภาพเป็นกรด น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

1. น้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ฉีดพ่นเพื่อทำให้แก๊สเย็นตัว ควรใช้การบำบัดโดยวิธีกายภาพและเคมีอย่างง่ายๆ ก็เพียงพอแล้ว เช่น ใช้วิธีการทำให้เป็นกลาง (Neutralization) และการตกตะกอน (Coagulation and Sedimentation)

2. น้ำที่ปล่อยออกจากโรงเผาขยะตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จะผ่านการบำบัดโดยวิธีการตกตะกอนสารแขวนลอย แล้วผสมน้ำที่ได้หลังการตกตะกอนกับน้ำเสียจากโรงครัวและน้ำเสียจากการล้างรถ หลังจากนั้นกำจัดสารประกอบอินทรีย์ โดยกระบวนการทางชีววิทยา เช่น กระบวนการ Activated Sludge หรือกระบวนการ Catalytic Oxidation หรือกระบวนการ Filtration

กระบวนการใช้ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะให้เป็นประโยชน์ (Waste Heat Utilization Process) ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

1. ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการติดตั้งหม้อน้ำแบบ Waste Heat Boiler อุณหภูมิจากการเผาไหม้ขยะต้องสูงพอที่จะใช้ต้มน้ำ เพื่อให้กลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันที่ต้องการ แล้วส่งไอน้ำนี้ไปหมุนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ซึ่งมีเพลาต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจนได้ไฟฟ้าออกมาใช้งาน

2. ผลิตน้ำร้อนไปใช้ประโยชน์ ในประเทศที่มีอากาศหนาว น้ำร้อนที่ได้จาก Boiler จะถูกส่งไปทำน้ำอุ่น เช่น ทำน้ำอุ่นให้สระว่ายน้ำ เป็นต้น

3. ผลิตความร้อนไปให้ความอบอุ่นในประเทศที่มีอากาศหนาว ไอน้ำที่ผลิตได้สามารถต่อท่อส่งไปยังอาคารบ้านเรือน เพื่อทำความอบอุ่นในฤดูหนาว (District Heating) หรือให้ความอบอุ่นแก่เรือนปลูกต้นไม้ (Green House)

2.3.2 รูปแบบเตาเผาขยะไม่ใช้ไฟฟ้า แก๊ส น้ำมันหรือเครื่องอัดอากาศ

จากการศึกษาเตาเผาขยะต้นแบบหลาย ๆ รูปแบบ จะมีความแตกต่างกัน ส่วนมากจะเน้นเตาขนาะเผาได้จำนวนมากและมีค่าใช้จ่ายสูง รวมทั้งค่าซ้อมบำรุงด้วย และหน่วยงานที่รับผิดชอบคือหน่วยงานภาครัฐดำเนินการจัดงบประมาณมาสนับสนุน แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องได้ และยังเป็นปัญหาคือ ขาดพื้นที่การจัดการขยะ หรือขาดรูปแบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพจากนิยามของเตาเผาขยะไม่ใช้ไฟฟ้า แก๊ส น้ำมันหรือเครื่องอัดอากาศ ก็จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ สำหรับการจัดการขยะด้วยการเผา

บริษัท วันเดอร์ วิลล์ จำกัด ได้ให้ความความสำคัญเกี่ยวเตาเผาขยะไว้ว่า เตาเผาขยะสำเร็จรูป ACI ลดมลพิษ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง ไม่ใช้ไฟฟ้า แก๊ส น้ำมัน สามารถเผาขยะมูลฝอยและระบบควบคุมอากาศประสิทธิภาพสูง[16] สามารถทำงานได้โดยใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แก๊ส น้ำมัน หรือเครื่องอัดอากาศ มาช่วยในการเผาไหม้ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะถูกเก็บสะสมอยู่ภายใน และปล่อยออกจากปล่องด้วยอัตราไหลเวียนความร้อนที่เหมาะสม เพื่อสร้างความร้อนที่สม่ำเสมอ และปลอดภัยในการทำงาน เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 500-900 ℃ สามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุดพักเตา

เตาเผาขยะยี่ห้อ ACI สามารถช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการเผาขยะได้ด้วยการเผาที่อุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่อง โดยเตาเผาขยะทุกรุ่นได้ผ่านการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องควันว่าเป็นไปตามมาตรฐาน จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน ทำให้สามารถควบคุมมาตรฐานการผลิตได้อย่างถูกต้อง ใช้เวลาประกอบติดตั้งโดยทีมงานมืออาชีพเพียง 1 ชั่วโมง ก็สามารถใช้งานได้ทันที ใช้งานง่าย ดูแลรักษาได้ง่าย เพราะไม่มีระบบเครื่องยนต์กลไกที่ซับซ้อน ไม่ต้องเดินระบบสายไฟ ไม่มีระบบน้ำ ไม่ต้องกังวลเรื่องระบบเชื้อเพลิง เริ่มต้นการใช้งานได้โดยใช้เพียงขยะแห้งและไฟแช็ค

แนวคิดเกี่ยวกับสร้างเตาเผาขยะปัจจุบัน จะมีหลายหน่วยงานที่พัฒนาขึ้น ซึ่งแต่ละแห่งก็พยายามเน้นคุณสมบัติพิเศษสร้างจุดเด่นและประสิทธิภาพเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาเรื่องขยะผลจากศึกษาแนวคิดเพื่อนำสู่การพัฒนาเผาขยะประเภทต่าง ๆ เช่น มีห้องเผาไหม้ขยะมูลฝอย ช่องป้อนขยะมูลฝอย ถ่ายรองรับเถ้าถ่านและปล่องระไอน้ำ เป็นต้น เป็นการนำแนวคิดทฤษฎีดังกล่าวมาพัฒนาเป็นเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล โดยศึกษและพัฒนาจากเผาขยะ เน้นการใช้ขยะแห้งเชื้อเพลิงเผาขยะมูลต่าง ๆ ลดการใช้น้ำมันและแก๊สเป็นเชื้อเพื่อลดมลพิษทางอากาศสามารถนำไปได้กับชุมชนขนาดเล็กหรือวัด สถานศึกษาเคลื่อนย้ายได้ง่ายสะดวกต่อการใช้งาน

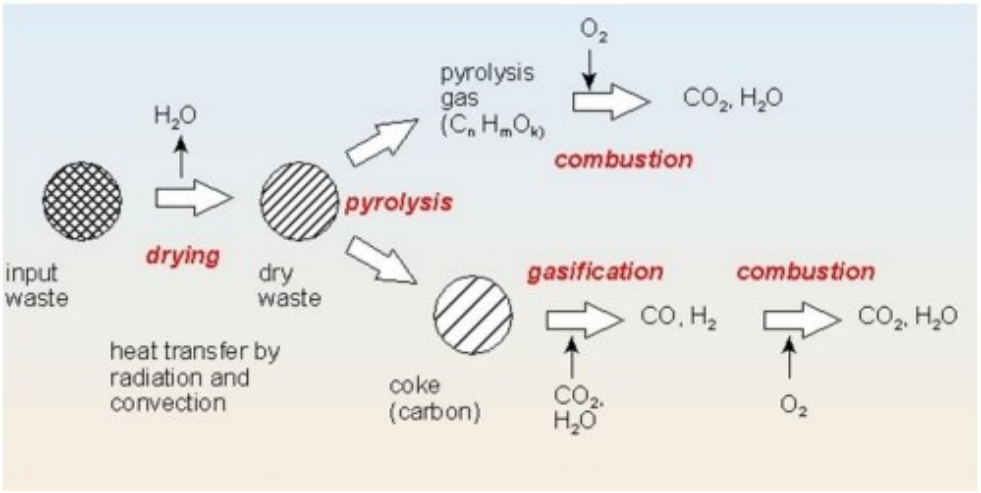
[16] https://wonderwill.co.th/?gclid=EAIaIQobChMIg52C4Jf-_wIV0ZNmAh2DnwkKEAAYASAAEgI-OvD_BwE

2.4 แนวคิดเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ

จากการสำรวจขยะมูลฝอยในประเทศไทยเทศ มีการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 3 หมวด คือ เทคโนโลยีความร้อน เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอย

2.4.1 เทคโนโลยีความร้อน (Thermal Technology)

เป็นการใช้ความร้อนอุณหภูมิสูงในการทำให้ขยะมูลฝอยเกิดการแตกสลายด้วยความร้อน (Thermal Cracking) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ต้องการความร้อนจากแหล่งให้ความร้อนภายนอกเพื่อช่วยให้ปฏิกิริยาคำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (Endothermic Process) แล้วอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับออกซิไดเซอร์ เพื่อเปลี่ยนรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์โดยกระบวนการดังกถ่าวเป็นปฏิกิริยาดาชความร้อน (Exothermal Process) ทำให้สามารถนำความร้อนที่ได้ไปใช้ในการผลิตพลังงาน หรืออาจนำผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแตกสลายด้วยความร้อนไปผ่านกระบวนการเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์เพื่อนำไปผลิตพลังงาน หรืออาจนำไปเผาไหม้กับออกซิไดเซอร์เพื่อให้ได้ความร้อนก่อนนำไปผลิตพลังงาน การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกรรมวิธีทางความร้อนอาจแสดงได้



ภาพที่ 2.9 กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยความร้อน

ที่มา : รายงานวิจัย การศึกษาแนวทางบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อใช้เป็นพลังงานเทศทดแทนแบบครบวงจร (ระดับชุมชน)

1) เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

ก) หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย

เนื่องจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยประกอบตัวขององค์ประกอบที่มีพลังงานเคมีอยู่ในปริมาณมาก การแปรรูปพลังงานที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดขยะมูลฝอยและยังสามารถนำพลังงานที่อยู่ในขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง การเผาขยะมูลฝอยด้วยความร้อนอุณหภูมิสูงจะกระทำในเตาเผาที่ ได้มีการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้เข้ากับลักษณะสมบัติของขยะ คือ มีอัตราความชื้นสูง และมีค่าความร้อนที่แปรผันได้ การเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมที่ดีเพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษและการรบกวนต่อสิ่งแวดล้อม เช่น แก๊สพิษ เขม่า กลิ่น เป็นต้น แก๊สซึ่งเกิดจากการเผาไหม้จะได้รับการกำจัดเขม่าและอนุภาคตามที่กฎหมายควบคุม ก่อนที่จะส่งออกสู่บรรยากาศ ขี้เถ้าซึ่งเหลือจากการผาไหม้ ซึ่งมีปริมาตรประมาณร้อยละ 10 และน้ำหนักประมาณ ร้อยละ 25 ถึง 30 ของขยะที่ส่งเข้าเตาเผา จะนำไปฝังกลบหรือใช้เป็นวัสดุปูพื้นสำหรับการสร้างถนน ส่วนขี้เถ้าที่มีส่วนประกอบของโลหะอาจถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนั้นในบางพื้นที่ที่มีปริมาณขยะอยู่มากสามารถที่จะนำพลังงานความร้อนที่ ได้จากการเผาขยะมาใช้ในการผลิตไอน้ำหรือทำน้ำร้อนหรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้

ข) ประเภทของเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย

เตาเผาขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ เตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้ (Moving Grate Incinerator) เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) และ เตาเผาแบบฟลูอิดไคซ์เบด (Fluidized-bed Incinerator) เทโนโลยีนี้ปกติจะเป็นการเผาไหม้ในเตาผาแบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้ (Moving Grate) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้วมีสมรรถะทางเทคนิคที่ยอมรับได้และสามารถรองรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบ และค่าความร้อนที่หลากหลาย ระบบที่ได้รับความนิยมรองลงมาคือ ระบบเตาเผาแบบหมุน (rotary kiln) ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาขยะแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาขยะแต่ละประเภท

ประเภทเตาเผาขยะมูลฝอย	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
เตาเผาแบบตะกรับเคลื่อนที่ได้	-ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะมูลฝอยก่อน - เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กับอย่างแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้วสำหรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยและมีสมรรถตรงตามวัตถุประสงค์สามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี - สามารถให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 85% -เตาเผาแต่ละเตาสามารถก่อสร้างให้มีความสามารถในการเผาทำลายได้ถึง 1,200 ตันต่อวัน (ร0 ตันต่อชั่วโมง)	- เงินลงทุนและบำรุง รักษาค่อนข้างสูง
เตาเผาแบบหมุน	-ไม่ต้องการคัดแยกหรือบดตัดขยะมูลฝอย -สามารถให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 80 % -สามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี	-เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้ในการเผาทำลายขยะมูลฝอยค่อนข้างน้อย - เงินลงทุนและบำรุง รักษาค่อนข้าง - ความสามารถในการเผาทำลายสูงสุดต่อหนึ่งเตาประมาณ 480 ตันต่อวัน (20 ตันต่อชั่วโมง)
เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบค	-เงินลงทุนและต่ำาใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการออกแบบที่ค่อนข้างง่าย -สามารถให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 90% -สามารถใช้ในการเผาทำลายเชื้อเพลิงที่หลากหลายประเภทและสามารถรองรับได้ทั้งกากของแข็งและเหลวโดยเผาทำลายร่วมกับ หรือแยกจากกัน	- ณ ปัจจุบันยังจัดว่าเป็นเทคโนโลยีที่ยังต้องการการทดสอบอยู่สำหรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยชุมชน -ค่อนข้างมีข้อจำกัดด้านขนาดและองค์ประกอบ ของขยะโดยทั่วไปต้องมีกระบวนการจัดการขยะก่อนส่งเข้าเตาเผา

ค) การนำพลังงานกลับมาใช้ (Energy Recovery)

ประโยชน์หลักที่ได้รับจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยในเตาเผาได้แก่การนำเอาพลังงานที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยการเผาทำลายขยะมูลฝอยในเตาเผาสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากหลุมฝังกลบและสามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ นอกจากนี้ยังเป็นการลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกโดยรวมด้วย

แก๊สร้อนที่เกิดจากการผาไหม้ในเตาผา จะมีพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่ในตัวด้วย มันจะถูกทำให้เย็นตัวลงในหม้อน้ำก่อนที่ไหลเข้าสู่อุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศ ชนิดของหม้อน้ำที่ติดตั้งขึ้นอยู่กับว่าต้องการพลังงานในรูปของน้ำร้อนเพื่อใช้กับระบบน้ำร้อน หรือไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม หรือเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ประสิทธิภาพที่ได้จากการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่สำหรับการใช้พลังงานแต่ละประเภทเทียบกับความร้อนที่ใส่เข้าไปแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 สรุปประสิทธิภาพที่ได้จากการผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ

การใช้พลังงาน	**พลังงานที่นำกลับมาได้**		**ประสิทธิภาพโดยรวม**
ความร้อนเท่านั้น	**ความร้อน**	**80%**	**80%**
ไอน้ำเท่านั้น	ไอน้ำ	80%	80%
กำลังเท่านั้น	กำลัง	35%	35%
ไอน้ำและกำลังร่วม	ความร้อนกำลัง	60-65% 20-25%	85%

ง) การควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

มลพิษที่เกิดขึ้นจากเตาเผาขยะมูลฝอยโดยหลักแล้วเกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้จะปลดปล่อยออกมาในรูปมลพิษทางอากาศ มลพิษทางกากของแข็ง และมลพิษทางน้ำ การควบคุมต้องให้มีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานที่แต่ละห้องกำหนด

มลพิษอากาศ

มลพิษที่ปลดปล่อยออกมาจากเตาเผาขยะมูลฝอยมีทั้งที่เป็นอนุภาคมลสาร (ฝุ่น) และแก๊ส เช่น HCI, HF และ $S0_2$ มลพิษที่มีความเป็นพิษ เช่น ปรอท ไดออกซินและ NO_x เหล่านี้สามารถนำออกมาจากแก๊สไอเสียได้ทั้งหมดด้วยเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางเคมีที่มีความก้าวหน้าและมีต้นทุนสูงการเลือกใช้ระบบควบคุมมลพิษอากาศ โดยหลักแล้วขึ้นอยู่กับมาตรฐานการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละประเทศและขึ้นอยู่กับระดับการควบคุมที่ต้องการ

มลพิษกากของแข็ง

กากของแข็งที่เหลือจากการเผาไหม้ในเตาเผาขยะมูลฝอย จะแยกเป็นสองส่วน คือ ขี้เถ้าหนัก (bottom ash) ซึ่งพบที่บริเวณก้นเตาเผา เกิดจากจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ และขี้เถ้าเบา (fly ash) ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยส่วนที่ระเหยขึ้นไปจากขยะมูลฝอยอย่างรวดเร็วและลอยออกไปจากห้องเผาไหมกับแก๊สไอเสียและถูกจับด้วยอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศ เช่น ไซโคลน เครื่องกรองด้วยเส้นใยถัก เครื่องดักด้วยไฟฟ้าสถิต เป็นต้น

มลพิษน้ำ

น้ำเสียมาจากระบบควบคุมมลพิษอากาศและน้ำเสียที่ใช้ในการทำให้ขี้เถ้าเย็นตัวลงน้ำเสียนี้ส่วนหนึ่งจะไหลวนเพื่อกลับไปใช้ในกระบวนการของเตาเผา มีเพียงบางส่วนที่ถ่ายทิ้งเพื่อนำไปกำจัดซึ่งอาจไหลไปบำบัดรวมกับน้ำเสียจากกั้นหลุมเก็บขยะมูลฝอย

2) เทคโนโลยีไพโรไลซิส/แก๊สซิฟิเคชั่น (Pyrolysis/Gasification)

เทคโนโลยีไพโรไลซิสแก๊สซิฟิเคชั่น เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคู่ควบกัน กล่าวคือ ขยะเมื่อถูกทำให้แห้งโดยการระเหยความชื้นทิ้งไปแล้วจะนำความร้อนจากการเผาไหม้ก่อนหน้านี้มาทำให้ตัวเองเกิดการแตกสลายทางความร้อนและกลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ขณะเดียวกัน มักมีการจ่ายออก ซิไตซ์เซอร์เข้ามาบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาด้วยเพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้บางส่วน (partial oxidation) ซึ่งจะได้ความร้อนเกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาและนำไปใช้ในกระบวนการแตกสลายทางความร้อน ดังนั้นอาจกล่าวได้กว่าปฏิกิริยา pyrolysis / gasification มักเกิดคู่ควบกัน อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาดังกล่าวมีความแตกต่างจาก incineration เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักไม่ใช่การทำลายขยะมูลฝอยให้สิ้นซากไป (destruction) แต่เป็นการเปลี่ยนรูป (conversion) ขยะมูลฝอยซึ่งอยู่ในสภาพเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปประโยชน์ได้ต่อไป กล่าวคือ เชื้อเพลิงแก๊สที่ได้อาจนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) หรือเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine) หรือเพื่อการเผาไหม้โดยตรงในเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Burner in Steam Generator) หรืออาจนำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นเป็นเพื่อสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงเหลวหรือใช้ในอุตสาหกรรมเคมีต่อไป

ก) หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีไพโรไลซิน/แก๊สซิฟิเคชั่น

กระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงแข็งประกอบไปด้วยกระบวนการสลาชตัว (Decomposition) และกระบวนการกลั่นสลาย (Devolatilization) ของโมเลกุลสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยชุมชน ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200-1,400 °C ในบรรยากาศที่ควบคุมปริมาณออกซิเจนเพื่อผลิตสารระเหยและถ่านชาร์ (Char) ในขั้นตอนของกระบวนการกลั่นสลายหรือที่เรียกว่าไพโรไลซิส (Pyrolysis) ชีวมวลจะสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารระเหย เช่น มีเทน และส่วนที่เหลือยังคง

สภาพของแข็งอยู่เรียกว่า ถ่านชาร์ สารระเหยจะทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ต่อที่อุณหภูมิสูง หรือปฏิกิริยาทุติยภูมิ (Secondary Reaction) ในขณะที่ถ่านชาร์จะถูกแก๊สซิฟายต่อโดยอากาศ ออกซิเจน หรือไอน้ำ ได้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง

ปฏิกิริยาที่เกิดใน Gasification Process จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิง ซึ่งปัจจัยหลักที่จะกำหนดการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าว คือ อุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ เช่น ถ่าน Residence Time ในบริเวณ Hot Zone ของเครื่องปฏิกรณ์น้อยเกินไป หรืออุณหภูมิต่ำเกินไป จะทำให้โมเลกุลขนาดกลางไม่เกิดการสันดาปและจะหลุดออกไปเกิดการควบแน่นที่บริเวณ Reduction Zone เป็นน้ำมันทาร์

ข) ประเภทของเทคโนโลยีไพโรไลซิส/แก๊สซิฟิเคชั่น

เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier สามารถแบ่งออกได้เป็น Downdraft, Updraft, Cross-Current และ Fluid Bed Gasifier

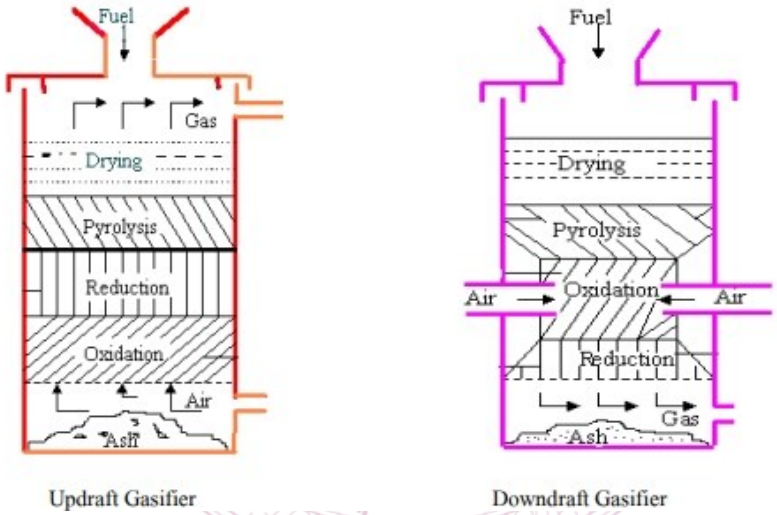
Updraft Gasifier

เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเครื่องและอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงขึ้น ซึ่งเรียกบริเวณนี้ว่า Combustion Zone เมื่ออากาศผ่านเข้าไปบริเวณ Combustion Zone จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำแก๊สร้อนที่ผ่านมาจาก Combustion Zone จะมีอุณหภูมิ สูงและจะถูกส่งผ่านไปยัง Reduction Zone ซึ่งเป็นโซนที่มีปริมาณคาร์บอนมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เกิดเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นแก๊สที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในชั้นของเชื้อเพลิง และกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200-500 °C หลังจากนั้นแก๊สก็จะไหลเข้าสู่ชั้นของเชื้อเพลิงที่ขึ้นเนื่องจากแก๊สยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงไประเทยน้ำที่อยู่ในเชื้อเพลิงเหล่านั้นทำให้แก๊สที่ออกจากเครื่องปฏิกรณ์มีอุณหภูมิต่ำลง สารระเหยและน้ำมันทาร์ที่เกิดขึ้นในช่วงการกลั่นสลายจะติดออกไปกับแก๊สเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น ดังนั้น แก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier จะมีปริมาณของน้ำมันทาร์มาก บางครั้งอาจมีมากถึง 20% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จากการไพโรไลซิสชีวมวล

Downdraft Gasifier

เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier แบบนี้ออกแบบมาเพื่อขจัดน้ำมันทาร์ในแก๊สเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ อากาศจะถูกดูดผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ผ่านกลุ่มของหัวฉีดซึ่งเรียกว่า Tuyers บริเวณหัวฉีดจะเป็นบริเวณของโซน Combustion แก๊สที่ให้จากโซน Combustion จะถูก Reduced ในขณะที่ไหลลงสู่ด้านล่างและผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อนซึ่งอยู่เหนือตะแกรงเล็กน้อยขณะเดียวกันในชั้นของเชื้อเพลิงที่อยู่ทางด้านบนของโซน Combustion จะมีปริมาณออกซิเจนน้อยมากทำให้เกิดการ

กลั่นสลาย และน้ำมันทาร์ที่เกิดจากการกลั่นสลายจะไหลผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อน ทำให้น้ำมันทาร์เกิดการแตกตัวเป็นแก๊ส ซึ่งการแตกตัวนี้จะเกิดที่อุณหภูมิคงที่ในช่วงระหว่าง 800-1,000 °C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,000 °C ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะทำให้แก๊สที่ได้มีอุณหภูมิต่ำลง แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิ ดังกล่าวปฏิกิริยาคายความร้อนจะทำให้แก๊สที่ได้มีอุณหภูมิสูงขึ้น แก๊สที่ผ่านโซน Combustion จะมีส่วนประกอบของน้ำมันทาร์ลดลงเหลือน้อยกว่า 10% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จาก Updraft Gasifier และแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จะสะอาดกว่าการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงโดยเครื่องปฏิกรณ์แบบ Downdraft Gasifier นี้ง่าย และมีความน่าเชื่อถือสำหรับเชื้อเพลิงที่แห้ง (มีความชื้นต่ำกว่า 30% เนื่องจากว่าแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้ มีปริมาณน้ำมันทาร์ต่ำ ดังนั้น เครื่องปฏิกรณ์แบบ Downdraft Gasifier จึงเหมาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน



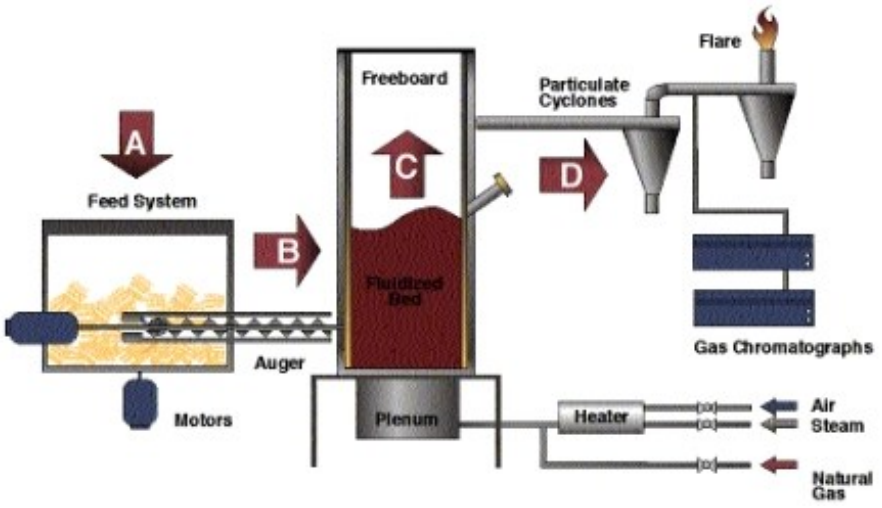
ภาพที่ 2.10 เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier

ที่มา : รายงานวิจัย การศึกษาแนวทางบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อ

Fluid bed Gasifier

การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการทำงานของกระบวนการในระบบซึ่งจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเคมีและสภาพทางฟิสิกส์ของเชื้อเพลิง โดยจะเกิดปัญหาของ Slag ที่เกิดขึ้นมากเกินไป จึงก่อให้เกิดการอุดตันในเครื่องปฏิกรณ์บ่อยครั้ง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier ขึ้น เครื่องปฏิกรณ์แบบนี้อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิง เมื่อเราเพิ่มความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านสูงจนกระทั่งทำให้เชื้อเพลิงที่วางอยู่เริ่มลอยตัวขึ้น มีลักษณะคล้ายกับของไหลภายในเครื่องปฏิกรณ์ จะใส่วัสดุเฉื่อย (Inert Material) ซึ่งอาจเป็นทราย

อลูมิน่า หรือออกไซด์ของโลหะที่ทนความร้อนสูงและไม่เกิดการหลอมรวมตัวกัน โดยมีแผ่นที่เจาะรูมารองรับตัวกลางเหล่านี้ที่ตอนล่างของเครื่องปฏิกรณ์ แผ่นที่เจาะรู้นี้จะช่วยทำให้เกิดการกระจายตัวแบบฟลูอิดไดเซชันอย่างทั่วถึงของเบดโดยการผ่านอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ตอนล่างของแผ่นรองรับ ซึ่งความเร็วของอากาศหรือออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปต้องมีค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ตัวกลางมีสภาพแขวนลอย (Suspension) โดยปกติเชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงภายในเบด อย่างไรก็ตามปฏิกิริยา Gasification อาจเกิดขึ้นที่ส่วนที่เป็นที่ว่างเหนือเบด หรือที่เรียกว่าบริเวณ Freeboard โดยเป็นปฏิกิริยาของอนุภาคเชื้อเพลิงเล็ก ๆ ที่ปลิวหลุดออกมาจากเบดหรือเป็นปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อนของน้ำมันทาร์ แก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier จะมีปริมาณน้ำมันทาร์อยู่ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier และ Downdraft Gasifier



ภาพที่ 2.11 Fluid Bed Gasifier

ที่มา : รายงานวิจัย การศึกษาแนวทางบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อ

เครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier มีข้อดีคือมีการผสมที่ปั่นป่วนมาก ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลมีค่าสูง มีการผสมที่ดีของ Solid Phase ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงและสามารถควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์ให้ค่อนข้างง่าย ข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้คือ แก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จะมีปริมาณเถ้าและฝุ่นถ่านชาร์ออกมาด้วย เนื่องจากความเร็วของอากาศภายในเครื่องปฏิกรณ์มีค่าสูงจึงต้องนำ Cyclone มาใช้กับระบบด้วย

ค) การนำพลังงานกลับมาใช้

การนำพลังงานกลับมาใช้ของเทคโนโลยีไพโรไลซิส/แก๊สซิฟิเคชั่น จะได้จากแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จากปฏิกรณ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ และออกซิแดนท์ที่ใช้ในทางทฤษฎีจะคิดว่าน้ำมันทาร์ สารไฮไดรคาร์บอน และถ่านชาร์จะเปลี่ยนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามชนิดและรูปแบบของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifiers สามารถทำให้ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ได้ ซึ่งระดับของการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นกับรูปร่างและลักษณะของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifiers ด้วย

ง) การควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

มลพิษอากาศ

ข้อแตกต่างประการสำคัญระหว่างเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยและเทศโนโลยีไพโรไลซิส/แก๊สซิฟิเคชั่นคือ เทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นในสภาวะที่มีออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาในปริมาณน้อยกว่าที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์นี่หมายถึงว่าผลิตภัณฑ์สารอันตรายที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในเตาผาขยะมูลฝอย โดยเฉพะอย่างยิ่งไดออกซินและฟูราน (ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการลดลงของอุณหภูมิและมีออกซิเจนเข้ามาทำปฏิกิริยา) จะเกิดขึ้นได้ยากกว่าและในปริมาณที่จำกัดกว่าในเทคโนโลยีไพโร ไลซิส/เก๊สซิฟิเคชั่น ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีนี้ มีอุณหภูมิของปฏิกรณ์สูงในโซนเผาไหม้ (combustion zone) และโซนที่ถัดมาเป็นโซน reduction (มีออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาน้อย)

อย่างไรก็ตาม แก๊สเชื้อเพลิงที่เกิดจากปฏิกรณ์แก๊สซิไฟเออร์ต้องผ่านการบำบัดก่อนโดขาจปนเปื้อนด้วยฝุ่นละอองและน้ำมันทาร์ บอกจากนี้อาจมีโลหะหนักแอมโมเนีย ไฮโดรเจนคลอไรด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และ NO_x เทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมสารมลพิษเหล่านี้ได้แก่ สครับเบอร์เครื่องกรองด้วยเส้นใยถัก เครื่องดักด้วยไฟฟ้าสถิตย์และไซโคลน เป็นต้น

โลหะหนักจะระเหยออกไปบางส่วนในปฏิกรณ์แก๊สซิไฟเออร์ สภาวะที่มีออกซิเจนน้อยจะช่วยป้องกันการออกซิเดชั่นกับโลหะและทำให้การระเหยออกไปอยู่ใบรูปโลหะ (Metallic Form) การทำให้แก๊สเชื้อเพลิงเย็นตัวลงจะทำให้โลหะนี้ควบแน่น ทั้งนี้จุดเดือดของโลหะหนักเหล่านี้จะอยู่สูงกว่า 150°c ซึ่งเป็นอุณหภูมิทั่วไปที่แก๊สเชื้อเพลิงจะถูกทำให้เย็นตัวลงก่อนไหลเข้าสู่เครื่องกรองด้วยเส้นใยถัก ดังนั้น โลหะหนักจึงสามารถถูกควบคุมได้นะจุดนี้

แอมโมเนียอาจเกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาไพโรไลซิส/เก๊สซิฟิเคชั่น การเผาไหม้แอมโมเนียจะช่วยให้เกิด $N0_x$ อย่างไรก็ตาม สามารถใช้น้ำเพื่อชะจับแอมไมเนียในสครับเบอร์หรือหอลดอุณหภูมิ (quencher) ได้ นอกจากนี้แอมโมเนียยังสามารถทำปฏิกิริยากับ NO_x เพื่อเปลี่ยนให้เป็นไนโตรเจนและน้ำ ไฮโดรเจนคลอไรด์สามารถดักจับได้ด้วยปูนขาวในเครื่องกรองแบบเส้นใยถักที่ 150°C

ปริมาณของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเป็นฟังชั่นขององค์ประกอบซัลเฟอร์ในขยะมูลฝอย อย่างไรก็ตาม ไฮโดรเจนซัลไฟต์จะละลายน้ำได้น้อยกว่าแอมโมเนียมาก จึงต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายในน้ำหรือ metal oxide filter เพื่อสกัดแก๊สนี้

มลพิษกากของแข็ง

กากของแข็งที่เกิดขึ้นด้านก้นของปฏิกรณ์แก๊สซิไฟเออร์เป็นถ่านชาร์ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ สำหรับโลหะและสารที่เผาไหม้ไม่ได้สามารถคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ขี้เถ้าเบาที่เกิดขึ้น ณ อุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาสอาจปนเปื้อนด้วยโลหะหนักและต้องการบำบัดขั้นสุดท้ายเพื่อป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น

มลพิษน้ำ

มลพิษน้ำที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีไพโรไลซิส/แก๊สซิฟิเคชั่นจะมีที่มาเหมือนกับเทคโนโลยีเตาผาขยะมูลฝอย กล่าวคือเกิดขึ้นมาจากหลุมเก็บขยะมูลฝอย น้ำล้างภาชนะบรรจุขยะมูลฝอยและจากระบบควบคุมมลพิษอากาศ เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดจึงเหมือนกับเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย

3) Plasma Are

Plasma Are เป็นสภาวะที่สี่ของสสาร นอกเหนือจากของแข็ง ของเหลว และแก๊สเกิดขึ้นจากการผ่านแก๊สเฉื่อยเข้าสู่กระแสไฟความต่างศักดิ์สูงและทำให้โมเลกุลแก๊สถูกกระตุ้นและเปลี่ยนแปลงเข้าสู่บริเวณที่มีพลังงานกระตุ้นสูงและปลดปล่อยออกมาในรูปพลาสมาที่มีอุณหภูมิสูงถึง 5.000K ความร้อนอุณหภูมิสูงนี้เองที่นำมาใช้ในการทำให้ขยะมูลฝอยสิ้นซากไป เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวให้ความร้อนสูงมาก จึงมักใช้กับเครื่องกำเนิดแก๊กเชื้อเพลิง Gasifier) เพื่อทำให้องค์ประกอบของสารอินทรีย์ในขยะมูลฝองเปลี่ยนรูปกลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิง นอกจากนี้ความร้อนที่สูงนี้ ยังนำมาใช้ในการสลายขี้เถ้าที่เหลืออยู่ในขยะมูลฝอยให้กลายเป็นผนึกแก้ว (Slag หรือ vitrification) และทำให้หนักที่ไม่กลายสภาพเป็นแก๊สแค่คงอยู่ในขี้เถ้าลายเป็นเนื้อเดียวกับผลึกแก้ว ทำให้สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้โดยไม่ต้องกังวลเรื่องการรั่วไหลของโลหะพิษที่อาจปนเปื้อนอยู่ในขี้เถ้า

ก) หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค

พลาสมา คือ ละอองแก๊สร้อนซึ่งเป็นผลมาจากการปล่อยกระแสไฟฟ้า เทคโนโลยีพลาสมาใช้การปล่อยกระแสไฟฟ้า (the "arc") เพื่อให้ความร้อนกับแก๊ส เช่น ออกซิเจน หรือไนโตรเจนที่ความร้อนสูง อาจมากกว่า 3000 องศาเซลเซียส แก๊สร้อนนี้สามารถใช้ควบคุมแหล่งความร้อนของ Particular Application การประยุกต์ใช้นี้สามารถใช้ได้กับการเชื่อม การตัด หรือการจัดการกากของเสียการประยุกต์ใช้ plasma Arc Gasification กับกากของเสีย ปริมาณของออกซิเจนในเครื่อง

ปฏิกรณ์พลาสมาจำเป็นต้องควบคุมอย่างระมัดระวังเช่นเดียวกับระบบ Gasification เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Combustion) และเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา Gasification การทำให้เกิดความร้อนจัดในเครื่องปฏิกรณ์พลาสมา และทำให้โมเลกุลของสารอินทรีย์แตกตัวออกมาเป็นโครงสร้างพื้นฐานอย่างง่ายของแก๊ส (simple gaseous structure) เช่น CO H_2 และ CO_2

ข) ประเภทของเทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค

เทคโนโลยีพลาสมาจะบรรจุอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ที่ปิดมิดชิด (enclosed reactor) โดยขยะมูลฝอยที่จะป้อนเข้าภายในปฏิกรณ์และทำปฏิกิริยากับความร้อนที่เกิดจากพลาสมา แก๊สที่อยู่ภายในปฏิกรณ์จะได้รับความร้อนจากหัวทอร์ช (torche) หรือจากอีเล็คโทรด (electrode) สำหรับหัวทอร์ชพลาสมานั้นสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ แบบ transferred torch และ non-transferred torch สำหรับหัวทอร์ชแบบแรกนั้น จะมีการสร้างกระแสไฟฟ้าจากภายขนอกระหว่างปลายทอร์ชและอ่างโลหะหลอมเหลว (ในที่คือ ขยะที่ต้องการถูกทำลาย : metal bath) หรือกับผิวเคลือบตัวนำที่ผนังปฏิกรณ์ (conductive lining of the reactor wall) หากไม่ใช้หัวทอร์ช ก็จะใช้อีเล็คโทรดกราไฟท์ (graphite electrode) โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านอีเล็ดโทรดกราไฟท์และเกิดการอาร์คกับอ่างโลหะหลอมเหลวในลักษณะเดียวกับอาร์คที่ใช้เตาหลอมอลูมิเนียม ส่วนกรณีของ non-transferred torch นั้นจะมีอาร์คเกิดขึ้นอยู่ภายในหัวทอร์ชและป้อนแก๊สเข้าไปด้านในเพื่อให้ความร้อนจนแก๊สเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสมาและไหลออกมาผ่านหัวทอร์ช หัวทอร์ชทั้งสองประเภทมีการใช้งานเชิงพาพิชย์มากว่าศตวรรษแล้ว

ค) การนำพลังงานกลับมาใช้

ระบบพลาสมาอาร์คต้องการกำลังในการสร้างพลาสมาอาร์คเพื่อใช้ทำลายขยะมูลฝอย ในขณะเดียวกัน ระบบนี้ก็สามารถผลิตกำลังได้เช่นกับต้นทุนในการติดตั้งระบบผลิตกำลังเข้ากับเทคโนโลยีพลาสมาอาร์คขึ้นอยู่กับความสามารถในการกำจัดขยะและประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้เนื่องจากกำลังที่ระบบต้องการใช้เพื่อทำให้เกิดพลาสมาอาร์คนั้น มีค่าน้อยกว่ากำลังที่ผลิตได้จากระบบ ดังนั้น ระบบจึงมีพลังงานสุทธิเหลือและสามารถขายเพื่อสร้างรายได้ให้กับระบบได้ ปัจจุบันมีวิธีการในการผลิตกำลังจากเทคโนโลยีพลาสมาอาร์คสองแบบ

ในระบบแบบแรก เก๊สเชื่อเพลิงหรือแก๊สสังเคราะห์ (syngas) ที่ผลิตได้จากปฏิกรณ์จะเผาไหม้ในห้องผาไหม้และใช้แก๊สร้อนที่เกิดจากการผาไหม้ไปผลิดไอน้ำในเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แก๊สไอเสียที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านระบบควบคุมมลพิษอากาศ (Air Pollution Control: APC) ซึ่งใช้เทคโนโลยีเดียวกับโรงผลิตกำลังจากขยะมูลฝอย (Waste-To-Energy : WTE) ทั่วไป

ในระบบแบบที่สอง การผลิตกำลังจะใช้แก๊สสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงให้กับห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas turbine engine) การเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ในระบบผลิตกำลังแก๊สเทอร์ไบน์แบบวัฏจักรร่วม (combustion turbine combined cycle: CTCC) จะให้ประสิทธิภาพที่สูงกว่าและให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าระบบแบบแรก อย่างไรก็ตาม คลอรีน ซัลเฟอร์ ปรอทและสารอื่น ๆ ที่อาจทำความเสียหายให้กับเครื่องยนต์กังหันแก๊สจะต้องนำไปทำความสะอาดก่อน

ง) การควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

มลพิษอากาศ

มลพิษที่ปลดปล่อยออกมาทางอากาศประกอบด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไฮโดรเจนคลอไรค์ (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนตริกออกไซค์ (NOx) ฝุ่นละออง (PM) volatile organic compounds (VOC) สารมลพิษอากาศอันตราย (HAPs) และ chlorinated hydrocarbons (dioxins) ค่าเหล่านี้จะต้องไม่เกินกว่าค่าที่กำหนด

มลพิษกากของแข็ง

เทคโนโลยีพลาสมาอาร์คจะทำให้ขยะมูลฝอยเปลี่ยนสภาพเป็น slag แก้ว หลอมเหลว เนื่องจากหลอมละลายของอนินทรีย์สารที่อยู่ในขยะมูลฝอย ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีขี้เถ้า หรือ sag ออกมาจากระบบจำเป็นต้องผ่านการทดสอบ Toxicity Characteristic Leaching Procedure (ICLP) ที่กำหนดโดย USEPA การทดสอบ TCLP มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดปริมาณโลหะหนัก 8 ชนิดที่อาจรั่วไหลออกมาจากตัวอย่างที่ทำการทดสอบ เนื่องจากโลหะหนักทั้งหมดจะหลอมรวมกับ slag ที่ออกมาจากปฏิกรณ์พลาสมาอาร์ค ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าปฏิกรณ์พลาสมาอาร์คที่ใช้ในการกำจัดขยะอันตรายหรือขยะติดเชื้อจะมีค่า TCLP ที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่ยอมให้ได้ อางกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีพลาสมาอาร์คใช้ความร้อนสูงในการหลอมละลายอนินทรีย์สารในขยะมูลฝอยและทั้งหมดจะไม่มีไอกาสรั่วกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อมได้อีก

มลพิษทางน้ำ

ระบบผลิตกำลังทั้งหมดต้องการน้ำสำหรับการหล่อเย็นและการผลิตไอน้ำอย่างไรก็ตาม น้ำนี้โดยทั่วไปไม่ต้องการบำบัดเนื่องจากระบบสามารถนำน้ำเหล่านี้กลับไปใช้ใหม่ได้อีกและไม่นำมลพิษออกมาจากกระบวนการ ยกเว้นระบบที่ใช้แก๊สสังเคราะห์ที่ได้จากระบบเพื่อเผาไหม้ใน CTCC เนื่องจากแก๊สสังเคราะห์นี้ ต้องการทำความสะอาดก่อนนำไปใช้งานเพื่อสกัดคลอรีบซัลเฟอร์และสารพิษอื่น ๆ อุปกรณ์ที่ใช้อาจประกอบด้วยสครับเบอร์ เครื่องกรองและระบบดูดซับ

จ) เทคโนโลยีชีวภาพ (Biological Technology)

เทคโนโลยีชีวภาพ กำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานด้วยกระบวนการทางชีวภาพเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในขยะมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์และทำให้เกิดเป็นแก๊สชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเ เพื่อผลิตพลังงานได้ เทคโนโลยีดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็นสามชนิดคือ เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีแก๊สชีวภาพจาก Bio-reactor Landfill

2.4.2 เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

ก) หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

เทคโนโลยีนี้ได้นำกลไกทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ในระบบไร้ออกซิเจนมาบำบัดของเสียอินทรีย์ให้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจุลินทรีย์ที่จะทำการย่อยสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ ไปเป็นสารที่มีโมเลกุลที่เล็กลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้แก๊สชีวภาพที่มีส่วนประกอบสำคัญคือ แก๊สมีเทนซึ่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงานกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ระบบการอยสลายแบบไร้ออกชิจนยังให้ผลพลอยได้จากระบบเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil Conditioner) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารอาหารแก่พืชหรือเพื่อปรับปรุงดินโดยกระบวนการนี้เกิดจากการทำงานร่วมกันของจุสินทรีย์หลายชนิด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม อธิบายรายละเอียดตามตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 แสดงกลุ่มการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

รายละเอียด	**Wet Digestion Process**	**Dry Digestion Process**
ปริมาณน้ำทิ้ง	มากกว่า	น้อยกว่า
ข้อดี	ควบคุมง่ายและดูแลง่าย	กำจัดขยะและให้แก๊สชีวภาพมากกว่า
ข้อด้อย	ต้องมีระบบถ่ายตะกอนเหลว และต้องมีระบบรีดและหมุนเวียนน้ำชะขยะ ทำให้ใช้พื้นที่ติดตั้งระบบมาก	มีความยุ่งยากในการดูแล ระบบเนื่องจากควบคุมระบบให้คงที่ยาก

ค) การนำพลังงานกลับมาใช้ (Energy Recovery)

ถึงแม้ว่าผลผลิตที่ได้จากระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ แก๊สชีวภาพ และสารปรับปรุงดิน แต่โดยทั่วไปการนำระบบนี้มาใช้กำจัดขยะเพื่อผลิตพลังงานจะมุ่งเน้นการใช้แก๊สชีวภาพที่ได้จากระบบมาใช้ผลิตพลังงานในหลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้เนื่องจากแก๊สชีวภาพมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) โดยมีค่าความร้อนประมาณ 20-25 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร โดยปกติแก๊สชีวภาพที่ได้จากระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนที่สามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ จะต้องมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ แก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 55-70 (โดยปริมาตร) ส่วนที่เหลือจะเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณร้อยละ 30-45

วิธีการใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ ที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การใช้เป็นเชื้อเพลิงในผลิตไฟ/หรือพลังงานความร้อน โดยการใช้ CHP-Engine, Gas Turbine หรือ Boiler นอกจากนี้ยังสามารถนำแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Fuel) และ Fuel Cell สำหรับการผลิตไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้เกิดลดต้นทุนในการลงทุนในอนาคต

ง) การควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

กระบวนการย่อยสลายขยะโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) อาศัยลักษณะสมบัติของขยะที่มีองค์ประกอบของอินทรีย์สารในการนำมาผลิตแก๊สชีวภาพในสภาวะไร้อากาศภายใต้ถังปฏิกรณ์ระบบปิด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกับการปนเปื้อนของน้ำชะขยะและการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ รวมทั้งกลิ่นเหม็นในระหว่างมีการคัดแยกขยะหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบบำบัดขั้นต้น (Front-end Treatment) ในขั้นตอนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้รองรับน้ำเสียที่ปล่อยจากถังหมักไร้อากาศหรือน้ำเสียที่เกิดจากการรีดตะกอนก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป รวมทั้งระบบการป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองปุ๋ย กลิ่น และไอเสียจากเครื่องยนต์ที่นำแก๊สชีวภาพไปผสิตกระแสไฟฟ้า

การเริ่มต้นสร้างเตาเผาขยะไม่ก่อมลพิษ แนวคิดที่อยากจะแก้ปัญหาเพื่อลดรายจ่ายและต้องกำจัดขยะที่ต้นทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ไปถมรวมกันจนเกิดเป็นกองใหญ่ตามมาภายหลัง ทำให้การกำจัดเป็นไปได้ยาก ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานจากขยะหรือใช้ในการจัดการขยะเพื่อเปลี่ยนสภาพจากขยะที่ไร้ค่ากลายเป็นพลังใช้หลักการเทคโนโลยีความร้อน และเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน ซึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงคือ การให้ความสำคัญเรื่องของการกำจัดเขม่าและควันที่เกิดจากการเผาไหม้ ดังนั้นเตาที่พัฒนาขึ้นต้องสามารถควบคุมสิ่งเหล่านี้ และมีความแข็งแรง มีโครงสร้างและกลไกใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อให้สามารถใช้ได้ง่ายกับทุกพื้นที่ชุมชนและวัดหรือสถานศึกษาและควบคุมเขม่าควันก่อนปล่อยสู่บรรยากาศโลก

2.5 แนวคิดในการพิจารณาในการออกแบบ

การออกแบบเบื้องต้นและกำจัดขยะโดยเตาเผามีข้อพิจารณา 8 ประการ ซึ่งถือเป็นข้อพิจารณาก่อนออกแบบเขาเผาขยะ[17]

คุณสมบัติของขยะเป็นข้อมูลสำคัญอย่างมากในการออกแบบ โดยเฉพาะการลุกติดไฟซึ่งจำเป็นต่อการคัดเลือกรูปแบบของเตาเผา ขนาดเตาเผา อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการคำนวณหาส่วนผสมอากาศที่ใช้เผาไหม้ ปริมาณความเข้มข้นของมลสารในอากาศเสียจากการเผาไหม้ (Flue Gas)

1. ปริมาณของขยะที่ใช้กำจัดจะเป็นตัวคัดเลือกรูปแบบและขนาดของเตาเผา การออกแบบบ่อรวบรวม และวิธีการป้อนขยะเข้าเตาเผา

2. มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ใช้ควบคุมเตาเผามีความเข้มงวดอยู่ในระดับใด เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมป้องกันอากาศเสียจากการเผาไหม้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเงินลงทุน

3. ความพร้อมในการจัดเตรียมงบประมาณการก่อสร้างเตาเผาและติดตั้ง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง ทั้งยังต้องตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องเตาเผา การซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งสูงกว่าการกำจัดโดยวิธีอื่น ๆ

4. ความยืดหยุ่นของเตาเผาในการเผาขยะที่มีค่าความร้อนในช่วงกว้างพอสมควร ตั้งแต่ 800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ขึ้นไป รวมทั้งพิจารณาช่วงความชื้นของขยะที่สามารถนำเข้าเตาเผาได้ซึ่งไม่ควรเกินร้อยละ 40

5. ระบบการป้อนขยะเข้าเตาเผาทั้ง Manual และ Automatic ต้องสอดคล้องหรือพิจารณาให้เหมาะสมกับปริมาณของขยะที่ต้องกำจัด รวมทั้งการจัดเตรียมสถานที่รวบรวมขยะด้วย

6. พิจารณาในด้านเชื้อเพลิงที่ใช้ช่วยในการเผาว่าควรใช้ประเภทใด

7. ปัญหาในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอากาศเสียที่ระบายออกจากปล่อง ซึ่งมลสารที่ควรพิจารณาเป็นพิเศษคือ ฝุ่น (Particulates), HCl, SO_2, NO_X และที่สำคัญคือ ไดออกซินและฟิวแรน ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จึงต้องลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลสารเหล่านี้ให้มีปริมาณความเข้มข้นต่ำกว่ามาตรฐานของทางราชการ การติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวทำให้เงินลงทุนของระบบสูงเพิ่มขึ้นจากเดิม

---

[17] ทวีป พลเสน, **สำนักงานรักษาความสะอาด**, กรุงเทพมหานคร, 2558. หน้า 65.

8. พิจารณาในด้านการนำความร้อนจากการเผาไหม้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้หรือไม่ เพียงใด จะแสดงออกให้เห็นได้ในผลงานที่ออกแบบ

การออแบบเตาเผาขยะ เริ่มจากแนวคิดที่มีความคิดเชิงสร้างสรรค์ มีเอกลักษณ์การออแบบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน หากผู้ออกแบบมีแนวคิดที่ดี มีความคิดสร้างสรรค์ และมีเอกลักษณ์ของตน เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยหรือขยะประเภทอื่น ๆ โดยมีโครงสร้าง ลักษณะการทำงานของเตาเผาขยะ ซึ่งแนวคิดในการออกแบบนั้นต้องคำนึงการใช้งานได้ง่าย สร้างประโยชน์แก่ผู้ใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด มีความเหมาะสมกับพื้นที่การใช้จากการแนวคิดในการออบเชื่อมโยงถึงแนวคิดการออกแบบและพัฒนาเตาเผาขยะพลังชีวมวลคือ

1. มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน
2. ไม่มีเทคโนโลยีซับซ้อน ใช้งานได้สะดวก
3. บรรจุขยะได้ 500 กิโลกรมและใช้เวลาเผาไม้ 1 ชั่วโมง
4. ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงการเผาไหม้
5. ไม่ใช้น้ำมันหรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิง

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์จากการเผาขยะคือ น้ำมันเบนซิน น้ำส้มควันไม้ ถ่านจากการเผาไหม้ ขยะพลาสติกที่เผาไหม้แล้วนำมาบดผสมกับไม้ มูลสัตว์ และอีเอ็ม อัดเม็ดเป็นปุ๋ยชีวภาพ นำไปใช้ประโยชน์ได้

2.6 แนวคิดการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาขยะ

น้ำส้มควันไม้ ควันที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงที่ไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านเมื่อทำให้เย็นลงจนควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ของเหลวที่ได้นี้เรียกว่า น้ำส้มควันไม้ มีกลิ่นไหม้ ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติกมีความเป็นกรดต่ำ มีสีน้ำตาลแกมแดงนำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ทิ้งไว้ในภาชนะพลาสติกประมาณ 3 เดือนในที่ร่ม ไม่สั่นสะเทือนเพื่อให้น้ำส้มควันไม้ที่ได้ตกตะกอนและแยกตัวเป็น 3 ชั้น คือ น้ำมันเบา (ลอยอยู่ผิวน้ำ น้ำส้มไม้ และน้ำมันทาร์ (ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง) แยกน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป[18]

2.6.1 ประโยชน์และการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่าง ๆ มากมาย เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจะมีคุณสมบัติ เช่น เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารเร่งการเติบโตของพืชนอกจากนี้มีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ใช้ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง เป็นต้นเนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูง ดังนั้น ก่อนที่จะนำไปใช้ควรจะนำมาเจือจางให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังนี้

อัตราส่วน 1: 20 (ผสมน้ำ 20 เท่า) พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์และแมลงในดินซึ่งควรทำก่อนการเพาะปลูก 10 วัน

อัตราส่วน 1: 50 (ผสมน้ำ 50 เท่า) พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลายพืช หากใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้รากพืชอาจได้รับอันตรายได้

อัตราส่วน 1: 100 (ผสมน้ำ 100 เท่า) ราดโคนต้นไม้รักษาโรครา และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันแมลงมาวางไข่

อัตราส่วน 1: 200 (ผสมน้ำ 200 เท่า) พ่นใบไม้รวมทั้งพื้นดินรอบ ๆ ตันพืชทุก ๆ 7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อรา และรดโคนต้นไม้เพื่อเร่งการเจริญเติบโต

อัตราส่วน 1: 500 (ผสมน้ำ 500 เท่า) พ่นผลอ่อน หลังจากติดผลแล้ว 15 วัน ช่วยขยายผลให้โตขึ้นและพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้

อัตราส่วน 1: 1,000 (ผสมน้ำ 1,000 เท่า) เป็นสารจับใบ เนื่องจากสารเคมีสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อนๆ ช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารเคมีทำให้สามารถลดการใช้สารเคมีมากกว่าครึ่งด้วย

---

[18] อาจารย์อรัญ ขวัญปาน ชนะกานต์ พงศาสนองกุล, **รายงานการวิจัย** เรื่องประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2555), หน้า 19-27.

2.6.2 การนำนำส้มควันไม้ ไปใช้ด้านอื่น ๆ

นอกจากการนำไปใช้ทางด้านเกษตรและปศุสัตว์แล้ว ยังสามารถนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ด้านอื่น ๆ ได้อีก คือ

2.6.2.1 ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง

2.6.2.2 น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 20 เท่า ราดทำลายปลวกและมด

2.6.2.3 น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 50 เท่า ใช้ป้องกันปลวก มด และสัตว์ต่าง ๆ เช่น ตะขาบแมงป้อง

2.6.2.4 น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 100 เท่า ใช้ฉีดพ่นถังขยะเพื่อป้องกันกลิ่นและแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ห้องครัวและบริเวณชื้นแฉะ

2.6.3 ข้อควรระวังในการ ใช้น้ำส้มควันไม้

2.6.3.1 ก่อนนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ต้องทิ้งไว้จากการกักก็บก่อนอย่างน้อย 3 เดือน

2.6.3.2 เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูง ควรระวังอย่าให้เข้าตาอาจทำให้ตาบอดได้

2.6.3.3 น้ำส้มควันไม้ไม่ใช่ปุ๋ยแต่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นการนำไปใช้ทางการเกษตรจะเป็นตัวเสริมประสิทธิภาพให้กับพืชแต่ไม่สามารถใช้แทนปุ๋ยได้

2.6.3.4 การใช้เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน ควรทำก่อนเพาะปลูกอย่างน้อย 10 วัน

2.6.3.5 การนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ต้องผสมน้ำให้เจือจางตามความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

2.6.3.6 การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ เพื่อให้ดอกติดผล ควรพ่นก่อนที่ดอกจะบาน หากฉีดพ่นหลังจากดอกบานแมลงจะไม่เข้ามาผสมเกสร เพราะกลิ่นฉุนของน้ำส้มควันไม้และดอกจะร่วงง่าย

2.6.4 คุณภาพของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ผลผลิตหนึ่งที่ได้จากการเผาถ่าน ปริมาณน้ำส้มควันไม้ในการเผาถ่านแต่ละครั้งโดยทั่วไปไม้สุดที่ตัดทิ้งไว้ ประมาณ 3 - 4 วัน ก่อนนำเข้าเตาหนัก 100 กก. ผลผลิตที่ได้จากการเผา จะได้ถ่านประมาณ 20 กก. และได้ น้ำส้มควันไม้ดิบประมาณ 8 กก.

น้ำส้มควันไม้ถือว่าเป็นของแถมจากกระบวนการเผาถ่าน ของเหลวสีชา มีกลิ่นฉุนของควันไฟ มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ การเก็บน้ำส้มควันไม้นั้น แนะนำให้เก็บในช่วงอุณหภูมิปากปล่องควันประมาณ 80 - 85 C ช่วงอุณหภูมิภายในเตาจะประมาณ 300 - 400 C ถ้าเก็บในอุณหภูมิต่ำกว่า 300

C จะได้สารประกอบที่มีประโยชน์น้อยมาก และถ้าเก็บควันในช่วงที่อุณหภูมิเกิน 425 C น้ำมันดินหรือน้ำมันทาร์ (Tar) จะสลายตัวเป็นสารก่อมะเร็ง น้ำส้มควันไม้สามารถเก็บโดยใช้เครื่องมือง่ายๆ โดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนจากปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิสูงสู่อากาศรอบปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ความชื้นในควันจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ นำมารวบรวมและทำให้บริสุทธิ์ขึ้น ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก โดยเฉพาะการเกษตร

2.6.4.1 องค์ประกอบหลักในน้ำส้มควันไม้

1) น้ำ

2) กรดฟอร์มิค (กรดมด)

3) กรดอะซิติก (กรดน้ำส้ม)

4) ฟอร์มัลดีไฮด์

5) ฟีนอล

6) สารอินทรีอื่น ๆ มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช

2.6.4.2 สารประกอบอินทรีย์น้ำส้มควันไม้

1) เป็นสารปรับปรุงดิน

2) สารป้องกัน ไล่ กำจัดแมลงศัตรูพืช

3) รักษาโรคพืชบางชนิด

4) เร่งการงอกและการเจริญเติบโตของพืช

5) ฆ่าเชื้อโรคได้ ฆ่าเชื้อราที่เป็นพิษ

6) ฉีดพ่นคอกสัตว์ ลดกลิ่นในคอก

2.6.4.3 ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

1) ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว

2) ผลิตสารปรับผิวนุ่ม

3) ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง

4) ถูพื้นบ้าน ขัดห้องน้ำ ยับยั้งกลิ่นได้ดี

ทั้งหมดนี้จะทำให้ต้นทุนทางการเกษตรลดลง และไม่ทำลายสภาพแวดล้อม แต่สิ่งสำคัญบางครั้งแล้วการนำไปใช้อาจไม่ได้ผล เพราะน้ำส้มควันไม้มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูงดังนั้นก่อนนำไปใช้ควรจะนำมาเจือจางให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

การจะได้น้ำส้มควันไม้คุณภาพดีก็ไม่ยาก เริ่มจากขั้นตอนการเก็บต้องเก็บให้ถูกวิธีและช่วงเวลาคือ เมื่อเข้าสู่กระบวนการเผา ช่วงที่สอง หลังจากเกิดควันจำนวนมากพุ่งออกจากปลายปล่องอย่างแรงให้หยุดใส่เชื้อเพลิง สังเกตดูว่าควันสีเหลืองหรือสีนุ่นเก่าๆ และมีกลิ่นฉุนจัดออกมาจึงเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ เทคนิคง่าย ๆ คือ เอาจานกระเบื้องหรือเศษกระเบื้องเคลือบสีขาวมาปิดที่ปากปล่องสักครู่ เปิดดูถ้ามีหยดน้ำใสสีน้ำชาเกาะที่แผ่นกระเบื้องแสดงว่าเก็บน้ำส้มควันไม้ได้แล้ว การเผาถ่านแต่ละครั้งสามารถก็บน้ำส้มควันไม้ได้ประมาณ 34 ชั่วโมง เมื่อควันน้ำส้มหมดไปเปลี่ยนเป็นควันใสให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ หรือเอากระเบื้องมาปิดปากปล่องอีกครั้ง หากมีจุดสีน้ำตาลเข้มเหนียวเกาะติดอยู่ แสดงว่ามีน้ำมันดินออกมามากสารที่มีประโยชน์หมดแล้ว ก็เลิกเก็บน้ำส้มได้

2.6.5 การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ดังนั้น จึงต้องทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ซึ่งทำได้คือการปล่อยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูงหรือขวดน้ำ ภาชนะที่ไม่ใช้โลหะ มีความสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า ไม่ต้องขยับเขยื้อนโดยทิ้งไว้ประมาณ 90 วัน น้ำส้มควันไม้จะตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุด จะเป็นน้ำมันเบา (Light O) มีปริมาณบาง ๆ บริเวณชั้นผิวหน้า ชั้นกลางจะมีมากที่สุดเป็นของเหลวใสสีชา (Wood Vinegar) คือ น้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดเป็นของเหลวสีข้นดำ คือ น้ำมันดิน (Tar)

หลังจากตกตะกอนจนครบกำหนดแล้ว นำน้ำส้มควันไม้มากรองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้ากรอง แล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ ต้องมีน้ำมันดินไม่เกิน 19 ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ง่ายโดยดูความใส หากมีน้ำมันดินเกิน 19 น้ำส้มควันไม้จะขุ่นและมีสีดำ น้ำส้มควันไม้ที่ดีจะมีลักษณะใสสีชาหรือน้ำตาลแดง แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ หลังแยกน้ำมันดินออกแล้ว จะมีลักษณะใสสีชาถ้าไม่ทิ้งให้ตกตะกอน เมื่อนำไปใช้ฉีดพืชจะไปปิดปากใบของพืชและเกะติดรากพืช ทำให้พืชโตช้าหรือตายได้ การทดสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้

2.6.6 การผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูงและการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้

นักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ.หาดใหญ่ จึงได้ทำการวิจัย และประดิษฐ์เครื่องผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง โดยทดสอบการใช้งานในระดับชุมชน ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ประกอบด้วย 2 ชุดเครื่องมือคือ เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้ และเครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบประหยัดพลังงาน ที่ได้ผ่านการจดสิทธิบัตรในนามมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และได้รับรางวัลต่าง ๆ ตามรายละเอียดของเครื่อง ดังนี้

2.9.5.1 เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้ ที่สามารถแยกน้ำมันดินออกจากควันไม้ก่อนการควบแน่นของควันไม้เป็นน้ำส้มควันไม้ ด้วยการกลั่นโดยอาศัยหลักการกลั่นลำดับส่วน ทำให้ได้ควันไม้ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำมันดิน เพื่อส่งเข้าสู่ระบบควบแน่นของควันไม้ที่มีประสิทธิภาพสูงและประหยัด ซึ่งทำให้ได้ผลการดำเนินการของเครื่อง ดังนี้

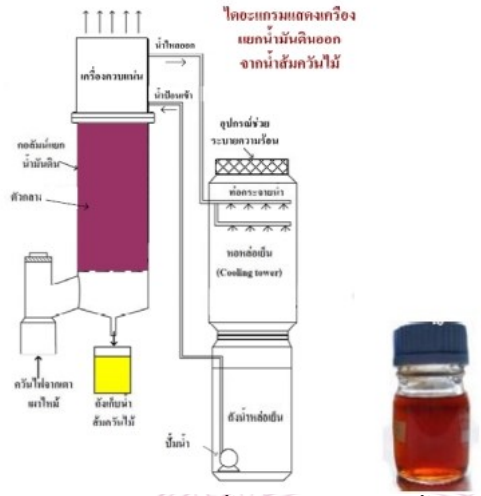
1) ได้น้ำส้มควันไม้ที่มีน้ำมันดินปนเปื้อนอยู่น้อยกว่า0.5% สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีโดยไม่ต้องวางทิ้งไว้ 45-90 วัน

2) ได้น้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูง คือ มีค่า pH 2.6-3.3 ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงการมีสาระสำคัญที่มีความเข้มข้นสูงในน้ำส้มควันไม้

3) ได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้เพิ่มขึ้น 3-7 เท่าของกระบวนการทั่วไปของชุมชน อุปกรณ์ผลิตน้ำส้มควันไม้ที่สร้างขึ้นจากวัสดุสแตนเลส สามารถป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษ และมีราคาที่ไม่สูง สามารถติดตั้งได้ในระดับชุมชนเพื่อช่วยลดระยะเวลาการผลิตน้ำส้มควันไม้ และเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชน เพิ่มการใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติแทนสารเคมี และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง

ภาพที่ 2.13 เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้

ที่มา : http://www.rum.psu.ac.th/index.php/energy/86-2012-02-01-03-44-06



ภาพที่ 2.14 เครื่องแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้

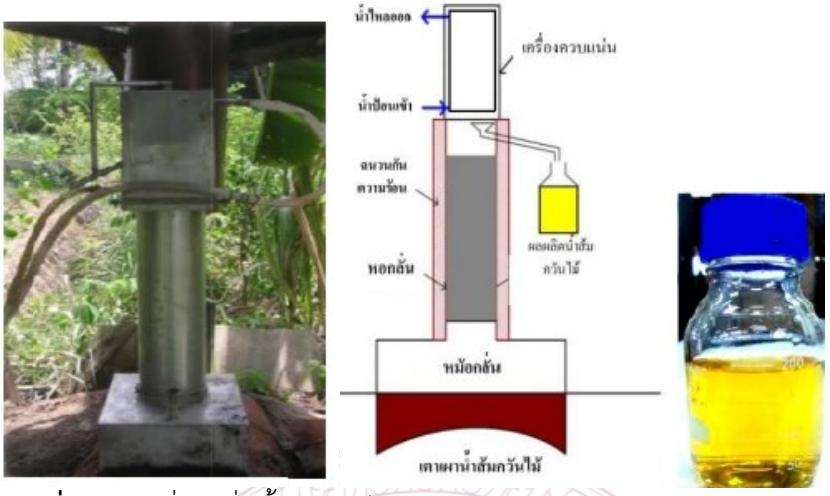
ที่มา : http://www.rum.psu.ac.th/index.php/energy/86-2012-02-01-03-44-06

2.6.5.2 เครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบประหยัดพลังงาน เพื่อการผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง โดยใช้เทคนิคการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตสามารถนำน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้ไปต่อยอดการใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าในด้านต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น โดยหลักการ และส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์เครื่องกลั่นสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ติดตั้งหม้อกลั่นขนาด 10 ลิตรที่ฐานของหม้อกลั่นโค้งตามรูปแบบของเตาเผา คอลัมน์กลั่นมีความสูง 60 เซนติเมตร และเครื่องควบแน่นติดตั้งอยู่ส่วนบน การสร้างชุดอุปกรณ์ใช้วัสดุสแตนเลส

2) ทำการกลั่นน้ำส้มควันไม้ในหม้อกลั่นลำดับส่วนที่มีความสามารถในการกลั่นแยกสูงและให้ความบริสุทธิ์ของน้ำส้มควันไม้สูง

3) ใช้ความร้อนเหลือทิ้งจากเตาเผาผลิตน้ำส้มควันไม้เป็นแหล่งความร้อนให้แก่น้ำส้มควันไม้ในหม้อกลั่น โดยการวางหม้อกลั่นให้สามารถรับความร้อนจากเตาเผาได้ดี ทำให้ไม่เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ



ภาพที่ 2.15 เครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบประหยัดพลังงาน

ที่มา : http://www.rum.psu.ac.th/index.php/energy/86-2012-02-01-03-44-06

ผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้จากผลงานสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทั้งสองเครื่อง เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมใช้และมีคุณภาพสูง สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงได้

ผลจากการศึกษาแลการออกแบบเตาเผาขยะพลังชีวมวล โดยการศึกษาจากแนวคิด ทฤษฎีการเผาไหม้ หรือพลังงานหมุนเวียน และจากการศึกษาเตาเผาขยะต้นแบบเพื่อประเมินลักษณะการทำงานของเตาและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นแนวคิดในการพัฒนา ยึดหลักการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ และผลพลอยได้จากการเผาขยะคือ น้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือใช้ไร่แมลงต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเผากิ่งไม้สด จึงได้น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้และต่อยอดการใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าในด้านต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น

2.7 แนวคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาขยะ

ขยะเป็นมลพิษขั้นที่ 1 (Primary Pollution) แต่เมื่อนำขยะมาทำลายจะเกิดมลพิษขั้นที่ 2 (Secondary Pollution) ตามมา ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเผาขยะนั้นไม่แตกต่างไปจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป และโรงงานกำจัดน้ำเสีย จึงควรให้ความสำคัญต่อการรักษาสภาพการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมต่อประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงกับเตาเผาขยะ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการคาดการณ์ถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นที่สำคัญ ๆ สรุปได้ ดังนี้[19]

[19] สำนักงานรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2538; มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2008 อ้างถึงใน ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร, 2555)

1. อากาศเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ขยะประกอบด้วยฝุ่น (Particulates), NO_x, SO_2, CO, กลุ่มแก๊สที่ทำให้เกิดกรด (Acid Gases) ไดออกซินและฟิวแรน มลสารเหล่านี้ต้องมีการบำบัดก่อนระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก เพราะก่อให้เกิดผลกระทบที่มีขอบเขตกว้าง สามารถก่อให้เกิดมลพิษต่อประชาชนได้เป็นจำนวนมาก และอาจส่งมลพิษไปยังพื้นที่ที่ไกลออกไปจากโรงเผาได้อีกด้วย แก๊สที่เกิดขึ้นบางชนิดสามารถควบคุมได้จากการเผาไหม้ บางชนิดต้องใช้สารเคมีกำจัด ขึ้นอยู่กับประเภทของมลสาร เช่น การกำจัดฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่น เช่น เครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต ถุงกรอง ไซโคลน ฯลฯ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นที่เกิดขึ้น เงินลงทุน ค่าดำเนินงาน และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เป็นต้น รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.4 ลักษณะของเครื่องดักจับฝุ่นแต่ละประเภท

ประเภท	ขนาดฝุ่นที่สามารถดักจับได้ (ไมครอน)	ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่น	เงินลงทุน	ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง
เครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator)	0.05-20	90 - 99.5	สูง	ต่ำ-ปานกลาง
ถุงกรอง (Bag Filter)	0.1-20	90 - 99	ปานกลาง	ปานกลาง-สูง
ไซโคลน (Cyclone)	3-100	75 - 85	ปานกลาง	ปานกลาง
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงโน้มถ่วง (Gravitation Dust Collector)	50-1000	40 - 60	ต่ำ	ต่ำ
เครื่องดักจับฝุ่นแบบใช้แรงเฉื่อย (Inertia Dust Collector)	10-100	50 – 70	ต่ำ	ต่ำ

ที่มา : มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2008 อ้างถึงใน ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร, 2555)

2. ถ้าการเผาขยะมีพื้นที่ว่างบริเวณรอบ ๆ ไม่มากพอจะทำให้เกิดเสียงรำคาญต่อประชาชนที่มีบ้านเรือนใกล้กับเตาเผาขยะนั้นได้ แหล่งที่ทำให้เกิดเสียงในการเผาขยะ ได้แก่ เครื่องตัดขยะ ปั้นจั่น เครื่องเป่าลม รวมทั้งเสียงวิ่งของรถเก็บขนขยะมาทำลาย เป็นต้น

3. น้ำเสียจากโรงเผาขยะมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ บ่อรับขยะ (น้ำชะขยะ) อุปกรณ์ Scrubber น้ำเสียจากการแยกเถ้าออกจากอากาศเสีย การล้างพื้น การล้างรถเก็บขนขยะ ซึ่งทั้งหมดนี้ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก ตราบใดที่มีระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียที่ผ่านคุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

4. กลิ่นจากการเผาขยะส่วนใหญ่มาจากบ่อรับขยะ ซึ่งปกติบ่อรับขยะถูกสร้างในอาคารที่เป็นระบบปิด มีการป้องกันการรั่วไหลของกลิ่นที่เกิดขึ้น โดยการติดตั้งเครื่องระบายอากาศเพื่อใช้ดูดอากาศที่มีกลิ่นเหม็นเข้าไปในเตาเผา และกำจัดกลิ่นโดยการเผาไหม้ นอกจากนี้สามารถแก้ไขได้โดยการทำม่านอากาศ (Air Curtain) ที่ประตูทางเข้าออกของตัวโรงงาน ม่านอากาศจะกั้นกลิ่นเหม็นที่ออกจากโรงงาน

5. ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะ เช่น ปัญหาความสั่นสะเทือนจากรถบรรทุกขยะที่แล่นผ่าน ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน ปัญหาการรั่วของน้ำเสียจากขยะสดออกจากรถบรรทุกขยะ ปัญหามลพิษของดิน เป็นต้น

ผลลัพธ์จากเตาเผาขยะ

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสามารถผลกระทบจากมลพิษที่เกิดจากการเผาขยะต่อสุขภาพมนุษย์ 7กลุ่มคือ

1. ฝุ่นขนาดเล็ก หมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (10 เมตร) เล็กพอที่จะสามารถเข้าไปลึกถึงถุงลมในร่างกายของมนุษย์ ดังนั้น อันตรายที่เกิดจึงขึ้นกับขนาดและองค์ประกอบของฝุ่น โดยฝุ่นขนาดเล็กนี้สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ (ไอ อาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง) ระบบหัวใจและหลอดเลือด (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ หัวใจวาย) ระบบตา ระบบผิวหนัง ฝุ่นขนาดเล็กยังเพิ่มความเสี่ยงของอัตราการตายจากภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง และทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง

2. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุนแสบจมูก เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะกลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO3) หากรวมกับความชื้นในอากาศจะกลายเป็นกรดซัลฟูริค ถ้าหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองของทางเดินหายใจ หลอดลมอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง หากรวมกับฝุ่นละอองจะกระตุ้นให้หลอดลมหดตัว และอาจเสียชีวิตเฉียบพลันจากภาวะระบบหายใจล้มเหลว SO2 ยังทำให้เสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำหนักแรกคลอดของทารกน้อยลง และภาวะการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อยลง

3. ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOX) ตัวสำคัญคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจนในระหว่างเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเมื่อสูดดมเข้าไปจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่ถุงลม ทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง และหอบหืด นอกจากนี้ NOX ยังอาจเปลี่ยนเป็น Nitrosamines ทำให้เกิดมะเร็งที่ปอดได้ ส่วน NO2 จะเพิ่มความเสี่ยงของภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง (Acute Ischemic Stroke) และทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง หรือทำให้การเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อยลง

4. คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อถูกดูดซึมจะจับกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจน 200 เท่า ดังนั้นจึงก่อให้เกิดภาวะเซลล์ขาดออกซิเจน จึงมีความสัมพันธ์กับโรคหัวใจขาดเลือด โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาโรคหัวใจอยู่เดิม นอกจากนี้ CO ยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำหนักแรกคลอดของทารกน้อยลง และภาวะการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์น้อย

5. โอโซน (O3) เป็นแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี (Photochemical Reaction) ระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และ NOX โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ระคายเคืองต่อตา ระบบทางเดินหายใจ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหนื่อยง่าย กลุ่มเสี่ยงคือ เด็ก คนชรา และผู้ที่เป็นโรคปอดโอโซนยังเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง (Stroke)

6. สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอม C และ H อาจมี O หรือ Cl ร่วมด้วย สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง แบ่งออกตามลักษณะของโมเลกุลเป็น 2 กลุ่มคือ

(1) Non-chlorinated VOCs หรือ Non-Halogenated Hydrocarbons (กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุ Cl ในโมเลกุล) ประกอบด้วย Aliphatic Hydrocarbons เช่น Fuel Oils, Gasoline, Hexane, Industrial Solvents, Alcohols, Aldehydes, Ketone เป็นต้น และกลุ่มสาร Aromatic Hydrocarbons เช่นสารตัวทำละลายพวก Toluene, Benzene, Ethylbenzene, Xylenes, Styrene, Phenol

(2) Chlorinated VOCs หรือ Halogenated Hydrocarbons (กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล) ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรม เมื่อVOCs เข้าสู่ร่างกายแล้วจะก่อให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะได้หลายระบบแตกต่างกันไป ขึ้นกับว่าเป็นVOCs ชนิดใด ปริมาณที่ได้รับ ช่องทางที่เข้าร่างกาย ความไวในการรับสารของแต่ละบุคคล และการได้รับร่วมกับสารเคมีอื่น ๆ อย่างไรก็ตามVOCs มักก่อให้เกิดอาการในอวัยวะต่าง ๆ คล้ายๆ กัน ได้แก่

7. ไดออกซินและฟิวแรน (Dioxins and Furans) เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งถูกจัดเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง และถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารเคมีที่เรียกว่า Persistent, Bioaccumulative, and Toxic Pollutants (PBTs) เป็นสารเคมีที่คงทนในสิ่งแวดล้อม สะสมในสิ่งมีชีวิตได้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และมีความเป็นพิษสูง

มนุษย์ซึ่งอยู่ในระดับปลายสุดของห่วงโซ่อาหารจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารไดออกซินในระดับความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูง โดยสารไดออกซินที่เกิดเองตามธรรมชาติโดยปกติพบได้น้อย ดังนั้นปริมาณที่พบในสิ่งแวดล้อมเกือบทั้งหมดจึงเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารเคมีกลุ่มคลอรีน และการหลอมโลหะ

ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดของสาร ไดออกซินที่ใหญ่ที่สุดคือ การเผาขยะครัวเรือนภายในบ้าน ผลกระทบของสารไดออกซินต่อสุขภาพคือ เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบฮอร์โมน กระทบต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ลดความสามารถในการสืบพันธุ์ และทำลายระบบภูมิคุ้มกันจากข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งได้รวบรวมเป็นข้อมูลเป็นแนวทางการพัฒนาเผาขยะเป้าหมายลดผลกระทบจากขยะ เศษวัสดุของเสียหรือของเหลือใช้ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกวัน เนื่องจากการขยายตัวของเมือง หรือการย้ายถิ่นฐานของคนจากชนบทสู่เมืองหลวง

การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกสบายแก่มนุษย์ รวมทั้งการอยู่อาศัยของชุมชนเมืองอย่างหนาแน่น หากกำจัดขยะไม่ถูกลักษณะตามลักษณะของขยะแต่ละประเภทย่อมก่อให้เกิดปัญหาตามมา ดังนี้

1. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรคต่าง ๆ เนื้อจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อมากับขยะจึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรค แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นหาหะนำโรคมาสู่คนได้

2. เป็นบ่อเกิดของโรค เนื่องจากการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ดี จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ตับอักเสบ เชื้อไทฟอยด์ เป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมาสู่คน

3. ขยะมูลฝอย ก่อให้เกิดความรำคาญการเก็บรวบรวมได้ไม่หมดก็จะเกิดเป็นกลิ่นรบกวนกระจายอยู่ทั่วไป

4. ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษของดิน และมลพิษของอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวม หรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี

5. ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพ ขยะมูลฝอยที่ทิ้งและรวบรวมโดยขาดประสิทธิภาพ ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้ง่าย เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน

6. เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ ส่งผลกระทบจากขยะมูลฝอยไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดินปนเปื้อนเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับหลักพุทธธรรม

2.8.1 แนวคิดเกี่ยวกับหลักอิทธิบาท 4

ในพระพุทธศาสนานั้น องค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้าได้ทรงแสดงพระธรรมเทศนาถึงอิทธิบาท 4 ประการ คือ เจริญอิทธิบาท ประกอบด้วย ฉันทสมาธิปธานสังขาร[20] หมายถึง สมาธิที่เกิดจากฉันทะและความเพียรที่มุ่งมั่น เจริญอิทธิบาท ประกอบด้วย วิริยสมาธิปธานสังขาร หมายถึง สมาธิที่เกิดจากวิริยะและความเพียรสร้างสรรค์ เจริญอิทธิบาท ประกอบด้วย จิตตสมาธิธานสังขาร หมายถึง สมาธิที่เกิดจกจิตตะและความเพียรสร้างสรรค์ เจริญอิทธิบาท ประกอบด้วย วิมังสาสมาธิปธานสังขาร หมายถึง สมาธิที่เกิดจากวิมังสาและความเพียรสร้างสรรค์

ปิ่น มุทุกันต์ พ.อ. ให้ความหมายไว้ว่า อิทธิบาท อิทธิ แปลว่า ฤทธิ์ บาท แปลว่า ทางปฏิบัติ รวมกันเข้าเป็นศัพท์เดียว อิทธิบาท แปลว่า ทางปฏิบัติเพื่อให้บังเกิดฤทธิ์ ฤทธิ์ของคนสามัญก็คือการทำงานให้สำเร็จสมประสงค์ เพราะฉะนั้น อิทธิบาท จึงแปลว่า คุณเครื่องสำเร็จ ความประสงค์ หรืออีกอย่างคือ ปฏิปทาแห่งความสำเร็จ[21] และพุทธทาสภิกขุ ได้อธิบายว่า อิทธิบาท แยกเป็น “อิทธิ” แปลว่า ความสำเร็จ “บาท” แปลว่า ฐาน เชิงรอง ดังนั้น อิทธิบาท จึงแปลว่า รากฐานแห่งความสำเร็จ ซึ่งมี 4 อย่าง คือ ฉันทะ วิริยะ จิตตะ วิมังสา[22]

สมเด็จพระพุทธโฆษาจารย์ (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้เขียนอิทธิบาท 4 สรุปได้ว่า

หลักธรรมที่ไม่เคยล้าสมัย หรือหลักธรรมอันเป็นหลักแห่งความสำเร็จ หรือทางแห่งความสำเร็จ 4 ประการ ที่ในปัจจุบันแม้เราจะหลงลืมกันไปบ้างว่า คืออะไร แต่ถ้าหากได้ย้อนรำลึกกันบ้างว่า มีอะไร และคืออะไร จะเห็นได้ว่าหลักธรรมอายุ 2 พันกว่าปีนี้ ไม่มีคราวใดที่จะเรียกว่าล้าสมัย

1) ฉันทะ เพราะเหตุว่าทรงรักสิ่งที่ทรงทำ จึงได้ทำสิ่งที่ทำอยู่ในขณะนี้

2) วิริยะ คือความพากเพียร ความพยายามไม่ย่อท้อ

3) จิตตะ คือความเอาพระทัยจดจ่อในสิ่งที่ทรงทำ เพราะฉะนั้นท่านจึงทำได้

4) วิมังสา ทำงานแล้วไม่ทิ้ง คอยตรวจสอบ ทบทวน ไตร่ตรอง พิจารณา

ดังนั้น หลักความสำเร็จ ปฏิบัติตามหลักธรรม ที่จะนำไปสู่ความสำเร็จแห่งกิจการ ที่เรียกว่าอิทธิบาท ซึ่งมี 4 ข้อ คือ[23]

---

[20] องฺ,เอกก. (ไทย) 1/398/445.

[21] ปิ่น มุทุกันต์, พ.อ. **แนวสอนธรรมะตามหลักสูตรนักธรรมตรี,** (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหามงกุฎราชวิทยาลัย, 2535), หน้า 226.

[22] พุทธทาสภิกขุ, **ฆราวาสธรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 4, (กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2537), หน้า 90.

[23] พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตโต), **ธรรมนูญชีวิต**, พิมพ์ครั้งที่ 4, (กรุงเทพหานคร : โรงพิมพ์กรมการศาสนา, 2545), หน้า 40.

1. ฉันทะ รักงาน (เห็นคุณค่า ความรัก ความพอใจ) คือ มีใจรัก พอใจจะทำสิ่งนั้น และทำด้วยใจรัก ต้องการทำให้เป็นผลสำเร็จอย่างดีแห่งกิจหรืองานที่ทำ มิใช่สักว่าทำพอให้เสร็จ ๆ หรือ เพียงเพราะอยากได้รางวัล หรือกำไร

2. วิริยะ สู้งาน (ความเพียร เห็นเป็นความท้าทาย ใจสู้ ขยัน) คือ พากเพียรทำ ขยันหมั่นประกอบ หมั่นกระทำสิ่งนั้นด้วยความพยายามเข้มแข็งอดทน เอาธุระ ไม่ทอดทิ้ง ไม่ท้อถอย ก้าวไปข้างหน้าจนกว่าจะสำเร็จ

3. จิตตะ ใส่ใจงาน (ความคิด อุทิศตัวต่องาน ใจจดจ่อ จริงจัง) คือ เอาจิตฝักใฝ่ ตั้งจิตรับรู้ในสิ่งที่ทำ และทำสิ่งนั้นด้วยความคิดไม่ปล่อยจิตใจให้ฟุ้งซ่านเลื่อนลอย ใช้ความคิดในเรื่องนั้นบ่อย ๆ เสมอ ๆ ทำกิจหรืองานนั้นอย่างอุทิศตัวอุทิศใจ

4. วิมังสา ทำงานด้วยปัญญา (ไตร่ตรอง พิสูจน์ ทดสอบ ตรวจตรา ปรับปรุงแก้ไข) ใช้ปัญญาสอบสวน คือ หมั่นใช้ปัญญาพิจารณาใคร่ครวญตรวจหาเหตุผล และตรวจสอบข้อยิ่งหย่อนเกินเลย บกพร่องขัดข้องในสิ่งที่ทำนั้น โดยรู้จักทดลอง วางแผน วัดผล คิดค้นวิธีแก้ไขปรับปรุง เป็นต้น เพื่อจัดการและดำเนินงานนั้นให้ได้ผลดียิ่งขึ้นไป

จากแนวคิดของนักวิชาการทางศาสนาได้ให้ความหมาย อิทธิบาท 4 คือ หลักธรรมที่ปฏิบัติเพื่อเอาชนะปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นหนทางนำไปสู่ความสำเร็จในหน้าที่การงานและการใช้ชีวิตในสังคม นอกจากนี้ยังสามารถนำมาอธิบายแนวคิดดังกล่าวได้ตามหมายคือ ฉันทะ (ความพอใจ) วิริยะ (ความเพียร) จิตตะ (ความคิด) และวิมังสา (ความไตร่ตรอง) ดังนี้

2.8.2 ความหมายของอิทธิบาท 4

1) ความหมายของฉันทะ

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้ให้ความหมายของฉันทะว่า หมายถึง ความพอใจ ใฝ่รัก ใฝ่หาความรู้ ใฝ่สร้างสรรค์ ความชอบใจ ความยินดี มีความพอใจในจุดหมายของสิ่งที่ทำนั้น อยากทำสิ่งนั้นให้สำเร็จ หรือให้บรรลุเป้าหมาย กล่าวว่า รักงานและรักจุดหมายของงานด้วย เป็นความอยากและความต้องการอย่างหนึ่ง ซึ่งความอยากของฉันทะ จะทำให้เกิดความสุข ความชื่นชมเมื่อเห็นสิ่งหรืองานนั้นบรรลุความสำเร็จ ดังนั้นหากการทำงานมีจุดเริ่มต้นของการทำงานเกิดขึ้นที่ใจ เมื่อใจรักงาน ก็อยากจะทำเต็มใจที่จะทำงานนั้น ก็จะมีความต้องการทำสิ่งนั้นให้ดีที่สุด ให้สำเร็จผลที่ดีที่สุดในสิ่งนั้น โดยจะไม่พะวงกับสิ่งล่อใจหรือผลตอบแทนอื่น ๆ จิตใจจะแน่วแน่ในการทำงาน ฉันทะ จึงไม่เป็นเพียงแค่รักในงานที่ทำเท่านั้น แต่ยังคลอบคลุมถึงการอยากทำให้ดีด้วย นั้นคือ เมื่อจะทำอะไรแล้ว

จะต้องทำให้ดีที่สุด ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ฉันทะจะเกิดการทำงานอย่างสม่ำเสมองานก็จะสำเร็จได้ดีและมีความสมบูรณ์ในงาน[24]

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ กล่าวอธิบายฉันทะว่า คือ ความรัก ผู้บริหารควรมีความรัก ความพอใจในงานบริหาร รักในวิชาชีพ รักศิษย์ รักที่จะเห็นเพื่อนร่วมงานมีความเจริญก้าวหน้า และประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต การให้คำปรึกษา บริหารทำไปด้วยใจรัก ในวิชาชีพ ไม่ได้ทำไปเพราะพอให้เสร็จไป พอให้ผ่านไป เพราะเป็นหน้าที่[25]

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) กล่าวว่า อิทธิบาท แปลว่า ธรรมเครื่องให้ถึงอิทธิ (ฤทธิ์หรือความสำเร็จ) หรือธรรมที่เป็นเหตุให้ประสบความสำเร็จหรือแปลง่าย ๆ ว่า ทางแห่งความสำเร็จ มี 4 อย่าง คือ ฉันทะ (ความพอใจ) วิริยะ (ความเพียร) จิตตะ (ความคิดจดจ่อ) และวิมังสา (ความสอบสวนไตร่ตรอง) แปลให้จำง่ายตามลำดับว่า มีใจรัก พากเพียรทำเอาจิตฝักใฝ่ ใช้ปัญญาสอบสวน[26]

กถิน อัตถะโยธิน กล่าวว่า อิทธิบาท 4 เป็นคุณ 4 อย่าง ถ้ามีบริบูรณ์แล้วจะชักนำให้บุคคลถึงสิ่งที่ต้องการซึ่งไม่เหลือวิสัย จนกล่าวได้ว่าอิทธิบาท 4 เป็นธรรมะที่เป็นธรรมที่มีอุปการะแก่งานทุกชนิด ตั้งแต่งานของผู้ครองเรือนจนถึงงานของผู้บำเพ็ญสมถวิปัสสนา[27]

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น อาจสรุปได้ว่า ฉันทะ คือ ความพอใจ รักใคร่ชอบเต็มใจใฝ่ใจในการทำงานและทำหน้าที่อยู่เสมอ และทุ่มเทความสามารถ ทุ่มเทชีวิตจิตใจ เพื่อทำงานนั้นให้สำเร็จและให้ได้ผลดียิ่ง ๆ ขึ้นไป มีความปรารถนาที่จะทำงานนั้นให้ดีที่สุดโดยไม่พะวงกับสิ่งล่อเร้าหรือผลตอบแทนทั้งหลาย

2) ความหมายของวิริยะ

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) กล่าวว่า วิริยะ หมายถึง ความเพียร ความบากบั่น ความพยายามทำหน้าที่อย่างไม่ท้อถอย มีใจสู้โดยไม่หวั่นกลัวต่ออุปสรรคและความยากลำบากในการทำงาน แม้ว่างานจะถูกใจ แต่ถ้าไม่ขยันฝึกฝนจนชำนาญหรือมีความเพียรพยายาม งานย่อมไม่เกิดผลสำเร็จ

---

[24] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **ธรรมะกับการทำงาน, พิมพ์ครั้งที่3**, (กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2543), หน้า 183.

[25] ไพฑูรย์ สินลารัตน์, **ความรู้คู่คุณธรรม**, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 266.

[26] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **พุทธธรรม, พิมพ์ครั้งที่9.** (กรุงเทพมหานคร : มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย, 2543), หน้า 842-846.

[27] วิเชียร พกเพียร “**การสร้างแบบทดสอบวัดคุณธรรมด้านอิทธิบาท 4 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**”. ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศรีนครินทราวิโรฒ. 2530), หน้า 64-65.

ขึ้นได้ ต้องมีความกล้าที่จะทำงานนั้น ต้องมีจิตใจที่แน่วแน่ มั่นคง มุ่งตรงต่อจุดหมาย ในการสร้างเสริมวิริยะ จะต้องสร้างที่ฐานรากของจิตใจ คือ ต้องจุดจิตสานึกในการฝึกฝน โดยมองเห็นว่า งานเป็นสิ่งที่ท้าทาย ใจสู้เมื่อทำแล้วก็จะไม่ท้อถอย วิริยะจึงมีความจำเป็นยิ่งสำหรับงานทุกอย่างรวมทั้งงานบริหารการศึกษา[28]

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ กล่าวอธิบายวิริยะ ไว้ดังนี้ วิริยะ ผู้บริหารต้องเป็นผู้มีความขยันแข็งแรง มีความมานะพยายาม พากเพียรที่จะค้นหาความรู้ เทคนิคที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ของการบริหารมาบริหารเพื่อที่จะให้ผู้ใต้บังคับบัญชาเกิดแรงจูงใจ มีความรู้กว้างขวางและลึกซึ้งต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ที่ตนได้รับมอบหมายเพื่อให้การเรียนการสอนประสบผลดี ตรงตามหลักสูตรที่ผู้บริหารตั้งไว้ หมั่นร่วมประชุมเพื่อปรึกษา เพื่อวางจุดมุ่งหมายร่วมกัน หรือประชุมเพื่อจะให้คำปรึกษาทั้งในส่วนที่เป็นหมู่และเป็นรายบุคคล[29]

3) ความหมายของจิตตะ

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้ให้ทัศนะของคำว่า จิตตะ หมายถึง จิตใจที่จดจ่อ เอาใจใส่ ตั้งใจ แน่วแน่ในการทำงาน เอาใจฝักใฝ่ในสิ่งนั้น ไม่วางธุระ และเป็นความคิดไม่ฝักใฝ่ ไม่ปล่อยใจฟุ้งซ่านเลื่อนลอย ใน การทำงานจะต้องเอาใจใส่กับงานไม่ปล่อยปะละเลยงานของตน คอยตรวจตรางานอยู่เสมอ เป็นการอุทิศตนกับงานที่ทำในการสร้างเสริมจิตตะให้เกิดในตัวบุคคลนั้น จะต้องชี้ให้เห็นความสำคัญของงานที่ทำว่า งานนั้นมีความสำคัญต่อชีวิต ต่อสังคม ต่อประเทศชาติ ต่อโลก จิตตะจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะทำงานนั้นสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยการมุ่งมั่นในงานที่ทำนั้น[30]

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ กล่าวอธิบายจิตตะ ไว้ดังนี้ จิตตะ ผู้บริหารต้องใส่ใจฝักใฝ่รับผิดชอบทุกอย่างในโรงเรียน ผู้บริหารต้องมีความตั้งใจ มีความมั่นใจแน่แน่วในอันที่จะวางตัวให้เป็นตัวอย่างทางคุณธรรมและจริยธรรมแก่ผู้ใต้บังคับบัญชา ตลอดทั้งทำตนเป็นตัวอย่างที่ดีของสังคม ผู้บริหารต้องหนักแน่นและซื่อสัตย์ต่อตัวเองและผู้อื่นเสมอ[31]

---

[28] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **ธรรมะกับการทำงาน, พิมพ์ครั้งที่ 3**, (กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2543), หน้า 184.

[29] ไพฑูรย์ สินลารัตน์, **ความรู้คู่คุณธรรม**, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 266.

[30] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **ธรรมะกับการทำงาน, พิมพ์ครั้งที่ 3**, (กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2543), หน้า 187.

[31] ไพฑูรย์ สินลารัตน์, **ความรู้คู่คุณธรรม**, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 264.

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น อาจสรุปได้ว่า จิตตะ คือ ความคิดจดจ่อ เอาใจใส่ ผูกใจจดจ่ออยู่กับหน้าที่และงานที่ทำ มีความตั้งมั่น มีสมาธิมั่นคงอยู่กับงานที่ทำงานด้วยความไม่ประมาท ไม่ทอดธุระ ไม่ปล่อยปะละเลยในงานที่ทำ ไม่ปล่อยใจให้ฟุ้งซ่าน เลื่อยลอยไปจากงาน บางที่อาจทำงานขลุกง่วนอยู่ได้ทั้งวันทั้งคืนจนไม่เอาใจใส่หรือไม่สนใจสิ่งอื่น สนใจที่จะรับรู้แค่เพียงเรื่องเกี่ยวกับงานที่กำลังทำเท่านั้น

4) ความหมายของวิมังสา

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) กล่าวว่า วิมังสาการสอบสวนไตร่ตรอง ได้แก่ การใช้ปัญญาพิจารณาตรวจตราหาเหตุผล และตรวจสอบหาข้อยิ่งหย่อนเกินเลยบกพร่องหรือขัดข้องในกิจที่ทำ เป็นต้น รู้จักทดลองคิดค้นหาทางแก้ไขปรับปรุง คนที่มีวิมังสาชอบคิดค้นหาเหตุผล ชอบสอบสวนทดลองการคิดหาเหตุผลและชอบทดลองอย่างนี้ย่อมช่วยรวมจิตให้คอยกำหนดและติดตาม เรื่องที่พิจารณาอย่างติดแจตลอดเวลา เป็นเหตุให้จิตแน่วแน่แล่นดิ่งไปกับเรื่องที่พิจารณา ไม่ฟุ้งซ่าน ไม่วอกแวก และมีกำลัง เรียกว่าเป็นวิมังสาสมาธิ วิมังสาคือความไตร่ตรองหรือทดลอง ได้แก่หมั่นใช้ปัญญาพิจารณา ใคร่ครวญตรวจหาเหตุผล และตรวจสอบข้อยิ่งหย่อนในสิ่งที่ทำ มีการวางแผนวัดผลคิดค้น วิธีแก้ไขปรับปรุงงาน[32]

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ กล่าวอธิบายวิมังสาไว้ ดังนี้ วิมังสา การไตร่ตรองและให้เหตุผล ใช้สติปัญญาพิจารณาคิดหาเหตุผล รู้จักวิธีการบริหารงานให้สำเร็จไปด้วยความเรียบร้อยและทันต่อเหตุการณ์เมื่อเจอปัญหาใด ๆ ผู้บริหารต้องใช้ปัญญา ไตร่ตรอง ไม่วู่วาม รู้จักใช้เหตุผลด้วยตนเอง แล้วก็ควรที่จะกระตุ้นให้ผู้ใต้บังคับบัญชา รู้จักคิด รู้จักไตร่ตรอง พิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน และมีเหตุมีผลอีกด้วย[33]

พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต) วิมังสา หมายถึง การไตร่ตรอง การสอบสวน เป็นการหมั่นใช้ปัญญาและสติในการไตร่ตรองพิจารณาและหาเหตุผลในสิ่งนั้น ๆ ริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ตรวจสอบความบกพร่องของงาน หาวิธีการแก้ไขปรับปรุงเพื่อช่วยให้งานนั้นง่ายขึ้น การใช้ปัญญาจะเป็นกุญแจสำคัญ ที่จะนำความสำเร็จมาสู่งาน[34]

---

[32] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต, **พุทธธรรม, พิมพ์ครั้งที่ 9**, (กรุงเทพมหานคร : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2542), หน้า 845.

[33] ไพฑูรย์ สินลารัตน์, **ความรู้คู่คุณธรรม**, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์, 2542), หน้า 265.

[34] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **ธรรมะกับการทำงาน, พิมพ์ครั้งที่ 3**, (กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2543), หน้า 187.

กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น อาจสรุปได้ว่า วิมังสา คือ การสอบสวน ไตร่ตรอง พินิจ พิเคราะห์ ใช้ปัญญาในการใคร่ครวญตรวจตราหาเหตุผล และตรวจสอบข้อบกพร่องในงานที่ทำอยู่เสมอ รู้จักค้นคว้า ทดลอง คิดค้น หาทางแก้ไขปรับปรุงงานและวิธีการทำงานให้ดียิ่งขึ้น ก้าวหน้ายิ่งขึ้นอยู่เสมอ องค์ประกอบทั้ง 4 ของอิทธิบาท เป็นสิ่งที่เกื้อหนุนกัน บุคคลที่จะสามารถบรรลุถึง ความสำเร็จของงานได้ จะต้องมีครบในคุณลักษณะทั้ง 4 ประการ จะขาดในองค์ประกอบใด องค์ประกอบหนึ่งไม่ได้ เป็นหลักธรรมที่มีความเกี่ยวเนื่องต่อกัน หรือกล่าวถึงอิทธิบาท 4 ได้สั้นๆ ว่า “มีใจรัก พากเพียรทำ เอาจิตฝักใฝ่ และใช้ปัญญาสอบสวน” แต่หากจะให้ความหมายที่ลึกซึ้งของอิทธิบาท 4 กล่าวเป็นหลักปฏิบัติได้ว่า “อยากทำมันให้ดีที่สุด มีอะไรต้องทำมันให้สำเร็จ ทำงานอย่างอุทิศตัวอุทิศใจ และใช้ปัญญาจัดการ นำงานสู่จุดหมาย”[35]

ว.วชิรเมธี กล่าวว่า วิมังสาคือวินิจวิจัยได้แก่การวิเคราะห์สังเคราะห์สร้างสรรค์พัฒนานั่นเองเมื่อเราทำงานอะไรก็ตามให้พินิจพิเคราะห์สร้างสรรค์พัฒนาพระพุทธเจ้าทรงเป็นตัวอย่างของนักวิจัยชั้นยอดของโลกพระองค์ทรงสามารถสร้างปัญญาขึ้นมาใหม่จากเหตุการณ์ที่คนทั้งหลายมองไม่เห็นว่าเป็นทางมาของปัญญาได้อย่างไรหากเราดูจากพุทธประวัติได้ก็จะพบว่าสาเหตุที่ทำให้พระพุทธเจ้าแต่เมื่อยังเป็นเจ้าชายสิทธัตถะเสด็จออกผนวชก็เป็นเพราะว่าพระองค์ทรงรู้จักใช้ปัญญาในเชิงสร้างสรรค์อันได้แก่การรู้จักคิดเชิงวิเคราะห์[36]

2.8.3 ความสำคัญของอิทธิบาท 4

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา พรรณนาไว้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเพราะมีการวางเงื่อนไข และการที่พฤติกรรมใดจะมีความเข้มข้นรุนแรงนั้น มิใช่เป็นเพราะรางวัล หรือการเสริมแรงอย่างเดียว แต่เป็นเพราะการเชื่อมโยงเกี่ยวพันกับสิ่งเร้า คือ สิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ มีอิทธิบาทสมบูรณ์ก็เพราะสิ่งเร้าทั้งภายในและภายนอกที่ทำให้นักเรียนมีแรงกระตุ้นที่จะเรียนรู้ มีสิ่งกระตุ้นที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ แรงจูงใจที่อยากจะเรียน ภาษาทางพระพุทธศาสนาว่า ฉันทะ ความพอใจหรือความต้องการ มีความสัมพันธ์กับความเพียรพยายาม (วิริยะ) สนใจในการเรียนรู้โดยมิเห็นแก่ความยากลำบาก คือ ตั้งใจเรียนรู้ (จิตตะ) และ การหาวิธีการหรือการพิจารณา (วิมังสา) สิ่งที่เกื้อกูลต่อการเรียน ละสิ่งที่ไม่เกื้อกูลต่อการเรียน ทำให้ตนเองประสบความสำเร็จทางการศึกษาได้เพราะมีสิ่งเร้า[37]

---

[35] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต, **พุทธธรรม, พิมพ์ครั้งที่ 9**, (กรุงเทพมหานคร : มหาจุฬาลงกรณ ราชวิทยาลัย, 2542), หน้า 190.

[36] ว.วชิรเมธี, **คนสำราญงานสำเร็จ**, พิมพ์ครั้งที่ 14, (กรุงเทพมหานคร:สานักพิมพ์อมรินทร์ 2551), หน้า 92.

[37] พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา, **พฤติกรรมกลุ่ม**, (กรุงเทพมหานคร : พัฒนาศึกษา, 2542), หน้า 92.

2.8.4 ลักษณะของหลักอิทธิบาท 4

ลักษณะของอิทธิบาท 4 เป็นคุณธรรมที่มีความสัมพันธ์และมีผลต่อกันหมายความว่า ผู้ที่ปฏิบัติงานหรือหน้าที่โดยที่มีคุณธรรมด้านใดด้านหนึ่งเด่นหรือสูงมาก จะส่งผลให้คุณธรรมด้านอื่น ๆ สูงตามไปด้วย

พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต) ได้กล่าวว่าอิทธิบาท 4 ความจริงอิทธิบาท 4 อย่างนี้ มีลักษณะ เกื้อหนุนกัน และมักมาด้วยกัน เช่นเกิดฉันทะ มีใจรักแล้วก็ทำให้พากเพียร เมื่อพากเพียร ก็เอาใจใส่ อยู่เสมอ และเปิดช่องให้ใช้ปัญญาพิจารณาไตร่ตรอง แต่ที่แยกพิจารณาแต่ละข้อ ก็ด้วยถือเอาภาวะที่ เด่นเป็นใหญ่ เป็นตัวนำ เป็นตัวชักจูงข้ออื่น ๆ ในแต่ละกรณี เช่น เมื่อฟังธรรมด้วยกัน คนหนึ่งชอบศึกษาธรรม ฟังด้วยความรักความพอใจในธรรมอยากรู้อยากเข้าใจในธรรมให้ยิ่ง ๆ ขึ้นไป จึงฟังด้วยจิต แน่วแน่ ก็มีฉันทะเป็นตัวเด่นชักนำสมาธิและกุศลธรรมข้ออื่น ๆ อีกคนหนึ่งมีนิสัยหรือความรู้สึกเกิดขึ้น ในขณะนั้นว่า เมื่อพบอะไรที่พึงทำ ก็ต้องสู้ต้องเอาชนะ ต้องเข้าเผชิญและทำให้สำเร็จ จึงฟังด้วยความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ท้าทาย จะต้องพยายามเข้าใจให้ได้ ก็มีวิริยะเป็นธรรมเด่น อีกคนหนึ่งมีนิสัยเอาใจใส่รับผิดชอบ ไม่ว่าอะไรที่ตนเกี่ยวข้องก็จะต้องใส่ใจเอาจิตจดจ่อติดตาม จึงตั้งใจฟัง เอาจิตติดตาม เนื้อความไป ก็มีจิตตะเป็นใหญ่ อีกคนหนึ่งคิดจะตรวจสอบว่าธรรมที่แสดงนั้นเป็นจริงหรือไม่ ดีหรือไม่ หรือจะค้นหาเหตุผลในธรรมที่ฟัง ฟัง ไปก็คิดใคร่ครวญพิจารณาสอบสวนไป ใจจึงแน่วแน่อยู่กับธรรมที่ฟัง ก็มีวิมังสาเป็นใหญ่ ด้วยเหตุนี้บางแห่งบางท่านจึงเรียกอิทธิบาท 4 นี้ว่าเป็นอธิบดี หรืออธิปไตย 4 โดยกำหนดเอาภาวะที่เป็นใหญ่ เป็นหัวหน้า ในกรณีนั้น ๆ ด้วยเหตุนี้ลักษณะคุณธรรมอิทธิบาท 4 ของแต่ละบุคคลจึงมีลักษณะเด่นหรือสูงในแต่ละด้านแตกต่างกันได้ และอาจมีคุณธรรมเป็นลักษณะ เด่นหรือสูงมากกว่าหนึ่งด้านก็ได้[38]

อิทธิบาท 4 นั้น จะมีความสอดคล้องกัน คือ เมื่อมีฉันทะ วิริยะ จิตตะ และวิมังสา เริ่มจากความพอใจที่จะทำการสิ่งใดแล้วและประกอบด้วยความพากเพียร พยายามทำในสิ่งที่ปรารถนา จึงทำให้เกิดความพยามเกิดทำในสิ่งที่ตั้งเป้หมายไว้เพื่อหวังที่จะให้การทำงานนั้นได้ผลดีตามที่ตนเองปรารถนาไว้ ในขณะที่ทำงาน ก็มีความเอาใจใส่ ไม่ละหน้าที่การงานที่ได้รับมอบหมาย เมื่อเกิดข้อผิดพลาดหรือเจอปัญหา ก็พิจารณาหาถึงปัญหาให้เป็นปัญญา โดยพยายามแก้ไขปัญหาจนกลายเป็นปัญญา ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

ฉะนั้น การนำหลักอิทธิบาท 4 มาบูรณาการใช้เกี่ยวกับการจัดการขยะ เพื่อให้ทุกคนได้ศึกษาหลักของอิทธิบาท 4 จะมีความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์ซึ่งกันและในแต่ละข้อนั้น แสดงให้เห็นถึงการกระทำของมนุษย์ มีเหตุ มีปัจจัยเกื้อหนุนให้เกิดและผลการกระทำในอดีต ก็จะส่งผลถึง

---

[38] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต), **พุทธธรรม, พิมพ์ครั้งที่ 6**, ฉบับปรับปรุงและขยายความ, (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2538), หน้า 845-846.

ปัจจุบัน เมื่อความสัมพันธ์เหล่านี้เกิดเป็นวจรวิถีชีวิตหรือการใช้ชีวิตในสังคมปัจจุบัน มนุษย์ต้องมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม โดยเฉพาะด้านปัญหาใหญ่ของสังคมคือ ขยะ ที่ก่อให้เกิดปัญหาขยะล้มเมือง ไม่ใช่หน้าที่หน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งจะแก้ปัญหานี้ได้ แต่ทุกคนต้องมีความส่วนร่วม มีความรับผิดชอบ เริ่มจากกิจกรรมเล็ก ๆ ในครัวเรือนคือ “การคัดแยกขยะก่อนทิ้ง” ก็เป็นการเริ่มต้นแก้ปัญหาขยะจากต้นทางและการกระทำลักษณะนี้ สะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในอนาคตและลดงบประมาณต่อการจัดการขยะลงได้ ส่วนผลลัพธ์คือ เมืองสวยงาม สุขภาพประชาชนดีขึ้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวเชื่อมโยงถึงการนำหลักอิทธิบาท 4 ไปบูรณาการใช้กับแนวคิดทฤษฎีการจัดการขยะมูลฝอย โดยอธิบายให้เห็นว่า มนุษย์มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมไม่สามารถแยกจากธรรมชาติ และต้องเข้าใจถึงธรรมชาติ มีการดูแลรักษาให้เกิดความสมดุลต่อกัน

2.9 แนวคิดการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2.9.1 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (Initial Environ mental Examination: IEE) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและพิจารณาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการและได้กำหนดมาตรการเพื่อลดหรือทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็นระยะก่อสร้าง ระยะดำเนินการ รวมทั้งมาตรการป้องกันและมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน 1) ผลกระทบต่อทรัพยากรด้านกายภาพ 2) ผลกระทบต่อทรัพยากรค้านชีวภาพ 3) ผลกระทบต่อคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ 4) ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต โดยในผลกระทบแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังนี้

ก) ผลกระทบต่อทรัพยากรค้านกายภาพ ได้แก่ (1) ภูมิประเทศและธรณีวิทยา (2) ภูมิอากาศและคุณภาพอากาศ (3) เสียงและระดับเสียง (4) อุทกวิทยาน้ำผิวดินและคุณภาพน้ำผิวดิน (5) อุทกวิทยาน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำใต้ดิน (6) การชะล้างพังทลาย

ข) ผลกระทบต่อทรัพยากรค้านชีวภาพ ได้แก่ ทรัพยากรชีวภาพ ได้แก่ (7) นิเวศวิทยาบนบก (8) นิเวศวิทยาในน้ำ

ค) ผลกระทบต่อคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ได้แก่ (9) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (10) การใช้น้ำ (11) การใช้ไฟฟ้า (12) การคมนาดม (13) การกำจัดกากของเสีย

ง) ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ได้แก่ (14) เศรษฐกิจและสังคม (15) สาธารณสุข อาชีวอนามัยและความปลอดภัย และ (16) ทัศนียภาพ

2.9.2 การประเมินวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA)

การประเมินวงจรชีวิตเกิดขึ้นครั้งแรกเนื่องจากการเกิดวิกฤตการณ์ด้านพลังงานในช่วง ปี ค.ศ. 1970 ซึ่งวิธีการนี้ ในช่วงแรกถูกเรียกว่า Resource and Environmental profile Analysis (REPA) (SAIC, No date) และจากนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการปลูกจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้กับประชาชน การศึกยา LCA จึงถูกพัฒนาขึ้นควบคู่ไปกับแนวคิดที่ต้องการวิเคราะห์การใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมแต่ละประเภทอย่างละเอียดต่อมาการศึกษา LCA ได้ขยายไปถึงการวิเคราะห์ใช้ทรัพยากรอื่น ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์ผลกระทบจากการแพร่มลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นด้วยการศึกษา LCA อย่างจริงจังเริ่มชัดเจนขึ้นในปี ค.ศ. 1980 เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ เริ่มนำผลการศึกษา LCA ไปใช้มากขึ้น และ (2) มีการพัฒนา วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบของผลิตภัณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของปัญหาที่ส่งผลในแต่ละด้าน เช่น ปัญหาโลกร้อนขึ้นและการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น

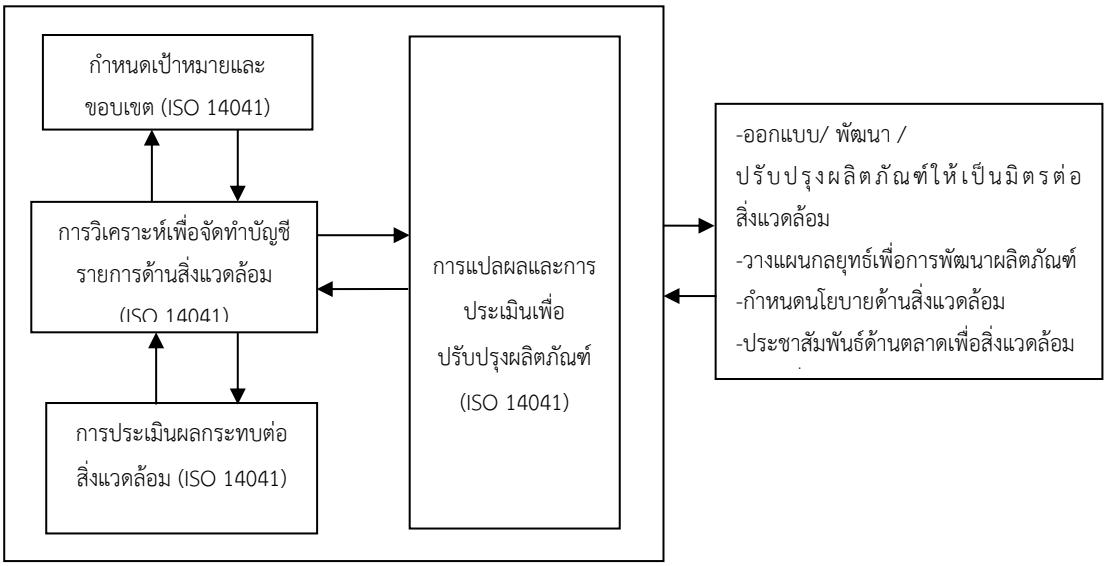
LCA เป็นเครื่องมือ (Tool) ที่ใช้กระบนนการวิเคราะห์ และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิต เริ่มตั้งแต่การสกัดหรือได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการแปลงสภาพ และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ หรืออาจกล่าวได้ว่า LCA จะมีการพิจารณาผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมทั้งของเสียที่มีการปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งนี้เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการหาวิธีปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยการทำ LCA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามมาตรฐาน ISO 14040 โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน คือ

1. การกำหนดขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา LCA นั้น ขั้นตอนแรกจะต้องทราบว่าอะไรคือสิ่งที่จะทำการศึกษา และจะทำการศึกษาอย่างไร ซึ่งผลจากการศึกยาจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับการกำหนดขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษา โดย LCA สามารถนำไปใช้กับเป้าหมายหลัก ๆ ของการศึกษวิจัยที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อการวิเคราะห์ข้อดีข้อด้อยของผลิตภัณฑ์ เพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือเพื่อการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

การกำหนดหน้าที่และหน่วยของผลิตภัณฑ์ (Functional Unite) สำหรับการประเมินวงจรชีวิตเป็นขั้นตอนที่สำคัญเช่นเดียวกัน เพราะเป็นการกำหนดความละเอียดของการประเมิน และยังมีส่วนสำคัญในกรณีที่ต้องการให้เกิดการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์อีกด้วย เนื่องจากในการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์นั้น เราจำเป็นต้องกำหนดหน้าที่ และหน่วยของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกัน

เพื่อให้สามารถเกิดการเปรียบเทียบขึ้นได้ เช่น ในการทำ LCA ของการผลิตพลังงานไฟฟ้า มักจะกำหนดหน่วยของผลิตภัณฑ์เป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างการผลิตพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งพลังงานต่างชนิดกัน ให้ผลกระทบแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 2.12 แผนภูมิแสดงข้อกำหนดในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 : 2000
ที่มา : รายงานวิจัย การศึกษาแนวทางบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อ

2. การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม

การเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการนับเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและเสียเวลามากที่สุดในการประเมินวงรชีวิต และเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดในการทำ LCA ด้วยเพราะความถูกต้องของการประเมินจะขึ้นอยู่กับข้อมูลเหล่านี้ ปัจจุบัน มาตรฐานของวิธีการเก็บข้อมูล ยังมีความไม่แน่นอน แต่สามารถทำได้ง่ายตามจุดประสงค์ของการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนของการกำหนดเป้าหมายและขอบเขต และคำนวณเพื่อหาจำนวนสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) ของระบบผลิตภัณฑ์ (Product System) ซึ่งสารขาเข้าและสารขาออกที่ได้เหล่านี้ได้แก่ การใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน และการปล่อยสารออกสู่อากาศน้ำและดิน การเก็บข้อมูลควรอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และควรจะประกอบไปด้วยรายละเอียดของกระบวนการผลิต ผังการไหลของกระบวนการ และลักษณะของข้อมูล เช่น คุณภาพ แหล่งที่มาและข้อจำกัดของข้อมูล

3. การประเมินผลกระทบของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

การประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือ LCA เป็นการคำนวณเพื่อแปลงข้อมูลบัญชีรายการที่ได้จากการรวบรวมปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์ จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการค้านสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในรูปของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้อธิบายค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านใดบ้าง ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงชีวิตและตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยมาตรฐานของ LCA ตามอนุกรม ISO 14042 กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ การจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการให้อยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4. การแปลผลและการประเมินเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์

การตีความและแปรผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบว่าช่วงใดในวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม และประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูงสุด รวมทั้งแหล่งที่มาของประเด็นปัญหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ จะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดทั้งนี้ การตีความและแปรผล ควรทำด้วยความระมัดระวัง และอยู่บนฐานของขอบเขตการศึกษาเป้าหมายวัตถุประสงค์ การศึกษาของการทำ LCA หากการจัดทำ LCA มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกแนวทางและคัดเลือกทางเลือกที่ดีหรือ เหมาะสมที่สุดในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์โดยรวม ทั้งนี้ผู้ที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ต้องมีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี จึงจะสามารถจำแนกทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมในการจัดการประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการตีความแปรผล และการวิเคราะห์ปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมมี 3 ขั้นตอนหลักได้แก่ การจำแนกทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปได้ แล้วดำเนินการวิเคราะห์ประเมินทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณาคัดเลือกทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมที่สุด

จากการคิดค้นเตาเผาขยะไม่ก่อมลพิษต่าง ๆ แล้วยังเป็นเตาเผาที่จะช่วยแก้ปัญหาปริมาณขยะที่นับวันจะเพิ่มขึ้นทุกวัน เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรความต้องการบริโภคเป็นเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว เป็นเตาเผาที่ช่วยแก้ปัญหาเรื่องปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน และปัญหามลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยขยะที่ถูกนำมาเผายังทำหน้าที่เป็นเชื้อเพลิงทำให้ประหยัดพลังงาน ลดการใช้น้ำมันและแก๊ส นอกจากนี้ยังสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะเผาแล้วยังสามารถ

นำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นแนวคิดหลักในการพัฒนาเขาเผาขยะ มีคุณสมบัติเฉพาะคือ เผาขยะได้ในปริมาณ 500 กิโลกรมต่อหนึ่งชั่วโมงนั้นคือ วัตถุประสงค์ของการพัฒนาเผาขยะเพื่อแก้ปัญหาขยะให้ลดน้อยลงและได้มาตรฐานตามกฎหมายควบคุมสิ่งแวดล้อม

2.10 หลักการและทฤษฎีรูปแบบของการเผาไหม้

แนวทางแก้ไขปัญหา คือ การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อเป็นทางเลือกในการกำจัดของเสียอันตรายให้กว้างขวางอีกขึ้น มีงานวิจัยที่สนับสนุนว่า การนำเทคโนโลยีพลาสมาเข้ามาใช้เป็นแหล่งความร้อนเสริมในกระบวนการเผาไหม้ เพื่อจะช่วยให้ระบบเผาไหม้ทำงานได้อย่างเสถียรภาพ โดยใช้หลักการ ดังนี้[39]

2.10.1 หลักการเผาไหม้ขยะ มีหลักการทำงานอยู่ 2 ระบบ

1. แบบใช้อากาศมาก (Excess Air) เป็นการเผาขยะที่ใช้อากาศช่วยในการลุกไหม้อย่างมาก เหมาะสำหรับขยะที่ติดไฟได้ง่าย และไม่มีการเผาไหม้ที่รุนแรง หรือการเกิดระเบิดอย่างรุนแรง โดยทั่วไปการเผาขยะชุมชนจะนิยมใช้แบบนี้เป็นส่วนมาก

2. แบบใช้อากาศน้อย (Starved Air) เป็นการเผาขยะที่ใช้อากาศช่วยในการลุกไหม้ปริมาณจำกัดเหมาะสำหรับขยะที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกัน และลุกไหม้ได้ดี เช่น ขยะอุตสาหกรรม เป็นต้น

หลักการเผาไหม้ขยะตามแนวคิดของกรมพลังงานทดแทน,ออนไลน์. จิรวรรณ เตียรสุวรรณ, และคณะ, ได้เสนอหลักการไว้ว่า[40]

หลักการที่ 1 คือ รูปแบบการเผาไหม้ขยะ หัวใจของการเผาขยะคือระบบการเผาไหม้ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองประเภทคือ ระบบการเผาไหม้มวล (Mass Burn System) ซึ่งหมายถึงการเผาทำลายขยะในสภาพที่รับเข้ามาโดยไม่ต้องมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อน และอีกประเภทหนึ่งคือ ระบบที่มีการจัดการเบื้องต้น (Burning of Preheated and Homogeneized Waste)

หลักการที่ 2 คือ การเผาไหม้มวลรวม (Mass Burnt Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะที่มีองค์ประกอบหลากหลายทั้งหมดโดยไม่ต้องมีการจัดการเบื้องต้นหรือการแปรรูปและคัดแยกก่อนเข้าเตาเผา ซึ่งเทคโนโลยีนี้มักใช้กับการเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้(moving grate) เพราะเป็นระบบที่ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะก่อน จึงสะดวกต่อการจัดการกับขยะที่มีองค์

---

[39] สำนักนโยบายและแผนงานสิ่งแวดลอม. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม พ. ศ. 2538–2539. ม. ป. ท. ม. ป. ป. สำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพมหานคร, กองวิชาการ. การจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร. ทองถิ่น. 32. (2545). หน้า 145.

[40] กรมพลังงานทดแทน,ออนไลน์; จิรวรรณ เตียรสุวรรณ, และคณะ, 2552 http://rir.nrct.go.th/rir/?page=researcher&author_code=16254 เข้าถึงข้อมูล 8 มิถุนายน 2566

ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นรูปแบบที่มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงถึงร้อยละ 85 นอกจากนี้ยังสามารถเผาเพื่อกำจัดขยะได้ถึงวันละ 1,200 ตันต่อเตาเผา แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่มักพบในการเลือกใช้เตาเผาในรูปแบบนี้คือ เงินลงทุนเริ่มต้นและค่าบำรุงรักษาระบบที่มีค่าค่อนข้างสูง

นอกจากเตาเผาแบบตะกรับแล้วยังมีเตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln) ซึ่งมีข้อดีใกล้เคียงกับเตาเผาแบบตะกรับคือ ไม่ต้องผ่านการคัดแยกหรือบดตัดขยะก่อน แต่เตาเผาแบบนี้ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำกว่าคือ ประมาณร้อยละ 80 และยังเป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการเผาทำลายขยะค่อนข้างน้อย มีความสามารถในการเผาทำลายสูงสุดวันละ 480 ตันต่อเตาเผา

2.10.2 การเปรียบเทียบประเภทเตาเผาขยะ

เตาเผาขยะแบบตะกรับที่เลื่อนที่ได้ (Moving Grate) เป็นเตาเผาขยะที่ใช้ระบบการเผาไหม้มวลเป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ประกอบด้วยตะกรับที่สามารถเคลื่อนที่ได้และมีการเผาไหม้อยู่บนตระกรับนี้ โดยขณะเผาไหม้ ตะกรับจะเคลื่อนที่และลำเลียงขยะจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายก้ามปูของ overhead crane จะทำหน้าที่จับขยะเพื่อป้อนลงไปในช่องป้อนก่อนที่จะหล่นเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง เมื่อขยะตกลงไปวางบนตะกรับแล้ว ความร้อนในเตาเผาจะทำให้ขยะแห้งก่อนที่จะเกิดการเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูงกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ขี้เถ้า (รวมทั้งส่วนประกอบของขยะส่วนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้) จะหลุดออกจากตะกรับในลักษณะของ slag/bottom ash ผ่านหลุมถ่ายขี้เถ้า ตะกรับจะทำหน้าที่เป็นเสมือนพื้นผิวด้านล่างของเตา

การเคลื่อนที่ของตะกรับหากได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องจะทำให้ขยะมีการขนย้ายและผสมผสานกันอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้สามารถแทรกซึมไปทั่วถึงพื้นผิวของขยะ ตะกรับอาจถูกจัดแบ่งให้เป็นพื้นที่ย่อยเฉพาะซึ่งทำให้สามารถปรับปริมาณอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้ได้อย่างอิสระและทำให้สามารถเผาไหม้ได้แม้ขยะที่มีค่า ความร้อนต่ำ ตะกรับที่ใช้กับระบบเตาเผาขยะมีหลายแบบ เช่น forward movement, backward movement, double movement, rocking และ roller เป็นต้น มีข้อดี ได้แก่

1. ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะก่อน
2. เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้วสำหรับการเผาทำลายขยะและมีสมรรถนะตรงตามวัตถุประสงค์
3. สามารถจัดการกับขยะที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี
4. สามารถให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึงร้อยละ 85

5. เตาเผาแต่ละเตาสามารถก่อสร้างให้มีความสามารถในการเผาทำลายได้ถึง 1,200 ตันต่อวัน (50 ตันต่อชั่วโมง)

6. ผนังของห้องเผาไหม้ในเตาเผาขยะมักเป็นแบบบุด้วยอิฐทนไฟ (refractory wall) หรือแบบผนังน้ำ (water wall)

สำหรับแบบหลังนี้ส่วนมากจะปฏิบัติงานโดยใช้อากาศส่วนเกินในปริมาณต่ำ ซึ่งช่วยให้ลดปริมาตรของห้องเผาไหม้และลดขนาดของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศส่วนข้อเสียคือ เงินลงทุนและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

เตาเผาขยะแบบหมุน (rotary kiln incinerator) เป็นเตาเผาขยะที่ใช้ระบบการเผาไหม้มวลที่ใช้ห้องเผาไหม้ทรงกระบอกซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกน ขยะจะเคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอกตามการหมุนของเตาเผาซึ่งทำมุมเอียงกับแนวระดับ เตาเผาแบบหมุนส่วนใหญ่จะเป็นแบบผนังอิฐทนไฟ แต่ก็มีบ้างที่เป็นแบบผนังน้ำ ทรงกระบอกอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 5 เมตร และยาวตั้งแต่ 8 ถึง 20 เมตร ความสามารถในการเผาทำลายขยะมีตั้งแต่ 2.4 ตันต่อวัน (0.1 ตันต่อชั่วโมง) จนถึงประมาณ 480 ตันต่อวัน (20 ตันต่อชั่วโมง) อัตราส่วนอากาศส่วนเกินที่ใช้จะมีปริมาณที่มากกว่าแบบที่ใช้กับเตาเผาแบบตะกรับและอาจจะมากกว่าที่ใช้กับเตาเผาแบบFluidized Bed ด้วย

ขณะที่เตาเผาขยะแบบหมุนจะมีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่ก็ยังคงมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ (retention time) ของแก๊สไอเสียค่อนข้างสั้นเกินไปสำหรับการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ ดังนั้นเตาทรงกระบอกจึงมักมีส่วนต่อที่ทำเป็นห้องเผาไหม้หลัง (after-burning chamber) และมักรวมอยู่ในส่วนของหม้อน้ำด้วยมีข้อดีคือ (1) ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะก่อน (2) สามารถให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึงร้อยละ80 (3) สามารถจัดการกับขยะที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดีและ 4) ความสามารถในการเผาทำลายสูงสุดต่อหนึ่งเตาประมาณ 480 ตันต่อวัน (20 ตันต่อชั่วโมง)ส่วนข้อเสียคือ เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้ในการเผาทำลายขยะค่อนข้างน้อยและเงินลงทุนและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

การเผาไหม้ที่ต้องมีการจัดการเบื้องต้น (Burning of Preheated and Homogenized Waste Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะที่ต้องมีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนเผา โดยต้องมีการคัดแยก ลดขนาด บดตัด หรืออาจผลิตเป็น RDF(Refuse-Derived Fuel) ก่อนนำเข้าเตาเผา ทำให้กระบวนการมีความยุ่งยากมากขึ้น ดังนั้นระบบดังกล่าวจึงมีการใช้งานอยู่ในวงจำกัด เช่น เตาเผาแบบใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator)โดยทั่วไปใช้สำหรับกำจัดขยะอุตสาหกรรม

การเผาไหม้ในรูปแบบนี้ได้รับความสนใจเนื่องจากเงินลงทุนระบบและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำกว่า เพราะออกแบบง่ายกว่าและให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงประมาณร้อยละ 90

เตาเผาแบบFluidized Bed เป็นเตาเผาขยะที่มีการจัดการเบื้องต้นทำงานโดยอาศัยหลักการที่อนุภาคของแข็งที่รวมตัวเป็น bed ในเตาเผาผสมเข้ากับขยะที่ทำหน้าที่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ถูกทำให้ลอยตัวขึ้นอันเนื่องมาจากอากาศที่เป่าเข้าด้านข้างทำให้มันมีพฤติกรรมเหมือนกับของไหล เตาเผาโดยทั่วไปจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกตั้งและวัสดุที่ทำ bed มักทำมาจากทรายซิลิกา หินปูน หรือวัสดุเซรามิคส์ มีข้อดีคือ

1. สามารถลดปริมาณสารอันตรายได้
2. มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงถึงร้อยละ 90
3. สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลากหลายประเภท
4. เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำเนื่องจากการออกแบบที่ค่อนข้างง่าย
5. สามารถใช้ในการเผาทำลายเชื้อเพลิงที่หลากหลายประเภทและสามารถรองรับได้ทั้งกากของแข็งและเหลวโดยเผาทำลายร่วมกันหรือแยกจากกัน
6. สามารถนำพลังงานกลับมาใช้ (Energy Recovery)

ส่วนข้อเสียคือ 1) ต้องการกระบวนการในการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนที่จะสามารถป้อนเข้าสู่เตาเผาได้ เพื่อให้ขยะมีขนาด ค่าความร้อน ปริมาณขี้เถ้าที่อยู่ข้างในและอื่น ๆ ให้ตรงต่อข้อกำหนดในการปฏิบัติงานของเตาเผา 2) เนื่องจากขยะมีลักษณะสมบัติที่หลากหลายจึงทำให้เกิดความยากลำบากในการทำให้ได้เชื้อเพลิงที่ตรงตามความต้องการและ 3) ยังเป็นเทคโนโลยีที่ยังต้องการการทดสอบอยู่สำหรับการเผาทำลาย

แนวคิด ทฤษฎีรูปแบบของการเผาไหม้ที่สามารถเผาไหม้ได้ง่ายและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศหรือกับออกซิเจน เกิดความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ยังสามารถนำมาใช้งานสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจด้วยหลักการเผาไหม้ขยะด้วยความร้อนสูง โดยการศึกษาหลักการกำจัดขยะซึ่งเป็นแนวคิดเบื้องต้นจากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเตาเผาขยะชนิดต่าง ๆ วิเคราะห์จากประสิทธิภาพแต่ละประเภท โดยใช้หลักคำนึงถึงความคุ้มค่าและผลที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้จะเกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่น ไอน้ำ ฝุ่น ความร้อน ขี้เถ้า เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งเตาเผาขยะที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่โดยมีวัตถุประสงค์คือ สามารถใช้เผาขยะทุกประเภทและต่อยอดสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ผู้วิจัยนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.11.1 งานวิจัยในประเทศ

2.11.1.1 งานวิจัยเกี่ยวกับเตาเผาขยะ

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้รายงานโครงการพัฒนาเตาผลิตถ่านชีวมวลและถ่านกัมมันต์ และเตาผิงมลพิษต่ำต้านภัยหนาวจากความพยายามลดปัญหามลพิษทางอากาศและฝุ่นละอองจากการเผาในที่โล่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 จนถึง 2559 นักวิจัยได้พัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควันรุ่นต่าง ๆ ที่มีรูปร่างลักษณะ ขนาดและวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน โดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้ยื่นขอจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ สำหรับเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน 2 รุ่น เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2556 และได้รับสิทธิบัตรจำนวน 2 ฉบับ เมื่อวันที่ 7 กันยายน 2561 โดยมีผลคุ้มครอง 20 ปี นับตั้งแต่วันที่ 26 กรกฎาคม 2555 (ซึ่งเป็นวันที่เปิดเผยสาระสำคัญของการประดิษฐ์ต่อสาธารณชน) จนถึงวันที่ 25 กรกฎาคม 2575 หลังจากขยายผลเตาเผาขยะชีวมวลทั้ง 2 แบบ สู่ภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

นักวิจัยได้พัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะชีวมวลรุ่นต่าง ๆ อีก 4 รุ่น 4 แบบ รวมทั้งเตาผิงมลพิษต่ำ ต้านภัยหนาว 4 รุ่น 4 แบบ โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ได้มีการพัฒนาต้นแบบเตาผลิตถ่านชีวมวลและถ่านกัมมันต์ เพื่อเป้าหมายการลดมลพิษจากการเผาถ่านแบบดั้งเดิม นอกจากนั้น กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้ตระหนักถึงวิกฤตภัยหนาวและมลพิษจากการก่อไฟผิงจึงได้ออกแบบและพัฒนาเตาผิงมลพิษต่ำต้านภัยหนาว (เตาอินทนนท์) ซึ่งเป็นเตาผิงที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนการผลิตต่ำ ปล่อยก๊าซพิษจากการผิงไฟน้อยมาก เมื่อเทียบกับการผิงไฟโดยก่อกองไฟบนดิน[41]

อัศวิน สืบนุการณ์, ได้ศึกษา การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก สำหรับใชกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในองคการบริหารสวนตำบล เตาเผามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 m สูง 2.6 m และมีทอระบายไอเสียเชื่อมกับหอพนน้ำ (Spray Tower) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 m สูง 6.4 m ซึ่งใชสำหรับบำบัดมลสารก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ หลังทำการจำแนกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแลวได้เติม “ขยะแหง” และ “ขยะเปียก” ซึ่งขยะแหงจะมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 40 และขยะเปียกมีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 40 ได้ทำการผสมกันก่อนเขาสู่เตาเผาด้วยอัตราสวน 1:0, 4:1, 3:1,

[41] รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องโครงการพัฒนาเตาผลิตถ่านชีวมวลและถ่านกัมมันต์ และเตาผิงมลพิษต่ำต้านภัยหนาว, ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2560, หน้า 1.

2:1 และ 1:1 เพื่อประเมินหาอัตราการเผาไหม้ที่เหมาะสมสำหรับคงไวซึ่งความสามารถในการเผาไหม้ด้วยตัวเอง (Self-Burning Capacity) พบวา

อุณหภูมิห่องเผาไหม้มีค่าต่ำสุด และสูงสุดอยู่ที่ 150 และ 1,100 o C ตามลำดับ และพบวาในการเผาโดยไม่ใช่เหล็กก่างปลาในห่องเผาไหม้อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 450 o C และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 80 o C อัตราการเผาลดลงมาที่ 40.5 kg/h จากการติดตั้งเหล็กก่างปลา (Bar Rake) ในห่องเผาไหม้เพื่อช่วยเพิ่มความพรุนในกองขยะที่เข่าเผาอัตราการเผาสามารถเพิ่มสูงขึ้นที่คาเฉลี่ย 14 kg/h หรือ 2.74 ton/d42

องค์การบริหารส่วนตำบลสวนหลวง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม มีนโยบายให้ชุมชนมีจิตสำนึกในการดูแลรักษาความสะอาดในแต่ละครัวเรือน การศึกษา การใช้ประโยชน์และการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนประชาชน ครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครัวเรือน จำนวน 375 ครัวเรือน โดยผู้ตอบแบบสอบถามของครัวเรือนเป็นหญิง มากกว่าชายเล็กน้อย มีอายุโดยเฉลี่ย 48.76 ปี ส่วนมากมีวุฒิการศึกษาในระดับประถมศึกษา ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ผลการศึกษาที่สำคัญพบว่า ในแต่ละครัวเรือนมีกิจกรรมทำให้เกิดขยะทุกชนิดมีน้ำหนักรวมกันโดยเฉลี่ย 1.98 ก.ก./ครัวเรือน/วัน ขยะเปียกที่พบมากที่สุดได้แก่เศษอาหาร เศษข้าว เศษขนม ขยะรีไซเคิลที่พบมากที่สุด ได้แก่ ขวดพลาสติก ขวดแก้ว กล่อง/ลัง กระดาษ ขยะทั่วไปพบมากที่สุด ได้แก่ ถุงพลาสติก ถุงก๊อบแก๊บ สำหรับขยะอันตรายที่พบมากที่สุด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์น้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ในส่วนของกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำเสียเสียหรือน้ำทิ้งของครัวเรือนนั้น พบว่าเป็นกิจกรรม การหุงต้มประกอบอาหาร การซักล้างทำความสะอาดเสื้อผ้า การล้างถ้วยชามและใช้ในห้องน้ำห้องส้วม มีจำนวนใกล้เคียงกันทุกกิจกรรม ในด้านการจัดการขยะของครัวเรือนนั้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ แจ่มพงษ ได้ศึกษา การใช้ประโยชน์และการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนประชาชนตำบลสวนหลวง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า ครัวเรือนร้อยละ 92.8 ได้ดำเนินการลดปริมาณขยะในครัวเรือน เช่น ใช้วัสดุหลายๆครั้งก่อนทิ้ง ใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก ใช้ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี ครัวเรือนร้อยละ 81.6 มีถังขยะประจำบ้านและร้อยละ 85.3 ทำการคัดแยกขยะ นำขยะไปใช้ประโยชน์ เช่น นำขยะรีไซเคิลไปขาย นำขยะเปียกไปทำปุ๋ยหมัก สำหรับขยะอื่น ๆ ที่เหลือครัวเรือนร้อยละ 45.6 นำไปกำจัดโดยการเผาไฟ ร้อยละ 41.3 นำไปทิ้งถังขยะของอบต.ที่อยู่ใกล้บ้านและร้อยละ 5.6 นำไปฝังกลบตามลำดับ สำหรับน้ำเสียหรือน้ำทิ้งนั้น

---

[42] อัศวิน สืบนุการณ์, การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก, วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544), หน้า 1.

ครัวเรือน ประมาณร้อยละ 38.4 ทิ้งลงในท่อระบายน้ำทิ้งของครัวเรือนและอีกประมาณร้อยละ 27.2 ทิ้งลงใต้ถุนบ้านของตนเอง สำหรับปัญหาจากขยะของครัวเรือนนั้น พบปัญหาการแพร่ระบาดของสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาบและหนู มากที่สุด รองลงมาเป็นปัญหา กลิ่นเหม็นรบกวน และสกปรก เลอะเทอะ ตามลำดับ ส่วนปัญหาที่เกิดจากน้ำทิ้งของครัวเรือน พบปัญหาการแพร่ระบาดของยุงมากที่สุด รองลงมาเป็นปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนและปัญหาน้ำขังแฉะ สกปรก เลอะเทอะ ตามลำดับ[43]

ดร.อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, และคณะ, ได้ศึกษา “การบริหารจัดการขยะและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน” มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสถานภาพและการปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลไร่ส้มซึ่งประกอบด้วยรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย การพัฒนาการบริหารจัด การขยะมูลฝอย พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย การมีจิตสำนึกในการจัดการขยะมูลฝอยและการเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย และเพื่อประเมินความพึงพอใจในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและการใช้เทคโนโลยีขององค์การบริหารส่วนตำบลไร่ส้ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเจ้าบ้านหรือตัวแทนเจ้าบ้านตามบัญชีรายชื่อในทะเบียนราษฎร์ขององค์การบริหารส่วนตำบลไร่ส้ม อำเภอเมืองเพชรบุรี จัง หวัดเพชรบุรีได้จำนวนตัวอย่าง 315 ครัวเรือน โดยวิธีการสุ่มแบบมีระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.7870 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเสร็จ เพื่อหาค่าสถิติพื้นฐานหาคุณภาพของแบบสอบถาม หาค่าเปรียบเทียบความแตกต่าง และหาค่าความสัมพันธ์[44]ผลการวิจัยสรุปว่า

1. รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย มีการเก็บและขนขยะทุก 2 วันการสร้างเครือข่ายคัดแยกขยะ ด้วยวิธีการบอกปากต่อปาก การพัฒนากา รบริหารจัดการขยะมูลฝอย ควรมีการประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการสร้างเครือข่ายการคัดแยกขยะอย่างสม่ำเสมอ มีหน้าที่ในการให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการขยะชุมชน รณรงค์ให้คนในชุมชนแยกขยะจนเป็นนิสัย เปิดโอกาสให้ทุกคนเข้ามามีส่วนร่วมในการนำเสนอวิธีการจัดการขยะมูลฝอย รับรู้และเรียนรู้วิธีการย่อยสลายขยะอย่างต่อเนื่องพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย ทางบวก คือ การแยกขยะ ขวดน้ำพลาสติก และกระดาษทุกชนิด ส่วนทางลบ คือ มีการทิ้งขยะทุก

---

[43] ไพบูลย์ แจ่มพงษ์ได้ศึกษา,“การใช้ประโยชน์และการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนประชาชนตำบลสวนหลวง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม”, **รายงานวิจัย,** (ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2555), หน้า 1.

[44] อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, และคณะ,การบริหารจัดการขยะและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษา อบต.ไร่ส้ม จ.เพชรบุรีรายงานผลงานวิจัย,2556) หน้า 1.

ชนิดลงบนพื้นถนน แหล่งน้ำและที่สาธารณะ และมีการเทน้ำมันที่ใช้แล้วทิ้งลงในถังขยะและบนดิน ขาดจำสำนึกในหน้าที่ที่ต้องมีการแยกประเภทขยะมูลฝอย และการเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย มีการใช้เครื่องสับย่อยสลายขยะเปียกและขยะแห้ง

2. ผลการเปรียบเทียบการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่เพศต่างกัน มีจำสำนึกในการจัดการขยะมูลฝอยต่างกัน สถานภาพการเป็นสมาชิกเครือข่ายคัดแยกขยะต่างกัน มีรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยต่างกัน และอายุต่างกัน มีรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยและมีพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. มีความพึงพอใจในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยระดับมากกว่าร้อยละ 80 ในภาพรวมคือ การมีจิตสำนึกในการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของการพัฒนาการบริหารจัดการขยะมูลฝอย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝ อยู่และการเลือกใช้ เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอยส่วนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย มีความสัมพันธ์กับการมีจิตสำนึกในการจัดการขยะมูลฝอยและการเลือกใช้เทคโนโลยีใน การจัดการขยะมูลฝอย และการมีจำสำนึกในการจัดการขยะมูลฝอยมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติที่ระดับ 0.01

วิชชา ชาครพิพัฒน์ ได้ศึกษาพลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย สรุปได้ว่า การกำจัดขยะของกรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการ 2 วิธี คือ การทำปุ๋ยหมักด้วยวิธี Compost ใช้ขยะประมาณ 1,000 ตันต่อวันและใช้ระบบฝังกลบที่บ่อฝังกลบอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และบ่อฝังกลบ อำเภอพนมสารคามจังหวัดฉะเชิงเทรา การฝังกลบเป็นวิธีการกำจัดขยะที่ง่ายและต้นทุนต่ำกว่าวิธีอื่น มีการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ แต่ในระยะยาวจะมีปัญหาจากพื้นที่ฝังกลบ และจะส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ดังนั้นการกำจัดขยะโดยใช้เทคโนโลยีระบบ Anaerobic Digestion และระบบเผาทำลายด้วยความร้อน ย่อมเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ในอนาคตอันใกล้ การผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบกำจัดขยะมูลฝอยจะมีความเป็นไปได้มากขึ้น[45]

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยสถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมตระหนักถึงปัญหามลพิษจากการเผาในที่โล่ง จึงได้พัฒนาเตาเผาขยะชีวมวลสำหรับชุมชนอย่างง่าย หรือ “เตาเผาขยะชีวมวลไร้

---

[45] วิชชา ชาครพิพัฒน์. (2550). พลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.mea.or.th/internet/hdd/Vitcha.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 สิงหาคม 2566)

ควัน” ที่มีต้นทุนต่ำเพื่อให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำไปใช้กำจัดของเหลือทิ้งจากการเกษตรที่เป็นขยะชีวมวลแทนการเผาในที่โล่ง โดยได้พัฒนารูปแบบและทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ จนได้ต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูง ปล่อยก๊าซพิษจากการเผาน้อยมากเมื่อเทียบกับการเผาในที่โล่งแบบเดิม ๆ และเพื่อให้มีการนำไปใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาและลดมลพิษหมอกควันจากการเผาในที่โล่งได้อย่างเป็นรูปธรรม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยความร่วมมือกับสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดได้ดำเนินการคัดเลือกและส่งมอบเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควันให้กับชุมชนในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน เพื่อใช้กำจัดวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร และลดปัญหาหมอกควันจากการเผาในที่โล่ง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดให้มีการติดตามและประเมินผลการใช้งาน “เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน” แทนการเผาในที่โล่ง เพื่อประเมินความเหมาะสมของการนำเตาเผาไปใช้เพื่อการการจัดวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร จากการใช้งานในพื้นที่จริง เพื่อให้การป้องกันปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้นต่อไปวัตถุประสงค์ของโครงการประเมินผลการนำเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน ไปใช้แทนการเผาในที่โล่งในชุมชนพื้นที่เสี่ยงภัยปัญหาหมอกควันเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนใช้ประโยชน์ในการป้องกันปัญหาหมอกควันภาคเหนือต่อไป[46]

อรัญ ขวัญปาน และชนะกานต์ พงศาสนองกุล ได้ศึกษาประสิทธิภาพของของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการเผาไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบให้ได้น้ำส้มควันไม้ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด ความชื้นของไม้ ในการดำเนินการศึกษานั้นแบ่งออกการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านเพื่อเตรียมน้ำส้มควันไม้จากถังโลหะขนาด 200 ลิตร ขั้นตอนที่สองจะเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยศึกษาไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ลิ้นจี่ ไม้กระถินยักษ์ และไม้มะขาม เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ 659 (2547) เพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้

---

[46] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดย สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย “โครงการติดตามประเมินผลการใช้ “เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน” แทนการเผาในที่โล่ง ในการปฏิบัติงานการป้องกันปัญหาหมอกควันในภาคเหนือของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม”, 2558, หน้า 1.

ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของเตาเผาถ่าน เตาเผาถ่านแบบแนวนอนสามารถใช้ในการเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ลิ้นจี่ ไม้กระดินยักษ์ และไม้มะขาม ที่มีค่าความชื้นสูงระหว่าง 25%-64% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำมาเผาแล้วจะได้ปริมาณถ่านที่แตกต่างกันตามระยะเวลาการตาก โดยที่ไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้นาน 30 วัน จะได้ปริมาณถ่านมากที่สุด และจะให้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันตามความชื้นของเนื้อไม้ ซึ่งไม้ที่ตัดตากทิ้งไว้ 10 วัน จะมีความชื้นสูงได้ปริมาณน้ำส้มควันมากที่สุด และใช้เวลาในการเผา 6-7 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้ที่ได้ เมื่อตั้งของเหลวทิ้งไว้ 49-67 วัน จะตกตะกอนจะแบ่งเป็น 3 ชั้น น้ำส้มควันไม้ที่ใช้งานได้จะอยู่ชั้นกลาง สามารถนำไปใช้ในการเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรมและครัวเรือน สีของน้ำส้มควันไม้เป็นสีเหลืองอ่อนและน้ำตาลอ่อน ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 1.6-2.5 ความถ่วงจำเพาะของมีค่าอยู่ในช่วง 1.02-1.09 จึงสรุปได้ว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช.659/2547)[47]

สุรศักดิ์ จิตประเสริฐ ได้ศึกษา “การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ, เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ทางสมรรถนะ และทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการออกแบบสร้างเครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้ แบบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ และแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ในการศึกษาได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการออกแบบเครื่อง โดยได้พิจารณา ถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการกลั่น นอกจากนี้ได้ทำการทดลองกลั่นน้ำส้มควันไม้ จากเครื่องทดสอบทั้งสองแบบพบว่า ในการทดลอง เครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยการนำควันที่เกิดจากการผลิตถ่านไม้ในช่วงที่ไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่าน เมื่อ เริ่มติดไฟหน้าเตาเผาจะใช้เวลา 2:3 ชั่วโมงที่จะทำให้อุณหภูมิภายในเตาสูง 300-400 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิควันที่ท่อทางเข้าเครื่อง กลั่น สูง 90-120 องศาเซลเซียส ไหลเข้ายังห้องกลั่น จำนวน 4 ห้องจากนั้นจะใช้เวลาในการเก็บน้ำส้มควันไม้ 2-2.30 ชั่วโมง จากการทด ลองเครื่องกลั่นมีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิความร้อนกับอากาศภายนอกน้อยมาก จากการวัดอุณหภูมิเครื่องกลั่น มีความแตกต่างอุณหภูมิ แต่ละห้องประมาณ 1-5 องศาเซลเซียส จึงสามารถกลั่นน้ำส้มควันไม้เฉลี่ย 3616 ลิตร และได้ถ่านจากการเผาเฉลี่ย 16 กิโลกรัม จากนั้นได้ ทำนำเครื่องกลั่น แช่ลงในท่อน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร และ สูง 2 เมตร ได้ทดลองกลั่นน้ำส้มควันไม้ด้วยการระบายความร้อนด้วยน้ำ พบว่า ในเวลา 2-2.30 ชั่วโมง ที่ทำการเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นแต่ละห้องมีความแตกต่างกันมาก เฉลี่ย 30-35 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถกลั้นน้ำส้มควันไม้ ได้เฉลี่ย 5.176 ลิตร และได้ถ่าน น้ำหนักเฉลี่ย 17.6 กิโลกรัม สรุปได้ว่า เครื่องกลั่นน้ำส้มแบบระบาย ความร้อนด้วยน้ำ าจะให้ปริมาณน้ำส้มควันไม้

---

[47] อรัญ ขวัญปาน และชนะกานต์ พงศาสนองกุล, “ประสิทธิภาพของของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน” **รายงานการวิจัย,** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพมหานคร, 2555, หน้า ก.

มากกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และการสร้างเครื่องกลั่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถ นำไปใช้งานได้จริง และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับการผลิตถ่านได้จริง[48]

2.11.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

เมตตา เก่งชูวงศ์ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อประชาชน ในเขตชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคาม”, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อตรวจวัด ปริมาณฝุ่น ละอองขนาด ไม่เกิน 10 ไมครอน (Suspended Particulate Matter[49]

ผลการศึกษาเป็นดังนี้

1. ปริมาณฝุ่นละออง PM10 จำนวน 13 สถานีมีค่าเฉลี่ย 20.8333-91.5376 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยสถานีที่มีฝุ่นละออง PM 10 เฉลี่ยมากที่สุดคือ สถานีที่ 2 วัดศรีสวัสดิ์ พบว่ามีปริมาณ 91.5376 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมา 3 ลำดับ ได้แก่สถานีที่ 5 หน้าสถานีขนส่งผู้โดยสาร จังหวัดมหาสารคาม มีปริมาณ 86.0681 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สถานีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลศรี สวัสดิ์วิทยา มีปริมาณ 75.4671 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสถานีที่ 1 หน้าที่ทำการเทศบาล เมืองมหาสารคาม มีปริมาณ 74.3301 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยทั้ง 13 สถานี ตรวจวัดมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย ที่กำ หนดไว้ใน เวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) จำนวน 13 สถานี มีค่าเฉลี่ย 34.9107-156.1905 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยสถานีที่มีฝุ่นละอองรวม (TSP) เฉลี่ยมากที่สุดคือ สถานีที่ 5 หน้าสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดมหาสารคาม มีปริมาณ 156.1905 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมา 3 ลำดับ ได้แก่ สถานีที่ 2 วัดศรีสวัสดิ์ พบว่ามีปริมาณ 123.7500 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สถานีที่ 1 หน้าที่ทำการเทศบาลเมืองมหาสารคาม มีปริมาณ 114.5833 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสถานีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา มีปริมาณ 107.4405 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตาม

---

[48] สุรศักดิ์ จิตประเสริฐ. “การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ”. **รายงานการวิจัย,** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, 2551, หน้า 1.

[49] เมตตา เก่งชูวงศ์, “การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อประชาชน ในเขตชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคาม”, **รายงานการวิจัย,** (มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2561), หน้า บทคัดย่อ.

ลำดับ ปริมาณฝุ่นละอองทั้ง 13 สถานี มีค่าไม่เกิน ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ในบรรยากาศ โดยทั่วไปของประเทศไทย ที่กำหนดไว้ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมต

3. ผลกระทบจากฝุ่นละอองที่มีต่อประชาชน พบว่า โดยภาพรวมประชาชนได้รับผล กระทบ จากฝุ่นละอองอยู่ในระดับปานกลาง (X3.11)

นิภา มหารัชพงศ์ และคณะ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการส่งเสริมความรอบรู้สุขภาพเกี่ยวกับการป้องกันตนเองเพื่อลดการสัมผัสมลพิษของแรงงาน ในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง” ซึ่งปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศที่ผลกระทบต่อสุขภาพต่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และยากที่จะหลีกเลี่ยงโดยเฉพาะผู้ที่อาศัยในเขตควบคุมมลพิษ ความรอบรู้สุขภาพ จึงมีความสำคัญในการส่งเสริมให้บุคคลสามารถดูแลสุขภาพตนเองได้ ศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง โดยดำเนินการทดลองแบบกลุ่ม เดียววัดผลก่อนหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการส่งเสริมความรอบรู้สุขภาพเกี่ยวกับการป้องกันตนเองเพื่อลดการรับสัมผัสมลพิษแรงงาน โดยสุ่มแรงงาน จำนวน 93 คนเข้าร่วมโปรแกรม ส่งเสริมการป้องกันตนเองจากการได้รับมลพิษทางอากาศ จำนวน 3 กิจกรรม คือ รอบรู้เรื่องมลพิษ ทางอากาศ การป้องกันตนเองจากมลพิษทางอากาศในภาวะปกติ และแนวทางการป้องกันตนเอง สำหรับประชาชนเพื่อลดการรับสัมผัสมลพิษในเหตุฉุกเฉินทางสารเคมี เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณาโดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าต่ำ - สูงสุด และการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้สถิติ Paired samples t-test

จากผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองแรงงานมีความรอบรู้สุขภาพเกี่ยวกับการป้องกัน ตนเองเพื่อลดการสัมผัสมลพิษเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งความรอบรู้โดยรวม และ ความรอบรู้ในด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านการเข้าถึงข้อมูลและบริการสุขภาพ ด้านการสื่อสาร และ ด้านการรู้เท่าทันสื่อ ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันตนเองเพื่อลดการรับสัมผัสมลพิษ ภายในกลุ่ม พบว่า หลังการทดลองพฤติกรรมการป้องกันตนเองเพื่อลดการรับสัมผัสมลพิษโดยรวม ของแรงงานมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการ ส่งเสริมความรอบรู้สุขภาพส่งผลให้แรงงานมีการป้องกันการรับสัมผัสมลพิษเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถใช้ เป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมให้ประชาชนกลุ่มที่มีความไว เพื่อลดการรับ สัมผัสมลพิษต่อไป[50]

---

[50] นิภา มหารัชพงศ์ และคณะ, “การพัฒนารูปแบบการส่งเสริมความรอบรู้สุขภาพเกี่ยวกับการป้องกันตนเองเพื่อลดการ รับสัมผัสมลพิษของแรงงาน ในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง”, **รายงานการวิจัย,** (มหาวิทยาลัยบูรพา, 2561), หน้า 1.

ปวิตรา ผลสุวรรณชัย ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อภาครัฐ : กรณีศึกษามลพิษทางอากาศ” บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อศึกษานโยบายมลพิษทางอากาศของรัฐไทย ผ่านการสำรวจเอกสาร และ (2) เพื่อสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในฐานะผู้ถูกกล่าวหาจากภาครัฐ ผ่านการใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชาชน โดยเครื่องมือในการเก็บ ข้อมูลคือโพลล์สำรวจความคิดเห็น สำหรับวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น และกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการศึกษาในครั้งนี้คือประชาชนทั่วไปที่ได้รับแบบสอบถามในระหว่างวันที่ 22 – 24 เมษายน พ.ศ.2563 จำนวนทั้งสิ้น 1,126 คน

การศึกษาพบว่านโยบายมลพิษทางอากาศของรัฐไทยเริ่มต้นที่ พ.ศ.2548 ซึ่งมีการแก้ไขเพิ่มเติม อีกหลายครั้ง อย่างไรก็ดีนโยบายการแก้ไขมลพิษทางอากาศของรัฐไทยยังคงไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากมีอุปสรรคหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นระบบขนส่งสาธารณะไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ การขาดจิตสำนึกของประชาชนที่เป็นผลมาจากการปลูกฝังของระบบการศึกษาที่มีความไม่ต่อเนื่องทำให้ประชาชนมีความเห็น ว่าการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของภาครัฐเพียงอย่างเดียว (กรมควบคุมมลพิษ 2560 B)

ผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อข้อกล่าวหาของรัฐได้ใช้สถิติอนุมานในการวิเคราะห์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สำรวจมองปัญหามลพิษทางอากาศเหมือนกันกับภาครัฐ กล่าวคือสาเหตุที่ทำให้การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ประสบความสำเร็จเป็นเพราะจิตสำนึกของประชาชนและกลุ่มตัวอย่างมี ความเห็นว่าการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ใช่หน้าที่ของภาครัฐเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้แนวทางการแก้ไขปัญหาเรื่องมลพิษทางอากาศในอนาคตควรที่จะเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนในการแก้ไขปัญหา[51]

ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์และคณะ, ได้ศึกษา การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ การวิจัยแบบบูรณาการเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพและขีดความสามารถในบริหารจัดการขยะของชุมชนตำบลป่าแป๋ สู่แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป็นโครงการวิจัยและพัฒนาหนึ่งที่ใช้รูปแบบวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของสมาชิกในชุมชน ประชากร ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษา 2 กลุ่มคือ กลุ่มประชาชนในเขตตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 6,157 คน และกลุ่มเจ้าหน้าที่หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะของชุมชนรวมทั้งหน่วยงานที่

---

[51] ปวิตรา ผลสุวรรณชัย, “การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการปรักปราของภาครัฐ : กรณีศึกษามลพิษทางอากาศ” **วารสารธรรมศาสตร์,** ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2564) : 145-167

เกี่ยวข้องเช่นหน่วยงานด้าน สารธารณะสุข จากนั้น ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมวิเคราะห์ชุมชนเพื่อหาประเด็นด้านการสร้างเสริมการพัฒนาการบริหารจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจรภายใต้แนวคิดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการวิจัยด้านการสร้างเสริมการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีในการจัดการขยะที่เหมาะสม รวมทั้งการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาแผนการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ตำบลป่าแป๋ โดยจะเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะในชุมชนบำแโดยการประยุกต์ใช้หลัก A-I C ในการสร้างโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่มีจุดมุ่งหมายร่วมกันในการดำเนินการวางแผนพัฒนาแก้ไขปัญหาขยะร่วมกัน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืน มีขั้นตอนตามหลักการ 3 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการจัดการขยะในชุมชนตำบลป่าแป๋ (Appreciation) นักวิจัยและผู้นำท้องถิ่น อบต. ป่าแป๋ ได้ร่วมประชุมเพื่อกำหนดประเด็นที่ชุมชนต้องการเสริมสร้างองค์ความรู้เพื่อให้เกิดการจัดการขยะทั้งในครัวเรือนและในชุมชนได้อย่างเหมาะสมใน 3 ประเด็น ได้แก่ การแยกประเภทของขยะ การกำจัดขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนอย่างถูวิธีและการคัดแยกและกำจัดขยะอินทรีย์

2. กระบวนการสร้างแนวทางการพัฒนา (Influence) การสร้างกระบวนการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดความร่วมมืออย่างมีส่วนร่วมของคนทุกคนในชุมชน โดยการจัดทำแผนกิจกรรมรณรงค์เพื่อให้เกิดความร่วมมือ การอบรมให้ความรู้ในด้านการจัดการขยะที่ถูกต้องตามหลักวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย การเลือกวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับชุมชน การเผาด้วยเตาเผาและการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยการทำปุ๋ยหมัก

3. กระบวนการสร้างแนวทางปฏิบัติ (Control) กรจัดการขยะอย่างยั่งยืนในชุมชนตำบลป่าแป๋ ผู้วิจัยและชุมชนได้ร่วมกันกำหนดแผนปฏิบัติการโดยประกอบด้วย การจัดตั้งศูนย์คัดแยกและการกำหนดการเริ่มต้นวันคัดแยกขยะและการกำหนดตารางเวลาในการรับขยะและย่อยสลายขยะอินทรีย์อย่างไรก็ตามการประสานงานกับหน่วยงานองค์การบริหารส่วนตำบลป่าแป๋เป็นสิ่งสำคัญซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบหน้าที่ในการกำจัดขยะของชุมชน

ด้านการประเมินผลความสำเร็จของกรดำเนินโครงการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของความสำคัญของระดับปฏิบัติและความพึงพอใจของชุมชนต่อการจัดการขยะในชุมชนจำแนกตามสถานภาพส่วนบุคคลด้านเพศ พบว่า ความพึงพอใจของชุมชนต่อการจัดการขยะในชุมชน

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในส่วนของการเปรียบเทียบความพึงพอใจแต่ละด้าน พบว่า ด้านการมีจิตสำนึกในการจัดกรขยะมูลฝอยและด้นการบริหารจัดการขยะของ อบต. ป่าแป๋ มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวแปรแต่ละตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.093 ถึง 0.354 โดยพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของชุมชน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการมีจิตสานึกในการจัดการขยะมูลฝอย การนำเทคโนโลยีและองค์ความรู้มาใช้ในการจัดการขยะในชุมชนและการบริหารจัดการขยะของ อบต. ป่าแป๋ (r = 0.354, 0.273 และ 0.156 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งการมีจิตสานึกในการจัดการขยะมูลฝอยมีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด

พฤติกรรมการมีจิตสานึกในการจัดการขยะมูลฝอย มีความสัมพันธ์ทางขวกกับการนำเทคโนโลยีและองค์ความรู้มาใช้ในการจัดการขยะในชุมชน (r = 0.293) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนการบริหารจัดการขยะของ อบต. ป่าป่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของชุมชนและการมีจิตสำนึกในการจัดการขยะมูลฝอย (r = 0.156 และ 0.261 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับการนำเทคโนโลยีและองค์ความรู้มาใช้ในการจัดการขยะในชุมชน (r = 0.093) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01[52]

เพียงตะวัน พลอาจและศุภฤกษ์ ธาราพิหักษ์วงศ์ ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของกลุ่มผู้สูงอายุชุมชนริมเหนือ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้หลักการ A I C สร้างการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนเพื่อจัดการขยะตามหลัก 3Rs จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและขั้นตอนการปฏิบัติการจัดการขยะในชุมชน ดังนี้[53]

1. กระบวนการสร้างความรู้ (Appreciation) ชุมชนมีความต้องการในการเสริมสร้างองค์ความรู้การจัดการขยะที่เหมาะสมกับบริบทชุมชนใน 3 ประเด็นได้แก่ 1) การแยกประเภทของขยะได้บทสรุปว่าขยะในชุมชนมี 2ประเภทหลักคือ ยะทั่วไปประกอบด้วย ขยะที่มีมูลค่าและขยะอินทรีย์ ขยะอีกประเภทจัดเป็นอันตรายหรือขยะที่มีสารพิษตกค้าง ขยะกลุ่มนี้จะต้องคัดแยกและทิ้งให้ถูกวิธี 2) การจัดการขยะในครัวเรือนแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่พลาสติกสะอาด

---

[52] ศุภฤกษ์ ธาราพิหักษ์วงศ์และคณะ, **รายงานวิจัย** การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 2562), หน้า 1.

[53] เพียงตะวัน พลอาจและศุภฤกษ์ ธาราพิหักษ์วงศ์ **รายงานวิจัย** ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของกลุ่มผู้สูงอายุชุมชนริมเหนือ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่, 2560), หน้า 1.

ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร แก้ว โลหะ กระดาษ ผ้า และขยะย่อยสลาย โดยชยะ 6 ประเภทแรกกลุ่มผู้สูงอายุจะทำการคัดแยกและอัดเป็นก้อนเพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บและการขนส่งโดยบริษัทจะเข้ามารับซื้อที่จุดรับซื้อขยะของชุมชนเดือนละครั้ง ในส่วนของขยะย่อยสลายหรือขยะอินทรีย์ส่วนที่มีชิ้นใหญ่จะใช้เครื่องจักรในการย่อยให้มีขนาดเล็กลงแล้วนำมารวมกันเพื่อผลิตปุ๋ยและปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่มีคุณภาพใช้เป็นปุ๋ยบำรุงพืชผล ไล่แมลงและยังสามารถใช้ในครัวเรือนจนขยายการทำบ่อหมักปุยน้ำหมักในหลาย ๆ ครัวเรือน 3) การจัดโครงสร้างการทำงานของแต่ละชุมชนโดยมีโครงสร้างการจัดการขยะเป็นเครือข่าย 5 หมู่บ้าน ให้ผู้สูงอายุในแต่ละหมู่บ้านเป็นคณะกรรมการดำเนินงานรวบรวมขยะจากสมาชีกรวมกันที่ศูนย์ตามวันและเวลากำหนดการรับซื้อ โดยทางเทศบาลจะเป็นผู้ดำเนินการประสานบริษัทรับซื้อขยะเข้ามารับขยะ เดือนละ 1 ครั้ง รายได้จากการขายขยะส่วนหนึ่งจะนำมาเป็นรางวัลหรือค่าดำเนินการของอาสาสมัครในศูนย์

2. กระบวนการสร้างแนวทางการพัฒนา (Influence) กิจกรรมจะเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดความร่วมมืออย่างมีส่วนร่วมของคนทุกคนในชุมชนด้วยการจัดทำแผนกิจกร รมรณรงค์และประชาสัมพันธ์โครงการคัดแยกขยะภายใต้ชื่อ "ไร้ค่าแต่พอเพียง" เป็นการสื่อสารโดยผู้นำแต่ละชุมชนชี้แจงคณะกรรมการหมู่บ้าน วัดและโรงเรียน เชิญชวนให้ร่วมมือในการคัดแยกขยะอย่างง่ายที่ชาวบ้านสามารถทำได้ และชี้แจ้งให้ทราบถึงผลกระทบจากขยะให้ประชาชนในตำบลเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างจิตสำนึกในการคัดแยกขยะอย่างจริงจัง ในส่วนบทบาทของเทศบาลตำบลริมเหนือมีส่วนร่วมในการจัดระบบการจัดเก็บและประสานให้บริษัทรับซื้อขยะในชุมชน รวมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ในการคัดแยกขยะ

3. กระบวนการสร้างแนวทางปฏิบัติ (Control) เริ่มจากการจัดตั้งศูนย์คัดแยกและรับซื้อขยะชุมชน ทั้ง 5หมู่บ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนในการเคลื่อนย้ายขยะชุมชน ส่วนขยะอินทรีย์ได้จัดทำบ่อปุยน้ำหมักและบ่อกองปุยชีวภาพ ขยะอันตรายทางเทศบาลตำบลริมเหนือได้จัดเตรียมถังใส่เพื่อใส่ขยะส่วนนี้และเทศบาลจะเข้ามารับเพื่อนำไปทำลายต่อไป

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการคัดแยกขยะในครัวเรือนทำให้ปริมาณขยะ ลดลงจากเดิมปริมาณขยะในพื้นที่เทศบาลตำบลริมเหนือเดือน มกราคม พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 1,845.79 กิโลกรัมต่อวัน เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 1,609.29 กิโลกรัมต่อวัน และเดือน มีนาคม พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 1,548.87กิโลกรัมต่อวัน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นของคนในชุมชนต่อกระบวนการจัดการขยะ

ลินิน พูนผล และคณะ, ได้ศึกษาการสร้างบุคคลต้นแบบในจัดการมูลฝอยโดยอาศัยแรงจูงใจให้แกนนำชุมชนมีส่วนร่วม ชุมชนสามัคคีธรรม เทศบาลตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองเพื่อศึกษาหารูปแบบที่เหมาะสมในการคัดแยกประเภทของมูลฝอยที่ยังมีประโยชน์ให้สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ในระบบได้อีกกลุ่มตัวอย่างเป็นแกนนำชุมชน จำนวน 56 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน โดยเป็นแกนนำชุมชนในพื้นที่เทศบาลตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทดจังหวัดนครราชสีมา และกลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 26 คน เป็นแกนนำชุมชนในพื้นที่เทศบาลตำบลโนนไทย อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชมา เครื่องมือการวิจัยได้แก่ 1 แบบสอบถามวัดระดับความรู้ การปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์ 2) การวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอย 9 ขั้นตอนของสำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 5 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 3) โปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติการการสร้างบุคคลตันแบบตามหลักสูตรศูนย์การจัดการขยะ โดยใช้กระบวนการ AIC ประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีแรงจูงใจให้แกนนำชุมชนมีส่วนร่วม ระยะเวลาการศึกษา 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา Paired t-test และIndependent t test ผลการวิจัยหลังการทดลองพบว่า

กลุ่มทดลองมีระดับความรู้ ระดับการปฏิบัติ ระดับการมีส่วนร่วมเพิ่มมากขึ้น กว่าก่อนการทดลอง และมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) องค์ประกอบของมูลฝอยพบว่า มูลฝอยรีไซเคิล มีสัดส่วนลดลงร้อยละ 7 มูลฝอยอินทรีย์มีสัดส่วนลดลง ร้อยละ 18 ปริมาณมูลฝอยลดลงเฉลี่ยวันละ 156.43 กิโลกรัม ผลวิจัยสรุปได้ว่า การใช้โปรแกรมสร้างบุคคลต้นแบบคัดแยกองค์ประกอบมูลฝอยโดยประยุกต์ กระบวนการ AIC ร่วมกับทฤษฎีแรงจูงใจ ในการจัดการมูลฝอยชุมชน เป็นวิธีการที่ทำให้แกนนำชุมชนมีความรู้ การปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยเพิ่มขึ้น และช่วยให้ปริมาณมูลฝอยลดลง ดังนั้นจึงควรใช้เป็นแนวทางในการจัดการมูลฝอยแก่พื้นที่อื่น ๆ ต่อไปได้[54]

อาจารย์อรัญ ขวัญปาน นางสาวชนะกานต์ พงศาสนองกุล ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการเผาไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบให้ได้น้ำส้มควันไม้ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด ความชื้นของไม้ ในการดำเนินการศึกษานั้นแบ่งออกการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านเพื่อเตรียมน้ำส้มควันไม้

---

[54] ลินิน พูนผล และคณะ, **รายงานวิจัย** ได้ศึกษาการสร้างบุคคลต้นแบบในจัดการมูลฝอยโดยอาศัยแรงจูงใจให้แกนนำชุมชนมีส่วนร่วม ชุมชนสามัคคีธรรม เทศบาลตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา, 2557), หน้า 1.

จากถังโลหะขนาด 200 ลิตร ขั้นตอนที่สองจะเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยศึกษาไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ลิ้นจี่ ไม้กระดินยักษ์ และไม้มะขาม เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ 659 (2547) เพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้

ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของเตาเผาถ่าน เตาเผาถ่านแบบแนวนอน สามารถใช้ในการเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ลิ้นจี่ ไม้กระยักษ์ และไม้มะขาม ที่มีค่าความชื้นสูงระหว่าง 25%-64% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำมาเผาแล้วจะได้ปริมาณถ่านที่แตกต่างกันตามระยะเวลาการตาก โดยที่ไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้นาน 30 วัน จะได้ปริมาณถ่านมากที่สุด และจะให้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันตามความชื้นของเนื้อไม้ ซึ่งไม้ที่ตัดตา ากทิ้งไว้ 10 วัน จะมีความชื้นสูงได้ปริมาณน้ำส้มควันมากที่สุด และใช้เวลาในการเผา 6-7 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้ที่ได้เมื่อตั้งของเหลวทิ้งไว้ 49-67 วัน จะตกตะกอนจะแบ่งเป็น 3 ชั้น น้ำส้มควันไม้ที่ใช้งานได้จะอยู่ชั้นกลางสามารถนำไปใช้ในการเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรมและครัวเรือน สีของน้ำส้มควันไม้เป็นสีเหลืองอ่อนและน้ำตาลอ่อน ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 1.6-2.5 ความถ่วงจำเพาะของ มีค่าอยู่ในช่วง1.02-1.09 จึงสรุปได้ว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งมีประสิทธิภาพตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช.659/2547)[55]

2.11.3 งานวิจัยต่างประเทศ

Carolina Armijo de Vega, Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto ได้ศึกษาเกี่ยวกับ สถาบันการศึกษาของชาวเมกซิกันกับโปรแกรมการจัดการขยะมูลฝอย : กรณีศึกษาเป็นมหาวิทยาลัย ผลการศึกษา สรุปได้ว่า ประเทศเมกซิโกมีโอกาสในการจัดการขยะมูลฝอยให้มีความยั่งยืนได้ยากมาก สิ่งที่สถาบันการศึกษาควรปฏิบัติคือ การจัดอบรมให้อาจารย์ มีความรู้และวิธีการในการจัดการขยะมูลฝอยและการรีไซเคิล มีการจัดกิจกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยภายในสถาบัน การแยกขยะมูลฝอยในส ถาบัน มีการรณรงค์ให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในโครงการที่มี

[55] อาจารย์อรัญ ขวัญปาน นางสาวชนะกานต์ พงศาสนองกุล **รายงานวิจัย,** เรื่องประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2555), หน้า 1.

กิจกรรมการรีไซเคิลและการลดปริมาณขยะมูลฝอยสนับสนุนและจัดให้นักศึกษาได้มีโอกาสเยี่ยมชมศูนย์การรีไซเคิลและสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยของเมือง เป็นต้น[56]

Simkins G. and Noian A. ได้ศึกษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยผลการศึกษาสรุปได้ว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยจะดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ กรอบแนวคิดของระบบการจัดการการตั้งเปูาหมายการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น งบประมาณในการจัดการที่เพียงพอ การให้ความรู้ความเข้าใจ และการสร้างทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยกับนักศึกษาและบุคลากร[57]

Wang, Linchi; et al. ได้ศึกษาเรื่อง "Characterizing the Emissions of Polychlorinated dibenzo- p- dioxins and dibenzofurans from Crematories and their Impacts to to Surrounding Environment" เกี่ยวกับลักษณะของการปล่อยสารโพลีคลอริเนเตทไดเบนโซ-พี-ไดออกซินและไดเบนโซฟูเรนส์ (PCDD/F) จากเตาเผาศพ และการประเมินผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ โดยทดลองกับเตาเผาศพจำนวน 2 เตา เตาที่ 1 ไม่มีการติดตั้งตัวกรองอากาศ และเตาที่ 2 มีการติดตั้งตัวกรองอาศ ผลการทดลองพบว่า สาร PCDD/F ที่ถูกปล่อยออกมาจากเตาที่ 1 และเตาที่ 2 มีค่า 2.36 และ 0.322 ng I-TEQ Nm^{-3}ตามลำดับ

Larson, Silva, and et al. ได้ทำการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเกี่ยวกับถิ่นที่อยู่และทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติโดยทำการสำรวจผู้อาศัย 372 คนในเขตพื้นที่เกรทแบริเออร์รีฟ ประเทศออสเตรเลีย ทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอยหลายตัวแปรผล การศึกษาวิจัยพบว่า ที่อยูอาศัยในเขตพื้นที่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชน ประเทศถิ่นกาเนิดความยาวนานของการอาศัยในพื้นที่เป็นตัวกาหนดสำคัญของค่านิยมที่ให้กบปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ความหลากหลายทางพันธุกรรมไม่ใช่องค์ประกอบสำคัญของความอยู่ดีของสิ่งแวดล้อม[58]

---

[56] Carolina Armijo de Vega, Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto (2003). Mexican educational institutions and waste Management programmes a Universitcase study. Resources, Conservation and Recycling Vol. 39, Issue 3. October. p. 283-296.

[57] Simkins G. and Noian A. (2004). Environmental Management Systems in University. Occational Paper for the Environmental Association for Universities and colleges, March Stp 1-16

[58] Larson, Silva and et al, "Sense of Place as a Determinant of People's Attitudes Towards the Environment Implications for Natural Resources Management and Planning in the Great Barrier Reef, Australia", **Journal of Environmental Management,** 117 (3) (2014). : 226-234

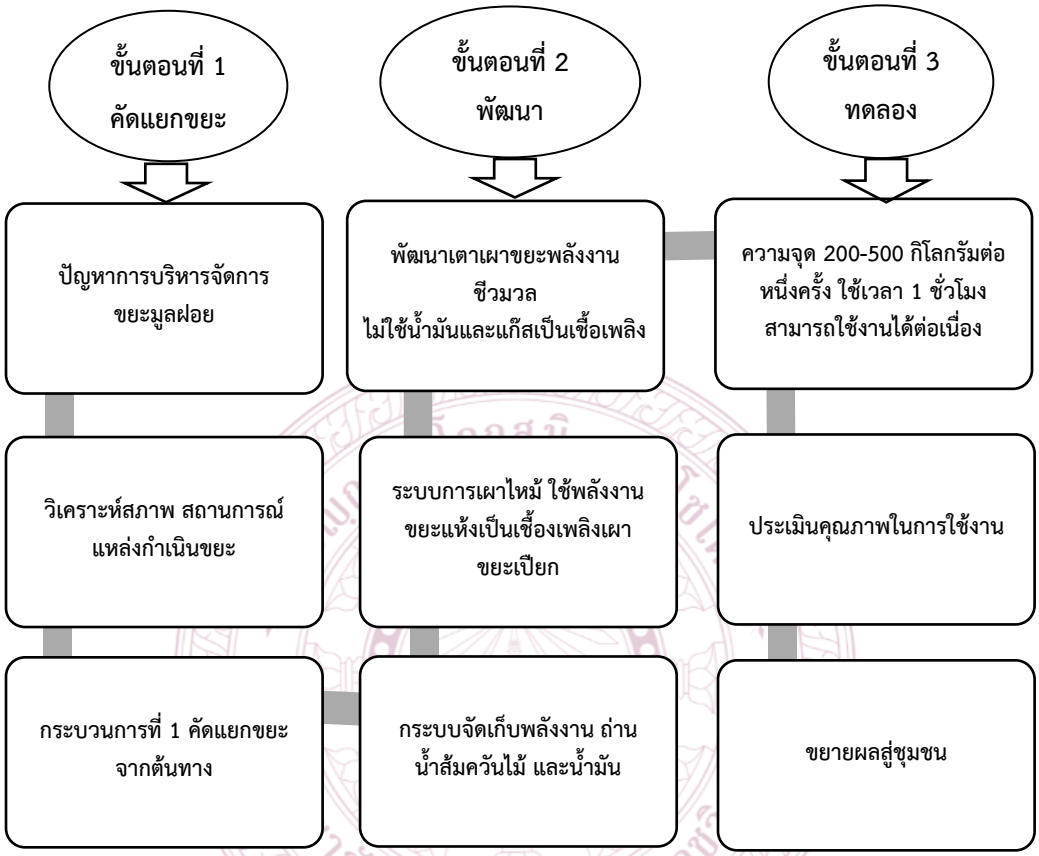
Sadik, Fatma andSadik, Semra ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและทัศนคติของผู้สมัครครู โดยสำรวจความรู้และทัศนคติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้สมัครครูในการศึกษาศาสตร์สาขาสังคมศาสตร์และการศึกษาศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์และ เทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้สมัครครูจำนวน 323 คน เป็นชาย 152 คน เป็นหญิง 171 คน การศึกษาวิจัยพบว่า ร้อยละ 43 ของกลุ่มตัวอย่างพบว่า อินเตอร์เน็ตและโทรทัศน์มีประสิทธิมีประสิทธิผลในการก่อให้เกิดการตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและคิดว่าความขาดแคลน ทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัญหาใหญ่ที่สุดของโลกในขณะที่สภาพความเป็นเมืองเป็นประเด็นที่ใหญ่ที่สุดของประเทศตุรกี กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ระดับกลางเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และมีทัศนคติทางบวก มากกว่าเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแต่มีพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมระดับต่ำ[59]

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการขยะทั่วไปและขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนินขยะจากอาคารเรียน สำนักงาน ศูนย์อาหาร และโรงครัวหรือหอฉัน ซึ่งเป็นแหล่งเกิดขยะชนิดต่าง ๆ โยงถึงแนวคิดทฤษฎีการเผาไหม้เป็นแนวทางการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เน้นประเด็นเกี่ยวกับการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพและการใช้ประโยชน์จากขยะ รวมทั้งการปฏิบัติ ได้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญและการปรับเปลี่ยนทัศนคติการทิ้งขยะ เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และสรุปเป็นกรอบแนวคิด ดังนี้

---

[59] Sadik, Fatma and Sadik, Semra, “A Study on Environmental Knowledge and Attitudes of Teacher Candidates”, **Procedia -Social and Behavioral Science,** 116 (21) (2014). : 2379-2385.

2.12 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2.16 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม คือ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะ 2) เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนี้

4.1 สภาพปัญหาการจัดการขยะ

จากหัวข้อวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ซึ่งมีจุดเน้นการศึกษาบริบทเกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะ การวิเคราะห์จากระบบแนวคิด องค์ความรู้ การบริหารจัดการขยะและพัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นผลมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ส่วนใหญ่เกิดจากการปัญหาขยะในสังคมและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีขนาดใหญ่โดยกระบวนการดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในสถานการณ์ขนาดเล็กถึงสถานการณ์ขนาดกลาง มีการสะสมพลังงานของกระบวนการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น โดยสถานการณ์ดังกล่าว สามารถอธิบายได้จากวิวัฒนาในอดีตที่มีความรู้ที่ยังถูกจำกัดความสลับซับซ้อนของสังคม และเทคโนโลยี ยังมีน้อยไปสู่ปัจจุบันที่มีองค์ความรู้และซับซ้อนเพิ่มขึ้น การทำความเข้าใจถึงวิวัฒนาการสังคม เทคโนโลยี สามารถอธิบายพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยบูรณาการด้วยหลักอิทธิบาท 4 เพื่อเสริมสร้างศรัทธาแนวทางปฏิบัติ สู่การเปลี่ยนแปลงสังคมตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 สภาพปัญหาและแหล่งกำเนิดขยะ

แหล่งกำเนิดขยะส่วนมาก ก็จะเกิดโรงงานอุตสาหกรรม กิจกรรมจากเกษตร จากครัวเรือน และจากกิจกรรมของมนุษย์ จัดได้เป็นแหล่งกำเนิดของขยะที่สำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ทำการศึกษาขยะจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีกิจกรรมมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้น ซึ่งคำว่ากิจกรรมในที่นี้หมายถึง การเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของอาหาคาร จำนวนบุคลากรเข้ามาปฏิบัติหน้าที่ ก็ยิ่งทำให้มีขยะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งขยะเหล่านี้มีทั้งขยะทั่วไปและมูลฝอย ขยะอันตราย แต่ละประเภทมีลักษณะ แตกต่างกัน ดังนี้

1. คัดแยกประเภทขยะ

สภาพปัญหาที่ก่อให้เกิดมลภาวะและทำลายความสวยงามของสิ่งแวดล้อมปัญหาจากขยะที่ไม่มีการคัดแยกขยะชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และขยะที่เหลือใช้จากครัวเรือนได้แก่ เศษอาหาร

เปลือกผลไม้ ที่เหลือจากการประกอบอาหาร และจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากมหาวิทยาลัย แหล่งที่ทำให้เกิดขยะ จำพวกเศษอาหาร เศษผัก และเศษผลไม้ต่าง ๆ จากโรงครัว เป็นสถานที่ประกอบอาหารเพื่อถวายแด่ผู้บริหาร อาคารต่าง ๆ คณาจารย์ และพระนิสิตที่เข้ามาศึกษาในมหาวิทยาลัย ในที่นี้รวมทั้งศูนย์อาหาร ภายในมหาวิทยาลัย โดยศึกษาข้อมูล ตั้งแต่เดือน เมษายน 2565 ถึง เดือน มิถุนายน 2565 ที่ผ่านมา โดยการบันทึกข้อมูลแหล่งกำเนิดขยะโดยแยกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

(1) ขยะเศษอาหาร หรือขยะที่เน่าเสียได้ จากโครงครัว หรือหอฉัน และศูนย์อาหารจะเป็นเศษผัก เศษอาหารสดที่เหลือจากประกอบอาหาร เปลือกผลไม้ ถึงขนม ถุงพลาสติก กล่องโฟร์ม ขวดน้ำ เศษอาหารที่เหลือแต่ละวัน เฉลี่ยโดยประมาณสองตันต่อวัน ขยะเศษอาหาร หรือขยะที่เน่าเสียได้ เป็นขยะที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย มีความชื้นมากและยังส่งกลิ่นเหม็น เช่น เศษผัก ผลไม้ เศษเนื้อสัตว์ หรืออารหารจากโรงครัวที่ประกอบภัตตาหารถวายแก่ผู้บริหาร พระนิสิตและประชาชนที่มาร่วมทำบุญแต่ละวัน ก็จะมีขยะที่เหลือจำพวก เศษอาหาร ขวดน้ำ ซองขนม ถุงพลาสติก เปลือกผลไม้และอื่น ๆ ทางโรงครัวก็จะมีถังสำหรับสำหรับใส่เศรษอาหาร ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ซองขนม จัดไว้ตามจุดต่าง ๆ เป็นการคัดแยกขยะจากต้นทางเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ พวกเศษอาหารสามารถทำเป็นปุ๋ยหมักทางการเกษตรได้หรือนำไปทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์

(2) ขยะรีไซเคิล ทางมหาวิทยาลัย หน่วยงานในมหาวิทยาลัย และโรงทาน จะมีถังคัดแยกขยะไว้ให้ประจำ เช่น ขวดน้ำ กระดาษ แก้ว กระป๋องอะลูมิเนียม หรือกระป๋องเหล็ก เศษเหล็กเป็นต้น จะมีการคัดแยกไปขาย เป็นการปลูกจิตสำนึกให้กับบุคลากรและนิสิต ซึ่งขยะประเภทนี้ สามารถนำมาแปรรูปกลับนำมาใช้ใหม่ได้เป็นการประหยัดพลังและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม จากสำนักงานหรืออาคารเรียนรวม จะมีการคัดแยกเป็นบางส่วน และส่วนที่เหลือก็จะรวบรวมทิ้งเป็นขยะรวม ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือสร้างมูลค่าเพิ่มได้เลย

(3) ขยะประเภทวัสดุ เศษไม้ ใบไม้ ฯลฯ ก็จะมีเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยบริหารจัดการ ซึ่งภายในโครงสร้างมหาวิทยาลัย มีนโยบายส่งเสริมปลูก และดูแลต้นไม้ให้มีความร่มรื่นให้ร่มเงาและมีนโยบายส่งเสริมให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว จึงมีใบไม้เป็นจำนวนมาก หรือกิ่งไม้แห้ง ขยะประเภทสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยนำหมักเป็นปุ๋ยชีวภาพได้

(4) ขยะอันตราย ได้แก่วัสดุที่ไม่ได้ใช้ หรือผลิตภัณฑ์เสื่อสภาพแล้วว หรือภาชนะบรรจุต่าง ๆ ปนเปื้อสารเคมีอันตรายชนิดต่าง ๆ ที่เป็นสารพิษ สารเคมี สารกัมมันตรังสี และเชื้อโรค ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อม เป็นขยะอันตรายที่เป็นพิษ ถือเป็นขยะที่มีความเสียงสูงต่อสุขภาพ จำเป็นต้องคัดแยกก่อน เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลง สารเคมี ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ น้ำมันเครื่อง ฯลฯ ซึ่งเป็นขยะอันตรายในมหาวิทยาลัย จะมีน้อยมาก เท่าที่สำรวจ จะมีแค่ถ่านไฟฉายและหลอดไฟและกระป๋องยาฆ่าแมลง เป็นต้น

(5) ขยะที่ไม่สามารถนำรีไซเคิลได้ เช่น เศษกระจก ซองขนม หรือซองบะหมี่สำเร็จรูป ขยะประเภทนี้ จะมีจำนวนมากในมหาวิทยาลัย แหล่งกำเนิดขยะประเภทคือ จากศูนย์ ร้านค้าในมหาวิทยาลัยหรือการนำเข้ามาจากข้างนอก ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่เดินทางเข้ามาที่มหาวิทยาลัยแต่ละวัน โดยเฉพาะวันเปิดทำการเรียนการสอน ก็จะมีเพิ่มขึ้นมาอีกเท่าตัว ซึ่งเป็นตัวแปลทำให้เกิดขยะเป็นจำนวนหรือน้อย แต่ทางมหาวิทยาลัย มีวิธีการบริหารจัด โดยมีถังขยะแยกประเภทและตามลักษณะของขยะ ที่ศูนย์อาหารหรือภายในอาคารเรียนรวบที่เหมาะสม

จากการสำรวจขยะอันตรายที่พบจากสำนักงาน วัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ และสารเคมีที่ใช้ในสำนักงานหลายชนิด เมื่อนำมาใช้และเสื่อมสภาพแล้ว ก็จะทิ้งปะปนไปกับขยะทั่วไป ก็จะก่อให้เกิดมลพิษได้ ซึ่งขยะอันตรายจากสำนักงาน ได้แก่

1) ถ่านไฟฉาย
2) ขวดบรรจุน้ำยาลบคำผิด
3) หลอดไฟแบบต่างๆ
4) กระป๋องสเปรย์ กระป๋องสี สารเคมีกำจัดแมลง
5) ตลับหมึกพิมพ์ หมึกเครื่องถ่ายเอกสาร
6) ยาหมดอายุ
7) ขวดน้ำยาทำความสะอาดห้องสุขภัณฑ์

ขยะอันตรายทั้ง 7 ประเภท ที่ได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและจัดเป็นขยะประเภทอันตรายและควรมีการจัดเก็บและทำลายด้วยกรณีพิเศษ ไม่ควรทิ้งในถังขยะรวมทั่วไปเนื่องจากจะเกิดอันตรายต่อสุขภาพประชาชนทั่วไป เมื่อเข้าสู่ร่างกายตามตารางเปรียบเทียมให้เห็นความอันตราย ดังตัวอย่างตาม ตาราง 4.1

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์และอาการเจ็บป่วย เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย

ผลิตภัณฑ์	สารพิษ	ผลต่อสุขภาพเมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย
ถ่านไฟฉาย กระป๋องสี	สารแมงกานีส	ปวดศีรษะ ง่วงนอน อ่อนเพลีย ซึมเศร้า อารมณ์แปรปรวน จิตใจไม่สงบ ประสาทหลอน เกิดตะคริวที่แขน ขา สมองสับสน สมองอักเสบ
สารฆ่าแมลง	สารปรอท	เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เหงือกบวมอักเสบ เลือดออกง่าย ปวดท้อง ท้องร่วงอย่างรุนแรง กล้ามเนื้อ กระตุก หงุดหงิด โมโหง่าย

สารเคมีกำจัดแมลง กระป๋องสี	สารตะกั่ว	ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ตัวซีด ปวดท้อง ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ความจำเสื่อม ชักกระตุก หมดสติ
จำพวกเครื่องสำอาง หมดอายุ	สารพิษอื่นๆ	เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เกิดอาการคันหรือบวม ปวดศีรษะ หายใจขัด ถ้ามีอาการรุนแรงอาจเป็นลมได้

ตาราง 4.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์และอาการเจ็บป่วย เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย

ที่มา : ทีมวิจัย

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นและแหล่งกำเนิดขยะ โดยการรวบรวมข้อมูลและสถิติตั้งแต่เดือน เมษายน 2566 ถึง เดือน มิถุนายน 2566 ที่ผ่านมาจากลงพื้นที่สัมภาษาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ เพื่อประเมินผลและวิเคราะห์การออกแบบเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล โดยให้หลักการ คือ

1. สามารถใช้เผาขยะจำพวกกล่องโฟร์ม ขวดพลาสติก ถุงพลาสติกได้
2. ลดการใช้พลังงานจากน้ำมันเพื่อลดต้นและงบประมาณการจัดซื้อน้ำ
3. ควรใช้หลักการพลังหมุนเวียดจากขยะแห้งสามารถใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลงได้
4. สามารถลดมลภาวะทางอากาศหรือมลพิษได้
5. สร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะได้

เนื่องจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อเป็นเป็นแนวทางแก้ปัญหาขยะร่วมกันหลาย ๆ มิติร่วมกัน ไม่ได้ปล่อยเป็นปัญหาแก่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง แต่ให้เกิดการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ เนื่องจากถ้าหากกำจัดขยะไม่ดีหรือปล่อยขยะที่เหลือทิ้งค้างไว้ จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ และทำลายระบบนิเวศของมหาวิทยาลัย หรือสูบดมเข้าสู่ร่างกาย จะทำเกิดตับอักเสบ เชื้อไทฟอยด์ และยังเป็นแหล่งกำเนิดอาหารสัตว์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมาสู่คน ได้แก่แหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่าง ๆ เป็นพาหะนำโรคมาสู่คน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น จากการลงพื้นสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลควรมี“...การกำหนดพื้นที่ทิ้งขยะที่ชัดเจน โดยแยกถังขยะ ทำเครื่องหมาย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บและลดเวลาในการจัดเก็บ เช่น ลดทิ้งขยะในอาคาร เป็นต้น ยังไม่เป็นเอกภาพโดยภาพรวม เช่น “ควรแยกขยะแต่ละประเภท แต่ปัจจุบันยังรวมกัน ไม่มีการคัดแยกขยะ” มีที่ทิ้งขยะไว้สำหรับคัดแยกขยะให้เป็นสัดส่วน โดยแยกขยะแต่ละประเภทก่อนทิ้ง..”[1]

[1] ลำดับที่ 01 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสิ่งแวดล้อม, วันที่ 19 เมษายน 2566.

ภาพที่ 4.1 ถังขยะตัวอย่างที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ ใช้สีเป็นสัญลักษณ์แยกประเภทขยะ
ที่มา : ทีมวิจัย. 2566

การบริหารจัดการขยะ ถ้าหากผู้บริหารให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม จะเป็นอีกแนวทางที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวตามเป้าหมาย ซึ่งมหาวิทยาลัยกำหนดยุทธศาสตร์เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยเน้นไปที่สิ่งแวดล้อมการจัดการเรื่องของ “..การทิ้งขยะที่เป็นของเสียทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็นก่อให้เกิดเชื้อโรค เกิดอันตรายส่อสุขอนามัยของประชาชน...”[2] ก็ควรมีสถานที่จัดเก็บและได้มาตรฐาน “...จะช่วยลดขยะในมหาวิทยาลัยลงได้ และการคัดแยก โดยเฉพาะขยะพวกขวดน้ำพลาสติก ถุงพลาสติก หรือพวกเศษอาหารเพราะขยะบางอย่างสามารถนำไปขายสร้างรายได้ ถ้าหากมีการคัดแยก อย่างน้อยเป็นการปลูกจิตสำนึกให้กับบุคลากรและนิสิต ซึ่งขยะประเภทนี้ สามารถนำมาแปรรูปกลับนำมาใช้ใหม่ได้เป็นการประหยัดพลังและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมหรือพวกเศษอาหารก็ทำเป็นปุ๋ยลดต้นทุนและยังเพิ่มได้รายได้...”[3]

---

[2] ลำดับที่ 02 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากวิทยาเขต มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 19 เมษายน 2566.

[3] ลำดับที่ 03 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากวิทยาลัยสงฆ์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 19 เมษายน, 2566.

ภาพที่ 4.2 ประเภทเศษอาหาร เศษข้าว เปลือกผลไม้ แก้วพลาสติกที่เหลือจากหอฉัน

ที่มา : ทีมวิจัย. 2566

การคัดแยกขยะแต่ละประเภทอย่างเช่น ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสารฆ่าแมลง สารเคมีกำจัดแมลง เรียกว่า ขยะอันตราย และขยะเศษอาหาร หรือพวกขยะมูลฝอย “...ขยะที่เน่าเสียได้จากโครงครัว หรือหอฉัน และศูนย์อาหารจะเป็นเศษผักสด เศษอาหารสด...”[4] เปลือกผลไม้ ถึงขนม ถุงพลาสติก กล่องโฟร์ม ขวดน้ำ แก้วกาแฟ เป็นต้น เหลือจากโรงครัว...”[5] ที่ทำอาหาร หรือ“...ภัตตาหารถวายแก่ผู้บริหาร พระนิสิตและประชาชนที่มาร่วมทำบุญแต่ละวัน ก็จะมีขยะที่เหลือจำพวกเศษอาหาร...”ทางผู้บริหารจัดการโรงครัว “...ก็ควรดำเนินการจัดการขยะ โดยมีภาชนะไว้ให้สำหรับเทเศษอาหารที่เหลือจะช่วยลดปริมาณขยะ ยังลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บขยะหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้...”[6] โดยดำเนินการคัดแยกขยะก่อนตามลักษณะของสีถังขยะ ก็จะเป็นการเริ่มแก้ปัญหาขยะเบื้องต้น

จากการรวบรวมข้อมูล นำมารวบรวมเรียบเรียงคิดการคัดแยกขยะก่อนทิ้งถือว่าเป็นการสะท้อนให้เห็นแนวคิดถึงปัญหาขยะ ซึ่งเกิดจากความมักง่าย และขาดความสำนึกถึงผลเสียที่จะเกิดจากการทิ้งขยะลงตามพื้น หรือแหล่งน้ำ โตยไม่ทิ้งลงในถังรองรับที่จัดไว้ให้หรือทิ้งปฏิกูลไปทิ้งตามที่ว่างเปล่าหรือการใช้ถุงพลาสติก แก้วพลาสติกมากเกินไป ขาดการรณรงค์ใช้ซ้ำเพื่อลดขยะพลาสติ การเก็บและทำลายหรือนำขยะไปใช้ประโยชน์ได้อีก จึงทำให้มีชยะปริมาณมาก แนวคิดเหล่านี้ควรนำมาเป็นแนวทางการจัดการขยะจากแหล่งกำเนิดของขยะ เหล่านี้อย่างไร ซึ่งหลายคนอาจจะทราบกันดีว่าขยะคือปัญหาต้นเหตุของปัญหาภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น น้ำแข็งขั่วโลก

---

[4] ลำดับที่ 04 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20, เมษายน 2566.

[5] ลำดับที่ 05 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20เมษายน, 2566.

[6] ลำดับที่ 06 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20เมษายน, 2566.

ละลาย เกิดทุกกภัย ภาวะฝนทิ้งช่วงเกิดฝนแล้ง มลพิษทางอากาศ หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติต่าง ๆ เป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไข ต้องใช้ความร่วมมือจากหลาย ๆ ส่วนงานบนโลกนี้และการคัดแยกประเภทคือว่าเป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาขยะเบื้องต้น

4.1.2 แนวทางการจัดการขยะ

ปัญหาการจัดการขยะเป็นปัญหาที่สำคัญในโลกปัจจุบันผลมาจากการกระทำของมนุษย์จากความต้องการขั้นพื้นฐานของชีวิตและความต้องการความสะดวกสะบายในด้านต่าง ๆ สร้างแรงจูงใจต้องการพัฒนาในด้านต่าง ๆ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาการสมัยใหม่และด้านการพัฒนาประเทศ การคมนาคม แหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้และเป็นปัจจัยในการผลิต สิ่งที่เหลือจากการผลิต ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เรียกว่า ขยะ เป็นขยะที่ไม่ต้องการและที่สำคัญไม่สามารถนำกลับใช้งานได้อีก พวกพลาสติกที่รีไซเคิลไม่ได้ ที่ปะปนมากับขยะเปียก หรือเศษวัสดุเหลือใช้ เศษอาหารในที่นี้รวมทั้งขยะอันตรายที่ถูกทิ้งปะปนไปกับขยะอื่น ๆ ซึ่งไม่มีการคัดแยกจากต้นทาง เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แบตเตอรี่ กระป๋องยาฆ่าแมลง เป็นต้น เป็นขยะที่พร้อมจะปล่อยสารเคมีปะปนกับสิ่งแวดล้อมได้ง่ายมาก โดยถือว่าเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล องค์กร สถานที่และสังคมเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นแหล่งเพาะพันธ์ของเชื้อโรคต่าง ๆ สร้างมลภาวะและทำให้สถานที่ขาดความสวยงาม ภาวะความเสี่ยงต่อโรคติดต่อรวมถึงอาจจะก่อให้เกิดความรำคาญหรือส่งกลิ่นเหม็นรบกวนด้วย

ในมิติของการจัดการลดปริมาณขยะในมหาวิทยาลัยนั้น ยังมีปัญหาอยู่หลายประเด็นไม่ว่าจะเป็นการลดขยะจากแหล่งกำเนิด การคัดแยกขยะแต่ละประเภท การเก็บรวบรวม การขนส่ง การแปรสภาพ และการกำจัดหรือทำลาย ซึ่งมีกระบวนบริหารที่ยังไม่ค่อยสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ โดยทุกหน่วยงานในมหาวิทยาลัยและบุคลากร นิสิต และผู้มาติดต่อ ผู้บริหาร และคณาจารย์ ควรให้ความสำคัญกับการจัดการขยะภายใน มหาวิทยาลัย ซึ่งระบบจัดการขยะและสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยจะดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องอาศัยกรอบแนวคิดของระบบการจัดการ เริ่มจากนโยบายงบประมาณที่เพียงพอและกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนใช้วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่หนึ่ง การกำหนดชนิด ประเภทและขอบเขตของสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ประโยชน์หลักการข้อนี้อาศัยพื้นฐานสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีจุดเด่นสร้างรูปแบบการจัดการเป็นตัวนำแนวคิดในการกำหนดชนิด ประเภท กลุ่ม ระบบย่อย ระบบสิ่งแวดล้อมและการกำหนดขอบเขต โดยการทำการวางแผนการใช้สิ่งแวดล้อม กำหนดขอบเขตขึ้นมา ทั้งนี้เป็นเพราะสิ่งเหล่านี้ อยู่บนโลก หากมนุษย์นำทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้มาใช้ไม่เหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

วิธีการที่สอง ทางมหาวิทยาลัย ได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการเรียนการสอนบูรณาการด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. กิจกรรมสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ หรือแวดล้อมไม่มีชีวิต เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ โดยมนุษย์ไม่ได้เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ดิน น้ำ อากาศ พลังงาน แร่ธาตุต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพหรือสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่ สัตว์ป่า สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งมนุษย์ และสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

2. กิจกรรมสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่มนุษย์สร้างขึ้นมา ได้แก่ ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม ศาสนา ประเพณี วัฒนธรรมประจำชาติ ศิลปกรรม สิ่งแวดล้อมทางการเมือง และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ ด้วย

ทั้งสอง 2 กิจกรรมต้องสื่อให้ทุกคนได้คุณค่าของสิ่งแวดล้อม หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่รอบ ๆ ตัวมนุษย์ ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องและสัมพันธ์กับมนุษย์ในการดำเนินชีวิต สามารถเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตมนุษย์ให้เป็นไปในทางที่ดีและไม่ดีได้เช่นกัน เพราะการเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมล้วนมนุษย์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องตลอดใช้หลักการ ดังนี้

1. การจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมจากต้นเหตุ คือมนุษย์ล้วนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องแทบทุกประเด็นกับปัญหาสิ่งวแวดล้อมที่เกิดขึ้น ฉะนั้น วิธีการจัดการปัญหาใช้วิธีการส่งเสริมจิตสำนึกและได้ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมในฐานะมนุษย์เป็นผู้มีส่วนสำคัญทำให้เกิดวิกฤตทางสิ่งแวดล้อม การใช้วิธีการนี้ จะมีประสิทธิภาพมาก นอกจากจะเป็นการป้องกันแล้ว ยังดีกว่าปล่อยให้เกิดปัญหาแล้วค่อยมาหาวิธีแก้ไขภายหลัง

2. จัดการที่ปลายเหตุคือ การแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ มุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ประชาชน ผู้นำชุมชน และพระสงฆ์เข้ามามีส่วนร่วมรักษาสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการด้วยกิจกรรมและนำแนวทางคำสอนทางพระพุทธศาสนามาใช้กับหลักการแนวทางใหม่ ๆ อย่างเช่นการนำเอาหลักการ 5Rs ดังนี้

1) รู้จักนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse)

2) รู้จักการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

3) รู้จักซ่อมแซมบำรุง (Repair)

4) รู้จักลดการใช้ เมื่อรู้ว่าไม่จำเป็น (Reduce)

5) รู้จักปฏิเสธเมื่อรู้ว่าไม่เป็นประโยชน์ (Reject)[7]

หลักการแก้ปัญหาทั้งสองวิธีการคือ จัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมจากต้นเหตุและจัดการที่ปลายเหตุ โดยการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและประชาชนหรือชุมชนในพื้นที่ต้องเข้ามามีส่วนร่วมรักษาสิ่งแวดล้อมและช่วยกันรักษาความสมดุลธรรมทางชาติไว้ให้ดีที่สุดให้ความสำคัญสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วันนี้ เพื่อรักษาปัจจัยที่เกื้อหนุนการดำรงชีวิตของมนุษย์เอง

[7] ลำดับที่ 07 สัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวด้านการจัดการขยะ, วันที่ 25 เมษายน, 2566.

วิธีการที่สาม การควบคุมในการกำจัด บำบัดของเสียและมลพิษจากกิจกรรมการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการนำทรัพยากรมาใช้ ไม่ว่าลักษณะใด ย่อมมีของเสียและมลพิษเกิดขึ้นเสมอ การใช้ทรัพยากรในเขตพื้นที่ใดก็ตาม จำเป็นต้องมีการควบคุม บำบัดและกำจัดของเสียและมลพิษให้หมดไป หรือลดน้อยลงจนสิ่งแวดล้อมสามารถรองรับได้และไม่เป็นพิษภัยต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยการนำเทคโนโลยีเข้าไปควบคุมเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น การบำบัดน้ำเสียจากอาคารเรียนรวม เพื่อนำน้ำจากการบำบัดเสร็จไปใช้ประโยชน์ใช้ลดต้นไม้ เป็นต้น

การจัดการขยะทั้งสามแนวทางได้นำเสนอไว้เป็นแนวทางหรือทางเลือกเพื่อบริหารจัดการในมหาวิทยาลัย ได้พัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว และหนึ่งในนโยบายคือ การลดปริมาณขยะภายในเพื่อให้สอดคล้องกับนบาย โดยเริ่มมากคัดแยกขยะก่อนทิ้ง เพื่อไม่ให้ปนเปื้อน ทำให้สามารถนำวัสถุรีไซเคิลได้รวมทั้งขยะที่เหลือใช้ ก่อนจะถูกนำไปทิ้ง ฉะนั้น การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดต้องคำนึงถึงความเหมาะสมแต่ละอาคาร สำนักงานหรือหอฉัน รวมทั้งคุณลักษณะของขยะแต่ละประเภท มีความแตกต่างกันออกไปด้วยสามวิธีการ คือ วิธีการที่หนึ่ง จะได้การกำหนดชนิดขอบเขตและประเภทของขยะเพื่อนำมาใช้ประโยชน์จากการรีไซเคิล ขยะบางประเภท โดยการอาศัยหลักการพื้นฐานสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม วิธีการที่สองโดยการจัดการขยะให้สอดคล้องกับนโยบายมหาวิทยาลัยด้วยการส่งเสริมการจัดสภาพแวดล้อมและปรับภูมิทัศน์ เริ่มจากการลดใช้พลังงาน กิจกรรมปลูกต้นไม้ และวิธีการที่สามคือการควบคุม บำบัดของเสียและมลพิษจากกิจกรรมการใช้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพราะการนำเอาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาใช้ลักษณะใดก็ตาม ย่อมจะมีของเสียและเกิดมลพิษขึ้น จำเป็นต้องมีการควบคุม ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่สามารถนำจัดการขยะได้ และสะดวกต่อการกำจัดขยะ

4.1.3 แนวทางแก้ปัญหาขยะ

วิวัฒนาการพัฒนามหาวิทยาลัย ได้รับการพัฒนาด้านการจัดการศึกษาและด้านบริหารจัดการมาอย่างต่อเนื่องเรียกว่าความเจริญทางด้านการศึกษาประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ แต่สิ่งที่ตามมาจากความสำเร็จด้านการศึกษา คือ ขยะเป็นสิ่งที่เหลือจากประกอบต่าง ๆ โดยเศษอาหาร เศษผักสด เปลือกผลไม้หรือจำพวกพลาสติก ซองขนม และขยะที่เป็นอันตราย ซึ่งเป็นสิ่งที่เหลือใช้พร้อมจะทิ้งเป็นขยะ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทีมวิจัยจึงได้ศึกษา รวบรวมข้อมวกแหล่งกำเนิดขยะที่ใหญ่ที่สุดในมหาวิทยาลัยคือ หอฉันและจากอาคาร สำนักงาน และศูนย์จำหน่ายอาหารภายในมหาวิทยาลัย มีปริมาณขยะประมาณ 3 ตันต่อหนึ่งวัน และเป็นขยะที่ไม่ได้คัดแยก จะถูกนำไปเก็บพักไว้ที่โรงพักขยะ จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งกำเนินขยะและสัมภาษณ์นักวิชาการ ผู้บริหารองค์กรส่วนตำบลลำตาเสา กำนัน ผู้ใหญ่และตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้เสนอแนวทางการจัดการขยะด้วยการคัดแยกขยะใช้ลักษณะสีของถังขยะสัญลักษณ์ ดังนี้

ถังที่ 1 สีเขียว สำหรับใส่ขยะเปียก ย่อยสลายได้เร็ว เศษอาหาร เปลือกผลไม้ เนื้อสัตว์ หรือเศษผักสด สามารถ นำไปทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ

ถังที่ 2 สีน้ำเงิน สำหรับขยะทั่วไป ย่อยสลายยากได้อยาก ไม่คุ้มค่าต่อการนำไปรีไซเคิลใหม่ เช่น ซองขนม กล่องโฟม ถุงพลาสติก ภาชนะปนเปื้อนอาหาร เป็นต้น

ถังที่ 3 สีเหลือง สำหรับขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล เช่น ขวดพลาสติก ถุงพลาสติก ขวดแก้ว กล่องกระดาษ กระดาษ เป็นต้น

ถังที่ 4 สีแดง สำหรับขยะอันตราย เช่น สารพิษ วัตถุติดเชื้ออได้ ถ่านไฟฉาย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัตถุไวไฟ เป็นต้น

ภาพที่ 4.3 ถังขยะตัวอย่างที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ ใช้สีเป็นสัญลักษณ์แยกประเภทขยะ
ที่มา : https://th.pngtree.com/so

แนวคิดเกี่ยวกับการคัดแยกขยะโดยใช้สีของถังเป็นสัญลักษณ์ ถือเป็นแนวคิดที่สำคัญมาก เป็นภาพสะท้อนให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม นอกจากนี้ยังเป็นการแสดงออกถึงพฤติกรรมของแต่ละคน แต่ทางมหาวิทยาลัยต้องมีถังขยะตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ ในแต่ละวันก็จะ“...มีเจ้าหน้าที่มาคอยเก็บทุกวัน เพื่อให้เกิดการเน่าเสียและส่งกลิ่นรบกวนหรือเป็นสถานที่สะสมเชื้อโรคต่าง ๆ ...”[8] รวมทั้งเป็นพาหนะสัตว์จำพวกหนูและแมลงวัน “...การคัดแยกขยะ เริ่มจากการคัดแยกกระดาษและ

[8] ลำดับที่ 08 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20 เมษายน, 2566.

พลาสติก และขยะทั่วไปในสำนักงานก..."[9] ถ้าหากสามารถ "...คัดแยกขยะได้ตามสีของถังขยะ..."[10] สามารถคัดแยกประเภทขยะ "...หรือวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ใหม่ได้..."[11] หรือพวกพลาสติก "...ขวดน้ำพลาสติก ขวดแก้ว หรือเศษเล็ก..."[12] กล่องกระดาษ เพิ่มมูลค่าเพิ่มจากขยะ "...สร้างอาชีพให้กับคนที่มีอาชีพรับซื้อของเก่า ทำให้บุคคลเหล่ามีอาชีพและมีรายได้เลี้ยงชีพและครอบครัวได้..."[13]

การกำจัดขยะมีหลายวิธีด้วยกัน คือ การทำปุ๋ยหมักชีวภาพ ทำอาหารสัตว์ เลี้ยงปลา เลี้ยงหมู เลี้ยงไก่ หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ เรียกว่ารีไซเคิล การฝังกลบและการเผาขยะ นอกจากนี้ยังมีการลดปริมาณขยะด้วยวิธีการประชาสัมพันธ์ และการคัดแยกขยะชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับโรงครัว สำนักงาน ศูนย์อาหาร และอาคารเรียนรวมแต่ละโซน โดยใช้วิธีการง่าย ๆ โดยใช้ถังขยะและคัดแยกตามสีของถังขยะก็สามารถที่จะลดจำนวนขยะลงได้

4.1.4 แนวทางการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ในส่วนแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากลงพื้นที่สำรวจความต้องการของผู้บริหาร คณาจารย์ มหาวิทยาลัย และจากผู้บริหารองค์การบริหารส่วนตำบล และตัวแทนจากชุมชน จำนวน 100 คน มีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับประเด็นนวัตกรรมเตาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จะถูกพัฒนาขึ้นมา มีขนาดเล็ก ติดตั้งได้ง่าย ไม่มีระบบซับซ้อน และไม่ต้องใช้น้ำมันหรือแก๊ส แต่ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปียกและสามารถลดมลภาวะทางอากาศลงได้

การรวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้ให้ข้อสำคัญถึงแนวทางการพัฒนาเตาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีรูปแบบต่างจากที่อื่น หรือประสิทธิภาพการเผาไหม้และอุณหภูมิประมาณกี่ร้อยองค์ษา เพราะปัญหาเรื่องขยะเป็นปัญหาระดับโลก ผู้นำชุมชน นายกองค์การบริหารส่วนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกอก อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ และตัวแทนจากกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะ นอกจากนี้

---

[9] ลำดับที่ 09 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20 เมษายน, 2566.

[10] ลำดับที่ 10 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน, 2566.

[11] ลำดับที่ 11 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน, 2566.

[12] ลำดับที่ 12 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน, 2566.

[13] ลำดับที่ 13 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน 2566.

ยังมีตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังน้อย ได้ให้ข้อมูลชี้ให้เห็นประเด็นเพื่อตอกย้ำถึงปัญหาขยะว่า “...ตอนนี้โลกเต็มไปด้วยขยะประเภทต่าง ๆ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก การเพิ่มจำนวนการผลิตสินค้า ความต้องการที่อยู่อาศัยในชุมชนเมือง และการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศ ก็มีความจำเป็นต้องผลิตค้าให้เพียงพอกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวนำสู่การเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิดและสังคมสู่กระบวนการพัฒนากำจัดปัญหาขยะ

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์จากผู้ให้ข้อมูลหลัก เพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลแนวทางในการพัฒนาเตาเผาขยะ เพราะปัญหาเรื่องขยะเป็นปัญหาใหญ่กลายเป็นปัญหาที่ทุกหน่วยงานต้องมีการบริหารจัดการเกิดการเรียนรู้และพร้อมที่จะแก้ปัญหาเชิงนโยบาย กำหนดยุทธศาสตร์และมีแผนการจัดการขยะ“...ควรจะมีวิธีการจัดการับมือกับปัญหาขยะ...”[14] และทุกภาคส่วน“...และทุกหน่วยงานหรือแม้แต่ประชาชนทั่วไป ก็ควรให้ความสำคัญต่อการจัดการขยะอย่างต่อเนื่อง...”[15] และมีประสิทธิการจัดการแบบมีส่วนร่วมของหลาย ๆ หน่วยงาน “...เพื่อลดปัญหาขยะตกค้าง หรือลดมลพิษที่เกิดจากขยะ...”[16] รวมทั้ง สุขภาพของประชาชน “...เนื่องจากขยะถือว่าเป็นปัญหาอุปสรรค์ต่อการพัฒนาในหลาย ๆ ในมิติของการพัฒนาประเทศ...”[17] เกิดมลภาวะทางอากาศ “...ทำให้ชั้นบรรยากาศของเปลี่ยนปัญหาเหล่านี้ จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์และสิ่งมีชีวิตตลอดถึงสิ่งแวดล้อม...”[18] ถ้ามหาวิทยาลัยสงฆ์ มีนวัตกรรมหรือกิจกรรมร่วมกันส่งเสริมหรือปลูกจิตสำนึกความรับผิดด้านการบริหารจัดการขยะ ทำงานร่วมกับชุม ถือเป็นมิติใหม่...”[19]ต่างจากที่เคยทำงานร่วมกับพระสงฆ์หรือกับทางวัด

แนวทางการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นกระบวนการดำเนินงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการขยะในทางที่ดีขึ้นสอดคล้องกับความต้องการของบุคลากรมหาวิทยาลัย และชุมชน มีจุดมุ่งไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ตอบสนองความต้องการและเลือกพื้นที่ต้นแบบที่พร้อมร่วมดำเนินการร่วมและควรศึกษาอย่างเป็นระบบ เพราะเป็นเตาเผาขยะปลอดมลพิษ เนื่องจากอุปนิสัยคนไทย เป็นคนรักความสบาย และยังขาดความรู้ความ

---

[14] ลำดับที่ 14 สัมภาษณ์ รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล, จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566.

[15] ลำดับที่ 15 สัมภาษณ์ นายกองค์การบริหารตำบล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา วันที่ 24 เมษายน 2566.

[16] ลำดับที่ 16 สัมภาษณ์ ผู้ใหญ่บ้าน อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24เมษายน 2566

[17] ลำดับที่ 17 สัมภาษณ์ ตัวแทนจากชุมชน, อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566

[18] ลำดับที่ 18 สัมภาษณ์ ตัวแทนจากชุมชน, อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566

[19] ลำดับที่ 19 สัมภาษณ์, ตัวแทนจากชุมชน, อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24เมษายน 2566

เข้าใจเกี่ยวกับการจัดการขยะ ซึ่งส่งกลิ่นรบกวน และควันจากการเผาขยะในที่โล้งแจ้ง ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ถ้าหารการจัดการขยะไม่ถูกสุขลักษณะ ก็จะเกิดปัญหาตามมาภายหลังได้เช่นกัน โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับการคัดแยกขยะโดยใช้สีของถังเป็นสัญลักษณ์ ถือเป็นอีกหนึ่งกระบวนการของการพัฒนารูปแบบการจัดการขยะเป็นภาพสะท้อนให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคมร่วมกัน

การพัฒนาการปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินการ และแนวทางการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อรองรับขยะเหล่านี้ได้ คือ

1. ขยะประเภทมูลฝอย เช่น ขยะที่เน่าเสีย เศษอาหาร เศษผักสด และเปลือกผลไม้ เป็นต้น สามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว และสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยทำเป็นปุ๋ยหมกชีวภาพ ใช้ลดผักหรือต้นไม้ได้ ลดต้นทุนรายจ่ายได้

ภาพที่ 4.4 ชี้แจงข้อมูลความร่วมมือพัฒนานวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล (ได้รับอนุญาตให้ลงรูปภาพ)

ที่มา : ทีมวิจัย. 2566

2. ขยะประเภทที่สามารถนำมารีไซเคิลได้ เช่น บรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ และวัสดุเหลือใช้ แก้ว พลาสติก อโลมิเนียม นำมารีไซเคิลและสามารถนำมาใช้ประโยชน์

3. ขยะทั่วไปหรือมูลฝอยทั่วไป นอกเหนือจากขยะที่ย่อยสลายได้

4. การจัดการขยะด้วยเตาเผาพลังชีวมวล จะมีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลง แต่ใช้ขยะแห้งเผาขยะเปียก ใช้ความร้อนประมาณ 600 องศา สามารถบรรจุได้ 500 กิโลกรมต่อหนึ่งครั้ง

ใช้เวลา 2 ชั่วโมง สามารถใช้งานต่อเนื่อง และที่สำคัญไปกว่านั้น คือ ถ้าหากพวกพลาสติกหรือกล่องโฟมในช่องพิเศษ ซึ่งพัฒนารองรับพวกพลาสติกเฉพาะ ก็จะได้น้ำมันเบนซิน

ภาพที่ 4.5 ขยะพลาสติกบรรจุในช่องพิเศษจะกลั่นเป็นน้ำมันเบนซิน

ที่มา : ทีมวิจัย. 2566

การพัฒนาเตาเผาพลังชีวมวล จึงเป็นกระบวนการดำเนินงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีฐานการคิดคือการขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยี ความคิดเชิงสร้างสรรค์ วัสดุเหลือใช้ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะเหลือใช้สู่ความยั่งยืนปรับเปลี่ยนสู่นโยบายการบริหารจัดการด้านขยะและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว “Green University”

4.2 พัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์เกื้อกูลกับชีวิตมนุษย์ทุกขั้นตอน ตั้งแต่กระบวนการผลิต การขนส่ง การคมนาคม การสื่อสารตลอดถึงการใช้ชีวิต การนำมาใช้สอยในการอุปโภคและบริโภค หรือกิจกรรมนันทนาการของมนุษย์ ซึ่งมนุษย์ล้วนเข้ามาเกี่ยวข้องกับทุกด้าน ทำสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปในทางดีบ้างหรือในทางไม่ดี และเป็นปัญหาหลักที่ไม่สามารถบริหารจัดการได้ด้วยองค์กรใดองค์กรหนึ่ง แต่ต้องร่วมมือกับทุกหน่วยงานรวมประชาชนต้องให้ความร่วมมือเพื่อพัฒนาเตาขยะตามกระบวนการ ดังนี้

4.2.1 การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล จัดเป็นหนึ่งในทางเลือกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากการกำจัดขยะที่มีปริมาณมากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นขยะจากครัวเรือน หรือที่สาธารณะ ยังประสบปัญหาพื้นที่จะฝังกลบ ซึ่งเตาเผาขยะที่ถูกพัฒนาขึ้น มีหลักการพัฒนาขึ้นมาไม่ซับซ้อน พร้อมทั้งหลักการและข้อดีของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล ตัวของเตาเผาทำด้วยเหล็กชนิดพิเศษหนา 4.5 mm. ความสูงวัดจากฐาน 6 เมตร ความกว้างวัดรอบตัวเตา 3 เมตร โดย ใช้เหล็กหนา 4.5 mm. ทนความร้อนสูงสุดได้ 600-1000 องศา พ่นด้วยสีกันความร้อนมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีความแข็งแรง ทนทาน ซ่อมบำรุงง่าย สามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน ดังนี้

1) การติดตั้ง และการใช้งาน รวมทั้งการบำรุงรักษาง่าย เนื่องจากไม่มีระบบไกลอะไรซับซ้อน และเครื่องยนต์ ไม่ต้องต่อระบบไฟฟ้า ไม่ต้องกังวลเรื่องระบบเชื้อเพลิงหรืองบประมาณซื้อเชื้อเพลง ที่สะดวกสุดใช้เวลาติดตั้งประกอบเสร็จไม่เกิน 1 ชั่วโมง ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2. การเผาขยะ สามารถเผาต่อเนื่องได้ตลอด 24 ชม. ไม่ต้องใช้น้ำมัน หรือแก๊สแต่ใช้ขยะชีวมวล จุดเตาด้วยไม้ขีดไฟหรือไฟแชค มีการออกแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะในการควบคุมพลังงานความร้อน และควบคุมการไหลเวียนของอากาศ ให้สามารถเผาขยะอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องหยุดพักเตา

3) เตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน เป็นเตาเผาขยะขนาดเล็กและออกแบบเฉพาะที่มีคุณสมบัติ สามารถตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องควันว่าเป็นไปตามมาตรฐานเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเหมาะใช้ได้ทั้งในโรงเรียน ที่โลงแจ้ง วัด รีสอร์ชุมชน หรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

4) ขั้นตอนการออกแบบใช้กราฟิกฐานในการขึ้นรูปเตา

1. กระบวนการที่ 1 ศึกษาสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยก่อน แหล่งกำเนิดของขยะและการบริหารจัดการขยะในรูปแบบใดบ้าง

2. กระบวนการที่ 2 ประชุมชนทีมงานวิจัยผู้วิจัย และวิศวกร ผู้ควบคุมการออกแบบโดยยึดหลักความคุมค่ามากที่สุด สรุปปัญหา อุปสรรค และจำนวนขยะแต่ละวันที่สามารถบริหารจัดการได้

3. กระบวนการที่ 3 การออกแบบขนาดของเตาเผาขยะให้เหมาะสมกับงบประมาณ สร้างโมเดลจำรองด้วยกราฟิค เพื่อนำสู่กระบวนการที่ 4 คือการผลิตต้นแบบ

4. กระบวนการที่ 4 เป็นการสรุปประเด็น ปัญหาต่าง ๆ จากสามกระบวนการ และขยะที่พบมากสุดคือ ขวดน้ำพลาสติก ถุงพลาสติก กล้องโฟร์ม แก้วกาแฟ และไม่มีการคัดแยกขยะ ทีมวิจัยต้องออกแบบเตาเผาขยะที่แตกต่างจากเตาเผาขยะทั่ว ประกอบด้วย

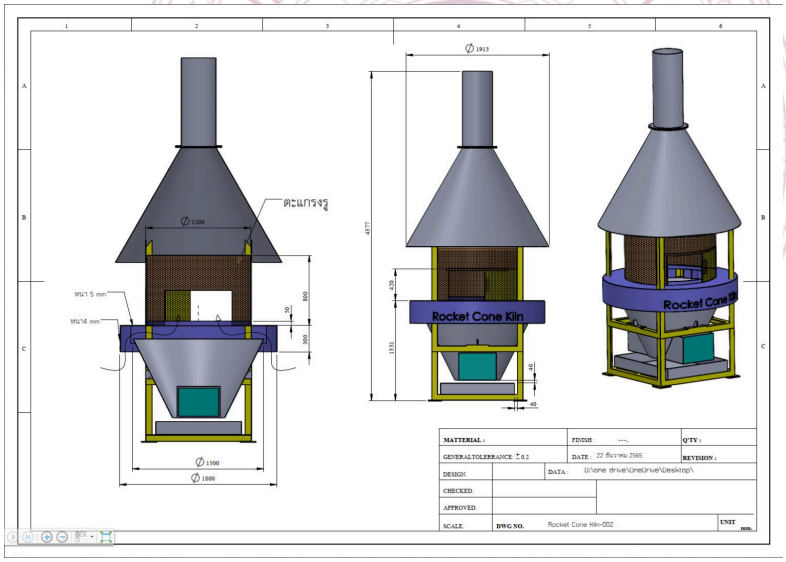
1) มีขนาดเล็ก และเหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานเป็นเตาเผาลดมลพิษ

2) ประหยัดพลังงาน ไม่ใช้น้ำมัน แก๊สเป็นเชื้อเพลิง

3) เตาเผาขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4) สร้างมาตรฐานการจัดการขยะ

5) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ



ภาพที่ 4.6 พัฒนาโมเดลเตาเขาขยะพลังงานชีวมวล

ที่มา : คณะผู้วิจัย

การออกแบบเตาเผาขยะด้วยกราฟิกเปรียบเสมือนสัญลักษณ์ชนิดหนึ่งในการออกแบบโปแกมส์การออกแบบอาศัยแรงบันดาลใจและจินตนาการจาก 4 กระบวนการคือ กระบวนการที่ 1 ศึกษาสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย กระบวนการที่ 2 ข้อมูลจากการประชุมชนทีมงานวิจัย ผู้วิจัย และวิศวกร ผู้ควบคุมการออกแบบโดย กระบวนการที่ 3 การออกแบบขนาดของเตาเผาขยะมูลฝอยให้เหมาะสมกับงบประมาณ สร้างโมเดลจำรองด้วยกราฟิคและพัฒนาต้นแบบทดลองใช้ได้จริง และกระบวนการที่ 4 เป็นการสรุปประเด็นได้ต้นแบบและสามารถนำไปทดลองใช้ได้จริง ซึ่งเตาเผาขยะที่ได้รับ

การออกแบบและพัฒนาขึ้นมาสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดการจัดการขยะในรูปแบบเดิม ๆ ที่ผ่านมา แต่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดและจินตนาการผสมผสานความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีและรูปแบบก็สามารถสื่อความ หมายได้ในการสื่อสาร

ภาพที่ 4.7 กระบวนการผลิตต้นแบบเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

ที่มา : คณะผู้วิจัย

เมื่อได้ศึกษาสภาพทั่วไปของแหล่งกำเนิดขยะในมหาวิทยาลัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น อาจจะมีหลายปัจจัยที่ทำให้มีขยะจำนวนมาก เช่น เศษอาหาร เศษผักสด ถุงพลาสติก กล่องโฟม แก้วกาแฟ และอื่น ๆ ขยะเหล่านี้ ถ้าหากมีการคัดแยกก่อนเข้าสู่กระบวนการเผา หรือนำมารีไซเคิล ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่ง ที่จะลดจำนวนขยะและแรง งานคน โดยพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลขึ้น ซึ่งคุณสมบัติพิเศษที่มีความเหมาะใช้กับวัดมีขยะเหลือ มหาวิทยาลัย และชุมชนขนาดเล็ก

ภาพที่ 4.8 เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลต้นแบบ

ที่มา : คณะผู้วิจัย

4.2.2 เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม/สร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะ

หลักการพัฒนาเตาขยะตาม โดยมีเป้าหมายเพื่อลดการใช้พลังงานน้ำมัน หรือแก๊สเป็นเชื้อเพลง แต่เน้นพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งล้อม ซึ่งปัจจุบันปัญหาขยะทั่วไป รวมทั้งขยะมูลฝอยเป็นปัญหาที่สร้างมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ทุกส่วนภูมิภาคของประเทศไทย “...กำลังเผชิญกับปัญหาขยะล้มเมือง และการทำลายขยะมีอยู่หลายวิธีจากการศึกษาข้อมูลพบว่า การนำไปหมักเพื่อทำเป็นปุ๋ยอินทร์...”[20]เหมาะสำหรับขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์พวกเศษอาหาร เศษผักสด เศษพืช เศษผลไม้ เป็นต้น และ“...ยังมีอีกวิธีหนึ่งคือ การฝังกลบนั้นต้องใช้พื้นที่มากและที่ดินมีราคาสูงขึ้น...”[21] ก็ยังประสบปัญหาขาดแคลนพื้นที่ “...จะฝังกลบเนื่องจากจำนวนขยะมีมากเกินไปหรือพื้นที่อยู่ใกล้กับชุมชน...”[22]ปัญหาเรื่องขยะจึงถูกร้องเรียน“...ก่อให้เกิดปัญหาระหว่างหน่วยงานมีหน้าที่จัดการขยะและชุมชนมาตลอดเห็นด้วยกับแนวคิดที่จะพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม...”[23]เรียกว่าเป็น “...นวัตกรรมการจัดการขยะแนวใหม่ที่ต่างจากที่อื่นทำแล้วหรือเหมือนกัน...”[24]และสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะที่เผาแล้วก็ยิ่งจะเกิดประโยชน์กับมหาวิทยาลัยและชุมชนที่นำไปใช้ ส่วนการพัฒนานั้นเน้นที่ประโยชน์การลดต้นทุนการจัดการขยะ ถ้าสามารถเตาได้ ก็อยากให้มีต้นทุนต่ำ จะมีประโยชน์ต่อชุมชนมาก ซึ่งหลักการพัฒนาใช้วิธีการคิด ดังนี้

1. การพัฒนาเตาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ถูกออกแบบและพัฒนาเผาขยะภายในเตาเผาให้เป็นพลังงานหมุนเวียด

2. การแปรรูปขยะมูลฝอยให้อยู่ในรูปของน้ำมันเบนซิน น้ำส้มควันไม้ โดยผ่านกระบวนการทางความร้อน มีความเหมาะสมกับการกำจัดด้วยการเผาในเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

3. มีความร้อนสูงและควบคุมอุณหภูมิได้ เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

---

[20] ลำดับที่ 20 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[21] ลำดับที่ 21 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้ใหญ่บ้านและตัวแทนจากชุมชน วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[22] ลำดับที่ 22 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากชุมชน วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[23] ลำดับที่ 23 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากชุมชน วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[24] ลำดับที่ 24 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนชุมจากองค์การบริหารสวนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

4. ใช้พื้นที่น้อยในการติดตั้ง ไม่มีระบบซับซ้อน เหมาะกับสภาพเศรษฐกิจปัจจุบัน

5. ลดการใช้พลังงานจากน้ำมันและขยะแห้งเป็นเชื้อเพลง

6. ขยะที่เผาแล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จาก 6 แนวคิดแนวคิดการพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นเตาเผาที่ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องตอบโจทย์และความต้องการสภาพความเป็นจริงของพื้นที่และขยะที่ทิ้งแล้ว ซึ่งมีนัยว่า ถ้าหากสามารถคัดแยกแต่ละประเภทได้ ก็จะมีประโยชน์และสร้างรายได้หรืออาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ทางด้านวัสดุพลังงานที่เกิดจากความร้อนการ เผาไหม้กักเก็บความร้อนเป็นแก๊สหุงต้มไว้ใช้ในครัวเรือนได้

ภาพที่ 4.9 สภาพขยะตอนเตรียมการเผา

ที่มา : คณะผู้วิจัย

ปัญหาเรื่องขยะที่ไม่ได้รับการคัดแยกก่อนนำมาทิ้ง สร้างความยุ่งยากในการจัดการ เพราะแต่ละอย่างถูกรวบรวมไว้ในถุงเดียวกัน ทั้งเศษอาหาร เศษผ้า ถุงพลาสติก กล่องโฟม และสิ่งอื่น ๆ อีกจำนวนเรียกว่าเป็นปัญหาที่เกิดจากความมักง่ายของคนทิ้ง ยังขาดจิตสำนึกที่จะรับผิดชอบ ฉะนั้นขยะที่มาในรูปแบบนี้ จำเป็นต้องมีการพัฒนาเตาเผาขยะ มีคุณลักษณะเฉพาะที่จะใช้เผาขยะในกลุ่มประเภทและต้องเป็นเตาที่มีความร้อนสูงเป็นพิษ เพื่อควบคุมความร้อนและต้องการลดปริมาณมลพิษทางอากาศ โดยใช้ตาเผาที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 600 องศา เซลเซียส ให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คือ “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาขยะไม่ได้ถูกคัดแยกก่อนทิ้ง

นอกจากนี้ ยังต้องกำจัดมลพิษก่อนปล่อยสู่อากาศ ที่สำคัญต้องมีค่าใช้จ่ายต่ำ ไม่ต้องใช้น้ำ แต่ใช้พลังงานชีวมวลแทนการใช้น้ำมันและแก๊ส ภายในเตาเผาขยะจะมีช่องช่องใส่เชื้อเพลง เช่น ใบไม้แห้ง กิ่งไม้แห้ง เป็นต้น และอีกหนึ่งช่องใช้สำหรับบรรจุขวดพลาสติก ถุงพลาสติก เพื่อสกัดเป็นน้ำมัน มีถังเก็บน้ำจากการเผาพลาสติก มีถังเก็บแก๊สเพื่อใช้ในครัวเรือน และถังเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยใช้น้ำ 1000 ลิตร หล่อเย็นหมุนเวียน เพื่อลดความร้อนของถังเก็บน้ำมันและแก๊สนี้คือคุณลักษณะพิเศษของเตาเผาขยะที่พัฒนาขึ้นมา

ส่วนผลผลิตจากน้ำส้มควันไม้นั้น จะได้จากกระบวนการเผาไม้จำพวกต้นไม่หรือกิ่งไม้ในขณะที่เผาไม้และกำลังจะเปลี่ยนไปเป็นถ่าน เกิดกระบวนการทำงานของเหลวเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้เย็นตัวลง ก็จะได้ของเหลวที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำมีสีน้ำตาลแดง จากนั้นจึงน้ำสีน้ำตาลแดงที่ได้ผ่านกระบวนการทำให้ตกตะกอนอีกประมาณ 3 เดือนเพื่อแยกชั้นน้ำมันเบา ชั้นของน้ำส้มควันไม้ และชั้นน้ำมันทาร์ออกจากกัน จึงได้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ มีความเป็นกรดสูง ใช้ประโยชน์หลากหลาย ไม่ว่าจะใช้แก้ปัญหาป้องกันหนอน แมลงศัตรูข้าว ใช้กับมะนาวให้มีผลผลิตนอกฤดูได้ ป้องกันเพลี้ยไฟ เพลี้ยกระโดดและแมลงปากดูดได้อีก

นอกจากนี้ สภาพความเป็นจริงของสิ่งของที่เหลือใช้และทิ้งแล้ว ยังมีประโยชน์ถ้าหากปรับกระบวนการคิดแยกแยะว่าสิ่งไหนที่สามารถคัดแยกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น เศษอาหารนำมาหมักเป็นปุ๋ยปรับคุณภาพดิน ถ้ามีการนำขยะพวกเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ ก็จะมีผลในการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องการกำจัดลงได้ เช่น ขวดแก้ว พลาสติก เศษกระดาษ เหล็ก แก้ว และโลหะ เป็นต้น

สาเหตุการเกิดขยะนั้น อาจจะมีหลายปัจจัยที่ทำให้มีขยะจำนวนมาก เช่น เกิดจากด้านพฤติกรรมหรือความเคยชิน ทิ้งขยะไม่เป้นที่และกำจัดขยะไม่ถูกวิธีและขาดความรับผิดชอบ การกระทำลักษณะดังกล่าว ยังขาดความรับผิดชอบต่อสังคม รวมทั้งเศษอาหาร เศษผักของสด ถุงพลาสติก กล่องโฟร์ม แก้วกาแฟ และอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งขยะเหล่านี้ต้องถูกคัดแยกก่อนเข้าสู่กระบวนจัดการด้วยการเผาขยะด้วยเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน จะช่วยลดขยะที่จะนำเข้าสู่เตาเผาขยะ ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะสร้างรายได้ สำหรับคนอีกลุ่มหนึ่ง ที่มีอาชีพเก็บของเกาขาย และยังสามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้อีก ซึ่งเป็นวิธีการลดขยะ ลดจำนวนแรงงานคน และลดขยะภายในมหาวิทยาลัยลงได้

ภาพที่ 4.10 น้ำมันเบนซินที่ได้จากการเผาพลาสติกหรือถุงพลาสติก จำนวน 100 กิโลกรม
ที่มา : คณะผู้วิจัย

4.3 ประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการที่เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ และมีจุดมุ่งหมายหลักที่ต้องการรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลการดำเนินงานผ่านการใช้ความรู้ ประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญบูรณาการด้วยทฤษฎีพลังงานหมุนเวียน เพื่อพัฒนาระบบภายใต้เทคนิคการวิจัย ทั้งองค์ความรู้ที่หลากหลาย นำมาประยุกต์ใช้ได้เกิดประโยชน์เพื่อค้นหาคุณค่าความเป็นจริงภายใต้บริบททางสังคม และต้องอาศัยองค์ความรู้ในเชิงสหวิทยาการด้วยการดำเนินการตามขั้นตอน

ดังนั้น การประเมินผล คือ การนำผลลัพธ์ของการทดลองเผาขยะมาเทียบกับเป้าหมายที่ต้องการ คือ คุณลักษณะของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล กระบวนการเผาไหม้ ระบบเผาไหม้แบบผสมไม่มีการคัดแยกขยะ จุดเด่นของเตาขยะชนิดนี้ จุดอ่อนเตาเผาขยะชนิดนี้ ทดลองเผาขยะแบบไม่ได้คัดแยก ขั้นตอนทดลองเผาขยะแบบคัดแยกก่อนเผา และผลจากการทดลองคัดแยกขยะก่อนเผา โดยมีตัวชี้วัดผลคือ ผลจากการดำเนินการสู่เป้าหมายคือ สามารถจัดการกับขยะได้ตามกรอบที่กำหนไว้ 3 ตันต่อหนึ่งวัน และมีการการเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเผาขยะแบบคัดแยกและไม่ได้คัดแยกขยะ ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ และสุดท้ายคือ กำหนดแนวทางการแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาต่อไป ดำเนินการตามกระบวนการดังนี้

4.3.1 คุณลักษณะของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล จัดเป็นหนึ่งในทางเลือกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากการกำจัดขยะที่มีปริมาณมากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นขยะจากครัวเรือน หรือที่สาธารณะ ยังประสบปัญหาพื้นที่จะฝังกลบ ซึ่งเตาเผาขยะที่ถูกพัฒนาขึ้น มีหลักการพัฒนาขึ้นมาไม่ซับซ้อน พร้อมทั้งหลักการและข้อดีของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล ตัวของเตาเผาทำด้วยเหล็กชนิดพิเศษหนา 4.5 mm. ความสูงวัดจากฐาน 6 เมตร ความกว้างวัดรอบตัวเตา 3 เมตร โดย ใช้เหล็กหนา 4.5 mm. ทนความร้อนสูงสุดได้ 600-1000 องศา พ่นด้วยสีกันความร้อนมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีความแข็งแรง ทนทาน ซ่อมบำรุงง่าย สามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน ดังนี้

1) การติดตั้ง และการใช้งาน รวมทั้งการบำรุงรักษาง่าย เนื่องจากไม่มีระบบไกลอะไรซับซ้อนและเครื่องยนต์ ไม่ต้องต่อระบบไฟฟ้า ไม่ต้องกังวลเรื่องระบบเชื้อเพลิงหรืองบประมาณซื้อเชื้อเพลงที่สะดวกสุดใช้เวลาติดตั้งประกอบเสร็จไม่เกิน 1 ชั่วโมง ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2. การเผาไหม้ ไม่ต้องใช้น้ำมัน หรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้ขยะชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเริ่มต้นจุดเตาด้วยไม้ขีดไฟหรือไฟแชค ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะการควบคุมพลังงานความร้อน และควบคุมการไหลเวียนของอากาศให้สามารถเผาขยะอย่างได้ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุดพัก

3) เตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน เป็นเตาเผาขยะขนาดเล็กและออกแบบเฉพาะที่มีคุณสมบัติสามารถตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องควันว่าเป็นไปตามมาตรฐานกฎหมายกำหนดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป้าหมายขยายสู่ชุมชน วัด โรงเรียน หรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

เตาเผาขยะพลังงานชีวมวล สามารถทำงานได้โดยใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปือก ไม่ใช้น้ำมัน และแก๊ส แต่ใช้หลักการพลังงานหมุน โดยออกแบบให้มีตะแกรงรอบ ๆ ช่องบรรจุขยะ จะมีช่องระบายอากาศเพื่อเพิ่มการช่องอากาศไหลเวียนและออกซิเจนเข้าไปในห้องเผาไหม้ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะถูกสะสมอยู่ภายในและถูกปล่อยออกมาด้วยอัตราไหลเวียนความร้อนที่เหมาะ สร้างความร้อนที่สม่ำเสมอและที่สำคัญมีความปลอดภัยในการทำงาน เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ซึ่งอุณหภูมิ 600-1000 องศาเซลเซียส สามารถเผาได้ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงไม่ต้องหยุดพัก

คุณลักษณะของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล เรียกว่ามีจุดเด่อนคือ การติดตั้งง่าย การเผาขยะไม่ต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง และเป็นเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียนเป็นระบบกลไกที่พัฒนา ก็อยากให้มีวิศวกรเซ็นรับรองผลงานและสรุปตามประเด็นที่ได้จัดสัมมนาและเวลาทดสอบเผาขยะจริง ๆ ควรมีผู้เชี่ยวชาญเข้ามาร่วมสังเกตการณ์ และเสนอควรมีข้อมูลด้านการวัดผลจากห้องแลปให้หนังสือรับรองว่าเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล ผ่านการตรวจวัดหาค่าเขม่าควัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นปัญหาทำให้เกิดมอกควันเต็มท้องถนน ดังนั้น เตาเผาขยะสามารถลดมลภาวะทางอากาศได้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากและลด“...การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลดีต่อสุขภาพของประชาชน...”[25] รวมทั้งบุคลากรในมหาวิทยาลัย และได้ตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

เนื่องจากเป็นนวัตกรรมได้งบจากวิจัยมาพัฒนามองได้สองมุมคือ มีความเป็นไปตามที่นำเสนอหรือบางอาจจะมองว่า ไม่น่าจะเผาขยะได้และลดมลภาวะทางอากาศได้ เพราะดูบริบทของมหาวิทยาลัยแล้ว จะเป็นสายสังคม แต่ที่มีนวัตกรรมชินนี้เกิดจากความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยอื่นและบริษัทธเอกชนเข้ามาร่วมพัฒนาด้วย ที่นี้ขึ้นกับ “...ระบบการบริหารจัดการตามแผนงานและที่สำคัญคือประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยและชุมชน...”[26]ได้อย่างแท้จริง แต่อยากให้มีกระบวนการพัฒนาใส่เทคโนโลยีสมัยเข้ามาด้วยเพื่อเป็นการยืนยันว่าเราพัฒนาเตาขึ้นมามีความทันสมัยและเหมาะสมกับยุคสมัย การควบคุมเป็นเรื่องสำคัญ เท่าที่ดูรูปร่างของเตา จะมีลักษณะทรงกลม มีช่องบรรจุขยะ และมีเจาะรูไว้รอบ ๆ ประตูปิด เปิดได้ ซึ่งการออกแบบลักษณะนี้เข้าใจว่าเป็นช่องทางการไหลของอากาศ เพื่อให้อากาศภายนอกไหลเข้าไปภายในเตาเผาขยะ โดยหลักการจริง ๆ เข้าใจผู้ออกแบบและการคำนวนทิศทางลมหรือการไหลของกาศเพื่อให้เกิดอากาศหมุนเวียนภายในเตา

---

[25] ลำดับที่ 25 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[26] ลำดับที่ 26 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้บริหารจากกรุงเทพมหานคร, วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

4.3.2 กระบวนการเผาไหม้

กระบวนการเผาไหม้เป็นอีกวิธีการที่ใช้การควบคุมความร้อนและทิศทางของลมอย่างเต็มที่และเป็นวิธีการหลักที่ต้องนำมาใช้ เพื่อให้รับกับปริมาณขยะที่ใส่ในเตาเผาและมีผู้ควบคุมค่อยปล่องถุงขยะในช่องเผา และเตาเผาที่ออกมาสามารถรับเปลี่ยนขนาดได้ โดยปรับช่องบรรจุขยะให้มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของขยะ ซึ่งทุกวันนี้ในสังคมสมัยใหม่ ที่เจริญเติบโตตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจขยะก็จะเพิ่มขึ้น ขยะที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถติดไฟได้ง่ายหรือลุกไหม้ได้ด้วยตัวเองได้อย่างต่อเนื่องและเติมขยะเชื้อเพลงได้ ส่วนค่าความร้อนที่จะก่อให้เกิดการลุกไหม้ได้ง่าย ขยะเชื้อเพลิงควรมีไม่ต่อกว่า 20 กิโลกรัมต่อการเผาไหม้หนึ่งครั้ง

เมื่อจุดไฟแล้ว จะมีค่าความร้อนเกิดขึ้น ความร้อนจะไหลขึ้นมาด้านบน ก็จะไหลย้อนกลับลงไปด้านล่างเหมือนทำให้ค่าความร้อนวนอยู่ในห้องเผาไหม้ จึงเกิดความร้อนเพิ่มมากขึ้นและทำการเผาไหม้เขม่าควันอีกรอบ [27] “...จึงทำให้เขม่าควันลดจากสีดำเป็นสีขาวแล้วจะไหลสู่บรรยากาศ หลักการใช้อากาศเย็นกดทับความร้อนให้เกิดการหมุนเวียนในช่วงที่มีการเผาไหม้...” [28] แต่หลักการอาจจะใช้บางเวลา “... เนื่องทิศทางลมไม่แน่นอน ดังนั้น เท่าที่มองดู ข้อควรที่จะพัฒนาต่อคือ ต้องมีโรงเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล...[29]

กระบวนการเผาไหม้เป็นกระบวนการแปรสภาพปริมาณขยะให้ลดปริมาณ และน้ำหนักของขยะที่ต้องกำจัดด้วยการเผาไหม้ ซึ่งสามารถลดปริมาณเดิมของขยะในมหาวิทยาลัยที่เผาไหม้แล้วถึงร้อย 80 ถึง 90 นอกจากนี้ยังได้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดขึ้นในรูปแบบพลังงานความร้อน น้ำมันเบนซินและน้ำส้มควันไม้ และมีจุดลักษณะเด่นคือ ไม่มีเทคโนโลยีที่ซับซ้อน แต่ใช้หลักการพลังงานหมุนเวียนโดยทิศทางลมและความเย็นของอากาศเป็นตัวควบคุมให้เกิดพลังงานหมุนเวียนภายในเตาเผาขยะชนิดนี้

4.3.3 ระบบเผาไหม้แบบผสมไม่มีการคัดแยกขยะ

ขยะผสมที่เก็บมาสถานที่ต่าง ๆ จะถูกบรรจุในถุงดำ ซึ่งจะถูกนำมากำจัด และนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของระบบการเผาไหม้ได้ โดยไม่ต้องคัดแยกประเภทขยะให้เสียเวลา แต่ในบางกรณีขยะแบบผสมอาจมีขยะเป็นพิษหรือขยะอันตรายได้ ดังนั้น ระบบเผาไหม้แบบนี้ การออกจึงคำนึงถึงความปลอดภัยโดยการออกแบบและโครงสร้างของเตาจะใช้เหล็กพิเศษ ที่ทนความร้อนได้สูง และให้มีความทนทาน

---

[27] ลำดับที่ 27 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[28] ลำดับที่ 28 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[29] ลำดับที่ 29 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

สามารถป้องกันอันตรายให้แก่ผู้ใช้ได้ ระบบการเผาไหม้ขยะผสมเป็นเชื้อเพลิงเป็นระบบที่ไม่ยุ่งยาก แต่ต้องออกแบบให้แข็งแรงทนทานต่อความร้อนสูง

ภาพที่ 4.11 จำนวนขยะที่นำมาพักไว้โรงเรือนก่อนทำการเผา
ที่มา : คณะผู้วิจัย

การกำจัดขยะโดยใช้วิธีการเผาในเตาเผาเป็นวิธีการที่กำจัดขยะที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งที่สามารถลดปริมาณการกำจัดขยะประมาณร้อยละ 80-90 และสามารถลดน้ำหนักขยะได้ถึงร้อยละ 75 ของน้ำหนักเปียกและจากลักษณะสมบัติของขยะแห้งหรือจำพวกกิ่งไม้ ฟอง หญ้าแห้ง กระดาษ กร่อง กระดาษ หรือเศษไม้ต่าง ๆ ที่สามารถติดไฟได้ภายในเตาเผาสามารถใช้เป็นเชื้อเพลงในตัวเรียกอีกอย่างหนึ่งใช้ขยะแห้งเผาขยะเปียก โดยมีอากาศอากาศภายในเตา หรือเชื้อเพลิงภายได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำให้ระบบอากาศหมุนเวียนได้ จะขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผา ได้ออกแบบที่ช่องบรรจุขยะ จะรูขนาดประมาณ 10 มิลิเมตร เพื่อให้มีอากาศภายนอก มีความเย็นไหลเข้าและเกิดปฏิกิริยากระทบค่าความร้อน จึงทำให้ความร้อนไหลย้อนกลับลงด้านล่าง เกิดการหมุนเวียนลักษณะนี้ตลอดเวลาขณะที่เผาไหม้ เพราะการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่วนผลที่เกิดจากปฏิกิริยาเผาไหม้ จะเกิดก๊าสชนิดต่าง ๆ โดยที่อุณหภูมิในการเผาไหม้สูงสุดในเตาเผา จะมีอุณหภูมิระหว่าง 600 - 1,000 องษาเซลเซียลแล้ว ยังสามารถนำผลิตจากการเผาขยะไปใช้ประโยชน์ได้

4.3.4 จุดเด่นของเตาขยะ

เป็นเตาเผาขยะ ไม่ใช้น้ำและแก๊สเป็นเชื้อเพลง แต่ใช้ขยะชีวมวล หรือขยะจำพวกเศษใบไม้ กิ่งไม้แห้งเป็นเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนหมุนเวียนภายในเตาโดยใช้หลักการขยะแห้งเผาขยะเปลียก จะมีตะแกรงเป็นช่อง ๆ สำหรับระบายอากาศ และดูดอากาศภายนอกไหลเข้าสู่เตา ซึ่งความเย็นของอากาศจะเข้าไปทำหน้าที่กดความร้อนให้ไหลย้อนกลับลงด้านล่างของเตา ฉะนั้น การออกแบบเตาเผาขยะพลังชีวมวล จะช่วยลดต้นทุนการจัดการขยะ ซึ่งเป็นเตาเผาขยะแบบปิด สามารถควบคุมความร้อนได้ประมาณ 600-1000 องศาเซลเซียส โดยดำเนินการออกแบบ ดังนี้

1. กระบวนการที่ 1 ศึกษาสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยและแหล่งกำเนินของขยะพบว่าขยะที่พบมากสุดคือ ขวดน้ำพลาสติก ถุงพลาสติก กล้องโฟม แก้วกาแฟ และขยะมูลฝอย

2. กระบวนการที่ 2 ประชุมทีมวิจัยและวิศวกร สรุปประเด็นที่จะออกแบบเตาเผาขยะพลังชีวมวลให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น ขวดพลาสติกและถุงพลาสติก เป็นต้น

3. กระบวนการที่ 3 เป็นกระบวนการค้นหาแนวคิดการออกแบบและพัฒนาโมเดลสำรองจากกราฟิก เพื่อแก้ไข ปรับปรุงและวิเคราะห์โอกาสนำไปใช้ ให้ตรงกับความต้องการใช้งาน

4. กระบวนการที่ 4 สรุปปัญหาต่าง ๆ จากประเด็นที่หนึ่ง ประเด็นที่สองและประเด็นที่ 3 เพื่อพัฒนารูปแบบและขนาดของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล ที่เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งาน และสามารรองรับจำพวกพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม นอกจากนี้ยังสามารถนำขยะที่เผาแล้วไปใช้ประโยชน์ โดยทำเป็นชีวภาพได้

4. กระบวนการที่ 4 พัฒนาเตาเผาขยะพลังชีวมวล มีวัตถุประสงค์จะใช้ขยะแห้งเผาขยะเปือกหรือขยะมูลฝอย กล่องโฟม ขวดพลาสติก แก้วกาแฟ และถุงพลาสติก จึงได้ออกแบบเตาเหล็กทรงกรวยแบบงาย 2 ชิ้น ข้างในจะมีช่องบรรจุขยะแห้งไว้ด้านล่างสุด ชั้นต่อมา ก็จะเป็นขยะมูลฝอย และชั้นที่สามบรรจุพวกขวดพลาสติก กล่องโฟมและถุงพลาสติก เพื่อกลั่นเป็นน้ำมันดีเซล และตะแกรงรอบ ๆ ช่องบรรจุขยะ จะมีช่องระบายอากาศ เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของอากาส และออกซิเจนเข้าไปในห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดพลังงานหมุนเวียนและเพิ่มการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. กระบวนการคัดแยกก่อนเผา และสร้างมูลค่าเพิ่มหรือนำไปใช้ประโยชน์จากขยะมีคุณสมบัติพิเศษได้แก่ ถุงพลาสติก กล้องโฟม ซองขนม แก้วกาแฟ หลอดกาแฟที่ทำจากพลาสติก บรรจุในชั้นที่ 3 สามารถกลั่นเป็นน้ำมันดีเซล นำไปใช้กับเครื่องตัดหญ้าได้ ความร้อนที่ปล่อยจากเตาเผา ก็จะมีถังบรรจุกักเก็บไว้เป็นแก๊สหุงต้มในครัวเรือน และจากเศษกิ่งไม้สด จะมีช่องเก็บน้ำส้มควันไม้ ใช้ทางเกษตรได้ ซึ่งการแบบเตาเผาขยะต้นแบบ คำนึงหลักการความเหมาะสม ลดต้นทุนการเผาขยะ มีความเหมาะกับวัดชุมชนขนาดเล็กและภาวะโลกร้อนจากเรือนกระจกได้ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1) เตาเผาขยะมีขนาดเล็ก ผลิตจากเหล็กทดความร้อนสูง

2) ประหยัดพลังงาน ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดการใช้น้ำมัน

3) สามารถลดมลพิษ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4) ส่งเสริมการจัดการขยะอย่างถูกวิธี

5) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ

จากที่สัมมนา คำว่าพลังงานชีวมวลอาจจะเป็นคำที่ฟังแล้วเข้าใจยากสำหรับชาวบ้านทั่วไป “...พลังงานชีวมวล ฟังดูแล้วอาจจะงง ถ้าไม่ใช่สายสิ่งแวดล้อม นักวิชาการสายวิศวกรรมศาสตร์และนักวิชาการ จะทำอย่างไรให้ประชาชนได้เข้าใจ หรืออาจจะใช้คำว่าใช้ขยะแห้งทุกชนิดเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปียก...”[30] จะเข้าใจได้ง่ายกว่าสิ่งที่ได้นำเสนอมานั้น ถือว่าเป็นสิ่งใหม่สำหรับมหาวิทยาลัยและชุมชน

4.3.5 จุดด้อยหรือจุดที่ต้องพัฒนา

ปัญหาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ การควบคุมอากาศจากการเผาไหม้ ยิ่งมีมาตรการดวบคุมอากาศมลพิษเข้มงวดเท่าไร ยิ่งเป็นปัญหาอุปสรรค์ในการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล สถานที่ติดตั้งเป็นสถานที่เปิดซึ่งเป็นอุปสรรค์ต่อการควบคุมทิศทางลมและเวลาฝนหน้าฝน จะพบปัญหาด้านความชื้นของขยะและการทำงานที่ยุ่งยากสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติ จะทำให้ขยะตกค้าง ถึงแม้จะมีวิธีการควบคุมแล้วก็ตาม ถ้าหากมีโรงเรือนสำหรับติดตั้งเตาเผา ก็จะช่วยให้ให้เจ้าหน้าปฏิบัติได้ง่ายขึ้น และอีกหนึ่งปัญหาที่เป็นจุดอ่อนคือ ระบบป้อนขยะมีขนาดเล็ก ทั้งนี้เพราะระบบนี้ต้องรอรับการเคลื่อนตัวถุงบรรจุขยะเข้าสู่เตาเผาด้วยแรงงานคนดังนั้น ถ้าหากมีระบบป้อนถุงขยะอัตโนมัติ ก็จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะอีกระดับหนึ่ง

ถ้ามองในแง่ของรูปแบบการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย หรือชุมชนขนาดขนาด ที่ได้นำเสนอไปนั้น ถือว่าเป็นสิ่งใหม่และที่สำคัญมหาวิทยาลัยสงฆ์ทำ ยิ่งเป็นสิ่งใหม่ แต่ย้ำให้เห็นสิ่งใหม่ ๆ คือ พระสงฆ์ได้ทำงานร่วมกับชุมชนด้านสิ่งแวดล้อมก็แปลกอยู่ แต่เต็มเปี่ยมด้วยองค์ความรู้ใหม่ โดยนำหลักคำสอนทางพระพุทธศาสนาให้คำแนะนำชาวบ้านได้คัดแยกขยะ เช่น “...ทำโครงการขยะแลกบุญก็เป็นอีกหนึ่งแนวคิดใหม่และบูรณาการด้วยเตาเผาขยะ...”[31]สามารถสร้างรายได้ให้กับทางวัดและชุมชน นอกเหนือจากนั้น ยังทำให้ชุมชนได้เห็นความสำคัญของความใส่ใจเรื่องการคัดแยกขยะ มีประโยชน์ต่อชุมชนเองและยังขายได้อีก แต่อย่าลืมมองปัญหาที่จะเกิดตามมาคือ บางแห่งอาจจะยอมรับแนวคิดนี้ได้ แต่บางแห่งอาจจะมองว่าพระสงฆ์ไม่ควรมาทำด้านนี้ในมุมมองของนักวิชาการ ถ้าหากพระสงฆ์ทำร่วมกับชุมชนจริง ๆ เชื้อได้ว่าจะสามารถชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ส่วนรวมแน่นอน

---

[30] ลำดับที่ 30 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

[31] ลำดับที่ 31 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, อาจารย์จากมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

4.3.6 ทดลองเผาขยะ ไม่ได้คัดแยก

ก่อนจะทดลองใช้เตาเผาพลังงานชีวมวล ซึ่งมีคุณลักษณะที่ถูกพัฒนาขึ้นให้เหมาะสมสภาพความเป็นจริงกับจำนวนขยะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ควรนำมาทดลองใจจริง มีขนาดเล็ก ติดตั้งง่ายและใช้เหล็กที่ทนความร้อนสูง และที่สำคัญประหยัดงบประมาณซื้อน้ำมัน เนื่องจากไม่ได้ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้ขยะแห้งหรือกิ่งไม้ เศษใบไม้แห้งเป็นเชื้อเพลงให้เกิดค่าความร้อนเกิดพลังงานหมุนเวียนในเตาในขณะที่เผาไหม้ เตาเผาขยะชนิดนี้ สามารถบรรจุขยะได้ประมาณ 200-300 กิโลกรัม หรือเติมขยะได้ตลอดและสามารถเผาขยะได้ภายในระยะเวลาประมาณ 30-45 นาที หรือเผาได้ 30 ตันต่อหนึ่งวัน จะช่วยลดมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เขม่าควัน ก่อนปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศของโลก ดำเนินการดังนี้

6. ปล่องระบายความร้อน
5. ช่องระบายอากาศหรือช่องไหลเวียนอ๊อกซิเจน
4. ที่บรรจุขวดพลาสติก ขวดน้ำ กล่องโฟมและแก้วกาแฟ หลอดกาแฟ
   4.1 กลั่นเป็นน้ำมันดีเซล
   4.2 ทำน้ำส้มควันไม้
3. ที่บรรจุขยะมูลฝอยต่าง ๆ
2. ที่บรรจุขยะแห้งหรือที่สร้างพลังงานความร้อน
1. ถาดรองขยะที่เผาแล้ว

ภาพที่ 4.12 เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลต้นแบบและแสดงระบบการทำงานของเตาเผา
ที่มา : คณะผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ปฏิบัติตามหลักการทำงานของเตาเผาขยะ

หลักการทำงานของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล มีลักษณะของการทำงานแบบไม่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่แต่หลักการคำนวนแบบบูรณาการภูมิปัญหาและทฤษฎีพลังงานเผาไหม้และพลังงานทิศทางลมผสมผสานกับการออกพัฒนาต้นแบบให้มีความเหมาะกับพื้นที่ใช้งานได้จริง เพื่อลดต้นทุนการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การใช้งานเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล

1. นำขยะแห้งที่ต้องการเผาในห้องเผาไหม้ชั้นล่างสุด

2.หลังจากนั้นจุดเชื้อเพลิงในห้องเติมเชื้อเพลิง โดยใช้เศษกิ่งไม้แห้ง หรือเศษกระดาษจุดไฟเพื่อให้ ขยะติดไฟ และใส่เชื้อเพลิงเลี้ยงไฟ ไว้จนกว่าขยะในห้องเผาไหม้จะติดไฟดี

3. หลังจากขยะในห้องเผาไหม้ติดไฟดีแล้วไม่ต้องใส่เชื้อเพลิงเข้าไปอีก

4. ขณะทำการเผาสามารถเติมขยะ เพิ่มเติมเข้าไปได้ทางช่องเติมขยะหลังจากใช้งานเตาเผาขยะไร้ควันเรียบร้อยแล้วในช่องเริ่มขยะ

ขั้นตอนที่ 2 จุดเชื้อเพลง

ดันดับแรกบรรจุวัสดุที่เป็นเชื้อเพลงได้คือ จำพวกกิ่งไม้ เศษไม้หรือใบไม้แห้งลงในห้องเผาชั้นล่างสุดเมื่อเชื้อเพลิงถูกจุดขึ้นจะลุกลามไปถึงขยะที่เป็นเชื้อเพลง ซึ่งอยู่ภายในบริเวณด้านล่างของเตา ก็จะเกิดการเผาไหม้ครั้งที่ 1 ค่อยบรรจุขยะที่ต้องการจะเผาเติมลงในห้องเผาจนกว่าจะเต็ม และในระหว่างการเผาไหม้จะเกิดควันประมาณ 3-5 นาที ควันก็จะค่อย ๆ เจือจางลงในที่สุดเกิดจากความชื้น สาเหตุของการเกิดก๊าซมีเธน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ กลุ่มควันจะลอยขึ้นสู่ด้านบน และจะไหลย้อนกลับลงมาบริเวณด้านล่างของเตา เนื่องจากไม่มีทางออก แต่จะถูกควบคุมด้วยช่องทางการไหลของอากาศโดยบังคับให้กลุ่มควันกลับย้อนลงด้านล่าง กลุ่มควันเหล่านี้จะถูกเผาไหม้อีกรอบหนึ่งด้วยค่าความร้อนสูงประมาณ 600-1000 องศาเซียส และการเผาไหม้ครั้งที่ 2 ควันที่ระบายออกทางปล่องควันจะลดลงกระบวนการนี้ จะเกิดการหมุนเวียนภายในเตาเผาอยู่อย่างต่อเนื่องจนกว่าขยะจะถูกเผาไหม้ เพื่อลดมลพิษทางอากาศ PM 2.5 และก๊าสต่าง ๆ ก่อนจะปล่อยควันสู่บรรยากาศ

ภาพที่ 4.13 แสดงช่องเผาขยะ และถาดรองรับขี้เถ้าหรือถ่าน

ที่มา : คณะผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 3 ผลลัพธ์จากการดำเนินการเผาขยะ

หลังจากทดลองเผาขยะแบบไม่ได้คัดแยกขยะเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่นิยมใช้ปัจจุบันที่ง่ายสำหรับประชาชน เนื่องจากมีอะไรเหลือก็ใส่ถุงรวม ๆ เพื่อไว้เผาทิ้ง หรือทิ้งลงถังขยะคือ ความมักง่ายและขาดจิตสำนึก จะเห็นได้จากการทิ้งขยะลงพื้น หรือแม่น้ำ ลำคลอง จึงทำให้เกิดสิ่งปฏิกูล ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ กลายเป็นขยะหมักหมมและยังส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ก่อปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม การเผาขยะโดยไม่มีการคัดแยก จะได้ผลลัพธ์คือ

1. เศษอาหาร เศษวัตถุต่าง ๆ บางส่วนละลายเป็นที่เถ่า
2. เศษพลาสติก กล่องโฟม ถุงพลาสติก ก็จะละลายเกาะเป็นก้อน
3. ขยะที่ถูกเผาในเตาเผาขยะ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เพื่อเป็นการย้ำให้เห็นว่าเตาเผาขยะของเราได้มาตรฐานและมีทีมงานร่วม อยากให้นำเสนอ “...หนังสือรับรองจากวิศวกรผู้ออกแบบและควบคุมการผลิตเตาเขาขยะต้นแบบหรือได้ใบรับรองแสดงให้เห็นว่ามีทีมงานหรือบริษัทรับรองให้ ถ้าตามที่เสนอไปถือว่าได้มาตรฐานหน้าเชื้อถือได้..”[32]เนื่องจากได้รับการพัฒนาขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อนำมาใช้บริหารจัดการขยะซึ่งเป็นปัญหาของประเทศและโลกด้วย

ผลเกิดจากการคำนวณและการออกแบบ และกำวัตถุประสงค์การพัฒนาเตาเผาขยะและประโยชน์จากการนำไปใช้กับสถานที่จากผลที่ทดลองเผาขยะจริง ๆ ผลลัพธ์ออกมาได้ตามวัตถุประสงค์ในแง่นำไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึกถึงพื้นที่ หมู่บ้านหรือชุมชน และทางวัด มีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ปัญหาย่อมต่างกัน รวมทั้งแนวคิดของคนในพื้นที่ อาจจะส่งผลต่อการพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบเป็นประเด็นสำคัญมาก ต้องมีการสำรวจความต้องการของชุมชนแล้วค่อยนำข้อมูลมาวิเคราะห์พัฒนาให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[32] ลำดับที่ 32 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ภาพที่ 4.14 แสดงผลจากการเผาพลานสติก หรือกล่องโฟมจะกลายเป็นก้อนสีดำ

ที่มา : คณะผู้วิจัย

4.3.1 ขั้นตอนทดลองเผาขยะแบบคัดแยกก่อนเผา

ขั้นตอนการทดลองเผาขยะ ซึ่งเป็นขั้นที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขยะ ซึ่งการทดลองครั้งนี้จะเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนที่ผ่านมาและการวางแผนดำเนินงานต้องตระหนักถึงปัญหามลพิษ เขม่าควันจากการเผาไหม้ในที่เปิดโล่งและทิศทางลมก็มีผลกระทบต่อการทดลองครั้งนี้ นอกจากนี้ยังเป็นการปรับเปลี่ยนทัศนคติและปลูกจิตสำนึกให้มีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยการคัดแยกขยะแต่ละเภทใส่ตามลักษณะของขยะ ถ้าไม่มีการคัดแยกขยะจะเป็นปัญหาที่ค้อนข้างจะยุ่งยากต่อการจัดการด้วยการเผาในเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลมาใช้ในการทดลองเผาขยะครั้งนี้ เพื่อให้เห็นความแตกต่างระว่างมีการคัดแยกก่อนเผาและไม่ได้คัดแยกขยะก่อนเผา เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะด้วยนวัตกรรมสร้างสรรค์ “เตาเผาขยะพลังงานชีวมวล” ดำเนินการตามขั้นตอนโดยมีการคัดแยกขยะก่อนเผา เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถลดปริมาณขยะได้ คือ

1. คัดแยกขยะประเภทย่อยลายได้ จำพวกเปลือกผลไม้ เศษผักสด เศษอาหาร ซึ่งเหลือจากประกอบอาหารถวายพระนิสิต โดยแยกเศษอาหารเพื่อนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ หรือนำไปทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ และขยะประเภทนี้ควรคัดแยกใส่ **“ถุงสีเขียวหรือถังสีเขียว”** ซึ่งมีสีเขียวเป็นสัญลักษณ์เพื่อจะนำไปทำโยชน์ต่อไป

2. คัดแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลเพื่อนำไปขายสร้างรายได้ ซึ่งขยะประเภทนี้ ได้แก่ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋องน้ำอัดลม กระดาษ กล่องเครื่องดื่มบางชนิด เศษเหล็ก ควรคัดแยกใส่ **“ถุงสีเหลือง”** เพื่อนำไปรีไซเคิลและนำกลับมาใช้ซ้ำอีกรอบ การนำขยะเหล่านี้กลับมารีไซเคิลใหม่ จะช่วยลดปริมาณขยะลงได้ และยังประหยัดงบประมาณในการจัดการขยะด้วย

3. คัดแยกขยะประเภททั่วไป ไม่คุ้มค่ากับการนำไปรีไซเคิล และยังย่อยสลายได้ยาก เช่น กล่องพลาดสติก ใส่อาหาร แก้วกาแฟและหลอด ซองขนม ซองบะหมี่สำเร็จรูป กล่องโฟม กระดาษชำระ กระดาษเคลือบใส่ ขยะประเภทนี้ ย่อยสลายได้ยากและใช้เวลานานในกาลย่อยสลายแล้วยังเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ควรแยกใส่ถุงสีน้ำเงิน เพื่อจะได้นำไปจัดการตามความเหมาะสม

4. คัดแยกขยะมีพิษ เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลง น้ำมันเครื่องยนต์เก่า ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ เป็นต้น ขยะประเภทนี้ ควรแยกใส่ **“ถุงสีแดง”** เพื่อนำไปจัดการอย่างถูกวิธี ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

4.3.8 ผลจากการทดลองคัดแยกขยะก่อนเผา

เพื่อเป็นการเปลียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่างการคัดแยกขยะก่อนเผา โดยคัดแยกพวกพลาสติก ขวดพลาสติก แก้วกาแฟ ถุงพลาสติกในห้องเผาไหม้สำหรับกลั่นพลาสติกเหล่านี้เป็นน้ำมันเบนซิน โดยใช้หลักการให้คืนสู่สภาพเดิม เนื่องวัสถุเหล่านี้มีส่วนผสมของน้ำมัน นอกจากนั้นก็ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 การใช้งานเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล ขั้นตอนที่ 2 จุดเชื้อเพลง และขั้นตอนที่ 3 ผลลัพธ์จากการดำเนินการคือ

1. ขยะพลาสติกจำนวน 100 กิโลกรัม สามารถเป็นน้ำมันเบนซินได้ประมาณ 5 ลิตร ซึ่งในเตาเผาจะมีระบบจัดเก็บน้ำมันในตัว มีความจุประมาณ 50 ลิตร และน้ำมันที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงใช้สำหรับเผาขยะหรือใช้กับเครื่องตัดหญ้า ด้วยผลลัพธ์ดังกล่าว จึงเรียกว่าพลังงานหมุนเวียน

2. ได้น้ำส้มควันไม้ ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการเผากิ่งไม้สดจนกลายเป็นถ่านหรือ มีลักษณะเหลวสีน้ำตาลแดง และมีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาล ได้จากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่านหรือขยะในเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียนในช่วงอุณหภูมิเผา 300–400 องศาเซลเซียส ทำให้สารประกอบต่าง ๆ ในไม้ฟืนสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารประกอบขึ้น และจะมีถังขนาดเล็กใช้สำหรับกักเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ประมาณ 20 ลิตร

1. ช่องบรรจุขยะพวกพลาสติก
2. ท่อลำเลียงน้ำมัน

ภาพที่ 4.15 แสดงช่องบรรจุพลาสติก และท่อลำเลียงน้ำมัน

ที่มา : คณะผู้วิจัย

3. สามารถทำเป็นปุ๋ยอัดเม็ดขยะพลาสติกจากการเผาไหม้ จะมีลักษณะเป็นก้อนสีดำ ถ้านำไปทิ้งก็จะเป็นขยะตกค้างต่อไป ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม วิธีการจะนำไปใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มได้

ผลจากการทดลองคัดแยกขยะก่อนเผา จะได้ประโยชน์และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะได้ ถือว่าเป็นจุดเด่นของเตาเผา แต่หลักการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก “ใช้เทคนคิดให้ความร้อนกับขยะพลาสติกจนกลั่นเป็นก๊าซที่อุณหภูมิ 500°C ในสภาวะปราศจากออกซิเจน แต่ใช้ก๊าซไนโตรเจนแทนจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจะได้เถ้า ไม่ได้ก๊าซ จากนั้นก๊าซที่ได้จะถูกนำมาควบแน่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้ก๊าซควบแน่นกลายเป็นของเหลวหรือน้ำมัน[33]

การจัดการขยะด้วยวิธีการเผาในเตาขยะพลังงานชีวมวล จะช่วยมลพิษต่าง ๆ ได้แล้วยังสามารถนำขยะที่เหลือจากการเผาแล้วมาใช้ประโยชน์คือ พลังงานความร้อน น้ำส้มควันไม้ หรือทำเป็นปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด และน้ำมันเบนซินใช้กับเครื่องตัดหญ้า หรือนำกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาขยะได้อีก สอดคล้องการนำแนวคิดและวิธีการปฏิบัติเพื่อลดการใช้พลังงาน ซึ่งอยู่ในยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว จึงได้นำนวัตกรรมเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลมาใช้ประโยชน์

การเผาขยะในเตาที่ได้ออกแบบมาให้มีคุณสมบัติพิเศษ โดยคำนึงความประหยัด การลดต้นการจัดการขยะและลดการใช้พลังงานน้ำมันหรือแก๊ส และนอกจากนี้ ยังถูกออแบบให้เหมาะสมการเผาขยะกับขยะที่มีอัตราความ ชื้นสูง มีค่าความร้อนที่แปรผัน เนื่องจากเตาเผาไม่ได้ตั้งไว้ในโรงเรือน การเผาไม้จะต้องมีการคุมด้วยเตาเผาซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ เพื่อป้องกันไม่เกิดมลหรือลดมลพิษไม่ให้รบกวนประชาชน และต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซพิษ เขม่าควัน กลิ่น เป็นต้น จะถูกเผาไหม้ด้วยความร้อนสูงกำจัดเขม่าควันได้ตามกฎหมายควบคุม ก่อนจะปล่อยสู่บรรยากาศ

---

[33] ลำดับที่ 33 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ, ผู้บริหารส่วนองค์การบริหารตำบล, วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ภาพที่ 4.16 แสดงผลการเผาเปลือกผลไม้ เศษผลไม้และกิ่งไม้

ที่มา : คณะผู้วิจัย

ส่วนขยะที่เหลือจากการเผาไม้มีปริมาณ 10% และน้ำหนักประมาณ 25–30% ของขยะที่ส่งเข้าเตาเผาและขี้เถ้าประกอบ ด้วยเศษพลาสติกคือ จะถูกน้ำมาบดให้ละเอียดตามสูตร คือ

1. อีเอ็ม 10 เปอร์เซ็น
2. ใบไม้แห้ง 40 เปอร์เซ็น
3. มูลสัตว์ 20 เปอร์เซ็น
4. ขยะที่เหลือจากพลาสติก 10 เปอร์เซ็น
5. จากเปือกผลไม้หรืออื่น ๆ 10 เปอร์เซ็น
6. แป้งมัน 10 เปอร์เซ็น

จากการทดสอบประเมินประสิทธิเตาเผาขยะ โดยเริ่มจากการศึกษาคุณลักษณะของเตาเผาขยะมีคุณสมบัติต่างจากเตาเผาขยะทั่วไปอย่างไร และมีจุดเด่น จุดที่ต้องพัฒนาต่อ และเชื้อเพลิงที่จะทำนำมาใช้เป็นเชื้อชนิดใดเป็นข้อมูลพื้นที่ได้ลงพื้นที่สำรวจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากตัวแทนคณาจารย์ ผู้บริหารองค์การที่มีส่วนรับผิดชอบด้านการจัดการขยะ และตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมทั้งกระบวนการทำของเตาเผา การใช้งานมีความซับซ้อนจนเกิดความยุ่งยากสำหรับผู้ปฏิบัติ ตลอดถึงค่าบำรุงรักษา และการติดตั้งต้องเน้นการใช้ประโยชน์เกิดความคุ้มค่า นอกจากนี้ ยังรวมถึงกระบวนการทำงานของเตาเผาแต่ละขั้นตอน มีความเหมาะกับสถานที่ จึงเป็นที่มาของ“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสอดคล้องนโยบายภาครัฐที่ส่งเสริมให้มีการบริหารจัดขยะเป็นไปตามกระบวนการเผาไหม้ ได้มาตรฐานและลดมลภาวะทางอากาศ

การศึกษากระบวนการเผาไหม้หมายถึง การเผาไหม้ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ มีการผสมผสานกับออกซิเจน จึงเกิดพลังงานค่าความร้อน ซึ่งเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล จะมีช่องเล็ก ๆ ในห้องเผาไหม้เกิดการไหลเวียนของอากาศหรือเรียกว่าช่องระบายอากาศก็ได้ เมื่อจุดไฟแล้วเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและออกซิเจน ค่าความร้อนก็จะไหลขึ้นมาไหลกลับลงไปด้านล่างและเกิดการเผาไหม้อีกรอบ และที่สำคัญเป็นเตาเผาขยะที่ไม่ต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงเน้นความประหยัด

และลดต้นทุนการบริหารจัดการขยะ ซึ่งเป็นจุดเด่นของเผาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นเตาเผาขยะต้นแบบและสามารถใช้งานจริงจากการทดสอบเขาขยะแบบรวมและแบบขัดแยกขยะเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะที่เผาแล้ว

ในเมื่อเตาเผาขยะชนิดนี้ มีจุดที่ต่างจากเผาเผาขยะชนิดอื่น ก็ย่อมมีจุดอ่อนหรือจุดที่ต้องพัฒนาคือ เป็นเตาเผาขยะที่มีขนาดเล็ก ใช้แรงงานคนควบคุมการเผาไหม้และใช้เชื้อจากขยะแห้ง อาจจะทำให้ขาดแคลนขยะแห้งที่จะนำมาเป็นทำเชื้อเพลิงการเผาไหม้ได้ เนื่องจากเป้าหมายการพัฒนาเตาเผาขยะชนิดนี้เพื่อชุมชนขนาดเล็กคือ หนึ่งหมู่บ้าน หนึ่งเตาเผา หรือหนึ่งวัดหนึ่งเตาเผาตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ฉะนั้น การจัดการขยะด้วยการเผาเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้มากสุดในขณะนี้ ถ้าหากบริหารจัดการไม่ได้มาตรฐานหรือไม่สามารถควบคุมการเผาไหม้ด้วยค่าความร้อน ตั้งแต่ 600-100 องศาเซลเซียส ก็จะเกิดเขม่าควัน ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.4 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน หรือเผาขยะเสร็จแล้ว ยังมีเศษขยะที่เหลือจากการเผาไหม้ตกค้างเหลืออยู่คือ เศษพลาสติกเหล่านี้ จะทำเป็นไรจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่ปล่อยทิ้งไว้จนกลายเป็นวัฏจักรวงจรของขยะล้นเมืองได้ เช่นเศษขยขวดพลาสติก ถุงพลาสติก เป็นต้น เมื่อถูกย่อยสลายกลั่นเป็นน้ำมันแล้ว จะมีลักษณะเป็นก้อนสีดำ ถ้าหากปล่อยทิ้งไว้ก็จะเป็นปัญหาที่ต้องตามแก้ไขกันอีก

4.4 องค์ความรู้จากการวิจัย

เป้าหมายที่ศึกษาและการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อระดับของความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม การปรับเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวกับการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง ที่ต้องการให้บุคลากร และประชาชนทั่วไปได้ให้ความสำคัญปัญหาขยะและจะบริหารจัดการขยะที่เหลือ โดยนำผลที่ได้จากการพัฒนาเตาเผาขยะกำหนดเป็นเป้าหมายใหม่ในการพัฒนาเป็นนวัตกรรมเผาขยะใหม่ อาจจะเป็นกระบวนการพัฒนาที่ต่อยอดจากโครงการเดิม หรือเริ่มต้นโครงการใหม่เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการขยะสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะ จึงนำผลมาสรุปเป็นองค์ความรู้จากการวิจัย

ภาพที่ 4.17 แสดงองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย

ที่มา : คณะผู้วิจัย

จากแผ่นภาพองค์ความ ถ้าหากมีการบริหารจัดการขยะ และมีการคัดแยกขยะแต่ละประเภท และจัดถังขยะให้ทิ้งในถังมีสีถังเป็นสัญญลักษณ์ ก่อนจะนำไปเผาในเตาเผาขยะเป็นเตาเผาที่ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้ขยะชีวมวล หรือขยะแห้งเผาขยะเปียกและผลพลอยได้จากการเผาพวกขยะพลาสติก ถุงพลาสติก เกิดการควบแน้นกลั่นเป็นน้ำมัน นอกจากนี้ยังได้ส้มควันไม้จากการเผากิ่งไม้สด ได้กรดไพโรลิกเนียส เป็นของเหลวใส สีน้ำตาล มีกลิ่นควันไฟ จากการควบแน่นของควันที่เกิดจากการเผาไม้ให้กลายเป็นถ่านในสภาวะที่มีออกซิเจน ส่วนเศษอาหาร เช่น เศษข้าว เศษขนมปัง ก้างปลา เปลือกไข่และเปลือกผลไม้ ก็นำไปทำเป็นปุ๋ยหมักใช้กับการเกษตรหรือนำขยะจากการเผาไหม้เศษพลาสติกที่เหลือสามารถนำมาบดให้ละเอียดผสมกับมูลสัตว์ อีเอ็มตามสูตรที่คำนวณไว้ หลังจากนั้นก็นำไปเข้าเครื่องอัดเม็ดจนกลายเป็นปุ๋ยชีวภาพ จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเผาไหม้และผลการทดสอบเผาขยะแบบคัดแยกและแบบไม่ได้คัดแยกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ผลพลอยได้จากการเผาขยะในเตาเผาขยะ ดังนี้

เตาเผาขยะพลังงานชีวมวล
ต้นแบบ

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีจุดเด่นตามลำดับคือ

1. มีขนาดเล็ก เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานเป็นเตาเผาลดมลพิษ
2. ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
3. สร้างมาตรฐานและการปรับเปลี่ยนทัศนคติการจัดการขยะ
4. สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ
5. ผลพลอยจากการเผาขยะพลาสติกและเถ้าถ่านจากเศษไม้

ผลพลอยได้จากการเผาขยะ
พวกพลาสติก

การพัฒนาเตาเผาขยะ ไม่คาดหวังผลกำไรในการสร้างรายได้ ซึ่งผลพลอยจากการเผาขยะคือ น้ำมันเบนซินใช้ขยะพลาสติกประมาณ 100 กิโลกรม จะได้น้ำมันประมาณ 1 ลิตร ขึ้นอยู่กับจำนวนพลาสติกเป็นปัจจัยหลักในการผลิต

หากมองถึงการปรับเปลี่ยนทัศนคติการจัดการขยะแนวใหม่ มาจากความต้องการผลิตเตาเผาขยะและนำไปใช้ประโยชน์จริง ๆ และช่วยลดปัญหาขยะตามวัตถุประสงค์คือ หนึ่งมหาวิทยาลัย หนึ่งเตาเผา หนึ่งชุมชน หนึ่งเตาเผา และหนึ่งวัด หนึ่งเตาเผา

ผลพลอยได้จากการเผาเศษไม้
กิ่งไม้สด ได้น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ หรือกรดไพโรลิกเนียส เป็นของเหลวใส มีสีน้ำตาล มีกลิ่นควันไฟ ได้จากการควบแน่นของควันที่เกิดจากการเผาไม้ให้กลายเป็นถ่านในสภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด มีอุณหภูมิในเตาอยู่ระหว่าง 300 - 400 องศาเซลเซียส เมื่อนำของเหลวที่ได้จากการควบแน่นมาเก็บในที่ร่มประมาณ 3 เดือน เพื่อให้เกิดการตกตะกอน จะได้น้ำส้มควันไม้

ผลพลอยได้จากการคัดแยกเศษอาหารทำเป็นน้ำหมักชีวภาพ

การทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารที่เหลือจากหอฉัน แต่ละวันมีเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ เศษข้าว เศษขนมปัง ก้างปลา เปลือกไข่ และเปลือกผลไม้ คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใส่ถังปิดฝาให้สนิท และสามารถเติมได้ ทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน

ปุ๋ยชีวภาพจากเศษขยะ

ส่วนขยะที่เหลือจากการเผาไม้มีปริมาณ 10% และน้ำหนักประมาณ 25–30% ของขยะที่ส่งเข้าเตาเผาและขี้เถ้าประกอบด้วยเศษพลาสติก คือ จะถูกน้ำมาบดให้ละเอียดตามสูตร คือ

1. อีเอ็ม 10 เปอร์เซ็น
2. ใบไม้แห้ง 40 เปอร์เซ็น
3. มูลสัตว์ 20 เปอร์เซ็น
4. ขยะที่เหลือจากพลาสติก 10 เปอร์เซ็น
5. จากเปือกผลไม้หรืออื่น ๆ 10 เปอร์เซ็น
6. แป้งมัน 10 เปอร์เซ็น

ภาพที่ 4.18 แสดงผลพลอยได้จากการเผาขยะและนำไปใช้ประโยชน์

ที่มา : คณะผู้วิจัย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะ 2) เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

5.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ศึกษาข้อมูลจาก (Documentary Research) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ควบคู่กับการวิจัยเชิงปฏิบัติการภาคสนาม (Action Research) มุ่งเน้นการศึกษาแหล่งข้อมูลแหล่งกำเนิดขยะและการบริหารจัดการขยะ เพื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ สร้างกระบวนการพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 1) วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน 2) การศึกษาในเชิงเอกสาร (Documentary study) 3) การวิจัยเชิงปฏิบัติภาคสนาม (Action Research) และ 4) การออกแบบควบคุมสารพิษจากการเผาขยะ โดยดำเนินการตามรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน 1) ขั้นเตรียมการ วางแผน (Planning) 2) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Action) 3) ขั้นการสังเกต (Observation) 4) การสะท้อนผล (Reflection) เกิดผลลัพธ์จากการปฏิบัติการณ์ (Outcome) ได้รับรู้ถึงปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจากขยะที่สะสมในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ระยะที่ 2 การศึกษาในเชิงเอกสาร รวบรวมข้อมูลจากเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ 1) ศึกษาแนวคิด และทฤษฎี วรรณกรรม 2) ศึกษารูปแบบการจัดการขยะและมลพิษจากขยะในมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา 3) วิเคราะห์แนวคิดการออกแบบและการ“พัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”ในการจัดการขยะ เพื่อยับยังกลิ่น เขม่าควัน และสารพิษชนิดต่าง ๆ 4) คณะผู้วิจัย สรุปผลการศึกษาทั้ง 3 ส่วน ที่ได้ศึกษามา ไปยืนยันข้อมูลร่วมกับผลการ วิจัยภาคสนาม และการยืนยันความถูกต้องของข้อมูล

ระยะที่ 3 การวิจัยเชิงปฏิบัติภาคสนาม (Action Research) มีส่วนเกี่ยวข้องกับประเด็นในการวิจัย ได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาไว้ดังนี้ 1) ศึกษาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับบริบท มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หรือการบริหารจัดการขยะ ชุมชนตำบลลำตาเสา อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 2) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลชิงปราการณ์ การสัมภาษณ์ และสัมมนาจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ (1) ผู้บริหาร มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย (2) วิศวกร (3) ตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม (4) ผู้นำชุมชน (5) สัมมนาเชิงปฏิบัติการ 3) การพัฒนาและทดลองใช้วัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 4) วิเคราะห์ผลการควบคุม และเพื่อลดมลพิษทางอากาศชนิดต่าง ๆ จากการเผาขยะ 5) การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีกลุ่มเป้าหมายเข้าร่วมสัมมนาและเป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ระยะที่ 4 การออกแบบควบคุมสารพิษจากการเผาขยะ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการออกแบบและการควบคุมสารจากการเผาขยะ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีสุดในการกำจัดขยะ เนื่องจากขยะเป็นปัญหาในทุกชุมชน โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชาชน จึงเป็นสาเหตุให้มีการควบคุมการกำจัดขยะ โดยใช้เตาเผาขยะที่ไม่สามารถมลพิษทางอากาศและสุขภาพประชาชน โดยการออกแบบและควบคุมประสิทธิของเตาเผาขยะ

การวิจัยเป็นแบบเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ศึกษาข้อมูลจาก (Documentary Research) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ควบคู่กับการวิจัยเชิงปฏิบัติการภาคสนาม (Action Research) มุ่งเน้นการศึกษาแหล่งข้อมูลแหล่งกำเนิดขยะและการบริหารจัดการขยะ เพื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ สร้างกระบวนการพัฒนา (Research and Development) รวบรวมข้อมูลจากสัมภาษณ์ 21 รูป/คน สัมมนาเชิงปฏิบัติการ 9 รูป/คน และได้กลุ่มตัวอย่างจากการทดลองเผาขยะจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) 1,000 กิโลกรัม 2) 100 กิโลกรัม 3) 50 กิโลกรัม 4) 50 กิโลกรัม

5.2 สรุปผลวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยขอสรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้การวิจัย ดังนี้

1. สภาพปัญหาการจัดการขยะ แหล่งกำเนิดขยะส่วนมาก เกิดจากการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ การเพิ่มขึ้นของอาคาร จำนวนบุคลากรเข้ามาปฏิบัติหน้าที่ ก็ยิ่งทำให้มีขยะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งขยะเหล่านี้มีทั้งขยะทั่วไปและมูลฝอย ขยะอันตนาย แต่ละประเภทมีลักษณะ แตกต่างกัน ดังนี้ 1) คัดแยกประเภทขยะ ได้แก่ (1) ขยะเศษอาหาร (2) ขยะรีไซเคิล (3) ขยะประเภทวัสดุ เศษไม้ ใบไม้ (4) ขยะอันตราย (5) ขยะที่ไม่สามารถนำรีไซเคิลได้ 2) แนวทางการจัดการขยะ กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนใช้วิธีการ ดังนี้ (1) การกำหนดชนิด ประเภทและขอบเขตของสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ประโยชน์ (2) ทางมหาวิทยาลัย ได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการเรียนการสอนบูรณาการด้วยกิจกรรม

ต่าง ๆ (3) การควบคุมในการกำจัด บำบัดของเสียและมลพิษจากกิจกรรมการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม 3) แนวทางแก้ปัญหาขยะ ด้วยการคัดแยกขยะใช้ลักษณะสีของถังขยะสัญลักษณ์ ดังนี้ (1) สีเขียว สำหรับใส่ขยะเปียก (2) สีน้ำเงิน สำหรับขยะทั่วไป ย่อยสลายยากได้อยาก (3) สีเหลือง สำหรับขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล (4) สีแดง สำหรับขยะอันตราย 4) แนวทางการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการดำเนินงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการขยะในทางที่ดีขึ้น พัฒนาขึ้นมา มีขนาดเล็ก ติดตั้งได้ง่าย ไม่มีระบบซับซ้อน และไม่ต้องใช้น้ำมันหรือแก๊ส แต่ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปียกและสามารถลดมลภาวะทางอากาศลงได้

2. พัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 1) การพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล วัสดุของตัวของเตาเผาทำด้วยเหล็กชนิดพิเศษ สามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน ดังนี้ (1) การติดตั้ง และการใช้งาน บำรุงรักษาง่าย (2) การเผาขยะ สามารถเผาต่อเนื่อง ไม่ต้องใช้น้ำมันหรือแก๊ส (3) เตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน เป็นเตาเผาขยะขนาดเล็กและออกแบบเฉพาะ (4) ขั้นตอนการออกแบบใช้กราฟิกฐานในการขึ้นรูปเตา 2) เตาเผาขยะพลังงานชีวมวลเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม/สร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะ เพื่อลดการใช้พลังงานน้ำมัน หรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิง ใช้พลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้าหากสามารถคัดแยกแต่ละประเภทได้ก็จะมีประโยชน์และสร้างรายได้หรืออาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ทางด้านวัสดุพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้กักเก็บความร้อนเป็นแก๊สหุงต้มไว้ใช้ในครัวเรือนได้

3. ประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลลัพธ์ของการทดลองเผาขยะมาเทียบกับเป้าหมายที่ต้องการ คุณลักษณะของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล กระบวนการเผาไหม้ ระบบเผาไหม้แบบผสมไม่มีการคัดแยกขยะ ตัวชี้วัดผลคือ สามารถจัดการกับขยะได้ตามกรอบที่กำหนดไว้ และมีการเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเผาขยะแบบคัดแยกและไม่ได้คัดแยกขยะ ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยอภิปรายตามวัตถุประสงค์และผลทดสอบตามสมมุติฐานดังนี้

จากผลวิจัยเชิงคุณภาพที่พบว่า สภาพปัญหาการจัดการขยะ แหล่งกำเนิดขยะส่วนมากเกิดจากการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ การเพิ่มขึ้นของอาหาคาร จำนวนบุคลากรเข้ามาปฏิบัติหน้าที่ ก็ยิ่งทำให้มีขยะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งขยะเหล่านี้มีทั้งขยะทั่วไปและมูลฝอย ขยะอันตนาย แต่ละประเภทมีลักษณะ แตกต่างกัน ดังนี้ 1) คัดแยกประเภทขยะ ได้แก่ (1) ขยะเศษอาหาร (2) ขยะรีไซเคิล (3) ขยะประเภทวัสดุ เศษไม้ ใบไม้ (4) ขยะอันตราย (5) ขยะที่ไม่สามารถนำรีไซเคิลได้ 2) แนวทางการจัดการขยะ กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนใช้วิธีการ ดังนี้ (1) การกำหนดชนิด ประเภทและขอบเขตของสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ประโยชน์ (2) ทางมหาวิทยาลัย ได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการเรียนการสอนบูรณาการด้วยกิจกรรมต่าง ๆ (3) การควบคุมในการกำจัด บำบัดของเสียและมลพิษจากกิจกรรมการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม 3) แนวทางแก้ปัญหาขยะ ด้วยการคัดแยกขยะใช้ลักษณะสีของถังขยะสัญลักษณ์ ดังนี้ (1) สีเขียว สำหรับใส่ขยะเปียก (2) สีน้ำเงิน สำหรับขยะทั่วไป ย่อยสลายยากได้อยาก (3) สีเหลือง สำหรับขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล (4) สีแดง สำหรับขยะอันตราย 4) แนวทางการพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการดำเนินงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการขยะในทางที่ดีขึ้น พัฒนาขึ้นมา มีขนาดเล็ก ติดตั้งได้ง่าย ไม่มีระบบซับซ้อน และไม่ต้องใช้น้ำมันหรือแก๊ส แต่ใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิงเผาขยะเปียกและสามารถลดมลภาวะทางอากาศลงได้

นอกจากนี้ ปัจจัยบริบท การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อค้นพบของ**อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย และคณะ**[1] ที่พบว่า รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย มีการเก็บและขนขยะทุก 2 วันการสร้างเครือข่ายคัดแยกขยะ ด้วยวิธีการบอกปากต่อปาก การพัฒนาการบริหารจัดการขยะมูลฝอย ควรมีการประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการสร้างเครือข่ายการคัดแยกขยะอย่างสม่ำเสมอ มีหน้าที่ในการให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการขยะชุมชน รณรงค์ให้คนในชุมชนแยกขยะจนเป็นนิสัย เปิดโอกาสให้ทุกคนเข้ามามีส่วนร่วมในการนำเสนอวิธีการจัดการขยะมูลฝอย รับรู้และเรียนรู้วิธีการย่อยสลายขยะอย่างต่อเนื่องพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยทางบวก คือ การแยกขยะ ขวดน้ำพลาสติก และกระดาษทุกชนิด ส่วนทางลบ คือ มีการทิ้งขยะทุกชนิดลงบนพื้นถนน แหล่งน้ำและที่สาธารณะ และมีการเทน้ำมันที่ใช้แล้วทิ้งลงในถังขยะและบนดิน ขาดจำสำนึกในหน้าที่ที่ต้องมีการแยกประเภทขยะมูลฝอย และการเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย มีการใช้เครื่องสับย่อยสลายขยะเปียกและขยะแห้ง และสอดคล้องกับ Carolina Armijo

[1] อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, และคณะ,การบริหารจัดการขยะและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษา อบต.ไร่ส้ม จ.เพชรบุรีรายงานผลงานวิจัย,2556) หน้า 1.

de Vega, Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto ได้ศึกษาเกี่ยวกับสถาบันการศึกษาของชาวเมกซิกันกับโปรแกรมการจัดการขยะมูลฝอย : กรณีศึกษาเป็นมหาวิทยาลัย ผลการศึกษา สรุปได้ว่า ประเทศเมกซิโกมีโอกาสในการจัดการขยะมูลฝอยให้มีความยั่งยืนได้ยากมาก สิ่งที่สถาบันการศึกษาควรปฏิบัติคือ การจัดอบรมให้อาจารย์ มีความรู้และวิธีการในการจัดการขยะมูลฝอยและการรีไซเคิล มีการจัดกิจกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยภายในสถาบัน การแยกขยะมูลฝอยในส ถาบัน มีการรณรงค์ให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในโครงการที่มีกิจกรรมการรีไซเคิลและการลดปริมาณขยะมูลฝอยสนับสนุนและจัดให้นักศึกษาได้มีโอกาสเยี่ยมชมศูนย์การรีไซเคิลและสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยของเมือง เป็นต้น[2] และสอดคล้องกับ **Simkins G. and Noian A.** ได้ศึกษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยผลการศึกษาสรุปได้ว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยจะดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ กรอบแนวคิดของระบบการจัด การการตั้งเปูาหมายการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น งบประมาณในการจัดการที่เพียงพอ การให้ความรู้ความเข้าใจ และการสร้างทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยกับนักศึกษาและบุคลากร[3]

นอกจากนี้ พัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบพลังงานชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ **กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม**[4] พบว่า ปัญหามลพิษจากการเผาในที่โล่ง จึงได้พัฒนาเตาเผาขยะชีวมวลสำหรับชุมชนอย่างง่าย หรือ “เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน” ที่มีต้นทุนต่ำเพื่อให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำไปใช้กำจัดของเหลือทิ้งจากการเกษตรที่เป็นขยะชีวมวลแทนการเผาในที่โล่ง โดยได้พัฒนารูปแบบและทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ จนได้ต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูง ปล่อยก๊าซพิษจากการเผาน้อยมากเมื่อเทียบกับการเผาในที่โล่งแบบเดิม ๆ และเพื่อให้มีการนำไปใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาและลดมลพิษหมอกควันจากการเผาในที่โล่งได้อย่างเป็นรูปธรรม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยความร่วมมือกับสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดได้ดำเนินการคัดเลือกและส่งมอบเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดให้มีการติดตามและประเมินผลการใช้งาน “เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน” แทนการเผาในที่โล่ง เพื่อประเมิน

---

[2] Carolina Armijo de Vega, Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto (2003). Mexican educational institutions and waste Management programmes a Universitcase study. Resources, Conservation and Recycling Vol. 39, Issue 3. October. p. 283-296.

[3] Simkins G. and Noian A. (2004). Environmental Management Systems in University. Occational Paper for the Environmental Association for Universities and colleges, March Stp 1-16

[4] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดย สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย “โครงการติดตามประเมินผลการใช้ “เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน” แทนการเผาในที่โล่ง ในการปฏิบัติงานการป้องกันปัญหาหมอกควันในภาคเหนือของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม”, 2558, หน้า 1.

ความเหมาะสมของการนำเตาเผาไปใช้เพื่อการการจัดวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร จากการใช้งานในพื้นที่จริง เพื่อให้การป้องกันปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น ต่อไปวัตถุประสงค์ของโครงการประเมินผลการนำเตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน ไปใช้แทนการเผาในที่โล่งในชุมชนพื้นที่เสี่ยงภัยปัญหาหมอกควัน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนใช้ประโยชน์ในการป้องกันปัญหาหมอกควันภาคเหนือต่อไป

นอกจากนี้ ประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ **อัศวิน สืบนุการณ์** พบว่า อุณหภูมิหองเผาไหมมีค่าต่ำสุด และสูงสุดอยูที่ 150 และ 1,100 o C ตามลำดับ และพบวาในการเผาโดยไมใชเหล็กกาง่ปลาในห่องเผาไหมอุณหภูมิสูงสุดอยูที่ 450 o C และอุณหภูมิต่ำสุดอยูที่ 80 o C อัตราการเผาลดลงมาที่ 40.5 kg/h จากการติดตั้งเหล็กกาง่ปลา (Bar Rake) ใน ห่องเผาไหมเพื่อช่วยเพิ่มความพรุนในกองขยะที่เขาเผาอัตราการเผาสามารถเพิ่มสูงขึ้นที่คาเฉลี่ย 14 kg/h หรือ 2.74 ton/d[5]

สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย พบว่า การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การบริหารจัดการขยะ และมีการคัดแยกขยะแต่ละประเภทและจัดถังขยะให้ทิ้งในถังมีสีถังเป็นสัญลักษณ์ ก่อนจะนำไปเผาในเตาเผาขยะเป็นเตาเผาที่ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้ขยะชีวมวลหรือขยะแห้งเผาขยะเปียก

ผลพลอยได้จากการเผาพวกขยะพลาสติก ถุงพลาสติก เกิดการควบแน่นกลั่นเป็นน้ำมัน นอกจากนี้ยังได้ส้มควันไม้จากการเผากิ่งไม้สด ได้กรดไพโรลิกเนียส เป็นของเหลวใส สีน้ำตาล มีกลิ่นควันไฟ จากการควบแน่นของควันที่เกิดจากการเผาไม้ให้กลายเป็นถ่านในสภาวะที่มีออกซิเจน ส่วนเศษอาหาร เช่น เศษข้าว เศษขนมปัง ก้างปลา เปลือกไข่และเปลือกผลไม้ ก็นำไปทำเป็นปุ๋ยหมักใช้กับการเกษตรหรือนำขยะจากการเผาไหม้เศษพลาสติกที่เหลือสามารถนำมาบดให้ละเอียดผสมกับมูลสัตว์ อีเอ็มตามสูตรที่คำนวณไว้ หลังจากนั้นก็นำไปเข้าเครื่องอัดเม็ดจนกลายเป็นปุ๋ยชีวภาพ จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเผาไหม้และผลการทดสอบเผาขยะแบบคัดแยกและแบบไม่ได้คัดแยก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ผลพลอยได้จากการเผาขยะในเตาเผาขยะ

จากข้อค้นพบดังกล่าว มีจุดเด่น ดังนี้ 1) มีขนาดเล็ก เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานเป็นเตาเผาลดมลพิษ 2) ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 3) สร้างมาตรฐานและการปรับเปลี่ยนทัศนคติการจัดการขยะ 4) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเผาขยะ 5) ผลพลอยจากการเผาขยะพลาสติกและเถ้าถ่านจากเศษไม้

---

[5] อัศวิน สืบนุการณ์, การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก, วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544), หน้า 1.

5.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

1) จากผลวิจัยพบว่า ปัจจัยบริบทสภาพปัญหาการจัดการขยะ มีความเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะ ดังนั้นการส่งเสริมการจัดการลดปริมาณขยะในมหาวิทยาลัยนั้น โดยทุกหน่วยงานในมหาวิทยาลัย ควรให้ความสำคัญกับการจัดการขยะ

2) นำชุดความรู้เกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างความร่วมมือทางวิชาการ และส่งเสริมให้เป็นนโยบายภาครัฐต่อไป

3) จากผลการวิจัยพบว่า ผลลัพธ์ของการทดลองเผาขยะมาเทียบกับคุณลักษณะของเตาเผาขยะพลังงานชีวมวล กระบวนการเผาไหม้ ระบบเผาไหม้แบบผสมไม่มีการคัดแยกขยะ ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรนำผลการวิจัยครั้งนี้ ไปสร้างโมเดลต้นแบบ ทดลองใช้กับพื้นที่ชุมชนอื่นๆ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในขนาดต่าง ๆ ในเขตชุมชนเมืองในกรุงเทพมหานครและชุมชนเมืองในต่างจังหวัด เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับพื้นที่แต่ละแห่ง

3) ควรทำวิจัยสร้างเกณฑ์ตัวชี้วัด พัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อหาองค์ประกอบตัวชี้วัดพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติ เป็นแนวทางในการออกแบบเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไป

บรรณานุกรม

1. ภาษาไทย

ก. ข้อมูลปฐมภูมิ

มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. พระไตรปิฎกภาษาภาษาบาลี ฉบับ มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. **กรุงเทพมหานคร : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. 2535.**

_____. พระไตรปิฎกภาษาไทย ฉบับ มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ. **กรุงเทพมหานคร : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. 2539.**

ข. ข้อมูลทุติยภูมิ

(1) หนังสือ :

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. **มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม**. 2008. อ้างถึงใน ณัฐธิดา ตันติสังวรากูร, 2555.

_____. **คู่มือประชาชน การคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า**. กรุงเทพฯ: ฮีซ์, 2559.

_____. **แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 – 2564).** กรุงเทพฯ : แอคทีฟพริ้นท์, 2559.

_____. **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2560.** กรุงเทพฯ : วงศ์สว่าง พับลิซชิ่ง แอนด์พริ้นติ้ง, 2561.

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. **การวางแผนพัฒนา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ส่วนท้องถิ่น, 2550.

_____. **คู่มือปฏิบัติงานด้านการจัดการขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่องค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่น.** กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2561

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดย **สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** “โครงการติดตามประเมินผลการใช้เตาเผาขยะชีวมวลไร้ควัน”. แทนการเผาในที่โล่ง ในการปฏิบัติงานการป้องกันปัญหาหมอกควันในภาคเหนือของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม”, 2558.

ขวัญกมล ขุนพิทักษ์. **การจัดการมูลฝอย** (solid waste management). สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2551**.**

ทวีป พลเสน. **สำนักงานรักษาความสะอาด**. กรุงเทพฯ : 2558.

ปิ่น มุทุกันต์. พ.อ. **แนวสอนธรรมะตามหลักสูตรนักธรรมตรี.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหามงกุฎราชวิทยาลัย, 2535.

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. **พฤติกรรมกลุ่ม**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2542.

พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตฺโต). **พุทธธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 9.** กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย. 2543.

_____. **ธรรมะกับการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 3**. กรุงเทพฯ : สุขภาพใจ, 2543.

_____. **พุทธธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 6**. ฉบับปรับปรุงและขยายความ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2538.

_____. **พุทธธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 9**. กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณราช วิทยาลัย, 2542.

พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตโต). **ธรรมนูญชีวิต**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมการศาสนา, 2545.

พุทธทาสภิกขุ. **ฆราวาสธรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุขภาพใจ, 2537.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. **ความรู้คู่คุณธรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ว.วชิรเมธี. **คนสำราญงานสำเร็จ**. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อมรินทร์, 2551.

สำนักงานรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร., 2538. **มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม.** 2008 อ้างในณัฐธิดา ตันติสังวรากูร, 2555. กรมควบคุมมลพิษ, 2554.

สำนักนโยบายและแผนงานสิ่งแวดลอม. **รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม พ. ศ. 2538–2539.** ม. ป. ท. ม. ป. ป. สำนักงานรักษาความสะอาดกรุงเทพมหานคร. กองวิชาการ. การจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร.ทองถิ่น. 32, 2545.

(2) วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ :

วิเชียร พกเพียร. “การสร้างแบบทดสอบวัดคุณธรรมด้านอิทธิบาท 4 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6”. **วิทยานิพนธ์.** ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศรีนครินทราวิโรฒ, 2530.

ศราวุฒิ ทับผดุง. “ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรการลดปริมาณขยะมูลฝอยครัวเรือนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลที่ไม่มีการบริหารจัดการขยะมูลฝอย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก”, **วิทยานิพนธ์** หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนะเรศวร, 2563.

อัศวิน สืบนุการณ์. “การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก”. **วิทยานิพนธ์** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544.

(3) งานวิจัย :

นิภา มหารัชพงศ์ และคณะ. “การพัฒนารูปแบบการส่งเสริมความรอบรู้สุขภาพเกี่ยวกับการป้องกันตนเองเพื่อลดการ รับสัมผัสมลพิษของแรงงาน ในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง”. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยบูรพา, 2561.

เพียงตะวัน พลอาจและศุภฤกษ์ ธาราพิหักษ์วงศ์. “การมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของกลุ่มผู้สูงอายุชุมชนริมเหนือ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่”. **รายงานวิจัย**, 2560.

ไพบูลย์ แจ่มพงษ์ได้ศึกษา. “การใช้ประโยชน์และการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนประชาชนตำบลสวนหลวง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม”. **รายงานวิจัย,** ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2555.

เมตตา เก่งชูวงศ์. “การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อประชาชน ในเขตชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคาม”. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2561.

ลินิน พูนผล และคณะ. “การสร้างบุคคลต้นแบบในจัดการมูลฝอยโดยอาศัยแรงจูงใจให้แกนนำชุมชนมีส่วนร่วม ชุมชนสามัคคีธรรม เทศบาลตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา”. **รายงานวิจัย.** 2557.

ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์, “การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่”. **รายงานวิจัย,** 2562.

ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์. “การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการขยะครบวงจรด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่”. **รายงานวิจัย**, 2562.

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. “โครงการพัฒนาเตาผลิตถ่านชีวมวลและถ่านกัมมันต์ และเตาผิงมลพิษต่ำต้านภัยหนาว. **รายงานวิจัย,** 2560.

สุรศักดิ์ จิตประเสริฐ. “การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำส้มควันไม้แบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ”. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, 2551.

อรัญ ขวัญปาน และชนะกานต์ พงศาสนองกุล. “ประสิทธิภาพของของน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน”. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร, 2555.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย. และคณะ. “การบริหารจัดการขยะและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษา อบต.ไร่ส้ม จ. เพชรบุรีรายงานผลงานวิจัย, 2556.

(4) บทความ :

ปวิตรา ผลสุวรรณชัย. “การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการปรักปราของภาครัฐ : กรณีศึกษามลพิษทางอากาศ”. **วารสารธรรมศาสตร์.** ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2564) : 145.

(5) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ :

https://wonderwill.co.th/?gclid=EAIaIQobChMIg52C4Jf-_wIV0ZNmAh2DnwkKEAAYASAAEgI-OvD_BwE

https://www.greenpeace.org/thailand/story/8997 เข้าถึงข้อมูล 8 มิถุนายน 2566

โพสต์ดูเดย์, https://www.google.com/search?q= เข้าถึงข้อมูล 10 กรกฎาคม 2566

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564) . สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2565, จาก http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER3/DRAWER056/GENERAL/ DATA0000/00000679.PDF, 2566

กรมพลังงานทดแทน,ออนไลน์; จิรวรรณ เตียรสุวรรณ, และคณะ, 2552 http://rir.nrct.go.th/rir/?page=researcher&author_code=16254 เข้าถึงข้อมูล 8 มิถุนายน 2566

ราชบัณฑิตยสถาน., 2554พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. สืบค้น 13 สิงหาคม 2566, จาก http://www.royin.go.th/dictionary/

วิชชา ชาครพิพัฒน์. (2550). พลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.mea.or.th/internet/hdd/Vitcha.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 สิงหาคม 2566)

สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2566, ความหมาย/ประเภท/องค์ประกอบและสาเหตุของขยะมูลฝอย. สืบค้น 13 สิงหาคม 2566, จาก http://adeq.or.th/ขยะมูลฝอยคืออะไร

(6) สัมภาษณ์/สนทนากลุ่มเฉพาะ/สัมมนา :

ลำดับที่ 01 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสิ่งแวดล้อม, วันที่ 19 เมษายน 2566.

ลำดับที่ 02 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากวิทยาเขต มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 19 เมษายน 2566.

ลำดับที่ 03 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากวิทยาลัยสงฆ์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 19 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 04 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20, เมษายน 2566.

ลำดับที่ 05 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 06 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 07 สัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวด้านการจัดการขยะ, วันที่ 25 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 08 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 09 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 20 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 10 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 11 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 12 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 13 สัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากคณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, วันที่ 21 เมษายน 2566.

ลำดับที่ 14 สัมภาษณ์ รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล, อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566.

ลำดับที่ 15 สัมภาษณ์ นายกองค์การบริหารตำบล, อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา วันที่ 24 เมษายน 2566.

ลำดับที่ 16 สัมภาษณ์ ผู้ใหญ่บ้านและตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24เมษายน 2566

ลำดับที่ 17 สัมภาษณ์ ตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566

ลำดับที่ 18 สัมภาษณ์ ตัวแทนจากชุมชน อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน, 2566

ลำดับที่ 19 สัมภาษณ์, ตัวแทนจากชุมชน, อำเภอวังหน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 24 เมษายน 2566

ลำดับที่ 20 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 21 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากชุมชน วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 22 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากชุมชนและผู้นำชุมชน วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 23 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากชุมชนหมู่บ้านคลองใหม่พัฒนา วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 24 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนชุมจากองค์การบริหารสวนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 25 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวด้านสิ่งแวดล้อม วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 26 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ตัวแทนจากกรุงเทพมหานคร, วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 27 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 28 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 29 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 30 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 31 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, อาจารย์จากมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 32 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

ลำดับที่ 33 สัมมนาการพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สารไดออกซิน ฟิวแรนส์, วิศวกรผู้ออกแบบเตาเผาขยะ, ผู้บริหารส่วนองค์การบริหารตำบล, วันที่ 20 พฤศภาคม 2566

2. ภาษาอังกฤษ

Carolina Armijo de Vega. Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto 2003). Mexican educational institutions and waste Management programmes a Universitcase study. Resources, Conservation and Recycling Vol. 39, Issue 3. October. p. 283-296.

Carolina Armijo de Vega, Sara Ojeda-Benitez and Ma. Elizabeth Ramirez-Barreto (2003). Mexican educational institutions and waste Management programmes a Universitcase study. Resources, Conservation and Recycling Vol. 39, Issue 3. October. p. 283-296.

Larson, Silva and et al. " Sense of Place as a Determinant of People' s Attitudes Towards the Environment Implications for Natural Resources Management and Planning in the Great Barrier Reef, Australia", **Journal of Environmental Management,** 117 (3) (2014). : 226-234

Sadik, Fatma and Sadik, Semra, "A Study on Environmental Knowledge and Attitudes of Teacher Candidates", **Procedia -Social and Behavioral Science,** 116 (21) (2014). : 2379-2385.

Simkins G. and Noian A. (2004). Environmental Management Systems in University. Occational Paper for the Environmental Association for Universities and colleges, March Stp 1-16

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือวิจัย

ชุดที่ 1 .../ แบบสำรวจความต้องการ

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

****

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริม วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสัมภาษณ์เชิงลึกฉบับนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่อง **“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”** สำหรับผู้ให้ข้อมูลสำคัญในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งการเข้าไปมีส่วนร่วมในพื้นที่และดำเนินการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างนี้จะส่งผลให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นความจริงเพิ่มมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อสร้างเครือข่ายชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถามสัมภาษณ์เชิงลึก

ตอนที่ 2 แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างในการสัมภาษณ์เชิงลึก

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อศึกษา **“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”**

การถามครั้งนี้เป็นสิ่งที่มีคุณค่าและมีความสำคัญยิ่งต่อผลการศึกษาวิจัย จึงขอความกรุณาท่านตอบแบบสัมภาษณ์ทุกข้อตามความคิดเห็นของท่าน เพื่อความสมบูรณ์ในงานวิจัย ทางผู้วิจัยขอขอบคุณในความร่วมมือที่ดีของท่าน โดยข้อมูลจากแบบสอบถามดังกล่าวจะถูกเก็บเป็นความลับและจะใช้ประโยชน์เฉพาะการศึกษาวิจัยนี้เท่านั้น

กราบเรียน/เจริญพรมา ณ โอกาสนี้

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. และคณะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถามสัมภาษณ์เชิงลึก

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานะ

☐ พระภิกษุ ☐ ผู้บริหาร

☐ อาจารย์ ☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

3. ตำแหน่งบริหาร

☐ บริหารระดับต้น ☐ ผู้บริหารระดับกลาง

☐ ผู้บริหารระดับสูง ☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

4. ตำแหน่งทางวิชาการ

☐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ☐ รองศาสตราจารย์

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

5. อายุ

☐ 25-32 ปี ☐ 33-40 ปี ☐ 41-48 ปี

☐ 49-56 ปี ☐ มากกว่า 56 ปี

6. ระดับการศึกษา

☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก ☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

7. ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

☐ 2-4 ปี ☐ 5-7 ปี ☐ 8-10 ปี

☐ มากกว่า 10 ปี ☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

<u>ตอนที่ 2</u> แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างในการสัมภาษณ์เชิงลึก

<u>คำชี้แจง:</u> โปรดพิจารณาข้อคำถามต่อไปนี้แล้วให้ท่านให้คำตอบ

1. ปัจจุบัน ท่านบริหารจัดการขยะของสำนักงาน และในมหาวิทยาลัยอย่างไรบ้าง (กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน **“แก๊สซิไฟร์เออร์”** ไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลง และเป็นทางเลือกใหม่ ท่านคิดว่า ควรนำมาใช้กำจัดขยะในมหาวิทยาลัยหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบและเหตุ)

3. การบริหารจัดการขยะไม่เป็นไปหลักการ จึงเป็นสาเหตุที่เกิดมลภาวทางอากาศ และส่งกลิ่นรบกวนผู้มีที่อยู่อาศัยใกล้เคียง มีสาเหตุจากอะไรบ้าง (กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ท่านคิดว่า การคัดแยกขยะจากต้นทาง จะช่วยลดขยะในมหาวิทยาลัย และยังช่วยประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการจัดขยะ (กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ท่านคิดว่า เตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน **“แก๊สซิไฟร์เออร์”** จะเกิดประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย อย่างไรบ้าง (กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. การ “สร้างเครือข่ายการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง และกำจัดด้วยเตาเผาขยะพลังงานหมุนเวียน **“แก๊สซิไฟร์เออร์”** เชื่อมโยงไปสู่วิทยาเขต วิทยาลัยสงฆ์ และชุมชน ควรมีรูปแบบอย่างไรบ้าง (กรุณาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับ **“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”**

1. ด้านปัญหาการเกิดมลภาวะทางอากาศจาก “การบริหารจัดการขยะไม่เป็นไปหลักการ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ด้านอุปสรรคในการพัฒนาและทดลองใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

.....

3. ด้านแนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรค “สร้างเครือข่ายมหาวิทยาลัย และชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” สู่วิทยาเขต วิทยาลัยสงฆ์

.....

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ/เจริญพรทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้สัมภาษณ์

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. และคณะผู้วิจัย

ชุดที่ 2 .../ แบบคำถามในงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริม วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

****

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. และคณะ

แบบบันทึกการสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์

เรื่อง รูปแบบการพัฒนาเตาเผาศพอัจฉริยะเชิงพุทธวิถีสำหรับชุมชนเมือง

******

คำชี้แจง

แบบบันทึกการสนทนากลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อบันทึก **“การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”** แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับคู่มือการสนทนากลุ่ม

1. วันจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ วัน.....เดือน .....พ.ศ. 2566
2. สถานที่ ห้องประชุม.....
   .....
3. ผู้ดำเนินรายการ .....
4. ผู้บันทึกการสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์.....
5. ผู้ให้ข้อมูล.....
6. เวลา .....09.30 – 12.00 น.
7. วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย กล้องถ่ายรูป เทปบันทึกเสียง กล้องวีดีโอ สมุด ปากกา

ตอนที่ 2 กระบวนการสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์

1. การจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ ห้องประชุม .....
.....
..... โดยจัดเก้าอี้เป็นระดับ เว้นระยะห่าง (Social Distancing) ลดการแพร่กระจายเชื้อ COVID-19 ผู้ดำเนินรายการอยู่หน้าห้อง ผู้บันทึกการสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์อยู่ด้านหลัง และด้านข้างห้อง 2 คน

2. เสวนาก่อน เพื่อสร้างความคุ้นเคย

1.1 การกล่าวทักทาย แนะนำตนเอง และทีมงาน และผู้บริการทั่วไป และขอให้ผู้ให้ข้อมูลสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ แนะนำตนเองทุกคน

1.2 สัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์เกี่ยวกับบรรยากาศทั่วไป ในการบริหารความหลากหลาย

1.3 อธิบายถึงจุดมุ่งหมายในการจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์ วัตถุประสงค์ และกระบวนการในการซักถาม และขออนุญาตบันทึกเสียง และภาพวีดีโอ

เป้าหมายการจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์

1. เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3. เพื่อสร้างเครือข่ายชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ขอให้แสดงความคิดเห็นโดยอิสระ เพราะจะไม่มีการอ้างอิงรายบุคคลว่าใครเป็นคนพูด แต่จะนำเสนอความคิดเห็นเป็นภาพรวม

(1) ให้ความเชื่อมั่นว่า ข้อมูลในการเก็บรวบรวมครั้งนี้ จะไม่กระทบต่อการให้ข้อมูลแต่ประการใด

(2) ขออนุญาตบันทึกเทป เพราะจดรายละเอียดในประเด็นต่าง ๆ ไม่ทัน และจะไม่นำไปเผยแพร่ที่ใด นอกจากผู้วิจัยจะนำผลมาเปิดฟัง เพื่อสรุปความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลเท่านั้น

3. สนทนาซักถามความเข้าใจเบื้องต้น

4. สนทนาซักถามเพื่อให้ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะตามประเด็น โดยพยายามเปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น และควบคุมผู้ที่แสดงความคิดเห็นมากกว่าผู้อื่น เมื่อตั้งประเด็นในการซักถาม และผู้ให้ข้อมูลครบถ้วนแล้วจะยุติการซักถาม โดยมีข้อคำถามสำคัญ ดังนี้

1) ท่านคิดว่า “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ควรมีลักษณะเด่นอย่างไร

2) ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการขยะ มีลักษณะไหนบ้าง

3) ท่านคิดว่ามลภาวะทางอากาศ เกิดขึ้นจากการเผาขยะ มีสาเหตุเกิดจากอะไรบ้าง

4) ท่านคิดว่า “พัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ”ควรมีรูปแบบอย่างไร

5) การ“สร้างเครือข่ายชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” เชื่อมโยงไปสู่การพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในอนาคตได้อย่างไรบ้าง

5. เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ผู้ดำเนินรายการแสดงความรู้สึกซาบซึ้ง ที่ผู้ให้ข้อมูลได้เสนอความคิดเห็นที่มีคุณค่า “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

6. สรุปประเด็นหลักๆ ของการเก็บข้อมูลให้ผู้สนทนากลุ่มได้รับทราบ

7. กล่าวขอบคุณ มอบของที่ระลึก

8. ปิดการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการณ์

ตอนที่ 3 บันทึกข้อเสนอแนะ

1. ด้านปัญหาในการพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

2. ด้านอุปสรรค และกระบวนการประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

3. ด้านแนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรค การสร้างเครือข่ายชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

ชุดที่ 3 .../ แบบเข้าร่วมกิจกรรม (ยกร่างกิจกรรม)

การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Develop innovative Buddhist way of incinerator community that is environmentally

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริม วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

<u>คำชี้แจง</u>

เอกสารชุดกิจกรรมฉบับนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัย “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” สำหรับสร้างชุดกิจกรรม โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเตาเผาขยะต้นแบบที่ใช้พลังงานธรรมชาติ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อสร้างเครือข่ายชุมชนการใช้เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมปลูกจิตสำนึกเครือข่ายขยะลดลงด้วยมือเรา

กิจกรรมนี้ จะรับนิสิต และตัวแทนชุมชน เข้าร่วมโครงการ เพื่อรณรงค์การคัดแยกขยะก่อนทิ้ง เช่น ขวน แก้ว ขวดพลาสติก กระดาษ กล่องโฟม และขยะเศรษอาหาร เริ่มที่มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

แนวทางกิจกรรม : นิสิตออกรณรงค์ตามหน่วยงานต่าง ๆ และที่คณะทุกคณะ โดยทำแผ่นพับแจก และสื่อออนไลน์ และมีการจัดกิจกรรมส่งเสริม

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมขยะพริกชีวิต สร้างรายได้

บุคคลที่มีความเชี่ยวชาญออกแบบ กระถางปลูกต้น และรูปการ์ตูน ประดับ โดยนำเศษโฟมหรือกล่องโฟมไม่ใช้แล้ว ผสมปูนเพื่อขึ้นรูปโมเดล โดยมีวิทยากรให้การอบรม และการพัฒนาให้มีทักษะประสบการณ์จริง เพื่อขยะและสร้างรายจากขยะ

แนวทางกิจกรรม : ฝึกอบรม/ลงมือปฏิบัติ พัฒนาทักษะความชำนาญเชี่ยวชาญการทำงานร่วมกัน และทักษะการใช้ชีวิตในสังคม

ภาคผนวก ข

บันทึกนิมนต์ / เชิญ / หนังสือเชิญ

รายผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และสนทนากลุ่ม / สัมมนาวิชาการ

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ฯ โทร ๐๖๑ ๕๖๓ ๕๐๖๖

ที่ พิเศษ/2566 วันที่ มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอกราบนิมนต์ร่วมสนทนากลุ่ม

เจริญพร/เรียน .....

สิ่งที่ส่งมาด้วย คู่มือการสนทนากลุ่ม

ด้วย พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. ผู้อำนวยการแผนงาน และคณะได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสถาบันวิจัยพุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และได้รับอนุมัติให้ทำวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

การวิจัยครั้งนี้ พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. หัวหน้าโครงการวิจัย และคณะจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านร่วมสนทนากลุ่ม ซึ่งท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ จะเป็นประโยชน์ต่องานวิชาการ หวังอย่างยิ่งว่าจักได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดี ขอเจริญพรในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพร/เรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ต่อไป

(พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร.)
อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์
ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

ติดต่อสอบถาม
พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. โทร. 0-615-635-066

ที่ อว ๘๐๐๓.๓/ว ๑๖๔

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอวังน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทร. ๐๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

5 มิถุนายน 2566

เรื่อง สนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion)

เจริญพร/เรียน .....

สิ่งที่ส่งมาด้วย คู่มือการสนทนากลุ่ม 1 ชุด

ด้วย พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. ผู้อำนวยการแผนงาน และคณะได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสถาบันวิจัยพุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และได้รับอนุมัติให้ทำวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม”

การวิจัยครั้งนี้ พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ,ผศ.ดร. หัวหน้าโครงการวิจัย และคณะจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านร่วมสนทนากลุ่ม ซึ่งท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ จะเป็นประโยชน์ต่องานวิชาการ หวังอย่างยิ่งว่าจักได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดี ขอเจริญพรในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพร/เรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ต่อไป

(พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร.)
อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์
ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

ติดต่อสอบถาม
พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. โทร. 0-615-635-066

ภาคผนวก ค

ภาคประกอบการวิจัย

เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ช่องบรรจุ ขวดพลาสติก และช่องบรรจุขยะ

ช่องบรรจุ ขวดพลาสติก เพื่อกลั่นเป็นน้ำมัน

เตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ถาดรองรับขยะที่เผาแล้ว

เตาเผาขยะที่ใช้งานได้ตามเป้าหมาย

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร.

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangharak Chakkit Phuripanyo

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

ตำบลลำไทร อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13170

4. ประวัติการศึกษา

- เปรียญธรรม 4 ประโยค
- พธ.บ. ศาสนา
- ศศ.บ. (การจัดการศึกษานอกระบบ)
- พธ.ม. บริหารการศึกษา
- การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
- พธ.ด. พุทธบริหารการศึกษา (ภาวะผู้นำทางการศึกษา)
- พธ.ด. (การพัฒนาสังคม)

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) พระพุทธศาสนากับการพัฒนาสังคม/เศรษฐกิจพอเพียงกับการศึกษา

2) การพัฒนาชุมชน / สิ่งแวดสำหรับโรงเรียนและชุมชน

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
กระบวนการเสริมเยาวชนให้เป็นพลเมืองดีของพระสอนศีลธรรมในสังคมไทย	ปีงบประมาณ 2561	หัวหน้าโครงการวิจัย
โรงเรียนผู้สูงอายุ : การจัดการสุขภาวะและสวัสดิการผู้สูงอายุในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ปีงบประมาณ 2562	ผู้ร่วมโครงการ
มรดกโลกจังหวัดพระนครศรีอยุธยา : ปัญหาอุปสรรคและกระบวนการจัดการของภาคี	ปีงบประมาณ 2562	ผู้ร่วมโครงการ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
เครือข่ายในพื้นที่		
นวัตวิถีของดีชุมชน : การต่อยอดภูมิปัญญาสู่การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ	ปีงบประมาณ 2562	ผู้ร่วมโครงการ
พุทธนวัตกรรมและการยกระดับคุณภาพชีวิตด้วยเตาเผาศพอัจฉริยะ เพื่อลดปริมาณสารก่อมะเร็ง	ปีงบประมาณ 2564	ผู้อำนวยการแผนงาน
โครงการย่อย 1 รูปแบบการพัฒนาเตาเผาศพอัจฉริยะเชิงพุทธวิถีสำหรับชุมชนเมือง	ปีงบประมาณ 2564	หัวหน้าโครงการวิจัย
โครงการย่อย 2 การพัฒนาและยกระดับพุทธจริยะวิถีวัดและชุมชนเมืองต้นแบบการณาปนกิจศพ	ปีงบประมาณ 2564	ผู้ร่วมโครงการ
โครงการย่อย 3 การขับเคลื่อนพุทธนวัตกรรมสู่ชุมชนเมืองน่าอยู่เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต	ปีงบประมาณ 2564	ผู้ร่วมโครงการ
กลไกการพัฒนาและสร้างเครือข่ายการยกระดับการจัดการศึกษาอาชีววิถีพุทธที่เป็นเลิศสำหรับการเรียนรู้ยุคชีวิตวิถีใหม่	ปีงบประมาณ 2565	ผู้อำนวยการแผนงาน
โครงการย่อย 1 การสังเคราะห์และถอดบทเรียนวิทยาลัยอาชีวิถีพุทธต้นแบบในเขตภาคเหนือตอนบน	ปีงบประมาณ 2565	ผู้ร่วมโครงการ
โครงการย่อย 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะ	ปีงบประมาณ 2565	ผู้ร่วมโครงการ
โครงการย่อย 3 การพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาอาชีวศึกษาวิถีพุทธที่เป็นเลิศสำหรับการเรียนรู้ยุคชีวิตใหม่	ปีงบประมาณ 2565	หัวหน้าโครงการ
โครงการย่อย 4 สร้างเครือข่ายการยกระดับการจัดการศึกษาอาชีวิถีพุทธที่เป็นเลิศ	ปีงบประมาณ 2565	ผู้ร่วมโครงการ
โครงการย่อย 5 กลไกการพัฒนาและยกระดับการจัดการศึกษาอาชีววิถีพุทธที่เป็นเลิศ สำหรับการเรียนรู้ยุคชีวิตวิถีใหม่	ปีงบประมาณ 2565	ผู้ร่วมโครงการ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
ความหลากหลายทางชีวภาพและแนวโน้มผลกระทบต่อป่าชายเลนในพื้นที่ตำบลท่าข้าม อำเภอบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา	ปีงบประมาณ 2566	ผู้ร่วมโครงการ
การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ปีงบประมาณ 2566	หัวหน้าโครงการ
นวัตกรรมเตาเผาศพอัจฉริยะและเครื่องพ่นสารวิมุตติเพื่อลดปริมาณสารก่อมะเร็งการฌาปนกิจศพในจังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี	ปีงบประมาณ 2566	หัวหน้าโครงการ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

1. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “กระบวนการเสริมเยาวชนให้เป็นพลเมืองดีของพระสอนศีลธรรมในสังคมไทย” **วารสร มหาจุฬานาครทรรศน์** ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2561) : 250-266

2. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “โรงเรียนผู้สูงอายุ : การจัดการสุขภาวะและสวัสดิการผู้สูงอายุในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” **วารสาร มหาจุฬานาครทรรศน์** ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (เมษายน 2562) 960-972

3. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “มรดกโลกจังหวัดพระนครศรีอยุธยา : ปัญหา อุปสรรคและกระบวนการจัดการของภาคีเครือข่ายในพื้นที่” **วารสาร มหาจุฬานาครทรรศน์** ปีที่ 6 ฉบับที่ 6 (2562) : 1267-1280

4. เอนก ใยอินทร์ พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. และพระคมสัน เจริญวงศ์, นวัตวิถีของดีชุมชน : การต่อยอดภูมิปัญญาสู่การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

5. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, “ SOCIETY BELIVABLE WITH BUDDHIST PATH” 6 th.8 th Eecember.2018 : 536-543

6. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño,“ Natural Resource Manage- ment using Participatory Process of Youth Volunteer in Community”. 30th-3lst. January. Singapore. 2020 : 39-44

7. Asst. Prof.Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño,“ key Stakeholders Network Management Process in the Area of The World Heritage Sites in Ayutthaya”. 30st -30 July 2020 : 263-268

8. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, **“**Driving of A Youth Enhancement Model for the Best Citizen based on Morality Teaching Monks in Thai Society**”.** 30st -30 July 2020 : 571-567

9. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, “ Driving of Knowledge-Based Economy According to the King’s Philosophy into Agriculture Community Institute of Vocational Education in Agriculture Central Region”. 30st -30 July 2020 : 757-762

10. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, “Development of Buddhist Leadership Model for Thai Educational Administrators”. 30st -30 July 2020 : 769-776

11. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, “Development of Causal Model for Factors Affecting Buddhist Propagation Competency in Social Media Administrators2”. 30st -30 July 2020 : 777-781

12. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, “ Research Utilization of teacher Training Curriculum for Professional Learning Development” 30st -30 July 2020 : 541-546

13. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, Development of a Learning Model to Enhance the Buddhist Way of Temples and Urban Community as a Cremation Model. Journal of Education and Learning; Vol. 12, No. 1; 2023 : 18-28

14. Asst. Prof. Dr. Phrakhrusangkharak Chakkit bhuripañño, Development Model of Prototype Buddhist Crematorium for Urban community. Journal of Sustainability Science and Management Volume 18 Number 7, July 2023 : 126-136

7.2 บทความทางวิชาการ

1. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “Rural development based on Sufficiency”. **วารสารบัณฑิตวิทยาลัย.** No.4 Vol. 13 September, 2017 : 153-1159.

2. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “RURAL DEVELOPMENT ACCORDING TO ROYAL INITIATVE SUFFICIENCY EONOMY PHILOSOPHY”. **วารสารสังคมศาสตร์ปริทรรศน์.** ปีที่ 7 ฉบับที่ 2, (ฉบับพิเศษ) (เมษายน-มิถุนายน 2561) : 420-248.

3. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “The Management Strategy of Middle Area Watershed Community for Prevention and Resolution of Flood”. **วารสารสังคมศาสตร์ปริทรรศน์.** ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (มกราคม-มีนาคม 2561) : 157-169.

4. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. “คุณลักษณะผู้บริหารสถานศึกษาที่ปราศจากอคติ 4”. **วารสาร สันติศึกษาปริทรรศ์.** ปีที่ 6 ฉบับที่ 6 (2562) : 1797-1804.

5. “จิตวิญญาณความเป็นครูอาชีพ”. **วารสาร มหาจุฬานาครทรรศน์.** ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มีนาคม 2562) : 31-37)

8. หนังสือ/ตำรา/เอกสารประกอบการสอน

1. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2560). **วัฒนธรรมพลเมืองประชาธิปไตยตามแนวพุทธ.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (340 หน้า).

2. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2560). **สิ่งแวดล้อมสำหรับโรงเรียนและชุมชน.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (297 หน้า).

3. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, (2560). **หลักการและปรัชญาการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (134 หน้า).

4. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2561). **ทรัพยากรธรรมชาติกับการพัฒนาประชากร.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (243 หน้า).

5. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2562). **การจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงพุทธ.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (298).

6. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2562). **ภูมิศาสตร์ประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (275 หน้า).

7. พระครูสังฆรักษ์จักรกฤษณ์ ภูริปญฺโญ, ผศ.ดร. (2563). **ประกันคุณภาพการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : จรัญการพิมพ์. (297 หน้า).

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

นางชลตวรรณ ขุมเพ็ชร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Dr. chontawan khumphet

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

ผู้อำนวยการโรงเรียน

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

เลขที่ 29/1388 หมู่ 6 ถนน พระรามสอง ตำบล พันท้ายนรสิงห์

อำเภอ เมือง จังหวัด สมุทรสาคร

4. ประวัติการศึกษา

-ครุศาสตร์บัณฑิต สาขานาฏศิลป์ไทย สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2533

-ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2543

-ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาพุทธบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) สาขานาฏศิลป์ไทย

2) สาขาการบริหารการศึกษา

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

7.2 บทความทางวิชาการ

8. หนังสือ/ตำรา/เอกสารประกอบการสอน

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

ผศ.ดร.สยามพร พันธไชย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Asst.Prof.Dr.Siamporn Panthachai

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

รักษาการผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาลัย

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

วิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

เลขที่ 252 หมู่ที่ 4 บ้านท่าเยี่ยม ตำบล นิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี ร้อยเอ็ด 45170

4. ประวัติการศึกษา

-พธ.บ.(การสอนสังคมศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2540

-ศน.ม.(รัฐศาสตร์การปกครอง) มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย, 2553

-พธ.ด.(รัฐประศาสนศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2561

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) สังคมศาสตร์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่ายชุมชนสัมพันธ์วิถีพุทธ”.	ปีงบประมาณ 2561	หัวหน้าโครงการวิจัย
โครงการวิจัย “บทบาทของผู้นำชุมชนกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตในชุมชนบ้านหว่านไฟ ตำบลบ้านดู่ อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด”.	ปีงบประมาณ 2562	หัวหน้าโครงการวิจัย

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

7.2 บทความทางวิชาการ

1. Siamporn Panthachai and Others. Buddhist Educational Administration Vision for Monatic Schools under OBSN in Thailand. **PSYCHOLOGY AND EDUCATION** (2021) 58(3) ISSN: 0038-33077 www.psychologyandeducation.net

2. สยามพร พันธไชย,พระครูสุตวรธรรมกิจและนภวศันต์ อังกาน. “(ธรรมาภิบาลกับแนวคิดทางพระพุทธศาสนา)” การประชุมวิชาการระดับชาติที่มีรายงานการประชุม(proceeding) ณ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาลัยสงฆ์ลำพูน วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563
สยามพร พันธไชย,สนุก สิงห์มาตร,และสุวัฒน์ จิตต์จันทร์. “(การกำหนดนโยบายสาธารณะที่สัมพันธ์กับทางการเมือง)”วารสารสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2564.

3. สยามพร พันธไชย,พระครูสุตวรธรรมกิจและนภวศันต์ อังกาน. “(ธรรมาภิบาลกับแนวคิดทางพระพุทธศาสนา)” การประชุมวิชาการระดับชาติที่มีรายงานการประชุม(proceeding) ณ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาลัยสงฆ์ลำพูน วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563

10. ผลงานอื่น ๆ เช่น นวัตกรรม สิทธิบัตร ฯลฯ

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

นายณัฐปุรเชษฐ์ สุขสมบัติวัฒนา

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Nadpurached Suksombatwattana

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยภาครัฐและเอกชน

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

บริษัทเจ้าสัวกรุงลงกา519จำกัด

ที่อยู่ปัจจุบัน : 56/149 ม.5 ม.มัณฑนา ต.ปลายบาง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130

4. ประวัติการศึกษา

-รัฐประศาสนศาสตร์บัญฑิต มหาวิทยาลัยพิษณุโลก

-รัฐประศาสนศาสตร์มหาบัญฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

-ครุศาสตร์มหาบัญฑิต จิตวิทยาและแนะแนวการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) สังคมศาสตร์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

7.2 บทความทางวิชาการ

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

ดร.สนุก สิงห์มาตร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Dr. SANOOK SINGMATR

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

รักษาการผู้อำนวยการสำนักงานวิชาการ

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

วิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

เลขที่ 252 หมู่ที่ 4 บ้านท่าเยี่ยม ตำบล นิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี ร้อยเอ็ด 45170

4. ประวัติการศึกษา

-รัฐประศาสนศาสตร์บัญฑิต มหาวิทยาลัยพิษณุโลก

-รัฐประศาสนศาสตร์มหาบัญฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

-ครุศาสตร์มหาบัญฑิต จิตวิทยาและแนะแนวการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) สังคมศาสตร์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
“แนวทางการสร้างความเข้มแข็งทางจิตใจให้กับผู้เข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลสนามวิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด”.	ปีงบประมาณ 2565	สนุก สิงห์มาตร และคณะ.
“กลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพชีวิตตามวิถีปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับ ครูและบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่จังหวัดยโสธร”.	ปีงบประมาณ 2560	สนุก สิงห์มาตร. หัวหน้าโครงการวิจัย
“รูปแบบพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกตั้งสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรของประชาชนในพื้นที่กลุ่มจังหวัดราชธานีเจริญศณีโสธร”.	ปีงบประมาณ 2564	สนุก สิงห์มาตร. หัวหน้าโครงการ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

อวิสระ สระแก้ว , ทัยวรรณ คุตะนนท์ , สุภาภรณ์ แสงเพชร, วิไล นะวะทิตย์ , สนุก สิงห์มาตร และวิภาพรรณ อุปนิสากร. (2566). “การศึกษาแนวทางการป้องกันยาเสพติดสำหรับเยาวชนในชุมชนบ้านหัวเมือง อำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร. **วารสารวิชาการรัตนบุศย์**, ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน ธันวาคม 2566

ภานุวัฒน์ กันภัย, อนุสรย์ สุวรรณเพชร, นัสฐไกร ศรีมันตะ, สนุก สิงห์มาตร และ วิภาพรรณ อุปนิสากร. (2566). การศึกษาการทำนาเกษตรอินทรีย์ในนาข้าว บ้านหนองถ่ม หมู่ที่ 7 ตำบลหนองเป็ด อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร. **วารสารวิชาการรัตนบุศย์**, ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน – ธันวาคม 2566

จีระศักดิ์ จันดี, สมพิศ ซอกลม, อดุลย์ศักดิ์ ศรีละโคตร, สนุก สิงห์มาตร และ พิทักษ์ แสนจันทร์. (2566). การศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อแอพพลิเคชันไลน์ของผู้สูงอายุบ้านกุดไกรสร ตำบลหนองหมี อำเภอกุดชุม จังหวัดยโสธร. **วารสารวิชาการรัตนบุศย์ (RATANABUTH JOURNAL)**, ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน (มกราคม – เมษายน 2566) : 271-282.

สนุก สิงห์มาตรและคณะ. (2565) แนวทางการสร้างความเข้มแข็งทางจิตใจให้กับผู้เข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลสนามวิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด. ได้รับการอุดหนุนทุวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณณาชวิทยาลัย. **วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ**, 2 (5) : (กันยายน-ตุลาคม 2565) : 859-876

พิกุล มีมานะ และสนุก สิงห์มาตร. (2564). พฤติกรรมการตัดสินใจเลือกสมาชิกสภาผู้แทนราษฎของประชาชนกลุ่มจังหวัดราชธานีเจริญศรีโสธร. **วารสารสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**, ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2564

พิกุล มีมานะ, สัญญาเคณาภูมิและสนุก สิงห์มาตร. (2563). **การรับรู้เกี่ยวกับการจัดงานประเพณีบุญบั้งไฟจังหวัดยโสธร**. การวิจัยได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากสำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดยโสธร, กระทรวงวัฒนธรรม ประจำปีงบประมาณ 2563.

สนุก สิงห์มาตร. (2561). กลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพชีวิตตามวิถีปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่จังหวัดยโสธร. **วารสารวิชาการธรรมทัศน์.** ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2561.

ธีรภัทร์ ถิ่นแสนดี, พิกุล มีมานะและสนุก สิงห์มาตร. (2561). การพัฒนา M-learning สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระปริยัติธรรม แผนกสามัญศึกษา. **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น** ครั้งที่ 5. 28 – 29 มีนาคม 2561 (NIC2018) หน้า 274.

Sanook Singmatr and Pikul Meemana. (2017). " Political Behavior of People in Yasothon Province" **The 7st International Conference on sciences and social sciences 2017 : Innovation Research to Stability, Prosperity and Sustainability (ICSSS 2017) January 11-12, 2018.** Rajabhat Maha Sarakham University Maha Sarakham, Thailand.

Sanook Singmatr and Pikul Meemana. (2017). " Political Behavior of People in the Northeast Region of Thailand" **1st International Conference on " Buddhism Cultural Foundation in Mekong Basin" Mahachulalongkornrajavidyalain University Nakhon phanom Buddist** College. IC-MCUNKP 2017 December 3-4, 2017.

พิกุล มีมานะ และสนุก สิงห์มาตร. (2560). รูปแบบพฤติกรรมการแสดงออกทางการเมืองตามวิถีประชาธิปไตย. **วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.** ปีที่ 4 (2) **:** กรกฎาคม - ธันวาคม 2560.

สนุก สิงห์มาตร และพิกุล มีมานะ. (2560). คุณภาพชีวิตตามวิถีปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่จังหวัดยโสธร. **วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.** ปีที่ 4 (2) **:** กรกฎาคม - ธันวาคม 2560. (**หัวหน้าโครงการ**)

ดุษฎีวัฒน์ แก้วอินทร์, วิญญู ยุพฤทธิ์, สนุก สิงห์มาตร, สมศักดิ์ นิลผาย, รนิดา มนต์ขลังและรัชชัย ขยันทำ. (2560). การศึกษาความพึงพอใจของประชาชนผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การบริหารส่วนจังหวัดเลย. **การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ.2560. HSS 415 หน้า 207. (**ผู้วิจัยร่วม**).

ดุษฎีวัฒน์ แก้วอินทร์, วิญญู ยุพฤทธิ์, วิภาพรรณ อุปนิสากร, สนุก สิงห์มาตรและสมศักดิ์ นิลผาย. (2560). การศึกษาความพึงพอใจของประชาชนผู้รับบริการของประชาชนผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การบริหารส่วนตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย. **การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ.2560. HSS 415 หน้า 208. (**ผู้วิจัยร่วม**).

Dutsadeewat Kaew-in, Pruchya Meemomthongmahasan, Sanook Singmatr, Ruangos Bootrach and Mongkhol Mulphong. (2016). " Direct election governor in the point of the view of Mahamakut Buddhist University's student Lanna

Campus" . **ANUKRITI (An International Refereed Research Journal),** 6 (5); July-Sept 2016 (ISSN : 2250-1193). (**ผู้วิจัยร่วม**).

7.2 บทความทางวิชาการ

สุวิมล สมไชย, พิกุล ภูมิแสน, สำเร็จ อาจธะขันธ์ และ สนุก สิงห์มาตร. (2566). การจัดการวัฒนธรรมสู่แนวคิดการท่องเที่ยววัฒนธรรมเชิงสร้างสรรค์. **วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ** ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 ประจำเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม. 2566.

เดชา จันดาพันธ์, จรีรัตน์ ชาติสง่า และ สนุก สิงห์มาตร. (2566). การพัฒนาคุณภาพชีวิตครูและบุคลากรทางการศึกษาด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. **วารสารวิชาการรัตนบุศย์** ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน – ธันวาคม 2566

สนุก สิงห์มาตร และ พิกุล มีมานะ. (2566). แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากผ่านวิสาหกิจชุมชนเพื่อสังคม. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด**, ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (มิถุนายน - ธันวาคม 2566)

พิกุล มีมานะ, สนุก สิงห์มาตร และ พระปลัดณัฐวุฒิ ฐานวฑฺโฒ, (2566). แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากผ่านวิสาหกิจชุมชนเพื่อสังคม. **การประชุมวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์**, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หัวข้อ ทรัพยากรข้ามรัฐ : รัฐ การจัดการและผลกระทบ, วันที่ 7-8 กันยายน 2566

สนุก สิงห์มาตร และคณะ. (2566). วิเคราะห์แนวทางการแสดงหมอลำผ่านเทคโนโลยีโฮโลแกรม. **การประชุมวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์**, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หัวข้อ ทรัพยากรข้ามรัฐ : รัฐ การจัดการและผลกระทบ, วันที่ 7-8 กันยายน 2566

Sanook Singmart and Sanya Kenaphoom. (2 0 2 0). POLICY GUIDELINES FOR DEVELOPING THE AGRICULTURE THROUGH THE SOCIAL ENTERPRISES: KEYS-SUCCESS TOWARDS THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT, **European Journal of Molecular & Clinical Medicine** ISSN 2515-8260 Volume 7, Issue 8.

สนุก สิงห์มาตร. (2561). การใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน. **การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด** ครั้งที่ 1. 25 สิงหาคม 2561. (MBUREC.NC2018) หน้า 136.

พิชิต กันยาวรรณ, สนุก สิงห์มาตรและพิกุล มีมานะ. (2561). ผลกระทบจากร่างกฎหมายการควบรวมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น** ครั้งที่ 5. 28 – 29 มีนาคม 2561 (NIC2018) หน้า 119.

พิกุล มีมานะและสนุก สิงห์มาตร. (2561). ประชาธิปไตย Thailand 4.0 ความมั่นคงของชาติพันธุ์อีสาน. **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม** ครั้งที่ 3. 11 – 12 มกราคม 2561.

พิกุล มีมานะ, ภักดี โพธิ์สิงห์, สนุก สิงห์มาตรและกิตติพงษ์ พลทิพย์. (2560). หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า : ความล้มเหลวที่ต้องยกเลิกจริงหรือ?. **วารสารศรีวนาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.** ปีที่ 7(2): กรกฎาคม – ธันวาคม 2560

พิกุล มีมานะ, สัญญา เคณาภูมิ, ภักดี โพธิ์สิงห์ และสนุก สิงห์มาตร. (2560). กลยุทธ์การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.** 11(1): มกราคม-มิถุนายน 2560.

สนุก สิงห์มาตร, พิกุล มีมานะและดุษฎีวัฒน์ แก้วอินทร์. (2560). “คุณลักษณะภาวะผู้นำของผู้บริหารองค์การในศตวรรษที่ 21” **การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม** วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2560.

สัญญา เคณาภูมิและสนุก สิงห์มาตร. (2559). ตำรวจอันเป็นที่รักของประชาชน: กรณีศึกษางานจราจร. **วารสารรัตนบุศย์**. ปีที่ 1 (1) : กันยายน – ธันวาคม 2559, หน้า 182.

สนุก สิงห์มาตรและวัฒนชัย ศิริญาณ. (2559). เรื่องลี้ลับ. บทวิจารณ์หนังสือ, **วารสารรัตนบุศย์**. ปีที่ 1 (1) : กันยายน – ธันวาคม 2559, หน้า 205.

พิกุล มีมานะ, สนุก สิงห์มาตรและดุษฎีวัฒน์ แก้วอินทร์. (2559). “การเสริมสร้างขวัญและกำลังใจของข้าราชการตำรวจยุคปฏิรูป”. **การประชุมวิชาการและเสนอผลการวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 4 เรื่อง การปฏิรูปการศึกษา : พันธกิจทางสังคมและการเมือง**” CASNIC 2016 ณ วิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย ขอนแก่น, 7 ต.ค.2559.

พิกุล มีมานะ, สนุก สิงห์มาตรและดุษฎีวัฒน์ แก้วอินทร์. (2559). “การขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์”. **วารสารวิชาการธรรมทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น,** 17 (3) : พฤศจิกายน พ.ศ.2560 – กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 (29 ก.ย.59)

สนุก สิงห์มาตรและสัญญา เคณาภูมิ. (2558). “ประชาธิปไตยกินได้ : ของจริงหรือแค่วาทกรรมการเมือง”. **วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.** ปีที่ 2 [2(4)] : กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม พ.ศ. 2558.

8. หนังสือ/ตำรา/เอกสารประกอบการสอน

สนุก สิงห์มาตร. (2564). การบริหารทรัพยากรมนุษย์. ร้อยเอ็ด : แดเน็กซ์อินเตอร์คอเปอเรชั่น, 2564, จำนวน 216 หน้า

สนุก สิงห์มาตร. (2566). สถาบันทางการเมืองและรัฐธรรมนูญ (401 410). เอกสารประกอบการสอนหลักสูตรรัฐศาสตรบัณฑิต, วิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

สนุก สิงห์มาตร. (2565). ขบวนการทางการเมืองและสังคม (401 421). เอกสารประกอบการสอนหลักสูตรรัฐศาสตรบัณฑิต, วิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

สนุก สิงห์มาตร. (2563). ความรู้เบื้องต้นทางรัฐประศาสนศาสตร์ (401 301). เอกสารประกอบการสอนหลักสูตรรัฐศาสตรบัณฑิต, วิทยาลัยสงฆ์ร้อยเอ็ด, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

สนุก สิงห์มาตร. (2559). ขอบข่ายและทฤษฎีทางรัฐประศาสนศาสตร์ (6072101-1). เอกสารประกอบการสอนหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

ดร.สายรุ้ง บุบผาพันธ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Sairoong Bubpaphan

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ต.ลำไทร อ.วังน้อย จ. พระนครศรีอยุธยา 13170

4. ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2542 ปริญญาตรี บธ.บ. (คอมพิวเตอร์ธุรกิจ) มหาวิทยาลัยสยาม
- พ.ศ. 2554 ปริญญาโท พธ.ม. (รัฐประศาสนศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- พ.ศ. 2559 ปริญญาเอก พธ.ด. (รัฐประศาสนศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- พ.ศ. 2562 ปริญญาโท พธ.ม. (การสอนสังคมศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

1) ศึกษาศาสตร์

2) คอมพิวเตอร์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ปีงบประมาณ 2566	ผู้ร่วมโครงการ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

7.2 บทความทางวิชาการ

สายรุ้ง บุบผาพันธ์ และคณะ.“Buddhism and Thai Educational System: Historical Perspectives” Buddhism and Thai educational system: historical perspectives. Linguistics and Culture Review, 5(S1), 1335-1342., 2021.

สายรุ้ง บุบผาพันธ์ และคณะ “เทคนิคการสอนคุณธรรมจริยธรรมสำหรับครูในศตวรรษที่ 21” วารสาร มจร บาฬีศึกษาพุทธโฆสปริทรรศน์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ธันวาคม 2566): 1-13.

สายรุ้ง บุบผาพันธ์ และคณะ, บทความวิชาการเรื่อง การบริหารจัดการองค์กรด้วยปัญญาประดิษฐ์แห่งโลกเสมือนจริง

สายรุ้ง บุบผาพันธ์ และคณะ บทความวิชาการเรื่อง ภาวะผู้นำกับการพัฒนาองค์กรในยุคสังคม 4.0

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

ดร.หทัยรักษ์ สุโพธิ์ทอง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Hatairuk Suphorthong

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

-ปัจจุบัน ประธานบริหารกลุ่มบริษัท บลูโอเชี่ยนอินเตอร์เทรด (ไทย-สิงค์โปร์) จำกัด

-ผู้จัดการแผนกปฏิบัติการและขนส่งทางเรือ บริษัทปิโตรเคมีคัลไทย จำกัด (มหาชน)

-ที่ปรึกษาคณะอนุกรรมาธิการด้านการคมนาคม ทางน้ำและพาณิชยนาวี คณะกรรมาธิการการคมนาคมวุฒิสภา

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

668/124 ศุภาลัยปาร์คคอนโดมิเนียม ถนนศรีนครินทร์ แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพ 10250

4. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2529 มัธยมศึกษาตอนปลาย สาขาวิทย์-คณิต โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

พ.ศ.2532 วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะเทคนิคการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2544 มหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ สาขาการเงินและการธนาคาร)มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

พ.ศ.2548 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง (ไม่มีดุษฎีนิพนธ์)

พ.ศ.2565 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยชาวนาไทยศรีโยนกนาคนคร เชียงราย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-คณะบริหารธุรกิจ สาขาการเงินและการธนาคาร)

-คณะเทคนิคการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ปีงบประมาณ 2566	ผู้ร่วมโครงการ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

-

7.2 บทความทางวิชาการ

: การพัฒนาทุนมนุษย์ในยุคดิจิทัล

: ไตรสิกขากับการจัดการคลีนิคทันตกรรมในยุคดิจิทัล

: การนำเข้าสินค้าจากจีนสำหรับผู้ประกอบการมือใหม่ ในงานการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 16 และการประชุมใหญ่สามัญประจำปี พ.ศ. 2566 สมาคมรัฐประศาสนศาสตร์แห่งประเทศไทย ในวันศุกร์ที่ 31 มีนาคม 2566 ห้องเธียร์เตอร์โซน ซี มจร

: การเตรียมความพร้อมบุคคลากรภาครัฐสู่ยุคสังคมดิจิทัล ในงานการประชุมวีชาการระดับชาติครั้งที่ 4 "พุทธนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน"เนื่องใน โอกาสครบ 40 ปี คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
วันที่ 26 มิถุนายน 2566 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป ณ ห้องเธียเตอร์ ชั้น 1 อาคารเรียนรวม โซน B คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)

นายกฤษฎา ไกรสุริยวงศ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Mr Krisda Kaisuriyawong

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

ประธานกรรมการบริษัท.บริษัท ไทยโกลบอล เทคโนโลจีส์ จำกัด

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

บริษัท ไทยโกลบอล เทคโนโลจีส์ จำกัด:

111/153 หมู่ 2 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

4. ประวัติการศึกษา

-พ.ศ. 2536 – 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

-พ.ศ. 2546 – 2547 Hammersmith & West London College. ประกาศนียบัตรด้านคอมพิวเตอร์

-พ.ศ. 2547 – 2549 London College University, London ปริญญาโทด้านคอมพิวเตอร์อินเตอร์เน็ตเทคโนโลยี้ส์ ด้านสารสนเทศ

-พ.ศ. 2549 – 2550 Westminster College of Computing, London. อนุปริญญาด้านเทคโนโลยีฐานข้อมูล

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- ด้านคอมพิวเตอร์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ
การพัฒนานวัตกรรมพุทธวิถีชุมชนเพื่อพัฒนาเตาเผาขยะพลังงานธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ปีงบประมาณ 2566	ผู้ร่วมโครงการ

เรื่องที่การวิจัย	ปีที่ได้รับทุนสนับสนุนการการวิจัย	หน้าที่รับผิดชอบ

7. ผลงานทางวิชาการ

7.1 บทความวิจัย

-

7.2 บทความทางวิชาการ

ภาวะผู้นำกับการพัฒนาองค์กรในยุคสังคม 5.0 ในงานการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 16 และการประชุมใหญ่สามัญประจำปี พ.ศ. 2566 สมาคมรัฐประศาสนศาสตร์แห่งประเทศไทย วันศุกร์ที่ 31 มีนาคม2566 ห้องเธียร์เตอร์โซนซี มจร

ปณฺณา โลกสฺมิ ปชฺโชโต มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย มจร