บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มาของโครงการวิจัย

ปัจจุบันในประเทศไทยเกิดมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเขตตัวเมือง เกิดการขยายตัวของประชากรมากขึ้น จึงทำให้เกิดปัญหามากมาย เช่น การจราจรติดขัด มลพิษทางอากาศ น้ำเสีย เป็นต้น ปริมาณและการจัดเก็บของขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น สาเหตุของปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการบริโภค ในการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้เกิดสิ่งปฏิกูล เช่น ถุงกระดาษ กระดาษห่อขนม กล่องใส่อาหาร และถุงพลาสติกตามมา ดังนั้นจึงมีขยะมูลฝอยซึ่งเกิดขึ้นมากถึง 13.8 ล้านตันต่อปี ทำให้เกิดการคาดการณ์ว่าในปีนี้อาจมีปริมาณเกิดขยะมูลฝอยถึง 43 ล้านตัน(กรมควบคุมมลพิษ,2543) ปริมาณขยะมูลฝอยแต่ที่เกิดขึ้นของแต่ภาคที่สามารถแบ่งได้แต่ละภาคของประเทศไทยได้ดังเอกสารแนบท้าย ภาคผนวก ก และ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1
สรุปปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคและจังหวัดที่เกิดมากที่สุดของประเทศไทย พ.ศ 2545

ภาคและจังหวัด	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ตันต่อวัน)
ภาคกลาง	5,165
— สมุทรปราการ	715
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,176
— นครราชศรีมา	488
ภาคใต้	1,952
— สงขลา	445
ภาคเหนือ	2,067
— เชียงใหม่	337
กรุงเทพมหานคร	9,564
รวมทั้งหมด	21,544

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การกำจัดขยะมูลฝอยที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 วิธีการ(กรมควบคุมมลพิษ,2541)คือ การกองทิ้ง การฝังกลบ การเผา และ การทำปุ๋ยหมัก โดยที่วิธีแรกวิธีการกองทิ้ง (Open Dump) คือการนำขยะไปกองทิ้ง และมีการเผากลางแจ้งเป็นครั้งคราว วิธีที่สอง วิธีการฝังกลบ (Landfill) จะทำการขุดดินแล้วนำขยะมูลฝอยทิ้งลงในหลุม อาจนำดินกลบขยะมูลฝอยเป็นครั้งคราว วิธีที่สาม การเผา(Incineration)เป็นการเผาไหม้ให้มีขี้เถ้าเหลืออยู่ประมาณ 5 – 10 % ของขยะสด ซึ่งต้องนำขี้เถ้าไปฝังกลบต่อไป วิธีสุดท้าย การทำปุ๋ยหมักเป็นการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเทคนิคการหมักหลายวิธี อาทิเช่น อัดอากาศผ่านกองขยะ เป็นต้น

การกำจัดโดยการกองทิ้ง การฝังกลบ และการเผามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้น้ำเสียจากน้ำชะขยะเมื่อเวลาฝนตก เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรืออาจเกิดควันและมลพิษจากการเผาขยะ และอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง ส่วนวิธีการสุดท้าย การทำปุ๋ยหมัก สามารถก่อให้เกิดมลพิษจากก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถเกิดอันตรายจากการระเบิดจากก๊าซเหล่านี้ได้ ซึ่งสิ่งกล่าวถึงนี้มีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านมลภาวะ สิ่งเหล่านี้มีความสำคัญและควรให้ความร่วมมือแก้ไขกันอย่างเต็มความสามารถ เพราะเป็นปัญหาที่กล่าวไปนี้เกิดขึ้นจากในชุมชนทุกระดับตั้งแต่ระดับองค์กร บ้าน หมู่บ้าน บริหารส่วนตำบล เทศบาล อำเภอ จังหวัด จนถึงระดับประเทศ โดยเฉพาะตามจังหวัดที่มีประชากรสูง เช่น กรุงเทพมหานคร ภูเก็ต เชียงใหม่ เป็นต้น

เชียงใหม่เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการพัฒนาและเจริญเติบโต ทั้งทางด้านสังคม การศึกษา เศรษฐกิจ และการท่องเที่ยว ทำให้มีประชากรประมาณ 1.6 ล้านคน(สำนักบริหารการลงทะเบียน กรมการปกครอง,2542)และยังมีนักท่องเที่ยวจำนวนหลายล้านคนต่อปีเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัด จึงเกิดขยะมูลฝอยละวัน 337 ตันต่อวัน เกิดผลกระทบด้านมลภาวะที่กล่าวถึงข้างต้น ปัจจุบันได้มีการจัดการด้านขยะโดยวิธีการฝังกลบ ในอนาคตจะเกิดปัญหาด้านพื้นที่ไม่เพียงพอ ปัญหาค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการฝังกลบขยะ การบำรุงรักษาสถานที่ฝังกลบที่สูงขึ้น จึงมีการนำวิธีการเผามาใช้เพื่อลดปริมาณการฝังกลบขยะ นำมาใช้ตามโรงพยาบาล และ ศูนย์การค้าต่างๆ แต่ยังพบปัญหาด้านมลภาวะในการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในห้องเผา และการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณมากจากการเผาขยะมูลฝอยที่มีความชื้นสูงก่อให้เกิดมลภาวะในปริมาณมากเช่น คาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) คาร์บอนไดออกไซด์(CO) และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_4) เป็นต้น ทำให้มีการบำบัดอากาศก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ จึงมีค่าใช้จ่ายในด้านการใช้เชื้อพลังงานเชื้อเพลิงและการบำบัดที่เพิ่มขึ้น สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการติดตั้งเตาเผาขยะในแหล่งชุมชนต่างๆ อนึ่งในปัจจุบันนี้ปัญหาด้านพลังงานที่ลดลง และ ปัญหาด้านมลภาวะที่เพิ่มขึ้นเป็นที่น่าสนใจในการนำเทคโนโลยีที่สามารถประหยัดพลังงานและก่อเกิดมลภาวะที่น้อยลงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นด้วยเหตุผลที่กล่าวถึงทำเกิดโครงการวิจัยการพัฒนาต้นแบบเตาเผาขยะชุมชนให้ลดมลภาวะและประหยัดพลังงาน โดยใช้วิธีการเผาแบบไพโรไลซีส (Pyrolysis) วิธีการนี้เป็นการใช้อากาศในการเผาไหม้น้อย และก่อให้เกิดก๊าซเชื้อเพลิงจำพวกมีเทน CH_4 เป็นต้น ซึ่งก๊าซประเภทสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนก๊าซ LGP หรือน้ำมันเตาได้ นอกเหนือจากการวิธีการที่ดังกล่าวจะทำการคำนวณหาต้นทุนด้านพลังงานและต้นทุนด้านมลภาวะโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเอ็กเซม EXCEM Analysis เข้ามาปรับปรุงเตาเผาขยะชุมชนให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเตาเผาปัจจุบัน

1.2 สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เตาไพโรไลซีส และ การวิเคราะห์แบบ เอ็กเซม สำหรับเตาเผาขยะยังมีจำนวนไม่มากนัก จากจำนวนที่มีอยู่ทั้งหมดเป็นการศึกษาเป็นบางส่วน จึงทำการสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องการศึกษาเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1.2.1 ลักษณะของเตาทดสอบ

นิติพงษ์ โสภณพงษ์พิพัฒน์ และ คณะฯ (2533) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับเตาเผาขยะครัวเรือนทำการทดลองหาจุดที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการเผาขยะ คือเปิดช่องอากาศเหนือไฟมีอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ 0.0357-0.0412 kg/s ซึ่งเตาจะมีอุณหภูมิ 550-660 °C ซึ่งเตาจะประสิทธิภาพประมาณ 76% โดยปริมาตรก๊าซไอเสีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.06 % ปริมาตรก๊าซไอเสีย ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ 6 PPM ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน 9 PPM และก๊าซไฮโดรคาร์บอน 47 ppm ซึ่งเป็นค่าต่ำกว่ามาตราฐาน

พงศ์พิศุทธิ์ ครุฑเมือง และ ภานุศานต์ ภูริวรางกูล (2544) ได้ศึกษาคุณภาพเชิงความร้อนและมลภาวะทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพและขยะติดเชื้อ มีขยะผสมกับทั้งหมด 7 ชุด ชุดละ 4 กิโลกรัมจากการทดสอบพบว่าเตามีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยดังนี้ 28.0 % ขยะชุดที่สอง 37.4 % ขยะชุดที่สาม 34.5 %ขยะชุดที่สี่ 31.1% ขยะชุดที่ห้า 38.8% ขยะชุดที่หก 46.1% ขยะชุดที่เจ็ด 47.7% พบว่าขยะชุดที่เจ็ดมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดและมีก๊าซมลพิษที่น้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 การเกิดไพโรไลซีส

Garcia et al. (1992) ได้สรุปเกี่ยวกับการศึกษาการหา kinetic จากปฏิกิริยาไพโรไลซีสเบื้องต้นสรุปว่าเทคโนโลยี Pyroprobe probe 1000 ใช้ศึกษาปฏิกิริยาเบื้องต้นจากชุมชน(MSW) ในช่วงอุณหภูมิ 500ถึง 900 องศาเซลเซียส ถูกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบและสารระเหยจำพวก CH_4 คือ การจบวัตถุประสงค์ในการวิจัยจากวัสดุเส้นใยจำพวกกระดาษ นำค่า kinetics จากข้อมูลเคมีเหล่านี้ถูกศึกษาโดยตัวอย่างไพโรไลซีสที่ผลต่างอุณหภูมิ(500 ,700 และ 900) และหน่วงเวลาภายในเตา(ระหว่าง 0.2 และ 20 วินาที) ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ไพโรไลซีสขยะชุมชนใน Pyroprobe 1000 ค่าเฉลี่ยจากผลผลิตจากหัวข้อทดลองในเวลาไพโรไลซีสนาน(20 วินาที).(ผลิตผล=เปอร์เซนต์น้ำหนักในหน่วย moisture-free MSW basis)

องค์ประกอบ	T(°C)				
	500	600	700	800	900
มีเทน(CH_4)	0.052	0.31	0.67	1.0	1.5
เอธีลีน+อีไทน์ (C_2H_4+C_2H_2)	0.031	0.16	0.36	0.77	1.3
อีเทน (C_2H_6)	0.026	0.22	0.40	0.45	0.56
โพรพีน (C_3H_6)	0.033	0.17	0.37	0.58	0.71
โพรเพน (C_3H_8)	0.023	0.11	0.16	0.14	0.15
ไซโคลบิวเทน (C_4H_8)	0.031	0.19	0.33	0.54	0.69
บิวเทน (C_4H_{10})	0.031	0.10	0.13	0.15	0.15
เมทานอล+ฟอมัลดีไฮด์ (Methanol + formadehyde)	0.12	0.14	0.13	0.097	0.16
แอสซิเทลดีไฮด์(Acetaldehyde)	0.41	0.70	0.68	0.70	0.63
กรดอะซิติก (Acetic acid)	1.5	1.3	1.3	1.2	1.32
คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO)	2.4	2.0	3.2	5.3	8.7
คาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)	12.3	10.2	13.2	14.9	17.7
ไอน้ำ(H_2O)	9.2	10.0	9.6	10.6	10.8
Other	-	-	-	-	-
Volatiles (tar)	24.8	30.4	29.5	30.6	22.6

อ้างอิง:Garcia et al (1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
© by Chiang Mai University
All rights reserved

Wa et al. (2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การจำแนกผลิตภัณฑ์ของไพโรไลซีสของกระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วในขยะมูลฝอยชุมชน สรุปได้ว่า ใช้เตาไพโรไลเซอร์ในการทดสอบช่วงอุณหภูมิ 350-950 K เพื่อหาส่วนประกอบหลักคือ จำพวก นอนไฮโดรคาร์บอน(H_2 , CO ,CO_2 , และ H_2O)และไฮโดรคาร์บอน (C_{1-3},C_4,C_5,C_6,1-ring, $C1_{0-12}$,levoglucasan, C_{13-15},and C_{16-18}) อีกทั้งยังกล่าวถึงการรวมตัวของมวล และ สารละลายเข้มข้น จากผลิตภัณฑ์ไพโรไลซีส เป็นหัวข้อหลักภายใต้สภาวะทดสอบ

Yan et al. (2004) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การศึกษาผลการทดลองในปฏิกิริยาไพโรไลซีส สภาวะอุณหภูมิต่ำจากขยะชุมชนเหลือใช้จากที่ที่พักอาศัย สรุปได้ว่าทำการศึกษาปฏิกิริยาไพโรไลซีสสภาวะอุณหภูมิต่ำสำหรับการผสมส่วนประกอบ 9 ชนิดจากขยะเหลือใช้จากที่พักอาศัย โดยใช้เตาไพโรไลเซอร์แบบ fix-bed ที่อุณหภูมิสภาวะระยะระหว่าง 300 ถึง 700 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ของแข็งช่วงอุณหภูมิ300-550 องศาเซลเซียส มีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ในช่วง 550-700 ^{0}C มีการสลายตัวช้ามาก ปริมาณของเหลวจากไพโไลซีสที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณมากที่สุดที่อุณหภูมิ 550 ^{0}C

1.2.3 การศึกษาถึงการวิเคราะห์แบบเอ็กแซม (Exergy-cost-Energy and Mass analysis)

Rosen and Dincer (2003) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์จากระบบและกระบวนการในการพัฒนา วิธีการเป็นสิ่งรองรับในคุณภาพเอ็กเซอร์จี ราคา พลังงาน และมวล และเป็นการอ้างอิงถึงการวิเคราะห์แบบเอ็กเซมในการพัฒนาสำหรับ การวิเคราะห์เอ็กเซม โดยทำการบวกด้านต่างๆเพิ่มจากกระบวนการที่คล้ายคลึงของหลักการเป็นรายละเอียด การปรับปรุงจากวิธีการและหลักการในการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิศวกรรมหลายๆแบบ(ผลิตภัณฑ์จากไฟฟ้า,ไฮโดรเจน และไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิง)เป็นการอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสีย Exergy และราคาต้นทุน และ ระหว่าง Exergy กับ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการศึกษา การวิเคราะห์ EXCEM ต้องพิจารณาการใช้ในการค้นคว้าในเชิงวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Rao et al. (2003). ได้ทำการศึกษาถึง การวิเคราะห์การสมดุลย์ สตรอย์จีโอเมตริก มวล พลังงาน และ เอ็กเซอร์จี จากแก๊สซิฟิเคชั่นแบบ fixed-bed ชนิดสวนกระแสลมจากตำแหน่งการเผาไหม้สิ่งเหลือใช้ โดยใช้เทคโนโลยีการเป่าอากาศด้านล่างของแก๊สซิฟิเคชั่น มีการนำกากขยะจำพวกไบโอแมส 3 ชนิดมาทดสอบคือ กากขยะเชื้อเพลิง(Refuse Derived Fuel) ใบไม้(wood chips) และ กากถั่วเหลือง(Charred soybean straw) และการเปรียบเทียบ มวล และลักาณะ สมรรถนะด้านพลังงาน และได้กล่าวถึงสมการสตรอย์จีโอเมตริกที่ถูกพัฒนาถึงการอธิบายการเกิดแก๊สซิฟิเคชั่น

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรม และ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผลิตภัณฑ์จากการไพโรไลซีส

1.3.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อน และประสิทธิผลของเตาเผาขยะแบบไพโรไลซีสโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเอ็กแซม (Exergy-cost-Energy and Mass) Analysis

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ทำการจัดสร้างเตาทดสอบและพัฒนาเครื่องต้นแบบเตาเผาขยะมูลฝอยแบบไพโรไลซีส จำนวน 1 เครื่องโดยมีอัตราการเผาไหม้ที่ 5 kg/hr

1.4.2 อุณหภูมิในห้องเผาที่ 400 ถึง 700 องศาเซลเซียส

1.4.3 ใช้ขยะมูลฝอยในการทดลองจำพวกกระดาษผสม เศษพลาสติกผสมจำพวก (PE) และ เศษใบไม้ผสม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1.5.1 สามารถทราบถึงพฤติกรรมไพโรไลซีส และขั้นตอนการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอยแบบไพโรไลซีส

1.5.2 สามารถทราบถึงแนวทางการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อน และ ประสิทธิผลของเตาเผาขยะแบบไพโรไลซีส

1.5.3 ได้ข้อมูลในการออกแบบต้นแบบของเตาเผาขยะมูลฝอยแบบไพโรไลซีส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved