

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน

CARBON DIOXIDE EMISSION FROM SOLID WASTE DISPOSAL OF NAN MUNICIPALITY

ประภัสสร กาวิณ^{*1}, วณิดา ชูอักษร², สุภาวดี ผลประเสริฐ³Prapatson Kaweenu^{*1}, Wanida Chooaksorn², Supawadee Polprasert³^{*1} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต³ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล^{*} E-mail : lamprapatson@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน โดยศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย และประเมินปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบ ใช้ข้อมูลการคำนวณในปี พ.ศ. 2562 นำมาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีหน่วยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามแนวทางของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และตามแนวทางของหน่วยงานองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พบว่า สัดส่วนขององค์ประกอบของขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.23 รองลงมาคือขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก และกระดาษ คิดเป็นร้อยละ 24.11 และ 14.56 ตามลำดับ ส่วนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน มีค่าเท่ากับ 16,487.71 kgCO₂eq/ปี โดยเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิดเท่ากับ 16,405.28 kgCO₂eq/ปี และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยเท่ากับ 82.43 kgCO₂eq/ปี เพื่อให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงควรลดปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบโดยมีการคัดแยกขยะและนำมาจัดการโดยเลือกรูปแบบที่เหมาะสม เช่น การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือนำมาผ่านขบวนการผลิตใหม่ (Recycle) เป็นต้น

คำสำคัญ: ขยะมูลฝอยชุมชน, ก๊าซเรือนกระจก, เทศบาลเมืองน่าน

วันที่รับบทความ 15 มกราคม 2564

วันแก้ไขบทความ 27 สิงหาคม 2564

วันตอบรับบทความ 29 กันยายน 2564

ABSTRACT

A study of carbon dioxide gas (CO_2) emission from solid waste disposal of Nan Municipal. The study relied on primary and secondary data, including existing waste management and waste generation rate in 2019 to analyze waste composition and CO_2 emission from landfill disposal. The evaluation of carbon dioxide emission was calculated from emission factors (EF) in term of CO_2 equivalent according to the guidelines of The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO). The result of the study showed that food waste represents the largest portion in the waste stream (46.23%), followed by plastic (24.11%) and paper (14.56%). The solid waste disposal of Nan Municipality generated a total of 16,487.71 kgCO_2 eq per year. CO_2 emissions from each type of solid waste landfill 16,405.28 kgCO_2 eq per year and vehicle fuel used for landfill waste 82.43 kgCO_2 eq per year. Therefore, in order to reduce greenhouse gas emissions, solid waste separation and the appropriate technique for disposal should be used such as reuse or recycle.

Keywords: Municipal Solid Waste, Greenhouse Gases, Nan Municipality

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_s) และซีเอฟซี (CFC_s) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซดังกล่าวมีส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ การผลิตในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง รวมทั้งกระบวนการกำจัดของเสีย โดยเฉพาะในด้านการจัดการขยะมูลฝอย ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการเทกอง การฝังกลบ และการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่ง ซึ่งก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) [1] โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณเพิ่มขึ้นสาเหตุหนึ่งเกิดจากการเพิ่มของปริมาณขยะมูลฝอย โดยในปี พ.ศ.2556 ประเทศไทยมีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 318.66 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มาจากกิจกรรมในภาคการจัดการขยะมูลฝอยประมาณ 11.83 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 3.71 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย [2]

จังหวัดน่านมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของชุมชน การท่องเที่ยว และการขยายตัวเศรษฐกิจ ส่งผลทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยมีปริมาณที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย 456.03 ตันต่อวัน ซึ่งในพื้นที่เทศบาลเมืองน่านมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นมากถึง 30.47 ตันต่อวัน และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยในแต่ละวันสามารถคัดแยกขยะมูลฝอยได้เพียง 12 ตันต่อวันเท่านั้น ขยะมูลฝอยที่เหลือทั้งหมดจะถูกกำจัดโดยการนำไปฝังกลบโดยปราศจากการคัดแยก [3] ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการจัดการที่ไม่เหมาะสมส่งผลทำให้มีการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นตามมา ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก [4] ซึ่งการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัด

ขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม ที่มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ซีเอฟซี (CFC_s), ไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน (HFC_s), เพอร์ฟลูโอโรคาร์บอน (PFC_s) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ถ้าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมากส่งผลทำให้ภูมิอากาศแปรปรวนและรุนแรงกว่าที่ควรจะเป็น และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง การจัดการขยะของเสียด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ [5]

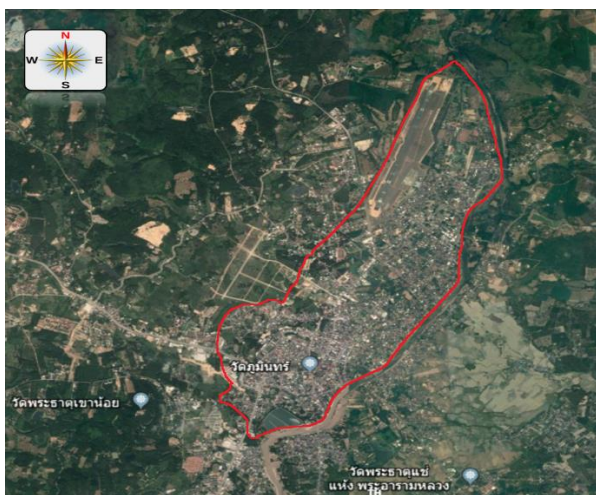
กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยที่เป็นพลาสติก เนื่องจากเมื่อมีการเผาทำลายจะมีสารพิษที่ไปทำลายชั้นโอโซน โดยเฉพาะพลาสติกโฟมจะมีสารซีเอฟซี (CFC_s) ซึ่งเป็นสารพิษเมื่อนำไปทิ้งหรือฝังกลบในดิน รวมทั้งการกำจัดขยะมูลฝอยที่เป็นเศษอาหาร ที่ถูกทิ้งให้เป็นที่กลายเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศถึงร้อยละ 8 วิธีการทำลายขยะเศษอาหารส่วนใหญ่ใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสร้างภาวะเรือนกระจก เพราะขยะมูลฝอยเศษอาหารผลิตก๊าซมีเทน (CH_4) ได้เป็นจำนวนมาก พชรนันท์ กลั่นแก้ว [6] โดยจากการศึกษาของลักษณะนารา ขวัญชุม ปรีชาติ ยะสาธะโร และเฉลิมชัย บุญชูบุ [7] ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โรงคัดแยกขยะของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่า โรงคัดแยกขยะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ เท่ากับ 1,125,320.92 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และการศึกษาของนิตยา ชาคำรุณ และพณีย์ โยธานันท์ [8] พบว่า การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จากการใช้วิธีการคำนวณและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีการปล่อยปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 315,886.92 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนมีค่าเท่ากับ 176.97 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งคำนวณออกมาเป็นค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจำนวน 4 กิจกรรมคือ การใช้ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 305.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อบุคคล การใช้น้ำมีค่าเท่ากับ 3.42 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อบุคคล การกำจัดขยะมีค่าเท่ากับ 5.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อบุคคล และการกำจัดสิ่งปฏิกูลมีค่าเท่ากับ 1.00 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อบุคคล นอกจากนี้จากการศึกษาของอรชร ฉิมจารย์ และคณะ [9] พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะในสถานการณ์ปัจจุบันของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรสุพรรณบุรี โดยการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ การรีไซเคิล ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าการเทกองที่มีการควบคุม ซึ่งสามารถลดลงถึง 217.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี เพื่อให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงควรมีการคัดแยกและเลือกวิธีการในการจัดการขยะแต่ละประเภทให้เหมาะสมเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. วิธีการวิจัย

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย มีขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

3.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในเขตเทศบาลเมืองน่านครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล คือ ตำบลในเวียงทั้งตำบล และบางส่วนของตำบลผาสิงห์ มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 7.6 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,750 ไร่ จำนวน 28 หมู่บ้าน (ภาพที่ 1) ซึ่งนำขยะมูลฝอยมากำจัด ณ สถานที่บ่อกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน



ภาพที่ 1 ขอบเขตเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน (ที่มา: [10])

3.2 ศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอย

ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย (Composition) โดยกระบวนการแบ่งกองมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) ทำการวิเคราะห์สัดส่วนของขยะมูลฝอยแต่ละประเภท ดังนี้ [11]

3.2.1 สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยมาประมาณ 1-2 ลูกบาศก์เมตร

3.2.2 นำขยะมูลฝอยที่ได้มากองลงบนพื้นที่มีผ้าใบรองอยู่แล้วทำการใช้พลั่วผสมคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันให้มากที่สุด เพื่อให้ลักษณะขององค์ประกอบของกองมูลฝอยเหมือน ๆ กันทุกส่วน

3.2.3 แบ่งกองมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) แล้วเลือก 2 ส่วน จาก 4 ส่วนนำมากองรวมกันแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นทำ Quartering อีกหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งมูลฝอยเหลือประมาณ 50 – 100 ลิตร

3.2.4 นำตัวอย่างมูลฝอยไปทำคัดแยกออกเป็นขยะแต่ละชนิด ได้แก่ เศษอาหาร กระจาด ขยะพลาสติก ยาง หนัง ผ้า ไม้ แก้ว โลหะ เป็นต้น

3.2.5 คำนวณองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแต่ละชนิด โดยนำน้ำหนักของขยะที่ทำการคัดแยกแล้วมาคิดค่าเป็นร้อยละ จากน้ำหนักตัวอย่างรวมของน้ำหนักขยะมูลฝอยทั้งหมด

3.3 ศึกษาปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย โดยนำข้อมูลของการกำจัดขยะมูลฝอยแต่ละชนิดโดยการฝังกลบ นำมาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emissions Factors) ซึ่งมีหน่วยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยข้อมูล ($\text{CO}_2\text{e}/\text{หน่วยข้อมูล}$) ตามแนวทางของของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) [12] และตามแนวทางของของหน่วยงานองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse gas management organization (Public Organization) :TGO) [13] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emissions Factors) ของการกำจัดขยะมูลฝอย

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($\text{KgCO}_2\text{eq}/\text{หน่วย}$)
การกำจัดขยะมูลฝอย/การฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด		
กระดาษ	กิโลกรัม	2.93
ผ้า	กิโลกรัม	2.00
เศษอาหาร	กิโลกรัม	2.53
เศษไม้	กิโลกรัม	3.33
กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากสวน	กิโลกรัม	3.27
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	กิโลกรัม	4.00
ยางและหนัง	กิโลกรัม	3.13
น้ำมันเชื้อเพลิงรถฝังกลบขยะมูลฝอย		
น้ำมันดีเซล	ลิตร	2.7446

3.3.1 คำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย โดยการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด ดังสมการที่ (1)

$$\text{Emission} = \text{Solid Waste (units)} \times \text{EF (kgCO}_2\text{)} \quad (1)$$

โดยที่

Emission	การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลขยะมูลฝอยแต่ละชนิดฝังกลบ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)
Solid Waste	ปริมาณขยะมูลฝอยที่ฝังกลบแต่ละชนิด (ตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)
EF	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขยะมูลฝอยแต่ละชนิดฝังกลบ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)

3.3.2 คำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย ดังสมการที่ (2)

$$\text{Emission} = \frac{\text{Fuel (units x EF (kgCO}_2\text{))}}{\text{Solid Waste (tones)}} \quad (2)$$

โดยที่

Emission	การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลน้ำมันรถฝึกลบขยะมูลฝอย (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)
Solid Waste	ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปฝึกลบต่อเดือน (ตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)
Fuel	ปริมาณน้ำมันที่ใช้รถฝึกลบขยะมูลฝอย (ลิตรต่อเดือน)
EF	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกการใช้น้ำมันรถฝึกลบขยะมูลฝอย (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)

4. ผลการวิจัย

4.1 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย ณ สถานที่บ่งกําจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน

องค์ประกอบของขยะมูลฝอย ณ สถานที่บ่งกําจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่านในปี พ.ศ. 2562 แบ่งตามฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดูกาลคือ ฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม-เดือนตุลาคม) พิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของจังหวัดน่าน [14] จากการแบ่งองค์ประกอบของขยะมูลฝอยออกเป็น 12 ประเภท พบว่า ฤดูแล้งมีขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.04 รองลงมาคือขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก คิดเป็นร้อยละ 24.31 เช่นเดียวกับองค์ประกอบขยะมูลฝอย ฤดูฝนมีขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.94 รองลงมาคือขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก คิดเป็นร้อยละ 24.04 (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจรัมพร ยุคะลัง จารุวรรณ วิโรจน์ และชัยรัช จันทรมุต [15] ซึ่งพบว่าในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีองค์ประกอบของมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ได้แก่ เศษอาหาร ร้อยละ 56 ถุงพลาสติก ร้อยละ 21 กระดาษ ร้อยละ 9 แก้ว ร้อยละ 4 ขวดพลาสติก ร้อยละ 4 โลหะ ร้อยละ 1 โฟม ร้อยละ 1 อื่น ๆ ร้อยละ 4 เช่นเดียวกับการศึกษาของบุญชัย ชาญเขียวชิงชัย [16] ซึ่งวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะ และการจัดการขยะชุมชนพื้นที่จังหวัดลพบุรี อำเภอพัฒนานิคม ตำบลช่องสาธิตา พบว่า องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นขยะอินทรีย์ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 40 พลาสติก ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 43 แก้ว ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 7 กระดาษค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 5.6 โลหะ ค่าเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 2.4 และอื่น ๆ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2 ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งกำเนิดที่ดำเนินการศึกษามีลักษณะใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2 ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอย ณ สถานที่บ่อกำจัดขยะมูลฝอยปี พ.ศ. 2562 ในฤดูแล้ง และฤดูฝน

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอย		
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	เฉลี่ยทั้งปี
1) เศษอาหาร	47.04	45.94	46.23
2) เศษไม้	0.79	0.37	0.48
3) กิ่งไม้ต้นหญ้าจากสวน	1.05	0.84	0.90
4) กระดาษ	12.33	15.35	14.56
5) พลาสติก	24.31	24.04	24.11
6) อลูมิเนียม/โลหะ	4.38	1.76	2.45
7) แก้ว	6.48	6.59	6.56
8) ผ้า	1.13	1.12	1.13
9) ยางและหนัง	1.22	0.89	0.98
10) ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	0.85	1.22	1.12
11) ขยะมูลฝอยอันตราย	0.05	0.08	0.07
12) อื่นๆ	0.38	1.79	1.42
รวม	100	100	100

4.2 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยจากขยะมูลฝอย ณ สถานที่บ่อกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน คำนวณมาจาก 2 แหล่ง คือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย มีค่าเท่ากับ 16,487.71 kgCO₂eq/ปี โดยเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด 16,405.28 kgCO₂eq/ปี (ตารางที่ 3) และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งมีปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่นำมากำจัด 941.4 ตัน/เดือน และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณ 2,356.0 ลิตร/เดือน ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่านเท่ากับ 82.43 kgCO₂eq/ปี

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบ โดยมีปริมาณมากถึง 16,405.28 kgCO₂eq/ปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของลักษณะนารา ขวัญชุม ปริชาติ ยะสาระโร และเฉลิมชัย บุญชู [7] ซึ่งพบว่ากิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบ นอกจากนี้จากการศึกษาของนิตยา ชาคำรณ และพจนีย์ โยธานันท์ [8] พบว่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยการคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีการปล่อยปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 315,886.92 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนมีค่าเท่ากับ 176.97 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งการกำจัดขยะมีค่าเท่ากับ 5.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อบุคคล

ตารางที่ 3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิดปี พ.ศ. 2562

รายการข้อมูล	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)			ค่าแฟคเตอร์ (KgCO ₂ eq/ หน่วย)	ปริมาณการ ปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO ₂ eq/ปี)
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ทั้งปี		
กระดาษ	684.00	684.84	1368.84	2.93	4,010.70
ผ้า	53.34	53.41	106.75	2.00	213.50
เศษอาหาร	2,182.34	2,185.01	4,367.35	2.53	11,049.40
เศษไม้	22.66	22.69	45.35	3.33	151.02
กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากสวน	42.49	42.54	85.03	3.27	278.05
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	52.87	52.94	105.81	4.00	423.24
ยางและหนัง	44.60	44.66	89.26	3.13	279.38
รวม	3,082.31	3,086.08	6,168.39	-	16,405.28

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน พบว่า เมืองประกอบของขยะมูลฝอย ณ สถานที่บ่อกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่านทั้งสองฤดูกาลมีขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.23 รองลงมาคือขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก คิดเป็นร้อยละ 24.11 เนื่องจากลักษณะของแหล่งกำเนิดซึ่งเป็นชุมชน ขยะมูลฝอยจึงเกิดจากกิจกรรมประจำวันในการดำรงชีวิตตามบ้านเรือนของประชาชน ส่วนใหญ่แล้วเป็นขยะมูลฝอยมาจากห้องครัวของที่พักอาศัย เศษสินค้าที่ไม่ต้องการ เป็นต้น [จรัมพร ยุคะลัง จารุวรรณ วิโรจน์ และชัยธัช จันทรสุมิต, บุญชัย ชาญเขียวชิงชัย] [15-16] ส่วนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่าน มีค่าเท่ากับ 16,487.71 kgCO₂eq/ปี โดยเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด 16,405.28 kgCO₂eq/ปี และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองน่านเท่ากับ 82.43 kgCO₂eq /ปี ซึ่งกระบวนการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด [ลักษณะนารา ขวัญชุม ปริชาติ ยะสาระโร และเฉลิมชัย บุญชู] [7] ดังนั้นเพื่อให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงควรมีการคัดแยกและเลือกวิธีการในการจัดการขยะแต่ละประเภทให้เหมาะสมเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และควรมีการศึกษากระบวนการกำจัดขยะทุกขั้นตอน ได้แก่ การเก็บรวบรวม การขนส่งขนถ่าย การคัดแยก การนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ และการกำจัดขยะมูลฝอย

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยน้อมสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ จากสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงพระราชทานทุนการศึกษา ระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. **ก๊าซเรือนกระจก ลดแค่ไหนจึงจะพอ**, 2558. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2562. จาก: <https://www.trf.or.th/research-digest/1001-2013-12-07-02-47-18>.
- [2] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. **ข้อมูลตัวชี้วัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกรายสาขา**, 2561. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2562. จาก: http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_73/.
- [3] เทศบาลเมืองน่าน. **ข้อมูลปริมาณมูลฝอย โครงการกำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองน่านปีงบประมาณ 2561**, 2561.
- [4] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย. **ขยะปัญหาโลกแตกของประเทศไทย**, 2555. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2562. จาก: <http://www.hsm.chula.ac.th/enews/Ebook-09-10-2555.pdf>.
- [5] กรมอุตุนิยมวิทยา. **การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**, 2562. สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2562. จาก: <https://tmd.go.th/info/info.php?FileID=86>.
- [6] พัชรินทร์ กลั่นแก้ว. **ภาวะโลกร้อนที่เป็นผลจากพฤติกรรมของคนในสังคม**, 2551. สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2562. จาก: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/F124_P69-75.pdf.
- [7] ลักษณะนารา ขวัญชุม, ปรีชาดิ ยะสาระโร, และเฉลิมชัย บุญชูบ. **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โรงคัดแยกขยะของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัยครั้งที่ 14 จังหวัดมหาสารคาม**, 2558, หน้า 680-693.
- [8] นิตยา ชาคำรุณ และพจนีย์ โยธานันท์. **ศึกษาการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, 2559, หน้า 37-44.
- [9] อรชร ฉิมจารย์, ฐิติมา นันใจคำ และสุพสมาน สังโยคะ. **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. Rajabhat Journal of Sciences Humanities Social Sciences**, 2559, 17(2), หน้า 230-242.
- [10] Google earth. **ขอบเขตเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน**, 2562. สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2562. จาก: <https://satellite-map.gosur.com>.
- [11] กรมควบคุมมลพิษ. **คู่มือการดำเนินงานลดคัดแยกขยะมูลฝอยภายในอาคารสำนักงาน**, 1,000 เล่ม, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ฮีลท์ จำกัด, 2552.
- [12] IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste, 2006.
- [13] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). **ค่า Emission Factor โดยแบ่งตามประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม**, 2562. สืบค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2562. จาก: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/products_emission/products_emission.pnc.
- [14] กรมอุตุนิยมวิทยาศูนย์ภูมิอากาศกองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. **ภูมิอากาศจังหวัดน่าน**, 2562. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2562. จาก: <http://climate.tmd.go.th>.

- [15] จรัมพร ยุคะลัง, จารุวรรณ วิโรจน์และ ชัยธัช จันทรสุมิต. **ปัญหาและการจัดการมูลฝอยในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555, 31(4), หน้า 363-371.
- [16] บุญชัย ชาญเชียวชิงชัย. **การวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะและการจัดการขยะชุมชนพื้นที่จังหวัดลพบุรี อำเภอพัฒนานิคม ตำบลช่องสาธิต**. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2559.