

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่างๆ ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษา

1. ภาชนะตวงมูลฝอยความจุ 50 ลิตร
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. ผ้ายางและพลาสติก
4. ถุงมือ
5. ตู้อบ (Hot air oven)
6. ถาดอลูมิเนียม
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก
8. ตู้ดูดความชื้น (Desiccators)
9. เครื่องบดมูลฝอย (Grinder)
10. เตาเผา (furnace)
11. ถ้วยกระเบื้องทนความร้อน(Porcelain crucible)
12. ชุดเครื่องย่อย
13. ชุดเครื่องกลั่น
14. เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง
15. Flamephotometer
16. เครื่อง Atomic Absorption

สารเคมีที่ใช้ในการศึกษา

1. บอริก (Boric)
2. เมทิล บลู (Methyl blue)
3. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate)
4. โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide)
6. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)
7. กรดไนตริก (HNO₃)
8. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)

สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่ตลาดสด 3 ตลาดคือ ตลาดสดลีลา ตลาดมหาชัยเมืองใหม่ และตลาดทะเลไทย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเลือกจุดเก็บตัวอย่างขยะจากถังรวมขยะของแต่ละตลาด ซึ่งเป็นจุดรวมขยะทั้งหมดของพื้นที่ทั้ง 3 ตลาด

ระยะเวลาในการดำเนินการ

ทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างขยะในช่วงเดือนธันวาคม 2556 - มกราคม 2557 (ในวันที่ 22 ธ.ค. 2556, 7 ม.ค. 2557 และ 30 ม.ค. 2557)

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ และคุณลักษณะทางเคมีในห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม ชั้น 6 อาคาร 50 พรรษามหาวิจิตรรังสรรค์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

การสุ่มตัวอย่างขยะ(Quartering)

กำหนดพื้นที่สำรวจและจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ จากนั้นติดต่อกับเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบตลาดสดทั้ง 3 ตลาด คือ ตลาดสดลีลา ตลาดมหาชัยเมืองใหม่ และตลาดทะเลไทย เพื่อนัดหมายวันมาเก็บตัวอย่าง ณ จุดรวมขยะของทั้ง 3 ตลาด ดำเนินการเก็บตัวอย่างขยะ ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 – มกราคม 2557 (ในวันที่ 22 ธ.ค. 2556, 7 ม.ค. 2557 และ 30 ม.ค. 2557)ขยะ ณ จุดรวมขยะมีความหลากหลาย มีปริมาณมาก และไม่ได้มีการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นจึงดำเนินการสุ่มตัวอย่างขยะอย่างมีระบบเพื่อเป็นตัวแทนของขยะจากแหล่งกำเนิด และเพื่อดำเนินการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ และเคมีของขยะต่อไป การสุ่มตัวอย่างขยะมีรายละเอียดดังนี้

1.อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

- อุปกรณ์ในการคลุกเคล้าขยะ เช่น พลั่ว จอบ เป็นต้น
- เชือกสำหรับแบ่งขยะ
- ถังที่ทราบปริมาตรแน่นอนเพื่อตวงขยะ
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ถุงมือ
- ผ้าปิดจมูก
- ถุงดำ
- ผ้ายางสำหรับรองพื้น

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์

2.1 การเก็บตัวอย่างขยะกระทำได้โดย สุ่มตัวอย่างขยะจากจุดรวมขยะทั้ง 3 ตลาดอย่างน้อย 4 จุดเพื่อให้ได้ชนิดของขยะที่แตกต่างกันสุ่มตัวอย่างขยะประมาณ 1-2 ลบ.ม.

2.2 นำขยะทั้งหมดที่ได้ประมาณ 1-2 ลบ.ม. มาเทกองรวมกันบนผ้าสำหรับปูพื้นที่ได้เตรียมไว้ ทำการคลุกเคล้าให้ห้องค์ประกอบต่างๆ กระจายกันอย่างทั่วถึง นำขยะมากองรวมกัน แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันมากที่สุด

2.3 กองขยะในลักษณะสมมาตรรูปกรวย แบ่งกองขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือก 2 ส่วนที่กองอยู่ตรงกันข้ามมารวมกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.1 และ 3.2 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง ให้ห้องค์ประกอบต่างๆ กระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.4 ทำ Quartering ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ตัวอย่างขยะในปริมาณที่ต้องการ จะเหลือตัวอย่างขยะไว้ประมาณ 50 ลิตร หรือ 15 กิโลกรัม แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปริมาตรตู้อบหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอยู่ แล้วจึงนำตัวอย่างขยะที่ได้ไปวิเคราะห์ห้องค์ประกอบหรือลักษณะอื่นๆ ต่อไป (เสรีร์ย์ ตู๊ประกาย, 2556)



ภาพที่3.1ลักษณะการกองขยะให้เป็นรูปกรวยก่อนที่จะแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน



ภาพที่ 3.2 การแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) และเลือกสุ่มเอามา 2 ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกัน

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

1. ปริมาณขยะ

หาปริมาณขยะโดยการชั่งน้ำหนักขยะจากจุดเก็บตัวอย่างจากถังรวมขยะวิธีนี้ทำโดยการชั่งน้ำหนักขยะโดยใช้เครื่องชั่งขนาดใหญ่ที่สามารถชั่งขยะได้ หากต้องการข้อมูลที่แม่นยำให้ชั่ง 7 วัน ต่อเนื่องขึ้นไป แต่หากไม่มีเวลาจะต้องชั่งอย่างน้อย 3-4 วัน โดยให้ครอบคลุมทั้งขยะที่ผลิตในวันหยุด และวันปกติ

2. อัตราการเกิดของขยะ

ข้อมูลปริมาณขยะนำไปเทียบกับจำนวนประชากร ว่าประชากร 1 คน จะผลิตขยะออกมาเท่าใด เรียกว่าอัตราการเกิดขยะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อคนต่อวัน มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักขยะที่ชั่งได้ (กก./วัน)}}{\text{จำนวนประชากรที่ได้รับบริการเก็บขนขยะ (คน)}}$$

3. องค์ประกอบของขยะ (Composition)

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

- 3.1.1 ผ้ายาง พลาสติกปูโต๊ะหรือพื้น สำหรับแยกประเภทขยะ
- 3.1.2 ถูมียาง
- 3.1.3 หน้ากากกันฝุ่นและกลิ่น
- 3.1.4 ถาดอลูมิเนียม หรือถาดพลาสติก

3.1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.6 ปากคีบ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 นำตัวอย่างขยะที่ได้จากการแบ่งเป็น 4 ส่วน (Quartering) สุ่มตัวอย่างขยะมาประมาณ 50-100 ลิตร แล้วชั่งน้ำหนักขยะทั้งหมด

3.2.2 คัดเลือกตัวอย่างขยะแต่ละประเภท และชั่งน้ำหนัก จดบันทึก

3.2.3 หรือจะวิเคราะห์องค์ประกอบแห้ง หลังจากอบขยะที่อุณหภูมิ $75^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 4-5 วัน จนน้ำหนักขยะคงที่ แล้วมาแยกองค์ประกอบออกมาตามประเภทต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ แล้วชั่งน้ำหนักขยะในแต่ละประเภทนั้นๆ

3.3 การคำนวณหาองค์ประกอบของขยะ

$$C = \frac{W_{\square} \times 100}{W}$$

โดยที่

C	=	ร้อยละขององค์ประกอบแต่ละประเภท
W_{\square}	=	น้ำหนักขยะแต่ละประเภท
W	=	น้ำหนักขยะรวม

หน่วยของค่าองค์ประกอบขยะแต่ละประเภท เป็นร้อยละโดยน้ำหนักของขยะรวม

4. ความหนาแน่น (Density)

4.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

4.1.1 ภาชนะตวงขยะความจุ 50 – 100 ลิตร

4.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

4.1.3 อุปกรณ์สำหรับคลุกเคล้าขยะ เช่น พลั่ว จอบ ฯลฯ

4.1.4 ถุงมือ หน้ากากสวมป้องกันฝุ่น

4.2 วิธีการหาค่าความหนาแน่นขยะ

4.2.1 ชั่งน้ำหนักถังตวงเปล่าที่ทราบปริมาตรแน่นอนแล้วจดบันทึกไว้

4.2.2 นำขยะที่ได้จากการ Quartering และผ่านการคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนเหลือประมาณ 50 ลิตร ใส่ภาชนะตวงขยะ

4.2.3 ยกภาชนะตวงขยะสูงจากพื้น 30 ซม. แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้น 3 ครั้ง หาก ปริมาณขยะในภาชนะตวงลดลงกว่าระดับที่กำหนดให้เติมขยะลงไปจนได้ระดับโดยไม่มีกรอัดเพิ่ม

4.2.4 ชั่งน้ำหนักภาชนะตวงที่มีขยะ

4.2.5 ทดลองหาค่าความหนาแน่นตามวิธีการตามข้อ 1-4 หลายๆ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

4.3 การคำนวณหาค่าความหนาแน่นขยยะ

จากผลการทดลองข้างต้น สามารถนำมาคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{ความหนาแน่นขยยะ (กก/ลบ.ม.)} = \frac{\text{น้ำหนักขยยะ (กก.)}}{\text{ปริมาตรของภาชนะบรรจุ (ลบ.ม.)}}$$

หรือ ค่าความหนาแน่นปกติ D = $W2 - W1 / V$

เมื่อ	D	=	ความหนาแน่นปกติ (Bulk density) (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
	W1	=	น้ำหนักขยยะสดรวมน้ำหนักภาชนะตวงขยยะ (กิโลกรัม)
	W2	=	น้ำหนักภาชนะตวงขยยะ (กิโลกรัม)
	V	=	ปริมาตรภาชนะตวงขยยะ (ลูกบาศก์เมตร)

หน่วยความหนาแน่น คือ กิโลกรัมต่อลิตร หรือกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (อภิรักษ์ บุญตา,ธีรพันธ์ ขนอม,นภัสวรรณ โคตรวงศ์, 2553)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขยยะ

1. ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยทั่วไปน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอยจะเป็นน้ำในตัวของมูลฝอยเอง (Inherent Water) เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/2 ถึง 1/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

1.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

1.1.1 ตู้อบ (Hot air Oven)

1.1.2 ถาดอลูมิเนียม

1.1.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.2 วิธีการทดลอง

1.2.1 ชั่งน้ำหนักถาดอลูมิเนียมเปล่า

1.2.2 สุ่มตัวอย่างขยยะประมาณ 50 ลิตร ใส่ถาดอลูมิเนียม แล้วชั่งน้ำหนัก

1.2.3 อบขยยะในตู้อบที่อุณหภูมิ 75°C - 100°C ประมาณ 3-4 วัน อบที่อุณหภูมิ 90°C มากกว่า 1 ชั่วโมง (จนขยยะแห้งสนิท หรือน้ำหนักคงที่)

1.2.4 ชั่งน้ำหนักขยยะที่อบแล้ว

1.2.5 นำค่าที่ชั่งน้ำหนักขยยะก่อนอบและหลังอบขยยะมาคำนวณ

1.3 การคำนวณหาปริมาณความชื้นของขยะ

$$M = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

โดยที่	M	=	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
	W ₁	=	น้ำหนักขยะก่อนอบ
	W ₂	=	น้ำหนักขยะหลังจากอบ

2. ปริมาณของแข็งรวม (Total solid)

ปริมาณของแข็งรวม หมายถึง ปริมาณมูลฝอยที่แห้งสนิท การคำนวณใช้สูตร

$$T = 100 - M$$

โดยที่	T	=	ปริมาณของแข็งรวม (เปอร์เซ็นต์)
	M	=	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)

3. ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile solid)

ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ หมายถึง ส่วนของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้เป็นส่วนใหญ่ที่สามารถติดไฟ หรือเผาไหม้ได้ที่ความร้อนสูง โดยแปลงสภาพเป็นก๊าซ และไอน้ำ

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

- ตู้อบ (Hot air oven)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตู้ดูดความชื้น (Desiccators)
- เครื่องบดมูลฝอย (Grinder)
- เตาเผา (Furnace)
- ถ้วยกระเบื้องทนความร้อน (Porcelain crucible)

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

3.2.1 นำตัวอย่างมูลฝอยที่ผ่านการ Quartering และผ่านบดมูลฝอยที่อบแห้งสนิทแล้วให้มีขนาด 10 มม. อบมูลฝอยในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชม.

3.2.2 ปล่อยให้แห้งใน Desiccator

3.2.3 สุ่มตัวอย่างประมาณ 3-6 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนที่ทราบน้ำหนักแล้วชั่งน้ำหนักรวมของ มูลฝอยและถ้วยกระเบื้อง

3.2.4 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่

3.2.5 ปล่อยทิ้งให้เย็นใน Desiccator ประมาณ 1-2 ชั่วโมง

3.2.6 ชั่งน้ำหนักมูลฝอยพร้อมถ้วยกระเบื้อง

3.3 การคำนวณ

$$V = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

โดยที่ V = ค่าปริมาณของแข็งที่เผาไหม้ได้

W_1 = น้ำหนักมูลฝอยก่อนเผา

W_2 = น้ำหนักมูลฝอยหลังจากเผา

4. ปริมาณเถ้า (Ash content)

ปริมาณเถ้า หมายถึง ส่วนของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้ทำได้จากการคำนวณหรือคิดจากน้ำหนักของมูลฝอยที่เหลือหลังจากเผาในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

4.1 การคำนวณ

$$\text{Ash content} = T - V$$

โดยที่ Ash content = ร้อยละของปริมาณเถ้า

T = ร้อยละของปริมาณของแข็งรวม

V = ร้อยละของปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

5. ค่าปริมาณคาร์บอนในมูลฝอย (carbon, C)

ค่าปริมาณคาร์บอนสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

การคำนวณ

$$\text{ค่าปริมาณคาร์บอน} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (v)}}{1.8}$$

หน่วยของค่าปริมาณคาร์บอนและค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ = ร้อยละของมูลฝอย

ทั้งหมด

6. ค่าปริมาณไฮโดรเจนของมูลฝอย (Hydrogen, H)

ค่าปริมาณคาร์บอนสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้
การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไฮโดรเจน} = \frac{\text{ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (V)}}{1.6}$$

หน่วยของค่าปริมาณคาร์บอนและค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ = ร้อยละของมูลฝอย
ทั้งหมด

7. การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen content)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างขยะ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Organic-Nitrogen หรือ Ammonia-nitrogen

7.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 7.1.1 ชุดวิเคราะห์ไนโตรเจน (Kjeldahl-apparatus)
- 7.1.2 ชุดเครื่องย่อย
- 7.1.3 ชุดเครื่องกลั่น
- 7.1.4 ตู้ดูดควัน (Hood)
- 7.1.5 บิวเรตต์ (Burette)
- 7.1.6 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- 7.1.7 ปีกเกอร์ (Beaker)
- 7.1.8 กระบอกตวง (Cylinder)
- 7.1.9 ปิเปตต์ (Pipette)

7.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 7.2.1 บอริก (Boric)
- 7.2.2 methyl red
- 7.2.3 methyl blue
- 7.2.4 คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulfate)
- 7.2.5 โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate)
- 7.2.6 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)
- 7.2.7 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) – H₂SO₄

7.3 การเตรียมสาร

7.3.1 การเตรียม Boric (Indicator)

1. สารละลาย Indicator (อยู่ได้นาน 1 เดือน)

ชั่ง methyl red 50 mg ละลายใน ethyl alcohol 95% จำนวน 25 ml

ชั่ง methyl blue 25 mg ละลายใน ethyl alcohol 95% จำนวน 12.5 เอาทั้งสองผสมกัน

2. Indicator Boric Solution

- ละลาย Boric 20 g ในน้ำกลั่น

-เติม Indicator 10 ml แล้วปรับปริมาณ 1 ลิตร

7.3.2 การเตรียม CuSO₄

ชั่ง CuSO₄ 12.60 g ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาณเป็น 500 ml

7.3.3 การเตรียม NaOH

ชั่ง NaOH 200 g ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาณเป็น 500 ml

7.3.4 การเตรียม H₂SO₄ ใช้ไตเตรต1. เตรียม H₂SO₄ 5 N

ดึง H ₂ SO ₄	133.2 ml	ปรับเป็น	1,000 ml
	66.6	ปรับเป็น	500 ml
	33.3	ปรับเป็น	500 ml
	13.32	ปรับเป็น	500 ml

2. เตรียม H₂SO₄ 0.02 N

ดึง H₂SO₄ จาก 5 N มา 2 ml ปรับปริมาตรเป็น 500 ml

7.4 การคำนวณ

$$N_t = (A-B) \times N \times 14 \times 100/C$$

โดยที่	N _t	=	เป็นร้อยละของปริมาณไนโตรเจน
	A	=	เป็นปริมาณของสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ใช้ titrate ตัวอย่างขยะ (ml.)
	B	=	เป็นปริมาณของสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ titrate blank (ml.)
	C	=	น้ำหนักของตัวอย่างขยะ (mg.)
	N	=	Nomality ของสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid (N)

7.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์

7.5.1 นำขยะสดที่อบแห้งสนิทและแยกชนิดตามองค์ประกอบของมูลฝอยแล้วมาบดด้วยเครื่องบดมูลฝอยให้มีขนาด 1.0 มิลลิเมตร

7.5.2 นำตัวอย่างขยะที่บดแล้ว นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 75 °C ประมาณ 2 ชม. แล้วปล่อยให้เย็นใน Descicator

7.5.3 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ใส่ใน Kjeldahl flask เติม K₂SO₄ น้ำกลั่น 50 ml เติม CuSO₄ น้ำกลั่น 50 ml 10 ml เติม H₂SO₄ conc. 10 ml ทำการ Digest จนสารละลายมีลักษณะใส

7.5.4 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ใส่ใน Kjeldahl flask เติม K_2SO_4 นำกลับ 50 ml เติม $CuSO_4$ นำกลับ 50 ml 10 ml เติม H_2SO_4 conc. 10 ml ทำการ Digest จนสารละลายมีลักษณะใส

7.5.5 เติมน้ำกลั่นประมาณ 100 ml เติม NaOH 40% 50 ml กลั่นโดยใช้ Boric acid 50 ml นำเข้าเครื่องกลั่น (ได้สารละลายสีเขียว)

7.5.6 นำสารละลายที่กลั่นได้มา titrate ด้วยสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ความเข้มข้น 0.02 N จนสารละลาย เปลี่ยนเป็นสีม่วง

8. การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Chloride)

คือ การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในขยะ

8.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์

8.1.1 ชั่งตัวอย่างขยะ 2.5 กรัม

8.1.2 นำไปกรองด้วยน้ำร้อนให้ได้ปริมาณ 250 มิลลิลิตร

8.1.3 ปิเปตตัวอย่างที่ได้ 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร หากน้ำตัวอย่างมีสีเหลืองเข้มใช้น้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร + น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

8.1.4 ทำการปรับ pH ของน้ำกลั่นให้อยู่ในช่วง 7-10 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ กรด ซัลฟูริก (H_2SO_4)

8.1.5 เติมโปรแตสเซียมไดโครเมต (K_2CrO_4) 1 มิลลิลิตร

8.1.6 titrate ด้วยซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) สีเหลืองใสเป็นสีเหลืองอมส้ม

8.2 การคำนวณ

ปริมาณคลอไรด์ (mg/L) = $(A-B) \times N \times 35450 / \text{ml sample}$

% Cl = $Cl \times 10^{-6} \times 100 \times 35.453 \times \text{Dilution (เท่า)} / \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$

โดยที่ A = ml ของ $AgNO_3$ ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง
 B = ml ของ $AgNO_3$ ที่ใช้ในการไตเตรตblank
 N = 0.0141

8.3 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Chloride)

8.3.1 ชั่งตัวอย่างขยะ 2.5 กรัม

8.3.2 นำไปกรองผ่านด้วยน้ำร้อนให้ได้ปริมาณ 250 มิลลิลิตร

8.3.3 ปิเปตน้ำตัวอย่างที่ได้ 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

8.3.4 ทำการปรับ pH ของน้ำให้อยู่ในช่วง 7-10 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ ซัลฟูริก (H_2SO_4)

8.3.5 เติมโปตัสเซียมไดโครเมต (K_2CrO_4) ไตเตรทด้วยซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) สีเหลืองสีเหลืองอมส้ม (end point)

9. การวิเคราะห์โลหะหนัก

9.1 ตัวอย่างขยะมา 1 กรัม

9.2 นำน้ำกลั่น 50 ml ผสมกับ Nitric acid 50 ml (อัตราส่วน 1:1) จากนั้น pipette ใส่ตัวอย่างขยะอย่างละ 1 ml

9.3 ตั้งบน Hotplate 1 ชม. พอเดือดนำลงจาก Hotplate

9.4 เติม Nitric acid 10 ml ตั้งบน Hot plate 1 ชม. ให้เหลือประมาณ 10 ml

9.5 เติม Hydrogen peroxide (H_2O_2) 3 ml + น้ำกลั่น 2 ml ตั้ง Hot plate จนฟองหมดจากนั้นนำลงมา เติม Conc Hydrochloric (HCL) 10 ml ตั้ง Hot plate เหลือ 10 ml รอให้เย็น กรองใส่ flask 125 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 ml

9.6 นำเข้าเครื่อง Atomic Absorption (AA) เพื่อวิเคราะห์หาโลหะหนัก (Cd, Cr, Cu, Pb)

10. ค่าความร้อนของขยะ (Calorific Value)

10.1 การวิเคราะห์ค่าความร้อนของขยะแบ่งเป็นวิธีการวัด 3 แบบคือ

10.1.1 Dry Solid Calorific Value (DSCV)

10.2.2 Higher Solid Calorific Value (HSCV)

10.2.3 Lower Solid Calorific Value (LSCV)

10.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

10.2.1 ตู้อบ (Hot air oven)

10.2.2 Crucible

10.2.3 เครื่องบดขยะ

10.2.4 Oxygen Bomb Calorimeter

10.2.5 Purified Oxygen Gas

10.2.6 เครื่องอัดเม็ด

10.2.7 Wire fuse

10.2.8 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

10.3 สารเคมี

10.3.1 Benzoic acid อบที่ 103-105 องศา 2 ชั่วโมง

10.3.2 Methyl orange indicator

10.3.3 Sodium carbonate

10.4 วิธีการวิเคราะห์

นำมูลฝอยที่ผ่านการอบแห้งสนิทและแยกชนิดตามองค์ประกอบของมูลฝอยแล้วมา บดด้วยเครื่องบดมูลฝอย ให้มูลฝอยมีขนาด 1 มิลลิเมตร มาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้แห้งเป็น Desiccator สุ่มตัวอย่างมูลฝอยแต่ละชนิดมาประมาณหรือน้อย

กว่า 1 กรัม มาอัดด้วยเครื่องอัดเม็ดแล้วห่อด้วย Gampi paper (บางเครื่องมือไม่ต้องห่อ ไม่ต้องอัดเป็นเม็ด) และผูกมัดด้วย fuse จากนั้นนำไประเบิด (Bomb) ใน Oxygen Bomb Calorimeter ให้สันดาป Purified Oxygen Gas (ความกดอากาศ 15-20 psi) วัดอุณหภูมิที่สูงขึ้น นำไปคำนวณหาปริมาณความร้อนโดยเทียบกับค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการระเบิด Benzoic acid มาตรฐาน

10.5 การใช้ Bomb calorimeter

10.5.1 การทำ standardization

ทำสันดาป benzoic acid ภายใต้ออกซิเจน แล้วคำนวณค่าสมมูลพลังงานของ calorimeter (w) เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณความร้อนของตัวอย่าง (ค่าถ้าม : H_g ของ benzoic acid เป็นเท่าใด)

10.5.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. วางเม็ดตัวอย่างลงในถ้วย ต่อลวดฟิวส์ยาว 10 ซม. เข้าที่ขั้วทั้ง 2 ของฝา bomb วางให้แตะกับเม็ดตัวอย่างแต่อย่าแตะขอบถ้วย
2. เติมน้ำกลั่น 1 ml. ลงใน bomb แล้วปิด bomb
3. อัดแก๊สออกซิเจนเข้า bomb ที่ความดันประมาณ 15-20 บรรยากาศ (ระวังอย่าให้เกินกว่า 30 บรรยากาศ สำหรับบางเครื่องเป็นการเติมแบบอัตโนมัติ)
4. เติมน้ำ 2000 ml. ในกระป๋อง น้ำนี้จะเป็นตัวรับความร้อนที่ถ่ายเทมาจากการเผาไหม้ ดังนั้น น้ำนี้จึงควรมีอุณหภูมิไม่สูงนัก ถ้าเป็นไปได้ควรต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 2 องศา (เปลี่ยนน้ำทุกครั้งที่ทำกรวิเคราะห์)
5. วางกระป๋องใน calorimeter แล้ววาง bomb .นำกระป๋องต่อลวดจุดระเบิดจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำเปิดเครื่องกวนเพื่อให้ น้ำมีอุณหภูมิสม่ำเสมอเมื่ออุณหภูมิคงที่อ่านอุณหภูมิเริ่มต้น ($t_{\text{ต้น}}$)
6. กดปุ่มจุดระเบิดทิ้งไว้ 5 วินาที
7. อ่านอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก 30 วินาที จนกว่าอุณหภูมิคงที่ อ่านอุณหภูมิสุดท้าย ($t_{\text{ต้น}}$)
8. ปิดมอเตอร์ ยก bomb ขึ้นจากน้ำ ปล่อยก๊าซที่เหลือทิ้งแล้วเปิดฝา bomb
9. ฉีดน้ำกลั่นที่เติม methyl orange indicator ล้างทุกส่วนภายใน bomb เทสารละลายนี้ลงในขวดรูปกรวย ล้างหลายๆ ครั้งจนอินดิเคเตอร์ยังคงสีเหลืองเช่นเดิม ใส่น้ำกลั่นละลายด้วยสารละลายมาตรฐาน Na_2CO_3 0.1N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นเหลืองส้ม

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชากรที่ประกอบอาชีพและใช้บริการ จากตลาดสด มหาชัยเมืองใหม่ ตลาดสดลีลา ตลาดสดทะเลไทย ในเขตสำนักงานเทศบาลนครสมุทรสาคร ถนนสุข คนวิท ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

จำนวนประชากร: เทศบาลนครสมุทรสาคร มีจำนวนทั้งหมด 55,069 คน แบ่งเป็น 17,897 ครัวเรือน

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยใช้หลักการคำนวณของ Yamane's ดังสูตรต่อไป (Yamane, Taro, 1967: 866 อ้างใน สุพัตราจณณะปิยะ, 2551:112)

$$\text{สูตร } n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

เมื่อ n = จำนวนของขนาดตัวอย่าง

N = จำนวนรวมทั้งหมดของประชากรที่ใช้ในการวิจัย

e = ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (โดยในการวิจัยนี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ .05)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } n &= 17,897 / (1 + 17,897(.05)^2) \\ &= 391.25 \end{aligned}$$

ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เท่ากับ 392 ครัวเรือน หรือ 400 ครัวเรือน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัยและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยโครงสร้างของแบบสอบถาม ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในเทศบาลนครมหาชัย โดยมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) และแบบปลายเปิด (Open-ended Question)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ในการจัดการขยะแบบสอบถามเป็นคำถามวัดความรู้เกี่ยวกับขยะและการจัดการขยะ โดยสร้างเนื้อหาและรายละเอียดครอบคลุมความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขยะ ด้านการลดปริมาณขยะ ด้านการคัดแยกขยะ ด้านการเก็บรวบรวมขยะ ด้านการจัดการขยะและด้านการนำขยะมาใช้ประโยชน์ใหม่ คำถามทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ เป็นคำถามเชิงบวก 8 ข้อ ได้แก่ข้อ 1,3,6,7,9,11,13 และข้อ 15 คำถามเชิงลบ 7 ข้อ ได้แก่ข้อ 2,4,5,8,10,12 และข้อ 14 โดยให้ผู้ตอบเลือกคำตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่

เกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาจากการตอบคำถาม ดังนี้

สำหรับคำถามเชิงบวก	คะแนน
ตอบใช่	1
ตอบไม่ใช่	0
และคำถามเชิงลบ คะแนน	
ตอบใช่	0
ตอบไม่ใช่	1

เมื่อรวบรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมด เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งระดับความถี่ในการวัดความรู้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} &= \text{คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด/จำนวนชั้น} \\ &= 1-0/3 \\ &= 0.33 \end{aligned}$$

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถแปลความหมายของระดับคะแนนได้ดังนี้

ระดับความรู้ในการจัดการขยะ	ระดับคะแนน
ต่ำ	0.01 - 0.33
ปานกลาง	0.34 - 0.66
สูง	0.67 - 1.00

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวผู้วิจัยสามารถแปลความหมายเกี่ยวกับความรู้ในการจัดการขยะ ดังนี้
ระดับคะแนน 0.01 - 0.33 หมายถึง มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะในระดับต่ำ
ระดับคะแนน 0.34 - 0.66 หมายถึง มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะในระดับปานกลาง
ระดับคะแนน 0.67 - 1.00 หมายถึง มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะในระดับสูง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะ ได้แก่ ด้านการทิ้งขยะด้านการลดปริมาณขยะ และด้านการคัดแยกขยะคำถามแบบเลือกตอบโดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ระดับคะแนน 5 ระดับดังนี้

การมีส่วนร่วมของประชาชน	ระดับคะแนน
เป็นประจำ	5
บ่อยครั้ง	4
บางครั้ง	3
นานๆครั้ง	2
ไม่เคยปฏิบัติ	1

เมื่อทำการรวบรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างจะใช้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแบ่งการมีส่วนร่วมของประชาชนออกเป็น 5 ระดับ คือสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} &= \text{คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด/จำนวนชั้น} \\ &= 5-1/3 \\ &= 1.33 \end{aligned}$$

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวผู้วิจัยสามารถแปลความหมายของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะได้ดังนี้

ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน	ระดับคะแนน
ต่ำ	0 – 1.33
ปานกลาง	1.34 – 2.67
สูง	2.68 - 4.00

จากเกณฑ์ดังกล่าวผู้วิจัยกำหนดการแปลความหมายเกี่ยวกับความรู้ในการจัดการขยะ ดังนี้ ระดับคะแนน 0 - 1.33 หมายถึง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะในระดับต่ำ ระดับคะแนน 1.34 - 2.67 หมายถึง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะในระดับปานกลาง ระดับคะแนน 2.68 - 4.00 หมายถึง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะในระดับสูง

ส่วนที่ 4 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับ ปัญหาในเรื่องขยะปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไขปัญหาในเรื่องขยะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ศึกษาจากแนวความคิด ทฤษฎี เอกสาร ข้อมูลและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย
2. นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้ว ไปสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ตลาดสดมหาชัยเมืองใหม่ ตลาดสดลีลา ตลาดสดทะเลไทย ในเขตสำนักงานเทศบาลนครสมุทรสาคร ถนนสุขนครวิท ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน
3. เก็บแบบสอบถามโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบแบบสอบถามที่ได้รับคืนมา โดยนำมาตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนแล้วนำแบบสอบถามทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสถิติวิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลจากค่าสถิติต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้รับมาจากการเก็บรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบเพื่อแจกแจงข้อมูล รวมทั้งการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้อธิบายลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ระยะเวลาที่อยู่อาศัยในตำบลมหาชัย การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะ ความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้ในการบรรยายการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะและความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ

3. ค่า t-test ใช้ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการจัดการขยะจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว One-Way ANOVA ใช้ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมของประชาชนในเขตเทศบาลนครสมุทรสาคร อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ตามปัจจัยส่วนบุคคล ที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มขึ้นไป ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในตำบลลำพญา และการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะ

5. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อหาความสัมพันธ์ และทิศทางของความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้แก่ การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะและการวัดความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ และการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะของเทศบาลนครสมุทรสาคร อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

สำหรับค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้กำหนดไว้ที่ระดับ .05