

## บทที่ 3

### การดำเนินงานวิจัย

#### พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาวิจัยที่สถานที่การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยแสดงตำแหน่งสถานที่การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลกดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดงสถานที่การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก

ดำเนินการทดลอง และวิเคราะห์ตัวอย่างขยะ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

**การดำเนินการทดลอง**

การวิจัยการบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive มีภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพ 16 โดยมีการดำเนินงานดังนี้



นำขยะมาตั้งกองบนไม้ยูคาลิปตัส และกั้นแบบด้านข้าง ปิดคลุมกองหมักข้างบนด้วย Biofilter (เศษไม้) โดยตั้งกองหมัก ระยะเวลา 9 เดือน

**ภาพ 16 แสดงขั้นตอนการวิจัยการบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศ แบบ Passive**

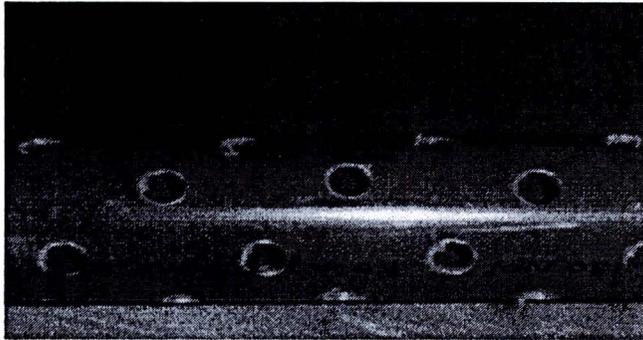
1. เก็บข้อมูลเบื้องต้น
  - 1.1 ศึกษาปริมาณขยะต่อวัน
  - 1.2 ศึกษาสภาพพื้นที่ในการบำบัดขยะ และลักษณะสมบัติของขยะเบื้องต้น

## 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งกอง

2.1 ใช้ไม้ยูคาน้ำเป็นฐานรองกองหมัก

2.2 ใช้ไม้ยูคากั้นกองหมัก

2.3 ท่อเติมอากาศ โดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เจาะรูโดยมีระยะห่างระหว่างรู 5 เซนติเมตร โดยรอบ ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงลักษณะท่อ PVC เจาะรู

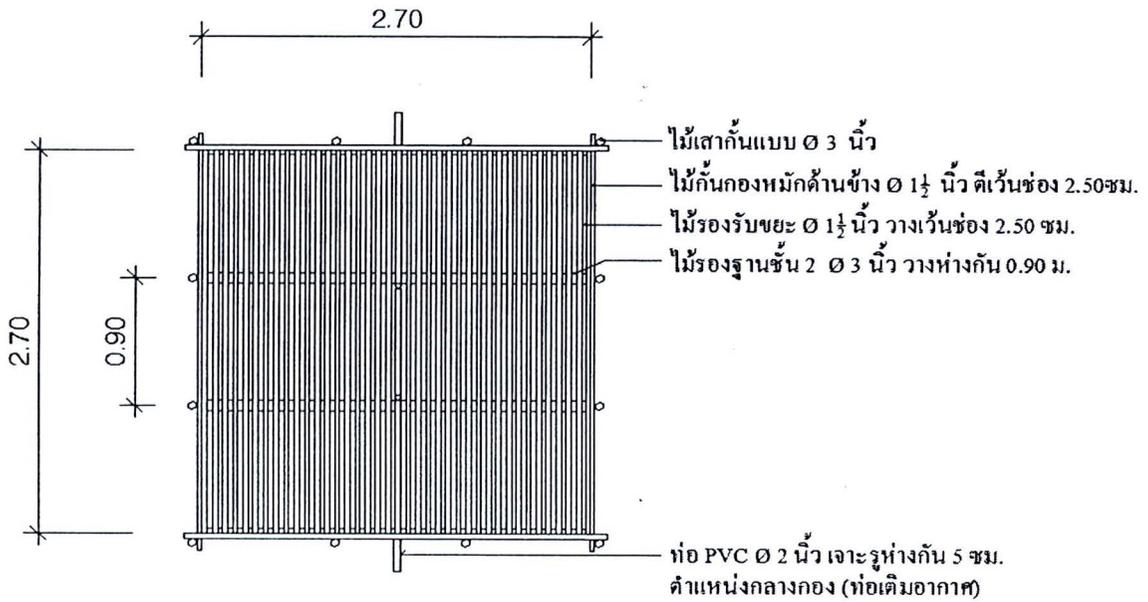
## 3. การตั้งกองหมัก

3.1 ใช้ไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว เป็นไม้หมอนรองรับไม้ฐานรับกองขยะ เพื่อให้มีอากาศถ่ายเทได้ในได้ฐานกองหมัก และเพื่อให้ท่อเติมอากาศสามารถลอดผ่านใต้กองหมักได้สะดวก

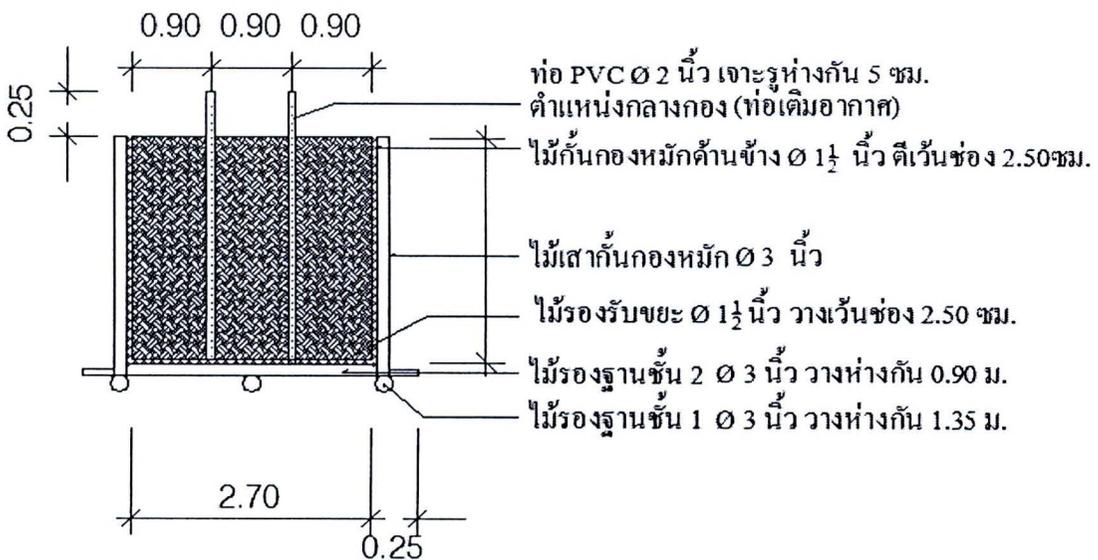
3.2 ใช้ไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว เป็นไม้ฐานรองรับขยะ

3.3 ใช้ไม้ยูคาลิปตัสทำเป็นผนังข้างกั้นกองขยะ เพื่อให้มีความสูงสม่ำเสมอกันโดยใช้ไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้วเป็นไม้เสาข้างแบบ และไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้วเป็นไม้กั้นแบบด้านข้าง

3.4 ในส่วนของการคัดแยกขยะย่อยบดฉีกถุง ทำการจัดการด้วยรถไม่ขยะของเทศบาลนครพิษณุโลกทั้งหมด และการตั้งกองหมักบนไม้ยูคาลิปตัสโดยแสดงลักษณะรายละเอียดของกองหมักดังภาพ 18 และ 19



ภาพ 18 แสดงภาพแปลนที่แสดงรายละเอียดการตั้งกองหมักขยะ



ภาพ 19 แสดงภาพตัดที่แสดงรายละเอียดการตั้งกองหมัก

3.5 นำวัสดุจากธรรมชาติ (Biofilter-Material) โดยใช้เศษไม้มาปิดคลุมกองหมัก กำหนดให้ Biofilter มีความหนาปิดคลุม 20 - 30 ซม.

#### 4. ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสูงของกองหมัก

โดยทำการเปรียบเทียบจากความสูงที่เหมาะสมต่อการทำงานในส่วนของการตั้งกองหมัก เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการขยะของชุมชนขนาดเล็กด้วย โดยมีการพิจารณาความสูงของการกั้นกองหมัก คือ สูง 2.00, 1.50, 1.00, 0.50 ม. จะได้กองหมักสูง 3.00, 2.60, 2.20, 1.50 ม.ตามลำดับ โดยกองหมักกว้าง 2.70 ม. ยาว 2.70 ม. รวมทั้งหมด 4 กอง โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 9 เดือน และทำการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และเคมี เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

หมายเหตุ: ที่พิจารณาการกั้นกองหมักสูงสุดเพียง 2.00 เมตร เกิดกองขยะสูง 3.00 เมตร เพราะข้อจำกัดในการก่อสร้าง เนื่องจากการรับน้ำหนักของขยะในกองหมัก วิธีการตั้งกองและวัสดุในการตั้งกองหมักขยะ มีข้อจำกัดจึง พิจารณาการกั้นกองหมักสูงสุดเพียง 2.00 เมตร เกิดกองขยะสูง 3.00 เมตร

#### พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์

เพื่อการศึกษาการบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยกั้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive มีรายละเอียดพารามิเตอร์ วิธีวิเคราะห์ ความถี่และจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพขยะ สมบัติทางกายภาพและเคมีภายในกองหมักที่การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยกั้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive ดังแสดงในตาราง 5 โดยรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง วิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ได้แสดงในภาคผนวก ข

ตาราง 5 แสดงพารามิเตอร์ วิธีวิเคราะห์ ความถี่และจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์ที่ใช้  
ในการศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี – กายภาพที่มีความสูงแตกต่างกัน

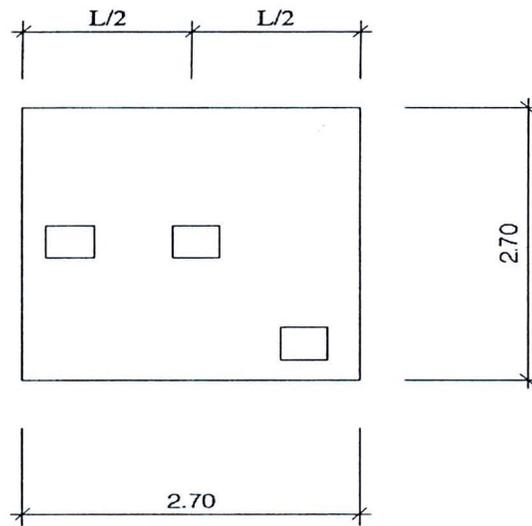
พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	ความถี่ ในการวิเคราะห์
1. องค์ประกอบขยะ	แยกประเภทขยะ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ	1 ครั้ง/เดือน
2. ความหนาแน่น	แทนที่ในภาชนะที่ทราบปริมาตร ได้น้ำหนัก	1 ครั้ง/เดือน
3. ความชื้น	Gravimetric	1 ครั้ง/เดือน
4. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	Walkley & Black	1 ครั้ง/เดือน
5. ไนโตรเจนทั้งหมด	Macro - Kjadalh	1 ครั้ง/เดือน
6. พีเอช	วิธีวัดด้วยเครื่องวัด pH	1 ครั้ง/เดือน
7. อุณหภูมิ	วิธีวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ	1 ครั้ง/สัปดาห์
8. ปริมาณออกซิเจน	วิธีวัดด้วยเครื่องวัดออกซิเจน	1 ครั้ง/สัปดาห์
9. ความสูงกอง MBT	วิธีวัดด้วยกล้องวัดระดับ	1 ครั้ง/สัปดาห์

หมายเหตุ: ข้อที่ 1 – 6 ช่วง 3 เดือนแรก 2 ครั้ง/เดือน โดยทำการทดลอง 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

### ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง

#### 1. ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างขยะ

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง คือ มุมกอง กลางกองและข้างกอง ดังภาพ 20 (ไซตริส อินทร์สิงห์, 2550, หน้า 63) ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะสัมผัสอากาศไม่เท่ากัน โดยที่มุมกองจะสัมผัสอากาศ 2 ด้าน ข้างกองจะสัมผัสอากาศ 1 ด้านและกลางกองจะไม่มีด้านที่สัมผัสอากาศ ในแต่ละตำแหน่งจะทำการเก็บตัวอย่างขยะที่ความลึกบริเวณกลางกอง ( $\frac{1}{2}$  ของความสูงกองหมัก) มารวมกันแล้วทำการวิเคราะห์ต่อไป

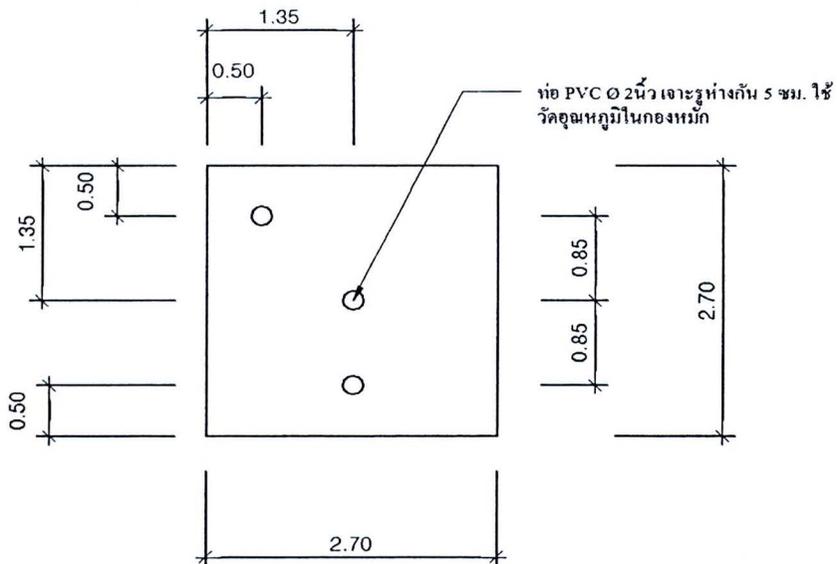


ภาพ 20 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

ที่มา: ชนารดี วิกาหะ, 2554

## 2. ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและออกซิเจน

ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิมุมกึ่ง 1 จุดอยู่ห่างจากมุมประมาณ 0.50 เมตร ด้านข้าง 1 จุด อยู่ห่างจากด้านข้างประมาณ 0.50 เมตร และกลางกึ่ง 1 จุด ดังแสดงภาพ 21 ซึ่งเป็นตำแหน่งสุ่มเก็บข้อมูล 3 จุด เป็นอุณหภูมิโดยรวมของกึ่งหมัก

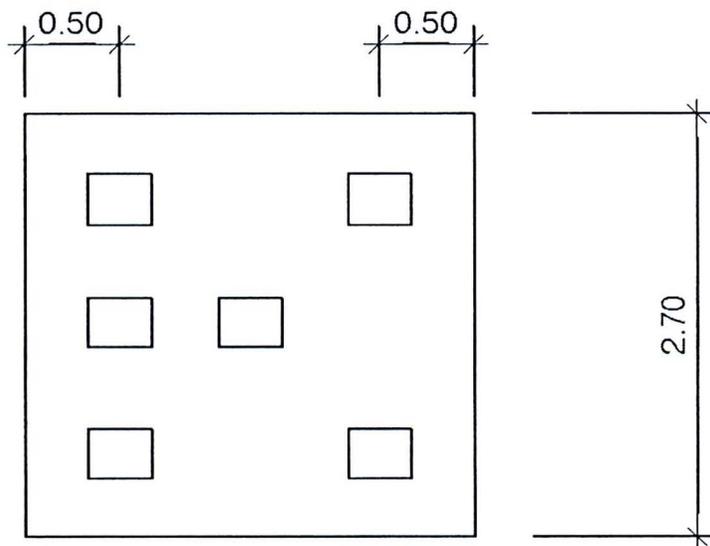


ภาพ 21 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิ (สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น)

ในตำแหน่งการวัดอุณหภูมิมีการวางท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว เจาะรู โดยรอบ 4 ด้านของท่อ โดยรูเจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร แต่ละรูเจาะห่างกัน 5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพ 17) ยกเว้นปลายท่อด้านบนลงมา 50 เซนติเมตร (โชติรส อินทร์สิงห์, 2550, หน้า 69) ความยาวของท่อ PVC สำหรับแต่ละกองจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสูงของกอง โดยแต่ละจุดจะมีท่อ PVC เจาะรู 2 ท่อนคือ ยาว  $\frac{1}{2}$  ของความสูงกองรวมกับ 50 เซนติเมตร และยาว  $\frac{3}{4}$  ของความสูงกองรวมกับ 50 เซนติเมตร ท่อ PVC เจาะรูเพื่อให้ ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิเป็นตำแหน่งเดียวกันเสมอ

### 3. ตำแหน่งการวัดความสูง

ตำแหน่งในการวัดความสูงจะวัดตามความยาวของกองหมักจำนวน 3 จุด คือ ตำแหน่งที่ห่างจากด้านข้างกองหมักทั้งสองด้าน ด้านละ 0.50 เมตร และจุดตรงกลาง ดังภาพ 22



ภาพ 22 แสดงตำแหน่งวัดความสูงกองหมัก (สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น)

### วิธีการเก็บตัวอย่างขยะ

ในการเก็บตัวอย่างขยะในตำแหน่งที่กล่าวไว้ข้างต้น จะทำการชูดกองหมักลงไป ประมาณ  $\frac{1}{2}$  ของความสูงกองหมัก และเก็บตัวอย่างขยะตำแหน่งละ 10 กิโลกรัม เพื่อนำไป วิเคราะห์ต่อไป

## วิธีการเตรียมตัวอย่างขยะ

### 1. การเตรียมตัวอย่างขยะสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

การเตรียมตัวอย่างขยะสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพนี้จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะ ความหนาแน่นและความชื้นภายในกองหมัก โดยตัวอย่างขยะที่สุ่มเก็บในแต่ละตำแหน่งนำมารวมกัน แล้ววิเคราะห์แบบวิธีแบ่ง 4 ส่วน (Quartering) จนเหลือประมาณ 5–8 กิโลกรัม แล้วนำไปวิเคราะห์ต่อไป

### 2. การเตรียมตัวอย่างขยะสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การเตรียมตัวอย่างขยะสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมีนี้จะทำการวิเคราะห์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณสารเผาไหม้ได้และ pH โดยจะทำการเก็บเบื้องต้นดังการเตรียมตัวอย่างขยะสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ หลังจากเหลือขยะประมาณ 5–8 กิโลกรัม แล้วจะทำการอบตัวอย่างขยะที่อุณหภูมิ 103–105 °C จนน้ำหนักคงที่ หลังจากนั้นย่อยขยะที่มีขนาดใหญ่ให้เหลือขนาดเล็กและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อนำตัวอย่างขยะที่ได้ไปวิเคราะห์ โดยขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างขยะ แสดงในภาพ 23

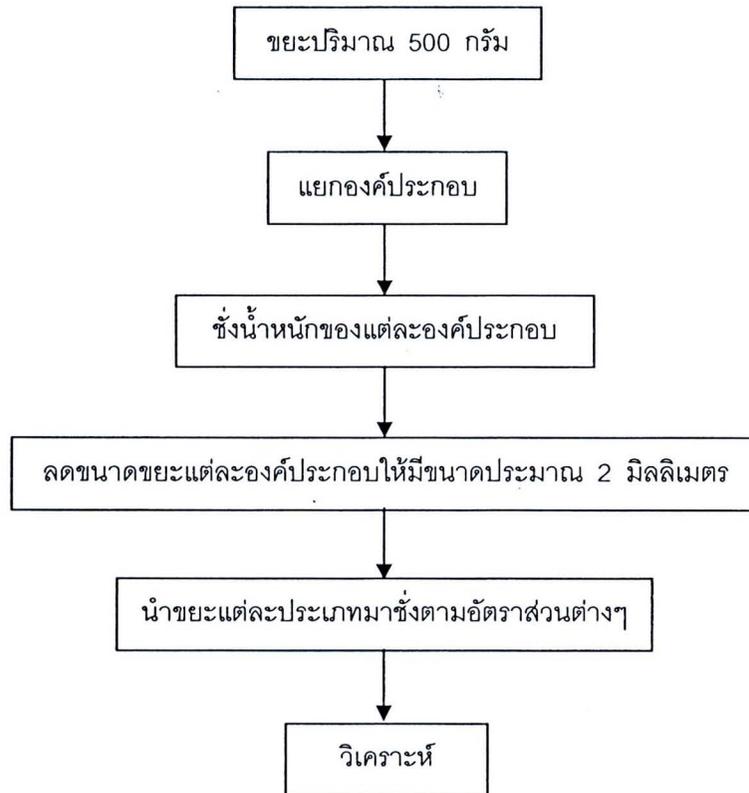
## สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

อัตราการเปลี่ยนแปลงใด ๆ คือ การหาความสัมพันธ์ใด ๆ กับเวลา ซึ่งมีวิธีการคิดดังสมการ (3.1) เมื่อค่าที่คำนวณได้เป็นลบ แสดงว่า เป็นอัตราการลดลง ในทางกลับกันเมื่อค่าที่คำนวณได้เป็นบวก แสดงว่าเป็นอัตราการเพิ่มขึ้น

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลง} = \frac{X_{1+n} - X_1}{t_{1+n} - t_1} \dots\dots\dots 3.1$$

โดยที่  $X_{1+n}$  = จำนวนที่เวลา  $n$  ไต  
 $X_1$  = จำนวนที่เวลาเริ่มต้น  
 $t_{1+n}$  = เวลาใด ๆ  
 $t_1$  = เวลาเริ่มต้น

ที่มา: ชนารดี วิกาหะ, 2554



ภาพ 23 แสดงการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ทางเคมี

ที่มา: ไชติรส อินทร์สิงห์, 2550