

นวัตกรรม Soil MPs Scan+ : การพัฒนาโปรแกรม Python  
เพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดิน

Soil MPs Scan+ Innovation: Development of a Python Program for Counting  
and Classifying Microplastics in Soil



จัดทำโดย

นายพัชระ นวลปาน รหัสนิสิต 6714650493

ผู้สอน

รศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

งานชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการสร้างและใช้สื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์  
รหัสวิชา 01159532 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาโปรแกรม Python เพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดิน  
 รายวิชาการสร้างและใช้สื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา 01159532  
 นายพัชระ นวลปาน รหัสนิสิต 6714650493 ผู้สอน รศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

---

**ชื่อนวัตกรรม Soil MPs Scan+ (โปรแกรม Python นับและจำแนกไมโครพลาสติกในเนื้อดิน)**  
**ที่มาและความสำคัญ**

ปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกและไมโครพลาสติกกลายเป็นวิกฤตสิ่งแวดล้อมระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งทางบก ทางน้ำ และอากาศ โดยขยะพลาสติกทั่วโลกมีปริมาณมากกว่า 400 ล้านตันต่อปี และมีเพียงร้อยละ 9 เท่านั้นที่ถูกนำมารีไซเคิล ส่วนที่เหลือจะถูกฝังกลบ เผาทำลาย หรือไหลลงสู่แม่น้ำและมหาสมุทร (United Nations Environment Programme, 2021) ซึ่งนำไปสู่การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศ การแตกตัวของพลาสติกที่ไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมส่งผลให้ไมโครพลาสติกกระจายตัวไปในดิน น้ำ และอากาศ และยังพบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมถึงร่างกายมนุษย์ (Kaza et al., 2018) ไมโครพลาสติก (Microplastics, MPs) ซึ่งเป็นอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กที่สามารถแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ ไมโครพลาสติกถูกนิยามว่าเป็นอนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (Angnunavuri et al., 2020) หรืออยู่ในช่วงขนาด 1 ไมโครเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร (Horton et al., 2017) และสามารถพบได้ในดิน น้ำ และอากาศ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลักจากพลาสติกที่เสื่อมสภาพ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เสื้อผ้าใยสังเคราะห์ และยางรถยนต์ ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารผ่านทางแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ โดยมีผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ (Food and Agriculture Organization, 2022) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินเพื่อการศึกษาและกิจกรรมทางการเกษตร ในด้านมลพิษทางดิน ไมโครพลาสติกสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ฟิล์มพลาสติกคลุมดินหรือปุ๋ยที่มีการปนเปื้อนของพลาสติก (Zhang et al., 2020) ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างของดินเสื่อมลงและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช และยังพบว่าไมโครพลาสติกสามารถขัดขวางการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารของพืช เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ช่วยรักษาคุณภาพของดิน และเพิ่มความเสี่ยงของการสะสมสารพิษในพืชที่นำมาบริโภค ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป้าหมายที่ 15 ซึ่งเน้นการปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศบนบก รวมถึงการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน การปนเปื้อนไมโครพลาสติกยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ 3 ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างสุขภาพที่ดีและลดความเสี่ยงจากมลพิษ

ในบริบทของโรงเรียน ขยะพลาสติกจากกิจกรรมประจำวัน เช่น บรรจุภัณฑ์อาหาร เครื่องเขียน หรืออุปกรณ์การเรียนที่ทำจากพลาสติก อาจกลายเป็นแหล่งกำเนิดของพลาสติกขนาดเล็กในดินโดยไม่รู้ตัว การศึกษาการปนเปื้อนของ พลาสติกขนาดเล็กในเนื้อดินบริเวณแปลงเกษตรภายในโรงเรียน จึงมีความสำคัญ เนื่องจากสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ระดับการสะสมของพลาสติกขนาดเล็กที่มีแนวโน้มที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นไมโครพลาสติกปนเปื้อนในเนื้อดินในอนาคต ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อ

สภาพแวดล้อมและสุขภาพของนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียน โครงการนี้มุ่งเน้นการสำรวจและวิเคราะห์ดินเพื่อหาปริมาณของพลาสติกขนาดเล็กที่ปนเปื้อนในดินภายในแปลงเกษตรของโรงเรียน ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่กับระดับการปนเปื้อนของพลาสติก ผลลัพธ์จากการศึกษานี้จะช่วยให้เข้าใจถึง กระบวนการสะสมของพลาสติกในดิน และส่งเสริม ความตระหนักในการลดการใช้พลาสติกภายในโรงเรียน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในอนาคต อีกทั้งยังสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายด้านการจัดการขยะพลาสติกในโรงเรียน เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของนักเรียน

การนำโค้ดและเครื่องมือดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ในการสอนสิ่งแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางที่ช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง เทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพและปัญญาประดิษฐ์ เช่น การใช้ Python ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบมากขึ้น ผู้จัดทำจึงต้องการพัฒนาโปรแกรม Python เพื่อนับจำนวนไมโครพลาสติกและจำแนกประเภทในเนื้อดิน และนำไปบูรณาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างทักษะด้านดิจิทัลที่จำเป็นสำหรับอนาคต การบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการศึกษาสิ่งแวดล้อมยังช่วยสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในระดับลึก ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาย่างยั่งยืน และสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

### วัตถุประสงค์และผลลัพธ์การเรียนรู้

#### 1. วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาโปรแกรม Python เพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดิน

#### 2. ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes)

สืบค้นข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ศึกษาผลกระทบของไมโครพลาสติกในดิน และออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาไมโครพลาสติกในดิน สามารถใช้โปรแกรม Python เพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดินได้ โดยแสดงความเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีเจตคติที่ดีต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก

### กลุ่มเป้าหมายและการบูรณาการกับการสอนวิทยาศาสตร์

#### 1. ระดับชั้นหรือกลุ่มผู้เรียน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในรายวิชารักษ์สิ่งแวดล้อม

ผู้ที่สนใจศึกษาจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดินด้วยโปรแกรม Python

#### 2. หัวข้อทางวิทยาศาสตร์/สิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุม

ปัญหาไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน

#### 3. แนวทางทางวิชาการ/แนวปฏิบัติ

ใช้เป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการตรวจหาไมโครพลาสติกในเนื้อดิน

## การออกแบบโครงงานและอัลกอริทึม

### 1. ภาพรวมของโปรแกรม/เครื่องมือ

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่ตรวจจับ นับจำนวน และจำแนกประเภทของไมโครพลาสติกในเนื้อดิน โดยใช้ภาพที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ โปรแกรมจะอ่านภาพจากไฟล์ ใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อตรวจจับไมโครพลาสติก จากนั้นนับจำนวนไมโครพลาสติกที่พบ และจำแนกประเภทเป็นไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (Primary) และไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary) โดยแสดงผลภาพที่ระบุไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ

### 2. อัลกอริทึมหรือผังงาน (Flowchart)

1. รับข้อมูลภาพ จากกล้องจุลทรรศน์หรือไฟล์ภาพ
2. แปลงภาพเป็น Color Spaces ต่าง ๆ (HSV, LAB) เพื่อเพิ่มความแม่นยำ
3. สร้าง Mask สี เพื่อแยกไมโครพลาสติกออกจากพื้นหลัง
4. ใช้การประมวลผลทางคณิตศาสตร์และโมเดล Morphology เพื่อลดสัญญาณรบกวน
5. ค้นหาและกรอง Contours เพื่อระบุชิ้นส่วนไมโครพลาสติก
6. คำนวณจำนวนไมโครพลาสติกที่พบ
7. จำแนกประเภทโดยใช้รูปร่าง (Aspect Ratio)
8. แสดงผลลัพธ์ด้วยภาพและตัวเลข

### 3. ฟังก์ชันสำคัญ (Key Functions)

# ฟังก์ชันตรวจจับและจำแนกไมโครพลาสติก

```
def detect_microplastic(image_path)
```

อ่านภาพ ตรวจจับไมโครพลาสติก และจำแนกประเภท

```
image = cv2.imread(image_path)
```

```
hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
```

```
lab = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2LAB)
```

# กำหนดช่วงสีที่ต้องการตรวจจับ

```
lower_hsv = np.array([0, 70, 160])
```

```
upper_hsv = np.array([180, 255, 255])
```

```
mask_hsv = cv2.inRange(hsv, lower_hsv, upper_hsv)
```

```
mask_lab = cv2.inRange(lab, np.array([150, 130, 130]), np.array([255, 180, 180]))
```

# รวม Mask เพื่อเพิ่มความแม่นยำ

```
microplastic_mask = cv2.bitwise_or(mask_hsv, mask_lab)
```

# ทำ Morphological Processing

```

kernel = np.ones((3,3), np.uint8)
microplastic_mask = cv2.morphologyEx(microplastic_mask, cv2.MORPH_OPEN,
kernel,
iterations=3)
# ค้นหา Contours และจำแนกประเภท
contours, _ = cv2.findContours(microplastic_mask, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
primary, secondary = classify_microplastic(contours)
return len(contours), primary, secondary

```

#### 4. ไลบรารีที่ใช้ (Libraries Used)

- cv2 (OpenCV) ใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับไมโครพลาสติก
- numpy ใช้จัดการข้อมูลและคำนวณค่าต่าง ๆ
- google.colab.patches (cv2\_imshow) ใช้แสดงภาพใน Google Colab

#### การพัฒนาโค้ด (Coding Implementation)

##### 1. การพัฒนาโค้ดครั้งแรก

```

from google.colab.patches import cv2_imshow
import cv2
import numpy as np

# Step 1: Load the image
image_path = 'soil_microplastic.jpg' # Replace with your actual
image path
image = cv2.imread(image_path)
if image is None:
    print(f"Error: Could not load image at {image_path}. Check if
the file exists.")
else:
    # Step 2: Convert to HSV
    hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)

    # Step 3: Define color range for microplastic detection in
soil
    lower_microplastic = np.array([0, 50, 150])
    upper_microplastic = np.array([180, 255, 255])

    # Step 4: Create mask for microplastic areas
    microplastic_mask = cv2.inRange(hsv, lower_microplastic,
upper_microplastic)

```



```

# Step 5: Highlight detected microplastic areas
highlighted = cv2.bitwise_and(image, image,
mask=microplastic_mask)

# Step 6: Find contours (potential microplastic pieces)
contours, hierarchy = cv2.findContours(microplastic_mask,
cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Optional: Filter out small contours (noise) by area
threshold
# You can adjust min_area to fine-tune
min_area = 20
filtered_contours = [contour for contour in contours if
cv2.contourArea(contour) > min_area]

# Step 7: Count the microplastic pieces
microplastic_count = len(filtered_contours)
print("Number of potential microplastic items detected:",
microplastic_count)

# Step 8: (Optional) Draw contours on the original image for
visualization
# Using blue color (B, G, R) = (255, 0, 0) and thickness of 2
image_with_contours = image.copy()
cv2.drawContours(image_with_contours, filtered_contours, -1,
(255, 0, 0), 2)

# Display results in Colab
cv2_imshow(image)
cv2_imshow(highlighted)
cv2_imshow(image_with_contours)

```

## 2. การพัฒนาโค้ดสมบูรณ์

```

from google.colab.patches import cv2_imshow
import cv2
import numpy as np

# Step 1: โหลดภาพ
image_path = 'soil_microplastic.jpg'
image = cv2.imread(image_path)
if image is None:

```

```
print(f"ข้อผิดพลาด: ไม่สามารถโหลดภาพจาก {image_path} ได้ โปรดตรวจสอบว่าไฟล์มีอยู่หรือไม่.")
```

```
else:
```

```
# Step 2: แปลงภาพเป็นสีในรูปแบบต่างๆ เพื่อการตรวจจับที่ดีขึ้น
```

```
hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV) # แปลงภาพเป็นโหมดสี HSV
```

```
lab = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2LAB) # แปลงภาพเป็นโหมดสี LAB
```

```
# Step 3: กำหนดช่วงสีที่ละเอียดสำหรับการตรวจจับไมโครพลาสติกในหลายโหมดสี
```

```
lower_hsv = np.array([0, 70, 160]) # ช่วงสี HSV สำหรับไมโครพลาสติก
```

```
upper_hsv = np.array([180, 255, 255])
```

```
lower_lab = np.array([150, 130, 130]) # ช่วงสี LAB สำหรับไมโครพลาสติก
```

```
upper_lab = np.array([255, 180, 180])
```

```
lower_blue = np.array([85, 50, 50]) # ช่วงสีสำหรับไมโครพลาสติกประเภทสีน้ำเงิน
```

```
upper_blue = np.array([135, 255, 255])
```

```
# Step 4: สร้างมาสก์สำหรับพื้นที่ที่มีไมโครพลาสติกจากหลายโหมดสี
```

```
mask_hsv = cv2.inRange(hsv, lower_hsv, upper_hsv)
```

```
mask_lab = cv2.inRange(lab, lower_lab, upper_lab)
```

```
mask_blue = cv2.inRange(hsv, lower_blue, upper_blue)
```

```
microplastic_mask = cv2.bitwise_or(mask_hsv, mask_lab)
```

```
microplastic_mask = cv2.bitwise_or(microplastic_mask, mask_blue)
```

```
# Step 5: ใช้ Morphological Operations เพื่อเพิ่มความแม่นยำ
```

```
kernel = np.ones((3,3), np.uint8) # สร้างเคอร์เนลขนาด 3x3
```

```
microplastic_mask = cv2.morphologyEx(microplastic_mask, cv2.MORPH_OPEN,
kernel, iterations=3) # กำจัด noise
```

```
microplastic_mask = cv2.morphologyEx(microplastic_mask, cv2.MORPH_CLOSE,
kernel, iterations=3) # เติมช่องว่าง
```

```
# Step 6: เน้นพื้นที่ที่ตรวจพบไมโครพลาสติก
```

```
highlighted = cv2.bitwise_and(image, image, mask=microplastic_mask)
```

```
# Step 7: ค้นหาคอนทัวร์ (ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่เป็นไปได้)
```

```

contours, hierarchy = cv2.findContours(microplastic_mask, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Optional: กรองคอนทัวร์ที่มีขนาดเล็กเกินไป (noise) โดยพิจารณาจากพื้นที่และอัตราส่วน
รูปร่าง
min_area = 30 # พื้นที่ขั้นต่ำสำหรับคอนทัวร์ที่ถือว่าเป็นไมโครพลาสติก
filtered_contours = [contour for contour in contours if cv2.contourArea(contour) >
min_area]

# Step 8: นับจำนวนไมโครพลาสติก
microplastic_count = len(filtered_contours)
print("จำนวนไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ:", microplastic_count)

# Step 9: วิเคราะห์รูปร่างเพื่อจำแนกไมโครพลาสติกเป็นประเภท Primary หรือ Secondary
primary_microplastic_count = 0
secondary_microplastic_count = 0

for contour in filtered_contours:
    # คำนวณอัตราส่วนของความกว้างและความสูงของคอนทัวร์
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    aspect_ratio = float(w) / h

    # จำแนกตามรูปร่าง: หากอัตราส่วนใกล้เคียงกับ 1.0 ถือเป็น Primary (รูปร่างกลม)
    if 0.8 < aspect_ratio < 1.2:
        primary_microplastic_count += 1
    else: # รูปร่างยาวนานถือเป็น Secondary (ไมโครพลาสติกประเภทที่สอง)
        secondary_microplastic_count += 1

print("Primary Microplastics Detected:", primary_microplastic_count)
print("Secondary Microplastics Detected:", secondary_microplastic_count)

# Step 10: วาดคอนทัวร์ลงบนภาพต้นฉบับเพื่อการแสดงผล
image_with_contours = image.copy()

```



```
cv2.drawContours(image_with_contours, filtered_contours, -1, (255, 0, 0), 2)
```

### # Step 11: แสดงผลใน Colab

```
cv2.imshow(image)
```

```
cv2.imshow(highlighted)
```

```
cv2.imshow(image_with_contours)
```

### 3. คำอธิบายขั้นตอนหลัก

- อ่านภาพ และแปลงเป็นสีแบบ HSV, LAB
- ใช้ Thresholding และ Masking เพื่อแยกไมโครพลาสติกออกจากพื้นหลัง
- ใช้ Contour Detection เพื่อหาขอบเขตของไมโครพลาสติก
- คำนวณ Aspect Ratio เพื่อตรวจสอบรูปร่างและจำแนกประเภท
- แสดงผลลัพธ์เป็นภาพและตัวเลข

### 4. การทดสอบและแก้ไข

ในขั้นตอนแรก ผู้จัดทำได้พัฒนาโค้ดเพื่อทำการนับจำนวนไมโครพลาสติกในดิน และจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกจากภาพที่ถ่ายโดยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งในครั้งแรกที่นำโค้ดไปใช้ พบว่าเมื่อให้ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โปรแกรมไม่สามารถนับจำนวนไมโครพลาสติกได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากมีการนับวัตถุอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในดินรวมด้วย ทำให้ผลลัพธ์ไม่ตรงตามที่ต้องการ

เพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการนับไมโครพลาสติก ผู้จัดทำได้ทำการปรับวิธีการตรวจจับไมโครพลาสติกโดยใช้การพิจารณาค่าสีที่ละเอียดขึ้น โดยการแปลงภาพเป็นรูปแบบสีที่เหมาะสมมากขึ้น เช่น โหมดสี HSV และ LAB ซึ่งช่วยให้สามารถแยกแยะไมโครพลาสติกจากวัตถุอื่นๆ ได้แม่นยำขึ้น การปรับปรุงนี้ทำให้การตรวจจับไมโครพลาสติกมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และสามารถลดการนับสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลังจากนั้น ผู้จัดทำได้พัฒนาต่อในส่วนของการจำแนกชนิดของไมโครพลาสติก โดยการแยกประเภทไมโครพลาสติกออกเป็น **ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ** (Primary) และ **ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ** (Secondary) ตามลักษณะของรูปร่าง โดยการวิเคราะห์อัตราส่วนของความกว้างและความสูง (aspect ratio) ของคอนทัวร์ที่ตรวจพบ ซึ่งช่วยให้สามารถจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น การปรับปรุงเหล่านี้ทำให้โค้ดสามารถนับและจำแนกไมโครพลาสติกในดินได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตามที่ผู้จัดทำได้ตั้งเป้าหมายไว้

## แนวการนำไปใช้ในชั้นเรียน

(แบบแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก)

### ผลลัพธ์และข้อสังเกต

#### 1. ความสนใจของนักเรียน (Student Engagement)

นักเรียนมีความสนุกและสนใจในการทำกิจกรรมการพัฒนาโค้ดเพื่อจำแนกไม้โครพลาสติก เนื่องจากได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหาจริง ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมอย่างไรก็ตาม บางส่วนของนักเรียนพบอุปสรรคในการเข้าใจการแปลงสีในภาพเพื่อใช้ในการตรวจจับไม้โครพลาสติก รวมถึงการทำงานกับโค้ดที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การเข้าใจในรูปแบบของสี (HSV, LAB) และการตั้งค่าสีที่เหมาะสมในการตรวจจับ โดยนักเรียนบางคนต้องใช้เวลามากขึ้นในการทดลองและปรับปรุงโค้ด

#### 2. พัฒนาการด้านการเรียน (Learning Gains)

นักเรียนสามารถเข้าใจในการประมวลผลภาพจากโปรแกรม Python ได้ดีขึ้น จากการทำงานร่วมกัน นักเรียนสามารถเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและจำแนกชนิดของไม้โครพลาสติก เช่น การใช้สีเพื่อแยกแยะวัสดุต่างๆ ในภาพ และสามารถพัฒนาโค้ดตามหลักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม ผลลัพธ์จากการทดสอบโค้ดแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ดีในการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการแก้ปัญหาจริง และนักเรียนสามารถเห็นผลของการพัฒนาในโค้ดได้ทันที ทำให้ทักษะด้านการโค้ดและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

#### 3. อุปสรรคหรือปัญหา (Challenges)

ข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ โดยเนื่องจากนักเรียนไม่ได้นำคอมพิวเตอร์มาเรียน จึงใช้ของครูเครื่องเดียว ทำให้ช้าในการประมวลผลได้

ข้อจำกัดด้านเวลา เนื่องจากเวลาในการเรียนมีข้อจำกัด นักเรียนบางกลุ่มอาจไม่สามารถทำการทดลองได้อย่างเต็มที่

### สรุปผลและแนวทางในอนาคต

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโค้ดสำหรับตรวจจับและจำแนกประเภทของไม้โครพลาสติกในดิน โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การปรับแต่งค่าสีช่วยเพิ่มความแม่นยำในการนับจำนวนไม้โครพลาสติก ลดปัญหาการนับอินทรีย์วัตถุที่ปนเปื้อน และสามารถจำแนกไม้โครพลาสติกออกเป็น ไม้โครพลาสติกปฐมภูมิ และ ไม้โครพลาสติกทุติยภูมิ ได้ โดยพิจารณาจากลักษณะของรูปร่าง การใช้การแปลงสี เช่น HSV และ LAB รวมถึงการประมวลผลภาพเพิ่มเติม ช่วยให้การตรวจจับไม้โครพลาสติกมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ แต่ก็ยังพบว่า ไม่สามารถนำจำนวนได้ครบเท่าจำนวนจริงที่นับด้วยตา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Julia N. Moller

Martin G. J. Loder และ Christian Laforsch (2025) ที่พบว่า เมื่อพิจารณาจากลักษณะที่ซับซ้อนของดิน จึงยังไม่สามารถค้นหาวិธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในเนื้อดินได้

แนวทางการพัฒนาในอนาคตอาจนำเทคนิคการย้อมสีฟลูออเรสเซนต์มาใช้ร่วมกับการประมวลผลภาพ เพื่อช่วยให้ไมโครพลาสติกเรืองแสงภายใต้แสง UV หรือแสงเฉพาะ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนจากอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ อาจนำ Machine Learning หรือ Deep Learning มาประยุกต์ใช้ โดยใช้ Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อให้ระบบสามารถเรียนรู้ลักษณะเฉพาะของไมโครพลาสติกและจำแนกประเภทได้อย่างแม่นยำมากขึ้น อีกทั้ง อาจขยายการศึกษาต่อไปในด้านผลกระทบของไมโครพลาสติกในดิน เช่น การเปรียบเทียบแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในพื้นที่ต่างๆ หรือศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไมโครพลาสติกกับสภาพแวดล้อม เพื่อทำความเข้าใจผลกระทบต่อระบบนิเวศ

หากมีการดำเนินโครงการนี้ต่อไปในภาคเรียนถัดไปอาจใช้โครงการนี้เป็นแนวทางในการให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลของตนเอง โดยให้ทดลองใช้ภาพจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อศึกษาความแม่นยำของระบบการพัฒนาโครงการนี้ต่อไปจะช่วยสร้างองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ ซึ่งสามารถต่อยอดได้ทั้งในเชิงวิจัยและการเรียนการสอนในอนาคต

## บรรณานุกรม (References)

- สุกฤตา ปุณยอุปปัทธ และประสงค์สม ปุณยอุปปัทธ. (2562). ไมโครพลาสติก: จุดกำเนิด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และวิธีการจัดการ. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, 13, 1-10. <https://doi.org/10.14456/jem.2019.13>
- Jang, M., Kim, S. J., & Oh, J. H. (2018). Characterization of microplastics in terrestrial environments and their impacts. *Environmental Science & Technology*, 52(8), 4574-4582. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06013>
- Julia N. Möller, Martin G. J. Löder, and Christian Laforsch *Environmental Science & Technology* **2020** 54 (4), 2078-2090. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04618>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Muisa-Zikali, N., & Mpeta, M. (2022). Occurrence, behaviour and fate of airborne microplastics. In *Emerging contaminants in the terrestrial-aquatic-atmosphere continuum: Occurrence, health risks and mitigation*, 151-167. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90051-5.00006-7>
- Nizzetto, L., Futter, M., & Langaas, S. (2016). Are we ready to assess the risk of microplastics in the environment? *Science*, 338(6112), 536-541. <https://doi.org/10.1126/science.1227366>
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 702, 134455. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>
- Rillig, M. C. (2012). Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? *Environmental Science & Technology*, 46(18), 10826-10832. <https://doi.org/10.1021/es302011r>
- Rillig, M. C., & Lehmann, A. (2017). Microplastic in soils and its consequences. *Soil Biology and Biochemistry*, 109, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.02.023>
- Rochman, C. M., Browne, M. A., Underwood, A. J., van Franeker, J. A., Thompson, R. C., & Amaral-Zettler, L. A. (2015). Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494(7436), 169-171. <https://doi.org/10.1038/494169a>

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., & Rowland, S. J. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838.

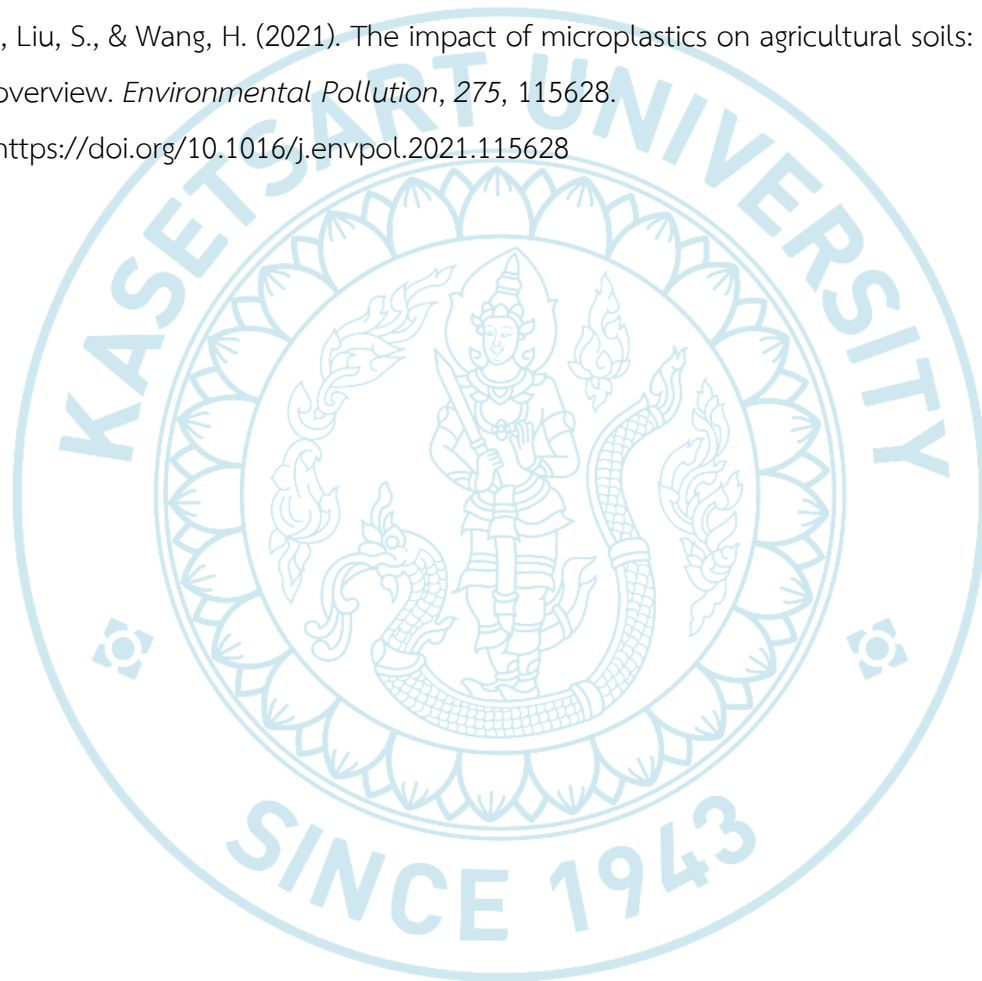
<https://doi.org/10.1126/science.1094559>

United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*.

Zhang, D., Liu, X., Huang, W., Li, J., Wang, C., Zhang, D., & Kang, S. (2020). Microplastics in the environment: A review on environmental implications and solutions. *Environmental Pollution*, 267, 115871. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115871>

Zhao, S., Liu, S., & Wang, H. (2021). The impact of microplastics on agricultural soils: An overview. *Environmental Pollution*, 275, 115628.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.115628>





## ภาคผนวก

### โค้ดฉบับเต็ม

```
from google.colab.patches import cv2_imshow
import cv2
import numpy as np

# Step 1: โหลดภาพ
image_path = 'soil_microplastic.jpg' # เปลี่ยนเป็นพาทของภาพที่คุณต้องการใช้งาน
image = cv2.imread(image_path)
if image is None:
    print(f"ข้อผิดพลาด: ไม่สามารถโหลดภาพจาก {image_path} ได้ โปรดตรวจสอบว่าไฟล์มีอยู่หรือไม่.")
else:
    # Step 2: แปลงภาพเป็นสีในรูปแบบต่างๆ เพื่อการตรวจจับที่ดีขึ้น
    hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV) # แปลงภาพเป็นโหมดสี HSV
    lab = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2LAB) # แปลงภาพเป็นโหมดสี LAB

    # Step 3: กำหนดช่วงสีที่จะเอียงสำหรับการตรวจจับไมโครพลาสติกในหลายโหมดสี
    lower_hsv = np.array([0, 70, 160]) # ช่วงสี HSV สำหรับไมโครพลาสติก
    upper_hsv = np.array([180, 255, 255])
    lower_lab = np.array([150, 130, 130]) # ช่วงสี LAB สำหรับไมโครพลาสติก
    upper_lab = np.array([255, 180, 180])
    lower_blue = np.array([85, 50, 50]) # ช่วงสีสำหรับไมโครพลาสติกประเภทสีน้ำเงิน
    upper_blue = np.array([135, 255, 255])

    # Step 4: สร้างมาสก์สำหรับพื้นที่ที่มีไมโครพลาสติกจากหลายโหมดสี
    mask_hsv = cv2.inRange(hsv, lower_hsv, upper_hsv)
    mask_lab = cv2.inRange(lab, lower_lab, upper_lab)
    mask_blue = cv2.inRange(hsv, lower_blue, upper_blue)
    microplastic_mask = cv2.bitwise_or(mask_hsv, mask_lab)
    microplastic_mask = cv2.bitwise_or(microplastic_mask, mask_blue)

    # Step 5: ใช้ Morphological Operations เพื่อเพิ่มความแม่นยำ
```



```

kernel = np.ones((3,3), np.uint8) # สร้างเคอร์เนลขนาด 3x3
microplastic_mask = cv2.morphologyEx(microplastic_mask, cv2.MORPH_OPEN, kernel,
iterations=3) # กำจัด noise
microplastic_mask = cv2.morphologyEx(microplastic_mask, cv2.MORPH_CLOSE, kernel,
iterations=3) # เติมช่องว่าง

# Step 6: เน้นพื้นที่ที่ตรวจพบไมโครพลาสติก
highlighted = cv2.bitwise_and(image, image, mask=microplastic_mask)

# Step 7: ค้นหาคอนทัวร์ (ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่เป็นไปได้)
contours, hierarchy = cv2.findContours(microplastic_mask, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Optional: กรองคอนทัวร์ที่มีขนาดเล็กเกินไป (noise) โดยพิจารณาจากพื้นที่และอัตราส่วนรูปร่าง
min_area = 30 # พื้นที่ขั้นต่ำสำหรับคอนทัวร์ที่ถือว่าเป็นไมโครพลาสติก
filtered_contours = [contour for contour in contours if cv2.contourArea(contour) >
min_area]

# Step 8: นับจำนวนไมโครพลาสติก
microplastic_count = len(filtered_contours)
print("จำนวนไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ:", microplastic_count)

# Step 9: วิเคราะห์รูปร่างเพื่อจำแนกไมโครพลาสติกเป็นประเภท Primary หรือ Secondary
primary_microplastic_count = 0
secondary_microplastic_count = 0

for contour in filtered_contours:
    # คำนวณอัตราส่วนของความกว้างและความสูงของคอนทัวร์
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    aspect_ratio = float(w) / h

    # จำแนกตามรูปร่าง: หากอัตราส่วนใกล้เคียงกับ 1.0 ถือเป็น Primary (รูปร่างกลม)
    if 0.8 < aspect_ratio < 1.2:

```

```

primary_microplastic_count += 1
else: # รูปร่างยาวนานถือเป็น Secondary (ไมโครพลาสติกประเภทที่สอง)
    secondary_microplastic_count += 1

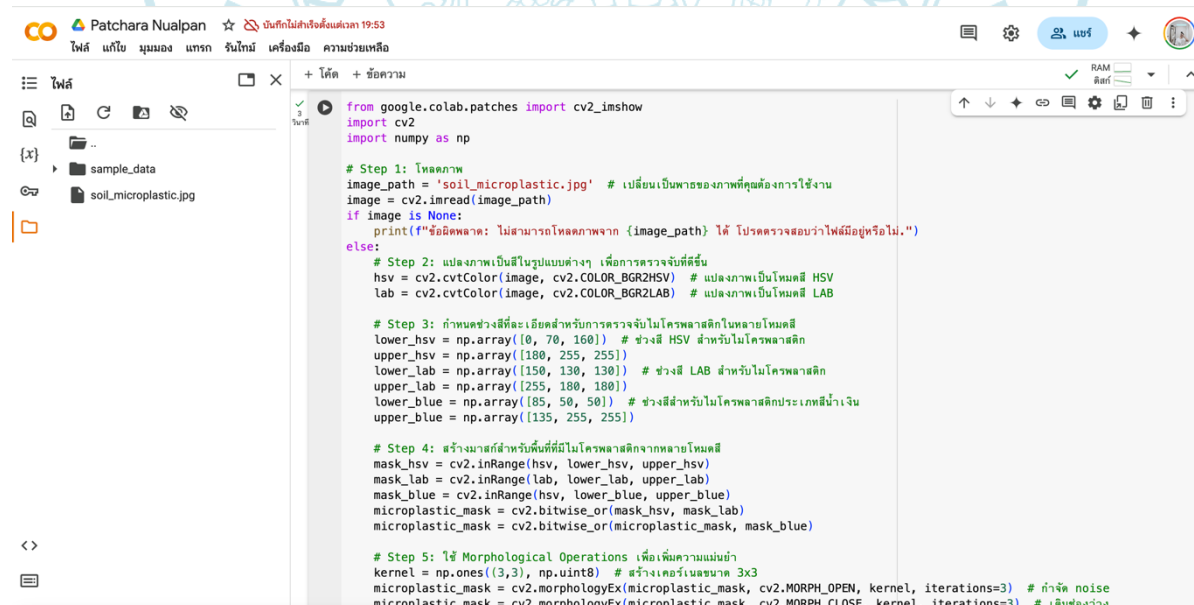
print("Primary Microplastics Detected:", primary_microplastic_count)
print("Secondary Microplastics Detected:", secondary_microplastic_count)

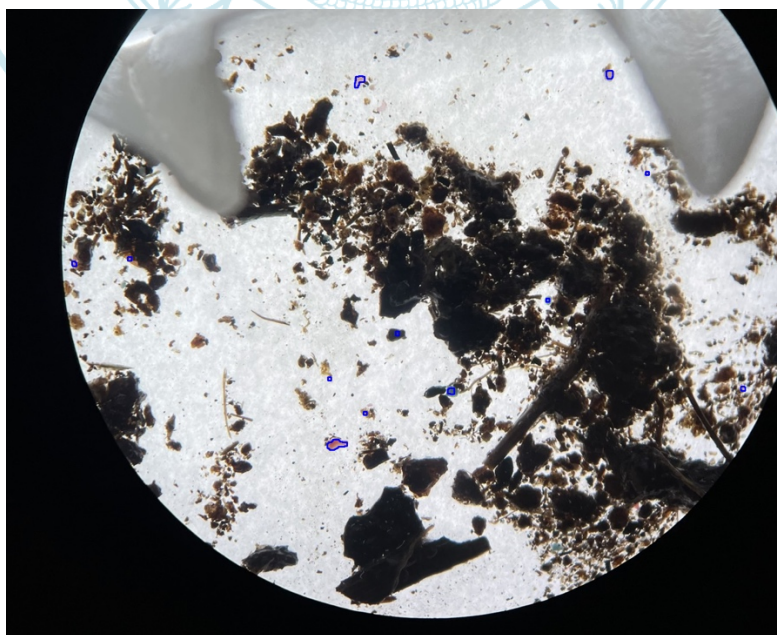
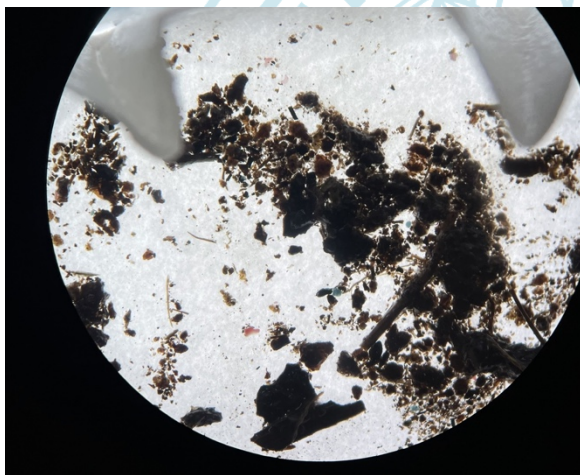
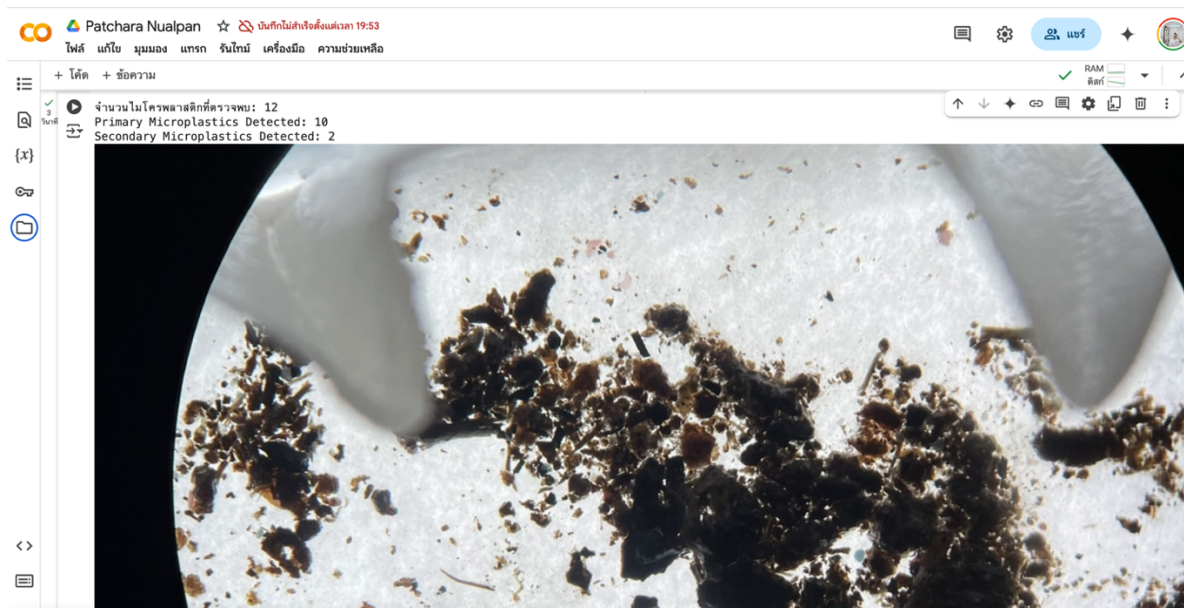
# Step 10: วาดคอนทัวร์ลงบนภาพต้นฉบับเพื่อการแสดงผล
image_with_contours = image.copy()
cv2.drawContours(image_with_contours, filtered_contours, -1, (255, 0, 0), 2)

# Step 11: แสดงผลใน Colab
cv2_imshow(image)
cv2_imshow(highlighted)
cv2_imshow(image_with_contours)

```

## ภาพหน้าจอ (Screenshots) การแสดงผลหรือการประมวลผลภาพ





## ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

### แผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรม “ไมโครพลาสติกในดิน”

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชารักษ์สิ่งแวดล้อม รหัส ว20221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

เวลา 2 คาบ (100 นาที) เป็นคาบเรียน 2 คาบติดกัน

วันอังคาร ที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

ผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ อาจารย์พัชระ นวลปาน

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ศึกษาผลกระทบของไมโครพลาสติกในดิน และออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาไมโครพลาสติกในดิน โดยแสดงความเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีเจตคติที่ดีต่อการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทนี้ นักเรียนสามารถ

##### 2.1 ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1. อธิบายความหมายและข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม
2. อธิบายผลกระทบของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในดิน

##### 2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process : P)

1. สืบค้นข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินจากตัวอย่างดินที่กำหนด
2. ออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาไมโครพลาสติกในดิน

##### 2.3 ด้านเจตคติ (Attitude : A)

1. แสดงความเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. แสดงเจตคติที่ดีต่อการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก
3. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างเป็นประชาธิปไตย

#### 3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

#### 4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน



## 5. แนวคิดสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกและไมโครพลาสติกกลายเป็นวิกฤตสิ่งแวดล้อมระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งทางบก ทางน้ำ และอากาศ โดยขยะพลาสติกทั่วโลกมีปริมาณมากกว่า 400 ล้านตันต่อปี และมีเพียงร้อยละ 9 เท่านั้นที่ถูกนำมารีไซเคิล ส่วนที่เหลือจะถูกฝังกลบ เผาทำลาย หรือไหลลงสู่แม่น้ำและมหาสมุทร (United Nations Environment Programme, 2021) ซึ่งนำไปสู่การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศ การแตกตัวของพลาสติกที่ไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมส่งผลให้ไมโครพลาสติกกระจายตัวไปในดิน น้ำ และอากาศ และยังพบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมถึงร่างกายมนุษย์ (Kaza et al., 2018) ไมโครพลาสติก (Microplastics, MPs) ซึ่งเป็นอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กที่สามารถแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ ไมโครพลาสติกถูกนิยามว่าเป็นอนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (Angnunavuri et al., 2020) หรืออยู่ในช่วงขนาด 1 ไมโครเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร (Horton et al., 2017) และสามารถพบได้ในดิน น้ำ และอากาศ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลักจากพลาสติกที่เสื่อมสภาพ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เสื้อผ้าใยสังเคราะห์ และยางรถยนต์ ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารผ่านทางแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ โดยมีผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ (Food and Agriculture Organization, 2022) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้งานดินเพื่อการศึกษาและกิจกรรมทางการเกษตร ในด้านมลพิษทางดิน ไมโครพลาสติกสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ฟิล์มพลาสติกคลุมดินหรือปุ๋ยที่มีการปนเปื้อนของพลาสติก (Zhang et al., 2020) ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างของดินเสื่อมลงและส่งผลกระทบต่อวงจรธาตุของพืช และยังพบว่าไมโครพลาสติกสามารถขัดขวางการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารของพืช เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ช่วยรักษาคุณภาพของดิน และเพิ่มความเสี่ยงของการสะสมสารพิษในพืชที่นำมาบริโภค ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป้าหมายที่ 15 ซึ่งเน้นการปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศบนบก รวมถึงการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน การปนเปื้อนไมโครพลาสติกยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ 3 ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างสุขภาพที่ดีและลดความเสี่ยงจากมลพิษ

**ไมโครพลาสติกในดิน** หมายถึง อนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถพบได้ในเนื้อดิน สามารถแยกออกจากเนื้อดินด้วยวิธีการสกัดด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยใช้น้ำเกลือที่มีความหนาแน่นประมาณ 1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เกิดจากการแตกสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ หรือผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ถูกใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ขวดน้ำ ถุงพลาสติก หรือเส้นใยสังเคราะห์จากเสื้อผ้า เมื่อพลาสติกเหล่านี้เสื่อมสภาพจากการถูกแสงแดด การสัมผัสกับน้ำ หรือแรงกระทำ จึงทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กลงและปนเปื้อนอยู่ในเนื้อดิน การแยกแยะไมโครพลาสติกสามารถทำได้จากหลายลักษณะ เช่น สี รูปร่าง และองค์ประกอบทางเคมี ไมโครพลาสติกมีลักษณะที่แตกต่างจากอนุภาคอินทรีย์อื่น ๆ ในดิน เพราะมีผิวที่เรียบมันเงาและไม่ย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้มันสะสมในสิ่งแวดล้อมและมีผลกระทบในระยะยาวต่อระบบนิเวศและสุขภาพของมนุษย์

## 6. แนวคิดตลาดเคลื่อน

### 6.1. ไมโครพลาสติกมีอยู่เฉพาะในทะเลและมหาสมุทรเท่านั้น

แนวคิดที่ถูกต้อง คือ แม้ว่าไมโครพลาสติกในทะเลจะได้รับความสนใจมากกว่าจากสื่อและงานวิจัย แต่การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินก็เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญเช่นกัน งานวิจัยพบว่า ดินอาจเป็นแหล่งสะสมไมโครพลาสติกที่ใหญ่กว่ามหาสมุทร เนื่องจากขยะพลาสติกจำนวนมากถูกทิ้งลงบนพื้นดินก่อนที่จะไหลลงสู่แม่น้ำและทะเล (Bläsing & Amelung, 2018)

### 6.2. ไมโครพลาสติกในดินไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

แนวคิดที่ถูกต้อง คือ ไมโครพลาสติกสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางดิน เช่น ขัดขวางการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารของพืช ทำให้พืชเติบโตได้ไม่ดี เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อกร่อยสลายสารอินทรีย์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ผ่านการสะสมในพืช สัตว์เล็ก และอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ผ่านอาหาร (Rillig et al., 2019)

### 6.3. พลาสติกจะย่อยสลายกลายเป็นดินในที่สุด

แนวคิดที่ถูกต้อง คือ พลาสติกไม่สามารถย่อยสลายกลายเป็นดินได้เหมือนสารอินทรีย์ทั่วไป แต่จะแตกตัวเป็นไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติก ซึ่งมีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ และยังคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน พลาสติกบางชนิดอาจใช้เวลาหลายร้อยปีในการเสื่อมสภาพ (Horton et al., 2017)

## 7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

### 7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันรับชมวิดีโอ “ฝันร้ายของโลกในอนาคตกับปัญหาขยะพลาสติก” จากนั้นตอบคำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- วิดีทัศน์ที่นักเรียนได้รับชมไป เป็นวิดีโอเกี่ยวกับอะไร มีประเด็นอะไรที่น่าสนใจบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- นักเรียนคิดว่าพลาสติกสามารถย่อยสลายในดินได้หรือไม่ (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- นักเรียนเคยเห็นขยะพลาสติกในบริเวณโรงเรียนหรือที่บ้านบ้างหรือไม่ แล้วคิดว่าขยะเหล่านี้จะเกิดอะไรขึ้นหากถูกทิ้งไว้เป็นเวลานาน (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- หากขยะพลาสติกแตกตัวเป็นชิ้นเล็กลง จะส่งผลกระทบต่อดินและสิ่งแวดล้อมอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2. นักเรียนร่วมตอบคำถาม เพื่อนำเข้าสู่การสำรวจและค้นหา ในประเด็นต่อไปนี้

- หากขยะพลาสติกแตกตัวเป็นชิ้นเล็กลง และเข้าไปปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง ในส่วน



นี้ครูควรใช้คำถามชักชวนให้เรียง เพื่อดึงเอาความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับการใช้กล้องจุลทรรศน์ออกมาให้ได้)

## 7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

3. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยนักเรียนจับกลุ่มตามความสมัครใจ เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ดี

4. นักเรียนทำกิจกรรม “ไมโครพลาสติกคืออะไร” โดยนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาความหมายหรือนิยามของไมโครพลาสติก การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม และศึกษาผลกระทบของไมโครพลาสติก โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรม

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสืบค้นข้อมูลที่ได้มาร่วมกันวิเคราะห์นิยามของไมโครพลาสติก การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม และศึกษาผลกระทบของไมโครพลาสติก

7. นักเรียนทำกิจกรรม “ปฏิบัติการลบล้างไมโครพลาสติกในดิน” โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาแนวทางในการตรวจหาไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในดิน ตามแนวทางการศึกษาของ Globe ดังนี้

### การตรวจสอบไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน

#### 1. การสกัดไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน (Density Separation Method)

- นำตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ลงในปิ๊งเกอร์
- เติมน้ำละลาย โซเดียมคลอไรด์ (NaCl, ความหนาแน่น  $\sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ ) 120 กรัม
- คนให้เข้ากันแล้วปล่อยให้ตกตะกอน
- ไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินจะลอยขึ้นมาเนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำกว่าดิน
- ใช้กระดาษกรอง Whatman 93 Filter Paper เพื่อกรองอนุภาคที่ลอยอยู่ โดยกระดาษกรอง Whatman 93 มีความสามารถในการกรองอนุภาคที่มีขนาด ประมาณ 10 ไมครอน ( $\mu\text{m}$ ) ซึ่งเหมาะสำหรับการกรองไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ที่เกิดจากการแตกตัวของพลาสติกในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคไมโครพลาสติกระดับเมโคร (macroplastics) และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (large microplastics:  $100 \mu\text{m} - 5 \text{ mm}$ ) ซึ่งเป็นช่วงขนาดที่มักพบในตัวอย่างดิน
- เก็บตัวอย่างอนุภาคที่กรองได้เพื่อการตรวจสอบต่อไป

#### 2. การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินด้วยกล้องจุลทรรศน์

- นำตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินที่สกัดได้มาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo Microscope)
- ตรวจสอบลักษณะของอนุภาค เช่น สี รูปร่าง และพื้นผิว เพื่อจำแนกไมโครพลาสติกจากอนุภาคอินทรีย์

8. นักเรียนบันทึกผลการตรวจวัดปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน โดยบันทึกลักษณะสิ่งที่คาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติก และจำนวนที่พบ พร้อมทั้งถ่ายภาพไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

9. นักเรียนนำภาพไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่ถ่ายได้ไปนับจำนวนและจำแนกประเภทโดยใช้ โปรแกรม Python เพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดของไมโครพลาสติกในเนื้อดิน วิเคราะห์ผลที่ได้และบันทึก

### 7.3 ขั้นตอนิปรายและลงข้อสรุป (30 นาที)

9. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยใช้คำถามนำอภิปราย ดังนี้

- จากการทำกิจกรรม “ปฏิบัติการลึกลับไมโครพลาสติกในดิน” ผลการตรวจวัดปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดินเป็นอย่างไร ลักษณะของสิ่งที่คาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติกเป็นอย่างไร และจำนวนที่พบมากน้อยเท่าไร (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

### 7.4 ขันขยายความรู้ (10 นาที)

10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน โดยขยายความรู้ไปสู่แนวคิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยมีประเด็นสำคัญในการอภิปรายดังนี้

- มนุษย์อาจได้รับผลกระทบจากไมโครพลาสติกในดินผ่านทางใดบ้าง (แนวคำตอบ ไมโครพลาสติกในดินสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ผ่านการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อน เช่น พืชที่ดูดซับไมโครพลาสติกจากดิน หรือสัตว์ที่กินพืชเหล่านั้น นอกจากนี้ อนุภาคไมโครพลาสติกยังสามารถปนเปื้อนในแหล่งน้ำและเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจผ่านฝุ่นละออง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว)
- ปัจจัยที่ทำให้ไมโครพลาสติกกระจายตัวลงไปในชั้นดินมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ ปัจจัยที่ทำให้ไมโครพลาสติกกระจายตัวในดินมาจากน้ำฝน กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ลักษณะทางกายภาพของดิน และกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้ฟิล์มพลาสติกคลุมดินและการไถพรวน ไมโครพลาสติกยังสามารถแตกตัวจากพลาสติกขนาดใหญ่ที่เสื่อมสภาพตามธรรมชาติ)

### 7.5 ขั้นตอนิปรายผลการเรียนรู้ (10 นาที)

11. นักเรียนบันทึกอนุทินการเรียนรู้โดยมีหัวข้อ ดังนี้

- ได้เรียนรู้อะไร
- สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร
- ความประทับใจจากการเรียน
- สิ่งที่ยังไม่เข้าใจหรือประเด็นที่สงสัย

## 8. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อสไลด์ประกอบการสอน
2. วิดีทัศน์ “ฝันร้ายของโลกในอนาคตกับปัญหาขยะพลาสติก”  
ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=UalKKmx3E3I>
3. ใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน”
4. วัสดุอุปกรณ์การตรวจสอบไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเนื้อดิน
  - ปีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
  - เครื่องชั่งดิจิทัล (ความละเอียด 0.01 กรัม)
  - สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl, ความหนาแน่น  $\sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ )
  - กระดาษกรอง Whatman 93 Filter Paper
  - กรวยกรอง
  - กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo Microscope)
  - จานเพาะเชื้อหรือสไลด์สำหรับเก็บตัวอย่าง
  - ตัวอย่างดิน

## 9. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. อธิบายความหมายและข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม	การตอบคำถามในใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน”	ใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน”	แนบในภาคผนวก
2. อธิบายผลกระทบของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในดิน	- การเขียนตอบในใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน” - การทำชิ้นงานของกลุ่ม	ใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน” ชิ้นงานของกลุ่ม	แนบในภาคผนวก
3. สืบค้นข้อมูลการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินจากตัวอย่างดินที่กำหนด	ใบกิจกรรม “ปฏิบัติการลับล่าไมโครพลาสติกในดิน”	การนำเสนอของกลุ่ม ชิ้นงานของกลุ่ม	แนบในภาคผนวก

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
4. ออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหามิโครพลาสติกในดิน	-การทำชิ้นงานของกลุ่ม	การนำเสนอของกลุ่มชิ้นงานของกลุ่ม	แนบในภาคผนวก
5. แสดงความเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม	9-12 คะแนน คือ ดี 5-8 คะแนน คือ พอใช้ 1-4 คะแนน คือ ปรับปรุง (ตามเกณฑ์ที่แนบในภาคผนวก)
6. แสดงเจตคติที่ดีต่อการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม	9-12 คะแนน คือ ดี 5-8 คะแนน คือ พอใช้ 1-4 คะแนน คือ ปรับปรุง (ตามเกณฑ์ที่แนบในภาคผนวก)
7. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างเป็นประชาธิปไตย	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม	9-12 คะแนน คือ ดี 5-8 คะแนน คือ พอใช้ 1-4 คะแนน คือ ปรับปรุง (ตามเกณฑ์ที่แนบในภาคผนวก)

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ความสามารถในการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบบันทึกการประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน	ผ่านเกณฑ์มากกว่า 1 คะแนน (ตามภาคผนวกข้อ เกณฑ์การประเมิน
ความสามารถในการคิด	สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบบันทึกการประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน	ในด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม ในชั้นเรียน	แบบบันทึกการประเมิน พฤติกรรมในชั้นเรียน	ผ่านเกณฑ์มากกว่า 1 คะแนน (ตามภาคผนวก ข้อเกณฑ์การประเมินใน ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ของผู้เรียน)
มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม ในชั้นเรียน	แบบบันทึกการประเมิน พฤติกรรมในชั้นเรียน	

