

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

1. อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่อง Inductive Couple Plasma Spectroscopy (ICP) รุ่น Jobin Yvon model JY 124
- เครื่อง Fourier transform infrared spectrophotometer (FTIR) รุ่น Perkin-Elmer spectrum one
- เครื่อง Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDS) รุ่น X-Max^N 50 UK
- เครื่อง Surface area analyzer รุ่น Quantachrome Autosorb-1
- เครื่อง pH meter รุ่น Delta 340, METTLER TOLEDO
- เตา Hot plate รุ่น Hanna Instruments C9800 Reactor
- เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) รุ่น VMK- S Linn, Germany
- ตู้อบ (hot air oven) รุ่น DIN 12880- KI, METTLER, Germany
- เตาอบ (oven) รุ่น DIN 1288 - KI
- กระดาษกรอง (filter paper) รุ่น Whatman No.2, 42, 542
- เครื่องเขย่า (shaker)
- เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
- หลอดทดลอง (tube)
- หลอดหยด (dropper)
- ปิเปต (pipette)
- บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร
- ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- แท่งแก้วคนสาร (stirring rod)
- ขวดใส่ตัวอย่าง (glass bottle) ขนาด 20 มิลลิลิตร
- กรวยกรอง (filter funnel)
- ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)
- ไมโครปิเปต (micro pipette) ขนาด 1000, 5000 ไมโครลิตร
- ชามกระเบื้อง (tile bowl)
- กรวยกรอง (filter funnel)
- ไมโครปิเปต (micro pipette) ขนาด 1000, 5000 ไมโครลิตร

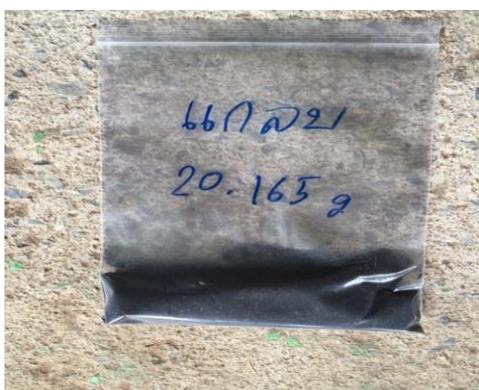
- พลาสติก
- เสียม
- กระจกพลาสติก

2. สารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

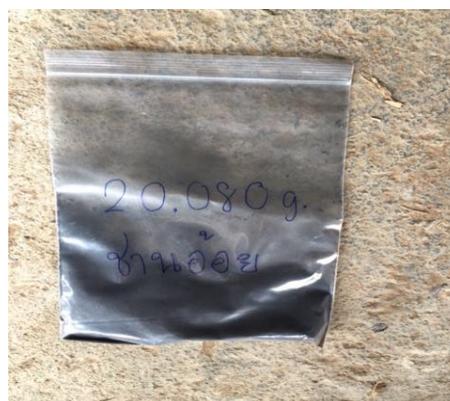
- พริกชี้หนูพันธุ์หยดน้ำราชบุรี
- มะเขือเปราะ พันธุ์ superhot 2
- ถั่วลิสง
- ถั่วแกลบ
- ถั่วขนอ้อย
- ดินขาว จากจังหวัดระยอง
- ดินที่ปนเปื้อนสารหนู อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- กรดซัลฟูริก (H₂SO₄)
- กรดไนตริก (HNO₃)

การเตรียมไบโอชาร์

ไบโอชาร์ที่ใช้มีสามชนิด ได้แก่ ถั่วลอมถั่วขนอ้อย ถั่วแกลบ และถั่วลิสง โดยถั่วที่เหลือ ทั้งทั้งสามชนิดมาจากส่วนของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ (boiling) จากโรงงานผลิตน้ำตาล โรงสีข้าว และโรงงานเฟอร์นิเจอร์ ตามลำดับ โดยอุณหภูมิในการเผา (pyrolysis) อยู่ในช่วง 400-500 องศาเซลเซียส จากนั้นนำถั่วลอมถั่วขนอ้อย ถั่วแกลบ และถั่วลิสงมาล้างน้ำจนกระทั่ง ฟือเอชคองที่ประมาณ 8-8.5 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

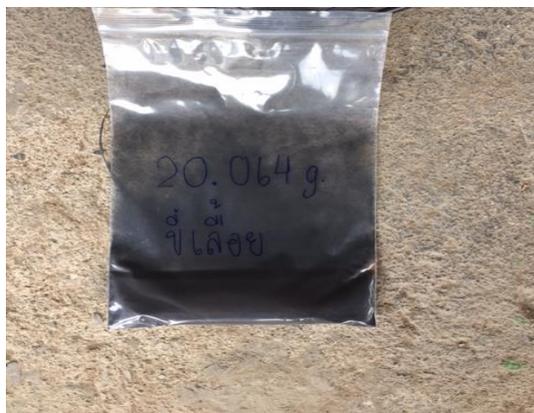


ก) ถั่วแกลบ (SDFA)



ข) ถั่วลอมถั่วขนอ้อย (BGFA)

ภาพที่ 3.1 ไบโอชาร์ที่เตรียมสำหรับการทดลอง



ค) ถ้ำซีเลื้อย

ภาพที่ 3.1 ไบโอสาร์ที่เตรียมสำหรับการทดลอง (ต่อ)

การเตรียมดินขาว

นำดินขาว (kaolin) จากจังหวัดระนองมาล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำไปอบให้แห้งแล้วร่อนผ่านตะแกรง (sieve) ขนาด 200 ไมโครเมตร



ภาพที่ 3.2 ดินขาวที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาคุณลักษณะของสารปรับปรุงดิน

1. การวิเคราะห์ด้วย Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDS)

การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM/EDS เป็นการส่องเพื่อดูพื้นที่ผิวของตัวสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ที่ผ่านการอบแห้งแล้วทำการเคลือบตัวอย่างด้วยทองแล้วนำไปส่องดูที่กำลังขยายต่างๆ เพื่อดูลักษณะพื้นที่ผิวของของปรับปรุงดิน โดยเครื่อง SEM ซึ่งจะต่อเข้ากับ EDS ทำให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ ของสารปรับปรุงดินได้

2. ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ (BET surface area) ของสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ

การวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ (BET surface area) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุน (pore size diameter) และปริมาตรของรูพรุนทั้งหมด (total pore volume) ของสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ จะวิเคราะห์ด้วยเครื่อง surface area analyzer (Quantachrome, Autosorb-1) โดยนำตัวดูดซับที่ผ่านการอบแห้งแล้วบรรจุที่ใส่ตัวอย่างแล้วจึงนำไปวิเคราะห์จะใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็นการดูดซับ (adsorption) และการคาย (desorption) ที่อุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียสภายใต้การปล่อยก๊าซไนโตรเจน จะนำไปคำนวณโดยใช้สมการของ Brunauer-Emmet-Teller (BET) นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากวิธีการ *t*-plot method สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาตรของรูพรุนขนาดเล็ก (micropore volume) และปริมาตรของรูพรุนขนาดกลาง (mesopore volume) ด้วย

การเตรียมดินที่ปนเปื้อนสารหนู

เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารหนูจากที่บริเวณอำเภอรัตนบุรี จังหวัดนครราชสีมา โดยวิธีการแบบสุ่มที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เป็นตัวอย่างรวมจากนั้นนำตัวอย่างดินปนเปื้อนมาตากแดด 3-4 วัน หลังจากนั้นนำดินมาทุบให้ละเอียดจากนั้นนำไปผสมกับดินที่ไม่มีการปนเปื้อนสารหนู โดยอัตราส่วน 0.5:1.5 กิโลกรัม (ดินที่ไม่มีการปนเปื้อนสารหนู:ดินที่มีการปนเปื้อนสารหนู) และวิเคราะห์ปริมาณสารหนูด้วยเครื่องมือเรียกว่า Inductive Couple Plasma Spectroscopy (ICP) (รุ่น Jobin Yvon model JY 124)



ภาพที่ 3.3 ดินที่ปนเปื้อนสารหนูที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.4 ดินที่ไม่ปนเปื้อนสารหนูที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.5 ผสมดินที่ปนเปื้อนสารหนู+ดินที่ไม่ปนเปื้อนสารหนูในกระถางเพื่อใช้ในการทดลอง

การเตรียมต้นกล้าของพริกชี้หนูและมะเขือเปราะ

ต้นกล้าที่ใช้ในการทดลองของพริกชี้หนู คือ พันธุ์หยดน้ำราชบุรีและมะเขือเปราะ คือ พันธุ์ Super hot 2 ซึ่งต้นกล้ามีอายุ 1 เดือนโดยต้นกล้าดังกล่าวซื้อจากร้านค้าเพาะพันธุ์กล้าเพื่อจำหน่าย



ภาพที่ 3.6 พริกชี้หนูพันธุ์หยดน้ำราชบุรี



ภาพที่ 3.7 มะเขือเปราะพันธุ์ Super hot 2

แผนงานวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design ทำ 3 ซ้ำ มีการทดลอง (Treatment) ของแต่ละชนิดผักสวนครัวดังนี้

กรณีการปลูกพริกชี้หนู

- กระถางการทดลองที่ 1: ดินที่ไม่ปนเปื้อนสารหนู + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 2: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 3: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้ลอยชานอ้อย 1%w/w + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 4: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้ขี้เลื่อย 1 %w/w + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 5: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้แกลบ 1 %w/w + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 6: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้าพริก
- กระถางการทดลองที่ 7: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้ลอยชานอ้อย 1%w/w + ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้าพริก

กระถางการทดลองที่ 8: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าแกลบ 1%w/w+ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้าพริก

กระถางการทดลองที่ 9: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าขี้เลื่อย 1%w/w+ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้าพริก

กรณีการปลูกพริกมะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 1: ดินที่ไม่ปนเปื้อนสารหนู + ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 2: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 3: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าลอยขานอ้อย 1%w/w+ ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 4: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าขี้เลื่อย 1%w/w+ ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 5: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าแกลบ 1%w/w+ ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 6: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + ดินขาว 1%w/w+ ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 7: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าลอยขานอ้อย 1%w/w+ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 8: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าแกลบ 1%w/w+ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้ามะเขือเปราะ

กระถางการทดลองที่ 9: ดินที่ปนเปื้อนสารหนู + แถ้าขี้เลื่อย 1%w/w+ดินขาว 1 %w/w + ต้นกล้ามะเขือเปราะ

*โดยแต่ละการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

โดยการทดลองนำต้นกล้าที่มีอายุ 1 เดือน จำนวน 2 ต้น มาปลูกในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร โดยใส่ไบโอชาร์และดินขาวตามเงื่อนไขการทดลอง+ดินที่ปนเปื้อนสารหนู รวมน้ำหนักปริมาณ 2,000 กรัม หลังจากนั้นรดน้ำให้ชุ่มและรดวันละ 1-2 ครั้งทุกวัน และระหว่างการปลูกในระหว่างการปลูก มีการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร (N:P:K) 15-15-15 จำนวน 2 ครั้ง เพื่อมิให้เป็นตัวจำกัด (limited factor)



ภาพที่ 3.8 การทดลองการปลูกพริกขี้หนูในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในเงื่อนไขต่างๆ



ภาพที่ 3.8 การทดลองการปลูกพริกชี้หนูในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)



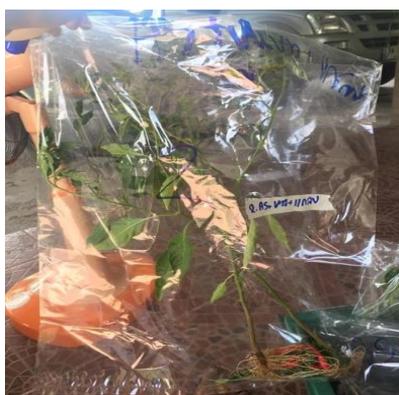
ภาพที่ 3.9 การทดลองการปลูกมะเขือเปราะในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในเงื่อนไขต่างๆ

การเก็บตัวอย่างต้นพริกชี้หนูและมะเขือเปราะ

หลังจากนำต้นกล้าของพริกอายุ 1 เดือน มาปลูกประมาณ 51 วัน ก็จะทำการเก็บเกี่ยวส่วนมะเขือเปราะ ทำการเก็บเกี่ยวหลังจากนำกล้าอายุ 1 เดือน มาปลูกประมาณ 75 วัน จึงจะทำการเก็บเกี่ยว โดยจะมีการเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ชั่วและผล โดยเก็บตัวอย่างแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และนำไปบดให้ละเอียดเก็บไว้ในถุงซิปล เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในส่วนต่างๆของผักสวนครัวต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในส่วนต่างๆ ของพริกชี้หนูและมะเขือเปราะ

การวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในส่วนต่างๆ ของพริกชี้หนูและมะเขือเปราะ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ชั่ว และเมล็ด ทำการวิเคราะห์โดยนำส่วนต่างๆ ของพืชที่ได้เตรียมตัวอย่างไว้แล้ว ไปเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูงที่ 400 องศาเซลเซียส โดยเผาเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำส่วนต่างๆ มาชั่งน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนัก ราก ใบ ชั่ว และผล ปริมาณ 0.1 กรัม จากนั้นทำการย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรและกรดไนตริก (HNO_3) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และเติมน้ำปราศจากไอออน (DI) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำเข้าเตาย่อยที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ให้ได้ 10 มิลลิลิตร และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และนำส่วนใสไปวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูด้วยเครื่อง ICP (Inductive Coupled Plasma Spectroscopy) จากนั้นคำนวณหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมของสารหนู/กิโลกรัมของพืช



ภาพที่ 3.10 นำตัวอย่างพืชไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.11 นำตัวอย่างแห้งมาชั่งน้ำหนัก



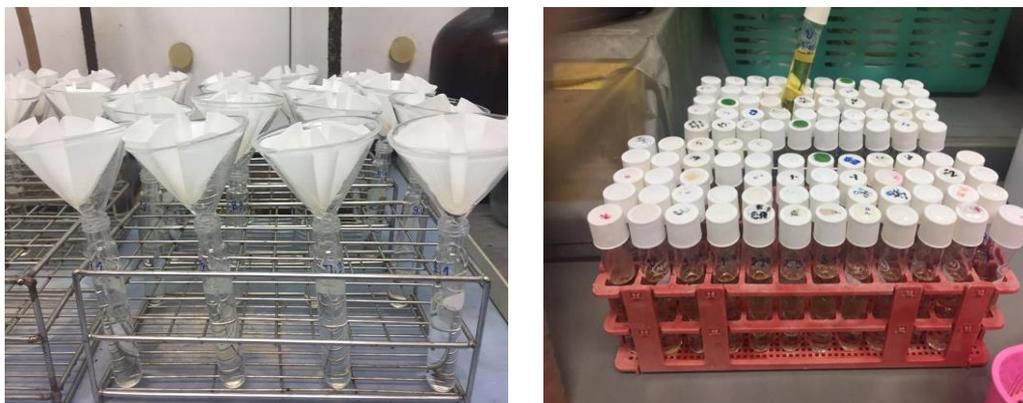
ภาพที่ 3.12 นำส่วนต่างๆ ของพืชไปเผาด้วยอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.13 นำส่วนต่างๆ ของพีชหลังจากเผาไปชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 3.14 ขั้นตอนการย่อยสารหนุออกจากพีช



ภาพที่ 3.15 กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง เพื่อเตรียมไปวิเคราะห์ปริมาณสารหนูด้วย ICP



ภาพที่ 3.16 วิเคราะห์ปริมาณสารหนูด้วยเครื่อง ICP

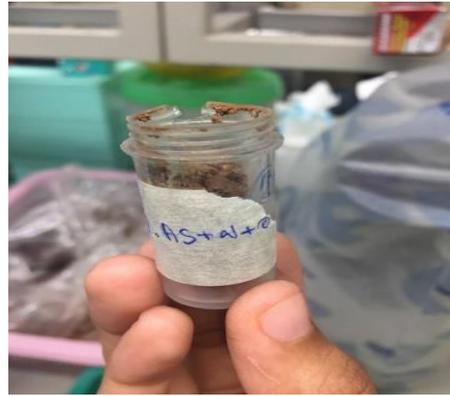
การวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในดิน

เก็บตัวอย่างดินในลกระถางคลุกผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นสุ่มเก็บ 3 จุด และนำมา รวมกัน (สามารถคลุกดินทั้งกระถางได้เนื่องจากมีการเตรียมตัวอย่างตามช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างอยู่ แล้ว) จากนั้นนำดินมาอบด้วยตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง 0.1 กรัม จากนั้นทำการย่อยด้วย กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.5 มิลลิลิตร และกรดไนตริก (HNO_3) 0.5 มิลลิลิตร และมีการเติมน้ำปราศจากไอออน (DI) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำเข้าเตาย่อยที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และจากนั้นปรับปริมาตร ด้วยน้ำ DI ให้ได้ 10 มิลลิลิตร และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และนำส่วนใสไปวิเคราะห์หา

ปริมาณสารหนูด้วยเครื่อง ICP (Inductive Coupled Plasma Spectroscopy) จากนั้นคำนวณหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมของสารหนู/กิโลกรัมของดิน



ภาพที่ 3.17
ตัวอย่างของดิน



ภาพที่ 3.18
นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.19
นำดินมาบดให้ละเอียด



ภาพที่ 3.20
ชั่งน้ำหนักแห้งของดินเพื่อเข้าสู่กระบวนการย่อย
สารหนูและวัดปริมาณด้วย ICP

การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในพริกชี้หนูและมะเขือเปราะ

หลังเก็บเกี่ยว 51 วันของพริกชี้หนูและ 75 วันมะเขือเปราะ โดยชั่งน้ำหนัก 0.1 กรัม ของราก ลำต้น เปลือก ขั้ว และเมล็ด แล้วนำมาอบที่ตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปย่อยด้วย 70% ไนตริก (HNO_3) และ 30% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่

อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (Cho, Cho, & Kao, 2012; Chou, Cho, Huang, Hong, & Kao, 2011) จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีอยู่ด้วยเครื่อง Inductive Couple Plasma Spectroscopy (ICP) (รุ่น Jobin Yvon model JY 124)

ศึกษาผลผลิตของผักสวนครัวในรูปน้ำหนักแห้งหลังเก็บเกี่ยว

หลังเก็บเกี่ยวพริกชี้หนูและมะเขือเปราะนำตัวอย่างในแต่ละกระถางมาอบด้วยตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของต้นพริกและมะเขือเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นพริกและมะเขือด้วยเงื่อนไขการใส่สารปรับปรุงดินแตกต่างกัน

การดูดซับ (Adsorption) สารละลายสารหนูด้วยวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ

สารละลายสารหนูที่ใช้ในการทดลองโดยการนำดินที่ปนเปื้อนสารหนูมา 1 กิโลกรัม เติมน้ำกลั่น 1000 ลิตร ปรับพีเอชประมาณ 5 ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน จากนั้นนำน้ำส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 จะได้สารละลายสารหนูเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

หลังจากนั้นนำสารละลายสารหนูที่เตรียมได้จำนวน 20 มิลลิลิตร มาใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมปริมาณ 0.4 กรัม (คิดเป็น 2% w/v) จากนั้นนำไปเขย่าที่เครื่องเขย่า (shaker) ความเร็วรอบ 150 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองส่วนใสผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 และนำไปวัดปริมาณสารหนูด้วยเครื่อง ICP



ภาพที่ 3.21 การเตรียมสารละลายสารหนูจากดินที่ปนเปื้อนสารหนู



ภาพที่ 3.22
นำตัวดูดซับต่างๆ มาบดให้ละเอียด



ภาพที่ 3.23
อบตัวดูดซับที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.24
นำเข้าเครื่องเขย่า (shaker)



ภาพที่ 3.25
กรองตัวอย่าง



ภาพที่ 3.26
เตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP

การศึกษาหมู่ฟังก์ชันของตัวดูดซับชนิดต่างๆ

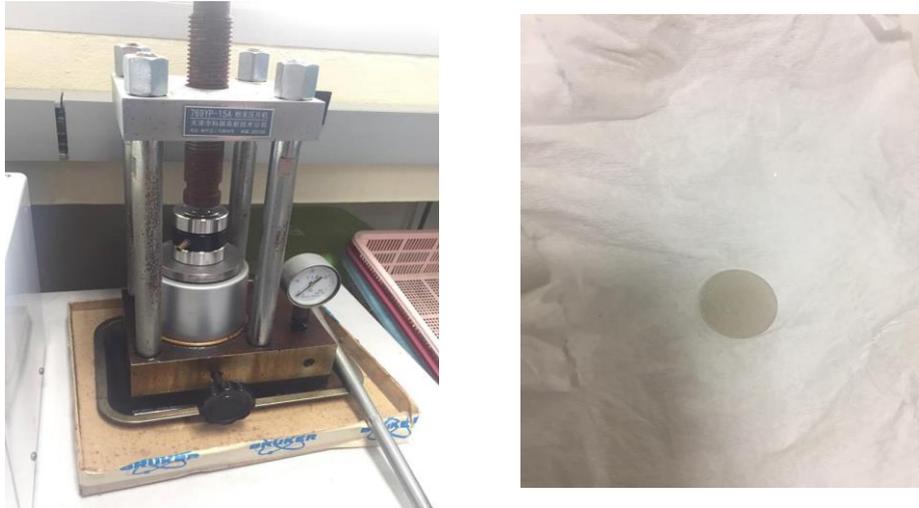
การวิเคราะห์ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มแนฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectrophotometer, FTIR) จะเป็นการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน (functional group) ของตัวดูดซับโดยการวิเคราะห์จะนำตัวดูดซับที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วไปทำการบดผสมกับโพรแตสเซียมโบรไมด์ (KBr) ในอัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดิน : โพรแตสเซียมโบรไมด์=1:600 ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบรรจุในที่ใส่ตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์ การทดลองเปรียบเทียบหมู่ฟังก์ชันที่เปลี่ยนไปก่อนและหลังการดูดซับสารละลายสารหนู



ภาพที่ 3.27
อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.28
ชั่งตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม ผสม KBr 600 มิลลิกรัม



ภาพที่ 3.29 อัดตัวอย่างเพื่อเข้าเครื่อง FTIR



ภาพที่ 3.30 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

การหาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมจากตัวดูดซับที่แยกชะด้วยน้ำ DI

การทดลองนำตัวดูดซับ ได้แก่ ดินขาว ถ้ำลอยซานอ้อย ถ้ำซีเลื่อย และถ้ำกลบ ปริมาณ 0.4 กรัม เติมน้ำปราศจากไอออน (DI) 20 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร จากนั้นนำเข้าเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และนำไปวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายออกมาในน้ำ DI ด้วยเครื่อง ICP

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการรายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 15 โดย Descriptive statistical analysis และเปรียบเทียบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง โดย ONE WAY ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกกลุ่มโดย Duncan multiple range test