บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. สารเคมี (reagent)

1.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.H_2O$)
- สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์
- กรดซัลฟูริค (H_2SO_4)
- น้ำแป้ง
- สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 0.025 นอร์มอล

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอนในดิน

- สารละลายโปแตสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 นอร์มอล
- กรดซัลฟูริค (H_2SO_4)
- สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)(SO_4)_2.6H_2O$) 0.5 นอร์มอล
- เฟอโรอีน (Ferroin)

1.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

- เอธิล อะซิเตท ชนิดเกรดวิเคราะห์ (ethyl acetate, AR Grade)
- โซเดียมคลอไรด์ ชนิดเกรดวิเคราะห์ (sodium chloride, AR Grade)
- โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส ชนิดเกรดวิเคราะห์ (sodium sulfate anhydrous, AR Grade)
- สารละลายมาตรฐาน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 4 ชนิด ได้แก่ เมทามิโดฟอส (methamidophos) ไดเมทโธเอท (dimethoate) เมทิล-พาราไธออน (methyl parathion) และโปรฟีโนฟอส (profenofos)
- สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในรูปผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด ได้แก่ ทามารอน (เมทามิโดฟอส 60%EC) เพอร์เฟคไธออน (ไดเมทโธเอท 40%EC) โฟลิดอน (เมทิล-พาราไธออน 50%EC) และซิลิดีน (โปรฟีโนฟอส 50%EC)

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- ขวดแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร
- ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร
- เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH meter, WTW pH323)
- เครื่องวัดความเค็ม (salinometer, WTW LF323)
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น AB204)
- เครื่องดูดสูญญากาศ (suction pump, Neuberger D-79112)
- ตู้อบ (Contherm)
- ตู้ดูดความชื้น (Sanplatec)
- เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ บิวเรต ขวดรูปชมพู่ ปิเปต กระบอกตวง เป็นต้น
- กระดาษกรอง GF/C (Whattman)
- ขวดน้ำกลั่น

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

- ครกบดดิน
- ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 0.5 มิลลิเมตร
- เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (WTW pH 526)
- ตู้ดูดความชื้น (Sanplatec)
- ตู้อบดิน (Contherm)
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น AB204)
- ถ้วยระเหย
- เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่าง และสารอินทรีย์คาร์บอนในดิน

2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

- เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
- เครื่องดูดสูญญากาศ (suction pump)
- ขวดแก้วฝาเกลียวขนาด 8 มิลลิลิตร
- ออโตปิเปต (autopipet) ขนาด 20 - 200 ไมโครลิตร (Eppendorf)
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น AB1502 และ AB204)

- เตาไฟฟ้าพร้อมระบบแม่เหล็กไฟฟ้า (hotplate/magnetic stirrer, Framo)
- กระดาษกรองเบอร์ 1, 1PS และ GF/C (Whattman)
- กระดาษฟอยล์อลูมิเนียม (aluminium foil)
- ขวดน้ำกลั่น
- เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Hewlett Packard รุ่น HP 6890plus) ซึ่งมีสภาวะการใช้งาน ดังนี้

ตัวตรวจวัด (detector)	: Nitrogen – Phosphorus Detector (NPD)
คอลัมน์ (column)	: Capillary Column 0.25 μm HP-5 5%Phenyl Methyl Siloxane 30 × 0.32 mm I.D. (Hewlett Packard)
อุณหภูมิ (temperature)	: อุณหภูมิหัวฉีด (injector) 260°C : อุณหภูมิตัวตรวจวัด (detector) 300°C : อุณหภูมิคอลัมน์ (column) ใช้โปรแกรมอุณหภูมิโดยอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 80°C คงที่เป็นเวลา 1 นาที เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 20°C ต่อนาทีจนถึง 180°C คงที่เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มด้วยอัตรา 20°C ต่อนาทีจนถึง 210°C และเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 30°C ต่อนาทีจนถึง 310°C คงที่เป็นเวลา 3 นาที
ก๊าซเชื้อเพลิง (fuel gas)	: ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) อัตราเร็ว 2 มิลลิลิตรต่อนาที
ออกซิแดนท์ (oxidant)	: อากาศ (Air) อัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อนาที
ก๊าซตัวพา (mobile gas)	: ก๊าซฮีเลียม (He) อัตราเร็ว 8 มิลลิลิตรต่อนาที

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ศึกษาช่วงความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติในภาคใต้ เพื่อนำมากำหนดช่วงความเข้มข้นของดินที่ผสมในน้ำที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้ข้อมูลของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2542 พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 3 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคใต้, 2540 ; สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และ 12, 2541, 2542, ; สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2543 ; สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงาน

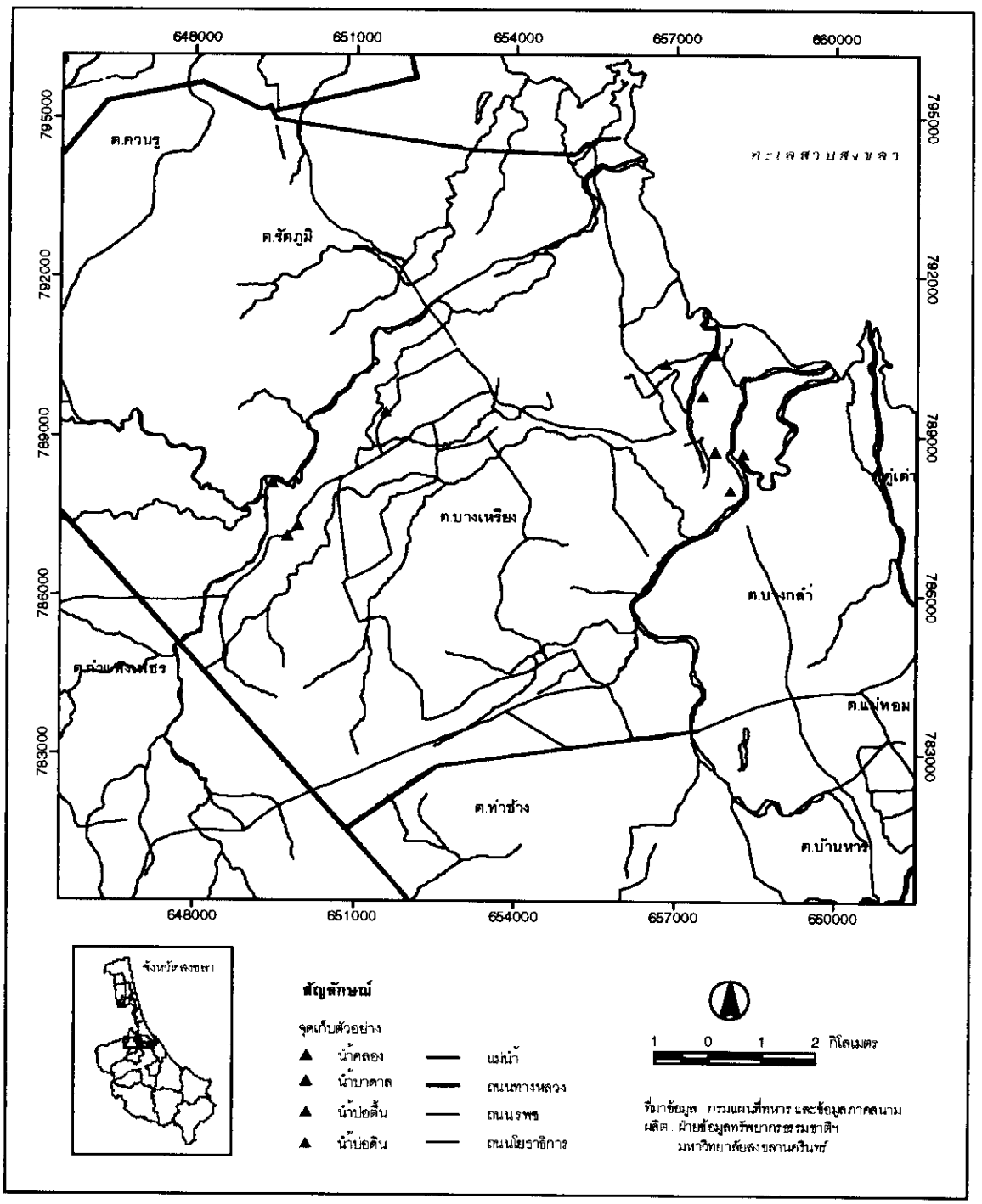
สิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543) และรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบในการศึกษาวิจัย

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการ

สำรวจพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา โดยใช้ข้อมูลของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และจากการสอบถามพฤติกรรมการใช้น้ำในการผสมสารฆ่าแมลงจากเกษตรกรในพื้นที่ เก็บตัวอย่างน้ำที่เกษตรกรใช้ผสมสารฆ่าแมลงในพื้นที่หมู่ที่ 3, 4, 5, 6, 10 และ 11 ของตำบลบางเหรียง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกผักและใช้สารฆ่าแมลงเป็นจำนวนมาก โดยเลือกเก็บตัวอย่างในบริเวณที่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ คลองรัตภูมิ และคลองบางเหรียง ซึ่งไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา เกษตรกรในพื้นที่มีการใช้น้ำจากบ่อบาดาล และน้ำคลองธรรมชาติในการผสมสารฆ่าแมลงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ น้ำบ่อตื้น และน้ำบ่อดิน ได้พื้นที่เก็บตัวอย่างจำนวน 10 จุด ประกอบด้วยน้ำบ่อบาดาล และน้ำคลองธรรมชาติ แหล่งละ 3 จุด และน้ำบ่อตื้น และบ่อดิน แหล่งละ 2 จุด ดังแสดงในภาพประกอบ 1 ศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง, ความเค็ม, ตะกอนแขวนลอย และบีโอดีของน้ำ เพื่อนำมาเลือกตัวแทนของน้ำที่จะนำไปใช้ในการวิจัย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1998) ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการ

ตัวชี้วัด	วิธีการ
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter
ความเค็ม	Salinometer
ตะกอนแขวนลอย	Gravimetric method, dry at 103 – 105 °C
BOD_5	5 Days BOD test



ภาพประกอบ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในพื้นที่ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

3.3 การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำที่เลือกเป็นตัวแทนแหล่งน้ำในการวิจัย เพื่อเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ บดดินให้ละเอียด และร่อนดินด้วยตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส นำดินมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด - ด่างของดิน (soil pH) ความชื้น (moisture content) อินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) และอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่างของดิน

ใช้วิธีการของ Anderson and Ingram (1989) โดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวางทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 5 นาที แล้วนำมาวัดค่าความเป็นกรด – ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง

3.3.2 การวิเคราะห์ความชื้นในดิน

ใช้วิธีการของ Gardner (1986) โดยชั่งถ้วยระเหยซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ชั่งดินประมาณ 10-20 กรัมในถ้วยระเหย จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน นำออกจากตู้อบใส่ในตู้ดูดความชื้นให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณหาร้อยละของความชื้นในดินได้โดยใช้สูตร

ร้อยละของความชื้นในดิน = [(น้ำหนักดินก่อนอบ/น้ำหนักดินหลังอบ) – 1] x 100

3.3.3 อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุในดิน

ใช้วิธี Walkey and Black Method (Loring and Rantana, 1995) โดยชั่งดิน 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมท (1.0 N $K_2Cr_2O_7$) 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc.H_2SO_4) 15 มิลลิลิตร เขย่า วางทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นประมาณ 75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันอีกครั้ง หยด indicator (ferrion) ลงไป 3-4 หยด นำไปไตเตรทด้วย 0.5 N ของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (0.5 N $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) จนกระทั่งสีของสารแขวนลอยค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวและเขียวเข้ม ค่อย ๆ ไตเตรทต่อไปทีละหยด จนสารแขวนลอยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนแดง ทำ blank ซึ่งไม่ได้ใส่ดินลงไป คำนวณปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในดินตัวอย่างโดยใช้สูตร

- ร้อยละของอินทรีย์คาร์บอน = 10(1-T/S) x F

โดยที่ T = ปริมาตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

F = (1.3 X 0.03 X 100)/น้ำหนักแห้งของดิน

- ร้อยละของอินทรีย์วัตถุ = ร้อยละของอินทรีย์คาร์บอน x 1.72

3.4 ศึกษาการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำและดิน

3.4.1.1 เก็บน้ำจากจุดที่เลือกเป็นตัวแทนของน้ำในการวิจัย (น้ำคลองรัตภูมิ หมู่ที่ 10) ปริมาตร 40 ลิตร โดยเก็บบริเวณผิวน้ำ ทำการกรองน้ำ โดยกรองผ่านสำลี 1 ครั้ง กรองผ่านกระดาษกรองวัตต์แมน (Whattman) เบอร์ 1 อีก 1 ครั้ง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองวัตต์แมน GF/C เพื่อแยกส่วนของตะกอนรวมทั้งสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยออกจากน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.4.1.2 นำน้ำมาแบ่งเป็น 5 ชุด ชุดละ 7 ลิตร โดยในชุดที่ 1 แบ่งเป็น 5 ตัวอย่าง (5 ซ้ำ) ตัวอย่างละ 1.4 ลิตร ผสมสารฆ่าแมลงทามารอน (เมทามิโดฟอส 60% EC) ตามอัตราที่แนะนำบนฉลาก คือปริมาตร 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยผสมทามารอนปริมาตร 2.8 มิลลิลิตรในน้ำแต่ละตัวอย่าง (1.4 มิลลิลิตร) จากนั้นแบ่งน้ำออกเป็น 7 ชุดย่อย ชุดย่อยละ 200 มิลลิลิตร ผสมดินที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 3.3 ลงในน้ำแต่ละชุดย่อย 0.00, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 และ 0.06 กรัม (0, 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยกวนน้ำขณะผสมเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพอนุภาคแขวนลอยตลอดเวลา แล้วกวนน้ำต่ออีก 15 นาที กรองตะกอนแขวนลอยในน้ำโดยกระดาษกรองวัตต์แมน GF/C เพื่อเอาส่วนที่เป็นสารอินทรีย์แขวนลอยออกจากน้ำ

3.4.1.3 สำหรับน้ำชุดที่ 2 - 5 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.2 โดยผสมสารฆ่าแมลงเพอร์เฟคไธออน (ไดเมทโธเอท 40% EC), โฟลิดอน (เมทิล-พาราไธออน 50% EC) และซิลิดีน (โปรฟีโนฟอส 50% EC) ตามอัตราที่แนะนำบนฉลากคือปริมาตร 20, 20 และ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตามลำดับโดยผสมสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดในปริมาตร 1.4, 1.4 และ 2.8 มิลลิลิตร ในน้ำชุดที่ 2, 3

และ 4 ตามลำดับ (160, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนน้ำชุดที่ 5 เป็นชุดควบคุม ไม่มีการผสมสารฆ่าแมลงใด ๆ ลงไป

3.4.1.4 นำน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ ด้วยเทคนิคการสกัดโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Ambrus, *et al.* (1981) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้ว มาเติมโซเดียมคลอไรด์ 10.0 กรัม คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำตัวอย่างใส่ในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร สกัดด้วยเอธิล อะซิเตท 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มิลลิลิตร เก็บชั้นของเอธิล อะซิเตทที่สกัดได้ทั้ง 3 ครั้งรวมกันในขวดรูปชมพู่ โดยกรองผ่านโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัสซึ่งอยู่บนกระดาษกรองวัตต์แมน เบอร์ 1PS เพื่อกำจัดน้ำที่เหลือค้างจากการสกัด นำเอธิล อะซิเตทที่ได้จากการสกัดมาปรับปริมาตรให้เป็น 60 มิลลิลิตร แล้วแบ่งสารไว้ 5 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้วขนาด 8 มิลลิลิตร เพื่อรอการวิเคราะห์ด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี

สรุปวิธีการเตรียมตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ ดังภาพประกอบ 2

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

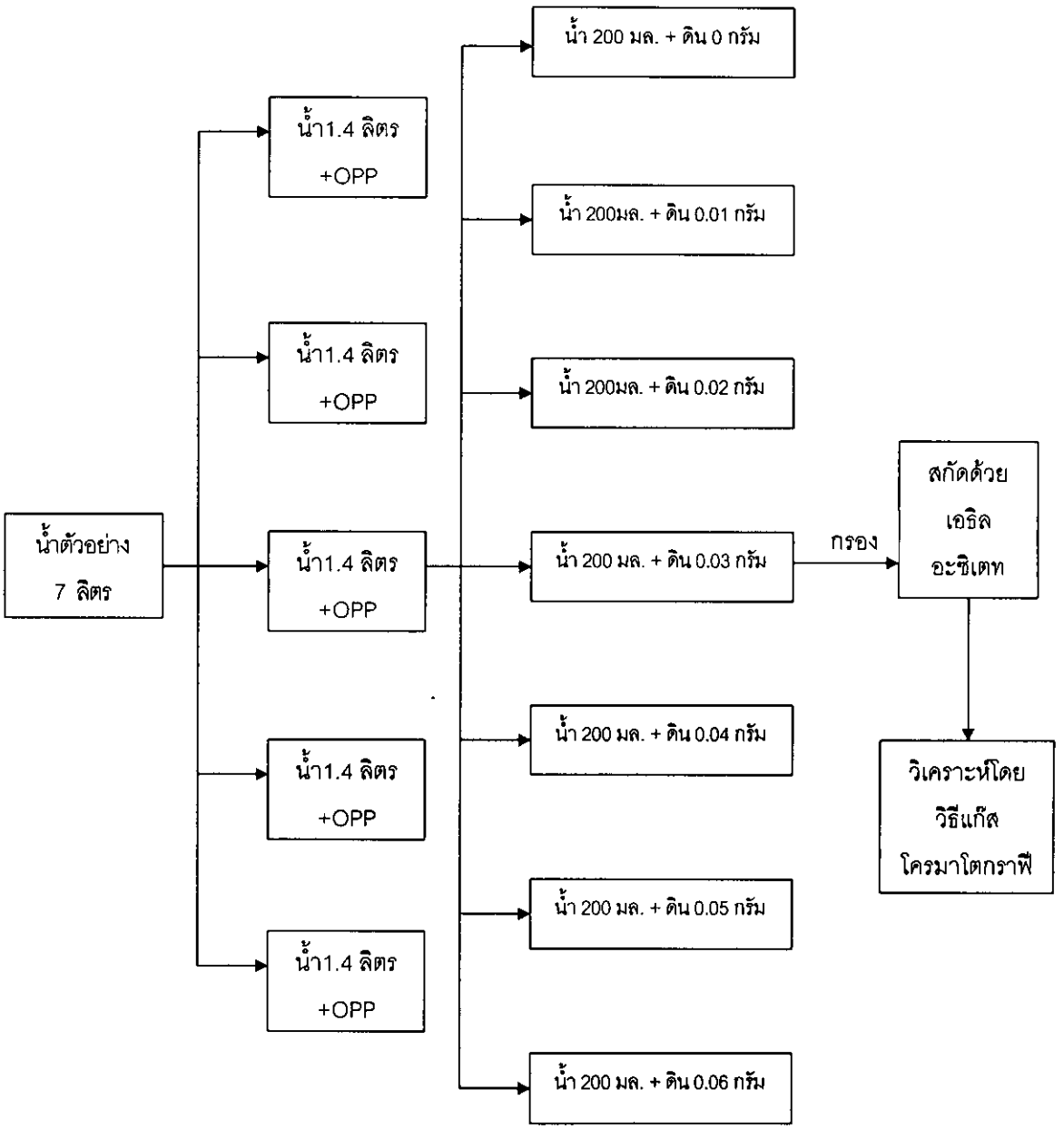
ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยในการศึกษาครั้งนี้ คำนวณจากค่าร้อยละของสารอินทรีย์คาร์บอนในดิน เปรียบเทียบกับปริมาณของดินที่เติมลงในน้ำแต่ละตัวอย่าง ซึ่งอยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอยปริมาณ 0-300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดย

ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) = (ร้อยละของสารอินทรีย์คาร์บอนในดิน x ปริมาณตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)) / 100

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ

นำสารละลายมาตรฐานออร์กาโนฟอสเฟตแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1, 2.5 และ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ฉีดสารเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟปริมาตร 1 ไมโครลิตร สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่ใต้พีคจากโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน โดยโปรแกรมสำเร็จรูปของเครื่อง (chemstation) จากนั้นฉีดตัวอย่างที่สกัดได้ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 1 ไมโครลิตร คำนวณปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำตัวอย่างโดย

ปริมาณสารในน้ำตัวอย่าง (มิลลิกรัม) = ปริมาณความเข้มข้นของสารที่ฉีดเข้าเครื่อง (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) X ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ในการสกัด (มิลลิลิตร)



ภาพประกอบ 2 วิธีการศึกษาการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

จากการวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยวิธีดังกล่าว ได้ทำการหาค่าต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ และค่าร้อยละของการได้คืนกลับของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดที่ทำการศึกษา ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 4 และ 5 ตามลำดับ

ตาราง 4 ค่าต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดที่ทำการศึกษา

ชนิด	ปริมาณความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)
เมทามิโดฟอส	0.04
ไดเมทโธเอท	0.01
เมทิล-พาราไธออน	0.005
โปรฟีโนฟอส	0.01

ตาราง 5 ค่าร้อยละของการได้คืนกลับของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดที่ทำการศึกษา

ชนิด	ค่าร้อยละของการได้คืนกลับ
เมทามิโดฟอส	32
ไดเมทโธเอท	78
เมทิล-พาราไธออน	98
โปรฟีโนฟอส	92

3.4.4 การคำนวณค่าการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

นำผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำตัวอย่าง มาคำนวณหาปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยในตัวอย่าง (มิลลิกรัม) โดยคำนวณจากปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำที่ไม่มีตะกอนแขวนลอยอยู่ (มิลลิกรัม) ลบด้วยปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำที่กรองตะกอนแขวนลอยออกไป (มิลลิกรัม)

นำผลการคำนวณปริมาณของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำและในสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย มาคำนวณหาร้อยละของสารที่ถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของสารที่ถูกดูดซับ} = \frac{\text{ปริมาณสารอินทรียคาร์บอนแขวนลอยในน้ำ}}{\text{ปริมาณสารในน้ำที่ไม่มีตะกอนแขวนลอย}} \times 100$$

3.5 **การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง**

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มาหาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของปริมาณความเข้มข้นในน้ำตัวอย่างและในสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย และค่าการดูดซับ นำเสนอโดยใช้ตาราง กราฟ และนำไปคำนวณทางสถิติ โดยใช้ Two Factor ANOVA โดยจะยอมรับค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า $P < 0.05$ เพื่อ

3.5.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชนิดของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อการดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

3.5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระดับปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยต่อการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

3.5.3 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการจัดการและแก้ไขปัญหาในการใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต