

การหาชนิดและปริมาณของวัตถุมีพิษที่ตกค้างในดิน

จังหวัดราชบุรี

ผ่านักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ณัฐพร 25 ๘๘๖๖๖๖ ๘๘๖๖๖๖ ๘๘๖๖๖๖

ปริญญาโท

ของ

ลาวัญญ์ เฟื่องบุญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต

21 ตุลาคม 2520

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปฏิญญานี้นี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้.

ประธาน

ประธาน

กรรมการ

กรรมการ

21 ตุลาคม 2520

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่ง จาก
ดร.ประยูร คีมา ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ อาจารย์วันนิศา ตราชู กรรมการ
ที่ปรึกษา การทำปริญญานิพนธ์ ท่านอาจารย์ทั้งสอง ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำการ
ใช้เครื่องมือ ทดลอง และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้เขียนขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ คุณนวลศรี พยาพัชร คุณวิเชียร ณัฐวัฒนานนท์ นักวิทยาศาสตร์
และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของโครงการวิจัยวัดคุณสมบัติ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการทดลอง
การใช้เครื่องมือ และช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างดิน เป็นอย่างดี

อนึ่ง ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
สำเร็จลงด้วยดี.

ลาวัณย์ เฟื่องบุญ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ.....	1
คำนำ.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
คำถามที่ถกเถียงและตั้งข้อสงสัย.....	3
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	5
2. ทฤษฎีโกรมโทกราฟี่.....	9
โกรมโทกราฟี่แบบ กาช - ของเหลว.....	9
เฟลอมโพลีโทเมตริก กี่เทกเตอร์.....	11
อิคเคตรองเป แกลเปเจอร์ กี่เทกเตอร์.....	12
3. วิธีการในการทดลอง.....	15
การเก็บตัวอย่าง.....	15
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	19
การวัดการกระจายของข้อมูลและแจกแจงข้อมูล.....	24
4. ผลการทดลอง.....	25
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	36
สรุปผลการทดลอง.....	37
อภิปรายผลการทดลอง.....	49
ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก ก. คู่มือฉบับข้างประการของวัตถุประสงค์ที่ใช้ทำการวิจัย	
ภาคผนวก ข. "ค่าปลอดอุกภัย" ของวัตถุที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร	
ภาคผนวก ค. รูปประกอบ	

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 ปริมาณของวัตถุที่มีพิษแต่ละชนิดที่พบในกินทุกตัวอย่าง

๖๔

บัญชีรูปประกอบ

หน้า

รูปประกอบ

1. แผนผังแสดงการทำงานของโครมาโทกราฟีแบบ ก๊าซ - ของเหลว.....10
2. แผนผังแสดงการทำงานของ Flame Photometric Detector.....11
3. แผนผังแสดงการทำงานของ Electron Capture Detector..12
4. แสดง retention time ของสารเคมีมาตรฐาน.....19
5. แสดง retention time ของวัตถุที่มีพิษในตัวอย่างที่สกัดได้.....20
6. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณของวัตถุที่มีพิษ.....21
7. แสดง chromatogram ของ standard heptachlor,
heptachlor epoxide, p,p'- DDE, dieldrin,
o,p'- DDT, endrin, p,p'-TDE, p,p'-DDT32
8. แสดง chromatogram ของดินตัวอย่างที่ 13 เก็บเมื่อวันที่ 2519.....33
9. แสดง chromatogram ของ standard phosdrin,
parathion, methyl parathion, malathion :.....34
10. แสดง chromatogram ของดินตัวอย่างที่ 7 เก็บเมื่อวันที่ 2519.....35
11. เครื่อง gas chromatograph..... ภาคผนวก ก
12. เครื่องแบ่งส่วนดินภาคผนวก ก
13. เครื่องสกัดชนิด sexhlet extractor.....ภาคผนวก ค
14. เครื่อง sweep - co distillator.....ภาคผนวก ค
15. แสดงการทำ partition.....ภาคผนวก ก

บทที่ 1

คำนำ

ขณะที่ประเทศไทยกำลังเร่งพัฒนาการเกษตร เพื่อให้มีความเจริญก้าวหน้าในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น พอเพียงกับความต้องการของประชาชนภายในประเทศ และมีเหลือส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการใช้ "วัตถุพิษ" ในการป้องกันกำจัด และลดอัตราการทำลายของศัตรูพืชต่าง ๆ (วิเชียร นัฐวัฒนาภักดิ์, 2517)

ยาปราบศัตรูพืชแบ่งตามสารที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ แบ่งได้เป็น 3 พวก

1. พวกฟอสเฟต (Organophosphorus Compounds) หมายถึง พวกที่มีฟอสเฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ พาราไรดอน (parathion) มาลาไรดอน (malation) ฟอสดริน (phosdrin) ฯลฯ
2. พวกคลอรีเนต (Chlorinated Hydrocarbons) หมายถึง พวกที่มีคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ดีดีที (DDT) ดีลด์ริน (dieldrin) เอนดริน (endrin) ออลดริน (aldrin)
3. พวกคาร์บาเมต (Carbamate) หมายถึง พวกที่มี เอมีด (NH) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บาริล (carbaryl) อัลดีคาร์บ (aldicarb) ฯลฯ

วัตถุพิษเหล่านี้ เมื่อฉีดลงบนพืชหรือใช้โดยตรงบนดินก็ตาย ส่วนหนึ่งของวัตถุพิษจะระเหยฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ ส่วนหนึ่งจะตกลงสู่พื้นดิน และเกิดการสะสมขึ้นในดิน วัตถุพิษในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และค่อย ๆ สลายตัวหมดไปในดิน บางชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นได้ การสลายตัวของวัตถุพิษที่สะสมในดินจะช้าหรือเร็ว ขึ้นกับชนิดของวัตถุพิษนั้น ถ้าเป็นวัตถุพิษพวกคลอรีเนต ใช้เวลานาน 15 - 20 ปี จึงจะสลายตัวหมดไป ส่วนพวกฟอสเฟตและคาร์บาเมตจะสลายตัวได้เร็วกว่าประมาณ 2 - 5 ปี

เนื่องจากการใช้วัตถุพิษในการเกษตรกรรม เป็นที่นิยมแพร่หลายยิ่งขึ้นทุกที โอกาสที่วัตถุพิษเหล่านี้จะสะสมในดินจึงมีมากยิ่งขึ้น และมีปริมาณเพิ่มขึ้น

สาเหตุที่วัตถุพิษสะสมอยู่ในดินมากกว่าหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. ความสามารถที่วัตถุพิษจะเกาะแน่นอยู่กับอนุภาคของดิน โดยทั่วไปอนุภาคของดินมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ถ้าวัตถุพิษประเภทใดที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ก็สามารถเกาะกับอนุภาคของดินได้แน่นและมากกว่าวัตถุพิษที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ
2. คุณสมบัติและความชื้นของดิน ถ้าดินมีอุณหภูมิต่ำและความชื้นพอเหมาะ สำหรับแบคทีเรียในดินเจริญเติบโตได้ดี แบคทีเรียจะสามารถทำให้วัตถุพิษในดินสลายตัวได้บางส่วน ในทางตรงข้าม ถ้าอุณหภูมิต่ำและความชื้นของดินไม่พอเหมาะ จึงมีผลทำให้แบคทีเรียเจริญโตได้ช้า จึงสลายวัตถุพิษได้น้อย
3. ความสามารถของพืชที่จะดูดซึมวัตถุพิษ พืชสามารถดูดซึมวัตถุพิษแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน เช่น มันฝรั่ง และหัวผักกาดแดง สามารถดูด เฮปทาคลอร์ เข้าไปสะสมในรากของมันฝรั่ง (ประยูร คีมา, บ.ป.ป.)
4. วัตถุพิษที่ไม่ได้เกาะติดอยู่กับอนุภาคของดิน จะผ่านเข้าสู่ขบวนการทางชีววิทยา เช่น heptachlor epoxide ถูกดึงออกจากดินโดยพวกไส้เดือน ถ้านกมากินไส้เดือน วัตถุพิษก็จะเข้าสู่ตัวนกอีกทอดหนึ่ง

ที่จังหวัดราชบุรี โดยเฉพาะที่อำเภอคำเนินสะดวก เป็นแหล่งเพาะปลูกและใช้วัตถุพิษกันมาก หากได้ศึกษาดังชนิดและปริมาณของวัตถุพิษที่ตกค้างในดินแล้ว อาจใช้เป็นข้อมูลแนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้วัตถุพิษในการป้องกัน กำจัดศัตรูพืชได้

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาชนิดของวัตถุพิษที่ตกค้างในดิน ว่ามีอะไรบ้าง
2. หาปริมาณของวัตถุพิษแต่ละชนิด
3. ใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำเกษตรกรในการใช้วัตถุพิษป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

ความสำคัญของการศึกษาก้นคว้า

1. ผลของการศึกษาก้นคว้าครั้งนี้จะหาให้ทราบว่า พื้นที่ใช้ทำการเพาะปลูกของจังหวัดราชบุรี มีวัตถุพิษประเภท Chlorinated Hydrocarbons และประเภท Organophosphorus Compounds จักมีไ้ม่าง และปีปริมาณเท่าใด
2. เทคนิคและวิธีการที่ได้จากการศึกษาก้นคว้าและทดลองครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับอุดมศึกษา
3. เทคนิคและกระบวนการทดลองครั้งนี้ จะได้อัดักและวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมเกี่ยวกับดินเสีย (soil pollution) ที่เกิดจากการใช้วัตถุพิษป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจในการวิจัย เกี่ยวกับดินเสีย (soil pollution) ได้ศึกษาก้นคว้าต่อไป
4. ผลการทดลองใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำสักรเกี่ยวกับการใช้วัตถุพิษ ป้องกับกำจัดศัตรูพืช

ขอบเขตของการศึกษาก้นคว้า

การศึกษาก้นคว้ามี่ขอบเขตดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะพื้นที่ใดทำการเพาะปลูกในอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดราชบุรี รวม 8 เดือน โดยออกเก็บดินตัวอย่าง 4 ครั้ง ครั้งละ 24 ตัวอย่าง (แหล่งละ 3 ตัวอย่าง)
2. ศึกษาและวิเคราะห์เฉพาะปริมาณของวัตถุพิษประเภท Chlorinated Hydrocarbons และ Organophosphorus Compounds ที่กลักรนิยมใช้ทั่วไปเท่านั้น

คำจำกัดความและนิยามเฉพาะ

1. วัตถุพิษ หมายถึง สารออกฤทธิ์ (หรือวัตถุที่มีสารออกฤทธิ์ผสมอยู่) รวมทั้งวัตถุพิษชนิดธรรมชาติและวัตถุพิษสังเคราะห์
2. สารออกฤทธิ์ หมายถึง เภมัทพ์หรือสิ่งที่มีคุณสมบัติอาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ และพืช

3. วัตถุพิษประเภทคลอรีนเตตระ ไฮโดรคาร์บอน หมายถึงวัตถุพิษที่ประกอบด้วย
ประกอบเป็นธาตุคาร์บอน (carbon) ไฮโดรเจน (hydrogen) และคลอรีน
(chlorine) วัตถุพิษที่กลุ่มนี้นิยมใช้ทั่วไป คือ ดีดีที (p,p-DDT) ดีลด์ริน
(dieldrin) เฮปตาคลอร์ (heptachlor) และ เอนดริน (endrin)

4. วัตถุพิษประเภท ออแกโนฟอสเฟต หมายถึงวัตถุพิษที่ประกอบด้วย
คาร์บอน (carbon) ไฮโดรเจน (hydrogen) ออกซิเจน (oxygen)
และฟอสฟอรัส (phosphorus) วัตถุพิษที่กลุ่มนี้นิยมใช้ทั่วไปคือ พาราไธออน
(parathion) เมทิลพาราไธออน (methyl parathion) ฟอสดริน
(phosdrin) มาลาไธออน (malathion)

5. Gas - Liquid Chromatography (GLC) หมายถึง วิธีการแยก
สารโดยใช้วิธีนี้ โดยนำตัวกลางเป็นของเหลว เคลื่อนอยู่บนเบ้าของแข็ง ซึ่งบรรจุภายในท่อ
(column) แล้วใช้แก๊ส เช่น ไนโตรเจน เป็นตัวพาสามารถแยกออกจากกัน

6. คิม หมายถึงคิมที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ใดเฉพาะปลูกของจังหวัด
ราชบุรี

7. สก๊ต หมายถึง วิธีการแยกวัตถุพิษที่ปนอยู่ออกจากคิม โดยทำให้ละลาย จะ
ละลายวัตถุพิษจากคิมออกมาเป็นสารละลาย

8. ppm (parts per million) หมายถึง หน่วยวัดปริมาณของ
วัตถุพิษ ปริมาณวัตถุพิษ 1 ppm หมายถึงวัตถุพิษหนึ่งส่วน ในสารตัวอย่างหนึ่งล้านส่วน
หรือ หนึ่งมิลลิกรัมในสารตัวอย่างหนึ่งกิโลกรัม

9. mesh หมายถึง หน่วยวัดความถี่ของตะแกรง ซึ่งแสดงจำนวนช่องตามความ
ยาว 1 นิ้ว เช่น 1 เมช หมายถึง 1 ช่อง ต่อ 1 ตารางนิ้ว

5 เมช หมายถึง 25 ช่อง ต่อ 1 ตารางนิ้ว เป็นต้น

10. รีเทนชันไทม์ (retention time) หมายถึง ระยะเวลานับตั้งแต่
ตัวพิษของตัวทำละลายปรากฏขึ้น จนกระทั่งถึงส่วนสูงสุดของพีคของสารนั้น ๆ เมื่อน้ำสารนั้นเข้า
เครื่อง gas chromatograph

11. พีค (peak) หมายถึง สัญญาณที่มีเกินบนกราฟซึ่งแสดงผลตอบ (response) เป็นส่วนประกอบของสารได้แยกออกจากคอลัมน์ (column) โดยปกติจะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

12. คอลัมน์ (column) หมายถึง ส่วนของเครื่องแกสโครมาโทกราฟซึ่งทำหน้าที่แยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารออกจากกันโดยวิธีหนึ่ง

13. LD₅₀ หมายถึง กากหรือขนาดเฉลี่ยโดยวิธีวัดพิษของวัตถุพิษ (Median Lethal Dosage) ที่ทำให้สัตว์ที่ใช้ในการทดลองเสียชีวิตครึ่งหนึ่ง (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด

14. Tolerance หมายถึง ปริมาณสูงสุดของวัตถุพิษที่อาจยอมรับให้ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรม โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

พาดิพย์ โภคศิริ (2513) เก็บตัวอย่างดินด้วยหลอดเจาะดิน (soil probe) หรือ ฟลัก หรือเสียม โดยเจาะลึก 6 - 8 นิ้ว ปาดดินในหลุมข้างหนึ่งให้เรียบ และแฉะเอาดินขึ้นมาเป็นแผ่นเล็ก 6 - 8 นิ้ว เทาก้นหลุมที่ขุดไว้ โดยมีความหนา 0.5 นิ้ว ไขมีดตัดดินทั้งสองข้างให้เหลือแต่ตรงกลาง กว้าง 0.5 นิ้ว เจนกัน ก็จะได้นำดินตัวอย่างจากจุดหนึ่งที่มีความกว้างและหนา 0.5 นิ้ว ยาว 6 - 8 นิ้ว ผสมดินส่วนนี้เข้ากับดิน ตัวอย่างอีก 10 - 15 จุด จากบริเวณที่แม่งไว้

กองกสิกรรมในปี (2498) เก็บตัวอย่างดินโดยใช้แฉ่วหรือเสียม ขุดลึกลงไป 6 นิ้ว และขุดหลุมเป็นรูปอักษรตัว V แล้วตะกอนจากตำแหน่ง ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ขวานลงไปตามหน้าดิน ดินที่ขุดขึ้นมาตัดเอาเฉพาะตอนกลาง เป็นแถบกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ตามยาวลงไปจนถึงก้นหลุม เก็บดินที่ได้มาใส่ภาชนะที่สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง เก็บดินรวมกับไ้ว้นกระทั่งครบจำนวนหลุมที่จะเก็บในแปลงนั้น ๆ รวมกันเป็นตัวอย่างใหญ่ ตากดินนั้นให้แห้งในร่ม และผสมดินทุกหลุมที่ได้เข้ากันเป็นอย่างก็

เชสเตอร์ และ อาร์มสตรอง (Chester and Armstrong, 1972) ได้
 ศึกษาการทำลายที่ไร้สัถ์ดิน โดยใส่ DDT 0.025 ppm ลงในดินเป็นเวลา 1-7 วัน
 แล้วนำมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน
 41 : 49 โดยปริมาตร ปรากฏว่าไ้ผลดีมาก นักวิทยาศาสตร์ทำเอนไ้ทดลองใช้อัตราส่วน
 ของตัวทำละลายนี้ไปสกัดดิน ก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมากกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ

แนช และคณะ (Nash, et al., 1973) ได้เปรียบเทียบการสกัดด้วย
 มีมิข ประเภทยอดรีเนเทค ไฮโดรคาร์บอน จากดินของ congaree เป็นดินปน
 ทรายฝังใ้สัถ์มีมิข เมื่อ 20 ปีที่แล้ว โดยสกัดด้วยวิธีการเขย่า, column และ soxhlet
 extractor แล้ววิเคราะห์หาตัวที่มีมิข โดยใช้ gas chromatograph ที่มี
 เครื่องตรวจจับ Electron Capture ได้ทดลองกับ คีลคอริน อะโฆกีน
 เอเฆกริน เฮฟตากลอรุ์ กลลอรุ์เบน บีเอเอมิ ทอกลาโทล และลีนเบน พบว่า การสกัดโดย
 ใช้ soxhlet extractor และการเขย่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสกัดด้วย
 column

ซาฮา (Saha, 1968) ได้วิเคราะห์ดินร่วนซุย (silt loam)
 โดยใส่ดินตากแห้ง 100 กรัม ใส่คีลคอรินที่ใส่สารกับมันตรังสี C^{14} - dieldrin แล้ว
 เก็บไว้ 4 เดือน เรียกว่าดินแห้ง (dry soil) อีกส่วนหนึ่ง ผังจวากใส่คีลคอรินแล้ว
 เติมน้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเก็บไว้ 4 เดือน เรียกว่า ดินเปียก (wet soil)
 นำดินทั้งสองประเภทมาสกัดโดยวิธีการเขย่าด้วยตัวทำละลายดังนี้

ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 9 : 1
 โดยปริมาตร

ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 1 : 1
 โดยปริมาตร

ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน
 2:1 โดยปริมาตร

ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน
 1:1 โดยปริมาตร

ตัวทำละลายผสมระหว่าง chloroform กับ methanol ในอัตราส่วน
 1:1 โดยปริมาตร

สารละลายของ acetonitrile

นำสารที่สกัดได้มาตรวจหาปริมาณกันมันตรังสี พบว่าประสิทธิภาพของการสกัดในดินเปียก น้อยกว่าดินแห้ง ยกเว้นการสกัดที่ลดริน โดยใช้วิธีการเดียวกับ acetonitrile สำหรับการทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol และ hexane กับ acetone จะให้ recovery จากดินเปียก น้อยกว่า ประมาณร้อยละ 50 - 65 ทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone จะเป็นตัวสกัดที่ดีกว่า ทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในดินแห้ง แต่สารละลาย acetonitrile สามารถแยกปริมาณของ dieldrin จากดินเปียก และดินแห้ง ได้ดีกว่าทำละลายชนิดอื่น

สตีเวน และคณะ (Stevens, et al., 1970) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประเทศออสเตรเลีย 5 แห่ง ในปี ค.ศ. 1965, 1966 และ 1967 เพื่อหาปริมาณของวัฏภูมิพืชที่ยังตกค้างในดินโดยเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ซึ่งเคยใช้วัฏภูมิพืชปลูกเป็นประจำ 17 เอเคอร์ จากพื้นที่ที่เลิกปลูกวัฏภูมิพืชเพียงเล็กน้อย 16 เอเคอร์ และพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกวัฏภูมิพืชเลย 18 เอเคอร์ สกัดโดยการเขย่ากับตัวทำละลาย ผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน 8:1 โดยปริมาตร วิเคราะห์หาวัฏภูมิพืช โดยใช้เครื่อง gas chromatograph ผลการทดลองพบได้ดีที่สุดคือดินในพื้นที่ที่วัฏภูมิพืชมาก เป็นปริมาณมาก พบได้ดีที่น้อยมาก ในพื้นที่ที่วัฏภูมิพืชน้อย และไม่พบ วัฏภูมิพืชเลยในพื้นที่ที่ไม่เคยใช้วัฏภูมิพืชเลยนั้นเลย

วูลสัน (Woolson, 1974) ได้สกัดวัฏภูมิพืชพวก Chlorinated Hydrocarbons จากดินเลาบนิก คือ Christiana clay loam, Pocomoke sandy loam, Holtrite silty clay โดยการเขย่าเป็นเวลา 12 ชั่วโมง กับตัวทำละลาย hexane - acetone ซึ่งผสมกันในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร recovery ที่ได้ประมาณร้อยละ 91

บุคคา ประสทธิศิลป์ (1976) ได้สกัดวัฏภูมิพืชพวก Chlorinated Hydrocarbons จากดินที่ไว้ในภาชนะปลูกพืชไร่ จังหวัดสุโขทัย ด้วย soxhlet extractor และตัวทำละลายผสมระหว่าง acetone กับ hexane ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สกัดต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 ชั่วโมง recovery ที่ได้ประมาณร้อยละ 90.05

ซูเอต (Suet, 1971) ได้ศึกษาการสกัดวัฏมีพิษ จาก peaty loam โดยใช้ส่วนผสมของ chloroform-methanol ในอัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร เขย่า ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยเพิ่มสารละลาย acetone ในดินได้ 1 ชั่วโมง ก่อนการสกัด recovery ที่ 0.1 ppm ประมาณร้อยละ 85

เบนอน (Beynon, et al., 1966) สกัดวัฏมีพิษพวก balan จาก peat soil ด้วยตัวทำละลายผสม 20 % ของ acetone - hexane โดยการเขย่าประมาณ 2 ชั่วโมง จะให้ maximum recovery

เกตซิน และ โรสฟิลด์ (Getzin and Rosefield, 1966) ได้สกัด diazinon และ zinophos ที่ lebel ด้วยสารกับันเกรงี๊ จาก organic soil โดยการเขย่ากับ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรของส่วนผสมของ 0.05N calcium chloride และ acetone ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร 8 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที ให้ recovery ร้อยละ 98 ถ้าทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ zinophos จะให้ recovery ร้อยละ 12

วิลเลียม และคณะ (William, et al., 1972) ได้ศึกษาถึงการสกัด วัฏมีพิษพวก Organophosphorus Compounds ได้แก่ fensulfothion phosphorothioate และ sulfone ใน muck soil โดยใช้ soxhlet extractor กับสารละลาย chloroform-methanol อัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ให้ recovery ประมาณร้อยละ 80 เมื่อความชื้นของดินอยู่ระหว่าง 20 - 50 %

เปรียบเทียบการใช้ soxhlet extractor เมื่อมี dichloromethane และ 9:1 chloroform - methanol เป็นสารละลาย ปรากฏว่าให้ recovery ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนั้นได้ทดลองใช้ hexane - acetone ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สกัดด้วย soxhlet extractor ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน

ทฤษฎี โครมาโตกราฟี

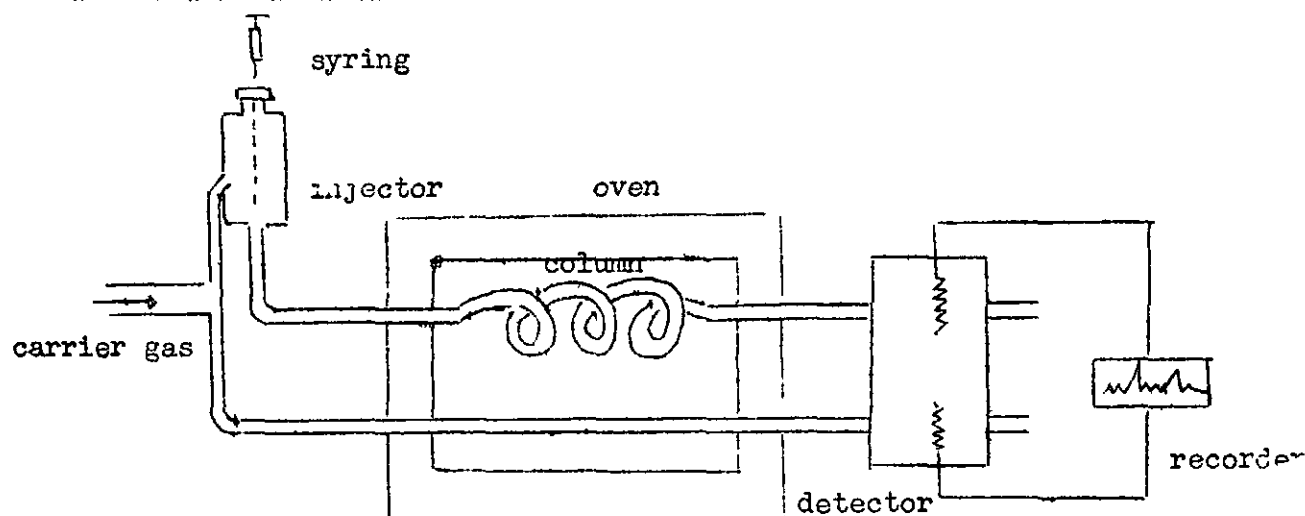
โครมาโตกราฟี คือ วิธีแยกสารผสมให้บริสุทธิ์ โดยใส่สารละลายของสารผสมที่ต้องการแยกลงในตัวกลาง (medium) ซึ่งสามารถจับสารนี้ไว้ได้โดยการดูดซับ (adsorption) หรือโดยวิธีการอื่น จากนั้นผ่านของเหลวหรือก๊าซไปในตัวกลาง ซึ่งจะชะ (elute) สารผสมต่าง ๆ ออกไปด้วยอัตราเร็วต่างกัน การเคลื่อนที่ของสารผสมไปตามทิศทางของการชะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดทางกายภาพ และทางเคมีระหว่างสารนั้นกับตัวกลางและตัวชะ สารผสมที่ทำการแยกให้ได้สารบริสุทธิ์จะละลายในตัวกลางส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะละลายในตัวชะ ดังนั้นจะมีการแบ่งละลาย (partition) ของสารในสารผสม ระหว่างตัวกลางกับตัวชะ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผสมที่ละลายในตัวกลางและตัวชะ จะคงที่เสมอ อัตราส่วนนี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของการแบ่งละลาย (partition coefficient)

$$\text{สัมประสิทธิ์ของการแบ่งละลาย} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสารผสมที่ละลายในตัวกลาง}}{\text{ความเข้มข้นของสารผสมที่ละลายในตัวชะ}}$$

สารใดในสารผสมที่ถูกดูดซับในตัวกลางได้ก็จะเคลื่อนที่ไปช้า หากละลายได้ดีในตัวชะก็จะเคลื่อนที่ไปไ้เร็ว ดังนั้นการแยกสารให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้ การดูดซับและการแบ่งละลายเป็นเรื่องสำคัญ

โครมาโตกราฟี แบบ ก๊าซ - ของเหลว (gas - liquid chromatography) เป็นกรรมวิธีแยกสารให้บริสุทธิ์ โดยมีตัวกลางเป็นของเหลว เคลื่อนอยู่บนเม็ดของแข็ง ซึ่งบรรจุอยู่ในท่อ (column) มีตัวชะหรือตัวพา (carrier) เป็นก๊าซ เมื่อฉีดสารผสมเข้าไป ก๊าซจะพาสารผสมเข้าสู่หัวฉีดของบรรจุภัณฑ์ของแข็งที่เคลือบแล้ว อัตราการเคลื่อนที่ของสารผสมในท่อ จะขึ้นอยู่กับ การแบ่งละลายของสารผสมระหว่างของเหลวที่เป็นตัวกลางกับก๊าซที่เป็นตัวพา ถอดวากนั้นตัวพาจะนำสารผสมเข้าเครื่องตรวจ (detector) แล้วเครื่องตรวจจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องบันทึกและกระดาษกราฟ ในรูปของพีก (peak)

สารใดสามารถละลายในตัวพาได้ดี จะถูกพาออกมาเร็วกว่าสารที่ละลายได้ก้นในตัวกลาง ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ ชนิดเดียวกัน ตัวพาจะใช้เวลานานไปสู่เครื่องตรวจ และเครื่องบันทึกใน ระยะเวลาเท่ากัน ระยะเวลานี้เรียกว่า retention time สารแต่ละชนิดจะมี retention time แตกต่างกัน ค่า retention time เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัว ของสาร และสามารถทำนายสารตัวอย่างได้



รูปที่ 1 แผนผังแสดงหลักการทำงานของโครมาโตกราฟีแบบ ก๊าซ-ของเหลว

คุณสมบัติบางประการของสารและส่วนประกอบที่ใช้ในโครมาโตกราฟี แบบ

ก๊าซ - ของเหลว

1. ตัวกลางควรเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดสูง อวามีคุณสมบัติเป็น polar หรือ non polar ก็ได้ เช่น 3 % OV-1, 3 % QF-1, 10 % DC-200 เป็นต้น
2. เม็ดของแข็งควรเป็นสารที่เฉื่อย (inert) และตัวกลางสามารถเคลือบบนผิวหน้าได้ง่าย ส่วนมากมักจะเป็นเบ็กกลุบ มีขนาด 80 - 120 mesh เช่น Chromosorb W, Chromosorb P, Celite(R), Gas - Chrom Q, Anakrom ABS เป็นต้น
3. ท่อ อาจทำด้วยแก้ว โลหะ หรือ พลาสติก มีรูปร่างต่างกัน เช่น ขดเป็นเกลียว หรือขดเป็นรูปตัว U

4. ก๊าซ (carrier) เป็น ก๊าซ เตา ในโครเจน ดีเคียม ไฮโครเจน เป็นคน

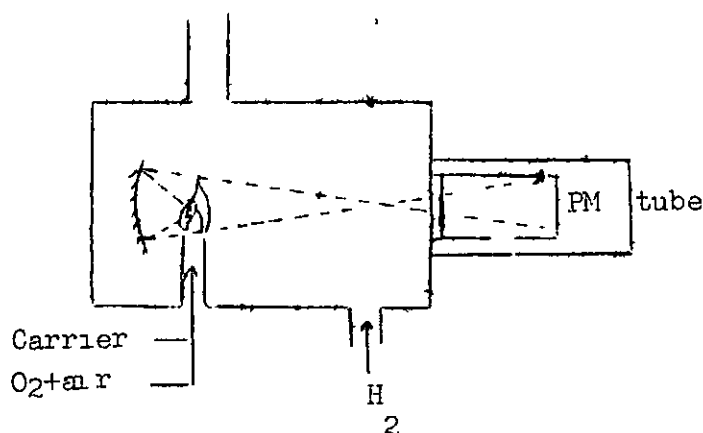
5. เครื่องตรวจ (detector) ที่ใช้ไนโครมาโทกราฟีแบบ ก๊าซ-ของเหลว แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

5.1 Non-Specific Detector เป็นเครื่องตรวจที่ตรวจสอบสารได้ทุกชนิด ที่ผ่านเข้าไป ข้อดีคือใช้ในการวิเคราะห์สารได้โดยชนิด แม้จะเสีย ก็อาจจะมีสารบางอย่างที่รบกวนกันได้ จึงทำให้เครื่องตรวจชนิดนี้มีความไวลดลง

5.2 Specific Detector เป็นเครื่องตรวจที่สามารถตรวจสอบได้บางชนิด หรือบางกลุ่มเท่านั้น ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน แต่การรบกวนจากสารอื่นมีบ้าง จึงมีความไวสูงกว่าแบบแรก

เครื่องตรวจทั้งสองประเภทนี้ที่ละเอียดแบบ มีหลักการและลักษณะการใช้งาน ที่แตกต่างกันไป ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องตรวจที่ประกอบด้วยการทดสอบดังนี้

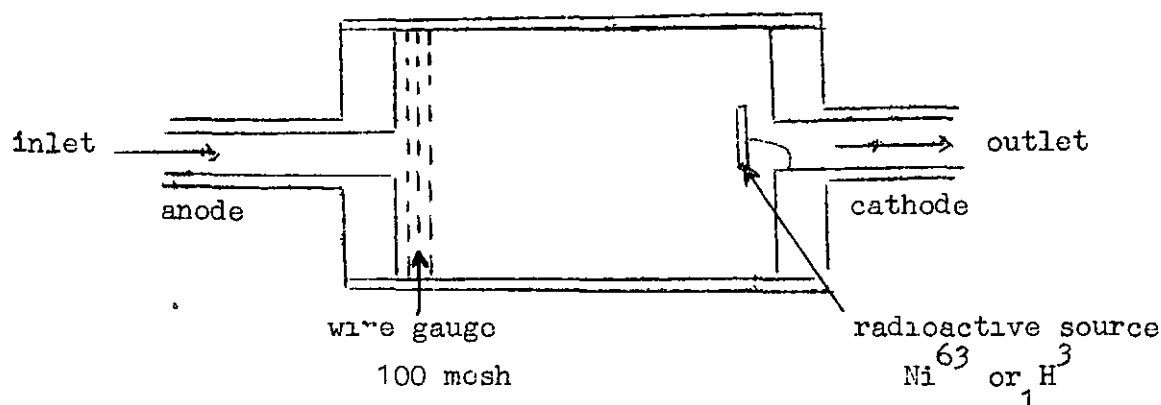
5.2.1 Flame Photometric Detector (FPD) เป็นเครื่องตรวจที่สามารถตรวจเฉพาะสารประกอบของกำมะถัน หรือไฮโดรเจนเท่านั้น มีความไวในการตรวจสอบสารประกอบพวกออกาโนฟอสเฟต ถึง 10^{-9} กรัม (Walker, 1972) เครื่องตรวจแบบ FPD นี้อาศัยการเปล่งแสงของสารตัวอย่าง เมื่อเอาสารตัวอย่างไปเผาไหม้เปลวไฮโครเจน ดังแผนผังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องตรวจแบบ Flame Photometric Detector (Hartman, 1967)

หลักการทำงาน เมื่อ carrier gas ซึ่งมีส่วนน้อยอยู่ในตัวอย่างที่นำออกมาจากท่อแล้ว จะผสมกับออกซิเจนและอากาศ แล้วไหลผ่านเข้าไปใน chamber ภายใน burner ซึ่งปฏิกิริยาไฮโดรเจนอยู่เต็ม สารตัวอย่างจะถูกเผาและเปล่งแสงออกมา แสงจะกระทบกระจกโค้งซึ่งโฟกัสแสงผ่านกระจกกรองแสงให้ไปตกบน photomultiplier tube (PM tube) ซึ่งแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยมากน้อยตามปริมาณความเข้มของแสง กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งไปขยายและเข้าเครื่องบันทึกสัญญาณออกมาเป็นพิกัดอีกทีหนึ่ง กระจกกรองแสงจะเป็นตัวกรองแสงที่มีความยาวคลื่นอื่น ๆ ออกหมด เฉพาะแสงที่เปล่งออกมาจาก phosphorus ซึ่งมีความยาวคลื่น 526 มิลลิไมครอนเป็น phosphorus detector หรือกรองแสงที่มีความยาวคลื่นอื่น ๆ ออกหมด เฉพาะแสงที่เปล่งออกมาจาก sulfur ซึ่งมีความยาวคลื่น 394 มิลลิไมครอน ใน sulfur detector เท่านั้น ที่ปล่อยให้ไปกระทบกับ photomultiplier tube

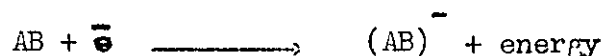
5.2.2 Electron Capture Detector (ECD) เป็นเครื่องตรวจที่ไวต่อสารประกอบของฮาโลเจน ได้รับการปรับปรุงจนสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์วัตถุที่ไม่ตกค้างได้ดี (Lovelock, 1962)



รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของ Electron Capture Detector (ECD)

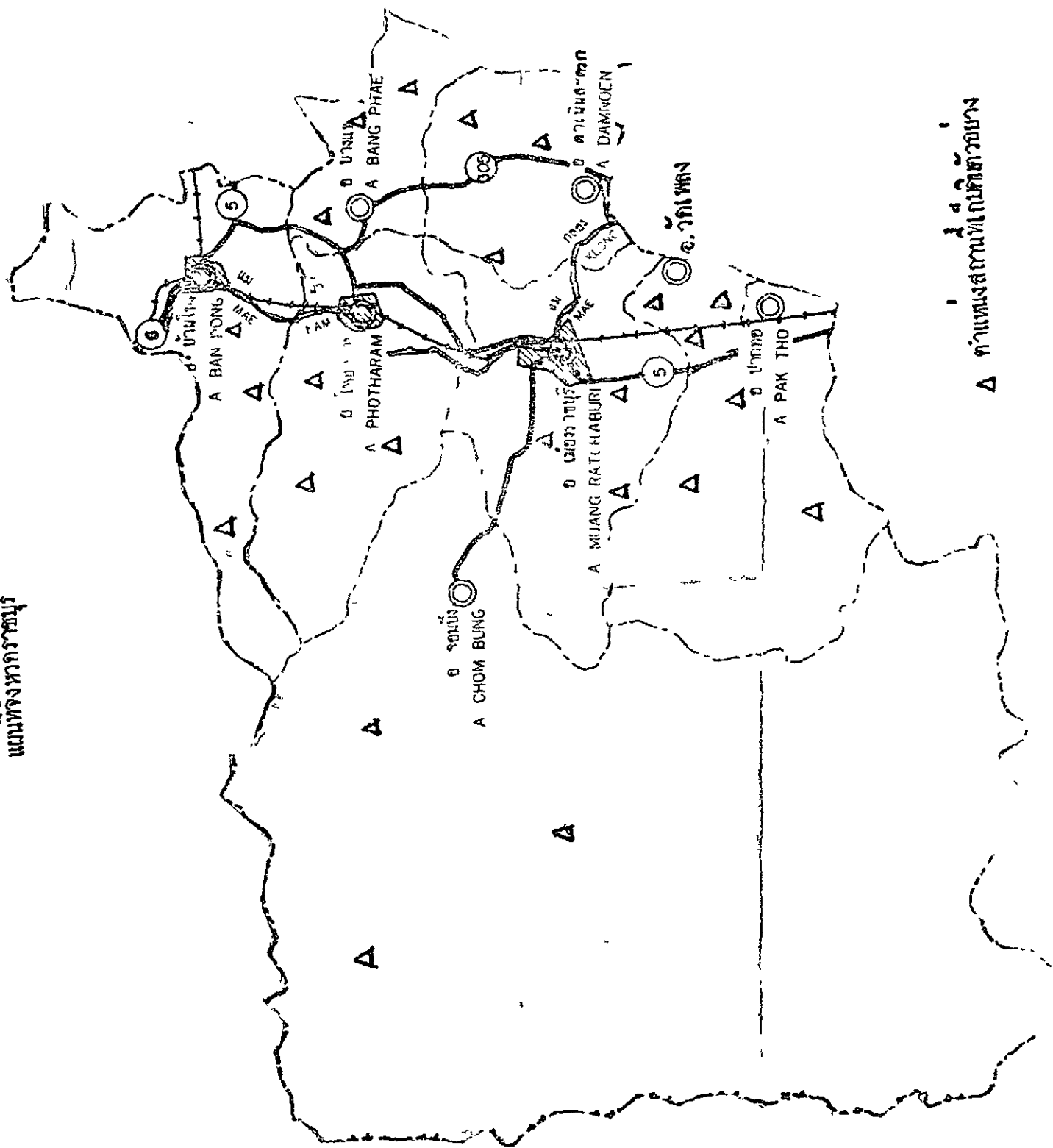
หลักการทํางาน โดยเคลื่อนสารกัมมันตรังสี เช่น Tritium หรือ Ni^{63} ไว้นบนแผ่น Titanium ซึ่งยึดติดกับขั้วลบของไฟฟ้า ส่วนขั้วบวกจะมีตะแกรงลวดยึดติด เพื่อกระจายก๊าซที่ไหลเข้ามา ตะแกรงลวดนี้มีความถี่ประมาณ 100 mesh (Zweig, 1972)

โดยปกติ ${}^1\text{H}^3$ จะแผ่รังสีเบตาอยู่ตลอดเวลา อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะวิ่งไปยังขั้วบวก จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลระหว่างขั้วบวกและขั้วลบอย่างสม่ำเสมอ เป็นป็นสารกัมมันตรังสีอย่างถาวร ส่วนทางกับกระแสอิเล็กตรอน ตัวตัวอย่าง AB ซึ่งเป็น electron affinity สูง ก็จะรวมกับอิเล็กตรอน ดังสมการ



ทำให้อิเล็กตรอนไหลจนถึงขั้วบวกน้อยลง ทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรลดลงด้วย การลดลงของกระแสไฟฟ้าอาจวัดได้จากปริมาณของสารประกอบ และ electron affinity ของสารประกอบนั้น ๆ ซึ่งจะออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า และถูกส่งต่อไปยังเครื่องบันทึก

แผนที่ทหาร



ตำแหน่งสถานที่เกิดข้าศึก

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่าง

ทำการสำรวจพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกพืชของจังหวัดราชบุรี เพื่อสุ่มตัวอย่างดินจากอำเภอต่าง ๆ 8 อำเภอ คือ อำเภอบ้านโป่ง อำเภอจอมบึง อำเภอเมือง อำเภอบางแพ อำเภอวัดเพลง อำเภอดำเนินสะดวก อำเภอปากท่อ อำเภอละ 3 ตัวอย่าง รวม 24 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างใช้วิธี cluster random sampling โดยเก็บจากแปลงที่มีพื้นที่ไม่เกิน 10 ไร่ จากจุดที่กระจายอยู่หัวแปลง ไม่ต่ำกว่า 10 แห่ง แต่ละแปลงสุ่มจุดอีกลงไป 6 - 8 จุด ทำหลุมเป็นรูปตัว V ใจไว้ดินผิวดินจากด้านหนึ่ง หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ขนมาลงใส่ภาชนะดิน พึงก้นหลุม ดินที่ขุดขึ้นมาอีกเอาเฉพาะตอนกลางเป็นแถบกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ถายยาวลงไปจนถึงก้นหลุม นำดินที่เก็บได้ทั้ง 10 แห่ง มาผสมกัน เป็น 1 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่าง 2 เดือนต่อ 1 ครั้ง เป็นเวลา 8 เดือน

- | | | | | |
|------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| ครั้งที่ 1 | เก็บระหว่างวันที่ 6 - 8 | พฤษภาคม พ.ศ. 2519 | จำนวน 24 | ตัวอย่าง |
| ครั้งที่ 2 | เก็บระหว่างวันที่ 10 - 13 | สิงหาคม พ.ศ. 2519 | จำนวน 24 | ตัวอย่าง |
| ครั้งที่ 3 | เก็บระหว่างวันที่ 15 - 18 | ตุลาคม พ.ศ. 2519 | จำนวน 22 | ตัวอย่าง |
| ครั้งที่ 4 | เก็บระหว่างวันที่ 21 - 24 | ธันวาคม พ.ศ. 2519 | จำนวน 23 | ตัวอย่าง |

รวม 93 ตัวอย่าง โดยออกเก็บในเนื้อที่เดิม

2. วิธีการทดลอง

2.1 การสกัดวัตถุพิษ ชนิด Chlorinated Hydrocarbons

2.1.1 นำตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่าง มาคลุกเคล้ากับแอลกอฮอล์ในปริมาณหนึ่งเท่าตัว บดให้ละเอียด แล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดที่ 16 mesh กินแต่ละตัวอย่างที่ได้นามาแบ่งเป็นสองส่วน โดยเครื่องแบ่งส่วนดิน นำดินแต่ละส่วนมาชั่งน้ำหนัก 50 กรัม เพื่อใช้ในการสกัด

2.1.2 นำดินที่ขังแล้วมาสกัดโดยใส่ลงใน extraction thimble

ขนาด 33 + 118 เซนติเมตร แล้วใส่ลงใน extractor chamber เก็บตัวทำละลายผสมระหว่าง acetone กับ hexane ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดกลั่นขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำขวดกลั่นลงต้มบน heating mantle แล้วถอดถ้วย extractor chamber และ condenser ปรับอุณหภูมิของ heating mantle ประมาณ 50°C ทำการละลายจะระเหยและความแน่นใน condenser แล้วหยดลงมาเก็บ และจะวัดจุดพีคที่ในอยู่ในเครื่องวัดจุดกลั่นเวลาสักพักต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมง

2.1.3 นำสารละลายที่ได้มาใส่กรวยแยก แล้วล้างถ้วยโซเดียมซัลเฟต

2% (2% Na_2SO_4) 3 ครั้ง ครั้งละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ละครั้งแยกเอาชั้นน้ำทิ้งไป นำสารละลายที่ได้ผ่านโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำอีกครั้งเพื่อเอาน้ำที่ค้างอยู่ในสารละลาย ออกปริมาตรของสารละลายที่เตรียมได้โดยใช้เครื่องเป่า (air jet dryer) ให้เหลือ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายนี้ไว้เพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของวัตถุพืชมักาย gas chromatograph ต่อไป

2.2 การวิเคราะห์ด้วย gas chromatograph สภาวะ (Condition) ของเครื่อง gas chromatograph

2.2.1 ท่อ (column) เป็นหลอดแก้วรูปท้ว ยาว 6 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 นิ้ว สารที่บรรจุในท่อใช้ 2 ชนิด คือ 3% OV-1 และ 3% Qu-1 บน Chromosorb W ขนาด 100 - 200 mesh อุณหภูมิของท่อ 200°C

2.2.2 เครื่องตรวจ (detector) เป็นชนิด Electron Capture โดยใช้ Ni^{63} อุณหภูมิของเครื่องตรวจ 300°C

2.2.3 ก๊าซที่เป็นตัวพา (carrier gas) ใช้ก๊าซไนโตรเจน อัตราการไหล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเวลาที่

เมื่อฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง gas chromatograph สารนั้นจะกลายเป็นไอ
 ภายในโครมาโทกราฟีจะพาผ่านท่อที่บรรจุ 3 % OV-1 on 100 - 120 Chromosorb W
 ไอของสารส่วนหนึ่งจะละลายอยู่ในของเหลวที่บรรจุในท่อ ไออีกส่วนหนึ่งจะแบ่งละลายอยู่ใน
 ภายในโครมาโทกราฟี นอกจากนั้นภายในโครมาโทกราฟีจะพาไอของสารผ่านไปในเครื่องตรวจ ซึ่งมี N_1, N_1^{63}
 จะไวรั้งสี่เบตา ทำให้ได้ใบเลกของภายในโครมาโทกราฟีแตกออก แล้วได้อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ช้า
 (thermal electron) อิเล็กตรอนนี้จะไปกระทบที่ขั้วบวก (anode) ทำให้กระแส
 แสงไฟสว่างที่ ถ้าสารตัวอย่างที่ถูกพาเข้ามาเป็นสารที่อาจรวมกับอิเล็กตรอน กระแสไฟจะ
 วงจรจะลดลง การลดลงของกระแสไฟจะอาศัยได้จากปริมาณของสารประกอบ และ electron
 affinity ของสารประกอบนั้น ๆ ซึ่งจะออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า และถูกส่งต่อไปยัง
 เครื่องบันทึก เครื่องบันทึกจะแปรสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ออกมา และบันทึกลงบนกระดาษกราฟในรูปของ
 พีก (peak) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ และคำนวณหาปริมาณของวัตถุที่ฉีดเข้าไป

2.3 การสกัดด้วยวิธีอินทรีย์ Organophosphorus Compounds

2.3.1 นำตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักเท่ากัน แล้วนำไปทิ้งไว้แห้ง
 ในร่ม เพื่อแห้งก็แล้ว บดให้ละเอียด แล้วนำไปบดด้วยตะแกรงที่มีรูขนาด 16 mesh ดินแต่ละ
 ตัวอย่างที่ได้นำมาแบ่งเป็นสองส่วน โดยเครื่องแบ่งสุ่มดิน นำดินแต่ละส่วนมาชั่งส่วนละ
 50 กรัม เพื่อใช้ในการสกัด

2.3.2 นาตินที่ซึ่งแล้วมาสกัดโดยใช้ลงใน extraction thimble

ขนาด 33 x 118 เซนติเมตร แล้วใส่ลงใน extractor chamber เติบสารละลาย
 ผสมระหว่าง chloroform กับ methanol ในอัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร
 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำขวดก้นกลม
 ตั้งบน heating mantle แล้วถอดสาย extractor chamber และ condenser
 ปรับอุณหภูมิของ heating mantle ประมาณ 40°C ทำการละลายจะระเหยและควบแน่น
 ใน condenser แล้วหยดลงบนดิน และระเหยตัวที่ปนอยู่ในดินสู่ขวดก้นกลม ใช้เวลาสกัด
 ต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมง

2.3.3 นำสารละลายที่ได้ไประเหยให้แห้ง โดยใช้ water bath อุณหภูมิ
 40°C ละลายด้วยตัวทำละลาย ethyl acetate 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร /

2.3.4 ทำสารให้บริสุทธิ์ โดยใช้ sweep co-distillator เพื่อขจัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น สี ไขมัน โดยฉีดสารละลายของ ethyl acetate กับวัฏภูมิพืช 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าไปในเครื่อง sweep co-distillator แล้วฉีดตามด้วย ethyl acetate อีก 7 ครั้ง ครั้งละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เวลาราวกัน 3 นาทีต่อการฉีด 1 ครั้ง สารที่ฉีดเข้าไปจะกลายเป็นไอ แล้วถูกพาในโตรเจนไหลออกไป เข้า teflon tube ไอของสารจะควบแน่นในช่องแถวที่สะอาด ไหลลง concentrator collection tube ปริมาณของสารละลายที่เตรียมได้ โดยใช้เครื่องเป่า (air jet dryer) ให้เหลือปริมาณ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายไว้ไว้เพื่อนำไปตรวจหาชนิดและปริมาณของวัฏภูมิพืชด้วย gas chromatograph ต่อไป

2.4 การวิเคราะห์ด้วย gas chromatograph สภาวะ (condition) ของเครื่อง gas chromatograph

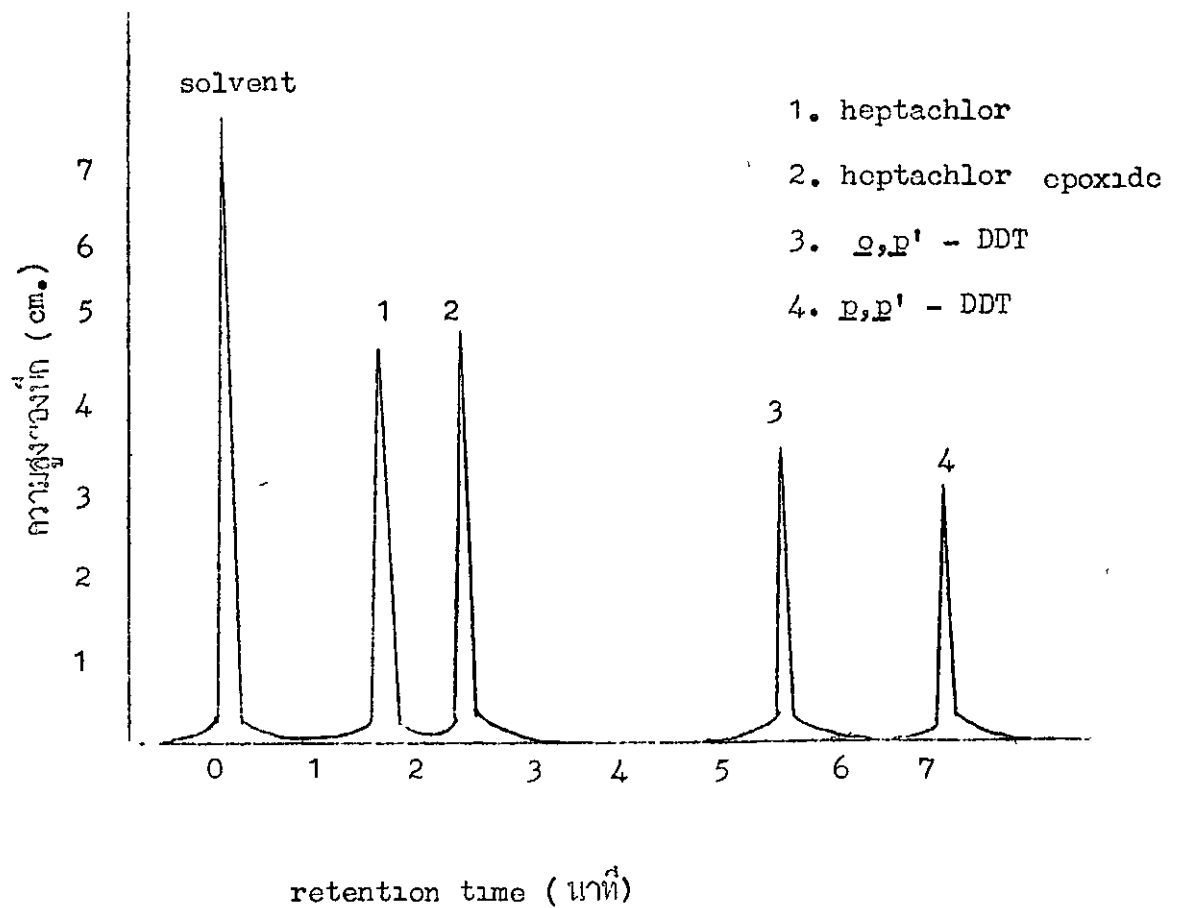
2.4.1 ท่อ (column) เป็นหลอดแก้ว รูปท้วม ยาว 6 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 นิ้ว สารที่บรรจุในท่อคือ 3% OV-1 บน Chromosorb W ขนาด 100 - 200 mesh อุณหภูมิของท่อ 150°C

2.4.2 เครื่องตรวจ (detector) เป็นชนิด Flame Photometric Detector ใช้ optical filter ที่ให้ความยาวคลื่น 526 มิลลิไมครอน อุณหภูมิของเครื่องตรวจ 180°C carrier gas คือ ไนโตรเจน ปริมาตรการไหล 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที auxillary gas ใช้ก๊าซไนโตรเจน ปริมาตรการไหล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ออกซิเจนมีอัตราการไหล 15 - 18 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที อากาศอัตราการไหล 40 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

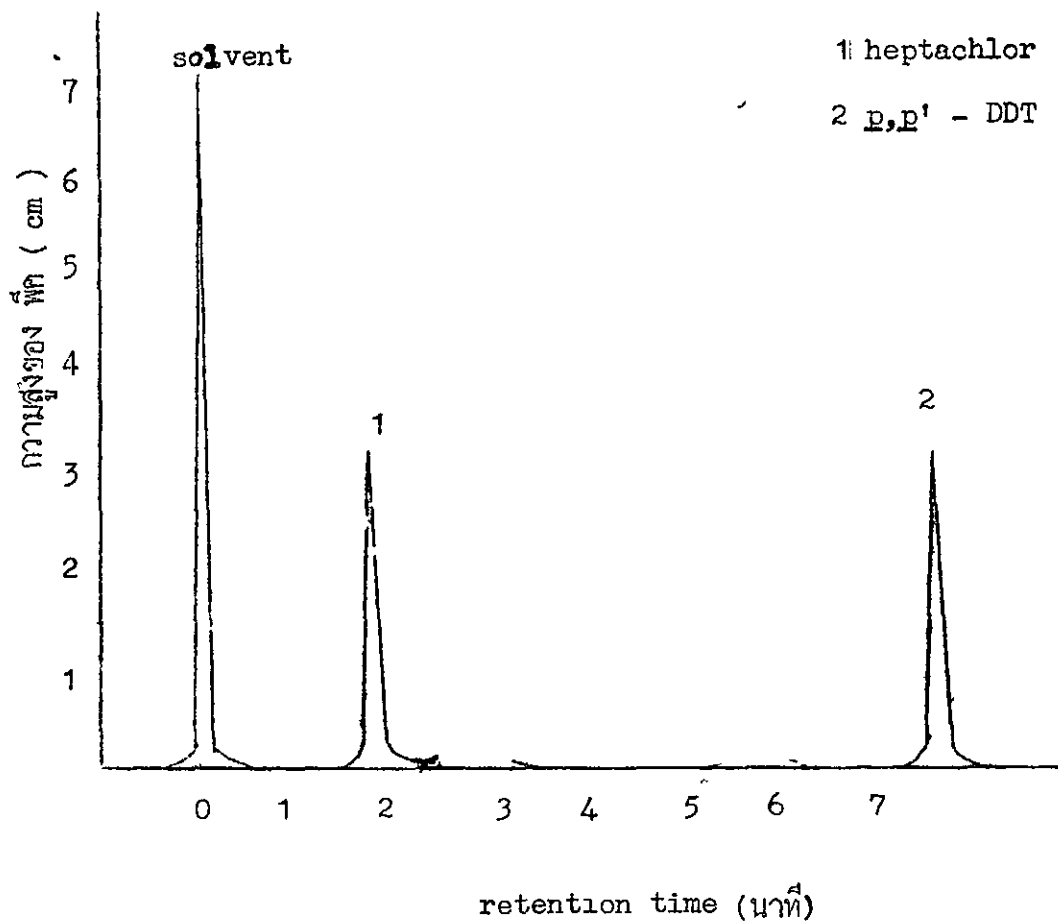
2.4.3 เมื่อฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง gas chromatograph สารตัวอย่างจะถูกพาในเปลวของก๊าซไนโตรเจน และเปลวแสงออกมา แสงจะกระทบกระจกโค้งและสะท้อนกลับ ซึ่งโฟกัสจะผ่านกระจกกรองแสงให้ไปตกบน photomultiplier tube แสงจะถูกเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าได้มากน้อยตามปริมาณความเข้มของแสง กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งไปขยาย และเข้าเครื่องบันทึก ซึ่งให้สัญญาณออกมาเป็นพีค (peak)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ทาหนักของวัตถุมีพิษ เมาสีที่ได้อากสารตัวอย่างไปเทียบกับพีคของสารมาตรฐาน โดยดูว่าพีคที่ได้อากสารตัวอย่างนี้ retention time ตรงกับพีคของสารมาตรฐานทั่วโลก ดังรูป



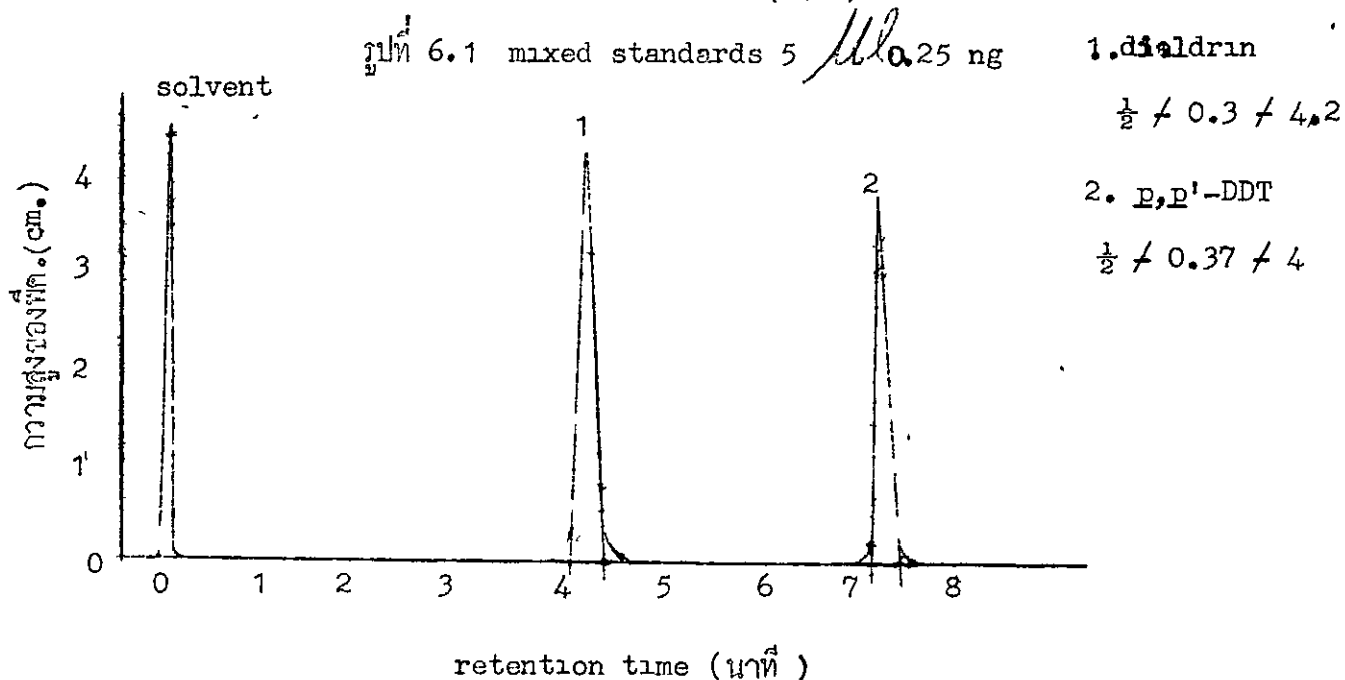
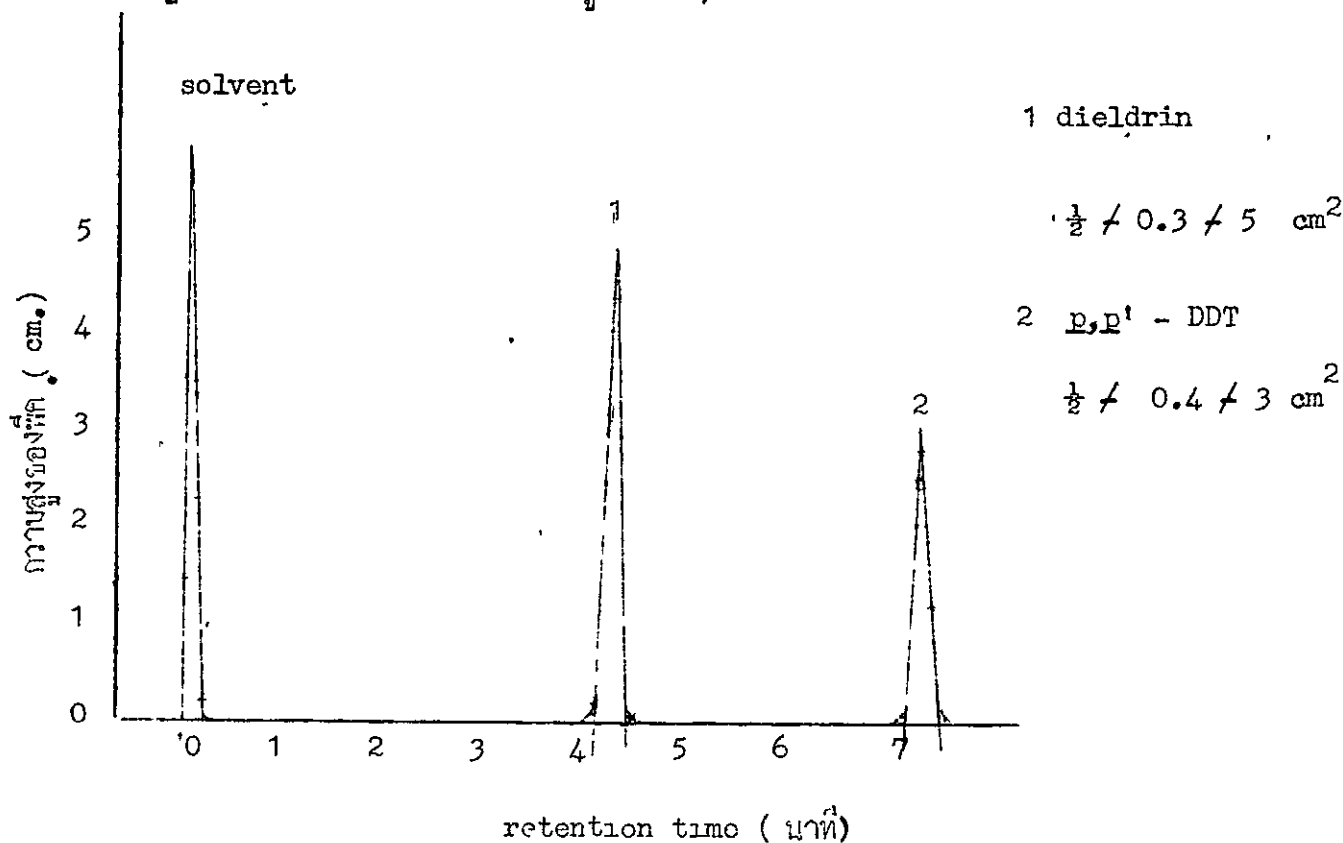
รูปที่ 4 แสดง retention time ของสารเคมีมาตรฐาน



รูปที่ 5 แสดง retention time ของวัฏธมีพืชที่สกัดไว้

จากรูปแสดงว่าพีคที่ได้จากสารตัวอย่างเป็น พีคของเฮฟตาคลอร์ และดีดีที ทั้งนี้เพราะ พีคของสารตัวอย่างมี retention time เท่ากับ retention time ของพีคของ เฮฟตาคลอร์ และดีดีที ในสารมาตรฐานตามลำดับ

3.2 หาปริมาณของวัตถุที่มีโดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้โค้งของสารตัวอย่างกับ
 สารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน ดังรูปที่ 6.1, 6.2



รูปที่ 6.2 sample 5 จากสารละลาย 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- จากรูปที่ 6.1 สมมุติเนื้อสารผสมของสารมาตรฐาน 5 ~~ml~~ มีสารแต่ละชนิด 0.25 ng
 จากรูปที่ 6.2 สมมุติเนื้อสารตัวอย่าง 5 ~~ml~~ มีวัตถุพิษ 2 ชนิด ที่มี retention time
 เท่ากับ คีลอกริน และ คีตีที ในสารมาตรฐาน

วิธีคำนวณหาปริมาณของวัตถุพิษ

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณของคีลอกริน

$$\text{พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารมาตรฐานคีลอกริน} = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 5 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของคีลอกรินในสารตัวอย่าง} = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{ในสารตัวอย่างมีคีลอกริน} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2}{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 5} \text{ ng}$$

$$\text{สารตัวอย่าง ปริมาตร 5 ~~ml~~ มีคีลอกริน} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2}{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 5} \text{ ng}$$

$$\text{สารตัวอย่างปริมาตร } 25 \times 10^3 \text{ ~~ml~~ มีคีลอกริน} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 5 \times 5} \text{ ng}$$

$$\text{กิน 50 กรัม มีคีลอกริน} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 5 \times 5} \text{ ng}$$

$$\text{กิน 1 กรัม มีคีลอกริน} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.2 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 5 \times 5 \times 50 \times 10^3} \text{ ppm}$$

$$\text{กิน 1 กรัม มีคีลอกรินอยู่} = 0.021 \text{ ppm.}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณของถั่วลิสง

$$\text{พื้นที่ใบสามเหลี่ยมของสารมาตรฐาน} = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 3 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{พื้นที่ใบสามเหลี่ยมของตัวอย่าง} = \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{ในสารตัวอย่าง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3} \quad \text{ng}$$

$$\text{สารตัวอย่าง ปริมาณ 5 มีถั่วลิสง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3} \quad \text{ng}$$

$$\text{สารตัวอย่าง ปริมาณ } 25 \times 10^3 \text{ มีถั่วลิสง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3 \times 5} \quad \text{ng}$$

$$\text{กิน 50 กรัม มีถั่วลิสง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3 \times 5} \quad \text{ng}$$

$$\text{กิน 1 กรัม มีถั่วลิสง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3 \times 5 \times 50} \quad \text{ng}$$

$$\text{กิน 1 กรัม มีถั่วลิสง} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.37 \times 4 \times 25 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 0.4 \times 3 \times 5 \times 50 \times 10^3} \quad \text{ppm.}$$

$$= 0.03 \quad \text{ppm.}$$

จากตัวอย่างการคำนวณ พหุคูณสูตรในการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} & \frac{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน} + \text{พื้นที่ใบสามเหลี่ยมของสารตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่ใบสามเหลี่ยมของสารมาตรฐาน} + \text{ปริมาณของสารละลายที่ฉีดเข้าเครื่อง GLC}} \\ & + \frac{\text{ปริมาณทั้งหมดของสารละลาย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}{\text{น้ำหนักของกินที่สกัด (กรัม)}} \end{aligned}$$

4. การวัดการกระจายของข้อมูล และแนวแกว่งข้อมูล

4.1 การวัดการกระจายของข้อมูล วัดโดยการหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลแต่ละชุด โดยใช้สูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ปริมาณของวัตถุดิบในของแต่ละตัวอย่าง

$\bar{X}$ = ปริมาณเฉลี่ยของวัตถุดิบในแต่ละวัตถุ

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมดของข้อมูล

4.2 การแจกแจงข้อมูล ว่าปริมาณของวัตถุดิบใน แต่ละเทคนิคไปแบ่งเป็นวัน โดยมีจำนวนวันและอัตราภาคนั้น ตามบทความเหมาะสม เพื่อดูปริมาณของวัตถุดิบในในแต่ละวันว่ามีความถี่มากน้อยเพียงใด

ជន្មការ ពេលឆ្ងាយ

วิเคราะห์ผลการวิจัยครั้งนี้ วัดคุณภาพพวก คลอริเนต ให้ recovery ประมาณ ร้อยละ 90.10 วัดคุณภาพพวก ออกาโนฟอสเฟต ให้ recovery ประมาณร้อยละ 76.05 วัดพื้นที่ของการตรวจมี 12 ชนิด คือ คีคที คีคีอี ทีคีซี ออโตพาราคีคีที กิคริน เฮฟากลอร์ เฮฟากลอร์อีพอกไซด์ เอนกริน มาลาไซออน ฟอสกริน พาราไซออน เมทธิพาราไซออน ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ วัดคุณภาพแต่ละชนิดของดินทุกตัวอย่างแล้ว ไก่ผดถึงนี้

ตาราง 1 ปริมาณของวัตถุพิษแต่ละชนิดที่พบในดินตัวอย่าง (ppm)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	p,p'-DDT	o,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	phosdrin	parathion	methyl parathion	malathion
1	1	.013	-	.015	-	.004	-	-	.006	-	-	-	-
	2	.009	-	-	-	.028	-	.003	-	-	-	.119	-
	3	.005	-	-	-	.006	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.022
2	1	.253	.088	.670	-	-	-	-	.002	-	.074	-	.113
	2	.106	-	.064	.061	.152	-	-	-	-	-	.083	-
	3	.005	-	.009	-	-	-	-	-	-	.028	-	-
	4	.448	-	-	-	.143	-	-	-	-	-	-	-
3	1	.006	-	.003	-	-	-	.006	-	-	.614	.107	-
	2	.020	-	.009	.009	.009	-	.007	.0110	-	-	-	-
	3	.002	-	.002	.005	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	.024	-	-	.023	-	-	-	-	-	-	.182	-
4	1	.060	.012	-	.003	-	-	-	-	-	-	.220	-
	2	.030	.005	.010	-	.009	.005	.004	.004	.008	-	-	.010
	3	.030	.003	.004	.006	-	.006	-	-	-	-	-	-
	4	.023	-	-	.003	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	.024	-	.015	.003	.002	.077	-	-	-	-	-	-
	2	.003	-	.006	-	.021	.048	.003	-	-	-	-	-
	3	.020	-	.004	-	.021	.022	.002	-	-	-	-	-
	4	.006	-	-	-	.006	.001	-	.002	.342	.022	-	-

ตาราง 1 (ต่อ)

อยุ่ หน้า หน้า	หน้า หน้า	p,p'-DDT	o,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	phosdrin	parathion	methyl parathion	malathion
6	1	.145	-	.001	.054	-	.1317	-	-	-	-	.360	.009
	2	.006	-	-	.035	-	.072	-	-	-	-	-	-
	3	.020	-	-	.012	-	-	-	-	.499	-	.016	-
	4	.017	-	-	.004	-	-	-	-	-	.032	-	-
7	1	54.24	4.625	8.321	-	33.846	-	-	-	-	-	2.427	-
	2	8.617	1.107	1.094	-	4.903	-	-	-	-	.729	-	-
	3	6.136	1.34	-	-	25.845	-	-	-	-	.624	.124	-
	4	24.57	-	5.79	-	13.06	13.63	-	-	-	.986	-	-
8	1	3.645	1.151	-	-	1.741	-	-	-	-	2.144	-	-
	2	2.652	1.162	-	.428	.106	-	.106	-	-	-	-	-
	3	1.835	.524	1.306	-	-	-	-	.0242	-	.395	-	-
	4	.913	-	.943	-	.424	.331	-	-	-	.406	-	.820
9	1	5.642	-	1.143	-	1.141	3.88	-	-	-	.946	-	-
	2	4.45	1.190	1.081	-	3.843	-	-	-	2.781	2.119	-	-
	3	นำทวนกับตัวอย่างกินไม่ได้											
	4	1.805	1.574	.852	.540	3.07	-	-	-	-	.291	-	-
10	1	.202	-	.103	.006	-	.016	.004	-	-	-	-	.040
	2	.093	-	.005	.009	2.381	-	1.599	-	-	-	-	-
	3	นำทวนกับตัวอย่างกินไม่ได้											
	4	.012	.009	.007	.006	.005	-	-	-	-	-	.019	-

ตาราง 1 (ต่อ)

หมู่ ตัวอย่าง	ครั้งที่ วิเคราะห์	p,p'-DDT	o,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	phosdrin	parathion	methyl parathion	malathion
11	1	.020	-	.014	.012	.008	.008	-	.005	.004	-	-	-
	2	.011	.006	.016	.012	.006	-	-	.002	.271	-	-	-
	3	น้ำท่วมเก็บตัวอย่างดินไม่ได้											
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	.135	-	-	-
12	1	.102	-	-	.020	.011	-	.006	-	-	.287	-	.101
	2	.015	-	.016	.009	.024	.011	.008	-	-	.470	-	-
	3	.005	-	-	-	.040	-	.003	-	-	-	-	.029
	4	.201	.142	.004	.004	.005	.005	-	-	-	.020	-	-
13	1	.015	-	-	.005	.007	.010	.009	.002	-	-	-	-
	2	.009	-	-	.013	.023	-	-	.033	-	-	.036	-
	3	.1342	.033	.027	.016	.018	-	.002	-	-	-	.035	-
	4	.012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1	.154	.011	.014	-	-	-	.006	.072	-	.219	-	-
	2	.253	.015	.024	.064	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	.072	.012	.014	-	-	-	.009	-	-	-	.053	-
	4	.031	-	.004	.008	.006	.005	-	-	-	.009	-	-
15	1	.025	-	-	.024	-	-	.023	-	.003	-	-	-
	2	.033	-	.005	.013	-	.003	.005	-	.020	-	.009	-
	3	.029	-	-	.006	-	.003	-	-	-	-	.029	-
	4	.143	-	.040	.062	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 1 (ต่อ)

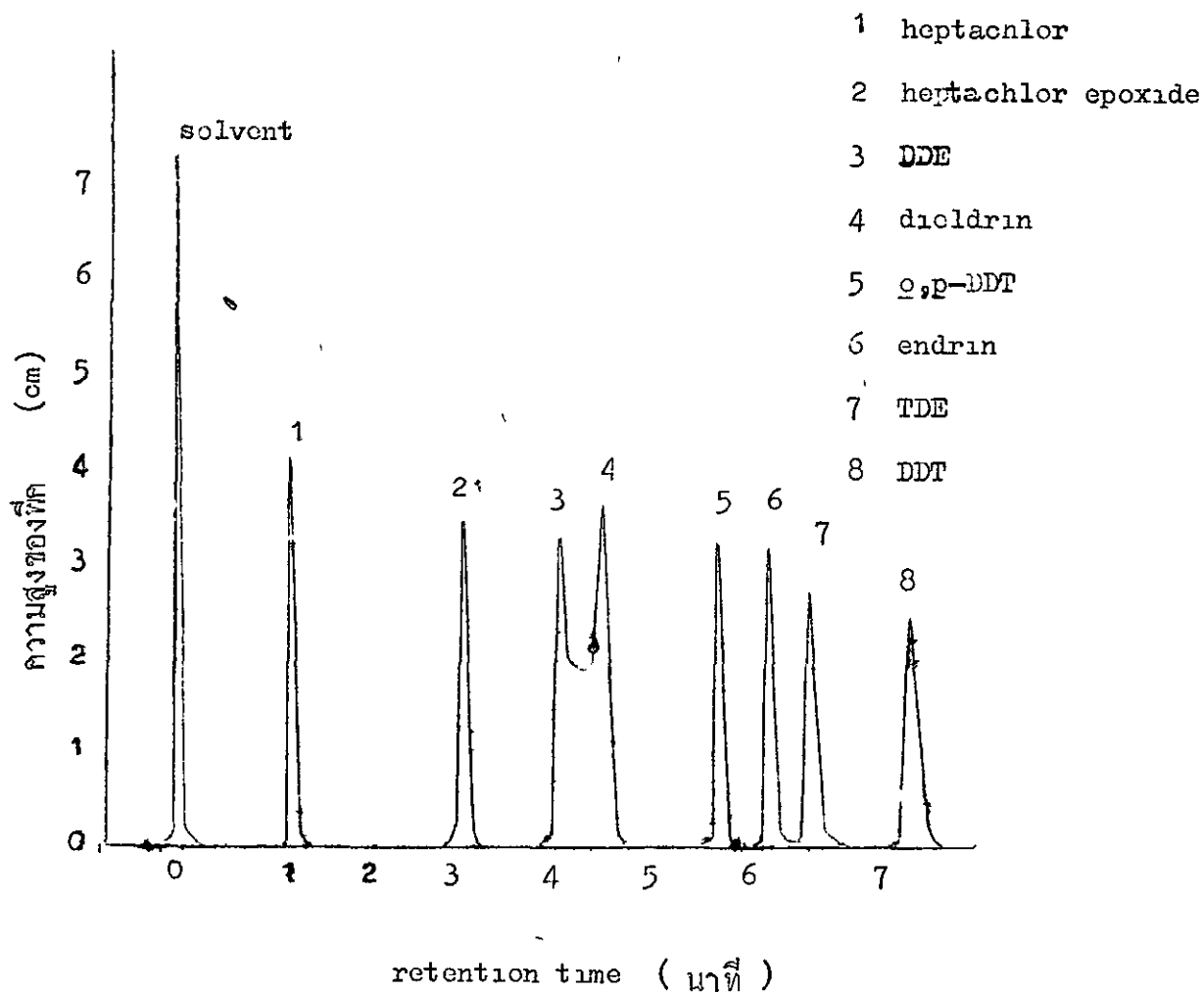
สถานี	จุด	p,p' - DDT	o,p' - DDT	p,p' - TDE	p,p' - DDE	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	phosdrin	parathion	methyl parathion	malathion
16	1	-	-	-	-	-	-	.006	-	-	-	.015	.271
	2	-	-	-	-	-	-	.006	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.02	-
	4	.005	-	-	-	.005	-	-	-	-	-	.019	-
17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.021	.031	-
	2	.270	.056	.022	.042	-	-	.002	.009	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	.009	-	.022	-	.054	-	-	-	-	-	-	-
18	1	-	-	-	-	-	-	-	-	.671	-	.016	.007
	2	.012	-	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	.015	.006	.005	-	.009	-	-	-	-	-	-	-
19	1	-	-	-	-	-	-	.004	-	-	-	-	-
	2	.017	-	-	-	.017	.006	.004	-	-	.814	.003	-
	3	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	.003	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1	-	-	-	.004	-	-	.005	-	.211	-	-	-
	2	-	-	.003	.002	.004	.007	.003	-	.011	-	-	-
	3	.003	-	.002	-	-	-	-	-	-	.392	-	-
	4	.002	-	-	-	.014	-	-	-	-	.029	-	-

ตาราง 1 (ต่อ)

จุด สำรวจ	จุด ตรวจ	p,p' - DDT	o,p' - DDT	p,p' - TDE	p,p' - DDE	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	phosdrin	parathion	methyl parathion	malathion
21	1	-	-	-	-	-	.006	.003	-	-	-	-	-
	2	-	-	.003	-	.003	-	.007	-	-	-	-	-
	3	.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	.008	-	-	-	-	-	-	-
22	1	.018	-	-	.004	.005	.004	-	-	6.127	-	-	.001
	2	.005	.019	.012	.065	-	.007	-	-	-	.021	-	-
	3	.004	-	-	.021	-	-	-	-	1.111	-	-	-
	4	.002	-	.005	.019	-	-	-	-	.016	-	-	-
23	1	.011	-	-	.009	-	.006	.005	-	-	-	-	-
	2	.016	-	.005	.005	.005	-	-	-	-	-	-	-
	3	.003	-	.006	.002	.006	-	-	-	-	-	-	-
	4	.007	-	-	-	.003	-	-	-	-	-	-	-
24	1	-	-	-	-	-	-	.005	-	-	-	-	.279
	2	.009	-	-	-	-	.005	.006	.006	-	-	-	-
	3	.005	-	.002	.004	-	-	-	-	-	.001	-	-
	4	.016	.003	-	.005	-	.007	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	2.53	.142	.227	.016	.98	.212	.020	.002	.129	.139	.043	.013
	6	6.2	.55	1.05	.063	5.5	1.5	.38	.007	.7	.47	.25	.09

หมายเหตุ

ตัวอย่างที่ 1, 2, 3	เก็บที่	ท่าเรือ	ปากท่อ
ตัวอย่างที่ 4, 5, 6	เก็บที่	อำเภอ	บ้านโป่ง
ตัวอย่างที่ 7, 8, 9	เก็บที่	อำเภอ	ดำเนินสะดวก
ตัวอย่างที่ 10, 11, 12	เก็บที่	อำเภอ	บางแพ
ตัวอย่างที่ 13, 14, 15	เก็บที่	อำเภอ	วัดเพลง
ตัวอย่างที่ 16, 17, 18	เก็บที่	อำเภอ	จอมบึง
ตัวอย่างที่ 19, 20, 21	เก็บที่	อำเภอ	โพธาราม
ตัวอย่างที่ 22, 23, 24	เก็บที่	อำเภอ	เมือง

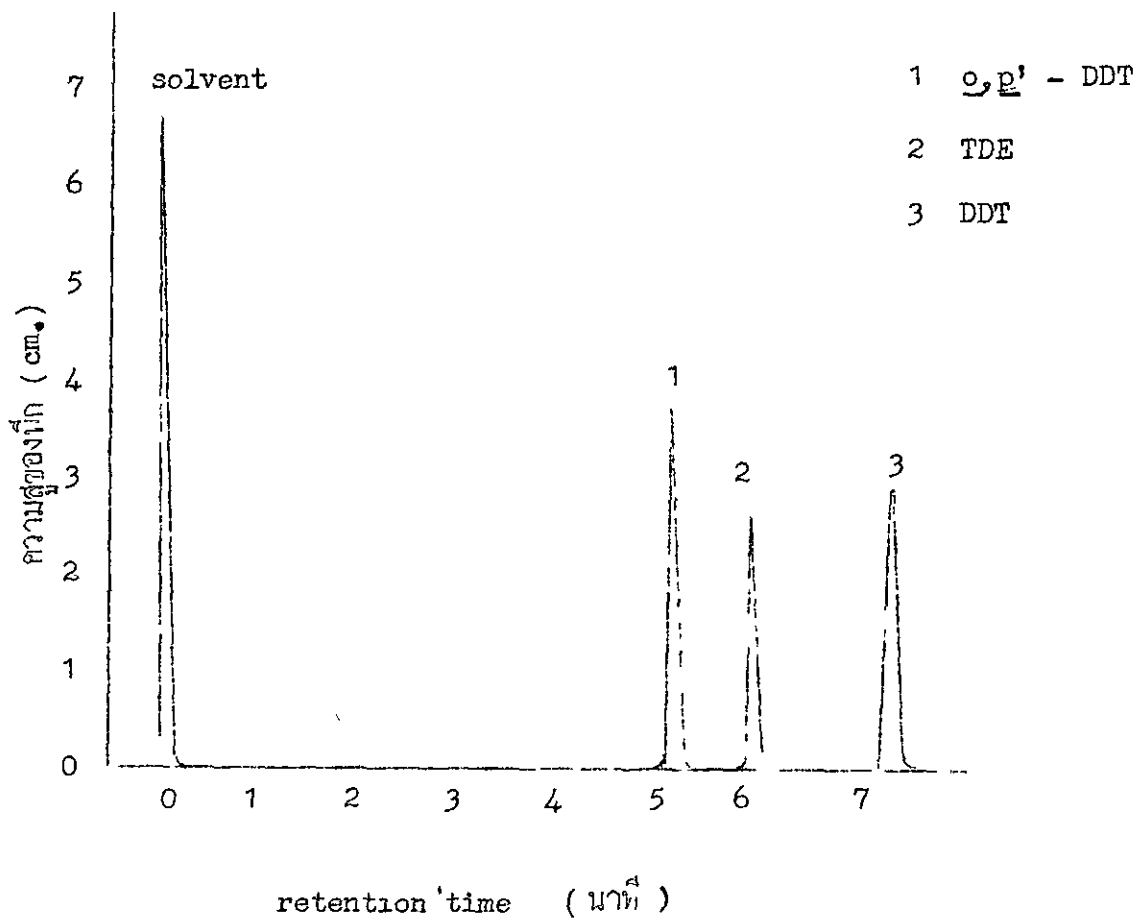


รูปที่ 7 โครมาโตแกรมของ กลอริเนตเตคมาตรฐาน ขนาด 0.25 ng

Detector: Electron Capture
temperature 300° C

Column: 3% OV-1 on Chromosorb W.
temperature 200°C

Carrier gas: N₂ flow rate 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที



รูปที่ 8 โกรมาโตแกรมของดินตัวอย่างที่ 13 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2519

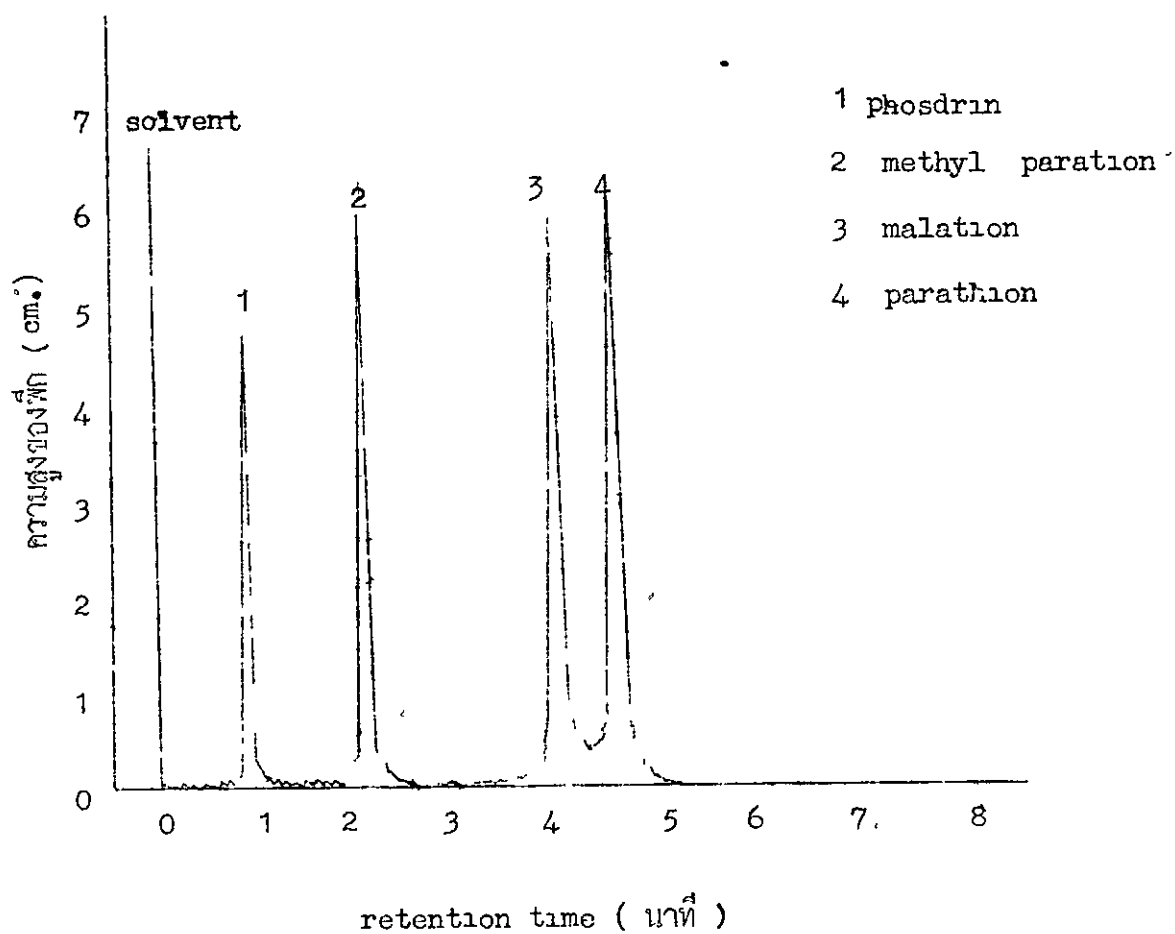
Detector : Electron Capture

temperature 300° C

Column : 3 % OV-1 on Chromocorb W.

temperature 200° C

Carrier gas : N₂ flow rate 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที



รูปที่ 9 โครมาโตแกรมของออกาโนฟอสเฟตมาตรฐาน ขนาด 2 ไมโครกรัม

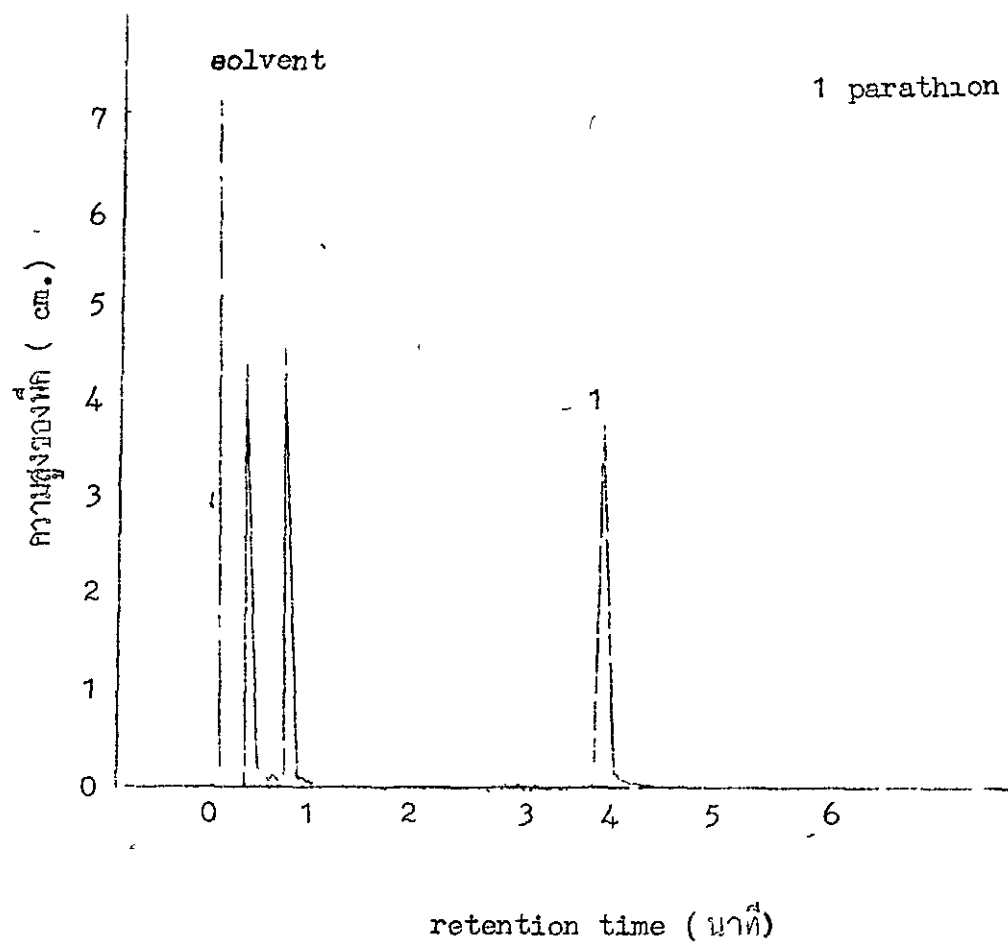
Detector : FPD

temperature 180 °C

Column : 3 % OV-1 on Chromosorb W

temperature 190 °C

Carrier gas : N₂ flow rate 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที



รูปที่ 10 โครมาโตแกรมของกินตัวอย่างที่ 7 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2519

Detector : F P D

temperature 180° C

Column : 3 % OV-1 on Chromosorb W.

temperature 190° C

Carrier gas : N₂ flow rate 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษากันกว่า

1. เพื่อศึกษาชนิดของวัตถุที่มีพิษที่ตกค้างในกิน
2. หาปริมาณของวัตถุที่มีพิษที่ตกค้างในกิน
3. ใช้เป็นข้อมูลแนะว่ากลไกในการใช้วัตถุที่มีพิษ ป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช

วิธีดำเนินการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่าง เก็บกินตัวอย่างจากพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืช ของจังหวัดราชบุรี โดยเก็บจากแปลงที่มีพื้นที่ไม่เกิน 10 ไร่ แต่ละแห่งสุดุดมลงลึกลงไป 8 นิ้ว ทำหลุมเป็นรูปตัว V ใช้เสียมแซะดินจากด้านหนึ่งหนาประมาณ 1 เซนติเมตร ขนาลงไปกวนหน้าดินจนถึงก้นหลุม ดินที่ขุดขึ้นมาตักเอาเฉพาะตอนกลางเป็นแถบกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ตามยาวลงไปจนถึงก้นหลุม นำดินที่เก็บได้ทั้ง 10 แห่ง มาผสมกันเป็นหนึ่งตัวอย่าง เก็บตัวอย่าง 2 เครื่องต่อ 1 ไร่ เป็นเวลา 8 เดือน ไร่ละประมาณ 24 ตัวอย่าง รวมเป็น 93 ตัวอย่าง โดยเก็บในเนื้อที่เดิม
2. เครื่องมือที่ใช้ การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณ ของวัตถุพิษพวกคลอริเนเตด ไฮโดรคาร์บอน ที่ตกค้างในกินที่ใช้ปลูกพืช จังหวัดราชบุรี โดยใช้โครมาโตกราฟีแบบก๊าซ - ของเหลว ท่อ (column) บรรจุด้วย 3 % OV-1 on 100 - 200 mesh Chromosorb W. อุณหภูมิของท่อ 200°C เครื่องตรวจจับชนิด Electron Capture อุณหภูมิ 300°C ใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวพา ซึ่งไหลด้วยอัตราเร็ว 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อนาที
- การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของวัตถุพิษพวก ออกาโนฟอสเฟต ใช้โครมาโตกราฟีแบบก๊าซ - ของเหลว เครื่องตรวจแบบ Flame Photometric Detector ท่อ (column) บรรจุด้วย 3 % OV - 1 on 100 - 200 mesh Chromosorb W, ก๊าซไนโตรเจนเป็นตัวพา มีอัตราการไหล 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที อุณหภูมิของ

injection port, oven และ detector เท่ากับ 225°C , 190°C และ 180°C ตามลำดับ อัตราการไหลของไฮโดรเจน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ของออกซิเจน 15 - 18 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที และของอากาศ 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อนาที

3. การรวบรวมข้อมูล หาปริมาณของวัตถุมีพิษ โดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้รูปสามเหลี่ยมจากกราฟของสารตัวอย่าง กับสารมาตรฐานที่ทราบค่าเข้มข้นแน่นอน เทคนิคของวัตถุมีพิษเปรียบเทียบ retention time ของสารตัวอย่าง กับสารมาตรฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 หาปริมาณเฉลี่ยของวัตถุมีพิษแต่ละชนิด

4.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณวัตถุมีพิษแต่ละชนิด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองครั้งนี้พบว่า

1. จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง ตรวจพบ p,p' - DDT 73 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 78.49 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 54.24 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.002 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 2.53 ppm. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.2 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDT มากกว่า 2.53 ppm. ขึ้นไป มี 28 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDT น้อยกว่า 2.53 ppm. ลงมา มี 45 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ p,p' - DDT จะอยู่ในช่วง 0.01 - 0.2 ppm. คิดเป็นร้อยละ 87.67

จากข้อมูลปริมาณของ p,p' - DDT กระจายมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณ p,p' - DDT ที่แตกต่างกันมาก

2. ตรวจพบ p,p' - DDT จำนวน 24 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25.8 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 4.63 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.003 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.142 ppm. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDT มากกว่า 0.142 ppm. ขึ้นไป มี 9 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDT น้อยกว่า 0.142 ppm. ลงมา มี 15 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ p,p' - DDT จะอยู่ในช่วง 0.01 - 1.2 ppm. คิดเป็นร้อยละ 54.16

จากข้อมูลปริมาณของ p,p' - DDT กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่ากินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ p,p' - DDT ที่ตกค้างอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

3. ตรวจพบ p,p' - TDE จำนวน 46 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40.46 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 8.32 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.002 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.227 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.05 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - TDE มากกว่า 0.227 ppm. ขึ้นไป มี 11 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - TDE ต่ำกว่า 0.227 ppm. ลงนามี 35 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ p,p' -TDE จะอยู่ในช่วง 0.004 - 0.009 ppm. คิดเป็นร้อยละ 32.6

จากข้อมูลปริมาณของ p,p' - TDE กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่ากินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ p,p' - TDE ที่ตกค้างอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน

4. ตรวจพบ p,p' - DDE จำนวน 42 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 45.16 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 0.54 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.002 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.016 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.063 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDE มากกว่า 0.016 ppm. ขึ้นไป มี 14 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ p,p' - DDE ต่ำกว่า 0.016 ppm. มี 28 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ p,p' -DDE จะอยู่ในช่วง 0.004 - 0.009 ppm. คิดเป็นร้อยละ 30.95

จากข้อมูลปริมาณของ p,p' - DDE กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่ากินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ p,p' - DDE ที่ตกค้างอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน

5. ตรวจพบ dieldrin จำนวน 47 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.53 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 33.84 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.003 ppm ปริมาณเฉลี่ย 0.98 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.50 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ dieldrin มากกว่า 0.98 ppm. ขึ้นไป มี 9 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ dieldrin ต่ำกว่า 0.98 ppm. ลงนามี 38 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ dieldrin จะอยู่ในช่วง 0.01 - 0.05 ppm. คิดเป็นร้อยละ 25.53

จากข้อมูลปริมาณของ dieldrin กระจายค่อนข้างมาก แสดงว่ากินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ dieldrin ที่ตกค้างอยู่แตกต่างกันมาก

6. ตรวจพบ endrin 27 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 29.03 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 13.68 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.001 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.212 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ endrin มากกว่า 0.212 ppm. ขึ้นไปมี 4 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.212 ppm. ลงมา 23 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ endrin จะอยู่ในช่วง 0.002 - 0.008 ppm. คิดเป็นร้อยละ 55.55

จากข้อมูลปริมาณของ endrin กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างที่มีปริมาณของ endrin ที่ตกค้างอยู่ มีปริมาณใกล้เคียงกัน

7. ตรวจพบ heptachlor จำนวน 30 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 32.25 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 1.95 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.001 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.02 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor มากกว่า 0.02 ppm. ขึ้นไป มี 3 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor น้อยกว่า 0.02 ppm. ลงมา มี 27 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ heptachlor จะอยู่ในช่วง 0.002 - 0.008 ppm. คิดเป็นร้อยละ 86.66

จากข้อมูลปริมาณของ heptachlor กระจายน้อย แสดงว่า ดินแต่ละตัวอย่างที่มีปริมาณของ heptachlor ที่ตกค้างอยู่ปริมาณใกล้เคียงกัน

8. ตรวจพบ heptachlor epoxide จำนวน 13 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.97 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 0.072 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.001 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.007 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor epoxide มากกว่า 0.002 ppm. ขึ้นไป มี 11 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยกว่า 0.002 ppm. ลงมา มี 2 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ heptachlor epoxide จะอยู่ในช่วง 0.002 - 0.006 ppm. คิดเป็นร้อยละ 53.84

จากข้อมูลปริมาณของ heptachlor epoxide กระจายน้อย แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างที่มีปริมาณของ heptachlor epoxide ที่ตกค้างอยู่ปริมาณใกล้เคียงกัน

9. ตรวจพบ phosdrin จำนวน 16 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.20 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 6.127 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.002 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.129 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.7 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ phosdrin มากกว่า 0.129 ppm. ขึ้นไป มี 9 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ phosdrin น้อยกว่า 0.129 ppm. ลงมา มี 7 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ phosdrin จะอยู่ในช่วง 0.1 - 0.6 ppm. คิดเป็นร้อยละ 43.75

จากข้อมูลปริมาณของ phosdrin กระจายน้อย แสดงว่า หินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ phosdrin ที่ตกค้างอยู่ มีปริมาณใกล้เคียงกัน

10. ตรวจพบ parathion 25 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 26.88 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 2.419 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.009 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.13 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ parathion มากกว่า 0.13 ppm. ขึ้นไป มี 13 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ parathion น้อยกว่า 0.13 ppm. ลงมา มี 12 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ parathion จะอยู่ในช่วง 0.2 - 0.9 ppm. คิดเป็นร้อยละ 52

จากข้อมูลปริมาณของ parathion กระจายน้อย แสดงว่า หินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ parathion ที่ตกค้างอยู่ มีปริมาณใกล้เคียงกัน

11. ตรวจพบ methyl parathion 21 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.58 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 2.43 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.003 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.043 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.25 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ methyl parathion มากกว่า 0.043 ppm. ขึ้นไป มี 9 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ methyl parathion น้อยกว่า 0.043 ppm. ลงมา มี 12 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ methyl parathion จะอยู่ในช่วง 0.01 - 0.04 ppm. คิดเป็นร้อยละ 52.38

จากข้อมูลปริมาณของ methyl parathion กระจายน้อย แสดงว่า หินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ methyl parathion ที่ตกค้างอยู่ มีปริมาณใกล้เคียงกัน

12. ตรวจพบ malathion 12 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 93 ตัวอย่าง
 คิดเป็นร้อยละ 12.90 ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 0.819 ppm. ปริมาณต่ำสุด 0.001 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.013 ppm. ถ้าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ
 malathion มากกว่า 0.013 ppm. ขึ้นไปมี 8 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณ
 malathion น้อยกว่า 0.013 ppm. ลงมา มี 4 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ malathion
 malathion จะอยู่ในช่วง 0.1 - 0.8 ppm. คิดเป็นร้อยละ 41.66

จากข้อมูลปริมาณของ malathion กระจายน้อย แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมี
 ปริมาณของ malathion ที่ตกค้างอยู่เป็นปริมาณใกล้เคียงกัน

13. จำเพาะจากดินทั้งหมด 12 ตัวอย่างตรวจพบ

p,p' - DDT 11 ตัวอย่าง มี ปริมาณ 0.002-0.448 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.076 ppm.

o,p' - DDE 1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.008 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.007 ppm.

p,p' - TDE 7 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.67 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.064 ppm.

p,p' - DDE 4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.061 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.031 ppm.

dieldrin 6 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.006-0.143 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.029 ppm.

heptachlor 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003 - 0.008 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.

heptachlor epoxide 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.01 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.006 ppm.

parathion 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.028-0.614 ppm.
 ปริมาณเฉลี่ย 0.06 ppm.

methyl-parathion 4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.083 - 0.182 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.041 ppm.

malathion 2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01-0.113 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.06 ppm.

ตรวจพบ endrin และ phosdrin เล็ก

ปริมาณของวัตถุพิษในบริเวณอำเภอปากท่อ ยังไม่มากพอที่จะเป็นอันตราย ต่อสุขภาพและอนามัย
อันเกิดของ หนู และ สัตว์

14. อำเภอบ้านโป่ง จากทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT 12 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.008-0.145 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.04 ppm.

o,p' - DDT 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.01 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.003 ppm.

p,p' - TDE 6 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.001-0.015 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.003 ppm.

p,p' - DDE 8 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.54 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.

dieldrin 6 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.021 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.009 ppm.

endrin 8 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.001-0.132 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.03 ppm.

heptachlor 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.004 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.0028 ppm.

heptachlor expoxide 1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.0002 ppm.

phosdrin 2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.341-0.499 ppm.
ปริมาณเฉลี่ย 0.07 ppm.

parathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.022-0.032 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.005 ppm.
methyl parathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.016-0.36 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.031 ppm.
malathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009-0.01 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.

ปริมาณของ endrin ที่พบในบริเวณอำเภอน้ำโง้มากอาจจะเป็นอันตราย ต่อสุขภาพ และอนามัย อากาศของ มนุษย์ และสัตว์

15. อำเภอกำเนินสะดวก จากดินทั้งหมด 11 ตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT	11 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.912-54.24 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 13.266 ppm.
o,p' - DDT	7 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.524-4.625 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 1.05 ppm.
p,p' - TDE	8 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.852-8.321 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 1.788 ppm.
p,p' - DDE	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.428 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.038 ppm.
dieldrin	10 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.106-33.846 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 7.71 ppm.
endrin	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.331-13.68 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 1.626 ppm.
heptachlor	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.108 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.
heptachlor epoxide	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.024 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.

parathion	9 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.395-2.419 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.786 ppm.
methyl parathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.124-2.427 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.23 ppm.
malathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.04-0.82 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.078 ppm.
phosdrin	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 2.781 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.252 ppm.

ปริมาณของ DDT dieldrin endrin phosdrin parathion methyl parathion ที่พบในบริเวณอำเภอกำแพงแสนมาก อาจจะเป็นอันตราย ก่อสุขภาพ และอนามัยอันถึงของมนุษย์ และสัตว์

16. อำเภอมางแพ จากดินทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT	9 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.202 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.065 ppm.
o,p' - DDT	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.006-0.142 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.006 ppm.
p,p' - TDE	7 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.123 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.015 ppm.
p,p' - DDE	8 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.004-0.02 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.005 ppm.
dieldrin	7 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-2.381 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.245 ppm.
endrin	4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.008-0.106 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0004 ppm.
heptachlor	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.008-1.599 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.162 ppm.

heptachlor epoxide 2	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.005 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0007 ppm.
phosdrin 3	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.004-0.271 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.004 ppm.
parathion 3	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.02-0.47 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.07 ppm.
methyl parathion 1	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.019 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.062 ppm.
malathion 2	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.02-0.101 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.

ปริมาณของ dieldrin และ heptachlor ที่พบในบริเวณอำเภอมางพางมาก อาจจะ
เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และอนามัยของมนุษย์ และสัตว์

17. อำเภอดักเพอ วากติน 12	ตัวอย่าง ตรวจพบ
p,p' - DDT 12	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009-0.253 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.04 ppm.
o,p' - DDT 4	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.011-0.142 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.006 ppm.
p,p' - TDE 7	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.004-0.04 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.
p,p' - DDE 9	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.064 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.017 ppm.
dieldrin 4	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.006-0.023 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.017 ppm.
endrin 4	ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.01 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.012 ppm.

heptachlor	6 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.02 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
heptachlor epoxide	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.07 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.009 ppm.
phosdrin	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.02 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
parathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009-0.219 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.019 ppm.
methyl parathion	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009-0.036 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.013 ppm.

ตรวจไม่พบ malathion เลย

ปริมาณของวัฏภูมิพิษในบริเวณ อำเภอวังเพ่ง ไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัย
อันดีของ มนุษย์ และ สัตว์

18. อำเภอจอมบึง วากิน 12 ตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.27 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.041 ppm.
o,p' - DDT	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.006-0.056 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.005 ppm.
p,p' - TDE	4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.022 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.003 ppm.
p,p' - DDE	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.042 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.004 ppm.
dieldrin	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005-0.054 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.007 ppm.
heptachlor	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.006 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.001 ppm.

heptachlor epoxide	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0008 ppm.
phosdrin	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.671 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.056 ppm.
parathion	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.021 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
methyl paration	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.015-0.02 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.009 ppm.
malathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.007-0.271 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.023 ppm.

ตรวจไม่พบ endrin เลย

ปริมาณของ phosrin ที่พบในบริเวณอำเภอบึงนาราง อาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัย อันดีของมนุษย์ และสัตว์

19. อำเภโฑธาราบ จากดินตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.017 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.003 ppm.
o,p' - DDT	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.009 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0007 ppm.
p,p' - TDE	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.003 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0007 ppm.
p,p' - DDE	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002-0.017 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0007 ppm.
dieldrin	4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.008 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.003 ppm.
endrin	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003-0.007 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.001 ppm.

heptachlor	6 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003–0.007 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
phosdrin	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.011–0.211 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.018 ppm.
parathion	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.029–0.392 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.
methyl parathion	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0002 ppm.

ตรวจไม่พบ heptachlor epoxide และ malathion เลย
ปริมาณของวัตถุมีพิษที่พบที่อำเภอโพธาราม ยังไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัย
อันดีของ มนุษย์ และ สัตว์

20. อำเภอเมือง จากดิน 12 ตัวอย่าง ตรวจพบ

p,p' - DDT	11 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002–0.018 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.008 ppm.
o,p' - DDT	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003–0.019 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
p,p' - TDE	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002–0.012 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0004 ppm.
p,p' - DDE	9 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.002–0.065 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.01 ppm.
dieldrin	4 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.003–0.006 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.001 ppm.
endrin	5 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.004–0.007 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.002 ppm.
heptachlor	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.005 – 0.006 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.001 ppm.

heptachlor epoxide	1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.006 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.0005 ppm.
phosdrin	3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.016-6.127 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.06 ppm.
parathion	22 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.001-0.021 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.001 ppm.
malathion	2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.001-0.279 ppm. ปริมาณเฉลี่ย 0.023 ppm.

ตรวจไม่พบ methyl parathion เลย

ปริมาณของ phosdrin ที่พบในบริเวณอำเภอเมือง มากอาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และ
อนามัยอันดีของ มนุษย์ และสัตว์

อภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบถึง

1. วัตถุที่มีพิษที่ตรวจพบในดินตัวอย่างต่าง ๆ มีปริมาณมากเกินกว่า 1 ppm.

โดยเฉพาะ p,p' - DDT และ dieldrin ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 54.24 ppm.

และ 33.64 ppm. ตามลำดับ แสดงว่ากลไกการใช้วัตถุที่มีพิษพวกนี้เพื่อกำจัดศัตรูพืชในปริมาณ
ที่สูงมาก วัตถุที่มีพิษบางชนิดปริมาณสูงสุดที่พบน้อยกว่า 1 ppm. ได้แก่ p,p' - DDE

และ heptachlor epoxide ซึ่งวัตถุที่มีพิษทั้งสองตัวนี้ กลไกไม่ใช่ แต่เกิดจากการสลาย
ตัวของวัตถุที่มีพิษพวก DDT และ heptachlor ตามลำดับ

2. วัตถุที่มีพิษพวก ออกาโนฟอสเฟต ปริมาณสูงสุดที่พบมากกว่า 1 ppm. ยกเว้น
มาลาไรออน ปริมาณสูงสุดที่พบ คือ 0.82 ppm. แสดงว่ากลไกการนิยมใช้วัตถุที่มีพิษพวกนี้กันมาก

3. ตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 13, 14, 15, 19, 20, 21, ซึ่งเป็นของอำเภอ อำเภอปากท่อ
อำเภอวัดเพลง, อำเภอโพธาราม ปริมาณของวัตถุที่มีพิษทุกชนิดที่ตรวจพบ ยังไม่มากพอที่จะเป็น
อันตรายต่อสุขภาพ และ อนามัย อันดีของ มนุษย์ และ สัตว์

4. วัตถุประสงค์ของ p,p' - TDE, p,p' - DDE เกิดจากการสลายตัวของ p,p' - DDT การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ในดินเป็นส่วนใหญ่ (Plemer *et al.*, 1968)

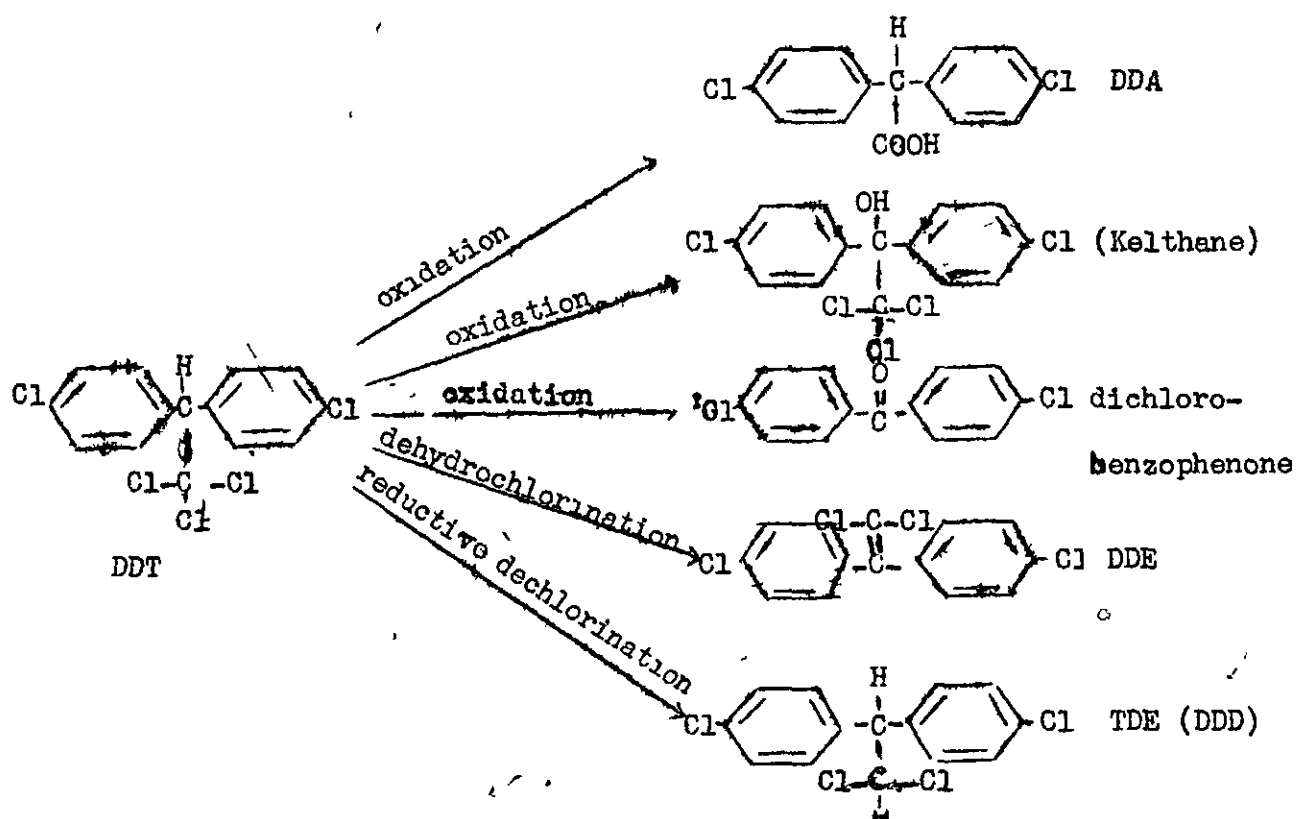
การเปลี่ยนแปลงของ DDT ที่เกิดได้ในลักษณะต่าง ๆ กันดังนี้คือ

1. oxidation ทำให้ DDT เปลี่ยนเป็นสาร DDA, Kelthane (หรือ สารพวกเดียวกับ Kelthane) หรือ Dichlorobenzophenone

2. dehydrochlorination ทำให้ DDT เปลี่ยนเป็น DDE

3. reductive dechlorination ทำให้ DDT เปลี่ยนเป็น TDE (DDD)

การเปลี่ยนแปลงของ DDT (Plemer *et al.*, 1968) เป็นดังนี้



การเปลี่ยนแปลงของ DDT (Plemer *et al.*, 1968)

5. ตัวอย่างที่ 17, 18 ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ตรวจพบวัฏุมิพิษเลย เนื่องจากก่อนหน้านี้เป็นฤดูฝน ฝนตกชุก วัฏุมิพิษที่สะสมอยู่ในดินอาจจะถูกน้ำชะไปได้อย่างรวดเร็ว ถ้าพื้นที่นั้นมีทางระบายน้ำได้ดี

6. ตัวอย่างดินที่อำเภอคำเนินสะทก ตรวจพบวัฏุมิพิษในปริมาณที่มากกว่าทุกอำเภอ ทั้งประเทศลอรีเนเทค และประเทศ ออกาโนฟอสเฟต แสดงว่าที่อำเภอคำเนินสะทกนี้ กลิกรนิยมิใช้วัฏุมิพิษทั้งสองประเภทนี้กันมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าหาปริมาณของวัฏุมิพิษแต่ละชนิดที่เคลื่อนที่จากดินเข้าสู่ร่างกาย ของคนพิษได้มากน้อยเพียงไร
2. ควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยปริมาณของวัฏุมิพิษแต่ละชนิดที่ตกค้างอยู่ในดินและอันตรายแก่สุขภาพและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่พืชในดิน
3. ควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยปริมาณของวัฏุมิพิษทั้งประเทศลอรีเนเทค ไฮโดรคาร์บอน และประเทศ ออกาโนฟอสเฟต เฉพาะที่อำเภอคำเนินสะทก ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งเพาะปลูกและกลิกรนิยมิใช้วัฏุมิพิษป้องกันและกำจัดศัตรูพืชกันมาก

បរិច្ឆេទ

บรรณานุกรม

- กองกสิกรรมเคมี, กระทรวงเกษตร "การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ"
กสิกร 28(4) : 335 - 337, 2498.
- ประยูร จีมา "วัฏจักรที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูมนุษย์และสัตว์ กับสิ่งแวดล้อม"
รายงานของโครงการวิจัย วัฏจักรพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
 และสหกรณ์ ม.ป.ป. หน้า 5 - 6 อักสำเนา.
- พณิษฐ์ โภคศิริ "การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ" ข่าวพัฒนาที่ดิน
 7(70) : 27 - 32, 2513.
- มุกดา ประสพศิลป์ การหาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงตกค้างในดิน จังหวัดสุโขทัย
 ปรินญาณพนธ์ ศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 53 หน้า.
- วิเชียร ณัฐวัฒนานนท์ "ยาปราบศัตรูพืช และปัญหาสิ่งแวดล้อม" กสิกร 5(47) :
 349 - 355, 2517.
- Beynon, K.I., et al., "Analysis of crops and soil for residues of
 Diethyl 1 - (2,4-Dichlorophenyl) - 2 - Chlorovinyl Phosphate"
J. Sci. Food. Agr. 17, 162, 1966.
- Clark, V.D., et al., Approach to Gas Chromatography, Pioneer Press
 Sydney, Australia, 1969, 134 pp.
- Cole, H. et al., "DDT levels in Fish Stream Sediment and Soil Before
 And After DDT Aerial Apray Application For Fall Cankerworm in
 Northern Pennsylvania," Bull. Environ Contam & Toxicol 2(3):
 127-141, 1967.
- Caul, J.A., "Quantitative Calculation of Gas Chromatographic Peaks
 Pesticide Residue Analysis" J. of AOAC. 49 (2) : 389 - 399,
- Getzin, L.W., and Rosefield, I., "Persistence of Diazinon and Zinopho
 in Soils" J. Econ. Entomol. 59, 512. 1966.
- Hart, F. Leslu, and Fisher, Harry Johnstone., "Special Instrument
 Method" Modern Food Analysis USA. 463 - 464, 1971.
- Lovelock, J.E. et al., Gas Chromatography Academic Press Inc.,
 219 - 299, 1962.

- Mc Nair, H.M., and Bonelli, E.J., Basic Gas Chromatograph, Consolidate Printers, California., 105, 1969.
- Mendoza, C.E., et al., "Sodium Methylate Treatment of Cleaned up Plant Extracts in Confirmation of Some Pesticide Residues by Gas-Liquid Chromatography", J. of AOAC, 51(5):1095-1010, 1968.
- Nash, Ralph G., et al., "Comparative Extraction of Chlorinated Hydrocarbons Insecticides from Soils 20 years After Treatment", J. of AOAC 56(3):728-732, 1973.
- Plemer, J.R., P.C. Kearney, and D.W. Van Endt., Mechanism of Conversion of DDT to DDD by *Aerobacter aerogenes*", J. Agri. Food. Chem, 594-597, 1968.
- Saha, J.G., "Comparison of Several Method for Extracting Dieldrin C¹⁴ from Soil", Bull. Environ. Contam & Toxicol, 3(1):26-36, 1968.
- Stevens, Lynn J., et al., "Pesticides in Soil", Pesticide Monitoring Journal, 4(3):145-165. 1970.
- Walker, Jonh Q., et al., "Chromatographic System", Academic Press, New York and London, 168-170, 1972.
- William, Ian H., Brown, Marilyn J., and Finlayson, Dauglas G. "Determination of Residues of Fensulfothion and its sulfone in Muck soil", J. Agri. Food Chem. 6(20):1219-1223, 1972.
- Yule, W.N., "DDT Residue in Forest Soils," Bull. Environ. Contam & Toxicol. 5(2):139-144, 1970.
- Zweig, Gunter, Analytical Methods For Pesticide and Plant Growth Regulator 7 : 12, 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คุณสมบัติบางประการของวัตถุมีพิษที่ใช้ทำการวิจัย

ดิดีดี (DDT)

ชื่อทางเคมี	Dichloro diphenyl trichloroethane, isomer ที่สำคัญ คือ
ชื่อสามัญ	1, 1, 1- Trichloro-2, 2-bis (p-chlorophenyl) ethane
ชนิด	ชื่อทางแพทย์และทางเภสัช กลอโรโฟโนเอทเทน (chlorophonethane)
คุณสมบัติทางเคมี	ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide) มีฤทธิ์ตกค้างอยู่ได้นานมาก เกือบจะไม่ระเหยเลย และเกือบจะไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้บ้างเล็กน้อยใน aliphatic oils , ละลายได้ดีใน apolar organic solvents ต่าง ๆ ดิดีดีจะสลายตัวเมื่อผสมกับด่าง ดังนั้น จึงไม่ควรผสมวัตถุมีพิษชนิดนี้กับนิโคทีน หรือ โคลโดไมท์ (dolomite) วัตถุมีพิษ เบน บอโค หรือ เฟอ์แบม (ferbam) อาจทำให้ดิดีดีสลายตัวได้เร็วขึ้น
ความเป็นพิษ	พิษเฉียบพลันโดยทางปากกับมนุษย์มีค่า LD ₅₀ ประมาณ 250 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวคน 1 กิโลกรัม สำหรับหนู 113 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม
สูตรที่ใช้จำหน่าย	มีทั้งชนิดไอระเหย (Aerosols) ชนิดผงใช้พ่น ฉีดน้ำ ชนิดผงละลายน้ำได้ ชนิดน้ำที่มีกลิ่นหอมเข้มข้นสูง และชนิดผสมกับวัตถุมีพิษชนิดอื่น

ดิลดรีน (Dieldrin)

ชื่อทางเคมี	1,2,3,4,10,10-Hexachloro - exo -6,7 - epoxy 1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro - 1,4 - endo - exo 5,8 - dimethanonaphthalene with not over 15 % of related compounds
-------------	--

ชื่อสามัญ dieldrin (ในสถานะ เรียก HEOD สำหรับสารบริสุทธิ์ ซึ่ง
เรียก เด่นเกี่ยวกับในสหราชอาณาจักร)

ชนิด ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide)
คุณสมบัติทางเคมี เกิดแก๊สสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย หดอบเหลวที่ 175°C - 176°C . ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้บ้างเล็กน้อยในตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ไม่สลายตัวง่าย และไม่กัดกร่อนภาชนะบรรจุ
สูตรที่บ่งชี้ว่าตาย เมื่อฉีดพ่นจะระเหยเป็นไอ น้ำหนักโมเลกุลต่ำ จึงซึมเข้ารูหายใจของแมลง ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็ว แมลงที่ตายแล้วจะยุบตัวและเปลี่ยนสีเป็นดำหรือเทา

เอนดริน (Endrin)

วิธีทางเคมี 1,2,3,4, 10, 10 - Hexachloro - 6, 7 - epoxy - 1,4-4a
5,6,7,8,8a - octahydro - 1,4 - endo, endo - 5,
8 - dimethanonaphthalene

ชื่อสามัญ เอ็นดริน (endrin) นอกจากประเทศอินเดียและสหภาพแอฟริกาใต้
เท่านั้น ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เมนดริน (mendrin)

ชนิด ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide)
คุณสมบัติทางเคมี ผงคล้ายแป้งสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน ๆ มีกลิ่นเล็กน้อย คงสภาพเมื่อผสมกับสารที่เป็นของแข็ง แต่จะสลายตัวทำให้มีพิษในการป้องกันกำจัดแมลงน้อยลงถ้าผสมกับกรด สามารถกักครอบเกาะบนบรรจุมางชนิดได้ละลายในเบนซีน และในเอทิลโทลไนด์พอสมควร ละลายได้บ้างเล็กน้อยในแอลกอฮอล์ ในฟอร่าลิน และในซายลิโล แต่ไม่ละลายในน้ำ

ความเป็นพิษ
 วิชาพิษวิทยาโดยทางปากที่มีต่อหนูเพศเมีย (female white rat)
 นี้มีค่า LD₅₀ 57 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม หนูเพศผู้
 (male rat) 45 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม พิษเฉียบพลัน
 โดยทางผิวหนังมีค่า LD₅₀ 60 มิลลิกรัม และ 120 มิลลิกรัม/
 น้ำหนักตัวหนูเพศเมีย 1 กิโลกรัม และน้ำหนักตัวหนูเพศผู้ 1 กิโลกรัมตาม
 ลำดับ

สูตรที่มีน้ำหนักง่าย วนิกของไรท์ (25 %) และวนิกของละลายน้ำได้ (50 %) นอกจากนั้นแล้ว ยังมีวนิกของผสมน้ำ วนิกเมื่อกี้มีสารออกฤทธิ์ด้วยและเกิดกับความเข้มข้น สูงที่มีสารออกฤทธิ์ 16 ปอนด์/แกลลอน

เฮปทาคลอร์ (Heptachlor)

ชื่อทางเคมี 1,4,5,6,7,8 - Heptachloro - 3a, 4,7,7a, - tetrahydro 4,7 methanoindane

ชื่อสามัญ เฮปทาคลอร์ (Heptachlor)

วนิก ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide)

คุณสมบัติทางเคมี ของแข็งสีขาว ไม่ละลายตัวง่าย มีจุดหลอมเหลวที่ 95°C - 96°C มีจุดเดือดที่ 135°C - 145°C ละลายในอะซีโตนได้ 75 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเบนซีนได้ 160 กรัม/100 มิลลิลิตร ในน้ำมัน กาน 15 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเฮกเซน 102 กรัม/100 มิลลิลิตร และ ในเอทเธอร์ 33 กรัม/100 มิลลิลิตร อนึ่ง วัตถุพิษวนิกนี้ไปละลายในน้ำ จะเจือปนด้วยโดยทางปากที่มีกวางหนูเพศผู้ (male rat) มีค่า LD₅₀ 100 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พิษเจือปนด้วยโดยทางผิวหนังที่มี กวางหนูเพศผู้ (male rat) มีค่า LD₅₀ 195 มิลลิกรัม/ น้ำหนัก ตัว 1 กิโลกรัม

สูตรที่มีน้ำหนักง่าย มีทั้งวนิกของผง และที่มีความเข้มข้นสูง น้ำหนักที่มีความเข้มข้นสูง ผงละลาย น้ำได้ และวนิกน้ำกัน

มาลาไธออน (Malathion)

ชื่อทางเคมี O,O-Dimethyl S-(1;2-dicarbethoxyethyl) phosphoro - dithioate

ชื่อสามัญ มาลาไธออน (Malathion) เบอร์แกบโทไธออน (mercaptothion) (สหภาพอเมริกาใต้) และคาโบฟอส (carbofos) (สหภาพโซเวียตรัสเซีย)

วนิก ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide)

คุณสมบัติทางเคมี	ของเหลวไม่มีสี หรือสีน้ำตาลอ่อน จะคงสภาพเมื่อมีความเป็นกรด-ด่างระหว่าง pH 5 และ pH 7 จะสลายตัวเมื่อ pH สูงกว่า 7 หรือเมื่อได้รับความร้อนสูงที่จุดเดือดที่ $156^{\circ}\text{C} - 157^{\circ}\text{C}$ ละลายในน้ำได้ 145 ส่วนเป็นน้ำส่วน และละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ เอสเทอร์ (ester) เอเทอร์ และ high aromatic solvents ชนิดต่าง ๆ
ความเป็นพิษ	พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู (rat) มีค่า LD_{50} 1,375 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม และพิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่มีต่อกระต่าย มีค่า 8,100 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม
สูตรที่จำหน่าย	เป็นผลิตภัณฑ์อะโรมาติก (ULV) ซึ่งมีความเข้มข้น 95 % และยังจำหน่ายในชื่อของยาไซธอน (Cythion) ซึ่งเป็นชนิดที่มีความบริสุทธิ์สูงอยู่ในรูปต่าง ๆ เช่น ผงฟุ้ง น้ำมันความเข้มข้นสูง เม็ด ฯลฯ

เมทิลพาราไรธอน (Methyl Parathion)

ชื่อทางเคมี	0,0-Dimethyl-0-p-nitrophenyl phosphorothioate
ชื่อสามัญ	เมทิล พาราไรธอน (methyl parathion) พาราไรธอนเมทิล (parathion methyl)(ISO,BSI) หรือ เมทาฟอส (metaphos) (สหภาพโซเวียตรัสเซีย)
ชนิด	ป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide)
คุณสมบัติทางเคมี	ของเหลวสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นเหม็นคล้ายกระเทียม มีจุดเดือดที่ $35^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$ ละลายในแอลกอฮอล์ ดีโกล chlorinated hydrocarbons และ aromatic hydrocarbons ได้ดี แต่ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้บ้างเล็กน้อยใน aliphatic hydrocarbons จะสลายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิถึง 284° ฟาเรนไฮต์ และเมื่อผสมกับด่าง เมื่อมี pH มากกว่า 7 หรือ 7 จะไม่สลายตัว

ความเป็นพิษ พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่พื้ต่อหนูขาว (rat) ให้มีค่า LD₅₀ 9-25 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม และพิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่พื้ต่อกระต่ายนั้น มีค่า LD₅₀ 300-400 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม มีพิษอย่างแรงกับมนุษย์ทั้งทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง พิษจึงเกิดเข้ากับความเข้มข้นสูง (2 เปอร์เซ็นต์/แกลลอน) วนิดหนึ่งจะลายน้ำได้และฉีกผนังไขมัน (1.5-5 %)

พาราไธออน (Parathion)

ชื่อทางเคมี 0,0 - Diethyl o-p-nitrophenyl phosphorothioate
ชื่อสามัญ พาราไธออน (parathion) และ ไธโอฟอส (thiophos)
(สหภาพโซเวียต)

ชนิด มุ่งกันกำจัดแมลง (Insecticide)

คุณสมบัติทางเคมี ของเหลว สีน้ำตาลอ่อน หรือสีน้ำตาล ถ้าอยู่ในแอลกอฮอล์ (pH 10) จะสลายตัวครึ่งหนึ่งในเวลา 120 วัน ถ้าอยู่ในกรด (pH 7 หรือต่ำกว่า) จะค่อย ๆ สลายตัว ถ้าทิ้งไว้นานจะระเหยไปเล็กน้อย มีจุดเดือดที่ 157 °C - 162 °C . ละลายในน้ำได้ 20 ส่วน ในน้ำกลั่นส่วนแต่ละลายได้ก็ในอัตราส่วนที่น้อยมาก ๆ

ความเป็นพิษ พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่พื้ต่อหนูเพศผู้ (male rat) และหนูเพศเมีย (female rat) ให้ มีค่า LD₅₀ 13 และ 3.6 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม ความคล้ายกับพิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่พื้ต่อหนูเพศเมีย มีค่า LD₅₀ 6 - 8 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม

ทีดีอี (TDE)

ชื่อทางเคมี 2,2-Bis (p-chlorophenyl) - 1, 1-dichloroethane

ชื่อสามัญ ทีดีอี (TDE)

ชนิด มุ่งกันกำจัดแมลง (Insecticide)

คุณสมบัติทางเคมี ผิดก้าง สีขาว เกือบจะโปร่งใส ไม่มีกลิ่น มีจุดหลอมเหลวที่ 109°C และจุดเดือดที่ $185^{\circ}\text{C} \sim 193^{\circ}\text{C}$ ละลายใน อะซีโตน และเมทิล เอทิลคีโตน (methyl ethyl ketone) 100 กรัม/100 มิลลิลิตร และในคลอโรเบนซีน (Chlorobenzene) ได้ 92 กรัม/100 มิลลิลิตร

ความเป็นพิษ ไขมันพิษโดยทางปากที่ฉีดหนู (rat) นั้น มีค่า LD_{50} 3,400 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม

สูตรที่จำหน่าย ราคาย 50 % ราคายละลายน้ำได้ 50 % ราคายน้ำฝน 3 % 5 % และ 10 % ราคายน้ำฝน 25 % และราคายของเหลว

ฟอสโดริน (Phosdrin)

ชื่อทางเคมี Dimethyl phosphate of methyl-3-hydroxy, cis-crotonate

ชื่อสามัญ เมวินฟอส (mevinphos) (ISO, BSI)

ชนิด ไร่กันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชและการฉีดเข้าลำต้นพืชได้

คุณสมบัติทางเคมี ของเหลวสีเหลือง หรือ สีขาว มีจุดเดือดที่ $99^{\circ}\text{C} \sim 103^{\circ}\text{C}$ ผสมกับน้ำ และกับตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้ดี มีพิษร้ายแรงสามารถ กัดกร่อนผิวหนังและเนื้อเยื่อที่เปื้อนเหล็กดำ เหล็กกล้า และทองเหลืองได้ แต่ไม่ กัดกร่อนภาชนะที่เป็นทองแดง นิกเกิล หรืออลูมิเนียม รวมทั้งขวดแก้วหรือ พลาสติก หรือเทฟลอน ฯลฯ ด้วย

ความเป็นพิษ ไขมันพิษโดยทางปากที่ฉีดหนู (rat) นั้น มีค่า LD_{50} ประมาณ 6 - 7 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม และไขมันพิษโดยทางผิวหนัง ที่มีต่อร่างกาย นั้นมีค่า LD_{50} 34 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม

สูตรที่จำหน่าย มีทั้งชนิดน้ำที่เพิ่มความเข้มข้นสูง และชนิดที่ผสมกับน้ำได้

ภาคผนวก ข.

"การปลดปล่อย" ของวัตถุพิษในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร

(The F.A.O. Tolerance, 1974)

วัตถุพิษ (Pesticides)	ผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)	การปลดปล่อย (Limit-mg/k)	หมายเหตุ (Remark)
ออร์แกนิก และ คลอรีน	ข้าวเปลือกต่าง ๆ (raw cereals)	0.02	พืชผักต่าง ของ
	ข้าวเปลือก (paddy)	0.02	Aldrin หรือ
	ผลไม้ (fruit)	0.1	Dieldrin
	ส้ม (citrus fruit)	0.05	ชนิดใดก็ได้
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.125	หนึ่ง หรือทั้ง สองรวมกัน
	เนื้อสัตว์ (meat)	0.2	
	ไข่ (eggs)	0.1	
	กะหล่ำปลี (cabbage)	0.1	
	กะหล่ำดอก (cauli-flower)	0.1	
	บรอกโคลี (broccoli)	0.1	
	แตง (cucumbers)	0.1	
	มะเขือ (eggplants)	0.1	
	ผักกาดหอม (lettuce)	0.1	
	หัวหอม (onions)	0.1	
	พริก (peppers)	0.1	
	มันฝรั่ง (potato)	0.1	

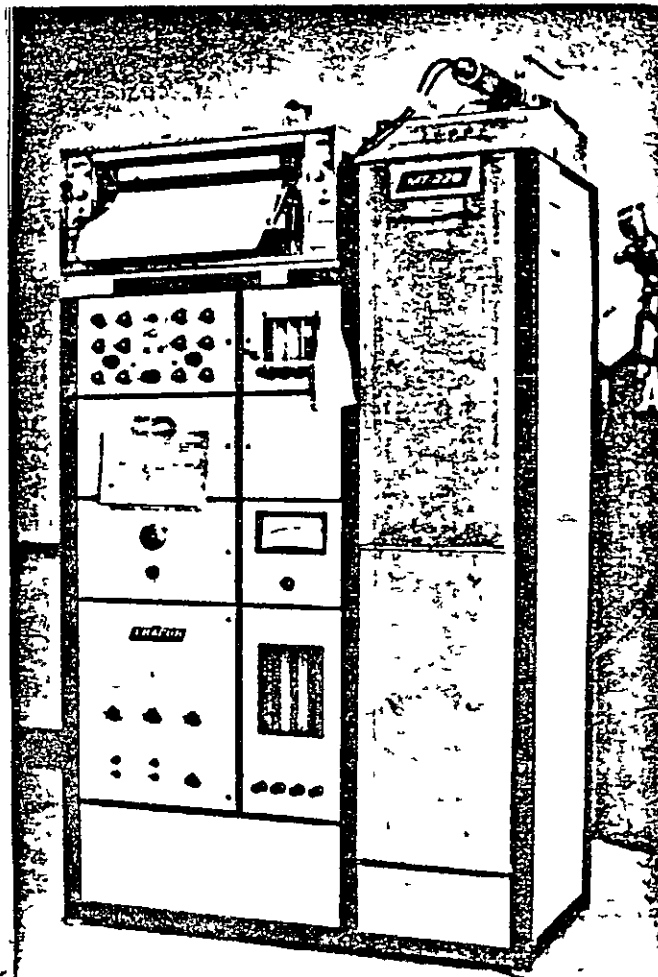
วัตถุพิษ (Pesticides)	ผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)	ค่าปลอดภัย Limit-mg/kg)	หมายเหตุ (Remark)
ดีดีที ดีดีดี ดีดีดีดี (DDT,DDD(TDE) DDE)	ผัก (vegetables)	7	เป็นค่าของ DDT,
	ผักกินหัว (root vegetables)	1	DDD หรือ DDE
	ผลไม้ (fruits)	7	ชนิดใดชนิดหนึ่ง
	ส้ม (citrus)	3.5	หรือทั้งสามชนิด
	ผลไม้เขตร้อน (tropical fruits)	3.5	รวมกัน
	สัตว์ปีก (poultry)	7	พร้อมไขมันไม่รวบ
	ไข่ (eggs)	0.5	เปลือกไข่พร้อมไขมัน
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	1.25	
	เนื้อสัตว์ (meat)	7	เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อแกะ
เอนดริน (endrin)	ข้าว (rice, polished or husked)	0.02	รวมทั้ง deltaketo-
	ข้าวฟ่าง (sorghum)	0.02	endrin
	ข้าวโพดหวาน (sweet corn)	0.02	
	แอปเปิ้ล (apple)	0.02	
	สัตว์ปีก (poultry)	1	
	ไข่ (eggs)	0.2	
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.02	

วัตถุพิษ (Pesticides)	ผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)	ค่าปลอดภัย (Limit-mg/kg)	หมายเหตุ (Remark)
<u>เฮปตาคลอร์</u> (Heptachlor)	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	0.02	รวมทั้ง heptachlor
	ผัก (vegetables)	0.05	epoxide
	ผักกึ๋น (root vegetables)	0.1	ก้วย
	ผักกึ๋นใบ (leafy vegetables)	0.1	
	มันฝรั่ง (potato)	0.05	
	สับปะรด (pineapple)	0.01	
	มะเขือเทศ (soya bean)	0.02	
	ถั่วเหลือง (soya bean)	0.02	
	ส้ม (citrus fruit)	0.01	
	สัตว์ปีก (poultry)	0.2	
	ไข่ (eggs)	0.05	
	เนื้อสัตว์ (meat)	0.2	
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	.125	
<u>มาลาไธออน</u> (Malathion)	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	8	รวมทั้ง malaaxon
	กะหล่ำปลี (cabbage)	8	ก้วย
	ผักกาดหอม (lettuce)	8	
	มะเขือเทศ (tomato)	3	
	ผักคะน้า (kale)	3	
	ถั่ว (green beans)	2	
	กึ๋นใบ (celery)	1	
	ถั่ว (peas)	0.5	(ถั่วที่อยู่ในผัก)

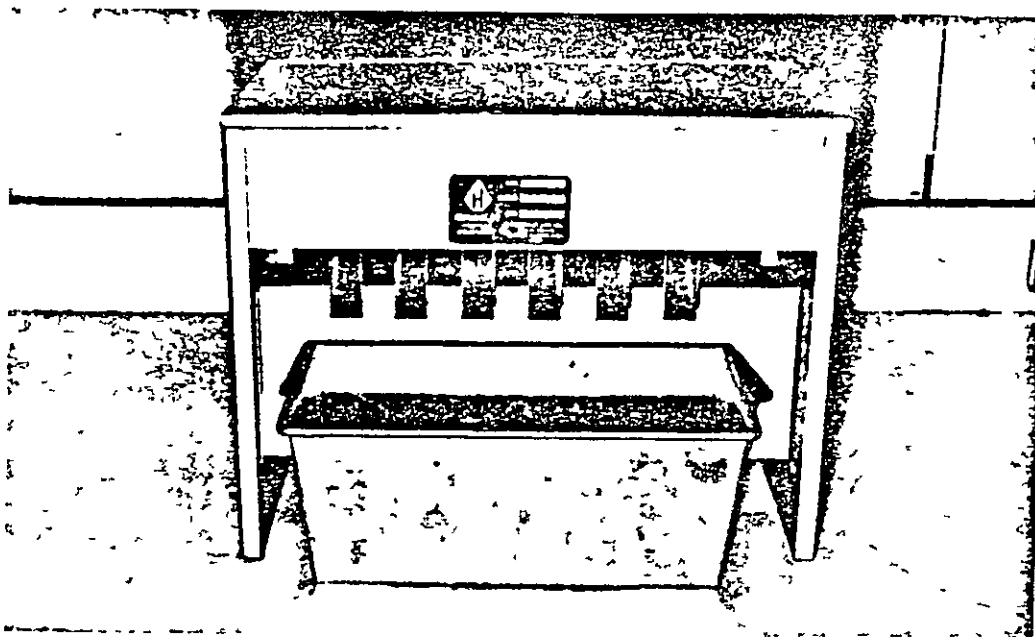
วัตถุพิษ (Pesticides)	ผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)(Limit-mg/kg)	ค่าปลอดภัย	หมายเหตุ (Remark)
<u>พาราไธออน</u> (Parathion)	ผัก (vegetables)	0.7	รวมทั้ง paraoxon
	ส้ม (citrus fruit)	1	ภัย
	ผลไม้ (fruits)	0.5	
	พีช (peach)	1	
<u>พาราไธออน, เมทิล</u> (Parathion, methyl)	แตง (melons)	0.2	รวมทั้ง oxygen
	แตง (cucumber)	0.2	analogue
	ผัก (vegetables)	1	ภัย
	ผลไม้ (fruits)	0.2	
	น้ำมันจากเมล็ดฝ้าย (cotton seed oil)	0.05	

ภาคผนวก ก

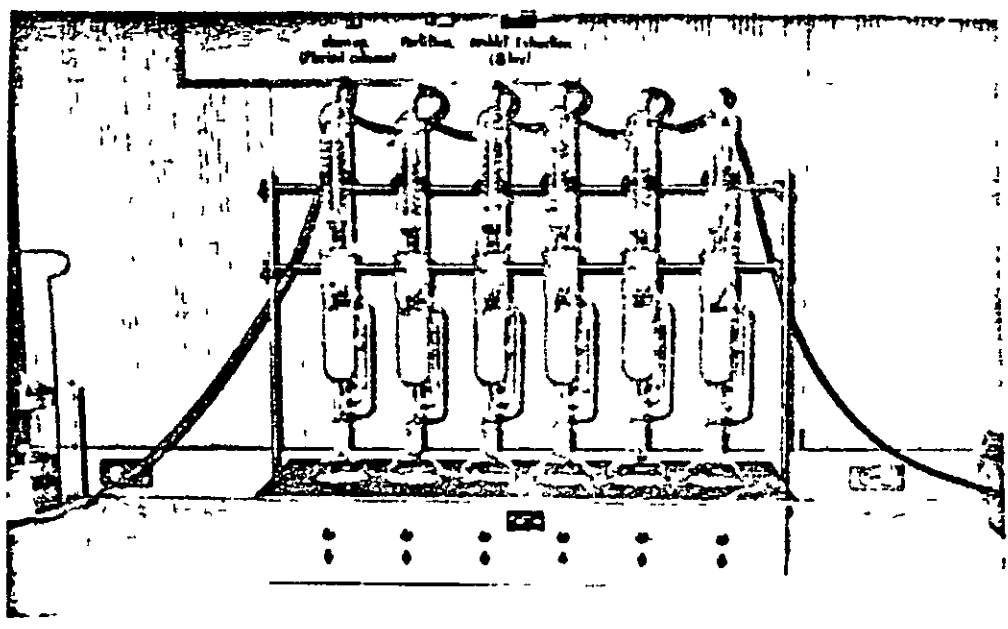
รูปประกอบ



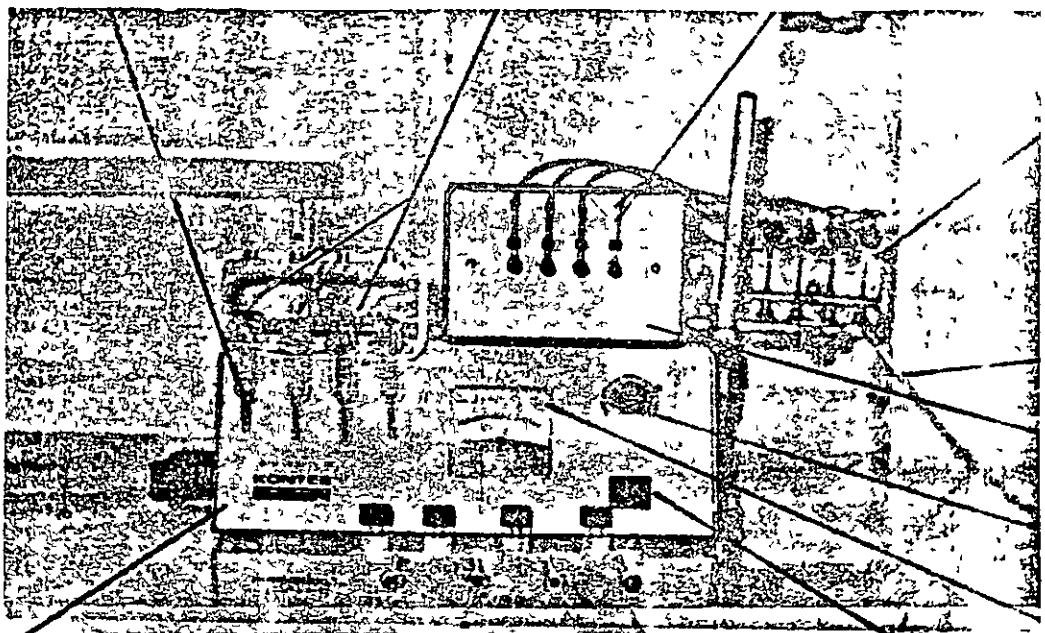
รูปที่ 11 เครื่อง gas chromatograph



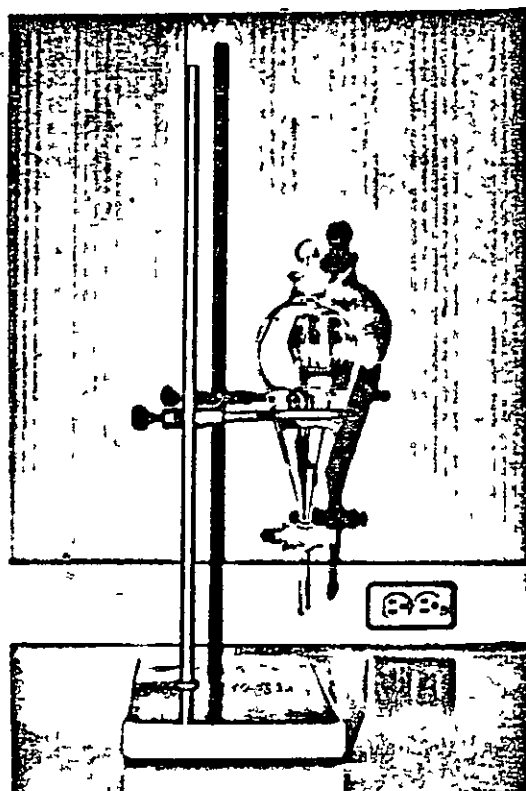
รูปที่ 12 เครื่องแบ่งส่วนกิน



รูปที่ 13 เครื่องสกัดชนิด sexhlet extractor



รูปที่ 14 เครื่อง sweep-ce distillator



รูปที่ 15 แสดงการทำ partition