32.451
2150
3

การหาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดิน จังหวัดลพบุรี

ปริญญานิพนธ์

ของ

วันเพ็ญ อึ้งเจริญ

20 ก.ย. 2520

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ซอยสุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921676, 3915960

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
12 พฤษภาคม 2520

65269

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

ประธาน

กรรมการ

12 พฤษภาคม 2520

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร. ประยูร ดีมา หัวหน้าสาขาวิจัยวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร ประธานกรรมการที่ปรึกษาทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ความกรุณา - ช่วยเหลือ แนะนำ และ ให้สถานที่พร้อมทั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ในการศึกษา-วิจัย ท่านที่ให้ความกรุณาอีกท่านหนึ่ง คือ ท่านอาจารย์สมเกียรติ กรีทอง กรรมการที่-ปรึกษาทำปริญญานิพนธ์ ไว้ ณ. โอกาสนี้ด้วย

อนึ่งขอขอบคุณ คุณนวลศรี หยาพัชร, คุณพงศ์ศรี ใบอดุลย์, ดร. เทียนชัย ชงสินธุศักดิ์, คุณประสงค์ เล็กประเสริฐ, คุณน้อย เพชรผึ้ง นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ของสาขาวิจัยวัตถุมีพิษทุก ๆ ท่าน ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง จนปริญญาฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มได้ดังที่เห็นนี้.

วันเพ็ญ อึ้งเจริญ.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	4
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	6
2	ทฤษฎีโครมาโตกราฟีแบบกาซ–ของเหลว	12
	โครมาโตกราฟีแบบกาซ–ของเหลว	12
3	วิธีการดำเนินการทดลอง	16
	การเก็บตัวอย่าง	16
	การวิเคราะห์ตัวอย่าง	17
	การวิเคราะห์ข้อมูล	20
	การวัดการกระจายของข้อมูลและการแจกแจงข้อมูล	26
4	ผลการทดลอง	28
5	สรุป อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	40
	สรุปผลการทดลอง	41
	อภิปรายผลการทดลอง	45
	ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม		51
ภาคผนวก		

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงปริมาณของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิดที่พบในดินทุกตัวอย่าง (ppb.)	29
2	แสดงค่าความปลอดภัยของยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลอง	ภาคผนวก

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงเครื่องตรวจยาฆ่าแมลงชนิด Gas chromatograph	14
2	แผนผังแสดงการทำงานของโครมาโตกราฟีแบบกาซ-ของเหลว (Mc. Nair and Bonelli, 1969) (22)	15
3	แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดิน	16
4	แสดงภาชนะที่ใช้ตากตัวอย่างดิน	17
5	แสดงเครื่องสกัดยาฆ่าแมลงชนิด Soxhlet Extraction	18
6	แสดง Retention time ของสารเคมีมาตรฐาน	21
7	แสดง Retention time ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่วิเคราะห์	22
8	วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของยาฆ่าแมลงในสารเคมีมาตรฐาน	23
9	วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของยาฆ่าแมลงในสารตัวอย่าง	24
10	แสดง Chromatogram ของ Standard Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, p,p'- DDE, p,p'- TDE, p,p'- DDT	35
11	แสดง Chromatogram ของ Standard Lindane, Heptachlor, o,p'- DDT	36

ภาพประกอบ (ต่อ) หน้า

12 แสดง Chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่ 10 เดือน มิถุนายน 37

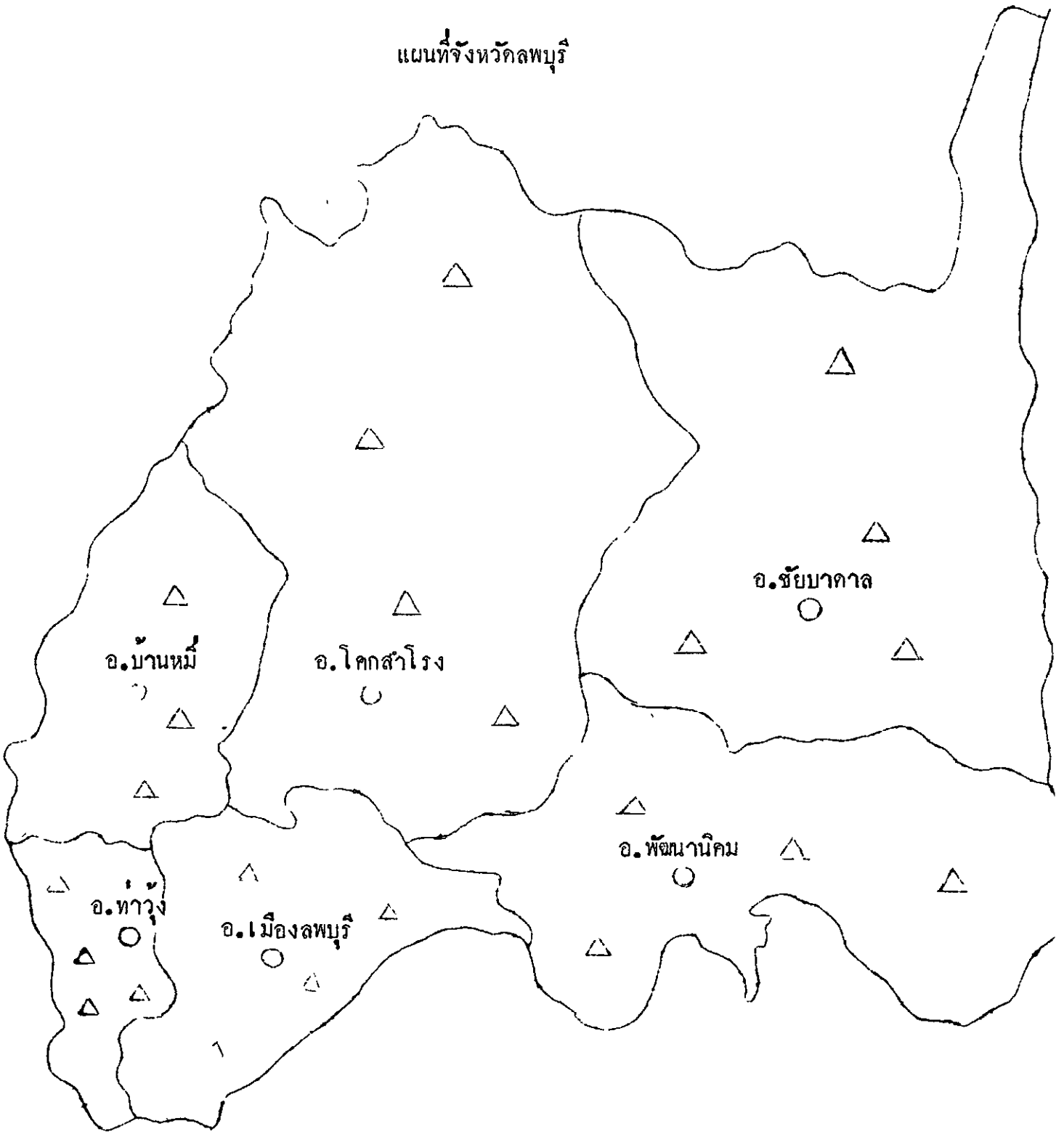
13 แสดง Chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่ 5 เดือน สิงหาคม 38

14 แสดง Chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่ 2 เดือน สิงหาคม 39

15 แสดง Metabolic pathway ของ ดีดีที โดยจุลินทรีย์ในดิน (Matsumura, 1970) (20) 46

16 แสดง Metabolic pathway ของ ดีลดริน โดยจุลินทรีย์ในดิน(Menzie,Calvin M.,1969) (23) 48

17 แสดงการกระจายของ ดีดีที ในสิ่งแวดล้อม ภาคผนวก



△ ตำแหน่งสถานที่เก็บตัวอย่างดิน

บทที่ 1

คำนำ

การใช้ยาฆ่าแมลงป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตรกรรม กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในหมู่เกษตรกร ความนิยมนี้เนื่องจากความจำเป็นที่ต้องใช้ยาฆ่าแมลงเพื่อให้ได้ผลผลิตจากพืชที่ปลูกลงไป เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะไม่ได้ตระหนักถึงอันตรายจากการใช้ยาฆ่าแมลง เช่นใช้ในปริมาณที่สูง ใช้ไม่ถูกวิธี หรือใช้ยาฆ่าแมลงที่มีอันตรายร้ายแรง และมีวัตถุมีพิษตกค้างในพืชหรือในสิ่งแวดล้อมได้นาน ยาฆ่าแมลงเหล่านี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อทำลายแมลง และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จึงเป็นสาเหตุให้มนุษย์และสัตว์เจ็บไข้ได้ป่วยและเสียชีวิตไปเป็นจำนวนปีละมาก ๆ ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม มีประชาชนไม่น้อยกว่า 32 ล้านคน จากจำนวนทั้งหมดประมาณ 40 ล้านคน มีอาชีพทางเกษตร และพื้นที่ของประเทศประมาณ 80 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 321 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ใช้ในการเกษตร (2) ดังนั้นจึงมีการใช้ยาฆ่าแมลงกันอย่างกว้างขวาง จำนวนพลเมืองที่เสียชีวิตเนื่องจากการใช้ยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปีหนึ่ง ๆ มีจำนวนไม่น้อยทุก ๆ ปี สำหรับพลเมืองที่ยังไม่เสียชีวิตในทันทีแต่มาเสียชีวิตภายหลัง อันเนื่องจากร่างกายอ่อนแอถูกโรคภัยไข้เจ็บรบกวน สาเหตุดังกล่าวนี้อาจเกิดจากยาฆ่าแมลงก็เป็นได้ และจะมีจำนวนมากน้อยเท่าใดนั้นยังไม่มีใครทราบแต่ประมาณได้ว่าจะมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซนต์

เมื่อกสิกรณีหรือพ่นยาฆ่าแมลงลงบนส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้น ยาฆ่าแมลงบางส่วนจะฟุ้งกระจายลอยปะปนอยู่ในอากาศ บางส่วนจะตกลงบนพื้นดินซึ่งอาจจะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ต้นพืชสามารถที่จะดูดยาฆ่าแมลงเหล่านี้เข้าสู่ส่วนต่าง ๆ และสะสมไว้ภายในลำต้นได้ จากการใช้ยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างแพร่หลายนี้เอง มนุษย์ได้สร้างสภาพการณ์ขึ้นอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ คือทำให้ดินดินและน้ำเป็นแหล่งสะสมยาฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ขณะเดียวกันมนุษย์ยังมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ดินในการปลูกพืช ใช้น้ำเพื่อดื่มและใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสิ่งทั้งสองนี้จะขาดเสียมิได้ แต่เมื่อสิ่งทั้งสองเต็มไปด้วยวัตถุมีพิษ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้ทำการสังเคราะห์ยาฆ่าแมลงเหล่านี้เอง ก็ยังไม่ทราบ

ถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในอนาคตก็พอ ก็เป็นการยากที่จะทำนายถึงอนาคตของมนุษยชาติในอีก 50–100 ปีข้างหน้าได้ อย่างไรก็ดีเราถือว่าพื้นดินเป็นแหล่งที่สะสมยาฆ่าแมลงแหล่งใหญ่ที่สุด เมื่อยาฆ่าแมลงเหล่านี้สะสมเพิ่มปริมาณมากขึ้น ๆ อาจมีผลทำให้เกิดภาวะดินเป็นพิษ (Soil Pollution.) ขึ้นได้

ยาฆ่าแมลงที่สะสมอยู่ในดินจะมีปริมาณมากหรือน้อยเพียงไรนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง กล่าวคือ ระยะเวลาการสลายตัวของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด สภาพของสิ่งแวดล้อม และคุณสมบัติของยาฆ่าแมลงแต่ละประเภท ชนิดของยาฆ่าแมลงแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ ยาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนเต็ด ไฮโดคาร์บอน (Chlorinated Hydrocarbons) เช่น ดีดีที ดีลดริน เฮพตาคลอร์ เป็นต้น ยาฆ่าแมลงประเภทนี้ส่วนใหญ่จะถูกจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินทำลายได้อย่างช้า ๆ จึงสามารถสะสมอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน 15 – 20 ปี (Kiigemagi and Terricre : 1972, Lichtenistein and Schulz, 1959) (19) ยาฆ่าแมลงประเภท ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates.) เช่น พาราไธออน มาลาไธออน และยาฆ่าแมลงประเภท คาร์บาเมต (Carbamates.) เช่น คาร์บาริล คาร์โบฟิวแรน เป็นต้น ยาฆ่าแมลงสองประเภทหลังนั้นส่วนใหญ่จะถูกจุลินทรีย์ในดินทำลายได้รวดเร็วกว่าประเภทแรก ดังนั้นจึงสะสมอยู่ในดินเป็นเวลาประมาณ 2 – 5 ปี (Harris, 1970) (16)

ยาฆ่าแมลงบางประเภทที่มีคุณสมบัติในการสลายตัวได้ช้า จึงเป็นสาเหตุให้มีการสะสมของยาฆ่าแมลงอยู่ในดินเพิ่มมากขึ้นทุกขณะ จึงทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาภายหลัง เช่น อาจทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์เปลี่ยนแปลงไปได้ในอนาคต กล่าวคือ ยาฆ่าแมลงเหล่านี้ไปทำลายจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ในดิน (Soil-microorganisms) จึงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเสื่อมลงไป และยังทำให้แมลงศัตรูพืชที่อาศัยอยู่ในดินสร้างความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงได้ นอกจากนั้นยาฆ่าแมลงยังสามารถถูกดูดซับหรือเคลื่อนย้ายเข้าไปสะสมอยู่ภายในส่วนต่าง ๆ ของพืช และไปทำลายเมตาโบลิซึมของพืชด้วย อีกประการหนึ่ง ยาฆ่าแมลงยังทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์แก่พืช เช่นตัวห้ำ (Predator) ตัวเบียน (Parasite) และศัตรูธรรมชาติของแมลง (2) จึงทำให้เกิดการขาดความสมดุลย์ทางธรรมชาติ (Balance of nature.) ขึ้นได้

การศึกษาวิจัยถึงการตกค้างของยาฆ่าแมลงในดิน นับว่ามีส่วนที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เพื่อจะได้หาวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงปัญหาต่าง ๆ อันจะเกิดขึ้นกับมนุษย์ สัตว์ และสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในอนาคตได้ จากสาเหตุดังกล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จึงทำให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดินที่ทำการเกษตรกรรมของจังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเกษตรกรรม และใช้ยาฆ่าแมลงกันอย่างแพร่หลาย ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้โครมาโตกราฟีแบบก๊าซ – ของเหลว (gas-liquid chromatography) เพราะเป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์หายาฆ่าแมลงที่มีปริมาณน้อยมากได้

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงประเภท คลอรีเนตเต็ด ไฮโดรคาร์บอน ที่ตกค้างอยู่ในดินซึ่งใช้ทำการเกษตร ของจังหวัดลพบุรีว่ามีจำนวนมากหรือน้อยเพียงใด

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินครั้งนี้ สามารถที่จะทำให้เราทราบได้ว่าพื้นดินที่ใช้ทำการเกษตรของจังหวัดลพบุรี มียาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนตเต็ด ไฮโดรคาร์บอนที่ตกค้างอยู่ในดิน ชนิดใดบ้าง และมีปริมาณมากน้อยเพียงไร เราสามารถนำผลการวิเคราะห์นี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านการส่งเสริมเกี่ยวกับการเกษตร เช่นแนะนำให้กสิกรเลือกใช้ยาฆ่าแมลงที่มีอายุการสลายตัวได้เร็ว เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมและตกค้างของยาฆ่าแมลงในดิน

2. วิธีการวิเคราะห์ครั้งนี้ สามารถที่จะนำหลักและวิธีการวิเคราะห์ไปศึกษาเกี่ยวกับ Soil Pollution ซึ่งเกิดจากยาฆ่าแมลง เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ Soil Pollution ได้เป็นอย่างดี หรือสามารถที่จะนำไปใช้ในการศึกษาวิชาเคมีในระดับอุดมศึกษาได้

3. เพื่อเป็นแนวทางที่จะป้องกันอันตรายของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดิน หรือมิให้เกิดปัญหาหรืออันตรายต่าง ๆ อันอาจจะเกิดขึ้นกับมนุษย์ สัตว์ และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งในชีวิต–

ประจำวัน หรือในอนาคตได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้ามีขอบเขตดังนี้

1. ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่แหล่งใหญ่ ๆ ที่กสิกรทำการเกษตรกรรม และมีการใช้ยาฆ่าแมลงกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกเกินกว่า 10 ไร่ขึ้นไป โดยการเลือกเก็บตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่าง ให้กระจายทั่วทั้งอำเภอ ทุก ๆ อำเภอ ของจังหวัดลพบุรี รวม 6 อำเภอ ใช้เวลาในการเก็บประมาณ 8 เดือน โดยเว้นระยะของการเก็บแต่ละครั้งให้ห่างกันประมาณ 45 – 60 วัน ครั้งละ 24 ตัวอย่าง (อำเภอละ 4 ตัวอย่าง) รวม 96 ตัวอย่าง

2. เลือกตรวจวิเคราะห์เฉพาะยาฆ่าแมลงประเภท คลอรีเนตเต็ด ไฮโดรคาร์บอน เท่านั้น ซึ่งยาฆ่าแมลงประเภทนี้สามารถที่จะตกค้างอยู่ในดินได้นาน และกสิกรส่วนใหญ่นิยมใช้กันทั่วไปในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

1. ยาฆ่าแมลง หมายถึง วัตถุพิษที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลง

2. วัตถุพิษ หมายถึง สารออกฤทธิ์หรือวัตถุที่มีสารออกฤทธิ์ผสมอยู่ด้วย และหมายความรวมถึงวัตถุพิษธรรมดา และวัตถุพิษร้ายแรง (2)

3. สารออกฤทธิ์ หมายถึง เคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติอันอาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์อื่น ๆ

4. ยาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน หมายถึง ยาฆ่าแมลงที่มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน (Carbon) ไฮโดรเจน (Hydrogen) และ คลอรีน (Chlorine) ยาฆ่าแมลงที่กสิกรนิยมใช้คือ ดีดีที (p,p'-DDT) ทีดีอี (p,p'-TDE) ดีดีอี (p,p'-DDE) ออโตพาราดีดีที (o,p'-DDT) ดีลดริน (dieldrin) ออลดริน (aldrin) เฮพตาคลอร์ (heptachlor) เฮพตาคลอร์ เอพอกไซด์ (heptachlor epoxide) คลอเดน (γ-chlordane) เอ็นดริน (endrin) เมทอกซีคลอร์

(methoxychlor) เคลเธน (kelthane) และ ลินเดน (lindane) ฯลฯ

5. ดิน หมายถึง ตัวอย่างดินที่สำรวจเก็บจากพื้นที่ใช้ทำการเกษตรกรรมของจังหวัดลพบุรี

6. สกัด หมายถึง วิธีการแยกยาฆ่าแมลงที่ปะปนอยู่ในดิน โดยตัวทำละลายจะละลายยาฆ่าแมลงออกมาปะปนอยู่ในสารละลาย

7. GLC (Gas liquid chromatography) หมายถึง การแยกสารโดยใช้ก๊าซเป็นตัวพาไป (carrier) ผ่านบน solid support ที่มี Stationary phase ซึ่งมีของเหลวหุ้มอยู่ แล้วถูกบันทึกปริมาณบนแผ่น chromatogram

8. ppm. (part per million) หมายถึง หน่วยวัดปริมาณของยาฆ่าแมลง ปริมาณยาฆ่าแมลง 1 ppm. หมายถึง ยาฆ่าแมลงหนึ่งส่วนในสารตัวอย่างหนึ่งล้านส่วน หรือหนึ่งมิลลิกรัมในสารตัวอย่างหนึ่งกิโลกรัม

9. ppb. (part per billion) หมายถึง หน่วยวัดปริมาณของยาฆ่าแมลง ปริมาณยาฆ่าแมลง 1 ppb. หมายถึงยาฆ่าแมลงหนึ่งส่วนในสารตัวอย่างหนึ่งพันล้านส่วน หรือหนึ่งไมโครกรัม ในสารตัวอย่างหนึ่งกิโลกรัม

10. LD_{50} หมายถึง ค่าหรือขนาดเฉลี่ยโดยวิธีวัดสถิติของวัตถุมีพิษ (Medium Lethal Dosage) ที่ทำให้สัตว์ที่ใช้ในการทดลองเสียชีวิตครึ่งหนึ่ง (50 เปอร์เซนต์) ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด

11. รีเทนชั่นไทม์ (retention time) หมายถึง ระยะเวลานับตั้งแต่พีคของตัวทำละลายปรากฏขึ้น จนกระทั่งถึงส่วนสูงสุดของพีคของสารนั้น ๆ เมื่อฉีดสารนั้นเข้าเครื่องแกส-โครมาโตกราฟ

12. พีค (peak) หมายถึง สัญญลักษณ์ที่บันทึกบนกระดาษกราฟซึ่งแสดงผลตอบ (response) เมื่อส่วนประกอบของสารได้แยกออกมาจากคอลัมน์ (column) โดยปกติจะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

13. คอลัมน์ (column) หมายถึง ส่วนของเครื่องแกสโครมาโตกราฟ ซึ่งทำหน้าที่แยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารออกจากกันให้บริสุทธิ์

14. เมช (mesh) หมายถึง หน่วยสำหรับใช้วัดความถี่ของตะแกรงร่อนที่ใช้ร่อนตัวอย่างดิน ซึ่งแสดงจำนวนช่องตามความยาว 1 นิ้ว เช่น

ความถี่ 1 เมช หมายถึง จำนวน 1 ช่อง ต่อ 1 ตารางนิ้ว

ความถี่ 4 เมช หมายถึง จำนวน 16 ช่อง ต่อ 1 ตารางนิ้ว

<u>เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย</u>

แซนส์ และคณะ (Sans, et. al., 1966) (29) ได้วิเคราะห์หาปริมาณและชนิดของยาฆ่าแมลงในดินที่ใช้ทำนา 31 แห่ง ทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งเป็นแหล่งทำการกสิกรรมกันอย่างหนาแน่น พบว่ามีพวก organochlorine insecticides ตกค้างอยู่ คือมี ดีดีที มากกว่า 0.1 ppm. ใน 24 แห่ง จาก 31 แห่ง อลดริน และดีลดริน พบประมาณ 0.1 ppm. ใน 16 แห่ง จาก 31 แห่ง เฮพตาคลอร์ และ เฮพตาคลอร์ เอพอกไซด์ พบ 3 แห่ง คลอเดนพบทุกแห่งที่ฉีดเฮพตาคลอร์ วัตถุมีพิษหรือยาฆ่าแมลงเหล่านี้ตกค้างอยู่ในดินที่ใส่วัตถุมีพิษนั้น ๆ มาแล้ว 9 ปี วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณและชนิดของวัตถุมีพิษที่ตกค้างอยู่ในดินดังกล่าวนี้ ใช้วิธี Calorimetric method.

ดัฟฟี่ และ วอง (Duffy and Wong, 1967 (11) ได้วิเคราะห์ยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดิน โดยสกัดด้วย soxhlet extractor ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน 3 : 1 และเติม light-petroleum ลงไปในระหว่างการสกัด ใช้เวลาสกัดนานติดต่อกัน 12 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาเขย่าด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างเอา isopropanol ออกไป นำชั้นของ hexane มาทำให้สะอาดโดยผ่าน column ที่บรรจุด้วย florisil วิเคราะห์หายาฆ่าแมลงโดยใช้เครื่อง Gas chromatograph. ที่มีเครื่องตรวจชนิด electron capture ซึ่งภายในท่อบรรจุด้วย 4 % SE-30-6 % QF-1 และทดลองเพื่อยืนยันโดยวิธี thin layer chromatography ใช้ Silica gel และตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ ethyl acetate ในอัตราส่วน 9 : 1 จากการทดลองตรวจพบ DDT, DDE, TDE, aldrin, dieldrin, heptachlor, heptachlor epoxide และ γ - chlordane

โคล (Cole, 1967) (10) ได้ศึกษาวิเคราะห์ดินทางตอนเหนือของเพนซิลวาเนีย โดยสกัดด้วย soxhlet extractor และใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร สกัดต่อเนื่องกันนาน 16 ชั่วโมง จากนั้นนำมา partition โดยใช้ acetone แล้วผ่านลงไปในท่อซึ่งบรรจุ alumine celite และ nuchar-activated carbon ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 เพื่อกรองสิ่งสกปรก และเม็ดสี ออกจากสารตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์หาวัตถุมีพิษด้วย Gas chromatography ที่มี เครื่องตรวจ (detector) ชนิด electron capture ผลปรากฏว่าพบวัตถุมีพิษน้อยมาก ที่พบคือ ดีดีอี ออโตพาราดีดีที ดีดีที และ ดีลดริน

วิลเลี่ยม (Williams, 1968) (31) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดพวก organo-chlorine insecticides จากดินร่วนซุย (silt loem) ซึ่งใส่ออลดริน เฮฟทาคลอร์ ดีลดริน เฮฟทาคลอร์เอพอกไซด์ และดีดีที เมื่อปี 1953 โดยสกัดด้วยวิธีการเขย่า และ soxhlet extractor และวิเคราะห์หาวัตถุมีพิษโดยใช้เครื่อง Gas chromatograph พบว่าการสกัดโดยวิธี soxhlet extraction ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง n-hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 41 : 59 และใช้เวลาสกัดนาน 12 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์ recovery สูงกว่าการเขย่าด้วยตัวทำละลาย ผสมระหว่าง hexane กับ acetone, hexane กับ isopropanol และ acetonitrile

ซาฮา (Saha, 1868) (28) ได้ศึกษาวิเคราะห์ดินร่วนซุย (silt loam) โดยใช้ดินตากแห้ง 100 กรัม ใส่ดีลดรินที่มีกำมันตภาพรังสี คาร์บอน 14 (C^{14} - Dieldrin) แล้วเก็บไว้ 4 เดือน เรียกว่า dry soil อีกส่วนหนึ่งหลังจากเติมดีลดรินแล้วเติมน้ำ 20 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ 4 เดือน เรียกว่า wet soil นำดินทั้งสองประเภทนี้ มาสกัด โดยการเขย่าด้วยตัวทำละลายดังนี้

ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 9:1
ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 1:1
ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน 2:1
ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ในอัตราส่วน 1:1

ตัวทำละลายผสมระหว่าง chloroform กับ methanol ในอัตราส่วน 1:1 สารละลายของ acetonitrile

นำสารละลายที่สกัดได้มาตรวจหาปริมาณกัมมันตรังสี พบว่าประสิทธิภาพของการสกัดใน wet soil น้อยกว่า dry soil ยกเว้นการสกัดดีลดรีน โดยใช้วิธีการเขย่ากับ acetonitrile สำหรับตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol และ hexane กับ acetone จะให้ recovery จาก wet soil น้อย คือประมาณร้อยละ 50.65 แสดงว่าการสลายตัวของดีลดรีน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเกิดใน wet soil มากกว่าใน dry soil สารที่เกิดจากการสลายตัว (degradation product) สกัดออกจากดินได้ยากกว่าสารตัวเดิม การเพิ่มความเข้มข้นของ hexane กับ acetone ร้อยละ 10 – 15 จะลดประสิทธิภาพของการสกัดดีลดรีนจาก wet soil การเพิ่มความเข้มข้นของ isopropanol ในตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol จะสกัดดีลดรีนได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 – 7 การเปลี่ยนอัตราส่วนของตัวทำละลาย จะเปลี่ยนประสิทธิภาพการสกัดจาก dry soil ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone จะเป็นตัวสกัดที่ดีกว่าตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ isopropanol ใน dry soil ตัวทำละลาย acetonitrile สามารถแยกปริมาณของดีลดรีนจาก wet soil และ dry soil ได้ดีกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น

วูลสัน และ เคียร์นี (Woolson and Kearney, 1969) (32) ได้ศึกษาวิจัยยาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated hydrocarbons) โดยวิเคราะห์จากดิน 3 ชนิด คือ Hagerstown silty clay loam, Christiana clay loam และ Holtville silty clay ซึ่งดินทั้ง 3 ชนิดนี้ ใส่เอ็นดริน ออลดริน ดีลดริน เฮพตาคลอร์ เฮพตาคลอร์เอพอกไซด์ ลินเดน เมทอกซีคลอร์ และ ดีดีที นำมาสกัดด้วย soxhlet extractor ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ใช้เวลาสกัดนาน 12 ชั่วโมง ได้เปอร์เซ็นต์ recovery ประมาณร้อยละ 78

ยูล (Yule, 1970) (30) ได้ศึกษาดินทางตอนเหนือ และทางตะวันออกของภาคเหนือของสหรัฐอเมริกา ที่ฉีดดีดีทีเพื่อป้องกันแมลง โดยนำดินมาร่อนและสกัดด้วยตัวทำละลายผสม ระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร และนำมาทำให้–

สะอาดโดย florisil วิเคราะห์หาปริมาณของยาฆ่าแมลง โดยวิธี Gas chromatography และ Thin layer chromatography หลังจากฉีดยาฆ่าแมลง เมื่อ 11 ปีที่แล้ว ปรากฏว่า ตรวจพบดีดีที และ isomer ของดีดีที ตกค้างอยู่ในดินเพียงเล็กน้อย

จอห์นเซ็นท์ และคณะ (Johnsen, et. al., 1972) (17) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดยาฆ่าแมลงประเภท คลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน ที่ตกค้างในดิน ที่ใส่เฮพตาคลอร์ เอพอกไซด์ และดีลดริน โดยสกัดด้วย Polytron Ultrasonic Generator (Brinkmann Instrument) และ soxhlet extractor แล้ววิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงด้วยเครื่อง Gas chromatagraph ที่มีเครื่องตรวจชนิด electron capture ผลปรากฏว่าการสกัดโดยใช้ Polytron Ultrasonic Generator ให้เปอร์เซ็นต์ recovery สูงประมาณร้อยละ 95 และใช้เวลาในการสกัดประมาณ 30 วินาที แต่การสกัดด้วย soxhlet extractor ต้องใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์ recovery น้อยกว่า

เชสเตอร์ และ อาร์มสตรอง (Chester and Armstrong, 1972) (8) ได้ศึกษาตัวทำละลายที่ใช้สกัดดินในห้องปฏิบัติการ โดยใส่ ดีดีที 0.025 ppm. ลงในดินเป็นเวลา 1 – 7 วัน แล้วนำมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 41:59 ปรากฏว่าได้ผลดีมาก ต่อมาได้มีนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ทดลองใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายผสมนี้ ไปสกัดดินก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก

แนส และ แฮร์ริส (Nash and Harris, 1972) (25) ได้ศึกษาวิธีป้องกันการเปลี่ยนแปลงของดีดีที ไปเป็นดีดีอี ระหว่างการสกัดดินที่เป็นด่างสูง และดินที่ใช้ทำการทดลองขึ้น จะทำให้ดีดีทีเปลี่ยนไปเป็น ดีดีอี ได้ง่ายขึ้น วิธีการสกัดใช้ column ซึ่งได้ปรับปรุงเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของ ดีดีที ระหว่างการสกัด การสกัดนั้นถ้าหากใช้ column จะเร็วกว่าการสกัดโดยใช้ soxhlet extractor และการเขย่า แต่การสกัดโดยใช้ column มีดีดีที ตกค้างอยู่ร้อยละ 4 การสกัดด้วย soxhlet extractor จะมีดีดีทีตกค้างอยู่ร้อยละ 1 เท่านั้น ดินที่เป็นด่างมากสามารถสกัดได้ดีด้วย soxhlet extractor และ column โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของดีดีทีไปเป็นดีดีอี

นอกจากนี้ แนส และแฮร์ริส ยังได้ศึกษาถึงความชื้นของดินที่มีผลต่อการสกัดดีดีที และ

อนุพันธ์ของดีดีที โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี ดังนี้

1. สกัดด้วย soxhlet extractor โดยใช้ดินแห้ง 1 – 5 กรัม เติมน้ำ 1 มิลลิลิตร ลงในดิน ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane : acetone : methanol ในอัตราส่วน 8:1:1 ใช้เวลาสกัดนาน 12 ชั่วโมง สารละลายที่ได้จากการสกัดลดปริมาตรให้เหลือ 10 มิลลิลิตร ใน Kuderna Danish Concentrator แล้วเติม hexane ลงไปอีก 25 มิลลิลิตร

2. สกัดโดย column ใช้ดินแห้ง 3 กรัม เติมน้ำ 2 มิลลิลิตร ลงในดิน ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane : acetone : methanol ในอัตราส่วน 4:3:3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปล้างน้ำ 2 ครั้ง ๆ ละ 500 มิลลิลิตร แล้วผ่านส่วนของสารละลายในโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ

3. สกัดโดยการเขย่า ใช้ดินแห้ง 5 กรัม ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 1:1 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร นาน 24 ชั่วโมง และนำสารละลายที่ได้ไปผ่าน Florisil 5 กรัม และล้างด้วยน้ำ 2 ครั้ง ๆ ละ 50 มิลลิลิตร และผ่านโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ

ผลจากการทดลองปรากฏว่า ถ้าดินมีความชื้นมากจะสกัดดีดีทีและอนุพันธ์ของดีดีที ออกมาได้ปริมาณน้อยกว่าดินที่มีความชื้นน้อย

แนส (Nash, 1973) (26) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดวัตถุมีพิษประเภทคลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน จากดินปนทรายซึ่งใส่วัตถุมีพิษ เมื่อ 20 ปีที่แล้ว สกัดโดย shaker, column และ soxhlet extractor ตรวจหาปริมาณวัตถุมีพิษด้วยเครื่อง Gas chromatograph ที่มีเครื่องตรวจ (detector) ชนิด electron capture ทดลองกับ ออลดริน ดีลดริน อะโซดริน เอ็นดริน เฮพตาคลอร์ คลอเดน ทอกซาฟีน BHC พบว่าการสกัดโดยใช้ soxhlet extractor และการเขย่ามีประสิทธิภาพดีกว่าการสกัดด้วย column การสกัดโดยใช้ soxhlet extractor และการเขย่าหาปริมาณวัตถุมีพิษประเภทคลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน 9 ชนิด ได้ค่าใกล้เคียงกัน การสกัดโดยใช้ column มีประสิทธิภาพต่ำสุด ผลจากการตรวจพบว่ามี ออลดริน 15.1 ppm. ดีลดริน 12.8 ppm.

อะโซดริน 23.3 ppm. เอ็นดริน 35.5 ppm. เฮพตาคลอร์ 13.5 ppm. คลอเดน 7.7 ppm. ทอกซาฟีน 45.1 ppm. BHC 6.6 ppm.

บับลิค (Bublik, 1974) (7) ได้วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของวัตถุมีพิษในดิน นำตัวอย่างดินมาสกัดโดยเขย่าด้วย hexane ใช้ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างดิน 1 กรัม ใช้เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ต่อจากนั้นทำ partition ด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟต และกลั่นลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 0.1 – 0.2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาวัตถุมีพิษโดยวิธี Thin lyer chromatography ซึ่งใช้ silica gel และ heptane หรือ hexane เป็นตัวทำละลาย สารมาตรฐานที่ใช้ได้แก่ เฮพตาคลอร์ เฮพตาคลอร์เอพอกไซด์ และ γ – BHC นำแผ่นกระจกที่ทดลองแล้วมาพ่นด้วย 1 % diphenylamine ใน acetone จนทั่วทั้งแผ่น และอบด้วยแสงอุลตราไวโอเลต 3 – 5 นาที จะปรากฏสีเป็นแถบ ๆ แยกเอาแต่ละแถบมาวิเคราะห์หาปริมาณของวัตถุมีพิษ โดยวิธี Polarography ซึ่งใช้ 0.5 N. tetramethylammonium bromide ใน 10 – 40 % ethanol เป็น supporting electrolyte.

บทที่ 2

ทฤษฎีโครมาโตกราฟี (9)

โครมาโตกราฟี หมายถึง วิธีการแยกสารผสมให้บริสุทธิ์ โดยการใส่สารละลายของสารผสมที่ต้องการจะแยกลงในตัวกลาง (medium) ซึ่งสามารถที่จะซับสารนี้ไว้ได้โดยการดูดซับ (absorption) ละลายหรือโดยวิธีการอื่น ๆ จากนั้นผ่านของเหลวหรือก๊าซไปในตัวกลาง ซึ่งจะชะ (elute) สารผสมต่าง ๆ ออกไปด้วยอัตราความเร็วที่ต่างกัน การเคลื่อนที่ของสารผสมไปตามทิศทางของการชะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดทางกายภาพและทางเคมีระหว่างสารนั้นกับตัวกลางและตัวชะ สารผสมที่ต้องการแยกให้ได้สารบริสุทธิ์จะละลายในตัวกลางส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะละลายในตัวชะ ดังนั้นจะมีการแบ่งละลาย (partition) ของสารในสารผสมระหว่างตัวกลางกับตัวชะ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผสมที่ละลายในตัวกลาง และตัวชะจะคงที่เสมอ อัตราส่วนนี้เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของการแบ่งละลาย (partition coefficient)

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

สารใดในสารผสมที่สามารถจะละลายในตัวกลางได้ดี จะเคลื่อนที่ไปได้ช้า หากละลายได้ดีในตัวชะก็จะเคลื่อนที่ไปได้เร็วกว่า ดังนั้นการแยกสารให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้ การดูดซับและการแบ่งละลายจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง

โครมาโตกราฟีแบบ ก๊าซ – ของเหลว (gas liquid chromatography, GLC) เป็นวิธีการแยกสารให้บริสุทธิ์ โดยมีตัวกลางเป็นของเหลวเคลือบอยู่บนเม็ดของแข็งซึ่งบรรจุอยู่ในท่อ (column) มีตัวชะหรือตัวพา (carrier) เป็นก๊าซ เมื่อฉีดสารผสมเข้าไปก๊าซจะพาสารผสมเข้าสู่ท่อซึ่งบรรจุเม็ดของแข็งที่เคลือบแล้ว อัตราการเคลื่อนที่ของสารผสม

ในท่อนี้ขึ้นอยู่กับการแบ่งละลายของสารผสมระหว่างของเหลวที่เป็นตัวกลางกับก๊าซที่เป็นตัวพา ต่อจากนั้นตัวพาจะนำสารผสมเข้าเครื่องตรวจ (detector) แล้วเครื่องตรวจจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องบันทึกบนกระดาษกราฟในรูปของพีค (peak) สารใดสามารถละลายในตัวพาได้ดีจะถูกพาออกมาเร็วกว่าสารที่ละลายได้ดีในตัวกลาง ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน ตัวพาจะใช้เวลานำไปสู่เครื่องตรวจและเครื่องบันทึกในระยะเวลาที่เท่ากัน ระยะเวลานี้เรียกว่า retention time สารแต่ละชนิดจะมี retention time แตกต่างกัน ค่า retention time เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร และสามารถใช้ทำนายสารตัวอย่างได้

คุณสมบัติบางประการของสารและส่วนประกอบที่ใช้ในโครมาโตกราฟีแบบก๊าซ – ของเหลว

1. ตัวกลางควรจะเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดสูง และอาจมีคุณสมบัติเป็น polar หรือ non polar ก็ได้ เช่น 3 % OV-1, 3 % QF-1, 10 % DC-200 เป็นต้น

2. เม็ดของแข็ง ควรเป็นสารที่มีคุณสมบัติเฉื่อย (inert) และตัวกลางสามารถเคลือบบนผิวหน้าได้ง่าย ส่วนมากมักจะเป็นเม็ดกลมมีขนาด 80 – 120 เมช เช่น Chromosorb W., Chromosorb P., Celite$^{(R)}$. Gas-Chrom Q., Anakrom ABS เป็นต้น

3. ท่อ อาจทำด้วยแก้ว โลหะ หรือพลาสติค มีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น ขดเป็นเกลียว หรืองอเป็นรูปตัว U

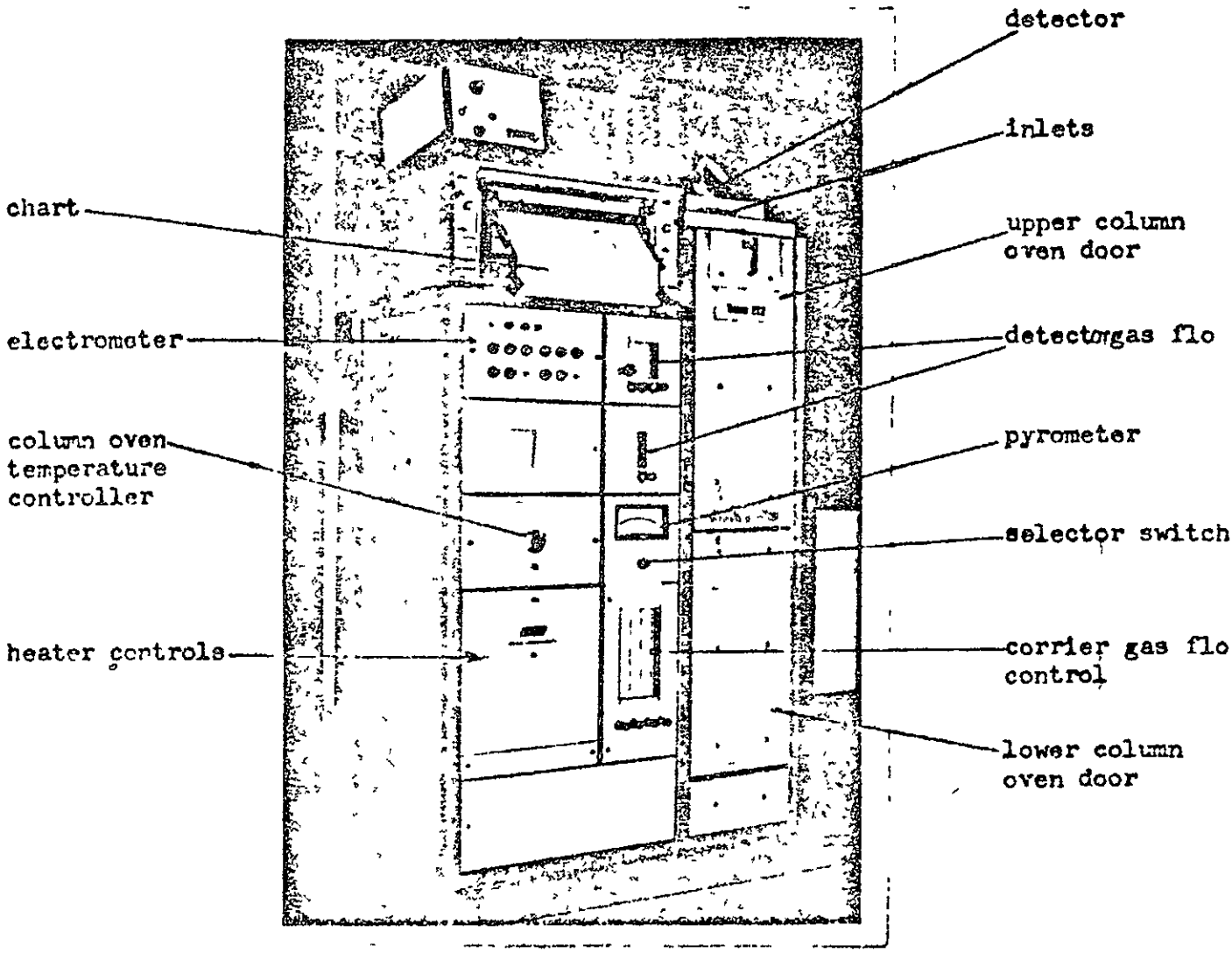
4. ตัวพา เป็นก๊าซ เช่น ไนโตรเจน ฮีเลียม ไฮโดรเจน เป็นต้น

5. เครื่องตรวจ มีอยู่หลายแบบ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามชนิดของสารตัวอย่าง เช่น

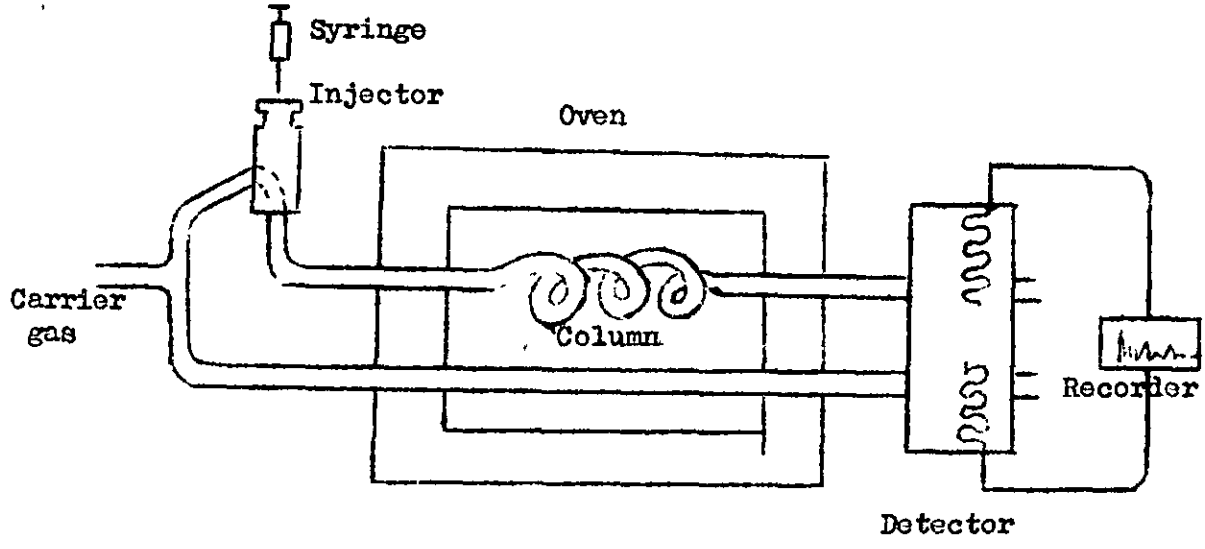
ก. เครื่องตรวจแบบ flame ionization ใช้สำหรับตรวจเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ วัตถุมีพิษประเภท ออกาโนฟอสเฟต

ข. เครื่องตรวจแบบ electron capture ใช้สำหรับตรวจสารประกอบประเภท alkyl halide วัตถุมีพิษประเภทคลอรีเนเต็ดไฮโดรคาร์บอน

ค. เครื่องตรวจแบบ argon ionization ใช้สำหรับตรวจสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ



ภาพ 1 แสดงเครื่องตรวจยาะกาแมลงชนิด Gas Chromatograph



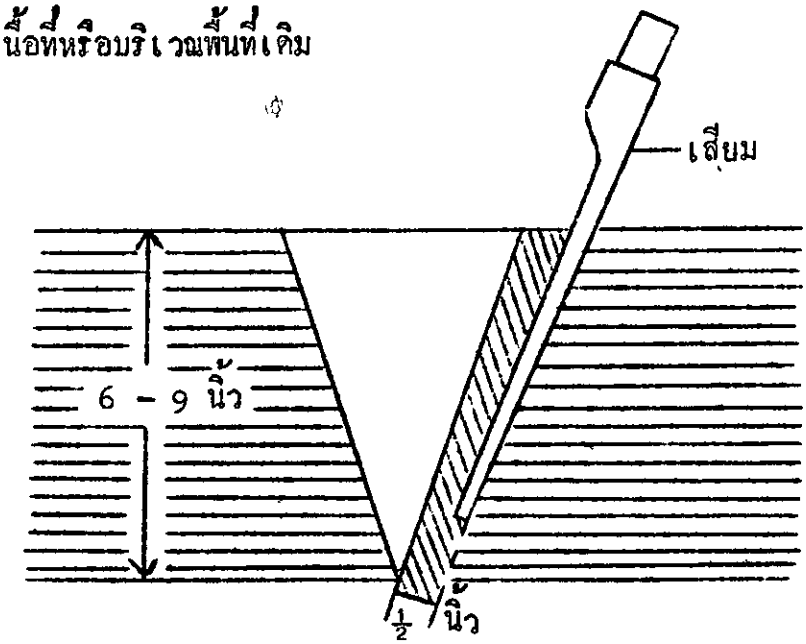
ภาพ 2 แผนผังแสดงหลักการทำงานของโครมาโตกราฟีแบบกาซ - ของเหลว (Mc. Nair and Bonelli, 1969) (22)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

การเก็บตัวอย่าง

สำรวจเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ซึ่งกสิกรใช้ทำการเกษตรของจังหวัดลพบุรี จำนวนทั้งหมด 24 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างใช้วิธี cluster random sampling คือ เก็บเป็นจุด ๆ กระจายไปทั่วทั้งแปลง จำนวน 10 - 12 จุด ในเนื้อที่ประมาณ 10 - 15 ไร่ แต่ละจุดขุดหลุมลึกประมาณ 6 - 9 นิ้ว ขุดเป็นรูปตัว V ใช้เสียมแซะดินด้านหนึ่งให้หนาประมาณครึ่งนิ้ว ขุดจากปากหลุมให้ขนานลงไปตามหน้าดินจนถึงก้นหลุม (ดังภาพ 3) ตัวอย่างดินที่เก็บทั้งหมด 10 - 12 จุดนี้ นำมาผสมกันเป็นหนึ่งตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง เว้นระยะเวลาการเก็บตัวอย่างประมาณ 45 - 60 วันต่อหนึ่งครั้ง ทั้งหมด 4 ครั้ง เป็นเวลา 8 เดือน โดยเก็บก่อนทำการเพาะปลูก 1 ครั้ง ระหว่างการเพาะปลูก 2 ครั้ง และหลังจากการเก็บเกี่ยวผลิตผลแล้วอีก 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 96 ตัวอย่าง แต่ละครั้งที่เก็บจะต้องเก็บในเนื้อที่หรือบริเวณพื้นที่เดิม



ภาพ 3 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. อุปกรณ์

1.1 ภาชนะสำหรับตากตัวอย่างดิน (ดังภาพ 4)

1.2 ตะแกรงร่อนดินขนาด 18 เมช

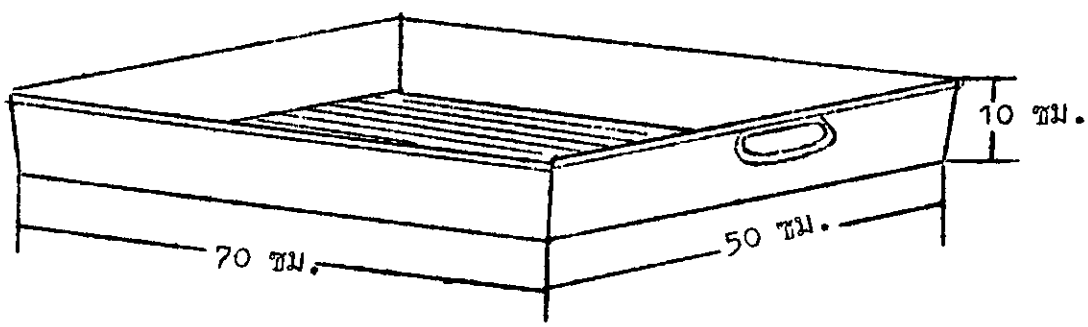
1.3 เครื่องแบ่งส่วนตัวอย่างดิน (soil sampler)

1.4 เครื่องสกัดยาฆ่าแมลงชนิด soxhlet extractor(ดังภาพ 5)

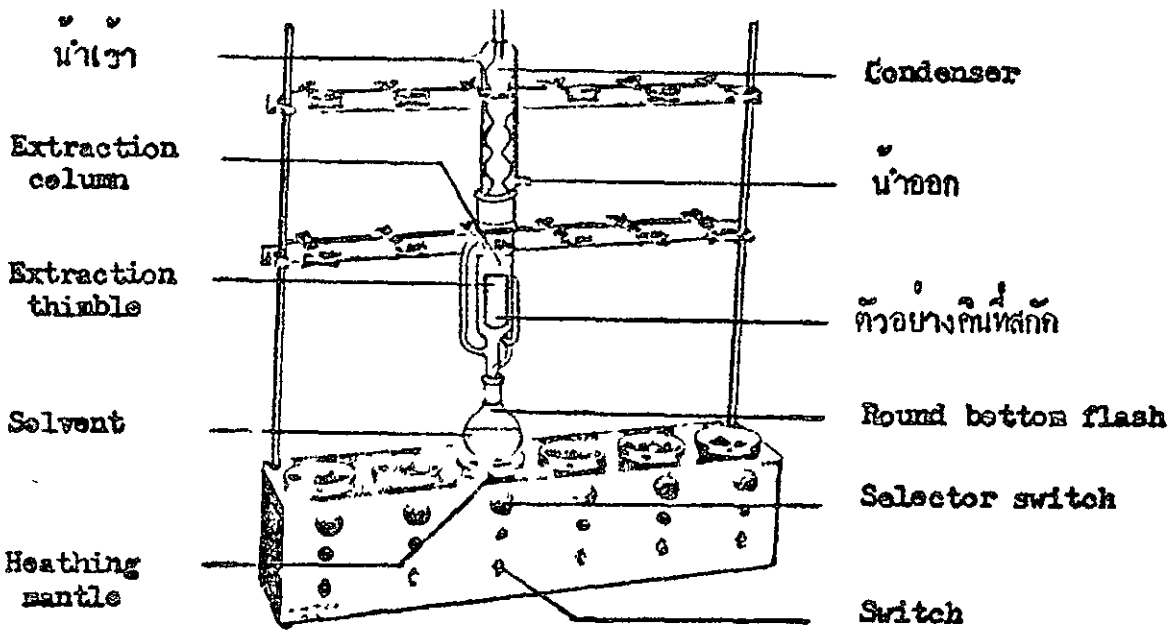
1.5 กรวยแยก (funnel)

1.6 เครื่อง Gas chromatograph

1.7 เข็มฉีดขนาดเล็ก (microsyringe)



ภาพ 4 แสดงภาชนะที่ใช้ตากตัวอย่างดิน



ภาพ 5 แสดงเครื่องสกัดยาฆ่าแมลงชนิด Soxhlet extractor

2. สารเคมี

2.1 acetone ชนิด analytical grade

2.2 hexane ชนิด analytical grade

2.3 โซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ

2.4 สารเคมีมาตรฐาน คือ p.p'- DDT, p.p'- DDE, p.p'- TDE, o,p'- DDT, aldrin, dieldrin,-endrin, heptachlor, heptachlor epoxide, kelthane, chlordane, lindane, methoxychlor.

3. วิธีการทดลอง

3.1 นำตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่างมาแล้วคลุกเคล้ากัน นำไปผึ่งในห้องปฏิบัติการ แล้วบดให้ละเอียดและร่อนด้วยตะแกรงที่มีความถี่ 18 เมช นำตัวอย่างดินที่ร่อนแล้วมาแบ่งเป็นสองส่วน และชั่งดินแต่ละส่วนให้หนัก 50 กรัม เพื่อใช้ในการสกัด

3.2 นำตัวอย่างดินที่ชั่งแล้ว 50 กรัม มาสกัด โดยใส่ลงใน extraction thimble ขนาด 33 x 118 มิลลิลิตร ใส่ลงใน extraction column ใช้ตัวทำละลายผสมระหว่าง hexane กับ acetone ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ใส่ตัวทำละลายผสมนี้ 250 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลม ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วนำไปตั้งบน heating mantle ปรับอุณหภูมิให้ได้ 50 ซ ตัวทำละลายจะระเหยและควบแน่นใน condenser แล้วหยดลงมาบนตัวอย่างดิน และชะล้างยาฆ่าแมลงที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างดินลงมาสู่ขวดก้นกลม ใช้เวลาในการสกัดนี้นานประมาณ 8 ชั่วโมง

3.3 นำสารละลายที่ได้จากการสกัดเทใส่กรวยแยก แล้ว partition ด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟต 2% ครั้งละ 100 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งจะต้องแยกเอาชั้นน้ำทิ้งไป นำสารละลายที่ได้ผ่านโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ เพื่อดูดซับน้ำที่อาจจะตกค้างอยู่ในสารละลาย ลดปริมาตรของสารละลายที่เตรียมได้โดยใช้เครื่องเป่าลม ให้เหลือปริมาตร 25 มิลลิลิตร แล้วตรวจหาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงด้วย Gas cnromatography

3.4 สภาวะ (condition) ของเครื่อง Gas chromatograph แบบ MT - 220 (Tracor Instrument, Texas) มีดังนี้

3.4.1 ท่อ (column) เป็นชนิดหลอดแก้วรูปตัวยู (U) ยาว 6 ฟุต มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน $\frac{1}{4}$ นิ้ว ภายในท่อมีสารบรรจุอยู่ 2 ชนิด คือ 3%OV-1 และ 3% QF_1 บน chromosorb W. ขนาด 100 - 120 เมช อุณภูมิของท่อ 200°ซ

3.4.2 กาซที่เป็นตัวพา carrier gas ใช้แก๊สไนโตรเจนที่บริสุทธิ์ ปรับอัตราการไหล 100 มิลลิลิตร ต่อ นาที

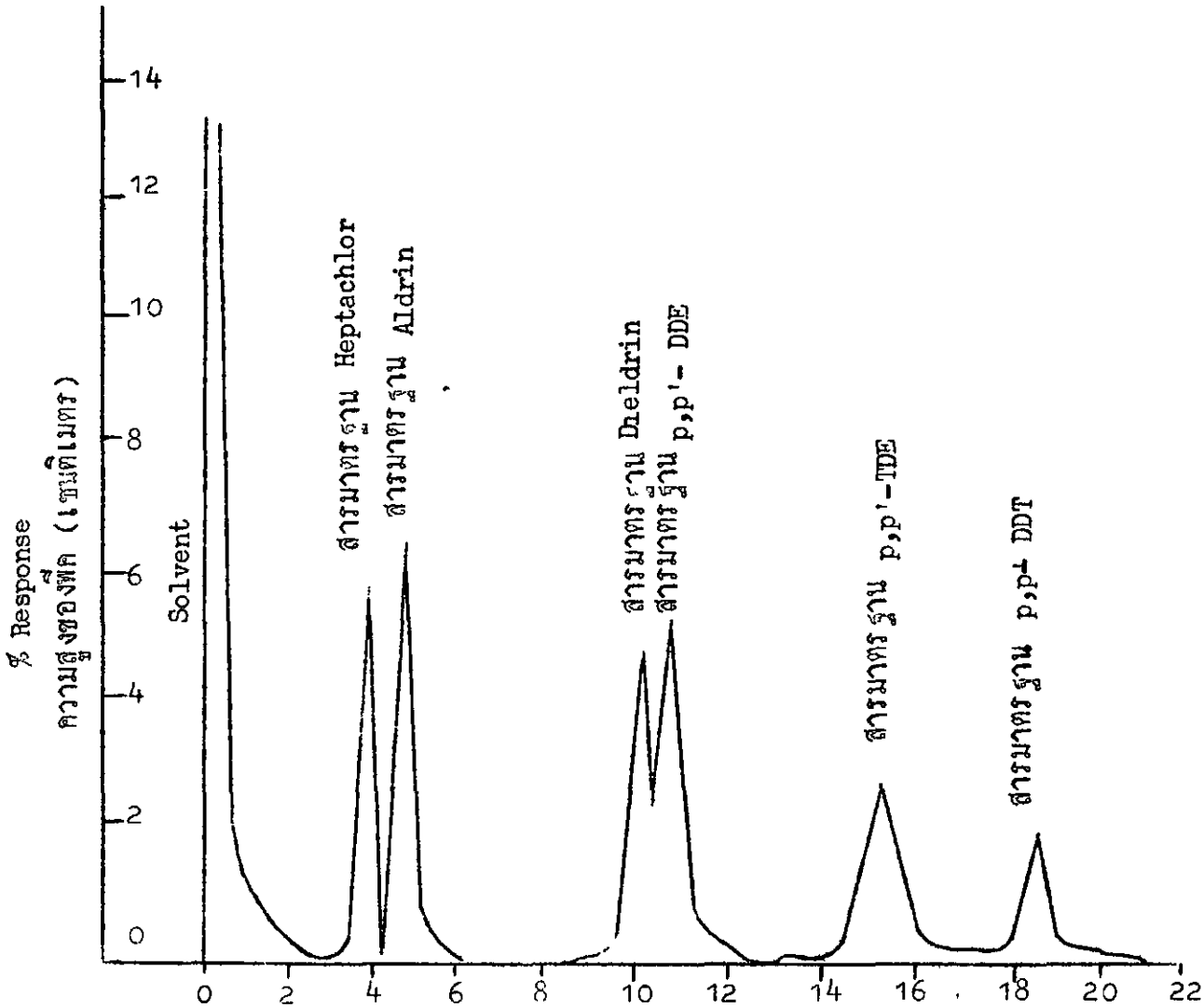
3.4.3 เครื่องตรวจ (detector) เป็นชนิด electron capture โดยใช้ ^{63}Ni อุณภูมิของเครื่องตรวจ 300°ซ

หลังจากฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง Gas chromatograph สารจะกลายเป็นไอ กาซไนโตรเจนจะผ่านท่อที่บรรจุ 3% OV - 1 on 100 - 120 mesh chromosorb W. ไอของสารส่วนหนึ่งจะละลายอยู่ในของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในท่อ และไออีกส่วนหนึ่งจะแบ่งละลายอยู่ในกาซไนโตรเจน ต่อจากนั้นกาซไนโตรเจนจะพาไอของสารผ่านไปในเครื่องตรวจซึ่งมี ^{63}Ni ^{63}Ni จะให้รังสีเบต้า ทำให้โมเลกุลของกาซไนโตรเจนแตกออก แล้วได้อิเลคตรอนที่มีอัตราการเคลื่อนที่ช้า (slow electron) อิเลคตรอนนี้จะไปสะสมที่ขั้วบวก (anode) ทำให้กระแสไฟคงที่ สารตัวอย่างที่ถูกพาเข้ามา เป็นสารชนิดที่สามารถดูดซึมอิเลคตรอน (electron absorbing) กระแสไฟฟ้าในวงจรจะลดลง การลดลงของกระแสไฟฟ้าอาจวัดได้จากจำนวนของสารประกอบ และelectron affinty ของสารประกอบชนิดนั้น ๆ จะออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า และจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องบันทึก เครื่องบันทึกจะแปรสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ออกมา และบันทึกลงบนกระดาษกราฟในรูปของพีค (peak) นำข้อมูลที่ได้นี้ไปวิเคราะห์หาชนิดและคำนวณหาปริมาณของยาฆ่าแมลงจากการทดลองข้างต้นนี้

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. ตรวจหาชนิดของยาฆ่าแมลง โดยนำพีคของสารตัวอย่างที่ได้ไปเปรียบเทียบกับพีคของสารมาตรฐาน ดูว่าพีคที่ได้จากสารตัวอย่างมี retention time ตรงกับพีคของสารมาตรฐานตัวใด ดังในภาพ 6 และภาพ 7

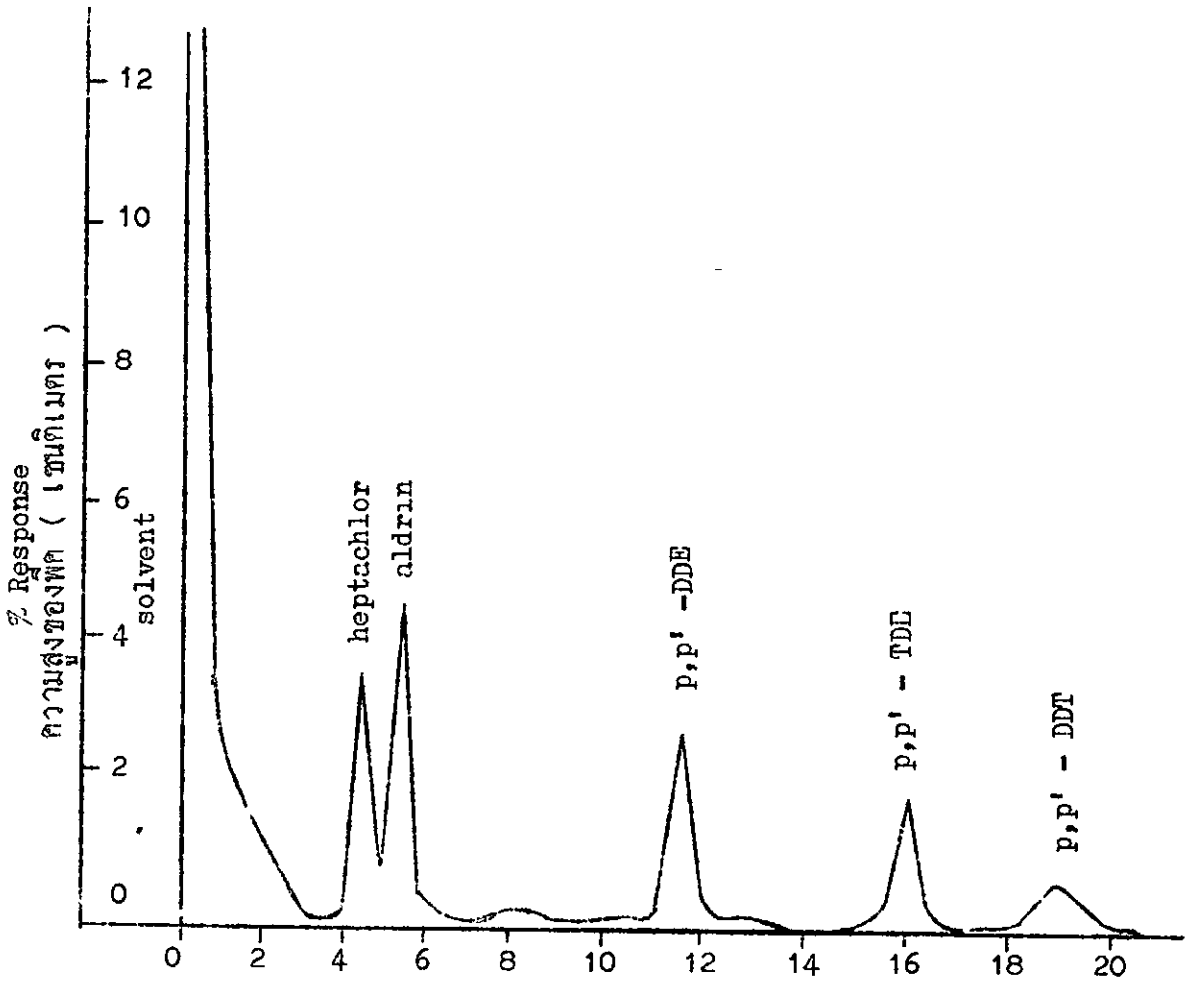
ฝ่ายวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศูนย์วิทยทรัพยากร



(column บรรจุ 3% OV - 1 on 100 - 120 mesh chromosorb W.)

ภาพ 6 แสดง retention time ของสารเคมีมาตรฐาน

65263

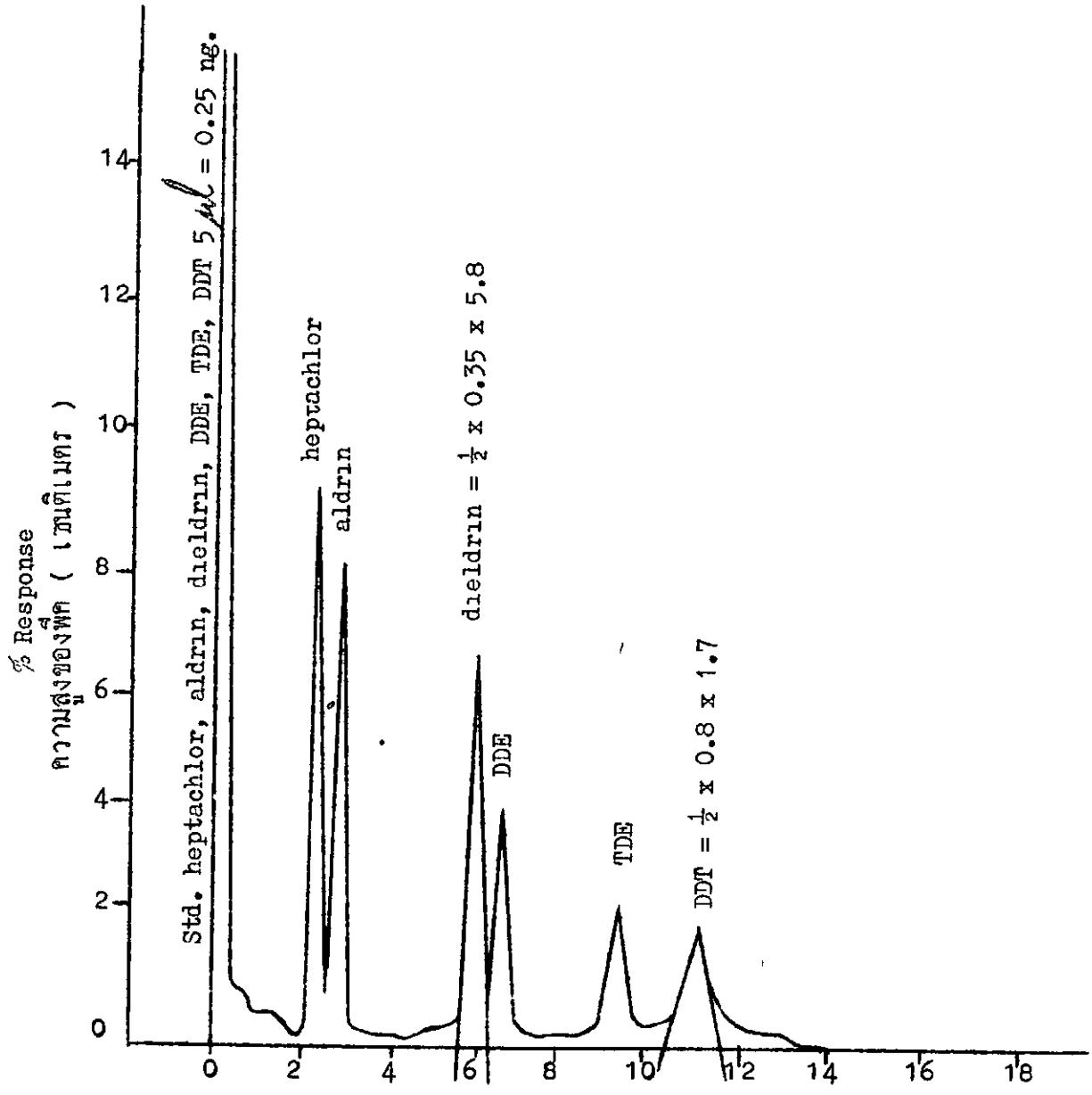


(column บรรจุ 3% OV - 1 on 100-120 mesh chromosorb W.)

ภาพ 7 แสดง retention time ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่วิเคราะห์

จากภาพ 6 และภาพ 7 แสดงว่าพีคที่ได้จากสารตัวอย่าง เป็นพีคของเฮพตาคลอร์ อออลดริน ดีดีที และดีดีอี เพราะพีคเหล่านี้มี retention time ตรงกับพีคของสารมาตรฐาน

2. หาปริมาณของยาฆ่าแมลง โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารตัวอย่าง กับพื้นที่สามเหลี่ยมของสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน ดังภาพ 8 และภาพ 9



(column บรรจุ 3% OV - 1 on 100 - 120 mesh Chromosorb W.)

ภาพ 8 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของยาฆ่าแมลงในสารมาตรฐาน

จากภาพ 4 และภาพ 5 : สมมุติฉีดสารผสมของสารมาตรฐาน 5 μl มีสารแต่ละตัว

= 0.25 ng.

: สมมุติฉีดสารตัวอย่าง 5 μl มียาฆ่าแมลง 6 ชนิดที่มี retention time เท่ากับ เฮฟตาคลอร์ ออลดริน ดีลดริน ดีดีอี ทีดีอี และ ดีดีที ในสารมาตรฐาน

วิธีคำนวณหาปริมาณของยาฆ่าแมลง

<u>ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณของ ดีลดริน</u>

ร้อยละพื้นที่สามเหลี่ยมของสารมาตรฐานดีลดริน = $\frac{1}{2}$ x 0.35 x 5.8 ตารางเซนติเมตร

ร้อยละพื้นที่สามเหลี่ยมของสารตัวอย่างดีลดริน = $\frac{1}{2}$ x 0.45 x 8.3 ตารางเซนติเมตร

$\therefore$ ในสารตัวอย่างมีดีลดริน = $\frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.45 \times 8.3}{\frac{1}{2} \times 0.35 \times 5.8}$ ng.

= 0.45 ng.

สารตัวอย่าง 5 μl มีดีลดริน = 0.45 ng.

สารตัวอย่างปริมาตร 50×10^3 μl มีดีลดริน = $\frac{0.45 \times 50 \times 10^3}{5}$

ดิน 50 กรัม มีดีลดริน = $\frac{0.45 \times 50 \times 10^3}{5}$ ng.

ดิน 1 กรัม มีดีลดริน = $\frac{0.45 \times 50 \times 10^3}{5 \times 50}$ ng.

= $\frac{0.45 \times 10^3}{5 \times 10^3}$ μg.

ดิน 1 กรัม มีดีลดริน = 0.09

หรือดินนี้มีดีลดรินอยู่ = 0.09 ppm. μg.

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณของดีดีที

พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารมาตรฐาน = $\frac{1}{2}$ x 0.8 x 1.7 ตารางเซนติเมตร

พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารตัวอย่าง = $\frac{1}{2}$ x 0.5 x 5.6 ตารางเซนติเมตร

$$\therefore \text{ในสารตัวอย่างมีดีดีที} = \frac{0.25 \times \frac{1}{2} \times 0.5 \times 5.6}{\frac{1}{2} \times 0.8 \times 1.7} \text{ ng.}$$

∴ ปริมาณดีดีที ในสารตัวอย่าง 5 μl = 1.55 ng.

ปริมาตรสาร 25 10^3 μl มี = $\frac{1.55 \times 25 \times 10^3}{5 \times 50 \times 10^3}$ $\mu g.$

ดิน 1 กรัม มีดีดีที = 0.155 $\mu g.$

∴ ดินมีดีดีที = 0.155 ppm.

จากตัวอย่างการคำนวณพอจะสรุปเป็นสูตรในการคำนวณได้ดังนี้ คือ

$$\text{ปริมาณยาฆ่าแมลง (ppm.)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน}}{\text{พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารมาตรฐาน}} \times \frac{\text{พื้นที่ใต้สามเหลี่ยมของสารตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณสารตัวอย่างที่ฉีดเข้าเครื่อง GLC.}} \times \text{ปริมาณสารตัวอย่างทั้งหมด}$$

หมายเหตุ

จะใช้สารนี้คำนวณได้ เมื่อใช้ดินตัวอย่างละ 50 กรัม ความเข้มข้นของสารมาตรฐานมีหน่วยเป็น ng. และพื้นที่ใต้สามเหลี่ยมมีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร

การวัดการกระจายของข้อมูล และแจกแจงข้อมูล

1. การวัดการกระจายของข้อมูล วัดโดยการหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลแต่ละชุด โดยใช้สูตร

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

σ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ปริมาณยาฆ่าแมลงของแต่ละตัวอย่าง

$\bar{X}$ = ปริมาณเฉลี่ยของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมดของดิน

2. การแจงข้อมูล นำปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในตัวอย่างดินแต่ละชนิดไปแบ่งเป็นชั้น โดยมีจำนวนชั้นและอัตรภาคชั้นตามแต่ความเหมาะสม เพื่อดูปริมาณของยาฆ่าแมลงในแต่ละช่วงว่ามีความถี่มากน้อยเพียงใด

บทที่ 4

ผลการทดลอง

สำรวจเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อหาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงในพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรกรรม ของจังหวัดลพบุรี จำนวน 4 ครั้ง รวมทั้งหมด 88 ตัวอย่าง ดังนี้คือ

ครั้งที่ 1 เก็บระหว่างวันที่ 3 – 8 มิถุนายน พ.ศ. 2519 จำนวน 23 ตัวอย่าง

ครั้งที่ 2 เก็บระหว่างวันที่ 12 – 15 สิงหาคม พ.ศ. 2519 จำนวน 23 ตัวอย่าง

ครั้งที่ 3 เก็บระหว่างวันที่ 3 – 7 ตุลาคม พ.ศ. 2519 จำนวน 22 ตัวอย่าง

ครั้งที่ 4 เก็บระหว่างวันที่ 8 – 13 ธันวาคม พ.ศ. 2519 จำนวน 20 ตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ Percent Recovery คิดเป็นร้อยละ 92.45

การตรวจวิเคราะห์หายาฆ่าแมลงในตัวอย่างดิน จังหวัดลพบุรีนี้ ยาฆ่าแมลงที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ มี 13 ชนิด คือ ดีดีที ดีดีอี ทีดีอี ออโตพาราดีดีที ออลดริน คลอเดน ดิลดริน เฮพตาคลอร์ เฮพตาคลอร์เอพอกไซด์ ลินเดน เอ็นดริน เคลเซน และเมทอกซีคลอร์ เมื่อได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด ในตัวอย่างดินทุกตัวอย่างแล้ว ปรากฏผลดังนี้ คือ

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิดที่พบในดิน

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	methoxychlor
1	1	20.0	93.3	30.5	–	55.2	–	84.5	52.3	39.4	–	–	–	–
	2	15.4	38.1	13.6	–	50.5	–	78.7	36.9	30.4	–	–	–	–
	3	21.9	88.1	26.6	10.1	44.9	–	66.4	39.9	28.6	–	–	–	–
	4	19.4	66.3	14.2	9.1	12.3	–	22.6	19.1	14.8	–	–	–	–
2	1	37.5	–	72.0	T	27.2	–	51.2	71.7	46.0	–	–	–	–
	2	28.7	–	29.6	T	26.2	–	16.2	35.6	37.2	–	–	–	–
	3	26.1	10.6	59.6	9.4	19.6	–	46.0	55.6	39.2	–	–	–	–
	4	13.6	9.3	21.6	4.1	9.6	–	38.8	13.2	20.0	–	–	–	–
3	1	35.4	–	88.8	–	73.6	–	46.9	75.0	43.1	–	16.3	–	–
	2	34.1	–	25.2	–	31.9	–	36.1	21.0	21.4	–	11.2	–	–
	3	44.8	4.6	19.9	10.8	52.2	–	22.6	44.1	39.2	–	20.1	–	–
	4	13.9	1.1	8.6	9.1	13.5	–	14.1	22.4	13.5	4.2	13.5	–	–
4	1	41.8	55.3	82.9	T	43.9	38.0	T	42.3	40.5	–	–	–	–
	2	30.1	35.3	27.1	T	21.1	12.6	T	25.2	32.2	–	–	–	–
	3	46.1	44.4	62.7	–	13.9	22.4	9.6	37.4	29.5	–	–	–	–
	4	11.9	30.5	41.0	–	8.6	11.0	2.6	15.9	10.1	–	–	–	–

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	methoxychlor
5	1	31.4	–	83.3	–	73.6	65.9	6.9	88.0	57.9	–	–	–	–
	2	12.6	–	54.3	12.0	31.6	78.7	T	28.9	32.1	–	–	–	–
	3	29.5	8.8	77.3	15.5	46.8	61.9	5.5	19.1	50.1	–	–	–	–
	4	20.0	4.1	35.3	9.6	30.8	21.9	2.1	8.9	15.1	–	–	–	–
6	1	5.5	26.2	–	–	46.6	–	48.2	71.7	11.8	–	–	–	–
	2	5.3	12.6	–	–	43.5	92.0	36.2	27.1	10.2	–	–	–	–
	3	19.9	38.6	4.5	8.5	39.9	88.6	41.0	56.0	99.4	–	–	–	–
	4	15.5	25.7	4.0	6.6	28.4	80.1	33.6	44.1	88.2	–	–	–	–
7	1	263.4	78.5	208.0	136.7	36.2	–	9.9	203.6	–	–	–	–	–
	2	82.5	62.9	126.0	92.6	15.2	–	T	92.6	–	–	–	–	–
	3	141.5	55.2	202.1	103.8	9.4	15.9	3.4	46.0	10.4	–	–	–	–
	4	99.3	47.8	108.0	99.3	8.8	12.2	4.0	20.5	13.0	–	–	–	–
8	1	50.3	20.1	75.2	33.6	41.9	–	32.6	82.6	57.9	57.6	–	–	–
	2	30.2	13.2	11.7	29.2	29.3	–	26.1	16.2	42.1	32.6	–	–	–
	3	66.1	24.1	29.0	22.5	22.2	8.6	18.8	55.3	36.6	31.4	–	–	–
	4	77.4	22.2	13.9	20.0	11.9	4.8	99.3	47.4	28.4	23.5	–	–	–

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ซ้ำ ครั้งที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	methoxychlor
9	1	7.8	31.9	39.5	21.1	39.7	14.3	–	56.3	72.2	–	–	–	–
	2	6.2	16.7	26.7	12.6	22.3	13.2	–	51.2	55.3	–	–	–	–
	3	15.2	22.0	19.6	9.4	18.4	13.4	9.6	33.9	52.1	–	–	–	–
	4	9.3	20.3	13.2	7.2	13.5	10.3	8.8	29.2	44.7	–	–	–	–
10	1	7.8	23.9	20.5	–	29.2	52.6	3.4	51.7	–	–	–	–	–
	2	4.2	7.3	19.2	–	14.4	32.1	2.8	21.6	–	–	–	–	–
	3	9.4	15.3	22.3	9.6	15.5	26.9	4.4	20.3	–	–	–	–	–
	4	8.8	13.2	13.9	7.8	13.0	20.0	1.1	11.6	–	–	–	–	–
11	1	61.9	30.8	233.1	15.5	34.2	243.7	–	85.2	62.1	–	–	–	–
	2	49.6	12.6	96.5	9.2	29.4	80.3	–	38.4	21.9	–	–	–	–
	3	39.9	21.0	84.1	6.6	25.3	63.1	4.1	27.7	18.2	–	–	–	–
	4	24.7	18.8	66.3	4.1	19.1	33.4	2.0	19.3	12.0	–	–	–	–
12	1	17.5	–	34.5	–	50.5	93.6	5.9	39.2	47.3	–	–	–	–
	2	3.4	–	25.7	–	36.1	76.4	2.5	38.5	37.5	–	–	–	–
	3	8.6	9.4	14.9	8.2	29.1	88.4	6.1	29.5	41.0	–	–	–	–
	4	7.7	4.5	10.1	2.3	14.6	55.3	5.5	18.1	33.5	–	–	–	–

ตารางที่ 1 (ต่อ)

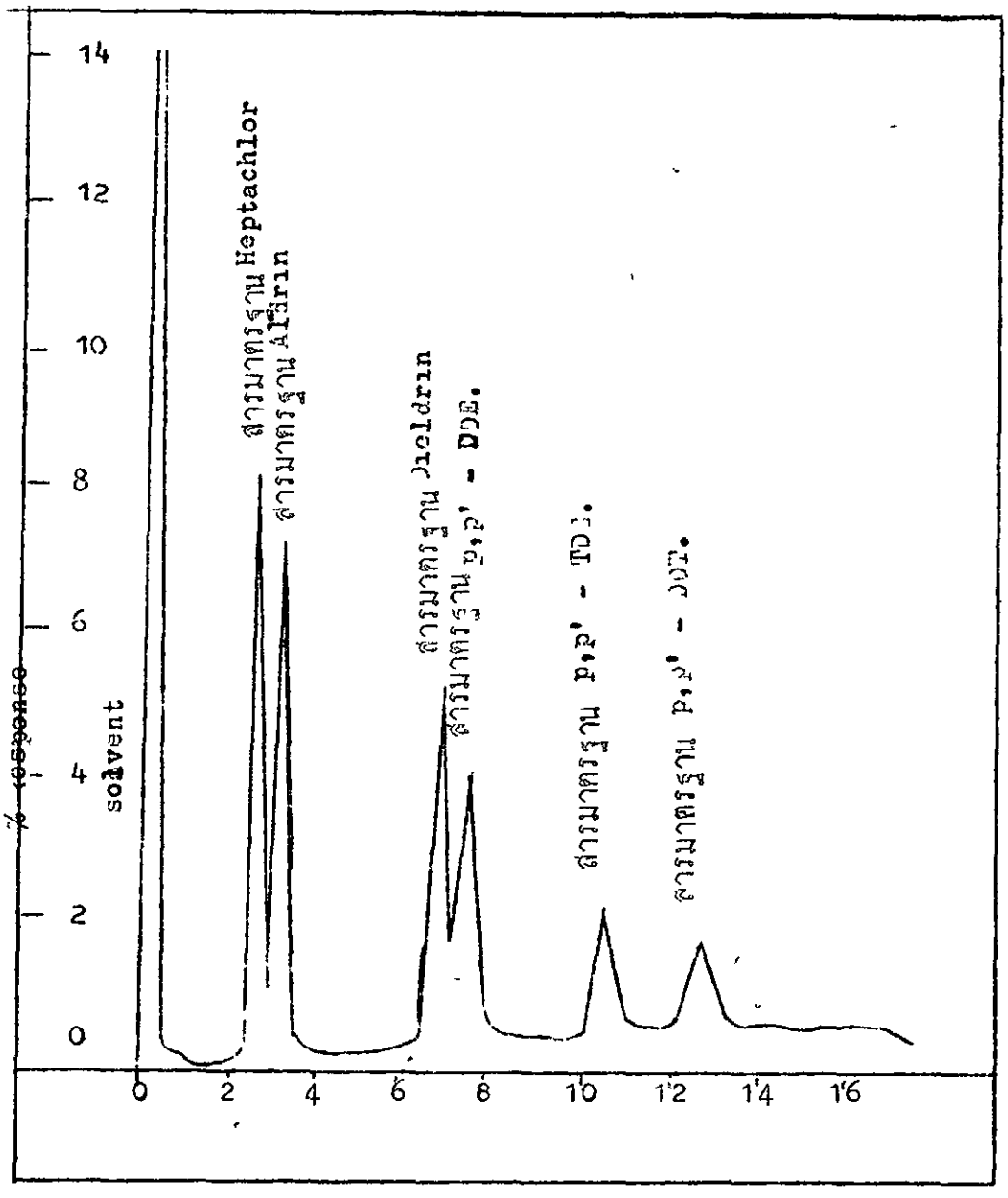
ตัวอย่างที่	ครั้งที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	methoxychlor
13	1	21.9	24.1	38.9	40.1	60.8	18.9	12.1	80.2	24.5	–	–	–	–
	2	17.8	19.8	20.1	39.2	22.4	9.9	9.6	55.6	11.0	–	–	–	–
	3	15.6	18.4	19.4	33.4	20.0	13.0	9.4	34.1	26.0	–	–	–	–
	4	10.1	13.2	9.3	22.6	15.1	99.4	8.8	28.2	14.5	–	–	–	–
14	1	14.5	7.2	35.6	7.8	46.3	–	–	72.8	–	–	–	–	–
	2	9.2	2.0	95.6	–	43.1	–	T	42.2	–	–	–	–	–
	3	13.4	3.9	42.0	6.5	39.2	–	–	53.5	41.0	–	–	–	–
	4	11.6	2.4	91.6	4.4	28.8	–	–	32.1	22.8	–	–	–	–
15	1	29.7	–	49.5	–	26.7	–	T	29.7	–	–	–	–	–
	2	2.1	–	42.6	–	29.1	–	–	13.6	26.4	–	–	–	–
	3	2.5	29.5	33.7	9.9	14.8	–	34.8	20.1	19.2	–	–	–	–
	4	1.9	13.9	27.7	3.4	11.2	–	25.1	19.2	13.0	–	–	–	–
16	1	3.6	–	51.6	–	36.7	–	–	27.2	31.2	–	T	–	–
	2	2.0	–	39.6	–	26.8	–	T	19.2	30.6	–	T	–	–
	3	1.6	9.6	26.4	–	18.8	–	–	21.0	22.6	–	T	–	–
	4	3.5	4.1	19.3	–	10.1	–	T	19.6	20.1	–	T	–	–

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ซ้ำที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	[illegible]
17	1	62.8	31.1	25.2	–	34.4	11.7	26.0	42.9	59.4	–	–	–	–
	2	11.2	29.0	20.2	–	31.3	9.6	7.1	20.5	42.2	–	–	–	–
	3	31.9	11.7	18.4	10.7	23.9	9.4	19.1	20.0	35.8	–	–	–	–
	4	21.2	10.4	13.2	11.2	13.8	8.4	11.3	17.6	33.8	–	–	–	–
18	1	20.8	44.9	42.5	–	24.0	–	–	42.7	67.2	–	T	–	–
	2	9.1	29.1	23.1	–	17.9	–	–	25.9	44.1	–	–	–	–
	3	11.6	32.2	19.0	–	23.4	–	6.9	19.3	33.8	–	–	–	–
	4	10.1	13.5	9.3	–	14.7	–	8.0	10.7	21.1	–	–	–	–
19	1	59.1	62.0	72.0	–	18.1	29.4	–	31.4	80.0	–	–	–	–
	2	25.6	52.1	48.1	–	13.6	22.6	–	27.5	62.1	–	–	–	–
	3	33.4	72.0	59.2	9.6	21.0	30.1	–	19.6	55.3	–	–	–	–
	4	22.4	35.8	42.1	3.9	19.5	18.8	–	9.6	32.8	–	–	–	–
20	1	26.7	67.5	37.7	–	37.1	9.8	–	48.1	75.6	–	–	–	–
	2	26.0	29.9	23.4	–	18.9	5.6	–	37.1	52.0	–	–	–	–
	3	23.7	31.5	33.0	–	26.6	9.3	7.7	28.4	50.9	–	–	–	–
	4	13.9	19.9	18.6	–	21.0	8.8	6.2	13.2	40.1	–	–	–	–

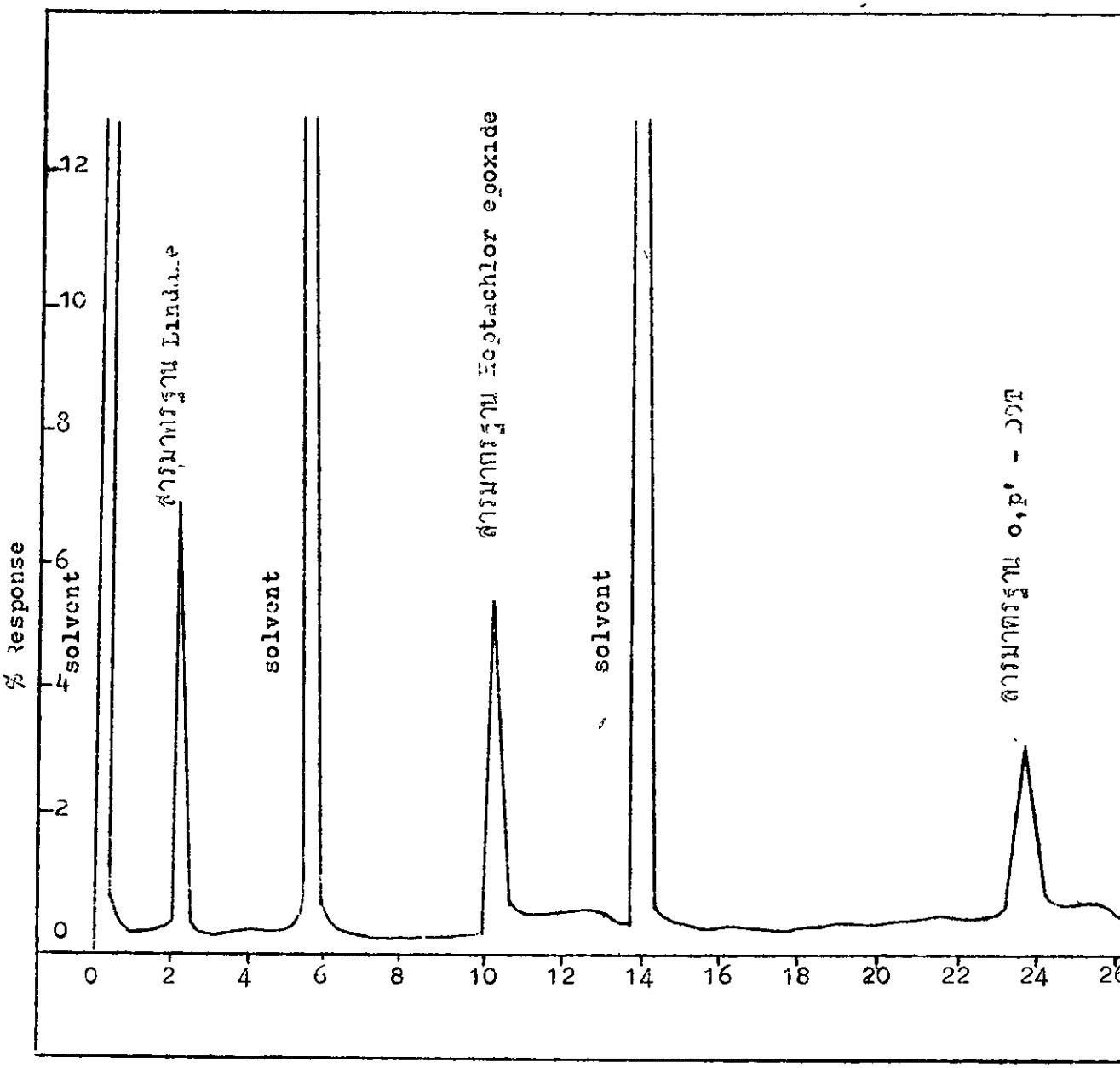
ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	p,p'-DDT	p,p'-TDE	p,p'-DDE	o,p'-DDT	aldrin	dieldrin	endrin	heptachlor	heptachlor epoxide	chlordane	lindane	kelthane	methoxychlor
21	1	22.5	37.5	33.5	-	23.2	43.6	5.3	27.9	38.5	-	-	-	-
	2	9.9	21.0	13.7	-	9.1	26.9	T	19.6	30.0	-	-	-	-
	3	นำทวมเก็บตัวอย่างคืนไม่ได้												
	4	นำทวมเก็บตัวอย่างคืนไม่ได้												
22	1	17.8	34.4	83.5	-	19.2	35.4	-	53.1	53.3	-	-	-	-
	2	12.8	32.7	28.3	-	11.6	19.8	-	27.9	42.0	-	-	-	-
	3	22.6	21.9	38.1	8.8	23.5	21.0	9.7	18.4	33.6	-	-	-	-
	4	นำทวมเก็บตัวอย่างคืนไม่ได้												
23	1	12.0	15.7	24.3	32.9	30.8	-	9.7	70.1	60.4	-	-	-	-
	2	4.8	6.1	6.9	22.6	17.5	-	T	29.6	43.2	-	-	-	-
	3	19.6	8.4	12.3	11.6	30.1	9.2	-	13.8	32.1	-	-	-	-
	4	นำทวมเก็บตัวอย่างคืนไม่ได้												
	$\sum X$	2351.7	2062.8	4157.8	1034.7	2398.7	2021.2	1176.9	3530.5	2955.3	149.3	61.1		
	$\bar{X}$	27.03	23.71	47.79	11.89	27.57	23.23	13.53	40.58	33.97	1.72	0.70		
	σ	34.492	19.706	50.859	22.130	44.043	33.597	21.559	30.423	18.113	7.906	3.205		



(column 3% OV - on chromosorb W.)

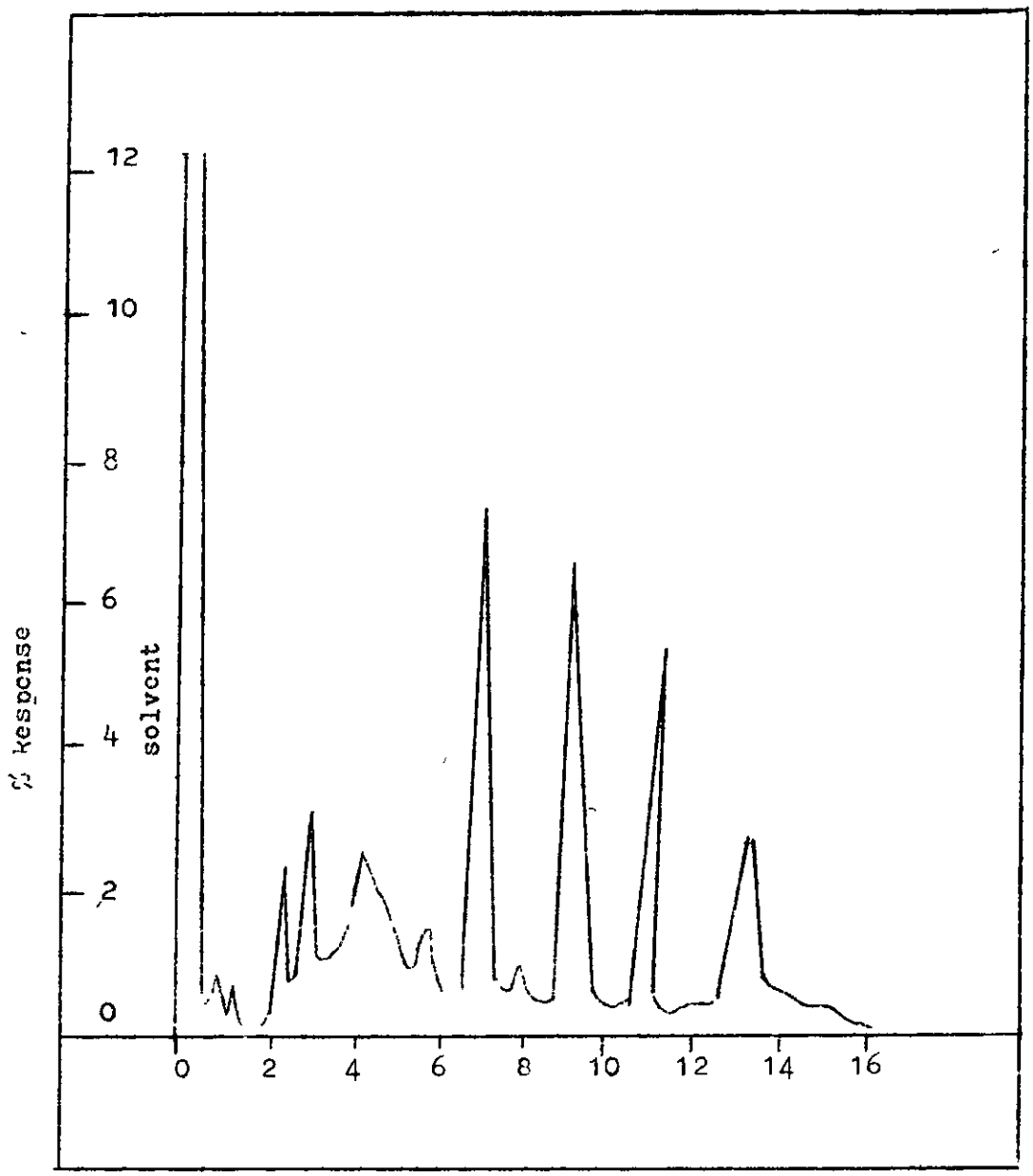
ภาพ 10 แสดง chromatogram ของ Standard Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, p,p' - DDE, p,p' - TDE, p,p' - DDT



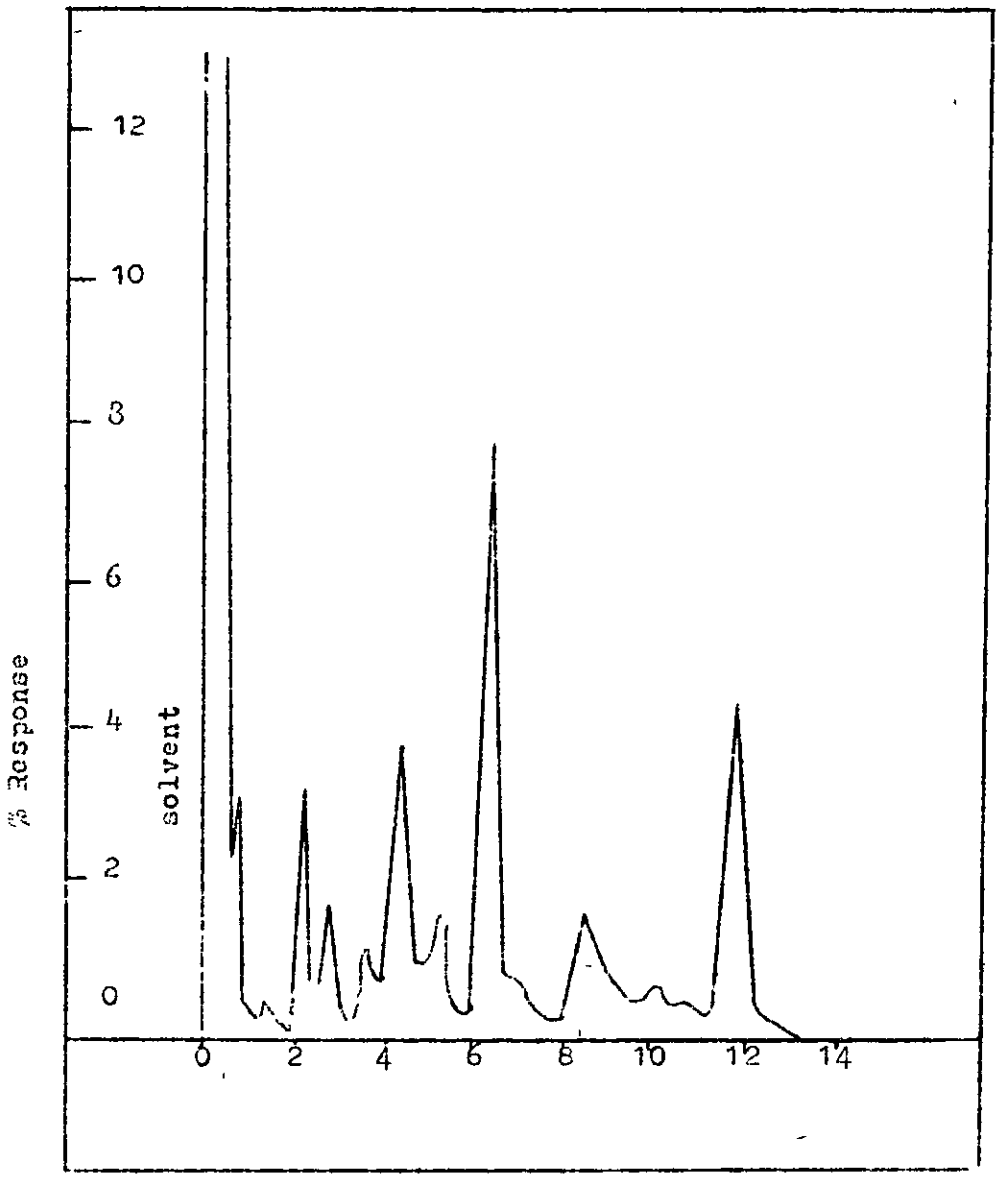
retention time (นาที)

(column 3% OV - on chromosorb W.)

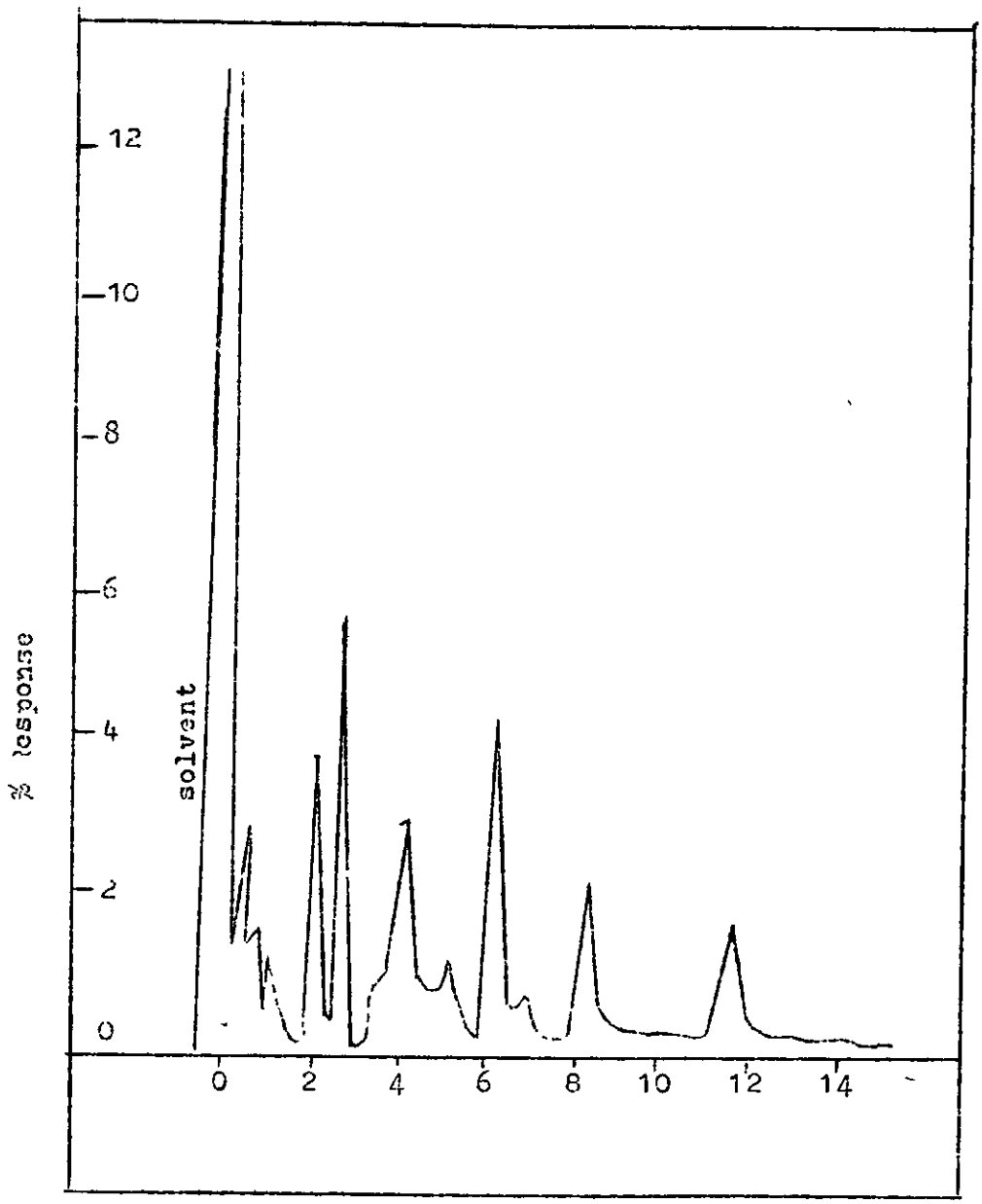
ภาพ 11 แสดง chromatogram ของ Standard Lindane, Heptachlor epoxide, o,p' - DDT.



ภาพ 12 แสดง Chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดินที่ 10 เดือน มิถุนายน



ภาพ 13 แสดง chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดิน ที่ 5 เดือน สิงหาคม



(column 3% OV - on chromosorb W.)

ภาพ 14 แสดง Chromatogram ของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างดิน ที่ 2 เดือน สิงหาคม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงประเภท คลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน ที่ตกค้างอยู่ในดิน ซึ่งใช้ทำการเกษตรของจังหวัดลพบุรี ว่ามีจำนวนมากหรือน้อยเพียงใด

วิธีดำเนินการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่าง สำรวจเก็บตัวอย่างดิน จากพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตร และมีการใช้ยาฆ่าแมลงของแต่ละอำเภอ ทุกอำเภอ ในจังหวัดลพบุรี ดินแต่ละตัวอย่างเลือกเก็บจากแปลงที่มีเนื้อที่ 10 – 15 ไร่ เก็บเป็นจุด ๆ ให้กระจายไปทั่วแปลง ประมาณ 10 – 12 จุด แต่ละจุดใช้เสียมขุดหลุมให้ลึกประมาณ 6 – 9 นิ้ว ขุดเป็นรูปตัว V และใช้เสียมแซะดินจากด้านข้าง ด้านใดด้านหนึ่ง หนาประมาณครึ่งนิ้ว จากปากหลุมให้ขนานลงไปตามหน้าดินจนถึงก้นหลุม ดินที่เก็บทั้ง 10 – 12 จุดนี้ นำมาผสมรวมกันเป็นหนึ่งตัวอย่าง ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง เว้นระยะการเก็บแต่ละครั้งให้ห่างกัน 45 – 60 วัน จำนวน 4 ครั้ง เป็นเวลา 8 เดือน โดยเก็บก่อนทำการเพาะปลูก 1 ครั้ง ระหว่างการเพาะปลูก 2 ครั้ง และหลังจากเก็บเกี่ยวผลิตผลแล้วอีก 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 88 ตัวอย่าง การเก็บแต่ละครั้งนั้นจะต้องเก็บในบริเวณเนื้อที่เดิมที่เคยเก็บแล้ว

2. เครื่องมือที่ใช้ การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณยาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนตเต็ดไฮโดรคาร์บอน ที่ตกค้างในดินที่ใช้ทำการเกษตรกรรม ของจังหวัดลพบุรีครั้งนี้ โดยใช้วิธี โครมาโตกราฟี่ แบบกาซ – ของเหลว โดยใช้เครื่อง Gas chromatograph แบบ MT-220 ท่อทำด้วยแก้วเป็นรูปตัวยู (U) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{4}$ นิ้ว ยาว 6 ฟุต ภายในบรรจุด้วย 3 % OV-1 on 100-200 mesh chromosorb W. อุณหภูมิของท่อ 200° ซ.

เครื่องตรวจชนิด electron capture ที่ทำกับ Ni^{63} อุณหภูมิ 300 ซ. ใช้กาซไนโตรเจนเป็นตัวพา ซึ่งไหลด้วยอัตราความเร็ว 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

3. <u>การรวบรวมข้อมูล</u> วิเคราะห์หาปริมาณยาฆ่าแมลง โดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้รูปสามเหลี่ยมของสารตัวอย่าง กับสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน หาชนิดของยาฆ่าแมลงโดยเปรียบเทียบ retention time ของสารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน

4. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

4.1 หาปริมาณเฉลี่ยของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด

4.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

1. จำนวนตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ 88 ตัวอย่าง ตรวจพบ p,p'-DDT ทุกตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณสูงสุดที่ตรวจพบคือ 263.4 ppb. ปริมาณต่ำสุด 1.9 ppb. คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 27.03 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 34.49 ppb. จำนวนตัวอย่างที่มี p,p'-DDT มากกว่า 27.03 ppb. ขึ้นไป มี 25 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่มี p,p'-DDT น้อยกว่า 27.03 ppb. ลงมามี 63 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ p,p'-DDT จะอยู่ในช่วงระหว่าง 10 – 30 ppb. คิดเป็นร้อยละ 35.27

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ p,p'-DDT กระจายมากเช่นนี้ แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณ p,p'-DDT ที่ตกค้างอยู่ในดินแตกต่างกันมาก

2. ตรวจพบ p,p'-TDE จำนวน 76 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 86.36 มีปริมาณที่พบสูงสุด คือ 93.3 ppb. ปริมาณต่ำสุด 1.10 ppb. คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 23.71 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.71 ppb. ตัวอย่างที่มี p,p'-TDE มากกว่า 23.71 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 36 ตัวอย่าง และตัวอย่างที่มี p,p'-TDE น้อยกว่า 23.71 ppb. ลงมา มีจำนวน 40 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่แล้วตัวอย่างดินจะมีปริมาณ p,p'-TDE อยู่ในช่วงระหว่าง 20 – 40 ppb. คิดเป็นร้อยละ 38.16

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ p,p'-TDE กระจายมากเช่นนี้ แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ p,p'-TDE ที่ตกค้างอยู่ในดินมีปริมาณแตกต่างกันมาก

3. ตรวจพบ p,p'-DDE จำนวน 86 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 97.73 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 278.0 ppb. ปริมาณต่ำสุด 4.0 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 47.79 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 50.86 ppb. ตัวอย่างที่มี p,p'-DDE มากกว่า 47.79 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 28 ตัวอย่าง ปริมาณที่มี p,p'-DDE ต่ำกว่า 47.79 ppb. ลงมามีจำนวน 58 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะมีปริมาณ p,p'-DDE อยู่ในช่วงระหว่าง 13 – 30 ppb. คิดเป็นร้อยละ 40.70

จากข้อมูลที่มีปริมาณ p,p'-DDE กระจายมากเช่นนี้ แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณ p,p'-DDE ที่ตกค้างอยู่ในดินแตกต่างกันมาก

4. ตรวจพบ o,p'-DDT จำนวน 48 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 54.55 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 136.7 ppb. ปริมาณต่ำสุด 2.3 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 11.89 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.13 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ o,p'-DDT มากกว่า 11.89 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 19 ตัวอย่าง ปริมาณที่มี o,p'-DDT ต่ำกว่า 11.89 ppb. ลงมา มีจำนวน 29 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ o,p'-DDT จะอยู่ในช่วงระหว่าง 8 – 15 ppb. คิดเป็นร้อยละ 37.50

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ o,p'-DDT กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณ o,p'-DDT ที่ตกค้างอยู่ในดิน มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก

5. ตรวจพบ aldrin จำนวน 88 ตัวอย่าง พบทุกตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 73.6 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 8.6 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 27.57 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 44.04 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ aldrin มากกว่า 27.57 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 37 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่มีปริมาณ aldrin ต่ำกว่า 27.57 ppb. ลงมา มี 51 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ aldrin จะอยู่ในช่วงระหว่าง 15 – 30 ppb. คิดเป็นร้อยละ 43.18

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ aldrin กระจายค่อนข้างมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ aldrin ที่ตกค้างอยู่ในดินมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

6. ตรวจพบ dieldrin จำนวน 53 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 56.82 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 243.7 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 4.8 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 23.23 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 33.59 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ dieldrin มากกว่า 23.23 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 24 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่มีปริมาณ dieldrin ต่ำกว่า 23.23 ppb. ลงมา มีจำนวน 29 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะมีปริมาณของ dieldrin อยู่ในช่วงระหว่าง 8.20 ppb. คิดเป็นร้อยละ 43.40

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ dieldrin กระจายค่อนข้างมากเช่นนี้ แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ dieldrin ที่ตกค้างอยู่ในดิน มีปริมาณใกล้เคียงกัน

7. ตรวจพบ endrin จำนวน 57 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 64.77 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 99.3 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 1.1 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 11.53 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21.56 ppb. ตัวอย่างที่มี endrin มากกว่า 11.53 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 25 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่มีปริมาณ endrin น้อยกว่า 11.53 ppb. มีจำนวน 32 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะมีปริมาณของ endrin อยู่ในช่วงระหว่าง 3 – 12 ppb. คิดเป็นร้อยละ 45.61

จากข้อมูลที่มีปริมาณ endrin กระจายค่อนข้างน้อย แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ endrin ที่ตกค้างอยู่ในดินมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

8. ตรวจพบ heptachlor ทุกตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 203.6 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 8.9 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 40.58 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 30.42 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor เกินกว่า 40.58 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 31 ตัวอย่าง ปริมาณตัวอย่างที่มี heptachlor ต่ำกว่า 40.58 ppb. ลงมามี 57 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ heptachlor จะอยู่ในช่วงระหว่าง 15 – 30 ppb. คิดเป็นร้อยละ 43.18

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ heptachlor ค่อนข้างมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ heptachlor ที่ตกค้างอยู่ในดินแตกต่างไม่มากนัก

9. ตรวจพบ heptachlor epoxide จำนวน 79 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 89.77 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 99.40 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 10.1 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 33.97 ppb. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.11 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor epoxide มากกว่า 33.97 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 40 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่มีปริมาณ heptachlor epoxide ต่ำกว่า 33.97 ppb. ลงมามี 39 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะมีปริมาณ heptachlor epoxide จะอยู่ในช่วงระหว่าง 25 – 40 ppb. คิดเป็นร้อยละ 30.38

จากข้อมูลที่มีปริมาณ heptachlor epoxide กระจายค่อนข้างมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ heptachlor epoxide ที่ตกค้างอยู่ในดิน มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก

10. ตรวจพบ chlordane จำนวน 5 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.68 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 57.6 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณต่ำสุด 4.2 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 1.72 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.91 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ chlordane มากกว่า 1.72 ppb. ขึ้นไป มี 5 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ chlordane จะอยู่ในช่วงระหว่าง 32 – 23 ppb. คิดเป็นร้อยละ 60.0

จากข้อมูลปริมาณของ chlordane กระจายน้อยมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของ chlordane ที่ตกค้างอยู่ในดิน มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก

11. ตรวจพบ lindane จำนวน 4 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 88 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.55 ปริมาณที่พบสูงสุดคือ 20.1 ppb. ปริมาณที่พบต่ำสุด 11.2 ppb. ปริมาณเฉลี่ย 0.70 ppb. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.21 ppb. ตัวอย่างที่มีปริมาณ lindane มากกว่า 0.70 ppb. ขึ้นไป มีจำนวน 4 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ปริมาณของ lindane จะอยู่ในช่วงระหว่าง 11 – 16 ppb. คิดเป็นร้อยละ 75.0

จากข้อมูลที่มีปริมาณของ lindane กระจายน้อยมาก แสดงว่าดินแต่ละตัวอย่างมีปริมาณ lindane ที่ตกค้างอยู่ในดิน มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก

<u>อภิปรายผลการทดลอง</u>

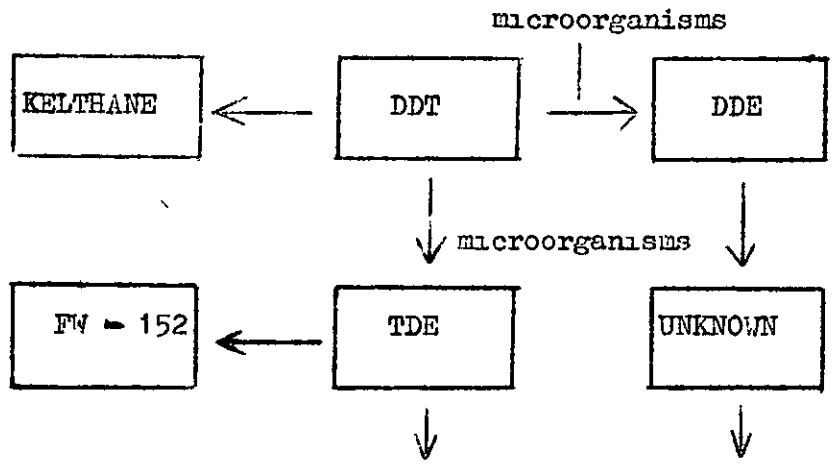
จากการวิจัยครั้งนี้ สามารถทำให้ทราบถึง

1. ปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในดินแต่ละตัวอย่าง เช่น ดีดีที เอ็นดริน ดีลดริน เป็นต้น พบว่ามีปริมาณที่แตกต่างกันมาก แสดงว่ายาฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด กสิกรนิยมใช้ในปริมาณที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก ปริมาณศัตรูพืช และความนิยมของกสิกรแต่ละท้องถิ่น ยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เช่น chlordane และ lindane แสดงให้เห็นว่ายาฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดนี้ กสิกรนิยมใช้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ส่วนยาฆ่าแมลงที่ตรวจไม่พบเลย มี methoxychlor และยาฆ่าไร kelthane

2. ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบสูงสุด คือ ดีดีที 263.4 ppb. และปริมาณต่ำสุด คือ ดีดีอี 1.1 ppb. อย่างไรก็ดีจากปริมาณของยาฆ่าแมลงที่พบสูงสุดนั้น ยังมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของต่างประเทศ ซึ่งพบว่ามี ดีดีที ตกค้างอยู่ในดิน สูงถึง 118 ppm. (San, W.W., <u>et. al.</u>, 1966) (28) ดังนั้นปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดินจังหวัดลพบุรี จึงยังไม่มีผลต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงในเวลาฉับพลัน แม้ว่าการสะสมของยาฆ่าแมลงจะยังมีปริมาณน้อยก็ตาม แต่ยาฆ่าแมลงดังกล่าวจะมีโอกาสที่จะสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถ้ายังมีการใช้ยาฆ่าแมลงชนิดเดิมกันทุก ๆ ปี อาจทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นได้ เช่น การดูดซับยาฆ่าแมลงในดินขึ้นสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช การสร้างความต้านทานของแมลงศัตรูพืชที่อาศัยอยู่ในดิน การชะล้างยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดินลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ และยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดินจะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ไส้เดือนดิน และสัตว์อื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน ซึ่งในประเทศไทยเรายังไม่ได้มีการศึกษาถึงปริมาณของยาฆ่าแมลงที่จะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ในดิน

3. ยาฆ่าแมลงหลายชนิดที่ตกค้างอยู่ในดินแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงและสลายตัวจากสารเดิมเป็นสารอื่น ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกันได้ เช่น

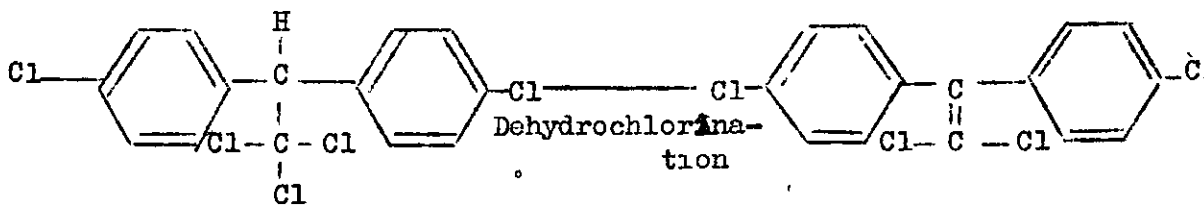
3.1 ยาฆ่าแมลงชนิด ดีดีอี และ ดีดีอี ที่ตรวจพบ เป็นยาฆ่าแมลงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง และการสลายตัวของ ดีดีที ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ในดิน (Soil microorganisms) สารที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงเป็น metabolic products ของ ดีดีที ดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดง Metabolic pathway ของ DDT โดยจุลินทรีย์ในดิน (Matsumara, 1970) (20)

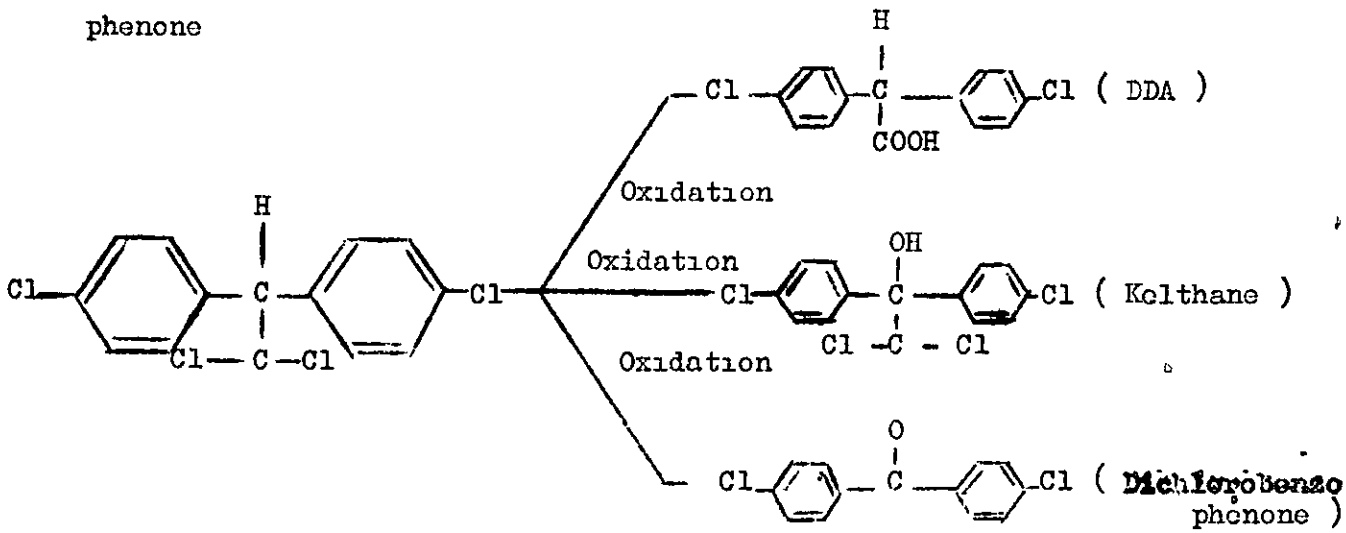
ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ ดีดีที เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปฏิกริยาต่าง ๆ (Plommer et. al, 1968) (27) ดังนี้ คือ

1. Dehydrochlorination ของ ดีดีที ได้ ดีดีอี

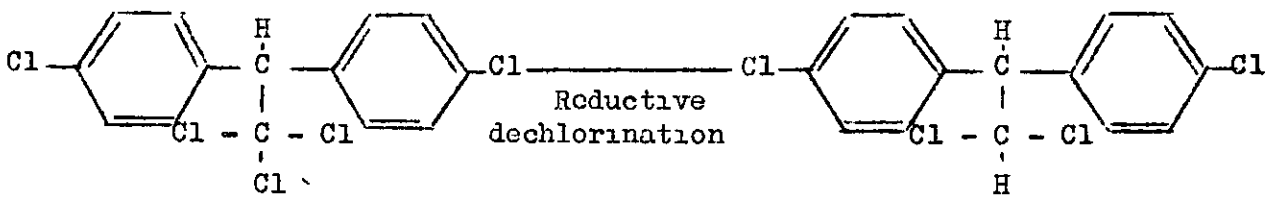


(DDT) (DDE)

2. Oxidation ของ ดีดีที ได้ ดีดีเอ, kelthane หรือ Dichlorobenxophenone



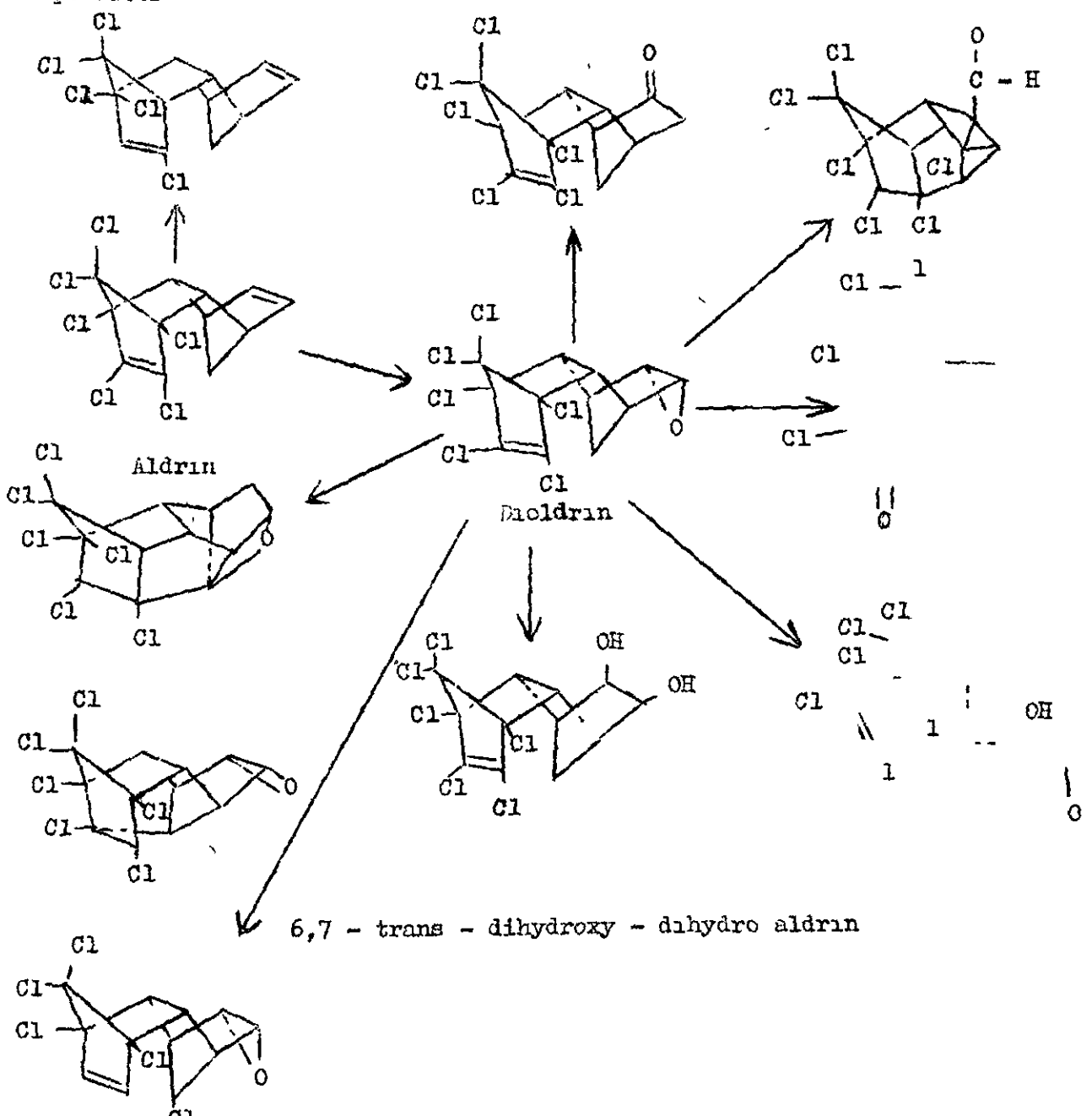
3. Reductive dechlorination ของ ดีดีที ได้ ทีดีอี (ดีดีดี)



ปริมาณยาฆ่าแมลงชนิด ดีดีอี และ ทีดีอี ที่ตรวจพบในดินแต่ละตัวอย่างนั้น ได้มาจากการสลายตัวของ ดีดีที เท่านั้น เพราะว่ายาฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่มีผสมอยู่ในยาฆ่าแมลงที่กสิกรใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

3.2 ยาฆ่าแมลงชนิด ออลดริน สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นดีลดรินได้ พบว่าเกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในดิน เช่น wireworm และยังพบว่าพืชชนิดต่าง ๆ เช่น แครอท ถั่วลิสง เป็นต้น ซึ่งใส่ในดินที่ปลูกเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเมื่อ 9 ปีมาแล้ว ยังตรวจพบมีดีลดรินตกค้างอยู่ (Wilkinson, et. al., 1964) (33) (Gannon, N., and Docker, G.C., 1958) (14).

นอกจากนี้ยังศึกษาพบว่า ดีลดรินสามารถสลายตัวได้ ซึ่งเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ในดิน เช่น Trichoderma viride, Pseudomona melophthora. เป็นต้น (Matsamura et. al., 1968) (21) สารที่ได้จากการสลายตัวเป็น metabolic products ของดีลดริน ดังภาพ 16



ภาพ 16 แสดง Metabolic pathway ของดีลดรินโดยจุลินทรีย์ในดิน

(Menzic, Calvin M., 1969) (23)

ดังนั้นแสดงว่าปริมาณของออลดริน และดีลดริน ที่ตรวจพบในดินแต่ละตัวอย่าง อาจมาจากออลดริน หรือดีลดริน โดยตรงจากการใช้ยา หรืออาจจะได้มาจากการสลายตัวของออลดรินไปเป็นดีลดริน หรือจาก ดีลดรินไปเป็นออลดริน ก็อาจเป็นได้

3.3 ยาฆ่าแมลงชนิด เฮฟตาคลอร์ สามารถเปลี่ยนไปเป็นเฮฟตาคลอร์ เอพอก-ไซด์ ได้ จากการศึกษาวิเคราะห์ดินที่ใช้เฮฟตาคลอร์มาแล้ว 1 ปี เมื่อตรวจหาปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดินนั้น พบว่ามีเฮฟตาคลอร์ และ เฮฟตาคลอร์เอพอกไซด์ ปริมาณของเฮฟตาคลอร์เอพอกไซด์ที่ตรวจพบมีปริมาณมากกว่า เฮฟตาคลอร์ (Gannon and J.H. Bigger, 1958) (12)

ดังนั้น เมื่อยาฆ่าแมลงชนิดเฮฟตาคลอร์ สามารถเปลี่ยนไปเป็น เฮฟตาคลอร์เอพอกไซด์ ได้ แสดงว่า ปริมาณของเฮฟตาคลอร์เอพอกไซด์ที่ตรวจพบในดินแต่ละตัวอย่าง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเฮฟตาคลอร์โดยตรง

4. ยาฆ่าแมลงทุกชนิดที่ตกค้างอยู่ในดิน อาจจะถูกน้ำชะล้างไปได้ ถ้าพื้นที่ใช้ยาฆ่าแมลงนั้นมีการระบายน้ำที่ดี เมื่อฝนตกยาฆ่าแมลงเหล่านั้นจะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำได้ จึงทำให้ปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดินลดลง . เช่น จากตัวอย่างที่ 11 กสิกรปลูกแตงโมและถั่วลิสง เก็บตัวอย่างครั้งแรกตรวจพบปริมาณของดีลดริน 243.7 ppb. หลังจากนั้นประมาณ 45 – 60 วัน ระยะนั้นมีฝนตก เมื่อเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เดิมมาตรวจพบว่าปริมาณของดีลดรินลดลงเหลือ 80.3 ppb. เมื่อเปรียบเทียบกับดินตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีการระบายน้ำไม่ดี เช่น ตัวอย่างที่ 17 ซึ่งกสิกรปลูกแตงโมเช่นเดียวกัน ครั้งแรกตรวจพบปริมาณของดีลดริน 11.7 ppb. ต่อจากนั้นอีกประมาณ 45 – 60 วัน เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เดิมมาตรวจอีก พบว่ามีปริมาณของดีลดริน 8.6 ppb. ซึ่งปริมาณของดีลดรินลดลงไม่มากนัก

5. ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน จากทุก ๆ อำเภอของจังหวัดลพบุรี ปรากฏว่าพบยาฆ่าแมลงในดินทุกตัวอย่าง ปริมาณที่พบสูงสุดคือ ดีดีที 263.4 ppb. ที่พบรองลงมาคือ ดีลดริน 243.7 ppb. และ ดีดีอี 233.1 ppb. และปริมาณที่พบต่ำสุดคือ ทีดีอี 1.1 ppb. ซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ แตกต่างจากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดินของจังหวัดสุโขทัย ซึ่งพบว่าปริมาณสูงสุดคือ endrin 1987.6 ppb. ที่พบ-

รองลงมาคือ ดีดีอี 58.5 ppb. และ ดีดีที 579.4 ppb. ปริมาณต่ำสุดคือ ออโทพารา ดีดีที 0.05 ppb. (มูกดา ประสพศิลป์, 1976) (3) แสดงว่ากสิกรจังหวัดลพบุรี และจังหวัดสุโขทัย นิยมใช้ยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในปริมาณที่ต่างกัน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกและศัตรูพืช ที่ต้องการป้องกันและกำจัด

6. ในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี กสิกรนิยมปลูกข้าวโพด ฝ้าย ยาสูบ ฯลฯ และนิยมใช้ยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นจึงตรวจพบปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างอยู่ในดิน สูงมากกว่าตัวอย่างดินที่เก็บจากอำเภออื่น ๆ ของจังหวัดลพบุรี โดยเฉพาะดินตัวอย่างที่ 7 ตรวจพบยาฆ่าแมลงหลายชนิด และพบในปริมาณที่สูงมาก เช่น ดีดีที 82.5 – 263.4 ppb. ดีดีอี 108.0 – 208.0 ppb. และ เฮพทาคลอร์ 92.6 – 203.6 ppb. เป็นต้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ควรได้มีการศึกษาค้นคว้าถึงอัตราการสลายตัวของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิดในดิน

2. ควรได้มีการศึกษาค้นคว้าถึงอิทธิพลของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

3. แนะนำให้ความรู้แก่ประชาชน เกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายจากยาฆ่าแมลงที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป เช่น วิธีการใช้ การเก็บรักษา การทำลายภาชนะที่บรรจุยา และการแก้พิษของยาฆ่าแมลง เป็นต้น

4. ควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าหาปริมาณของยาฆ่าแมลงแต่ละชนิดที่ตกค้างอยู่ในดินว่า ยาฆ่าแมลงทำอันตรายต่อจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่พืชในดิน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

(1) ประยูร ดีมา "วัตถุมีพิษที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูมนุษย์ และสัตว์กับสิ่งแวดล้อม" รายงานการวิจัยของสาขาวิจัยวัตถุมีพิษ กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ม.ป.ป. หน้า 5 – 6 อัดสำเนา.

(2) ประยูร ดีมา วัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรและการสาธารณสุข เอกสารทางวิชาการที่ 14 กรมส่งเสริมการเกษตร พระนคร 2517, 513 หน้า.

(3) มุกดา ประสพศิลป์ การหาชนิดและปริมาณของยาร่าแมลงที่ตกค้างในดินจังหวัดสุโขทัย ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 50 หน้า.

(4) วิเชียร ผัฐวัฒนานนท์ "ความปลอดภัยในผลิตผลเกษตรกรรมและอาหาร" เอกสารการค้นคว้าวิจัยวัตถุมีพิษ สาขาวิจัยวัตถุมีพิษ กองกีฏและสัตว์วิทยา กรมวิชาการเกษตร เลขที่ 3 เมษายน 2520.

(5) สมศักดิ์ วังใน "ดินเป็นพิษ" ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์ 20(36):24 – 26, 2516.

(6) สิรินทร์ วิโมกข์สันติ์และคณะ ชีวเคมี บำรุงนุกูลกิจ กรุงเทพมหานคร 2516 หน้า 91 – 97.

(7) Bublik, L.I., et al., "Chromato-pologra phic determination of pesticides" J. Agri Food Chem., 40(12) : 1316 - 1318, 1974

(8) Chester, R., and Armstrong, E.C., "Determination of DDT. in Soil," Bull. Environ. Contamination & Toxicol., 7 : 308 - 310, 1972.

(9) Clark, V.D., et. al., Approach to Gas Chromatography, Pioneer Press, Sydney, Australia, 1969, 134 pp.

(10) Cole, H., et. al., "DDT Levels in Fish Stream Sediment and Soil. Before and After DDT Aerial Spray Application for Fall Cankerworm in Northern Pensylvania," Bull. Environ. Contamination & Toxicol., 2(3) : 127 - 146, 1967.

(11) Duffy, J.R., et. al., "Residues of organochlorine insecticides and their metabolites in soil in the Atlantic province of Canada" J. Agri. Food. Chem., 15(3) : 457 - 464, 1967.

(12) Gannon, N., and Bigger, J.H., "The conversion of aldrin and heptachlor to their epoxides in soil," J. Econ. Entomol., 51(1) : 1 - 2, 1958.

(13) Gannon, N., and Decker, G.C., "The conversion of heptachlor to its epoxide on plants," J. Econ. Entomol., 51(1) : 3 - 7, 1958.

(14) Gannon, N., and Decker, G.C., "The conversion of aldrin to dieldrin on plants.," J. Econ. Entomol., 51(1) : 8 - 11, 1958.

(15) Guenzi, B.J., and Andrew, W.E., "Anaerobic Biodegradation of DDT to DDD in Soil," Science, 156 : 1116 - 1117, 1967.

(16) Harris, C.R., "Persistence and Behavior of Soil Insecticides," Pesticide in Soil, A Symposium Michigan State Univ. East Lansing, Feb 25 - 27, 58 - 64, 1970.

(17) Johnsen, R.E., et. al., Ultra-rapid extraction of insecticides from soil using a new ultrasonic technique," J. Agri. Food. Chem., 20(1) : 48 - 51, 1972.

(18) Kiigemagi, U., and Terriere, L.C., "Persistence of DDT in Orchard Soils" Bull. Environ. Contamination & Toxicol., 7 : 348 - 352, 1972.

(19) Lichtenstein, E.P., and Schulz, K.R., "Breakdown of Lindane and Aldrin in Soil," J. Econ. Entomol., 52(1) : 118 - 124, 1959.

(20) Matsumura, F., Metabolism of Insecticide in Microorganisms and Insects. Dept. of Entomology, Univ. of Wisconsin, Madison, 1970, 11 p.

(21) Matsumura, F., et. al., "Breakdown of Dieldrin in The Soil by a Microorganism," Nature, 219 : 965 - 967, 1968.

(22) Mc. Nair, H.M., and Bonelli, E.J., Basic Gas Chromatography. Consolidate Printers, California, 1969, p. 105.

(23) Menzie, Calvin M., Metabolism of Pesticides. United States Department of Sport Fisheries and Wildlife, 1969, p. 29.

(24) Murphy, R.T., and Barthel, W.F., "Determination of heptachlor and heptachlor epoxide in Soil," J. Agri. Food. Chem., 8 : 442 - 445, 1960.

(24) Nash, R.G., and Harris, W.G., "Soil Moisture Influence on Treatment and Extraction of DDT from Soils," Journal of AOAC, 55(3) : 532 - 536, 1972.

(26) Nash, R.G., et. al., "Comparative Extraction of Chlorinated Hydrocarbon Insecticides from Soils 20 years After Treatment," Journal of AOAC, 56(3) : 728 - 732, 1973.

(27) Plimmer, J.R. et. al., "Mechanism of Conversion of DDT to DDD by Aerobacter aerogenes. J. Agri. Food. Chem., 16 : 594 - 595, 1968.

(28) Saha, J.G., "Comparision of Several Methods for Extracting Dieldrin C^{14} from Soil," Bull. Environ. Contamination & Toxicol., 3(1) : 26 - 36, 1968.

(29) San, W.W., et. al., "Exploratory Studies on Occurence of Organochlorine Insecticide Residues in Agricultural Soils in Southwestern Ontario," J. Agri. Food. Chem., 14 : 398 - 403, 1966.

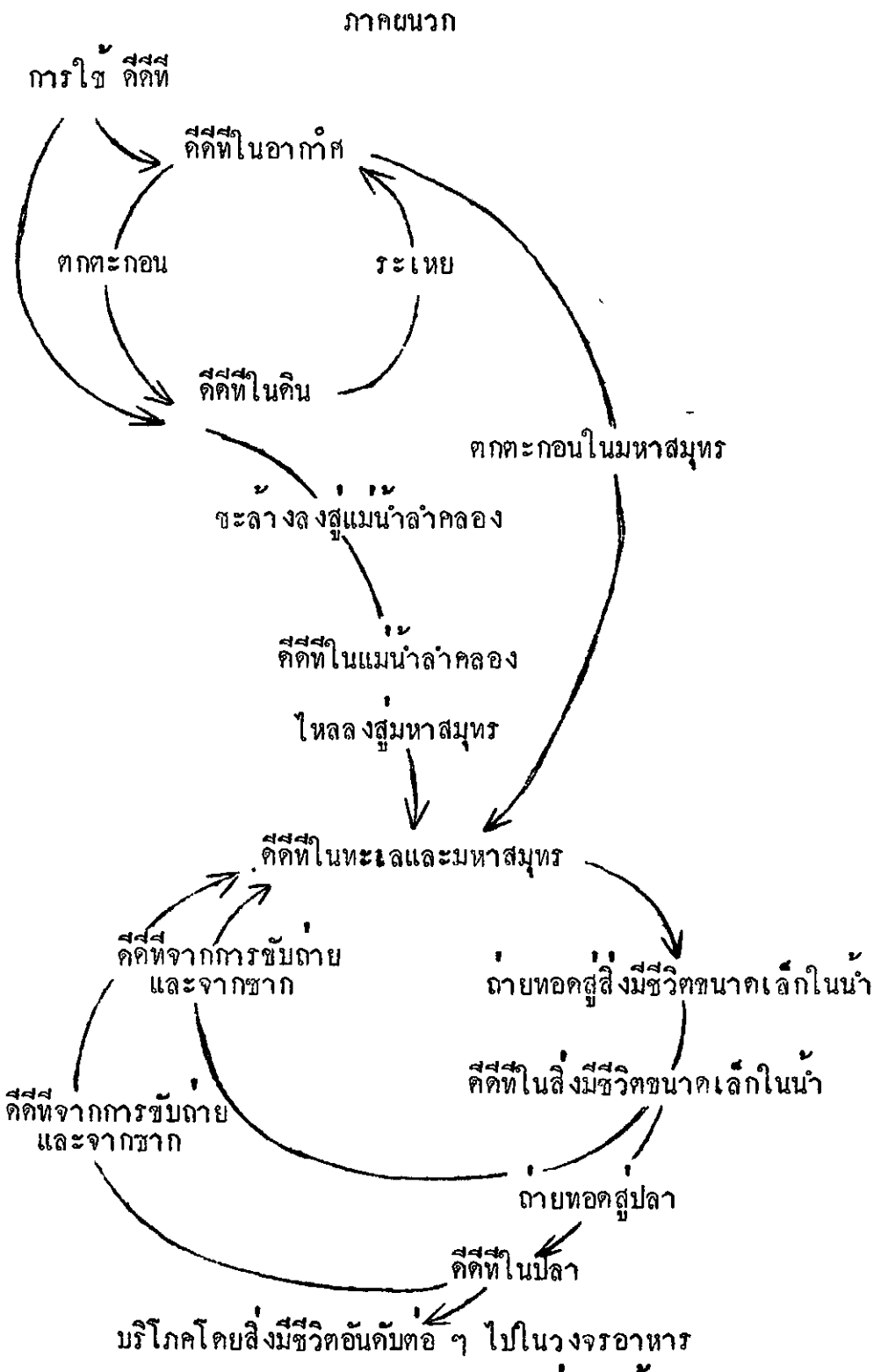
(30) Yule, W.N., "DDT Residues in Forest Soils," Bull. Environ. Contamination & Toxicol., 5(2) : 139 - 144, 1970.

(31) Williams, I.H., "Note on The Effect of Water on Soxhlet Extraction of some Organochlorine Insecticides from Soil and Comparision of this Method with three others," Journal of AOAC, 58 : 715 - 717, 1968.

(32) Woolson, E.A., and Kearney, P.C., "Survey of Chlorinated Insecticide Residue Analyses in Soils," J. of AOAC, 59 : 1202 - 1206, 1969.

(33) Wilkinson, A.T.S., et. al., "Toxic residues in Soil 9 years after treatment with dieldrin and heptachlor," Science, 143 : 681 - 682, 1964.

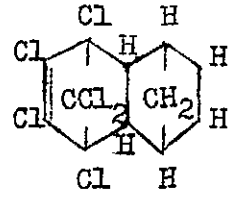
ภาคผนวก



ภาพ 17 แสดงการกระจายของดีดีทีในสิ่งแวดล้อม

คุณสมบัติบางประการของยาฆ่าแมลงที่ใช้ทำการวิจัย

Aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$)



1, 2, 3, 4, 10, 10- Hexachloro-1, 4-4a, 5, 8, 8a-hexahydro-1,4-endo-exo 5,8-dimethanonaphthalene

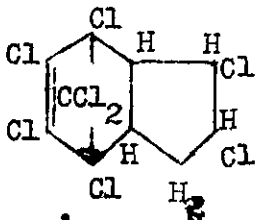
ชื่อทางการค้า : ไดรน็อกส (Drinox) เฮชเฮชดีเอ็น (HHDN) ฯลฯ

คุณสมบัติทางเคมี : ของแข็ง สีขาวหรือน้ำตาลเข้ม จุดหลอมเหลว 120° - 140° ซ. ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ดีพอสมควรใน aromatic esters, ketone, paraffins

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} ประมาณ 55 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม และพิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} มากกว่า 200 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม ไม่เป็นอันตรายต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน

ประโยชน์ : ใช้เป็นยาฆ่าแมลงมีคุณสมบัติถูกตัวกาย (contact) กินตาย (stomach) และรมควัน (Fumigants) ใช้ป้องกันแมลงศัตรูพืช ฯลฯ

Chlordane ($C_{10}H_6Cl_8$)



1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 8-Octachloro-2, 3, 3a, 4, 7, 7a -hexahydro 4, 7-methanoindene

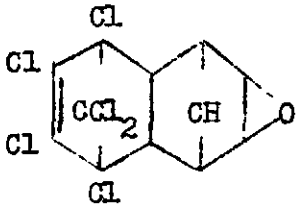
ชื่อทางการค้า : คิบคลอร์ (kypehlor) ทอปิคลอร์ 20 (Topichlor 20) ฯลฯ

คุณสมบัติทางเคมี : ของเหลวเหนียวหนืด สีเหลืองอ่อน จุดเดือด 175° ซ. ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvents)

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู ค่า LD_{50} 457 – 590 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช แมลงศัตรูในเคหสถาน เช่น ตั๊กแตน มด แมลงสาบ เป็นต้น

Dieldrin ($C_{12}H_8Cl_6O$)



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

ชื่อทางการค้า : ดิลไดร์ท (Dieldrite) ออคตาลอกซ์ (Octalox) ฯลฯ

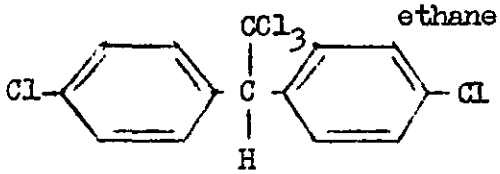
คุณสมบัติทางเคมี : ผลึกสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน จุดหลอมเหลว 175 – 176° ซ. ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในตัวทำละลายอินทรีย์ สลายตัวได้ยาก

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} 60 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม พิษเฉียบพลันทางผิวหนังที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} ประมาณ 100 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

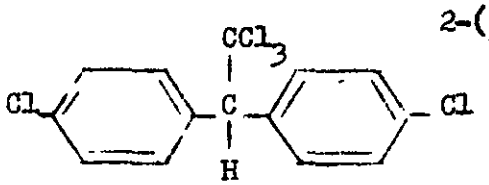
ประโยชน์ : ถูกตัวตาย กินตาย มีปฏิกริยาในการกำจัดแมลงช้า ตกค้างได้นาน ใช้ป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด เช่น แมลงศัตรูฝ้าย ปลวก เพลี้ยไฟ ฯลฯ

DDT. ($C_{14}H_9Cl_5$) มี 2 Isomer คือ

1. p,p'-DDT 1,1,1 - Trichloro 2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane



2. o,p'-DDT 1,1,1-Trichloro-2-(o-chlorophenyl)-2-(p-chlorophenyl) ethane



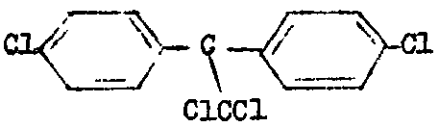
ชื่อทางการค้า : เดเดลโล (Dedelo) เกซารอล (Gesarol)

คุณสมบัติทางเคมี : ผลึกสีขาว จุดหลอมเหลว 108.5° – 109° ซ. เกือบจะไม่ระเหยเลย ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ดีใน apolar organic solvents

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อมนุษย์ มีค่า LD_{50} ประมาณ 250 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวคน 1 กิโลกรัม สำหรับหนูค่า LD_{50} 113 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

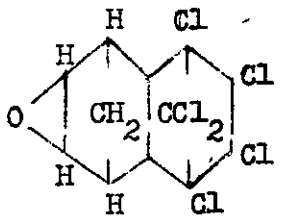
ประโยชน์ : เมื่อใช้ดีดีทีแล้ว มักจะมีการระบาดของไรแดงและแมลงสร้างความต้านทาน จึงหันไปใช้ยาชนิดอื่นแทน

DDE



1, 1 Dichloro-2, 2-bis (p-chlorophenyl) ethane

Endrin ($C_{12}H_8OCl_6$)



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

ชื่อทางการค้า : เฮกซาดริน (Hexadrin) เมนดริน (Mendrin)

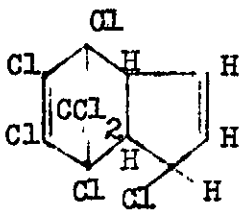
คุณสมบัติทางเคมี : ผงสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน คงสภาพเมื่อผสมกับสารที่เป็นด่าง เล็กสลายตัวเมื่อผสมกับกรด ละลายใน Benzene, Acetone ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้บางใน Paraffin

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันทางปากที่มีต่อหนูตัวเมีย มีค่า LD_{50} 57 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม และหนูตัวผู้มีค่า LD_{50} 45 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม พิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่มีต่อหนูตัวเมีย มีค่า LD_{50} 60 มิลลิกรัม/

น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม และหนูตัวผู้ มีค่า LD_{50} 120 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะฝักข้าวโพด หนอนคืบกล้ำปลี ตั๊กแตนชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

<u>Heptachlor</u> ($C_{10}H_5Cl_7$)



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

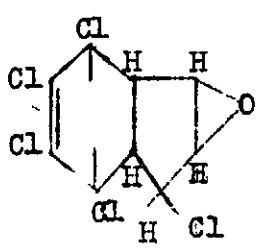
ชื่อทางการค้า : เฮพตามัล (Heptamul) ไดรีนอกส์ – เอช – 34 (Drinox-H-34)

คุณสมบัติทางเคมี : ของแข็งสีขาว ไม่ละลายตัวง่าย จุดหลอมเหลว 95 – 96° ซ. จุดเดือด 135° – 145° ซ. ละลายใน Acetone ได้ 75 กรัม/100 มิลลิลิตร ใน hexane 33 กรัม/100 มิลลิลิตร ไม่ละลายในน้ำ

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนูเพศผู้ มีค่า LD_{50} 100 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม พิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนังที่มีต่อหนูเพศผู้ มีค่า LD_{50} 195 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

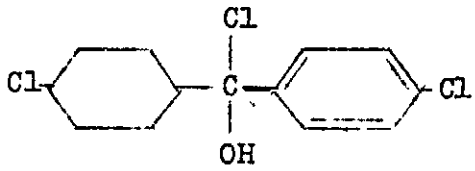
ประโยชน์ : ป้องกันกำจัดศัตรูที่อยู่ในดิน และแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ ไม่เหมาะใช้กับพืชผัก เพราะพิษคงค้างนาน

<u>Heptachlor epoxide</u> ($C_{10}H_5Cl_7O$)



1,4,5,6,7,8,8-Heptachloro-2,3-epoxide-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindane

Kelthane ($C_{13}H_{15}Cl_3O$)



1,1-bis (Chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol

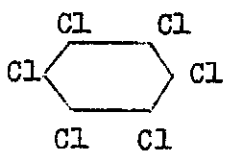
ชื่อทางการค้า : อคาริน (Acarin) เอฟ ดับบริว - 293 (FW-293)

คุณสมบัติทางเคมี : ของแข็งสีขาว ไม่สลายตัวง่าย จุดหลอมเหลวที่ 78.5°-79.5° ซ. จุดเดือดที่ 225° ซ.

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากของวัตถุชนิดเทคนิคอลที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} 809 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : ป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชหลายชนิด เช่น ผัก ไม้ผล ไม้ดอก ไม้ประดับ และพืชไร่

Lindane ($C_6H_6Cl_6$)



Gamma isomer of 1,2,3,4,5-hexachlorocyclohexane

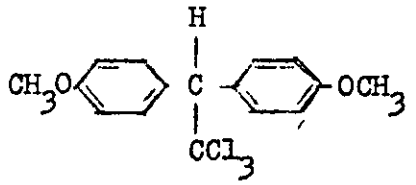
ชื่อทางการค้า : แกมมาลิน (Gammalin) ไอโซท็อกส์ (Isotox) ฯลฯ

คุณสมบัติทางเคมี : จะต้องมี gamma isomer ของ BHC ไม่น้อยกว่า 99 % ไม่หลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 112° ซ.

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนูเพศผู้ มีค่า LD_{50} 88 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูในเคหสถาน เช่น แมลงสาบ เรือด ไร ฯลฯ

Methoxychlor $(C_6H_4CH_3O)_2^- CHCCl_3$



1, 1, 1-Trichloro-2, 2-bis (p - methoxypheryl) ethanol

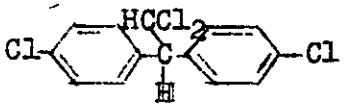
ชื่อทางการค้า : มาเลท (Marlate) มอกซี (Moxie)

คุณสมบัติทางเคมี : ผลึกแข็งสีขาว จุดหลอมเหลว 89° ซ. ไม่ละลายในน้ำ กรด และด่าง ละลายในคาร์บอนเตตราคลอไรด์ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} 6,000 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูเคหสถาน และศัตรูสัตว์เลี้ยง

p, p'-TDE $(C_6H_4Cl_2)_2 CHCHCl_2$



2, 2-bis (p - chloropheryl) - 1, 1-dichloroethane

ชื่อทางการค้า : ดีดีดี (DDD) โรเธน (Rhothane)

คุณสมบัติทางเคมี : ผลึกแข็งสีขาว จุดหลอมเหลว 190° ซ จุดเดือด 185° – 193° ซ. ละลายใน Acetone และ Methyl ethyl Ketone 100 กรัม/100 มิลลิลิตร

ความเป็นพิษ : พิษเฉียบพลันโดยทางปากที่มีต่อหนู มีค่า LD_{50} 3,400 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม

ประโยชน์ : มีประสิทธิภาพคล้าย ดีดีที แต่มีพิษน้อยกว่า 10 เท่า.

ค่าความปลอดภัยของวัตถุมีพิษในผลิตผลเกษตรกรรมและอาหาร

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

ตารางที่ 2 แสดงค่าความปลอดภัยของยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุมีพิษ (Pesticides)			
ดีดีที, ดีดีดี, ดีดีอี (DDT, DDD, (TDE), DDE)	ผัก (vegetables)	7	พิษตกค้างของ ดีดีที, ดีดีดี, ดีดีอี ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือทั้งสามชนิดรวมกัน.
	ผักกินหัว (root vegetables)	1	
	ผลไม้ (fruits)	7	
	ส้ม (citrus)	3.5	
	ผลไม้เขตร้อน (tropical fruits)	3.5	
	สัตว์ปีก (poultry)	7	พร้อมไขมัน
	ไข่ (eggs)	0.5	ไม่รวมเปลือกไข่
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	1.25	พร้อมไขมัน
	เนื้อสัตว์ (meat)	7	เนื้อวัว, เนื้อหมู, เนื้อแกะ
เอ็นดริน (Endrin)	ข้าว (rice, polished or husked)	0.02	รวมทั้ง delta-keto-endrin
	ข้าวฟ่าง (sorghum)	0.02	
	ข้าวโพดหวาน (sweet corn)	0.02	
	แอปเปิ้ล (apple)	0.02	
	สัตว์ปีก (poultry)	1	
	ไข่ (eggs)	0.2	
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.02	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัตถุมีพิษ (Pesticides)	ผลิตผลเกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)	ค่าปลอดภัย (limit-mg/kg)	หมายเหตุ (Remark)
<u>ออลดริน และ</u>	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	0.02	มีพิษตกค้างของ
<u>ดีลดริน</u> (Aldrin	ข้าวเปลือก (paddy)	0.02	ออลดริน หรือ
and Dieldrin)	ผลไม้ (fruit)	0.1	ดีลดริน ชนิดใด
	ส้ม (citrus fruit)	0.05	ชนิดหนึ่ง หรือ
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.125	ทั้ง2ชนิดรวมกัน
	เนื้อสัตว์ (meat)	0.2	
	ไข่ (eggs)	0.1	
	กล่ำปลี (cabbage)	0.1	
	กล่ำดอก (cauli - flower)	0.1	
	บรอคโคลี่ (broccoli)	0.1	
	แตง (cucumbers)	0.1	
	มะเขือ (egg plants)	0.1	
	ผักกาดหอม (lettuce)	0.1	
	หอม (onions)	0.1	
	พริก (peppers)	0.1	
	มันฝรั่ง (potato)	0.1	
<u>คลอเดน</u>	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	0.1	พิษตกค้างของ
(Chlordane)	ข้าวฟ่าง (sorghum)	0.05	คลอเดนให้รวม
	ข้าวโพดหวาน (sweet corn)	0.1	<u>cis</u>-และ <u>trans</u>-
	ข้าวโพด (popcorn)	0.1	Chlordane เข้า
	สับปะรด (pineapple)	0.2	ด้วยกันในกรณี

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัตถุมีพิษ (Pesticides)			หมายเหตุ (Remark)
คลอเดน (ตอ) (Chlordane)	ผักทกินใบ (pod vegetables)	0.1	พิษตกค้างในสัตว์จะต้องรวม Oxychlordane อีกชนิดหนึ่งด้วย
	มะเขือเทศ (tomato)	0.1	
	พริก (pepper)	0.1	
	มะเขือ (egg plant)	0.1	
	มันฝรั่ง (potato)	0.1	
	บรอคโคลี่ (broccoli)	0.1	
	แตง (cucumber)	0.1	
	แตงโม (watermelon, cantaloupe)	0.1	
	ฟักทอง (pumpkin)	0.1	
	น้ำเต้า (squash)	0.1	
	กล่ำปลี (cabbage)	0.2	
	คื่นไช่ (celery)	0.2	
	กล่ำดอก (cauliflower)	0.2	
	ผักกวางตุ้ง (mustard greens)	0.2	
	ผักกาดหอม (lettuce)	0.2	
	ผักกาดเขียว (collard)	0.02	
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.05	
	เนื้อสัตว์ (meat)	0.05	
	สัตว์ปีก (poultry)	0.05	
	ไข่ (eggs)	0.2	
	กล้วย (bananas)	0.1	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัตถุมีพิษ (Pesticides)	ผลิตผลเกษตรกรรมและอาหาร (Agricultural commodities)	ค่าปลอดภัย (limit-mg/kg)	หมายเหตุ (Remark)
คลอเดน (ต่อ)	มะม่วง (mangoes)	0.1	
(Chlordane)	มะละกอ (papaya)	0.1	
	สตอร์เบอร์รี่ (strawberries)	0.1	
	ส้ม (citrus fruit)	0.02	
เฮฟตาคลอร์	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	0.02	รวมทั้ง Hepta-
(Heptachlor)	ผัก (vegetables)	0.05	chlor epoxide
	ผักกินหัว (root vegetables)	0.1	ด้วย
	ผักกินใบ (leafy vegetables)	0.1	
	มันฝรั่ง (potato)	0.05	
	สับปรด (pineapple)	0.01	
	มะเขือเทศ (tomato)	0.02	
	ถั่วเหลือง (soy 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)	0.125	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัตถุมีพิษ (Posticides)			หมายเหตุ (Remark)
ลินเดน (Lindane)	ข้าวชนิดต่าง ๆ (raw cereals)	0.5	
	ผัก (vegetables)	3	
	ถั่ว (beans)	1	
	เชอร์รี่ (cherries)	3	
	องุ่น (grape)	3	
	สัตว์ปีก (poultry)	0.7	
	ไข่ (eggs)	0.2	เฉพาะไข่แดง
	เนื้อสัตว์ (meat)	2	เนื้อวัว, เนื้อหมู, เนื้อแกะ
	นมและผลิตภัณฑ์จากนม (milk and milk products)	0.2	