สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา

Organophosphorus Pesticide Residues in Soil of Agricultural Areas, Changwat Songkhla

นงรัตน์ กลับรอด

Nongrat Klabrod

เลขหมู่ SB950.3.T5 น24 2544 ฉ.2
Bib Key 213053
27 ส.ค. 2544

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental management

Prince of Songkla University

2544

ชื่อวิทยานิพนธ์	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวนงรัตน์ กลับรอด
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดร.เพริศพิชญ์คณาธารณา)

.....กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดร.เพริศพิชญ์คณาธารณา)

.....กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประวิทย์ โตวัฒนะ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวนงรัตน์ กลับรอด
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2543

หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับการ
พิมพ์ที่วิทยาลัย ม.อ.
วันที่ 21 มิ.ย. 2544

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิลพาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน และการวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบส ความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน เพื่อหาความสัมพันธ์กับปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา โดยเลือกศึกษาดินแยกตามชนิดของเกษตรกรรมที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะคือ พื้นที่ปลูกผัก 5 แห่ง พื้นที่ทำสวนผลไม้ 3 แห่ง และพื้นที่ปลูกยางพารา 2 แห่ง จาก 2 อำเภอ คืออำเภอควนเนียง และอำเภอรัตภูมิ การเก็บตัวอย่างแบบผสม (composite sampling) ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร แยกวิเคราะห์แต่ละระดับความลึก 20 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้งแยกเป็น 2 ฤดูกาล คือฤดูฝนเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ในเดือน มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541 ส่วนฤดูแล้งเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 วิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC – NPD)

ผลการศึกษาพบว่ามีการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน สำหรับโมโนโครโตฟอส พบการตกค้างสูงสุดในแปลงผัก มีค่า 1.49 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ แปลงผลไม้ และแปลงยางพารา มีค่า 0.85 และ 0.28 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การตกค้างของไดเมทโธเอท พบการตกค้างสูงสุดในแปลงผักมีค่า 1.20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และในแปลงผลไม้ มีค่า 1.17 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม การตกค้างของเมทธิล พาราไธออน พบการตกค้างสูงสุดในแปลงผักมีค่า 2.70 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

รองลงมาได้แก่ แปลงผลไม้ และแปลงยางพารา มีค่า 0.78 และ 0.16 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การตกค้างของมาลาไธออน พบการตกค้างสูงสุดในแปลงผัก มีค่า 51.59 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ แปลงผลไม้ และแปลงยางพารา มีค่า 1.83 และ 0.55 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การตกค้างของเฟนไธออน พบการตกค้างเฉพาะในแปลงผัก มีค่า 134.41 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ t – test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าปริมาณเฉลี่ยของการตกค้างไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน ในดินแปลงผัก มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ส่วนโมโนโครโตฟอสในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง ในดินแปลงผลไม้ปริมาณการตกค้างของโมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท และ มาลาไธออน ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง ส่วนเมทธิล พาราไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ในดินแปลงยางพาราปริมาณการตกค้างโมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และ มาลาไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่าในดินแปลงผักฤดูฝนมีค่า 5.15, 14.61 % และ 0.51 % ตามลำดับ ในดินแปลงผักฤดูแล้ง มีค่า 5.12, 18.73 % และ 0.45 % ตามลำดับ ในดินแปลงผลไม้ฤดูฝน มีค่า 5.22, 14.83 % และ 0.96 % ตามลำดับ ในดินแปลงผลไม้ฤดูแล้ง มีค่า 5.03, 16.02 % และ 0.93 % ตามลำดับ ในดินแปลงยางพาราฤดูฝน มีค่า 4.95, 9.97 % และ 0.49 % ตามลำดับ ในดินแปลงยางพาราฤดูแล้ง มีค่า 4.53, 10.76 % และ 0.55 % ตามลำดับ ส่วนลักษณะเนื้อดินแปลงผัก และ แปลงผลไม้ส่วนใหญ่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินแปลงยางพาราส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย

การวิเคราะห์สมบัติดินพบว่าค่าความเป็นกรด – เบส และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ส่วนค่าความชื้นในดินที่เก็บในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าฤดูฝน เนื่องจากมีฝนตกขณะเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสพบว่าการตกค้างของไดเมทโธเอทสัมพันธ์กับค่าความชื้นและอินทรีย์วัตถุในดิน การตกค้างของเมทธิล พาราไธออน สัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน

Thesis Title	Organophosphorus Pesticide Residues in Soil of Agricultural Areas, Changwat Songkhla
Author	Miss Nongrat Klabrod
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2000

Abstract

The objectives of this study were to investigate residues of organophosphorus pesticide and the relationship between the soil and the amount of pesticide residues in agricultural areas in two districts of Songkhla Province : Khuan Niang and Rattaphum. The data were collected from three types of agricultural areas ; vegetable gardens, fruit orchards and rubber plantations. A composite sampling method was used in collecting samples from five vegetable gardens, three fruit orchards and two rubber plantations. The samples were collected at 20 centimeters intervals with the total depth of 100 centimeters, at four different times : during the rainy season of 1988 in June, October, December and in February 1999, which is during the dry season. The samples were analyzed using GC-NPD.

The results revealed that five organophosphorus pesticide were found : monocrotophos, dimethoate, methyl parathion, malathion and fenthion. The amounts of monocrotophos found in the vegetable gardens, fruit orchards and rubber plantations were 1.49, 0.85 and 0.28 µg/kg respectively. The amounts of dimethoate found in the vegetable gardens, fruit orchards were 1.20 and 1.17 µg/kg respectively. The amounts of methyl parathion found in the vegetable gardens, fruit orchards and rubber plantations were 2.70, 0.78 and 0.16 µg/kg respectively. The amounts of malathion found in the vegetable gardens, fruit orchards and rubber plantations were 51.59, 1.83 and 0.55 µg/kg respectively. The amount of fenthion found in the vegetable gardens was 134.41 µg/kg.

The statistical analysis using the t-test with the significant level of 0.05 indicated the following. For vegetable gardens in different seasons, no difference was found between the average amount of residues of dimethoate, methyl parathion, malathion and fenthion. However, in the rainy season, the amount of monocrotophos was found to be more than that in the dry season. For the fruit orchards, the average amounts of residues of monocrotophos, dimethoate and malathion were found to be more than those in the dry season but the average amount of methyl parathion was the same in both seasons. For the rubber plantations, the average amounts of residues of dimethoate, methyl parathion, malathion and fenthion were the same in both the rainy season and dry season.

The results showed that the pH, moisture content and organic matter in soil of the vegetable gardens in the rainy season were 5.15, 14.61 % and 0.51 % respectively, and those in the dry season were 5.12, 18.73 % and 0.45 % respectively. The figures for the fruit orchards in the rainy season were 5.22, 1483 % and 0.96 % respectively and those in the dry season were 5.03, 16.02 % and 0.93 % respectively. The figures for the rubber plantations in the rainy season were 4.95, 9.97 % and 0.49 % respectively and those in dry season were 4.53, 10.76 % and 0.55 % respectively. The soils in vegetable gardens and fruit orchards were mostly loam and sandy loam, and those in the rubber plantations were mostly sandy loam.

The analysis of the soil properties revealed that no difference the pH and amount of organic matter was found in different seasons. However, the moisture content of the soil in the dry season was more than that in the rainy season because the samples were collected when it rained. Regarding the relationship between the properties of the soil and the amount of the organophosphorus pesticide residues, it was found that there was a relationship between the amount of dimethoate residues and the moisture content and organic matter in the soil. It was also found that there was a relationship between the amount of methyl parathion residues and the pH, moisture content and organic matter in the soil.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทาง และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนคอยติดตามความก้าวหน้าอยู่เสมอ จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือรองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คืออาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ คือรองศาสตราจารย์ ดร. ประวิทย์ โตวัฒนะ และอาจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส ที่ได้ช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณดนัย ทิพย์มณี ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณ คุณหัทยา มีเมือง คุณเกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์ และคณะเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยระบบเกษตรกรรม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ตลอดจนเพื่อนๆ นักศึกษารุ่นที่ 8 และน้องๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ได้เป็นกำลังใจให้ด้วยดีตลอดมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ และน้องๆ รวมถึงคุณวิชาญ หนูกัน ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา และเป็นกำลังใจสำคัญตลอดมา ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นงรัตน์ กลับรอด

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(16)
1. บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตการศึกษา	5
การตรวจเอกสาร	5
2. วิธีการวิจัย	23
สารเคมี	23
อุปกรณ์และเครื่องมือ	24
วิธีดำเนินการวิจัย	
- การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน	25
- การเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง	26
- การเก็บตัวอย่างดิน	26
- ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง	32
- การวิเคราะห์ตัวอย่าง	33
- การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุป	36

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
3 ผลการศึกษา	
ลักษณะของเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา	38
การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์	39
ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน	41
- ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา	46
- ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส แยกตามฤดูกาล	46
- เปรียบเทียบการตกค้างเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส แยกตามระดับความลึก และฤดูกาล	53
วิเคราะห์ผลการทดลอง	58
- ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน	58
- ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส	59
- การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน	59
4. บทวิจารณ์	64
5. บทสรุปและเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	83
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์	84
ภาคผนวก ข คุณสมบัติของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส	97

สารบาญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส	102
ภาคผนวก ง	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	106
ภาคผนวก จ	ปฏิกิริยาของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์	109
ภาคผนวก ฉ	ชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา อำเภอควนเนียงและอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา	116
ประวัติผู้เขียน		120

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	คุณสมบัติในการละลายน้ำ ความดันไอ และการดูดซับโดยดินของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสบางชนิด	8
2	สถิติการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ปี 2530 - 2539	10
3	แสดงการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ใช้กำจัดแมลง 10 อันดับแรก ปี 2539	11
4	ค่าครึ่งชีวิตของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์บางชนิด	14
5	แสดงรายละเอียดพื้นที่เก็บตัวอย่าง	27
6	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน แยกตามชนิดเกษตรกรรม และฤดูกาล	42
7	ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา ในเดือน มิถุนายน 2541	47
8	ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา ในเดือน ตุลาคม 2541	49
9	ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา ในเดือน ธันวาคม 2541	50
10	ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา ในเดือน กุมภาพันธ์ 2542	52

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา ในเดือน กุมภาพันธ์ 2542	54
12	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงผัก ระหว่างฤดูฝน และฤดูแล้ง	60
13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงผลไม้ ระหว่างฤดูฝน และฤดูแล้ง	60
14	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงยางพารา ระหว่างฤดูฝน และฤดูแล้ง	61
15	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงผัก	62
16	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงผลไม้	62
17	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงยางพารา	63
18	ระดับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดิน	68
19	ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน มิถุนายน 2541	84
20	ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน ตุลาคม 2541	85
21	ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน ธันวาคม 2541	86

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
22	ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน กุมภาพันธ์ 2542	87
23	แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture)	88
24	ปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือน มิถุนายน 2541	89
25	ปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือน ตุลาคม 2541	91
26	ปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือน ธันวาคม 2541	93
27	ปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือน กุมภาพันธ์ 2542	95
28	แสดงชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา	116

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	การแพร่กระจายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน	12
2	ตัวอย่างการสลายตัวของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสบางชนิด	15
3	แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน	28
4	4-1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (BS1)	29
	4-2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (BS4)	29
	4-3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (BS8)	29
	4-4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (BSa)	30
	4-5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (BSb)	30
	4-6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (KS1)	30
	4-7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (KS2)	31
	4-8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 (KSc)	31
	4-9 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (TS1)	31
	4-10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 (TS3)	32
5	แสดงลักษณะการเก็บตัวอย่าง	32
6	(1) – (2) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา	43
	(3) – (4) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา	44
	(5) – (6) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา	45
7	เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ตามระดับความลึกและตามฤดูกาล ในดินแปลงผัก จังหวัดสงขลา	56

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
8	เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ตามระดับความลึกและตามฤดูกาล ในดินแปลงผลไม้ จังหวัดสงขลา	57
9	เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ตามระดับความลึกและตามฤดูกาล ในดินแปลงยางพารา จังหวัดสงขลา	58
10	การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน เปรียบเทียบระหว่างการใช้ครั้งเดียว (a) กับการใช้ซ้ำหลายครั้ง (b)	69
11	แสดงอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน	106
12	แสดงอุปกรณ์กลั่นสารอินทรีย์	106
13	แสดงเครื่องสกัดตัวอย่างดิน (soxhlet extractor)	107
14	แสดงเครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator)	107
15	แสดงเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ชนิดไนโตรเจนฟอสฟอรัส ดีเทคเตอร์	108
16	เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดเบส (pH meter)	108

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน การอุตสาหกรรม การแพทย์ การเกษตรกรรม และอื่นๆ อยู่เสมอ สำหรับภาคเกษตรกรรมถือว่าเป็นอาชีพที่ทำรายได้หลักของประเทศในอดีตการทำการเกษตรจะดำเนินไปตามธรรมชาติ ซึ่งมีผลดีคือไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ไม่ทำลายสมดุลธรรมชาติ ไม่เกิดการตกค้างของสารพิษ ในผลิตผลทางการเกษตร และในสิ่งแวดล้อม แม้ว่าผลิตผลที่ได้รับอาจไม่เต็มที่แต่ก็เพียงพอกับการบริโภคของประชาชนที่ยังมีน้อยอยู่

ปัจจุบันจำนวนประชากรมีเพิ่มมากขึ้น ความต้องการผลิตผลทางการเกษตรมีเพิ่มขึ้น ประกอบกับที่ดินที่ใช้เพื่อการเกษตรมีอยู่อย่างจำกัด จึงทำให้เกิดการบุกรุกทำลายป่าเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้เกิดการเร่งเพิ่มผลผลิตในที่ดินที่เคยทำการเพาะปลูก ให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากขึ้น ด้วยการใช้ปุ๋ย สารกำจัดวัชพืช และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เกิดขึ้น ตลอดจนการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกบ่อยครั้งขึ้นด้วย

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายประมาณ 50 ปีที่แล้วมา (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2537) โดยเริ่มมีการใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้วได้แพร่หลายไปในประเทศอื่นๆ โดยเฉพาะประเทศเกษตรกรรมอย่างประเทศไทย ซึ่งประชาชนประมาณ 70 % เป็นเกษตรกร (นวลศรี ทยาพัชร, 2533) ประกอบกับอากาศบ้านเราอบอุ่น เหมาะสมต่อการเพิ่มประชากรของศัตรูพืชมาก จึงมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กันมากมาย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มการใช้มากขึ้นเรื่อยๆ

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ที่รู้จักและใช้กันมาเป็นเวลานานได้แก่กลุ่มออร์กาโนคลอรีน เช่น เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ดีดีที (DDT) ดีลดริน (Diedrin) อัลดริน (Aldrin) เอ็นดริน (Endrin) ลินเดน (Lindane) คลอร์เดน (Chlordane)

ทอกซาฟีน (Toxaphene) ไดโคโฟล (Dicofol) เอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) และอื่นๆ ซึ่งสารเคมีกลุ่มนี้เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ความผิดปกติในเด็กแรกเกิด การทำงานของระบบประสาทผิดปกติ มีอันตรายต่อสัตว์ป่าและสิ่งแวดล้อม มีระยะเวลาตกค้างในสิ่งแวดล้อมนานในช่วง 4 - 30 ปี และถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารได้อีกด้วย (อมรพรรณ อาศรัยผล, 2534) ปัจจุบันสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนหลายชนิดได้ถูกห้ามนำและสั่งเข้ามาใช้ในประเทศไทย โดยคณะอนุกรรมการเพื่อพิจารณาการรับขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร เนื่องจากเป็นวัตถุมีพิษที่นำมาใช้แล้วทั้งผู้ใช้ ผู้บริโภค และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะมีความเสี่ยงภัยในเรื่องพิษภัยมาก และเป็นวัตถุมีพิษที่สามารถหาวัตถุมีพิษอื่นแทนได้ สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนดังกล่าวได้แก่ บีเฮชซี เอ็นดริน เฮปตาคลอร์ อัลดริน ดีลดริน และดีดีที สำหรับดีดีทีนั้นกระทรวงสาธารณสุขคงอนุญาตให้ใช้เพื่อการควบคุมยุงพาหะนำโรคมาลาเรีย (กรมวิชาการเกษตร, 2537) ดังนั้นแนวโน้มปัจจุบันจึงนำไปสู่การใช้สารเคมีสังเคราะห์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และกลุ่มคาร์บาเมตมากขึ้น เพราะสลายตัวในสิ่งแวดล้อมง่ายกว่า แต่อาจมีพิษเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิตได้ จากสถิติการนำเข้าสารกำจัดแมลง แบ่งตามกลุ่มสารเคมี ปี 2539 พบว่าสารกำจัดแมลงที่นำเข้าในปริมาณสูง 4 อันดับแรก ได้แก่ คาร์บาเมต ออร์กาโนฟอสฟอรัส ออร์กาโนคลอรีน และไพรีทรอยด์ โดยมีปริมาณนำเข้า 6,932, 5,562, 974 และ 502 ตัน ตามลำดับ (บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์, 2540) จากสถิติดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในปริมาณมาก ซึ่งหากเกษตรกรใช้อย่างไม่ระมัดระวัง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่มีมาตรการที่เข้มงวดในเรื่องการผลิต การจำหน่าย และการใช้แล้ว จะส่งผลทำให้มีการตกค้างของสารดังกล่าวในสิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำ อากาศ และในดินได้มาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ในที่สุด

จังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีประชากรประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรมาก โดยดูจากที่จังหวัดสงขลามีรายได้จากภาคเกษตรกรรม มากที่สุดถึงร้อยละ 34.5 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของทั้งจังหวัด (สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2537) ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญได้แก่ ผลิตภัณฑ์จาก กสิกรรม ปศุสัตว์ ประมง และป่าไม้ สาขาการผลิตที่มีมูลค่ามากที่สุดได้แก่ กสิกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530) พื้นที่ที่มีการทำการเกษตรกันอย่างหนาแน่นมากได้แก่ อำเภอรัตภูมิ อำเภอควนเนียง ส่วนอำเภออื่นๆ

ก็มีการทำเกษตรกรรมในระดับปานกลาง พืชที่ปลูกเช่นผลไม้ ยางพารา ผัก และข้าว (สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา, 2535 ; สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2537) สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2533) ได้ติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และลักษณะการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ พบว่าเกษตรกรมักประสบปัญหาศัตรูพืชรบกวนอยู่ 3 ประเภทได้แก่ หนู แมลง และโรคพืช ซึ่งสร้างปัญหาให้เกษตรกรมากถึงร้อยละ 20 - 70, 15 - 55 และ 3 - 33 ตามลำดับ ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เพื่อป้องกันโรคและแมลง นอกจากนี้ก็เพื่อเพิ่มผลผลิตอีกด้วย

จากการสำรวจเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรในอำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง ส่วนใหญ่ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มไพรีทรอยด์ และสารกำจัดวัชพืช ซึ่งสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสเป็นกลุ่มที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นอย่างมากเนื่องจากประสิทธิภาพดี และราคาถูก

การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลานานในพื้นที่ดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อน และสะสมสารพิษในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ดิน น้ำ ดินตะกอน สัตว์น้ำ และผลิตผลทางการเกษตร ทั้งในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียง ดินเป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเกษตรและการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต เพราะดินเป็นแหล่งแร่ธาตุที่พืชสามารถนำไปใช้ในการสร้างอาหารเพื่อการดำรงอยู่ ดินเป็นที่อยู่อาศัยของสรรพสัตว์ทั้งหลาย และดินเป็นแหล่งในการรองรับของเสียจากซากพืชซากสัตว์ และสารมลพิษต่างๆ ได้แก่ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ และสารเคมีทางการเกษตรอื่นๆ ได้โดยตรง นักนิเวศวิทยาและนักวิชาการอื่นๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้การตายของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น ทำให้การขยายพันธุ์ การแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตลดลงโดยเฉพาะในนกและปลา ทำให้ระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลง ทำให้แหล่งทรัพยากรธรรมชาติให้ผลผลิตลดลง

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (อ้างถึงใน พาลาภ สิงหเสนี, 2537) ได้จัดอันดับความสำคัญของปัญหาสารพิษที่ใช้ในการเกษตรเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาถึงการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา จึงมีความ

จำเป็นอย่างยิ่งเพื่อประโยชน์ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาอำเภอรัตภูมิเป็นที่สูงทางด้านทิศตะวันตกแล้วค่อยๆลาดลงทางทิศตะวันออกจนถึงอำเภอควนเนียงจะเป็นที่ราบลุ่มสลับกับเนินเขาเตี้ย มีแม่น้ำหลายสายไหลผ่าน และไหลออกสู่ทะเลสาบสงขลา จึงมีโอกาสที่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดินจะปนเปื้อนลงสู่ทะเลสาบสงขลา ซึ่งถือเป็นระบบนิเวศน์ที่สำคัญได้อีกด้วย

นอกจากนี้การศึกษาถึงการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินจะเป็นหลักฐานแสดงให้ทราบว่าบริเวณใดที่มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์สม่ำเสมอ ย่อมเกิดการสะสมของสารพิษในดินบริเวณนั้น และทราบถึงระดับการปนเปื้อนของสารดังกล่าวในดิน ตลอดจนอาจชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับการปนเปื้อนของสารนี้ที่ระดับความลึกต่างๆ ในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งจะเป็นสัญญาณเตือนให้ผู้ที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เพื่อจะได้หาแนวทางในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร อำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่อาจมีผลเกี่ยวข้องกับการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน ได้แก่ สมบัติของดิน เป็นต้น

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงชนิดและปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา
2. นำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน และแก้ไขปัญหาอันเนื่องมาจากการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ในพื้นที่ศึกษาที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา โดยเลือกตัวอย่างจากพื้นที่ที่ทำการเกษตรกันอย่างหนาแน่นและมีการใช้สารดังกล่าวเป็นเวลานานจาก 3 แหล่ง คือ ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกผัก ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกผลไม้ ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกยางพารา โดยมุ่งศึกษา

1. ชนิดและปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินตามระดับชั้นความลึก 0 – 100 เซนติเมตร

2. วิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบส ความชื้น ลักษณะเนื้อดิน อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นต้น

3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้างต้นมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (pesticide) มีความหมายครอบคลุมแตก ต่างกันในแต่ละประเทศ แม้องค์กรระหว่างประเทศก็ให้ความหมายแตกต่างกัน เช่น pesticide ให้หมายถึง สารหรือสารผสมที่นำมาใช้ป้องกันกำจัด และควบคุมศัตรูพืช (pest) รวมทั้งพาหะนำโรคของคนและสัตว์ พืชและสัตว์ซึ่งรบกวนการผลิต เก็บรักษา ขนส่งและการจำหน่ายอาหาร ผลผลิตการเกษตร ไม้ อาหารสัตว์ หรืออาจใช้โดยตรงกับสัตว์เพื่อควบคุมแมลงและพยาธิต่างๆ ในตัวสัตว์ รวมตลอดถึงสารที่นำมาใช้เร่งการเจริญเติบโต สารที่ทำให้พืชแห้ง สารที่ชลอการร่วงของผลไม้ และสารที่ใช้ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อกันการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง (Hofsten and Ekstrom, 1986)

กรรมาธิการอาหารระหว่างประเทศ (FAO/WHO Codex Alimentarius Committee หรือเรียกทั่วไปว่า โคเด็กซ์) ให้หมายความว่า เป็นสารหรือสารผสมที่นำมาใช้ป้องกันและควบคุมศัตรูพืช (pest) รวมทั้งสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช สารทำให้พืชแห้งโดยไม่รวมถึงสารที่ใช้เป็นปุ๋ย สารปฏิชีวนะ หรือสารเคมีอื่นที่ใช้เร่งการเจริญเติบโตของสัตว์หรือเปลี่ยนพฤติกรรมการสืบพันธุ์ของสัตว์ (Codex Alimentarius, 1982)

สำหรับประเทศไทยก็ใช้คำที่แตกต่างกันเช่น นวลศรี ทยาพัชร (2533) เรียกสารพิษทางการเกษตร อมรา พุทธพิทักษ์ และ คณะ (2537) ให้คำจำกัดความของ pesticide เฉพาะเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตามพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510 เรียกว่า วัตถุมีพิษ สุกัญญา บุญเฉลิมกิจ (2537) กล่าวว่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (pesticides) หมายถึงสารเคมี หรือส่วนผสมของสารเคมีใดๆ ก็ตามที่ใช้ป้องกันกำจัดทำลาย หรือขับไล่ศัตรูพืช สัตว์ และมนุษย์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้คำว่า สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

2. การแบ่งประเภทของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์แบ่งตามกลุ่มสารเคมี ได้ดังนี้

2.1 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (Organophosphorus) เช่นพาราไธออน (parathion) มาลาไธออน (malathion) โมโนโครโตฟอส (monocrotophos) ไดเมทโธเอท (dimethoate) เป็นต้น

2.2 สารกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) เช่น คาร์บาริล (carbaryl) คาร์โบฟูราน (carbofuran) และเซฟวิน (sevin) เป็นต้น

2.3 สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) เช่น ดีดีที (DDT) ดีลดริน (dieldrin) อัลดริน (aldrin) เอ็นดริน (endrin) คลอร์เดน (chlordane) เป็นต้น

2.4 สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) สารกลุ่มนี้ได้แก่ ไซเปอร์เมทริน (cypermetrin) เฟนวาเลอเรท (fenvalerate) เป็นต้น

2.5 สารกลุ่มยับยั้งการลอกคราบ เป็นสารยับยั้งการลอกคราบของแมลง ทำให้แมลงตายในที่สุด ได้แก่ ไดฟลูเบนซูรอน (diflubenzuron) เป็นต้น

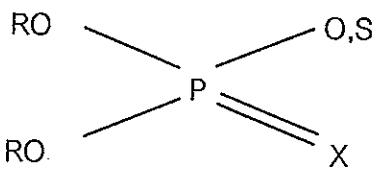
2.6 สารกลุ่มเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ เชื้อบาซิลลัส ทูริงจินสีส *(Bacillus thuringiensis)* เป็นต้น

2.7 สารกลุ่มรมควันพิษ และสารกลุ่มอื่นๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2538)

3. ข้อมูลทั่วไปและคุณสมบัติของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มใหญ่ ซึ่งมีจำนวนชนิดของสารออกฤทธิ์มากที่สุด การพัฒนาการใช้สารกลุ่มนี้เริ่มตั้งแต่ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน นำโดย Gerhard Shrader เป็นผู้เริ่มทำการวิจัยสารประกอบกลุ่มนี้ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเป็นแก๊สพิษที่มีผลต่อระบบประสาท เช่น ทาบุน (tabun) และซาริน (sarin) และพัฒนาเป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในที่สุด สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ชนิดแรกที่พัฒนาขึ้นแนะนำใช้เป็นสารกำจัดแมลง ใน พ.ศ. 2488 คือ ชราดาน (schradan) แต่ยังไม่มีการใช้แพร่หลายมากนัก (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537) ต่อมา Schrader ได้ค้นพบสารพาราไธออน หลังจากนั้นไม่นานบริษัท Bayer และ Du pont ได้มีการผลิตสารดังกล่าว เพื่อนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการกำจัดแมลง ต่อมาบริษัท American cyanamid ได้ค้นพบสารมาลาไธออน ซึ่งมีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเช่นกัน (มณฑิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน และศิรินภา ศรีทองทิม, 2537)

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส มีลักษณะดังนี้



R ทั้ง 2 หมู่จะเหมือนกัน อาจเป็นหมู่เมทธิล (methyl) หรือเอทธิล (ethyl) หรือเป็นหมู่ที่ค่อนข้างซับซ้อนกว่า โดยอาจเป็นสารแอลลิฟาติก (aliphatic) โฮโมไซคลิก (homocyclic) หรือเฮทเทอโรไซคลิก (heterocyclic) ซึ่งต่อกับอะตอมฟอสฟอรัสโดยตรง หรือบางครั้งต่อโดยมี

เอสเทอร์ (ester) หรือไทโอเอสเทอร์ (thioester) เป็นตัวเชื่อมโยง ได้แก่ P -O - X หรือ P – S - X (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537) ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ การละลายน้ำ ความดันไอ การดูดซับโดยดินซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างชนิดของสาร รายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 คุณสมบัติในการละลายน้ำ ความดันไอ และการดูดซับโดยดิน ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสบางชนิด

ชื่อสารประกอบ	การละลายน้ำ (ppm)	ความดันไอ (mm Hg)	การดูดซับโดยดิน (K_{oc}, ml/g)
Parathion	12	$4x10^{-5}$	4800
Diazinon	40	$7x10^{-7}$	251
Chlorpyrifos	1	$2x10^{-5}$	8753
Chlopyrifos-methyl	3	$4x10^{-5}$	3300
Fonophos	16	$2x10^{-4}$	5105
Fonophos oxon	>2600	-	-
EPN	-	$1x10^{-8}$	1327
Malathion	143	$4x10^{-5}$	280
Dimethoate	25,000	$8x10^{-6}$	27
Terbufos	6	$3x10^{-4}$	842
Terbufos sulfoxide	>1100	-	-
Terbufos sulfone	408	-	-
Isofenphos	22	$4x10^{-6}$	-
Dichlorvos	10,000	$1x10^{-2}$	-
Ethoprophos	750	$3x10^{-4}$	26
methyl parathion *	60	-	-

ที่มา : Chambers and Levi (1992) ; * Leonard *et al.* (1976) ; Plimmer (1988)

4. การนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

ประเทศไทยมีการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เป็นจำนวนมากทั้งชนิดและปริมาณ จากสถิติการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ช่วงปี 2530 - 2539 พบว่าแนวโน้มการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชมีเพิ่มขึ้นจาก 3,967 ตันในปี 2530 เป็น 14,041 ตันในปี 2539 สารป้องกันกำจัดโรคพืชมีการนำเข้าในปริมาณที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก กล่าวคือ นำเข้า 4,530 ตันในปี 2530 เป็น 4,446 ตันในปี 2539 สำหรับสารกำจัดแมลงมีการนำเข้า 5,881 ตันในปี 2530 เพิ่มเป็น 6,608 ตันในปี 2539 (บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์, 2540) รายละเอียดแสดงในตาราง 2

สำหรับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสซึ่งส่วนใหญ่นำมาใช้เพื่อการกำจัดแมลง ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะเป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพดี และราคาถูก สารที่นำเข้าสูงในปี 2539 ได้แก่ เมทธามิโดฟอส (methamidophos) โมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน ไดเมทโธเอท และมาลาไธออน (บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์, 2540) รายละเอียดแสดงในตาราง 3

5. การแพร่กระจายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เข้าสู่ดิน

ดินได้รับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เมื่อมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ บางส่วนมีการชะล้างสารจากบรรยากาศลงสู่ดิน บางส่วนมีการชะล้างจากต้นพืชลงสู่ดิน การดูดซึมโดยเม็ดดิน การชะล้างของน้ำผิวดิน บางส่วนก็ชะล้างลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน สิ่งเหล่านี้ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์สามารถซึมจากดินชั้นบนลงสู่ดินชั้นล่างในแนวดิ่ง รายละเอียดในภาพประกอบ 1 ส่วนดินที่ไม่เคยปลูกพืชหรือได้รับการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เลย จะได้รับสารเหล่านี้ด้วยกันเพราะสารนี้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ด้วยการชะล้างของน้ำฝน หรือน้ำใช้ในการเกษตรกรรมต่างๆ

นอกจากนี้สารเคมีที่ตกค้างในสัตว์และพืชที่ตายแล้วสามารถเข้าสู่ดินอีกทางหนึ่งด้วย สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่อยู่ในดินสามารถเคลื่อนย้าย และมีการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากปฏิกิริยาของสารเอง และจากสภาพแวดล้อม

ตาราง 2 สถิติการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ปี 2530 – 2539

ปี	สารกำจัดแมลง *		สารป้องกันกำจัดโรคพืช		สารกำจัดวัชพืช		สารอื่นๆ		รวม
	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ
2530	5,581	40.21	4,530	30.97	3,967	27.12	247	1.69	14,625
2531	7,050	40.96	4,362	25.34	5,596	32.51	205	1.19	17,213
2532	6,937	37.05	4,724	25.23	6,747	36.03	317	1.69	18,725
2533	7,176	38.59	2,800	15.06	8,272	44.49	346	1.86	18,594
2534	5,560	37.00	2,087	13.89	7,071	47.05	311	2.07	15,029
2535	6,098	33.00	3,513	19.01	8,450	45.73	418	2.26	18,479
2536	5,305	28.18	3,988	21.18	9,056	48.11	476	2.53	18,825
2537	5,252	25.83	4,885	24.03	9,554	46.99	640	3.15	20,331
2538	6,573	27.32	4,828	20.06	1,1934	49.60	727	3.02	24,062
2539	6,608	25.87	4,446	17.41	1,4041	54.97	446	1.75	25,541
* สารกำจัดแมลง หมายความรวมถึง สารชีวินทรีย์ สารรมควันพิษ และสารกำจัดไร									
หน่วย ปริมาณ : ตัน									

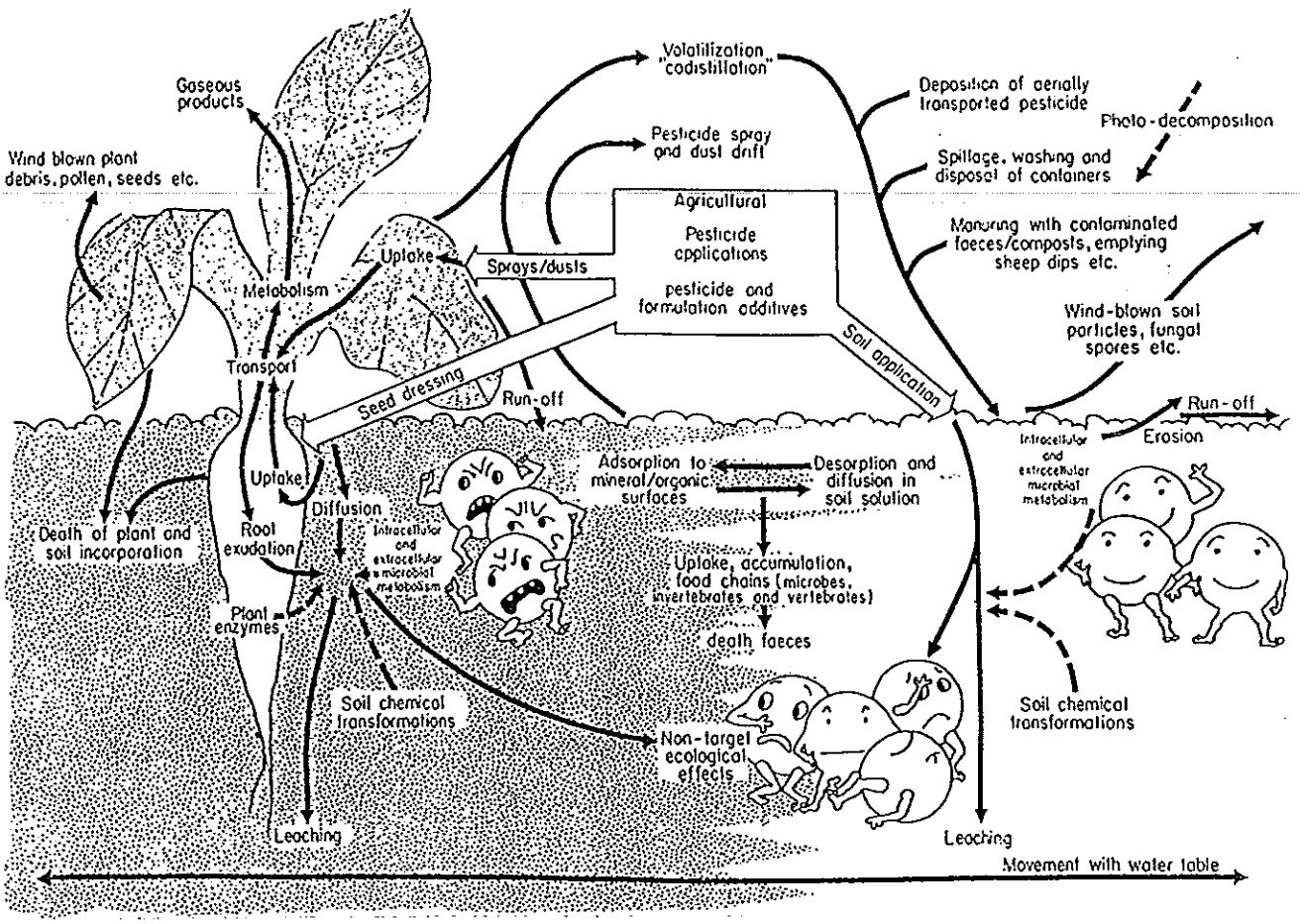
ที่มา : บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์ (2540)

ตาราง 3 แสดงการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ใช้กำจัดแมลง 10 อันดับแรก ปี 2539

ลำดับที่	ชื่อสามัญ	ปริมาณสารสำคัญ (กก.)	ปริมาณ (กก.)
1.	methamidophos *	969,200.50	1,332,725
2.	monocrotophos *	845,072.40	1,247,015
3.	methyl parathion *	754,904.74	916,381
4.	endosulfan	663,200.00	713,500
5.	carbaryl	391,520.00	400,000
6.	methomyl	302,954.80	359,305
7.	dimethoate *	279,557.30	360,459
8.	malathion *	244,965.26	258,922
9.	BPMC	221,350.00	231,000
10.	carbofuran	219,844.70	5,740,290

ที่มา: ดัดแปลงจาก บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์ (2540)

* สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส



ภาพประกอบ 1 การแพร่กระจายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน

ที่มา : Hill and Wright, 1978

Hill และ Wright (1978) รายงานว่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เข้าสู่ระบบนิเวศน์ดินในระดับความเข้มข้นต่ำกว่าที่ใช้ โดยพบว่าการใช้สารในปริมาณ 0.5 - 5 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ เป็นครั้งคราวจะพบการแพร่กระจายที่ผิวดินลึก 10 เซนติเมตร มีความเข้มข้นประมาณ 0.5 - 5 ppm

จากการศึกษาของ Gerakis และ Sficas (1974, อ้างถึงใน จินตนา แสนทวีสุข, 2533) พบว่า โพรมิทริน (prometryne) และโพรโมตอน (promoton) เคลื่อนย้ายในดินตามอิทธิพลของชั้นดิน โฟเรท (phorate) และไดซัลโฟตอน (disulfoton) เคลื่อนย้ายในดินได้บ้าง ไดอะซีนอน (diazinon) และไทโอนาซิน (thionazin) เคลื่อนย้ายในดินได้ดีที่สุด การเคลื่อนย้ายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในแนวนอนมักเกิดจากการชะล้างผิวหน้าดินที่เกิดจากน้ำฝน น้ำท่วม ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ที่ติดอยู่ตามเม็ดดินถูกพัดพาไปตามความลาดเอียงของพื้นที่ ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณของน้ำ สมบัติของดิน

ความลาดชันของพื้นที่ วิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ และสมบัติการละลายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ชนิดนั้นๆ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษา พบว่า ดีดีที ไดอะซีนอน (diazinon) และ เอทไธออน (ethion) ที่ใช้ในไร่ข้าวโพด จะถูกชะล้างไปกับน้ำได้ถึง 0.01 % (จินตนา แสนทวีสุข, 2533)

6. ความคงทนและการสลายตัวของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโน ฟอสฟอรัสในดิน

ความคงทน (persistence) ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน หมายถึง ระยะเวลาที่สารชนิดหนึ่งๆ สามารถเสื่อมสภาพไป 95 % เป็นอย่างน้อยภายใต้อัตราที่ใช้และสภาพแวดล้อมปกติ สารที่เสื่อมสภาพไปในเวลา 1 ถึง 12 สัปดาห์ ถือว่าไม่คงทน (non persistent) สารที่เสื่อมสภาพในเวลา 1 ถึง 18 เดือน ถือว่าคงทนปานกลาง (moderately persistent) ส่วนสารที่สามารถคงทนในสภาพแวดล้อมได้เป็นเวลานาน 2 ปีขึ้นไปถือว่าเป็นสารคงทน (persistent)

สำหรับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น สลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม มีค่าครึ่งชีวิตค่อนข้างสั้น แสดงรายละเอียดในตาราง 4

การศึกษาการสลายตัวของออร์กาโนฟอสฟอรัสบางชนิด เช่นไดอะซีนอน ในดินพบว่าสลายตัว 70 - 100 % ในเวลา 12 สัปดาห์ นอกจากนี้มีรายงานว่า การสเปรย์สารพวกพาราไธออนในปริมาณสูง 30 ปอนด์ต่อเอเคอร์ เป็นเวลา 4 ปีติดต่อกัน ยังคงพบการตกค้างพาราไธออนในปริมาณน้อยๆ ในดินหลังจากหยุดใช้แล้วเป็นเวลาถึง 16 ปี (Brown, 1978)

พรพิมล ศรีทองคำ และคณะ (2536) รายงานว่าปกติออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินจะสลายตัวได้ภายในระยะเวลาประมาณ 7 – 10 วัน แต่การตกค้างในดินบางประเภท เช่นดินทรายสามารถอยู่ได้นานถึง 16 ปี

Talekar, *et al.* (1977) ศึกษาการสลายตัว ความคงทน และการดูดซึมสู่รากพืชของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินกึ่งเขตร้อน โดยศึกษาในแปลงทดลองเพื่อดูการสลายตัว ความคงทนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ตามฤดูกาลของประเทศไต้หวัน ทั้งสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมต สำหรับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

ตาราง 4 ค่าครึ่งชีวิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์บางชนิดในดิน

Pesticide	Time for 50 % of applied to disappear	Time to reach residues level of 0.1 ppm (3 % of applied dose)
Phorate (Thimet)	1 month	-
Azinphosmethyl (Guthion)	20 days	-
Parathion	20 days	90 days
Methyl parathion	-	30 days
Malathion	-	8 days

Not all of the pesticides shown in this table are necessarily labeled for use in soil at 5 pounds per acer.

ที่มา: The American Chemical Society (1969)

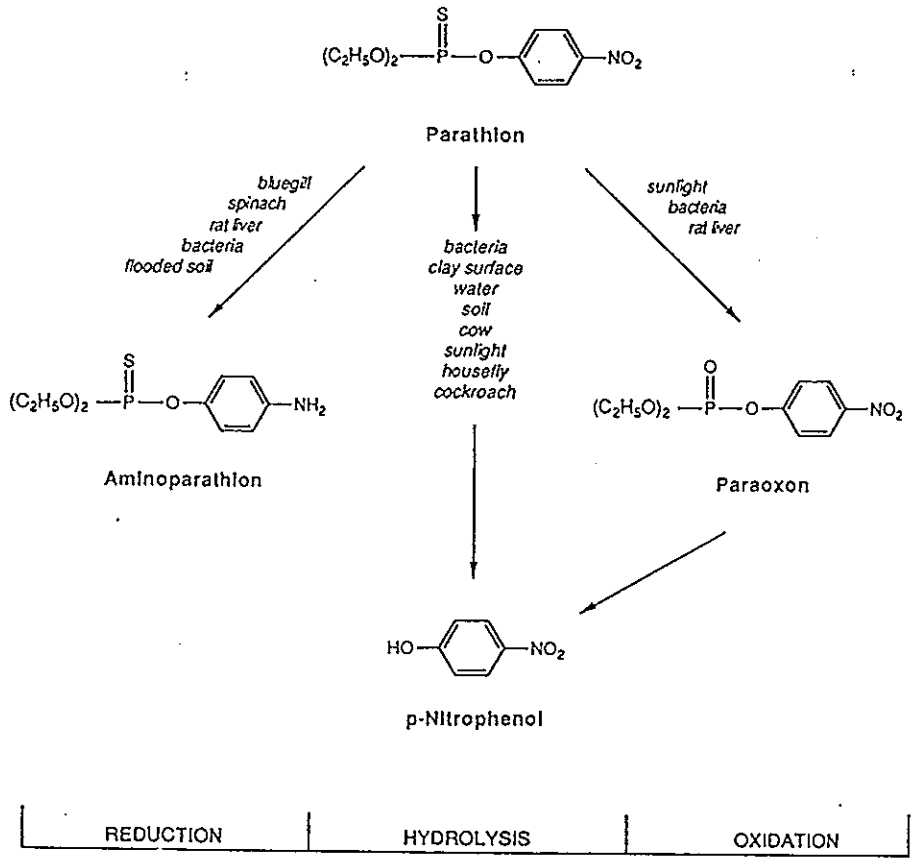
พบว่า โฟโนฟอส (fonophos) สลายตัวเหลือ 36 % หลังจากการใช้ครั้งแรก 6 สัปดาห์ ต่อมาอีก 1 สัปดาห์สลายตัวเหลือ 8 % ส่วน โฟเรท (phorate) สลายตัวเหลือเพียง 4 % หลังจากการใช้ครั้งแรก 6 สัปดาห์ และพบเพียง 0.4 % ในสัปดาห์ที่ 12

สารเคมีสังเคราะห์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสพวกฟอสโฟโรไธโอเอท (phosphorothioates) เช่น พาราไธออนสลายตัวได้หลายทาง โดยยีสต์เปลี่ยนพาราไธออนให้เป็นอะมิโนพาราไธออน โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสเปลี่ยนพาราไธออนเป็นพาราไนโตรฟีนอล ซึ่งจากปฏิกิริยาดังกล่าวเหล่านี้ทำให้สารพวกพาราไธออนในดินมีการสลายตัวระหว่าง 2 - 16 วัน รายละเอียดในภาพประกอบ 2 (Chambers and Levi ,1992 อ้างถึงใน พาลาภ สิงหเสนี, 2537)

นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดความคงทน ตกค้าง เสื่อมสลาย แพร่กระจายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์แต่ละชนิดในดินขึ้นอยู่กับ ชนิดและสมบัติของสารเคมีนั้นๆ ชนิดของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ค่าความเป็นกรด - ด่างของดิน ปริมาณน้ำ

ในดิน การระบายอากาศในดิน อุณหภูมิของดิน พืชพรรณที่ปลูก ลักษณะหน้าดิน ลม แสงแดด การเขตกรรม ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตในดิน (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540)

การไถพรวนจะมีผลต่อการคงอยู่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายโดยใช้แสง การระเหยกลายเป็นไอ การเคลื่อนไหวของอากาศในดิน ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินลดลง นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตในดิน เช่นจุลินทรีย์ต่างๆ สามารถย่อยสลายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ทำให้ปริมาณสารที่ตกค้างลดลงได้ จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นผลทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ตกค้างในส่วนต่างๆ ของระบบนิเวศน์ดิน ทั้งในดินเอง จุลินทรีย์ในดิน สัตว์ใต้ดิน พืช แหล่งน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดิน มีความแตกต่างกันในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามสมรรถนะการยอมให้มีได้ของสิ่งแวดล้อมนั้นๆ



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการสลายตัวของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสบางชนิด

ที่มา: Chambers and Levi (1992)

7. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดิน

U.S. Department of Agriculture ได้ทำการวิเคราะห์การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดินบริเวณ Mississipi Delta โดยศึกษาในพื้นที่ 3 แห่ง คือ พื้นที่ปลูกฝ้าย พื้นที่ปลูกถั่วเหลือง และพื้นที่ปลูกข้าว แยกเป็นพื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่ที่ไม่ทำการเกษตร ตรวจพบการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช สารกลุ่มคาร์บาเมต และซัลเฟอร์ ส่วนสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตรวจพบได้ในทุกตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจำนวนเล็กน้อยด้วย (Wayland, 1975)

Watson and Brown (1977) รายงานว่าผลการวิเคราะห์การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินพื้นที่การเกษตรที่แตกต่างกัน 130 แห่ง จาก 43 รัฐ ในปี 1969 พบว่ามีการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์โดยในพื้นที่ที่ไม่ได้ทำการเกษตร 11 รัฐ พบการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ 24 ชนิด สำหรับในดินพื้นที่การเกษตร พบสารกำจัดวัชพืช 6 ชนิด มีค่าระหว่าง 0.01 - 1.55 ppm สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 5 ชนิด มีค่าระหว่าง 0.01 - 3.01 ppm นอกจากนี้พบสารกลุ่มคลอริเนตเตต ไฮโดรคาร์บอน และพวกสารหนู

กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการตรวจการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ปี 2530 - 2531 พบสารตกค้างในดินอยู่มากทั้งชนิดและปริมาณ กระจายไปตามดินเกษตรกรรมต่างๆ ทั่วประเทศ ซึ่งพบปริมาณน้อยๆ จนถึงสูงสุด 0.36 ppm สารที่พบตกค้างได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสซึ่งสารที่ตกค้างได้แก่ ไดเมทโธเอท (dimethoate) ไดอะซีนอน (diazinon) เมทธิล พาราไธออน (methyl parathion) มาลาไธออน (malathion) และพาราไธออน (parathion) (นวลศรี ทยาพัชร, 2533)

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ทำการตรวจสอบปริมาณสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมระหว่างปี 2530 - 2532 ในพื้นที่ 25 จังหวัด ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ดิน และดินตะกอน จำนวน 366, 259 และ 136 ตัวอย่าง ตามลำดับ ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่ามีการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำเป็นส่วนใหญ่ ส่วนในตัวอย่างดินและดินตะกอนพบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปริมาณที่แตกต่างกันตั้งแต่น้อยกว่า 0.001 - 0.686 ppb นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ได้แก่ ไดอะซีนอน ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน พาราไธออน และมาลาไธออน ในปริมาณตั้งแต่น้อยกว่า 0.001 - 0.475 ppb (สุกัญญา บุญเฉลิมกิจ, 2537)

ภิญญา จำรัสกุล และนวลศรี ทยาพัชร (2537) ศึกษาวิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในดิน น้ำ และดินตะกอน บริเวณแหล่งปลูกผักอนามัย โดยศึกษากลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมต และวัตถุมีพิษที่ใช้กำจัดวัชพืชในสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่ผลิตพืชผักอนามัยในเขตจังหวัดนนทบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี กาญจนบุรี อยุธยา แพร่ เพชรบูรณ์ และศรีษะเกษ จำนวน 79 ตัวอย่าง แบ่งเป็นดิน 57 ตัวอย่าง น้ำ 20 ตัวอย่าง และดินตะกอน 8 ตัวอย่าง พบวัตถุมีพิษทุกตัวอย่าง ในปริมาณ < 0.01 - 3.9 ppb (ไมโครกรัมต่อลิตร) ส่วนดินและดินตะกอนพบตั้งแต่ < 0.01 - 0.56 ppm (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

วิภา ตั้งนิพนธ์ และอารี ไชยาภินันท์ (2539) ได้ศึกษาการสะสมของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินและน้ำในสวนองุ่น จังหวัดราชบุรี ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร โดยเก็บตัวอย่างดินและน้ำจากสวนองุ่นของเกษตรกร อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี เป็นประจำทุกเดือนนาน 8 เดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึง กันยายน พ.ศ. 2537 เพื่อตรวจหาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่สะสมอยู่ในแปลงปลูกองุ่นตามชนิดของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่เกษตรกรนำมาใช้เพื่อป้องกันศัตรูขององุ่นเป็นส่วนใหญ่ พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ได้แก่ ไดเมทโธเอท ในน้ำ 3.06 - 44.54 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินมีปริมาณ 0.002 - 0.007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเมทธามิโดฟอส และเมวินฟอส พบเฉพาะในน้ำเท่านั้น มีค่าระหว่าง 0.11 - 0.25 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 0.99 - 8.84 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับโมโนโครโตฟอสพบในน้ำเพียงครั้งเดียว มีปริมาณ 1.28 ไมโครกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังพบสารกำจัดเชื้อราคอปเปอร์อ๊อกซี่คลอไรด์ และแคปแทน ด้วย

ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และคณะ (2540) ได้ศึกษาการสะสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่น จังหวัดสมุทรสาคร ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร โดยเก็บตัวอย่างดินและน้ำจากแปลงองุ่น จังหวัดสมุทรสาคร ทุกเดือนระหว่างเดือนสิงหาคม 2537 ถึงมกราคม 2538 เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรและสิ่งแวดล้อม พบสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ได้แก่ ไดเมทไธเอท สะสมในดินและน้ำทุกตัวอย่าง ปริมาณระหว่าง 0.22 - 0.154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.12 - 59.23 ไมโครกรัมต่อลิตร พบสูงสุดในดินและน้ำที่เก็บในเดือนสิงหาคม 2537 และพบโมโนโครโตฟอส สะสมในดินและน้ำ ปริมาณระหว่าง

0.024 - 0.107 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 2.16 - 10.72 ไมโครกรัมต่อลิตร พบสูงสุดในดินและน้ำที่เก็บในเดือนธันวาคม

โศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์ และคณะ (2540) ศึกษาผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสวนทุเรียน ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็นสวนทุเรียนที่ปลูกตามปกติ และสวนทุเรียนที่เป็นแปลงทดลองในโครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร พบว่าในแปลงที่ปลูกตามปกติมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์มากกว่าแปลงที่อยู่ในโครงการ ทั้งชนิด ปริมาณ และความถี่ แต่ไม่พบว่ามีการสะสมของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมต ในดิน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารกลุ่มนี้สลายตัวได้เร็ว

8. ผลกระทบจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสต่อสิ่งแวดล้อม

8.1 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดิน

จากการศึกษาของ Reddy, *et al.* (1984 อ้างถึงใน ลมัย ชูเกียรติวัฒนา, 2540) พบว่าจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจาก 2 วันที่ใช้พาราไธออน และไตรอะโซฟอส (triazophos) ปริมาณ 10 มิลลิกรัมต่อกรัมดิน (ความเข้มข้น 10,000 ppm) หลังจากนั้นจำนวน จุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเท่าเดิมในระยะเวลาต่อมา และยังพบว่ามาลาไธออน ที่ความเข้มข้น 200 ppm จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดิน Brown (1978) รายงานว่าสัตว์ขนาดเล็กที่อาศัยในดินสามารถได้รับพิษจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส โดยพบว่าการใช้พาราไธออน ในสวนส้มทำให้จำนวนของไร (mite) ที่อาศัยอยู่ในดิน มีจำนวนลดลงจาก 28 ชนิดเหลือเพียง 10 ชนิด นอกจากนี้การใช้ไดซัลโฟตอน จำนวน 2 ปอนด์ต่อเอเคอร์ สำหรับกำจัดเพลี้ยอ่อน (aphids) ทำให้จำนวนของไรลดลง 95 % และจะกลับมีจำนวนเท่าเดิมหลังจากหยุดใช้เป็นเวลา 3 เดือน สำหรับมาลาไธออน ซึ่งสลายตัวได้เร็วมากการใช้กำจัดแมลงในดินพบว่ามีอันตรายต่อแมลงหางดีด (collembola) ซึ่งเป็นแมลงขนาดเล็กในดิน เมื่อใช้ในขนาด 1.5 กิโกรัมต่อเฮกเตอร์

8.2 ผลกระทบต่อปลา

ปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของมนุษย์ หากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์มีพิษต่อปลาก็จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ Brown (1978) รายงานว่าปลาที่ได้รับสารมาลาไธออน ขนาดต่ำเพียง 10 ppb เป็นเวลานานๆ อาจให้กำเนิดลูกที่มีความผิดปกติทางโครงสร้าง

กระดูกสันหลังได้ ปลาบลูกิลที่แสดงอาการพิษเนื่องจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจะมีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในสมองลดต่ำลงกว่าปกติประมาณ 30 - 50 %

8.3 ผลกระทบต่อนก

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสมีผลเฉียบพลันต่อนก เพราะมักจะพบสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสตกค้างในนกที่ตาย อย่างไรก็ตามสารมาลาไธออน ซึ่งพบว่ามักจะปลอดภัยต่อนก มีการรายงานถึงการใช้มาลาไธออนในการกำจัดตัวเต็มวัยของยุง จำนวน 3 ออนซ์ต่อเอเคอร์ โดยฉีดพ่นทางเครื่องบินพบว่าไม่ทำให้นกตาย จำนวนของนกกระจอกบ้านยังคงมีจำนวนปกติ (Brown, 1978)

8.4 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสเป็นพิษต่อแมลงและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยการไปยับยั้งเอนไซม์อะเซตติลโคลีนเอสเตอเรส (acetyl cholenesterase) ในเนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) ทำให้เกิดการคั่งของอะเซตติลโคลีน (acetyl cholene) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ที่สำคัญของการส่งกระแสประสาททำให้ระบบประสาททำงานผิดปกติ (Hill and Wright, 1978)

จากการตรวจวิเคราะห์หาระดับโคลีนเอสเตอเรส (ChE) ในเลือดเกษตรกรจากที่ต่างๆ จำนวน 724 ราย ในปี พ.ศ. 2531 ของกรมวิชาการเกษตร พบเลือดของเกษตรกรที่มี ChE น้อยกว่า 55 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่มีอันตรายต่อร่างกาย จำนวน 32 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.4 ของตัวอย่างทั้งหมด ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ โดยเฉพาะเกษตรกรจากแหล่งปลูกส้มเขียวหวาน จังหวัดปทุมธานี ที่มีการใช้สารดังกล่าวมาก (นวลศรี ทยาพัชร, 2533)

พิษของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในมนุษย์ หากได้รับในระดับความเข้มข้นต่ำจะทำให้เกิดอาการเซื่องซึม สับสน เป็นตะคริว อุจจาระร่วง อาเจียน ปวดศีรษะ และหายใจลำบาก หากได้รับในระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดอาการชักกระตุกอย่างรุนแรง กล้ามเนื้ออ่อนแรง สั่น หมดสติ และตายในที่สุด (Chiras, 1991)

Central Library
Prince of Songkla University

9. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

9.1 สภาพภูมิประเทศ

อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา โดยทั่วไปทางทิศตะวันตกของอำเภอ มีเทือกเขาบรรทัดและเขาแก้ว ซึ่งแบ่งเขตจังหวัดสงขลาและจังหวัดสตูลมีลักษณะเป็นที่สูงแล้วค่อยๆ ลาดลงไปทางทิศตะวันออก มีลำธารหลายสายไหลจากทิศตะวันตก ลงสู่ทะเลสาบสงขลา ในเขตอำเภอควนเนียง เช่น คลองภูมิ คลองเขาล้อน และชายคลองยางแดง

อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นที่ราบลุ่ม ที่ราบเชิงเขา เนินเขาเตี้ย ที่ราบลอนลูกคลื่นบางส่วน และที่ราบลุ่มกว้างที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำจืด หรือตะกอนน้ำกร่อยปนตะกอนน้ำเค็ม

9.2 ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดสงขลา

9.2.1 ฤดูกาล

จังหวัดสงขลามีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ฤดู คือ

ก) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมกราคม เป็นระยะเวลา 9 เดือน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ โดยพิจารณาจากกระแสลมประจำฤดูของท้องถิ่น คือระยะแรก ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ช่วงนี้จะมีฝนตกน้อย เนื่องจากมีภูเขา ซึ่งทอดขวางทิศทางลมมรสุมทางด้านตะวันตกและทางทิศใต้ ระยะที่สอง ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนมกราคม ในระยะนี้จะมีฝนตกชุกและมีปริมาณมาก

ข) ฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ในระยะนี้ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นลมร้อนและชื้น จึงทำให้อากาศร้อนชื้นโดยทั่วไป แต่อุณหภูมิจะไม่สูงขึ้นมากนัก เนื่องจากจังหวัดสงขลาอยู่ใกล้ทะเล

9.2.2 ปริมาณฝน

ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 2,093.8 มิลลิเมตรต่อปี มีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยตามฤดูกาล ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยรวม 562.5 มิลลิเมตร และฝนตกชุกที่สุดในช่วงเดือนกันยายน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 124.4 มิลลิเมตร และช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ เดือนตุลาคมถึง

เดือนมกราคม เป็นช่วงที่มีฝนตกหนาแน่นที่สุด มีปริมาณของฝนเฉลี่ยรวม ประมาณ 1,401.2 มิลิเมตร และฝนตกชุกที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 582.6 มิลลิเมตร ในช่วงฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปริมาณของฝนตกเฉลี่ยรวม 130.1 มิลลิเมตร และเดือนที่ฝนแล้งที่สุดได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 31.7 มิลลิเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530)

9.2.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดตลอดปี 31.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดตลอดปี 23.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.06 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีสูงสุดในเดือนเมษายน 28.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม 26.6 องศาเซลเซียส ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในรอบปีต่าง 2.1 องศาเซลเซียส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530)

9.2.4 ลม

ความเร็วของลมท้องถิ่นเฉลี่ยตลอดปี 5.5 - 12.0 น๊อต และมีความเร็วของลมสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 76 น๊อต พัดจากทิศตะวันออก ทิศทางของลมจะเป็นไปตามฤดูกาลคือ พัดมาจากทิศตะวันออกในเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนเมษายน และพัดมาจากทิศตะวันตกจนถึงทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (กรมพัฒนาที่ดิน,2530)

9.3 สภาพสมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกเฉลี่ยประจำเดือนในแต่ปี และค่าศักย์ของการคาย-ระเหยน้ำของพืชในแต่ละเดือนในรอบปี พบว่าระหว่างต้นเดือนกันยายนถึงกลางเดือนมกราคม เป็นช่วงที่ปริมาณฝนตกมากกว่าอัตราการคาย-ระเหยน้ำ และปริมาณของน้ำฝนดังกล่าวจะถูกพืชนำไปใช้และเหลือเก็บกักไว้ในดิน หรือไหลบ่าสู่แม่น้ำลำคลองและทะเลสาบ ดังนั้นดินจึงมีความชุ่มชื้นมากในระยะนี้ ส่วนช่วงระหว่างต้นเดือนมกราคมจนถึงปลายเดือนสิงหาคมหรือต้นเดือนกันยายน เป็นระยะที่อัตราการคาย-ระเหยน้ำสูงกว่าปริมาณฝนที่ตกลงมา จึงทำให้ดินอยู่ในสภาพแห้งแล้งและเป็นช่วงที่พืชอาจขาดแคลนน้ำได้ ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ควรเริ่มต้นประมาณกลางเดือนเมษายน และสิ้นสุดปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ รวมระยะเวลาประมาณ 290 วัน ยกเว้นข้าวซึ่งเป็นธัญญพืช

ที่ต้องการน้ำมาก ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวควรเริ่มจากกลางเดือนสิงหาคมและสิ้นสุดประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม รวมระยะเวลาประมาณ 170 วัน (กรมพัฒนาที่ดิน,2530)

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. สารเคมี (reagent)

สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

- อะซิโตน ชนิดเกรดวิเคราะห์ (acetone, AR grade)
- โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส ชนิดเกรดวิเคราะห์ (sodium sulphate anhydrous, AR grade)
- ฟลอริซิล ชนิดพีอาร์เกรด (florisil, PR grade) ขนาด 60-100 เมช
- ไดเอทธิลอีเทอร์ ชนิดเกรดวิเคราะห์ (diethyl ether, AR grade)
- เฮกเซน ชนิดเกรดวิเคราะห์ (hexane, AR grade)
- เอทธิลอะซิเตต ชนิดเกรดวิเคราะห์ (ethyl acetate, AR grade)
- ไอโสออกเทน ชนิดเกรดวิเคราะห์ (iso octane, AR grade)
- สารละลายมาตรฐาน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 5 ชนิด ได้แก่ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท มาลาไธออน เมทธิลพาราไธออน และเฟนไธออน

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

- โปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$)
- กรดซัลฟูริค (H_2SO_4)
- สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6 H_2O$
- เฟอโรอีน (Ferroin)

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และที่ใช้สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างดิน

- ท่อ พีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 110 เซนติเมตร
- ขาตั้งพร้อมอุปกรณ์ดึงท่อ พีวีซี
- ขวดพลาสติกปากกว้างพร้อมฝาปิดสำหรับใส่ตัวอย่างดิน
- กระดาษฟอยล์
- ถังน้ำแข็งแช่ตัวอย่าง

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

- เครื่องสกัดสาร (soxhlet extractor)
- เครื่องกลั่นชนิดสูญญากาศ (rotary evaporator) ยี่ห้อ Rotavapor R - 114
- เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ เออร์เลนเมเยอร์ฟลาส ขวดก้นกลม บีกเกอร์ กระบอกตวง ปิเปต หลอดหยด
- คอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร และใยแก้ว
- ขวดบรรจุสารตัวอย่างขนาด 2 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด (Autosampler vial)
- ชุดกลั่นสารเคมี
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตู้อบเครื่องแก้ว
- เครื่องโครมาโตกราฟ Auto System XL ยี่ห้อ Perkin Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา มีสภาวะการใช้งานดังนี้

เครื่องตรวจวัด (detector)	: Nitrogen - Phosphorus Detector (NPD)
คอลัมน์ (column)	: Capillary Column 1.5 µm PE - 1 borosilicate megabore 30 m x 0.53 mm I.D., Supelco
อุณหภูมิ (Temperature)	: อุณหภูมิหัวฉีด (injector) 250 °C
	: อุณหภูมิตัวตรวจวัด (detector) 280 °C
	: อุณหภูมิคอลัมน์ (column) การทำโปรแกรมอุณหภูมิ (Temperature program) 150 °C (3 นาที) - 250 °C (8 นาที) อัตรา 5 °C/นาที
ก๊าซไฮโดรเจน (H_2)	อัตราเร็ว 2มิลลิลิตรต่อนาที
อากาศ (Air - Zero)	อัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อนาที
ก๊าซไนโตรเจน (N_2)	อัตราเร็ว 8 มิลลิลิตรต่อนาที

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน

- โกร่งบดดิน
- ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2 มิลลิเมตร
- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- ตู้อบดิน
- โถดูดความชื้น
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ถ้วยระเหย
- เตาสำหรับให้ความร้อน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ศึกษาทั้งสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ ลักษณะดิน ระบบการปลูกพืช การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและ

สัตว์ จากเอกสารของหน่วยงานราชการต่างๆ ภาคเอกชน และจากการสอบถามเกษตรกรทุกครั้งที่มีการเก็บตัวอย่างดิน รวมถึงการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบในการศึกษาวิจัย

3.2 การเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง

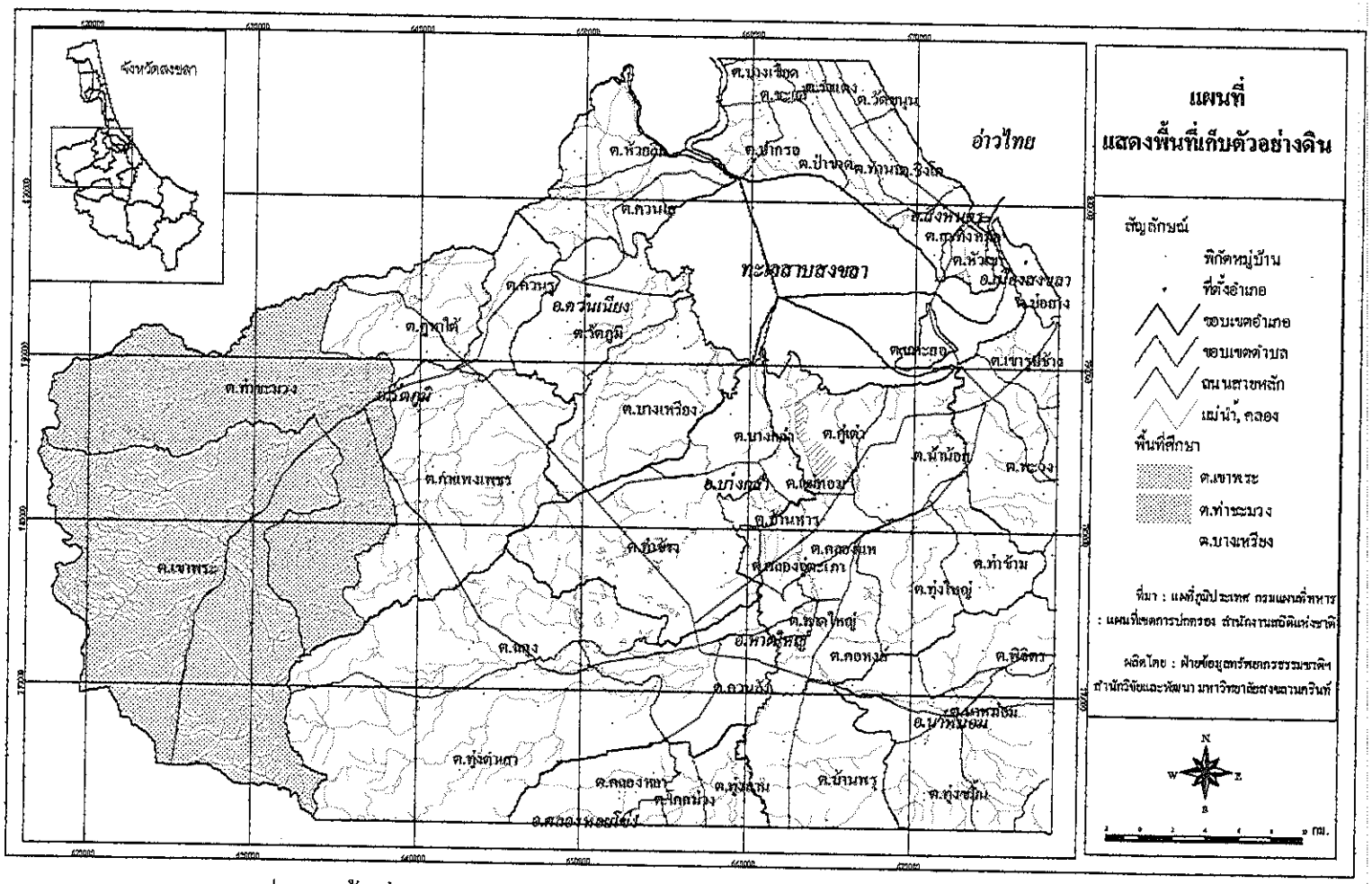
เมื่อได้ข้อมูลพื้นฐานมาแล้วจึงวางแผนการเก็บตัวอย่างจากแหล่งที่มีการทำการเกษตรกันอย่างหนาแน่น และมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างมาก นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่นั้นเองและพื้นที่ใกล้เคียงโดยเฉพาะทะเลสาบสงขลา โดยเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่อำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา แยกตามลักษณะของการเกษตรกรรมได้แก่ พื้นที่ปลูกยางพารา พื้นที่ปลูกไม้ผล และพื้นที่ปลูกผัก ซึ่งลักษณะของการเกษตรกรรมที่ต่างกัน ทำให้เกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์แตกต่างกัน กล่าวคือพื้นที่ปลูกผักจะใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์มากที่สุด รองลงมาได้แก่พื้นที่ปลูกไม้ผล และพื้นที่ปลูกยางพาราตามลำดับ ได้พื้นที่เก็บตัวอย่างจำนวน 10 แปลง ประกอบด้วยพื้นที่ปลูกผักจำนวน 5 แปลงจากตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง พื้นที่ปลูกไม้ผลจำนวน 3 แปลงจากตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ และพื้นที่ปลูกยางพารา จำนวน 2 แปลง จากตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา อนึ่งการเก็บตัวอย่างดินจะเก็บแปลงเดิมทุกครั้ง รายละเอียดแสดงในตาราง 3 และภาพประกอบ 3 และ4 ตามลำดับ

3.3 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่ดัดแปลงขึ้น โดยคำนึงถึงความสามารถในการลดการปนเปื้อนของตัวอย่างระหว่างชั้นดิน โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ความยาว 110 เซนติเมตร เจาะดินจำนวน 5 หลุมต่อหนึ่งแปลง ตามเส้นทะแยงมุมของแปลง ขนาดแปลง 4 x 10 เมตร ความลึก 100 เซนติเมตร (ภาพประกอบ 5) จากนั้นนำตัวอย่างดินมาแบ่งแต่ละชั้นความลึกดังนี้ 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80 และ 80 - 100 เซนติเมตร ตามลำดับ ตัวอย่างดินที่เก็บได้ในแต่ละหลุมที่ความลึกเดียวกันจะ นำมารวมเข้าด้วยกันห่อตัวอย่างด้วยกระดาษฟอยล์

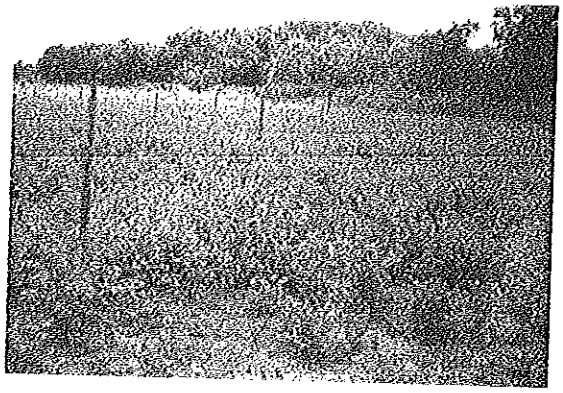
ตาราง 5 แสดงรายละเอียดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

หมายเลข	ชื่อจุดเก็บตัวอย่าง	ชนิดเกษตรกรรม	ที่อยู่
1.	BS1	ผัก	ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (ภาพประกอบ 3 - 1)
2.	BS4	"	ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (ภาพประกอบ 3 -2)
3.	BS8	"	ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (ภาพประกอบ 3 - 3)
4.	BSa	"	ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (ภาพประกอบ 3 - 4)
5.	BSb	"	ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง (ภาพประกอบ 3 - 5)
6.	KS1	ผลไม้	ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ (ภาพประกอบ 3 - 6)
7.	KS2	"	ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ (ภาพประกอบ 3 -7)
8.	KSc	"	ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ (ภาพประกอบ 3 - 8)
9.	TS1	ยางพารา	ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ (ภาพประกอบ 3 - 9)
10.	TS3	"	ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ (ภาพประกอบ 3 - 10)

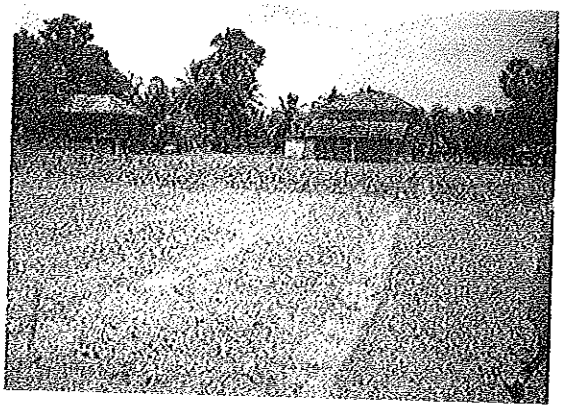


ภาพประกอบ 3 แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่าง

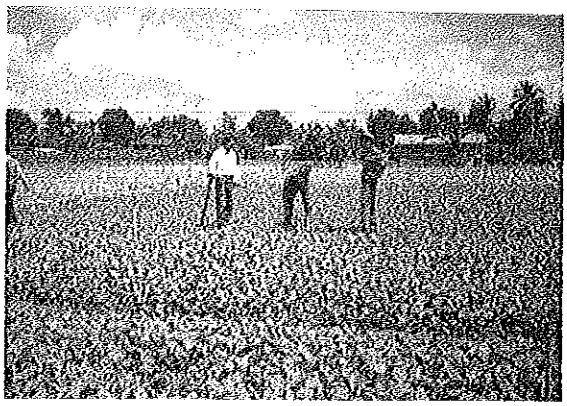
ภาพประกอบ 4 - 1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (BS1)



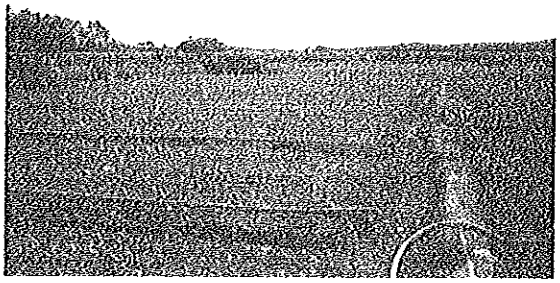
ภาพประกอบ 4 - 2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (BS4)



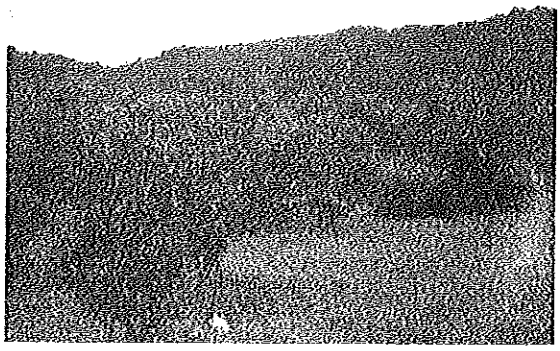
ภาพประกอบ 4 - 3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (BS8)



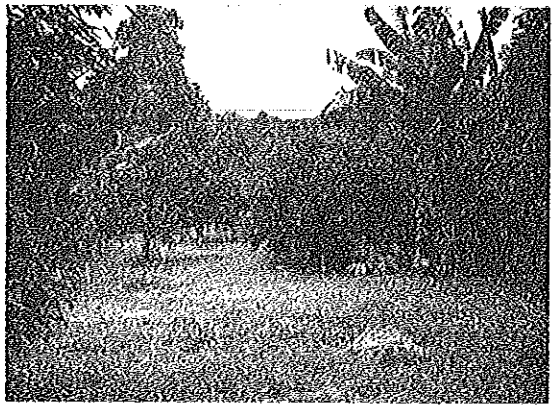
ภาพประกอบ 4 - 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (BSa)



ภาพประกอบ 4 - 5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (BSb)



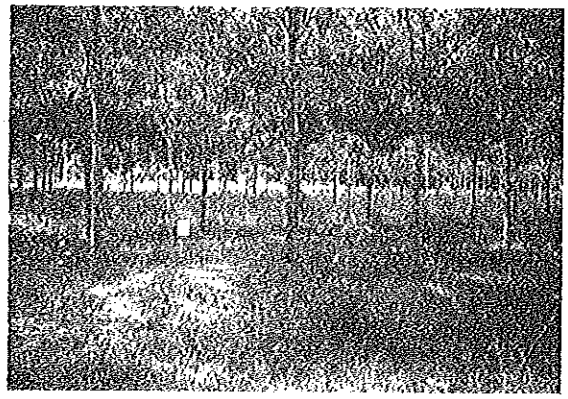
ภาพประกอบ 4 - 6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (KS1)



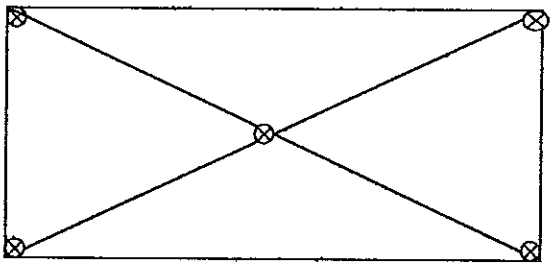
ภาพประกอบ 4 - 7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (KS2)

ภาพประกอบ 4 - 8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 (KSc)

ภาพประกอบ 4 - 9 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (TS1)



ภาพประกอบ 4 - 10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 (TS3)



ภาพประกอบ 5 แสดงลักษณะการเก็บตัวอย่าง

⊗ แทนจุดเก็บตัวอย่าง จำนวน 5 หลุมต่อแปลง

แล้วบรรจุในขวด พลาสติกปากกว้างมีฝาปิด ระหว่างการนำส่งตัวอย่างใช้วิธีการแช่น้ำแข็ง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการนำตัวอย่างแช่ในตู้เย็น - 20 °C วิธีการเก็บตัวอย่างดำเนินการตามคู่มือการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ของคณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องสารพิษ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

3.4 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดิน 4 ครั้งตามฤดูกาล โดยฤดูฝนเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งเนื่องจากภาคใต้มีช่วงฤดูฝนที่ยาวนานถึง 9 เดือนโดยเก็บตัวอย่างในเดือน มิถุนายน ตุลาคม และ ธันวาคม พ.ศ.2541 ในเดือนมิถุนายนเป็นช่วงต้นฤดูที่มีฝนตกน้อย เดือนตุลาคมเป็นช่วงกลางฤดูฝน

และธันวาคมเป็นช่วงปลายฤดูที่มีฝนตกชุก สำหรับฤดูแล้งเก็บตัวอย่าง 1 ครั้งในเดือนกุมภาพันธ์ 2542

3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.5.1 การวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

การวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินได้แก่ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท มาลาไธออน เมทธิล พาราไธออน และเฟนไธออน การสกัดตัวอย่างด้วยวิธีการ soxhlet extraction วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟ ดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์ของโศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์ และคณะ (2540), มณฑิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน และศิรินภา ศรีทองทิม (2537) และMallet and Mallet (1989) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การเตรียมตัวอย่างดิน และการสกัด

นำตัวอย่างดินเปียกมาเกลี่ยให้สม่ำเสมอในถาดสแตนเลส กว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างตามเส้นทะแยงมุม เพื่อให้ได้ตัวอย่างดิน 60 กรัม ใส่ในทิมเบิล (Thimble) สกัดด้วยเอทธิลอะซิเตต ปริมาณ 175 มิลลิลิตร ในเครื่องสกัด (soxhlet extractor) ที่อุณหภูมิประมาณ 78 $^{\circ}$C นาน 8 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่องกลั่นชนิดสูญญากาศ (Rotary Evaporator) ให้ปริมาตรเหลือประมาณ 5 มิลลิลิตร เติมไอโซออกเทน 10 มิลลิลิตร ระเหยต่อจนเหลือประมาณ 2 มิลลิลิตร

- การกำจัดสิ่งเจือปนออกจากตัวอย่าง (clean - up)

นำตัวอย่างที่ได้ไปกำจัดสิ่งเจือปนโดยผ่านตัวอย่างลงในคอลัมน์แก้วขนาดความยาว 30 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง (I.D.) 1 เซนติเมตร ซึ่งบรรจุฟลอริซิลจำนวน 4 กรัมที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 $^{\circ}$C นาน 16 ชั่วโมง ด้านบนฟลอริซิลบรรจุด้วยโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส (Na_2SO_4) ที่ผ่านการอบแห้งสูงประมาณ 1 นิ้ว โดยใช้ไดเอทธิลอีเทอร์ 30 มิลลิลิตร เอทธิลอะซิเตต 70 มิลลิลิตร และอะซิโตน 30 มิลลิลิตร เป็นตัวชะ (Eluting) ตามลำดับ นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตร โดยใช้เครื่องกลั่นสูญญากาศจนเกือบแห้งปรับปริมาตรที่แน่นอนด้วยเฮกเซนให้ได้ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างที่ได้นี้ในขวดสีชาปิดสนิท เพื่อการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ทำได้โดยฉีดตัวอย่างเข้าเครื่องโครมาโตกราฟ 1 ไมโครลิตร เพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

-การหาชนิดของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

โดยการฉีดสารละลายมาตรฐานของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสทั้ง 5 ชนิดที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนเข้าไปในเครื่องโครมาโตกราฟ จะได้พีกของสารละลายมาตรฐาน โดยจะมี retention time ที่แตกต่างกันออกไป จากนั้นจึงฉีดสารละลายที่สกัดได้ของดินตัวอย่างเข้าเครื่องโครมาโตกราฟ ในสภาพการใช้งานเหมือนข้างต้น วัด retention time ที่ได้เปรียบเทียบกับของสารละลายมาตรฐาน ซึ่งถ้าตรงกับสารใดใน 5 ชนิด สารตัวอย่างก็จะมีสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิดนั้นอยู่

- การหาปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

เมื่อทราบชนิดของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสแล้ว นำพีกที่ได้มาหาพื้นที่ใต้พีกของสารละลายมาตรฐาน และสารละลายตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้น โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณความเข้มข้นของสารในตัวอย่างดิน} = \frac{CAa}{WBb} \quad (\mu g / kg \text{ wet weight})$$

ในที่นี้ C = ปริมาณสารในสารละลายมาตรฐาน (นาโนกรัม)

A = พื้นที่เส้นใต้พีกของสารละลายตัวอย่าง (ตารางมิลลิเมตร)

B = พื้นที่เส้นใต้พีกของสารละลายมาตรฐาน (ตารางมิลลิเมตร)

a = ปริมาตรของสารที่ปรับขั้นสุดท้ายในการสกัดตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาตรของสารที่สกัดได้จากตัวอย่างและฉีดเข้าเครื่องโครมาโตกราฟ (ไมโครลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดินเปียก (กรัม)

3.5.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด – เบสของดิน (soil pH) ความชื้น (moisture content) อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) เนื้อดิน (soil texture) ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้จะนำไปใช้ประกอบในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดินตามระดับชั้นความลึกแนวดิ่ง (soil profile) มีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมตัวอย่างดิน

1. นำตัวอย่างดินมาผึ่งลมหรืออบที่อุณหภูมิ 40 ° C จนแห้ง
2. บดตัวอย่างดินด้วยโกร่งบดดิน
3. ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บส่วนที่ผ่านตะแกรง (ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร) ไว้ในภาชนะมีฝาปิด

การวิเคราะห์ความเป็นกรด - เบส (pH)

ใช้วิธีการของ Anderson and Ingram (1989) อัตราส่วนของดินต่อน้ำ 1 : 2.5 โดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร คนเป็นระยะๆ นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 5 นาที วัดค่า pH ของสารละลายดิน ด้วยเครื่อง pH meter

การวิเคราะห์ความชื้นในดิน (moisture content)

ใช้วิธีการของ Gardner (1986) ชั่งถ้วยระเหยที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง นำไปใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นบันทึกน้ำหนักไว้ ชั่งดินประมาณ 10 - 20 กรัม ใส่ในถ้วยระเหยบันทึกน้ำหนักไว้ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ (ประมาณ 2 วัน) นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้นให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} - 1 \times 100$$

การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter)

ใช้วิธีการของ Walkey and Black method (Nelson and Sommer, 1982) ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1 นอร์มัลของโพแตสเซียมไดโครเมตมาตรฐาน (1.0 N $K_2 C r_2 O_7$) 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

เติมกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) เข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่า วางทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นประมาณ 75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันอีกครั้ง หยด indicator (ferrion) ลงไป 3 - 4 หยด นำไปไตเตรทด้วยสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6H_2O$) เข้มข้น 0.5 N จนกระทั่งสีของสารแขวนลอยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดง ทำ blank เพื่อตรวจสอบความเข้มข้นของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ทุกครั้ง คำนวณโดยใช้สูตร

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$N_1 = 1.0 \times 10 / V_1$$

โดยที่ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ (นอร์มัล)

V_1 = ปริมาตรของสารละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ ที่ใช้ไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ (1 นอร์มัล)

V_2 = ปริมาตรของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ (10 มิลลิลิตร)

คำนวณเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ organic carbon และเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรีย์วัตถุ โดยสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน} = \{(N_2 \times V_2) - (N_1 \times V_1)\ 0.399 \times \text{ความชื้นในดิน}\} / \text{น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)}$$

$$\text{ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)} \times 1.724$$

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุป

3.6.1 คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินตามระดับชั้นความลึก โดยนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง และกราฟที่เกี่ยวข้อง

3.6.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินระหว่างฤดูกาล และระหว่างชนิดเกษตรกรรม ใช้สถิติ paired t – test (Two - tail)

3.6.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสกับสมบัติดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบสของดิน

ความชื้น อินทรีย์วัตถุในดิน เนื้อดิน โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Window เวอร์ชั่น 6 (ธวัชชัย งามสันติวงศ์, 2540)

3.6.4 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการจัดการและแก้ไขปัญหาอันเนื่องมาจากการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 3

ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจำนวน 5 ชนิด ได้แก่โมโนโครโตฟอส (monocrotophos) ไดเมทโธเอท (dimethoate) เมทธิล พาราไธออน (methyl parathion) มาลาไธออน (malathion) และเฟนไธออน (fenthion) ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ระบบการปลูกพืช รวมถึงการวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของดินที่อาจมีผลต่อการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มดังกล่าวนี้ ในอำเภอรัตภูมิและอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542 จำนวน 4 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเก็บตัวอย่าง 10 แปลง แบ่งตามลักษณะการทำเกษตรกรรมที่แตกต่างกันคือ การปลูกผัก การปลูกผลไม้ และการปลูกยางพารา โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจากผิวดินจนถึงที่ความลึก 100 เซนติเมตร แบ่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ตามระดับชั้นความลึกเป็น 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80, 80 - 100 เซนติเมตร ตามลำดับ รวมเป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 200 ตัวอย่าง โดยในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะเก็บในแปลงเก็บตัวอย่างเดิม เพื่อศึกษาการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ตามระดับชั้นความลึก ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะของเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา

1. การปลูกผัก

ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกผัก การปลูกผักจะปลูกใกล้บริเวณที่อยู่อาศัยและเป็นที่ถือครองของตนเอง บางรายเช่าที่ดินของผู้อื่น พืชผักที่ปลูกส่วนใหญ่ทำเพื่อการค้า นิยมปลูกผักกินใบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน ผักกาดขาว ผักชี ผักกาดหอม หอมแบ่ง พริก บล็อกเคอลี่ มะเขือ เป็นต้น แต่ละครัวเรือนปลูกผักในแปลงเพาะปลูกเดิมเฉลี่ยมากกว่า 2 - 3 ครั้งภายใน 1 ปี โดยแบ่งพื้นที่ในแปลงเดียวกันสำหรับพืชผักชนิดต่างๆ กัน เมื่อปลูกรุ่นที่สองก็หมุนเวียนสลับที่ปลูกพืชแต่ละส่วน เช่น

รุ่นที่หนึ่งปลูกคะน้า รุ่นที่สองปลูกหอมแบ่ง เป็นต้น การทำเช่นนี้เพื่อป้องกันการเกิดโรคและแมลงระบาด หากเกษตรกรมีพื้นที่หลายแปลง ก็สามารถปลูกผักได้หลายชนิดในรอบ 1 ปี เกษตรกรจะปลูกผักเกือบตลอดปี ช่วงของการหยุดปลูกผักมีน้อยมากคือในฤดูฝนช่วงปลายเดือนธันวาคมถึงปลายเดือนมกราคม

2. การทำสวนผลไม้

ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนพื้นที่สวนผลไม้ ส่วนใหญ่เป็นการปลูกรวมๆ กันหลายชนิดแบบสวนผสม ไม่สามารถจำแนกชนิดโดยเฉพาะได้อย่างชัดเจน เช่น ขนุน เงาะ จำปาดะ มังคุด ส้มโชกุน ทุเรียน เป็นต้น โดยมีการปลูกตามบริเวณที่อยู่อาศัย มีบางรายที่ปลูกแบบแปลงเฉพาะ

3. การทำสวนยางพารา

ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนพื้นที่สวนยางพารา ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีจำนวนน้อยที่ตั้งอยู่บริเวณที่ลุ่ม ในช่วงปีแรกของการปลูกยางพาราจะมีการปลูกพืชแซม ได้แก่ การปลูกข้าวไร่ บางรายปลูกพริก บวบ มะเขือ ถั่วฝักยาว เป็นต้น

การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

การปลูกผัก

การปลูกผักส่วนใหญ่มักประสบปัญหาแมลงและโรครบกวนมาก เนื่องจากลักษณะการปลูกผักจะเป็นเชิงเดี่ยว ชนิดของแมลงที่พบมาก ได้แก่ ด้วงหมัดหนอนใยผัก เพลี้ย เป็นต้น ส่วนโรคพืชที่พบมากที่สุดคือโรคโคนเน่า เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อการควบคุม แม้ว่าเกษตรกรจะใช้สารควบคุมแมลงและโรคพืช แต่กลับพบว่าแมลงและโรคพืชเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้ต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรบางรายจะมีการใช้สารกลุ่มเดียวกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ปริมาณที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้ตามที่กำหนด มีบางรายที่ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากกว่าที่กำหนดให้ตามฉลาก โดยเกษตรกรไม่คำนึงถึงความปลอดภัยทั้งต่อผู้ใช้สารเอง ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ความถี่ในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงผัก ช่วงเริ่มต้นปลูกจะใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชรองก้นหลุมเพื่อป้องกันมดและแมลง จากนั้นจะใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สำหรับช่วงใกล้เวลาเก็บเกี่ยวเกษตรกรมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชบ่อยครั้งขึ้นกว่าปกติสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่นิยมใช้ได้แก่

โมโนโครโตฟอส เมทตามิโดฟอส เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน เมวินฟอส (mevinphos) เวอร์ทิแมกซ์ (vertimec) เฟนวาเลอเรท (fenvalerate) ไซฮาโลทริน (cyhalothrin) คาร์โบฟูราน (carbofuran) คาร์บาริล (carbaryl) แคปเทน (captan) คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) คาร์แทป (cartap) คาร์เบนดาซิม (carbendazim) คอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ (copper oxychloride) แมนโคเซ็บ (mancozeb) บาซิลลัส ทรูริงจีซีส (*Bacillus thuringiensis*) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารกำจัดวัชพืช เพื่อกำจัดวัชพืชและต้นตอผักที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวได้แก่ อลาคลอร์ (alachlor) เมทโทลาคลอร์ (metolachlor) พาราควอท (paraquat) ไกลโฟเสท (glyphosate)

การทำสวนผลไม้

สวนผลไม้ในพื้นที่ศึกษาจะเป็นสวนผสมซึ่งประกอบด้วยทุเรียน มะนาว ขนุน จำปาดะ มังคุด ลองกอง ส้มโชกุน บางรายมีการปลูกพืชแซม เช่น มะละกอ มะลิลา เป็นต้น สำหรับสารกำจัดแมลงที่ใช้ส่วนใหญ่จะใช้กับส้มโชกุน ได้แก่ เมทตามิโดฟอส โมโนโครโตฟอส เอนโดซัลแฟน สำหรับมะนาวมีการใช้สารกำจัดแมลงและสารป้องกันโรคพืช ได้แก่ ไซฮาโลทริน (cyhalothrin) คาร์โบฟูราน (cabofuran) แคปเทน (captan) แมนโคเซ็บ (mancozeb) เป็นต้น ความถี่ในการใช้สารกลุ่มนี้เฉลี่ยประมาณ 7 วันต่อครั้ง ส่วนสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ส่วนใหญ่จะใช้ พาราควอท ไกลโฟเสท

การทำสวนยางพารา

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในสวนยางพารา ส่วนใหญ่เป็นสารกำจัดวัชพืช เช่นเดียวกับที่ใช้ในสวนผลไม้ ยกเว้นสวนยางพาราที่มีการปลูกพืชแซมก็จะใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อการกำจัดแมลงเช่นเดียวกับที่ใช้ในแปลงผักทั่วไป ส่วนสารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืช ได้แก่ ไซฮาโลทริน คาร์โบฟูราน แคปเทน เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน

วิเคราะห์สมบัติดินเพื่อหาแนวโน้มความสัมพันธ์กับการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบส (soil pH) ความชื้น (moisture content) อินทรีย์วัตถุ (organic matter) และเนื้อดิน (soil texture) พบว่า

- ค่าความเป็นกรด – ด่างเฉลี่ย ในดินแปลงผักฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 4.29 – 6.78 ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 4.06 – 7.07 ในดินแปลงผลไม้ฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 5.18 – 5.26 ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 4.90 – 5.33 ในดินแปลงยางพาราฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 4.78 – 5.18 ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 4.34 – 4.76 รายละเอียดในตาราง 6 และภาพประกอบ 6

- ค่าความชื้นเฉลี่ย ในดินแปลงผักฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 12.19 – 16.26 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 17.15 – 21.01 % ในดินแปลงผลไม้ฤดูฝนมีอยู่ในช่วง 13.21 – 17.05 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 14.11 – 17.59 % ในดินแปลงยางพาราฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 9.14 – 10.98 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 12.15 – 15.54 % รายละเอียดในตาราง 6 และภาพประกอบ 6

- ค่าอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย ในดินแปลงผักฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.13 – 1.03 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.09 – 0.99 % ในดินแปลงผลไม้ฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.33 – 1.75 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.19 – 2.06 %ในดินแปลงยางพาราฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.17 – 0.96 % ฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.09 – 0.97 % รายละเอียดในตาราง 6 และภาพประกอบ 6

- เนื้อดิน ใช้ผลการศึกษาของคณะทำงานโครงการ Agrochemical Pollution of Water Resources under Tropical Intensive Agricultural System, ACIAR Project No. 9454 (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ) ผลการวิเคราะห์พบว่าดินแปลงผักส่วนใหญ่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินเหนียว ดินแปลงผลไม้ส่วนใหญ่เป็น ดินร่วน และดินร่วนปนทราย ดินแปลงยางพาราส่วนใหญ่เป็น ดินร่วนปนทราย รายละเอียดแสดงในตาราง 23 ภาคผนวก ก

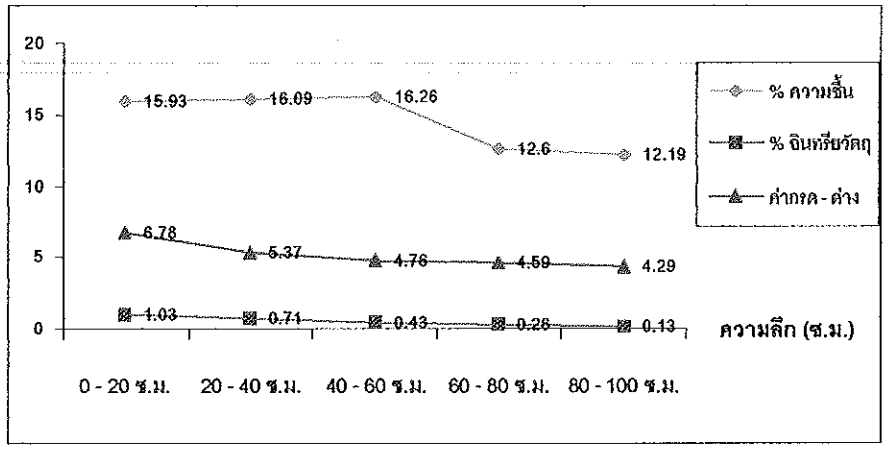
ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - เบส ความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน แยกตามชนิดเกษตรกรรมและฤดูกาล

จุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง		% ความชื้น		% อินทรีย์วัตถุ	
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
BS*	0 - 20	6.78	7.07	15.93	18.48	1.03	0.99
	20 - 40	5.37	5.69	16.09	21.01	0.71	0.66
	40 - 60	4.76	4.53	16.26	19.76	0.43	0.29
	60 - 80	4.59	4.25	12.60	17.15	0.26	0.23
	80 - 100	4.29	4.06	12.19	17.27	0.13	0.09
KS*	0 - 20	5.26	5.33	17.05	17.14	1.75	2.06
	20 - 40	5.18	5.02	15.98	17.59	1.4	1.19
	40 - 60	5.20	4.97	14.48	15.71	0.85	0.86
	60 - 80	5.25	4.97	13.21	14.11	0.49	0.36
	80 - 100	5.20	4.9	13.44	15.59	0.33	0.19
TS*	0 - 20	5.18	4.76	9.55	12.62	0.96	0.97
	20 - 40	5.00	4.60	9.14	15.54	0.67	0.97
	40 - 60	4.92	4.51	9.97	13.61	0.39	0.73
	60 - 80	4.90	4.48	10.98	12.15	0.28	0.26
	80 - 100	4.78	4.34	10.25	12.19	0.17	0.09

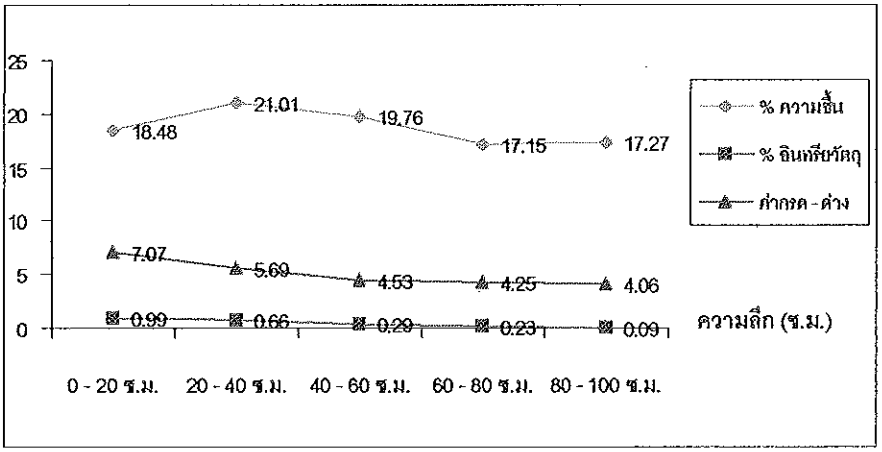
หมายเหตุ BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง (ฤดูฝน) และ 1 ครั้ง (ฤดูแล้ง) จากแปลงผัก 5 แปลง ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง (ฤดูฝน) และ 1 ครั้ง (ฤดูแล้ง) จากแปลงผลไม้ 3 แปลง ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา

TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง (ฤดูฝน) และ 1 ครั้ง (ฤดูแล้ง) จากแปลงยางพารา 2 แปลง ต.ท่าชะมวง อ. รัตภูมิ จ. สงขลา

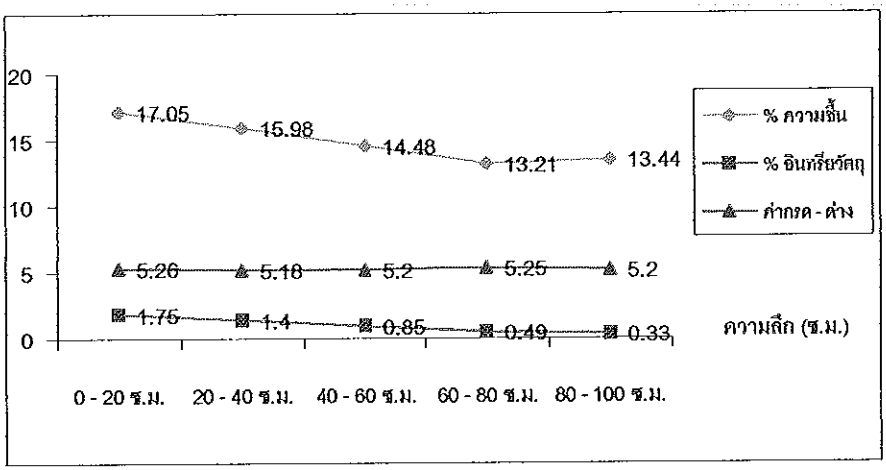


(1) แปลงผัก ฤดูฝน

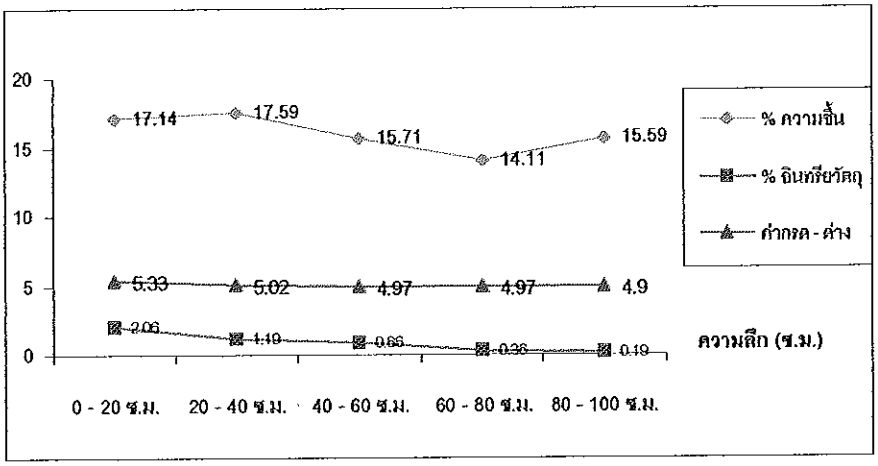


(2) แปลงผัก ฤดูแล้ง

ภาพประกอบ 6 (1) – (2) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา

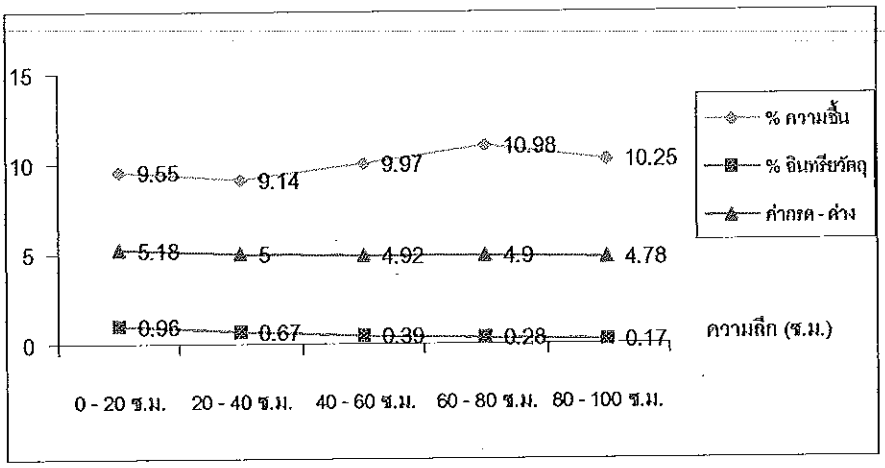


(3) แปลงผลไม้ ฤดูฝน

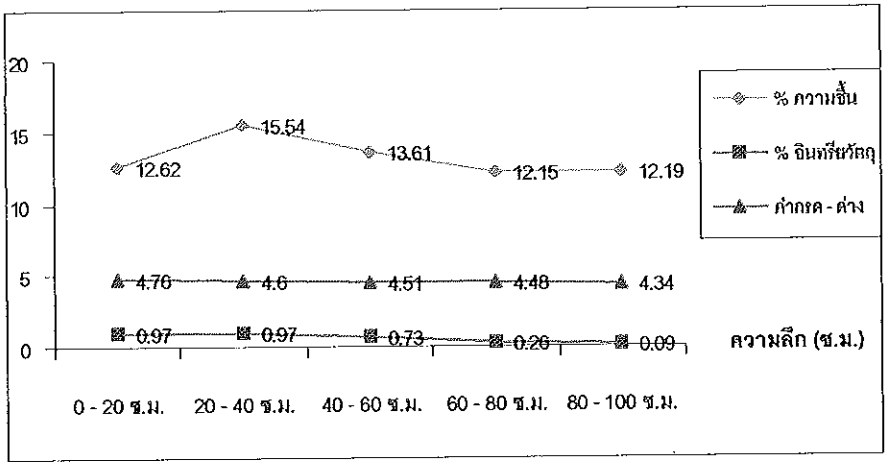


(4) แปลงผลไม้ ฤดูแล้ง

ภาพประกอบ 6 (3) – (4) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุใน ตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา



(5) แปลงยางพารา ฤดูฝน



(6) แปลงยางพารา ฤดูแล้ง

ภาพประกอบ 6 (5) – (6) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุใน ตัวอย่างดิน พื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา

ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลา

1.ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสแยกตามฤดูกาล

1.1 ฤดูฝน

ในฤดูฝนทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน จำนวน 3 ครั้ง คือเดือนมิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541 เพื่อให้ครอบคลุมช่วงฤดูฝนที่ยาวนาน ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนซึ่งมีฝนตกน้อย ช่วงกลางฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝนซึ่งมีฝนตกชุก ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง มีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในเดือนมิถุนายน 2541 ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 4 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน รายละเอียดดังนี้ พบการตกค้างของโมโนโครโตฟอสในดินแปลงผักอยู่ในช่วง nd – 0.20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างอยู่ในช่วง nd – 0.62 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงยางพาราพบในช่วง nd – 3.27 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ไดเมทโธเอทในดินแปลงผักพบการตกค้างอยู่ในช่วง nd – 1.21 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบช่วง nd – 0.45 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมทธิล พาราไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างอยู่ในช่วง 0.60 - 40.19 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างในช่วง 0.39 - 7.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงยางพาราพบการตกค้างในช่วง nd – 1.63 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มาลาไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างในช่วง 1.34 - 9.61 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างในช่วง nd – 1.39 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แปลงยางพาราพบการตกค้างในช่วง 0.81 - 8.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ส่วนใหญ่พบในแปลงผัก แปลงผลไม้ สำหรับแปลงยางพาราจะพบเฉพาะที่มีการปลูกผักแซมเท่านั้น รายละเอียดแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลาในเดือน มิถุนายน 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS *	0 - 20	0.20 (0.18)	1.21 (1.08)	40.19 (35.87)	2.79 (1.97)	nd
	20 - 40	nd	nd	2.63 (2.25)	3.04 (2.60)	nd
	40 - 60	nd	nd	0.62 (0.54)	9.61 (6.88)	nd
	60 - 80	nd	nd	0.60 (0.48)	4.34 (3.83)	nd
	80 - 100	nd	nd	6.56 (6.06)	1.34 (1.14)	nd
KS*	0 - 20	0.62 (0.54)	0.45 (0.35)	7.34 (5.34)	nd	nd
	20 - 40	nd	0.26 (0.23)	3.59 (3.37)	0.21 (0.20)	nd
	40 - 60	nd	0.16 (0.15)	1.75 (1.59)	0.78 (0.69)	nd
	60 - 80	nd	nd	1.11 (1.04)	0.97 (0.89)	nd
	80 - 100	nd	nd	0.39 (0.28)	1.39 (1.28)	nd
TS*	0 - 20	2.83 (2.69)	nd	1.63 (1.55)	2.86 (2.73)	nd
	20 - 40	3.27 (3.09)	nd	0.98 (0.93)	1.38 (1.25)	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	1.88 (1.76)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	8.34 (6.07)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	0.81 (0.74)	nd

หมายเหตุ

nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง จากแปลงผัก 5 แปลง (ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา)

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง จากแปลงผลไม้ 3 แปลง (ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา)

TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง จากแปลงยางพารา 2 แปลง (ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา)

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในเดือนตุลาคม 2541 ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 4 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน พบโมโนโครโตฟอส ในดินแปลงผักอยู่ในช่วง 5.70 - 13.51 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้อยู่ในช่วง 0.99 - 6.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่พบโมโนโครโตฟอส ในดินแปลงยางพารา ไดเมทโธเอทในดินแปลงผักพบการตกค้างในช่วง 2.48 - 8.39 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างช่วง 2.90 - 8.82 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ตรวจไม่พบไดเมทโธเอทในดินแปลงยางพารา เมทธิล พาราไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างช่วง 0.1 - 4.67 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างช่วง 0.15 - 2.37 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ตรวจไม่พบเมทธิล พาราไธออนในดินแปลงยางพารา มาลาไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างช่วง 7.26 - 21.81 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างช่วง 5.90 - 15.91 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของมาลาไธออนในดินแปลงยางพารา รายละเอียดแสดงในตาราง 8

1.1.3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2541 ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 3ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท และเมทธิล พาราไธออน พบการตกค้างของโมโนโครโตฟอสในดินแปลงผักอยู่ในช่วง nd – 0.67 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบช่วง 0.1 - 2.14 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ตรวจไม่พบการตกค้างของโมโนโครโตฟอสในดินแปลงยางพารา ไดเมทโธเอทพบการตกค้างในดินแปลงผลไม้ช่วง nd – 2.71 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ตรวจไม่พบการตกค้างของไดเมทโธเอทในแปลงผักและแปลงยางพารา สำหรับเมทธิลพาราไธออน ในดินแปลงผักพบการตกค้างช่วง 0.1 - 0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างช่วง nd – 1.47 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ตรวจไม่พบการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ในดินแปลงยางพารา รายละเอียดแสดงในตาราง 9

ตาราง 8 ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลาในเดือน ตุลาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS *	0 - 20	6.00 (5.18)	8.39 (7.18)	0.75 (0.64)	8.06 (6.93)	nd
	20 - 40	8.22 (7.32)	7.53 (6.55)	4.67 (4.02)	13.15 (11.50)	nd
	40 - 60	13.51 (11.91)	7.86 (6.88)	0.16 (0.14)	21.81 (19.60)	nd
	60 - 80	8.47 (7.45)	2.48 (2.11)	0.1 (0.1)	7.26 (6.46)	nd
	80 - 100	5.70 (4.77)	3.40 (2.84)	0.1 (0.1)	7.66 (7.04)	nd
KS*	0 - 20	4.54 (4.30)	2.90 (2.52)	2.37 (2.03)	15.91 (13.64)	nd
	20 - 40	5.80 (5.06)	7.29 (6.13)	0.15 (0.12)	12.64 (10.92)	nd
	40 - 60	3.22 (2.89)	3.86 (3.44)	0.24 (0.21)	5.90 (5.33)	nd
	60 - 80	6.03 (5.66)	8.82 (7.97)	0.23 (0.20)	10.52 (9.42)	nd
	80 - 100	0.99 (0.90)	7.39 (6.68)	0.31 (0.27)	7.11 (6.46)	nd
TS*	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ

nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผัก 5 แปลง (ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา)

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผลไม้ 3 แปลง (ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา)

TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงยางพารา 2 แปลง (ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา)

ตาราง 9 ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลาในเดือน ธันวาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS *	0 - 20	0.67 (0.55)	nd	0.25 (0.20)	nd	nd
	20 - 40	0.45 (0.30)	nd	0.1 (0.1)	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	0.1 (0.1)	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
KS*	0 - 20	0.1 (0.1)	2.71 (2.30)	0.52 (0.43)	nd	nd
	20 - 40	0.1 (0.1)	nd	1.47 (1.23)	nd	nd
	40 - 60	0.1 (0.1)	nd	0.37 (0.30)	nd	nd
	60 - 80	0.36 (0.30)	nd	0.1 (0.1)	nd	nd
	80 - 100	2.14 (1.81)	nd	nd	nd	nd
TS*	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ

nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผัก 5 แปลง (ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา)

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผลไม้ 3 แปลง (ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา)

TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงยางพารา 2 แปลง (ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา)

1.2 ฤดูแล้ง

ในฤดูแล้งทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ครั้งเดียวคือในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 4 ชนิด คือ ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน พบการตกค้างของไดเมทโธเอทในดินแปลงผักอยู่ในช่วง nd – 2.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของไดเมทโธเอทในดินแปลงผลไม้และแปลงยางพารา เมทธิล พาราไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างอยู่ในช่วง nd – 4.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้พบการตกค้างช่วง nd – 0.48 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของเมทธิล พาราไธออนในดินแปลงยางพารา มาลาไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างในช่วง nd – 309.82 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของมาลาไธออนในดินแปลงผลไม้และแปลงยางพารา เฟนไธออนในดินแปลงผักพบการตกค้างช่วง nd – 1,149.29 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของเฟนไธออนในดินแปลงผลไม้และแปลงยางพารา รายละเอียดแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลาในเดือน กุมภาพันธ์ 2542

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS *	0 - 20	nd	0.10 (0.10)	4.75 (4.03)	309.82 (262.56)	194.00 (165.81)
	20 - 40	nd	2.34 (1.98)	2.93 (2.48)	180.36 (152.85)	1,149.29 (982.29)
	40 - 60	nd	nd	nd	0.26 (0.22)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
KS*	0 - 20	nd	nd	0.48 (0.41)	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	0.27 (0.23)	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS*	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ

nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผัก 5 แปลง (ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา)

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงผลไม้ 3 แปลง (ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา)

TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่างจากแปลงยางพารา 2 แปลง (ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา)

2. เปรียบเทียบการตกค้างเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส แยกตามระดับความลึก และฤดูกาล

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) ที่ตกค้างในตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูฝน (มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541) มีรายละเอียดดังนี้

การตกค้างเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงผัก พบการตกค้างของสาร 4 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน พบการตกค้างของโมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และ มาลาไธออน ในระดับที่ลึกที่สุดคือ 80 – 100 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.90, 2.21 และ 3.00 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนไดเมทโธเอทพบการตกค้างที่ระดับลึกที่สุดคือ 60 – 80 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.83 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบการตกค้างของเฟนไธออนทุกระดับความลึก รายละเอียดแสดงในตาราง 11 และภาพประกอบ 7

การตกค้างเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงผลไม้ พบการตกค้างของสาร 4 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน พบการตกค้างของโมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน พบการตกค้างที่ระดับลึกที่สุดคือ 80 – 100 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.04, 2.46 , 0.20 และ 2.83 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ตรวจไม่พบการตกค้างของเฟนไธออนทุกระดับความลึก รายละเอียดในตาราง 11 และภาพประกอบ 8

การตกค้างเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงยางพารา พบการตกค้างของสาร 3 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน พบการตกค้างของมาลาไธออน ในระดับที่ลึกที่สุดคือ 80 - 100 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.27 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนโมโนโครโตฟอส และ เมทธิล พาราไธออน พบการตกค้างที่ลึกที่สุดคือ 20 – 40 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.09 และ 0.33 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ตรวจไม่พบการตกค้างของเฟนไธออนทุกระดับความลึก รายละเอียดในตาราง 11 และภาพประกอบ 9

ตาราง 11 ปริมาณเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดินพื้นที่การเกษตร จังหวัดสงขลาในฤดูฝน (มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541)

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS *	0 - 20	2.29 (1.97)	3.20 (2.74)	13.74 (12.42)	3.64 (3.08)	nd
	20 - 40	2.89 (2.54)	2.51 (2.18)	2.46 (2.13)	5.40 (4.71)	nd
	40 - 60	4.50 (3.97)	2.62 (2.30)	0.28 (0.24)	10.40(9.03)	nd
	60 - 80	2.82 (2.48)	0.83 (0.70)	0.39 (0.19)	3.87 (3.44)	nd
	80 - 100	1.9 (0.79)	nd	2.21(2.04)	3.00 (2.74)	nd
KS*	0 - 20	1.74(1.52)	2.02 (1.76)	3.41 (1.93)	5.29 (4.56)	nd
	20 - 40	2.06 (1.79)	2.52(2.17)	1.74 (1.56)	4.29 (3.98)	nd
	40 - 60	1.09 (0.86)	1.34 (1.20)	0.99 (0.71)	2.09 (2.01)	nd
	60 - 80	2.12 (1.90)	2.94 (2.66)	0.47 (0.43)	3.83 (3.44)	nd
	80 - 100	1.04 (0.90)	2.46 (2.23)	0.20 (0.19)	2.83 (2.58)	nd
TS*	0 - 20	0.94 (0.90)	nd	0.54 (0.52)	0.95 (0.91)	nd
	20 - 40	1.09(1.03)	nd	0.33 (0.31)	0.46 (0.42)	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	0.63 (0.59)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	2.78 (2.03)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	0.27 (0.25)	nd

หมายเหตุ

nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง
(จากแปลงผัก 5 แปลง ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา)

KS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง
(จากแปลงผลไม้ 3 แปลง ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา)

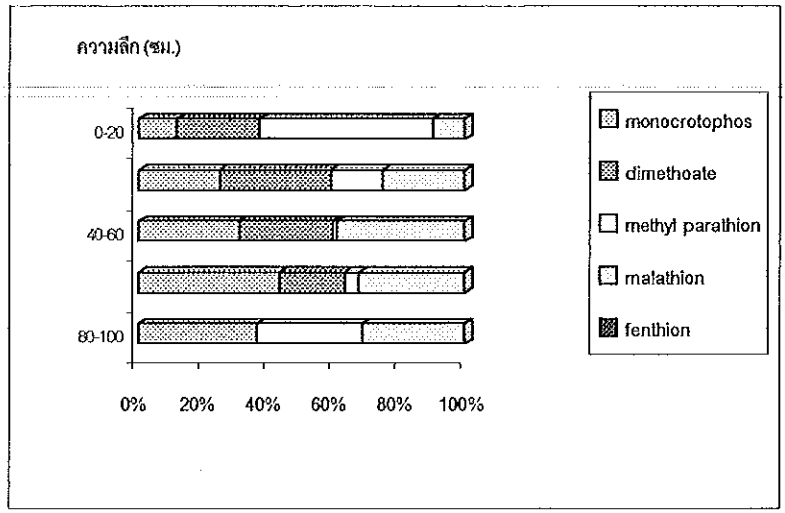
TS* = ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง
(จากแปลงยางพารา 2 แปลง ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา)

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีรายละเอียดดังนี้

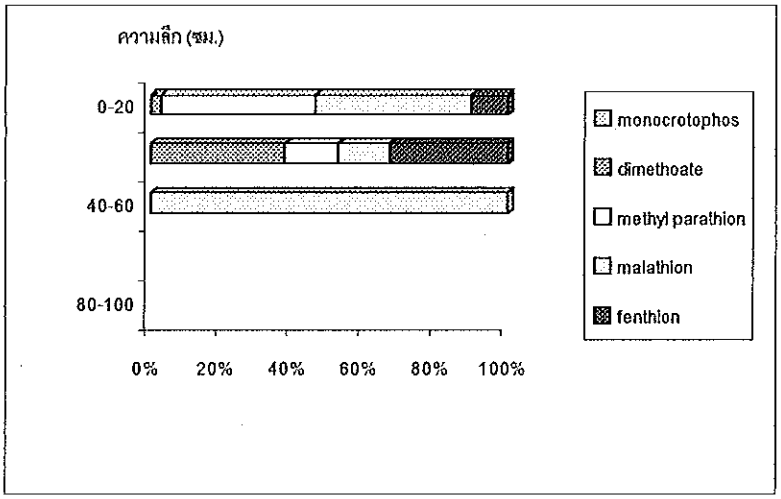
การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงผัก พบการตกค้างของสาร 4 ชนิด คือ ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และ เฟนไธออน พบการตกค้างของมาลาไธออน ในระดับที่ลึกที่สุด 40 – 60 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.26 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และ เฟนไธออน พบการตกค้างลึกที่สุดที่ระดับ 20 - 40 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2.34, 2.93 และ 1,149.29 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รายละเอียดในตาราง 10 และ ภาพประกอบ 7

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงผลไม้ พบการตกค้างของสารชนิดเดียวคือ เมทธิล พาราไธออน ที่ระดับความลึก 20 - 40 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.27 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รายละเอียดในตาราง 10 และภาพประกอบ 8

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินแปลงยางพารา พบว่าตรวจไม่พบการตกค้างของสารใดที่ทำการวิเคราะห์ รายละเอียดในตาราง 10

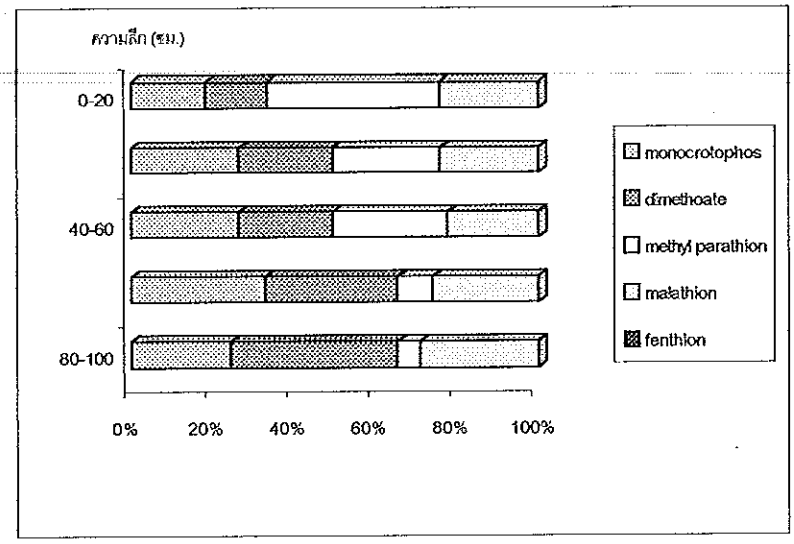


(1) ฤดูฝน

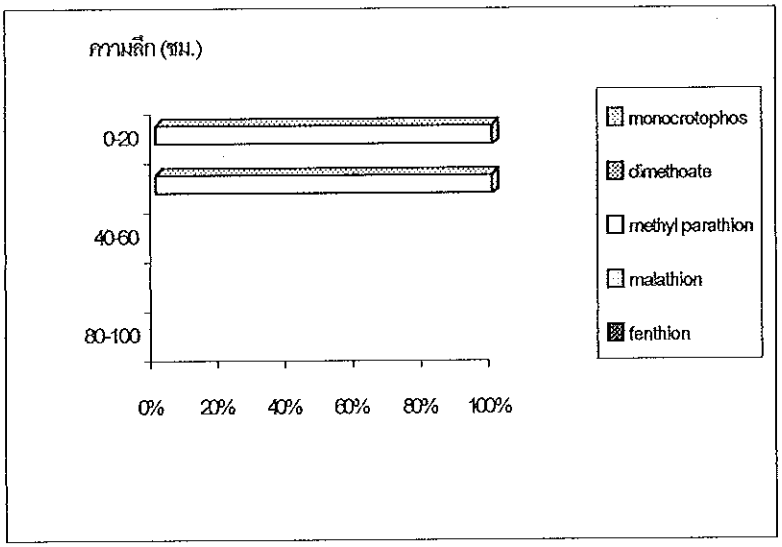


(2) ฤดูแล้ง

ภาพประกอบ 7 เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสตามระดับความลึกและตามฤดูกาลในดินแปลงผัก จังหวัดสงขลา

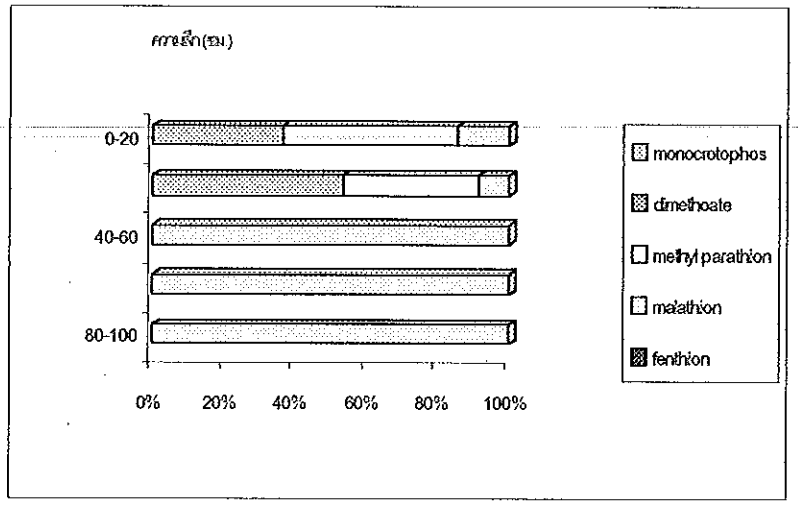


(1) ฤดูฝน



(2) ฤดูแล้ง

ภาพประกอบ 8 เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสตามระดับความลึกและตามฤดูกาล ในดินแปลงผลไม้ จังหวัดสงขลา



(1) ฤดูฝน

ภาพประกอบ 9 เปรียบเทียบร้อยละของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสตามระดับความลึกและตามฤดูกาล ในดินแปลงยางพารา จังหวัดสงขลา

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ศึกษาปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน รวมถึงสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างโดยใช้ T- test แบบ Two - tail ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมบัติดินกับปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation)

ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน

- ค่าความเป็นกรด – เบส ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- ค่าความชื้น ค่าความชื้นฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- ค่าอินทรีย์วัตถุในดิน ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

ในดินแปลงผัก พบว่าค่าเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ชนิดไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สำหรับโมโนโครโตฟอส ในดินช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดแสดงในตาราง 12

ในดินแปลงผลไม้ พบว่าค่าเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ชนิดโมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท และมาลาไธออน ฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สำหรับเมทธิล พาราไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูฝน และฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดแสดงในตาราง 13

ในดินแปลงยางพาราพบว่าค่าเฉลี่ยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ชนิดโมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูฝน และฤดูแล้ง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดแสดงในตาราง 14

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการตกค้างของไดเมทโธเอทในแปลงผักมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น และ อินทรีย์วัตถุในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปริมาณการตกค้างของเมทธิล พาราไธออน และ มาลาไธออนมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด – เบส และอินทรีย์วัตถุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดในตาราง 15

ปริมาณการตกค้างของเมทธิล พาราไธออนในแปลงผลไม้มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นและอินทรีย์วัตถุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดในตาราง 16

ปริมาณการตกค้างของเมทธิล พาราไธออน ในแปลงยางพารามีความสัมพันธ์กับค่าอินทรีย์วัตถุและค่าความเป็นกรด – เบส ส่วนไดเมทโธเอท และ เฟนไธออน มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดในตาราง 17

ตาราง 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงผัก ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิดของสารออร์กาโนฟอสฟอรัส	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		T – test α = 0.05	p -value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
ไดเมทโธเอท	1.85	1.32	0.55	1.00	2.06*	0.11
เมทธิล พาราไธออน	3.82	5.64	1.60	2.15	1.27*.	0.27
มาลาไธออน	5.26	3.00	98.13	141.75	-1.46*	0.22
เฟนไธออน	0.10	0.00	268.72	499.36	-1.20*	0.29
โมโนโครโตฟอส	2.82	1.00	0.10	0.00	6.08**	0.00

ตาราง 13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงผลไม้ ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิดของสารออร์กาโนฟอสฟอรัส	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		T – test α = 0.05	p -value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
โมโนโครโตฟอส	1.61	0.52	0.10	0.00	6.51**	0.00
ไดเมทโธเอท	2.26	0.61	0.10	0.00	7.94**	0.00
มาลาไธออน	3.67	1.25	0.10	0.00	6.39**	0.00
เฟนไธออน	-	-	-	-	-	-
เมทธิล พาราไธออน	3.82	5.40	1.60	2.15	1.27*	0.27

หมายเหตุ : 1. Ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตาราง 14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินแปลงยางพารา ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิดของสารออร์กาโนฟอสฟอรัส	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		T – test α = 0.05	p -value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
โมโนโครโตฟอส	0.47	0.50	0.10	0.00	1.62*	0.18
มาลาไธออน	1.01	1.02	0.10	0.00	2.02*	0.11
เมทธิล พาราไธออน	0.23	0.10	0.10	0.00	1.51*	0.21
เฟนไธออน	-	-	-	-	-	-
เมทธิล พาราไธออน	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : 1. Ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงผัก

ค่าตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์				
	ไดเมทโธเอท	เฟนไธออน	มาลาไธออน	เมทธิล พาราไธออน	โมโนโครโตฟอส
อินทรีย์วัตถุ	0.89*	0.55	0.98**	0.98**	-0.33
ค่ากรด-เบส	0.79	0.46	0.99**	0.99**	-0.18
ความชื้น	0.96**	0.74	0.61	0.37	0.55

หมายเหตุ : ** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงผลไม้

ค่าตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์				
	ไดเมทโธเอท	เฟนไธออน	มาลาไธออน	เมทธิล พาราไธออน	โมโนโครโตฟอส
อินทรีย์วัตถุ	-0.29	0.61	0.73	0.96**	0.38
ค่ากรด-เบส	0.17	-0.45	0.53	0.39	0.34
ความชื้น	-0.32	0.69	0.70	0.96**	0.28

หมายเหตุ : ** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในดินแปลงยางพารา

ค่าตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์				
	ไดเมทโธเอท	เฟนไธออน	มาลาไธออน	เมทธิล พาราไธออน	โมโนโครโตฟอส
อินทรีย์วัตถุ	0.53	0.53	-0.17	0.97**	0.81
ค่ากรด-เบส	0.39	0.39	0.01	0.93*	0.84
ความชื้น	-0.88*	-0.88*	0.72	-0.69	-0.33

หมายเหตุ : ** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4

บทวิจารณ์

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น ค่าอินทรีย์วัตถุและลักษณะเนื้อดิน การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 5 ชนิดในดินพื้นที่การเกษตร อำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดิน 4 ครั้ง แบ่งเป็นฤดูฝน 3 ครั้ง คือในเดือนมิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541 เพื่อให้ครอบคลุมช่วงต้นฤดูฝน กลางฤดูฝน และปลายฤดูฝน ส่วนฤดูแล้งเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง คือในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ผลการศึกษาสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – เบส ค่าความชื้น ค่าอินทรีย์วัตถุ และลักษณะเนื้อดินในพื้นที่ศึกษาอำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา รายละเอียดดังนี้

1.1 ค่าความเป็นกรด – เบสของดินพบว่าช่วงฤดูฝน (มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541) ในแปลงผักมีค่าเฉลี่ย 5.16 แปลงผลไม้มีค่าความเป็นกรด – เบสมีค่าเฉลี่ย 5.22 ในแปลงยางพารามีค่าความเป็นกรด – เบสเฉลี่ย 4.95 ในฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2542) ค่าความเป็นกรด – เบสของดินแปลงผักมีค่าเฉลี่ย 5.12 แปลงผลไม้มีค่าความเป็นกรด – เบสเฉลี่ย 5.04 แปลงยางพารามีค่าความเป็นกรด – เบสเฉลี่ย 4.54 จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด – เบสของดินแปลงผัก และแปลงผลไม้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ส่วนค่าความเป็นกรด – เบสของดินแปลงยางพารามีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่แตกต่างกันตามความต้องการของพืช สำหรับดินที่ระดับความลึกต่างกันพบว่าดินที่มีความลึกจากระดับผิวดินมากขึ้นมีแนวโน้มความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

1.2 ค่าความชื้นในดิน ฤดูฝน (มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541) ในแปลงผักมีค่าความชื้นมีค่าเฉลี่ย 14.61 % แปลงผลไม้มีค่าความชื้นเฉลี่ย 14.83 % แปลงยางพารามีค่าความชื้นเฉลี่ย 9.97 % ส่วนค่าความชื้นของดินในฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2542) ใน

แปลงผักมีค่าความชื้นเฉลี่ย 18.73 % แปลงผลไม้มีค่าความชื้นเฉลี่ย 16.03 % แปลงยางพารา มีค่าความชื้นเฉลี่ย 13.22 % จะเห็นได้ว่าค่าความชื้นเฉลี่ยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเนื่องจากปริมาณฝนที่ตกในฤดูแล้ง มีปริมาณมากกว่าปริมาณฝน และมีฝนตกก่อนการเก็บตัวอย่าง

1.3 ค่าอินทรีย์วัตถุในดินฤดูฝน (มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541) แปลงผักมีเฉลี่ย 0.51 % แปลงผลไม้มีค่าเฉลี่ย 0.96 % แปลงยางพารามีค่าอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 0.49 % ส่วนค่าอินทรีย์วัตถุในดินฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2542) แปลงผักมีค่าอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 0.45 % แปลงผลไม้มีค่าอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 0.93 % แปลงยางพารามีค่าอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 0.60 % ซึ่งค่าอินทรีย์วัตถุในดินถือว่ามีค่าต่ำ Bruce (1996) กล่าวว่าดินที่มีค่าอินทรีย์วัตถุน้อยกว่า 2 % ถือว่ามีค่าต่ำมาก – ต่ำปานกลาง

ค่าอินทรีย์วัตถุในดินแปลงผัก แปลงผลไม้ และแปลงยางพาราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่มีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของเกษตรกรรม โดยพบว่าค่าอินทรีย์วัตถุในแปลงผลไม้มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงผักและแปลงยางพารา ตามลำดับ เนื่องจากเกษตรกรใส่สารอินทรีย์พวกมูลสัตว์ต่างๆ ลงในดินในจำนวนที่แตกต่างกันตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด โดยปกติแล้วอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดินชนิดต่างๆ ก็มีค่าไม่เท่ากัน พบว่าดินเนื้อละเอียดจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินเนื้อหยาบ ในสภาพธรรมชาติดินเนื้อละเอียดจะอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารพืชได้มาก นอกจากนี้ดินเนื้อหยาบจะมีการระบายอากาศที่ดีกว่าดินเนื้อละเอียดอัตราการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจึงสูงกว่าทำให้เหลืออินทรีย์วัตถุน้อยกว่าในดินเนื้อละเอียด (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าดินแปลงผลไม้มีเปอร์เซ็นดินเหนียวค่อนข้างมาก ดินแปลงยางพาราเป็นดินทรายซึ่งตามธรรมชาติก็จะมีอินทรีย์วัตถุน้อย ซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงข้างต้น

1.4 เนื้อดินในพื้นที่ศึกษาอำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา พบว่าเนื้อดินแปลงผักชั้นบน (0 - 25 เซนติเมตร) ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนถึงร่วนปนทราย ส่วนที่ระดับลึกลงไปจะเป็นดินร่วนปนทราย บางแปลงก็เป็นดินเหนียว เนื้อดินแปลงผลไม้ชั้นบน (0 – 20 เซนติเมตร) เป็นดินร่วนปนทรายส่วนที่ระดับลึกลงไปเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนเนื้อดินแปลงยางพาราชั้นบน (0 – 15 เซนติเมตร) ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนเหนียวส่วนที่ระดับลึกลงไปเป็นดินร่วนปนทรายถึงร่วนเหนียวปนทราย

2. การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินพื้นที่การเกษตร อำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

แปลง	monocrotophos		dimethoate		Methyl parathion		malathion		fenthion	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ผัก	1.9 – 4.5	nd	nd – 3.2	nd – 2.34	0.28–13.74	nd-4.75	3.00-10.4	nd-309.82	nd	nd-1,149
(เฉลี่ย)	2.8	nd	1.85	0.55	3.28	1.6	5.26	3.00	nd	268.72
ผลไม้	1.04-2.12	nd	1.34 - 2.94	nd	0.2-3.41	nd-0.48	2.09-5.29	nd	nd	nd
(เฉลี่ย)	1.6	nd	2.26	nd	1.36	0.21	3.67	nd	nd	nd
ยางพารา	nd-1.09	nd	nd	nd	nd-0.54	nd	0.27-2.78	nd	nd	nd
(เฉลี่ย)	0.47	nd	nd	nd	0.23	nd	1.01	nd	nd	nd

หมายเหตุ : หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

เมื่อพิจารณาการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ตามชนิดของการเกษตรกรรมพบว่าในฤดูฝนแปลงผักมีปริมาณการตกค้างของโมโนโครโตฟอสไม่แตกต่างกันกับแปลงผลไม้ แต่การตกค้างของโมโนโครโตฟอสในแปลงผักมีค่ามากกว่าในแปลงยางพารา ส่วนในฤดูแล้งการตกค้างของโมโนโครโตฟอสมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของเกษตรกรรม การตกค้างของไดเมทโธเอทในช่วงฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างแปลงผักและแปลงผลไม้ ส่วนค่าการตกค้างในแปลงยางพาราจะมีค่าต่ำที่สุด สำหรับฤดูแล้งการตกค้างของไดเมทโธเอทมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของเกษตรกรรม การตกค้างของเมทธิล พาราไธออนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของเกษตรกรรม การตกค้างของมาลาไธออนในช่วงฤดูฝนระหว่างแปลงผักและแปลงผลไม้มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่ามากกว่าการตกค้างในแปลงยางพารา ส่วนการตกค้างของมาลาไธออนในช่วงฤดูแล้งและ

ฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของเกษตรกรรม การตกค้างของเฟนไธออนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของเกษตรกรรม

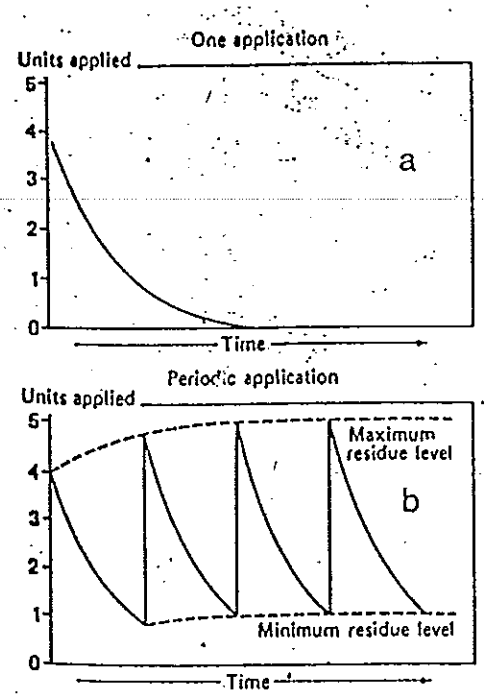
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กับการศึกษาของผู้อื่น 1) นวลศรี ทยพัชร (2533) 2) ภิญญา จำรัสกุล และ นวลศรี ทยพัชร (2537) 3) ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และ คณะ (2540) พบว่าการศึกษาครั้งนี้พบการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์น้อยกว่า รายละเอียดในตาราง 18

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าความถี่ในการตรวจพบการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในแปลงผักมีบ่อยครั้งกว่า เพราะการปลูกผักมีแมลงศัตรูพืชรบกวนค่อนข้างมาก เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เบ่อยครั้งขึ้นและใช้สารเคมีหลายชนิด ทำให้พบการตกค้างมากกว่า สำหรับแปลงผลไม้ที่มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ค่อนข้างมาก ได้แก่สวนส้มโชกุน ส่วนแปลงยางพาราจะพบการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เฉพาะที่ปลูกพืชอื่นแซมเท่านั้น ส่วนในฤดูแล้งพบว่าเกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์น้อยกว่า แม้ว่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจะเป็นกลุ่มที่สลายตัวได้เร็วในสิ่งแวดล้อมต่างๆ รวมถึงในดินด้วย ซึ่งอาจคงสภาพได้เพียงประมาณ 3 เดือน แต่การตกค้างของสารสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่สลายตัวได้เร็วซ้ำกันโดยที่การตกค้างในดินยังมีอยู่นั้น จะทำให้การตกค้างมีสูงขึ้น (Kahn, 1980) ดังภาพประกอบ 10 นอกจากนี้สารสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์สามารถจับกับอนุภาคของดินแน่นจนไม่สามารถแยกออกจากกันด้วยกระบวนการทางเคมี แม้ว่ามีปริมาณน้อยมาก แต่ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินเกิดขึ้นเสมอ (Swann, 1983)

ตาราง 18 ระดับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดิน

การศึกษาเรื่อง	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช	ช่วง (มก./กก.)	เฉลี่ย (มก./กก.)
(1) การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในดินจากแหล่งเกษตรกรรม ระหว่างปี พ.ศ. 2530 - 2531	ไดเมทโธเอท	tr - 0.051	0.016
	เมทธิลพาราไธออน	tr - 0.051	0.023
	มาลาไธออน	tr - 0.051	0.004
(2) วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในดิน น้ำ และตะกอนบริเวณแหล่งปลูกผักอนามัย	ไดเมทโธเอท	0.001 - 0.016	0.004
	มาลาไธออน	<0.001 - 0.009	0.003
	โมโนโครโตฟอส	-	-
	เมทธิลพาราไธออน	< 0.001 - 0.049	0.006
(3) ศึกษาการสะสมสารพิษในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่น จังหวัดสมุทรสาคร ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร	ไดเมทโธเอท	0.002 - 0.154	0.047
	โมโนโครโตฟอส	0.024 - 0.107	0.028

ที่มา : ดัดแปลงจาก นวลศรี ทยาพัชร (2533), ภิญญา จำรัสกุล และ นวลศรี ทยาพัชร (2537) และศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และคณะ (2540)



ภาพประกอบ 10 การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน เปรียบเทียบระหว่างการใช้ครั้งเดียว (a) และการใช้ซ้ำหลายครั้ง (b)

3. การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินที่ระดับความลึกต่างๆ

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ดังนี้

แปลง	monocrotophos		dimethoate		Methyl parathion		malathion		fenthion	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ผัก	80-100	-	60-80	20-40	80-100	20-40	80-100	40-60	-	20-40
ผลไม้	80-100	-	80-100	-	80-100	20-40	80-100	-	-	-
ยางพารา	20-40	-	-	-	20-40	-	80-100	-	-	-

หมายเหตุ : ความลึกของการตกค้าง (เซนติเมตร)

การตกค้างของโมโนโครโตฟอสพบลึกสุดที่ระดับ 80 – 100 เซนติเมตรในแปลงผักและแปลงผลไม้ ส่วนแปลงยางพาราพบที่ระดับ 20 – 40 เซนติเมตร จากคุณสมบัติของโมโนโครโตฟอสพบว่าละลายน้ำได้ดีและคงตัวมากกว่าเมื่อมีสภาพความเป็นกรด โมโนโครโตฟอสสามารถเคลื่อนย้ายในดินได้ถึงแม้ว่าจะสลายตัวได้รวดเร็วเพียงใดก็ตาม สารนี้มีแนวโน้มที่จะซึมไปปนเปื้อนน้ำใต้ดินได้ (นิตยา วีระกุล, 2539) นอกจากนี้ยังพบว่าการไถพรวนบ่อยครั้งทำให้ความสามารถในการย่อยสลายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ของจุลินทรีย์ดินลดลง ทำให้พบการตกค้างเพิ่มขึ้น

การตกค้างของไดเมทโธเอท ฤดูฝนตกค้างลึกสุดที่ระดับ 80 – 100 เซนติเมตรในแปลงผลไม้ ส่วนแปลงยางพารา ตกค้างลึกสุดที่ระดับ 20 – 40 เซนติเมตร ไดเมทโธเอทละลายน้ำได้ดี และคงสภาพเมื่อผสมกับกรด (จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล, 2531) ในดินพื้นที่ศึกษาพบว่ามีภาวะเป็นกรดอ่อน ซึ่งน่าจะมีผลต่อการคงสภาพของไดเมทโธเอท

การตกค้างของเมทธิล พาราไธออน ฤดูฝนในแปลงผักและแปลงผลไม้ตกค้างลึกที่สุดที่ระดับ 80 - 100 เซนติเมตร ส่วนแปลงยางพาราตกค้างที่ระดับ 20 – 40 เซนติเมตร ฤดูแล้งพบการตกค้างที่ระดับ 20 – 40 เซนติเมตร สารนี้นอกจากจะใช้กำจัดแมลงในแปลงผักและแปลงผลไม้แล้วยังสามารถฉีดพ่นสารดังกล่าลงในดินโดยตรงเพื่อควบคุมแมลงในดิน จากคุณสมบัติของสารพบว่าคงตัวในดินชั่วระยะเวลาสั้นๆ การสลายตัวเกิดจาก oxidation, demethylation และ hydrolysis เกิดเป็น phosphoric และ 4 – nitrophenol เชื่อกันว่าสารนี้เคลื่อนที่ในดินได้น้อยมากและไม่มีแนวโน้มที่จะซึมลงไปปนเปื้อนน้ำใต้ดินได้ ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาครั้งนี้ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษามีการใช้สารดังกล่าวซ้ำหลายๆ ครั้งโดยที่การตกค้างของสารครั้งก่อนยังคงมีอยู่

การตกค้างมาลาไธออนตกค้างลึกที่สุดที่ระดับ 80 – 100 เซนติเมตรในฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งพบการตกค้างเฉพาะในดินแปลงผักที่ระดับ 40 – 60 เซนติเมตร แม้ว่ามาลาไธออนจะละลายน้ำได้น้อย (จินตนา แสนทวีสุข, 2534) มีค่าการละลายน้ำ 145 ส่วนในล้านส่วน (จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล, 2531) แต่การศึกษาครั้งนี้กลับพบการตกค้างของสารดังกล่าวที่ระดับลึก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษามีการใช้สารดังกล่าวซ้ำหลายๆ ครั้ง

การตกค้างของเฟนไธออนพบที่ระดับความลึก 20 – 40 เซนติเมตร เฉพาะในแปลงผักฤดูแล้งเท่านั้น ไม่พบการตกค้างในแปลงผลไม้และแปลงยางพาราเลย เมื่อพิจารณา

สมบัติของสารพบว่าเกือบไม่ละลายในน้ำ สารนี้สลายตัวได้โดยกระบวนการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) จากตารางการใช้สารเคมีในแปลงตัวอย่างพบการใช้สารดังกล่าวก่อนการเก็บตัวอย่างประมาณ 4 วัน ซึ่งอาจมีผลต่อการตกค้างในปริมาณสูงได้

4. ความสัมพันธ์ของการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กับสมบัติบางประการของดิน

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน พบว่าการตกค้างของโมโนโครโตฟอสไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติของดิน แต่จากการศึกษาพบว่ามีการตกค้างของสารดังกล่าวในระดับลึกมาก (80 – 100 เซนติเมตร) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารดังกล่าวทำให้มีการตกค้างสะสมเพิ่มขึ้น

การตกค้างของไดเมทโธเอท มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นของดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากไดเมทโธเอท มีความสามารถละลายน้ำที่ 25,000 ppm (Chambers and Levi, 1992) ซึ่งถือว่าละลายน้ำได้ค่อนข้างดี ทำให้พบการตกค้างที่ระดับลึกได้

การตกค้างของเมทธิล พาราไธออน มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นของดิน ค่าความเป็นกรด – เบส และอินทรีย์วัตถุในดิน แม้ว่าคุณสมบัติของเมทธิล พาราไธออน จะสามารถละลายน้ำได้น้อยที่ 60 ppm (Leonard *et.al.*, 1976 ; Plimmer,1988)

การตกค้างของเฟนไธออน มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่าความชื้นในดิน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอาจไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนหรืออธิบายลักษณะของการตกค้างได้ เนื่องจากผลการศึกษาพบการตกค้างของเฟนไธออนเพียงครั้งเดียว

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาสมบัติบางประการของดิน การศึกษาชนิดและปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินพื้นที่เกษตร จังหวัดสงขลา ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง 2 ฤดูกาล คือฤดูฝน และฤดูแล้ง โดยฤดูฝน เก็บตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง เพื่อให้ครอบคลุมช่วงต้นฤดูฝน กลางฤดูฝน และปลายฤดูฝน เก็บตัวอย่างเดือน มิถุนายน ตุลาคม และธันวาคม 2541 ฤดูแล้งเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง เดือนกุมภาพันธ์ 2542 ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

จากผลการศึกษาพบว่าแปลงผักจะพบความถี่การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสได้บ่อยครั้งกว่าในแปลงผลไม้และแปลงยางพารา ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินแปลงผักฤดูฝน พบโมโนโครโตฟอส, ไดเมทโธเอท, เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน มีค่าเฉลี่ย 2.8,1.85,3.28, 5.26 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การตกค้างของสารในฤดูแล้งพบไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และ เฟนไธออน มีค่าเฉลี่ย 0.55, 1.6, 3.00 และ 268.72 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดินแปลงผลไม้ฤดูฝน พบโมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน มีค่าเฉลี่ย 1.6, 2.26, 1.36 และ3.67 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในดินแปลงผลไม้ฤดูแล้งพบเมทธิล พาราไธออน มีค่าเฉลี่ย 0.21 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงยางพาราพบการตกค้างเฉพาะฤดูฝน พบโมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน มีค่าเฉลี่ย 0.47, 0.23 และ1.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการตกค้างของไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และ เฟนไธออน ในดินแปลงผักมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง ส่วนโมโนโครโตฟอสในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง ในดินแปลงผลไม้ปริมาณการตกค้างของโมโนโครโตฟอส

ไดเมทโธเอท และ มาลาไธออน ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง ส่วนเมทธิล พาราไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ในดินแปลงยางพาราปริมาณการตกค้างโมโนโครโตฟอส เมทธิล พาราไธออน และ มาลาไธออน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส พบว่า การตกค้างของโมโนโครโตฟอสและเฟนไธออนไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติของดิน ส่วนการตกค้างของไดเมทโธเอทมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน การตกค้างของเมทธิล พาราไธออนมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด - เบสของดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน การตกค้างของมาลาไธออนมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด - เบสของดิน ค่าความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน

จากผลการศึกษาพบว่าโมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน และมาลาไธออน ในแปลงผักและแปลงผลไม้มีการตกค้างที่ระดับลึกมากกว่าฤดูแล้ง ส่วนแปลงยางพาราจะพบการตกค้างเฉพาะฤดูฝนส่วนใหญ่ระดับการตกค้างของสารจะอยู่ที่ระดับ 20 – 40 เซนติเมตร

ข้อคิดเห็นและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์มาใช้เป็นอย่างมาก โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เพิ่มขึ้นจาก 14,625 ตันในปี 2530 เป็น 25,541 ตัน ในปี 2539 สารเหล่านี้จะอยู่ในรูปผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ และสารเคมีพื้นฐานที่จะต้องนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่อไป สารดังกล่าวเมื่อนำมาใช้ในการเกษตรกรรมสามารถก่อให้เกิดพิษภัยอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ประกอบกับปัจจุบันปัญหาการระบาดของศัตรูพืชและปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น จึงทำให้มีความจำเป็นในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังจะเห็นได้จากปริมาณนำเข้าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้น หากไม่มีการจัดการอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการนำเข้า การผลิต การขนส่ง การจำหน่ายการใช้ การเก็บรักษาและการทำลายกากแล้ว อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนและสิ่งแวดล้อม การเกิดการเสียชีวิตของเกษตรกรที่ใช้

สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในการเพาะปลูกพืชต่างๆ ตลอดจนผลกระทบที่เกิดจากการตกค้างของสารใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ทั้งในอากาศ ดิน และน้ำจนถึงระดับที่เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยได้

เกษตรกรในอำเภอรัตภูมิและอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา มีการทำการเกษตรกันอย่างหนาแน่น เช่นการปลูกผัก การทำสวนยางพารา การทำสวนผลไม้ และการปลูกข้าว เป็นต้น มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์หลายชนิด ทั้งกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสฟอรัส คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์ ส่วนสารกำจัดโรคพืชที่ใช้ ได้แก่ สารกำจัดเชื้อรา และอื่นๆ นอกจากนี้เกษตรกรยังนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชอีกด้วยเนื่องจากประหยัดแรงงาน สำหรับการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสเพียง 5 ชนิดคือ โมโนโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิล พาราไธออน มาลาไธออน และเฟนไธออน เนื่องจากเกษตรกรนิยมใช้กันมาก โดยเกษตรกรไม่ค่อยคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งต่อตนเองและสภาพแวดล้อม แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะพบปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการตกค้างที่มีผู้ศึกษาท่านอื่นๆ ได้ศึกษาไว้ อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ จึงควรมีแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นตามมาในอนาคต โดยความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่าย ทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร ตามทัศนะของผู้วิจัยขอเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยภาพรวม ดังนี้

1. รัฐควรจะมีการปรับปรุง พ.ร.บ. วัตถุมีพิษให้รัดกุมยิ่งขึ้น ควรมีมาตรการในการควบคุมการนำเข้า จำหน่าย การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์โดยองค์กรใดองค์กรหนึ่งให้รัดกุมไม่ซับซ้อนดังปัจจุบัน ควรจะมีการปรับปรุงวิธีการสุ่มตัวอย่างวัตถุมีพิษอย่างมีประสิทธิภาพก่อนขึ้นทะเบียน สำหรับวัตถุมีพิษที่เลิกใช้ในต่างประเทศ เนื่องจากอันตรายที่มีต่อมนุษย์ ควรเลิกใช้และมีการห้ามนำเข้า รวมถึงการมีแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าเกี่ยวกับสารอันตรายที่กำลังจะเลิกใช้ รวมถึงการเฝ้าระวังการใช้และติดตามปัญหาการใช้อย่างใกล้ชิด

2.รัฐโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกำหนดมาตรฐานการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน น้ำ อากาศ ดินตะกอน สัตว์น้ำ รวมถึง

ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของชีวิตประชาชน

3. ปรับปรุงหรือสอดแทรกความรู้เรื่องสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เข้าไว้ในหลักสูตรการศึกษาทุกระดับ เพื่อให้บุคลากรที่สำเร็จการศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ

4. ควรมีการกวดขันการโฆษณาคุณภาพหรือสรรพคุณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ อันเป็นการหลอกลวงประชาชน

5. สนับสนุนหน่วยงานของรัฐ โดยเฉพาะสถาบันการศึกษาท้องถิ่น เช่นมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และสถาบันราชภัฏสงขลา เป็นต้น ให้ดำเนินการค้นคว้าวิจัย มีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในผลผลิตการเกษตร เครื่องอุปโภคบริโภค และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ทั้งในหน่วยงานของรัฐและเอกชนให้มากขึ้น ตลอดจนให้มีมาตรการรับรองความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ด้วย

6. รัฐโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงศึกษาธิการ ควรร่วมมือกันในการให้ความรู้แก่เกษตรกรและนักเรียนนักศึกษา และประชาชนทั่วไป ทั้งในพื้นที่และนอกพื้นที่ทำการเกษตร การสร้างจิตสำนึกด้านความปลอดภัยในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ทำการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องให้ประชาชนเกิดการตื่นตัว และตระหนักถึงปัญหาเกี่ยวกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ รวมถึงการให้ชุมชนรับรู้ถึงผลกระทบที่อาจเกิดจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

7. ควรส่งเสริมการกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีอื่น นอกเหนือจากการใช้สารเคมี เช่น การปลูกพืชผักกางมุ้ง การใช้ชีววิธี การควบคุมศัตรูพืชและสัตว์โดยวิธีผสมผสาน และการใช้สารทดแทนจากธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ให้น้อยลง รวมทั้งส่งเสริมให้มีการผลิตและจำหน่ายพืชผักปลอดจากสารพิษตกค้างให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

ควรมีการศึกษาการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ครบทั้งระบบอย่างต่อเนื่องทั้งในมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการตกค้างสะสมและเป็นข้อมูลพื้นฐานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนและแก้ไขปัญหา

บรรณานุกรม

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2530. คู่มือการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์. กรุงเทพฯ.

จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล. 2531. "วัตถุมีพิษทางการเกษตร" , ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 15 (ตุลาคม – ธันวาคม 2531) หน้า 185 – 186.

จินตนา แสนทวีสุข. 2533. "การก้าวสู่ภาวะวิกฤตทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร", ในสัมมนาทางวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 12 -15 มีนาคม 2533. กรุงเทพฯ. : โครงการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา แสนทวีสุข. 2534. "วัตถุมีพิษทางการเกษตร" , ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 18 (ตุลาคม – ธันวาคม 2534) หน้า 182 – 187.

ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2538. SPSS+ SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท 21 เซ็นจูรี่.

นวลศรี ทยาพชร. 2533. "สภาพของปัญหาในประเทศไทย", ใน รายงานวิชาการปัญหาสารพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

นิตยา วีระกุล. 2539. "วัตถุอันตรายทางการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม" , ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 23 (กรกฎาคม – กันยายน 2539) หน้า 137 – 139.

บุญส่ง หุตังคบดี และอรุณศรี อุ่ยวิรัตน์. 2540. การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2539. กรุงเทพฯ : กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

พัฒนาที่ดิน, กรม. กองวางแผนการใช้ที่ดิน. 2530. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดสงขลา. กรุงเทพฯ.

พาลาภ สิงหเสนี. 2535. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรพิมล ศรีทองคำและคณะ. 2536. "การพัฒนาฟีโซอิเลกตริกคริสตัล ไบโอเซนเซอร์ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณยาปราบศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส", ใน การประชุมวิชาการครั้งที่ 5. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ 19 – 20 พฤศจิกายน 2536. หน้า 144.

ภิญญา จำรัสกุล และนวลศรี ทยาพัชร. 2537. "วิจัยชนิดและปริมาณสารตกค้างในดิน น้ำ และดินตะกอนบริเวณแหล่งปลูกผักอนามัย". ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 21 (กรกฎาคม - กันยายน 2537), หน้า 105 - 116.

ภิญญา จำรัสกุล, บังเอิญ สีมา และสุวิมล เลิศวีระศิริกุล. 2540. "วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมท ในน้ำและดินตะกอนจากแม่น้ำบางปะกงและคลองแยก", ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 24 (เมษายน - มิถุนายน 2540), หน้า 55 - 64.

มณทิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน และศิรินภา ศรีทองทิม. 2537. "สารฆ่าแมลงประเภทออร์กาโนฟอสฟอรัส", ใน การวิเคราะห์สารฆ่าแมลงประเภทออร์กาโนฟอสฟอรัส : เอกสารประกอบการฝึกอบรม (รุ่นที่ 2) 25 - 29 เมษายน 2537. หน้า 2 - 11 ถึง 2 - 25. ปทุมธานี.

วิชาการเกษตร, กรม. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สมาคมไทย - ผู้ประกอบธุรกิจสารเคมีเกษตร.

_____ 2538. สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช ปี 2537. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วินัย วีระวัฒนานนท์. 2537. สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.

วิภา ตั้งนิพนธ์ และอารี ไชยาภินันท์.2539. "การสะสมของวัตุมีพิษในดิน และ น้ำในสวนองุ่น จังหวัดราชบุรี ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร" , ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 23 (มกราคม – มีนาคม 2539) หน้า 11 – 21.

ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง, ผกาสินี อินอ่อน, ศรีพรรณ มุขสมบัติ และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2540. "การศึกษาการสะสมสารพิษในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่นจังหวัดสมุทรสาคร ภายใต้โครงการการลดการใช้สารเคมี", ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 24 (กรกฎาคม - กันยายน 2540), หน้า 116 - 126.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2540. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์, ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง, วรางคนา โพธิ์สุข และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2540. "ผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรในสวนทุเรียน", ใน การประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 2. หน้า 147 - 151.

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2533. การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กันยายน 2533. สงขลา.

_____. 2537. แผนการลงทุนจังหวัดสงขลา; ศักยภาพและข้อจำกัดการพัฒนาเศรษฐกิจของจังหวัดสงขลา. สงขลา.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา. 2535. "รายงานผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมของอำเภอรัตภูมิ และอำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา". ม.ป.ท. : ม.ป.พ. (สำเนา)

สุกัญญา บุญเฉลิมกิจ. 2537. "สถานการณ์และความรู้เรื่องสารพิษในประเทศไทย", ใน การวิเคราะห์สารฆ่าแมลงประเภทออร์กาโนฟอสฟอรัส : เอกสารประกอบการฝึกอบรม (รุ่นที่ 2) 25 - 29 เมษายน 2537. หน้า 1 - 2. ปทุมธานี.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2537. สารฆ่าแมลง. มหาวิทยาลัยขอนแก่น : คณะเกษตรศาสตร์.

อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์, กนกพร อธิสุข และจุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์. 2537. สิ่งปนเปื้อนในอาหาร : ผลกระทบต่อสุขภาพคนไทย. กรุงเทพฯ : ดีไซน์.

อมรพรรณ อาศรัยผล. 2534. "ชนิดและปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในดินตะกอนตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี ระยอง และชลบุรี", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (สำเนา).

American Chemical Society. 1969. Cleaning Our Environment, The Chemical Basis for Action. American Chemical Society, Washington, D.C.

Anderson, J.M. and Ingram, J.S.I. eds. 1989. Tropical soil biology and handbook of method. U.K. : CAB International.

Brown A.W.A.. 1978. Ecology of Pesticides. A Wiley - Interscience Publication, John - Wiley and Sons, New York.

Bruce, Seeling. 1996. An Assessment System for Potential Groundwater Contamination from Agriculteral Pesticide Use in North Dakota -- Technical Guideline. North Dakota State University, Fargo.

Chamber, Janice E. and Levi, Patriccia E. 1992. Organophosphates, Chemistry, Fate and Effect. Degradation of Organophosphates Insecticide in Environmental Matrices. U.S.A. : Racke, Kenneth D. Academic Press.

Chiras, D.D. 1991. Environmental Science, Action for a Sustainable Future. 3 rd. ed. U.S.A. : The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc.

FAO/WHO. 1982. Codex Committee on Pesticide Residues. 14 th Session 12 – 21 June 1982. Report of the 1980 market basket Survey conducted by the Australian National Health and Medical Research Council. Room document, agenda 6 b.

Gardner, H. Walter.1986. Methods of Soil Analysis. Part 1 Physical and Mineralogical Methods. 2 d ed. Amold Klute, Editor. American Society of Agronomy, Inc. Soil Sciety of America, Inc. Madison, Wiscomsin, U.S.A. page 493 – 505.

Gerakis, P. A. and Sficas, A.G. 1974. The Presence of Cycling of Pesticide in the Ecospher. Residue review, Vol. 52 p. 69 - 88, อ้างถึงใน จินตนา แสนทวีสุข. 2533."การก้าสู่ภาวะวิกฤตทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร", ใน สัมมนาทางวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 12 - 15 มีนาคม 2533. หน้า 2 - 6. กรุงเทพฯ : โครงการ โครงการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Hill, I.A. and Wright, S.J.L. 1978. Pesticide Microbiology. Great Britain. : Academic Press Inc (London).

Hofsten, B.V. and Ekstrom, G. eds. 1986. Control of Pesticide application and residues in food. A guide and directory 1986. Swedish Science Press, Uppsala. p. 315.

Kahn, S.U. 1980. Pesticides in the Soil Environment. Elsevier Scientific Publishing Company, The Netherlands. p. 240 .

Leonard, R.A., Bailey, G.W. and Swank R.R. Jr. 1976. Transport, detoxification, fate and effects of pesticide in soil and water environments. In land Application of waste Materials Soil Conservative Society America.

Mallet, C. and Mallet, V.N. 1989. Conversion of a conventional packed - column gaschromatography to accommodate megabore column : Evaluation of the system for organophosphorus pesticides. Journal of the Chromatography. 481 (27 - 35). Netherland : Elsevier Science Publishers B.V.

Nelson, D.W. and Sommer, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter, In Method of Soil Analysis Part 2 : Chemical and Microbiological properties, pp. 574 – 576. 2d ed. Miller, R.H. and Keeney, D.R. eds. Wisconsin : Medison Publisher.

Reddy, B.V., P.S. Dhanaraj and V.V.S. Narayana – Rao. 1984. Effect of Insecticides on Soil Microorganisms, pp. 169 – 201. In Rup lal (ed) Isecticide Microbiology, Spinger – Verlag, Inc. Berlin. อ้างถึงใน ลมัย ชูเกียรติวัฒนา. 2540. "อิทธิพลของสารกำจัดแมลงต่อจุลินทรีย์ดิน". ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 24 (มกราคม – มีนาคม 2540), หน้า 41 – 42.

Plimmer, J.R. 1988. Movement of Pesticides from the site of application. In Pesticides : Food and Environmental Implications. IAEA, Vienna. pp.. 66 – 77.

R. Von Rumker and H. Horay. 1972. Pesticide manual. Department of State agency for International department, U.S.A.

Swan, R.L. and Eschenroeder, A. 1983. Fate of Chemicals in the Environments. ACS symposium series 225 American Chemical Society, U.S.A.

Talekar, N.S., Lee, E.M., Chen, J.S. and Sun L.T. 1977. Insecticide residues in subtropical soil : Their degradation , persistance and absorption in to root

crops. In pesticide management in southest Asia. Wardjo, S., Soerjani, M.,Robson, T.O. and Susilo, H. Biotrop special publication, Thailand.

Watson, David L. and Brown, A.W.A. eds. 1977. Pesticides Management and Insecticide resistance. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, U.S.A.

Wayland, J.H. 1975. Toxicology of pesticides. Waverly Press. Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน มิถุนายน 2541

ชุดก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	ชุดก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)
	0 - 20	6.91	10.79	1.29		0 - 20	5.29	13.49	2.07
	20 -40	5.86	14.26	0.76		20 -40	5.78	7.57	1.51
BS1	40 - 60	5.53	12.01	0.66	KS1	40 - 60	5.8	8.38	0.95
	60 - 80	6.16	11.72	0.42		60 - 80	6.24	6.3	0.52
	80 - 100	5.2	7.55	0.20		80 - 100	5.69	5.99	0.27
	0 - 20	7.72	13.9	1.46		0 - 20	5.57	13.66	2.04
	20 -40	6.48	12.69	0.88		20 -40	5.25	13.76	1.70
BS4	40 - 60	4.35	15.82	0.73	KS2	40 - 60	5.37	12.76	1.31
	60 - 80	3.89	13.8	0.47		60 - 80	5.41	8.39	0.73
	80 - 100	4.29	14.27	0.39		80 - 100	5.36	9.29	0.20
	0 - 20	6.37	13.51	0.76		0 - 20	4.91	14.8	2.28
	20 -40	4.59	16.03	1.08		20 -40	4.65	15.68	1.59
BS8	40 - 60	4.51	15.5	0.35	KSc	40 - 60	4.81	15.7	1.11
	60 - 80	6.16	11.53	0.24		60 - 80	4.51	14.9	0.68
	80 - 100	4.05	9.9	0.09		80 - 100	4.84	13.96	0.55
	0 - 20	7.83	15.18	1.59		0 - 20	5.09	4.87	1.46
	20 -40	5.62	11.41	0.88		20 -40	4.83	5.58	1.08
BSa	40 - 60	4.6	13.08	0.55	TS1	40 - 60	4.7	6.75	0.52
	60 - 80	4.09	11.29	0.17		60 - 80	4.74	7.14	0.52
	80 - 100	4.42	11.75	0.17		80 - 100	4.62	9.05	0.33
	0 - 20	7.1	17.04	0.96		0 - 20	5.11	9.14	0.29
	20 -40	4.81	16.19	0.55		20 -40	5.2	8.72	0.25
BSb	40 - 60	4.53	17.3	0.47	TS3	40 - 60	5.27	10.22	0.20
	60 - 80	4.19	18.49	0.47		60 - 80	5.01	10.02	0.20
	80 - 100	4.31	17.88	0.25		80 - 100	5.08	10.17	0.19

หมายเหตุ BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้ ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพารา ต.ท่าชะมวง อ. รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – เบส ความชื้น และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน ตุลาคม 2541

ชุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	ชุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)
	0 - 20	6.91	12.95	0.67		0 - 20	5.16	21.47	1.92
	20 -40	6.75	11.29	0.48		20 -40	5.78	19.77	1.63
BS1	40 - 60	6.16	10.51	0.34	KS1	40 - 60	5.8	16.03	1.29
	60 - 80	4.92	8.89	0.25		60 - 80	6.24	12.23	1.01
	80 - 100	4.47	8.4	0.12		80 - 100	5.51	13.1	0.89
	0 - 20	7.72	17.26	0.94		0 - 20	5.57	14.92	0.15
	20 -40	6.48	17.62	0.6		20 -40	5.25	18.25	0.75
BS4	40 - 60	4.35	16.16	0.37	KS2	40 - 60	5.37	11.07	0.31
	60 - 80	4.2	11.04	0.08		60 - 80	5.41	11.78	0.09
	80 - 100	4.17	8.89	0.03		80 - 100	5.36	11.71	0.12
	0 - 20	5.15	19.01	0.82		0 - 20	4.91	21.83	1.13
	20 -40	5.08	19.85	1.17		20 -40	4.65	20.76	0.92
BS8	40 - 60	4.87	16.04	0.12	KSc	40 - 60	4.81	21.53	0.35
	60 - 80	4.61	11.21	0.05		60 - 80	4.53	21.53	0.42
	80 - 100	4.26	11.36	0.02		80 - 100	4..84	17.25	0.28
	0 - 20	7.1	14.76	1.31		0 - 20	5.83	10.67	0.89
	20 -40	4.81	14.3	0.65		20 -40	5.28	9.26	0.49
BSa	40 - 60	4.53	17.14	0.58	TS1	40 - 60	4.92	9.54	0.22
	60 - 80	4.31	15.16	0.4		60 - 80	4.74	9.03	0.17
	80 - 100	4.19	18.01	0.06		80 - 100	4.62	9.34	0.04
	0 - 20	7.83	16.53	0.71		0 - 20	5.11	8.02	1.18
	20 -40	5.62	13.5	0.69		20 -40	5.2	7.76	0.64
BSb	40 - 60	4.6	14.57	0.43	TS3	40 - 60	5.27	7.22	0.77
	60 - 80	4.42	13.26	0.2		60 - 80	5.43	7.49	0.28
	80 - 100	4.27	12	0.03		80 - 100	4.92	8.82	0.09

หมายเหตุ BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ.สงขลา

KS = แปลงผลไม้ ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ.สงขลา

TS = แปลงยางพารา ต.ท่าชะมวง อ. รัตภูมิ จ.สงขลา

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด - เบส ความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน ธันวาคม 2541

ชุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	ชุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)
	0 - 20	6.82	11.26	1.13		0 - 20	5.55	16.39	2.46
	20 -40	5.45	12.82	0.54		20 -40	5.51	19.69	2.02
BS1	40 - 60	4.38	10.54	0.64	KS1	40 - 60	5.67	17.01	1.21
	60 - 80	4.42	11.42	0.39		60 - 80	5.86	18.37	0.25
	80 - 100	4.05	11.09	0.16		80 - 100	5.62	18.39	0.06
	0 - 20	7.2	18.86	1.06		0 - 20	5.64	17.26	1.43
	20 -40	4.56	17.36	0.40		20 -40	5.23	11.75	0.86
BS4	40 - 60	4.41	22.47	0.27	KS2	40 - 60	4.57	9.41	0.54
	60 - 80	4.34	8.31	0.15		60 - 80	4.76	10.86	0.37
	80 - 100	4.05	13.24	0.04		80 - 100	4.98	13.01	0.35
	0 - 20	6.07	21.52	0.64		0 - 20	4.7	19.65	2.31
	20 -40	5.7	32.01	0.82		20 -40	4.49	16.6	1.62
BS8	40 - 60	4.91	36.54	0.19	KSc	40 - 60	4.63	18.39	0.59
	60 - 80	4.33	7.46	0.04		60 - 80	4.29	14.52	0.34
	80 - 100	3.96	10.81	0.04		80 - 100	4.61	18.23	0.27
	0 - 20	4.63	14	1.06		0 - 20	5.18	9.64	1.13
	20 -40	4.19	18.43	0.68		20 -40	4.66	10.61	0.86
BSa	40 - 60	5.14	9.41	0.44	TS1	40 - 60	4.22	11.39	0.37
	60 - 80	4.8	16.64	0.22		60 - 80	4.27	15.27	0.25
	80 - 100	4.48	5.23	0.05		80 - 100	4.18	10.89	0.20
	0 - 20	6.31	22.42	1.19		0 - 20	4.74	14.93	0.78
	20 -40	4.58	13.52	0.54		20 -40	4.85	12.91	0.68
BSb	40 - 60	4.57	16.8	0.37	TS3	40 - 60	5.11	14.7	0.24
	60 - 80	4.04	18.84	0.30		60 - 80	5.22	16.95	0.24
	80 - 100	4.12	22.52	0.30		80 - 100	5.26	13.22	0.14

หมายเหตุ BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ.สงขลา

KS = แปลงผลไม้ ต.เขาพระ อ. รัตภูมิ จ.สงขลา

TS = แปลงยางพารา ต.ท่าชะมวง อ. รัตภูมิ จ.สงขลา

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด – เบส ความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน กุมภาพันธ์ 2542

จุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	จุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)
	0 - 20	7.33	14.93	0.74		0 - 20	6.06	16.99	2.43
	20 -40	5.56	15.55	0.39		20 -40	5.56	18.29	1.18
BS1	40 - 60	5.39	14.66	0.38	KS1	40 - 60	5.56	15.15	1.13
	60 - 80	4.91	13.03	0.29		60 - 80	5.56	12.53	0.35
	80 - 100	4.42	19.44	0.09		80 - 100	5.53	13.53	0.05
	0 - 20	7.05	20.13	1.37		0 - 20	5.28	12.33	1.91
	20 -40	6.15	25.03	0.60		20 -40	5.02	12.58	0.92
BS4	40 - 60	4.29	25.49	0.28	KS2	40 - 60	4.98	11.22	0.84
	60 - 80	4.08	14.99	0.21		60 - 80	4.98	9.22	0.31
	80 - 100	4.08	12.31	0.01		80 - 100	4.93	9.92	0.12
	0 - 20	6.11	21.06	0.86		0 - 20	4.64	22.09	1.83
	20 -40	4.97	24.71	0.69		20 -40	4.47	21.89	1.47
BS8	40 - 60	4.55	20.38	0.08	KSc	40 - 60	4.38	20.76	0.60
	60 - 80	4.21	22.67	0.00		60 - 80	4.36	20.57	0.41
	80 - 100	3.91	19.56	0.00		80 - 100	4.24	23.33	0.40
	0 - 20	7.37	20.19	1.25		0 - 20	4.76	9.60	1.03
	20 -40	5.03	22.22	1.08		20 -40	4.46	12.95	1.03
BSa	40 - 60	4.13	22.22	0.28	TS1	40 - 60	4.36	13.35	0.74
	60 - 80	3.83	19.88	0.26		60 - 80	4.32	13.36	0.52
	80 - 100	3.76	20.72	0.		80 - 100	4.29	12.24	0.17
	0 - 20	7.49	16.07	0.74		0 - 20	4.76	15.63	0.91
	20 -40	6.72	17.55	0.55		20 -40	4.73	18.12	0.91
BSb	40 - 60	4.27	16.06	0.41	TS3	40 - 60	4.66	13.86	0.72
	60 - 80	4.22	15.18	0.39		60 - 80	4.63	10.94	0.00
	80 - 100	4.14	14.31	0.35		80 - 100	4.38	12.13	0.00

หมายเหตุ BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้ ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพารา ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) *

จุดเก็บตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	% sand	% silt	% clay	เนื้อดิน
BS1	0 - 15	43.38	38.35	18.27	ร่วน
	15 - 30	42.05	44.38	13.57	ร่วน
	30 - 80	41.61	25.48	32.91	ร่วนเหนียว
	80 - 145	55.54	31.03	13.43	ร่วนปนทราย
BS4	0 - 25	51.05	36.43	12.52	ร่วน
	25 - 60	34.76	31.06	34.18	ร่วนเหนียว
	60 - 125	69.06	19.64	11.31	ร่วนปนทราย
	125 - 140	72.25	14.27	13.48	ร่วนปนทราย
BS8	0 - 25	67.22	27.42	5.36	ร่วนปนทราย
	25 - 40	49.23	41.3	9.48	ร่วน
	40 - 90	79.73	15.42	4.85	ทรายร่วน
	90 - 120	83.8	12.96	3.24	ทรายร่วน
	120 - 140	55.74	33.72	10.54	ร่วนปนทราย
KS4	0 - 10	64.81	27.25	7.94	ร่วนปนทราย
	10 - 20	62.24	24.85	12.91	ร่วนปนทราย
	20 - 40	56.25	21.94	21.81	ร่วนเหนียวปนทราย
	40 - 75	54.27	21.75	23.98	ร่วนเหนียวปนทราย
	75 - 90	48.9	28.02	23.08	ร่วน
	90 - 125	45.76	28.57	25.67	ร่วน
	125 - 150	24.25	30.3	45.45	เหนียว
TS3	0 - 15	72.25	25.04	2.72	ร่วนปนทราย
	15 - 50	77.08	19.57	3.35	ทรายร่วน
	50 - 100	76.44	11.5	12.06	ร่วนปนทราย
	100 - 125	68.4	11.87	19.74	ร่วนปนทราย
	125 - 140	58.87	13.91	27.22	ร่วนเหนียวปนทราย

หมายเหตุ : ข้อมูลจากการศึกษาของโครงการ Agrochemical Pollution of Water Resources under Tropical Intensive Agricultural System, ACIAR Project No. 9454 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ. ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้ ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพารา ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 24 ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสใน ตัวอย่างดิน เดือนมิถุนายน 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS 1	0 - 20	nd	6.03 (5.39)	6.06 (5.41)	3.97 (2.81)	nd
	20 - 40	nd	nd	2.66 (2.28)	3.53 (3.02)	nd
	40 - 60	nd	nd	1.74 (1.53)	30.75 (22.02)	nd
	60 - 80	nd	nd	1.93 (1.55)	1.56 (1.38)	nd
	80 - 100	nd	nd	32.33 (29.89)	nd	nd
BS 4	0 - 20	nd	nd	10.69 (9.21)	3.22 (2.78)	nd
	20 - 40	nd	nd	4.97 (4.34)	1.79 (1.55)	nd
	40 - 60	nd	nd	0.68 (0.57)	2.19 (1.84)	nd
	60 - 80	nd	nd	0.69 (0.60)	2.88 (2.48)	nd
	80 - 100	nd	nd	0.48 (0.41)	1.24 (1.06)	nd
BS 8	0 - 20	0.57 (0.52)	nd	174.16 (158.90)	1.5 (1.36)	nd
	20 - 40	nd	nd	1.59 (1.34)	3.18 (2.67)	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	6.39 (6.18)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	11.94 (10.56)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS a	0 - 20	nd	nd	6.24 (5.17)	2.47 (2.04)	nd
	20 - 40	nd	nd	2.78 (2.34)	0.84 (0.72)	nd
	40 - 60	nd	nd	0.69 (0.57)	1.51 (1.24)	nd
	60 - 80	nd	nd	0.39 (0.32)	0.87 (0.45)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS b	0 - 20	0.43 (0.39)	nd	3.89 (3.53)	2.81 (2.55)	nd
	20 - 40	nd	nd	1.15 (1.02)	5.89 (5.21)	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	6.21 (6.18)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	4.47 (4.46)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	5.47 (4.82)	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 24 (ต่อ) ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ในตัวอย่างดิน เดือนมิถุนายน 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
KS 1	0 - 20	1.88 (1.63)	1.37 (1.35)	12.5 (3.33)	nd	nd
	20 - 40	nd	0.8 (0.7)	7.02 (6.47)	0.65 (0.60)	nd
	40 - 60	nd	0.49 (0.46)	4.33 (3.97)	0.69 (0.64)	nd
	60 - 80	nd	nd	3.33 (3.12)	1.21 (1.13)	nd
	80 - 100	nd	nd	0.91 (0.86)	1.3 (1.22)	nd
KS 2	0 - 20	nd	nd	9.52 (6.69)	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	3.76 (3.50)	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	0.92 (0.82)	1.65 (1.44)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	1.72 (1.54)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	2.89 (2.62)	nd
KS c	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 1	0 - 20	5.66 (5.38)	nd	3.25 (3.09)	5.73 (5.45)	nd
	20 - 40	6.55 (6.18)	nd	1.95 (1.87)	2.76 (2.50	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	3.76 (3.51)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	16.67 (12.15)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	1.62 (1.47)	nd
TS 3	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 25 ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือนตุลาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS 1	0 - 20	15.70 (13.66)	6.40 (5.57)	nd	nd	nd
	20 - 40	15.55 (13.76)	7.68 (6.68)	nd	16.51 (14.61)	nd
	40 - 60	12.45 (11.25)	11.63 (10.57)	nd	77.26 (70.24)	nd
	60 - 80	17.82 (16.23)	3.93 (3.57)	nd	19.89 (18.08)	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	25.05 (22.42)	nd
BS 4	0 - 20	nd	9.54 (8.23)	0.52 (0.45)	16.83 (14.51)	nd
	20 - 40	nd (nd)	6.41 (5.52)	22.79 (19.64)	2.46 (2.12)	nd
	40 - 60	15.96 (13.76)	9.90 (8.54)	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS 8	0 - 20	5.81 (5.00)	nd	nd	13.63 (11.75)	nd
	20 - 40	13.58 (12.49)	7.41 (6.79)	nd	7.68 (7.04)	nd
	40 - 60	13.84 (12.76)	0.32 (0.29)	nd	13.70 (12.69)	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS a	0 - 20	8.51 (7.25)	9.02 (7.71)	2.95 (2.52)	9.84 (8.41)	nd
	20 - 40	4.93 (4.23)	9.96 (8.51)	0.38 (0.32)	13.46 (11.60)	nd
	40 - 60	19.04 (16.41)	7.35 (6.22)	0.29 (0.25)	10.80 (8.86)	nd
	60 - 80	12.46 (10.58)	8.51 (6.98)	0.27 (0.23)	nd	nd
	80 - 100	23.36 (19.15)	nd	0.46(0.37)	nd	nd
BS b	0 - 20	nd	17.02 (14.21)	0.30 (0.25)	nd	nd
	20 - 40	7.07 (6.12)	6.20 (5.29)	0.21 (0.18)	25.68 (22.14)	nd
	40 - 60	6.28 (5.37)	10.13 (8.81)	0.52 (0.45)	7.29 (6.23)	nd
	60 - 80	12.08 (10.47)	nd	0.21 (0.19)	16.41 (14.26)	nd
	80 - 100	5.17 (4.72)	nd	nd	13.27 (12.81)	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 25 (ต่อ) ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ในตัวอย่างดิน เดือนตุลาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
KS 1	0 - 20	7.01 (6.26)	4.02 (3.59)	1.69 (1.49)	10.69 (9.54)	nd
	20 - 40	10.61 (9.62)	5.09 (4.63)	0.26 (0.23)	18.74 (17.03)	nd
	40 - 60	4.37 (3.98)	3.59 (3.26)	0.32 (0.29)	13.78 (12.52)	nd
	60 - 80	11.48 (10.44)	15.46 (14.19)	0.25 (0.23)	10.59 (9.72)	nd
	80 - 100	2.98 (2.70)	17.71 (16.1)	0.18 (0.16)	21.33 (19.39)	nd
KS 2	0 - 20	6.63 (5.64)	4.69 (3.97)	5.43 (4.61)	20.52 (17.39)	nd
	20 - 40	6.81 (5.56)	16.80 (13.77)	0.19 (0.15)	19.20 (15.74)	nd
	40 - 60	5.29 (4.70)	8.00 (7.08)	0.41 (0.36)	3.93 (3.48)	nd
	60 - 80	7.43 (6.56)	11.02 (9.72)	0.45 (0.39)	20.97 (18.56)	nd
	80 - 100	nd	4.46 (3.95)	0.75 (0.66)	nd	nd
KS c	0 - 20	nd	nd	nd	16.23 (13.99)	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 1	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 3	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 26 ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือนธันวาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS 1	0 – 20	0.21 (0.19)	nd	0.14 (0.12)	nd	nd
	20 - 40	0.21 (0.19)	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 – 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS 4	0 - 20	2.99 (2.43)	nd	0.14 (0.11)	nd	nd
	20 - 40	0.19 (0.15)	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS 8	0 - 20	0.19 (0.15)	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	1.88 (1.19)	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS a	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS b	0 - 20	nd	nd	0.99 (0.77)	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	0.43 (0.37)	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	0.32 (0.27)	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 – 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 26 (ต่อ) ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือนธันวาคม 2541

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
KS 1	0 - 20	nd	nd	0.67 (0.56)	0.20 (0.17)	nd
	20 - 40	0.24 (0.21)	nd	0.98 (0.79)	nd	nd
	40 - 60	0.20 (0.17)	nd	1.11 (0.92)	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	0.20 (0.16)	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
KS 2	0 - 20	nd	6.70 (7.88)	0.33 (0.28)	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	3.43 (2.91)	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	0.13 (0.15)	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	6.42 (5.44)	nd	nd	nd	nd
KS c	0 - 20	0.20 (0.16)	0.25 (0.20)	0.57 (0.46)	nd	nd
	20 - 40	0.84 (0.70)	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 1	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 3	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผัก ต.บางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 27 ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน เดือนกุมภาพันธ์ 2542

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
BS 1	0 - 20	nd	nd	22.35	1548.88	970.00
	20 - 40	nd	11.72	14.08	901.81	5476.46
	40 - 60	nd	nd	nd	1.32	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS 4	0 - 20	nd	nd	0.35	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	0.55	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS 8	0 - 20	nd	nd	0.30	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS a	0 - 20	nd	0.33	0.61	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
BS b	0 - 20	nd	0.11	0.15	0.22	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS= แปลงผักบางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

ตาราง 27 (ต่อ) ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ในตัวอย่างดิน เดือนกุมภาพันธ์ 2542

site	depth (cm)	monocrotophos	dimethoate	methyl parathion	malathion	fenthion
		µg/kg dry wt. (µg/kg wet wt.)				
KS 1	0 - 20	nd	nd	1.44	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	0.81	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
KS 2	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
KS c	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 1	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd
TS 3	0 - 20	nd	nd	nd	nd	nd
	20 - 40	nd	nd	nd	nd	nd
	40 - 60	nd	nd	nd	nd	nd
	60 - 80	nd	nd	nd	nd	nd
	80 - 100	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = < 0.1 µg/kg dry wt.

BS = แปลงผักบางเหรียง อ.ควนเนียง จ. สงขลา

KS = แปลงผลไม้เขาพระ อ.รัตภูมิ จ. สงขลา

TS = แปลงยางพาราท่าชะมวง อ. รัตภูมิ จ. สงขลา

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

1. โมโนโครโตฟอส (monocrotophos)

ชื่อเคมี	เป็น E ไอโซเมอร์ของ O,O - dimethyl - O- (1 – methyl –3 - oxo - 1 - propanyl) phosphate
ชื่อทั่วไป	โมโนโครโตฟอส
ชื่อการค้า	Azodrin ® และ Nuvacron ®
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	
สูตร	$C_7H_{14}NO_5P$
น้ำหนักโมเลกุล	223.16
ลักษณะกายภาพ	สารบริสุทธิ์อยู่ในรูปผลึก
จุดหลอมเหลว	54 - 55 °c
ความดันไอ	7×10^{-5} มิลลิเมตรปรอท
การละลาย	โมโนโครโตฟอสละลายได้ในน้ำ อะซีโตน และแอลกอฮอล์ ละลายได้บ้างใน mineral oils
ค่าครึ่งชีวิต	ค่าครึ่งชีวิตของ โมโนโครโตฟอส 2 ppm ที่ pH 7 อุณหภูมิ 38 °c เป็นเวลา 23 วัน ที่ pH 4.6 อุณหภูมิ 100 °c มีค่าครึ่งชีวิต 80 นาที

2. ไดเมทโธเอท (dimethoate)

ชื่อเคมี	O,O - dimethyl S - 2 (methylamino) - 2 - oxoethyl phosphorodithipate
ชื่อทั่วไป	ไดเมทโธเอท ยกเว้นในรัสเซียใช้ fosfamid ส่วนชื่ออื่นๆ ได้แก่ phosphamide

ชื่อการค้า	Cygon ®, Daphene ®, De-Fend ®, Dimetate ®, Dimethogen ®, Ferkethion ®, Fostion MM ®, Le - Kuo ®, Perfekthion ®, Rogor ®, Roxion ® และTrimetion ®
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	
สูตร	$C_5H_{12}NO_3PS_2$
น้ำหนักโมเลกุล	229.28
ลักษณะกายภาพ	สารบริสุทธิ์ เป็นผลึกไม่มีสี กลิ่นคล้ายการบูร
จุดหลอมเหลว	51 - 52 °c
ความถ่วงจำเพาะ	1.281 ที่อุณหภูมิ 50 °c, 1.35ที่อุณหภูมิ 20 °c
ความดันไอ	8.5×10^{-6} มิลลิเมตรปรอท ที่ 25 °c

3. **เมทธิล พาราไธออน** (methyl parathion)

ชื่อเคมี	O,O - dimethyl O - (4 - nitrophenyl) phosphorothioate
ชื่อทั่วไป	พาราไธออน - เมทธิล อาจใช้คำว่า เมทธิล พาราไธออน และเมทตาฟอส ใน อังกฤษและรัสเซีย
ชื่อการค้า	Bladan M ®, Dalf ®, Folidol-M ®, Metacide ®, Metron ®, Dalf ®, Partron ®, Tekwaisa ®, Wofatox ® และNitrox ®
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	
สูตร	$C_8H_{10}NO_5PS$
น้ำหนักโมเลกุล	263.23
ลักษณะกายภาพ	สารบริสุทธิ์อยู่ในรูปผลึกแป้งสีขาว
จุดหลอมเหลว	37 - 38 °c
จุดเดือด	ไม่คงที่เมื่อได้รับความร้อน
ความถ่วงจำเพาะ	1.20 ถึง 1.36 ที่อุณหภูมิ 20 °c

ความดันไอ	0.97×10^{-5} มิลลิเมตรปรอทที่อุณหภูมิ 20 °c
การละลายน้ำ	ละลายน้ำที่ 25 °C อยู่ในขอบเขต 55 - 60 ppm ที่ 20 °C มีค่า 25 ppm ที่ 40 °C มีค่า 77 ppm
การละลายในไขมัน	ละลายในไขมันและน้ำมันได้เล็กน้อย เมทธิล พาราไธออน ถูกไฮโดรไลซ์โดย alkali ที่อัตราสูงกว่าพาราไธออน และสามารถเปลี่ยนสูตรโมเลกุลได้สมบูรณ์เมื่อได้รับความร้อน

4. มาลาไธออน (malathion)

ชื่อเคมี	O,O - dimethyl - S - (1, 2 - dicarbethoxyethyl) phosphorodithioate
ชื่อทั่วไป	malathion, carbophos (U.S.S.R.), maldison (Australia) Newzelan mercaptothion (south Africa)
ชื่อการค้า	Malathion ®, Chemathion ®, Cythion ®, Ematon ®, Karbophos®, Malaspray ®, Malathiozol ®, Fyfanon ®, Kop-Thion ®, Kypfos ®, Malamar ®, Malatol ®, Zithiol ® และMalathon ®
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	
สูตร	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$
น้ำหนักโมเลกุล	330
ลักษณะกายภาพ	สารบริสุทธิ์ อยู่ในรูปของเหลวใสสีชา
จุดเดือด	156 - 157 ที่ 0.7 มิลลิเมตรปรอท
ความถ่วงจำเพาะ	1.23 ที่อุณหภูมิ 25 °C
ความดันไอ	4×10^{-5} มิลลิเมตรปรอท ที่ อุณหภูมิ 30 °C
จุดหลอมเหลว	2.85 °C
การละลายน้ำ	ความสามารถในการละลายน้ำที่อุณหภูมิห้อง 145 ppm ที่ 20 °C มีค่า 120 ppm ที่ 30 °C มีค่า 300 ppm

การละลายในตัวทำละลายอินทรีย์	สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ คีโตน อะโรมาติก และไฮโดรคาร์บอน แต่มีข้อจำกัดในการละลายใน petrolium oils
การละลายในไขมันและน้ำมัน	การละลายในไขมันและน้ำมันได้ปานกลาง มาลาไธออนถูกไฮโดไลซ์อย่างรวดเร็วที่ pH มากกว่า 7 หรือต่ำกว่า 5 แต่จะคงที่ในสารละลายที่เป็นกลาง pH 5.26

5. เฟนไธออน

ชื่อเคมี	O,O - dimethyl - O - (4 - methylmercapto - 3 - methylphenyl) thiophosphate
ชื่อทั่วไป	เฟนไธออน บางครั้งเรียก Acronym DMTP
ชื่อการค้า	Baycid®, Baytex®, Entex®, Lebaycid®, Mercaptophos®, Queletox®, Spotton® และ Tiguvon®
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	
สูตร	$C_{10}H_{15}O_3PS_2$
น้ำหนักโมเลกุล	278.34
ลักษณะทั่วไป	สารบริสุทธิ์เป็นของเหลวไม่มีสี สารนี้มีกลิ่นอ่อนๆ คล้ายกระเทียม
จุดเดือด	87 °C ที่ 0.01 มิลลิเมตรปรอท
ความถ่วงจำเพาะ	1.250 ที่ 20 °C
ความดันไอ	3×10^{-5} มิลลิเมตรปรอท ที่ 20 °C ความดันไอ 8×10^{-5} มิลลิเมตรปรอทที่ 30 °C
การละลายน้ำ	เฟนไธออน ไม่ละลายน้ำถึงละลายได้น้อยมาก มีค่าประมาณ 55 ppm ที่ 25 °C แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์หลายชนิดและใน glyceride oil มีข้อ

	จำกัดการละลายในอะลิฟฟาติก
การละลายในไขมันและน้ำมัน	ไม่มีข้อมูล

ที่มา : Handbook of pesticide toxicology. Volumn 2 . (Classes of pesticides) และ Pesticide Manual.

ภาคผนวก ค

การเตรียมเครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์สารออร์กาโนฟอสฟอรัส

1) การเตรียมเครื่องแก้ว

เครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ควรล้างให้สะอาดด้วยผงซักฟอกหรือน้ำยาล้างจาน ที่ปราศจากฟอสเฟต ใช้แปรงชนิดอ่อนขัดในตอนแรก แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปา อะซิโตน และเฮกเซนที่ผ่านการกลั่นแล้ว ด้ามแปรงที่ใช้ควรพันด้วยผ้าเพื่อป้องกันการขูดขีดแก้วในขณะทำความสะอาด การล้างด้วยอะซิโตนควรใช้วิธี rinse โดยดูดสารละลายด้วย dropper เพื่อไล่น้ำออกและเพื่อทำความสะอาดผิวแก้วให้มากที่สุด จากนั้นปิดฝาจุกเครื่องแก้วแล้วเขย่าอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้

2) การเตรียมฟลอริซิล (florisil)

นำฟลอริซิลมา activate โดยนำไป heat ที่อุณหภูมิ 500 °c เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วเติมน้ำกลั่นร้อยละ 5 เก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด การเตรียมก่อนนำไปใช้โดยการเติมน้ำกลั่นร้อยละ 5 นำไป heat ที่อุณหภูมิ 130 °c เป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำมาเก็บไว้ในโถดูดความชื้น แล้วแบ่งมาใช้

3) การกลั่นสารละลายอินทรีย์

การกลั่นสารละลายอินทรีย์สำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาสารประกอบออร์กาโนฟอสฟอรัส มีความสำคัญมากเพื่อเป็นการลดการปนเปื้อนในสารละลายอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือมากขึ้น ดังนั้นควรใช้ห้องที่สะอาดและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

ขั้นตอนการกลั่น

1. บรรจุสารละลายลงใน flask ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของ flask ที่จะบรรจุได้ เนื่องจากการขยายตัวของสารละลายในขณะได้รับความร้อน

2. ใส่ boiling stone ลงไปเล็กน้อย ไม่ควรใส่ขณะที่สารละลายยังร้อนอยู่ เพราะจะทำให้ติดไฟได้

3. ตั้ง sysder column และ condenser ให้อยู่ในแนวตั้งฉาก

4. ปรับอุณหภูมิของ heating mantle ให้เหมาะสม เพื่อความปลอดภัย

5. ผ่านน้ำลงสู่ condenser ให้สม่ำเสมอ

6. ทิ้งสารละลายแรกที่ผ่านการกลั่นเนื่องจากอาจปนเปื้อนด้วยสารอื่น

7. เก็บสารละลายที่ผ่านการกลั่นด้วยขวดสะอาดพร้อมปิดจุกให้แน่น

8. เมื่อหยุดกลั่นควรบรรจุสารละลายให้มีปริมาตรเท่ากับ flask อย่ากลั่นจนสารละลายหมด เนื่องจากเมื่อกลั่นสารละลายอินทรีย์เป็นเวลานาน อาจมีสารอีเธอร์ปนอยู่ทำให้เกิดระเบิดได้

หมายเหตุ การกลั่นสารประภท polar และ non polar solvent ควรใช้ชุดกลั่นที่แยกจากกัน เนื่องจากหากใช้ร่วมกัน เฮกเซนอาจถูกปนเปื้อนด้วย polar solvent จะทำให้ elution pattern เปลี่ยนแปลงไป หากจำเป็นเนื่องจากมีเครื่องกลั่นชุดเดียว ควรกลั่นเฮกเซนก่อนการกลั่นสารอื่นๆ

การ clean up และการแยกส่วน (fractionation) โดยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟี

การ clean up มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกสารเจือปนออกจากตัวอย่างที่ผ่านการสกัดแล้ว ซึ่งสังเกตได้จากสีของตัวอย่าง สารเจือปนในตัวอย่างเหล่านี้จะมีผลต่อการวิเคราะห์หาปริมาณออร์กาโนฟอสฟอรัส ในกรณีที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีชนิด capillary column นอกจากนี้การแยกชั้นสารละลาย จะมีส่วนช่วยในการแยกประเภทของสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเฉพาะในกรณีที่สารทั้งสองมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน peak ที่ได้อาจซ้ำกันหรือ retention time เดียวกันทำให้ยากต่อการอ่านค่า ดังนั้นจึงควรทำการแยกชั้นสารละลายในขณะผ่านสารละลายลงสู่คอลัมน์ ออกเป็น 2 - 3 ส่วน ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามการแยกสารโดยวิธีการ fractionation มีขั้นตอนที่ควรระวังมาก ผู้วิเคราะห์ควรมีความชำนาญในการแยกชั้นสารละลายมากกว่าวิธีการ clean up ธรรมดา ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบที่วิเคราะห์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงมาก ทำให้การแยกชั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการแยกชั้นสารละลายหรือการ clean up จะมีส่วนช่วยแก้ปัญหาการเกิด peak ขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถพิจารณาว่าเป็นสารประกอบตัวใดได้

การ clean up โดยใช้คอลัมน์โครมาโตกราฟี

สารที่นิยมใช้ในการ clean up ได้แก่ florisil, charcoal ซึ่งมี mobile phase คือสารละลายหรือของเหลวที่ผ่าน สำหรับ stationary phase คือของแข็งซึ่งมีกลไกในการ

แยกคือการดูดซับ และตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้จากการผ่านสารละลายโดยกำหนด retention time ขึ้นกับพารามิเตอร์หลายอย่าง เช่นขนาดเฉลี่ยและประสิทธิภาพของสารที่ใช้ในการ clean up คุณภาพของสารที่ใช้ และpartition coefficient ของ eluate ระหว่างสารที่ใช้ในการ clean up ดังนั้นปริมาณของ eluent ที่จำเป็นสำหรับการ eluent สาร ปริมาณสารที่ใช้ในการ clean up ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียม florisil หรือ chacoal ควรทำการทดสอบเพื่อการศึกษาหา elution pattern ของสารละลายก่อนทำการวิเคราะห์โดยใช้ column chromatography เนื่องจากขั้นตอนในการตรวจสอบพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น มีความยุ่งยากที่กำหนดวิธีการจาก reference ต่างๆ อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์จำเป็นอย่างยิ่งที่ควรวิเคราะห์หา elution pattern ขั้นต้นเพื่อศึกษาปริมาณสารละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการผ่านลงสู่คอลัมน์เพื่อ elute แยกสารที่ต้องการวิเคราะห์ออกจาก florisil หรือ charcoal ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของ florisil หรือ charcoal ที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งแตกต่างกันอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

วิธีการศึกษา elution pattern

1) นำคอลัมน์แก้วมาทำให้แห้ง เพื่อไล่สารละลายที่ใช้ทำความสะอาด (polar solvent) ให้หมดไป

2) ตั้งคอลัมน์ให้ตรงเป็นแนวฉาก

3) ใส่ใยแก้ว (glass wool) จำนวนเล็กน้อย ใช้แท่งโลหะขนาดเล็กสอดเข้าไปให้ติดปลายคอลัมน์บริเวณข้อต่อ

4) ทำความสะอาดโดยการ rinse ผนังคอลัมน์แก้วด้านในด้วยเฮกเซน 3 ครั้ง ใส่เฮกเซนในคอลัมน์แก้วสูงประมาณ 10 เซนติเมตร

5) ชั่งฟลอริซิล (florisil) 4 กรัม ใส่ในคอลัมน์แก้วที่บรรจุเฮกเซน (ในการเลือกเพื่อการ clean up ควรทำการศึกษา elution pattern และเปอร์เซนต์ recovery ของสารที่จะทำการศึกษาในแต่ละตัว กับตัวอย่างที่จะทำการศึกษา)

6) เติมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ชนิดที่ปราศจากน้ำสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ลงบนชั้นผิวของฟลอริซิล ควรระวังมิให้ผิวของชั้นฟลอริซิล ได้รับการกระทบกระเทือนมาก หากเป็นไปได้ควรควบคุมปริมาณของเฮกเซนที่ใช้ให้เท่ากันในทุกตัวอย่าง

7) ปีเปตสารละลายมาตรฐานออร์กาโนฟอสเฟตปริมาณ 4 - 5 มิลลิลิตร ลงสู่คอลัมน์ ไม่ควรให้ปลายปิเปตสัมผัสกับผิวคอลัมน์แก้ว rinse ผิวด้านในของคอลัมน์แก้วด้วยเฮกเซน 0.5 มิลลิลิตร จำนวน 2 - 3 ครั้ง และปล่อยผ่านออก

8) เติมส่วนผสมของสารที่ต้องการ elute

- diethyl ether 30 มิลลิลิตร
- ethyl acetate 70 มิลลิลิตร
- acetone 30 มิลลิลิตร

9) เริ่ม elute โดยปรับอัตราการไหลให้เป็น 1 หยดต่อ 1 วินาที

10) เก็บสารละลายที่ผ่านคอลัมน์ในแต่ละ fraction วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ชนิด NPD นำมากำหนดเป็นกราฟ

11) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 - 10 จำนวน 3 ครั้ง จนกระทั่งได้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ปริมาตรของส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 1.5 เท่าของปริมาณที่ทดลองทำในการ elution pattern

ขั้นตอน clean up

เครื่องมือ ใช้ชนิดเดียวกับ predetermination test ยกเว้นการใช้ Erlenmeyer flask แทน การใช้หลอดทดลอง

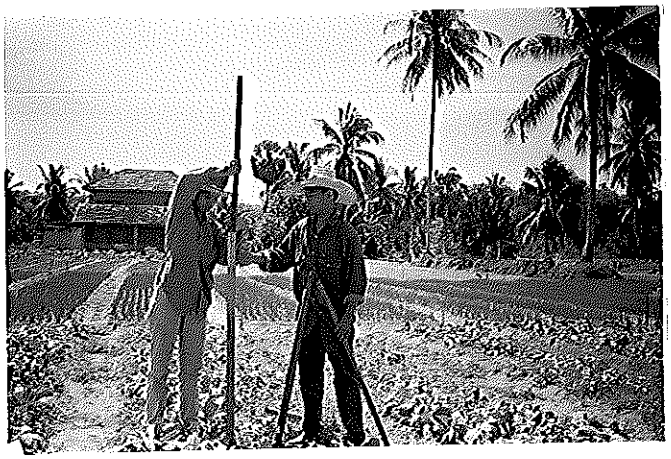
สารเคมี เช่นเดียวกับ predetermination ยกเว้นสารละลายมาตรฐานออร์กาโนฟอสเฟต

ขั้นตอน

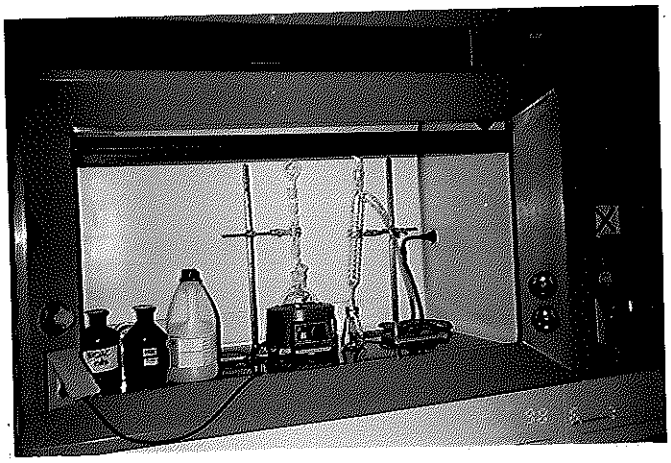
1) เตรียม florisil คอลัมน์ หรือ charcoal คอลัมน์ เช่นเดียวกับ 8 - 9
2) เติมคอลัมน์ด้านบนด้วยส่วนผสมของสารละลายในข้อ 10
3) เก็บสารละลายที่ผ่านการ eluate ด้วย flask นำมาลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรหรือ KD condenser
4) นำตัวอย่างที่ลดปริมาตรได้ มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ

ภาคผนวก ง

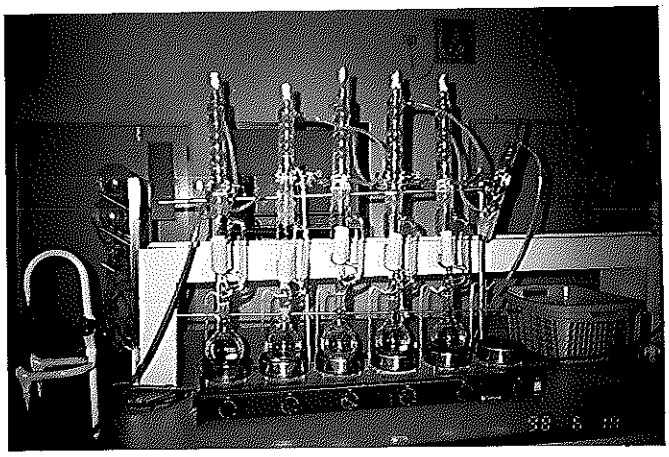
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน



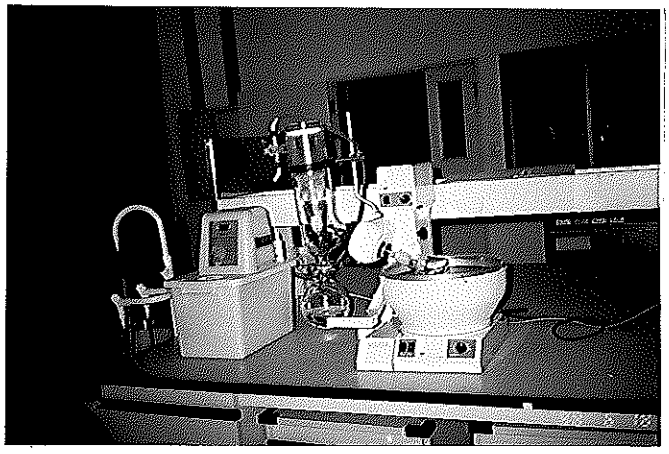
ภาพประกอบ 11 แสดงอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน



ภาพประกอบ 12 แสดงอุปกรณ์กลั่นสารอินทรีย์

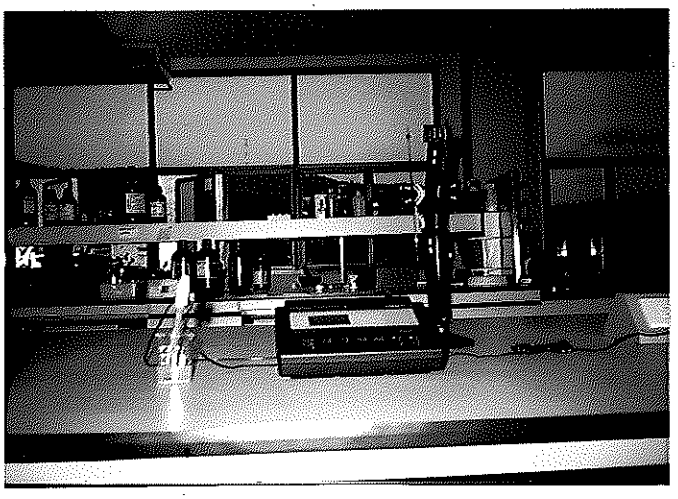


ภาพประกอบ 13 แสดงเครื่องสกัดตัวอย่างดิน (soxhlet extractor)



ภาพประกอบ 14 แสดงเครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator)

ภาพประกอบ 15 แสดงเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ชนิด ไนโตรเจน - ฟอสฟอรัส ดีเทคเตอร์



ภาพประกอบ 16 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter)

ภาคผนวก จ

ปฏิกิริยาของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดิน

สมบัติที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับลักษณะนิสัยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดิน คือ สภาพละลายได้ (solubility) ความดันไอ (vapor pressure) สภาพมีขั้ว (polarity) ประจุ (charge) และพีเอชในสารละลาย

ความดันไอเป็นตัวบ่งชี้ศักยภาพในการระเหยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชไปจากดิน จากใบพืช หรือจากผิวน้ำ ส่วนสภาพการละลายได้เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการเคลื่อนที่ของสารในดินและน้ำ อย่างไรก็ตามการระเหยหรือการเคลื่อนที่ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังขึ้นกับปัจจัยอื่นอีกหลายประการ เช่น การดูดซับของคอลลอยด์ดิน ความชื้นในดิน

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเมื่ออยู่ในดินซึ่งจะโดยการใส่ลงไปในดิน หรือใส่ให้แก่พืชแต่ตกสะสมในดิน ย่อมมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นคงอยู่หรือสูญหายหรือเปลี่ยนรูปไป

กระบวนการดูดซับ (adsorption) สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดิน

การดูดซับ (adsorption) เป็นการดึงดูดระหว่างผิวหน้าของคอลลอยด์ดิน (soil colloid) กับสารในสภาพไอหรือสารละลาย การดูดซับทำให้ความเข้มข้นของสารที่ผิวหน้าคอลลอยด์ดินมีค่าสูงกว่าความเข้มข้นของสารในสารละลายหรือในไอที่ระยะทางห่างจากผิวหน้าคอลลอยด์ออกไป การดูดซับนี้เป็นผลจากอันตกิริยา (interaction) ของแรงที่ผิวตัวดูดซับ (adsorbent) คือคอลลอยด์ดินที่กระทำต่อโมเลกุลหรือไอออนของตัวถูกดูดซับ (adsorbate) ในที่นี้คือสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การดูดซับมี 2 ประเภทคือ การดูดซับทางเคมีและทางฟิสิกส์ โดยทั่วไปแล้วการดูดซับทางเคมีจะเป็นการดูดซับที่แน่นกว่าทางฟิสิกส์ ซึ่งการดูดซับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชนี้อาจเกิดจากกลไกหลายอย่างคือ การแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange) การเกิดพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bonding) แรงแวนเดอร์วาลระหว่างสารไร้ขั้ว (non-polar Van der Waals force) และโคออร์ดิเนนชันเชิงซ้อน (coordination complex)

การดูดซับและการคาย (desorption) เป็นกลไกควบคุมปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสารละลายดินและในอากาศในดิน ซึ่งปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวมี

ความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะเป็นปัจจัยควบคุมอัตราและชนิดของกระบวนการสลายตัวทางชีวภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ สภาพเคลื่อนที่ได้ (mobility) ไปกับน้ำในดินลักษณะการเคลื่อนย้ายไปกับน้ำไหลบ่า และสภาพการระเหย (volatility) ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่คงอยู่ในดินหรือแพร่กระจายเข้าสู่สภาพแวดล้อมในส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นธรณีภาค (lithosphere) อุทกภาค (hyydrosphere) บรรยากาศ (atmosphere) หรือชีวภาค (biosphere)

การดูดซับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยอนุภาคดินขึ้นอยู่กับสมบัติหลายประการ ประการแรกขึ้นกับลักษณะของตัวถูกดูดซับเช่น สารเคมีที่มีกลุ่มฟังก์ชัน –OH, $-NH_2$, -NHR, $-CONH_2$, -COOR, $-NR_3$ เหล่านี้จะถูกดูดซับได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประการที่สอง ขึ้นกับตัวดูดซับอันได้แก่อินทรีย์วัตถุในดิน ดินที่มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณมากจะดูดซับสารเหล่านี้ได้ดี และขึ้นกับชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว

ธรรมชาติทางฟิสิกส์และเคมีของตัวดูดซับ

สมบัติที่สำคัญของตัวดูดซับในการดูดซับคือความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity - CEC) และพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวดูดซับจะเห็นได้ว่าอินทรีย์วัตถุมีซีอีซีสูงสุดและมีพื้นที่ผิวจำเพาะเทียบเท่าดินเหนียว อินทรีย์วัตถุจึงมีศักย์การดูดซับ(adsorption potential) สูงสุดต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นทั้งพวกแคตไอออนและที่เป็นโมเลกุลหรือพวกที่ไม่แตกตัว

ความเป็นกรด – ด่างของดิน

ความเป็นกรด – ด่างของดินมีผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาในดิน ต่อสมบัติการแลกเปลี่ยนไอออนของตัวดูดซับ และต่อสภาพการละลายได้ของสารหลายชนิดในดิน จนอาจกล่าวได้ว่าพีเอชของดินมีอิทธิพลต่อกระบวนการดูดซับ ทั้งต่อสมบัติของตัวดูดซับและสมบัติของตัวถูกดูดซับ เมื่อพีเอชของดินลดลง จะทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชพวกที่เป็นกรดอยู่ในรูปโมเลกุลเพิ่มขึ้น และทำให้พวกที่เป็นด่างอยู่ในรูปไอออนมากขึ้น ในทางกลับกันเมื่อพีเอชของดินเพิ่มขึ้นจะเอื้อต่อสถานะไอออนของพวกที่เป็นกรด และต่อสภาพโมเลกุลของพวกที่เป็นด่าง

เนื่องจากที่ผิวหน้าของสารคอลลอยด์ทั้งของแร่ดินเหนียวหรืออินทรีย์วัตถุในดินมีสภาพกรดสูงกว่าสารละลายในดินมาก โดยมีความเป็นกรดสูงกว่าอย่างน้อย 2 หน่วยพีเอช ในบางกรณีอาจถึง 3 – 4 หน่วยพีเอช ดังนั้นการลดลงของพีเอชของดิน เช่นจากพีเอช 7 เป็น 2 จะเป็นการลดความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินลงอย่างมาก ทั้งนี้เพราะไฮโดรเจนจะไปยึดเกาะที่กลุ่มประจุของอินทรีย์วัตถุเช่นกัน

การดูดซับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิดขึ้นกับพีเอชของดิน โดยที่การดูดซับจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อดินมีพีเอชต่ำ เนื่องจากปฏิกิริยาการเพิ่มโปรตอน (protonation) โดยอาจมีการเพิ่มไอออน H^+ ในกลุ่มอนุมล (เช่น $-NH_2$) ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีประจุบวกจึงถูกดินดูดซับได้มากเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นพีเอชของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก็มีผลต่อการถูกดูดซับ ซึ่งกฎโดยทั่วไปแล้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีฤทธิ์เป็นด่างจัดและที่มีสภาพการละลายได้ที่ต่ำมากจะถูกดินดูดซับไว้ได้มาก

อินทรีย์วัตถุจะดูดซับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชพวกแคตไอออนและพวกที่เป็นด่างได้ดีกว่าพวกที่เป็นกรดเมื่อชะโมเลกุลที่ถูกดูดซับเหล่านี้ด้วยน้ำอาจไม่เกิดการคาย (desorption) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารที่ถูกดูดซับอาจเกิดปฏิกิริยาเคมีกลายเป็นส่วนของโครงสร้างอินทรีย์วัตถุ ปฏิกิริยาการดูดซับหรือการคายจึงไม่อาจทำนายได้เหมือนปรากฏการณ์ทั่วไป

ในการวัดการดูดซับอาจใช้สมการฟรอยด์ลิค (Freundlich equation) เป็นตัวศึกษาปริมาณการดูดซับได้ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$x / m = K.Co^{1/n}$$

เมื่อ x / m = น้ำหนักของสารประกอบหรือไอออนที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักของตัวดูดซับ

Co = ความเข้มข้นของสารประกอบที่ถูกดูดซับที่ถึงสมดุลแล้ว

Kและ n เป็นค่าคงที่ที่ได้จากการทดลอง

สภาพการเคลื่อนที่ได้ (mobility) และการชะละลาย (leaching)

ในสหรัฐอเมริกามีรายงานพบสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 23 ชนิดในบ่อน้ำใต้ดินถึง 24 รัฐ นับรวมจำนวนได้ 11,000 บ่อ จากจำนวนที่สำรวจทั้งหมด 45,000 บ่อ และในจำนวนนี้มี

ปริมาณสารพิษดังกล่าวเกินขีดอันตรายอยู่ถึง 55,000 บ่อ อันเป็นผลจากการเคลื่อนที่และชะละลายของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

เมื่อน้ำเคลื่อนที่ผ่านดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ละลายอยู่จะถูกพาไปด้วย ระหว่างการไหลผ่านช่องในดิน ย่อมจะเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ต่อสารดังกล่าว เช่น การดูดซับ การเสื่อมสลายทางชีวะและเคมี การดูดกินโดยพืช สารบางอย่างเคลื่อนที่ได้ช้า เช่น ดีดีที ไดยูรอน ก็จะสะสมอยู่บริเวณผิวดิน บางอย่างถูกดินดูดยึดไว้ได้น้อย เช่น ไซมาซีน ไดแคมบา ก็อาจถูกพาจนเคลื่อนเลยรากพืช เกิดการชะละลายไปได้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพเคลื่อนที่ได้ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดินได้แก่ ความชื้นในดิน สภาพการละลายได้ และสภาพการดูดซับด้วยคอลลอยด์ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพละลายได้และกระบวนการดูดซับก็คือ ความเป็นกรด – ด่างของดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว และโดยเฉพาะอย่างยิ่งอินทรีย์วัตถุในดิน ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้จึงเกี่ยวพันโดยตรงกับสภาพเคลื่อนที่ได้ มีงานทดลองหลายแห่งแสดงให้เห็นว่าดินหนึ่งๆ ปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อกระบวนการดูดซับและการเคลื่อนที่ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พวกที่ไม่มีสภาพไอออน (nonionic pesticide) คือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ขณะที่ความเป็นกรด – ด่าง ของดินมีผลต่อสภาพเคลื่อนที่ได้ของพวกที่เป็นกรด เช่น 2,4 - ดี และพิคลอแรม

การไหลบ่า (runoff) ของน้ำ

การชะละลายและการไหลบ่าของน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแพร่กระจายไปจากดินสู่สิ่งแวดล้อม สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ถูกน้ำพัดพาไปจากหน้าดินอาจอยู่ในรูปสารละลาย เป็นเกร็ดอนุภาค หรือติดอยู่กับอนุภาคดินหรืออินทรีย์วัตถุ ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อน้ำไหลบ่าและการกร่อน (erosion) ของหน้าดินได้แก่ ลักษณะของฝน สภาพพื้นที่ เช่นลักษณะพื้นที่ ระดับความลาดชัน ความยาวของพื้นที่ลาดชัน สภาพการกร่อนได้ของดิน (soil erobidity) การใช้ที่ดิน การจัดการและการอนุรักษ์ดิน ส่วนปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชไหลไปกับน้ำไหลบ่า ได้แก่ลักษณะของฝน วันที่ใส่สาร อัตราการใส่สาร วิธีการใส่สาร และลักษณะของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ฝนที่ตกในลักษณะต่อเนื่องสามารถพัดพาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ดีกว่าฝนที่ตกเป็นครั้งคราว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีฝนตกในระหว่างมีการใช้สาร ความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดินส่วนที่กร่อนได้ ขึ้นอยู่กับอัตราการใส่สารโดยที่ความเข้มข้นจะสูงสุดในระยะเวลาที่ใส่สารซึ่งหากมีฝนตกต่อเนื่องในช่วงเวลาดังกล่าว ย่อมเกิดการพัดพาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้สูง นอกจากนี้การไหลบ่าของน้ำในการเกษตรขึ้นอยู่กับระบบการปลูกพืชระยะห่างของแถวปลูกระบบการให้น้ำและการระบายน้ำ และการเขตกรรม

การระเหย (volatilization)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความดันไอสูง เช่น เมทิลโบรไมด์ ที่ใช้อบดินเนื่องจากสามารถแทรกไปตามช่องในดินเข้าสัมผัสกลุ่มเป้าหมายได้ สารเหล่านี้สามารถสูญเสียโดยการระเหยสู่บรรยากาศได้มาก ไอของสารเหล่านี้ สามารถแพร่กระจายไปได้เป็นระยะทางกลางไกล สารเคมีบางอย่างระเหยสู่บรรยากาศแล้วเพียงเพื่อที่จะตกลงปนเปื้อนดินหรือแหล่งน้ำโดยตกมากับฝนอีกครั้งหนึ่ง

การดูดซึมโดยพืช

สารฆ่าวัชพืชโดยส่วนใหญ่สามารถเข้าสู่พืชได้โดยการดูดซึมของพืช และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดสามารถถูกดูดซึมได้เช่นกัน เมื่อสารถูกดูดซึมเข้าไปในพืชอาจมีการคงรูปหรือสลายตัวเปลี่ยนรูป ตัวอย่างขอองการดูดซึมโดยพืช ได้แก่การทดลองหาการสะสมของเมไทโอคาร์บในพืชผัก สารเคมีชนิดนี้เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต โดยทดลองเก็บตัวอย่างผักหลังการพ่นยา 0, 3, 5 และ7 วัน เมื่อนำผักมาล้างด้วยน้ำแล้ววิเคราะห์เมไทโอคาร์บในผักพบว่าการสะสมสารเคมีดังกล่าวในผักแต่ละชนิดมีปริมาณไม่เท่ากัน โดยในระยะแรกมีการสะสมมากในผักกวางตุ้ง แต่มีอัตราการสลายตัวเร็วที่สุดเช่นกัน โดยกะหล่ำปลีมีปริมาณการสะสมต่ำที่สุด แต่อัตราการสลายตัวต่อวันก็มีค่าน้อยที่สุดเช่นกัน ปริมาณการสะสมมีค่าน้อยลงมากในระยะ 7 วันหลังการฉีดพ่น

การสลายตัวโดยแสง (photodecomposition)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดสามารถสลายตัวโดยปฏิกิริยาจากแสง แต่ปริมาณการสลายตัวอาจไม่มาก เนื่องจากเกิดขึ้นได้เฉพาะส่วนที่อยู่ผิวดินที่มิได้คลุกเคล้าเข้ากับดิน และส่วนที่เคลื่อนขึ้นสู่ผิวดินโดยน้ำคะพิลลารี่ (capillary water) ที่ไหลขึ้นด้วยแรงคะพิลลารี่ในฤดูแล้ง การสลายตัวของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเช่นนี้เกิดขึ้นโดยแสงช่วยให้เกิดการเสื่อมสลายของสารเคมีจากรังสีเหนือม่วง (ultraviolet) เป็นสำคัญ พลังงานจากรังสีจะถูกดูดซับโดยโมเลกุลของสารทำให้อิเลกตรอนอยู่ในสภาวะกระตุ้น (exited state) จนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลได้ การสลายตัวโดยแสงทำให้สารมีความซับซ้อนน้อยลง ง่ายต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์

การสลายตัวทางเคมี

การสลายตัวทางเคมีของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดิน เกิดจากปฏิกิริยาเคมีหลายอย่าง เช่น การแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ออกซิเดชัน ไอโซเมอไรเซชัน (isomerization) การแตกตัวเป็นไอออน (ionization) และการเกิดเกลือ (salt formation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สำคัญที่เกิดเป็นส่วนใหญ่คือการสลายตัวด้วยน้ำและออกซิเดชัน

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์บางชนิดสลายตัวโดยปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยน้ำในสภาพกรด ในสภาพดินที่เป็นกรดบนผิวหน้าของอนุภาคดินเหนียวยิ่งมีสภาพเป็นกรดมากกว่าในส่วนกรดจริง (active acidity) เป็นจำนวนหลายหน่วยพีเอช ในสภาพเช่นนี้จึงเอื้อต่อการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายด้วยน้ำในกลุ่มฟอสฟอรัสอินทรีย์และกลุ่มไตรอาซีน นอกจากนี้เมื่อเกิดการสลายตัวของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ด้วยจุลินทรีย์หรือแสงแล้วปฏิกิริยาออกซิเดชันทางเคมีก็อาจเกิดขึ้นต่อไปได้

การสลายตัวทางชีวภาพ (biodegradation)

การย่อยสลายทางชีวภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ หมายถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบดังกล่าวจนเสียสภาพโมเลกุลเดิมโดยชีวปัจจัย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้โดยปฏิกิริยาต่างๆ เช่นออกซิเดชัน รีดักชัน การแยกสลายด้วยน้ำ ชีวปัจจัยที่สำคัญคือกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าย่อยสลายสารเคมีกลุ่มที่มีขั้ว (polar group) เพราะมีจุอ่อนให้เข้าโจมตีได้ กลุ่มนี้ได้แก่กลุ่มที่มีโครงสร้าง -OH, $-COO^-$, $-NH_2$

ในกระบวนการเมตาโบลิซึมของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์โดยจุลินทรีย์ดินนั้น ส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์จะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน การย่อยทำลายเกิดขึ้นได้ช้าในระยะแรกเนื่องจากการปรับตัวของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะมีวิวัฒนาการในการเข้าย่อยทำลายสารเคมีดังกล่าว ทั้งนี้เพราะเป็นสิ่งแปลกปลอมใหม่ของมัน สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมในการย่อยสลายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เป็นปัจจัยหลักเดียวกันกับการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยทั่วไป ได้แก่ความเหมาะสมของอุณหภูมิ สภาพความชื้น และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ภาคผนวก ฉ

ตาราง 28 แสดงชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง			
		มิถุนายน 2541	ตุลาคม 2541	ธันวาคม 2541	กุมภาพันธ์ 2542
BS1	พืชที่ปลูก	พริกหยวก	แปลงว่าง, เตรียมดิน	สับปะรด	แปลงว่าง
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	อะบาเม็คติน, ไดเมทโธเอท, มาลาไธออน, กรัมม็อกโซน, เมทธิล พาราไธออน	-	อะบาเม็คติน, ไดเมทโธเอท, มาลาไธออน, เมทธิล พาราไธออน	-
BS4	พืชที่ปลูก	กวางตุ้ง	ผักชี	ผักกาดขาว	ผักบุ้งจีน
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	โฟลิเทค 025 EC, เวอร์ติเม็ค,ซีลีครอน, คลอเฟนาเฟอร์	โฟลิเทค 025 EC, เวอร์ติเม็ค, ไดเมทโธเอท, มาลาไธออน, เมทธิล พาราไธออน	โฟลิเทค 025 EC, เวอร์ติเม็ค,ซีลีครอน, คลอเฟนาเฟอร์	โฟลิเทค 025 EC, เวอร์ติเม็ค,ซีลีครอน, คลอเฟนาเฟอร์

ตาราง 28 (ต่อ) แสดงชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง			
		มิถุนายน 2541	ตุลาคม 2541	ธันวาคม 2541	กุมภาพันธ์ 2542
BS8	พืชที่ปลูก	ผักกาดขาว	ผักกาดหอม	บร็อกโคลี่	หอมแบ่ง
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	ไซฟลูทริน, ไซเปอร์มิทริน	ไซฟลูทริน, ไซเปอร์มิทริน	ไซฟลูทริน, ไซเปอร์มิทริน,	ไซฟลูทริน, ไซเปอร์มิทริน, เฟนไธออน
BSa	พืชที่ปลูก	คะน้า	แปลงว่าง, เตรียมดิน	กวางตุ้ง	ผักกาดขาว
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	แอนทราโคล, เมวินฟอส	-	แอนทราโคล, เมวินฟอส	แอนทราโคล, เมวินฟอส
BSb	พืชที่ปลูก	ผักกาดขาว	กวางตุ้ง	แปลงว่าง	ผักกาดขาว
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	คลอเฟนาเฟอร์, ซีเอ็มจี โพรพิโนฟอส, ดีดีพีวี, ฟิโนคาร์ป, คาร์บาเมต	คลอเฟนาเฟอร์, ซีเอ็มจี โพรพิโนฟอส, ดีดีพีวี, ฟิโนคาร์ป, คาร์บาเมต	-	คลอเฟนาเฟอร์, ซีเอ็มจี โพรพิโนฟอส, ดีดีพีวี, ฟิโนคาร์ป, คาร์บาเมต

ตาราง 28 (ต่อ) แสดงชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง		ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง			
		มิถุนายน 2541	ตุลาคม 2541	ธันวาคม 2541	กุมภาพันธ์ 2542
KS1	พืชที่ปลูก	ส้มโชกุน,มะละกอ,มะลิ	ส้มโชกุน,มะละกอ,มะลิ	ส้มโชกุน,มะละกอ,มะลิ	ส้มโชกุน,มะละกอ,มะลิ
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	เอนโซัลแฟน,เมทามิโดฟอส, โมโนโครโตฟอส,เมทโธมิล	เมทามิโดฟอส, เมทโธมิล โมโนโครโตฟอส	เอนโซัลแฟน,เมทามิโดฟอส, โมโนโครโตฟอส,เมทโธมิล	เมทามิโดฟอส,เมทโธมิล โมโนโครโตฟอส
KS2	พืชที่ปลูก	ทุเรียน, ลองกอง,มะนาว , แตงกวา	ทุเรียน, ลองกอง,มะนาว , ฟักทอง	ทุเรียน, ลองกอง,มะนาว	ทุเรียน, ลองกอง,มะนาว
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	แลมดาไซฮาโลทริน, อีพีเอ็น คลอเดน, โมโนโครโตฟอส	เมทธิล พาราไธออน, ไดเมทโธเอท เฟนวาเลอเรท แลมดาไซฮาโลทริน	แลมดาไซฮาโลทริน, อีพีเอ็น คลอเดน, มาลาไธออน, เทอราคลอร์	แลมดาไซฮาโลทริน, อีพีเอ็น, คลอเดน, โมโนโครโตฟอส
KSc	พืชที่ปลูก	ทุเรียน,ลองกอง,จำปาดะ	ทุเรียน,ลองกอง,จำปาดะ	ทุเรียน,ลองกอง,จำปาดะ	ทุเรียน,ลองกอง,จำปาดะ
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	กรัมม็อกโซน, เมทธิลพาราไธออน	กรัมม็อกโซน, เมทธิลพาราไธออน	กรัมม็อกโซน	กรัมม็อกโซน

ตาราง 28 (ต่อ) แสดงชนิดของพืชที่ปลูกและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง			
		มิถุนายน 2541	ตุลาคม 2541	ธันวาคม 2541	กุมภาพันธ์ 2542
TS1	พืชที่ปลูก	ยางพารา,บวบ	ยางพารา,พริก	ยางพารา,ถั่วฝักยาว	ยางพารา
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	ไซเปอร์มิทริน, อะโซดริน, อะมิทราส, โมโนโครโตฟอส	ไซเปอร์มิทริน, อะโซดริน, อะมิทราส, มาลาไธออน	ไซเปอร์มิทริน, อะโซดริน, อะมิทราส, เมธิล พาราไธออน	กรัมม็อกโซน
TS3	พืชที่ปลูก	ยางพารา	ยางพารา	ยางพารา	ยางพารา
	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้	ราวน์อัพ	-	-	ราวน์อัพ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนงรัตน์ กลับรอด

วัน เดือน ปี เกิด 9 พฤศจิกายน 2510

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรการพยาบาลและการผดุงครรภ์ (ระดับต้น)	วิทยาลัยพยาบาลและผดุงครรภ์ยะลา	2535
สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2538

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิชาการสาธารณสุข 4

สถานที่ทำงาน สถานีอนามัยตำบลการะเกด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช