BRT 540066

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

INSECTICIDE IMPACT ON MICROBIAL ACTIVITIES AND CHARACTERISTICS OF ARABLE SOIL

นายประหนง่ โพพันดุง

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2542

ISBN 974-676-489-6

๑๒ ก.ค. 2542

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์วิจัยวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

INSECTICIDE IMPACT ON MICROBIAL ACTIVITIES AND CHARACTERISTICS OF ARABLE SOIL

นายประพนธ์ โมพันดุง

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ.2542

ISBN 974-676-489-6

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

นายประพนธ์ โมพันดุง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2542
ISBN 974-676-489-6

INSECTICIDE IMPACT ON MICROBIAL ACTIVITIES AND CHARACTERISTICS OF ARABLE SOILS

MR. PRAPON MOPUNDUNG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

1999

ISBN 974-676-489-6

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

และลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม วันที่ 29 เดือนเมษายน พ.ศ. 2542

.....

(นายประพนธ์ โมพันคุง)

ผู้เสนอวิทยานิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี แสนจันทร์)

ประธานกรรมการ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ หอมจันทน์)

กรรมการที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ ดร. เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์)

กรรมการที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมหมาย ปรีเปรม)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

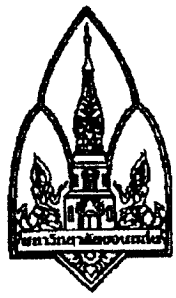
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. เอนก โตภาคงาม)

คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ชื่อวิทยานิพนธ์ **ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม**

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นายประพนธ์ โมพันคุง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี แสนจันทร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ หอมจันทน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวิลัย สิริมังครารัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. นิลุบล ยูอาสะ)

คณะกรรมการประจำบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

เมื่อวันที่ 24 มิ.ย. 2552

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมหมาย ปรีเปรม)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นายประพนธ์ โมพันดุง

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี แสนจันทร์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ หอมจันทน์)

.....กรรมการ
(ดร. เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์)

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม โดยทำการทดลองใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชให้กับดิน 3 ชนิด คือดินทราย(ชุดดินน้ำพอง) ดินร่วน(ชุดดินโคราช) และดินเหนียว(ชุดดินราชบุรี) สารกำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลองมี 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม organophosphates ได้แก่ monocrotophos, metamidophos, methyl parathion, mevinphos และ dimethoate กลุ่ม carbamates ได้แก่ methomyl, carbaryl, carbofuran, BPMC[2-(1-methylpropyl) phenyl methylcarbamate] และ isoprocarb และ กลุ่ม organochlorines ได้แก่ endosulfan, heptachlor และ chlordane สารกำจัดแมลงแต่ละชนิดใส่ในอัตราตามที่ฉลากแนะนำ(1X)และสองเท่าของฉลากแนะนำ(2X)ให้แก่ดินทดลองที่ได้รับสารอาหาร alanine เท่ากันทุกตำรับ โดยบ่มดินทดลองในสภาพความชื้น2แบบ คือแบบมีออกซิเจน(aerobicหรือแบบดินไร่)และแบบน้ำขัง(submergedหรือแบบดินนา) บ่มดินนาน 4 สัปดาห์สำหรับการบ่มในสภาพที่มีออกซิเจน และ 3-4สัปดาห์สำหรับการบ่มในสภาพน้ำขัง เมื่อครบระยะเวลาการบ่มทำการวัดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน(วัด CO_2), NH_4^+, available P, $SO_4^=$, Cl^- , pH และ EC ในดินที่บ่มในสภาพมีออกซิเจน และวัดCO_2, NH_4^+, available P, pH และ EC ในดินน้ำขัง ในดินทดลองนี้ได้ใส่ alanine เป็นสารอาหารที่มีค่า C:N ต่ำมากจึงทำให้เกิดพลวัตรของระบบดินที่ไม่ใช่ธรรมชาติแต่เป็นพลวัตรของ alanine ในดิน

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและ*ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่สำคัญมีดังนี้* *สารกำจัดแมลงในกลุ่ม*ออร์กาโนฟอสเฟตอัตรา 1X และ 2X จะไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและปริมาณ NH_4^+ในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ยกเว้น metamidophos อัตรา 1X และ 2X และ dimethoate อัตรา 2X จะมีผลกระทบอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและปริมาณ NH_4^+ในดินเหนียวในระยะ 1 สัปดาห์แรก

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่สำคัญมีดังนี้ โดยทั่วไปสารในกลุ่มนี้อัตรา 1X และ 2Xจะไม่มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ดินในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ยกเว้น BPMC อัตรา 1X และ 2X จะมีผลกระทบอย่างชัดเจนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินทรายและผลกระทบไม่รุนแรงในดินร่วน สารกลุ่มคาร์บาเมตอัตรา 1X และ 2X ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณ NH_4^+ในดินทรายและดินร่วน แต่จะมีผลกระทบอย่างอ่อนต่อปริมาณ NH_4^+ในดินเหนียว

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่สำคัญมีดังนี้ สารในกลุ่มนี้อัตรา 1X และ 2X ไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินทราย ดินร่วนและดินเหนียว ยกเว้นการใส่ chlordane อัตรา 1X และ 2X จะมีผลกระทบอย่างแรงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินทราย และผลกระทบจะน้อยลงในดินร่วนและดินเหนียว สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอัตรา 1X และ 2X จะไม่มีผลกระทบต่อปริมาณ NH_4^+ในดินทรายและดินร่วน ส่วนออร์กาโนคลอรีนอัตรา 1X จะไม่ส่งผลกระทบต่อ NH_4^+ในดินเหนียว ในขณะที่ endosulfan และ chlordane อัตรา 2X จะกระทบต่อ NH_4^+ในดินเหนียวในช่วงสัปดาห์แรกเท่านั้น

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินน้ำขังที่สำคัญมีดังนี้ สารออร์กาโนฟอสเฟตอัตรา 1X และ 2X จะไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง แต่สารออร์กาโนฟอสเฟตจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ NH_4^+ ในดินร่วนน้ำขังเล็กน้อย ในขณะที่การใส่ methyl parathion และ dimethoate อัตรา 1X และ 2X จะส่งผลกระทบต่อ NH_4^+ในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขังอย่างรุนแรง รวมทั้งmevinphosอัตรา 2X ก็จะส่งผลกระทบต่อ NH_4^+อย่างแรงรุนในดินเหนียวน้ำขัง

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินน้ำขังที่สำคัญมีดังนี้ BPMCอัตรา 1X และ 2X carbaryl อัตรา 1X และ 2X carbofuran อัตรา 2X จะมีผลกระทบอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินร่วนน้ำขังและ BPMC อัตรา 1X, carbaryl อัตรา 1X และcarbofuran อัตรา 1X ส่งผลกระทบอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินเหนียวน้ำขัง นอกจากนั้นสารกลุ่มคาร์บาเมตจะลดปริมาณ NH_4^+

ในดินน้ำขังดังนี้ carbaryl, BPMC และ isoprocarb อัตรา 1X และ 2X จะมีผลกระทบต่อปริมาณ NH_4^+ในดินร่วนน้ำขัง และสารคาร์บาเมตทุกอัตรามีผลกระทบต่อปริมาณ NH_4^+ในดินเหนียวน้ำขังอย่างรุนแรง

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินน้ำขังที่สำคัญมีดังนี้ สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินร่วนน้ำขังแต่ส่งผลกระทบอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินเหนียวน้ำขัง แต่สารออร์กาโนคลอรีนอัตรา 1X และ 2Xจะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อปริมาณ NH_4^+ในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง

โดยทั่วไปพบว่าสารกำจัดแมลงทั้ง 3 กลุ่มในดินที่มีออกซิเจนและในดินน้ำขังไม่มีผลกระทบต่อลักษณะสมบัติทางเคมีของดิน(P ที่เป็นประโยชน์, $SO_4^=$, Cl^-, pH และ EC) ซึ่งไม่ทำให้เป็นปัญหาต่อการปลูกพืช

ผลการทดลองที่แสดงแนวโน้มว่าสารกำจัดแมลงบางชนิดอาจจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนั้นควรทำการทดลองในภาคสนามซ้ำ ถ้าพบว่าผลการทดลองแสดงออกซึ่งผลกระทบในทางลบจึงจะเสนอแนะให้ใช้ด้วยความระมัดระวังมากขึ้นได้แก่ BPMC ในอัตรา 1X และ 2X, chlordane อัตรา 1X และ 2X เมื่อใช้กับดินไร่ที่เป็นดินทราย methyl parathion อัตรา 1X และ 2Xในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง และ mevinphos อัตรา 2X ในดินเหนียวน้ำขัง carbaryl, BPMC และ isoprocarb อัตรา 1X และ 2X ในดินร่วนน้ำขัง รวมทั้งสารคาร์บาเมตทุกชนิดทุกอัตราในดินเหนียวน้ำขัง ออร์กาโนคลอรีนทุกชนิดทุกอัตราในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง

THESIS TITLE : INSECTICIDE IMPACT ON MICROBIAL ACTIVITIES AND CHARACTERISTICS OF ARABLE SOILS

AUTHOR ; MR. PRAPON MOPUNDUNG

THESIS ADVISORY COMMITTEE:

Patcharee Saenjan .....Chairman

(Associate Professor Dr. Patcharee Saenjan)

.....Member

(Associate Professor Dr. Juckrit Homchan)

T. Tulaphitak .....Member

(Dr. Thepparit Tulaphitak)

ABSTRACT

A series of laboratory experiment were conducted on NamPong sandy soil, Korat loamy soil and Ratchaburi clayey soil to determine the impact of insecticides on soil microbial activity and chemical characteristics. Insecticides used were 3 groups as follows:- organophosphates: monocrotophos, metamidophos, methyl parathion, mevinphos and dimethoate; carbamates: methomyl, carbaryl, carbofuran, BPMC[2-(1-methylpropyl) phenyl methylcarbamate] and isoprocarb; organochlorines: endosulfan, heptachlor and chlordane. Each insecticide was applied to the soils according to recommended dose (1X) and double of recommended dose (2X). All of the soil samples received the same amount of alanine as added substrate and incubated at 40^{0}C under aerobic condition for 4 weeks and submerged condition for 3-4 weeks. After each incubation period, soil microbial activity(CO_2 evolution), NH_4^+, available P, $SO_4^=$, Cl^-, pH and EC in aerobic soils were analyzed as well as CO_2, NH_4^+, available P, pH and EC in submerged soils. Due to addition of alanine as soil substrate, this made C:N ratio of the soil system very low and also provided active dynamics to the soil ecosystem.

Results from impact of organophosphates insecticides on microbial activity and chemical characteristics in aerobic soils showed that all kinds of organophosphates(1X and 2X) generally had no impact on neither soil microbial activity nor content of NH_4^+ in sandy, loamy and clayey soils, except metamidophos(1X and 2X) and dimethoate(2X) were slightly harmful to soil microbial activity and decreased NH_4^+ content in clayey soil during the first week of incubation.

Application of any carbamate gave no impact on soil microbial activity in sandy, loamy, and clayey soil, beside application of BPMC(1X and 2X) showed strong effect on soil microbial activity in sandy soil and mild impact for loamy soil. Carbamate (1X and 2X) typically had no impact on content of NH_4^+ in sandy and loamy soil, but gave slight impact for clayey soil.

Any organochlorine(1X and 2X) gave indifferent results in soil microbial activity in sandy, loamy and clayey soil. Only chlordane(1X and 2X) showed strong impact on soil microbial activity in . sandy soil, this impact became less for loamy and clayey soil. Organochlorine(1X and 2X) provided no impact on content of NH_4^+ in sandy and loamy soil. Organochlorine(1X) had no influence on NH_4^+ content in clayey soil while endosulfan and chlordane(2X) decreased NH_4^+ content in clayey soil during the first week of incubation.

All organophosphates(1X and 2X) showed no impact on soil microbial activity in submerged loamy and clayey soil, but it generally showed impact on NH_4^+ content in submerged loamy soil. Application of methyl parathion and dimethoate(1X and 2X) gave serious impact on NH_4^+ content in submerged loamy and clayey soil. Moreover, mevinphos (2X) showed strong impact on NH_4^+ content in submerged clayey soil.

BPMC(1X and 2X), carbaryl(1X and 2X) and carbofuran(2X) resulted weak impact on soil microbial activity in submerged loamy soil; whereas BPMC(1X), carbaryl(1X) and carbofuran(1X) also gave weak impact on soil microbial activity in submerged clayey soil. In addition, carbaryl, BPMC and isoprocarb(1X and 2X) showed some impact on content of NH_4^+ in submerged loamy soil and all carbamates gave strong impact on NH_4^+ content in submerged clayey soil.

Organochlorines gave no impact on microbial activity in submerged loamy soil, but only slight impact for submerged clayey soil. All of organochlorines(1X and 2X) showed strong effect on content of NH_4^+ in submerged loamy and clayey soil.

In general, the insecticides of these 3 groups resulted in no impact on other chemical characteristics (available P, $SO_4^=$, Cl^-, pH and EC) of aerobic and submerged soils, in consequence, it is insufficient to affect growth of plant.

Results which showed negative meanings of tested insecticides, however, are recommended for further investigation, especially for field trials of short and long term. Those insecticides are BPMC(1X and 2X), chlordane(1X and 2X) for upland sandy soil, methyl parathion(1X and 2X) for submerged loamy and clayey soil and mevinphos(2X) for submerged clayey soil, carbaryl, BPMC and isoprocarb(1X and 2X) for submerged loamy soil, all carbamates(1X and 2X) for submerged clayey and all organochlorines (1X and 2X) for submerged loamy and clayey soil.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี แสนจันทร์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การช่วยเหลือทุกอย่างจนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ หอมจันทน์ และ ดร. เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นและแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวิลัย สิริมังคารัตน์และ ดร. นิฤบล ยูอาสะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ใจศิล หัวหน้าศูนย์ศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาเกษตรกรรม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ คุณควงสมร ตุลาพิทักษ์ คุณฐิติพร พิทยาวุธวินิจ และคุณสงัด ปัญญาพฤกษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการอนุเคราะห์ให้ใช้ตู้บ่มดินและอื่นๆ และคุณพัชรี ธีรจินดาขจร ภาคปฐพีศาสตร์ ที่ช่วยให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ดิน

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540066 และขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์วิสุทธิ์ ใบไม้ ที่อนุมัติให้สนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำเนิดและเลี้ยงดูอย่างดีตลอดจนพี่สาวที่ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษา

ประพนธ์ โมพันดุง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
คำอธิบายสัญลักษณ์คำย่อ	ฌ
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	
การตรวจเอกสาร	4
2.1 สารกำจัดศัตรูพืช	4
2.2 วิถีของสารกำจัดศัตรูพืชเมื่อลงไปในดิน	7
2.3 การตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน	7
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้างและการสลายตัวของสารกำจัดแมลงศัตรูพืช	8
2.5 ผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน	14
2.6 การวัดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน	15
2.7 ผลกระทบของการกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อลักษณะสมบัติของดิน	16
บทที่ 3	
วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1 วิธีการทดลอง	18
3.2 วิเคราะห์ดินทางเคมี	24

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน 34

4.1.1 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน 34

4.1.2 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน 35

4.1.3 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน 35

4.1.4 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อแอมโมเนียมในดิน 35

4.1.5 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อแอมโมเนียมในดิน 36

4.1.6 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อแอมโมเนียมในดิน 36

4.1.7 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน 37

4.1.8 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน 37

4.1.9 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน 38

4.1.10 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อซัลเฟตในดิน 38

4.1.11 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อซัลเฟตในดิน 39

4.1.12 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อซัลเฟตในดิน 39

4.1.13 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อคลอไรด์ในดิน 40

4.1.14 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อคลอไรด์ในดิน 40

4.1.15 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อคลอไรด์ในดิน 40

4.1.16 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า pH ของดิน 41

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.17 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า pH ของดิน 41
4.1.18 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า pH ของดิน 41
4.1.19 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า EC ของดิน 42
4.1.20 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า EC ของดิน 42
4.1.21 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า EC ของดิน 43
4.2 ผลการทดลองผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่บ่มในสภาพไร้ออกซิเจน(สภาพน้ำขัง) 44
4.2.1 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินน้ำขัง 44
4.2.2 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินน้ำขัง 44
4.2.3 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินน้ำขัง 45
4.2.4 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง 45
4.2.5 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง 45
4.2.6 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง 46
4.2.7 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง 46
4.2.8 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง 46
4.2.9 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง 47
4.2.10 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า pH ของน้ำขัง 47
4.2.11 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า pH ของน้ำขัง 47

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.12 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า pH ของน้ำขัง 48

4.2.13 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟตต่อค่า EC ของน้ำขัง 48

4.2.14 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า EC ของน้ำขัง 49

4.2.15 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า EC ของน้ำขัง 49

4.3 อภิปรายผล 50

4.3.1 กลไกของผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน 51

4.3.2 กลไกของผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพไร้ออกซิเจน(สภาพน้ำขัง) 53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อแสนอแนะ 55

เอกสารอ้างอิง 99

ภาคผนวก

การประชุมทางวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 2 104

ประวัติผู้เขียน 111

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สารกำจัดแมลงที่มีการนำเข้าสูง 10 อันดับแรกในปี พ.ศ. 2537 5

ตารางที่ 2.2 ปริมาณนำเข้าสารกำจัดแมลงโดยแยกกลุ่ม ปี พ.ศ. 2528-2538 6

ตารางที่ 2.3 การตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน (กลุ่มออร์กาโนคลอรีน) 8

ตารางที่ 2.4 การสลายตัวของ γ -BHC ในดิน Maahas clay loam ภายใต้สภาพของดินที่ต่างกัน 11

ตารางที่ 2.5 ผลกระทบของสารที่มี oxygen เป็นองค์ประกอบต่อการสลายตัวของγ -BHC ในดินน้ำขัง 12

ตารางที่ 2.6 ผลของการเพาะปลูกต่อการตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน (กลุ่มออร์กาโนคลอรีน) 12

ตารางที่ 2.7 ผลของอุณภูมิต่อการสลายของ γ -BHC ภายใต้สภาพน้ำขังในดิน Maahas clay 13

ตารางที่ 3.1 ดินเกษตรกรรมที่ใช้ในการทดลอง 18

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ 18

ตารางที่ 3.3 สารกำจัดแมลงกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531 19

ตารางที่ 3.4 สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531 19

ตารางที่ 3.5 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531 19

ตารางที่ 3.6 ตำรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 21

ตารางที่ 3.7 ตำรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต 22

ตารางที่ 3.8 ตำรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 23

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 62

ภาพที่ 2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 63

ภาพที่ 3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 64

ภาพที่ 4 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 65

ภาพที่ 5 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 66

ภาพที่ 6 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 67

ภาพที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 68

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ 2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 69

ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40° C 70

ภาพที่ 10 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 71

ภาพที่ 11 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 72

ภาพที่ 12 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 73

ภาพที่ 13 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 74

ภาพที่ 14 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 75

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 15 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 76

ภาพที่ 16 ค่าpHของน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 77

ภาพที่ 17 ค่าpHของน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับalanine 404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 78

ภาพที่ 18 ค่าpHที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine 404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 79

ภาพที่ 19 ค่าECที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine 404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 80

ภาพที่ 20 ค่าECที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 81

ภาพที่ 21 ค่าECที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40°C 82

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 22 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 84

ภาพที่ 23 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 85

ภาพที่ 25 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 86

ภาพที่ 25 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 87

ภาพที่ 26 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 88

ภาพที่ 27 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 89

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 28 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับalanine 404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 90

ภาพที่ 29 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 91

ภาพที่ 30 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 92

ภาพที่ 31 ค่าpHของน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 93

ภาพที่ 32 ค่าของน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 94

ภาพที่ 33 ค่าของpHน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 95

ภาพที่ 34 ค่าของECน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับ alanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 96

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 35 ค่าของECน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100gและบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 97

ภาพที่ 36 ค่าECของน้ำขังที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราแนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40°C 98

คำอธิบายสัญลักษณ์ย่อ

สัญลักษณ์/อักษรย่อ	คำอ่าน/ย่อมาจาก	หน่วย
ซม.	เซ็นติเมตร	-
มล.	มิลลิลิตร	-
Avai P	ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส	ppm P
BPMC	2-(1-methylpropyl) phenyl methylcarbomate	-
C	Celsius	-
C	Carbon	-
CEC	cation exchange capacity	meq/ดิน100g
Cl^-	คลอไรด์	mgCl/ดิน100g
DDT	dichlorodiphenyltrichloroethane	-
D	dust	-
Exch K	โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	ppm K
EC	Electrical Conductivity	µS/cm
g	กรัม	-
GC	gas chromatograph	-
ISO	International Organization for Standardization	-
Kt	ชุดดินโคราช	-
mg	มิลลิกรัม	-
NO_3	ไนเทรต	mgN/ดิน100g
Ng	ชุดดินน้ำพอง	-
OM	organic matter	%
pH	ค่า พีเอส	-
ppm	part per million	1 ส่วนใน 1,000,000ส่วน mg/l, µg/ml

คำอธิบายสัญลักษณ์ย่อ(ต่อ)

สัญลักษณ์/อักษรย่อ	คำอ่านย่อ/มาจาก	หน่วย
Rb	ชุดดินราชบุรี	-
W/V	weight per volume	g/l
W.P.	wetted powder	-
δ	delta	-
α	alpha	-
β	beta	-
γ	gamma	-
μ	micro-	$(=10^{-6})$
γ-BHC	gamm 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane	-
*	คูณ	-

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตรก่อนการเก็บเกี่ยวในแต่ละปีได้ถูกทำลายถึงร้อยละ 35 (Pimentel, 1981)โดย แมลง โรคพืช และวัชพืช นอกจากนี้ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวยังถูกทำลายอีกร้อยละ 10-20 ดังนั้นในปีหนึ่งๆ ผลผลิตทางการเกษตรต้องสูญเสียไปถึงร้อยละ 48 โดยประมาณ ผลผลิตที่เหลือจากการทำลายก็มีมาตรฐานต่ำ ทำให้มีความจำเป็นต้องนำสารกำจัดศัตรูพืชมาช่วยในการผลิต การสูญเสียจำนวนมากของผลิตผลทางการเกษตรข้างต้นมิได้หมายถึงการไม่ได้ใช้สารกำจัดศัตรูพืช ถ้าปราศจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชผลผลิตทางการเกษตรคงต้องสูญเสียมากกว่านี้ การใช้สารกำจัดศัตรูพืชได้กลายเป็นองค์ประกอบที่ขาดเสียมิได้ในกระบวนการผลิตทางการเกษตรดังนั้นต้องมีการศึกษาถึงผลดีผลเสียของสิ่งที่เกิดขึ้นหากใช้โดยไม่ระมัดระวัง

จากการรายงานประจำปีของสมาคม British Agrochemicals Associations(BAA) พบว่าในปี ค.ศ. 1994 ที่ผ่านมามูลค่าการจำหน่ายสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในตลาดโลกมีปริมาณสูงถึง 27,825 ล้านเหรียญสหรัฐ (สมชัย ภัทรธนานันท์, 2539)โดยสารกำจัดวัชพืชได้ถูกนำมาใช้มากที่สุด รองลงมาได้แก่สารกำจัดแมลงและสารกำจัดเชื้อราตามลำดับ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ปัญหาเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรตกค้างในดินนั้นปัจจุบันพบว่ามีการตกค้างเป็นบริเวณกว้างขึ้น ดินจึงเป็นแหล่งรองรับสารเหล่านี้โดยตรง ส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศในดินและสิ่งแวดล้อมระดับหนึ่ง

ปัญหาของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในพื้นที่การเกษตรและสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในพื้นที่และสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ประเทศที่พัฒนาแล้วได้ให้ความสำคัญกับอันตรายที่เกิดขึ้นจึงมีการออกกฎหมายควบคุมปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในประเทศไทยการศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีต่อดินค่อนข้างจำกัดและไม่ชัดเจน ดังนั้นประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมต้องให้ความสำคัญในสิ่งเหล่านี้เป็นอย่างมาก

เนื่องจากผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืช ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เกษตรกรรมสามารถแพร่กระจายและตกค้างเป็นบริเวณกว้าง การฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชนั้น บางส่วนจะฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศ ตกค้างอยู่ในพืช และบางส่วนจะซึมลงไปในดินและน้ำ ในที่สุดถ้ามีปริมาณมากจะเข้าไปปนเปื้อนห่วงโซ่อาหารและเข้าสู่สิ่งมีชีวิตต่างๆได้ สารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดมีความคงทนมากในดิน สามารถตกค้างและสะสมอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามควรจะได้กล่าวถึงในที่นี้ว่า ดินซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแหล่งทรัพยากรพื้นฐานการผลิตทางการเกษตรแล้ว ดินยังทำหน้าที่เหมือนวัสดุกรองสารพิษโดยธรรมชาติ โดยอาศัยคุณสมบัติการมีประจุเพื่อดูดซับสารที่มีประจุ เป็นที่เกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ และเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจุลินททรีย์ดินมีส่วนช่วยทำหน้าที่นี้ จุลินทรีย์ดินสามารถย่อยสลายสารพิษตกค้างในดินได้ในระดับหนึ่ง

ISO 14000 เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับองค์กร หน่วยงานต่างๆ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการจัดการปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ บริการขององค์กร รวมทั้งกระบวนการผลิตทางการเกษตรทั้งหลายซึ่งถ้าหลายๆ องค์กรมีจิตสำนึกมาช่วยกันดำเนินการ จะทำให้ภาพรวมของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมดีขึ้น ประโยชน์ที่ได้จะตกแก่ส่วนรวมและเกษตรกรเอง จะทำให้เกิดการพัฒนาควบคู่กับการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า สร้างปัญหากระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อคุณภาพชีวิตของคนรุ่นปัจจุบันและรุ่นต่อๆไป(สุเทพ ธีรศาสตร์, 2540)

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทดลองถึงผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) กลุ่มคาร์บาเมต(carbamate) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน(organochlorine) ที่มีต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินเกษตรกรรม

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. การใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามที่ฉลากแนะนำไม่น่ามีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

2. การใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณความเข้มข้นที่สูงขึ้นอาจมีแนวโน้มทำให้มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เมื่อสารกำจัดศัตรูพืชเข้าไปตกค้างอยู่ในดินก็จะทำให้พลวัตรทางเคมี และชีวเคมี ในดินถูกเปลี่ยนไป

3. กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่ถูกผลกระทบจากการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของดินเกษตรกรรม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการที่เน้นการศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงที่นำเข้ามากของประเทศที่มีต่อจุลินทรีย์ดินโดยการวัดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินในประเด็นต่างๆต่อประโยชน์ทางการเกษตร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับผลของสารกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในประเทศไทยว่ามีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ดินอย่างไร

2. ได้ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับผลของสารกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในประเทศไทย ว่ามีผลต่อคุณภาพของดินเพาะปลูกอย่างไร

3. สามารถเลือกใช้สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ดินและดิน และใช้ให้ถูกกับชนิดและสภาพของดิน

4. เป็นการลดภัยอันตรายและลดปริมาณการใช้ของสารกำจัดแมลงที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมและเกษตรกร แต่เป็นการอารักขาพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืช(pesticides) หมายถึงสารที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมาหรือได้จากธรรมชาติ มีประสิทธิภาพในการป้องกันควบคุมและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดเชื้อรา และอื่นๆ

สารกำจัดแมลง (insecticides) มีทั้งสารอินทรีย์สังเคราะห์ (synthetic organic insecticides) สารฆ่าแมลงจากสิ่งมีชีวิต (biological insecticides) และสารอนินทรีย์ (inorganic chemical insecticides) สารอินทรีย์สังเคราะห์นิยมแบ่งตามกลุ่มของสูตรโครงสร้างทางเคมี ได้แก่ organophosphate carbamate organochlorine และกลุ่มอื่นๆ สารกำจัดแมลงที่สกัดมาจากสมุนไพร เช่น สารสกัดจากสะเดา ตะไคร้ เป็นต้น ส่วนสารอนินทรีย์กำจัดแมลงที่นิยมใช้ เช่น arsenic และ thalium เป็นต้น

สารกำจัดวัชพืช (herbicides) แบ่งตามการใช้งานได้ 2 ชนิด non - selective หมายถึงสารที่เป็นพิษกับพืชทุกชนิดที่โดนตัวยา และ selective หมายถึงสารที่เป็นพิษต่อวัชพืชบางชนิดที่จำเพาะเจาะจงและไม่เป็นอันตรายต่อพืชอื่น

สารกำจัดเชื้อรา (fungicides) แบ่งเป็น ชนิดไม่ดูดซึม (surface types) เป็นยาที่ไม่ซึมเข้าไปในพืชจะฆ่าเชื้อราและสปอร์ที่อยู่บนพืช ชนิดที่ดูดซึม (systemic types) เป็นยาที่สามารถถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชได้และทำลายเชื้อราได้ดีกว่าพวกแรก

2.1.1 ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในประเทศไทย

สารกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในประเทศไทยทุกชนิดได้จากการนำเข้าจากประเทศต่างๆ มากกว่า 20 ประเทศ จากสถิติปี พ.ศ. 2531 ประเทศที่ส่งผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลงขายให้แก่ประเทศไทยมากที่สุดคือสหรัฐอเมริกา มูลค่ารวม 369 ล้านบาท (คิดเป็นร้อยละ 27 ของปริมาณนำเข้าทั้งหมด) รองลงมาคือ เยอรมันตะวันตก สวิสเซอร์แลนด์ และประเทศอื่นๆ เช่น จีน อังกฤษ อิสราเอล เนเธอร์แลนด์ และญี่ปุ่น เป็นต้น จากสถิติในปี พ.ศ. 2537 พบว่าสารกำจัดแมลงที่นำเข้าสูงที่สุดได้แก่ monocrotophos, methamidophos, methyl parathion และ dimethoateตามลำดับ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 สารกำจัดแมลงที่มีการนำเข้าสูง 10 อันดับแรกในปี พ.ศ. 2537

ชื่อสามัญ	ปริมาณนำเข้า (ตัน)
monocrotophos	1,363
methamidophos	1,149
methyl parathion	1,117
dimethoate	354
methomyl	329
malathion	247
carbosulfan	240
mevinphos	196
fipronil	181
carbaryl	147

ที่มา : สุภาณี พิมพ์สมาน (2540)

สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้นำมาใช้ในการเกษตร การสาธารณสุข และการกำจัดแมลงในบ้านเรือน ผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลงที่นำเข้าประเทศมี 2 ลักษณะ คือ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทันที และผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งต้องนำมาผสมปรุงแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานภายในประเทศ

2.1.2 กลุ่มของสารกำจัดแมลงที่นำเข้า

สารกำจัดแมลงที่นำเข้าในประเทศไทย สามารถแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมีได้ดังนี้

ก. ออร์กาโนฟอสเฟต(organophosphate) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มที่มีการนำเข้ามาสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 58 ของปริมาณการนำเข้าทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2538 มีการนำเข้ามาใช้ 36 ชนิด ชนิดที่มีการใช้มาก ได้แก่ monocrotophos, methamidophos, methyl parathion และ dimethoate เป็นต้น

ข. คาร์บาเมต(oarbamate) สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้มีปริมาณการนำเข้าอยู่ในระดับรองลงมาจากออร์กาโนฟอสเฟต ในปี พ.ศ. 2538 มีการนำเข้ามาใช้ 13 ชนิด ชนิดที่มีการใช้มาก ได้แก่ carbofuran, methomyl และ carbaryl เป็นต้น

ค. ออร์กาโนคลอรีน(organochlorine) สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้หลายชนิดได้ถูกห้ามนำเข้าหรือห้ามใช้ทางการเกษตรปริมาณการนำเข้าลดลงเรื่อยๆ เพราะปัญหาสารตกค้างในอาหารและสิ่งแวดล้อม ชนิดที่สำคัญที่นำเข้ามาก ได้แก่ endosulfan และ chlordane เป็นต้น

ง. ไพริทรอยด์ (pyrethroid) สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้มีปริมาณการนำเข้าประมาณร้อยละ 5 ของปริมาณการนำเข้ารวม ในปี พ.ศ.2538 มีการนำเข้ามาใช้ 11 ชนิด ชนิดที่นำเข้ามาก ได้แก่ cypermethrin, cyhalothrin และ permethrin เป็นต้น

จ. สารจุลินทรีย์ฆ่าแมลง ที่นำมาใช้ในระยะแรก เช่น *Bacillus thuringiensis* จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า ปริมาณการใช้ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเพิ่มสูงขึ้นถึง 4 เท่านับจากปี พ.ศ.2528 ถึงปี พ.ศ.2531 (ตารางที่ 2.2) การใช้สารจุลินทรีย์ฆ่าแมลงได้เพิ่มความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ และในปี พ.ศ.2538 มีการนำเข้าเพิ่มเป็น 3 ชนิด

ฉ. สารรมควัน นำเข้ามาใช้ในประเทศ 3 ชนิด ได้แก่ methyl bromide, aluminium phosphide และ magnesium phosphide สารกลุ่มอื่นๆที่มีการนำเข้ามาใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่มสารยับยั้งการสร้างไคติน ชนิดที่มีการใช้มาก ได้แก่ chlorflubenzuron และ difluben

ตารางที่ 2.2 ปริมาณนำเข้าสารกำจัดแมลงโดยแยกกลุ่ม ปี พ.ศ. 2528-2538

กลุ่มสารกำจัดแมลง	ปริมาณนำเข้า(ตัน/ปี)				
	2528	2529	2530	2531	2538
ออร์กาโนฟอสเฟต	4,190	4,492	5,381	5,463	6,157
ออร์กาโนคลอรีน	662	510	835	624	697
คาร์บาเมต	917	1,060	998	1,550	2,448
ไพรีทรอยด์	132	161	133	266	549
กลุ่มอื่นๆ	280	314	262	83	558
สารจุลินทรีย์	22	71	49	88	92
สารรมควัน	584	813	457	777	50[1]

[1] เป็นข้อมูลรวมเฉพาะ aluminium phosphide และ magnesium phosphide ยังไม่รวม methyl bromide

ที่มา : สุภาณี พิมพ์สมาน (2540)

จะเห็นได้ว่าสารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่นำเข้าส่วนใหญ่ได้แก่ในกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต (ตารางที่ 2.2) ที่เหลือมีการนำเข้าในปริมาณน้อยลงมาได้แก่ในกลุ่ม ออร์กาโนคลอรีน ไพริทรอยด์ และกลุ่มอื่นๆ

2.2 วิถีของสารกำจัดศัตรูพืชเมื่อลงไปในดิน

การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในดิน ในการเพาะปลูกพืชนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชทั้งก่อนปลูก ขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต และหลังการเก็บเกี่ยว ดินจึงเป็นแหล่งรองรับสารเหล่านี้โดยตรง สารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดินอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในหลายลักษณะ เช่น สารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่บนดินซึ่งบางส่วนจะเกิดการสลายตัวโดยแสง (photodecompossition) บางส่วนจะเกิดการระเหย(volatilization) สารที่ปนเปื้อนไปกับน้ำผิวดินจะถูกชะล้างไปเป็นน้ำไหลบ่า(surface movement) และบางส่วนก็จะถูกชะลงดินไปปนอยู่กับน้ำใต้ดิน(leaching in ground water) สารกำจัดศัตรูพืชที่อยู่ในดินในชั้นรากพืชบางส่วนจะถูกสะสมไว้ในต้นไม้โดยกระบวนการใช้และขนส่ง (metabolism and translocation) สารที่อยู่ในดินบางส่วนจะถูก soil colloid ดูดซับไว้และขณะเดียวกันบางส่วนจะถูกปลดปล่อยออก (adsorption and desorption) สารบางส่วนจะละลายอยู่ในสารละลายดิน บางส่วนถูกชะล้างออกจากดินด้วยกระบวนการ leaching บางส่วนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการทางเคมี (chemical reaction) และนอกจากนั้นสารกำจัดศัตรูพืชบางส่วนจะถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายด้วยกระบวนการ microbial metabolism ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างๆอาจเกิดขึ้นพร้อมๆกันแต่ในระดับหรือปริมาณที่ต่างกัน (Kaufman, 1970) สารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดอาจสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในดิน แต่สารบางชนิดมีความคงทนสูงจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (อู่แก้วประกอบไวทยกิจ, 2538)

2.3 การตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน

การตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดินเป็นผลของปฏิกิริยาเคมีในดิน การย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและการเสื่อมของสารเคมี จะทำให้สารเคมีแต่ละประเภทตกค้างอยู่ในดินในเวลาต่างกัน(ตารางที่ 2.3)

สารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เช่น DDT จะคงทนอยู่ในดินได้เป็นเวลานานถึง 10 ปีจึงจะสลายตัวเกือบหมดในดินโดยจะนานกว่า aldrin ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันแต่จะสลายตัวได้เร็วกว่าโดยจะคงทนอยู่ได้นาน 3 ปี (ตารางที่ 2.3) การคงทนอยู่ในดินเกิดจากโมเลกุลของสารเคมีดูดยึดอยู่กับอนุภาคดิน โดยอาศัยกระบวนการดูดยึดต่างๆ เช่น การดูดยึดทางฟิสิกส์ (physical bond) ทางไฟฟ้า(electical bond) หรือดูดยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน(hydrogen bond) นอกจากนี้ยังมีการดูดยึดด้วยพันธะร่วมกัน(co-ordinitate bond) ส่วนการดูดยึดจะส่งผลต่อความคงทนในดินมากน้อยขนาดไหนก็ต้องอาศัยปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างคุณสมบัติของสารเคมี เช่น การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า หรือปริมาณที่ใช้ ตลอดจนการย่อยสลายได้เร็วหรือช้า

ตารางที่ 2.3 การตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน (กลุ่มออร์กาโนคลอรีน)

Common name	Dose(kg/ha)	Half life(years)	Time for 95% disappearance (years)
aldrin	1.1-3.4	0.3	3
chlordane	1.1-2.2	1.0	4
DDT	1.1-2.8	2.8	10
dieldrin	1.1-3.4	2.5	8
endrin	1.1-3.4	2.2	7
heptachlor	1.1-3.4	0.8	3.5
lindane	1.1-2.8	1.2	6.5
isobenzan	0.25-1	0.4	4

ที่มา: คัดแปลงจาก Edwards (1973)

จากการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดินส่วนใหญ่มักจะเป็นกลุ่ม Organochlorines เช่น DDT, dieldrin, endrin, และ lindane ทั้งนี้เพราะสารกลุ่มนี้จะสามารถตกค้างอยู่ในดินได้นาน จากตารางที่ 2.3 DDT สามารถสะสมและตกค้างอยู่ในดินได้เกิน 10 ปี โดยในช่วง 10 ปี แรกนั้นการเสื่อมสลายจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นอัตราการสลายจะลดลงหรือคงอยู่ตลอดไป (Alexander, 1995) องค์ประกอบดินซึ่งทำหน้าที่ในการดูดซับสารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่สำคัญก็คืออนุภาคของดินเหนียวและอินทรียวัตถุในดิน ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ออกไซด์ของโลหะต่างๆ เช่นเหล็กและอลูมิเนียม โดยทั่วไปแล้วการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชจะได้นานแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคมี ชนิดของดิน สภาพแวดล้อมและอีกหลายปัจจัยที่จะกล่าวต่อไป

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้างและการสลายตัวของสารกำจัดแมลงศัตรูพืช

การตกค้างและการเสื่อมสลายของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดินสัมพันธ์กับหลายปัจจัย เช่น อินทรียวัตถุในดิน(organic matter), ชนิดของดิน(soil type), สภาพความชื้น(moisture condition),การเพาะปลูก(cultivation practices), อุณหภูมิ(temperature) และจำนวนของประชากรจุลินทรีย์ดินที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารกำจัดแมลง(soil microbial population)

2.4.1 อินทรียวัตถุ ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน ทั้งที่เกิดขึ้นตามกระบวนการตามธรรมชาติหรือใส่เพิ่มเข้าไปจะมีอิทธิพลต่อความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพราะกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ดินเขตร้อนจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ การใส่อินทรียวัตถุลงไปในดินจึงเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งนี้เพราะดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะช่วยส่งเสริมการย่อยสลายของสารกำจัดศัตรูพืชโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

Castro และ Yoshida(1974)ได้ทำการทดลองอิทธิพลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในกลุ่ม organochlorine ได้แก่ DDT, endrin, heptachlor และ isomers ของ BHC (α, β, δ, γ) ที่เกิดในดิน 2 ชนิดภายใต้สภาพน้ำขัง พวกเขาพบว่า DDT, endrin, heptachlor และ isomers ของ BHC (α, β, δ, γ) สลายตัวได้เร็วมากในดินที่ไม่ฆ่าเชื้อ(non sterilized)เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ฆ่าเชื้อ(sterilized) สารกำจัดแมลงศัตรูพืชดังกล่าวที่หายไปในดินน้ำขังมีสาเหตุมาจากเกิดการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (microbial degradation) เมื่อพวกเขาเปรียบเทียบการสลายตัวระหว่างสารกำจัดแมลงศัตรูพืชเหล่านั้นพบว่า DDT และ heptachlor สลายตัวได้เร็วภายใน 1 สัปดาห์ โดยที่ half lives ของ DDT และ heptachlorในดินน้ำขังคือ 3 และ 3.5 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง isomersทั้ง 4 พวกเขาพบว่า gamma (γ) และ alpha (α) isomers สลายตัวเกือบหมดภายใน 2 สัปดาห์ ในขณะที่ beta (β) และ deta (δ) isomers สลายตัวภายใน 3 สัปดาห์ ส่วน endrin จะทนทานมากกว่าสารกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆในการทดลองเดียวกัน การปรุงแต่งหรือดัดแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินที่ใช้ทดลองจะมีผลโดยตรงต่อการยึดจับ(fixation)ของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน

ในการทดลองเดียวกัน Castro และ Yoshida (1974) ได้ใส่ฟางข้าว 0.5%, ฟางข้าว 10%, กลูโคส5%, กลูโคส 10%, เซลลูโลส 5%หรือเซลลูโลส 10% ลงไปในดิน Maahas clay และดิน Casiguran sandy loam ที่ขังน้ำแล้วพบว่าในตำรับที่ใส่อินทรียวัตถุ 0.5%จะพบ isomers ของ BHC ทั้ง 4 ตัว ทั้งนี้พวกเขาให้เหตุผลว่าเกิดกระบวนการดูดซับระหว่างอินทรียวัตถุกับสารกำจัดแมลงศัตรูพืช (organic adsorption) อิทธิพลของกระบวนการดูดซับ (adsorption effect) จะเด่นชัดมากในดิน Maahas clay ที่ได้รับ glucoseหรือ cellulose 10% การทดลองนี้แสดงว่าการใส่อินทรียวัตถุในระดับต่ำจะทำให้ไม่เกิดกระบวนการ adsorptionที่มีผลต่อการสลายตัวทางชีวภาพของสารกำจัดแมลงศัตรูพืช

2.4.2 ชนิดของดิน ความสามารถของดินในการดูดซับสารกำจัดแมลงศัตรูพืช จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว โดยที่แร่ดินเหนียวชนิด 1:1(1:1-type เช่น Kaolinite) เป็นแร่ที่มีประจุลบที่ผิวน้อย และมี CEC ต่ำกว่าแร่ดินเหนียวชนิด 2 : 1(2:1-type เช่น

Montmorillonite) ซึ่งมีช่องว่างระหว่างแผ่นผลึกมากกว่าก็จะมีความสามารถดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชได้มากกว่า สารคอลลอยด์ในดิน พวกอนินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่ แร่ซิลิเกต หรือแร่อะลูมิโนซิลิเกต แร่ออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัม รวมทั้งปริมาณอินทรียสารในดิน ซึ่งได้แก่ฮิวมัส ก็นับว่าเป็นตัวกำหนดที่สำคัญต่อการดูดซับและการปลดปล่อยสารกำจัดศัตรูพืช การปลดปล่อยสารที่ถูกดูดซึมอาจจะได้แก่การย่อยสลายด้วยกิจกรรมจุลินทรีย์ดินและการสำเลียงตามธรรมชาติ

อินทรียวัตถุในดินก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมากต่อการดูดซับของสารกำจัดแมลง parathion การสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืช organophosphate และ carbamates จะขึ้นอยู่กับระดับ pH ของดินโดยที่ organophosphate จะสลายตัวได้ดีในสภาพของดินที่เป็นด่างแต่สารกำจัดแมลง diazinon สลายตัวได้ดีในดินที่เป็นกรด (Sethunathan and MacRae, 1969) carbamate เช่น carbofuran จะสลายตัวได้ในสภาพดินที่เป็นด่าง (Seiberet al., 1978) ความคงทนของสารกำจัดแมลงในกลุ่ม organochlorine ก็ขึ้นอยู่ pH ของดินด้วยเช่นกัน BHC และ DDT สามารถสลายตัวได้เร็วเมื่อดินเป็นด่าง (pH 9.5) (Chaw and Chopra , 1967) นอกจากนั้นระดับ pH ของดินนั้นยังเป็นปัจจัยทางอ้อมต่อการคงทนของสารกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพราะมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

2.4.3 สภาพความชื้นของดิน โดยทั่วไปความชื้นของดินจะมีความสัมพันธ์กับออกซิเจนในดิน ถ้าในดินมีความชื้นมากกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ดินจะลดลง ความชื้นในดินที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์คือความจุความชื้นสนามของดิน (field capacity) ลำดับความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืชในดินไร่นั้น chlorinated hydrocarbons จะคงทนได้มากกว่า organophosphates และ organophosphates จะคงทนได้ใกล้เคียงกับ carbamate (Kearney *et al.*, 1969) ส่วนในดินที่มีน้ำขังกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) ของดินจะค่อยๆสิ้นสุดลงแล้วกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน(anaerobic respiration) จะเริ่มมีบทบาทเด่นขึ้น การย่อยสลายภายใต้สภาพน้ำขังจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยสำหรับบางสารเคมี

Yoshida (1969) ได้ทำการทดลองโดยการบ่มดินภายใต้สภาพที่ต่างกัน คือ สภาพที่มี O_2 (aeration), สภาพน้ำขัง (submerged) และสภาพไร้O_2(anerobic) ซึ่งดินถูกบ่มอยู่ภายใต้บรรยากาศของ He พบว่าในสภาพดินไร่(upland condition) การสลายตัวของ γ-BHC เกิดขึ้นน้อยมากซึ่งตรงกันข้ามกับในสภาพน้ำขัง(flooded condition) การสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเขาพบว่าไม่มี γ-BHC เหลืออยู่เลยภายหลังการบ่มเป็นเวลา 1 เดือน การสลายตัวของ γ-BHC เกิดขึ้นอย่างมากภายใต้สภาพ anerobic แต่เกิดขึ้นน้อยมากภายใต้สภาพ aerobicซึ่งYoshidaทดลองใช้γ-BHC กับดิน Maahas clay loam พบว่าไม่มีการสลายตัวของ γ-BHC เกิดขึ้นใน สภาพ aeration ขณะที่มาก

กว่า 60% ของการสลายตัวเกิดขึ้นภายใน 15 วันในสภาพ submerged และ สภาพ anerobic (ตารางที่ 2.4) แต่ไม่พบความแตกกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการสลายตัวของγ-BHC ระหว่างสภาพ submerged และ สภาพ anerobic

การที่ oxygen สูญหายไปอย่างรวดเร็วในสภาพน้ำขัง(floodes soils)นั้น ก็คือoxygenถูกบริโภคไปโดยจุลินทรีย์ดินที่หายใจแบบใช้ oxygen(aerobic microorganisms) ที่คงอยู่ในดินขณะนั้น จากการศึกษาพบว่าโมเลกุลของoxygen ในดินสูญหายไปภายใน 1 วัน หลังจากดินถูกน้ำขัง การสลายตัวของγ-BHC ดำเนินต่อไปเมื่อไม่มีโมเลกุลของoxygenอยู่ในดิน สารประกอบอื่นๆที่มีoxygenเป็นองค์ประกอบสามารถที่จะเป็น electron acceptors ในกระบวนการการหายใจของจุลินทรีย์ดินในขณะที่ γ-BHC มีการสลายตัว(ตารางที่ 2.5) โดยพบว่า NO_3 ยับยั้งการสลายตัวของγ-BHC อย่างสมบูรณ์ในระยะเวลาที่ทดลองในสภาพดินน้ำขัง, Manganic oxide จะลดการสลายตัวเพียงเล็กน้อย ขณะที่อินทรียวัตถุ(ในที่นี้ใช้ฟางข้าว)ดูเหมือนว่าจะมีผลกระตุ้นการสลายตัวเล็กน้อย และ Sodium sulphate ไม่มีผลไปทั้งการกระตุ้นและยับยั้งการสลายตัวของγ-BHC

ตารางที่ 2.4 การสลายตัวของ γ-BHC ในดิน Maahas clay loam ภายใต้สภาพของดินที่ต่างกัน

Soil condition	Incubation period, days				
	0	3	7	10	15
	% γ-BHC decomposed[1/]				
Aeration	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Submerged	0.0	30.0	47.6	58.3	63.2
Anerobic	0.0	28.9	51.5	54.9	61.8

[1/] เริ่มต้นใส่γ BHC240μg/20gsoil. การสลายตัวของ γ BHCคำนวณจากผลต่างระหว่างการตกค้างในดินsterilized และ ดิน nonsterilized

ที่มา: Yoshida (1969)

ตารางที่ 2.5 ผลของสารที่มีoxygenเป็นองค์ประกอบ ต่อการสลายตัวของ γ-BHC ในดินน้ำขัง

Soil treatment[1/]	Incubation period, days				
	0	3	7	10	15
	μg γ-BHC remaining/20gsoil				
Control	120	65	49	28	17
$Ca(NO_3)_2$	120	120	111	112	113
MnO_2	120	61	45	44	26
Na_2SO_4	120	59	43	40	13
Organic(rice staw)	120	55	34	14	2

[1/] ใส่สารประกอบทั้งหมด 5%ของดินและผสมกับดินตัวอย่างก่อนใส่น้ำขัง

ที่มา: Yoshida (1969)

2.4.4 การเพาะปลูก (cultivation practices) การเพาะปลูกจะลดการระเหย (volatiilization)ของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน นั่นแสดงว่าการตกค้างของสารเคมีจะยาวนานขึ้นเมื่อมีการเพาะปลูก เนื่องจากสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต้องแพร่กระจายขึ้นมาที่ผิวโดยความชื้นของดินก่อนที่จะระเหยสู่บรรยากาศ(ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 ผลของการเพาะปลูกต่อการตกค้างของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดิน(กลุ่มออร์กาโนคลอรีน)

Insecticide	Amount remaining(%)		Time	Author
	Cultivated	Uncultivated		
Aldrin	-	5	6 weeks	Wheatlry and Hardman, 1962
Aldrin	40	-	20 weeks	Wheatlry and Hardman, 1962
Aldrin	44-62	6.5-13.0	1 year	Lichtenstein et al., 1964
Aldrin	26-50	2.7-5.3	4 months	Lichtenstein et al., 1964
Heptachlor	15	3.0	3-4 months	Saha and Stewart, 1967

ที่มา: Brown (1977)

2.4.5 อุณหภูมิของดิน (soil temperature)

อุณหภูมิดินเป็นปัจจัยที่มีผลต่อระดับการคงทนของสารกำจัดศัตรูพืชในดิน โดยเฉพาะในดินเขตร้อนที่มีอุณหภูมิสูงสามารถทำให้เกิดการระเหยของสารกำจัดศัตรูพืช และเพิ่มระดับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินยกตัวอย่าง เช่น γ-BHC สามารถสลายตัวได้เร็วในดินน้ำขัง ที่อุณหภูมิ 35^{0} C มากกว่าที่ 25^{0} C (Yoshida and Castro , 1970) ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและการลดลงอย่างรวดเร็วของredox potential ของดินที่ระดับอุณหภูมิที่สูงกว่า (Cho and Ponnamperuma , 1971) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า สารกำจัดศัตรูพืชสามารถย่อยสลายในสภาพแวดล้อมของดินในเขตร้อน(tropic) ได้ดีกว่าในดินเขตกึ่งร้อน(subtropic)

Yoshida (1969) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเสื่อมสลายของ γ-BHC ทดสอบในดิน Maahas clay soil ภายใต้สภาพน้ำขังในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 20, 25, 30 และ 35 ^{0}C ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเพิ่มอัตราการสลายตัวของγ-BHC (ตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7 ผลของอุณภูมิต่อการสลายของ γ-BHC ภายใต้สภาพน้ำขังในดิน Maahas clay

Temperature ^{0}C	Incubation period, days				
	0	3	7	10	15
	μg γ -BHC remaining/20gsoil				
20	154	151	142	131	98
25	154	142	132	124	81
30	154	134	119	111	61
35	154	117	95	72	47

หมายเหตุ : ดินตัวอย่างทั้งหมดอยู่ภายใต้สภาพน้ำขังที่สูง 5 cm บ่มนาน 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 35 ^{0}C ก่อนเริ่มทดลองใส่γ -BHC

ที่มา: Yoshida (1969)

2.4.6 จุลินทรีย์ดิน สารกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นสารเคมีที่คิดขึ้นมาเพื่อทำลายศัตรูพืช ขณะที่ใช้นั้นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชเหล่านี้อาจมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น สิ่งมีชีวิตเล็กๆและจุลินทรีย์ดินเป็นต้น สารกำจัดแมลงศัตรูพืชบางชนิดมีผลทำให้กิจกรรมหรือกระบวนการที่มีประโยชน์ต่อพืชช้าลงหรือชงักลงได้ ผลของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อการหายใจของจุลินทรีย์ดิน สามารถใช้เป็นดัชนีของกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ในสภาวะที่จุลินทรีย์ดินไม่สามารถใช้อินทรียวัตถุเป็นอาหาร

หรือสภาวะของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จุลินทรีย์ดินอาจใช้สารกำจัดศัตรูพืชบางตัวเป็นอาหารได้ ดังนั้นสารกำจัดศัตรูพืชอาจเป็นตัวเพิ่มหรือลดการหายใจของดินได้

Schuster และ Schroder, 1990 ได้ทดลองผลของการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยวัดมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ตำรับที่ศึกษามีการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชพร้อมกัน(simultaneous) และการใส่ตามลำดับ(sequence) โดยใส่ในอัตราที่แนะนำหรืออัตรา 1 เท่า(1*recommend dosage)และอัตรา 10 เท่า(10*recommend dosage)พบว่าการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามลำดับมีผลกระทบต่อมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมากกว่าการใส่พร้อมกัน ทั้งนี้เพราะเมื่อเวลาผ่านไปทำให้เกิดสารmetabolitesใหม่ ซึ่งมีพิษสูงขึ้นกว่าสารดั่งเดิมที่ใส่(Bollag and Kurele,1980)

2.4.7 การใช้สารกำจัดศัตรูพืชร่วมกัน การใช้สารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดในเวลาเดียวกัน หรือหมุนเวียนใช้สารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ปลูกพืชชนิดเดี่ยว (single crop) จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างชัดเจน นอกจากนั้นการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นก็มีผลต่อความคงทนในดินมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีข้อผิดพลาดจากการที่ไม่ได้ศึกษาข้อจำกัดของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชซึ่งพบอยู่เนืองๆ

เมื่อใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชparathionอย่างเดียวในดินน้ำขังในดินเขตร้อนจะพบว่าparathionมีความคงทนสั้น(short - lived) แต่ถ้าใช้ benomyl ความเข้มข้น 5 ppmร่วมกับparathion จะพบว่าความคงทนของparathionจะนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้เพราะกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินถูกยับยั้ง

ผลกระทบของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชร่วมกัน หรือการใช้เดี่ยวมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในการสลายสารกำจัดศัตรูพืช และการเปลี่ยนรูปทางชีวเคมีซึ่งมีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนั้นการใช้สารกำจัดศัตรูพืชร่วมกัน อาจเป็นการทำให้สารนั้นตกค้างได้นานขึ้นทั้งๆที่สารนั้นควรจะถูกย่อยได้เร็วดังเช่นกรณีของการใช้benomyl และ parathionร่วมกัน

2.5 ผลของสารกำจัดศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและก่อประโยชน์แก่พืชนั้นมีมากมาย เช่น การใช้คาร์บอนเป็นแหล่งของพลังงาน การย่อยสลายอินทรียวัตถุ การตรึงไนโตรเจน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้อาจจะได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากหลายกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในดิน ซึ่งสามารถจะบ่งบอกถึงจำนวนสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนจะมาจากการสลายตัวของสารเคมี

ด้วยก็ได้ Marsh และคณะ (1977) รายงานว่าสารเคมีกำจัดวัชพืชพวกเมติบูซีน(metibocine)ทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะแรกมีปริมาณสูง ลักษณะที่เกิดเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่าจุลินทรีย์ใช้สารเคมีและอินทรียวัตถุที่อยู่ในดินเป็นแหล่งของคาร์บอน ซึ่งในระยะแรกยังมีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในจำนวนมาก (Nagakawa และคณะ, 1990) และอาจจะมาจากการสลายตัวของสารเคมีเองด้วยต่อจากนั้นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง อาจจะเป็นเพราะสารอนุพันธ์ที่เกิดจากการสลายตัวของสารเคมีนั้นมีความเป็นพิษเพิ่มขึ้นจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ดินลดลง อีกทั้งสารเคมีผ่านการสลายตัวไปมากแล้ว ทำให้เหลือปริมาณสารเคมีที่จะสลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีน้อยลง ซึ่งสาเหตุทั้งสองประการนี้อาจจะทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาลดลง แต่ Hsu และ Camper(1975) รายงานว่าการที่สารเคมีตกค้างในดินจะทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง ทั้งนี้ต้องพิจารณาชนิดของสารเคมีและลักษณะของดินพร้อมไปด้วย การเสื่อมสลายของเม็ทโธมิลก็เช่นกันจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายสารเคมี และเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.6 การวัดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

การศึกษากิจกรรมของจุลินทรย์ดินนิยมวัดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากดินนั้นใช้วิธี GC, Isotope technique และวิธี titration นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้สามารถวัดการหายใจของดินในภาคสนามได้ด้วย

2.6.1 วิธีการวัดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเป็นผลสืบเนื่องจากกระบวนการ metabolism ของจุลินทรีย์พวก heterotrophs(Gray and Wallace, 1957)ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาอาจใช้เป็นเครื่องชี้ถึงความมากน้อยของกิจกรรมจุลินทรีย์ดินได้ บ่อยครั้งที่มีผู้นิยมวัดกิจกรรมและปริมาณของจุลินทรีย์ดินโดยอาศัยการวัดปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากดินทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมและปริมาณของจุลินทรีย์จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้(Waksman and Starkey ,1924) การเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงไปในดินจะทำให้ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมานั้นสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามทั้งอัตราและปริมาณการปลดปล่อยจะไม่ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในดินเพียงอย่างเดียวยังขึ้นอยู่กับธรรมชาติและปริมาณของ oxidizable carbon compounds ที่ใส่ลงไป นอกจากนี้สภาพแวดล้อมต่างๆ ในดินก็ยังมีส่วนควบคุมการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย เป็นต้นว่า อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ และปฏิกริยาของดินฉะนั้นกระบวนการนี้จึงนับได้ว่าเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนอยู่มาก

การที่จะศึกษาปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของดินชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะแล้วนำค่ามาประเมินผลว่าเป็นค่าที่สูงหรือต่ำแค่ไหนนั้นอาจเป็นสิ่งที่กระทำได้ยากเพราะไม่มีมาตราฐานอันใดพอที่จะใช้เป็นหลักในการพิจารณา เพราะฉะนั้นประโยชน์ที่จะได้รับจากการวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากดินนี้ก็ควรจะเป็นเพียงการศึกษาขั้นเปรียบเทียบกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในดินต่างชนิดกันเท่านั้น

2.6.2 วิธีGC (chromatography)เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์โดยใช้เครื่องGCวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลแม่นยำมาก นิยมทำการศึกษาการหายใจของดินในระบบปิด โดยทำการติดตามการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ไซริงค์ดูดออกจากดินตัวอย่างจากหลอดทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้GCที่มี detector ชนิด infra red analysis (IRA) หรือ ชนิด thermal conductivity detector (TCD) ในปัจจุบันเราสามารถแยกได้ว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกจุลินทรีย์ปลดปล่อยออกมาเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากสารกำจัดศัตรูพืชหรือมาจากอินทรียวัตถุที่ใส่ลงไปในดิน โดยใช้เทคนิคทางไอโซโทปกัมมันตรังสี $^{14}CO_2$ และ CO_2 ธรรมดา การใช้เทคนิคทางไอโซโทปนี้ทำให้สามารถติดตามการแปรรูปทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชในดินได้ดีขึ้นด้วย

2.6.3 วิธีการวัดการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ดิน การวัดการใช้ออกซิเจนสามารถศึกษาได้โดยการวัดความเข้มข้นของออกซิเจนที่ลดลงภายในระบบปิด ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า respirometer ซึ่งแยกออกเป็นสองชนิดดังนี้ 1)วัด partial pressureของออกซิเจนที่ลดลง 2)รักษา partial pressure ของออกซิเจนให้คงที่ ไม่ว่าจะเป็นrespirometerชนิดใด เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยออกจากดิน จะต้องกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากระบบซึ่งจะส่งผลให้ ผลของpartial pressure และปริมาตรของออกซิเจนลดลง

2.7 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อลักษณะสมบัติของดิน

สมศักดิ์ วังใน(2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบมลพิษอันเนื่องจากสารกำจัดแมลงศัตรูพืชในดินระหว่างชุดดินสุพรรณบุรีและชุดดินร้อยเอ็ดพบว่าลักษณะดินสุพรรณบุรีซึ่งเป็นดินเหนียวและมีอินทรียวัตถุมากกว่า สารพิษจึงถูกดูดซึมและสามารถคงสภาพอยู่ได้นานในดินเหนียวที่มีอินทรียวัตถุสูง ดังนั้นจึงพบสารพิษตกค้างในดินสุพรรณบุรีมากกว่าดินชุดร้อยเอ็ด สมศักดิ์ได้ให้เหตุผลว่าสารพิษจะรวมตัวกับคอลลอยด์ของอินทรียวัตถุอย่างเหนียวแน่น และขณะเดียวกันอินทรียวัตถุจะจับกับอนุภาคดินเหนียว จึงทำให้พบสารพิษตกค้างในดินสุพรรณบุรีมากกว่า

รัชนี สุวภาพและคณะ(2536) ได้ศึกษาการสลายตัวของคาร์โบฟูรานที่ใช้กับข้าว ซึ่งปลูกในดินชุดต่างๆพบว่าอัตราการสลายตัวของคาร์โบฟูรานในดินนาแต่ละชุดในช่วง 21 วันเมื่อเปรียบเทียบกับคาร์โบฟูรานที่ตกค้างหลังหว่าน 1 วัน พบว่ามีการสลายตัวอย่างรวดเร็วหลังจากนั้นจะช้าลงอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งดินชุดสุพรรณบุรีมีปริมาณสารพิษตกค้างมากที่สุด 30.5% รองลงมาได้แก่ดินชุดองครักษ์ 26.9% ดินชุดบ้านหมี่ 14.8% และดินชุดร้อยเอ็ด 10.2% จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าคาร์โบฟูรานจะคงอยู่นานในดินเหนียวที่มีอินทรียวัตถุสูง

วินัย สมบูรณ์(2532) ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้สารเคมีการเกษตรต่อคุณภาพดินและน้ำใต้ดินในสองพื้นที่ซึ่งมีลักษณะดินและการปลูกพืชแตกต่างกันในจังหวัดชัยนาท โดยศึกษาลักษณะของดิน การตกค้างของปุ๋ยเคมี และสารกำจัดแมลงในดินและในน้ำใต้ดิน ทั้งจากบ่อบาดาลและบ่อน้ำตื้น ในสามช่วงเวลาคือในระยะก่อนการปลูก หลังการปลูกข้าวและเก็บเกี่ยวข้าว เขาพบว่าลักษณะของดินมีผลต่อการดูดซับของอนุมูลแอมโมเนียมและฟอสเฟต แต่ไม่มีผลต่ออนุมูลไนเตรท คุณภาพของน้ำใต้ดินก่อนการปลูก หลังการปลูก และหลังเก็บเกี่ยวข้าว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบสารกำจัดแมลงทั้งในรูป organophosphate และ organochlorine

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการทดลอง

3.1.1 ดินเกษตรกรรม ใช้ดินที่มีเนื้อดินต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ชุดดินน้ำพอง, โคราช และราชบุรี ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งที่เก็บและการจำแนกดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และคุณสมบัติทางเคมีของดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ดินเกษตรกรรมที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อชุดดิน	ชื่อย่อ	ระบบอนุกรมวิธานดิน	ตำแหน่งที่เก็บดิน[1]
น้ำพอง	Ng	Ustoxic Quartzipsamments	บ้านซำจาน ต. บ้านค้อ
โคราช	Kt	fine-loamy, siliceous, isohyperthermic, Oxic Paleustults	บ้านหลุบหญ้าคา ต. ท่าพระ
ราชบุรี	Rb	fine, mixed, isohyperthermic, non acid, Aeric Tropaquepts	บ้านคอนยาง ต. ศิลา

[1] ทุกตำแหน่งอยู่ในเขต อ. เมือง จ. ขอนแก่น

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

ชุดดิน	OM(%)	TN(%)	Avai P(ppm)	Exch K(ppm)	pH	EC*μS/cm.
น้ำพอง	0.029	0.001	4	11	6.5	16
โคราช	0.120	0.002	5	17	6.0	29
ราชบุรี	0.700	0.010	11	120	5.1	100

การเก็บตัวอย่างดิน เก็บดินตัวอย่างที่ระดับ 0-15 ซม. นำดินที่เก็บมาผึ่งให้แห้งโดยเกลี่ยดินลงบนถาดหรือผ้าพลาสติกในที่ร่มประมาณ1-2วันเมื่อดินแห้งแล้วบดดินด้วยกระเบื้องเคลือบแล้วทำการร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.

3.1.2 สารกำจัดแมลง ใช้สารกำจัดแมลง 13 ชนิดซึ่งเป็น 5 อันดับแรกของแต่ละกลุ่มสารกำจัดแมลงที่นำเข้าในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2531 คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต(ตารางที่ 3.3), คาร์บาเมต(ตารางที่ 3.4)และออร์กาโนคลอรีน(ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3. 3 สารกำจัดแมลงกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531

อันดับที่	ชื่อสามัญ	ปริมาณ/กก.	มูลค่า/บาท	ปริมาณสารออกฤทธิ์/กก.
1	monocrotophos	1,234,390	152,267,819	820,726
2	metamidophos	1,046,728	70,749,567	746,395
3	methyl parathion	947,329	77,416,498	749,281
4	dimethoate	444,002	31,696,133	299,005
5	mevinphos	167,237	25,660,443	147,905

ตารางที่ 3. 4 สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531

อันดับที่	ชื่อสามัญ	ปริมาณ/กก.	มูลค่า/บาท	ปริมาณสารออกฤทธิ์/กก.
1	methomyl	508,664	182,661,114	325,287
2	carbaryl	409,200	8,036,134	402,620
3	carbofuran	185,920	63,102,291	144,904
4	BPMC	96,600	8,059,236	83,080
5	isoprocarb	71,720	6,951,994	70,286

ตารางที่ 3. 5 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 5 อันดับแรกที่นำเข้าในปี พ.ศ. 2531

อันดับที่	ชื่อสามัญ	ปริมาณ/กก.	มูลค่า/บาท	ปริมาณสารออกฤทธิ์/กก.
1	endosulfan	335,600	56,671,152	318,935
2	heptachlor	117,967	16,659,467	87,295
3	chlordane	83,150	10,179,784	49,890
4	aldrin[1/]	49660	8,766,894	43,264
5	lindane[1/]	18,000	1,691,776	2,520

[1/]ไม่ได้ทำการทดลองเพราะไม่สามารถหาซื้อได้เนื่องจากยกเลิกการนำเข้าแล้ว

ที่มา: สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2531

3.1.3 ปริมาณการใช้สารกำจัดแมลง

1. ไม่ใส่สารกำจัดแมลง

2. ใส่ตามฉลาก (1X) ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.6, 3.7 และ 3.8

3. เกินกว่าที่ฉลากแนะนำ 2 เท่า (2X)

3.1.4 การบ่มดิน ได้เตรียมตัวอย่างดินเพื่อบ่มที่ความชื้น 2 แบบดังนี้

1. สภาพที่มีออกซิเจน(Aerobic condition) กำหนดให้ความชื้นในดินทั้ง 3 ชุดดินเป็นดังนี้ ดินน้ำพองมีความชื้น 15%, ดินโคราชมีความชื้น 20% และดินราชบุรีมีความชื้น 30%โดยให้เป็นไปตามตำรับการทดลองต่างๆที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.6, 3.7 และ3.8

2. สภาพน้ำขัง(submersion) ทำการทดลองกับดินโคราชและดินราชบุรีเท่านั้นโดยกำหนดให้น้ำขังท่วมดินสูงอย่างน้อย 2 ซม.จากผิวดินและช่องว่างของภาชนะ(head space)ถูกบรรจุด้วยก๊าซ N_2

ในการบ่มดินนั้น ในสภาพ aerobic ได้ทำการบ่มดินเป็นช่วงๆ ดังนี้

ดินน้ำพอง และดินโคราช บ่มนาน 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28 วัน

ดินราชบุรีบ่มนาน 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 21, 28 วัน

ในการบ่มดินในสภาพน้ำขัง ได้ทำการบ่มดินเป็นช่วงๆดังนี้

บ่มนาน 0, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28 วัน(สำหรับวัดคาร์บอนไดออกไซด์)

ส่วนการวัด NH_4^+ และavailable P ได้บ่มนาน 7, 14 และ 21วัน

ในการบ่มดินทุกตำรับได้ทำในตู้อบ(incubator) ที่อุณหภูมิ 40° C ที่ใช้อุณหภูมิ 40° C เพราะว่าในช่วงฤดูเพาะปลูกจะพบว่ามีหลายวันที่อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1 นิ้วมีค่าสูงเกิน 40°C (พัชรี แสนจันทร์, 2535)

3.1.5 ตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองประกอบด้วย สารกำจัดแมลง 13 ชนิด ดิน 3 ชุดดิน ปริมาณการใช้สาร 2 อัตรา เหล่านี้บ่มดินในสภาพที่มีออกซิเจน รวมได้ 78 ตำรับ ส่วนตำรับที่บ่มดินแบบน้ำขังได้ทำการทดลองกับดิน 2 ชุด รวมได้ 52 ตำรับ ดังนั้นรวมทั้งสิ้น 130 ตำรับ (ที่ได้รับสารกำจัดแมลงศัตรูพืช) และอีก 5 ตำรับควบคุม (ที่ไม่ได้รับสารกำจัดแมลงศัตรูพืช) รวมเป็น 135 ตำรับ โดยที่ทุกตำรับได้รับ alanine ในอัตราที่เท่ากันคือ 404.4 mgC/ดิน100g และ 157.2 mgN/ดิน100g และในการทำการทดลองได้ทำ 2 ซ้ำ

ตารางที่ 3.6 สำหรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ชื่อสามัญ	สูตรเคมี	ปริมาณที่แนะนำ(1X)	ปริมาณสารกำจัดแมลง(1X)ในการเตรียมดินและบ่มดิน				
			สภาพมีออกซิเจน (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดparameterทุกตัว)			สภาพมีน้ำขัง (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดCO_2)	
			ดินน้ำพอง[1/]	ดินโคราช[2/]	ดินราชบุรี[3/]	ดินโคราช[4/]	ดินราชบุรี[4/]
monocrotophos	dimethy phosphate of 3-hydroxy-N-methyl-cis-crotonomide 60% W/V WSC	20ml/20lit	7.5µl/50gsoil	10µl/50gsoil	15µl/50gsoil	100µl/25gsoil	100µl/25gsoil
metamidophos	O,S-dimethyl phosphoramidothioate 60% W/V EC.	40ml/20lit	15µl/50gsoil	20µl/50gsoil	30µl/50gsoil	200µl/25gsoil	200µl/25gsoil
methyl parathion	O,O-dimethyl-0-p-nitrophenyl phosphorothioate 50%W/V EC.	20ml/20lit	7.5µl/50gsoil	10µl/50gsoil	15µl/50gsoil	100µl/25gsoil	100µl/25gsoil
mevinphos	3-[(dimethoxyphosphinyl)oxy]-2-but-enoic acid methyl ester 24% W/V EC.	20ml/20lit	7.5µl/50gsoil	10µl/50gsoil	15µl/50gsoil	100µl/25gsoil	100µl/25gsoil
dimethoate	O,O-dimethyl S - methyl carbamoyl methyl phorodithioate 40% W/V EC.	20ml/20lit	7.5µl/50gsoil	10µl/50gsoil	15µl/50gsoil	100µl/25gsoil	100µl/25gsoil

[1/]ความชื้นในดิน 15%, [2/]ความชื้นในดิน 20%, [3/]ความชื้นในดิน 30%, [4/]ดิน 25g ใส่สารละลาย100mlได้น้ำขังสูง 4 cm. และช่องว่างเหนือน้ำขังบรรจุด้วยก๊าซ N_2

หมายเหตุ : ดินทุกตำรับการทดลองได้รับalanineในอัตราเท่ากันคือ 404.4mgC/ดิน100gและ152.7mgN/ดิน100g

ตารางที่ 3.7 คำรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต

ชื่อสามัญ	สูตรเคมี	ปริมาณที่แนะนำ(1X)	ปริมาณสารกำจัดแมลง(1X)ในการเตรียมดินและบ่มดิน				
			สภาพมีออกซิเจน (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดparameterทุกตัว)			สภาพมีน้ำขัง (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดCO_2)	
			ดินน้ำพอง[1/]	ดินโคราช[2/]	ดินราชบุรี[3/]	ดินโคราช[4/]	ดินราชบุรี[4/]
methomyl	S-methyl [N-(methylcarbamoyl)oxy] thioacetimidate 40%SP.	35g/20lit	13.125μg/50gsoil	17.5μg/50gsoil	26.25μg/50gsoil	175μg/25gsoil	175μg/25gsoil
carbaryl	1-naphthyl N-methyl carbamate 85% W.P.	55g/20lit	20.625μg/50gsoil	27.5μg /50gsoil	41.25μg/50gsoil	275μg /25gsoil	275μg /25gsoil
carbofuran	2,3-dihydro-2,2-dimethyenzofuran-7benzofuranol methycarbamate 3% G	10kg/rai	0.01μg/50gsoil	0.01μg/50gsoil	0.01μg/50gsoil	0.005μg/50gsoil	0.005μg/50gsoil
BPMC	2-sec-butylphenyl methylcarbamate 50%W/V EC	40ml/20lit	15μl/50gsoil	20μl/50gsoil	30μl/50gsoil	200μl/25gsoil	200μl/25gsoil
isoprocarb	2-isopropyl-phenyl-N methycarbamate 50% W.P.	40g/20lit	15μg/50gsoil	20μg/50gsoil	30μg/50gsoil	200μg/25gsoil	200μg/25gsoil

[1/]ความชื้นในดิน 15%, [2/]ความชื้นในดิน 20%, [3/]ความชื้นในดิน 30%, [4/]ดิน 25g ใส่สารละลาย100mlได้น้ำขังสูง 4 cm. และช่องว่างเหนือน้ำขังบรรจุด้วยก๊าซ N_2

หมายเหตุ : ดินทุกตำรับการทดลองได้รับalanineในอัตราเท่ากันคือ 404.4mgC/ดิน100gและ152.7mgN/ดิน100g

ตารางที่ 3.8 ตำรับการทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

ชื่อสามัญ	สูตรเคมี	ปริมาณที่แนะนำ(1X)	ปริมาณสารกำจัดแมลง(1X)ในการเตรียมดินและบ่มดิน				
			สภาพมีออกซิเจน (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดparameterทุกตัว)			สภาพมีน้ำขัง (การบ่มที่ใช้สำหรับวัดCO_2)	
			ดินน้ำพอง[1/]	ดินโคราช[2/]	ดินราชบุรี[3/]	ดินโคราช[4/]	ดินราชบุรี[4/]
endosulfan	1,4,5,6,7,7hexachloro-5-norbornene -2,3-dimethyl cyclic sulphite 30%W/V EC	20ml/20lit	7.5µl/50gsoil	10µl/50gsoil	15µl/50gsoil	100µl/25gsoil	100µl/25gsoil
heptachlor	1,4,5,6,7,8,8-Heptachoro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene 28.8% D	200g/20lit	75µg/50gsoil	100µg/50gsoil	150µg/50gsoil	1000µg/25gsoil	1000µg/25gsoil
chlordane	1,2,4,5,6,7,8,8-Octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methano-1H-indene 24%	175g/20lit	65.625µg/50gsoil	87.5µg/50gsoil	131.25µg/50gsoil	875µg/25gsoil	875µg/25gsoil

[1/]ความชื้นในดิน 15%, [2/]ความชื้นในดิน 20%, [3/]ความชื้นในดิน 30%, [4/]ดิน 25g ใส่สารละลาย100mlได้น้ำขังสูง 4 cm. และช่องว่างเหนือน้ำขังบรรจุด้วยก๊าซ N_2

หมายเหตุ : ดินทุกตำรับการทดลองได้รับalanineในอัตราเท่ากันคือ 404.4mgC/ดิน100gและ152.7mgN/ดิน100g

3.2 การวิเคราะห์ดินทางเคมี

ทำการวัด CO_2, NH_4^+, available P, $SO_4^=$, Cl^-, pH และ EC ในดินที่บ่มสภาพมีออกซิเจน และวัด CO_2, NH_4^+, available P, pH และ ECในดินน้ำขังทุกช่วงการทดลองที่ทำการบ่มดิน

3.2.1 การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ โดยดัดแปลงวิธีของ Anderson (1982)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดปริมาตร 500 มล.
2. ขวดขนาดเล็ก (vial)
3. auto pipettes

สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

1. 0.5 N HCl Solution ละลาย 82.5 มล.ของ conc ในน้ำกลั่นประมาณ 2,000 มล.
2. $BaCl_2$
3. Phenolphthalein indicator
4. 1N NaOH

วิธีการวิเคราะห์

นำขวดขนาด 500 มล.ใส่ดินที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่สารละลายที่มีสารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามตำรับทดลองต่างๆ(ตารางที่ 3.6, 3.7และ 3.8) นำขวดขนาดเล็กที่ใส่ NaOH ห้อยไว้ในขวด 500มล. แล้วนำไปเข้าตู้บ่ม

เมื่อบ่มเสร็จนำขวดเล็กที่ใส่ NaOH ออกมา ใส่ $BaCl_2$ 2 มล. เพื่อให้เกิดการตกตะกอน แล้วใส่ Phenolphthalein indicator2-3หยด สารละลายจะเป็นสีชมพู แล้วไทรเทรตกับ HCl จนสีชมพูหายไปกลายเป็นสีขาวขุ่น ทำให้กรณีเดียวกัน blankนำค่าที่ได้จากการไทรเทรตไปคำนวณ

การคำนวณ

Milligrams of C = (B-V)NE

B = ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไทรเทรต NaOH ของ blank

V = ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไทรเทรต NaOH ของตัวอย่าง

N = normality ของกรด HCl (0.5N)

E = equivalent weight ของ C, E = 6

3.2.2 การวัดปริมาณAmmoniumในดิน โดยดัดแปลงวิธีของ Keeney and Nelson(1982)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดกลั่นหาไนโตรเจน(Distillation Apparatus)พร้อมหลอดกลั่น
2. Microburette ± 0.001 มล.
3. Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มล. พร้อมจุกยาง
4. Volumetric pipette ขนาด 10 มล. และ 5 มล.
5. กรวยกรอง พร้อมกระดาษกรองเบอร์ 1
6. ขวดพลาสติกสำหรับเก็บสารละลาย

สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

1. 2 M Potassium Chloride Solution (KCl) ละลาย 149.12 กรัมของ KCl ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มล. เมื่อสารละลายหมด จึงปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. Mixed Indicator ละลาย 0.495 กรัมของ Bromocresol Green และ 0.33 กรัมของ Methyl Red ใน absolute Ethanol จำนวน 500 มล.

3. 2% Boric Acid Indicator ละลาย 40.0 กรัมของ H_3BO_3 ในน้ำร้อนประมาณ 80 ^{0}C 600 มล. คนให้สารละลายจนหมด จากนั้นเติมน้ำให้ได้ปริมาตร 1,800 มล. เมื่อสารละลายเย็นตัวลงให้เติม Mixed Indicator ลงไป 40 มล. ต่อจากนั้นปรับสีของสารละลายให้เป็นสีม่วงอมแดงโดยใช้ 0.1 N NaOH (สารละลายมีค่า pH = 0.5)แล้วจึงปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน ถ่ายเก็บในขวด

4. Devada alloy

5. Magnesium Oxide (MgO) ที่เผาที่อุณหภูมิ 550^{0}C ในเตาเผาmuffle furnanceนานไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

6. Standard 100 ppmNH_4-N ละลาย 0.4719g ของ Ammonium Sulfate $(NH_4)_2SO_4$ ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C นาน 4 ชั่วโมง ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

7. Standard 0.005 N H_2SO_4(ควรเตรียมจาก Standard ที่บรรจุใน ampule)

วิธีการวิเคราะห์สำหรับดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน

การสกัด ชั่งตัวอย่างจากดินที่ผ่านการบ่มและวัดคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 10 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มล. จากนั้นเติมน้ำยาสกัด 2 M KCl ลงไป 50 มล. ปิดจุกแล้วนำไปเขย่านาน 30 นาทีและกรองลงในขวดพลาสติกโดยผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อนำไปวิเคราะห์หา Ammonium ต่อไป

การกลั่นหาแอมโมเนียม

ดูด aliquot 10 มล. (ถ้าปริมาณใน aliquot มีความเข้มข้นต่ำมากให้ดูด 20 มล.)ลงในขวดกลั่นขนาด 100 มล. เติม Magnesium Oxide ประมาณ 0.2 กรัมลงไป แล้วนำไปกลั่นกับชุดกลั่นไนโตรเจน โดยใช้ 2% Boric acid indicator 5 มล. ที่บรรจุอยู่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล. เป็นตัวจับ NH_4-N ที่เกิดขึ้นจากการกลั่น จนกระทั่งได้สารละลายที่มีปริมาตร 35-50 มล. จากนั้นนำไปไทรเทรตกับ 0.005 N H_2SO_4 จนกระทั่งได้สารละลายสีชมพู บันทึกปริมาณกรดที่ใช้ไปเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณแอมโมเนียมต่อไป ต้องกลั่นและไทรเทรตตัวอย่าง blank โดยกลั่น 2 M KClต่อ 10 มล.ทำในทำนองเดียวกับตัวอย่างaliquot

หมายเหตุ ในการวิเคราะห์ควรทำการกลั่น 100 ppm NH_4-N เพื่อกันข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (เป็นการหา % recovery ของเครื่องกลั่น)

การคำนวณ

สมมุติใช้ตัวอย่างดิน	=	A	กรัม
ปริมาตรน้ำยาสกัด 2 M KCl	=	V	มิลลิลิตร
ปริมาตรของaliquotที่ใช้กลั่น	=	C	มิลลิลิตร
ปริมาตรของกรดที่ไทรเทรตกับตัวอย่าง	=	D	มิลลิลิตร
ปริมาตรของกรดที่ไทรเทรตกับ Blank	=	B	มิลลิลิตร
ความเข้มข้นของกรด	=	N	มิลลิลิตร
aliquot C มล. มีไนโตรเจนอยู่	=	(D-B)N meq	
ในน้ำยาสกัด V มล. มีไนโตรเจน	=	(D-B)NV/C meq	
หรือดิน A กรัมมีไนโตรเจนอยู่	=	0.014NV(D-B)/C	กรัม-N
ถ้าดิน 100 กรัมจะมีไนโตรเจน	=	0.014NV(D-B)*100/AC	กรัม-N

วิธีการวิเคราะห์สำหรับดินที่บ่มในสภาพน้ำขัง (submerged condition)

เริ่มจากการบ่มดินโดย ชั่งดิน 5 g ใส่หลอดแก้ว(test tube) แล้วเติมสารละลายสารกำจัดแมลงและalanine 5 ml ได้น้ำขังผิวดิน 2 ซม.ปิดจุกแล้วนำเข้าตู้อบที่ 40 ^{0}C เมื่อเสร็จการบ่มดินแล้วจึงสกัดดิน

การสกัด นำหลอดทดลองที่ได้จากการบ่มใส่น้ำยาสกัด 10 มล. ที่เตรียมไว้ แล้วนำมาเขย่าเป็นเวลา 30 นาที และกรองลงในขวดพลาสติกโดยผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นดูด aliquot 2-5 มล. เพื่อกลั่นหา Ammonium ต่อไป

3.2.3 การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยใช้วิธีของ Murphy and Rile(1962)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์
2. Erlenmeyer flask 125 มล.
3. Volumetric pipette ขนาด 2, 5, 10 และ 25 มล.
4. กรวยกรองและกระดาษกรองเบอร์ 5
5. ขวดพลาสติกเก็บสารละลายตัวอย่าง

สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

1. Stock 1 N Ammonium Fluoride solution (NH_4F) ละลาย 37.0 กรัม ของ NH_4F ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มล. เมื่อละลายหมดปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวดพลาสติกในตู้เย็น

2. Stock 0.5 N Hydrochloric acid solution(HCl) เจือจาง 40.4 มล. ของConc. HCl ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3. น้ำยาสกัด(BrayII) ผสมสารที่เตรียมได้ในข้อ 1 และสารที่ 2 ในปริมาตร 30 มล. ต่อ 200มล. เข้าด้วยกันโดยเติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 600 มล. จากนั้นถ่ายลงในขวดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรแล้วเก็บในขวดแก้วเก็บได้นานกว่า 1 ปี

สารสร้างสี(Develop color reagent)

1. Murphy reagent ละลาย 12.0 กรัม ของ Ammonium paramolybdate [$(NH_4)_6Mo7O_{24}\cdot 4 H_2O$] ในน้ำร้อน 600 มล. จนกระทั่งสารละลายหมด จากนั้นค่อยๆ เติม Potassium antimony tartrate ($KSbOC_4 H_4O_6$)จำนวน 0.291 กรัม ลงไปคนให้เข้ากัน จากนั้นเติม Concentrated Sulfuric acid ลงไป 150 มล. ค่อยๆแกร่งให้สารละลายเข้าด้วยกัน ทิ้งให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร เก็บไว้ในขวดแก้วในที่มืดและเย็น

2. 2%Boric acid solution ละลาย 40.0 กรัมของH_3BO_3ในน้ำร้อน 800 มล. เมื่อละลายหมดเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรเป็น 1,800 มล. แล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร

3. 2.5%Ascorbic acid solution ละลาย 5.0 กรัมของAscorbic acid ($C_6H_8O_6$)ในน้ำกลั่น 200 มล. ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้เพราะว่าเก็บได้ไม่เกิน 1 วัน

4. Standard 100 ppm-P ละลาย 0.439 กรัมของ KH_2PO_4 ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

วิธีการวิเคราะห์สำหรับดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน

ชั่งตัวอย่างจากดินที่ผ่านการบ่มและวัดคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 5 กรัมลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มล. เติมน้ำยาสกัด(BrayII) 50 มล.แล้วเขย่าเป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ลงในขวดพลาสติก ดูด aliquot ลงขวด Volumetric flask 25 มล. จำนวน 5-10 มล.ที่รู้ปริมาตร จากนั้นทำการปรับสีด้วยวิธีMurphy and Riley(1962) โดยเติมสารละลาย 2% Boric acid ลงไป 5 มล.,เติมสารละลาย Murphy reagent ลงไป 2 มล.,เติมสารละลาย 2.5% Ascorbic acid ลงไป 1 มล.ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มล. แล้วเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาทีจะได้สีฟ้าจึงทำการวัดหาค่าabsorbanceที่ช่วงคลื่น 840 nm โดยเทียบกับ

Standard curve(0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm-P) แล้วอ่านค่าออกมาเป็น ppm แล้วนำมาคำนวณ *โดยใช้สูตรดังนี้*

$$\text{ppm-P ในดิน} = \text{ppm-P จาก curve} * \frac{\text{ปริมาตรน้ำยาสกัด} * \text{ปริมาตรสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักกรัมของดิน} * \text{ปริมาตรของ aliquot ที่ใช้}}$$

วิธีการวิเคราะห์สำหรับดินที่บ่มในสภาพน้ำขัง (submerged condition)

เริ่มจากการบ่มดินโดย ชั่งดิน 5 g ใส่หลอดแก้ว(test tube) ขนาด 20 มล. แล้วเติมสารละลายสารกำจัดแมลงและalanine 5 มล.ได้น้ำขังผิวดินสูง 2 ซม. ปิดจุกแล้วนำเข้าตู้อบที่ 40 ^{0}C เมื่อบ่มตามระยะเวลาต่างๆ เสร็จแล้วทำการสกัด

การสกัด นำหลอดทดลองที่ได้จากการบ่มใส่น้ำยาสกัด 10 มล. แล้วนำมาเขย่าเป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ลงในขวดพลาสติก แล้วดูดaliquotที่รู้ปริมาตรเพื่อทำการปรับสีและวัด absorbanceที่ช่วงคลื่น 840 nm โดยเทียบกับ Standard curve แล้วอ่านค่าออกมาเป็น ppm แล้วนำมาคำนวณเช่นเดียวกับสภาพที่มีออกซิเจน

3.2.4 การหาปริมาณ Sulfate ในดิน โดยดัดแปลงวิธีของ Fox et al. (1964) และ Jones et al. (1972)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง spectrophotometer
2. Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มล.
3. Volumetric pipette ขนาด 25 และ 50 มล.
4. กระดาษกรองเบอร์ 5 พร้อมกรวยกรอง

สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

1. น้ำยาสกัด 500 ppm-P ชั่ง 2.267 กรัมของ Potassium biphosphate (KH_2PO_4) ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

2. Gelatin-Barium chloride solution ละลาย 0.6 กรัมของ Gelatin ในน้ำร้อน 60-70 ^{0}C ประมาณ 200 มล. เก็บไว้ในตู้เย็น 16-18ชม. จากนั้นเติมBarium chloride($BaCl_2.2H_2O$)ลงไป 2 กรัม แล้วแกว่งไปมาเพื่อให้สารละลายเข้ากัน เก็บไว้ในตู้เย็นเมื่อเลิกใช้(ก่อนใช้ต้องนำสารละลาย *ดังกล่าวออกมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 2 ชั่วโมง)*

3. สารละลายมาตราฐาน 1,000 ppm Sulfate ละลาย 1.479 กรัม Na_2SO_4 ในน้ำกลั่น1 ลิตร

วิธีการวิเคราะห์

การสกัดตัวอย่างดิน ชั่งตัวอย่างจากดินที่ผ่านการบ่มแล้ว 10 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล. เติมน้ำยาสกัดลงไป 50 มล. นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที จากนั้นกรองเก็บในขวดพลาสติก

วิธีการปรับความขุ่น

ดูดaliquot ที่ได้จำนวน 10 มล. ลงในขวดปริมาตร ขนาด 25 มล. เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มล. และ Gelatin-Barium chloride solution ลงไปอีก 1 มล. ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 40 นาที จะได้สารละลายที่ขุ่นวัดabsorbanceของสารละลายด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 420 นาโนเมตร ดังนี้

$$\text{ppm-S ในดิน} = \text{ppm-S จากcurve} * \frac{\text{ปริมาตรน้ำยาสกัด} * \text{ปริมาตรสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักกรัมของดิน} * \text{ปริมาตรของaliquotที่ใช้}}$$

หมายเหตุ

1.ในการหาปริมาณ Sulfate ในดิน เครื่องแก้วที่ใช้ห้ามล้างด้วยกรดซัลฟูริกโดยเด็ดขาด

2. เมื่อวิเคราะห์หา Sulfate เสร็จ ควรล้างเครื่องแก้ว โดยเฉพาะ Volumetric flask ทันที เพื่อป้องกันการตกตะกอน

3. การวัดควรทำในเวลา 30-60 นาที หลังจากปรับความขุ่นแล้ว

3.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณ Soluble Chloride ในดิน โดยดัดแปลงวิธีของ Adriano and Doner (1982)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Erlenmeyer Flask ขนาด 250 มล.
2. Volumetric pipette ขนาด 50 มล.
3. Volumetric pipette ขนาด 25 มล.
4. Burette 10 ml ± 0.02 มล.
5. pH meter
6. กระดาษกรอง เบอร์ 1 พร้อมกรวยกรอง

สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

1. Acetic Acid Solution เจือจาง 20 มล. ของ Glacial Acetic Acid(CH_3COOH) ด้วยน้ำกลั่น 180 มล.

2. 5% Potassium Chromate Solution(K_2CrO_4) ในน้ำกลั่น

3. Standard 0.1 N Sodium Chloride Solution ละลาย 5.845 กรัมของ NaCl (ที่บ่ม 105-110 ^{0}C ไม่น้อยกว่า 2 ชม.) ในน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. Standard 0.02 N Silver Nitrate ละลาย 3.4 กรัม ของ $AgNO_3$ ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ในการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ $AgNO_3$นั้นให้ดูด 10 มล. ของสารละลาย 0.1N NaCl โดยใช้ Volumetric pipette ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 250 มล. จำนวน 3 ใบเป็นอย่างน้อย ทำการปรับ pH ของสารละลายให้อยู่ในช่วง 6-7 ด้วย Acetic Acid Solution จากนั้นเติม 5% K_2CrO_4ลงไป 3 หยด แล้วไทรเทรตสารละลายด้วย 0.02 N $AgNO_3$ จนได้ตะกอนสีน้ำตาลปนแดง การคำนวณ 1 มล. ของ 0.02 N $AgNO_3$ = 0.708 มิลลิกรัม Cl

วิธีการวิเคราะห์

การสกัด ชั่งตัวอย่างจากดินที่ผ่านการบ่มแล้ว10กรัม ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มล. จากนั้นเติมน้ำกลั่นด้วย Volumetric pipette ขนาด 25 มล. ลงไปแล้วนำไปเขย่าเป็นเวลา 1 ชม. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ลงในขวดพลาสติกที่สะอาด

ดูด Aliquot ทั้งหมด ลงในขวด 250 มล. จากนั้นปรับ pH ของสารละลายด้วยAcetic Acid solution จนกระทั่งเป็นpH 6-7 แล้วจึงหยด 5%K_2CrO_4 ลงไป 3 หยด ไทรเทรตสารละลายด้วย 0.02N $AgNO_3$ จนได้ตะกอนสีน้ำตาลปนแดง บันทึกปริมาตร $AgNO_3$

การคำนวณ

สารละลาย Aliquot มี Cl	=	mN	meq Cl
	=	m 0.02 * 35.5	mgCl
ดิน 10g มี Cl	=	m 0.02 * 35.5	mgCl
	=	m 0.02 * 35.5 *100/10	mgCl/ดิน100g
ปริมาณ Cl ในดิน	=	7.1 mgCl/ดิน100g	

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นของ $AgNO_3$ หน่วยเป็น normal

m คือ ปริมาตรของ $AgNO_3$ ที่ใช้ไทรเทรต หน่วยเป็น มล.

3.2.6 การวัด pH ของดิน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. beaker 100 ml
2. stirring rod
3. distilled water
4. pH meter

วิธีการวัด pH

ชั่งตัวอย่างดินที่บ่มเสร็จแล้ว 10 g ใส่ลงใน beaker ขนาด 100 มล. เติมน้ำกลั่นลงไป 25 มล. (ดิน: น้ำ = 1:2.5) คนด้วย stirring rod ให้เป็น suspension ปล่อยทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัด pH

3.2.7 การวัด EC ของดิน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. beaker 100 ml
2. stirring rod
3. distilled water
4. EC meter

วิธีการวัด EC

ตัวอย่างสารละลายดินที่วัด pH เสร็จแล้วนำมาวัด EC ด้วย EC meter โดยเติมน้ำกลั่นลงไป 25 มล. (ดิน: น้ำ = 1:5) คนด้วย stirring rod ให้เป็น suspension ปล่อยทิ้งไว้ 5 นาที แล้ววัด EC

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน

4.1.1 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน(ภาพที่ 1)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อปริมาณ CO_2) จะพบว่า ปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยจากดินทรายจะต่ำกว่าดินทุกชนิดอยู่ในช่วง 0-100 mgC/ดิน 100 g ในดินร่วนจะมีปริมาณ CO_2 ปล่อยออกอยู่ในช่วง 0-150 mgC/ดิน 100 g และในดินเหนียวจะมี CO_2 ปล่อยออกมาในช่วง 0-250 mgC/ดิน 100 g (ภาพที่ 1, 2 และ 3)

ในดินทรายซึ่งเป็นชุดดินน้ำพองพบว่า metamidophos ในอัตรา 1X [ภาพที่ 1 (a, 1X)] นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังพบว่าไปเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วนสารกำจัดแมลงชนิดอื่นๆในกลุ่มนี้ให้ผลไม่ต่างจากตำรับควบคุมคือมีปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับตำรับควบคุม ส่วนในอัตรา 2X สารกำจัดแมลงส่วนใหญ่ยังไม่เป็นอันตรายต่อจุลินทรย์ดิน metamidophos(1X, 2X)และdimetoate(2X) มีแนวโน้มว่าจะส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดิน ทราย

ในดินร่วนซึ่งทดลองกับดินโคราชพบว่าทั้งในอัตรา 1X และ 2X ให้ผลคล้ายกับตำรับควบคุม [ภาพที่ 1 (b, 1X), (b, 2X)]

ส่วนในดินเหนียวซึ่งเป็นดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ส่วนใหญ่ให้ผลไม่ต่างจากตำรับควบคุมยกเว้นmetamidophosในอัตรา 1X จะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วง 4 วันแรก [ภาพที่ 1 (c, 1X)] ในขณะที่ dimethoate และ metamidophos ในอัตรา 2Xจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วง 4 วันแรก[ภาพที่ 1 (c, 2X)] แต่ถ้าบ่มดินเกิน 1 สัปดาห์สารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจน

4.1.2 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน(ภาพที่ 2)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่า methomyl ในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วน BPMC ทั้งในอัตรา 1X และ 2X จะยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินดิน ส่วนสารอื่นๆคล้ายกับตำรับควบคุม[ภาพที่ 2 (a, 1X)และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินยกเว้น BPMCซึ่งจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลง[ภาพที่ 2 (b, 1X)และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วง 4 วันแรกเล็กน้อยหลังจากนั้นจะไม่แตกต่างกันยกเว้น BPMCในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ลงบ้าง[ภาพที่ 2 (a,1X)] ส่วน carbamateในอัตรา 2X เกือบทุกชนิดจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงในช่วง 4 วันแรกแต่หลังจากนั้นไม่ค่อยเห็นผลกระทบนี้[ภาพที่ 2 (c,2X)]

4.1.3 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน(ภาพที่ 3)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่า chlordane ในอัตรา 1X และ 2X จะยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจน[ภาพที่ 3 (a,1X)และ(a, 2X)]ในดินนี้แทบจะไม่พบการปล่อยCO_2ออกจากดินเลย

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าheptachlorในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วน chlordaneในอัตรา 2X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงบ้าง[ภาพที่ 3 (b, 1X)และ(b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่า heptachlor กับ chlordaneในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงในช่วง 4 วันแรก[ภาพที่ 3 (c, 1X)] ในขณะที่ endosulfan ในอัตรา 1X จะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินหลังจากบ่มดินแล้ว 7 วัน ส่วนสารกำจัดแมลง endosulfan และ heptachlor ในอัตรา 2X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วงแรกเพียงเล็กน้อย[ภาพที่ 3 (c, 2X)]

4.1.4 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อแอมโมเนียมในดิน(ภาพที่4)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบแอมโมเนียมในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทรายมีปริมาณ NH_4^+ ต่ำอยู่ในช่วง 5-25 mgN/ดิน 100g ในดินร่วนมี NH_4^+ อยู่ในช่วง 10-40 mgN/ดิน 100g และในดินเหนียวมี NH_4^+ อยู่ในช่วง 5-140 mgN/ดิน100 g(ภาพที่ 4, 5, และ 6)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าmetamidophosในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงกว่าสารกำจัดแมลงชนิดอื่นแพียงเล็กน้อยโดยสารตัวอื่นให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับการทดลอง โดยที่อัตรา 1X และ 2X ให้ผลใกล้เคียงกันมาก[ภาพที่ 4 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดให้การปลดปล่อย NH_4^+ใกล้เคียงกันมากโดยที่ในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงกว่าตำรับควบคุมเล็กน้อย

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่า metamidophos ในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ ได้น้อยกว่าตำรับการทดลองซึ่งให้ผลตรงข้ามกับดินทราย และเป็นที่น่าสังเกตว่า dimethoateใน อัตรา 1X ปลดปล่อย NH_4^+ ได้สูงกว่าในอัตรา 2X อย่างชัดเจน ซึ่งตรงข้ามกับ methyl parathion ในอัตรา 1X ปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำกว่าในอัตรา 2X อย่างชัดเจน

4.1.5 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อแอมโมเนียมในดิน (ภาพที่ 5)

ในดินทรายพบว่า methomyl ในอัตรา 1X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงกว่าสารกำจัดแมลงชนิดอื่นเล็กน้อย ส่วนสารกำจัดแมลงชนิดอื่นและตำรับควบคุมทดลองให้ผลใกล้เคียงกับ [ภาพที่ 5 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินร่วนพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงกว่าตำรับควบคุมอย่างชัดเจน[ภาพที่ 5 (b, 1X)และ(b, 2X)]

ในดินเหนียวพบว่าสารกำจัดแมลงแต่ละชนิดปลดปล่อย NH_4^+ได้แตกต่างกันโดยเฉพาะในช่วง 1 สัปดาห์แรก โดยที่สารแต่ละชนิดในกลุ่มนี้ในอัตรา 1X จะปลดปล่อย NH_4^+ได้น้อยกว่าตำรับควบคุมอย่างชัดเจนในช่วง 4 วันแรก[ภาพที่ 5 (c, 1X)] ส่วนในอัตรา 2X สารเกือบทุกชนิดจะลด NH_4^+ ยกเว้น carbofuran [ภาพที่ 5 (c, 2X)]

4.1.6 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อแอมโมเนียมในดิน (ภาพที่ 6)

ในดินทรายพบว่าทุกตำรับการทดลองปลดปล่อย NH_4^+ต่ำมากทั้งในอัตรา 1X และ 2X [ภาพที่ 6 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนพบว่าสารทุกตัวปลดปล่อย NH_4^+ใกล้เคียงกันมากโดยสูงกว่าตำรับควบคุมเพียงเล็กน้อยทั้งในอัตรา 1X และ 2X

ส่วนในดินเหนียวพบว่าสารทุกชนิดปลดปล่อยNH_4^+ได้ต่ำในช่วงต้นของเวลาบ่มดินแต่หลังจากนั้นจะค่อยๆเพิ่มขึ้นและมีปริมาณมากกว่าตำรับควบคุม โดยเป็นที่น่าสังเกตว่า chlordane ในอัตรา1X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงสุดในกลุ่ม[ภาพที่ 6 (c, 1X)] endosulfan และ chlordane เมื่อใช้ในอัตรา 2X จะลดปริมาณ NH_4^+ ลง[ภาพที่ 6 (c, 2X)]

4.1.7 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอฟสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน(ภาพที่ 7)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่คูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทรายมีปริมาณ available P อยู่ในช่วง 0-10 ppm-P ในดินร่วนมี available P อยู่ในช่วง 0-22 ppm-P และในดินเหนียวมี available P อยู่ในช่วง 0-10 ppm-P (ภาพที่ 7, 8, และ 9)

ในดินทรายที่ได้รับ monocrotophose ในอัตรา 1X ให้ปริมาณ available P คล้ายกับของตำรับควบคุม สารกำจัดแมลงที่เหลือในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะทำให้ available Pสูงขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม [ภาพที่ 7 (a, 1X)] ในขณะที่ metaparathion ในอัตรา 2X ให้ปริมาณ available Pคล้ายตำรับควบคุม[ภาพที่ 7 (a, 2X)] และสารกำจัดแมลงชนิดอื่นๆในอัตรา 2Xจะให้ available Pมากกว่าตำรับควบคุมแทบทั้งสิ้น

ในดินร่วนปริมาณavailable P ในตำรับควบคุมมีปริมาณสูงกว่าในดินอื่น [ภาพที่ 7(b, 1X) และ(b, 2X)] พบว่า mevinphos และ methyl parathion ในอัตรา 1X ให้ available P ต่ำกว่าตำรับควบคุมในขณะที่ monocrotophos และ metamedophosให้ available Pสูงกว่าตำรับควบคุมส่วนในดินร่วนที่ได้รับmevinphosในอัตรา 2Xในช่วงแรกปริมาณ available Pต่ำมากแล้วค่อยๆเพิ่มจนถึงจุดสูงสุดที่ 2 และ 3 สัปดาห์[ภาพที่ 7 (b, 2X)]ในขณะที่ dimethoate, methyl parathion และ dimethoateในอัตรา 2X ให้ค่าavailable Pสูงกว่าตำรับควบคุม

ในดินเหนียวสารทุกชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X ให้ค่าavailable Pสูงกว่าตำรับควบคุมทั้งสิ้น [ภาพที่ 7 (c, 1X)และ(c, 2X)] แต่ที่ชัดเจนมากได้แก่ metamidophos ในอัตรา 2X[ภาพที่ 7(c, 2X)]

4.1.8 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน(ภาพที่ 8)

ดินน้ำพองพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย available P ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก โดยเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น available P ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับระยะเวลาในการบ่มตอนเริ่มต้น[ภาพที่ 8 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลง carbaryl, methomyl และ isoprocarb ที่ใส่ในอัตรา 1X ให้ค่าavailable Pโดยทั่วไปสูงกว่าของตำรับควบคุมอย่างชัดเจน[ภาพที่ 8 (b, 1X)]แต่ BPMCและcarbofuranในอัตรา 1X จะลดavailable Pในช่วงแรกแล้วจึงค่อยเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าของตำรับควบคุม ส่วนสารในกลุ่มคาร์บาเมตเกือบทุกชนิดในอัตรา 2X กลับให้ค่า available Pสูง

กว่าตำรับควบคุมอย่างชัดเจนยกเว้น BPMC ที่ให้ค่า available P ต่ำในช่วงแรกแล้วเพิ่มสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2, 3, 4[ภาพที่ 8 (b, 2X)]

ส่วนในดินเหนียวพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดปลดปล่อย available P ใกล้เคียงกันมาก โดยเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้นการปลดปล่อย available P ทั้งหมดมีแนวโน้มคงที่อยู่ในช่วงที่แคบสารทุกๆชนิด มีค่า available Pสูงกว่าตำรับควบคุมเล็กน้อย[ภาพที่ 8 (c, 1X)และ(c, 2X)]

4.1.9 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน (ภาพที่ 9)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย available P ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะการบ่มดิน โดยที่ endosulfan ในอัตรา 1X ปลดปล่อย available P สูงกว่าสารตัวอื่นๆเล็กน้อย [ภาพที่ 9 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดให้การปลดปล่อย available P แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้นการปลดปล่อย available P ทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ heptachlor ในอัตรา 1X ปลดปล่อย available Pสูงกว่าสารชนิดอื่นในกลุ่มเดียวกัน[ภาพที่ 9 (b, 1X)]และสารทุกชนิดในกลุ่มนี้ในอัตรา 2X จะปลดปล่อย available P มากกว่าตำรับควบคุมอย่างชัดเจน[ภาพที่ 9 (b, 2X)]

ส่วนในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนให้การปลดปล่อย available P ใกล้เคียงกันมากและมีแนวโน้มคงที่[ภาพที่ 9 (c, 1X)และ(c, 2X)]

4.1.10 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อซัลเฟตในดิน(ภาพที่ 10)

ปริมาณซัลเฟตในดินที่สกัดได้นี้จะอยู่ในรูป $SO_4^=$ ทั้งที่ถูกดูดซับอยู่กับอนุภาคดินและที่อยู่ในสารละลายดิน ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟตในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทรายมีปริมาณซัลเฟตอยู่ในช่วง 10-30 ppm-Sในดินร่วนมีปริมาณซัลเฟต
อยู่ในช่วง 50-320 ppm-Sและในดินเหนียวมีปริมาณซัลเฟตอยู่ในช่วง 10-180 ppm-S (ภาพที่ 10, 11, และ 12)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ระยะการบ่มดินนานขึ้น โดยที่ dimethoate ในอัตรา 1X ปลดปล่อยซัลเฟตสูงกว่าสารชนิดอื่นๆเล็กน้อย [ภาพที่ 10 (a, 1X) และ (a, 2X)] ยกเว้น mevinphosในอัตรา 1X ที่ให้ซัลเฟตต่ำกว่าตำรับควบคุมเล็กน้อย

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตสูงกว่ากับตำรับควบคุมเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นที่ตามเวลาการบ่มดิน[ภาพที่ 10 (b, 1X)และ(b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และลดลงเล็กน้อยตามเวลาการบ่มดิน[ภาพที่10 (c,1X)และ(c,2X)] โดยที่ metamidophosในอัตรา 1X ปลดปล่อยซัลเฟตสูงกว่าสารตัวอื่นอย่างชัดเจน[ภาพที่ 10(c,1X)]

4.1.11 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อซัลเฟตในดิน(ภาพที่ 11)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาการบ่มดิน [ภาพที่ 11 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาการบ่มดิน โดยที่ BPMCปลดปล่อยซัลเฟตสูงกว่าสารตัวอื่นอย่างชัดเจนในทางตรงข้าม isoprocarb ปลดปล่อยซัลเฟตต่ำกว่าสารชนิดอื่นอย่างชัดเจน [ภาพที่ 11 (b, 1X)และ(b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าการในใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และลดลงเล็กน้อยตามเวลาการบ่มดิน[ภาพที่ 12 (c, 1X)และ(c, 2X)]

4.1.12 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อซัลเฟตในดิน(ภาพที่ 12)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ในอัตรา 1X และ 2X จะปลดปล่อยซัลเฟตใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก และปริมาณซัลเฟตโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาการบ่มดิน[ภาพที่ 10 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมากและปริมาณซัลเฟตจะเพิ่มขึ้นตามการบ่มดิน[ภาพที่ 12 (b, 1X)และ(b, 2X)]โดยที่ endosulfan ในอัตรา 1X ปลดปล่อยซัลเฟตสูงกว่าสารตัวอื่นอย่างชัดเจน[ภาพที่ 12 (b, 1X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อยซัลเฟตใกล้เคียงกับตำรับควบคุมมากและลดลงเล็กน้อยตามการบ่มดิน[ภาพที่ 12 (c, 1X)และ(c, 2X)]

4.1.13 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อคลอไรด์ในดิน(ภาพที่ 13)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบคลอไรด์ในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณ Cl^- อยู่ในช่วงแคบคล้ายกัน โดยที่ในดินทรายมีปริมาณ Cl^- อยู่ในช่วง 3-6 mgCl^-/ดิน100g ในดินร่วนมี Cl^- อยู่ในช่วง 3-10 mgCl^-/ดิน100g และในดินเหนียวมี Cl^- อยู่ในช่วง 3-7 mg Cl^-/ดิน100g(ภาพที่ 13, 14, และ 15)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในอัตรา 1X และ 2X จะปลดปล่อย Cl^- ได้ใกล้เคียงกันกับตำรับการทดลอง[ภาพที่ 13(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกตัวให้การปลดปล่อย Cl^- ใกล้เคียงกันมาก monocrotophos ในอัตรา 1X จะปลดปล่อย Cl^- ได้สูงกว่าสารชนิดอื่นๆเล็กน้อย ในช่วง 10 วันแรกของการบ่ม[ภาพที่ 13(b, 1X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตทุกชนิดให้การปลดปล่อย Cl^- ใกล้เคียงกันมาก[ภาพที่ 13(c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.14 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อคลอไรด์ในดิน(ภาพที่ 14)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย Cl^- ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก[ภาพที่ 14(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดให้การปลดปล่อย Cl^- ใกล้เคียงกันแต่ที่ methomyl และ carbofuran ในอัตรา 1X ปลดปล่อยCl^- ได้สูงกว่าสารชนิดอื่นๆ[ภาพที่ 14(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตทุกชนิดให้การปลดปล่อย Cl^- ใกล้เคียงกันมาก[ภาพที่ 14(c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.15 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อคลอไรด์ในดิน (ภาพที่ 15)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย Cl^- ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมมาก[ภาพที่ 15(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย Cl^- ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับการทดลองมาก[ภาพที่ 15(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1Xและ 2X ปลดปล่อย Cl^- ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุม โดยที่ chlordane ทั้งในอัตรา 1X และ 2X จะสูงกว่าตำรับควบคุมเล็กน้อย[ภาพที่ 15 (c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.16 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า pH ของดิน(ภาพที่ 16)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบ pH ของดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทรายมีปริมาณ pH อยู่ในช่วง 6-8.5 ในดินร่วนมี pH อยู่ในช่วง 8-9 และในดินเหนียวมี pH อยู่ในช่วง 5.5-9 (ภาพที่ 13, 14, และ 15)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่ออร์กาโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X ค่า pH ของดินจะปรับใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 7-7.5 และเกือบคงที่ตลอดระยะเวลาของช่วงการบ่มดิน

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกชนิดการเปลี่ยนแปลง pH ในดินใกล้เคียงกันมาก และไม่เห็นความแตกต่าง

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือเริ่มต้น ประมาณ 6.0-7.1 แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8.0-8.5 ในช่วง 5 วันแรก หลังจากนั้นจะคงที่ตลอดระยะเวลาในการบ่ม

4.1.17 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า pHของดิน(ภาพที่ 17)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกันกับตำรับกวบคุมอยู่ในช่วง pH 7-8 และคงที่ตลอดเวลาของช่วงการบ่มดิน[ภาพที่ 17(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตทุกชนิดไม่ทำให้pHเปลี่ยนแปลงมาก เกือบจะไม่เห็นความแตกต่างค่า pH จะคงที่อยู่ในช่วงแคบ 8-9[ภาพที่ 17(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดมีค่า pH เปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือเริ่มต้น ประมาณ 5.5-6 แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8-9 ในช่วง 5 วันหลังจากนั้นจะคงที่

4.1.18 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า pHของดิน(ภาพที่ 18)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตรา 1X และ 2X จะทำให้ pH เปลี่ยนแปลงและเกือบคงที่ตลอดระยะเวลาของช่วงการบ่มดิน[ภาพที่ 18 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวการเปลี่ยนแปลง pH ในดินใกล้เคียงกันมาก เกือบจะไม่เห็นความแตกต่าง[ภาพที่ 18(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือเริ่มต้น ประมาณ 5.5-6 แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8.5-9 ในช่วง 5 วันของการบ่มดินหลังจากนั้นจะคงที่[ภาพที่ 18(c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.19 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า ECของดิน (ภาพที่ 19)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบ EC ในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินทรายมีปริมาณ EC อยู่ในช่วง2-12*100μS/cm.ในดินร่วนมี EC อยู่ในช่วง5-40*100 μS/cm.และในดินเหนียวมี EC อยู่ในช่วง2-20*100μS/cm.(ภาพที่ 19, 20, และ 21)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าดินที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X การเปลี่ยนแปลง EC ใกล้เคียงกันกับตำรับการทดลอง และเกือบคงที่ตลอดระยะเวลาของช่วงการบ่มดิน[ภาพที่ 19 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ส่วนในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดให้การเปลี่ยนแปลง EC ในดินใกล้เคียงกันมาก โดยที่เมื่อระยะเวลาการบ่มอยู่ในช่วงวันที่ 7 ค่า EC จะสูงขึ้นโดยที่ monocrotophos สูงที่สุด และ หลังจากนั้นค่า EC เริ่มลดลงเข้าสู่ระดับใกล้เคียงกับช่วงระยะเวลาในการบ่มตอนช่วงแรก[ภาพที่ 19(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือเริ่มต้นต่ำ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น[ภาพที่ 19(c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.20 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า EC ของดิน(ภาพที่ 20)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X มีการเปลี่ยนแปลงของ EC ใกล้เคียงกันแต่ตำรับการทดลองจะให้ค่า EC ที่สูงกว่าเล็กน้อยในช่วงแรก และเกือบคงที่ตลอดระยะเวลาของช่วงการบ่มดิน[ภาพที่ 20 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มอยู่ในช่วงวันที่ 7 สารกำจัดแมลงBPMC จะให้ค่า EC สูงขึ้นคล้ายกับตำรับควบคุม และหลังจากนั้นค่า EC เริ่มลดลงเข้าสู่ระดับใกล้เคียงกับช่วงระยะเวลาในการบ่มตอนช่วงแรก[ภาพที่ 20 (b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงค่า EC ไปในทางเดียวกันคือเริ่มต้นต่ำ แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการบ่มดินนานขึ้น[ภาพที่ 20 (c, 1X) และ (c, 2X)]

4.1.21 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า EC ของดิน(ภาพที่ 21)

ในดินทรายชุดดินน้ำพองพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตรา1X และ 2X การเปลี่ยนแปลงค่า EC เกือบคงที่ตลอดเวลาของช่วงการบ่มดินแต่ค่าECของตำรับควบคุมมีค่าสูงกว่าตำรับอื่นเล็กน้อย[ภาพที่ 21 (a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าตำรับที่ได้รับ endosunfan ที่ 1X และ 2X จะคล้ายกับตำรับควบคุม ในขณะที่ตำรับที่รับ heptachlor และ chlordaneในอัตรา 1X และ 2X จะมีค่า EC คล้ายกัน [ภาพที่ 21(b, 1X) และ (b, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือเริ่มต้นต่ำ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการบ่มยาวนานขึ้น[ภาพที่ 21(c,1X)และ(c,2X)]

4.2 ผลการทดลองผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่ปั่นในสภาพไร้ออกซิเจน(สภาพน้ำขัง)

4.2.1 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินน้ำขัง(ภาพที่ 22)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อปริมาณ CO_2) จะพบว่า ปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยจากดินร่วนอยู่ในช่วง 0-500 mgC/ดิน100g และในดินเหนียวจะมี CO_2 ปล่อยออกมาในช่วง 0-320 mgC/ดิน 100g (ภาพที่ 22, 23 และ 24)

ในดินร่วนซึ่งทดลองกับดินโคราชพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังพบว่าไปเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดย metamidophos ชัดเจนที่สุด[ภาพที่ 22 (a, 1X), (a, 2X)]

ในดินเหนียวซึ่งทดลองกับดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกชนิดที่ใส่ในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังพบว่าไปเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดย metamidophos ชัดเจนที่สุด[ภาพที่ 22 (b, 1X), (b, 2X)] จะเห็นว่าทั้งในดินร่วนและดินเหนียวให้ผลการทดลองไปในทำนองเดียวกัน

4.2.2 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินน้ำขัง(ภาพที่ 23)

ในดินร่วนชุดดินโคราชในอัตรา 1X พบว่า carbofuran methomyl และ isoprocarb นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังพบว่าไปเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินส่วน BPMC และ carbaryl ในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินให้ต่ำกว่าของตำรับควบคุม[ภาพที่ 23(a, 1X)] ส่วนในอัตรา 2X พบว่า methomyl และ isoprocarb เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน [ภาพที่ 23(a, 2X)] และสารชนิดอื่นในอัตราเดียวกันจะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีการใส่สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตทั้งในอัตรา 1X และ 2X มีทั้งที่ให้ผลใกล้เคียงกันกับตำรับควบคุมแต่ส่วนใหญ่จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน[ภาพที่ 23 (b, 1X) และ (b, 2X)]

4.2.3 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินน้ำขัง(ภาพที่ 24)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนส่วนใหญ่จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน[ภาพที่ 24(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารทุกชนิดในกลุ่มนี้ทั้งในอัตรา 1X และ 2X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน[ภาพที่ 24(b, 1X) และ (b, 2X)]

4.2.4 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง (ภาพที่ 25)

ปริมาณของแอมโมเนียมในดินร่วนชุดดินโคราชและในดินเหนียวชุดินราชบุรีจะพบว่ามีช่วงอยู่ระหว่าง 0-150 mgN/ดิน100g(รูปที่ 25, 26, 27)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้ต่ำกว่าตำรับควบคุม โดยเรียงลำดับปริมาณ NH_4^+ ลดลงดังนี้ ตำรับควบคุม, metamidophos, mevinphos, monocrotophos, dimethoate และ methyl parathion[ภาพที่ 25(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่า metamidophosในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้สูงกว่าตำรับควบคุม ส่วนสารตัวอื่นในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ได้ต่ำกว่าตำรับควบคุม [ภาพที่ 25(b, 1X) และ (b, 2X)]

ทั้งในดินร่วนและดินเหนียวการใส่ methyl parathion หรือ dimethoate ไม่ว่าจะเป็นอัตรา 1X หรือ 2X จะบดบังการปล่อย NH_4^+ จากดิน

4.2.5 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง (ภาพที่26)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X ให้การปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำกว่าตำรับควบคุม โดยเรียงลำดับดังนี้ ตำรับควบคุม, methomyl, carbofuran ตามลำดับสารชนิดอื่นที่เหลือให้ NH_4^+ ต่ำเท่าๆกัน[ภาพที่ 26(a, 1X) และ(a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X สารทุกชนิดตัวปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำกว่าตำรับควบคุมอย่างชัดเจน[ภาพที่ 26(b, 1X) และ (b, 2X)]

4.2.6 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อแอมโมเนียมในดินน้ำขัง (ภาพที่ 27)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X ปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำกว่าตำรับควบคุม[ภาพที่ 27(a, 1X) และ (a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าในอัตรา 1X และ 2X สารกำจัดแมลงทุกตัวปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำกว่าตำรับการทดลอง โดยที่ endosufan ปลดปล่อย NH_4^+ ได้ต่ำที่สุดในกลุ่มนี้[ภาพที่ 27 (b, 1X) และ(b, 2X)]

4.2.7 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง(ภาพที่ 28)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่คูผล กระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินร่วนมี available P อยู่ในช่วง 0-18 ppm-P และในดินเหนียวมี available P อยู่ในช่วง 0-13 ppm-P (ภาพที่ 28, 29, และ 30)

ในดินร่วนชุดดินโคราชที่ได้รับสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งในอัตรา 1X และ 2X พบว่ามีปริมาณ available P มากกว่าในตำรับควบคุมโดยที่ monocrotophos ให้ available P สูงที่สุด[ภาพที่ 28 (a, 1X)และa, 2X]

ส่วนในดินเหนียวพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดปลดปล่อย available P ใกล้เคียงกันมาก โดยเมื่อระยะเวลาในการบ่มหลัง 7 วันการปลดปล่อย available P ทั้งหมดมีแนวโน้มคงที่อยู่ในช่วงที่แคบสารทุกๆชนิด มีค่า available P สูงกว่าตำรับควบคุมเล็กน้อย[ภาพที่ 28 (b, 1X)และ (b, 2X)]

4.2.8 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง(ภาพที่ 29)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X จะปลดปล่อย available P ได้สูงกว่าตำรับควบคุม[ภาพที่ 29 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ส่วนในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตทุกชนิดให้การปลดปล่อย available P ใกล้เคียงกันมากและมีแนวโน้มคงที่[ภาพที่ 29(b, 1X)และ(b, 2X)]

4.2.9 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินน้ำขัง (ภาพที่ 30)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทุกชนิดให้การปลดปล่อย available P แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเมื่อระยะเวลาในการบ่มหลัง 7 วันการปลดปล่อย available P ทั้งหมดมีแนวโน้มคงที่ โดยที่ endosulfan ในอัตรา 1X ปลดปล่อย available Pสูงกว่าสารชนิดอื่นในกลุ่มเดียวกัน[ภาพที่ 30 (a, 1X)]

ส่วนในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนปลดปล่อย available P ได้ต่ำมากตลอดช่วงเวลาการบ่มดิน[ภาพที่ 30(b, 1X)และ(b, 2X)]

4.2.10 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่าpHของน้ำขัง(ภาพที่31)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบ pH ของดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินร่วนมี pH อยู่ในช่วง 5.8-8 และในดินเหนียวมี pH อยู่ในช่วง 4-7.5 (ภาพที่ 31, 32 และ 33)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกชนิดทำให้การเปลี่ยนแปลง pH ในน้ำขังสูงกว่าตำรับควบคุม[ภาพที่ 31(a, 1X)และ(a, 2X)]มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเข้าสู่ความเป็นกลาง

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลง pH ในน้ำขังเพิ่มขึ้นจาก pH ที่เป็นกรดเข้าใกล้ความเป็นกลางแต่เกือบจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างตำรับทดลอง และทุกตำรับจะให้ pH ในน้ำขังสูงกว่าตำรับการควบคุม ยกเว้น methyl parathion ในอัตรา 2X[ภาพที่ 31(b, 2X)]

4.2.11 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า pH ของน้ำขัง(ภาพที่ 32)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าการใส่สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต 3 ชนิดดังนี้ที่ให้ผลคล้ายกัน ได้แก่ methomyl, carbofuran และ isoprocarbในอัตรา 1X จะให้ค่า pH ในน้ำขังอยู่ประมาณ 7-8 ตลอดช่วงการบ่มดิน และในตำรับดังกล่าวให้ค่า pH ในน้ำขังมากกว่าในตำรับควบคุม ในขณะที่การใส่ carbofuran ในอัตรา 1X ให้ค่า pH ในน้ำขังต่ำกว่าตำรับควบคุม แต่เมื่อบ่มดินเกิน 10 วัน ค่า pH จะมากขึ้นจากเดิม pH 5 ขึ้นเป็น 7[ภาพที่ 32(a, 1X)] การใส่สารในกลุ่มนี้ในอัตรา 2X มีแนวโน้มทำให้ pH ในน้ำขังโดยทั่วไปต่ำกว่าการใส่ในอัตรา 1X เล็กน้อย โดยที่ isoprocarb และ BPMC ในอัตรา 2X จะให้ pH ในน้ำขังสูงกว่าตำรับควบคุม ส่วน carbofuran,

methomyl และ carbaryl ในอัตรา 2X จะให้ค่า pH ในน้ำขังต่ำกว่าตำรับควบคุม [ภาพที่ 32 (รูปที่ a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลง pH ในน้ำขังใกล้เคียงกันมาก เกือบจะไม่เห็นความแตกต่าง โดยสารทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากที่เดิมเป็นกรดจัดแล้ว pH เปลี่ยนเป็นกรดอ่อน(ต่ำกว่า pH 7) [ภาพที่ 32(b, 2X)]

4.2.12 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า pH ของดินน้ำขัง (ภาพที่ 33)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าการใส่ heptachlor ในอัตรา 1X จะได้ค่า pH ในน้ำขังเหมือนกับตำรับควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเดิมจาก pH 6 เป็น 7 โดยที่ endosulfan ในอัตรา 1X ค่า pH สูงกว่าสารชนิดอื่นในกลุ่ม[ภาพที่ 33(a, 1X)]ส่วนการใส่ heptachlor และ chlordane ในอัตรา 2X จะทำให้ค่า pH ในน้ำขังต่ำกว่าของตำรับควบคุมอย่างชัดเจน ในขณะที่ endosulfan 2X จะคล้ายกับตำรับควบคุม[ภาพที่ 33(a, 2X)

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลง pH ในดินใกล้เคียงกันโดยสารทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากความเป็นกรดเล็กน้อยยกเว้น endosulfan ในอัตรา 2X ที่มีค่า pH ในน้ำขังเป็นกรดอ่อนและสูงกว่าตำรับควบคุม[ภาพที่ 33(b, 2X)]

4.2.13 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อค่า EC ของน้ำขัง (ภาพที่ 34)

ก่อนอื่นควรเปรียบเทียบ EC ในดินแต่ละชนิด (โดยยังไม่ดูผลกระทบของสารกำจัดแมลง) จะพบว่าในดินร่วนมี EC อยู่ในช่วง0-40*100μS/cm.และในดินเหนียวมี EC อยู่ในช่วง0-30*100 μS/cm.(ภาพที่ 34, 35, และ 36)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวในอัตรา 1X และ 2X การเปลี่ยนแปลง EC ในดินมีค่าค่อนข้างกระจัดกระจาย โดยมีแนวโน้วสูงขึ้น และจะเริ่มคงที่หรือลดลงในช่วง 5-7 วัน[ภาพที่ 34(a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือเริ่มต้นต่ำ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อตามเวลาในการบ่ม 5-10 วันหลังจากนั้นจึงลดลง[ภาพที่ 34 (b, 1X)และ(b, 2X)]

4.2.14 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตต่อค่า EC ของน้ำขัง(ภาพที่ 35)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าสารกำจัดแมลงทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X การเปลี่ยนแปลง EC ในน้ำขังสูงขึ้นในช่วงวันที่ 7 หลังการบ่มดิน โดยที่ ตำรับควบคุมให้ค่า EC ในน้ำขังสูงที่สุด และ หลังจากนั้นค่า EC เริ่มลดลง การใส่ในอัตรา 2X จะลดค่า EC ได้ต่ำกว่าในอัตรา 1X [ภาพที่ 35(a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือเริ่มต้นต่ำ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาในการบ่มแล้วจึงลดลง[ภาพที่ 35(b, 1X)และ(b, 2X)]

4.2.15 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อค่า EC ของดินน้ำขัง (ภาพที่ 36)

ในดินร่วนชุดดินโคราชพบว่าตำรับควบคุมให้ค่า EC ในดินน้ำขังสูงกว่าตำรับอื่นๆ โดยจะเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็นประมาณ 40*100μS/cmในช่วง 10 วันแรกแล้วจึงค่อยๆลดลง ในขณะที่สารชนิดอื่นๆในกลุ่มออร์กาไนคลอรีนในอัตรา 1X และ 2X จะให้ค่า EC ต่ำกว่าตำรับควบคุม [ภาพที่ 36 (a, 1X)และ(a, 2X)]

ในดินเหนียวชุดดินราชบุรีพบว่าสารกำจัดแมลงทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือเริ่มต้นต่ำ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาในการบ่มยาวนานขึ้น[ภาพที่ 36(b, 1X)และ(b, 2X)]

4.3 อภิปรายผลการทดลอง

ในการทดลองนี้เนื่องจากดินเกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยทั่วไปมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ(ปกติ<0.5%) ก่อนที่จะกล่าวถึงการสลายตัวของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ดินนั้นขอกล่าวถึงคุณสมบัติทางเคมีของดินทดลองดังนี้ ชุดดินน้ำพองมีอินทรียวัตถุ 0.001% มีไนโตรเจนทั้งหมด 0.001%ชุดดินโคราชมีอินทรียวัตถุ 0.12% มีไนโตรเจนทั้งหมด 0.002% ส่วนชุดดินราชบุรีมีอินทรียวัตถุ 0.7%และมีไนโตรเจนทั้งหมด 0.01% (ตารางที่3.2)จะเห็นว่าในดินเหล่านี้อินทรียวัตถุและมีปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก ดังนั้นเพื่อให้เห็นผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจึงได้ใส่สารอาหาร(substrate) หรือแหล่งอาหารให้แก่ดินทดลองโดยการใส่ alanine แล้ววัดปริมาณ CO_2 จากระบบดินนั้นๆ รวมทั้งลักษณะสมบัติทางเคมีอื่นๆ ด้วยจึงได้ใส่alanineซึ่งเป็นกรดaminoที่มีโครงสร้างคล้าย glucose ที่มี-NH_2อยู่ด้วยเป็นการให้สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างอย่างง่ายที่มีองค์ประกอบทั้งคาร์บอนและไนโตรเจนในปริมาณ 404.4 mgC / ดิน100g และ 152.7 mgN/ดิน100g(ตารางที่ 3.8)

ส่วนการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ทดลองศึกษาผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินนั้นได้ใส่สารกำจัดแมลง 3 กลุ่มดังนี้ organophosphate, carbamate และ organochlorine สารแต่ละชนิดได้แสดงโครงสร้างไว้ในตารางที่ 3.8 จะเห็นว่ามีองค์ประกอบและลักษณะเด่นตามชื่อกลุ่มและยังประกอบด้วยวงแหวน หรือ aromatic compound ซึ่งเทียบได้กับ lignin monomers และ lignin oligomers ของเยื่อไม้(ที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็น complex lignin polymer ของเยื่อไม้) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารกำจัดแมลงที่ใส่ในการทดลองมีปริมาณน้อยมากๆ เมื่อเทียบปริมาณคาร์บอนจาก alanine แล้วคาร์บอนจากสารกำจัดแมลงมีปริมาณยิ่งน้อยลงไปอีก และปริมาณไนโตรเจนจากสารกลุ่มcarbamate และปริมาณฟอสฟอรัส จากสารกลุ่ม organophosphate ยิ่งมีปริมาณน้อยมากๆเช่นกัน จากข้างต้นจึงกล่าวได้ว่าปริมาณ CO_2 ที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินนั้นเกือบทั้งหมดในระบบดินทดลองเป็น CO_2 ที่ปล่อยจากคาร์บอนของ alanine และการปลดปล่อยไนโตรเจน-NH_4^+ นั้นก็มาจากไนโตรเจนของ alanine เป็นส่วนใหญ่เช่นกัน ส่วนปริมาณ available P เป็นฟอสฟอรัสที่ส่วนใหญ่ได้จากฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินซึ่งก็มีต่ำมากๆ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในระบบดินทดลอง(ตารางที่ 3.8)

ในการทดลองได้ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินเกษตรกรรมนี้ได้ทำการบ่มดินใน 2 สภาพ คือสภาพที่ได้รับออกซิเจน และสภาพที่ขาดออกซิเจนหรือสภาพน้ำขัง ซึ่งทั้งสองสภาพมีกระบวนการและกลไกทางเคมีและชีวเคมีที่ต่างกันแต่ก็เป็นสภาพที่พบว่าเกิดขึ้นเสมอในดินเกษตรกรรม จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนตามสภาพที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจนดังกล่าว

4.3.1 กลไกของผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน

ในระบบดินทดลองนี้เมื่อได้รับ alanine เป็น substrate แล้วบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนจะเกิดการย่อยสลายสารอาหาร alanineโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งจะได้ประโยชน์จากกระบวนการย่อยสลายนี้ 2 ประการ คือ จุลินทรีย์ดินสามารถรับพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตและจุลินทรีย์ดินจะได้คาร์บอนเพื่อใช้ในการสังเคราะห์เซลใหม่ (สร้าง cytoplasm) ในระบบดินทดลองนี้จะเป็นหน้าที่ของจุลินทรีย์ดินพวก heterotrophs และเป็น aerobes เป็นจุลินทรีย์ที่มี cytochrome system ที่ใช้ O_2 อิสระเป็นตัวรับ electron และมีระบบน้ำย่อยเป็นแบบ aerobic enzyme อนึ่ง จุลินทรีย์ดินดังกล่าวจะได้พลังงานสำหรับการเจริญเติบโตจากปฏิกริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลเท่านั้น ดังนั้นถ้าแหล่งอาหารมีความสลับซับซ้อนและมีโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าที่จะเข้าสู่เซลได้แหล่งอาหารหรือสารประกอบดังกล่าวจะต้องถูกแปรสภาพให้เป็นโมเลกุลเล็กลงเสียก่อน จุลินทรีย์ดินจึงจะสามารถใช้พลังงานจากการย่อยสลายได้

ในทำนองเดียวกันในระบบดินทดลองของเราการย่อยสลาย alanine จึงสามารถเกิดขึ้นได้และให้พลังงานแก่จุลินทรย์ดินได้ใช้และเพิ่มจำนวนเซลได้อย่างง่ายและรวดเร็ว แต่การย่อยสลายสารกำจัดแมลงซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและโมเลกุลใหญ่อย่างเช่น aromatic hydrocarbon ในสารกลุ่ม organophosphate, carbamate และ organochlorine ก็จะต้องถูกจุลินทรีย์ดินย่อยให้โมเลกุลเล็กลงเสียก่อนในระยะแรก ให้ได้สาร polysaccharide ที่ไม่ละลายน้ำ และถูก hydrolyzed ให้เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างอย่างง่ายขึ้นและละลายน้ำได้ นอกจากนั้นยังมีน้ำตาล (glucose) และกรดอินทรีย์ต่างๆ ในส่วนที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเช่นสารในกลุ่มcarbamateก็จะได้ protein ซึ่งจะถูกย่อยได้ง่ายขึ้น เป็นต้น นั่นคือในระยะแรกของการย่อยสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่ในดินทดลองมักจะได้ intermediate product

กรณีของตำรับควบคุมที่ได้รับ alanine โดยที่ไม่ได้รับสารกำจัดแมลงเลยนั้นจะเกิดปฏิกริยาชีวเคมีในดินดังนี้ alanine ถูกย่อยสลายให้เป็น glucose ก่อนแล้ว glucoseจึงถูกย่อยให้เป็น CO_2 ขณะเดียวกัน $-NH_2$ จาก alanine ก็ถูกปล่อยออกเป็น NH_4^+ สู่ระบบดิน เมื่อวัดปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยออกจากดินทดลองทั้งหลาย จึงต้องเทียบกับตำรับควบคุมเป็นเกณฑ์ จากนั้นจึงจะสามารถดูผลกระทบจากการใส่สารกำจัดแมลงว่าจะไปทำให้ปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยออกจากดินนั้นถูกเปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้าตำรับทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงทำให้ปริมาณ CO_2 มากกว่าของตำรับควบคุม แสดงว่าสารกำจัดแมลงนั้นไปส่งเสริมกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์สารในระบบดินนั้น ทำให้สามารถตีความว่าสารกำจัดแมลงชนิดนั้นในอัตรานั้นไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบจุลชีววิทยาของดิน แต่ถ้าตำรับทดลองที่ได้รับสารกำจัดแมลงทำให้ปริมาณ CO_2 ลดลง

หรือมีปริมาณน้อยกว่าของต่ำรับควบคุม แสดงว่าสารกำจัดแมลงนั้นไปบดบังไปลดหรือยับยั้งกิจกรรมการย่อยสลายอินทรียวัตถุในระบบดินนั้น กรณีนี้จะตีความว่าสารกำจัดแมลงชนิดนั้นที่ใส่ในอัตรานั้นเป็นพิษต่อระบบจุลชีววิทยาของดิน

สารกำจัดแมลงเกือบทุกชนิดที่ใส่ในอัตราเกินพอดีจะเป็น aromatice hydrocarbons ที่เป็นพิษต่อแมลงและสิ่งมีชีวิตในดิน ปฏิกริยา oxidation ของสารประกอบดังกล่าวโดยกิจกรรมจุลินทรีย์ดินพวก aerobes จะทำการย่อยสลาย aromatic hydrocarbons และ derivatives ของมัน ทั้งนี้เพราะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีโดยกิจกรรมของ aerobes โดยกลไกมักจะเริ่มจากการย่อยสลายโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลงซึ่งส่วนใหญ่มักจะเกี่ยวข้องกับปฏิกริยาของน้ำย่อย (enzymatic reactions) แล้วเกิดเป็นสารประกอบชนิดใหม่ที่ร่วมเรียกว่า metabolites น้ำย่อยที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นเพื่อย่อยสารกำจัดแมลงศัตรูพืชจะมี 2 ประเภทดังนี้ cellular enzymes ที่อยู่ในเซลของจุลินทรีย์ดินและ extracellular enzyme ที่ถูกขับออกนอกเซลของจุลินทรีย์ดิน ที่ควรกล่าวถึงคือ สาร metabolites ที่จุลินทรีย์ดินผลิตขึ้นมาได้แก่ amino acids, peptides, alkylating agents เช่น acetyl CoA, methylcobalamine, S- adenosylmethionine กรดอินทรีย์ต่าง ๆ และโครงสร้างที่มี ring system โดยที่ ring จะถูก functional groups เช่น NH_2,OH และ COOH เข้าแทนที่โดย oxidation และ/หรือ reduction ที่กล่าวมาคือการเกิดเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ใหม่ เป็นการแปรสภาพโครงสร้างของสารกำจัดแมลงไปจากเดิมซึ่งอาจจะเป็นพิษหรือส่งเสริมต่อระบบจุลชีววิทยาของดินก็ได้และขณะเดียวกันก็ทำให้สารกำจัดแมลงตกค้างน้อยลง

ดังกล่าวนอกจากจะทำให้เกิดผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินแล้วยังเกิดการแปรสภาพไนโตรเจนในดิน ซึ่งสามารถกล่าวได้คือ สารกำจัดแมลงบางชนิดจะส่งเสริมหรือลดกระบวนการ amonification และกระบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในดินได้

ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดเป็นการอภิปรายถึงองค์ประกอบโดยรวมของสารอินทรีย์ในดิน ทดลองว่าจะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่เป็น aerobes และเป็น heterotrops และเมื่อมีการวัดลักษณะสมบัติทางเคมีโดยวัด parameters ตัวอื่นเช่น available P, $SO_4^=$ Cl^- pH และ EC ของดินด้วยแล้วนั้น ปริมาณของ parameters ดังกล่าวที่วัดได้จะขึ้นกับชนิดของดินโดยเฉพาะปริมาณของ parameter ก่อนเริ่มการทดลอง เนื้อดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งจะเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมการเกิด physical และ chemical reactions ในดิน

บทบาทหนึ่งที่สำคัญมากของจุลินทรีย์ดินคือการแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัส (organic phosphorus) ที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ให้เป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus) ที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ ซึ่งก็เป็นกระบวนการโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยทั่วไปอัตราการแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้เป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับค่า pH ในระบบ

ดินโดยจะเหมาะสมมากที่ pH เป็นกลาง อนินทรีย์ฟอสฟอรัส เรียกโดยรวมว่า phosphate ions ซึ่งมีหลายรูปและขึ้นกับค่า pH ดังนี้ สภาพกรดจัดจะพบ $H_2PO_4^-$ (monophosphate)สภาพกรดปานกลางจะพบทั้ง $H_2PO_4^-$ และ $HPO_4^=$ (diphosphate) ส่วนสภาพเป็นด่างจะพบ $HPO_4^=$ เหล่านี้ล้วนเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available P)

กระบวนการแปรสภาพจากอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้เป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเรียกว่า mineralization และกระบวนการแปรสภาพอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้เป็นอินทรีย์ฟอสฟอรัสเรียกว่า immobilizationซึ่งเกิดขึ้นในทำนองเดียวกับของไนโตรเจนโดยทั่วไปกระบวนการN mineraliaztion จะมากกว่าของ P ประมาณ 8-15 เท่า และมักพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณ CO_2 ที่ถูกปล่อยออก คืออัตราส่วน CO_2 ต่อ P mineralization มีค่าระหว่าง 100:1 ถึง 300:1 ถ้าในดินมีอัตราส่วน C:P ต่ำกว่า 200:1 จะเกิด P mineralization แต่ถ้าอัตราส่วน C:P สูงกว่า 300:1 จะเกิด P immobilization แต่อย่างไรก็ตามขอย้ำอีกครั้งว่า pH ของระบบดินจะเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมรูปและปริมาณ available P ในดินนี้

4.3.2 กลไกของผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพไร้ออกซิเจน(สภาพน้ำขัง)

ในระบบดินทดลองซึ่งใส่ alanine เป็นแหล่งอาหารนั้นการเกิด CO_2 และการปล่อย NH_4^+ สู่ระบบดินที่บ่มภายใต้สภาพน้ำขังนี้ก็เป็นการแปรสภาพหรือการสลายตัวของคาร์บอนและไนโตรเจนจาก alanine เป็นหลักนั้นเอง และการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ลงไปก็จะดัดแปลงผลที่ได้จากตำรับควบคุมหรือเกิดเป็นผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดิน จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบดินทดลองในสภาพน้ำขังนี้จะเป็น heterotrophs และเป็น anaerobes คือเป็นจุลินทรีย์ดินที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต พวกนี้จะขาด terminal cytochromes ที่จะส่ง electron ไปยัง O_2

จุลินทรีย์ที่มีมากในระบบดินทดลองที่ขังน้ำจะเป็น methanogenic bacteria ที่แปร acetate, H_2, CO_2 ให้เป็น CH_4 ซึ่งในการทดลองนี้วัดแต่ CO_2ที่ปล่อยออกจากระบบดิน แต่นอกจาก methanogens แล้วยังมี non-methanogenic bacteria เช่น Clostridia ที่สามารถสร้าง butyrate, acetate, H_2 และ CO_2 จากคาร์โบไฮเดรต และจากกรดอะมิโน(เช่น alanine ที่ใส่ลงดิน) อย่างไรก็ตามเนื่องจากที่กล่าวนั้นเป็นการพูดถึงสารอินทรีย์ในดินทดลอง แต่เนื่องจากจุลินทรีย์ดินที่เป็น anaerobes เหล่านี้ขาด terminal cytochromes ที่จะส่ง electron ไปยัง O_2 จึงไม่ต้องการ O_2 ในการดำรงชีวิต จึงทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถใช้สารประกอบอนินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (inorgamic oxygen compound) เป็นตัวรับ electron ซึ่งเป็นไปตามกฎของ

thermodynamic ทำให้เกิดเป็นลำดับของกระบวนการ reduction เกิดขึ้นในดินทดลองที่อยู่ในสภาพน้ำขัง กระบวนการ reduction ที่เกิดขึ้นในดินน้ำขังมีลำดับการเกิดดังนี้คือ การทดลองของ O_2, nitrate reduction, manganese reduction, ferric reduction, sulfate reduction และ methane formation ในการทดลองนี้ไม่ได้วัดผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการ reduction ตัวอื่น ยกเว้น CO_2

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ถ้าการใส่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชไปลดบดบังหรือยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินจะถูกตีความไปในทางลบและถูกจัดให้เกิดผลกระทบต่อดัชนีนั้นๆ

5.1 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มภายใต้สภาพที่มีออกซิเจน(สภาพดินไร่)

จะขอกล่าวถึงผลกระทบของสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตก่อนในสภาพนี้สามารถเปรียบได้กับสภาพดินไร่ที่มักมี O_2 ถ่ายเทได้ ในดินทรายและดินร่วนการใส่สารกำจัดแมลงทุกชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งอัตรา 1X และ 2X ไม่เป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วนในดินเหนียวการใส่สารในกลุ่มนี้ปลอดภัยยกเว้น metamidophos ในอัตรา 1X และ 2X และ dimethoate ในอัตรา 2X จะเป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในระยะแรก 1 สัปดาห์ และนอกจากนั้นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X ไม่มีผลในทางลบต่อปริมาณ NH_4^+ในดินทรายและดินร่วน แต่ metamidophos ในอัตรา 1X และ 2X จะลดปริมาณ NH_4^+ในดินเหนียวรวมทั้ง dimethoate ในอัตรา 2X ก็จะลดปริมาณ NH_4^+ ในดินเหนียวในระยะ 1 สัปดาห์เช่นกัน

ขณะเดียวกันสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทุกชนิดในอัตรา 1X และ 2X ไม่ให้ผลเสียต่อปริมาณ available P ทั้งในดินทราย ดินร่วนและดินเหนียว แต่ mevinphos ในอัตรา 1X และ 2X จะไปลดปริมาณ available P ในดินร่วนเล็กน้อย และนอกจากนั้นสารทุกชนิดในกลุ่มนี้ในอัตรา 1X และ 2X ไม่ส่งผลเสียต่อปริมาณ $SO_4^=$ ในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว และขณะเดียวกันเนื่องจากปริมาณ Cl^- ที่วัดได้ในดินทั้ง 3 ชนิดไม่ว่าจะได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มใดหรือชนิดใดและในอัตราใดก็ตามอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 mgCl^-/ดิน100g จึงไม่จัดว่าเป็นปัญหาต่อการปลูกพืช นอกจากนั้นค่า pH ของระบบดินทุกตำรับได้ปรับตัวเข้าสู่ความเป็นกลางอย่างชัดเจนในดินทรายและดินร่วน แต่ในดินเหนียวจะพบว่า pH เริ่มต้นของทุกตำรับค่อนข้างต่ำคือดินมีความเป็นกรดจัดและค่อยๆปรับpHจนสูงขึ้นจนเป็นค่าง ซึ่งจะทำให้ค่า available Pต่ำในดินเหนียว และ $SO_4^=$ ลดลงเมื่อ

pH ปรับตัวสูงขึ้น ดังนั้นในดินเหนียวอาจมีปัญหาการขาด available P และ $SO_4^=$ ให้แก่ระบบดินและพืชได้

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตต่อระบบดินในสภาพดินไร่พอจะสรุปได้ดังนี้ สารทุกชนิดในกลุ่มนี้ในอัตรา 1X และ 2X ไม่เป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินไม่ว่าจะเป็นดินทราย ดินร่วน หรือดินเหนียว ยกเว้น BPMC ในอัตรา 1X และ 2X จะเป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินทรายและดินร่วนโดยผลกระทบจะชัดเจนในดินทรายแต่ผลกระทบจะไม่รุนแรงในดินร่วน เมื่อดูปริมาณของ NH_4^+ จะพบว่าการใส่สารในกลุ่มคาร์บาเมตชนิดใดก็ตามในอัตราใดก็ตามไม่มีผลกระทบในทางลบต่อ NH_4^+ ในดินทรายและดินร่วน แต่ในดินเหนียวการใส่สารกลุ่มนี้ทุกชนิดทุกอัตราจะมีผลกระทบอย่างอ่อนต่อปริมาณ NH_4^+ ในดินโดยเฉพาะในช่วงแรก การใส่คาร์บาเมตไม่ว่าจะเป็นชนิดใดหรืออัตราใดก็ตามจะไม่ส่งผลกระทบในทางเสียให้แก่ปริมาณ available P ในดินทราย ดินร่วนและดินเหนียว ยกเว้นในดินร่วนที่ใส่ BPMC ในอัตรา 1X และ 2X จะส่งผลกระทบไปลด available P เล็กน้อย ในช่วง 2 สัปดาห์แรก

เมื่อดูปริมาณ$SO_4^=$ในดินทรายที่ได้รับสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตจะพบว่าสารกำจัดแมลงไม่ส่งผลถึงปริมาณ $SO_4^=$ ในดินทราย แต่ในดินร่วนการใส่ isoprocarb อัตรา 1X และ 2X จะมีผลไปลด$SO_4^=$อย่างเล็กน้อยในดินร่วนแต่ปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดินจึงคาดว่าในดินร่วนจะไม่มีปัญหาเรื่องการขาด$SO_4^=$แต่ในดินเหนียวปริมาณ$SO_4^=$ในทุกตำรับลดลงตามเวลาทั้งนี้เพราะpHในระบบดินนี้เพิ่มขึ้นจนเป็นด่าง ส่วนปริมาณ Cl ในดินทดลองมีค่าต่ำจนไม่ต้องกล่าวถึงเพราะไม่มีผลต่อพืช

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อระบบดินในสภาพดินไร่นั้นพอสรุปได้ดังนี้ สารในกลุ่มนี้ไม่ว่าชนิดใดอัตราใดจะไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ดิน ยกเว้นการใส่ chlordane ในอัตรา 1X และ 2X จะเป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างรุนแรงในดินทราย แต่ความเป็นพิษนี้จะน้อยลงในดินร่วน ส่วนในดินเหนียวความเป็นพิษของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนก็จะเล็กน้อยเช่นกัน เมื่อดูปริมาณ NH_4^+ในดินทดลองที่ได้รับสารในกลุ่มนี้จะพบว่าในดินทรายอาจจะมีปัญหาขาด NH_4^+แต่ทั้งนี้เป็นเพราะในดินทรายมี NH_4^+ต่ำมากเมื่อมาเจอสารกำจัดแมลงจึงแสดงผลเสียให้เห็น แต่ในดินร่วนสารในกลุ่มนี้ไม่ว่าชนิดใดและอัตราใดจะไม่ส่งผลกระทบต่อ NH_4^+ส่วนในดินเหนียวสารออร์กาโนคลอรีนในอัตรา 1X จะไม่ส่งผลเสียต่อ NH_4^+ในขณะที่ endosulfanและ chlordane ในอัตรา 2X จะลดปริมาณ NH_4^+ในดินเหนียวในช่วงสัปดาห์แรก

สารออร์กาโนคลอรีนไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณ available P และ$SO_4^=$ ในดินทรายและดินร่วน แต่ในดินเหนียวอาจจะได้รับผลกระทบเพราะปริมาณ available P และ $SO_4^=$ ต่ำตั้งแต่ก่อนการทดลองโดยเฉพาะจะพบว่า $SO_4^=$ ลดลงตามการเพิ่มของ pH ในระบบดินของดินเหนียว ส่วนปริมาณCl ในดินทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณต่ำมากไม่จัดว่าเป็นปัญหาต่อพืช

ส่วนผลกระทบของสารกำจัดแมลงทั้ง 3 กลุ่มต่อค่า EC ในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียวนั้น ในแต่ละชนิดของดินจะได้ผลคล้ายๆกันไม่ว่าจะได้สารกำจัดแมลงกลุ่มใดชนิดใดหรืออัตราใด อย่างไรก็ตามค่า EC ในระบบดินทั้งหมดนี้โดยทั่วไปจัดว่าต่ำมากไม่เป็นปัญหาต่อระบบดินและพืชแต่อย่างใด

5.2 ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินน้ำขัง

การบ่มดินในสภาพน้ำขังจะคล้ายกับสภาพดินนาช่วงที่น้ำท่วมผิวดินรวมทั้งดินปลูกพืชไร่ที่ฝนตกติดต่อกันจนน้ำท่วมขัง สารกำจัดแมลงจะส่งผลกระทบต่อดินน้ำขังดังนี้

สารออร์กาโนฟอสเฟตไม่ว่าชนิดใดและในอัตราใดจะไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ดินและไม่มีผลเสียต่อ available P ในดินร่วน และดินเหนียว แต่สารทุกชนิดในกลุ่มนี้จะส่งผลกระทบไปลดปริมาณ NH_4^+ ลงบ้างในดินร่วน และผลกระทบจะยิ่งชัดเจนในดินร่วนและในดินเหนียวที่ได้รับ methyl parathion ทั้งในอัตรา 1X และ 2X และ mevinphos 2X ก็ส่งผลกระทบต่อ NH_4^+ในดินเหนียวเช่นกัน สารออร์กาโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X จะปรับค่า pH ของน้ำขังจากที่เป็นกลางให้เป็นค่างอ่อนและจากที่เป็นกรดอ่อนให้เป็นกลางซึ่งเกิดกับดินร่วน ในดินเหนียวที่ให้ค่า pH เริ่มต้นต่ำมากดินเป็นกรดจัดแต่ถ้าใส่สารออร์กาโนฟอสเฟต pH ของน้ำขังจะถูกปรับให้สูงขึ้นจนเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง อย่างไรก็ตามถือว่าเป็นปรากฏการณ์ปรกติของดินน้ำขังแม้ว่าไม่ได้รับสารกำจัดแมลงก็จะปรับตัวให้เป็นแบบที่กล่าว

สารกลุ่มคาร์บาเมตบางชนิดแสดงผลกระทบและเป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินดังนี้ BPMC ในอัตรา 1X และ 2X carbaryl ในอัตรา 1X และ 2X และ carbofuran ในอัตรา 2X จะเป็นพิษอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินร่วน และ BPMC ในอัตรา 1X, carbaryl อัตรา 1X และisoprocarb อัตรา 1X เป็นพิษอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินเหนียว แต่สารคาร์บาเมตทุกชนิดในอัตรา 2X เป็นพิษอย่างอ่อนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินเหนียว นอกจากนั้นสารทุกชนิดในกลุ่มคาร์บาเมตทุกอัตราจะลดปริมาณ NH_4^+ ในดินน้ำขังดังนี้ carbaryl, BPMC และ isoprocarb อัตรา 1X และ 2X จะลดปริมาณ NH_4^+ ในดินร่วนน้ำขังอย่างรุนแรงและสารคาร์บาเมตทุกชนิดและทุกอัตราจะลดปริมาณ NH_4^+ ในดินเหนียวน้ำขังอย่างรุนแรงแต่คาร์บาเมตทุกชนิดทุกอัตราไม่ส่งผลกระทบต่อavailable Pในดินร่วนน้ำขัง ปริมาณ available P ในดินเหนียวน้ำขังมีค่าต่ำมากเพราะว่าดินเป็นกรดจัดแล้ว pH ในน้ำขังปรับตัวเป็นแค่กรดอ่อน

สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทุกชนิดในทุกอัตราไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินร่วนน้ำขังแต่จะส่งผลกระทบที่เป็นพิษต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในดินเหนียวน้ำขังอย่างไม่รุนแรง อย่างไรก็ตามสารในกลุ่มนี้ทุกอัตราจะลดปริมาณ NH_4^+ในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขังอย่างรุนแรง แต่ไม่ลดปริมาณ available P ยกเว้น chlordane ในอัตรา 1X และ 2X และ heptachlor อัตรา 2Xในดินร่วนน้ำขังจะลดปริมาณ available Pลงเล็กน้อย ส่วนในดินเหนียวน้ำขัง available P ต่ำมากเพราะค่า pH ของน้ำขังในดินนี้ต่ำนั่นเองผลกระทบจากสารกำจัดแมลงจึงดูยาก

ค่า EC ของน้ำขังในดินร่วนและดินเหนียวแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของประจุทั้งหมดในสารละลายดินทดลอง อาจไม่มีความจำเป็นที่จะเปรียบเทียบระหว่างชนิดของสารกำจัดแมลง ขอเพียงแต่ให้เข้าใจว่าในระบบดินน้ำขังเมื่อบ่มดินไปสักระยะหนึ่งปริมาณประจุต่างๆบางส่วนจะเคลื่อนที่จากในดินเข้าสู่น้ำขังก็จะทำให้ค่า EC สูงขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตามค่า EC ทั้งระบบในดินทดลองทั้งหมดมีค่าต่ำและไม่เป็นพิษ(ไม่มีความเค็มเป็นพิษ)ต่อระบบดินและพืช

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและลักษณะสมบัติทางเคมีของดินเกษตรกรรมสามารถให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการทดลองควรเพิ่มความเข้มข้นของสารกำจัดแมลงให้สูงขึ้นเพื่อจะได้เห็นผลกระทบที่ชัดเจน

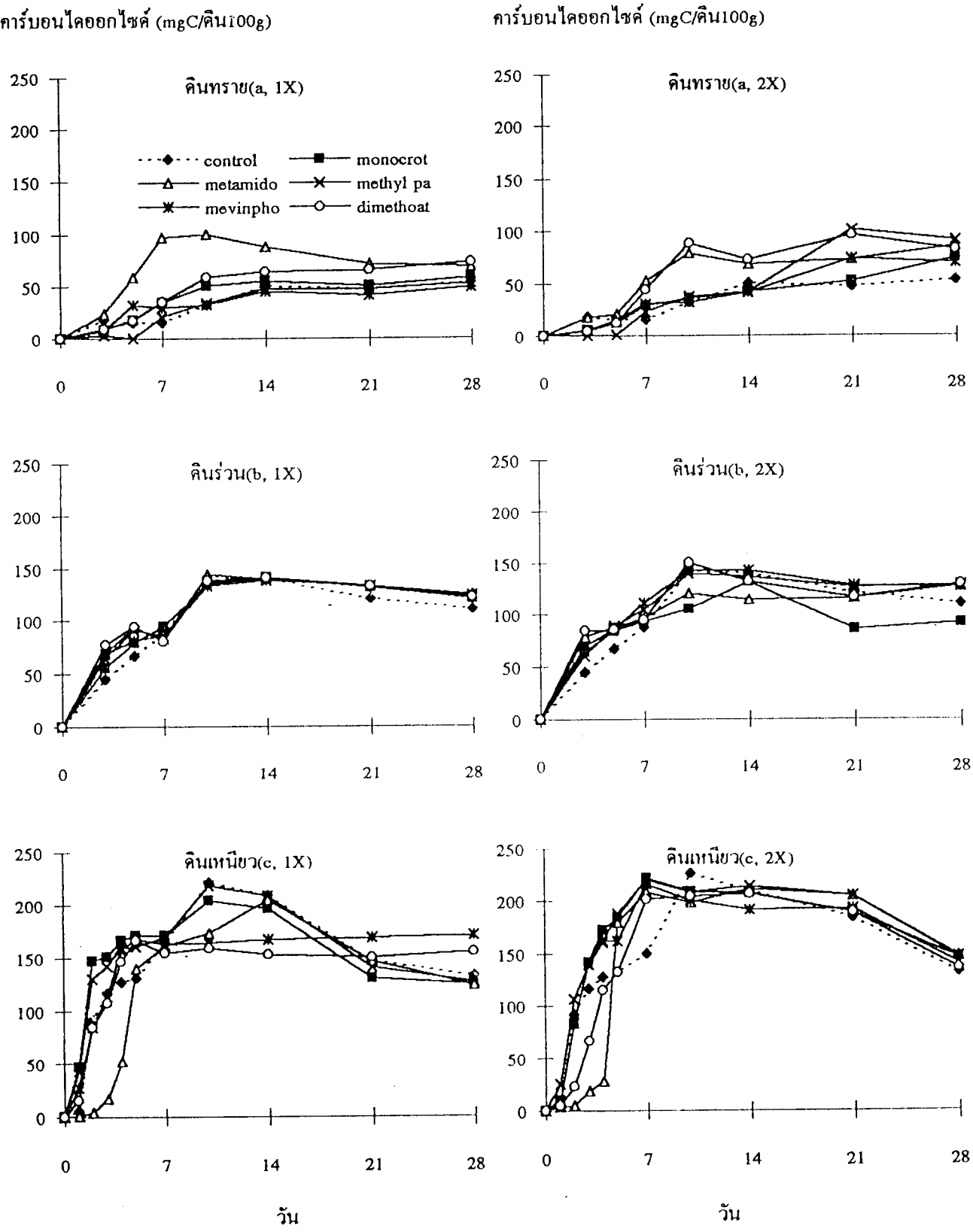
2. เพิ่มชนิดของสารกำจัดแมลงที่ศึกษาให้มากขึ้น

3. ศึกษาสารกำจัดแมลงที่สกัดจากสมุนไพรและเชื้อหรือผลิตภัณฑ์จากเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์

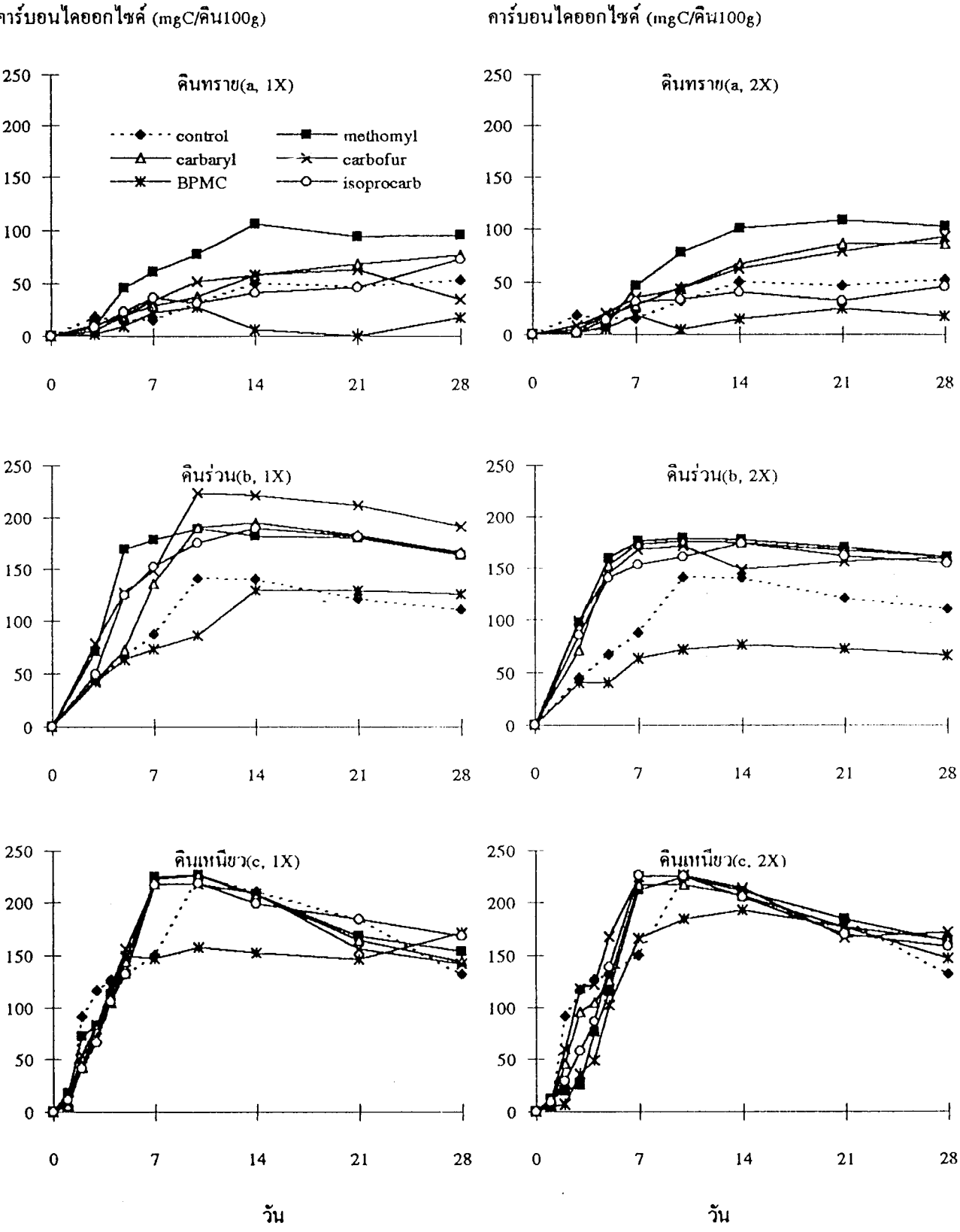
4. แยกเชื้อและระบุชื่อวิทยาศาสตร์ของจุลินทรีย์ดินที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารกำจัดแมลงในดิน

5. ผลการทดลองนี้แสดงแนวโน้มว่าสารกำจัดแมลงดังต่อไปนี้อาจจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินควรทำการทดลองในภาคสนามซ้ำ ถ้าพบว่าผลการทดลองแสดงออกซึ่งผลกระทบในทางลบจึงจะเสนอแนะให้ใช้ด้วยความระมัดระวังมากขึ้น BPMC ในอัตรา 1X และ 2X เมื่อใช้กับดินไร่ที่เป็นดินทราย, chlordane อัตรา 1X และ 2X ในดินไร่ที่เป็นดินทราย methyl parathion อัตรา 1X และ 2X ในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง และ mevinphos อัตรา 2X ในดินเหนียวน้ำขัง carbaryl, BPMC และ isoprocarb อัตรา 1X และ 2X ในดินร่วนน้ำขัง รวมทั้งสารคาร์บาเมตทุกชนิดทุกอัตราในดินเหนียวน้ำขัง ออร์กาโนคลอรีนทุกชนิดทุกอัตราในดินร่วนและดินเหนียวน้ำขัง

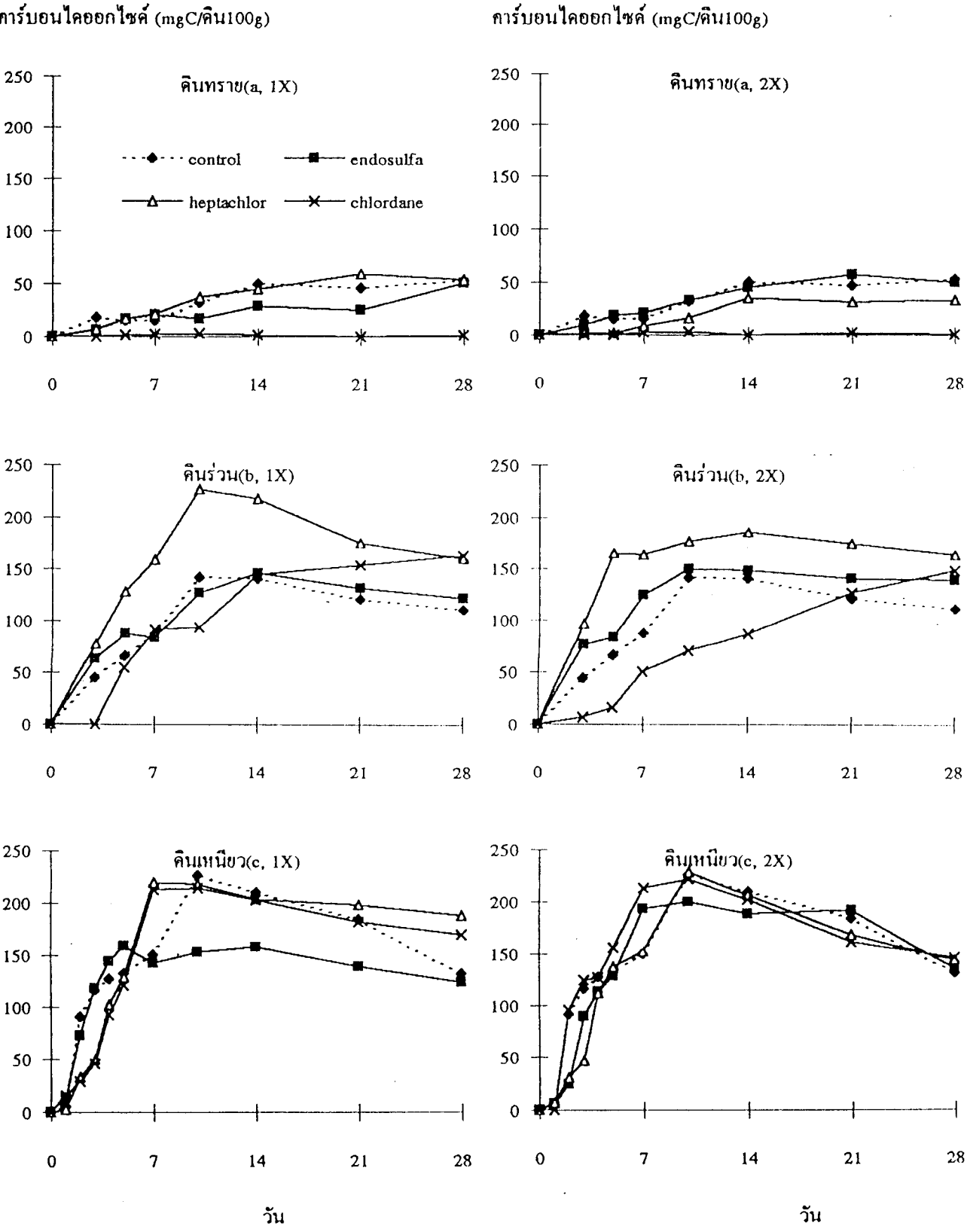
ภาพแสดงผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน
และลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพที่มีออกซิเจน



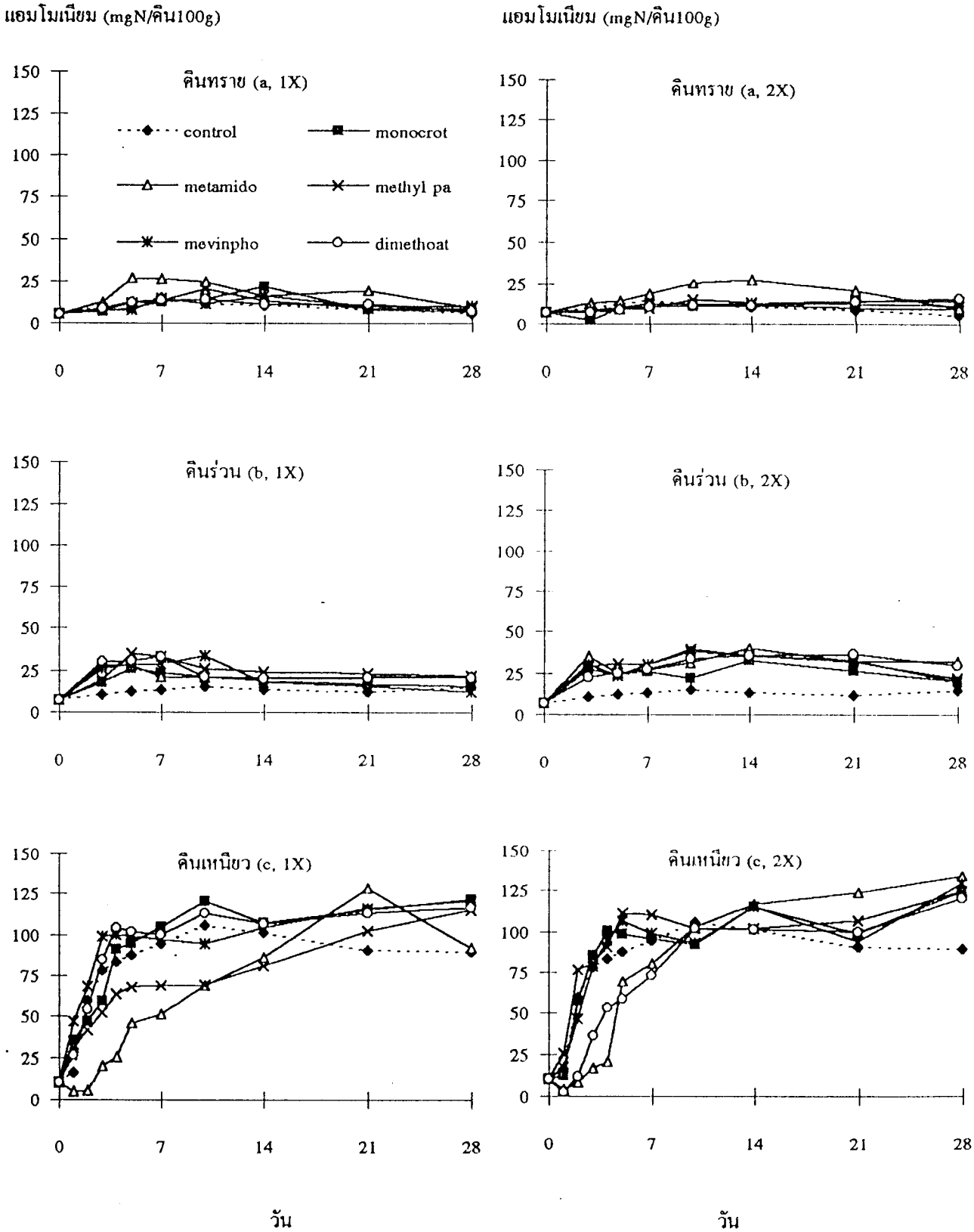
ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และ ดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



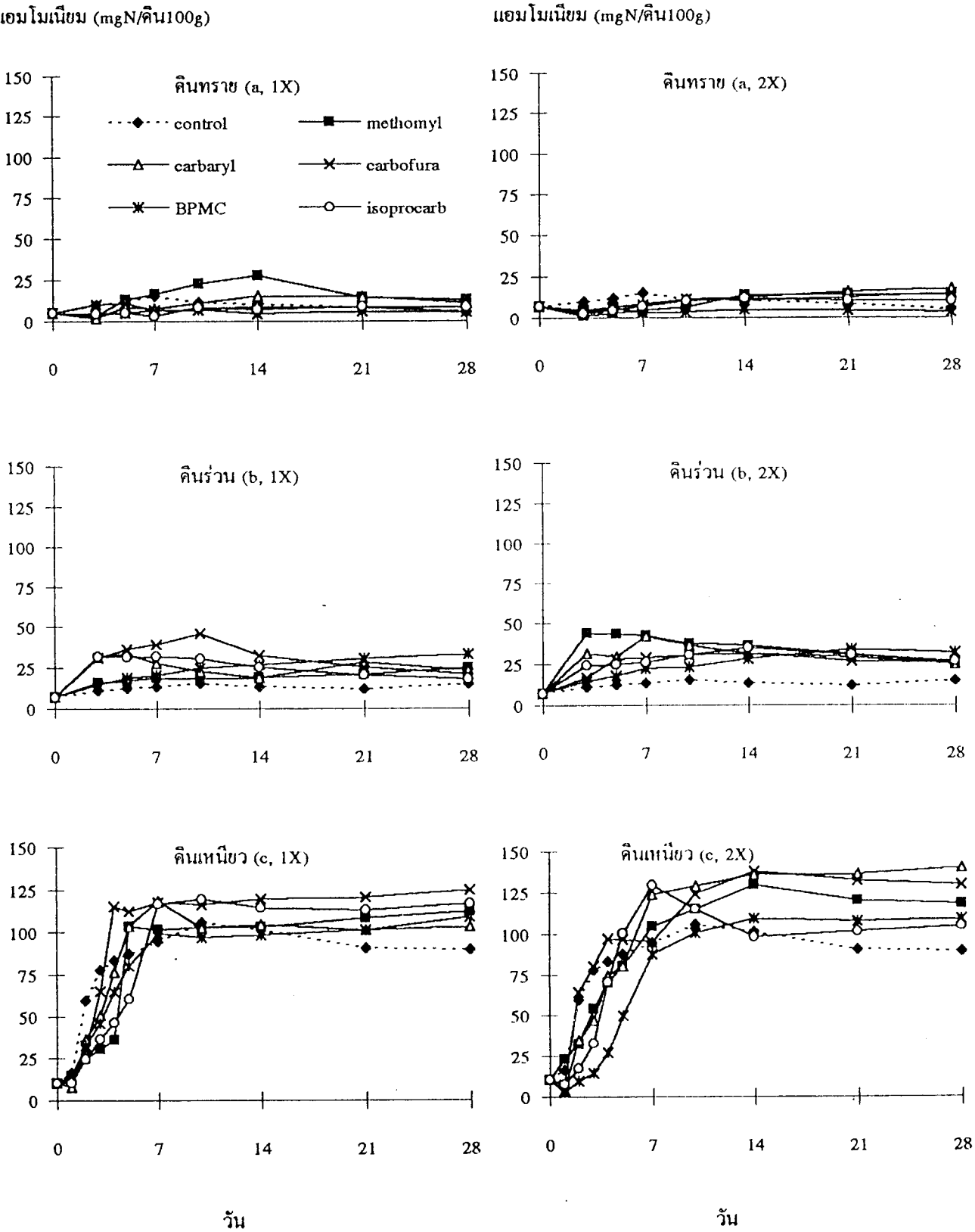
ภาพที่ 2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



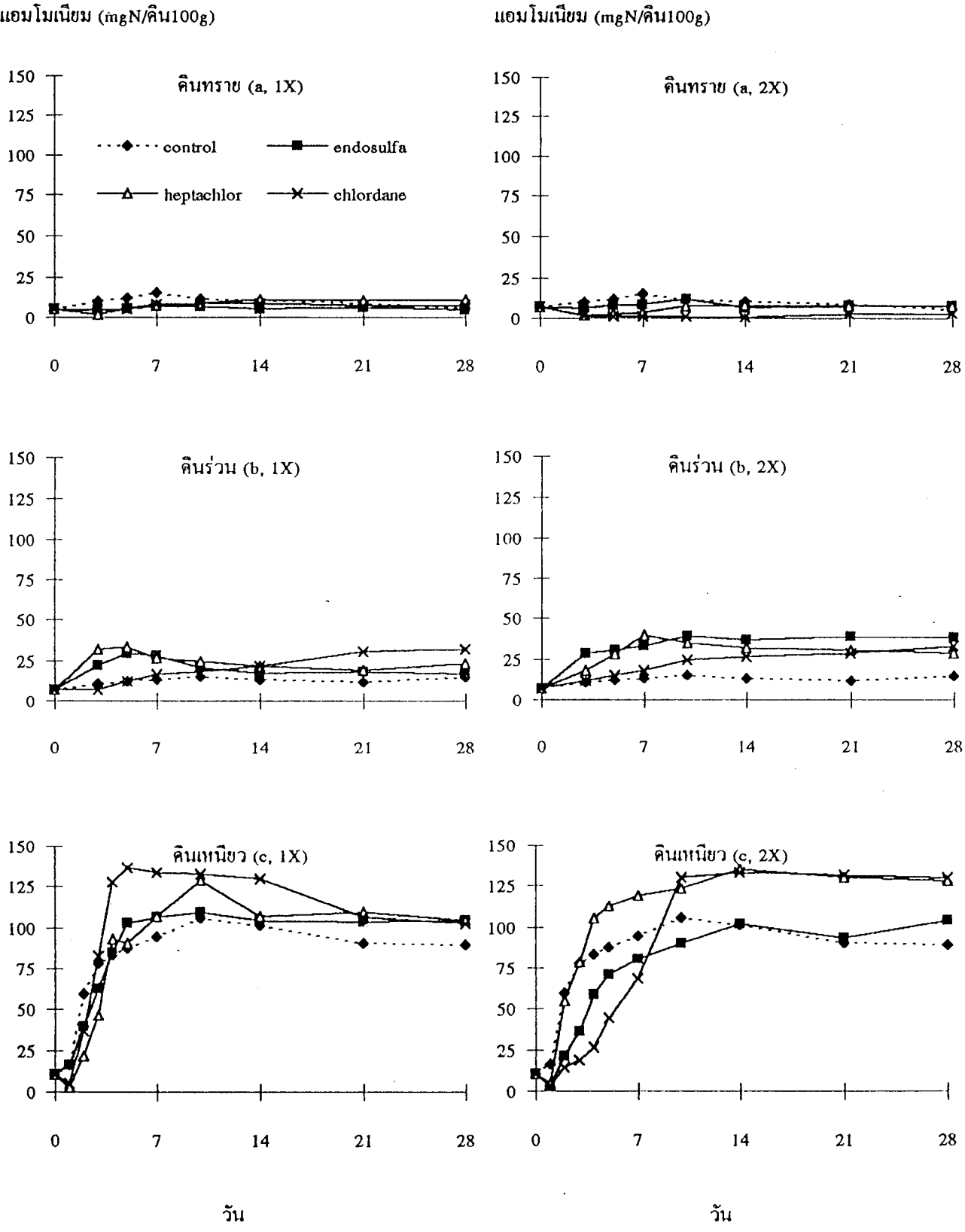
ภาพที่ 3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และ ดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgNต่อดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



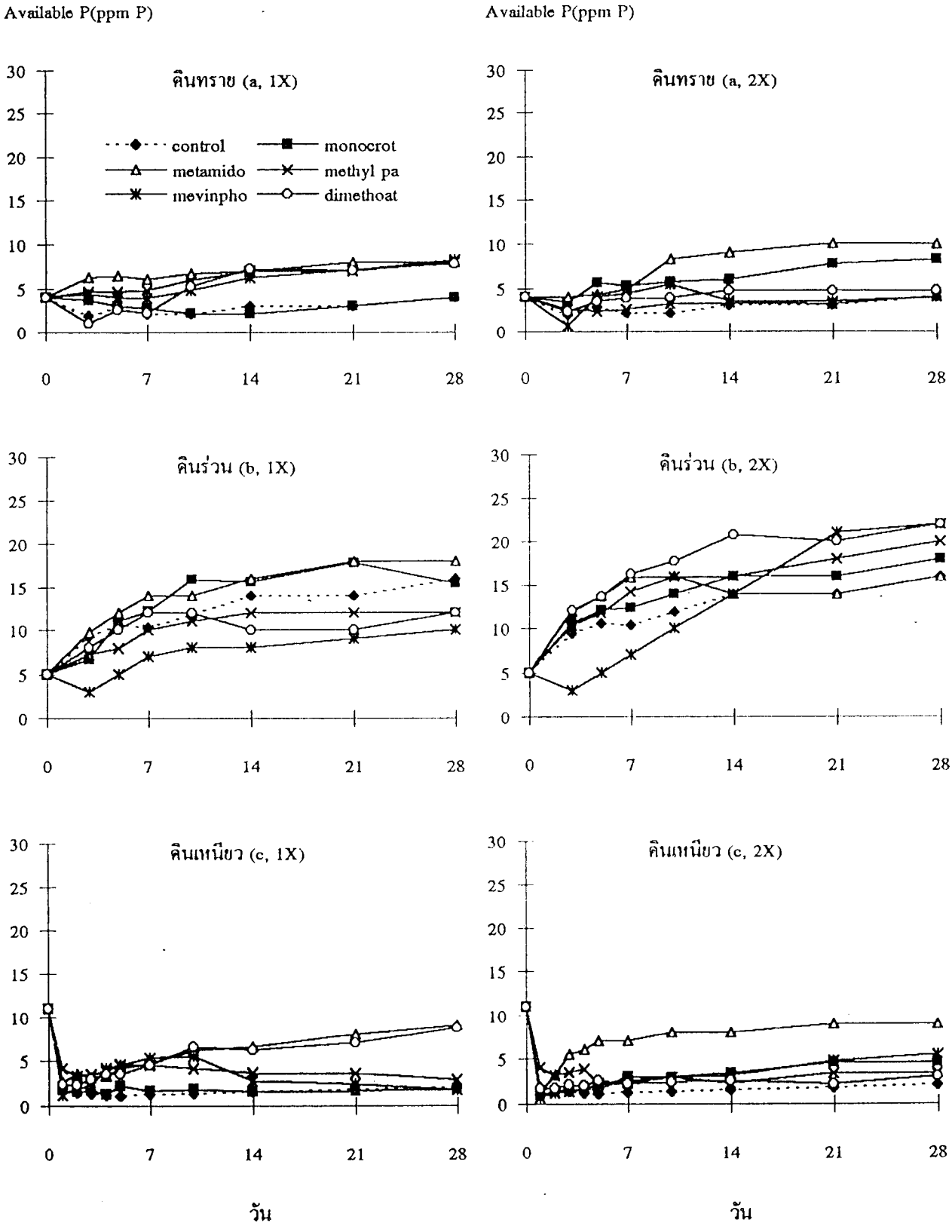
ภาพที่ 4 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินทราย(a),ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



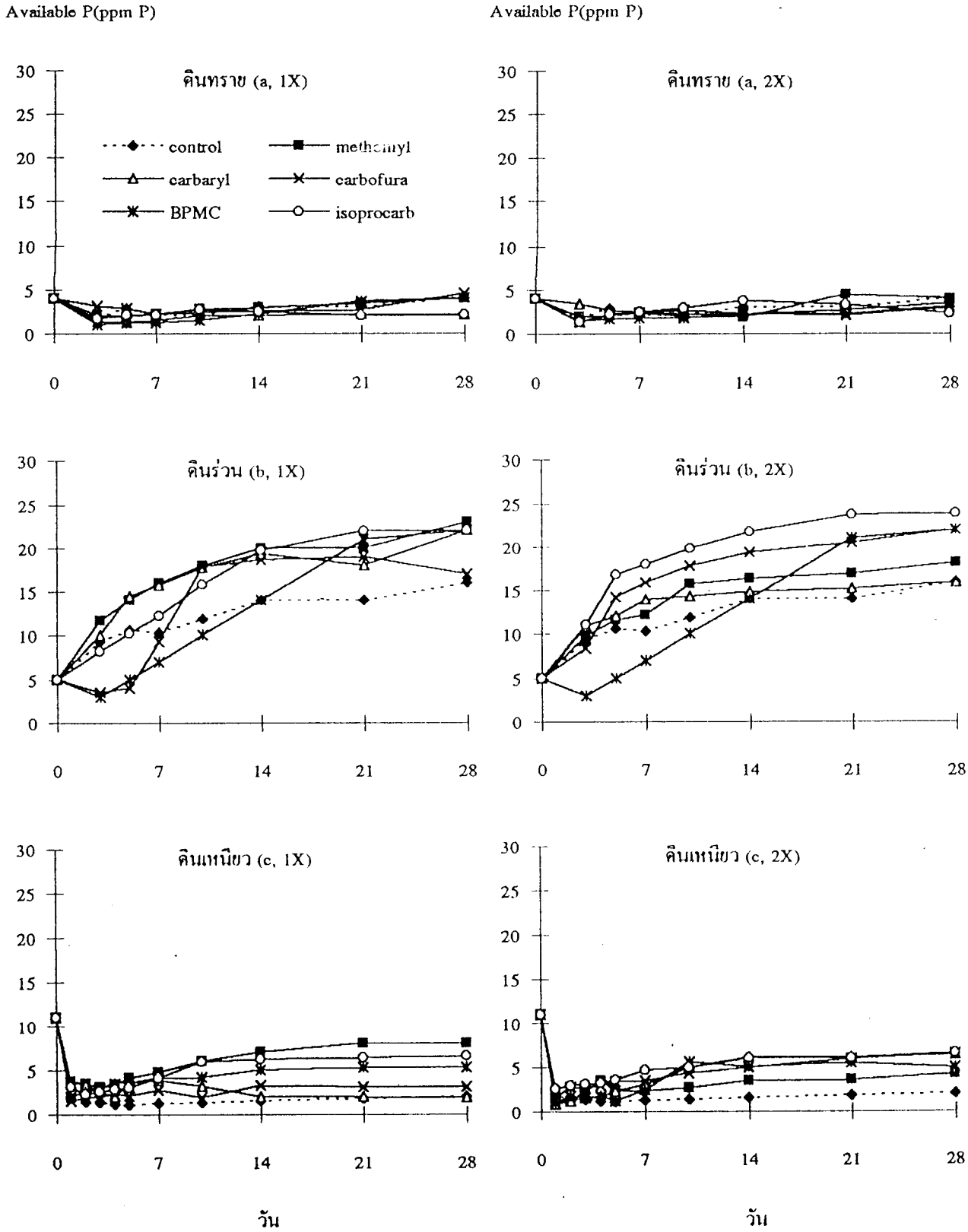
ภาพที่ 5 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



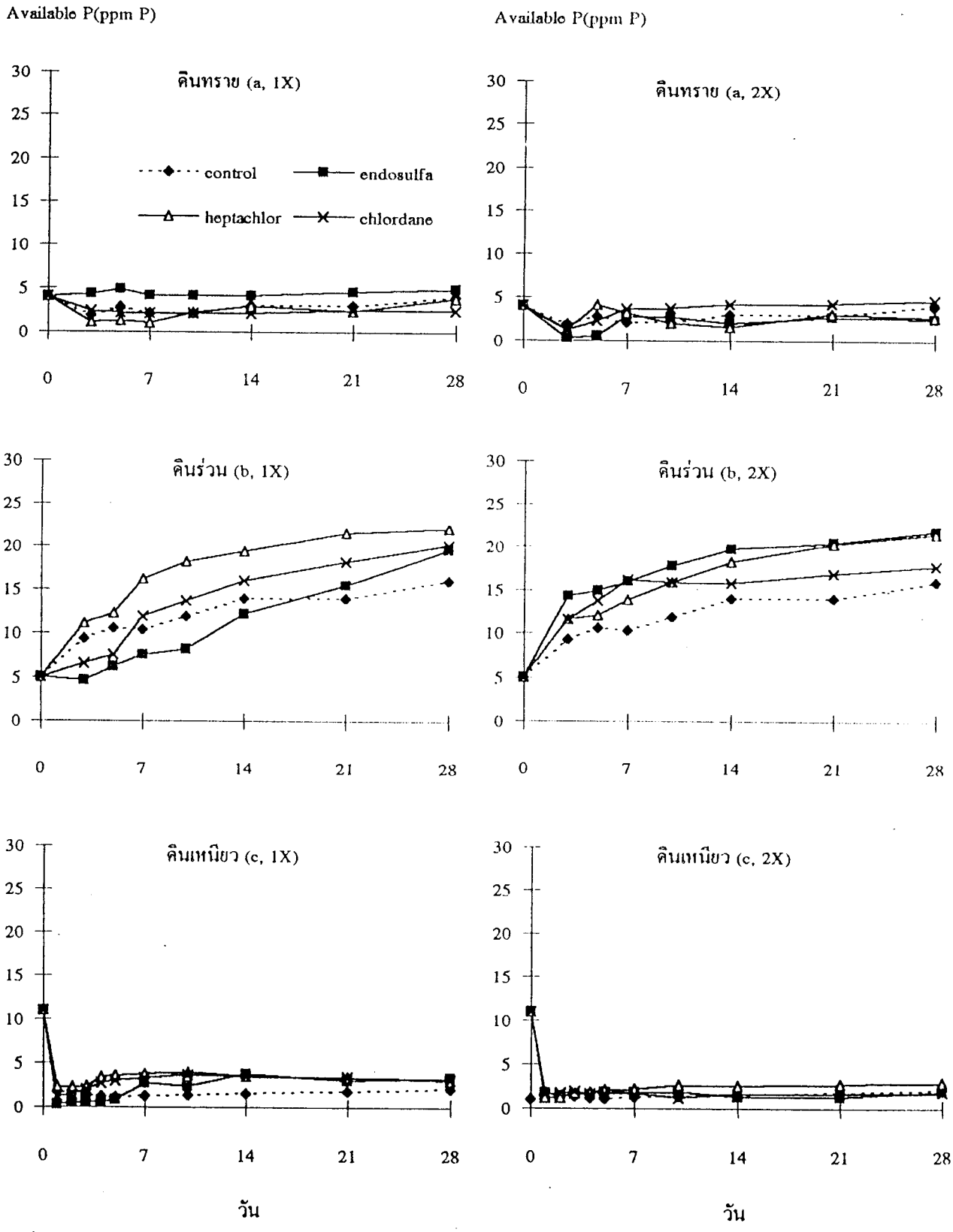
ภาพที่ 6 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินทราย(a),ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



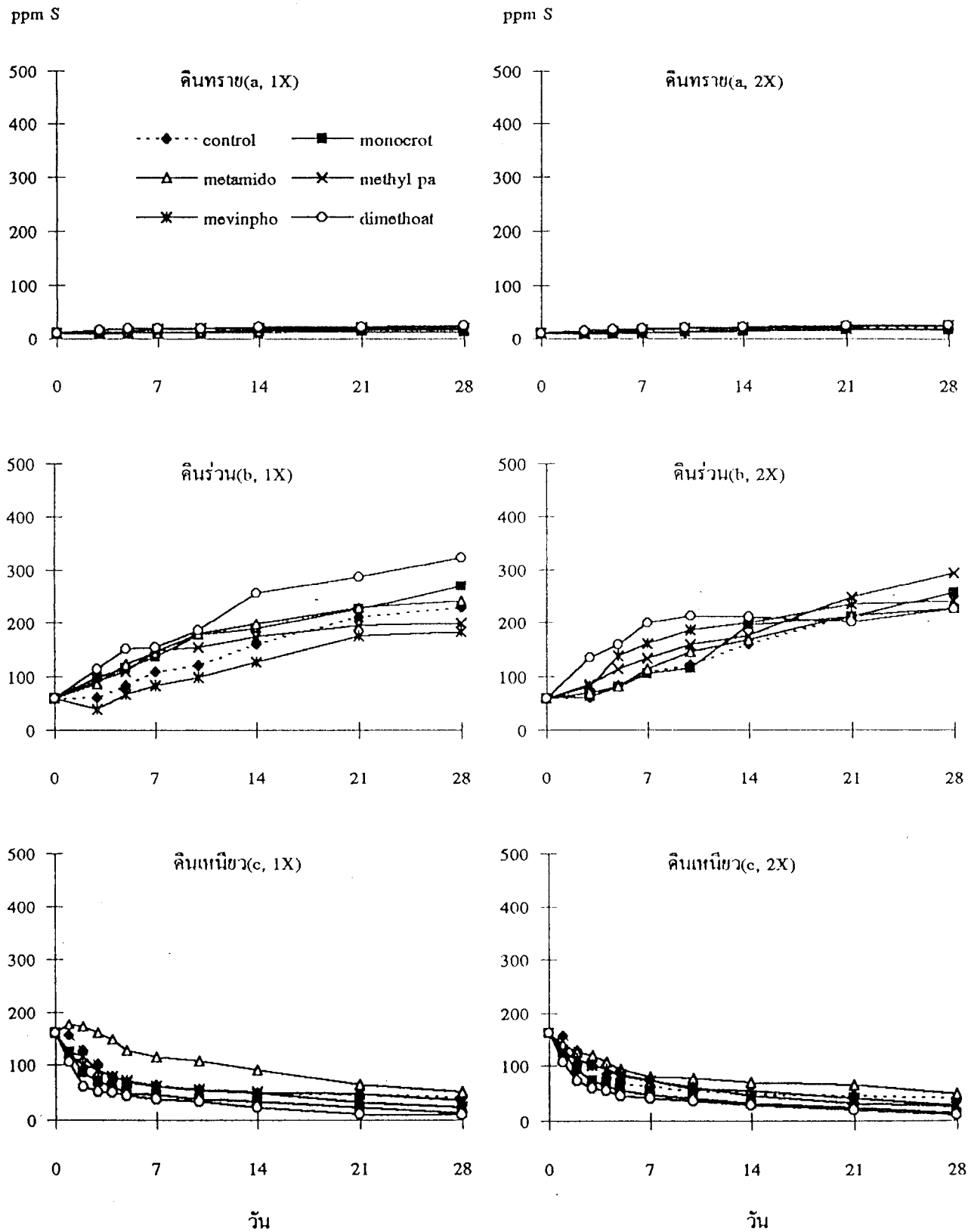
ภาพที่ 7 ปริมาณavailable Pที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN /ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



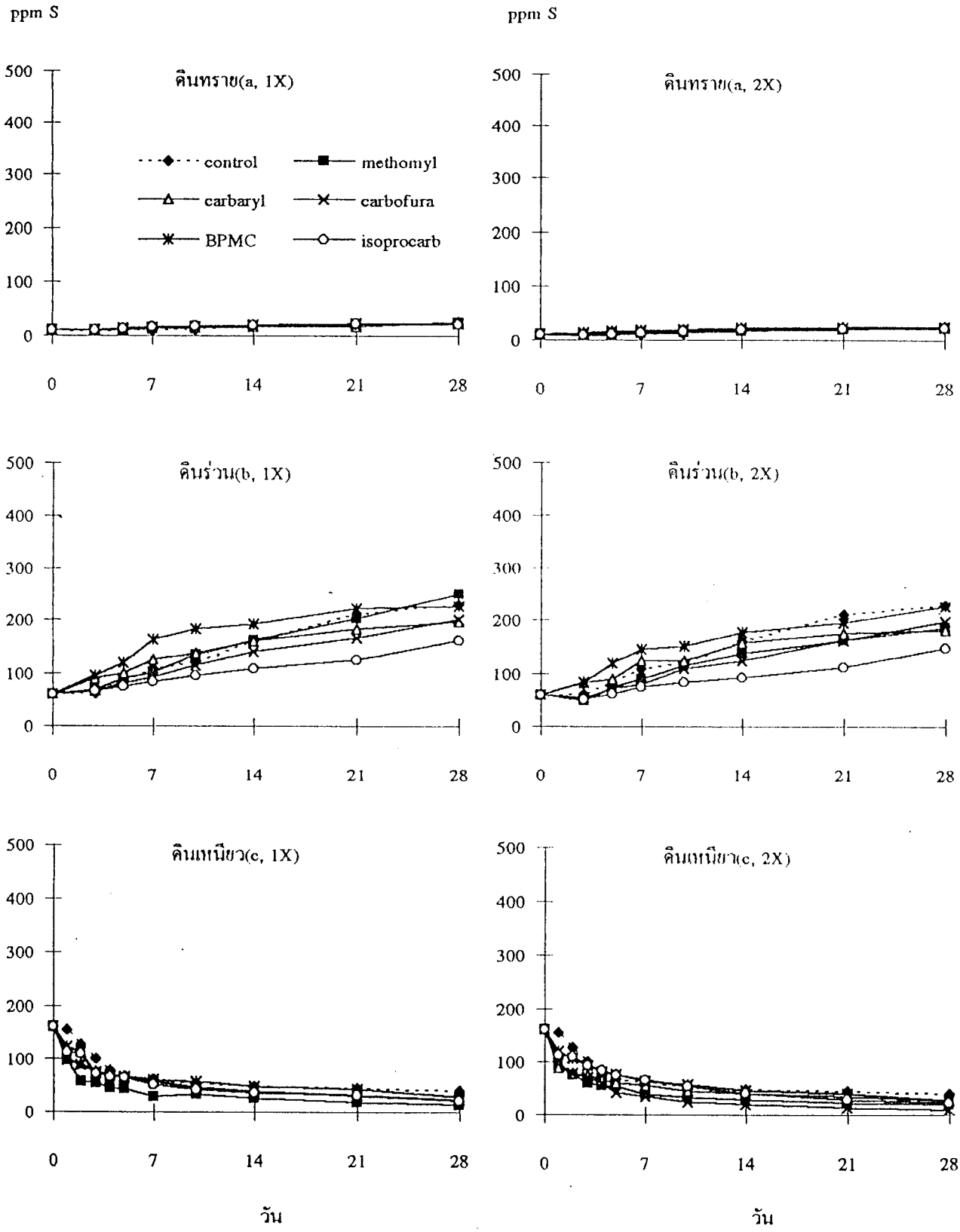
ภาพที่ 8 ปริมาณ available Pที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



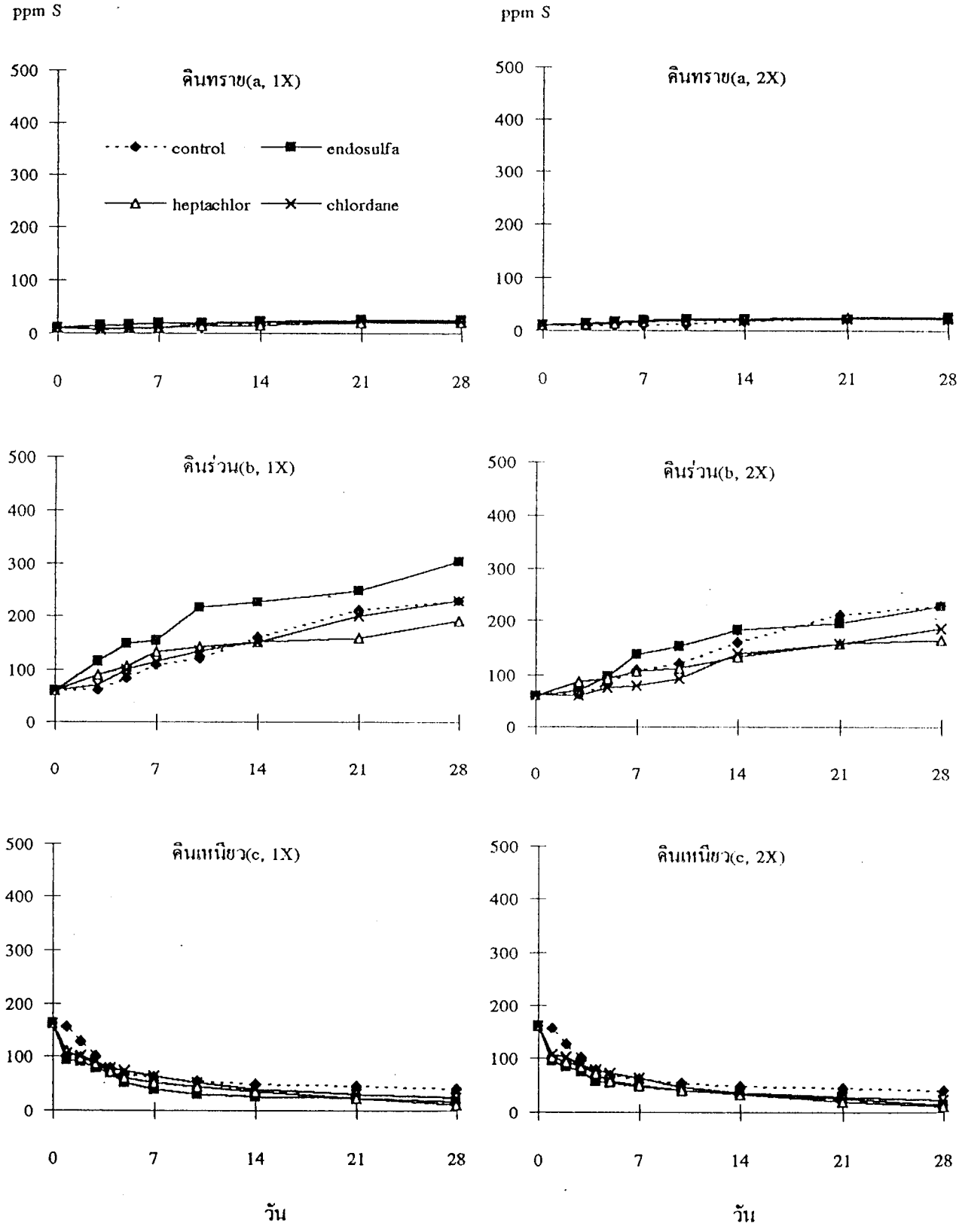
ภาพที่ 9 ปริมาณavailable Pที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC,152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



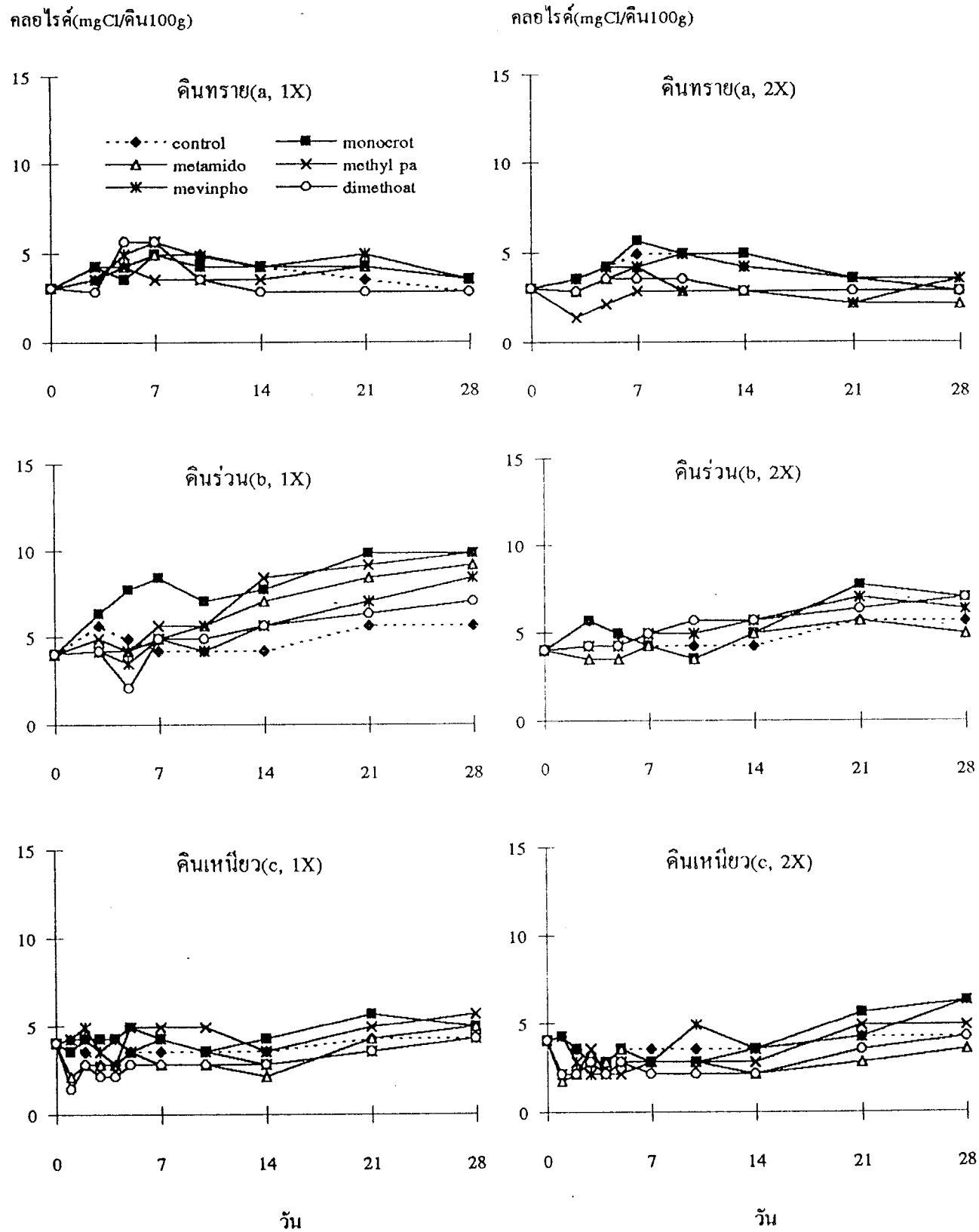
ภาพที่ 10 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgCและ152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



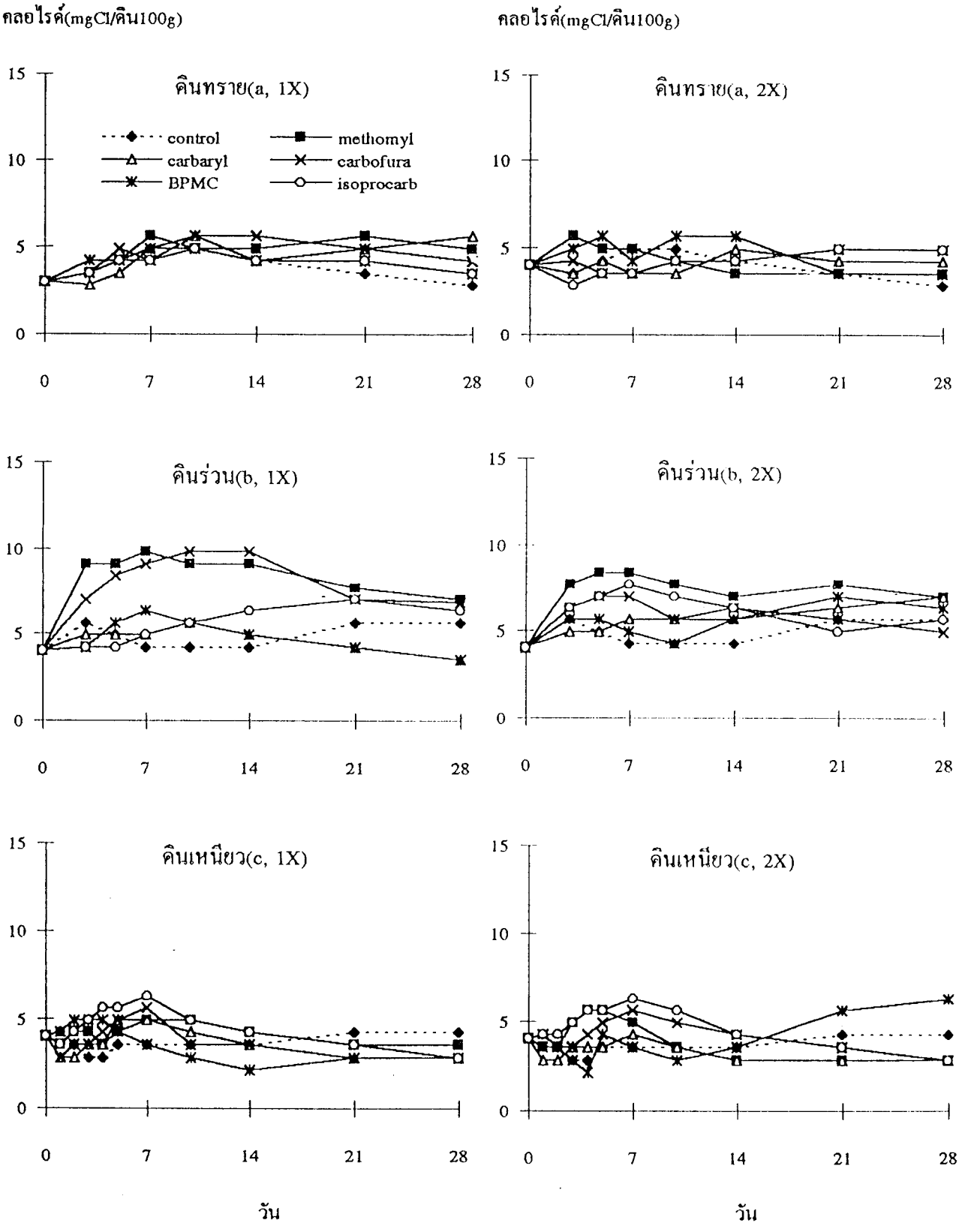
ภาพที่ 11 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



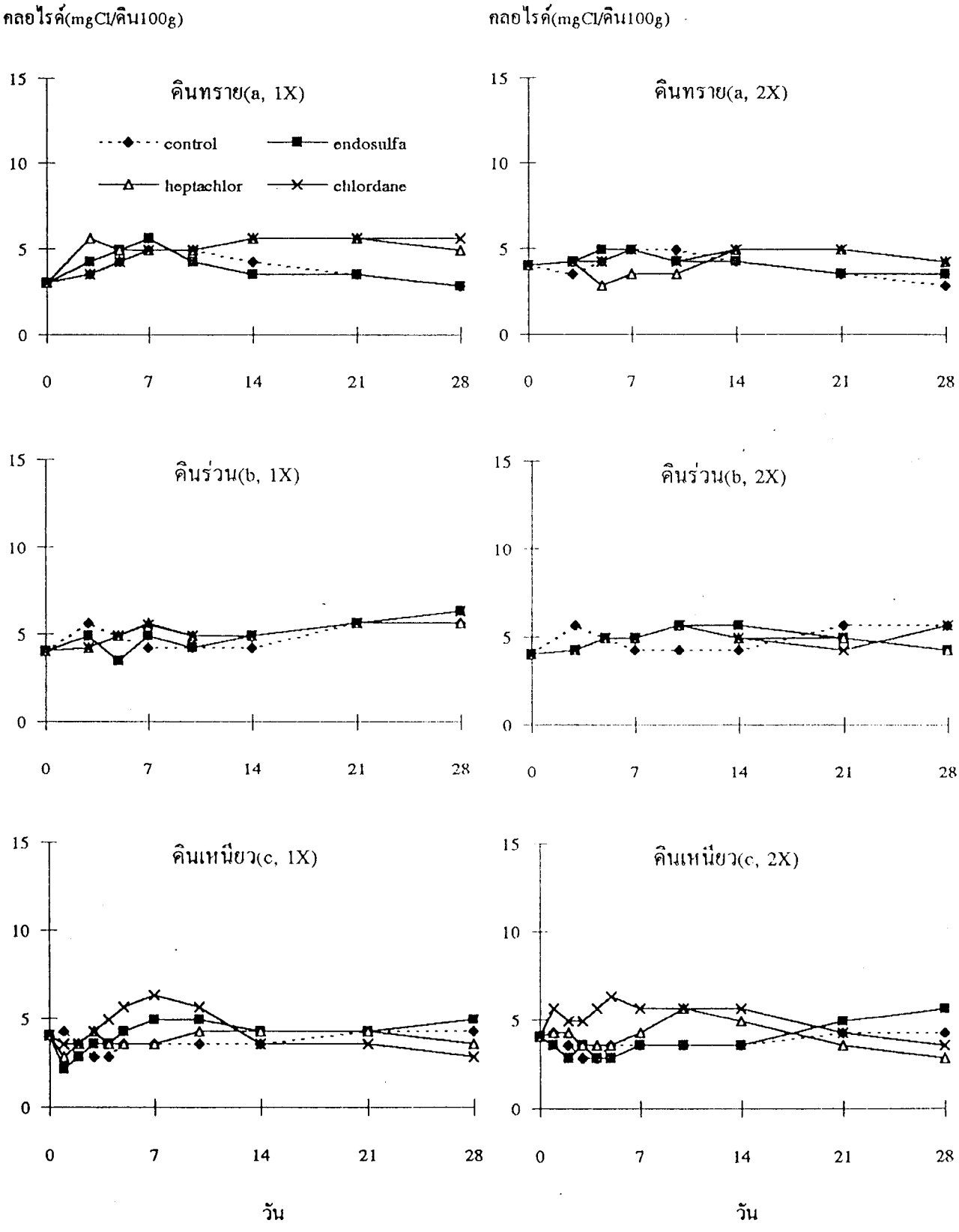
ภาพที่ 12 ปริมาณซัลเฟตที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และ ดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC152mgN/ดินดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูม 40 C



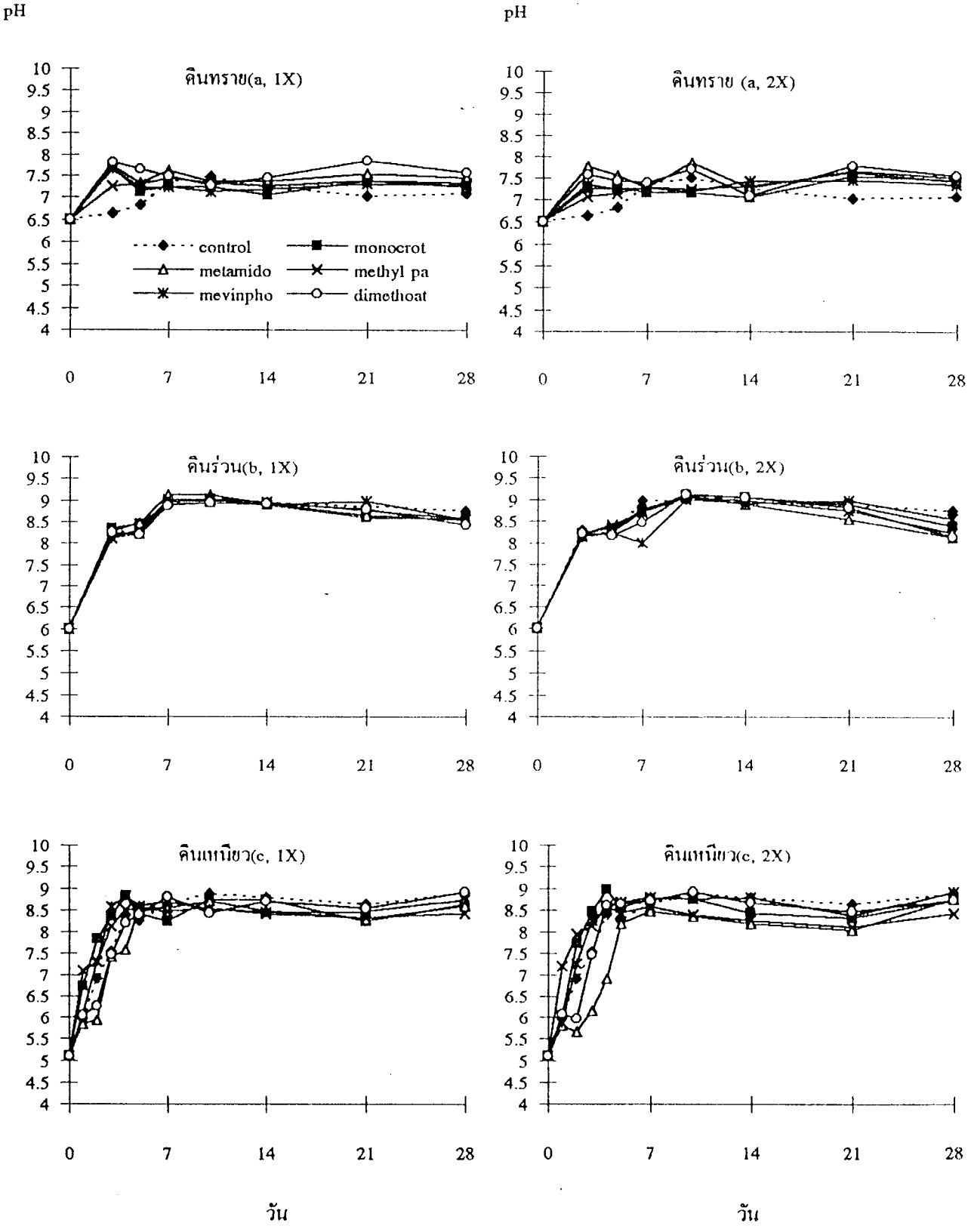
ภาพที่ 13 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanin404mgC,152mgN/ดิน 100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



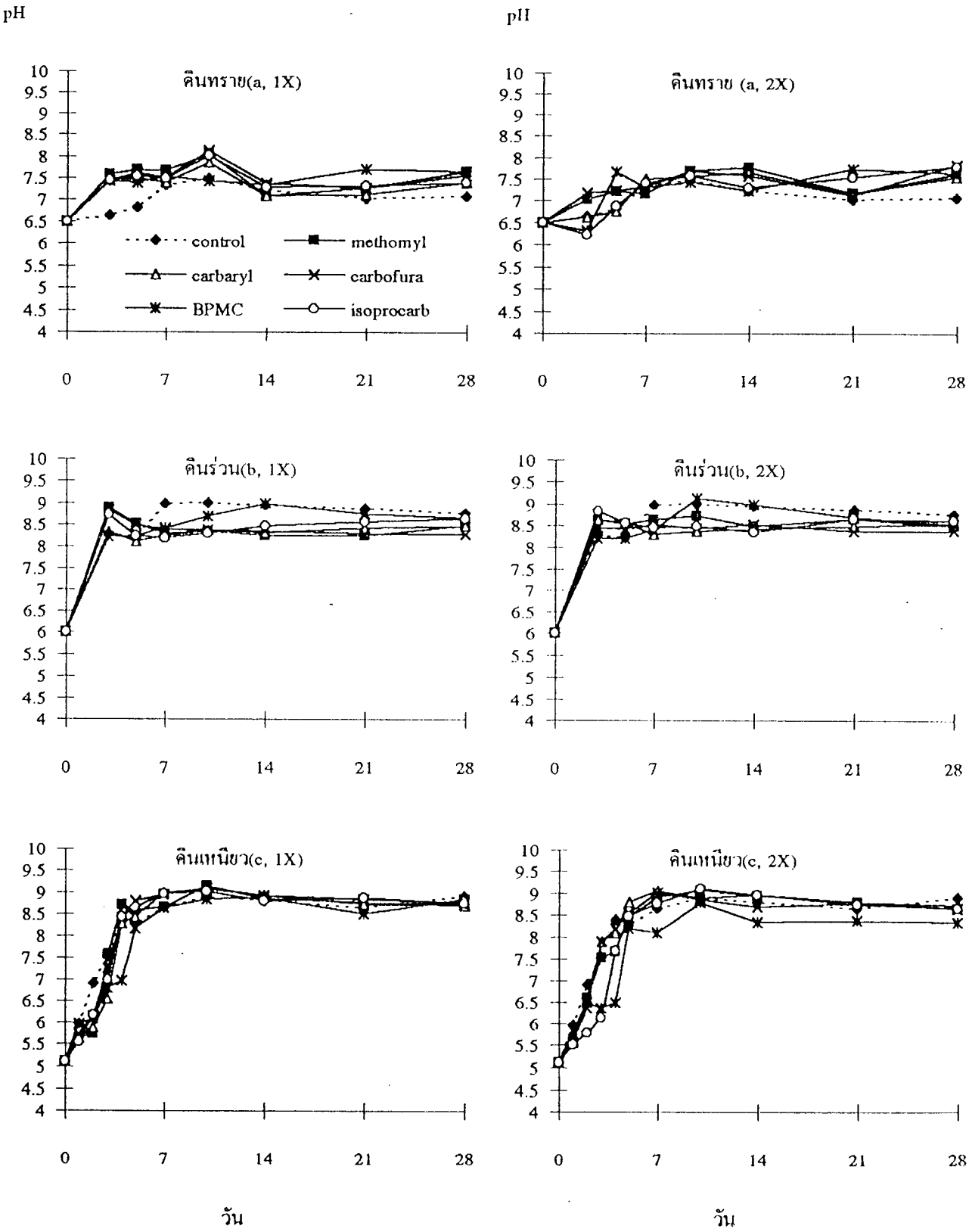
ภาพที่ 14 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากคินทราย(a),คินร่วน(b)และคินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)คินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/คิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



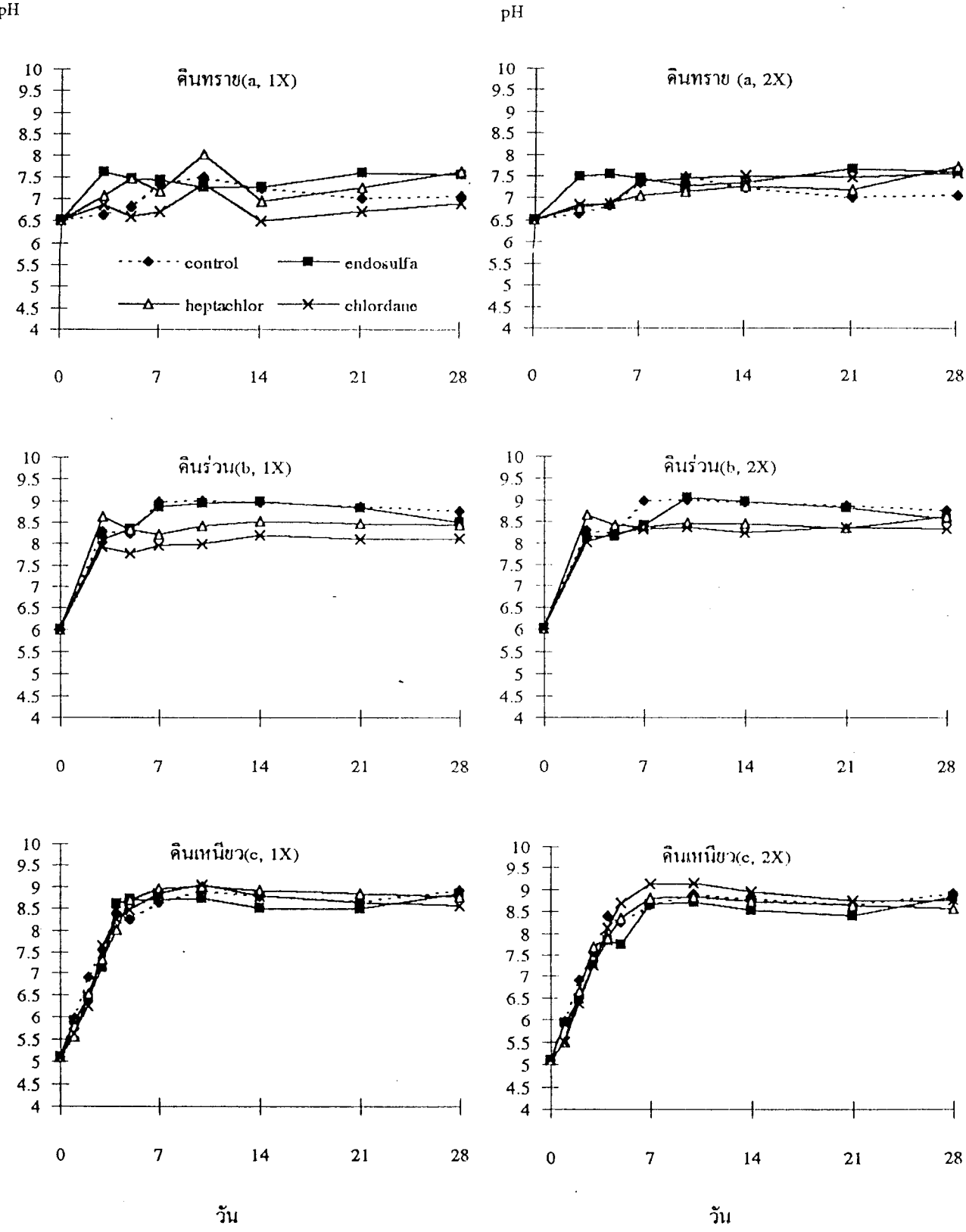
ภาพที่ 15 ปริมาณคลอไรด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanin 404mgC,152mgN/ดิน 100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



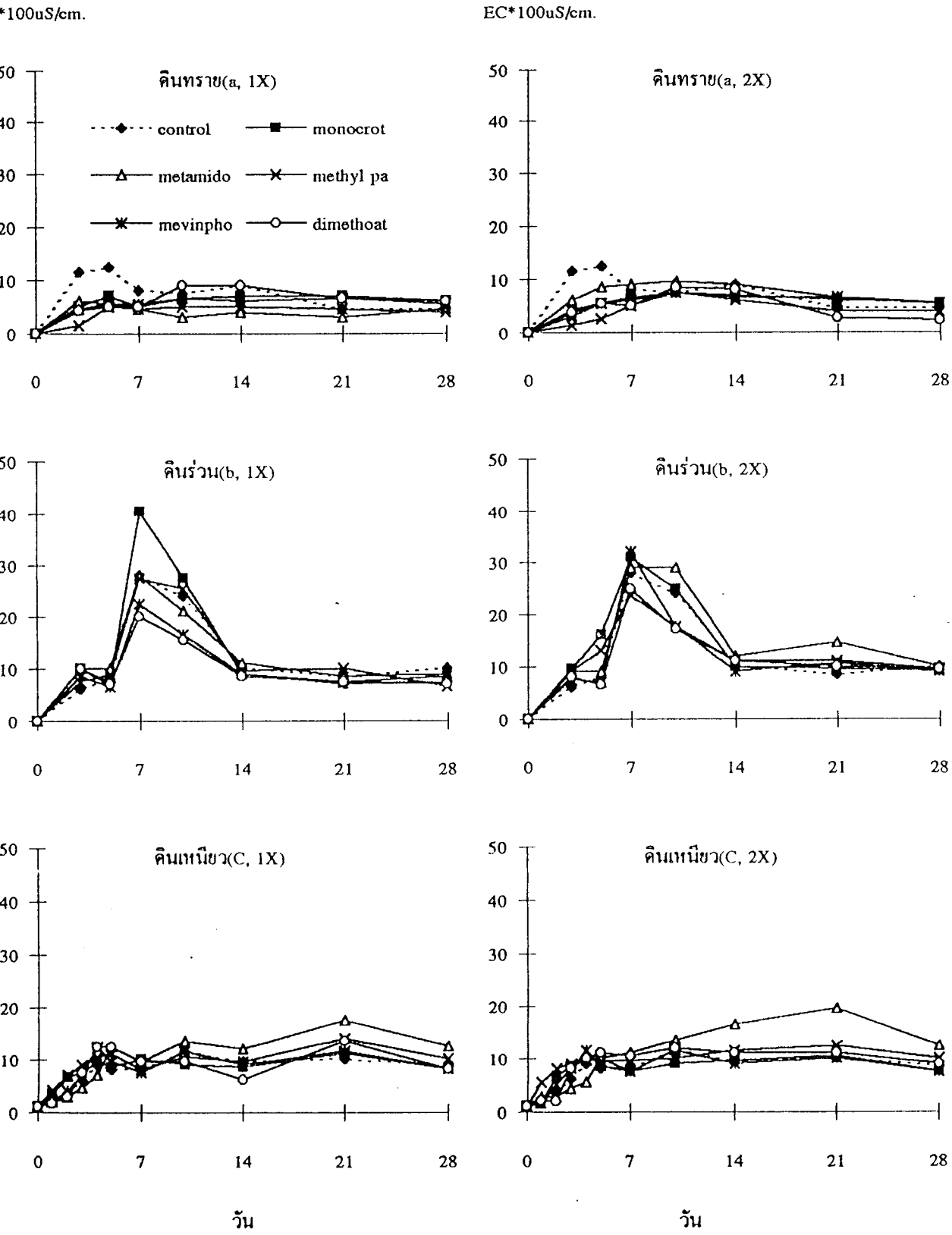
ภาพที่ 16 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a), ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



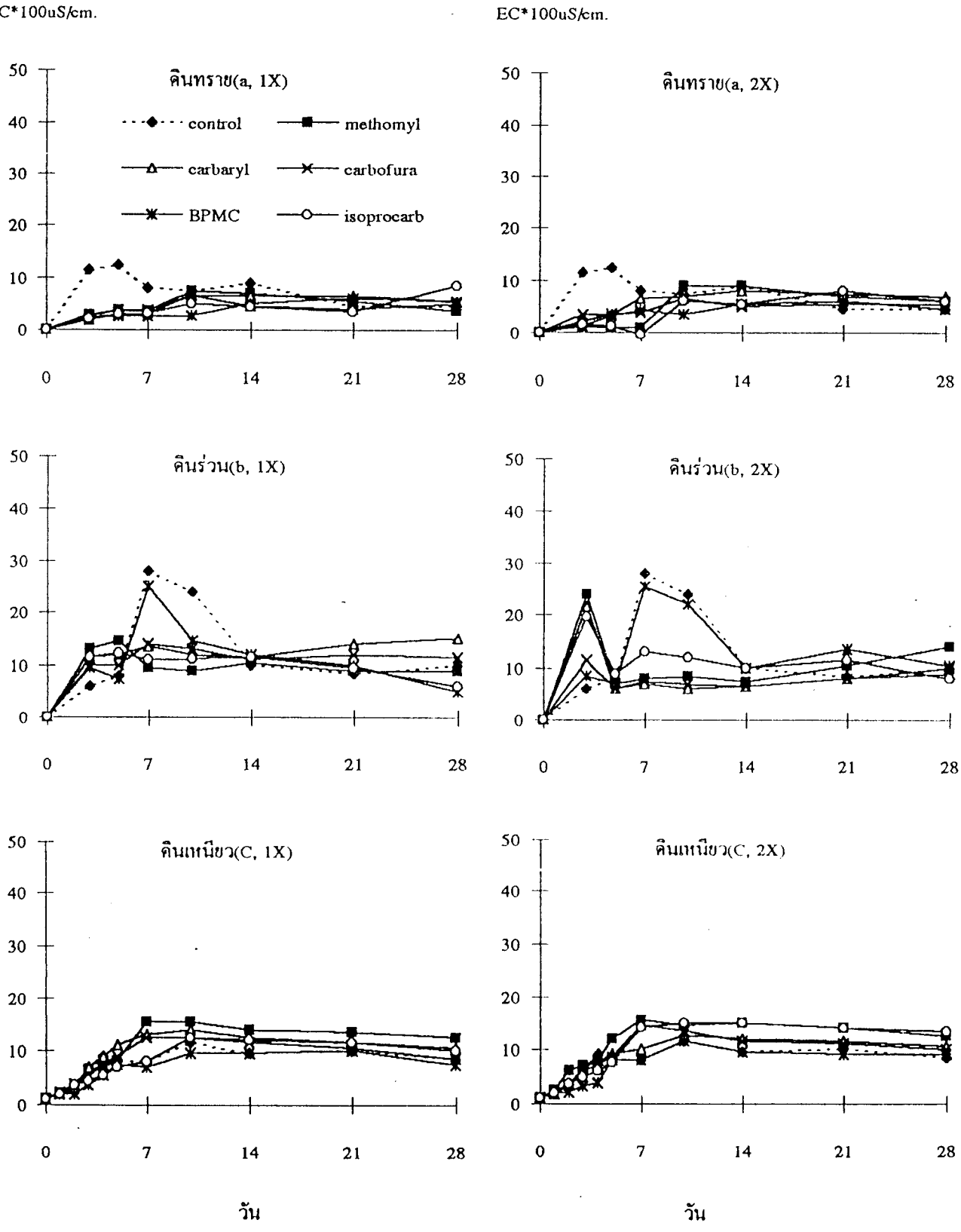
ภาพที่ 17 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a), ดินร่วน(b) และ ดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



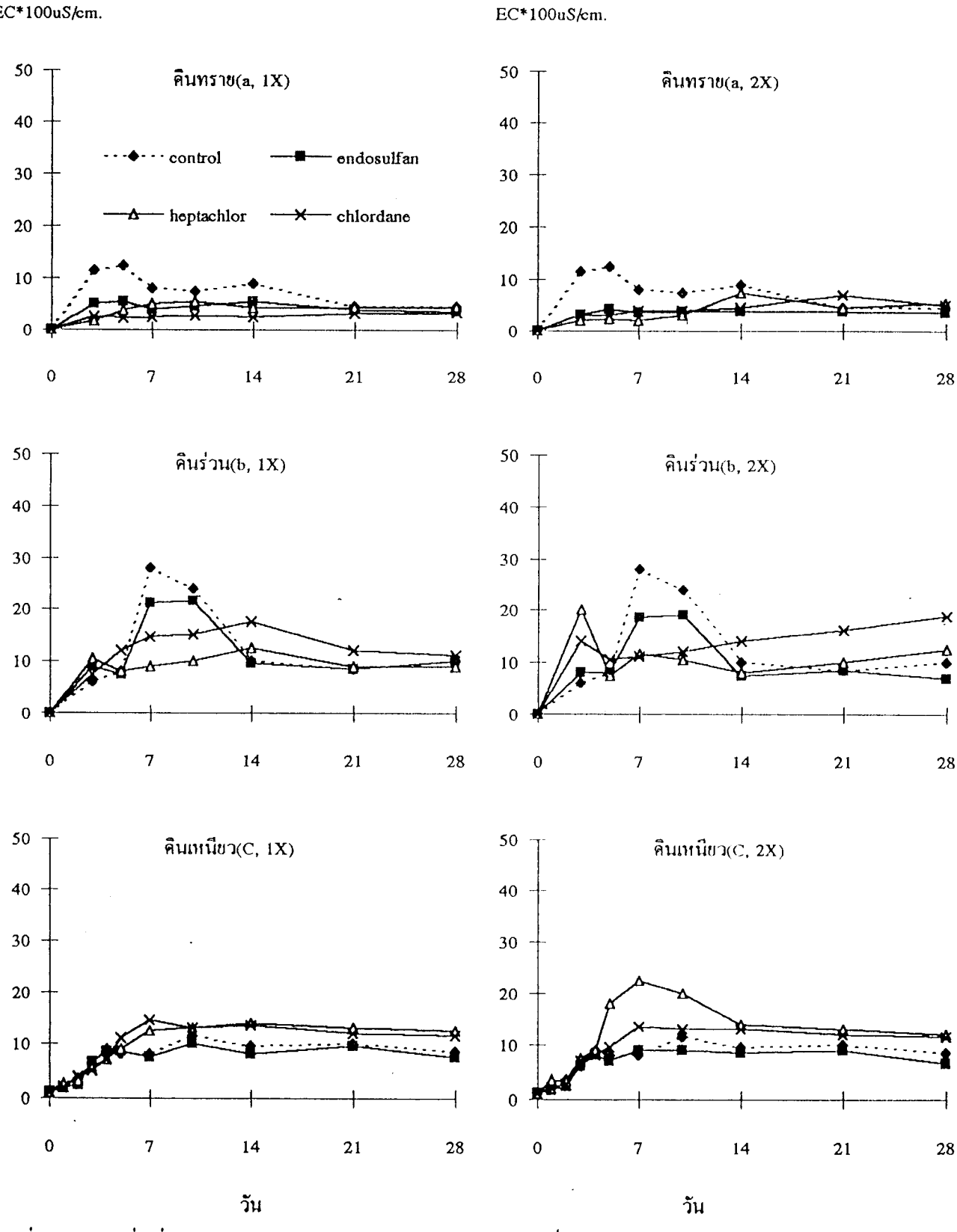
ภาพที่ 18 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a),ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C



พที่ 19 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a), ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C

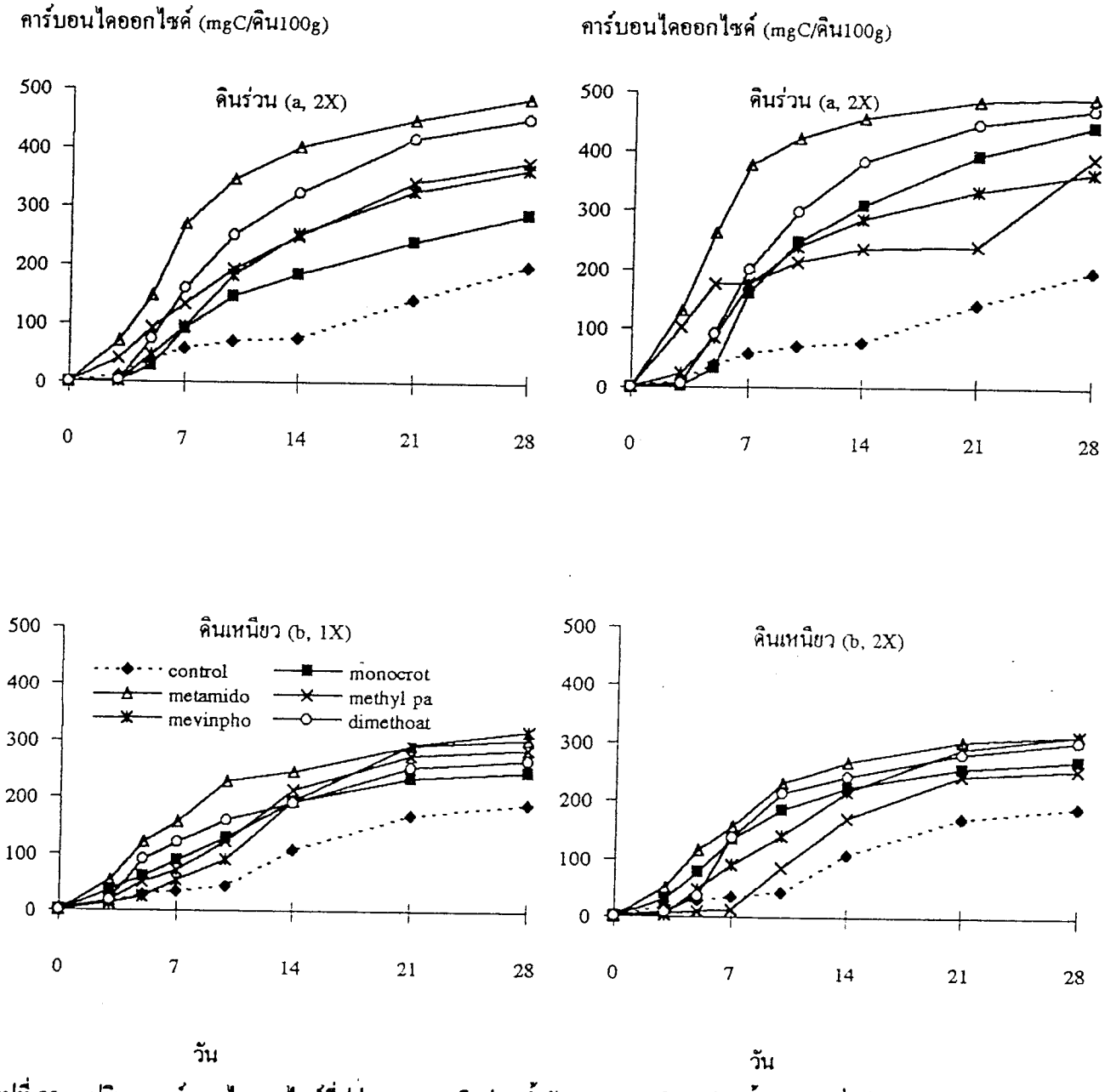


าพที่ 20 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a), ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C

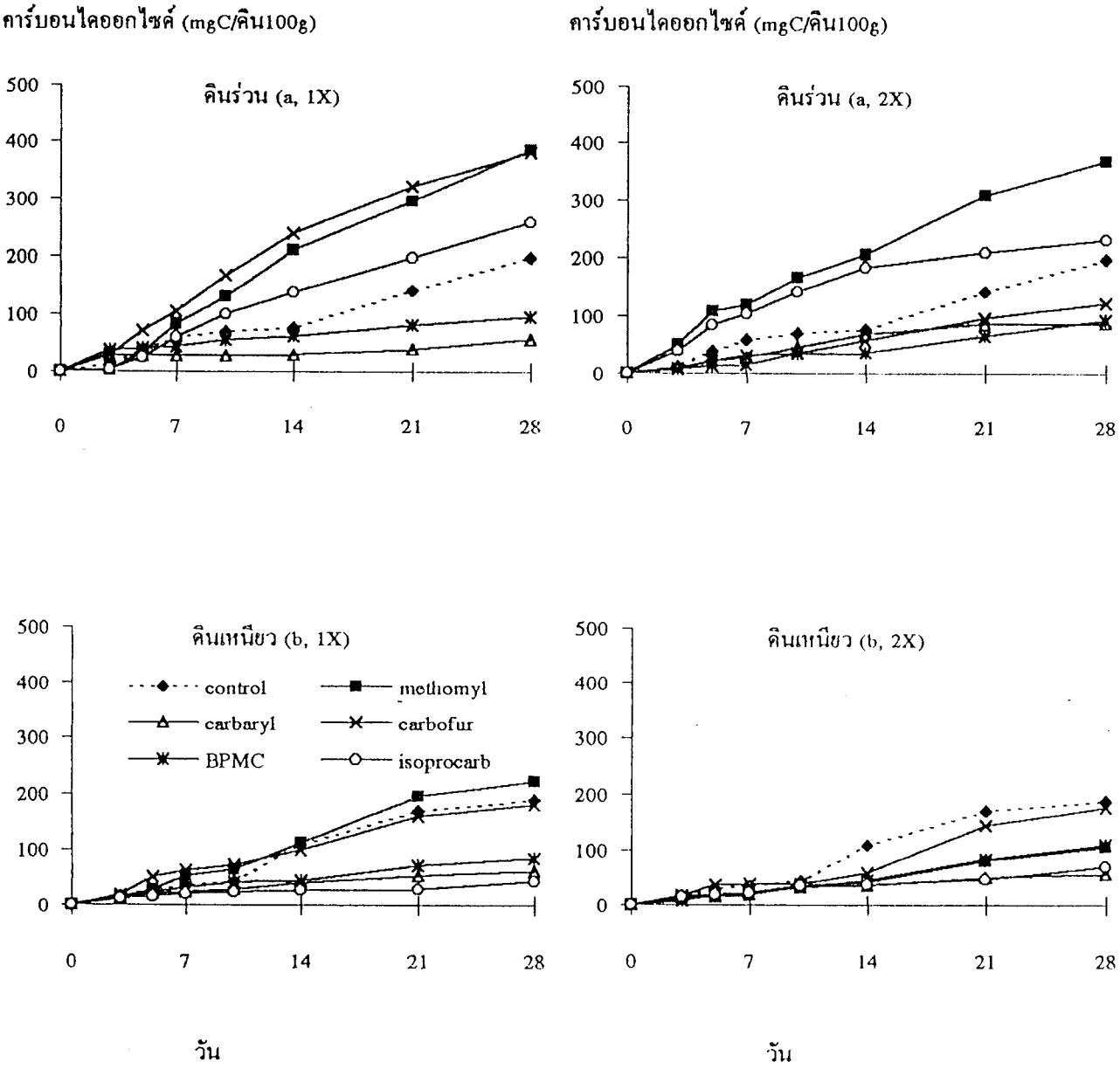


ภาพที่ 21 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินทราย(a), ดินร่วน(b)และดินเหนียว(c)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 C

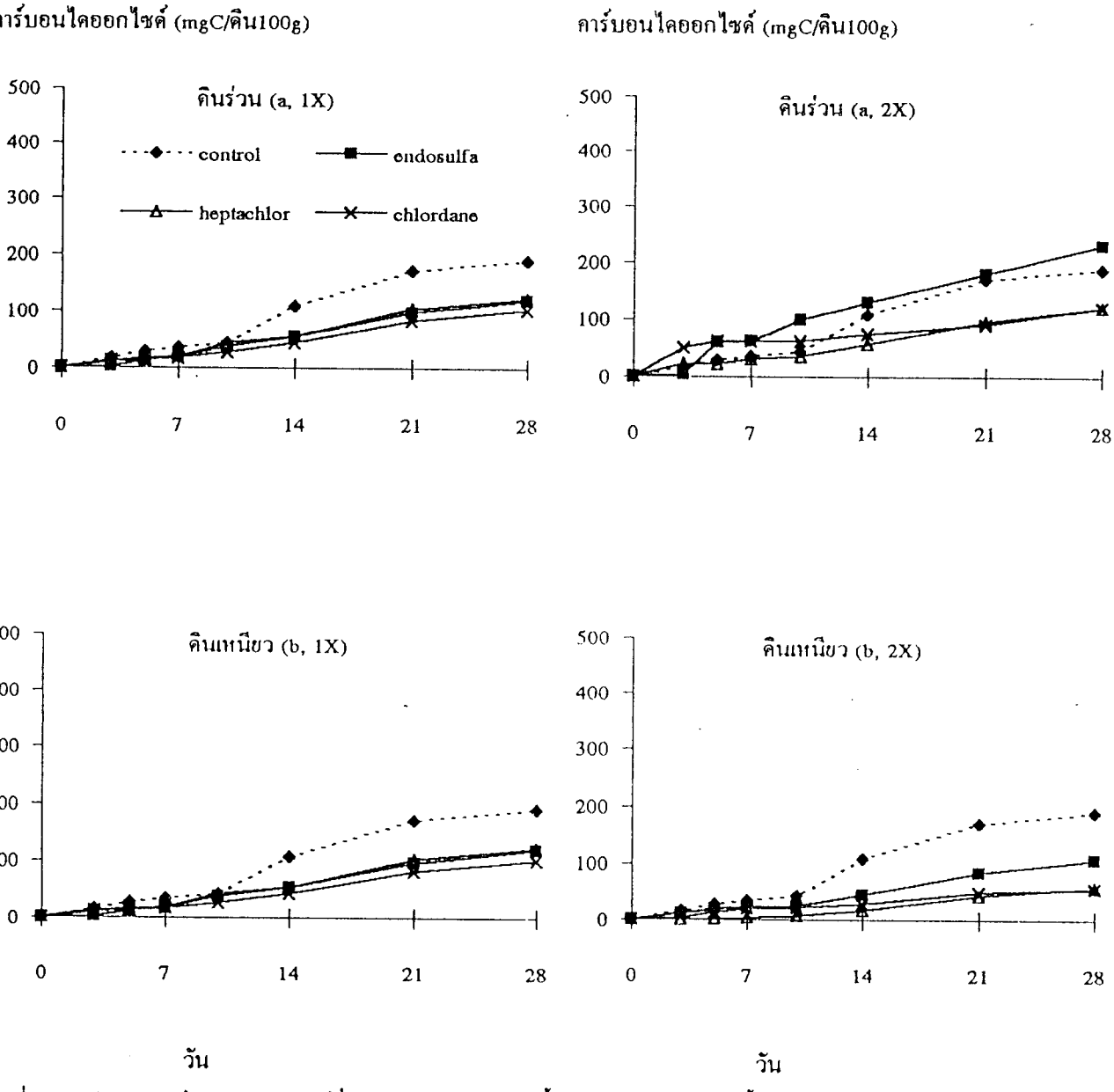
ภาพแสดงผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และลักษณะสมบัติทางเคมีของดินที่บ่มในสภาพน้ำขัง



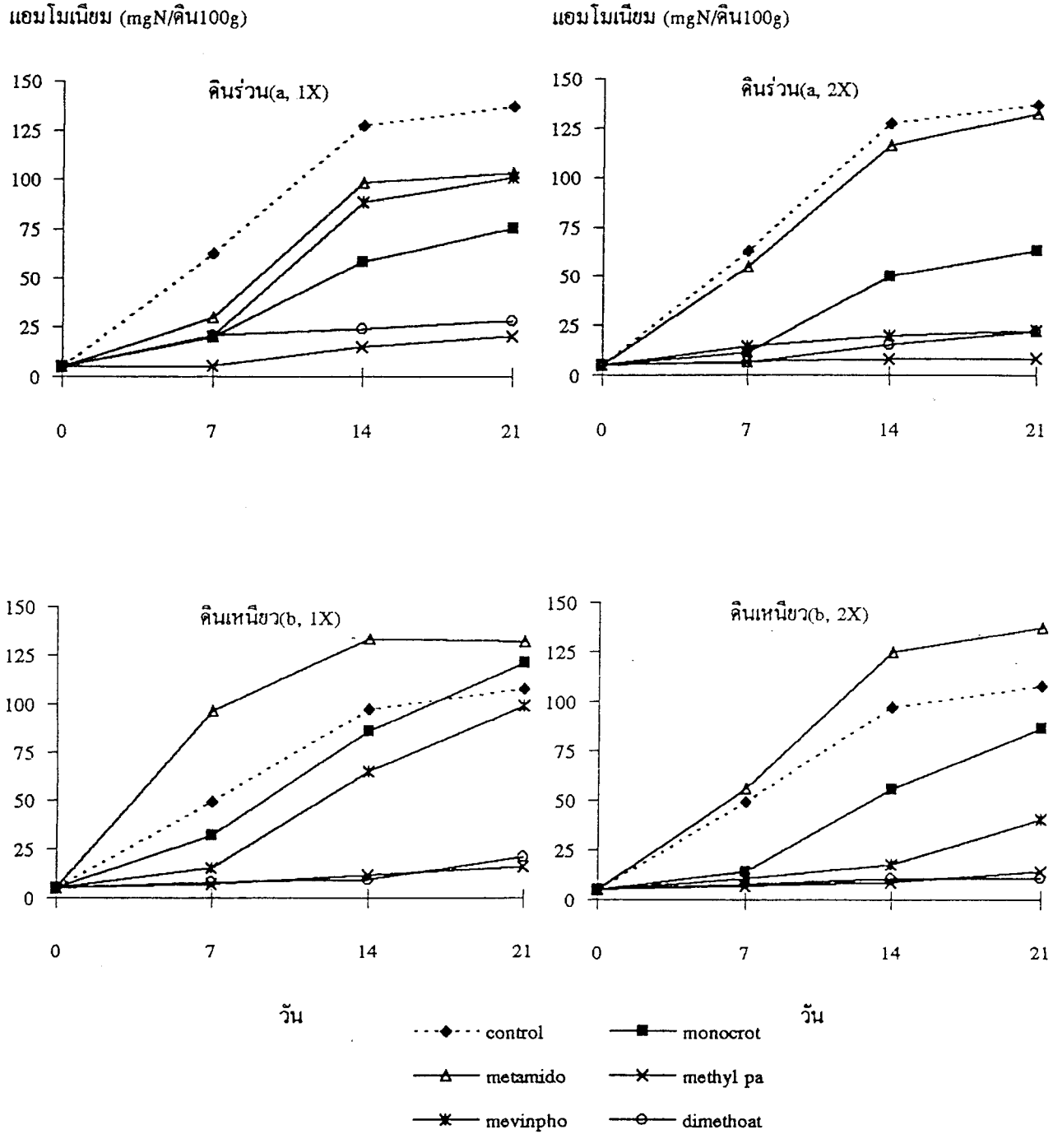
รูปที่ 22 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง (a) และดินเหนียวน้ำขัง (b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC,152mgN/ดิน 100 g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



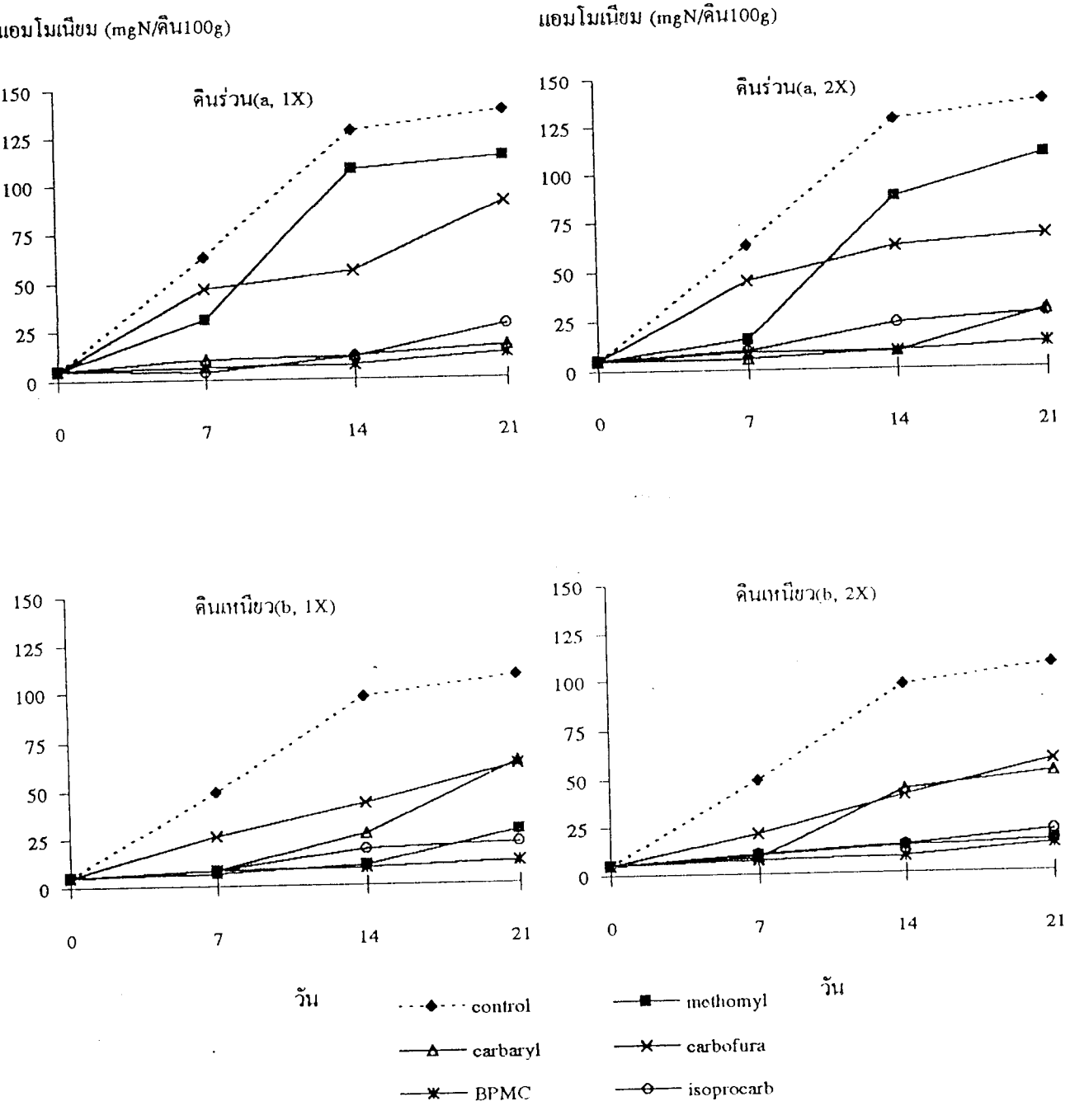
ภาพที่ 23 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC,152mgN/ดิน 100 g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



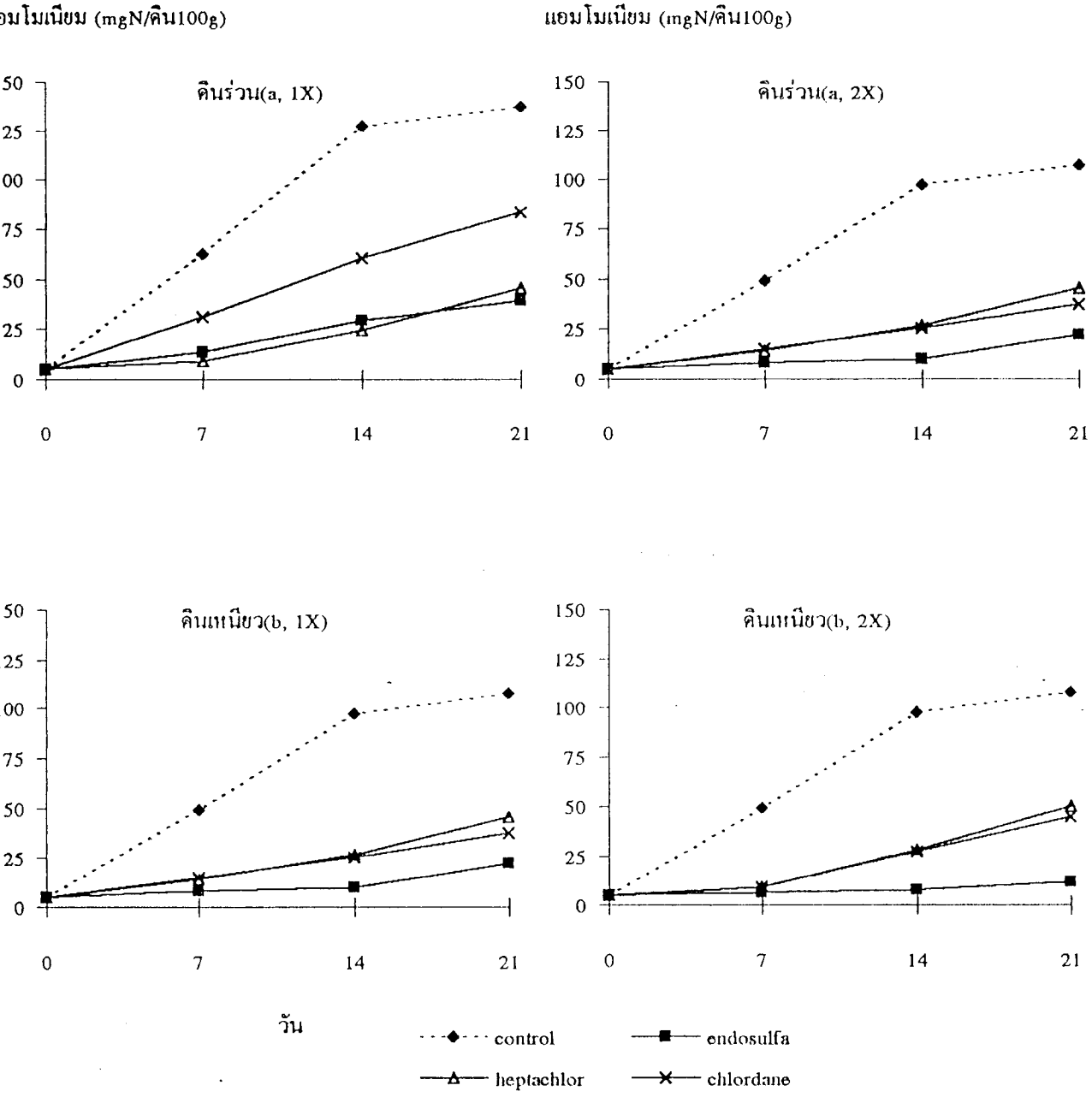
พที่ 24 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลง ศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินทุกตำรับได้รับalanine 404mgC,152mgN/ดิน 100 g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



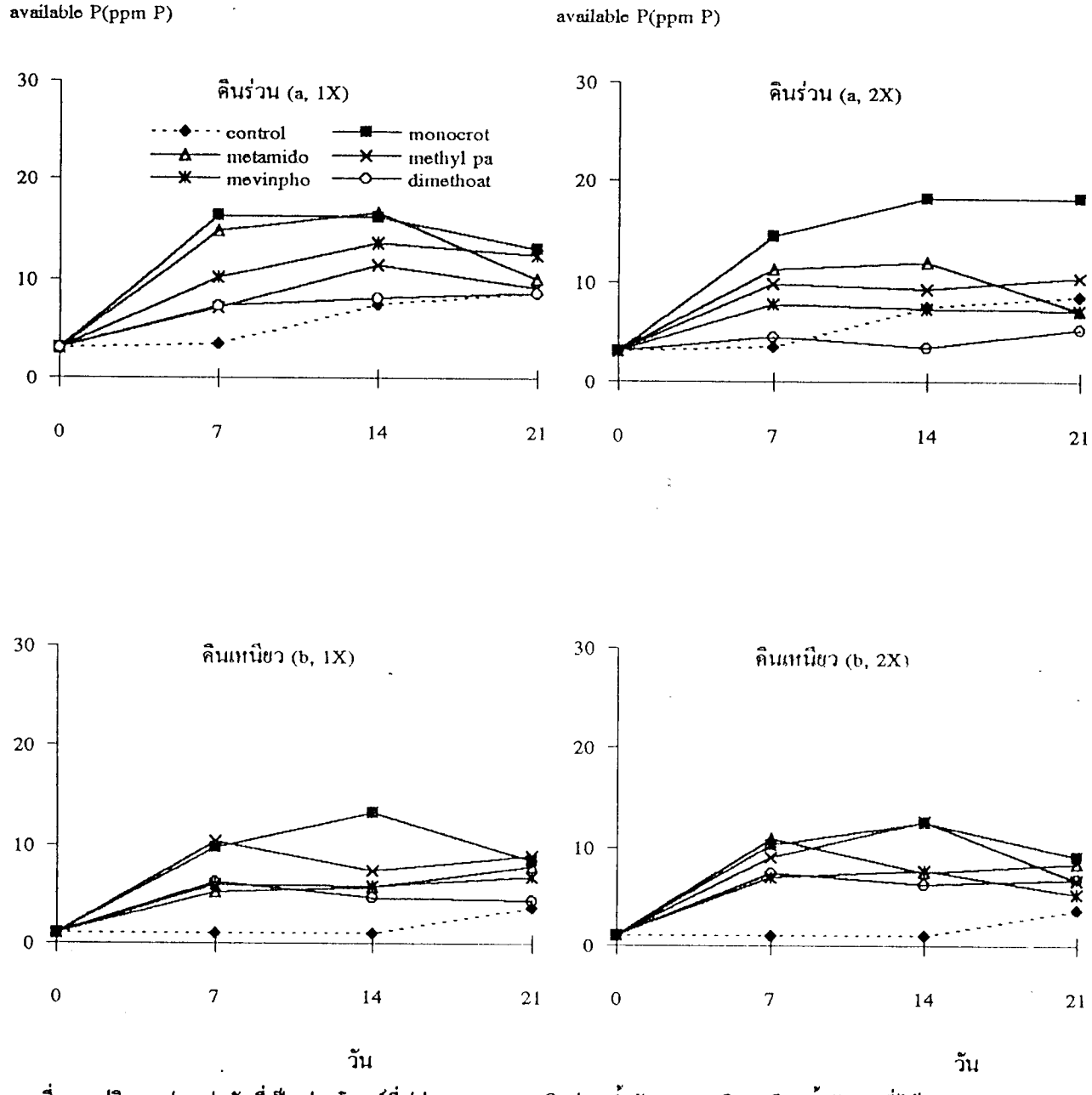
รูปที่ 25 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



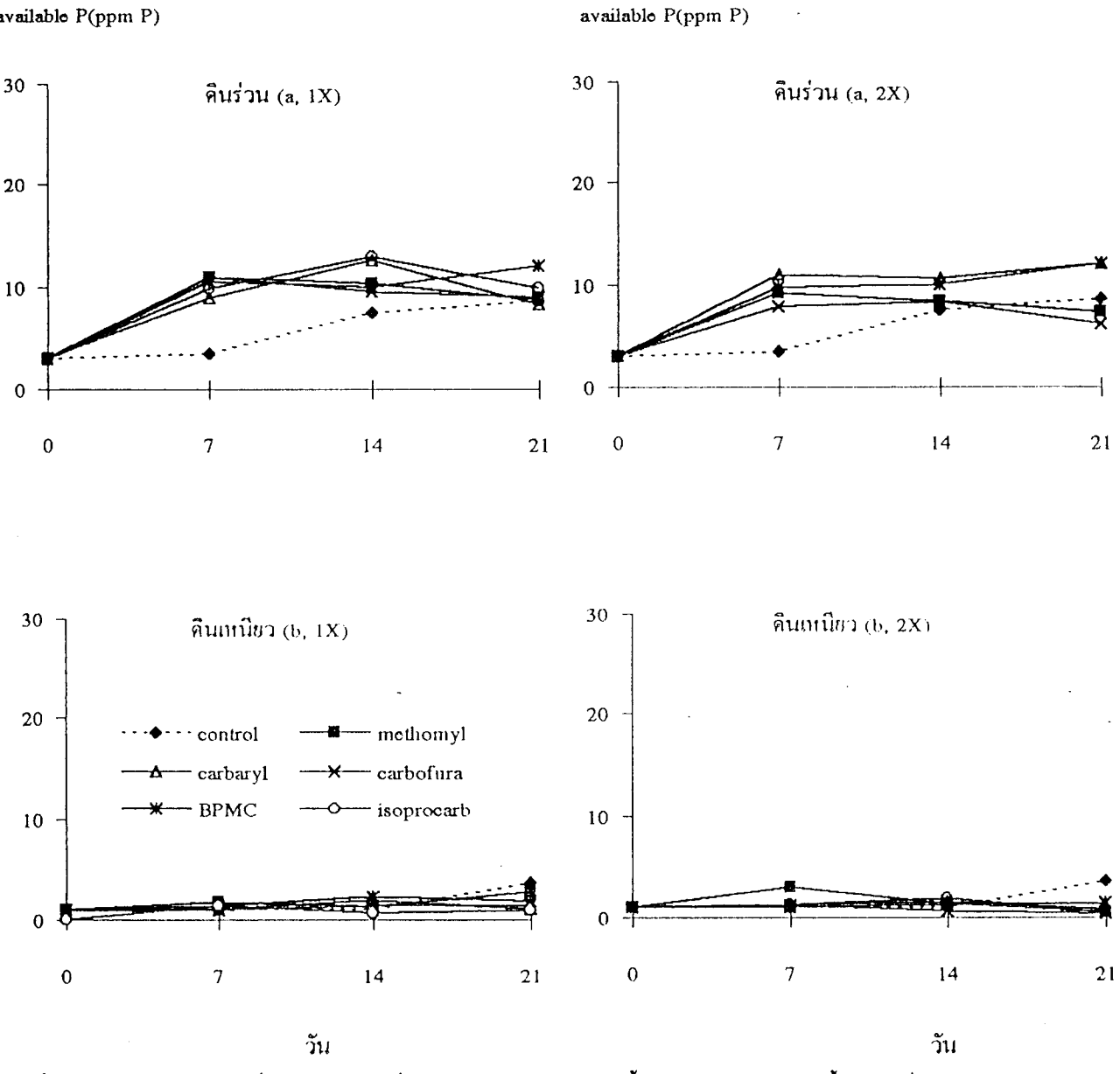
ภาพที่ 26 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



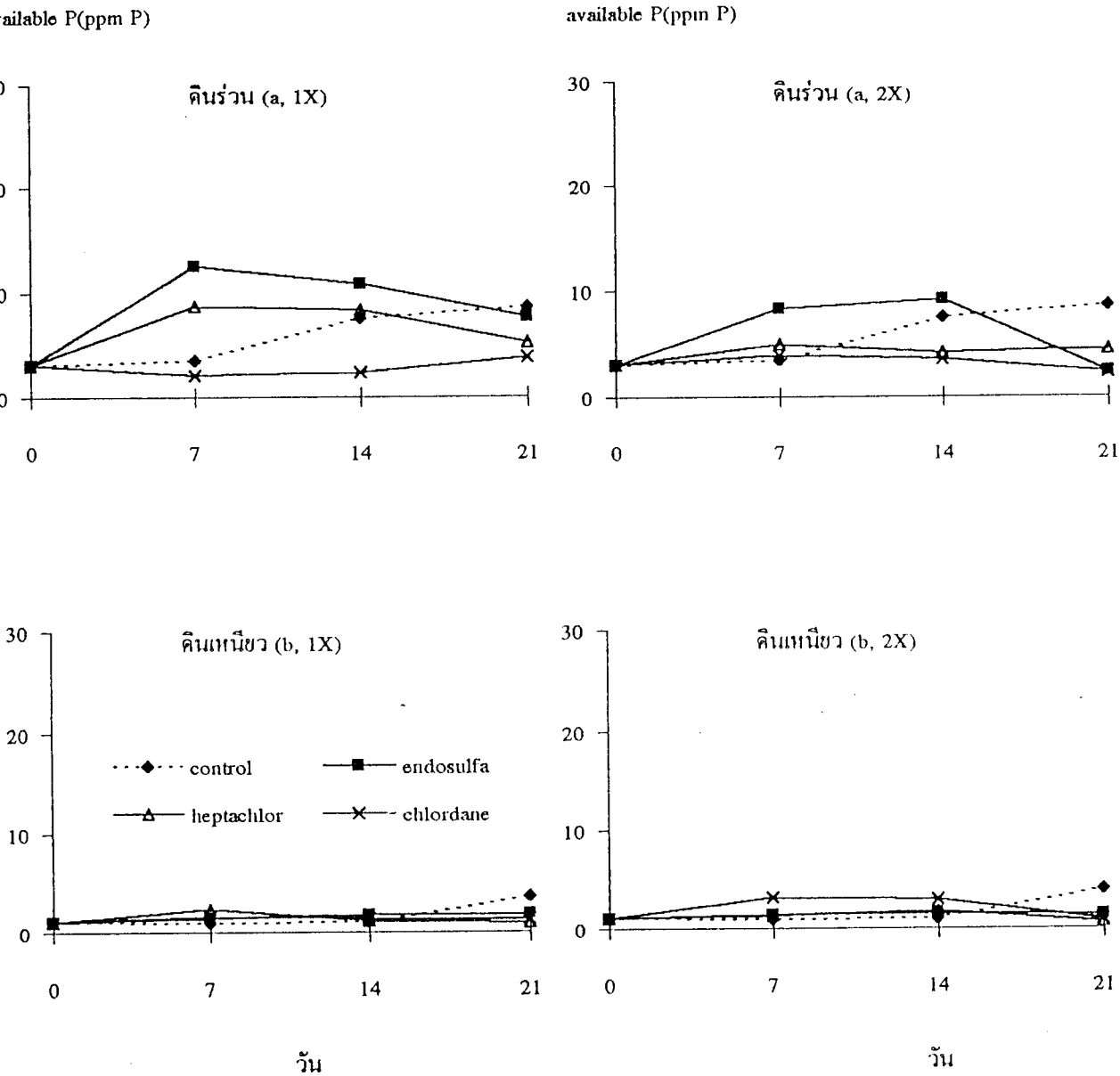
าพที่ 27 ปริมาณแอมโมเนียมที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



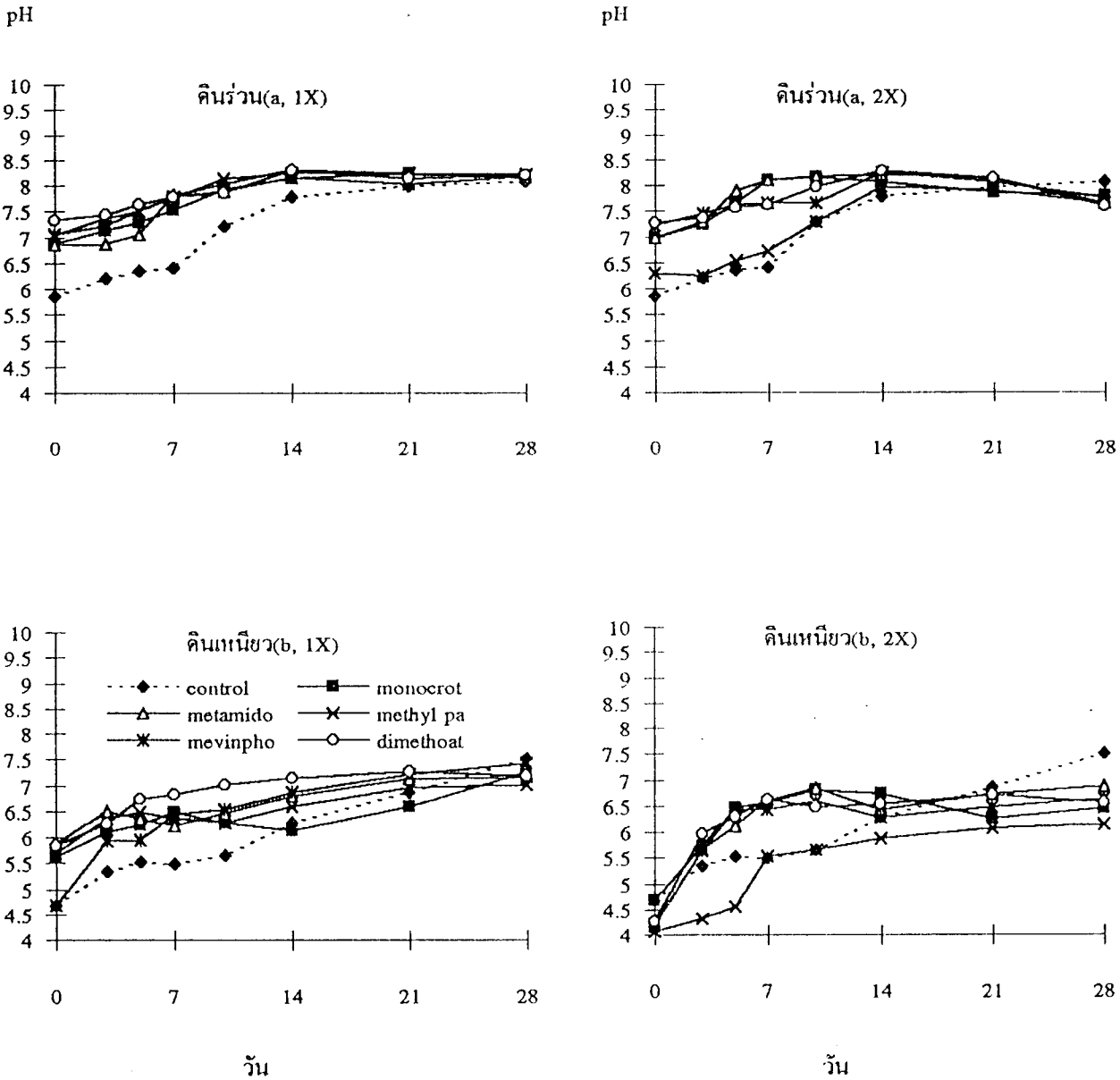
ภาพที่ 28 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



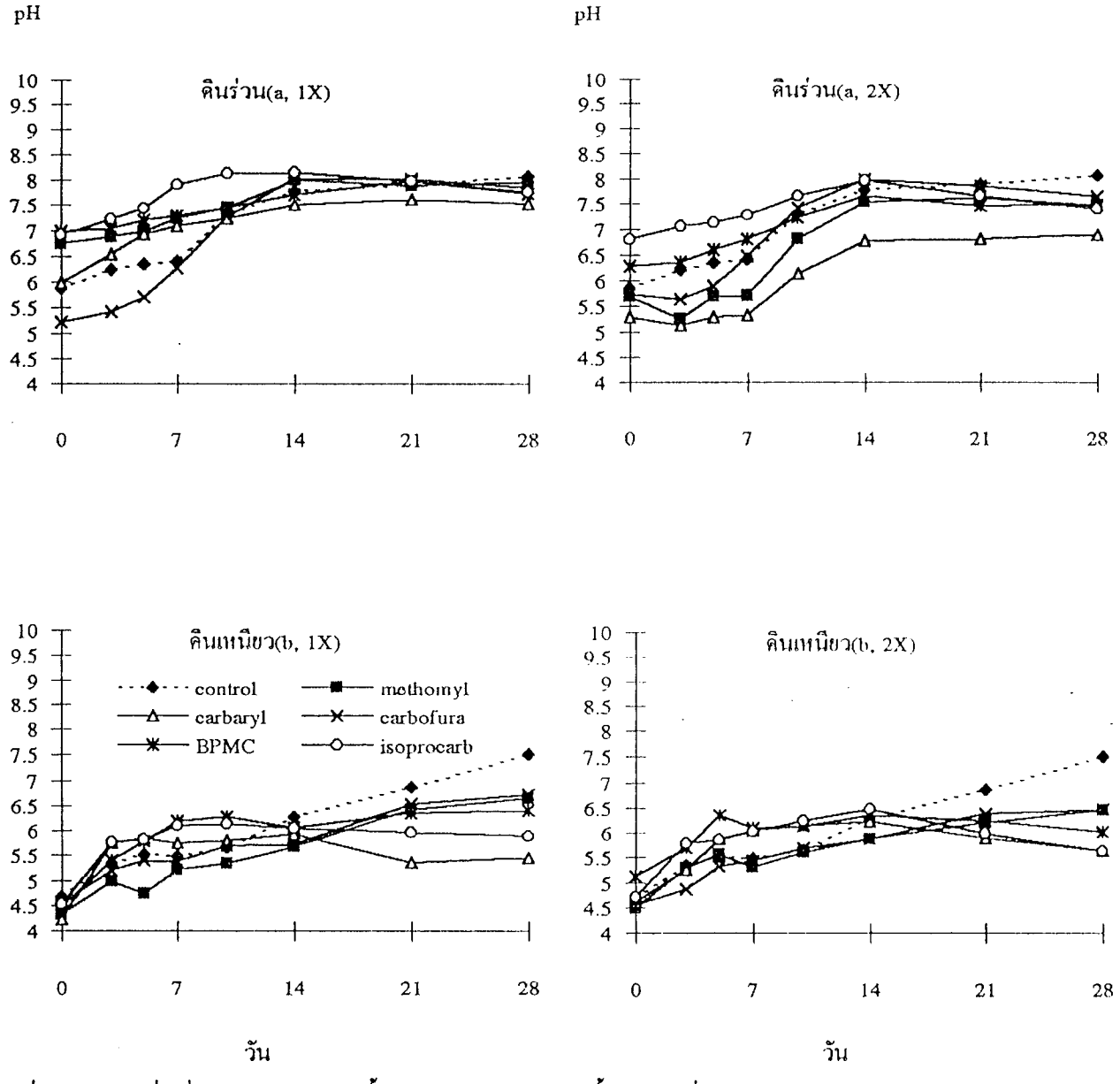
ภาพที่ 29 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



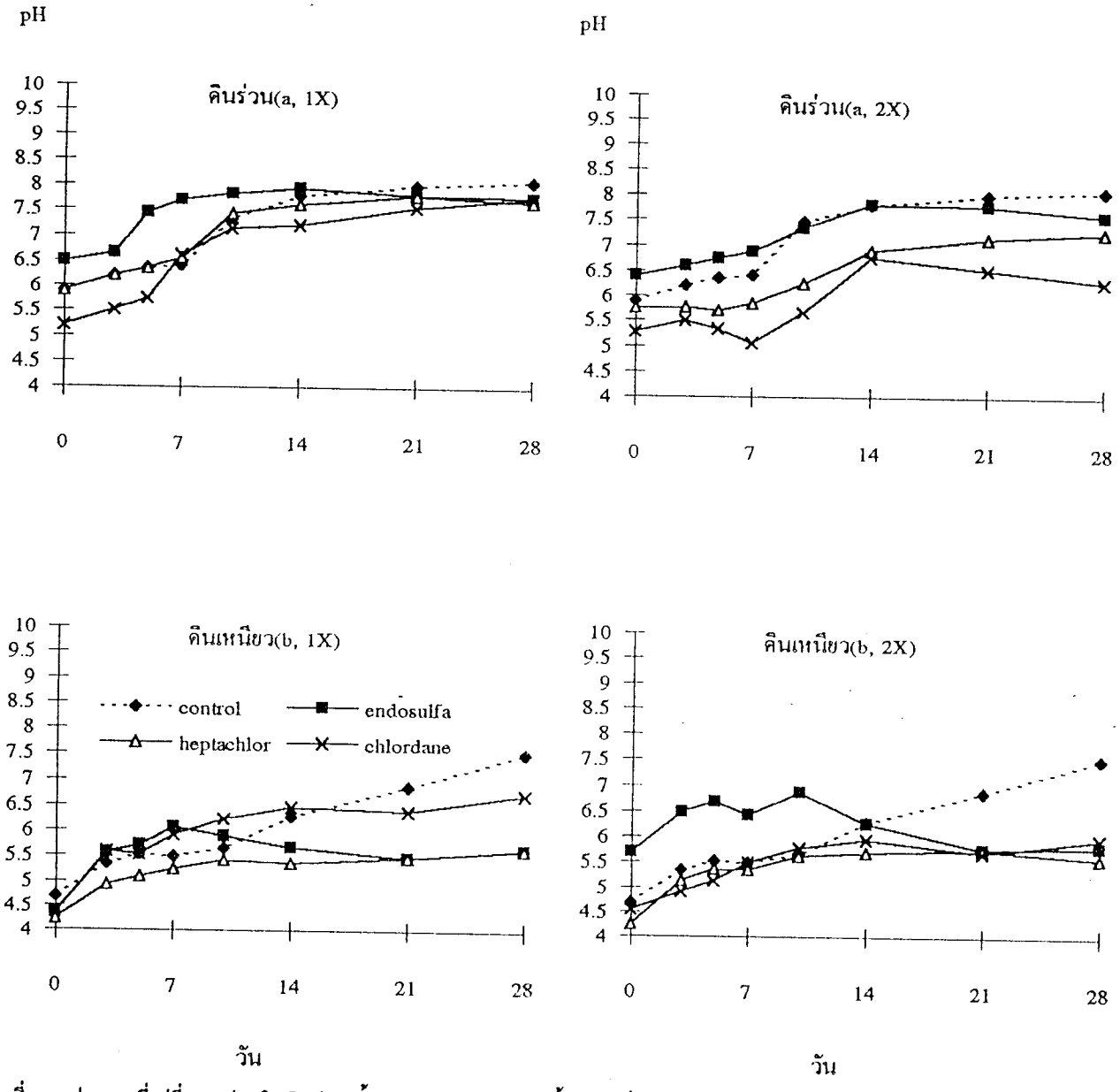
าพที่ 30 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปล่อยออกมาจากดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine 404mgC, 152mgN/ดิน 100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



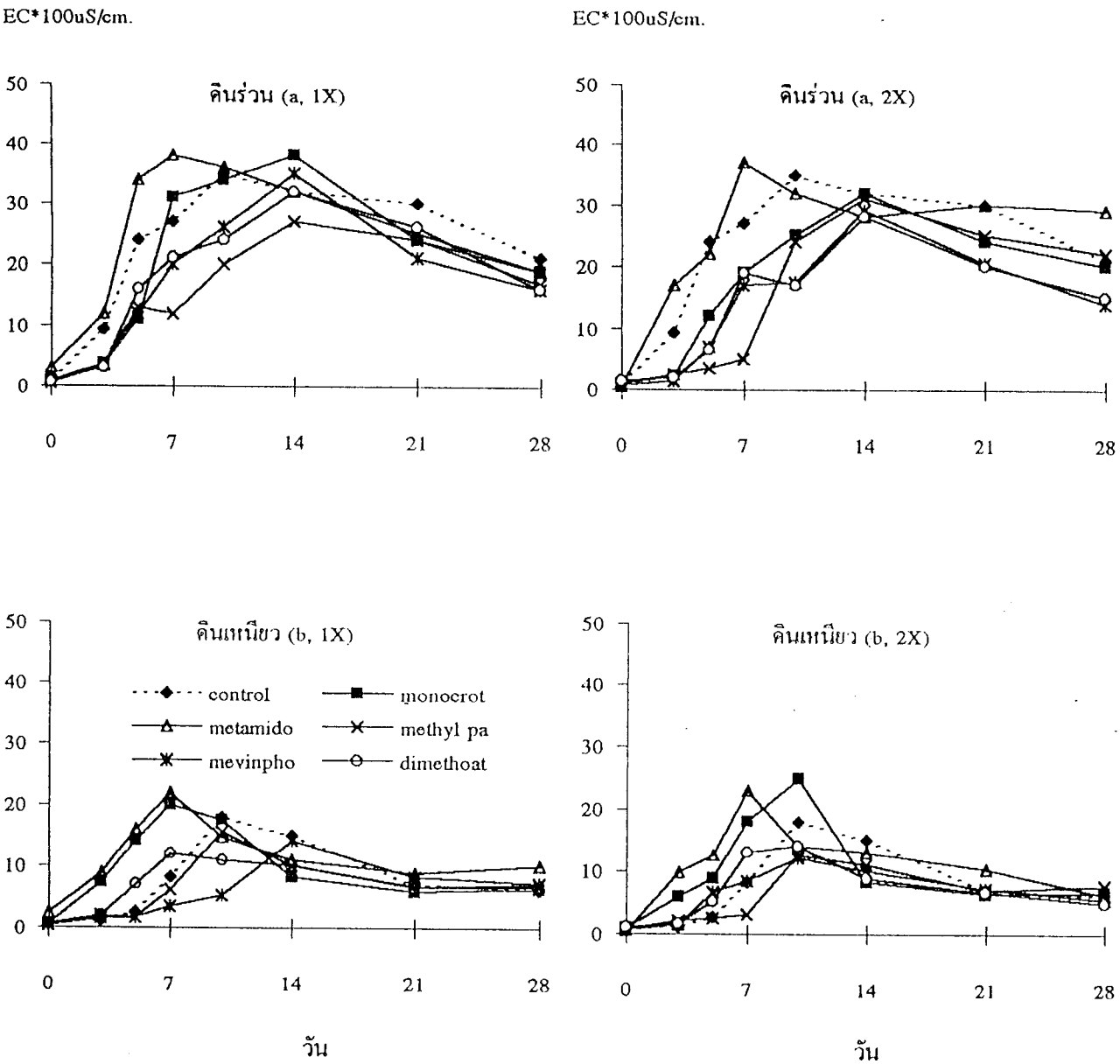
พที่ 31 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



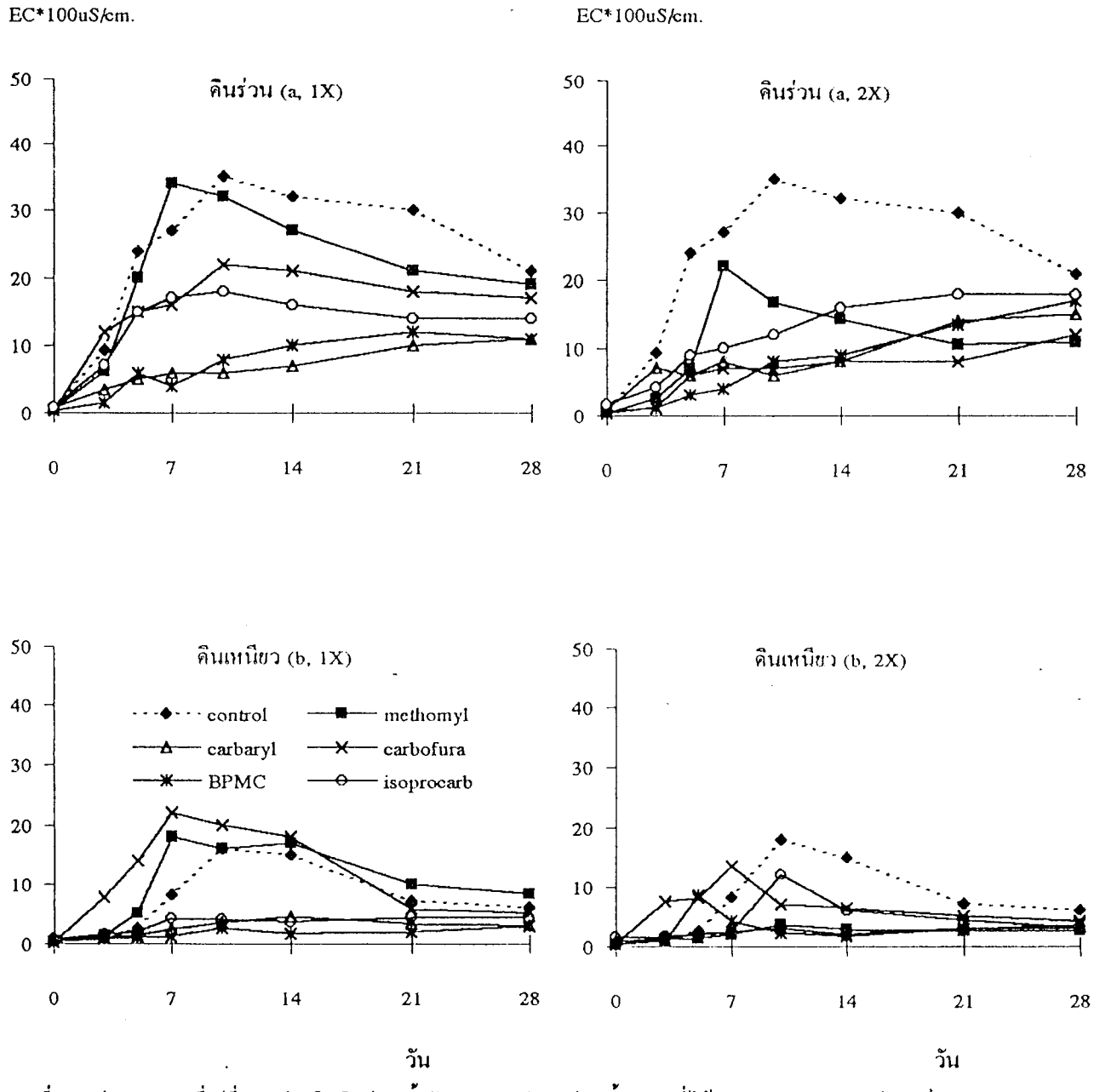
ภาพที่ 32 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



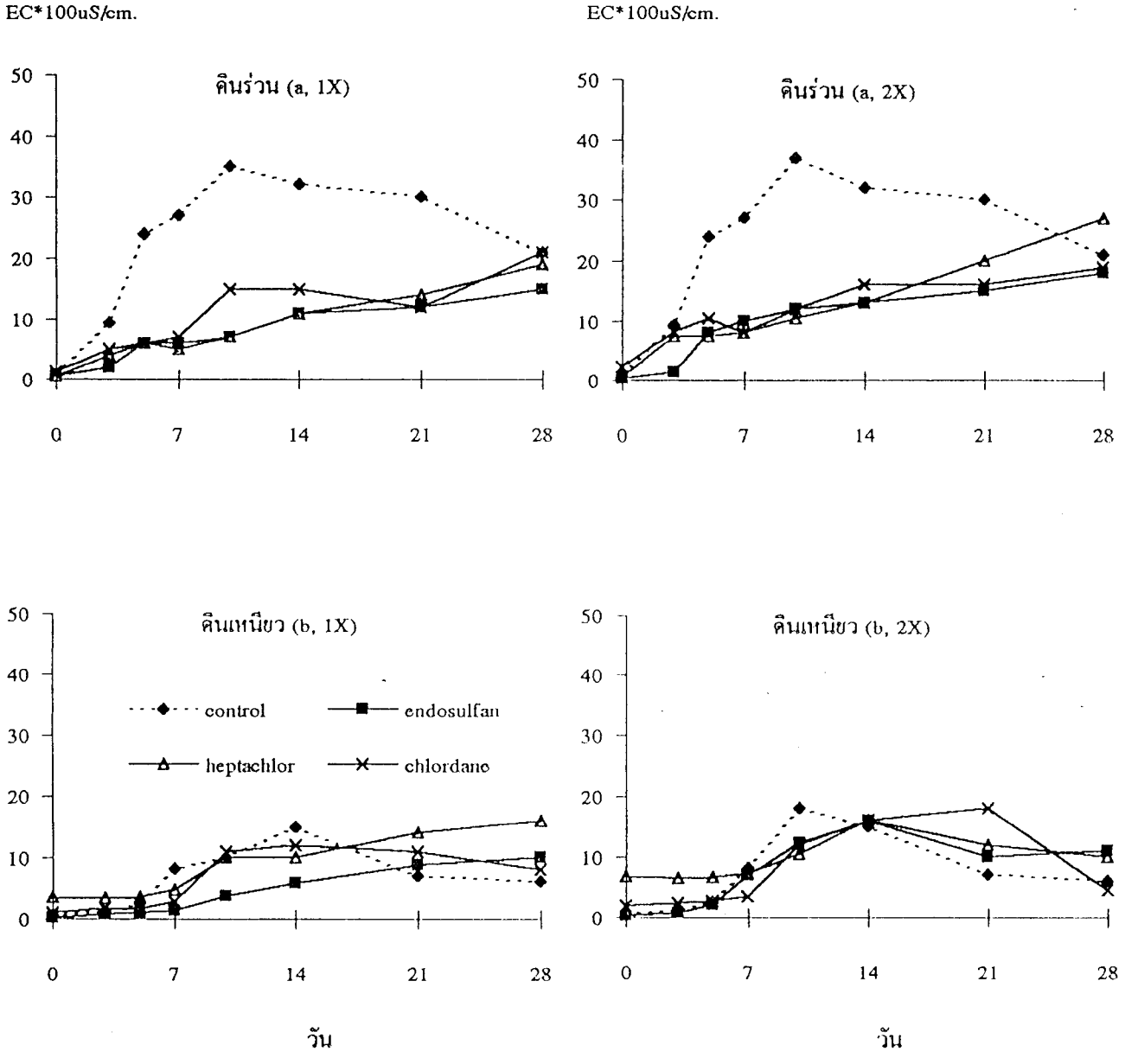
าพที่ 33 ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



ภาพที่ 34 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



ภาพที่ 35 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a) และดินเหนียวน้ำขัง(b)ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C



ภาพที่ 36 ค่า EC ที่เปลี่ยนแปลงในดินร่วนน้ำขัง(a)และดินเหนียวน้ำขัง(b) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X)ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100g และบ่มที่อุณหภูมิ 40 C

เอกสารอ้างอิง

บุษราภรณ์ สูติ และ พัชรี แสนจันทร์. 2534. การสลายตัวของยาปราบศัตรูพืชและผลกระทบของยาต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารแก่นเกษตร 19 : 120-128.

พัชรี แสนจันทร์. 2534. บทบาทของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อยาปราบศัตรูพืช. วารสารแก่นเกษตร 19 : 315-322.

_____. 2535. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดินที่ปลูกข้าวโพดที่ได้รับการไถกลบปุ๋ยพืชสด. วารสารแก่นเกษตร 10 : 72-85.

รัชนี สุวภาพ วิสุทธิ์ เชวงศรี พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และ โศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์ . 2536. การสลายตัวของคาร์โบฟูรานที่ใช้กับข้าวซึ่งใช้ดินที่ปลูกในดินชนิดต่างๆ ข่าวสารวัตถุมีพิษ 20(1) : 15-23.

วินัย สมบูรณ์. 2532. การปนเปื้อนของสารเคมีการเกษตรในดินและน้ำใต้ดิน. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม 11(2) : 80-107.

สมชัย ภัทรธนานันท์. 2539. สารเคมีอันตรายและสิ่งแวดล้อม. หนังสือประกอบงานสมัชชาเกษตรกรรมทางเลือกครั้งที่ 2 มหกรรมเกษตรและอาหารปลอดสารพิษ 5-7 เมษายน 2539 ณ ศูนย์ วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย จัดโดยเครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก/สำนักงานคณะกรรมการ วัฒนธรรมแห่งชาติ/ กรมวิชาการเกษตร/ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมศักดิ์ วังใน. 2529. มลพิษเนื่องจากยาปราบศัตรูพืชและสัตว์. เอกสารประกอบการสอนวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุเทพ ธีรศาสตร์. 2540. มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

อู่แก้ว ประกอบวิทยกิจ. 2538. มนุษย์ - ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Adriano, D. C. and H. E. Doner. 1982. Bromine, Chlorine, and Fluorine. *In* Methods of soil analysis, Part 2. A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, 2 nd ed. Agronomy 9: 449-479. Madison : Am. Soc. of Agron., Inc.

Anderson, J. P. E. 1982. Soil respiration. *In* Methods of soil analysis, Part 2. A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, 2nd ed. Agronomy 9: 831-871. Madison Am. Soc. of Agron., Inc.

Alexander, M. 1995. How toxic are toxic chemicals in soil. Environmental Science & Technology 29(11): 2713-2717.

Bollag , J. M., E. J. Kurek. 1980. Nitrite and nitrous oxide formation during denitrification in the presence of pesticide derivatives. Applied Environmental Microbiology 39 : 845- 849.

Brown, A. W. 1977. Ecology of pesticides. Department of Entomology Michigan Stata University East Lansing. Michigan.

Castro, T. F., T. Yoshida. 1974. Effect of organic matter on the biodegradation of some organochlorine insecticides in submerged soils. Soil Sci. Plant Nutr.20(4): 363-370.

Chaw, R. P. and S. L. Chopra. 1967. Persistence of residues of DDT and BHC in normal and alkali soil . J. Res. Punjab Agric. Univ.

Cho, D. Y. and F. N. Ponnampemperuma. 1971. Influence of soil temperature on the chemical kinetics of flooded soils and the growth of rice. Soil Sci.112:184-194

Deuel, L. E., J. D. Price, F. T. Turner and K. W. Brown. 1979. Persistence of carbofuran and its metabolites, 3 - keto and 3 - hydroxy carbofuran, under flooded rice culture. J. Environ. Qual. 8: 23-26.

Dobbins, D. C., J. R. Thornton- Manning, D. D. Jones and T. W. Federle. 1987. Mineralization potential for phenol in subsurface soils. J. Environ. Qual. 16:54-58.

Edwards, C. A. 1973. Persistent pesticides in the environment. Rothamsted Experimental Station. Harpenden, Herts, England.

Flury, M. 1996. Experimental evidence of transport of pesticides through field soils. J. Environ. Qual.25:25-45.

Fox, R. L., R. A. Olson and H. F. Rhoades. 1964. Evaluating the sulfur status of soils by plants and soil tests. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28:243-246.

Hsu, J. C. and Camper, N. D. 1975. Degradation of oxamil to CO_2 in soil. Pesticide Biochemistry and Physiology 5: 47-51.

Johnson, W. G. and T. L. Lavy. 1995. Persistence of carbofuran and molinate in flooded rice culture. J. Environ. Qual. 24: 487-493.

Jones, L. H. P., D. W. Cowling and D. R. Lockyer. 1972. Plant-available and extractable sulfur in some soils of England and Wales. Soil Sci. 114: 104 -114.

Katayama, A. and S. Kuwatsuka. 1991. Effect of pesticides on cellulose degradation in soil under upland and flooded conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 27(1):1-6.

Kaufman, D. D. and P. C. Kearney. 1970. Microbial degradation of s-triazine herbicides. Residue Rev. 32:235-265.

Kearney, P. C. and C. S. Helling. 1969. Reactions of pesticides in soils. Residue Rev. 25:25.

Keeney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-Inorganic Form. *In* Methods of soil analysis, Part 2. A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, 2nd ed. Agronomy 9: 831-871. Madison : Am. Soc. of Agron., Inc.

Kempson-Jones, G. F. and R. J. Hance. 1979. Kinetics of linuron and metribuzin degradation in soil. Pestic. Sci. 10: 449-454.

Marsh, J. A. P., H. A. Devies. and E. Grossbrad. 1977. The effect of herbicide on respiration and transformation of nitrogen in two soils: Metribuzin and Glyphosates. Weed Research 17: 977-982.

Moorman, T. B. and S. S. Harper. 1989. Transformation and mineralization of metribuzin in surface and subsurface horizons of a Mississippi Delta soil. J. Environ. Qual. 18:302- 306.

Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural water. Anal. Chim. Acta 27: 31-36

Nagakawa, T., K. Kyuma, H. Y. Yamamoto and K. Tatsuyama. 1990. Changes of soil respiration after partail sterization by autoclaving or addition agrochemicals. Soil Sci. Plant Nutr. 36(4):587-591.

Pothuluri, J. V., T. B. Moorman, D. C. Obenhuber and R. D. Wauchope. 1990. Aerobic and anaerobic degradation of alachlor in samples from a surface-to-groundwater profile. J. Environ. Qual. 19: 525-530.

Schuster E. and D. Schroder. 1990. Side - effect of sequentially-and simultaneously-applied pesticides on non-target soil microoganisms. Soil Biol. Biochem. 22: 375-383.

Sethunathan, N. and I. C. MacRae. 1969. Pesticide and biodegradation of diazinon in submerged soil. J. Agric. Food Chem. 17:221.

Siddaramappa, R. and J. N. Sieber. 1979. Persistence of carbofuran in flooded rice soils and water. Prog. Wat. Tech. 11: 103-111.

Siddaramappa, R., A. C. Tiron, J.N. Sieber, E.A. Heinrichs and I. Watanabe. 1978. The degradation of carbofuran in paddy and flooded soil of untreated and retreated rice fields. J. Environ. Sci. Health B13: 369-380.

Sieber, J. N., M. P. Catahan and C. R. Barril. 1978. Loss of carbofuran from rice paddy water: Chemical and physical factors. J. Environ. Sci. Health B 13: 131-148.

Skipper, H. D., C. M. Gilmour and W. T. Furtick. 1967. Microbial versus chemical degradation of atrazine in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 653-656.

Takagi, K., H. Wada and S. Yamazaki. 1991. Effect of long - term application of fungicide, chlorothalonil(TPN) on upland ecosystem. Soil Sci. Plant Nutr 37(4):583-590.

Veeh, R. H., W. P. Inskeep and A. K. Camper. 1996. Soil depth and temperature effects on microbial degradation of 2,4-D. J. Environ. Qual. 25: 5-12.

Walker, A. and R. L. Zimdahl. 1981. Simulation of the persistence of atrazine, linuron, and metolachlor in soil at different sites in the USA. Weed Res. 21 : 255-265

Yoshida, T. and T. F. Castro. 1969. Degradation of gamma- BHC in rice soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 440-444.

ภาคผนวก

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 2

2nd BRT Annual Conference

12 - 15 ตุลาคม 2541

ณ ห้องศรีจันทร์บอลรูม

โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส

จังหวัดขอนแก่น

จัดทำโดย

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย

การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

(โครงการ BRT)

ร่วมกับ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืช ต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

Insecticide Impact on Microbial Activities

หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.พัชรี แสนจันทร์
กรรมการ รศ.ดร.จักรกฤษณ์ หอมจันทน์
กรรมการ ดร.เทพฤทธิ์ ศุภาพิทักษ์
นักศึกษาปริญญาโท นายประพนธ์ ไมพันดุง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

1) ปัจจุบันการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญในขบวนการผลิตทางการเกษตร

2) ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางการเกษตรในยุโรปรวมทั้งประเทศไทยมีข้อบังคับให้ศึกษาผลกระทบของการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อ

- การเสื่อมของดิน (Soil degradation)
- การชะล้างของสารในดิน (Soil leaching)
- การดูดซับของสารในดิน (Soil absorption)
- มลพิษทางน้ำ (aquatic toxicology)
- กระบวนการหายใจของจุลินทรีย์ดิน (Soil respiration)

3) มูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปี พ.ศ. 2535 พบว่านำเข้า 39, 048 ตัน คิดเป็นมูลค่า 8, 588 ล้านบาท

4) สารกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้แก่

1 กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต
2 กลุ่มคาร์บาเมท
3 กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน

5) คุณภาพผลิตทางการเกษตรควรทำให้ได้มาตรฐาน ISO 14000

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

อุปกรณ์ประกอบการทดลอง

วิธีการทดลอง

1 ดินที่ได้จากการปลูกพืช
- ดินทราย
- ดินร่วน
- ดินเหนียว

2 สารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้
- กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต 5 ชนิด
- กลุ่มคาร์บาเมท 5 ชนิด
- กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน 3 ชนิด

3 Treatment
- ไม่ใส่สารฯ + Alanine = Control
- ใส่สารฯตามที่ผู้ผลิตแนะนำ + Alanine = 1X
- ใส่สารฯ3เท่าของผู้ผลิต + Alanine = 3X

4 การอบดิน อบในสภาพ aerobic ที่ความชื้นในสภาพดินไร่

ผลการทดลองในดินทราย

- กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต methidathion ในอัตรา 1X และอาจทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังทบว่าไปกระทบกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วนสารกำจัดแมลงชนิดอื่นในกลุ่ม ให้ผลไม่ค่อยชัดเจนกับค่าที่ควบคุม คือมีปริมาณ CO2 ที่ปลดปล่อยขึ้นใกล้เคียงกันกับค่าที่ควบคุม
- กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต ในอัตรา 3X สารกำจัดแมลงส่วนใหญ่มีผลไปเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ดิน
- กลุ่มคาร์บาเมท carbaryl ในอัตรา 1X และ 3X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้วยังมีผลกระทบกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินด้วย BPMC ทั้งในอัตรา 1X และ 3X จะรบกวนกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจนกับค่าที่ควบคุม
- กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน พบว่า chlordane ในอัตรา 1X และ 3X จะรบกวนกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจน

ผลการทดลองในดินร่วน

-กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตทั้งในอัตรา 1X และ 2X ให้ผลดีเทียบเท่ากับควบคุม
-กลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นยาฆ่าแมลงศัตรูพืชแล้วยังช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอีกด้วย BPMC ซึ่งจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลง
-กลุ่มออร์แกนโนคลอรีนพบว่า heptachlor ในอัตรา 1X และ 2X นอกจากจะทำหน้าที่เป็นยาฆ่าแมลงศัตรูพืชแล้วยังช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วน chlordane ในอัตรา 2X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงบ้าง

ผลการทดลองในดินทรายแป้ง

- กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตในอัตรา 1X และ 2X ส่วนใหญ่ให้ผลไม่ต่างจากค่าควบคุม ยกเว้น methamidophos ในอัตรา 1X จะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วง 4 วันแรกในขณะที่ dimethoate และ methamidophos ในอัตรา 2X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง
โดยสรุปถ้าจะดินดินจะมีปัจจัยต่างๆ ทำหน้าที่แมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจน
- กลุ่มคาร์บาเมตในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในช่วง 4 วันแรกแต่ก็น้อยกว่าหนักมากไม่นานหลังจากนั้น ยกเว้น BPMC ในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ลงบ้าง
ส่วนคาร์บาเมตในอัตรา 2X เกือบทุกชนิดจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงในช่วง 4 วันแรกแต่หลังจากนั้นไม่ค่อยเห็นผลกระทบนี้
- กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน heptachlor กับ chlordane ในอัตรา 1X จะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลงในช่วง 4 วันแรกในขณะที่ endosulfan ในอัตรา 1X จะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินหลังจากดินนั่นกว่าวัน

สรุป

สารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ ของจุลินทรีย์ดิน

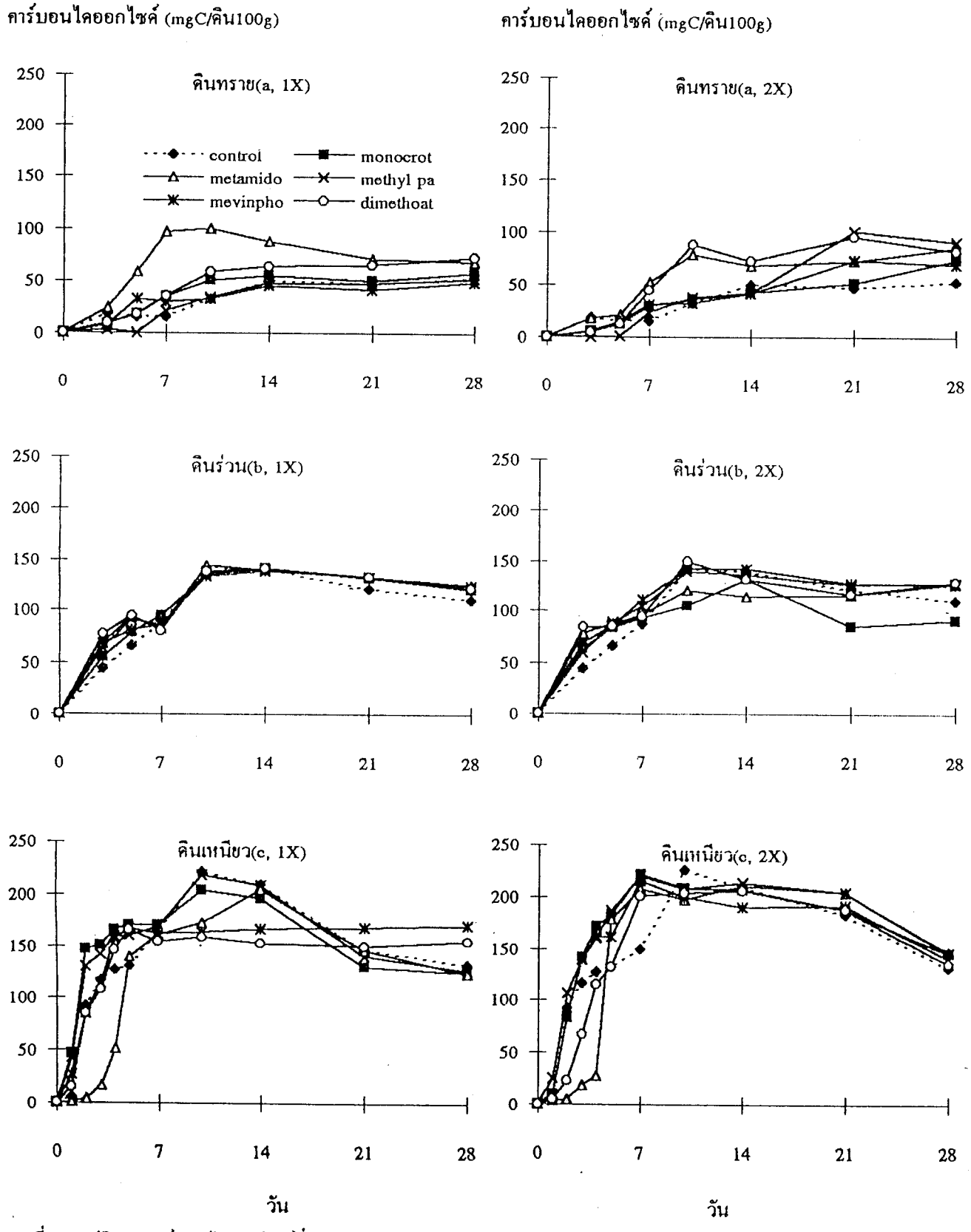
ดินทรายไม่ดี
-metamidophos ในอัตรา 1X
-methomyl ในอัตรา 1X และ 2X

ดินร่วนไม่ดี
- methomyl ในอัตรา 1X และ 2X
- carbaryl ในอัตรา 1X และ 2X
- carbofuran ในอัตรา 1X และ 2X
- isoprocarb ในอัตรา 1X และ 2X
- heptachlor ในอัตรา 1X และ 2X

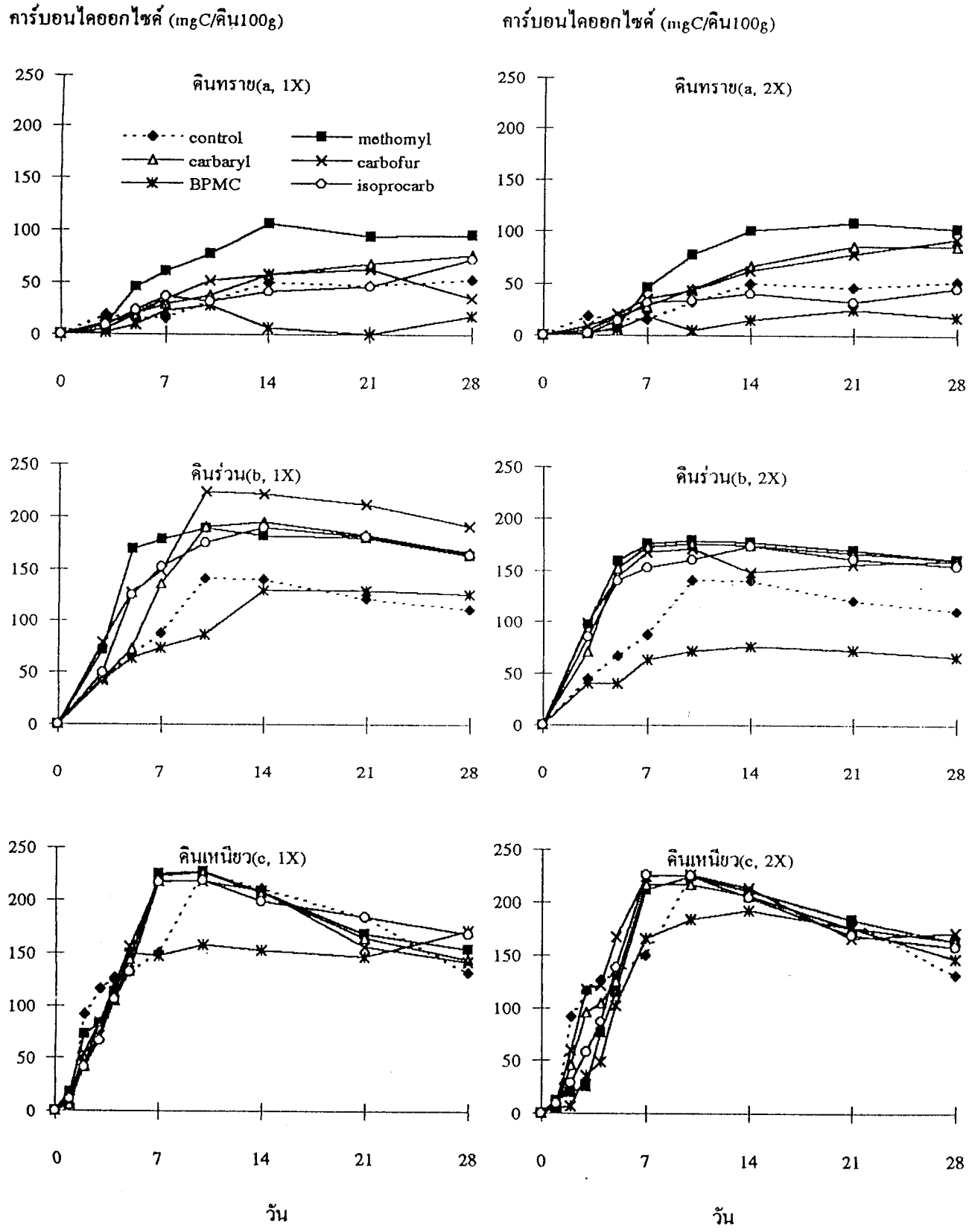
ดินทนดี
-ไม่พบเลย

ข้อเสนอแนะ

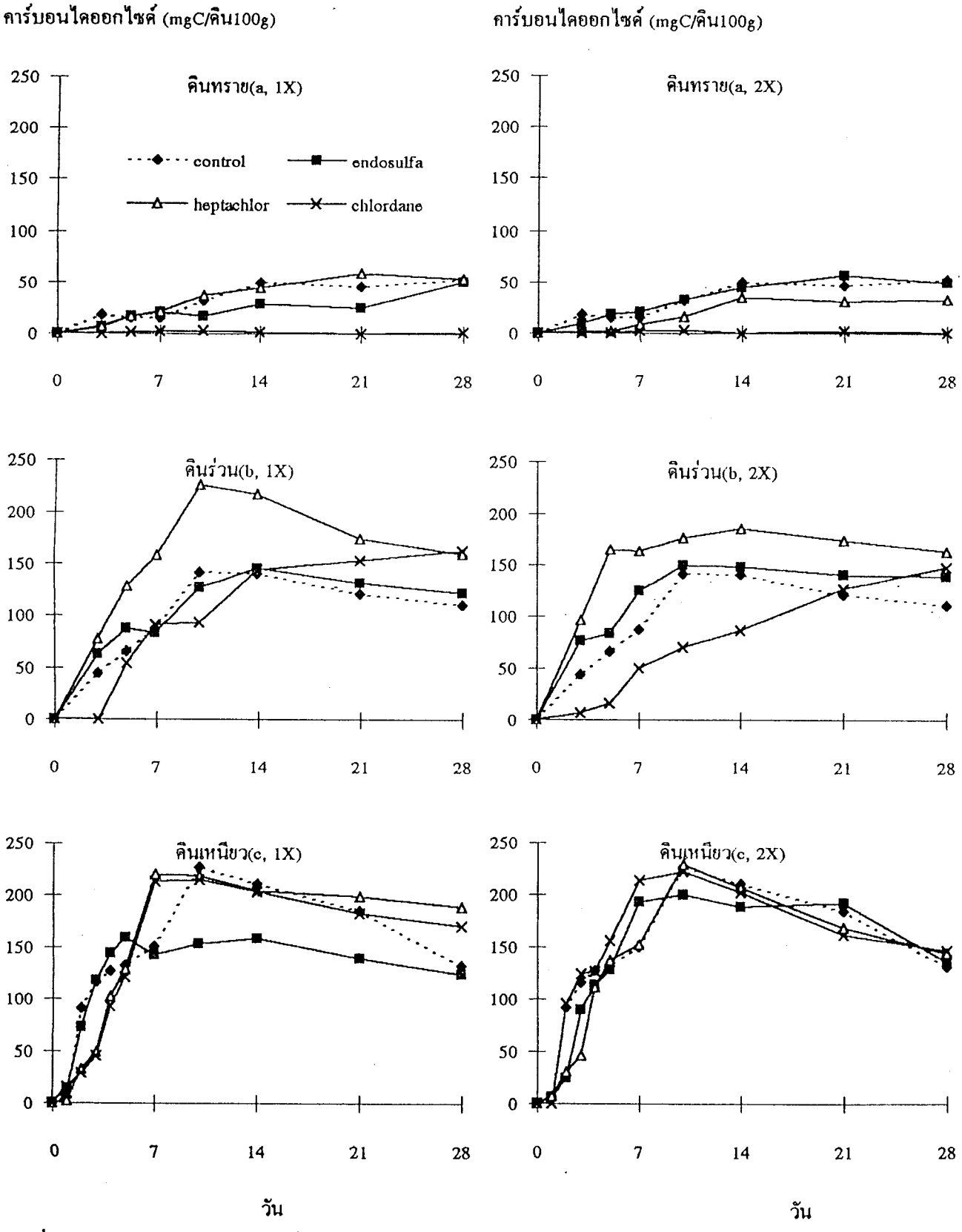
- ในการทดลองควรที่จะมีความชื้นต่างๆ ให้ครบขึ้นเพื่อจะได้ดินผลกระทบที่ชัดเจน
- เพิ่มชนิดของสารให้มากชนิดขึ้น
- สารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ชัดเจนควรมีมากกว่าหนึ่งไม่พอผลกระทบ
- กลไกของจุลินทรีย์ดินที่ทำหน้าที่ต่อสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างชัดเจน
- ควรศึกษาต่อทำการทดลองในไร่นาในท้องที่ภูมิศาสตร์และในสนามหรือพื้นที่ขนาดกว้างและลึกและระยะยาว



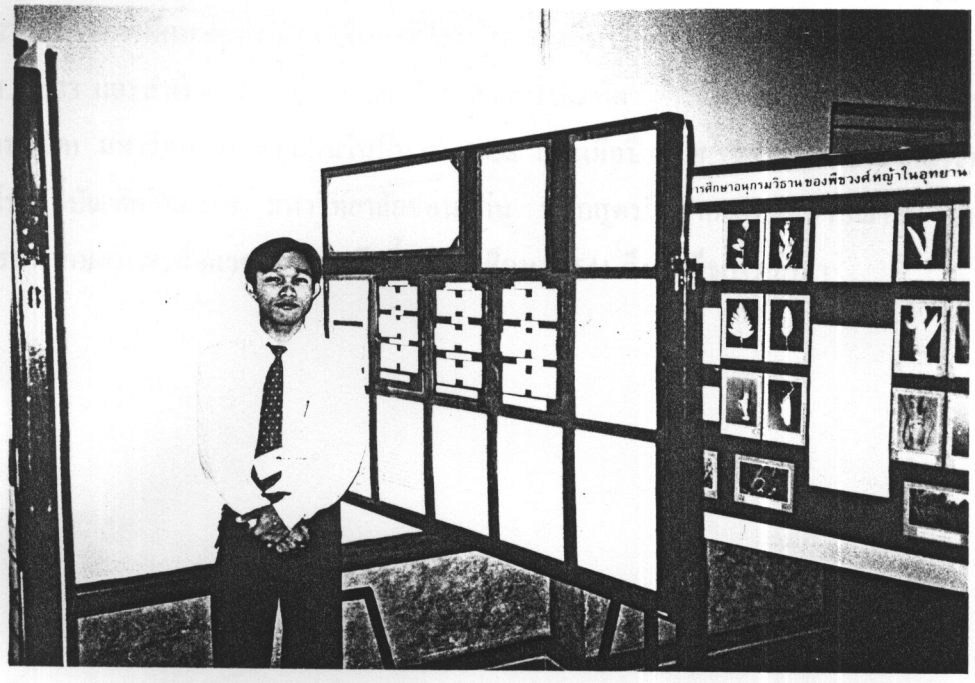
ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และ ดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a),ดินร่วน(b) และดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตในอัตราที่แนะนำ(1X) และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับ alanine 404mgC, 152mgN/ดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากดินทราย(a), ดินร่วน(b) และ ดินเหนียว(c) ที่ได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอัตราที่แนะนำ(1X)และ2เท่าของอัตราที่แนะนำ(2X) ดินนี้ทุกตำรับได้รับalanine404mgC, 152mgNต่อดิน100gและบ่มในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 2 2nd BRT Annual Conference 12 - 15 ตุลาคม 2541 ณ ห้องศรีจันทร์บอลรูมโรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซสจังหวัดขอนแก่น

ประวัติผู้เขียน

นายประพนธ์ โมพันดุง เกิดเมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนทหารอากาศบำรุงในปี พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2533 และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากคณะเทคนิคการแพทย์ (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยขอนแก่นในปีพ.ศ. 2538 และเมื่อปี พ.ศ. 2539 ได้ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม จนถึงสิ้นปีการศึกษา 2541 จึงสำเร็จการศึกษา