หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

## ผลการทดลอง และวิจารณ์

### ผลการศึกษาในแปลงทดลอง

1. สภาวะแวดล้อมทางกายภาพของดิน

1.1 อุณหภูมิของดิน อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝน อุณหภูมิของดินในแปลงควบคุม 27.56°ซ ในแปลงทดลอง 28.47°ซ ในฤดูหนาว 23.88°ซ ในแปลงควบคุม 23.31°ซ ในแปลงทดลอง และในฤดูร้อน 28.61°ซ ในแปลงควบคุม และ 29.97°ซ ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

ในฤดูฝน มีอุณหภูมิของอากาศ 32°ซ ในแปลงควบคุม 32.4°ซ ในแปลงทดลอง ในฤดูหนาว 24°ซ ในแปลงควบคุม 24.2°ซ ในแปลงทดลอง และในฤดูร้อน 29.5°ซ ในแปลงควบคุม และ 29.35°ซ ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 2)

ค่าความชื้นสัมพันธ์ที่วัดได้ในฤดูฝน คือ 79.5% ในแปลงควบคุม 77% ในแปลงทดลอง ในฤดูหนาว 66.5% ในแปลงควบคุม 66.7% ในแปลงทดลอง และในฤดูร้อน 77.15% ในแปลงควบคุม และ 76.9% ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของดิน และ อุณหภูมิของอากาศไม่มีความแตกต่างกันระหว่างแปลงควบคุมและแปลงทดลอง แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของดินและอุณหภูมิของอากาศของแต่ละฤดูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6)

1.2 ลักษณะของเนื้อดิน ใช้นิ้วมือบี้ดินขณะเปียก พบว่ายืดได้เป็นเส้น และเป็นก้อนแข็งเมื่อแห้ง สีของดินเป็นสีน้ำตาลเข้ม เกือบดำ ซึ่งเป็นลักษณะของดินเหนียว

1.3 ปริมาณน้ำในดิน และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีปริมาณน้ำในดินสูงสุดในฤดูฝน คือ 46.85% ในแปลงควบคุม และ 37.38% ในแปลงทดลอง ในฤดูหนาว 25.39% ในแปลงควบคุม และ 28.02% ในแปลงทดลอง ปริมาณน้ำในดินจะต่ำที่สุดในฤดูร้อน คือ 13.47% ในแปลงควบคุม และ 16.27% ในแปลงทดลอง

pH ของดินมีค่าสูงสุดในฤดูฝน คือ 6.36 ในแปลงควบคุม 6.18 ในแปลงทดลอง ในฤดูหนาว 5.23 ในแปลงควบคุม และ 5.35 ในแปลงทดลอง pH ของดินจะต่ำที่สุดในฤดูร้อน คือ 4.24 ในแปลงควบคุม และ 4.36 ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

จะพบว่า pH ของดินจะสูง และมีปริมาณน้ำในดินสูงด้วย เนื่องจากระดับ pH ของดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินที่มีปริมาณน้ำในดินสูง จะมีระดับ pH ของดินสูงกว่าดินที่มีระดับน้ำในดินน้อย (ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ Ponnomperuma, 2515)

จากการทดลอบทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance) พบว่าระดับ pH และปริมาณน้ำในดินของแปลงควบคุม และแปลงทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระดับ pH และปริมาณน้ำในดินของแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 6)

2. ชนิดและปริมาณสัตว์ในดิน

2.1 สัตว์ในดินขนาดใหญ่ (macrosoilfauna) ได้แก่ ไส้เดือนดิน (Opisthopora), กิ้งกือ (Juformia) เป็นต้น เก็บโดยวิธี hand sorting ในควอทแดรทขนาด 1 x 1 เมตร ในเวลา 10 นาที เก็บและดองสัตว์ที่ได้ในแอลกอฮอล์ 70% หาปริมาณเป็นชีวมวล พบว่า ในฤดูฝนมีปริมาณสัตว์ในดินขนาดใหญ่มากที่สุดคือ 0.8 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงควบคุม และ 0.5 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงทดลอง รองลงมาในฤดูหนาว คือ 0.3 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงควบคุม และ 0.1 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงทดลอง ส่วนในฤดูร้อน ไม่พบสัตว์ในดินขนาดใหญ่เหล่านี้ (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

2.2 สัตว์ในดินขนาดกลาง (mesosoilfauna) จากการสกัดหาชนิด และจำนวนของสัตว์ในดินจากแปลงทดลอง และแปลงควบคุม โดยใช้ Tullgren's funnel แล้วพบว่า ชนิดของสัตว์ในดินขนาดกลางที่พบใน 3 ฤดู ที่จัดว่าเป็นกลุ่มเด่น ได้แก่ ไร (mites) และ แมลงหางดีด (spring tail) ที่พบรองลงมาได้แก่ แมลงในอันดับ Diptera, Hymenoptera และพวกตัวกะปิ (Crustacia, Isopoda) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนสัตว์ในดินที่พบทั้งหมดในแต่ละฤดูกาล พบว่า ในช่วงฤดูฝน มีจำนวนของสัตว์ในดินมากที่สุด คือ 1,360 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงควบคุม และ 900 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงทดลอง รองลงไปได้แก่ ฤดูหนาว คือ 1,095 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงควบคุม และ 750 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงทดลอง และในฤดูร้อน มีจำนวนน้อยที่สุด คือ 320 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงควบคุม และ 188 ตัวต่อตารางเมตร ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 3, รูปที่ 2)

3. สภาวะแวดล้อมทางเคมีของดิน

3.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่บอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และมีผลต่อความคงทนของสารกำจัดแมลงที่ตกค้างในดินด้วย จากการทดลอง พบว่า ในฤดูฝน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุด คือ 19.07% ในแปลงควบคุม 14.55% ในแปลงทดลอง รองลงมาในฤดูหนาว 11.19% ในแปลงควบคุม และ 14.87% ในแปลงทดลอง และในฤดูร้อน 6.58% ในแปลงควบคุม และ 9.32% ในแปลงทดลอง (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

3.2 ปริมาณตกค้างของสารกำจัดแมลงไดเมโธเอทในดิน ไดเมโธเอท เป็นสารกำจัดแมลงประเภทอินทรีย์ฟอสเฟตที่ใช้กำจัดแมลงกันอย่างแพร่หลายในสวนส้ม ซึ่งปริมาณตกค้างจะมีผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากการทดลอง พบว่า ในฤดูร้อน จะมีปริมาณไดเมโธเอทตกค้างในดินมากที่สุด คือ 80.05 µg ในแปลงทดลอง และ 43.76 µg ในแปลงควบคุม รองลงมาในฤดูหนาว คือ 71.3 µg ในแปลงทดลอง และ 26.25 µg ในแปลงควบคุม และมีปริมาณน้อยที่สุดในฤดูฝน คือ 19.95 µg ในแปลงทดลอง และ 5.83 µg ในแปลงควบคุม (ตารางที่ 2, รูปที่ 2) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อทำการทดสอบโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ตารางที่ 6) แต่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณน้ำในดินของแปลงควบคุม และแปลงทดลองในช่วงฤดูเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะมีความแตกต่างกันในช่วงฤดูต่างกัน (ตารางที่ 6)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระหว่างแปลงควบคุมและแปลงทดลองของฤดูเดียวกัน และของฤดูต่างกันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ความคงทนของสารกำจัดแมลงที่ตกค้างในดินจะขึ้นอยู่กับชนิดของดิน โดยเฉพาะในดินเหนียว สารกำจัดแมลงจะมีความคงทนมากกว่าในดินร่วน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณน้ำในดิน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนของสารกำจัดแมลงในดิน ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำจัดไดเมโธเอทออกจากดินคือ น้ำ (Edward, 1968)

ดินในสวนส้มที่ใช้ในการศึกษานั้น เป็นดินเหนียว โดยเฉพาะในแปลงทดลอง จะมีการบำรุงรักษาตลอดเวลา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยคอก ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และการกำจัดวัชพืช รวมทั้งมีการพ่นสารกำจัดแมลงด้วย ทำให้แปลงทดลองมีปริมาณสารตกค้างมากกว่าในแปลงควบคุม ในฤดูฝนนั้น มีปริมาณน้ำฝน และการพัดพาของน้ำมากที่สุด ซึ่งจะมีการกำจัดไดเมโธเอทออกจากดินได้มากที่สุด จึงเหลือปริมาณตกค้างในดินไม่มากเท่าในฤดูหนาว และในฤดูร้อน โดยเฉพาะในฤดูร้อน มีปริมาณน้ำฝน และการพัดพาน้อยที่สุด และเป็นช่วงที่มี pH ต่ำที่สุด คือ 4.24

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดิน น้ำหนักสัตว์ในดินขนาดใหญ่ จำนวนสัตว์ในดินขนาดกลาง และปริมาณไดเมโธเอทตกค้างในฤดูฝน (พ.ค., ส.ค., ต.ค. 2525), ฤดูหนาว (ธ.ค., ม.ค.) และฤดูร้อน (มี.ค., เม.ย. 2526)

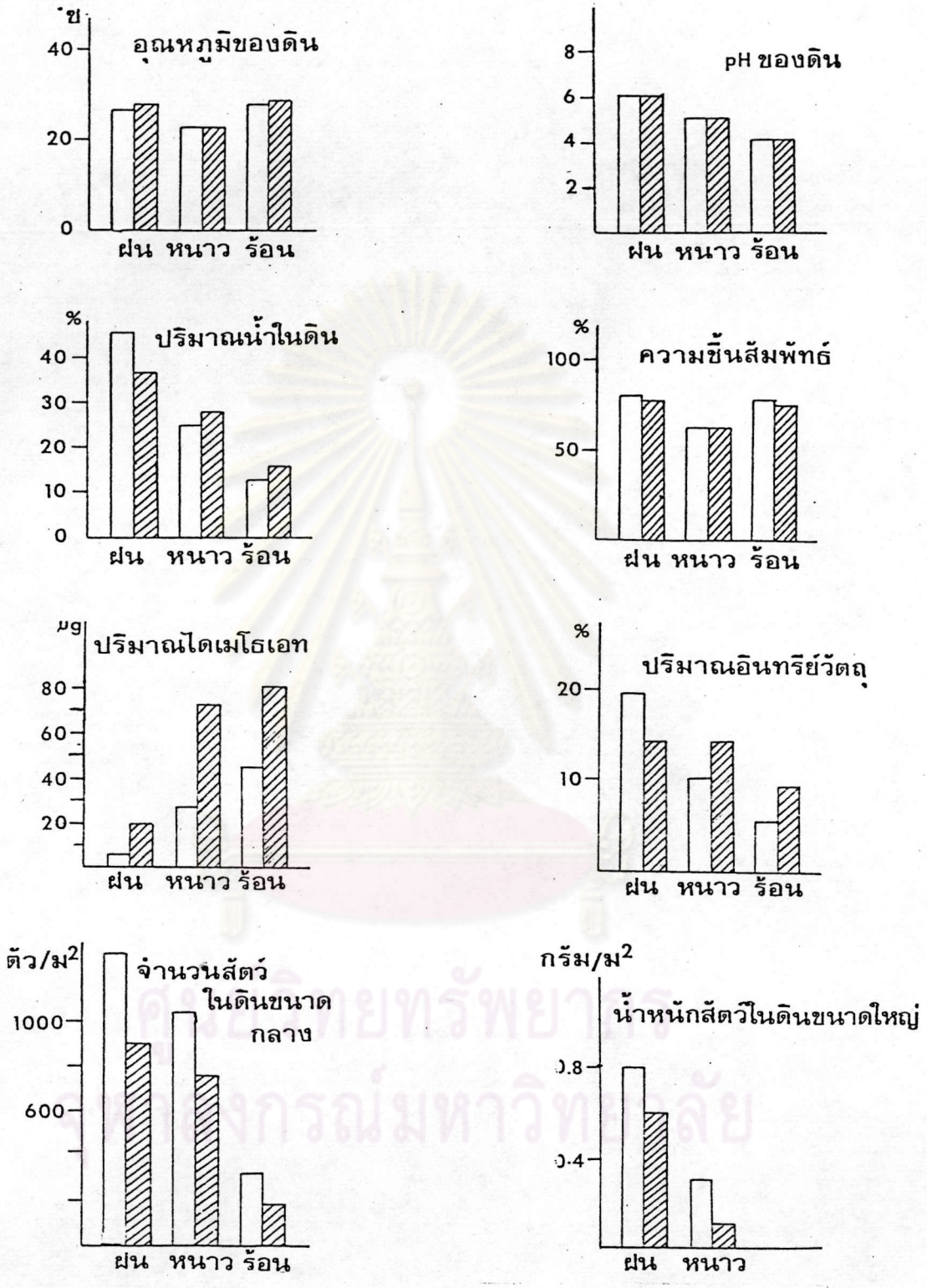
| | ฤดูฝน | | ฤดูหนาว | | ฤดูร้อน | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง |
| อุณหภูมิอากาศ ($^{o}$ซ) | 32.00 | 32.40 | 24.00 | 24.20 | 29.50 | 29.30 |
| อุณหภูมิของดิน ($^{o}$ซ) | 27.56 | 28.47 | 23.88 | 23.31 | 28.01 | 29.97 |
| pH | 6.36 | 6.18 | 5.23 | 5.35 | 4.24 | 4.36 |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (%) | 79.50 | 77.00 | 66.50 | 66.70 | 77.25 | 76.90 |
| ปริมาณน้ำในดิน (%) (Water content) | 46.85 | 37.38 | 25.39 | 28.02 | 13.48 | 16.27 |
| ปริมาณไดเมโธเอทตกค้าง (µg ต่อดิน 50 กรัม) | 5.83 | 19.95 | 26.25 | 71.30 | 43.75 | 80.05 |
| ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) | 19.07 | 14.55 | 11.19 | 14.67 | 6.58 | 9.32 |
| น้ำหนักแห้งของสัตว์ในดินขนาดใหญ่ (กรัม/ม$^2$) | 0.80 | 0.50 | 0.30 | 0.10 | - | - |
| จำนวนสัตว์ในดินขนาดกลาง (ตัว/ม$^2$) | 1,360 | 900 | 1,095 | 756 | 320 | 188 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 แสดงชนิดและจำนวนสัตว์ในดินขนาดกลาง (mesosoilfauna) ในฤดูฝน (พ.ค., ส.ค., ต.ค.), ฤดูหนาว (ธ.ค., ม.ค.) และในฤดูร้อน (มี.ค., เม.ย.)

| สัตว์ในดิน | ตัว/ตารางเมตร | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ฤดูฝน | | ฤดูหนาว | | ฤดูร้อน | |
| | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง | แปลงควบคุม | แปลงทดลอง |
| Nematoda | - | 5 | 5 | 10 | - | - |
| Oligochaeta | 25 | 18 | 10 | - | - | 4 |
| Symphyla | 30 | 10 | - | - | - | - |
| Isopoda | 70 | 7 | 30 | 13 | 5 | 1 |
| Araneae | 10 | 5 | 20 | 7 | 5 | 3 |
| Acarina | 360 | 286 | 660 | 272 | 135 | 70 |
| Collembola | 600 | 431 | 125 | 319 | 75 | 50 |
| Protura | 25 | 9 | 20 | 16 | - | - |
| Orthoptera | - | 5 | - | - | - | - |
| Hemiptera | - | 10 | 1 | 1 | - | - |
| Homoptera | - | 5 | 9 | 9 | 15 | 12 |
| Isoptera | 25 | 27 | 22 | 22 | - | 14 |
| Dermaptera | 45 | 5 | 6 | 6 | - | - |
| Thysanura | 5 | - | 4 | 4 | - | - |
| Psocoptera | 15 | - | 10 | 10 | 10 | - |
| Coleoptera | 15 | 5 | 7 | 7 | 10 | 4 |
| Diptera | 75 | 20 | 44 | 44 | - | 25 |
| Hymenoptera | 60 | 47 | 15 | 15 | 65 | 7 |
| รวม | 1,360 | 900 | 1,095 | 756 | 320 | 188 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 3 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ของแปลงควบคุม (□) และแปลงทดลอง (▨)

ในแปลงควบคุม และ 4.36 ในแปลงทดลอง ซึ่ง Griffiths (1965) รายงานว่า สารกำจัดแมลงพวกอินทรีย์ฟอสเฟต จะตกค้างในดินที่มีค่า pH ต่ำเป็นเวลานานมากกว่าดินที่มีค่า pH สูง ดังนั้นในฤดูร้อนจึงมีปริมาณไดเมโธเอทตกค้างในดินมากที่สุด

นอกจากนี้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นตัวที่ดูดซึมสารกำจัดแมลงในดินไว้ (Matsumara, 1976) ในแปลงทดลอง ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยคอกเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงมีสารกำจัดแมลงตกค้างมากกว่าในแปลงควบคุม

ปริมาณสัตว์ในดินของแปลงควบคุม และแปลงทดลองในฤดูเดียวกัน และระหว่างช่วงฤดูต่าง ๆ เมื่อทดสอบทางสถิติ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ซึ่งชนิด จำนวน และปริมาณสัตว์ในดินจะขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซากพืช ซากสัตว์ และปริมาณน้ำในดิน จะพบว่าในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อนนั้น ปริมาณซากพืช ซากสัตว์ อัตราการย่อยสลาย และปริมาณความชื้นในดินลดลงนั้น จำนวนประชากรของสัตว์ในดินก็ลดลงด้วย ในขณะที่ฤดูฝน มีปริมาณซากพืช ซากสัตว์ อัตราการย่อยสลายคความชื้นในดิน และจำนวนประชากรสัตว์ในดินมากที่สุด (วณี ยงอำพรทิพย์, 2525)

ในการทดลองนี้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระหว่างแปลงทดลองกับแปลงควบคุมในฤดูเดียวกัน และต่างฤดูกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและจำนวนสัตว์ในดินในต่างฤดูกัน ได้แก่ ปริมาณน้ำในดิน และปริมาณตกค้างของสารกำจัดแมลงไดเมโธเอท ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Edward (1968) ที่ว่า สารกำจัดแมลงพวกอินทรีย์-ฟอสเฟต มีผลทำให้แมลงหางดีด ไรในดิน และสัตว์ในดินชนิดต่าง ๆ ลดจำนวนลง ปริมาณตกค้างของสารไดเมโธเอทระหว่างแปลงควบคุมและแปลงทดลองในช่วงฤดูเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงผลสอดคล้องเชิงลบกับปริมาณสัตว์ในดิน

นอกจากนี้ยังพบว่า ในแปลงควบคุมนั้น พบแมลงศัตรูพืช (insect pest) น้อยกว่าในแปลงทดลอง โดยเฉพาะในฤดูฝน ในแปลงควบคุมจะไม่พบแมลงศัตรูพืชพวกตั๊กแตน (Orthoptera), มวน (Hemiptera) และพวกเพลี้ยชนิดต่าง ๆ (Homoptera) แต่จะพบแมลงศัตรูพืชเหล่านี้ในแปลงทดลอง และยังพบแมลงตัวห้ำ (predator) ได้แก่ แมลงหางหนีบ (Dermaptera), มด (Hymenoptera) และแมงมุม (Araneae) ในแปลงควบคุมมากกว่าในแปลง-ทดลอง ซึ่ง Edward (1972) ได้รายงานว่า สารกำจัดแมลงอินทรีย์ฟอสเฟต จะมีผลทำให้ไรตัวห้ำ และแมลงตัวห้ำลดจำนวนลง ซึ่งจะมีผลทำให้การควบคุมทางธรรมชาติ (natural control) เสียสมดุลย์ไปในแปลงทดลอง จึงทำให้มีจำนวนแมลงศัตรูพืชซึ่งเป็นเหยื่อของตัวห้ำในแปลงทดลองมากกว่าแปลงควบคุม

สารกำจัดแมลงที่ตกค้างในดิน นอกจากจะได้จากการฉีดพ่นโดยตรงแล้ว ยังมีการสะสมจากใบไม้ หรือส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่ร่วงหล่นทับถมกันที่ผิวดิน จากการศึกษาของ Gunther (1965) ในส้มพันธุ์วาเลนเซีย พบว่า การสลายตัว 50% ของไดเมโธเอทในส้มพันธ์นี้ มีค่าประมาณ 19 วัน และจากขบวนการย่อยสลายสารกำจัดแมลงไดเมโธเอทในพืช ซึ่ง Dauterman (1960) ได้รายงานว่า ไดเมโธเอท จะเปลี่ยนรูปเป็น oxygen analog ของไดเมโธเอทมากกว่าอนุพันธ์ตัวอื่น ซึ่ง oxygen analog ของไดเมโธเอทนี้มีความเป็นพิษมากกว่าไดเมโธเอท ดังนั้นสัตว์ในดินที่กินซากพืชเป็นอาหารจะได้รับอันตราย

ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1. ผลของสารกำจัดแมลงไดเมโธเอท ต่อชีววิทยาบางประการของแมลงหางดีดในวงศ์ Neanuridae

แมลงหางดีด วงศ์ Neanuridae ที่นำมาทดลอง เป็นพวกที่อาศัยอยู่ในดินลึก 3-5 เซนติเมตร กินพวกซากพืช ซากสัตว์ และเชื้อราในดินเป็นอาหาร มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตัวเต็มวัยมีขนาดประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร มีสีแดงเข้ม เคลื่อนที่ช้า spring tail ที่ส่วนท้องลดขนาดเล็กลงจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ตัวเมียเต็มวัยจะวางไข่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-30 ฟอง ไข่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ไข่อ่อนจะมีสีขุ่นพูอ่อน ค่อนข้างใส ไข่ที่จวนจะฟักเป็นตัวจะมีสีแดงเข้ม และมีขน ใช้เวลาฟักประมาณ 7-12 วัน ที่ 28°ซ ตัวอ่อนจะมีสีขุ่นพูอ่อน ลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยทุกประการ มีขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร ตัวอ่อนมีการลอกคราบ 5 ครั้ง จึงจะโตเป็นตัวเต็มวัย ใช้เวลาในการลอกคราบแต่ละครั้ง 2-5 วัน

ตัวเมียเต็มวัยในช่วงชีวิตหนึ่ง จะวางไข่ 2 ครั้ง การวางไข่ครั้งที่ 2 จะห่างจากครั้งแรก 5-10 วัน และมีจำนวนไข่มากกว่าครั้งแรก

จากการทดลองเลี้ยงแมลงหางดีดด้วยยีสต์ผงชุบสารละลายไดเมโธเอท ความเข้มข้น 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm. ที่ 28-30°ซ พบว่า

1.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญตั้งแต่ออกจากไข่ จนเป็นตัวเต็มวัยจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายไดเมโธเอทที่เพิ่มขึ้น ดังที่แสดงในตารางที่ 4 โดยที่แมลงหางดีดที่เลี้ยงด้วยยีสต์ผงชุบสารละลายไดเมโธเอท ความเข้มข้น 0 ppm. ใช้เวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยน้อยที่สุด คือ 22.33±0.7 วัน ขณะที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. ใช้เวลาในการเจริญ

I15982816

มากที่สุดคือ 36.2±1.08 วัน

1.2 อายุขัย (longevity) ระยะเวลาที่ใช้ในวงจรชีวิต 1 รอบ คือ ฟักออกจากไข่จนกระทั่งตาย ในแมลงหางดีดที่เลี้ยงด้วยยีสต์ผงชุบไดเมโธเอท ความเข้มข้นต่าง ๆ นั้น มีความแตกต่างกันน้อยมาก จะใช้เวลาประมาณ 55-50 วัน ในทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 4)

1.3 อัตราการตาย (mortality) คิดจากจำนวนที่เริ่มทำการเลี้ยงทั้งหมด คือ 40 ตัว 52 วัน จะเห็นว่าอัตราการตายของแมลงหางดีดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายไดเมโธเอทเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ที่ความเข้มข้น 0 ppm. มีอัตราการตายของแมลงหางดีดน้อยที่สุด คือ 25% และที่ความเข้มข้นสูงสุด คือ 1,000 ppm. จะมีอัตราการตายของแมลงหางดีดมากที่สุด คือ 52.5% (ตารางที่ 4, รูปที่ 3)

1.4 การวางไข่ การวางไข่ครั้งแรกของแมลงหางดีดที่ใช้ทำการทดลองทั้งหมดนั้น มีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่การวางไข่ครั้งที่ 2 นั้น จำนวนไข่ของแมลงหางดีดจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของไดเมโธเอทเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้จำนวนไข่ทั้งหมดที่แมลงหางดีด 1 ตัว วางไข่ได้จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของไดเมโธเอทเพิ่มขึ้น คือ ที่ความเข้มข้น 0 ppm. แมลงหางดีด 1 ตัว จะวางไข่ได้มากที่สุด 34.5±1.1 ฟอง และที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. แมลงหางดีด 1 ตัว จะวางไข่ได้ 15.7±0.8 ฟอง

1.5 การฟักเป็นตัว (hatching) หมายถึงจำนวนไข่ที่สามารถฟักเป็นตัวได้ เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวของไข่แมลงหางดีดจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของไดเมโธเอทเพิ่มขึ้น คือ ที่ 0 ppm. เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวสูงถึง 92.27±1.5% ขณะที่ 1,000 ppm. มีเปอร์เซ็นต์การฟักเพียง 58.7±0.8% เท่านั้น

2. <u>ผลของสารกำจัดแมลงไดเมโธเอทต่อชีววิทยาบางประการของตัวกะปี (woodlice)</u>

ทำการเลี้ยงตัวกะปีด้วยอาหาร 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 ยีสต์ผงกับปุ๋ยคอก โดยชุบยีสต์ผงด้วยสารละลายไดเมโธเอท ความเข้มข้น 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

แบบที่ 2 ยีสต์ผงกับใบไม้แห้ง โดยชุบยีสต์ผงด้วยสารละลายไดโมโธเอท ความเข้มข้น 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

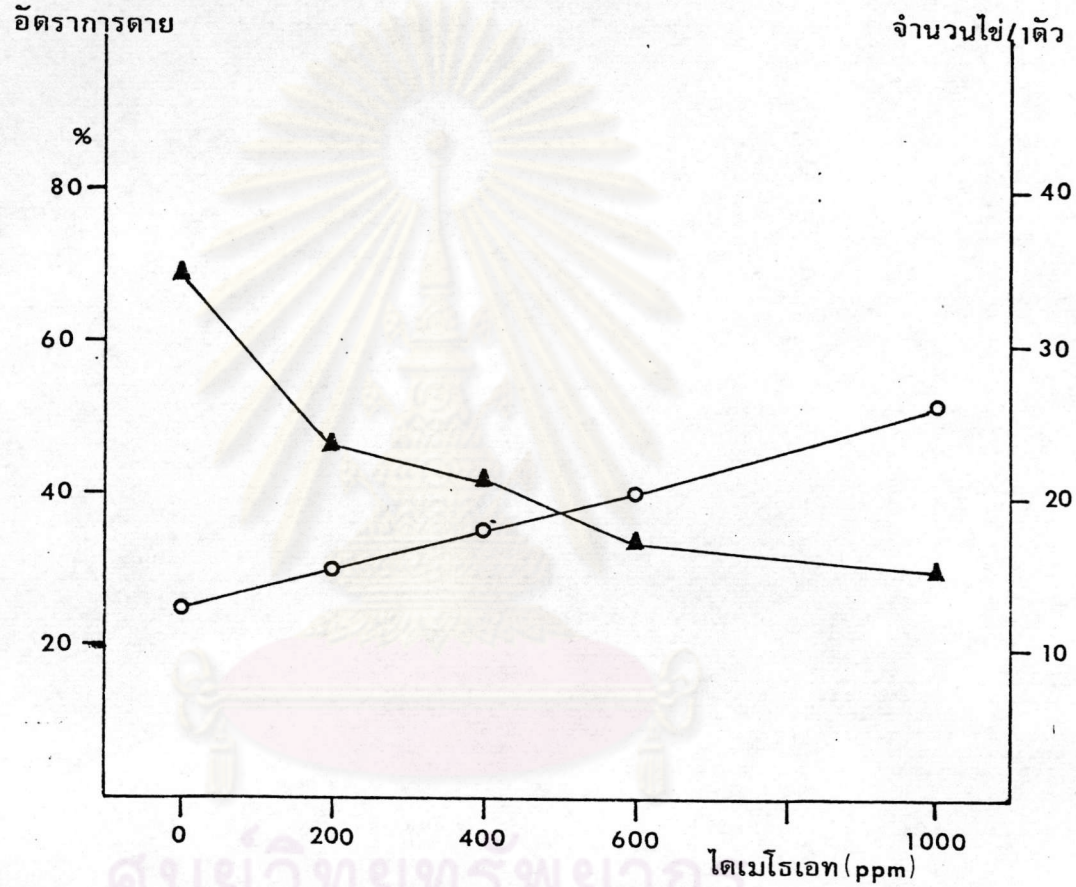
แบบที่ 3 ใบไมแห้ง ซึ่งชุบด้วยสารละลายไดเมโธเอทความเข้มข้น 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

ตารางที่ 4 แล่ดงผลของล่ารกำจัดแมลงไดเมโธเอทที่มีต่อแมลงหางดีด (Family Neanuridae) ที่เลี้ยงด้วยยีล่ต์ผงชุบล่ารละลายไดเมโธเอท ความเข้มข้น 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

| ไดเมโธเอทในอาหาร (ppm.) | จำนวนแมลงหางดีด (ตัว) | *ระยะเวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย (วัน) | จำนวนไข่ต่อ 1 คู่ | | | % การฟักเป็นตัว | อายุขัย (วัน) | จำนวนแมลงหางดีดเมื่อครบ 52 วัน | อัตราการตาย (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | รวม | | | | |
| 0 | 40 | 22.33±0.7 | 5.0±0.57 | 29.5±1.6 | 34.5±1.1 | 92.77±1.5 | 55.80±0.8 | 30 | 25 |
| 200 | 40 | 26.0±0.92 | 5.0±0.63 | 18.6±1.5 | 23.6±1.4 | 86.44±1.4 | 56.42±0.6 | 28 | 30 |
| 400 | 40 | 29.8±0.8 | 6.6±1.02 | 14.3±1.6 | 21.0±2.1 | 80.95±1.6 | 55.9±0.7 | 26 | 35 |
| 600 | 40 | 34.0±1.0 | 4.3±0.70 | 13.4±1.2 | 17.2±1.0 | 69.04±1.2 | 56.6±1.1 | 24 | 40 |
| 1,000 | 40 | 36.2±1.08 | 4.0±0.71 | 9.7±1.4 | 15.7±0.8 | 58.7±0.8 | 56.7±0.8 | 19 | 52.5 |

*หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่ออกจากไข่ จนถึงวันแรกที่ผลิตไข่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของไดเมโธเอท์ที่เพิ่มขึ้นในอาการกับอัตราการตาย (o-o) และกับจำนวนไข่ที่ผลิต (Δ-Δ) ของแมลงหางดีดวงศ์ Neanuridae ที่เลี้ยงในห้องทดลอง

ทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28°C เป็นเวลา 210 วัน แล้วบันทึกผล ดังตารางที่ 5

จะเห็นได้ว่าตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มีการเจริญไม่แตกต่างกัน แต่ตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 3 นั้น มีการเจริญช้ากว่าตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหาร 2 แบบแรก เนื่องจากยีสต์ผงมีคุณค่าทางอาหารสูง และพบว่า เมื่อความเข้มข้นของไดเมโธเอทในอาหารเพิ่มขึ้น ตัวกะปิจะมีอัตราการตายสูงขึ้น ใช้เวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้น และการผลิตลูกแต่ละครั้งลดจำนวนลง

2.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย หมายถึง ระยะเวลาที่ตัวกะปีใช้ในการเจริญตั้งแต่ออกจากถุงไข่ของตัวแม่ จนกระทั่งตัวกะปีออกลูกเป็นครั้งแรก ตัวกะปีจะใช้เวลาในการเจริญเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารกำจัดแมลงเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่ตัวกะปีที่ได้อาหารที่มีความเข้มข้นของไดเมโธเอท 0 ppm. จะใช้เวลาในการเจริญน้อยที่สุด คือ 56 และ 55 วัน ในอาหารแบบที่ 1 และแบบที่ 2 และ 95 วัน ในอาหารแบบที่ 3 ตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีความเข้มข้นของไดเมโธเอท 1,000 ppm. จะใช้เวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยนายที่สุดคือ 144 วัน, 148 วัน ในอาหารแบบที่ 1 และ 2 และ 180 วัน ในอาหารแบบที่ 3

2.2 การผลิตลูกของตัวกะปี ตัวกะปีจะวางไข่ในถุงไข่ แล้วไข่จะฟักเป็นตัวทันที ตัวกะปี 1 ตัว จะมีลูกอ่อนตั้งแต่ 3-9 ตัว เมื่อตัวกะปีออกไข่ครั้งแรกแล้วประมาณ 3 สัปดาห์ จะผลิตไข่ครั้งที่ 2 อีก (วณี ยงอำพรทิพย์, 2525) จากการเลี้ยงตัวกะปีด้วยอาหาร 3 แบบ นั้น ปรากฏว่าจำนวนลูกที่ตัวกะปีผลิตได้ในแต่ละครั้งจะลดจำนวนลง เมื่อความเข้มข้นของไดเมโธเอทในอาหารเพิ่มขึ้น และเนื่องจากระยะเวลาที่ตัวกะปีใช้ในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยไม่เท่ากัน จึงทำให้จำนวนครั้งที่ผลิตลูกไม่เท่ากันด้วย ซึ่งจำนวนครั้งในการผลิตลูกจะลดลงตามความเข้มข้นของไดเมโธเอทที่เพิ่มขึ้น ทำให้ตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมไดเมโธเอทความเข้มข้นต่ำ จะผลิตลูกได้เป็นจำนนนมากกว่าตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมไดเมโธเอทความเข้มข้นสูง คือ ที่ความเข้มข้น 0 ppm. ตัวกะปีผลิตลูกได้ 56.6 และ 56.5 ตัว ในตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยคาหารแบบที่ 1 และ 2 และ 41.6 ตัว ในอาหารแบบที่ 3 ขณะที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. ตัวกะปีผลิตลูกได้ 9.4 และ 10.3 ตัว ในอาหารแบบที่ 1 และ 2 และ 4.0 ตัว ในอาหารแบบที่ 3

ตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 แบบนั้น ความสามารถในการผลิตลูกแต่ละครั้งไม่แตกต่างกัน แต่จำนวนครั้งที่ผลิตลูกได้ของตัวกะปีที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 3 น้อยกว่า

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการตาย, ระยะเวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย, จำนวนลูกทั้งหมดที่ได้เมื่อสิ้นสุดการทดลองของตัวกะปิ (woodlice) ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 ยีสต์ผง + ปุ๋ยคอก + สารละลายไดเมโธเอท 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

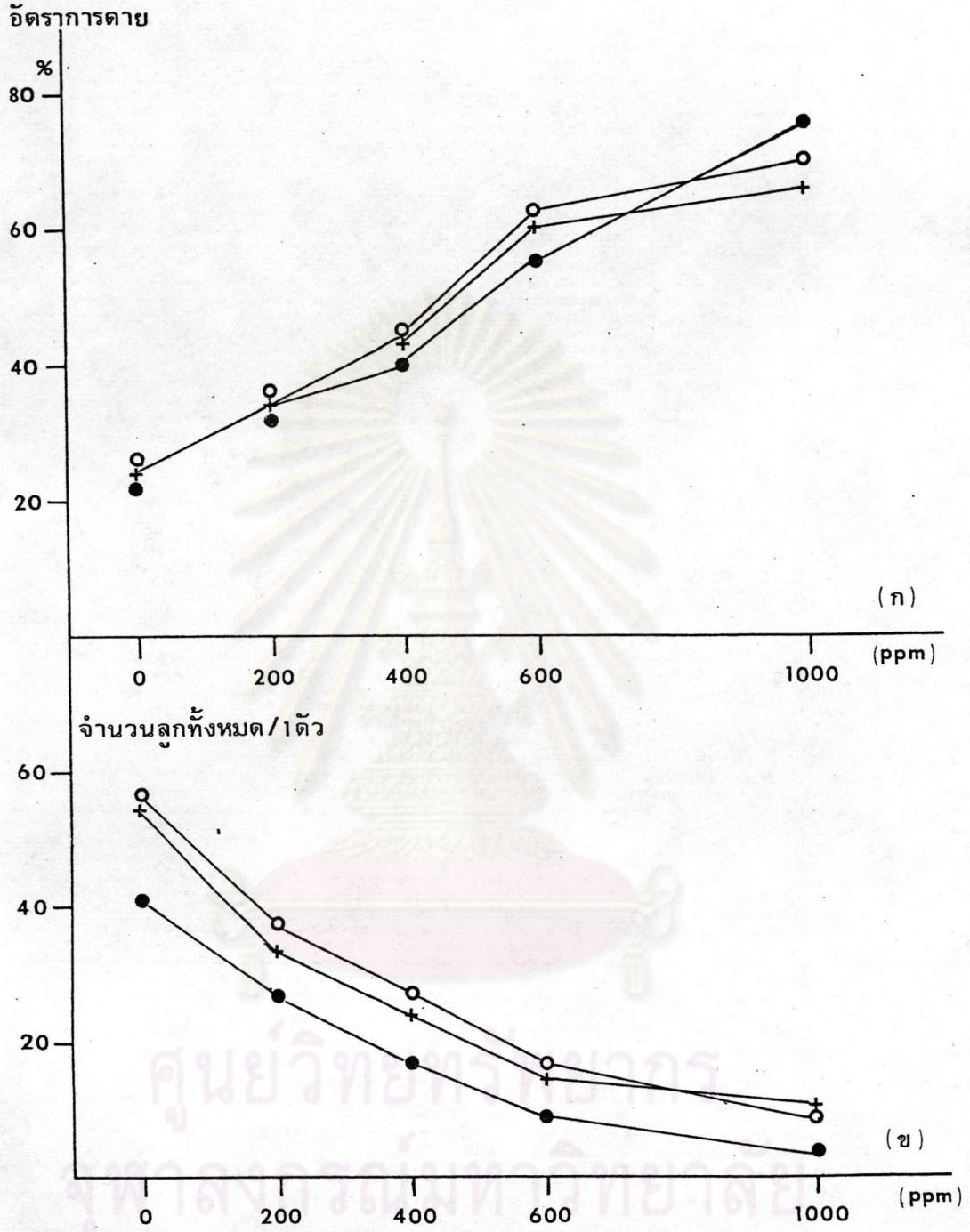
แบบที่ 2 ยีสต์ผง + ใบไม้แห้ง + สารละลายไดเมโธเอท 0, 200, 400, 600 และ 1,000 ppm.

แบบที่ 3 ใบไม้แห้ง + สารละลายไดเมโธเอท 0, 200, 400 600 และ 1,000 ppm.

| อาหาร | ไดเมโธเอท ppm. | จำนวนเริ่มต้น (ตัว) | จำนวนเมื่อครบ 210 วัน (ตัว) | อัตราการตาย (%) | *ระยะเวลาที่เติบโตเป็นตัวเต็มวัย | จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ยีสต์ + ปุ๋ยคอก | 0 | 30 | 24 | 20 | 56 | 56.6±0.6 |
| | 200 | 30 | 21 | 30 | 85 | 37.4±0.5 |
| | 400 | 30 | 18 | 40 | 106 | 27.7±0.7 |
| | 600 | 30 | 12 | 60 | 128 | 16.3±0.4 |
| | 1000 | 30 | 9 | 70 | 144 | 9.4±0.8 |
| ยีสต์ + ใบไม้แห้ง | 0 | 30 | 23 | 23.33 | 55 | 56.5±0.5 |
| | 200 | 30 | 20 | 33.33 | 90 | 34.8±0.7 |
| | 400 | 30 | 17 | 43.33 | 113 | 24.9±0.4 |
| | 600 | 30 | 13 | 56.66 | 132 | 15.2±0.2 |
| | 1000 | 30 | 8 | 73.33 | 148 | 10.3±0.3 |
| ใบไม้แห้ง | 0 | 30 | 24 | 20 | 95 | 41.6±0.9 |
| | 200 | 30 | 20 | 33.33 | 120 | 27.4±0.2 |
| | 400 | 30 | 18 | 40 | 146 | 17.3±0.7 |
| | 600 | 30 | 12 | 60 | 164 | 9.8±0.5 |
| | 1000 | 30 | 7 | 76.66 | 180 | 4.0±0.9 |

*ระยะเวลาที่ออกจากถุงไข่ของแม่จนกระทั่งมีลูกครั้งแรก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ความเข้มข้นของไดเมโธเอท กับ อัตราการตาย(ก) และ กับ จำนวนลูกทั้งหมดของตัวกะปิ 1 ตัว(ข) ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 ( o—o ) ปุ๋ยคอก +ยีสต์ +ไดเมโธเอทเอท

แบบที่ 2 ( +—+ ) ใบไม้แห้ง + ยีสต์ +ไดเมโธเอท

แบบที่ 3 ( ●—● ) ใบไมแห้ง+ไดเมโธเอท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เนื่องจากตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 3 ใช้เวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยมากกว่าตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารแบบที่ 1 และ แบบที่ 2

2.3 อัตราการตาย ซึ่งคิดจากจำนวนตัวกะปิที่เริ่มต้นเลี้ยงทั้งหมดในแต่ละการทดลอง คือ 30 ตัว จนถึงวันสิ้นสุดการทดลอง เมื่อครบ 210 วัน จะเห็นว่าตัวกะปิที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 แบบ มีอัตราการตายไม่แตกต่างกัน แต่อัตราการตายของตัวกะปิจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นของไดเมโธเอทในอาหารเพิ่มขึ้น เช่น ในการเลี้ยงตัวกะปิด้วยอาหารแบบที่ 1 ที่ความเข้มข้นของไดเมโธเอทในอาหารต่ำที่สุด อัตราการตายของตัวกะปิคิดเป็นร้อยละ 20 ขณะที่ 1,000 ppm. อัตราการตายของตัวกะปิคิดเป็นร้อยละ 70 (รูปที่ 5)

จากการทดลองความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงแมลงหางดีดและตัวกะปิด้วยอาหารแบบต่าง ๆ กัน และมีความเข้มข้นของไดเมโธเอทต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี analysis of Variance จะเห็นว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย ปริมาณไข่ หรือลูก อัตราการตายของแต่ละความเข้มข้นของไดเมโธเอทที่ผสมลงในอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6)

แมลงหางดีด และตัวกะปิ เช่นเดียวกับพวก arthropod ซึ่งจะมีการเจริญแต่ละขั้นก็จะมีการลอกคราบจนสิ้นอายุขัย ซึ่งการลอกคราบของทั้งแมลงหางดีด และตัวกะปิ จะเป็นการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งมีสมองเป็นผู้สั่งงาน (Borror, 1976) จากรายงานของ Tsumuki และคณะ (1970) ว่า สารกำจัดแมลงพวกอินทรีย์ฟอสเฟตที่ความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ (เป็น sub-acute concentration) มีผลทำให้น้ำหนักของสัตว์ทดลองลดลง และยับยั้งการทำงานของคลอรีนเอสเทอเรส (cholininesterase) และ เอสิ-เอสเทอเรส (ali-esterase) ของสมอง ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญของสัตว์ทดลอง ดังนั้นแมลงหางดีด และตัวกะปิที่ได้รับสารกำจัดแมลงไดเมโธเอทเพิ่มขึ้น จะมีการเจริญวัยช้าลง และการเจริญพันธุ์ลดลง

3. <u>ผลของอุณหภูมิที่มีต่อชีววิทยาบางประการของแมลงหางดีด และตัวกะปิ</u>

จากการทดลองเลี้ยงแมลงหางดีดที่ 15°ซ พบว่า แมลงหางดีดมีการเจริญเติบโตช้ามาก แมลงหางดีดที่เลี้ยงที่อุณหภูมิปกติ จะใช้เวลา 2-5 วัน ในการลอกคราบแต่ละครั้ง และจะมีการลอกคราบทั้งหมด 5 ครั้ง จึงเป็นตัวเต็มวัย แต่แมลงหางดีดที่เลี้ยงที่ 15°ซ ใช้เวลา 10-15 วัน ในการลอกคราบแต่ละครั้ง ใช้เวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยทั้งหมด 60 วัน และไม่มีการวางไข่แม้จะมีอายุขัย 90-95 วัน แต่มีอัตราการตายสูงมาก เมื่อเริ่มทำการเลี้ยง 40 ตัว เมื่อถึงอายุขัยเหลือ 10 ตัว คิดเป็นอัตราการตายร้อยละ 75 และที่อุณหภูมิ 30°ซ นั้น

แมลงหางดีดไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยที่แมลงหางดีดจะตายก่อนที่จะมีการลอกคราบครั้งที่ 1

ในตัวกะบีทั้งที่ 15°ซ และ 30°ซ ตัวกะบีไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยเฉพาะที่ 30°ซ ตัวกะบีจะตายภายในเวลา 3-5 วัน และที่ 15°ซ ตัวกะบีจะตายเมื่อทำการเลี้ยงไปได้ 15 วัน โดยไม่มีการลอกคราบ

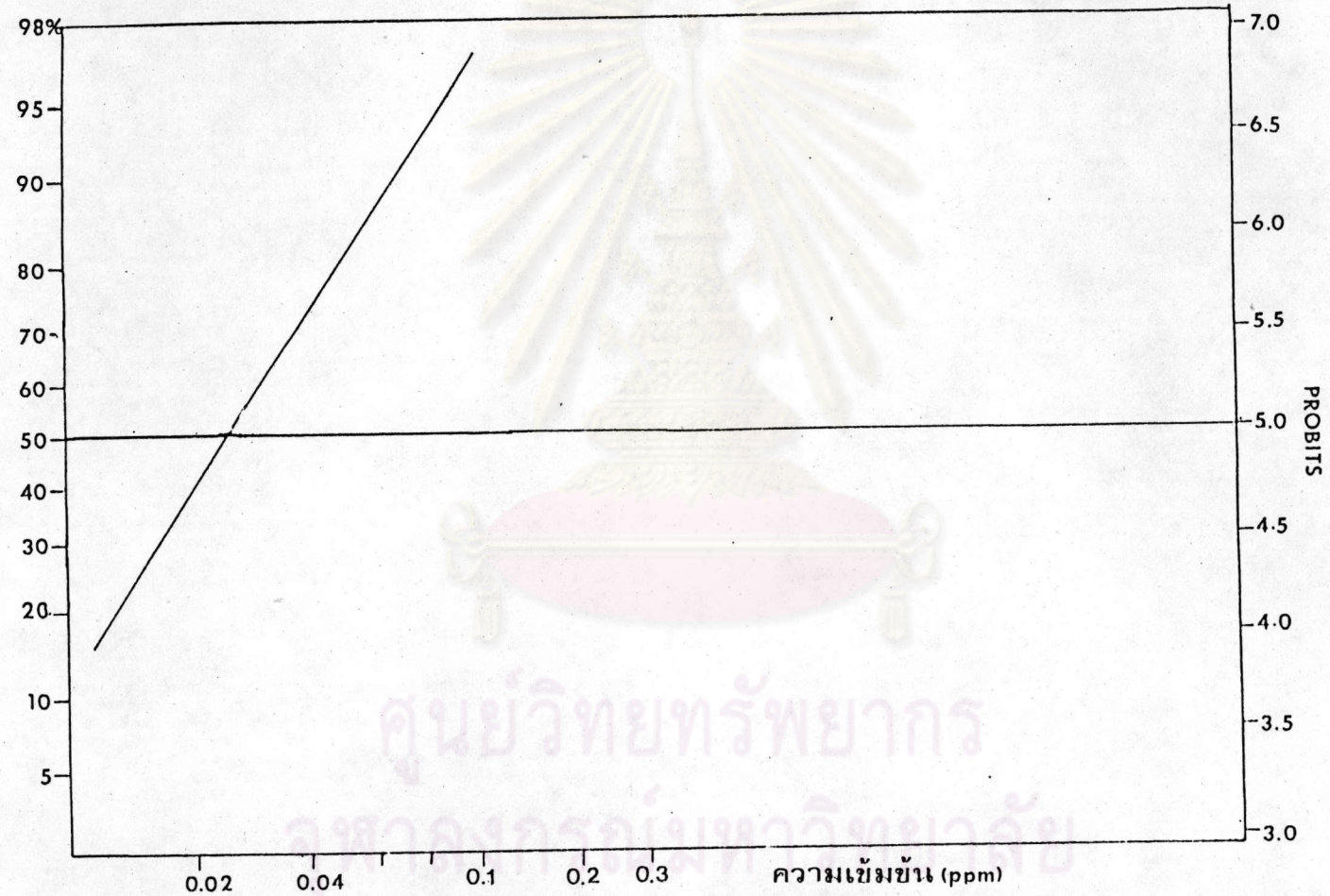
ทั้งแมลงหางดีดและตัวกะบี เป็นสัตว์ในดินที่ต้องการความชื้นค่อนข้างสูงในการดำรงชีวิต (Kevan, 1962) แต่ที่อุณหภูมิ 30°ซ มีการระเหยของน้ำสูง จนทำให้สัตว์ทั้งสองชนิดแห้งตาย และเมื่ออุณหภูมิลดลง อัตราการหายใจของตัวกะบีลดลงด้วย (Wallwork, 1970) จึงทำให้ที่ 15°ซ ตัวกะบีไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

4. การหาค่า $LC_{50}$ ไดเมโธเอทที่ 24 ชั่วโมงของแมลงหางดีด

แมลงหางดีด ในวงศ์ Neanuridae มีค่าเป็น 0.064 ppm. และในวงศ์ Sminthuridae มีค่าเป็น 0.025 ppm. โดยวิธี probit Analysis (รูปที่ 6, 7)

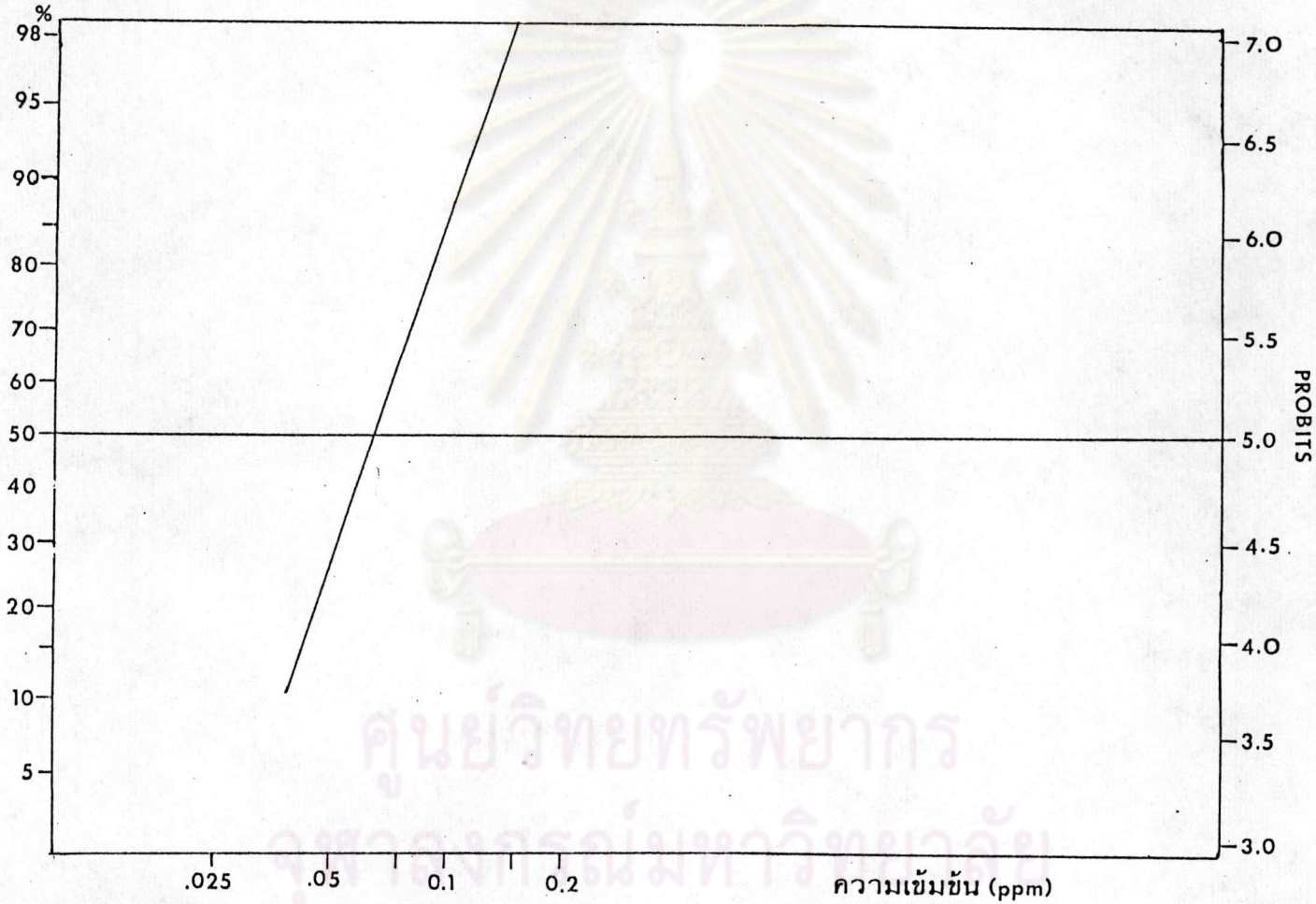
จากการทดสอบความแตกต่างของค่า $LC_{50}$ ของแมลงหางดีด 2 ชนิด โดยใช้ F-test พบว่า ค่า $LC_{50}$ ของแมลงหางดีดทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไดเมโธเอทซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงพวกอินทรีย์ฟอสเฟต มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอนติคลอรีนเอสเทอเรส มีความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน ทำให้แมลงตายทันที นอกจากนี้ ไดเมโธเอทที่เข้าไปภายในตัวแมลงจะมีการย่อยสลายได้ oxygen analog ของไดเมโธเอท ซึ่งมีความเป็นพิษมากกว่าไดเมโธเอท (Brady, 1963) และแมลงหางดีดทั้ง 2 ชนิด มีผิวชั้นนอกของลำตัวบาง ทำให้สารกำจัดแมลงซึมผ่านได้รวดเร็ว (Uchida, 1963) ทำให้ค่า $LC_{50}$ ของแมลงหางดีดทั้ง 2 ชนิดค่อนข้างต่ำ และแมลงหางดีดในวงศ์ Sminthuridae มีขนาดเล็กกว่าแมลงหางดีดในวงศ์ Neanuridae มาก จึงมีค่า $LC_{50}$ ต่ำกว่าของวงศ์ Neanuridae




รูปที่ 6 แสดงความเป็นพิษของไดเมโธเอทต่อแมลงหางดีด วงศ์ Sminthuridae

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 7 แสดงความเป็นพิษของไดเมโธเอทต่อแมลงหางดีด วงศ์ Neanuridae

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 แล่ดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) ด้วยวิธี randomised block designed

| Parameter | ANOVA | df | F (ตาราง) | F |
|---|---|---|---|---|
| ความชื้นสัมพัทธ์ | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | 1.036 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 78.360** |
| อุณหภูมิของดิน | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | -8.12 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 2.98 |
| อุณหภูมิของอากาศ | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | 0.891 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 1051.080** |
| ปริมาณน้ำในดิน | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | 0.11 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 15.090** |
| pH ของดิน | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | -2 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 1 | 3.00 | -1.390 |
| น้ำหนักสัตว์ในดินขนาดใหญ่ | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | 2.640* |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 12.740** |
| จำนวนสัตว์ในดินขนาดกลาง | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | 10.500** |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 30.530** |
| ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.57 | -3.36 |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | -2.60 |
| ปริมาณไดเมโธเอทตกค้างในดิน | แปลงควบคุม vs. แปลงทดลอง | 1 | 2.52 | 10.800** |
| | ฤดูฝน vs. ฤดูหนาว vs. ฤดูร้อน | 2 | 3.00 | 9.150** |

ตารางที่ 6 (ต่อ)

| Parameter | ANOVA | df | F (ตาราง) | F |
|---|---|---|---|---|
| ตัวกะปิ (Woodlice) | อาหารชนิดที่ 1 vs. อาหารชนิดที่ 2 vs. อาหารชนิดที่ 3 | 2 | 1.66 | 1.703* |
| | อาหารชนิดที่ 1 + ไดเมโธเอท 0, 200, 400, 600, 1000 ppm. | 4 | 1.55 | 5.950* |
| | อาหารชนิดที่ 2 + ไดเมโธเอท 0, 200, 400, 600, 1000 ppm. | 4 | 1.53 | 6.170* |
| | อาหารชนิดที่ 3 + ไดเมโธเอท 0, 200, 400, 600, 1000 ppm. | 4 | 1.55 | 5.570* |

*มีนัยสำคัญ

**มีนัยสำคัญยิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย