หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการทดลอง

I. การศึกษาในแปลงทดลอง

1. อัตราการย่อยสลายลิตเตอร์โดยวิธี "Litter bag method"

จากการฝังถุงตาข่ายบรรจุลิตเตอร์ในแต่ละฤดูกาลตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2524 ถึงเดือนมกราคม 2525 พบว่าในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน – กันยายน 2524) มีอัตราการย่อยสลายของลิตเตอร์สูงที่สุดคือ 92.6% รองลงมาได้แก่ ฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2524) = 63% และฤดูหนาว (ตุลาคม 2524 – มกราคม 2525) = 32% (ตารางที่ 1 และรูปที่ 1)

2. ชนิดและปริมาณของสัตว์ในดิน

จากการสกัดหาชนิดและจำนวนของสัตว์ในดินที่พบภายในถุงตาข่ายบรรจุลิตเตอร์ในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว ซึ่งสกัดโดยใช้ Berlese's funnel แล้วพบว่าชนิดของสัตว์ในดินที่พบมากในทั้ง 3 ฤดู ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มเด่นที่มีปริมาณมากของบริเวณสวนที่ทำการทดลอง ได้แก่ ไร (Acarina) และแมลงหางดีด (Springtail) ที่พบรองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดิน (Chaetapoda), แมงมุม (Araneae), Whiteworm (Enchytraeidae), กิ้งกือ (Diplopoda), ตัวกะปิ (Isopoda) และมด (Hymenoptera) ส่วนพวกที่มีปริมาณน้อย และบางฤดูก็ไม่พบ เช่น symphylid, proturan, แมลงปีกแข็ง (Coleoptera), ตะขาบ (Chilopoda) และตัวอ่อนของแมลง เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของสัตว์ในดินทั้งหมดที่พบในแต่ละฤดูกาล พบว่าในช่วงฤดูฝนมีจำนวนของสัตว์ในดินมากที่สุดคือ 3515.6 ตัวต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.88

รองลงมาได้แก่ฤดูร้อน คือ 1760 ตัวต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.47 และฤดูหนาวมีจำนวนน้อยที่สุดคือ 1632.85 ตัวต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.6 (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1, 2)

3. สภาวะแวดล้อมทางกายภาพของดิน

3.1 ลักษณะของเนื้อดิน

ใช้นิ้วมือบี้ดินขณะเปียก พบว่ายืดเป็นเส้นได้ และเป็นก้อนแข็งเมื่อแห้ง ซึ่งเป็นลักษณะของดินเหนียว และสีของดินเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ซึ่งแสดงว่าน่าจะมีอินทรีย์สารปะปนอยู่ค่อนข้างสูง

3.2 ปริมาณลิตเตอร์ที่ปกคลุมผิวดิน

วัดโดยเก็บลิตเตอร์ใบไม้ในบริเวณเนื้อที่ 1 ตารางเมตร มาอบหาน้ำหนักแห้ง พบว่าฤดูที่มีลิตเตอร์สะสมที่ผิวดินมากที่สุด คือ ฤดูหนาว เนื่องจากเป็นฤดูที่ต้นไม้ต่าง ๆ ในสวนกำลังผลัดใบ วัดในเดือนมกราคมได้ 149.25 กรัมต่อตาราง-เมตร รองลงมาคือ ฤดูฝน วัดในเดือนกันยายนได้ 123.50 กรัมต่อตารางเมตร และต่ำสุดในฤดูร้อนวัดในเดือนพฤษภาคมได้ 87.40 กรัมต่อตารางเมตร

3.3 ปริมาณน้ำในดินและความเป็นกรดด่างของดิน (pH)

ปริมาณน้ำในดินจะสูงสุดในฤดูฝน คือ 45.6% ฤดูร้อน 25.4% และต่ำสุดในฤดูหนาวคือ 16.8% (ตารางที่ 1) pH ของดินก่อนทำการทดลองมีสภาพค่อนข้างเป็นกรด คือ pH = 4.79 หลังการทดลอง pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ วัดในฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว ได้ = 4.82, 5.57 และ 5.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3) จะเห็นว่าฤดูฝนมีปริมาณน้ำในดินสูงที่สุด และมี pH สูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว เนื่องจากระดับ pH ของดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินที่มีปริมาณน้ำในดินสูงจะมีระดับ pH สูงกว่าดินที่มีระดับน้ำในดินน้อย (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ Ponnamperuma 2515)

3.4 อุณหภูมิของดินและความชื้นสัมพัทธ์

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นขึ้นอยู่กับฤดูกาล ฤดูฝนบริเวณสวนที่ทำการทดลองมีฝนตกชุก และมีพืชคลุมดินอยู่มาก ดังนั้นในฤดูฝนจึงมีความชื้นของดินสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาวที่มีอากาศแห้งแล้งกว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ที่วัดได้ในฤดูฝน, ฤดูร้อน และฤดูหนาว คือ 80%, 69% และ 61% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) และอุณหภูมิไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากในบริเวณสวนมีต้นไม้มาก อุณหภูมิที่วัดได้ในฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว คือ 30 °ซ., 28 °ซ. และ 25 °ซ. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

4. สภาวะแวดล้อมทางเคมีของดิน

4.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่บอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินสีเข้มโดยปกติแล้วแสดงว่าเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินสีจาง (สมศักดิ์ กิตติพงศ์ 2518) ดินในสวนที่ทำการทดลองเป็นดินสีเข้ม เมื่อทำการวิเคราะห์ดินก่อนเริ่มการทดลอง พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 3.56% และหลังการทดลองพบว่าในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 4.36%, 6.074% และ 4% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าในฤดูฝนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3)

4.2 ปริมาณไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีน และคลอโรฟิลล์ โปรตีนจำเป็นสำหรับการแบ่งเซลขยายใบกิ่งก้านสาขา คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวในใบที่รวมแสงสว่างมาใช้สังเคราะห์แป้งและน้ำตาล เพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่พืช (ถวิล ครุฑกุล 2523) จากการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองได้ปริมาณไนโตรเจน 0.08% และหลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว วัดปริมาณไนโตรเจน

ได้ 0.18, 0.277 และ 0.20% ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนจะสูงขึ้นและช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมาคือ ฤดูหนาว และฤดูร้อน (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3)

4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของโปรตีนที่สำคัญในพันธุกรรมของพืช และเป็นส่วนที่สำคัญของสารที่ให้พลังงานต่าง ๆ ในพืช เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด พืชต้องมีฟอสฟอรัสจำนวนเล็กน้อยตลอดเวลาไม่เช่นนั้นจะหยุดชงักการเจริญเติบโตทันที (ถวิล ครุฑกุล 2523) เมื่อวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองได้ปริมาณฟอสฟอรัส 26.4 ppm. และหลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว ได้ 41.88 ppm. 32.24 ppm. และ 30.6 ppm. ตามลำดับ พบว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินจะเพิ่มสูงขึ้น แต่ในฤดูร้อนจะมีปริมาณเพิ่มสูงที่สุด รองลงมาคือ ฤดูฝน และฤดูหนาว (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3)

4.4 ปริมาณโปตัสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

โปตัสเซียมไม่ได้เป็นองค์ประกอบของสารใด ๆ เลยในพืช แต่ทำหน้าที่เป็นประจุบวกที่ไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิด โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง แป้ง น้ำตาล และโปรตีน การขนย้ายแป้ง น้ำตาล และทำหน้าที่ในการดึงน้ำให้มาสู่พืชมากยิ่งขึ้น และลดความเป็นกรดของกรดอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นมา (ถวิล ครุฑกุล 2523) จากการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองพบว่ามีปริมาณโปตัสเซียม 225.6 ppm. และหลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว มีปริมาณโปตัสเซียม 379.2, 378.8 และ 362 ppm. ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณโปตัส–เซียมหลังการทดลองจะสูงกว่าก่อนการทดลองในฤดูร้อนและฤดูฝนจะมีปริมาณโปตัสเซียมใกล้เคียงกันและสูงกว่าฤดูหนาว (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3) จากการวิเคราะห์หาธาตุอาหารของพืชเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง พบว่าดินหลังการทดลอง

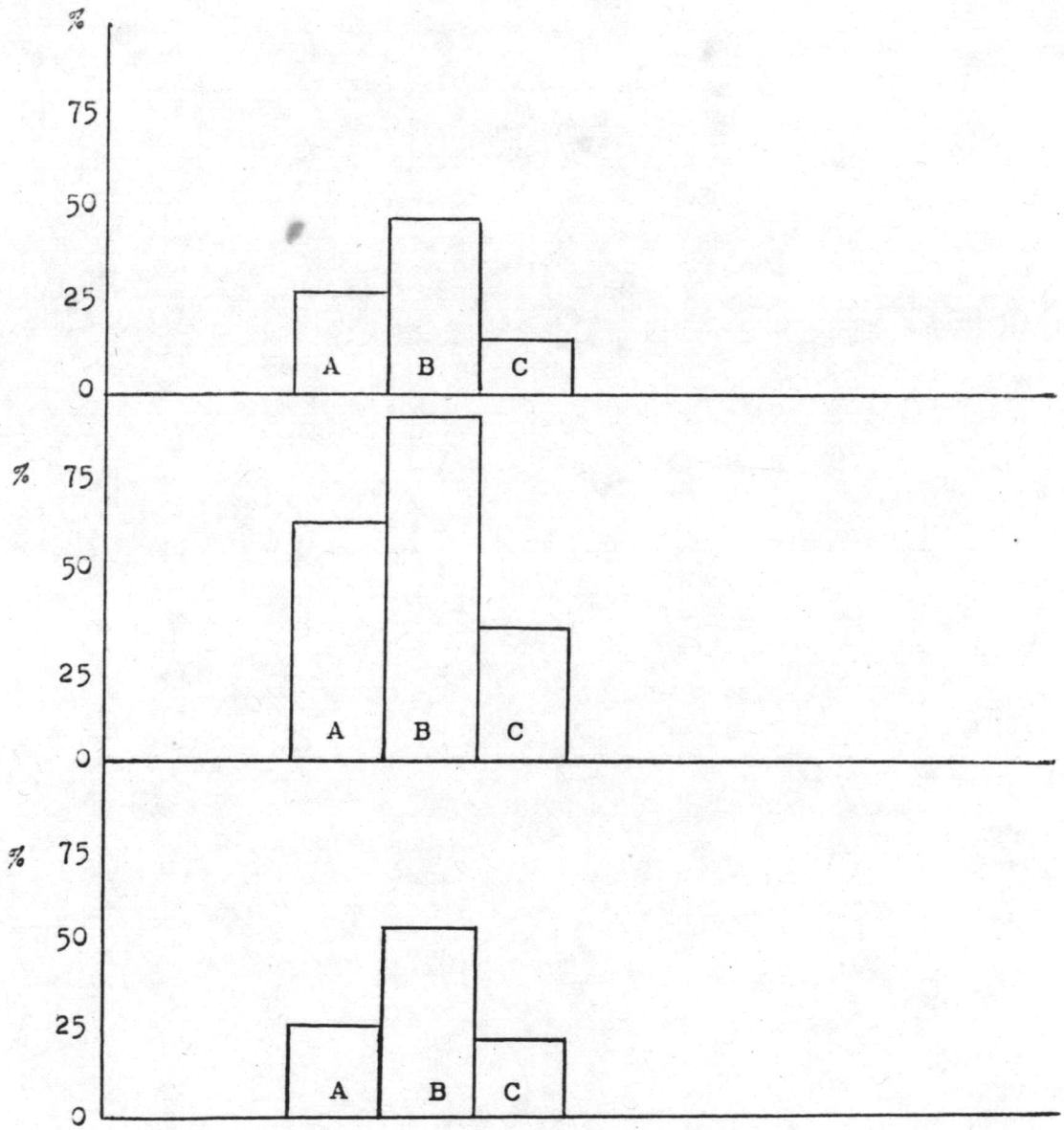
มีปริมาณธาตุอาหาร เพิ่มขึ้น และในช่วงฤดูฝนดินมีธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด คือ อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนและโปตัสเซียมสูงกว่าฤดูอื่น ยกเว้นฟอสฟอรัสซึ่งมีปริมาณมากในช่วงฤดูร้อน และในช่วงฤดูหนาวมีปริมาณธาตุอาหารน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยทางกายภาพ และเคมีของดิน อัตราการสลายตัวของลิตเตอร์ และความหนาแน่นประชากรของสัตว์ในดิน ในแปลงทดลองระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2524 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2525

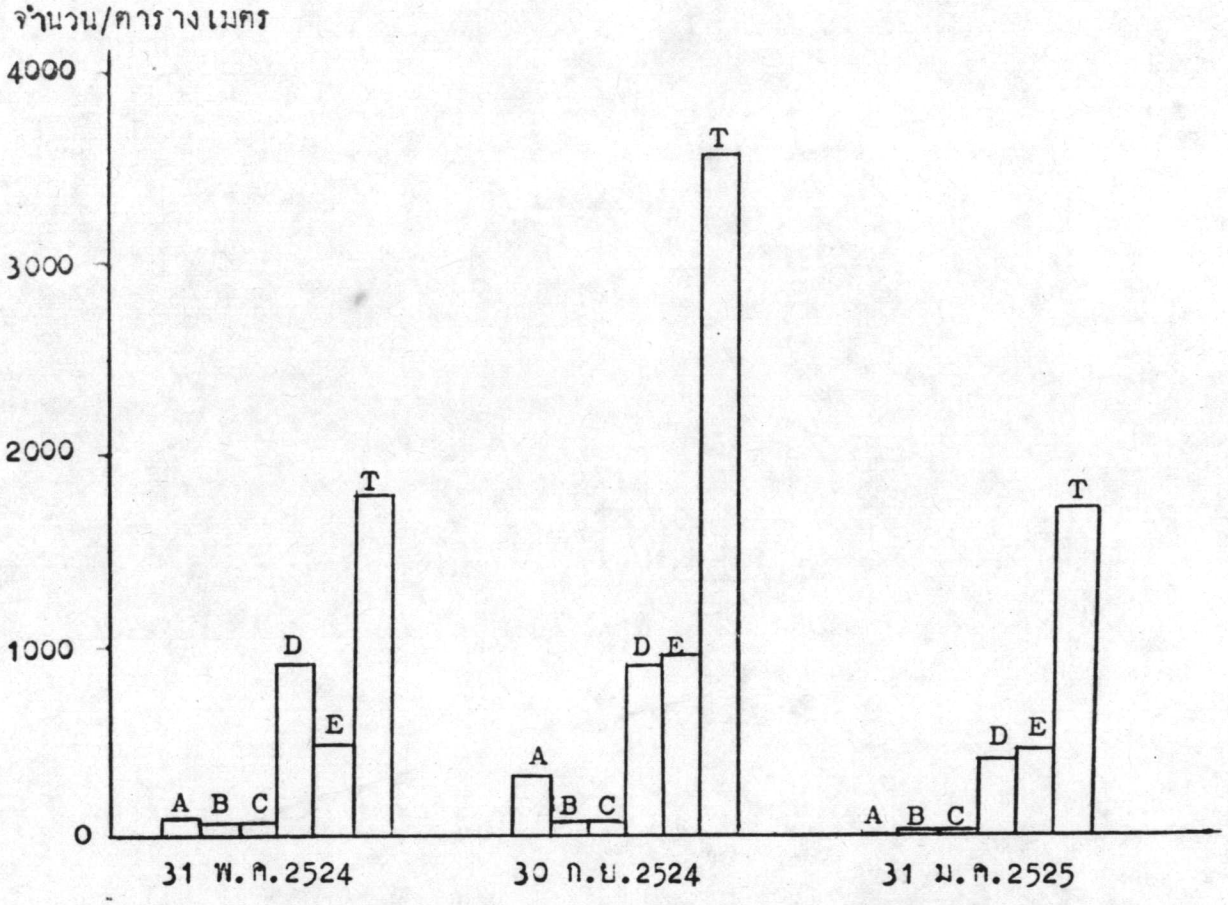
สภาพแวดล้อมทางกายภาพ, เคมี, ชีวภาพของดิน และอัตราการย่อยสลายลิตเตอร์	ช่วงเวลา			
	* 1 กพ.2524	ฤดูร้อน 1 กพ.24 – 31 พค.24	ฤดูฝน 1 มิ.ย 24– 30 กย.24	ฤดูหนาว 1 ตค.24– 31 มค.25
อุณหภูมิ (°C)	24	30	28	25
ความชื้นสัมพัทธ์ %	59	69	80	61
ปริมาณน้ำในดิน %	15.5	25.4	45.6	16.8
pH	4.79	4.82	5.57	5.33
อินทรีย์วัตถุ (%)	3.56	4.36	6.07	4.00
ไนโตรเจน (%)	0.08	0.18	0.28	0.20
ฟอสฟอรัส (ppm.)	26.4	41.88	32.24	30.60
โปตัสเซียม (ppm.)	225.6	379.2	378.8	362.0
สัตว์ในดิน (%)	0	25.47	50.88	23.6
อัตราการย่อยสลายลิตเตอร์ (%)	0	63	92.6	32

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนสัตว์ในดินในช่วงฤดูร้อน (1 กุมภาพันธ์ 2524 - 31 พฤษภาคม 2524) ฤดูฝน (1 มิถุนายน 2524 - 30 กันยายน 2524) ฤดูหนาว (1 ตุลาคม 2524 - 31 มกราคม 2525)

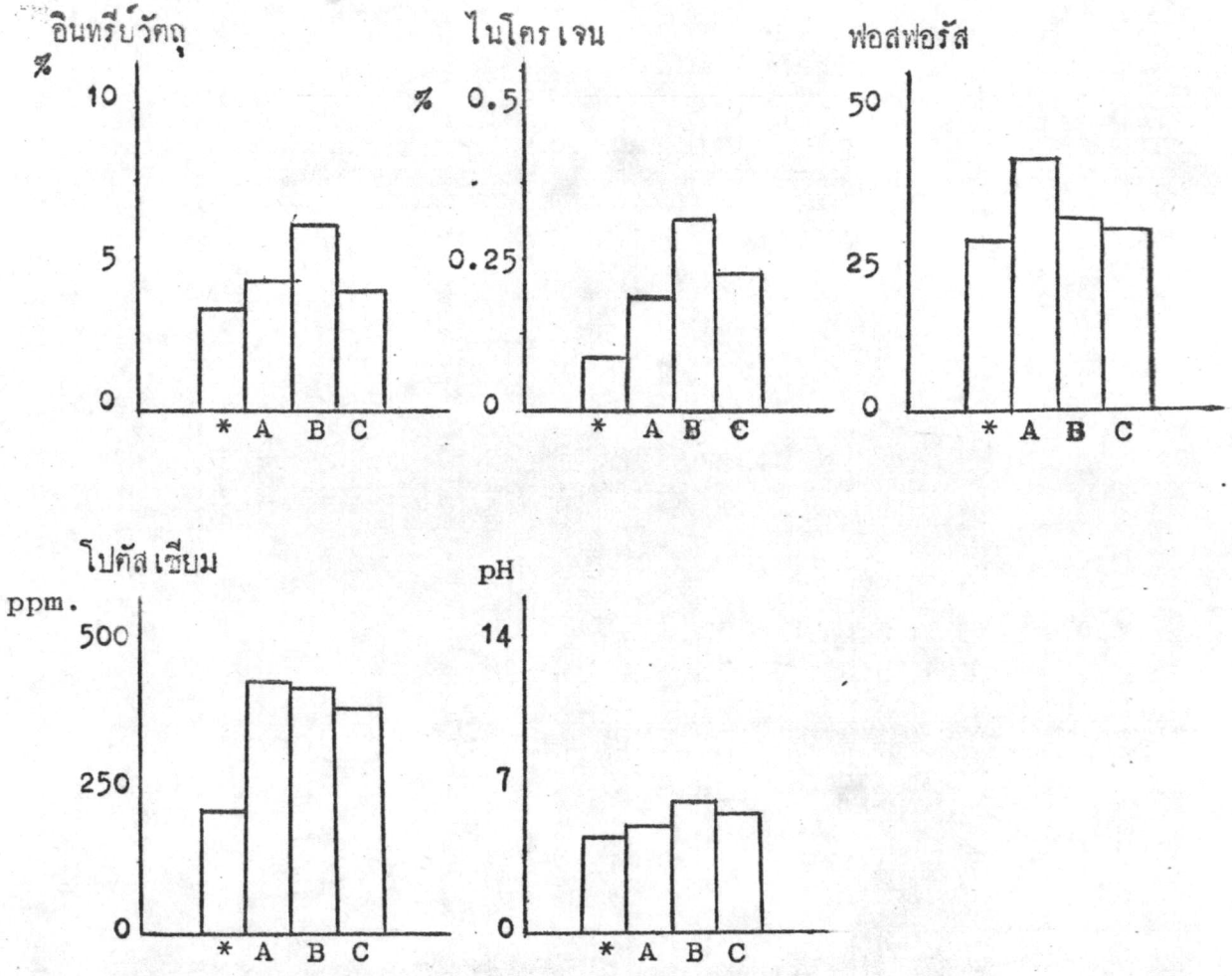
สัตว์ในดิน	ค่าเฉลี่ย ตัว/ตารางเมตร		
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
Oligochaeta	75	293.75	-
Enchytraeidae	50	381.25	-
Chilopoda	-	43.75	-
Diplopoda	50	56.5	5
Symphyla	-	-	58.3
Isopoda	50	56.25	5
Araneae	100	66.6	-
Opiliones	125	160	37.5
Acarina	820	840	400
Collembola	490	910	465
Protura	-	25	-
Coleoptera	-	75	3.3
Hymenoptera	-	545	415
Diptera (L)	-	62.5	243.75
รวม	1760	3515.6	1632.85
ร้อยละ	25.47	50.88	23.6



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของสัตว์ในดิน (รูปล่าง) อัตราการสลายตัวของลิตเตอร์ (รูปกลาง) และปริมาณน้ำในดิน (รูปบน) ในช่วงฤดูร้อน (A), ฤดูฝน (B), ฤดูหนาว (C)



รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสัตว์ในดินกลุ่มเด่น คือ ไส้เดือนดิน (A) กิ้งกือ (B) ตัวกะปิ (C) ไรดิน (D) และแมลงหางดีด (E) เปรียบเทียบกับปริมาณรวมทั้งหมด (T) ในช่วงฤดูร้อน (31 พ.ค.2524), ฤดูฝน (30 ก.ย. 2524) และฤดูหนาว (31 ม.ค.2525)



รูปที่ 3 แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินและระดับ pH ของดิน ก่อนการทดลอง (*) หลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน (A) ฤดูฝน (B) และฤดูหนาว (C)

II. การศึกษาในห้องทดลอง

1. ชีววิทยาของไส้เดือนดิน

1.1 ศึกษาลักษณะของมูล

มูลไส้เดือนดินมีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินมาก มูลไส้เดือนดินมีสีดำ ลักษณะเป็นก้อนรูปไข่เล็ก ๆ ไส้เดือนดินกินดินที่มีอินทรีย์วัตถุพร้อมกับเคลื่อนที่ไปตามช่องดินที่เกิดขึ้นนั้น มันถ่ายมูลกองไว้ที่ปากรูหรือบางชนิดก็ถ่ายปะปนไว้ในดิน ส่วนประกอบของมูลส่วนใหญ่เป็นอนุภาคดินขนาดเล็ก ๆ และอินทรีย์วัตถุไม่มีกรวดหรือทราย (ภาพที่ 7 – ก.)

1.2 คุณสมบัติและธาตุอาหารของพืชในมูลไส้เดือนดิน

1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหารมี pH = 5.45, มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยดินสวนมี pH = 5.41 และดินสวนมี pH = 4.75 จะเห็นว่า pH ของมูลไส้เดือนดินมีค่าสูงกว่า pH ของดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยง ซึ่งแสดงว่าไส้เดือนดินมีผลต่อการเพิ่มระดับ pH ของดินที่มันอาศัยอยู่ (ตารางที่ 3)

1.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหารจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 6.52%, มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยดินสวนมี 4.94% และดินสวนมี 2.14% จะเห็นว่ามูลไส้เดือนดินให้อินทรีย์วัตถุมากกว่าดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยง (ตารางที่ 3)

1.2.3 ปริมาณไนโตรเจน

มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยลิตเตอร์ให้ปริมาณไนโตรเจน 0.30%, มูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยดินสวนให้ไนโตรเจน 0.195% และดินสวนมีไนโตรเจน 0.131% (ตารางที่ 3)

1.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

มูลไส้เดือนดินที่ให้ลิตเตอร์เป็นอาหารมีฟอสฟอรัส 254.12 ppm. มูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยดินสวนมี 156.2 ppm. ดินสวนมี 20.8 ppm. (ตารางที่ 3)

1.2.5 ปริมาณโปตัสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

มูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหารมีโปตัสเซียม 830 ppm. มูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยดินสวนมี 255.4 ppm. ดินสวนมี 193 ppm. (ตารางที่ 3)

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงว่ามูลของไส้เดือนดินมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยง และมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหารก็จะมีธาตุอาหารสูงกว่ามูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงโดยดินสวนอย่างเดียว (รูปที่ 4)

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารที่กินกับการผลิตมูลต่อวัน

ทำการทดลองโดยใช้ไส้เดือนดิน 10 ตัว ให้ลิตเตอร์เป็นอาหารวันละ 3 กรัม (น้ำหนักแห้ง) จากการทดลองพบว่าไส้เดือนดิน 10 ตัว กินลิตเตอร์เฉลี่ยวันละ 1.37 $\pm$ 0.012 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ถ่ายมูลออกมาเฉลี่ยวันละ 1.07 $\pm$ 0.268 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีค่า assimilation 0.3 $\pm$ 0.025 กรัม (น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 4)

แสดงว่าไส้เดือนดินจะถ่ายมูลออกมามีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณอาหารที่กิน ทำให้ได้ค่า assimilation น้อย คือ ไส้เดือนดินนำอาหารที่กินไปใช้ประโยชน์ในการเสริมสร้างร่างกายน้อยมาก และมูลที่ถ่ายออกมามีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ดังนั้นไส้เดือนดินจัดว่าเป็นสัตว์ในดินพวกหนึ่งที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชได้มาก

2. ชีววิทยาของกิ้งกือ

2.1 ศึกษาลักษณะของมูล

กิ้งกือเป็นสัตว์ที่กินลิตเตอร์โดยตรง (detritivore) มูลกิ้งกือมีสีดำสนิท เป็นท่อนเล็ก ๆ รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ถึง 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 4 ถึง 5 มิลลิเมตร ส่วนประกอบของมูลมีกากและเส้นใยของลิตเตอร์ปนอยู่มาก มีส่วนของดินปนอยู่น้อยและบางทีก็ไม่มีเลย (ภาพที่ 7 – ข.)

2.2 คุณสมบัติและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในมูลของกิ้งกือ

2.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

พบว่ามูลกิ้งกือมีค่า pH สูงกว่าดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยงมาก คือมี pH = 6.49 เป็นค่า pH ที่มีความเป็นกรดน้อยที่สุด เกือบจะเป็นกลาง ค่า pH ในช่วงนี้เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพืช (Baath et. al. 1980) เมื่อเปรียบเทียบกับ pH ของดินสวนซึ่งมีค่า = 4.75 นับว่ากิ้งกือที่อาศัยอยู่ในดินสวน มีประโยชน์ต่อการปรับระดับ pH ของดินมาก

2.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

มูลของกิ้งกือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 29.84% และดินสวนมี 2.14% แสดงว่ามูลกิ้งกือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินสวน (ตารางที่ 3 และรูปที่ 4)

2.2.3 ปริมาณไนโตรเจน

มูลกิ้งกือมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยง มูลกิ้งกือมีปริมาณไนโตรเจน 1.026% ดินสวนมี 0.131% (ตารางที่ 3 และรูปที่ 4)

2.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

มูลกิ้งกือมีปริมาณฟอสฟอรัส 293.1 ppm. ดินสวนมี 20.8 ppm. (ตารางที่ 3 และรูปที่ 4)

2.2.5 ปริมาณโปตัสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

มูลกิ้งกือมีปริมาณโปตัสเซียมสูงกว่าดินสวนมาก คือ มูลกิ้งกือมีโปตัสเซียม 1003.26 ppm. ดินสวนมี 193 ppm. (ตารางที่ 3 และรูปที่ 4)

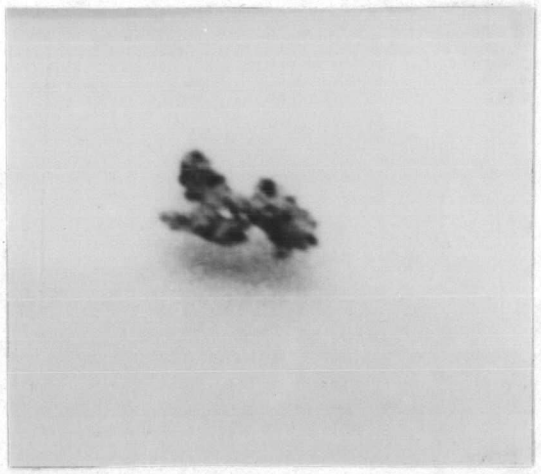
จากการวิเคราะห์หาธาตุอาหารในมูลของกิ้งกือ พบว่ามูลกิ้งกือให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าดินสวนที่นำมาใช้เลี้ยง (รูปที่ 4)

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารที่กินกับการผลิตมูลต่อวัน

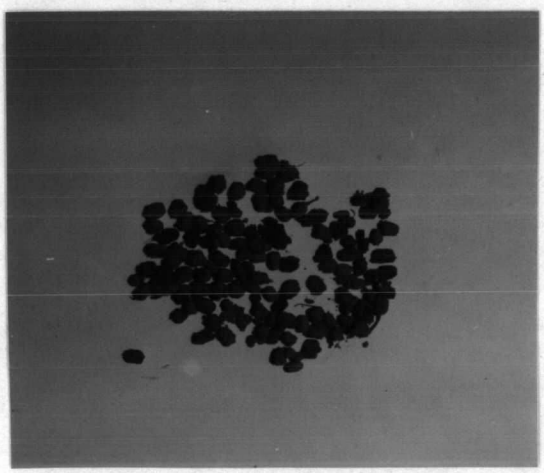
ทดลองโดยใช้กิ้งกือ 3 ตัว ให้ลิตเตอร์เป็นอาหารวันละ 3 กรัม (น้ำหนักแห้ง) พบว่ากิ้งกือ 3 ตัว กินลิตเตอร์เฉลี่ยวันละ 1.72 $\pm$ .0083 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ถ่ายมูลออกมาเฉลี่ยวันละ 1.50 $\pm$ 0.0129 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีค่า assimilation 0.22 $\pm$ 0.016 กรัม (น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 5)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่ากิ้งกือจะถ่ายมูลออกมามีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณอาหารที่กินเข้าไป และมีค่า assimilation น้อย คือ กิ้งกือนำอาหารที่กินไปใช้ประโยชน์ในการเสริมสร้างร่างกายน้อยมาก และมูลที่ถ่ายออกมาก็มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ดังนั้นกิ้งกือจัดว่าเป็นสัตว์ในดินพวกหนึ่งที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารในดินให้แก่พืชได้มาก

ก



ข



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 7 ก. แสดงภาพถ่ายมูลไส้เดือนดินกำลังขยาย 5 เท่า
ข. แสดงภาพถ่ายมูลกิ้งกือ

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในมูลไส้เดือนดินและกิ้งกือเปรียบเทียบกับดินสวนที่ใช้เป็น substrate ในการเลี้ยง

ชนิดของตัวอย่าง	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	อินทรีย์-วัตถุ (%)	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (ppm.)	โปตัสเซียม (ppm.)
ดินสวน	4.75	2.14	0.131	20.8	193
มูลไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน	5.41	4.94	0.195	156.2	255.4
มูลไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน + ลิตเตอร์	5.45	6.52	0.30	254.12	830
มูลกิ้งกือเลี้ยงด้วยดินสวน + ลิตเตอร์	6.49	29.84	1.026	293.1	1003.26

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณอาหารที่ถูกกิน และการผลิตมูลต่อวันของไส้เดือนดิน ในการทดลองระหว่างวันที่ 17-23 สิงหาคม 2524

MR = food material NU = not use

I = intake NA = not assimilation

A = assimilation, หน่วยเป็นกรัม-น้ำหนักแห้ง

การทดลองที่	MR	NU	I (MR - NU)	NA (fecal)	A (I - NA)
1	3	1.50	1.5	0.95	0.55
2	3	1.65	1.35	1.25	0.1
3	3	1.55	1.45	1.20	0.25
4	3	1.75	1.25	1.10	0.15
5	3	1.50	1.5	1.05	0.45
6	3	1.75	1.25	0.95	0.3
7	3	1.70	1.30	1.00	0.3
เฉลี่ย	3	1.62	1.37	1.07	0.3
SD	-	0.11	0.11	0.518	0.158
SE	-	0.012	0.012	0.268	0.025

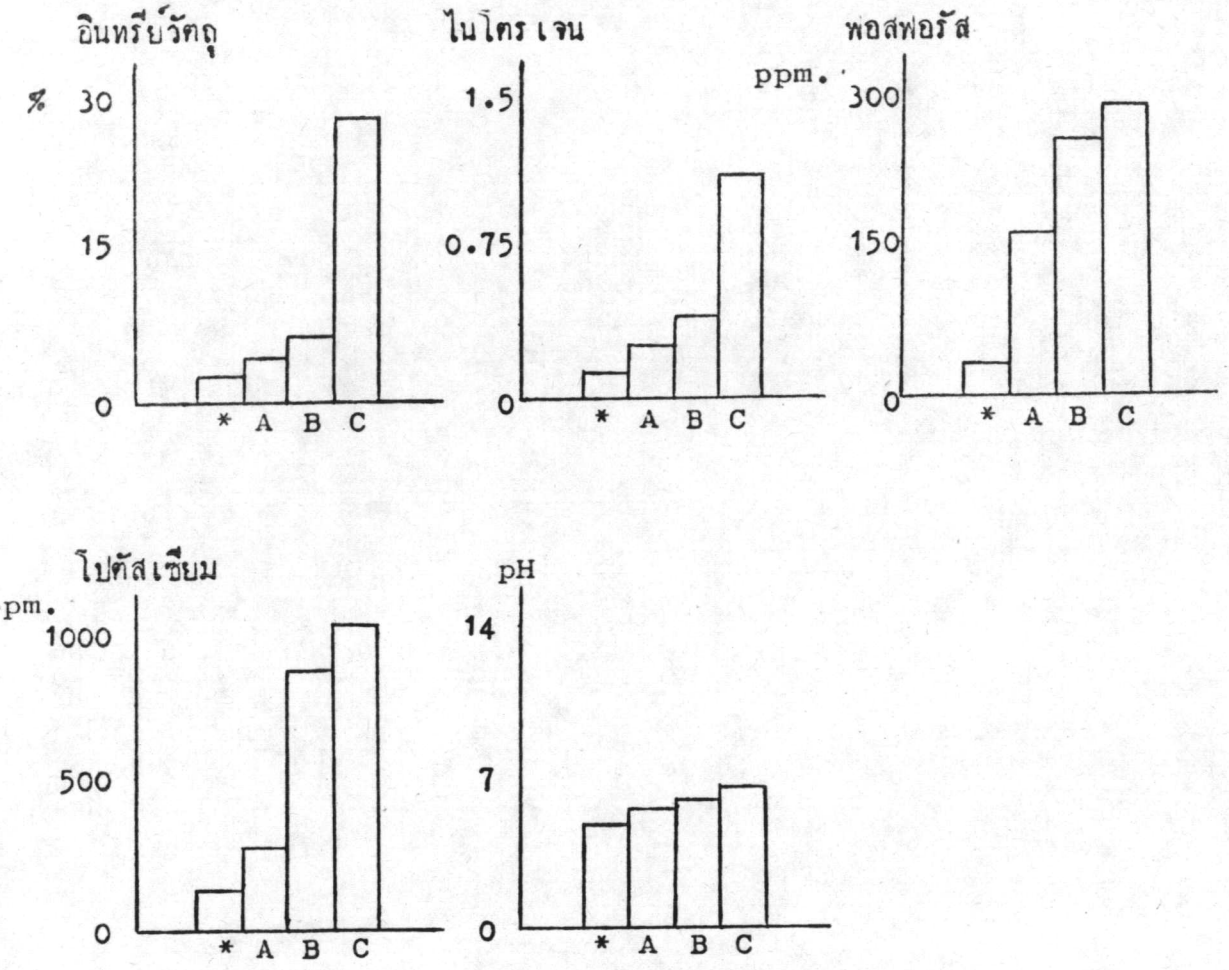
ตารางที่ 5 แสดงปริมาณอาหารที่ถูกกิน และการผลิตมูลต่อวันของกิ้งกือ ในการทดลอง ระหว่างวันที่ 17-23 สิงหาคม 2524

MR = food material NU = not use

I = intake NA = not assimilation

A = assimilation , หน่วยเป็นกรัม-น้ำหนักแห้ง

การทดลองที่	MR	NU	I (MR - NU)	NA (fecal)	A (I - NA)
1	3	1.25	1.75	1.45	0.3
2	3	1.35	1.65	1.65	0
3	3	1.35	1.65	1.35	0.3
4	3	1.15	1.85	1.65	0.2
5	3	1.35	1.65	1.45	0.2
6	3	1.15	1.85	1.45	0.4
7	3	1.30	1.70	1.55	0.15
เฉลี่ย	3	1.27	1.72	1.50	0.22
S.D.	-	0.091	.091	0.113	0.128
S.E.	-	.0083	.0083	0.0129	0.016



รูปที่ 4 แสดงปริมาณธาตุอาหารและระดับ pH ในมูลของไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน (A) มูลของไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน + ลิตเตอร์ (B) มูลกิ้งกือ (C) เปรียบเทียบกับดินสวน (*)

3. ชีววิทยาของตัวกะปิ (Woodlice)

3.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของตัวกะปิ

นำตัวกะปิ ตัวเต็มวัย ตัวผู้และตัวเมีย 1 คู่ มาเลี้ยงบน petridish ขนาดใหญ่ที่ลาดด้วย plaster of paris 9:1 ให้ปูนขาวและลิตเตอร์เป็นอาหาร ความชื้น 100% (ภาพที่ 8 – ก.) ตัวผู้และตัวเมียจะผสมพันธุ์กันได้ตัวอ่อนอยู่ใน brood pouch ของตัวเมีย (Bullough 1958) จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการพบว่าใช้เวลาประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ ตัวอ่อนจะออกจาก brood pouch ของตัวเมีย ตัวเมีย 1 ตัวจะผลิตตัวอ่อนออกมา 3 – 8 ตัว (เฉลี่ยประมาณ 6 ตัว)

– ตัวอ่อน (ภาพที่ 9 – ก.) มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย มีสีขาวขุ่น ระยางค์หดสั้น เปลือกที่หุ้มตัวอ่อนนิ่ม ขนาดของตัวอ่อนมีความกว้าง 0.56 – 0.59 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.57 มิลลิเมตร) ความยาว 1.16 – 1.19 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.18 มิลลิเมตร)

– ตัวกลางวัย (ภาพที่ 9 – ข.) จากตัวอ่อนจนถึงตัวกลางวัยใช้เวลาประมาณ 10 วัน ตัวกลางวัยจะมีสีเข้มขึ้นเป็นสีเทาหรือน้ำตาลปนดำ เปลือกหุ้มลำตัวแข็งขึ้นเตรียมพร้อมที่จะทำการลอกคราบได้ ขนาดของลำตัวมีความกว้าง 1.08 – 1.11 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.09 มิลลิเมตร) ความยาว 2.25 – 2.33 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.31 มิลลิเมตร)

– ตัวเต็มวัย (ภาพที่ 9 – ค.) จากตัวกลางวัยจนถึงตัวเต็มวัยจะมีการลอกคราบประมาณ 4 – 5 ครั้ง การลอกคราบแต่ละครั้งจะทำให้สีของตัวเข้มขึ้น และเป็นการเพิ่มขนาดของลำตัว จากตัวกลางวัยถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 1 เดือน ตัวเต็มวัยจะมีสีดำหรือเทาเข้ม มีความกว้าง 2 – 3 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 2.5 มิลลิเมตร) ความยาว 0.9 – 1.3 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1 เซนติเมตร)

ตัวเต็มวัยหลังจากผลิตตัวอ่อนครั้งที่ 1 ไปแล้วประมาณ 3 สัปดาห์ จะผลิตตัวอ่อนครั้งที่ 2 อีก พบว่าใน 1 ปี ตัวกะปิ 1 คู่ สามารถผลิตตัวอ่อนได้ 6 – 8 ครั้ง โดยระยะที่มันเริ่มมีการผสมพันธุ์ใหม่ ๆ จะผลิตลูกติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ประมาณ 2 – 3 เดือน แต่พอเลยช่วงนี้ไปแล้วจะเริ่มผลิตลูกช้าลงคือ ประมาณ 4 – 5 สัปดาห์ต่อ 1 รุ่น จากตัวอ่อนที่ออกมาเมื่อเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัยแล้วนำไปผสมพันธุ์จนถึงผลิตลูกอีกรุ่นหนึ่ง กินเวลาประมาณ 3 เดือน

3.2 ศึกษาพฤติกรรมบางประการของตัวกะปิ

3.2.1 การลอกคราบ

เมื่อใกล้จะถึงระยะเวลาลอกคราบประมาณ 1 – 2 วัน ตัวกะปิจะหยุดการเคลื่อนที่มันจะเกาะนิ่งอยู่กับก้อนดินหรือ substrate ที่มันอาศัยอยู่ และหยุดกินอาหาร มันจะลอกคราบโดยเปลือกหุ้มลำตัวที่ปกคลุมตัวมันอยู่จะขาดออกจากกัน ตรงกลางตัวมันจะสลัดส่วนหัวให้เคลื่อนหลุดออกไปทางหัว และสลัดส่วนหางให้เคลื่อนออกไปทางหาง

3.2.2 การกินอาหาร

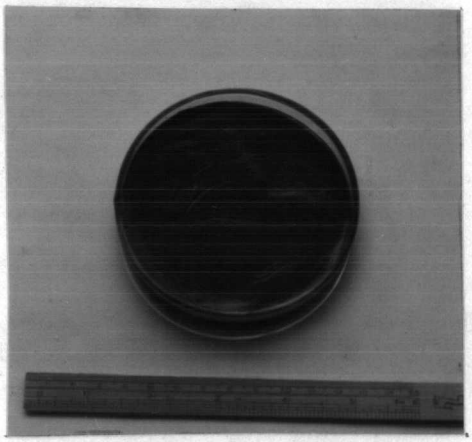
ทดลองโดยใช้เครื่องเจาะรูกระดาษเจาะลิตเตอร์ส่วนที่เป็นใบ จะได้ใบไม้มีลักษณะเป็นรูปกลม ๆ แล้วนำมาให้ตัวกะปิกิน 3 – 5 อัน ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง จะพบว่าใบไม้มีรอยแหว่งเว้าเนื่องจากถูกตัวกะปิกัดกิน (ภาพที่ 8 – ข.) จากภาพจะเห็นว่าตัวกะปิกัดกินทุก ๆ ส่วนของใบไม้ตั้งแต่เนื้อเยื่อที่อ่อน ๆ จนถึงเส้นใบเล็ก ๆ และบางส่วนของเส้นกลางใบด้วยแสดงว่าตัวกะปิมีประสิทธิภาพสูงในการกัดกินส่วนต่าง ๆ ของลิตเตอร์ (ภาพที่ 8 – ค.)

4. ชีววิทยาของกิ้งกือ

4.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของกิ้งกือ

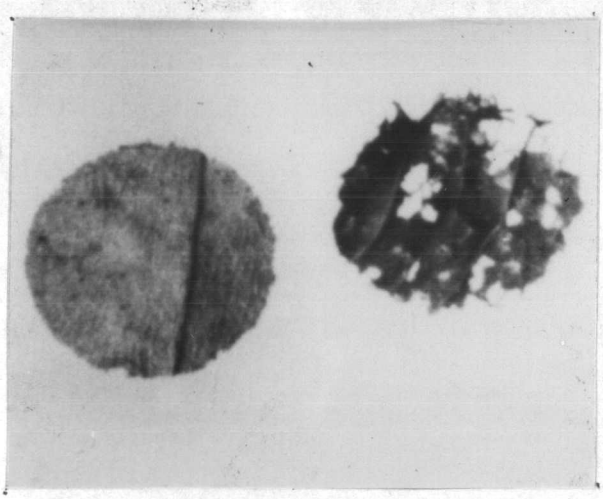
นำกิ้งกือตัวเต็มวัย 2 ตัว มาเลี้ยงใน petridish ที่ลาดด้วย

ก



ข

ค



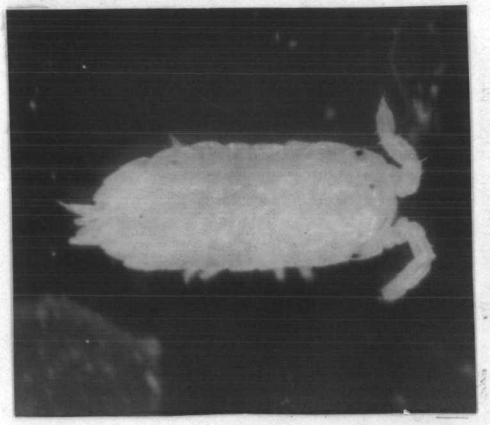
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 8 ก. แสดง petridish ขนาดใหญ่ ลาดด้วย plaster of paris 9 : 1 ที่ใช้เลี้ยงตัวกะปิ (woodlice)

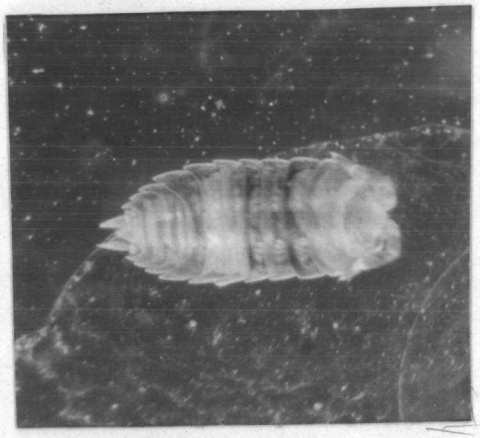
ข. แสดงการกินลิตเตอร์ของตัวกะปิ (woodlice) กำลังขยาย 6.3 เท่า

ค. แสดงลักษณะของใบไม้ที่ถูกตัวกะปิ (woodlice) กัดกิน กำลังขยาย 6.3 เท่า รูปซ้ายแสดงแผ่นลิตเตอร์ที่ยังไม่ถูกกัดกิน, รูปขวา แสดงแผ่นลิตเตอร์ที่ถูกกัดกินแล้ว

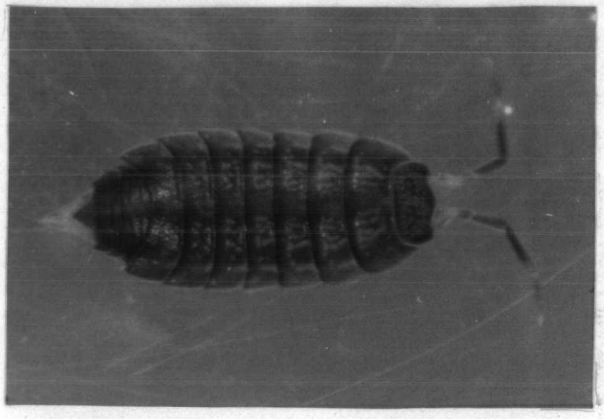
ก



ข



ค



ภาพที่ 9 ก. แสดงตัวอ่อนของตัวกะปิ (woodlice) กำลังขยาย 25 เท่า

ข. แสดงตัวกลางวัยของตัวกะปิ (woodlice) กำลังขยาย 16 เท่า

ค. แสดงตัวเต็มวัยของตัวกะปิ (woodlice) กำลังขยาย 6.3 เท่า

plaster of paris 9:1 ให้ปุยคอกและลิตเตอร์เป็นอาหาร มีความชื้น 100% (ภาพที่ 10 – ก.) เลี้ยงไว้ประมาณ 12 – 15 วัน จะออกไข่ครั้งละประมาณ 10 – 15 ฟอง ไข่สามารถฟักเป็นตัวอ่อนได้ประมาณ 60%

– ไข่ (ภาพที่ 11– ก.) จะถูกวางอยู่ตาม substrate ที่มันอาศัยอยู่ และตามเศษปุยคอกและลิตเตอร์ที่เป็นอาหาร ไข่จะอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 7 – 8 ฟอง ไข่มีลักษณะกลมรี สีขาว มีเปลือกเหนียว ๆ หุ้ม ไข่มีความกว้าง 0.16– 0.19 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.18 มิลลิเมตร) ความยาว 0.22 – 0.28 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.25 มิลลิเมตร)

– ตัวอ่อน (ภาพที่ 11 – ข.) จากไข่ประมาณ 3 – 5 วัน ตัวอ่อนจะฟักเป็นตัว มีสีขาว ตัวเป็นรูปทรงกระบอกเล็ก ๆมีปล้องประมาณ 7 – 8 ปล้อง มีความกว้าง 0.28 – 0.32 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.30 มิลลิเมตร) ยาว 1.40 – 1.45 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.42 มิลลิเมตร)

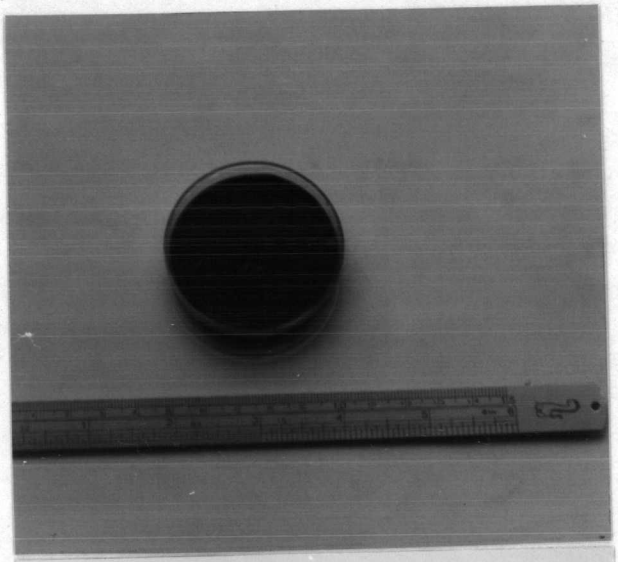
– ตัวเต็มวัย (ภาพที่ 11 – ค.) จากตัวอ่อนจะมีการลอกคราบประมาณ 4 – 5 ครั้ง ใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 1 เดือน จะได้ตัวเต็มวัย มีสีชมพูเข้ม ๆ เกือบเป็นสีแดง ร่างกายแบ่งเป็นปล้อง ๆ ประมาณ 20 ปล้อง แต่ละปล้องมีสันปล้องมีขาปล้องละ 2 คู่ ขนาดความกว้าง 0.3 – 0.7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร) ความยาว 4 – 7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5 มิลลิเมตร) ตัวผู้และตัวเมียจะมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวเมียจะใหญ่กว่าตัวผู้

ตัวเต็มวัยหลังจากผลิตไข่ครั้งที่ 1 แล้วประมาณ 2 สัปดาห์ จะผลิตไข่ครั้งที่ 2 อีก จากไข่รุ่นที่ 1 จนเติบโตเป็นตัวเต็มวัย และออกไข่ได้อีกใช้เวลาประมาณ 3 – $3\frac{1}{2}$ เดือน ใน 1 ปีจะผลิตตัวอ่อนได้ประมาณ 2 – 3 รุ่น

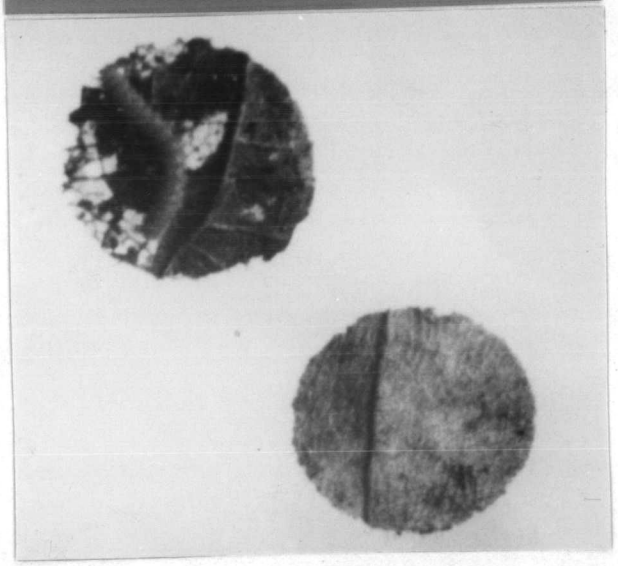
4.2 <u>ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของกิ้งกือ</u>

กิ้งกือจะกินลิตเตอร์ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อและเส้นใบเล็ก ๆ ส่วนเส้น

ก.



ข.



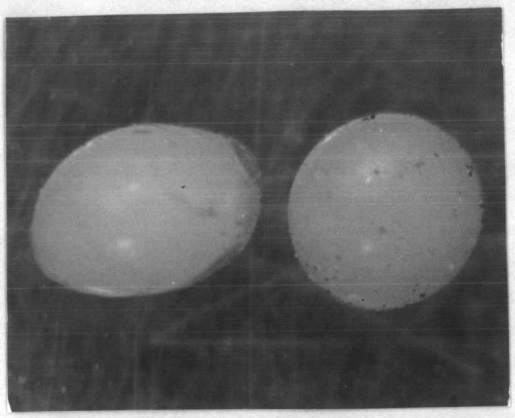
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

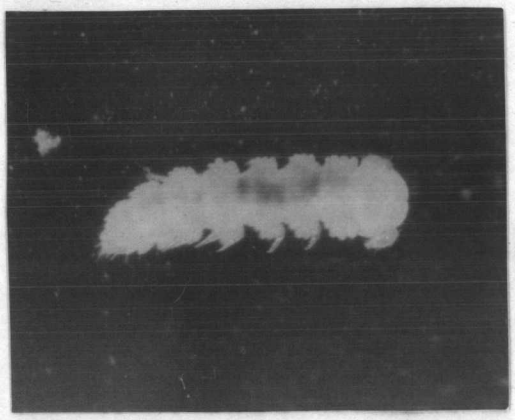
ภาพที่ 10 ก. แสดง petritdish ขนาดกลางที่ลาดด้วย plaster of pairs 9:1 ใช้เลี้ยงกิ้งกือ (Family Strongylosomidae)

ข. แสดงลักษณะของใบไม้ที่ถูกกิ้งกือกัดกิน กำลังขยาย 6.3 เท่า
รูปบนแสดงแผ่นลิตเตอร์ที่ถูกกัดกินแล้ว
รูปล่างแสดงแผ่นลิตเตอร์ที่ยังไม่ถูกกัดกิน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

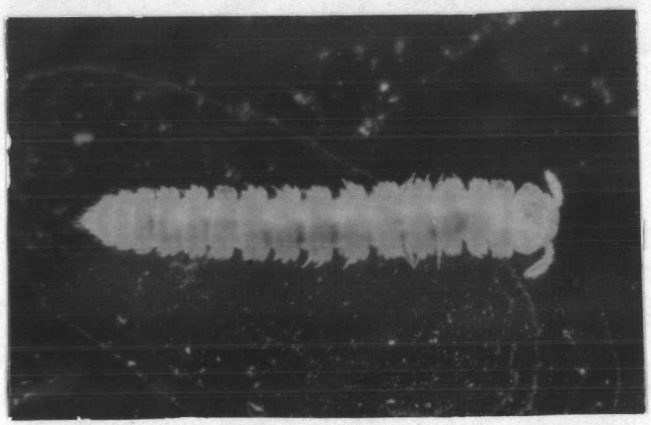
ก.





ข.

ค.



ภาพที่ 11 ก. แสดงไข่ของกิ้งกือ (Family Strongylosomidae) กำลังขยาย 80 เท่า

ข. แสดงตัวอ่อนของกิ้งกือ (Family Strongylosomidae) กำลังขยาย 25 เท่า

ค. แสดงตัวเต็มวัยของกิ้งกือ (Family Strongylosomidae) กำลังขยาย 10 เท่า

ใบใหญ่และเส้นกลางใบมันจะไม่กิน ซึ่งจะเห็นได้โดยนำลิตเตอร์ไปส่องดูดด้วยกล้องจุลทัศน์ จะเห็นเส้นใบบางส่วนเหลืออยู่ (ภาพที่ 10 – ข.)

5. ชีววิทยาของแมลงหางดีด (springtail)

5.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของแมลงหางดีด (springtail)

นำแมลงหางดีดตัวเต็มวัย 6 ตัว ไปเลี้ยงในขวดแก้วที่ลาดด้วย plaster of paris 9:1 (ภาพที่ 12 – ก.) ความชื้น 100% ให้ยีสต์และลิตเตอร์เป็นอาหาร เลี้ยงไว้ประมาณ 3 – 5 วัน ตัวเมียจะวางไข่

– ไข่ (ภาพที่ 13 – ก.) ตัวเมียจะวางไข่ครั้งละประมาณ 8 – 10 ฟอง บางตัวจะอยู่เป็นกลุ่มไข่ บางทีก็เป็นใบเดี่ยว ๆ และวางไข่อยู่ตามพื้นของ substrate ที่มันอาศัยอยู่ ไข่เป็นรูปกลมรี สีขาว มีเปลือกแข็งหุ้ม แต่เปราะและแตกง่าย ขนาดของไข่กว้าง 0.14 – 0.16 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.15 มิลลิเมตร) ความยาว 0.20 – 0.24 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.21 มิลลิเมตร) ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนได้ประมาณ 90%

– ตัวอ่อน (ภาพที่ 13 – ข.) จากไข่ประมาณ 3 – 4 วัน ตัวอ่อนจะฟักเป็นตัว มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่ส่วนหางยังหดสั้นอยู่ ตัวมีสีขาวขุ่น ขนาดกว้างประมาณ 0.10 – 0.13 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.12 มิลลิเมตร) ยาวประมาณ 0.35 – 0.38 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.36 มิลลิเมตร)

– ตัวเต็มวัย (ภาพที่ 13 – ค.) จากตัวอ่อนจะมีการลอกคราบ 3 – 4 ครั้ง เพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 10 – 14 วัน ตัวเต็มวัยจะมีสีขาว มีขา 6 ขา มี antenna ยาว 1 คู่ มีส่วนของหางซึ่งเป็นอวัยวะที่ทำให้มันดีดตัวไปได้ไกล ๆ หรือใช้กระโดด ขนาดของตัวเต็มวัยมีความกว้าง 0.34 – 0.38 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 0.36 มิลลิเมตร) ความยาว 1.09 – 1.11 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1.10 มิลลิเมตร)

หลังจากที่ตัวเต็มวัยวางไข่ครั้งแรกแล้วประมาณ 3 – 5 วัน ก็จะวางไข่ครั้งที่ 2 อีก แต่จากไข่รุ่นที่ 1 เจริญเป็นตัวเต็มวัยและสามารถวางไข่ได้อีกใช้เวลาประมาณ 3 สัปดาห์ ใน 1 ปี สามารถวางไข่ได้หลายรุ่น

5.2 ศึกษาพฤติกรรมบางประการของแมลงหางดีด

5.2.1 พฤติกรรมการกินอาหาร

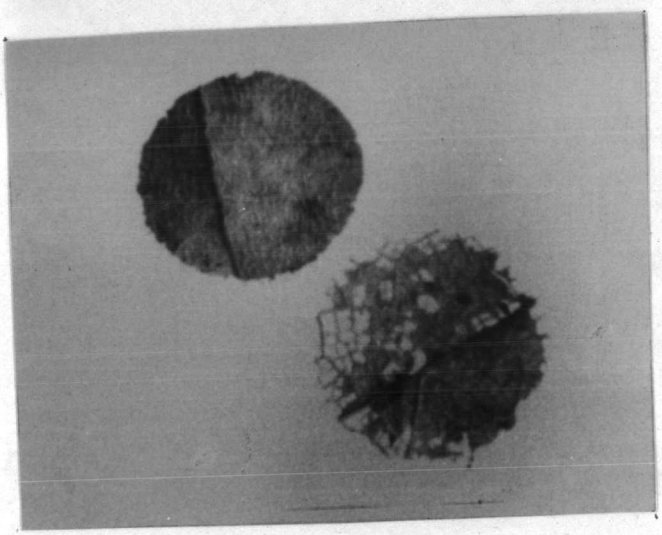
แมลงหางดีดเป็นสัตว์ในดินกลุ่ม mesofauna ที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นมันสามารถที่จะกินได้แต่เพียงเนื้อเยื่อของลิตเตอร์ที่อยู่ระหว่างเส้นใบเท่านั้น ไม่สามารถที่จะกินเส้นใบได้ ดังนั้นเมื่อนำลิตเตอร์ที่ใช้เลี้ยงมาส่องกล้องจุลทัศน์ดูจะเห็นส่วนที่เป็นเส้นใยของลิตเตอร์อยู่มากมาย (ภาพที่ 12 – ข.)

5.2.2 พฤติกรรมการเลือกชนิดของอาหาร

แมลงหางดีดที่ทำการทดลองโดยนำแมลงหางดีดไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกเล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร กล่องละ 5 ตัว เลี้ยง 4 กล่อง แต่ละกล่องให้อาหารต่างกัน คือ ยีสต์, ขนมปัง, ปุ๋ยคอก และลิตเตอร์ นับจำนวนของแมลงหางดีดทุกวัน ทำการทดลองเป็นเวลา 1 เดือน จากการทดลองพบว่า แมลงหางดีดที่เลี้ยงในกล่องที่มียีสต์เป็นอาหาร สามารถเพิ่มจำนวนได้มากที่สุด รองลงมาคือพวกที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหาร ส่วนพวกที่ให้ขนมปัง และปุ๋ยคอกเป็นอาหารนั้นจะสามารถเพิ่มจำนวนได้ระยะหนึ่ง และต่อมาก็จะลดจำนวนลงเรื่อย ๆ (ตารางที่ 6)

ก

ข

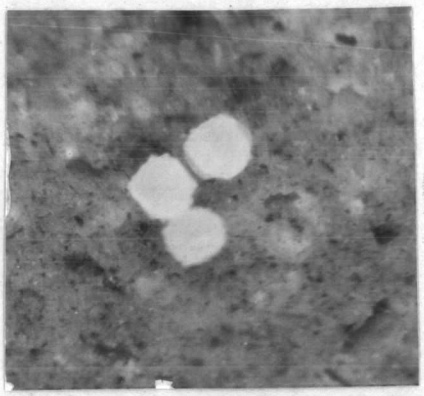


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 12 ก. แสดงขวดแก้วมีฝาปิด พื้นลาดด้วย plaster of paris 9 : 1 ใช้ในการเลี้ยงแมลงหางดีด (springtail)

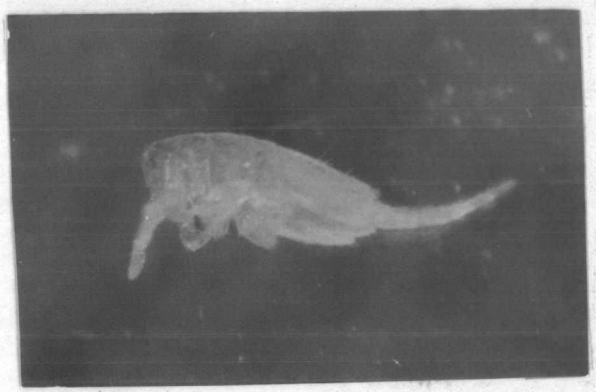
ข. แสดงลักษณะของใบไม้ที่ถูกแมลงหางดีด (springtail) กัดกิน กำลังขยาย 6.3 เท่า รูปล่าง แผ่นลิตเตอร์ถูกกัดกิน รูปบน แผ่นลิตเตอร์ที่ยังไม่ถูกกัดกิน

ก



ข

ค



ภาพที่ 13 ก. แสดงไข่ของแมลงหางดีด (springtail) กำลังขยาย 40 เท่า

ข. แสดงตัวอ่อนของแมลงหางดีด (springtail) กำลังขยาย 25 เท่า

ค. แสดงตัวเต็มวัยของแมลงหางดีด (springtail) กำลังขยาย 16 เท่า

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนของแมลงหางดีด (springtail) ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน ช่วงเวลาของการทดลองนี้คือ 4 สัปดาห์ (26 กรกฎาคม - 28 สิงหาคม 2524)

สัปดาห์ที่	อาหารที่ใช้เลี้ยง			
	ยีสต์	ลิตเตอร์	ขนมปัง	ปุ๋ยคอก
0*	10	10	10	10
1	118	116.6	84.33	81.33
2	385	333	51.3	55
3	599	477.3	25.0	34
4	569.6	499.6	16.3	20.6

* เริ่มการทดลอง

III. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ก. สูตรหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean หรือ $\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma Xi}{n}$$

ข. สูตรหาค่า Standard Error (S.E.)

$$S.E. = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

ค. สูตรหาค่า Standard Deviation (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

ง. สูตรหาค่า Standard Error of Mean ($S_{\bar{x}}$)

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{(\text{error mean square})/r}$$

จ. สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

Correction term (C.T.) $= X^2/rt = (\Sigma_{ij} X_{ij})^2/rt$

Total Sum of Square (SS) $= \Sigma_{ij} X_{ij}^2 - CT$ ... (1)

Treatment Sum of Square (SS) $= \Sigma_i(X_i^2)/r - CT$ ...(2)

Block Sum of Square (SS) $= \Sigma_j(X_j^2)/T - CT$ ...(3)

Error Sum of Square (SS) = (1) - (2) - (3)

Treatment Mean Square (MS) = Treatment SS/df(t-1)

Block Mean Square (MS) = Block SS/df (n - 1)

Error Mean Squar (MS) = Error SS/df (t - 1)(n - 1)

F = Treatment MS/Error MS

และ F = Block MS/Error MS

ความหมายของอักษรย่อในสูตร

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n = จำนวนข้อมูล

X_i = ผลรวมของ Treatment ที่ i

X_{ij} = ค่าสังเกตที่ j ใน Treatment ที่ i

i = 1, 2 ..... t

j = 1, 2 ..... n

t = จำนวน Treatment

r = จำนวน Block

$S_{\bar{x}}$ = standard error ของค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากก่อนการทดลอง และหลังจากการทดลองในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว

Block	Treatment				รวม	ค่าเฉลี่ย
	ก่อนการทดลอง	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว		
pH	4.79	4.82	5.57	5.33	20.51	5.13
อินทรีย์วัตถุ	3.56	4.36	6.07	4	17.99	4.50
ไนโตรเจน	0.08	0.18	0.28	0.20	0.74	0.19
ฟอสฟอรัส	26.4	41.88	32.24	30.60	131.12	32.78
โปตัสเซียม	225.6	379.2	378.8	362.0	1345.6	336.4
รวม	260.43	430.44	422.96	402.13	1515.96	
ค่าเฉลี่ย	52.09	86.08	84.59	80.43		

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	13834.48	4611.4	4.3
Block	4	342237.43	85559.3	79.83
Error	12	12859.76	1071.64	
Total	19	368931.67		

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในมูลของไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน (A) มูลของไส้เดือนดินเลี้ยงด้วยดินสวน + ลิตเตอร์ (B) มูลของกิ้งกือเลี้ยงด้วยดินสวน (C) และดินสวนที่ใช้เป็น substrate(*)

Block	Treatment				รวม	ค่าเฉลี่ย
	ดินสวน	A	B	C		
pH	4.75	5.41	5.45	6.49	22.1	5.53
อินทรียวัตถุ	2.14	4.94	6.52	29.84	43.44	10.86
ไนโตรเจน	0.131	0.195	0.30	1.026	1.652	0.41
ฟอสฟอรัส	20.8	156.2	254.12	293.1	724.22	181.06
โปตัสเซียม	193	255.4	830	1003.26	2281.66	456.33
รวม	220.82	422.14	1096.39	1333.71	3073.07	
ค่าเฉลี่ย	44.16	84.43	219.27	266.74		

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	318951.10	106317.03	4.3
Block	4	888320.47	222080.11	9.05
Error	12	294419.05	24534.92	
Total	19	1501690.62		

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาชนิดของอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงหางดีด

ลำดับที่ (j)	Treatment (i)			
	ยีสต์	ลิตเตอร์	ขนมปัง	ปุ๋ยคอก
0	10	10	10	10
1	118	116.6	84.33	81.33
2	385	333	51.3	55
3	599	477.3	25	34
4	569.6	499.6	16.3	20.6
Total	1681.6	1436.5	186.93	200.93
ค่าเฉลี่ย	336.32	287.3	37.39	40.186

Source	df	SS	MS	F
Treatment	3	378737.52	126245.84	4.24
Error	16	476222.73	29763.92	
Total	19	854960.25		

1. การทดสอบความแตกต่างของธาตุอาหารในดิน ก่อนการทดลองและหลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทดสอบด้วย F-test (ตารางที่ 7)

วิธีคำนวณ

Correction term $= (\Sigma_{ij} X_{ij})^2/rt$

$= \frac{(1515.96)^2}{5 \times 4}$

$= 114906.73$

Sum Square Total $= \Sigma_{ij} (X_{ij})^2 - CT$

$= (4.79)^2 + \ldots (362.0)^2 - 114906.73$

$= 368931.674$

Sum Square Treatment $= \frac{\Sigma_i (X_i)^2}{r} - CT$

$= \frac{(260.43^2 + \ldots 402.13^2)}{5} - 114906.73$

$= 13834.48$

Sum Square Block $= \frac{\Sigma_j (X.j)^2}{t} - CT$

$= \frac{(20.51^2 + \ldots 1345.6^2)}{4} - 114906.73$

$= 342237.43$

Sum Square Error = SS.Total - SS.Treatment - SS.Block

= 12859.76

จากตารางที่ 7 ค่า F ที่คำนวณได้ = 4.3, 79.83 นำมาเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางตรงชั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom) 3 กับ 12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.49 และ 5.95 ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ดังนั้นสรุปได้ว่าดินก่อนการทดลองและหลังการทดลองในช่วงฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว มี pH และธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2. การวิเคราะห์หาธาตุอาหารของพืชและ pH ในมูลของกิ้งกือและไส้เดือนดินเปรียบเทียบกับดินสวนที่ใช้เป็น substrate โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทดสอบด้วย F-test (ตารางที่ 8)

<u>วิธีคำนวณ</u>

Correction term = $(\Sigma_{ij} X_{ij})^2/rt$

= $\frac{(3073.07)^2}{5 \times 4}$

= 472187.96

Sum Square total = $\Sigma_{ij} (X_{ij})^2 - CT$

= $(4.75)^2 + \ldots (1003.26)^2 - 472187.96$

= 1501690.62

Sum Square treatment $= \frac{\Sigma_i (X_i)^2}{r} - CT$

$= \frac{(220.82^2 + \ldots 1213.71^2)}{5} - 472187.96$

$= 318951.10$

Sum Square Block $= \frac{\Sigma_j (X.j)^2}{t} - CT$

$= \frac{(22.1^2 + \ldots 1781.66^2)}{4} - 472187.96$

$= 888320.47$

Sum Square error $=$ SS.Total - SS.treatment - SS.Block

$= 294419.05$

จากตารางที่ 8 ค่า F ที่คำนวณได้ = 4.3, 9.05 นำมาเปรียบเทียบกับค่า F ในตาราง ตรงชั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom) 3 กับ 12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.49 และ 5.95 ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

สรุปได้ว่า มูลของกิ้งก่อ, ไส้เดือนดิน และดินสวนที่ใช้เป็น substrate ให้ pH และธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ของพืช แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ชนิดของอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงหางดีด (springtail) ทดสอบโดยใช้ F-test (ตารางที่ 9)

วิธีคำนวณ

Correction term $= (\Sigma ij\ Xij)^2/rt$

$= \frac{(3505.96)^2}{5 \times 4}$

$= 614587.78$

Sum Square total $= \Sigma ij\ (Xij)^2 - CT$

$= (10^2 + \ldots\ 20.6^2) - 614587.78$

$= 854960.25$

Sum Square treatment $= \frac{\Sigma_i\ (X_i)^2}{r} - CT$

$= \frac{(1681.6^2 + \ldots\ 200.93^2)}{5} - 614587.78$

$= 378737.52$

Sum Square Error $=$ SS.Total - SS.Treatment

$= 476222.73$

จากตารางที่ 9 ค่า F ที่คำนวณได้ = 4.24 นำมาเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางตรงชั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom) 3 กับ 16 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.24 และ 5.29 ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

สรุปได้ว่าอาหารที่นำมาทดลองทั้ง 4 ชนิด คือ ยีสต์, ลิตเตอร์, ขนมปัง และปุ๋ยคอก มีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงหางดีดต่างกันและทดสอบดูความแตกต่างของอาหารแต่ละชนิดโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\text{error mean square}/t}$$

$$= \sqrt{29763.92/5}$$

เปิดค่า Significant Studentized Range (SSR) ที่ df 16, ค่า P 2- 4 ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 หาค่า Least Significant Range (LSR)

ค่า P	2	3	4
SSR	3	3.15	3.24
LSR=SSR($S_{\bar{x}}$)	231.45	243.02	249.97

แสดงลำดับค่าเฉลี่ยโดยเรียงจากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด

	ขนมปัง	ปุ๋ยคอก	ลิตเตอร์	ยีสต์
$\bar{X}$	37.39	40.186	287.3	336.32
ลำดับ	1	2	3	4

ทำการเปรียบเทียบดังนี้

ยีสต์ – ขนมปัง	=	336.32 – 37.39	=	298.94	> 249.19	มีนัยสำคัญทางสถิติ
ยีสต์ – ปุยคอก	=	336.32 – 40.18	=	296.14	> 243.02	มีนัยสำคัญทางสถิติ
ยีสต์ – ลิตเตอร์	=	336.32 – 287.3	=	49.02	< 231.45	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
ลิตเตอร์ – ขนมปัง	=	287.3 – 37.39	=	249.92	> 243.02	มีนัยสำคัญทางสถิติ
ลิตเตอร์ – ปุยคอก	=	287.3 – 40.18	=	247.12	> 231.45	มีนัยสำคัญทางสถิติ
ปุยคอก – ขนมปัง	=	40.18 – 37.39	=	2.8	< 231.45	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการเปรียบเทียบสรุปโดยย่อได้ว่า ยีสต์และลิตเตอร์มีผลต่อการเติบโตของแมลงหางดีดไม่ต่างกัน (แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ) เช่นเดียวกันกับปุยคอกและขนมปัง ส่วนยีสต์, ขนมปัง และปุยคอก นั้นมีผลต่อการเติบโตของแมลงหางดีดแตกต่างกันมาก (มีนัยสำคัญทางสถิติ) เช่นเดียวกับลิตเตอร์ ขนมปัง และปุยคอก ก็มีผลแตกต่างกัน