หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดลอง

หลังจากการเตรียมแปลงเพื่อการทดลองเรียบร้อยแล้วประมาณกลางเดือนมกราคม นำตัวอย่างดินจากทุกแปลงซึ่งยังไม่ได้ทำการพ่นด้วยดีลดรินมาวิเคราะห์เพื่อตรวจหาปริมาณของดีลดรินที่ตกค้างอยู่ก่อนแล้วในดิน และตรวจหาปริมาณไส้เดือนฝอยและสัตว์อื่น ๆ รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนรวม, วัดระดับอุณหภูมิ, ระดับ pH และหาปริมาณน้ำในดิน ซึ่งผลสรุปแสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลของแปลงซึ่งเตรียมไว้สำหรับใช้เป็นแปลงเปรียบเทียบ (ซึ่งต่อไปจะใช้คำว่า "แปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน"), แปลงทดลองซึ่งจะใช้พ่นด้วยดีลดรินเข้มข้น 0.04% และ 0.08%อัตรา 50 ลิตร/ไร่ (ซึ่งต่อไปจะใช้คำว่า "แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และแปลงที่ใช้ดีลดริน 2") ตามลำดับ

จากผลที่วิเคราะห์ได้ปรากฏว่ามีดีลดรินตกค้างอยู่ในดินทุกแปลง (ตารางที่ 2) ค่าเฉลี่ยในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 0.050 $\pm$ 0.014, 0.040 $\pm$ 0.009 และ 0.020 $\pm$ 0.022 ppm. ตามลำดับ ทั้ง ๆ ที่ตามประวัติของการใช้แปลงที่เลือกไว้สำหรับการทดลองครั้งนี้ไม่เคยใช้ดีลดรินมาก่อนเลยก็ตาม แสดงว่าคงเกิดจากการเจือปน (contamination) มาจากบริเวณอื่น โดยการพามาของน้ำหรือลม (Cope 1966; Terriere 1972)

สัตว์ส่วนใหญ่ที่ตรวจพบได้แก่ไส้เดือนฝอย (ตารางที่ 3) ซึ่งมีทั้งไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและที่ไม่เป็นศัตรูพืช ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่มีมากในทุกแปลงได้แก่ Hirschmanniella spp. ซึ่งอยู่ใน Subfamily Pratylenchinae;

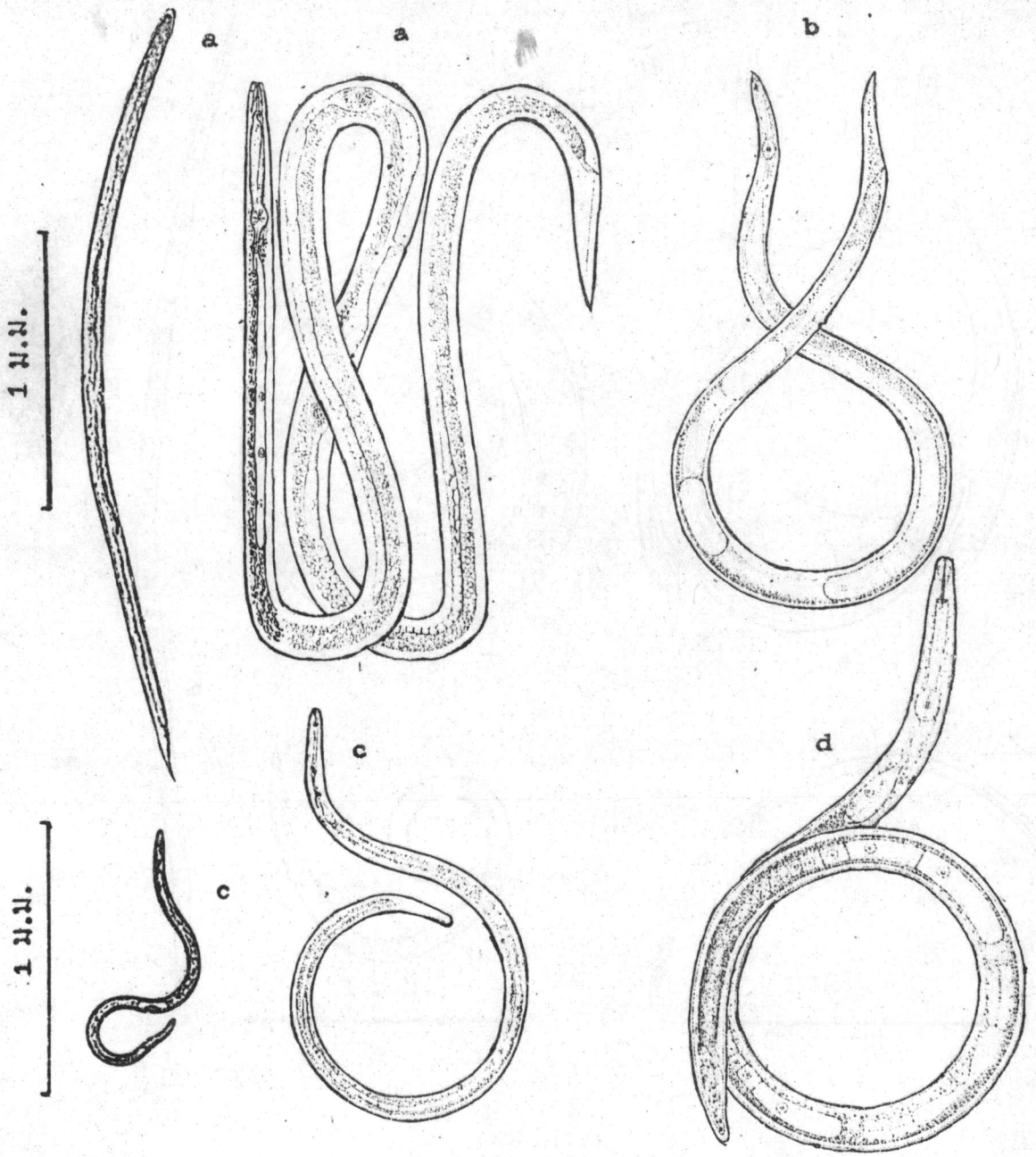
ตารางที่ 2 แสดงปริมาณของดีลดริน, คาร์บอนรวม, ปริมาณน้ำในดิน, ระดับ pH และระดับอุณหภูมิดิน 1/ ในแปลงต่าง ๆ ก่อนทำการทดลอง (เดือนมกราคม 2520)

หน่วยทดลอง / ปัจจัยที่ศึกษา	แปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้ดีลดริน ± S.D.	แปลงที่เตรียมไว้ใช้ดีลดรินอัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงที่เตรียมไว้ใช้ดีลดรินอัตรา 0.08% ± S.D.
ปริมาณดีลดริน (ppm.)	0.050 ± 0.014	0.040 ± 0.009	0.020 ± 0.022
ปริมาณคาร์บอนรวม (%)	1.80 ± 0.23	1.88 ± 0.31	1.78 ± 0.19
ปริมาณน้ำในดิน (%)	24.92 ± 0.28	23.85 ± 0.36	23.64 ± 0.75
ระดับ pH	6.1 ± 0.4	6.2 ± 0.3	6.1 ± 0.1
ระดับอุณหภูมิดิน (°ซ.)	26.9 ± 0.05	26.7 ± 0.00	26.8 ± 0.00

1/ ปริมาณของดีลดริน, คาร์บอนรวม และปริมาณน้ำในดิน ทำการวิเคราะห์หาในห้องทดลอง 2 ซ้ำต่อ replication จากตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 replications แบบสุ่ม แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนระดับ pH และระดับอุณหภูมิดิน ทำการวัดภายในแปลงแบบสุ่มขณะเก็บตัวอย่างดิน โดยวัด 3 จุด ต่อ replication แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและชนิดของสัตว์ในดินในแปลงต่าง ๆ ก่อนทำการทดลอง (เดือนมกราคม 2520)

ชนิดของสัตว์ในดิน	จำนวนเฉลี่ย/ตารางเมตร		
	แปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงที่เตรียมไว้ใช้คีลดรินอัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงที่เตรียมไว้ใช้คีลดรินอัตรา 0.08% ± S.D.
ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช			
Hirschmanniella spp. (Pratylenchinae)	34665 ± 12455	9165 ± 1951	21665 ± 2875
Tylenchidae อื่น ๆ	2335 ± 364	1850 ± 519	8500 ± 2680
ที่จำแนกไม่ได้	0	0	0
รวม	37020 ± 6892	11015 ± 7154	30165 ± 11685
ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช			
Plectidae	0	1165 ± 173	165 ± 36
Dorylaimidae	165 ± 36	0	2850 ± 752
Belondiridae	0	0	165 ± 36
ที่จำแนกไม่ได้	165 ± 36	1165 ± 709	3830 ± 1663
รวม	330 ± 94	2330 ± 741	7010 ± 1360
สัตว์ในดินอื่น ๆ			
พวกแมงมุม (Araneae)	248 ± 82	165 ± 36	250 ± 74
พวกด้วงปีกแข็ง (Coleoptera)	1915 ± 811	1148 ± 679	1250 ± 700
พวกแมลงหางดีด (Collembola)	2083 ± 951	498 ± 101	748 ± 210
พวกแมลงสองปีก (Diptera)	83 ± 12	413 ± 98	250 ± 47
พวกมด (Hymenoptera)	998 ± 625	248 ± 82	913 ± 324
พวกไร (Acari)	165 ± 36	83 ± 12	248 ± 82
พวกเพลี้ย (Homoptera)	0	83 ± 12	0
รวม	5492 ± 1290	2638 ± 843	3659 ± 952

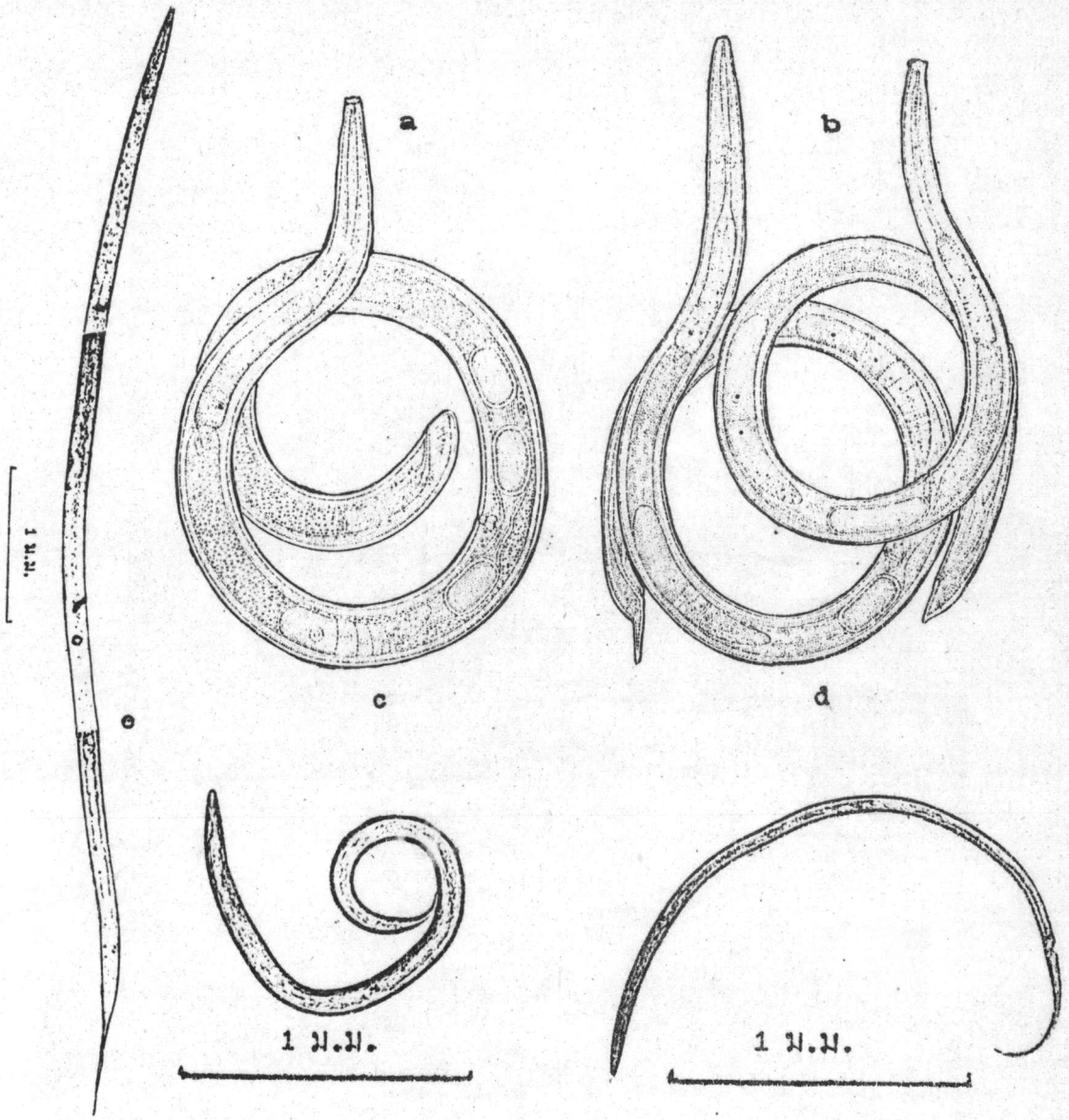


รูปที่ 10 ก. แสดงตัวอย่างภาพวาดและภาพถ่ายจากกล้องจุลทัศน์ของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชบางชนิดที่พบมากในดินนาข้าว

a. Hirschmanniella sp. (ภาพถ่ายคือตัวอ่อน)

b. Ditylenchus sp.

c,d. Tylenchorhynchus spp.



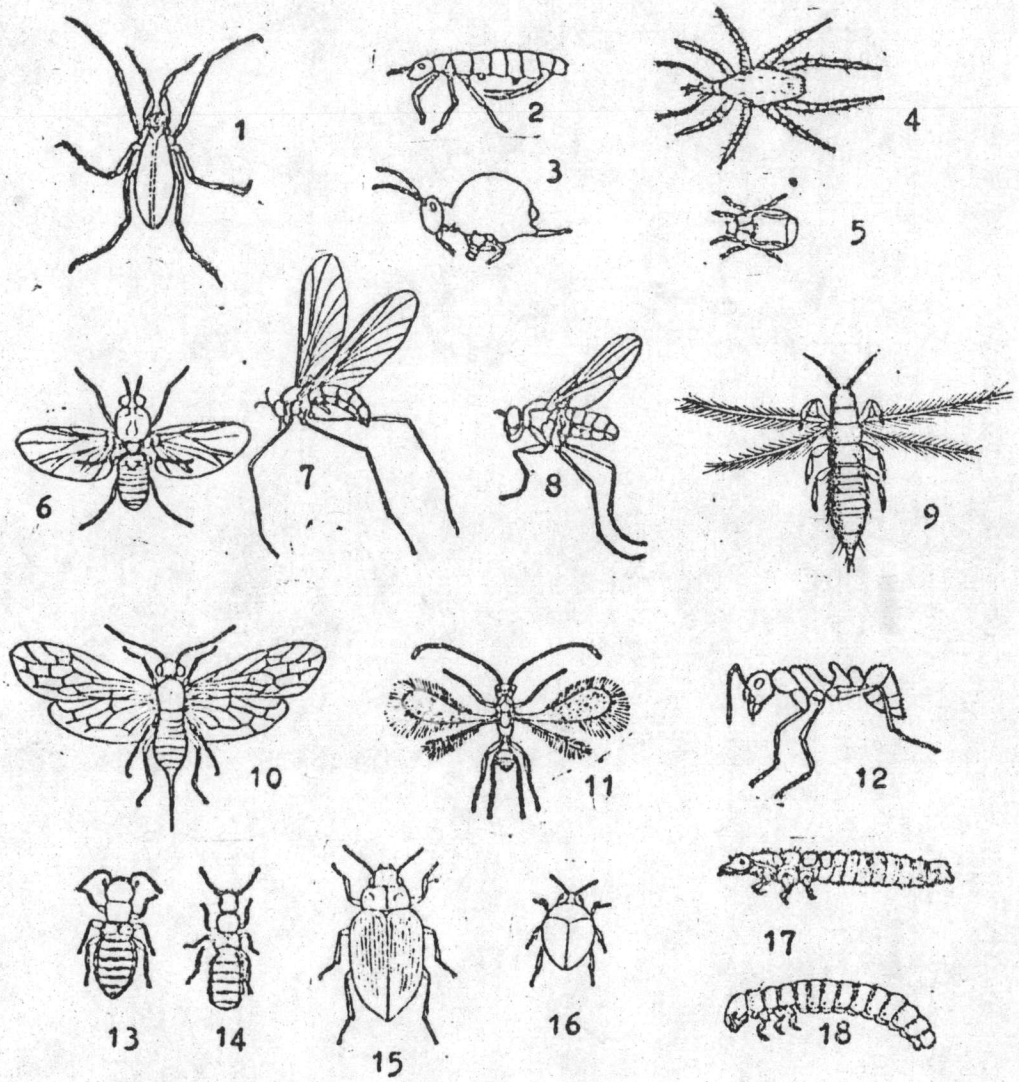
รูปที่ 10 ข. แสดงตัวอย่างภาพวาดและภาพถ่ายจากกล้องจุลทัศน์ของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชบางชนิดที่พบมากในดินนาข้าว

a, b. Dorylaimus spp.

c. Eudorylaimus sp.

d. Chronogaster sp.

e. Oxydirus sp.



รูปที่ 11 แสดงตัวอย่างอาร์โทรฟอด (Arthropods) ที่พบมากในดินนาข้าว

1.	Araneae
2, 3.	Collembola
4, 5.	Acari
6, 7, 8.	Diptera
9.	Homoptera
10, 11, 12.	Hymenoptera
13, 14, 15, 16.	Coleoptera
17, 18.	ตัวอ่อนของ Coleoptera

Family Tylenchidae พบในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้คีลดริน, แปลงที่ใช้คีลดริน 1 และ 2 โดยเฉลี่ยมีจำนวน 34665 ± 12455, 9165 ± 1951 และ 21665 ± 2875 ตัว/ม^2 และไส้เดือนฝอยที่อยู่ใน Family Tylenchidae อื่น ๆ ซึ่งมี Tylenchorhynchus spp. และ Ditylenchus spp. เป็นส่วนใหญ่ และสกุลอื่น ๆ บ้างเล็กน้อย ไส้เดือนฝอยกลุ่มนี้พบมากรองลงไปคือ 2355 ± 364, 1850 ± 519 และ 8500 ± 2680 ตัว/ม^2 ตามลำดับ ส่วนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชก็พบมากหลายชนิด แต่ที่พบมากกว่าชนิดอื่น ๆ ได้แก่ Family Dorylaimidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Dorylaimus spp. และพวก Eudorylaimus spp. นอกจากนั้นก็เป็นพวก Family Plectidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Chronogaster spp. และ Family Belondiridae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Oxidirus spp. นอกจากไส้เดือนฝอยแล้วก็พบสัตว์ในดินอื่น ๆ ซึ่งทั้งหมดเป็นพวกอาร์โทรพอด (Arthropods) และส่วนใหญ่เป็นพวกแมลงที่พบมากได้แก่พวกแมลงหางดีด (Collembola), พวกแมลงปีกแข็ง (Coleoptera), พวกมด (Hymenoptera), พวกแมลงสองปีก (Diptera), พวกแมงมุม (Araneae), พวกไร (Acari), และพวกเพลี้ย (Homoptera) เป็นต้น

ปริมาณคาร์บอนรวมในดิน พบว่าในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้คีลดริน, แปลงที่ใช้คีลดริน 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 ± 0.23, 1.88 ± 0.31 และ 1.78 ± 0.19% ตามลำดับ

ปริมาณน้ำในดิน พบว่าในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้คีลดริน, แปลงที่ใช้คีลดริน 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.92 ± 0.28, 23.85 ± 0.36 และ 23.64 ± 0.75 % ตามลำดับ

ระดับ pH ของดินค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ย 6.1 ± 0.4, 6.2 ± 0.3 และ 6.1 ± 0.1 ในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่เตรียมไว้ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ตามลำดับ

ระดับอุณหภูมิของดิน มีค่าเฉลี่ย 26.9 ± 0.05, 26.7 ± 0.00 และ 26.8 ± 0.00 °ซ. ในแปลงที่เตรียมเป็นแปลงไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่เตรียมไว้ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ตามลำดับ

2. คุณสมบัติของดินในแปลงทดลอง

ดินในแปลงทดลองจัดอยู่ในชุดดินธัญญบุรี (Thanyaburi series) ลักษณะเป็นดินเหนียวจัด มีความเป็นกรดเล็กน้อยในสภาพที่มีน้ำขังนานกว่า 2 สัปดาห์ หน้าดินได้รับการไถพรวนลึกประมาณ 10 ซ.ม. เพื่อเตรียมปลูกข้าวในเดือนกุมภาพันธ์ 2520

3. ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงของดีลดรินเข้มข้น 0.04% และ 0.08% อัตรา 50 ลิตร/ไร่

หลังจากการปักดำกล้าข้าวพันธุ์ กข.7 (ข้าวเจ้าพันธุ์เบา การออกดอกไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง) ไปแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ จึงทำการพ่นดีลดรินความเข้มข้น 0.04% และ 0.08% แก่ต้นกล้าในแปลงทดลองที่กำหนดไว้ ผลปรากฏว่าดีลดรินทั้งสองความเข้มข้นสามารถฆ่าแมลงต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่บนต้นข้าว และบนผิวน้ำได้ค่อนข้างรวดเร็วและให้ผลที่สังเกตได้ไม่แตกต่างกัน (สำเนียง เปรมสัย 2513)

4. สภาพของแปลงทดลองและสภาพของภูมิอากาศระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

ตามปกติแปลงทดลองทุกแปลงอยู่ในสภาพขังน้ำ (submerge) เกือบตลอดการทดลอง ยกเว้นช่วงปลายเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนเมษายนสภาพของดินในเกือบทุกแปลงเริ่มแห้ง แม้ว่าจะมีฝนตกบ้างเล็กน้อยก็ตาม พอถึงปลายเดือนเมษายนและต้นพฤษภาคมมีฝนตกพอประมาณทำให้มีน้ำขังในแปลงอีก และดินเริ่มแห้งอีกตั้งแต่เดือนมิถุนายนเนื่องจากมีการระบายน้ำออกจากแปลงเพื่อเตรียมเก็บเกี่ยวข้าวจนกระทั่งถึงต้นเดือนสิงหาคม แม้ว่าจะมีฝนตกบ้างในช่วงนี้แต่ดินก็อยู่ในสภาพที่ค่อนข้างแห้ง และมีน้ำขังอยู่บ้างเล็กน้อยในบางบริเวณ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศของสถานีทดลองข้าวรังสิต แสดงไว้ในตารางที่ 4

5. ผลการทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และความแตกต่างทางสถิติ

5.1 ปริมาณของดีลดรินในดิน

ข้อมูลที่บันทึกปริมาณของดีลดรินในดินจากแปลงไม่ใช้ดีลดริน, แปลงทดลองที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ของแต่ละเดือนนำมาหาค่าเฉลี่ย แสดงไว้ในตารางที่ 7

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณดีลดรินระหว่างแปลงในเดือนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระหว่างแปลงทดลองระหว่างเดือนต่าง ๆ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 7)

พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ปริมาณของดีลดรินในดินสูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.045 $\pm$ 0.013 ppm. โดยพบในแปลงไม่ใช้ดีลดริน, ในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 โดยเฉลี่ย 0.060 $\pm$ 0.013, 0.043 $\pm$ 0.009 และ 0.031 $\pm$

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณน้ำฝนและระดับอุณหภูมิของบรรยากาศของสถานีทดลองข้าวรังสิต อำเภอธัญญบุรี จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงสิงหาคม 2520

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	อุณหภูมิบรรยากาศ (°ซ.)		
		อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย
กุมภาพันธ์	106.2	32.4	15.7	24.1
มีนาคม	0.3	35.7	16.4	26.1
เมษายน	53.2	35.1	21.6	28.3
พฤษภาคม	21.5	36.1	22.5	29.3
มิถุนายน	75.0	36.7	23.2	30.0
กรกฎาคม	41.1	36.1	23.1	29.6
สิงหาคม	125.8	34.1	22.1	28.1

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและจำนวนต่อตารางเมตรของไส้เดือนฝอยในดินนาข้าวในแปลงที่ไม่ใช้คีลดริน (1), แปลงทดลองที่ใช้คีลดรินอัตรา 0.04% (2) และ 0.08% (3) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

ไส้เดือนฝอย	กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช :																					
Hirschmanniella spp.	72372	123405	125234	19508	33403	14230	62297	51257	99883	12412	14134	13338	2841	2385	4427	8983	5486	3062	175071	87390	140234
(เฉลี่ย)		107004			22380			71146			13295			3218			5844			134232	
Tylenchidae	6312	3571	10970	16322	4542	7989	19527	15910	7775	10799	4826	4091	5337	1808	5171	70106	1696	4451	90708	63505	41321
(เฉลี่ย)		6951			9618			14404			6572			4105			25418			65178	
จำแนกไม่ได้	106	151	113	145	22	459	36	14	107	0	58	20	51	57	8	146	86	771	9855	126	255
(เฉลี่ย)		123			242			52			26			39			334			3412	
รวม	78790	127127	136317	36047	37967	22678	81860	67182	107765	23211	19018	17449	8229	4250	9606	79235	7268	8284	275634	151021	181810
(เฉลี่ย)		114078			32231			85602			19893			7362			31929			202822	
ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช :																					
Plectidae	1669	12911	6807	13681	848	7343	5003	8775	2775	999	483	483	1308	483	966	20608	1308	0	60635	33382	33545
(เฉลี่ย)		7129			7231			5518			655			919			7305			42521	
Dorylaimidae	4267	9175	8458	5448	1400	6487	10169	4167	3351	6863	7163	4353	23999	8432	25882	18545	16568	17343	44452	41943	34894
(เฉลี่ย)		7300			4445			5896			6126			19438			17485			40430	
Belondiridae	0	2156	3503	1467	1467	3316	1710	5633	9138	7961	2845	7346	11303	2040	9846	19839	9822	14345	75219	30089	29645
(เฉลี่ย)		1886			2083			5494			6051			7736			14669			44984	
จำแนกไม่ได้	25	687	2543	182	47	48	778	776	4514	1549	76	868	1395	1872	1009	11753	1106	2155	82504	7468	5686
(เฉลี่ย)		1086			92			2023			831			1425			5005			52519	
รวม	5961	24929	21313	20778	3762	17194	17660	19351	19788	17372	10567	13050	38005	12827	37703	76745	28804	33843	242810	112882	103770
(เฉลี่ย)		17401			13911			18930			13663			29512			46464			153154	
รวมทั้งหมด 1/		131479			45142			104532			33556			36873			78060			355976	

1/ จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด/ตารางเมตร ทั้งของแปลงที่ไม่ใช้คีลดรินและแปลงที่ใช้คีลดรินรวมกัน

ตารางที่ 6 แสดงชนิดและจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์พวก Arthropods ในดินนาข้าว ในแปลงที่ไม่ใช้คีลดริน (1). แปลงทดลองที่ใช้คีลดรินอัตรา 0.04% (2). และ 0.08% (3) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

Arthropods	กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Acari	00	00	00	00	00	67	203	00	00	67	00	00	00	00	00	00	00	67	00	00	203
(เฉลี่ย)		00			22			68			22			00			22			68	
Araneae	00	00	00	00	00	00	67	67	67	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
(เฉลี่ย)		00			00			67			00			00			00			00	
Coleoptera	00	67	67	43	00	00	203	476	00	270	203	134	00	67	67	00	00	134	00	00	00
(เฉลี่ย)		45			14			226			202			45			45			00	
Collembola	339	270	203	00	62	67	00	00	00	339	67	203	00	00	67	00	00	00	00	00	00
(เฉลี่ย)		271			43			00			203			22			00			00	
Hymenoptera	270	00	00	67	00	00	00	134	67	67	00	67	272	134	00	342	134	270	00	67	00
(เฉลี่ย)		90			22			67			45			135			249			22	
รวมทั้งหมด 1/		405			101			428			472			202			316			90	

1/ จำนวน Arthropods ทั้งหมด/ตารางเมตรของแปลงที่ไม่ใช้คีลดรินและแปลงที่ใช้คีลดรินรวมกัน

0.016 ppm. ตามลำดับ จะสังเกตเห็นว่าแปลงไม่ใช้ดีลดรินมีปริมาณดีลดริน สูงกว่าในแปลงทดลองทั้ง ๆ ที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยดีลดรินก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากมี ปริมาณดีลดรินตกค้างอยู่ในแปลงไม่ใช้ดีลดรินสูงกว่าในแปลงใช้ดีลดรินอยู่ก่อนแล้ว (ตารางที่ 2)

หลังจากนั้นพบว่าปริมาณของดีลดรินในทุกแปลงมีแนวโน้มค่อย ๆ ลดลง ทุกเดือน ซึ่งในเดือนสิงหาคมอันเป็นเดือนสุดท้ายของการทดลอง มีปริมาณดีลดริน เหลือตกค้างอยู่ในดินโดยเฉลี่ยเพียง 0.006 $\pm$ 0.002 ppm. คือพบในแปลงไม่ ใช้ดีลดรินเฉลี่ย 0.004 $\pm$ 0.002 ppm. ในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีดีลดริน เหลือตกค้างอยู่ในดินโดยเฉลี่ย 0.005 $\pm$ 0.004 ppm. และ 0.008 $\pm$ 0.001 ppm. ตามลำดับ โดยเฉลี่ยในช่วงเวลา 7 เดือนดีลดรินในดินสลายตัวไป ประมาณ 86.21 – 87.50% ซึ่งเป็นอัตราการสูญหายหรือสลายตัวที่ค่อนข้างรวด เร็ว และการลดลงของปริมาณดีลดรินในดินนี้ไม่ค่อยเป็นระเบียบ ในบางเดือน ของแปลงทดลอง กล่าวคือในช่วงเดือนมิถุนายนปริมาณของดีลดรินในดินในแปลง ที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 7) ในแปลงที่ใช้ดีล- ดริน 1 พบว่าดีลดรินเพิ่มขึ้นประมาณ 0.007 – 0.01 ppm. เมื่อเปรียบเทียบ กับปริมาณดีลดรินในดินของเดือนพฤษภาคมเช่นเดียวกัน เป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้น ของดีลดรินในช่วงนี้เนื่องจากการที่มีฝนตกในช่วงปลายเดือนเมษายนถึงประมาณต้น เดือนพฤษภาคมแล้วชะเอาดีลดรินที่ติดอยู่บนต้นข้าวลงไปบนดินจึงทำให้ตรวจพบเป็น ปริมาณสูงกว่าปกติ ในช่วงเดือนมิถุนายนในแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้งสอง ส่วนในแปลง ไม่ใช้ดีลดรินพบปริมาณลดลงตามปกติ

ผลจากการทดลองจะเห็นว่าอัตราการสลายตัวของดีลดรินมีแนวโน้มลดลง ค่อนข้างรวดเร็ว เนื่องจากในสภาพไร่นามีความซับซ้อนกว่าการศึกษาในห้องปฏิบัติ การ การสูญเสียของวัตถุมีพิษเป็นผลมาจากหลายสาเหตุ เช่น การสลายตัวของ วัตถุมีพิษทั้งทางเคมีและชีวภาพ, การสูญหายไปในระหว่างทำการพ่นยา, การชะ ล้าง, การพัดพาไปกับน้ำไหล, การระเหยเป็นไอ และการสูญหายไปโดย

ตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณดีลดรินในดินระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(หน่วยเป็น ppm.)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้ดีลดริน ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	0.060 ± 0.013	0.043 ± 0.009	0.031 ± 0.016	0.036 ± 0.0127
มีนาคม	0.041 ± 0.033	0.030 ± 0.016	0.048 ± 0.033	0.040 ± 0.0273
เมษายน	0.040 ± 0.043	0.014 ± 0.008	0.028 ± 0.008	0.027 ± 0.0197
พฤษภาคม	0.034 ± 0.036	0.013 ± 0.008	0.031 ± 0.019	0.026 ± 0.0210
มิถุนายน	0.014 ± 0.003	0.021 ± 0.010	0.034 ± 0.004	0.023 ± 0.0060
กรกฎาคม	0.009 ± 0.008	0.007 ± 0.004	0.013 ± 0.005	0.010 ± 0.0057
สิงหาคม	0.004 ± 0.002	0.005 ± 0.004	0.008 ± 0.001	0.006 ± 0.0023

1/ ปริมาณดีลดรินของแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างดินจาก 3 replications โดยเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication ซึ่งแต่ละ replication วิเคราะห์หาปริมาณดีลดริน 2 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

จากการวิเคราะห์ทางสถิติทดสอบความแตกต่างของปริมาณดีลดรินในดินระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกันโดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างเดือน มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 9.1296^{**}$)

การดูดของพืช นอกจากนั้นอุณหภูมิ, ความชื้น, อินทรีย์วัตถุ, ปริมาณของอนุภาคดินเหนียว และ pH ของดินก็มีความผันแปรไม่แน่นอนอีกทั้งการเพาะปลูก การเจริญเติบโตของพืชก็มีผลต่อความสัมพันธ์เหล่านี้ และการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิและความชื้นตลอดจนบริมาณน้ำฝนล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการผันแปรของวัตถุมีพิษในดิน (Terriere 1972)

การศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของดีลดรินทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์ Chacko et al (1966) ได้ทดสอบจุลินทรีย์หลายชนิดซึ่งมีทั้งเชื้อรา และพวกยีสต์ (fungi and actinomycetes) ปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดที่สามารถสลายดีลดรินได้

แต่ในปีถัดมา Matsumura and Boush (1967) ได้นำเอา Pseudomonas, Bacillusและจุลินทรีย์อื่น ๆ มากกว่า 500 ชนิดมาทดสอบดูความสามารถในการสลายดีลดริน พบว่า Trichoderma viride, Pseudomonas sp. และ Bacillus sp. สามารถสลายดีลดรินได้

นอกจากนั้นในแง่ของกายภาพพบว่าอัตราการระเหยของดีลดรินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากความเข้มข้นของยาฆ่าแมลงเอง ที่ระดับความเข้มข้นสูงอัตราการระเหยของยาจะเป็นไปได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำ และพบว่าถ้าความชื้นของดิน, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศเหนือดินสูงก็มีส่วนช่วยให้อัตราการระเหยของยาฆ่าแมลงสูงตามไปด้วย (Harris and Lichtenstein 1961) ทั้งนี้เพราะว่าการเพิ่มของระดับอุณหภูมิในดินจะไปเพิ่มบทบาทของจุลินทรีย์ดินและลดการดูดยึดของอนุภาคดิน ส่วนความชื้นก็เช่นเดียวกัน เมื่อปริมาณน้ำในดินสูงขึ้นการดูดยึดของดินจะต่ำลงเนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะเข้าไปแทนที่โมเลกุลของวัตถุมีพิษในอนุภาคดินได้ดีกว่าสภาพซึ่งดินมีปริมาณน้ำในดินน้อย (Haque and Freed 1975)

จะเห็นได้ว่าการสลายตัวของยาฆ่าแมลงในสภาพไร่นามีปัจจัยร่วมหลายประการด้วยกัน แต่ปัจจัยสำคัญที่สุดซึ่งมีบทบาทต่อการสูญหายของยาฆ่าแมลงในสภาพที่ดินมีการขังน้ำคือ การระเหย และในสภาพที่ดินขังน้ำการสลายตัวทางชีวภาพคงเกิดขึ้นได้น้อยมากเพราะกิจกรรมจุลินทรีย์ในดินส่วนใหญ่จะลดลง ปฏิกริยาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์และผลสุดท้ายที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวในสภาพขาดอากาศหรือออกซิเจนมักได้แก่มีเทน (Terriere 1972)

อย่างไรก็ตามในประเทศที่มีภูมิอากาศอบอุ่น วัตถุมีพิษพวกสารประกอบอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เช่น ดีดีที, ดีลดริน, เฮปตาคลอร์, ออล-ดริน เป็นต้น ต้องใช้เวลานานถึง 15 – 20 ปีจึงจะสลายตัวได้หมด (Lichtenstein and Schulz 1959; Kiigemagi and Terrier 1972)

5.2 ปริมาณคาร์บอนรวมในดิน

ปริมาณคาร์บอนรวมในดินที่ได้จากการวิเคราะห์ระหว่างแปลงทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น (ตารางที่ 6) มีเพียงช่วงเดือนเมษายนเท่านั้นที่ปริมาณของคาร์บอนรวมในดินลดลงเล็กน้อย ทั้งในแปลงไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณคาร์บอนรวมระหว่างแปลงทดลองของเดือนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการทดสอบความแตกต่างระหว่างเดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 8)

สำหรับปริมาณคาร์บอนรวมในดินในช่วงเดือนเมษายน ซึ่งพบว่ามีปริมาณลดลงนั้นเมื่อนำค่าเฉลี่ยทั้งหมดของปริมาณคาร์บอนรวมในเดือนเมษายนไปเปรียบเทียบกับของเดือนพฤษภาคม จะมีปริมาณน้อยกว่าประมาณ 0.0085 – 0.2915% ตามลำดับ การลดลงของปริมาณคาร์บอนที่สังเกตเห็นในช่วงเดือนเมษายนนี้ เป็นไปได้ว่าเกิดจากการที่อินทรีย์วัตถุในดินถูกย่อยสลายมากขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากสภาพ

ตารางที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนรวมในดินระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(หน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้ดีลดริน ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	1.987 ± 0.4061	2.000 ± 0.5437	1.973 ± 0.5029	1.987 ± 0.4842
มีนาคม	2.430 ± 0.0794	2.310 ± 0.2972	2.130 ± 0.3118	2.290 ± 0.2295
เมษายน	2.237 ± 0.3528	2.300 ± 0.2300	2.053 ± 0.6453	2.197 ± 0.4094
พฤษภาคม	2.440 ± 0.3736	2.417 ± 0.1950	2.183 ± 0.2350	2.347 ± 0.2679
มิถุนายน	2.403 ± 0.1250	2.533 ± 0.1389	2.340 ± 0.0800	2.425 ± 0.1147
กรกฎาคม	2.377 ± 0.1950	2.583 ± 0.1007	2.350 ± 0.2287	2.437 ± 0.1748
สิงหาคม	2.703 ± 0.1007	2.713 ± 0.1168	2.300 ± 0.2300	2.572 ± 0.1492

1/ ปริมาณคาร์บอนรวมในดินของแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างดินจาก 3 replications โดยเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication ซึ่งแต่ละ rplication วิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนรวมในดิน 2 ซ้ำ แล้วนำมาเฉลี่ย

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนรวมในดินระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกันโดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 13.8895^{**}$)

ของดินเริ่มแห้งบ้างบางส่วนซึ่งในสภาพเช่นนี้บักเตรีมีบทบาทสำคัญในการสลายอินทรีย์วัตถุ ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมซึ่งดินอยู่ในสภาพค่อนข้างแห้งเช่นกัน แต่ปรากฏว่าปริมาณคาร์บอนรวมกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แทนที่จะลดลงทั้งนี้เนื่องจากว่าเป็นช่วงที่มีการทับถมของชิ้นส่วนของพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว อัตราการสะสมของคาร์บอนรวมจึงสูง

ในช่วงที่มีน้ำขัง ได้แก่เดือนกุมภาพันธ์, มีนาคม, พฤษภาคมและมิถุนายน การสะสมปริมาณคาร์บอนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้งสอง เพราะในสภาพน้ำขังนั้นปริมาณออกซิเจนในดินจะต่ำ การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นไปได้ช้า จึงทำให้มีการสะสมของปริมาณคาร์บอนรวมในดินมาก

ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนรวมในดินในเดือนกุมภาพันธ์ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินค่าเฉลี่ยประมาณ 1.987 $\pm$ 0.4061%, ในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 ประมาณ 2.000 $\pm$ 0.5437% และในแปลงที่ใช้ดีลดริน 2 ประมาณ 1.973 $\pm$ 0.5029% และผลจากการวิเคราะห์ในเดือนสิงหาคมปริมาณคาร์บอนรวมในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.703 $\pm$ 0.1007, 2.713 $\pm$ 0.1168 และ 2.300 $\pm$ 0.2300% ตามลำดับ นั่นคือในช่วงเวลา 7 เดือน มีการสะสมปริมาณคาร์บอนรวมในดินเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยทั้งหมด 0.25 – 0.92% หรือถ้าเทียบเป็นร้อยละของการเพิ่มของปริมาณคาร์บอนรวมในดินจากเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคมจะได้ค่าประมาณ 10.12 – 61.33%

5.3 ระดับ pH ของดิน

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างแปลงทดลองของเดือนเดียวกันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการทดสอบความแตกต่างระหว่างเดือนต่าง ๆ พบว่ามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 9) แสดงว่าดีลดริน

ตารางที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับ pH ของดินระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	6.167 ± 0.4509	6.200 ± 0.3000	6.067 ± 0.4042	6.145 ± 0.3850
มีนาคม	6.100 ± 0.1000	6.100 ± 0.1000	6.233 ± 0.2887	6.144 ± 0.1962
เมษายน	5.267 ± 0.5508	5.467 ± 0.6351	5.467 ± 0.3215	5.400 ± 0.5025
พฤษภาคม	5.933 ± 0.5132	6.167 ± 0.2082	5.900 ± 0.4583	6.000 ± 0.3932
มิถุนายน	6.467 ± 0.4163	6.433 ± 0.3055	6.600 ± 0.1000	6.500 ± 0.2739
กรกฎาคม	4.933 ± 1.1015	5.667 ± 0.8737	5.400 ± 0.9849	5.333 ± 0.9867
สิงหาคม	4.033 ± 0.1528	4.467 ± 0.4509	4.367 ± 0.3055	4.289 ± 0.3031

1/ ระดับ pH ของดินแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยที่วัดจาก 3 replications โดยวัดแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication จากในบริเวณแปลงทดลอง

จากการทดสอบความแตกต่างของระดับ pH ของดินระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกัน โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 68.7078^{**}$)

ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างของระดับ pH ระหว่างแปลงทดลอง ส่วนความแตกต่างระหว่างเดือนเป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาพของแปลงทดลองและสภาพของภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลจะเห็นได้ว่าในช่วงเดือนที่ระดับ pH ของดินค่อนข้างสูงแปลงอยู่ในสภาพขังน้ำ และระดับ pH จะค่อนข้างต่ำในเดือนที่ดินค่อนข้างแห้ง นั่นคือการเปลี่ยนแปลงของระพับ pH ในดินมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อดินอยู่ในสภาพน้ำขังน้ำ และจะลดลงเมื่อดินอยู่ในสภาพที่แห้งมากขึ้น

เกี่ยวกับระดับ pH ของดินที่ค่อนข้างเป็นกรด ซึ่งอยู่ในสภาพขังน้ำ จากการศึกษาของทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ Ponnamperuma (2515) เกี่ยวกับการแก้ไขปรับปรุงดินกรดซัลเฟต (acid sulfate) ของประเทศไทย พบว่าในสภาพที่ดินมีการขังน้ำระดับ pH ของดินมีแนวโน้มสูงขึ้น ในแปลงเปรียบเทียบภายหลังจากการขังน้ำเอาไว้ 12 สัปดาห์ ระดับ pH สูงขึ้นเกือบ 2 หน่วย (pH unit) โดยเพิ่มจากระดับ pH ประมาณ 4.3 ในสัปดาห์แรกจนถึงระดับ pH ประมาณ 6.1 ในสัปดาห์ที่ 12

จากตารางที่ 6 จะสังเกตเห็นว่าระดับ pH โดยเฉลี่ยของดินในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ค่อนข้างสูงในเดือนกุมภาพันธ์, มีนาคม, พฤษภาคม และมิถุนายน ซึ่งดินอยู่ในสภาพขังน้ำ เดือนมิถุนายนพบว่าระดับ pH โดยเฉลี่ยมีค่าสูงสุดกว่าเดือนอื่น ๆ คือประมาณpH 6.5 $\pm$ 0.2739 โดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน pH 6.5 $\pm$ 0.4163, แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 pH มีค่าประมาณ 6.4 $\pm$ 0.3055 และ 6.6 $\pm$ 0.1000 ตามลำดับ ส่วนในเดือนเมษายน, กรกฎาคมและสิงหาคมซึ่งดินอยู่ในสภาพน้ำเริ่มแห้ง ระดับ pH จะค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยของ pH ต่ำสุดในเดือนสิงหาคมคือประมาณ 4.3 $\pm$ 0.3031 โดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ค่า pH เท่ากับ 4.0 $\pm$ 0.1528, 4.5 $\pm$ 0.4509 และ 4.4 $\pm$ 0.3055 ตามลำดับ

5.4 ระดับอุณหภูมิของดิน

จากการทดสอบทางสถิติเพื่อดูความแตกต่างของระดับอุณหภูมิของแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและที่ใช้ดีลดรินในเดือนเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างแปลงทดลองระหว่างเดือนต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10)

การเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิมีลักษณะคล้ายกันทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้งสอง (ตารางที่ 10) กล่าวคือระดับอุณหภูมิดินจะลดลงในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นการผิดปกติของสภาพภูมิอากาศไปจากปีอื่น ๆ (ตารางที่ 2) และค่อยสูงขึ้นในช่วงเดือนเมษายน, พฤษภาคมและมิถุนายน แล้วต่ำลงในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมโดยอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 24.93 °ซ. ในเดือนมีนาคม โดยเฉลี่ยจากแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและใช้ดีลดรินที่ระดับอุณหภูมิดิน 25.0 ± 0.00, 24.9 ± 0.1528 และ 24.9 ± 0.2309 °ซ. ตามลำดับ ส่วนระดับอุณหภูมิของดินเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 30.9 ± 0.0911 °ซ. ในเดือนมิถุนายน โดยเฉลี่ยจากแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและใช้ดีลดรินที่ระดับอุณหภูมิดิน 30.9 ± 0.1155, 30.9 ± 0.10 และ 30.9 ± 0.0577 °ซ. ตามลำดับ

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิของดินระหว่างเดือนค่อนข้างช้า เนื่องจากดินเป็นดินเหนียวและมีความชื้นสูงซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิน้อยกว่าดินที่มีเนื้อหยาบและความชื้นน้อยกว่า

5.5 ปริมาณน้ำในดิน

ปริมาณน้ำในดินของแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน, แปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตราในเดือนเดียวกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างเดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิดินระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(หน่วยเป็นองศาเซนติเกรด)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้ดีลดริน ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้ดีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	26.93 ± 0.4163	26.73 ± 0.5774	26.73 ± 0.5774	26.79 ± 0.5237
มีนาคม	25.00 ± 0.0000	24.87 ± 0.1528	24.93 ± 0.2309	24.93 ± 0.1279
เมษายน	27.97 ± 0.1528	27.87 ± 0.2082	28.00 ± 0.4359	27.95 ± 0.2902
พฤษภาคม	30.50 ± 0.0000	30.57 ± 0.0577	30.50 ± 0.0000	30.52 ± 0.0192
มิถุนายน	30.87 ± 0.1155	30.90 ± 0.1000	30.93 ± 0.0577	30.90 ± 0.0911
กรกฎาคม	28.67 ± 0.2887	28.67 ± 0.2887	28.05 ± 0.0000	28.46 ± 0.1925
สิงหาคม	28.33 ± 0.1528	28.10 ± 0.1732	28.17 ± 0.3512	28.20 ± 0.2257

1/ ระดับอุณหภูมิดินแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยที่วัดจาก 3 replications โดยวัดแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication จากในบริเวณแปลงทดลอง

จากการทดสอบความแตกต่างของระดับอุณหภูมิดินระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกัน โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 570.4709^{**}$)

จากตารางในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมปริมาณน้ำในดินค่อนข้างสูงทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน ซึ่งปริมาณน้ำในดินของเดือนมีนาคมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 25.33 ± 0.3786, 24.67 ± 0.2309 และ 24.70 ± 0.40% ตามลำดับ ซึ่งคิดโดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 24.90 ± 0.3365% เป็นปริมาณน้ำในดินสูงสุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ พอถึงเดือนเมษายนถัดมาปรากฏว่าปริมาณน้ำในดินลดลงเป็น 14.87 ± 0.4933, 15.37 ± 1.4151 และ 15.97 ± 0.8145%ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณน้ำในดินกลับเพิ่มขึ้นอีกเมื่อถึงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากมีฝนตกพอประมาณในช่วงปลายเดือนเมษายนและมีการระบายน้ำเข้า โดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้นเป็น 24.20 ± 0.8544, 24.57 ± 1.4572 และ 23.80 ± 0.4359% ตามลำดับ ปริมาณน้ำในดินยังคงระดับมาจนถึงเดือนมิถุนายนเพราะยังคงมีน้ำขังอยู่ในแปลงแล้วลดลงในช่วงเดือนกรกฎาคม โดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 16.93 ± 0.1528, 16.80 ± 0.3606 และ 17.30 ± 0.2646% ตามลำดับ และปริมาณน้ำในดินจะต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคม โดยมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 13.19 ± 0.5562% ซึ่งปริมาณน้ำในดินของแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 13.43 ± 0.5508, 12.80 ± 0.3606 และ 13.33 ± 0.7572% ตามลำดับ

5.6 จำนวนและชนิดของไส้เดือนฝอยในดิน

ไส้เดือนฝอยในดินนาข้าวที่พบมากทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินได้แก่ไส้เดือนฝอยใน Subfamily Pratylenchinae; Family Tylenchidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Hirschmanniella spp., และไส้เดือนฝอย Family tylenchidae อื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Tylenchorhynchus spp. กับ Ditylenchus spp. สำหรับกลุ่ม Hirschmanniella spp. ส่วนใหญ่เป็นชนิด Hirschmanniella oryzae

ตารางที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(หน่วยเป็นเปอร์เซนต์)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	24.63 ± 0.2887	24.81 ± 0.3000	25.20 ± 0.4359	24.88 ± 0.3415
มีนาคม	25.33 ± 0.3786	24.67 ± 0.2309	24.70 ± 0.4000	24.90 ± 0.3365
เมษายน	14.87 ± 0.4933	15.37 ± 1.4154	15.97 ± 0.8145	15.40 ± 1.1016
พฤษภาคม	24.20 ± 0.8544	24.57 ± 1.4572	23.80 ± 0.4359	24.19 ± 0.9158
มิถุนายน	24.87 ± 0.4042	24.93 ± 0.3786	25.40 ± 0.7211	25.07 ± 0.5013
กรกฎาคม	16.93 ± 0.1528	16.80 ± 0.3606	17.30 ± 0.2646	17.01 ± 0.2593
สิงหาคม	13.43 ± 0.5508	12.80 ± 0.3606	13.33 ± 0.7572	13.19 ± 0.5562

1/ ปริมาณน้ำในดินแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยที่วัดจากตัวอย่างดินจาก 3 replications โดยเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication ซึ่งแต่ละ replication นำมาหาปริมาณน้ำในดิน 2 ซ้ำ แล้วนำมาเฉลี่ย

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณน้ำในดินระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกัน โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 603.7863^{**}$)

(van Breda de Haan, 1902) ซึ่งเป็นพาราสิตในรากข้าว (Chunram 1972) ไส้เดือนฝอย Family นี้ส่วนใหญ่เป็นพาราสิตหรือไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืช ส่วนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชที่พบมากได้แก่ไส้เดือนฝอยใน Family Dorylaimidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Dorylaimus spp. และ Eudorylaimus spp., Family Plectidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Chronogaster spp. และ Family Belondiridae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก Oxydirus spp. นอกจากนั้นก็พบไส้เดือนฝอยอีกหลายชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้ แต่มีปริมาณไม่มากและพบเพียงบางเดือนเท่านั้น ไส้เดือนฝอยที่จำแนกชนิดไม่ได้นี้นำมาจำแนกให้อยู่ในกลุ่มไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในกรณีที่ช่องปากของมันมีอวัยวะสำหรับเจาะเนื้อเยื่อของพืช (stylet) ให้เห็นชัดเจด ส่วนพวกที่ไม่มีอวัยวะนี้ในช่องปากจัดให้อยู่ในกลุ่มไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (อรุณ จันทนโอ 2518)

5.6.1 ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (parasitic nematodes)

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชระหว่างแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ในเดือนเดียวกันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างเดือนต่าง ๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 12)

ในตารางที่ 5 และ 13 จะเห็นว่าประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นระเบียบ ไส้เดือนฝอยแต่ละกลุ่มจะมีการปรากฏเด่นแตกต่างกันออกไปทั้งในแง่ของกลุ่มและแง่ของเวลา ตามตารางที่ 5 ประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีแนวโน้มลดลงจาก 78790 $\pm$ 30512, 127127 $\pm$ 55836 และ 136317 $\pm$ 117390 ตัว/ม^2 ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 36047 $\pm$ 23079, 37967 $\pm$ 8974 และ

22687 ± 9031 ตัว/ม^2 ในเดือนมีนาคมตามลำดับ แต่ในเดือนถัดมาคือเดือนเมษายนประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชกลับเพิ่มขึ้นเป็น 81860 ± 22360, 67182 ± 17487 และ 107765 ± 43830 ตัว/ม^2 ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ตามลำดับ แต่หลังจากนั้นประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชก็ค่อยลดต่ำลงจนถึงระดับต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน ปรากฏว่าในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีปริมาณประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเท่ากับ 8229 ± 7007, 4250 ± 5452 และ 9606 ± 6457 ตัว/ม^2 ตามลำดับ คิดเป็นประชากรเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 7363 ± 6304 ตัว/ม^2 ตามลำดับ แต่พอถึงเดือนกรกฎาคมประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช มีแนวโน้มสูงขึ้นและประชากรเพิ่มสูงมากที่สุดในเดือนสิงหาคมโดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 พบประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชสูงถึง 275634 ± 102615, 151021 ± 32156 และ 181810 ± 79314 ตัว/ม^2 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นประชากรเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 202822 ± 79314 ตัว/ม^2

เมื่อสังเกตดูการผันแปรด้านจำนวนของประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชตามตารางที่ 13 ซึ่งนำเอาค่าเฉลี่ยทั้งหมดของไส้เดือนฝอยกลุ่มต่าง ๆ ของทุกเดือนมาหาเปอร์เซนต์ที่ปรากฏในกลุ่ม (% Group) และที่ปรากฏในแต่ละเดือน(% Time) จะเห็นว่า Subfamily Pratylenchinae โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Hirschmanniella spp. จะปรากฏเด่นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ในเดือนเดียวกันและระหว่างเดือน ข้อที่น่าสังเกตคือในเดือนกุมภาพันธ์ ประชากรของไส้เดือนฝอยกลุ่มนี้ปรากฏสูงถึง 81.38% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ในเดือนเดียวกันหรือ 29.96% เมื่อเทียบกับประชากรของไส้เดือนฝอยชนิดนี้ในเดือนอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปักดำข้าวใหม่ ๆ การเจริญเติบโตของรากข้าวอาจมีผลทำให้มีการเพิ่มของประชากรของไส้เดือนฝอยชนิดนี้ได้เพราะข้าวเป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมของมัน (Henderson and Katznelson. 1961)

ตารางที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(จำนวน /$ม^2$)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	78790 ± 30512	127127 ± 55836	136371 ± 117390	114096 ± 67913
มีนาคม	36047 ± 23079	37967 ± 8974	22678 ± 9031	32231 ± 13695
เมษายน	81860 ± 22363	67182 ± 17487	107765 ± 43830	85602 ± 27893
พฤษภาคม	23211 ± 8348	19018 ± 11668	17449 ± 762	19893 ± 6926
มิถุนายน	8229 ± 7003	4250 ± 5452	9606 ± 6457	7362 ± 6304
กรกฎาคม	79235 ± 95856	7268 ± 5311	8284 ± 8453	31596 ± 36540
สิงหาคม	275634 ±102615	151021 ± 32156	181810 ± 79314	202822 ± 71362

1/ ประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยที่นับจากตัวอย่างดิน จาก 3 replications โดยตัวอย่างดินเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication นำมานับจำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำมาเฉลี่ย

จากการทดสอบความแตกต่างของจำนวนประชากรระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกัน โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 13.7843^{**}$)

ตารางที่ 13 แสดงการผันแปรด้านจำนวน (population fluctuation) ของไส้เดือนฝอยแต่ละกลุ่มในเดือนเดียวกัน (G)[1] และระหว่างเดือนต่าง ๆ (T)[2] จากเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

ไส้เดือนฝอย / เดือน		Tylen-chidae	Praty-lenchi-nae	ไส้เดือนฝอยสัตรูพืชที่จำแนกไม่ได้	Plec-tidae	Dory-laim-idae	Belon-diridae	ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นสัตรูพืชที่จำแนกไม่ได้	รวมทั้งหมด
ก.พ.	G	5.27	81.38	0.09	5.42	5.55	1.44	0.83	100.00
	T	5.26	29.96	2.93	10.03	7.22	2.28	3.04	16.71
มี.ค.	G	20.84	48.56	0.45	15.80	9.63	4.52	0.20	100.00
	T	7.27	6.27	4.95	10.26	4.40	2.51	0.26	5.87
เม.ย.	G	13.78	68.06	0.05	5.28	5.64	5.26	1.93	100.00
	T	10.89	19.92	1.24	7.76	5.83	6.63	5.67	13.29
พ.ค.	G	19.59	39.62	0.13	1.95	18.26	18.03	2.48	100.00
	T	4.97	3.72	1.02	0.92	6.06	7.30	2.33	4.27
มิ.ย.	G	11.13	8.73	0.11	2.49	52.72	20.96	3.87	100.00
	T	3.10	0.90	0.92	1.29	19.22	9.32	3.99	4.69
ก.ค.	G	32.56	7.49	0.43	9.01	22.40	18.79	6.41	100.00
	T	19.22	1.64	7.94	9.90	17.29	17.70	14.03	9.92
ส.ค.	G	18.31	37.71	0.96	11.94	11.36	12.64	7.08	100.00
	T	49.29	37.59	81.00	59.83	39.98	54.27	70.63	45.25

[1] G หมายถึงเปอร์เซนต์กลุ่ม (% Group) = $\frac{\text{จำนวน/ม}^2 \text{ ของกลุ่มในเดือนเดียวกัน} \times 100}{\text{จำนวน/ม}^2 \text{ ทั้งหมดแต่ละกลุ่มในเดือนเดียวกัน (แนวนอน)}}$

[2] T หมายถึงเปอร์เซนต์เวลา (% Time) = $\frac{\text{จำนวน/ม}^2 \text{ ของกลุ่มในแต่ละเดือน} \times 100}{\text{จำนวน/ม}^2 \text{ ทั้งหมดของแต่ละกลุ่มทุกเดือน (แนวตั้ง)}}$

โดยที่จำนวน/ม^2 เป็นค่าเฉลี่ยรวมของทุกแปลงทดลอง

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

และเมื่อเปรียบเทียบประชากรของ Hirschmanniella spp. กับประชากรของไส้เดือนฝอยกลุ่มอื่น ๆ ในแต่ละเดือนประชากรของไส้เดือนฝอยกลุ่มนี้ค่อนข้างจะเด่นกว่าทุกกลุ่มยกเว้นในเดือนมิถุนายน ซึ่งพบ Hirschmanniella spp.เพียง 8.73% เท่านั้นในขณะที่ Family Dorylaimidae สูงถึง 52.72% ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่ข้าวกำลังโทรมลงหลังการเก็บเกี่ยว และประชากรของ Hirschmanniella spp. ก็ยังคงปรากฏน้อยในเดือนต่อมา ในขณะที่กลุ่มของ Family Tylenchidae อื่น ๆ ปรากฏเด่นคือประมาณ 32.56% แต่พอถึงเดือนสิงหาคมปรากฏว่าประชากรของ Hirschmanniella spp. กลับพบมากขึ้นอีกคือประมาณ 37.71% ในขณะที่กลุ่มของ Family Tylenchidae อื่น ๆ พบมากรองลงไปคือประมาณ 18.31% อาจเป็นไปได้ว่าเป็นช่วงที่สภาพดินมีความชื้นเหมาะสมและมีวัชพืชหลายชนิดโดยเฉพาะพวกกกต่าง ๆ ขึ้นปกคลุมอยู่เกือบเต็มแปลง ซึ่งวัชพืชเหล่านี้บางชนิดเป็นพืชอาศัยชั่วคราวของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเหล่านี้ได้ ข้อที่น่าสังเกตก็คือในช่วงเดือนสิงหาคมนี้ปริมาณของไส้เดือนฝอยเกือบทุกกลุ่มพบมากกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ (มี % Time มากกว่าเดือนอื่น ๆ) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพความชื้นหรือปริมาณน้ำในดินเหมาะสมนั่นเอง

5.6.2 ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (non-parasitic nematodes)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติทดสอบความแตกต่างด้านจำนวนของประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเดือนเดียวกัน แต่ระหว่างเดือนต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตามตารางที่ 14 ลักษณะการผันแปรประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชระหว่างเดือนมีความไม่เป็นระเบียบเช่นเดียวกัน แต่ลักษณะการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(จำนวน /$ม^2$)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	17882 ± 2767	74796 ± 16817	63988 ± 4304	52222 ± 7963
มีนาคม	20778 ± 16750	3762 ± 2503	17194 ± 11165	13911 ± 9863
เมษายน	17660 ± 15337	19351 ± 16850	19798 ± 9002	18936 ± 13730
พฤษภาคม	17372 ± 20324	10567 ± 5000	13050 ± 14428	13663 ± 13251
มิถุนายน	38005 ± 50539	12827 ± 9624	37703 ± 30889	29512 ± 30351
กรกฎาคม	76745 ± 74409	28804 ± 29528	33843 ± 25955	46464 ± 43297
สิงหาคม	242810 ± 232416	112882 ± 57669	103770 ± 48715	153154 ± 112933

1/ ประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชแต่ละหน่วยทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยที่นับจากตัวอย่างดินจาก 3 replications โดยตัวอย่างดินเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication นำมานับจำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำมาเฉลี่ย

จากการทดสอบความแตกต่างของจำนวนประชากรระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกัน โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างเดือนมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 6.4494^{**}$)

มีความคล้ายคลึงกันทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา ในเดือนกุมภาพันธ์พบว่าประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ประมาณ 5961 ± 2769, 24929 ± 16817 และ 21313 ± 4304 ตัว/ม^2 ตามลำดับ พอถึงช่วงเดือนมีนาคมปรากฏว่าประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในแปลงไม่ใช้ดีลดรินมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 20778 ± 16750 ตัว/ม^2 แต่ในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 ประชากรมีแนวโน้มลดลงเป็น 3762 ± 2503, 17194 ± 11165 ตัว/ม^2 ตามลำดับ ในเดือนเมษายนถัดมาประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 17660 ± 15337, 19351 ± 16850 และ 19788 ± 9002 ตัว/ม^2 ตามลำดับ แล้วก็ลดลงถึงระดับต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมโดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 13663 ± 13251 ตัว/ม^2 โดยพบในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 เท่ากับ 17372 ± 20324, 10567 ± 5000 และ 13050 ± 14428 ตัว/ม^2 ตามลำดับ หลังจากนั้นประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชก็มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกเดือนทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา โดยพบว่ามีจำนวนสูงในเดือนสิงหาคมซึ่งมีจำนวนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 153154 ± 112933 ตัว/ม^2 โดยพบในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน 242810 ± 232416 และในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 และ 2 เท่ากับ 112882 ± 57669 และ 103770 ± 48715 ตัว/ม^2 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการผันแปรด้านจำนวนของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชแต่ละกลุ่มในเดือนเดียวกัน (% Group) และระหว่างเดือนต่าง ๆ (% Time) ตามตารางที่ 13 จะเห็นว่าประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีความผันแปรไม่ค่อยเป็นระเบียบและมีจำนวนค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับไส้เดือนฝอยศัตรูพืช อย่างไรก็ตามพบว่าประชากร Family Dorylaimidae ค่อนข้างจะปรากฏเด่นกว่ากลุ่มอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

โดยพบมากในเดือนมิถุนายนคือพบประมาณ 52.72% และที่พบมากรองลงไปในช่วงเดือนเดียวกันนี้คือ Family Belondiridae ประมาณ 20.96% ซึ่งเป็นช่วงที่มีการทับถมของอินทรีย์วัตถุมากภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าว การปรากฏของประชากรไส้เดือนฝอย Family Dorylaimidae และ Family Belondiridae ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคมค่อนข้างมากกว่าไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชกลุ่มอื่น ยกเว้นเดือนมีนาคมซึ่ง Family Plectidae พบมากกว่าคือประมาณ 15.80% ในขณะที่ Family Dorylaimidaeและ Family Belondiridae พบเพียง 9.63% และ 4.52% ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการผันแปรระหว่างเดือนต่าง ๆ ปรากฏว่าประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชทุกกลุ่มจะพบมากที่สุดในเดือนสิงหาคมคือพบFamily Plectidae, Family Dorylaimidae, Family Belondiridae และไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชที่จำแนกไม่ได้เท่ากับ 59.83 39.98 54.27 และ 70.63% ตามลำดับ เพราะเป็นเดือนที่ดินในแปลงมีสภาพความชื้นเหมาะสม

5.7 สัตว์ในดินชนิดอื่น ๆ

ส่วนใหญ่ของสัตว์อื่น ๆ ที่พบในดินนาข้าวซึ่งนอกเหนือไปจากไส้เดือนฝอยเป็นพวกอาร์โทรพอด ซึ่งได้แก่แมลงพวกด้วงปีกแข็ง (Coleoptera), พวกแมลงหางดีด (Collembola), พวกแมลงสองปีก (Diptera), พวกมด (Hymenoptera) และพวกเพลี้ย (Homoptera) นอกจากนั้นยังพบพวกแมงมุม (Araneae) และพวกไรในดิน (Acari) ซึ่งในการศึกษาทางด้านจำนวนและชนิดของสัตว์ในดินเหล่านี้ก่อนทำการพ่นยา (เดือนมกราคม) พบว่าพวกด้วงปีกแข็ง, แมลงหางดีด และพวกมดค่อนข้างจะมีมากกว่าพวกอื่น ๆ (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามประชากรของสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้ค่อนข้างน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรของไส้เดือนฝอยที่พบในตัวอย่างดินเดียวกัน ข้อน่าสังเกตก็คือว่าประชากรของสัตว์เหล่านี้จะพบมากในเดือนมกราคมซึ่งทำการทดสอบครั้งแรกในช่วงที่ยังไม่ระบาย

น้ำเข้าแปลงทดลอง และหลังจากที่ระบายน้ำเข้าแปลงทดลองแล้วจำนวนของมันก็มีแนวโน้มลดลงอย่างมากทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้งสองอัตรา และการเปลี่ยนแปลงของประชากรก็ไม่เป็นระเบียบและไม่แน่นอนในแต่ละเดือน

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าประชากรของอาร์โทรพอดทั้งหมดในเดือนเดียวกันระหว่างแปลงทดลอง และระหว่างเดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) ทั้งนี้เนื่องจากประชากรของสัตว์พวกนี้มีน้อยเกินไปและมีการกระจายไม่สม่ำเสมอ

จากตารางที่ 15 ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินการเปลี่ยนแปลงของประชากรอาร์โทรพอดทั้งหมดจะลดลงจากจำนวนเฉลี่ย 609 $\pm$ 735 ตัว/ม^2 ในเดือนกุมภาพันธ์เป็น 540 $\pm$ 352 และ 473 $\pm$ 468 ตัว/ม^2 ในเดือนมีนาคมและเมษายนตามลำดับ แล้วจำนวนก็เพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 743 $\pm$ 967 ตัว/ม^2 ในเดือนพฤษภาคมแล้วลดลงเหลือ 272 $\pm$ 471 ตัว/ม^2 ในเดือนมิถุนายนเพิ่มเป็น 476 $\pm$ 708 ตัว/ม^2 ในเดือนกรกฎาคม และลดลงเหลือ 67 $\pm$ 116 ตัว/ม^2 ในเดือนสิงหาคมตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ใช้ดีลดรินลักษณะการเปลี่ยนแปลงของประชากรของอาร์โทรพอดแตกต่างออกไป กล่าวคือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์พบจำนวนประมาณ 337 $\pm$ 426 ตัว/ม^2 พอถึงเดือนมีนาคมจำนวนลดลงเหลือ 62 $\pm$ 107 ตัว/ม^2 แล้วเพิ่มเป็น 610 $\pm$ 775 ตัว/ม^2 ในเดือนเมษายนซึ่งพบมากที่สุด หลังจากนั้นคือในเดือนพฤษภาคม, มิถุนายน, กรกฎาคมและสิงหาคมจำนวนจะค่อย ๆ ลดลงเป็น 270 $\pm$ 468, 201 $\pm$ 232, 134 $\pm$ 116 และ 67 $\pm$ 116 ตัว/ม^2 ตามลำดับ

ในแปลงที่ใช้ดีลดริน 2 ก็เช่นเดียวกัน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของประชากรในแต่ละเดือนไม่มีความเป็นระเบียบและแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงของประชากร ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 กล่าวคือจำนวนจะลดลงจาก 270 $\pm$ 468 ตัว/ม^2 ในเดือนกุมภาพันธ์เป็น 134 $\pm$ 232 ตัว/ม^2 ในเดือน

ตารางที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากร อาร์โทรพอด ในดิน ระหว่างเดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 1/

(จำนวน /$ม^2$)

หน่วยทดลอง / เดือน	แปลงไม่ใช้คีลดริน ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.04% ± S.D.	แปลงใช้คีลดริน อัตรา 0.08% ± S.D.	เฉลี่ย ± S.D.
กุมภาพันธ์	609 ± 735	337 ± 426	270 ± 468	405 ± 543
มีนาคม	540 ± 352	62 ± 107	134 ± 232	245 ± 230
เมษายน	473 ± 468	600 ± 775	67 ± 116	380 ± 453
พฤษภาคม	743 ± 967	270 ± 468	404 ± 584	472 ± 673
มิถุนายน	272 ± 471	201 ± 232	134 ± 232	202 ± 312
กรกฎาคม	476 ± 708	134 ± 116	471 ± 658	360 ± 494
สิงหาคม	67 ± 116	67 ± 116	203 ± 352	112 ± 195

1/ ประชากรของ อาร์โทรพอด ของแต่ละหน่วยทดลองเป็นค่าเฉลี่ยที่นับจากตัวอย่างดินจาก 3 replication โดยตัวอย่างดินเก็บแบบสุ่ม 5 จุดต่อ 1 replication นำมานับจำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำมาเฉลี่ย

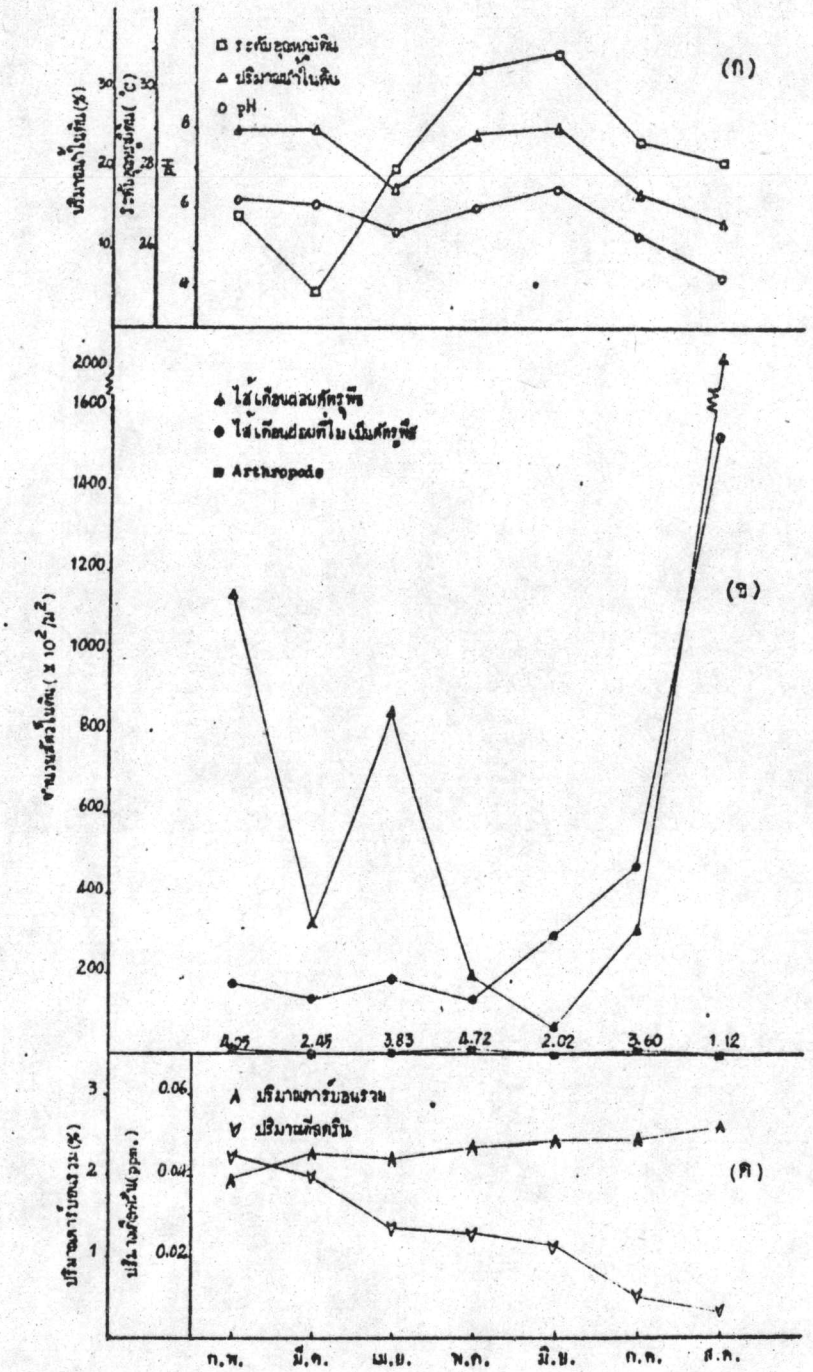
จากการทดสอบความแตกต่างของจำนวนประชากรระหว่างแปลงทดลองในเดือนเดียวกันและระหว่างเดือนโดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และ 0.05 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มีนาคม และ 67 ± 116 ตัว/ม^2 ในเดือนเมษายน แล้วเพิ่มเป็น 404 ± 584 ตัว/ม^2 ในเดือนพฤษภาคม พอถึงเดือนมิถุนายนจำนวนกลับลดลงเหลือ 134 ± 232 ตัว/ม^2 แล้วเพิ่มเป็น 471 ± 658 ตัว/ม^2 ในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นเดือนที่พบมากที่สุด หลังจากนั้นในเดือนสิงหาคมจำนวนลดลงเหลือ 203 ± 352 ตัว/ม^2

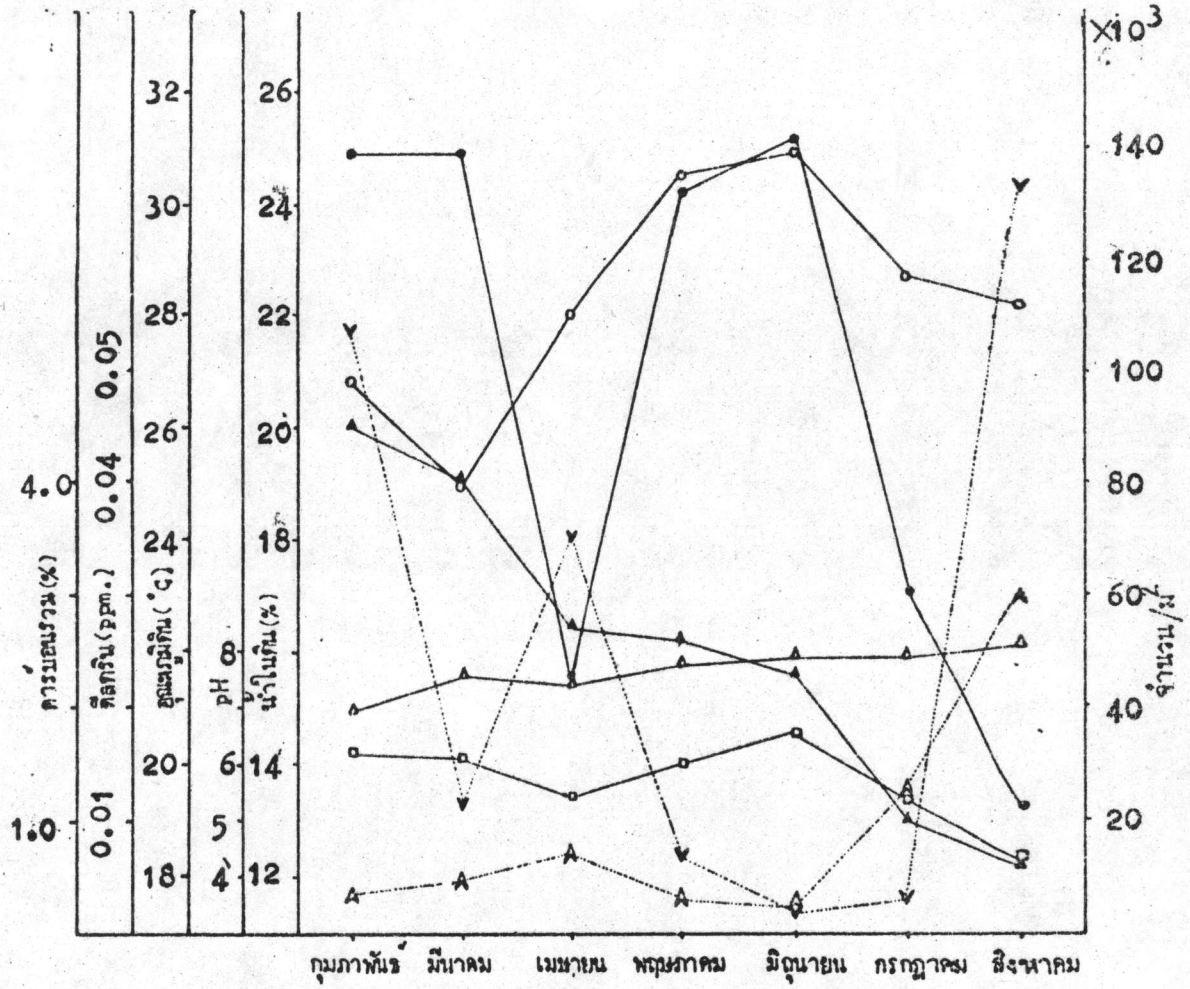
6. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการผันแปรของประชากรไส้เดือนฝอยและสัตว์ในดินอื่น ๆ

ปัจจัยในสภาพแวดล้อมที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณของดีลดรินในดิน, ระดับอุณหภูมิดิน, ระดับ pH ของดิน, ปริมาณคาร์บอนรวม และปริมาณน้ำในดิน โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเหล่านี้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520 ว่ามีความเกี่ยวกข้องหรือสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนฝอยและสัตว์อื่น ๆ ในดินนาข้าวอย่างไร ซึ่งความสัมพันธ์นี้ตรวจสอบจากค่าดัชนีสหสัมพันธ์เส้นตรง (r_{xy}) (ภาคผนวก ก.) ในกรณีที่ค่า r_{xy} มีค่าเป็นบวกใกล้ 1 หรือเมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แล้วมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเมื่อค่าของปัจจัยสภาวะแวดล้อมทางกายภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลง การเปลี่ยนแปลงของประชากรของสัตว์ในดินก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย ซึ่งเป็นลักษณะความสัมพันธ์ในเชิงบวก ส่วนในกรณีความสัมพันธ์เชิงลบหรือเมื่อค่า r_{xy} มีค่าเป็นลบใกล้ 1 ก็จะมีลักษณะในทางตรงกันข้ามคือเมื่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยในสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงประชากรของสัตว์กลับลดลง หรือถ้าการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในสภาพแวดล้อมลดลงการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์กลับเพิ่มขึ้นเป็นต้น และในกรณีที่ค่า r_{xy} ใกล้ศูนย์หรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ก็คือว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

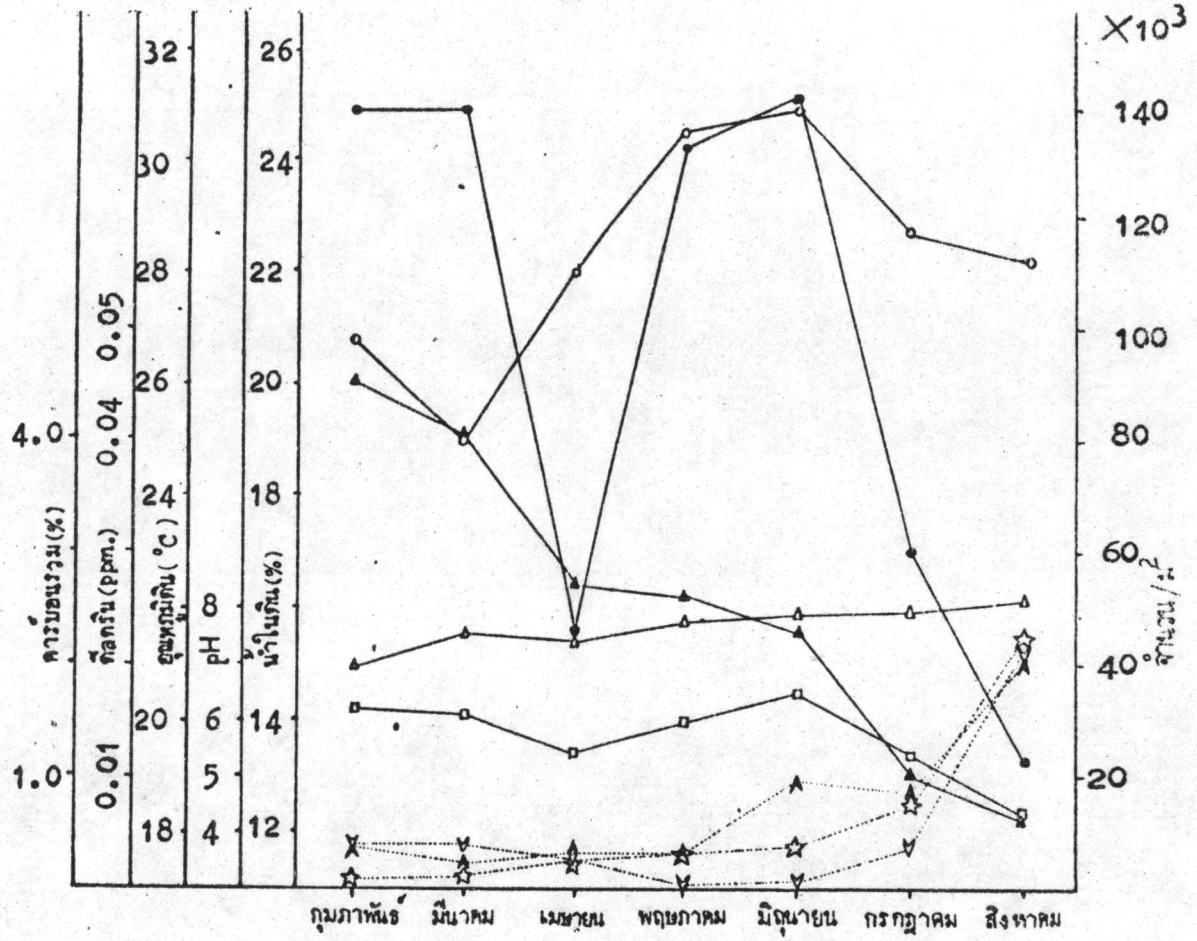
ข้อมูลที่นำมาหาความสัมพันธ์กันเป็นข้อมูลที่เก็บมาจากแปลงทดลอง และนำมาแจกแจงใหม่ โดยค่าของตัวแปรทั้งสองเป็นอิสระจากกัน



รูปที่ 12 แสดงความผันแปรของปริมาณคาร์บอนรวม (▲), ปริมาณดีดริน (▽), ระดับอุณหภูมิดิน (□), pH (○), ปริมาณน้ำในดิน (△) และความผันแปรทางด้านจำนวนต่อตารางเมตรของไส้เดือนฝอยกัดรูพืช (▲), ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นกัดรูพืช (●) และ อาร์โทรพอด (■) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520



รูปที่ 13 แสดงความผันแปรของปริมาณคาร์บอนรวม (△), ปริมาณไนโตรเจน (▲), ระดับอุณหภูมิดิน (○), pH (□), ปริมาณน้ำในดิน (●), และความผันแปรทางด้านจำนวนต่อตารางเมตรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชพวก Pratylenchinae (▼)และ Tylenchidae(△) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520



รูปที่ 14 แสดงความผันแปรของปริมาณคาร์บอนรวม (△), ปริมาณดีลดริน (▲), ระดับอุณหภูมิดิน (○), pH (□), ปริมาณน้ำในดิน (●) และความผันแปรทางด้านจำนวนต่อตารางเมตรของไส้เดือนฝอยพวก Plectidae (▽), Dorylaimidae (▲) และ Belondiridae (☆) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดรินกับประชากรไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว

ตารางที่ 16 เป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดรินที่พบในดิน (X) กับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1), ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2), และไส้เดือนฝอยทั้งหมด ($Y_3 = Y_1 + Y_2$) โดยนำค่าปริมาณดีลดรินในดินที่วิเคราะห์ได้ในเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม ทั้งหมด 12 ค่า และจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช, ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชและไส้เดือนฝอยทั้งหมดที่สกัดได้จากตัวอย่างดินเดียวกันในระหว่างเดือนดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์กันซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก. ปรากฏว่าดัชนีสหสัมพันธ์ของปริมาณดีลดรินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (r_{xy_1}) มีค่าเท่ากับ -0.4045^{NS} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนดัชนีสหสัมพันธ์ของปริมาณดีลดรินกับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (r_{xy_2}) มีค่าเท่ากับ -0.5502^{**} มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และดัชนีสหสัมพันธ์ของปริมาณดีลดรินกับจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (r_{xy_3}) มีค่าเท่ากับ -0.4345^{*} มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แสดงว่าปริมาณดีลดรินที่เพิ่มขึ้นในดินมีผลอย่างมากต่อการลดลงของประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช อย่างไรก็ตามผลของดีลดรินในดินที่มีต่อประชากรของไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืชก็มีส่วนทำให้จำนวนของประชากรไส้เดือนฝอยทั้งหมดเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จะสังเกตเห็นว่าปริมาณของดีลดรินในเดือนมีนาคม (ตารางที่ 7) ในแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินเนื่องจากดีลดรินที่พ่นในแปลงทดลองบางส่วนถูกชะลงไปในดิน แม้ว่าปริมาณของดีลดรินในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 จะมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณของดีลดรินในเดือนกุมภาพันธ์ก็ตาม เพราะว่าดีลดรินส่วนหนึ่งได้สูญหายไปด้วยการสลายตัว การระเหย และ ฯลฯ ดังกล่าวแล้วและเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินก็จะเห็นว่าอัตราการสลายตัวน้อยกว่าในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดริน แสดงว่ามีดีลดรินส่วนหนึ่งเพิ่มเติมเข้ามา

ตารางที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดริน (ppm.) กับจำนวนไส้เดือนฝอย และ อาร์โทรพอด ทั้งหมด ในดินนาข้าว

(จำนวน /ม^2)

ปริมาณดีลดริน (X)	จำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1)	จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2)	จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (Y_3)	จำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมด (Y_4)
0.0043	275634	242810	518444	67
0.0053	151021	112882	263903	67
0.0070	7268	28804	36072	134
0.0080	181810	103770	285580	203
0.0093	79235	76745	155980	476
0.0130	8284	33843	42127	471
0.0133	19018	10567	29585	270
0.0140	67182	19351	86533	610
0.0143	23211	17372	40583	743
0.0210	4250	12827	17077	201
0.0283	107765	19798	127563	67
0.0300	37967	3762	41729	62
0.0310	136317	21313	157630	404
0.0310	17449	13050	30499	270
0.0340	78790	5961	84751	609
0.0340	8229	38005	46234	272
0.0340	9606	37703	47309	134
0.0397	81860	17660	99520	473
0.0407	36047	20778	56825	540
0.0430	127127	24929	152056	337
0.0483	22678	17194	39872	134

$r_{xy_1} = -0.3045^{NS}$, $t_{0.05} = 1.3936$

$r_{xy_2} = -0.5502^{**}$, $t_{0.01} = 2.8716$

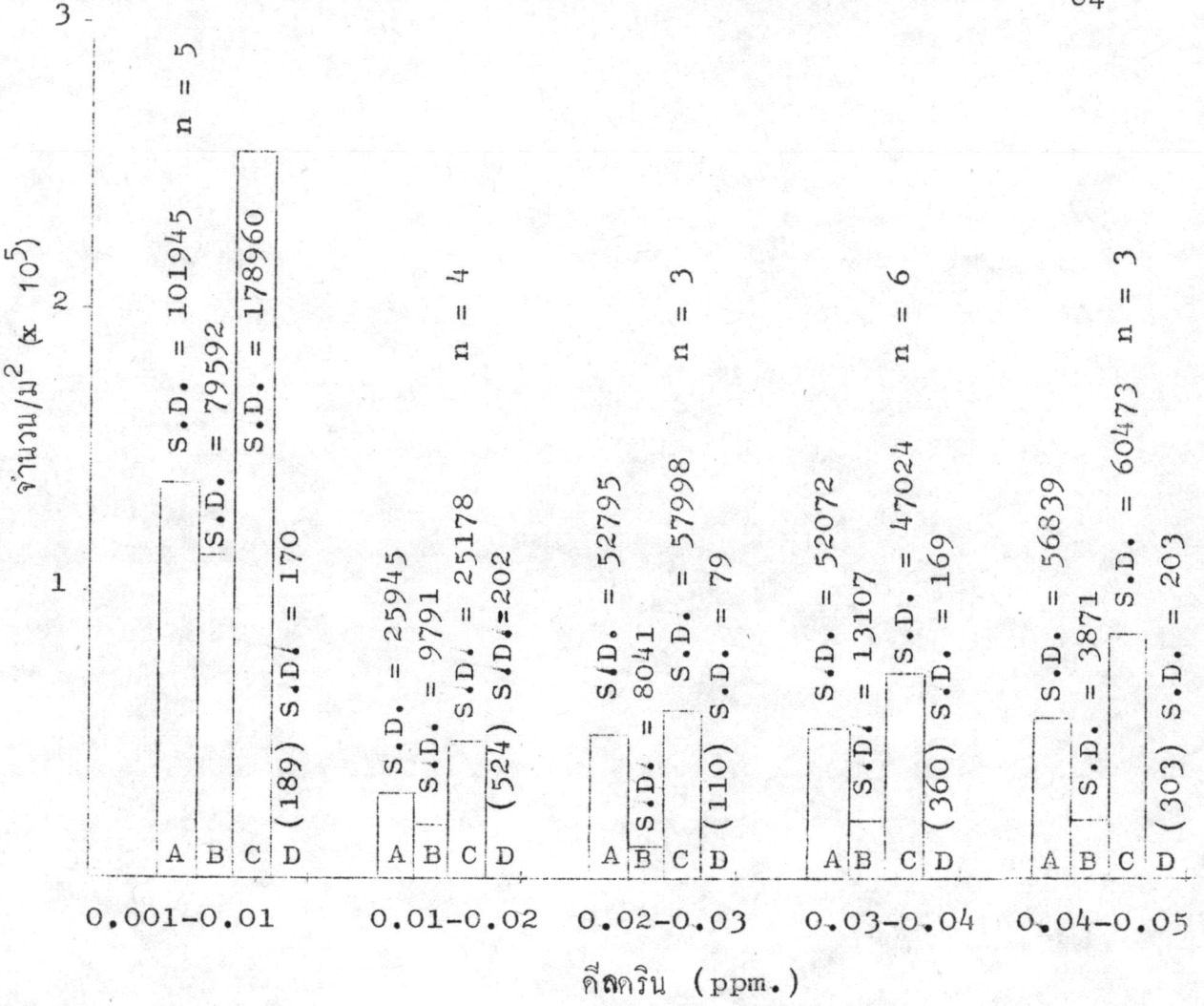
$r_{xy_3} = -0.4345^{*}$, $t_{0.05} = 2.1031$

$r_{xy_4} = 0.0813^{NS}$, $t_{0.05} = 0.3555$

เมื่อพิจารณาปริมาณของดีลดรินที่พบในดินเปรียบเทียบกับจำนวนของประชากรไส้เดือนฝอยในเดือนมีนาคม (ตารางที่ 7 กับ 14) จะเห็นว่าจำนวนของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรามีแนวโน้มลดลงในขณะที่ในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชเพิ่มขึ้นจาก 5961 $\pm$ 2767 ในเดือนกุมภาพันธ์เป็น 20778 $\pm$ 16750 ตัว/ม^2 ในเดือนมีนาคม ส่วนในแปลงที่ใช้ดีลดริน 1 จำนวนลดลงจาก 24927 $\pm$ 16817 ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 3762 $\pm$ 2503 ตัว/ม^2 ในเดือนมีนาคม และในแปลงทดลองใช้ดีลดริน 2 จำนวนลดลงจาก 21313 $\pm$ 4304 ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 17194 $\pm$ 11165 ตัว/ม^2 ในเดือนมีนาคม

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดรินกับจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในเดือนอื่น ๆ ไม่ค่อยชัดเจนนัก แต่มีแนวโน้มโดยทั่วไปว่าเมื่อปริมาณของดีลดรินลดลงจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (รูปที่ 15) โดยพบว่าช่วงที่ประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีจำนวนสูงสุด (113002 $\pm$ 79592 ตัว/ม^2) อยู่ระหว่างช่วงความเข้มข้นของดีลดรินต่ำสุด คือ 0.001 – 0.01 ppm. อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลายประการที่มีบทบาทร่วมในการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนฝอย ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณน้ำในดิน แต่อย่างน้อยที่สุดก็กล่าวได้ว่าปริมาณดีลดรินในดินก็เป็นปัจจัยตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

จากการทดลองหาค่า LC_{50} ของดีลดรินต่อไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชที่ 24 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 17 และตารางที่ 18 ตามตารางที่ 17 ซึ่งแสดงค่าเปอร์เซนต์การตายของ Tylenchorhynchus spp. ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืชชนิดหนึ่งซึ่งพบมากในดินนาข้าว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของดีลดริน เมื่อทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง และจากการคำนวณหา



A = ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

B = ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

C = ไส้เดือนฝอยทั้งหมด

D = อาร์โทรพอด

รูปที่ 15 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์ที่พบในดิน กับปริมาณดีลดรินในดินนาข้าว (รายละเอียดของข้อมูลดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 1)

ตารางที่ 17 แสดงผลการทดลองหาค่าเปอร์เซนต์การตายของ Tylenchorhynchus spp. ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ของดีลดรินเป็น ppm. ใน 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของดีลดริน (ppm.) (X)	เปอร์เซนต์การตาย (%) (Y)	XY	X^2	Y^2
51.4	100	5140.0	2641.96	10000
25.6	46	1177.6	655.36	2116
12.8	30	384.0	163.84	900
6.4	26	116.4	40.96	676
3.2	28	89.6	10.24	784
ΣX 99.4	ΣY 230	ΣXY 6957.6	ΣX^2 3512.36	ΣY^2 14476
$\bar{X}$ 19.88	$\bar{Y}$ 46			

จากการคำนวณตามวิธีการในภาคผนวก ค่า LC_{50} ของดีลดรินต่อ Tylenchorhynchus spp. ใน 24 ชั่วโมง มีค่าประมาณ 22.46 ppm.

$$r_{xy} = 0.9749^{**}$$

$$t_{0.01} = 7.5868$$

ตารางที่ 18 แสดงผลการทดลองหาค่าเปอร์เซนต์การตายของ Eudorylaimus spp. ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ของดีลดรินเป็น ppm. ใน 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของดีลดริน(ppm.) (X)	เปอร์เซนต์การตาย (%) (Y)	XY	X^2	Y^2
50	100	5000	2500	10000
40	100	4000	1600	10000
30	80	2400	900	6400
20	48	960	400	2304
10	24	240	100	576
ΣX 150	ΣY 352	ΣXY 12600	ΣX^2 5500	ΣY^2 29280
$\bar{X}$ 30	$\bar{Y}$ 70.4			

จากการคำนวณตามวิธีการในภาคผนวก ค่า LC_{50} ของดีลดรินต่อ Eudorylaimus spp. ใน 24 ชั่วโมง มีค่าประมาณ 20.0 ppm.

$$r_{xy} = 0.9618^{**}$$

$$t_{0.01} = 6.0835$$

ค่า LC_{50} ตามวิธีการในภาคผนวก ก. มีค่าประมาณ 22.46 ppm. ดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy}) เท่ากับ 0.9749** และเมื่อทำการทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 พบว่าความสัมพันธ์มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนในตารางที่ 18 แสดงค่าเปอร์เซนต์การตายของ Eudorylaimus spp. ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชชนิดหนึ่งที่พบมากในดินนาข้าว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของดีลดริน เมื่อทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง และจากการคำนวณค่า LC_{50} ตามวิธีการในภาคผนวก ก. มีค่าประมาณ 20.0 ppm. ดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy}) เท่ากับ 0.9618** และเมื่อทำการทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 พบว่าความสัมพันธ์มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

จะเห็นว่าค่า LC_{50} ของดีลดรินต่อไส้เดือนฝอยที่ 24 ชั่วโมงมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณดีลดรินที่พบสูงสุดในดินซึ่งมีค่าไม่เกิน 0.1 ppm. แต่อย่างไรก็ตามสภาพในห้องทดลองกับในไร่นามีความแตกต่างกันอยู่มากและสภาพของเวลาซึ่งภายในห้องทดลองไส้เดือนฝอยมีโอกาสสัมผัสกับยาเพียง 24 ชั่วโมงเท่านั้น ส่วนในสภาพแปลงทดลองมีโอกาสสัมผัสกับยาตลอดเวลา นอกจากนั้นภายในแปลงทดลองยังมีปัจจัยอื่น ๆ ในสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องในลักษณะที่มีความซับซ้อนมากกว่า ดังนั้นค่า LC_{50} ของดีลดรินต่อไส้เดือนฝอยที่ 24 ชั่วโมงจึงไม่อาจใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความทนทานของไส้เดือนฝอยในสภาพแปลงทดลองได้ แต่ด้านหนึ่งก็บอกให้เราทราบว่าดีลดรินมีความเป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมากกว่าไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เนื่องจากค่า LC_{50} ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดรินกับจำนวนของอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว

ตารางที่ 16 เป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดีลดรินในดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่วิเคราะห์จากตัวอย่างซึ่ง

เก็บจากแปลงทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์–สิงหาคม 2520 ซึ่งจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดที่พบค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับไส้เดือนฝอย จากการคำนวณได้ค่าดัชนีสหสัมพันธ์(r_{xy_4}) เท่ากับ 0.0813^{NS} เมื่อทดสอบโดยใช้ t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าปริมาณของดีลดรินที่พบในดินไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของอาร์โทรพอดทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับการที่จำนวนของอาร์โทรพอดทั้งหมดที่พบในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา ระหว่างเดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เนื่องจากจำนวนอาร์โทรพอดที่พบมีปริมาณน้อยมาก และการเปลี่ยนแปลงของประชากรไม่มีความแน่นอน ทั้งในแง่ชนิดและจำนวน ถึงแม้ว่าผลจากการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าดีลดรินไม่มีผลต่ออาร์โทรพอดก็ตาม แต่ถ้าคิดในแง่ที่ว่าดีลดรินเป็นยากำจัดแมลงก็น่าจะมีผลในการฆ่าแมลงหรืออย่างน้อยที่สุดก็ขับไล่แมลงให้เคลื่อนย้ายหนีไปจากบริเวณที่ทำการพ่นยา เพราะแม้แต่ไส้เดือนฝอยที่ไม่ต้องการจะกำจัดโดยตรงก็ยังได้รับผลกระทบกระเทือนจากดีลดรินระดับหนึ่งเหมือนกัน อาจเป็นไปได้ว่าไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่ได้น้อยดังนั้นโอกาสที่จะได้รับพิษจากดีลดรินจึงเป็นไปได้มากกว่าพวกแมลง ซึ่งมีความสามารถในการเคลื่อนที่สูง นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงในแง่ชนิดในแต่ละเดือนของพวกอาร์โทรพอดก็ทำให้สันนิษฐานได้ว่าอาจมีการเคลื่อนย้ายเข้าหรือออก คือมีการอพยพเคลื่อนย้ายออกไปสู่บริเวณอื่นที่ไม่ได้รับพิษจากดีลดริน หรืออาจถูกทำลายในบริเวณที่ทำการพ่นยาก็ได้อย่างไรก็ตามก็พบจำนวนของอาร์โทรพอดสูงสุด (524 $\pm$ 202 ตัว/ม^2) ในช่วงความเข้มข้นของดีลดรินระดับต่ำคือ 0.01 – 0.02 ppm. (รูปที่ 15)

จากการศึกษาของ Harrington and Bidlingmayer (1958)

NS หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ที่บริเวณหนองบึงของรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกาซึ่งพ่นด้วยดีลดรินในอัตรา 1 ปอนด์/เอเคอร์ พบว่าดีลดรินทำลายประชากรปูและสัตว์พวกกุ้ง (crustaceans) หมดไปโดยสิ้นเชิง

Luckmann (1960) พบว่าเมื่อพ่นดีลดรินในอัตรา 2 หรือ 3 ปอนด์/เอเคอร์ ในบริเวณที่ทำการเกษตร 18,000 เอเคอร์ในรัฐอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกาเป็นเวลา 5 ปี เพื่อกำจัดด้วงปีกแข็ง (Japanese beetles) ทำให้ประชากรของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (European corn borer) ในบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นถึง 160% การเพิ่มขึ้นอย่างมากของประชากรหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดชนิดนี้สันนิษฐานว่าเป็นผลเนื่องมาจากการที่ศัตรูธรรมชาติของมันถูกดีลดรินทำลายลง

Luckmann and Decker (1960) พ่นแปลงทดลองในอิลลินอยส์เช่นกันด้วยดีลดรินอัตรา 2 และ 3 ปอนด์/เอเคอร์ พบว่าแมลงพวกต่อแตนชนิดหนึ่ง (dryinids) ซึ่งเป็นพาราสิตของเพลี้ยจักจั่น (cicadellids) และจักจั่นงวง (fulgorids) ได้สูญหายไปจากบริเวณที่ทำการพ่นยาจนหมด พวกด้วงดิน (carabids) ซึ่งเป็นตัวห้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่กำลังเป็นตัวอ่อนจะหายไปภายในช่วงเวลา 2 ปี และในช่วงปีที่สามจะพบตัวอ่อนของแมลงชนิดนี้จำนวนเล็กน้อย อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางด้านจำนวนของแมลงชนิดอื่น ๆ และไส้เดือน

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอุณหภูมิดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว

ตารางที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับอุณหภูมิของดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1), จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2), และจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด ($Y_3 = Y_1 + Y_2$) โดยช่วงของระดับอุณหภูมิอยู่ระหว่างประมาณ 24 – 31 °ซ. ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ทำการวัดในแปลงทดลองที่ระดับความลึกประมาณ 10 ซ.ม. ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2520

ตารางที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับอุณหภูมิดิน (°ซ.) กับจำนวนไส้เดือนฝอย และ อาร์โทรพอด ทั้งหมด ในดินนาข้าว

(จำนวน /ม^2)

ระดับอุณหภูมิดิน (X)	จำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1)	จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2)	จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (Y_3)	จำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมด (Y_4)
24.87	37967	3762	41729	62
24.93	22678	17194	39872	134
25.00	36047	20778	56825	540
26.73	127127	24929	152056	337
26.73	136317	21313	157630	270
26.93	78790	5961	84751	609
27.87	67182	19351	86533	610
27.97	81860	17660	99520	473
28.00	107765	19798	127563	67
28.05	8284	33843	42127	471
28.10	151021	112882	263903	67
28.17	181810	103770	285580	203
28.33	275634	242810	518444	67
28.67	79235	76845	155980	134
28.67	7268	28804	36072	476
30.50	23211	17372	40583	743
30.50	17449	13050	30499	404
30.57	19018	10567	29585	270
30.87	8229	38005	46234	272
30.90	4252	12827	17077	201
30.93	9606	37703	47309	134

$r_{xy_1} = -0.2463^{NS}$ $t_{0.05} = 1.1080$

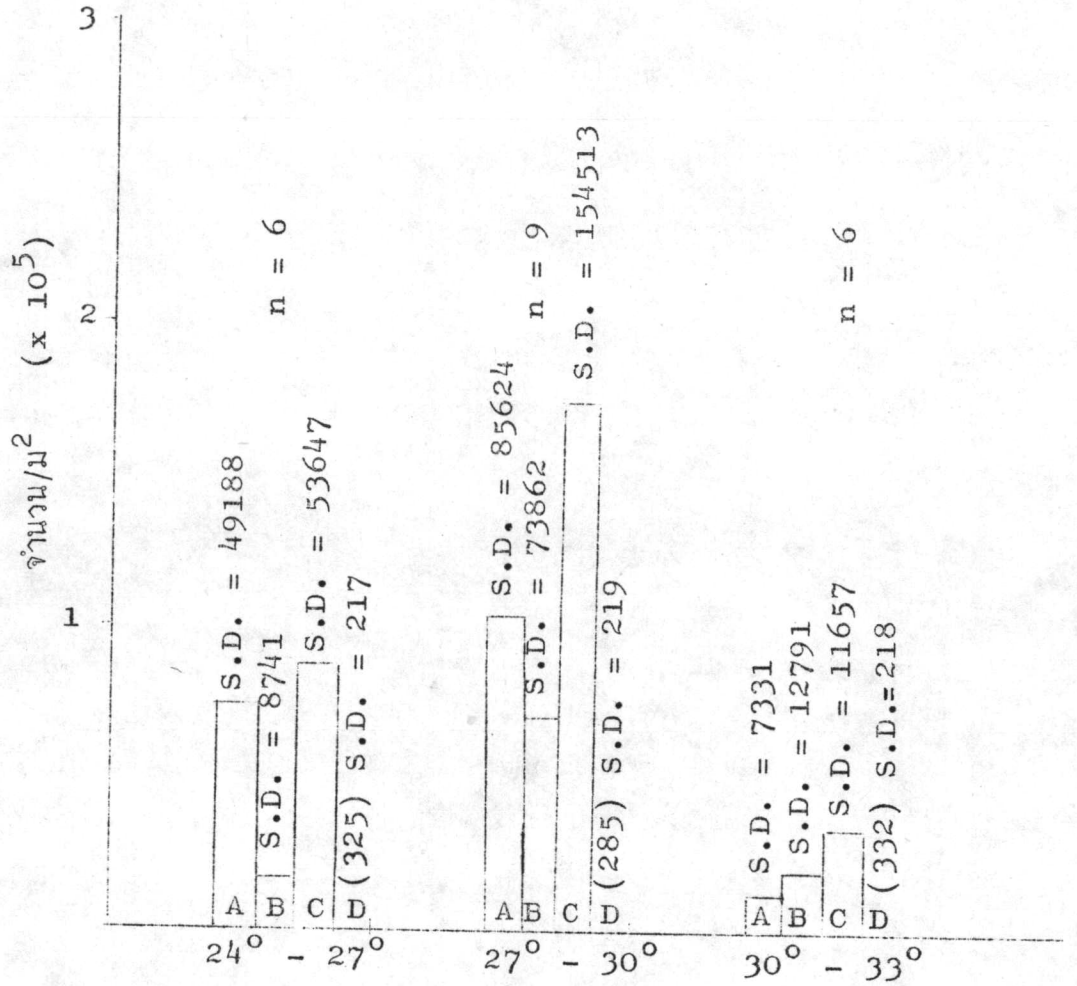
$r_{xy_2} = 0.0595^{NS}$ $t_{0.05} = 0.2598$

$r_{xy_3} = -0.1207^{NS}$ $t_{0.05} = 0.5299$

$r_{xy_4} = 0.0519^{NS}$ $t_{0.05} = 0.2264$

ผลจากการคำนวณค่าดัชนีสหสัมพันธ์ของข้อมูลในตารางที่ 19 ปรากฏว่าดัชนีสหสัมพันธ์ของระดับอุณหภูมิดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (r_{xy_1}) ของระดับอุณหภูมิดินกับไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (r_{xy_2}) และของระดับอุณหภูมิดินกับไส้เดือนฝอยทั้งหมด (r_{xy_3}) มีค่าเท่ากับ -0.2463^{NS}, 0.0595^{NS} และ -0.1207^{NS} ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนไส้เดือนฝอยไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิดิน

แต่มีข้อน่าสังเกตคือในเดือนเมษายนประชากรของไส้เดือนฝอยทั้งพวกที่เป็นศัตรูพืชและไม่เป็นศัตรูพืชมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา (รูปที่ 12) ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับอุณหภูมิดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก กล่าวคือระดับอุณหภูมิดินเพิ่มจากอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งหมด 24.93 $\pm$ 0.1279 °ซ. ในเดือนมีนาคม เป็น 27.95 $\pm$ 0.2902 °ซ. ในเดือนเมษายน ซึ่งระดับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 3 °ซ. การเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิในช่วงนี้อย่างมาก สันนิษฐานว่าจะไปมีผลต่อกิจกรรมของไส้เดือนฝอยหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน (Bishop 1955) ประกอบกับในช่วงเดือนเมษายนดินไม่อยู่ในสภาพชังน้ำ สภาพแวดล้อมจึงค่อนข้างเหมาะสมในการเพิ่มจำนวนของประชากรไส้เดือนฝอย จึงทำให้พบจำนวนไส้เดือนฝอยสูงขึ้นอย่างเด่นชัดในเดือนเมษายนโดยเพิ่มจากจำนวนเฉลี่ย 46142 ในเดือนมีนาคม เป็น 104532 ตัว/$ม^2$ ในเดือนเมษายน (ตารางที่ 5) ส่วนในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิมีน้อยมากทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดริน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิก็ไม่มีความแตกต่างกันและแปลงทดลองทั้งหมดอยู่ในสภาพชังน้ำ ดังนั้นจึงพบประชากรไส้เดือนฝอยค่อนข้างต่ำ แต่พอถึงเดือนกรกฎาคมระดับอุณหภูมิลดลงอย่างมากอีก โดยลดจากอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งหมด 30.9 $\pm$ 0.0911 °ซ. ในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับที่ประชากรไส้เดือนฝอยทั้งที่เป็นศัตรูพืชและ



A = ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

B = ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

C = ไส้เดือนฝอยทั้งหมด

D = อาร์โทรพอด

รูปที่ 16 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์ที่พบในดินกับระดับอุณหภูมิในดินนาข้าว (รายละเอียดดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 2)

ที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยประชากรไส้เดือนฝอยทั้งหมดโดยเฉลี่ยทั้งในแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา จำนวน 36873 ตัว/ม^2 ในเดือนมิถุนายน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 78060 ตัว/ม^2 ในเดือนกรกฎาคม (ตารางที่ 5) และประชากรไส้เดือนฝอยเพิ่มขึ้นอย่างมากในเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำในดินเหมาะสม

อย่างไรก็ตามช่วงที่ประชากรไส้เดือนฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ระหว่างระดับอุณหภูมิ 27° – 30° ซ. โดยพบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 179525 ± 154513 ตัว/ม^2 (รูปที่ 16)

เกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิต่อไส้เดือนฝอยในด้านต่าง ๆ Lownsbery (1950) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกจากซีสต์ (cyst) ของตัวอ่อนของ Heterodera rostochiensis พบว่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกจากซีสต์ประมาณ 21° – 25° ซ. และระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตประมาณ 18° – 24° ซ. (Ferris 1957)

Wallace (1959) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกจากซีสต์ของตัวอ่อนของ Heterodera schachtii อยู่ในช่วงประมาณ 25° ซ. และ Krusberg (1959) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของ Tylenchorhynchus claytoni ซึ่งเป็นพาราสิตของข้าวสาลีประมาณ 21° – 35° ซ. และจากการศึกษาของ Blake (1962) แสดงให้เห็นว่าการขยายพันธุ์ของ Ditylenchus dipsaci ในข้าวโอ๊ตที่อุณหภูมิ 8° ซ. เป็นไปได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 15° ซ. และ Blake ยังพบว่าในอาหารเลี้ยงไส้เดือนฝอยที่ทำจากเนื้อเยื่อปลายรากอ่อนของแครอต (carrot callus tissue cultures) ที่ระดับอุณหภูมิ 8° ซ. เนื้อเยื่อปลายรากอ่อนจะเติบโตช้ากว่าที่ระดับอุณหภูมิ 15° ซ. ซึ่งเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยชนิดนี้ ส่วนที่ระดับอุณหภูมิ 15° ซ.

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อปลายรากจะเป็นยับยั้งการขยายพันธุ์ ดังนั้นการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยจึงมีความสัมพันธ์ไม่เพียงแต่ต่อระดับอุณหภูมิเท่านั้น หากยังเกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชที่มันเป็นพาราสิตอยู่ด้วย และจากการศึกษาของ Slack and Hamblen (1961) เกี่ยวกับผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการฟักออกเป็นตัวอ่อนของ Heterodera glycines เมื่อให้ซีสต์ของไส้เดือนฝอยชนิดนี้อยู่ในสภาพที่มีระดับอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงพบว่าอัตราการฟักเป็นตัวไม่เพิ่มขึ้น Lewis and Mai (1957) แสดงให้เห็นว่าในดินชื้น เปอร์เซนต์รอดของไข่และตัวอ่อนของ Heterodera rostochiensis ในสภาพที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจะลดลงมากกว่าในสภาพที่อุณหภูมิคงที่ แต่ในสภาพที่ดินแห้งการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิจะไม่มีผลแต่อย่างใด

6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอุณหภูมิในดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดิน

ตารางที่ 19 แสดงจำนวนอาร์โทรพอดที่พบในดินที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ในดิน ซึ่งจากการคำนวณค่าดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy_4}) มีค่าเท่ากับ 0.0519^{NS} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงว่าระดับอุณหภูมิในดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนของอาร์โทรพอดในดิน แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดลองอาจไม่แน่ชัด เนื่องจากสภาพแปลงทดลองมีความซับซ้อนสูง และจำนวนอาร์โทรพอดที่สกัดได้ก็มีจำนวนน้อยมากเกินไป และการเปลี่ยนแปลงด้านชนิดไม่แน่นอนเกือบทุกเดือน อย่างไรก็ตาม จากรูปที่ 16 ช่วงระดับอุณหภูมิที่พบอาร์โทรพอดสูงที่สุด คือ 332 ± 218 ตัว/ม^2 อยู่ระหว่าง $30^\circ - 33^\circ$ ซ.

6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1), จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2),

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดิน (%) กับจำนวนไส้เดือนฝอย และ อาร์โทรพอด ทั้งหมด ในดินนาข้าว

(จำนวน /ม^2)

ปริมาณน้ำในดิน (X)	จำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1)	จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2)	จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (Y_3)	จำนวนอาร์โทรพอด ในดิน (Y_4)
12.80	151021	112882	263903	67
13.33	181810	103770	285580	203
13.43	275634	242810	518444	67
14.87	81860	17660	99520	473
15.37	67182	19351	86533	610
15.97	107765	19798	127563	67
16.73	7268	28804	36072	134
16.93	79235	76745	155980	476
17.30	8284	33843	42127	471
23.80	17449	13050	30499	404
24.20	23211	17372	40583	743
24.57	19018	10567	29585	270
24.63	78790	5961	84751	609
24.67	37967	3762	41729	62
24.70	22678	17194	39872	134
24.80	127127	24929	152056	337
24.87	8229	38005	46234	272
24.93	4250	12827	17077	201
25.20	136317	21313	157630	270
25.33	36047	20778	56825	540
25.40	9606	37703	47309	134

$r_{xy_1} = -0.5643^{**}$, $t_{0.01} = 2.9794$

$r_{xy_2} = -0.5993^{**}$, $t_{0.01} = 3.2642$

$r_{xy_3} = -0.6124^{**}$, $t_{0.01} = 3.3760$

$r_{xy_4} = 0.1585^{NS}$, $t_{0.05} = 0.6998$

และจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด ($Y_3 = Y_1 + Y_2$) ผลจากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ปรากฏว่าดัชนีสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (r_{xy_1}), ปริมาณน้ำในดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (r_{xy_2}) และปริมาณน้ำในดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (r_{xy_3}) มีค่าเท่ากับ −0.5643** −0.5993** และ −0.6124** ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบโดยใช้ t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.01 มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าปริมาณน้ำในดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรไส้เดือนฝอยในดินนาข้าวอย่างชัดเจน โดยการเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยจะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินนาข้าว

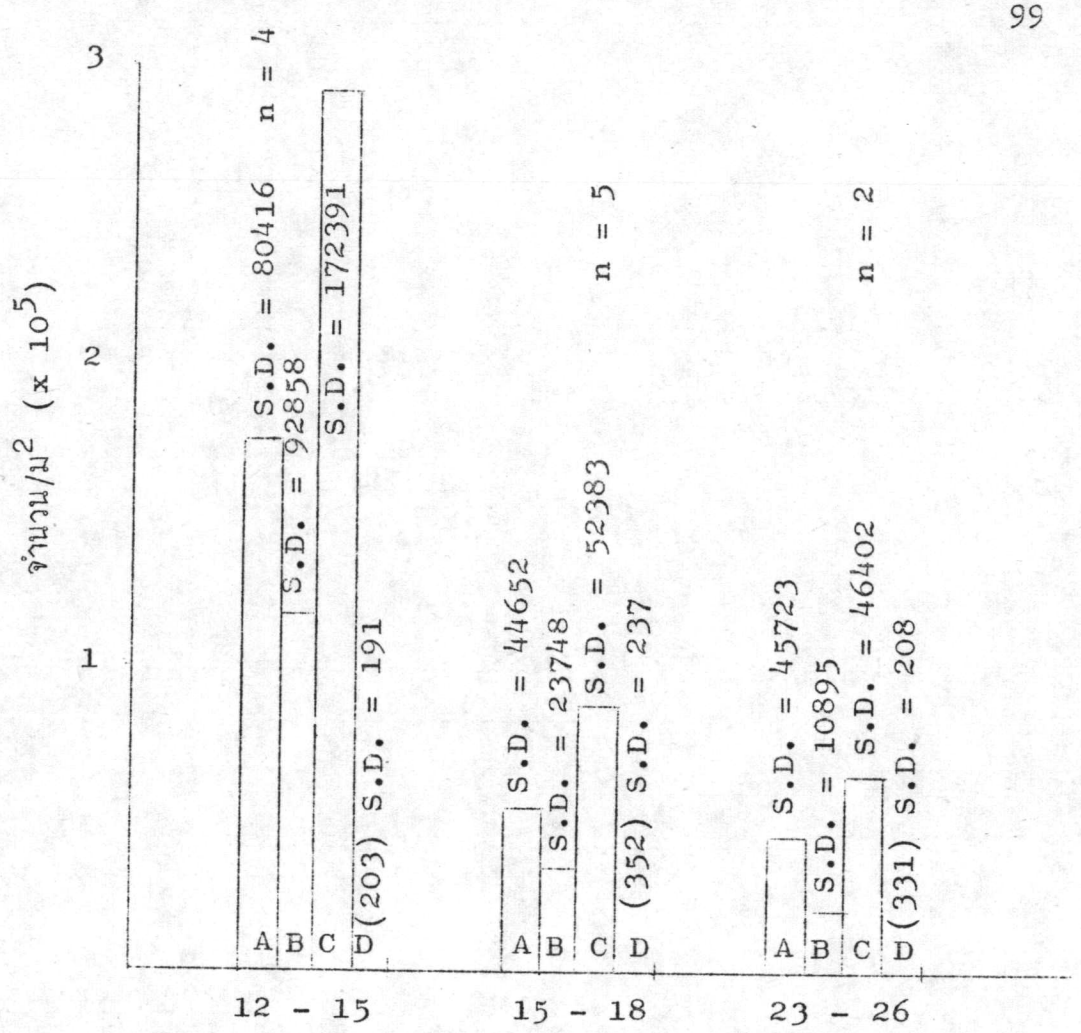
เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่แสดงในรูปที่ 12, 13, 14 จะพบว่ามีความสอดคล้องกันถ้าพิจารณาในช่วงที่ประชากรของไส้เดือนฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจะเห็นว่าตรงกับช่วงที่ปริมาณน้ำในดินค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงอื่นซึ่งปริมาณน้ำในดินค่อนข้างสูงเนื่องจากแปลงอยู่ในสภาพขังน้ำและในสภาพเช่นนี้พบว่าประชากรของไส้เดือนฝอยค่อนข้างต่ำ

จะเห็นว่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ประชากรของไส้เดือนฝอยค่อนข้างสูงทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในเดือนมกราคมซึ่งทำการทดสอบหาจำนวนครั้งแรกก่อนการทดลอง (ตารางที่ 3) ทั้ง ๆ ที่แปลงอยู่ในสภาพขังน้ำเช่นเดียวกัน การที่ประชากรของไส้เดือนฝอยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เพิ่มจำนวนสูงขึ้นผิดปกติเช่นนี้สันนิษฐานว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากเป็นช่วงที่มีการไถพรวนและปักดำข้าวใหม่ ๆ ซึ่งรากของข้าวอาจมีบทบาทไปกระตุ้นการฟักออกจากไข่ของไส้เดือนฝอยที่เป็นพาราสิตของข้าวก็ได้ เพราะจากการศึกษาของ Shepherd and Wallace (1959) เกี่ยวกับอัตราการฟักออกจากไข่และอัตราการเข้าทำลายพืชของ Heterodera บางชนิด พบว่าการฟักออกจากไข่ได้รับการกระตุ้นจากสารที่ขับออกจาก

รากพืชที่มันเป็นพาราสิต และยังพบว่าการผลิตปัจจัยที่ช่วยในการฟักออกจากไข่จะสูงสุดเมื่อช่องว่างระหว่างอนุภาคดินขยายตัวและยิ่งไปกว่านั้นการแพร่กระจายของสารดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้นด้วย คงเป็นเพราะเหตุนี้ที่พบว่าประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Hirschmanniella spp. ซึ่งเป็นพาราสิตของข้าว (รูปที่ 12 กับ 13) มีจำนวนสูงขึ้นมากในเดือนกุมภาพันธ์เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในเดือนเดียวกัน ทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา จึงพบว่าจำนวนโดยเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเพิ่มขึ้นเป็น 114078 ตัว/$ม^2$ ในขณะที่จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีเพียง 17401 ตัว/$ม^2$ เท่านั้น (ตารางที่ 5) ครั้งพอถึงเดือนมีนาคมปรากฏว่าจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของประชากรไส้เดือนฝอยศัตรูพืช สันนิษฐานว่าคงเนื่องจากสภาพของดินไม่เหมาะสมเนื่องจากมีน้ำในดินมากเกินไป เมื่อตัวอ่อนออกมาจากไข่แล้วส่วนหนึ่งที่ทนต่อสภาพแวดล้อมนี้ไม่ได้ก็อาจตายไป หรืออาจมีบางส่วนของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่เจาะเข้าไปอาศัยอยู่ในรากข้าวหรือรากของพืชอื่น ๆ ในบริเวณนั้นที่มันพออาศัยอยู่ได้ จึงทำให้จำนวนที่พบในดินมีแนวโน้มลดลง ส่วนประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในช่วงเดือนนี้ทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา ไม่แสดงความสัมพันธ์ที่เด่นชัดกับปริมาณน้ำในดิน แต่แสดงความสัมพันธ์กับปริมาณดีลดรินในดินตามที่ได้วิจารณ์เอาไว้ในข้อ 6.1 และในเดือนต่อมาคือเดือนเมษายนปรากฏว่าจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยเพิ่มสูงขึ้นอีกอย่างมากทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับที่ปริมาณน้ำในดินลดลงเพราะดินเริ่มแห้งบางส่วน กับเป็นเดือนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิดินค่อนข้างมาก (ข้อ 6.3) ซึ่งปริมาณน้ำในดินช่วงนี้ค่อนข้างจะเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนฝอยมากกว่าปริมาณน้ำในดินในช่วงเดือนที่มีน้ำขังอยู่ในแปลง ตามตารางที่ 11 จะเห็นว่า

ปริมาณน้ำในดินโดยเฉลี่ยทั้งหมดในเดือนเมษายนประมาณ 15.40 ± 1.016% และประชากรไส้เดือนฝอยทั้งหมดโดยเฉลี่ยทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรามีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 104532 ตัว/ม^2 แต่พอถึงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงที่มีน้ำขังในแปลงอีก (ปริมาณน้ำในดินโดยเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 24.63 ± 0.7088%) พบว่าจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง คือพบโดยเฉลี่ยทั้งหมด 33556 ตัว/ม^2 ในเดือนพฤษภาคม และ 36907 ตัว/ม^2 ในเดือนมิถุนายน (ตารางที่ 5) เนื่องจากดินอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (Johnston 1958) และในสภาพเช่นนี้ช่องอากาศภายในดินก็ลดลงทำให้การระบายอากาศเป็นไปไม่ได้ดีซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมของไส้เดือนฝอยลดลงตามไปด้วย (Wallace 1954, 1955 , 1956c.) นอกจากนั้นจากการศึกษาของ Johnston (1957) ได้แสดงให้เห็นว่าในดินนาข้าวที่อยู่ในสภาพขังน้ำบักเตรี Clostridium sp. จะผลิตสารชนิดหนึ่งที่เป็นพิษต่อ Tylenchorhynchus martini

ช่วงเดือนกรกฎาคมซึ่งปริมาณน้ำในดินโดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 17.01 ± 0.2593% และในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 13.19 ± 0.5562% ซึ่งเป็นช่วงที่ดินค่อย ๆ แห้งมากขึ้น แต่ก็มีน้ำขังอยู่บ้างเป็นส่วนน้อยกระจายอยู่บางส่วนของแปลง และการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิดินระหว่างเดือนมิถุนายนกับกรกฎาคมค่อนข้างรวดเร็ว (ข้อ 6.3) จึงพบว่าจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากจำนวนเฉลี่ยทั้งหมด 36873 ตัว/ม^2 ในเดือนมิถุนายนเป็น 78060 และ 355976 ตัว/ม^2 ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมตามลำดับ (รูปที่ 12) แม้ว่าช่วงนี้จะไม่ค่อยมีต้นข้าวเหลืออยู่แล้วก็ตาม แต่ก็มีวัชพืชต่าง ๆ ขึ้นอยู่หนาแน่นซึ่งบางชนิดไส้เดือนฝอยอาจใช้เป็นพืชอาศัยชั่วคราวได้ และในช่วงนี้ปริมาณน้ำในดินและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ อยู่ในระดับที่เหมาะ จึงทำให้ประชากรของไส้เดือนฝอยทั้งที่เป็นศัตรูพืชและที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนสิงหาคม จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมดโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงถึง 355976 ตัว/ม^2 ดังกล่าวแล้ว ซึ่ง



A = ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

B = ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

C = ไส้เดือนฝอยทั้งหมด

D = อาร์โทรพอด

รูปที่ 17 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์ที่พบในดินกับปริมาณน้ำในดินนาข้าว (รายละเอียดดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 3)

เป็นจำนวนที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกเดือนที่ทำการทดลอง หรือถ้าคิดเป็นเปอร์-เซนต์ที่พบในระหว่างเดือนต่าง ๆ (% Time) ก็สูงถึง 45.25% เมื่อเทียบกับเดือนต่าง ๆ (ตารางที่ 13) และพบว่าช่วงระดับปริมาณน้ำในดินระหว่าง 12 – 15% เป็นช่วงที่ปริมาณน้ำในดินเหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยมากที่สุด โดยพบจำนวนเฉลี่ยสูงถึง 291862 ± 172391 ตัว/$ม^2$ (รูปที่ 17)

Keereewan and Leeprasert (1975) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของประชากรตามฤดูกาล และการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยชนิด Hoplolaimus seinhorsti ที่ทำลายต้นหม่อน พบว่าประชากรของไส้เดือนฝอยชนิดนี้จะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนคือประมาณเดือนมีนาคมและปลายฤดูฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีปริมาณน้ำในดินประมาณ 13 – 15% ส่วนในฤดูหนาวคือช่วงเดือนธันวาคมและมกราคมประชากรค่อนข้างต่ำในทุกระดับความลึกของดิน

อย่างไรก็ตามอิทธิพลของน้ำหรือสภาพความชื้นที่มีต่อไส้เดือนฝอยในด้านต่าง ๆ นั้นแตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือนฝอยและองศาหรือระดับของความชื้นในดิน (degree of moisture) Barker (1959), Barker and Sasser (1959) พบว่าดินที่มีความชื้นสูงช่วยให้ประชากรของ Ditylenchus dipsaci เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของประชากรไส้เดือนฝอยบางชนิดถูกยับยั้งเมื่อความชื้นมากเกินไป เช่น ในกรณีของ Tylenchorhynchus martini ที่พบในข้าวและ Tylenchorhynchus acutus ที่พบในถั่วเหลือง (Hollis and Johnston 1957) ส่วนในกรณีของประชากรไส้เดือนฝอยชนิด Paratylenchus projectus, Tylenchorhynchus brevidens และ Aphelenchus avenae เพิ่มขึ้นภายหลังฝนตก Norton (1959) มีความเห็นว่าเนื่องจากมีการฟักออกจากไข่เพิ่มขึ้นเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม

6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับปริมาณอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว ซึ่งผลจากการคำนวณหาค่าดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy_4}) มีค่าเท่ากับ 0.1585^{NS} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงว่าปริมาณน้ำในดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนของอาร์โทรพอดในดินแต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองไม่ค่อยชัดเจน เนื่องจากประชากรอาร์โทรพอดที่สกัดได้มีจำนวนน้อยมากและการกระจายไม่สม่ำเสมอ และมีอิทธิพลอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยตามที่วิจารณ์ไว้แล้วในข้อ 6.2 และตามรูปที่ 17 ที่ช่วงระดับปริมาณน้ำในดิน 15 – 18% พบจำนวนอาร์โทรพอดสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 352 ± 237 ตัว/$ม^2$

6.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว

ตารางที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว ซึ่งผลจากการคำนวณหาค่าดัชนีสหสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนรวมกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (r_{xy_1}), ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมกับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (r_{xy_2}) และระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมกับจำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (r_{xy_3}) มีค่าเท่ากับ 0.0577^{NS}, 0.5446^{*} และ 0.3319^{NS} ตามลำดับ และจากการทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ปรากฏว่า $r_{xy_2} = 0.5446^{*}$ มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน r_{xy_1} กับ r_{xy_3} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปริมาณคาร์บอนรวมมีความสัมพันธ์เฉพาะกับการเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชในเชิงบวก แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับประชากร ของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และเนื่องจากประชากร

ตารางที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวม (%) กับจำนวนไส้เดือนฝอย และ อาร์โทรพอด ทั้งหมด ในดินนาข้าว

(จำนวน /$ม^2$)

ปริมาณคาร์บอนรวม (X)	จำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Y_1)	จำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2)	จำนวนไส้เดือนฝอยทั้งหมด (Y_3)	จำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดิน (Y_4)
1.978	136317	21313	157630	270
1.987	78790	5961	84751	609
2.000	127127	24929	152056	337
2.053	107765	19798	127563	67
2.130	22678	17194	39872	134
2.180	17449	13050	30499	404
2.237	81860	17660	99520	473
2.300	181810	103770	285580	610
2.300	67182	19351	86533	203
2.310	37967	3762	41729	62
2.340	9606	37703	47309	134
2.350	8284	33845	42127	471
2.377	79235	76745	155980	476
2.403	8229	38005	46234	272
2.420	19018	10567	29585	270
2.430	36047	20778	56825	540
2.440	23211	17372	40583	743
2.533	4250	12827	17077	201
2.583	7268	28804	36072	134
2.703	275634	242810	518444	67
2.713	151021	112882	263903	67

$r_{xy_1} = 0.0577,^{NS}$ $t_{0.05} = 0.2520$

$r_{xy_2} = 0.5446^{*},$ $t_{0.05} = 2.8306$

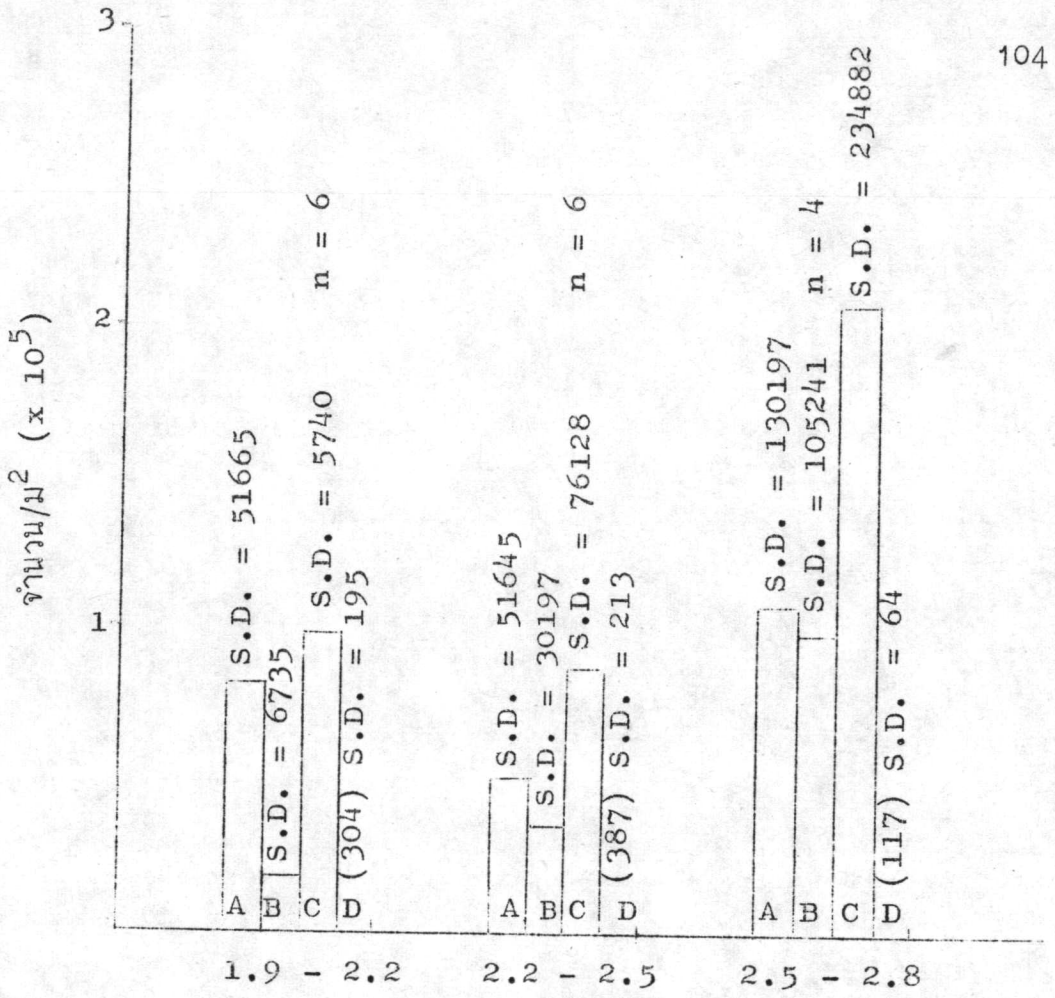
$r_{xy_3} = 0.3319,^{NS}$ $t_{0.05} = 1.5337$

$r_{xy_4} = -0.2237,^{NS}$ $t_{0.05} = 1.0005$

ของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีมากกว่าประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชโดยเฉลี่ย จึงมีผลทำให้ประชากรไส้เดือนฝอยทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนรวมในดินไปด้วย

พิจารณาจากตารางที่ 14 จะเห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินกับแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา ค่อนข้างสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนรวมในดิน และเมื่อพิจารณาจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชแต่ละวงศ์ (Family) ก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรในลักษณะเดียวกัน (รูปที่ 14) กล่าวคือในช่วงที่ปริมาณคาร์บอนรวมในดินค่อนข้างสูงจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยก็มีแนวโน้มสูงตามไปด้วย แต่มีบางเดือนที่พบว่าไม่เป็นไปตามที่กล่าวนี้ เนื่องจากมีปัจจัยอย่างอื่นเข้ามามีบทบาทร่วมและมีอิทธิพลเด่นชัดกว่าอย่างเช่นในเดือนมีนาคมซึ่งปริมาณคาร์บอนรวมในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนแต่ในแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตรา กลับพบจำนวนไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของดีลดรินในดิน (ข้อ 6.1) และนอกจากนั้นการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมก็มิได้เป็นผลเนื่องจากการที่มีปริมาณคาร์บอนรวมในดินสูงแต่อย่างเดียวหากเป็นผลจากการแสดงอิทธิพลร่วมกันของปัจจัยในสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ในระดับที่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณน้ำในดินดังกล่าวแล้ว (ข้อ 6.5)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมในดินกับจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชเป็นความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะส่วนหนึ่งของไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชอาจใช้อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานโดยตรง และก็มีอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ใช้อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งอาหารโดยตรงแต่มันจะกินพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ โดยเฉพาะพวกบักเตรีหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เป็นอาหารอีกต่อหนึ่ง ซึ่งพวกจุลินทรีย์เล็ก ๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งอาหาร (เกษตรศาสตร์ 2519) ดังนั้นในกรณีที่ปริมาณคาร์บอนรวมในดินเพิ่มขึ้นก็



A = ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

B = ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

C = ไส้เดือนฝอยทั้งหมด

D = อาร์โทรพอด

รูปที่ 18 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์ที่พบในดินกับปริมาณคาร์บอนรวมในดินนาข้าว (รายละเอียดดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 4)

เท่ากับเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินอันเป็นแปลงอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช จึงส่งเสริมให้ประชากรไส้เดือนฝอยพวกนี้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้จึงพบว่าช่วงที่ระดับปริมาณคาร์บอนรวมในดินสูง (2.5 – 2.8%) ประชากรของไส้เดือนฝอยในดินจึงพบมากที่สุด (208874 ± 234882 ตัว/ม^2 (รูปที่ 18) และมีข้อน่าสังเกตก็คือไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืชมีจำนวนสูงขึ้นกว่าปกติเมื่อเทียบกับช่วงที่ระดับปริมาณคาร์บอนรวมในดินต่ำ

6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมในดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว

ตารางที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนรวมในดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว ซึ่งผลจากการคำนวณดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy_4}) มีค่าเท่ากับ –0.2237 ^{NS} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แต่อย่างไรก็ตามที่ช่วงปริมาณคาร์บอนรวมในดินระหว่าง 2.2 – 2.5% พบจำนวนอาร์โทรพอดสูงสุดเท่ากับ 387 ± 213 ตัว/ม^2 (รูปที่ 18)

6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH ของดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว

ตารางที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH ของดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยในดินนาข้าว ผลจากการหาค่าดัชนีสหสัมพันธ์ระหว่างpH ของดินกับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (r_{xy_1}), ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช (r_{xy_2}) และไส้เดือนฝอยทั้งหมดมีค่าเท่ากับ –0.7508 **, –0.7960 ** และ –0.8136 ** ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 พบว่าค่า pH ทั้งสามค่ามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

จากรูปที่ 12 ก. จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงระดับ pH สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (ข้อ 5.3) คือเมื่อปริมาณน้ำในดินค่อนข้างต่ำหรือดินอยู่ในสภาพที่ค่อนข้างแห้งระดับ pH จะต่ำกว่าสภาพดินที่มีปริมาณน้ำในดินสูงหรือดินอยู่ในสภาพขังน้ำ ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับ pH ในแต่ละเดือนทั้งในแปลงที่ไม่ใช้ดีลดรินและแปลงที่ใช้ดีลดรินทั้ง 2 อัตราไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่อาจสรุปให้แน่ชัดลงไปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนไส้เดือนฝอยเป็นผลเนื่องมาจาก pH โดยตรง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนไส้เดือนฝอยก็สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินค่อนข้างเด่นชัดเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นหลักฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับอิทธิพลของ pH ต่อไส้เดือนฝอยโดยเฉพาะไส้เดือนฝอยศัตรูพืชก็ค่อนข้างขัดแย้งกัน (Ellenby 1946; Robinson and Neal 1956)

จากการทดลองของ Ahlberg (1951) ในสวีเดน พบว่าอัตราการขยายพันธุ์ของ Heterodera rostochiensis ในดินกรดและดินด่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่จากการศึกษาของ Petherbridge and Jones (1944) ในอังกฤษพบว่า Heterodera schachtii จะหายไปในบริเวณซึ่งดินเป็นกรด ซึ่งบางทีอาจเป็นเพราะดินดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปีต (sugar beet)ที่มันเป็นพาราสิตอยู่ก็ได้

แม้ว่าผลของ pH ที่มีต่อไส้เดือนฝอยจะไม่เด่นชัดก็ตามทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพลร่วมอยู่ด้วย หรือขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือนฝอยเองในการตอบสนองต่อ pH แต่ก็กล่าวได้ว่าอย่างน้อยที่สุด pH มีผลทางอ้อมเพราะด้านหนึ่งการเปลี่ยนแปลงของ pH มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินในแง่ที่ว่า pH มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินหลายชนิด (เกษตรศาสตร์ 2519) ซึ่งพืชและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินเหล่านี้ก็เป็นแหล่งอาหารของไส้เดือนฝอยอีกทอดหนึ่ง

ตารางที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH กับจำนวนไส้เดือนฝอย และ อาร์โทรพอด ทั้งหมด ในดินนาข้าว

(จำนวน /ม^2)

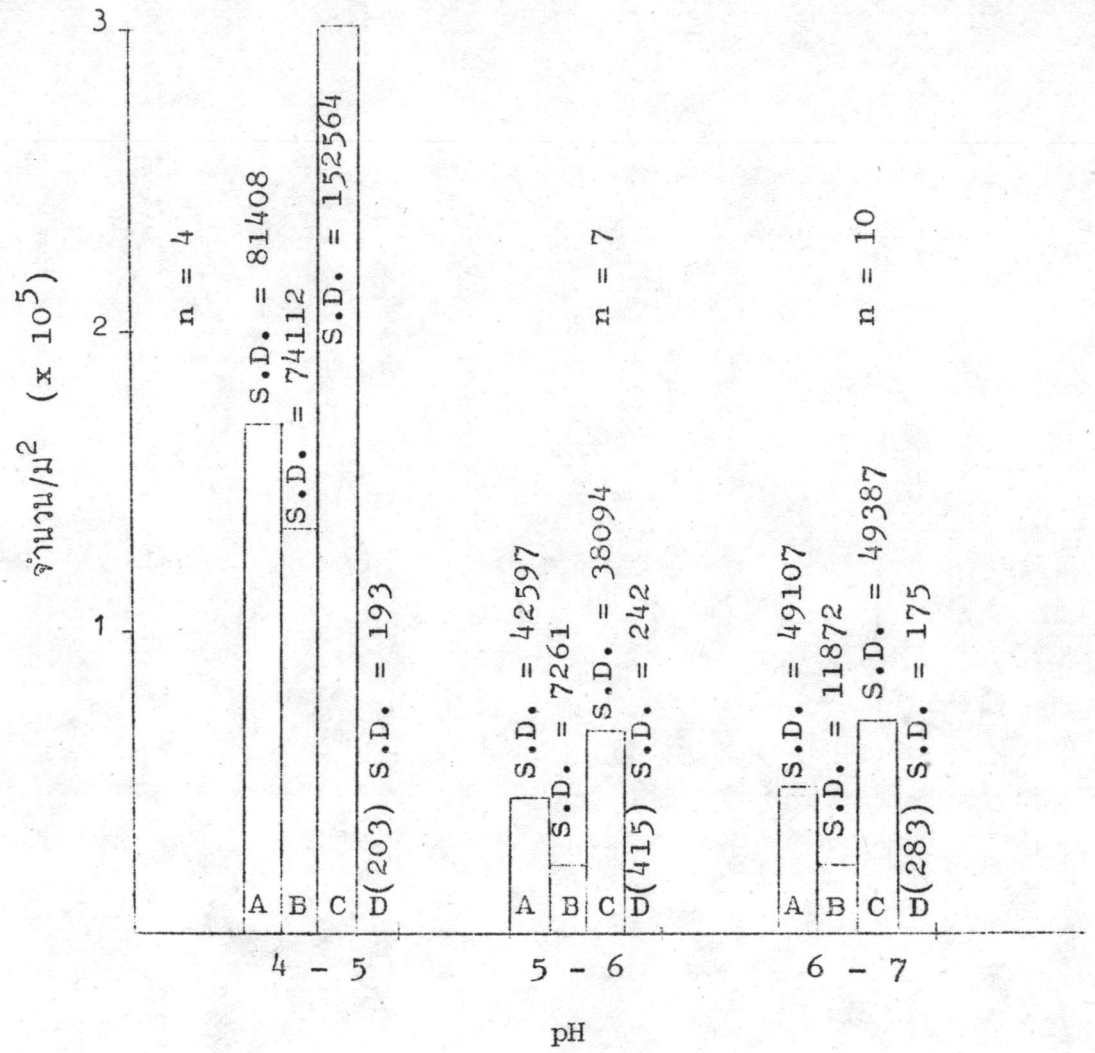
ระดับ pH ของดิน (X)	จำนวนไส้เดือนฝอย ศัตรูพืช (Y_1)	จำนวนไส้เดือนฝอย ที่ไม่เป็นศัตรูพืช (Y_2)	จำนวนไส้เดือนฝอย ทั้งหมด (Y_3)	จำนวน อาร์โทรพอด ทั้งหมดในดิน (Y_4)
4.03	275634	242810	518444	67
4.37	181810	103770	285580	203
4.47	151021	112882	263903	67
4.93	79235	76745	155980	476
5.27	81860	17660	99520	473
5.40	8284	33843	42127	471
5.47	107765	19798	127563	67
5.47	67182	19351	86533	610
5.67	7268	28804	36072	134
5.90	17449	13050	30499	404
5.93	23211	17372	40583	743
6.10	136317	21313	157630	270
6.10	36047	20778	56825	540
6.10	37967	3762	41729	62
6.17	78790	5961	84751	609
6.17	19018	10567	29585	270
6.20	127127	24929	152056	337
6.23	22678	17194	39872	134
6.43	4250	12827	17077	210
6.47	8229	38005	46234	272
6.60	9606	37703	47309	134

$r_{xy_1} = -0.7508^{**}$, $t_{0.01} = 4.9558$

$r_{xy_2} = -0.7960^{**}$, $t_{0.01} = 5.7307$

$r_{xy_3} = -0.8136^{**}$, $t_{0.01} = 6.0990$

$r_{xy_4} = 0.1407^{NS}$, $t_{0.01} = 0.6196$



A = ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

B = ไส้เดือนฝอยที่ไม่เป็นศัตรูพืช

C = ไส้เดือนฝอยทั้งหมด

D = อาร์โทรพอด

รูปที่ 19 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่อตารางเมตรของสัตว์ที่พบในดินกับระดับ pH ในดินนาข้าว (รายละเอียดดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 5)

ตามรูปที่ 19 พบว่าช่วงระดับ pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง pH 4 – 5 โดยพบจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยสูงถึง 305977 ± 152564 ตัว/ม^2

6.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH ของดินกับจำนวนอาร์โทรพอดทั้งหมดในดินนาข้าว

ตารางที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH กับจำนวนอาร์โทรพอดในดินนาข้าว จากการคำนวณค่าดัชนีสหสัมพันธ์ (r_{xy_4}) มีค่าเท่ากับ 0.1407^{NS} ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบโดย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงว่าระดับpH ของดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนของอาร์โทรพอดในดิน แต่อย่างไรก็ตามที่ช่วงระดับ pH 5 – 6 พบจำนวนอาร์–โทรพอดสูงสุดเท่ากับ 415 ± 242 ตัว/ม^2 (รูปที่ 19)