

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดน่าน.....	4
ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดน่าน.....	4
ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดน่าน.....	5
กลุ่มชุดดินในจังหวัดน่าน.....	5
คลอริไฟริฟอส.....	7
ทฤษฎีการดูดซับ (adsorption).....	9
การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน (biodegradation).....	12
การซึม (infiltration).....	12
การกระจาย (fate) และการเคลื่อนที่ (transport) ของสารคลอริไฟริฟอส ในดิน.....	13
ลักษณะของดินในจังหวัดน่าน.....	14
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	15
สถานที่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างและการทดลอง.....	16
วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย.....	18
วิธีการทดลอง.....	18
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	31

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	34
ผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ต่างของดิน.....	34
ผลการทดลองและวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM).....	35
ผลการทดลองและวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกของ ดิน (C.E.C.).....	35
การระเหยกลายเป็นไอของสารคลอไร์ไฟรีฟอส.....	36
การย่อยสลายคลอไร์ไฟรีฟอสด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส.....	38
ผลการทดลองการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารคลอไร์ไฟรีฟอส...	40
การย่อยสลายของสารคลอไร์ไฟรีฟอสด้วยจุลินทรีย์ในดิน.....	42
การดูดซับของสารคลอไร์ไฟรีฟอสด้วยดินชนิดต่างๆ.....	48
ผลการทดลองและการวิเคราะห์การดูดซับในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ต่างของ ของสารละลายคลอไร์ไฟรีฟอสแตกต่างกัน.....	58
ผลการทดลองและการวิเคราะห์การคายซับของสารคลอไร์ไฟรีฟอสในดิน.....	63
แบบจำลองการปนเปื้อนของสารคลอไร์ไฟรีฟอสในดินเหนียว ดินทรายและ ดินร่วนปนทราย.....	67
5 บทสรุป.....	76
สรุปผลการทดลอง.....	76
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ประวัติผู้วิจัย.....	84

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงระยะเวลาและแผนการดำเนินงานวิจัย.....	3
2	แสดงลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของคลอริไฟริฟอส.....	8
3	แสดงการแปลความหมายค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในน้ำ.....	19
4	แสดงแปรผลระดับอินทรีย์วัตถุในดิน .....	21
5	แสดงแปรผลระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก.....	24
6	แสดงผลการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน.....	34
7	แสดงผลการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน.....	35
8	แสดงผลการทดลองความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก.....	36
9	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาการระเหยของสารคลอริไฟริฟอส ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและ 25 องศาเซลเซียส.....	37
10	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส.....	40
11	แสดงอัตราการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารคลอริไฟริฟอส.....	41
12	แสดงการเปรียบเทียบค่าคงที่ไอโซเทอมการดูดซับแบบไอโซเทอมแบบฟลูนิตซ์ ของดินทั้ง 3 ชนิด.....	57

## สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงแผนที่จุดดินในตำบลท่าน้ำ อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน.....	6
2	แสดงสูตรโครงสร้างของคลอโรไพริฟอส.....	8
3	แสดงกลไกการดูดซับของ desethylatrazine antrazine triadimenol และ flurozypyr.....	9
4	แสดงการคายซับของ desethylatrazine antrazine triadimenol และ flurozypyr.....	10
5	แสดงการดูดซับเข้าสู่สมดุสำหรับคลอโรไพริฟอสในดินที่ 26 อองศาเซลเซียส.....	10
6	แสดงไอโซเทอมฟลูนดิซของการดูดซับและคายซับของดีเททิลอะทราซีนและ อะทราซีน.....	11
7	แสดงไอโซเทอมแลงเมียร์ของการดูดซับสารคลอโรไพริฟอสในดินที่เวลา 2 ชั่วโมง....	12
8	แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย.....	15
9	แสดงจุดเก็บตัวอย่างบ้านหนองวัง ตำบลท่าน้ำ อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน.....	16
10	แสดงจุดเก็บตัวอย่างบ้านนาข่อย ตำบลท่าน้ำ อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน.....	17
11	แสดงจุดเก็บตัวอย่างบ้านนาข้าว ตำบลท่าน้ำ อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน.....	17
12	แสดงคอลัมน์การจำลองสภาวะการปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดิน.....	30
13	แสดงเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter).....	31
14	แสดงเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis spectrophotometer).....	32
15	แสดงเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง.....	32
16	แสดงเครื่องหมุนเหวี่ยง.....	33
17	แสดงค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารคลอโรไพริฟอสที่เหลืออยู่จากการทดลองการ ระบายของที่อุณหภูมิตั้งที่ 4 และ 25 องศาเซลเซียส.....	36
18	แสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาการระบายของสารคลอโรไพริฟอสที่อุณหภูมิตั้งที่ 4 และ 25 องศาเซลเซียส.....	38

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19	แสดงความเข้มข้นของสารคลอโรไฟริฟอสที่เวลาต่างๆของการย่อยสลายด้วย ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารคลอโรไฟริฟอส..... 39
20	แสดงอัตราการระเหยของสารคลอโรไฟริฟอสของการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยา ไฮโดรไลซิสของสารละลายคลอโรไฟริฟอส..... 40
21	แสดงความเข้มข้นของสารคลอโรไฟริฟอสที่เวลาต่างๆ จากการย่อยสลายของ สารคลอโรไฟริฟอสด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิส..... 41
22	แสดงอัตราการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารคลอโรไฟริฟอส..... 42
23	แสดงความเข้มข้นของสารคลอโรไฟริฟอสในดินเหนียว ..... 43
24	แสดงอัตราการย่อยสลายของสารคลอโรไฟริฟอสด้วยจุลินทรีย์ในดินเหนียว..... 44
25	แสดงความเข้มข้นของสารคลอโรไฟริฟอสในดินทราย..... 45
26	แสดงอัตราการย่อยสลายของสารคลอโรไฟริฟอสด้วยจุลินทรีย์ในดินทราย..... 46
27	แสดงความเข้มข้นของสารคลอโรไฟริฟอสในดินร่วนปนทราย..... 47
28	แสดงอัตราการย่อยสลายของสารคลอโรไฟริฟอสด้วยจุลินทรีย์ในดินร่วนปนทราย... 48
29	แสดงการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินเหนียวที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 49
30	แสดงไอโซเทอมฟรุนดิชของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินเหนียว..... 50
31	แสดงไอโซเทอมแลงเมียร์ของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินเหนียว..... 50
32	แสดงการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินทรายที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 51
33	แสดงไอโซเทอมฟรุนดิชของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินทราย..... 52
34	แสดงไอโซเทอมแลงเมียร์ของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินทราย..... 53
35	แสดงการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินร่วนปนทรายที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 54
36	แสดงไอโซเทอมฟรุนดิชของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินร่วนปนทราย.... 55
37	แสดงไอโซเทอมแลงเมียร์ของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดินร่วนปนทราย.. 55
38	แสดงไอโซเทอมแบบฟรุนดิชของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดิน 3 ชนิด..... 57
39	แสดงไอโซเทอมแบบแลงเมียร์ของการดูดซับของสารคลอโรไฟริฟอสในดิน 3 ชนิด... 58

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
40	แสดงผลการทดลองการดูดซับสารคลอริไฟริฟอสในดินเหนียวที่ค่าความเป็นกรด-ต่างเท่ากับ 3, 7 และ 11 ตามลำดับ.....	59
41	แสดงผลการทดลองการดูดซับสารคลอริไฟริฟอสในดินทรายค่าความเป็นกรด-ต่างเท่ากับ 3, 7 และ 11 ตามลำดับ.....	60
42	แสดงผลการทดลองการดูดซับสารคลอริไฟริฟอสในดินร่วนปนทราย.....	62
43	แสดงโครงสร้างของกลุ่มฟีนอลิก.....	63
44	แสดงการคายซับของสารคลอริไฟริฟอสในดินเหนียว.....	64
45	แสดงการคายซับของสารคลอริไฟริฟอสในดินทราย.....	65
46	แสดงการคายซับของสารคลอริไฟริฟอสในดินร่วนปนทราย.....	66
47	แสดงการคายซับของสารคลอริไฟริฟอสในดิน 3 ชนิด.....	67
48	แสดงปริมาตรน้ำซึมผ่านแบบจำลองการปนเปื้อนของสารคลอริไฟริฟอสในดินเหนียว.....	68
49	แสดงมวลของสารคลอริไฟริฟอสสะสมในน้ำ.....	68
50	แสดงปริมาตรน้ำซึมผ่านแบบจำลองการปนเปื้อนของสารคลอริไฟริฟอสในดินทราย.....	69
51	แสดงมวลของสารคลอริไฟริฟอสสะสมในน้ำที่ซึมผ่านคอลัมน์ดินทราย.....	70
52	แสดงปริมาตรน้ำซึมผ่านแบบจำลองการปนเปื้อนของสารคลอริไฟริฟอสในดินทราย.....	71
53	แสดงมวลของสารคลอริไฟริฟอสสะสมในน้ำที่ซึมผ่านคอลัมน์ดินทราย.....	71
54	แสดงมวลของสารคลอริไฟริฟอสที่อยู่ในน้ำ.....	72
55	แสดงปริมาณของสารคลอริไฟริฟอสในดินเหนียวในคอลัมน์.....	73
56	แสดงปริมาณของสารคลอริไฟริฟอสในดินทรายในคอลัมน์.....	74
57	แสดงปริมาณของสารคลอริไฟริฟอสในดินร่วนปนทรายในคอลัมน์.....	75
58	แสดงการย่อยสลายและการดูดซับที่เกิดขึ้นในดิน.....	78

## อักษรย่อ

มล.	=	มิลลิลิตร
มล./ล.	=	มิลลิลิตรต่อลิตร
มก.	=	มิลลิกรัม
มก./ก.	=	มิลลิกรัมต่อกรัม
มก./ล.	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
มล.	=	มิลลิลิตร
°C	=	องศาเซลเซียส
$C/C_0$	=	ค่าความเข้มข้นที่เวลาใดๆ ต่อค่าความเข้มข้นที่เวลาเริ่มต้น
$x/m$	=	มวลของสารที่อยู่ในดินต่อน้ำหนักดิน
$C_{weq}$	=	ค่าความเข้มข้นในน้ำที่เวลาเข้าสู่สมดุล
$C_{seq}$	=	ค่าความเข้มข้นในดินที่เวลาเข้าสู่สมดุล
ppm	=	มิลลิกรัมต่อลิตร

