

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของงานวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ข้อมูลทั่วไปจังหวัดน่าน.....	4
สารพาราควอท.....	7
การเปลี่ยนแปลงและกระจายตัวของสารพาราควอทในดินและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
การสำรวจและการเก็บตัวอย่างดิน.....	27
วัสดุ.....	29
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	29
วิธีการทดลอง.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	44
ลักษณะคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง.....	44
การระเหยกลายเป็นไอของสารพาราควอท.....	46
การย่อยสลายสารพาราควอทด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส.....	48
การย่อยสลายสารพาราควอทด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิส.....	51
การเปรียบเทียบการย่อยสลายสารพาราควอทด้วยการระเหยกลายเป็นไอ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาโฟโตไลซิส.....	54
การดูดซับของสารพาราควอทในดิน.....	55
การย่อยสลายสารพาราควอทด้วยจุลินทรีย์ในดิน.....	70
การซึมของสารพาราควอทในดิน.....	73
การตกค้างของสารพาราควอทในดิน.....	78
การเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของสารพาราควอท.....	80
5 บทสรุป.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	92
ประวัติผู้วิจัย.....	103

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย.....	3
2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารพาราควอท	9
3 แสดงการแปลความหมายค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในน้ำ.....	31
4 แสดงแปรผลระดับอินทรีย์วัตถุในดิน.....	33
5 แสดงแปรผลระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก	36
6 แสดงลักษณะคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง	44
7 แสดงระดับอินทรีย์วัตถุที่ใช้เป็นมาตรฐาน	46
8 แสดงการพิจารณาลักษณะการระเหยกลายเป็นไอ.....	47
9 แสดงการเปรียบเทียบการย่อยสลายของพาราควอทด้วยการระเหยกลายเป็นไอ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาโฟโตไลซิส	54
10 แสดงการเปรียบเทียบค่าคงที่จากไอโซเทอมการดูดซับแบบแลงเมียร์และแบบ ฟรุนดิช ของดินทั้ง 2 ชนิด	64
11 แสดงคุณสมบัติดิน Wabasso fine sand ที่ใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมา	65

สารบัญญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะแผนที่ชุดดินในตำบลท่าน้าว อำเภอกิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน	7
2	ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของพาราควอท	8
3	การเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของพาราควอทในดิน	11
4	ลักษณะเปลี่ยนแปลงของสารพาราควอทที่สมดุลในดิน	11
5	กระบวนการดูดซับของสารพาราควอทในดิน	13
6	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนไปกับเวลา	14
7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นใน ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	16
8	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลาในปฏิกิริยาอันดับศูนย์	16
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับเวลาในปฏิกิริยาอันดับศูนย์	17
10	ความสัมพันธ์ระหว่าง $(k) \ln[A]$ และ $(x) \ln[A]_0/[A]$ กับเวลาในปฏิกิริยา อันดับหนึ่ง	18
11	ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/[A]$ กับเวลาในปฏิกิริยาอันดับสอง	19
12	ลักษณะจุลทรรศน์ศาสตร์การดูดซับของสารพาราควอทในดินชนิด diatomaceous earth.....	20
13	ลักษณะของไอโซเทอมการดูดซับของสารอินทรีย์	22
14	ลักษณะไอโซเทอมการดูดซับของสารละลายพาราควอทในดิน	23
15	ลักษณะไอโซเทอมการดูดซับของสารละลายพาราควอทในดินชนิด diatomaceous earth	23
16	ลักษณะกระบวนการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และการย่อยสลายด้วยแสง	25
17	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	26
18	จุดเก็บตัวอย่างบ้านหนองรัง ตำบลท่าน้าว อำเภอกิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน	27
19	จุดเก็บตัวอย่างบ้านท่าน้าว ตำบลท่าน้าว อำเภอกิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน	28
20	เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	29
21	ลักษณะเครื่องหมุนเหวี่ยง	30
22	การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH).....	31

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
23	ขั้นตอนการทดลองการระเหยกลายเป็นไอของสารพาราควอท 37
24	การทดลองการระเหยกลายเป็นไอของสารพาราควอท 38
25	การทดลองการย่อยสลายสารพาราควอทด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส 39
26	ลักษณะคอสม์นีในการจำลองการปนเปื้อนสารพาราควอทในดิน 43
27	ค่าความเข้มข้นของสารพาราควอทที่คงเหลือในน้ำที่เวลาต่างๆ 47
28	อัตราส่วนการระเหยของสารพาราควอทที่เวลา 48 ชั่วโมง 48
29	ค่าความเข้มข้นของสารพาราควอทที่คงเหลือในน้ำที่เวลาต่างๆ 49
30	อัตราส่วนการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารพาราควอทที่เวลา 48 ชั่วโมง 49
31	อัตราส่วนการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารพาราควอทที่เวลา 4 ชั่วโมง 50
32	อัตราการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารพาราควอทที่เวลา 4 ชั่วโมง 50
33	ค่าความเข้มข้นของสารพาราควอทที่คงเหลือในน้ำที่เวลาต่างๆ 52
34	อัตราส่วนการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารพาราควอท ที่เวลา 48 ชั่วโมง 52
35	อัตราส่วนการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารพาราควอท ที่เวลา 4 ชั่วโมง 53
36	อัตราการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาโฟโตไลซิสของสารพาราควอทที่เวลา 4 ชั่วโมง 53
37	ลักษณะการดูดซับสารพาราควอทในดินเหนียว 56
38	ความสัมพันธ์ระหว่างสารพาราควอทที่ถูกดูดซับในดินเหนียวกับสารพาราควอท ในสารละลายที่สภาวะสมดุล 57
39	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินเหนียวในรูปแบบแลงเมียร์ 58
40	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินเหนียวในรูปแบบฟรุนดลิช 58
41	ลักษณะการดูดซับสารพาราควอทในดินร่วนปนทราย 59
42	ความสัมพันธ์ระหว่างสารพาราควอทที่ถูกดูดซับในดินร่วนปนทรายกับสาร พาราควอทในสารละลายที่สภาวะสมดุล 60
43	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินร่วนปนทรายในรูปแบบแลงเมียร์ 61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
44	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินร่วนปนทรายในรูปแบบฟูรนิติช 61
45	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินในรูปแบบแลงเมียร์ 63
46	ไอโซเทอมการดูดซับของพาราควอทในดินในรูปแบบฟูรนิติช 64
47	การดูดซับสารพาราควอทของดินเหนียวที่พีเอชต่างๆ 66
48	การดูดซับสารพาราควอทของดินร่วนปนทรายที่พีเอชต่างๆ 67
49	ความสามารถในการดูดซับของสารละลายพาราควอทในดินที่พีเอช 3.19 68
50	ความสามารถในการดูดซับของสารละลายพาราควอทในดินที่พีเอช 6.2 69
51	ความสามารถในการดูดซับของสารละลายพาราควอทในดินที่พีเอช 11.6 69
52	ลักษณะการย่อยสลายสารพาราควอทด้วยจุลินทรีย์ในดินเหนียว 71
53	ลักษณะการย่อยสลายสารพาราควอทด้วยจุลินทรีย์ในดินร่วนปนทราย 72
54	ปริมาตรของสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินเหนียวที่เวลา 48 ชั่วโมง 73
55	ความเข้มข้นสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินเหนียวที่เวลา 48 ชั่วโมง 74
56	มวลของสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินเหนียวที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง 74
57	มวลของสารพาราควอทในดินเหนียวที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง 75
58	ปริมาตรของสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินร่วนปนทรายที่เวลา 48 ชั่วโมง 76
59	ความเข้มข้นสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินร่วนปนทรายที่เวลา 48 ชั่วโมง 76
60	มวลของสารพาราควอทที่ซึมผ่านชั้นดินร่วนปนทรายที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง 77
61	มวลของสารพาราควอทในชั้นดินร่วนปนทรายที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง 77
62	ลักษณะการตกค้างของสารพาราควอทในดินเหนียว 78
63	ลักษณะการตกค้างของสารพาราควอทในดินร่วนปนทราย 79
64	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของสารพาราควอทในดิน 80
65	ลักษณะการย่อยสลายของสารพาราควอทในดินและน้ำ 81

อักษรย่อ

pH	=	power of hydrogen ion concentration
CEC	=	Cation Exchange Capacity
UV-Vis	=	UV-Visible Spectrophotometer
mol/kg	=	โมลต่อกิโลกรัม
mol/L	=	โมลต่อลิตร
$\mu\text{g/g}$	=	ไมโครกรัมต่อกรัม
$\mu\text{g/mL}$	=	ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
มก./ล.	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
มก./ก.	=	มิลลิกรัมต่อกรัม
ชม.	=	ชั่วโมง
ซม.	=	เซนติเมตร
มล.	=	มิลลิลิตร
C/C_0	=	อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารพาราควอทที่เวลาใดๆ ต่อความเข้มข้นของสารพาราควอทเริ่มต้น
C_e	=	ความเข้มข้นของสารพาราควอทที่สภาวะสมดุลในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร
C_s	=	มวลของสารพาราควอทที่ถูกดูดซับต่อหน่วยน้ำหนักดินในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัม