

แต่

บุรพาจารย์

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
Abstract.....	IV
กิตติกรรมประกาศ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	2
1.2.1 กรดเบนโซอิก.....	2
1.2.1 กรดซาลิไซลิก.....	2
1.2.3 กรด 3,5-ไดไนโตรเบนโซอิก.....	3
1.2.4 ไอออนโลหะทองแดง.....	4
1.3 แบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อรา.....	4
1.4 ยาต้านจุลชีพ.....	6
1.5ฤทธิ์ต้านจุลชีพสารประกอบเชิงซ้อนทองแดง.....	7
1.6 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	9
1.7 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กรดเบนโซอิก.....	10
2.2 กรดซาลิไซลิก.....	10
2.3 กรด 3,5 ไดไนโตรเบนโซอิก.....	12
2.4 สารประกอบเชิงซ้อนทองแดงซาลิไซเลต เบนโซเอต และอนุพันธ์.....	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วัสดุและสารเคมี.....	22
3.2 อุปกรณ์.....	23
3.3 จุลินทรีย์สำหรับการทดสอบ.....	24
3.4 เครื่องมือ.....	24
3.5 วิธีการสังเคราะห์สารประกอบ.....	25
3.6 วิเคราะห์หาองค์ประกอบและสมบัติเฉพาะของสาร.....	26
3.7 วิธีการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	26



บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 1

4.1 สารประกอบ 1 หรือ 3,5-ไดไนโตรเบนโซอิก (3,5 - dinitrobenzoic acid, (DNBA))	30
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบ 1.....	30
4.1.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 1.....	32
4.1.3 สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1.....	37
4.1.4 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 1.....	39
4.1.5 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1.....	41
(1) การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	41
(2) การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ.....	44
4.2 สารประกอบ 2 หรือ กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid หรือ HSal).....	45
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบ 2.....	45
4.2.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 2.....	46
4.2.3 สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 2.....	50
4.2.4 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 2.....	52
4.2.5 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 2.....	52
(1) การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	52
(2) การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ.....	54
4.3 สารประกอบ 3 $[Cu_2(BA)_4(HBA)_2]$ หรือ tetrakis(μ -benzoato)bis(benzoic acid)copper(II)	55
4.3.1 ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบ 3.....	55
4.3.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 3.....	56
4.3.3 สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 3.....	61
4.3.4 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 3.....	63
4.3.5 การวิเคราะห์ทางความร้อนของสารประกอบ 3.....	66
4.3.6 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 3.....	67
(1) การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	67
(2) การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ.....	69

บทที่ 5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 2

5.1 สารประกอบ 4 $[Cu(DNBA)(HSal)(H_2O)_2] \cdot 2(H_2O)$ หรือ diaqua3,5-dinitrobenzoato salicylatocopper (II) dihydrate	70
5.1.1 ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบ 4.....	70

5.1.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 4.....	71
5.1.3 สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 4.....	77
5.1.4 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 4.....	80
5.1.5 การวิเคราะห์ทางความร้อนของสารประกอบ 4.....	81
5.1.6 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 4.....	82
(1) การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	82
(2) การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ.....	85
5.2 สารประกอบ 4 [Cu(DNBA)(HSal)(H ₂ O) ₂]•2(H ₂ O) หรือ diaqua3,5-dinitrobenzoato salicylatocopper (II) dihydrate	86
5.2.1 ลักษณะทางกายภาพของสารประกอบ 5.....	86
5.2.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 5.....	87
5.2.3 สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 5.....	92
5.2.4 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 5.....	94
5.2.5 การวิเคราะห์ทางความร้อนของสารประกอบ 5.....	95
5.2.6 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 5.....	96
(1) การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	96
(2) การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ.....	97

บทที่ 6 สรุปผล

6.1 สูตรของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	99
6.2 ผลึกของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	100
6.3 จุดหลอมเหลวของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	100
6.4 ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	101
6.5 ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	102
6.6 โครงสร้างผลึกของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	103
6.7 ข้อมูลการอัดแน่นของผลึก 1 2 3 4 และ 5.....	105
6.8 สารประกอบไดนิวเคลียร์และพอลินิวเคลียร์.....	107
6.9 อันตรกิริยาของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	108
6.10 สเปกตรัมอินฟราเรดที่แสดงหมู่ฟังก์ชันหลัก ๆ ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	111
6.11 สเปกตรัมอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	112
6.12 วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของสารประกอบ 3 4 และ 5.....	113
6.13 การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	114

	หน้า
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก 1 ข้อมูลด้านกายภาพของสารประกอบเพิ่มเติม.....	125
ภาคผนวก 2 ข้อมูลการละลายบนของรังสีเอ็กซ์บนผลึกเดี่ยวของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	126
ภาคผนวก 3 ข้อมูลอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	149
ภาคผนวก 4 ข้อมูลอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	151
ภาคผนวก 5 ข้อมูลศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพ	151

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ผลิตภัณฑ์ที่มีซาลิไซเลตเป็นส่วนประกอบและประโยชน์.....11
ตารางที่ 2.2	ขอบเขตการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารเชิงซ้อนกับเตตระไฮดรีน.....20
ตารางที่ 2.3	การยับยั้งแบคทีเรียของลิแกนค์ และสารประกอบเชิงซ้อนที่สังเคราะห์ได้.....20
ตารางที่ 4.1	จุดหลอมเหลวของสารอินทรีย์บางชนิด.....31
ตารางที่ 4.2	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 ในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ.....32
ตารางที่ 4.3	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 1.....33
ตารางที่ 4.4	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] ของสารประกอบ 1.....34
ตารางที่ 4.5	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] และอันตรกิริยาของสารประกอบ 1.....36
ตารางที่ 4.6	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1 และที่เกี่ยวข้อง.....38
ตารางที่ 4.7	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1.....40
ตารางที่ 4.8	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1.....43
ตารางที่ 4.9	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1.....44
ตารางที่ 4.10	ค่า MIC ของสารประกอบ 1.....45
ตารางที่ 4.11	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 และ 2.....46
ตารางที่ 4.12	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 2.....47
ตารางที่ 4.13	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] ของสารประกอบ 2.....49
ตารางที่ 4.14	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] และอันตรกิริยาของสารประกอบ 2.....50
ตารางที่ 4.15	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1 2 และที่เกี่ยวข้อง.....51
ตารางที่ 4.16	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 2.....52
ตารางที่ 4.17	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 และ 2.....53
ตารางที่ 4.18	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 2.....54
ตารางที่ 4.19	ค่า MIC ของสารประกอบ 1 และ 2.....54
ตารางที่ 4.20	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 3 และ $CuCl_2 \cdot 2H_2O$56
ตารางที่ 4.21	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 3.....58
ตารางที่ 4.22	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] ของสารประกอบ 3.....60
ตารางที่ 4.23	ความยาวพันธะ [Å] และมุมพันธะ [°] และอันตรกิริยาของสารประกอบ 3.....61
ตารางที่ 4.24	สัญญาณการดูดกลืนของหมู่ฟังก์ชันบางหมู่ที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบ 1 และ 3.....62
ตารางที่ 4.25	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1 และ 3.....65

ตารางที่ 4.26	วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักจากเทอร์โมแกรม TGA ของสารประกอบ 3.....	67
ตารางที่ 4.27	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 และ 3.....	68
ตารางที่ 4.28	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 3.....	69
ตารางที่ 4.29	ค่า MIC ของสารประกอบ 2 และ 3.....	69
ตารางที่ 5.1	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 2 3 สารตั้งต้น $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ และ 4.....	71
ตารางที่ 5.2	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 4.....	74
ตารางที่ 5.3	ความยาวพันธะ [\AA] และมุมพันธะ [$^{\circ}$] ของสารประกอบ 4.....	73
ตารางที่ 5.4	ความยาวพันธะ [\AA] และมุมพันธะ [$^{\circ}$] และอันตรกิริยาของสารประกอบ 4.....	74
ตารางที่ 5.5	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1 2 3 4 และที่เกี่ยวข้อง.....	78
ตารางที่ 5.6	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1 2 3 และ 4.....	81
ตารางที่ 5.7	วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักจากเทอร์โมแกรม TGA ของสารประกอบ 3 และ 4.....	82
ตารางที่ 5.8	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 3 และ 4.....	84
ตารางที่ 5.9	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 3 และ 4.....	85
ตารางที่ 5.10	ค่า MIC ของสารประกอบ 1 2 3 และ 4.....	86
ตารางที่ 5.11	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 2 3 สารตั้งต้น $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 4 และ 5.....	87
ตารางที่ 5.12	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 5.....	89
ตารางที่ 5.13	ความยาวพันธะ [\AA] และมุมพันธะ [$^{\circ}$] ของสารประกอบ 5.....	85
ตารางที่ 5.14	ความยาวพันธะ [\AA] และมุมพันธะ [$^{\circ}$] และอันตรกิริยาของสารประกอบ 5.....	91
ตารางที่ 5.15	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	93
ตารางที่ 5.16	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	95
ตารางที่ 5.17	วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักจากเทอร์โมแกรม TGA ของสารประกอบ 3 4 และ 5.....	96
ตารางที่ 5.18	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 5.....	96
ตารางที่ 5.19	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 5.....	97
ตารางที่ 5.19	ค่า MIC ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	98
ตารางที่ 6.1	สูตรและชื่อของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	99
ตารางที่ 6.2	รูปผลึกของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	100
ตารางที่ 6.3	จุดหลอมเหลวของสารประกอบ 1-5 และสารอินทรีย์บางชนิด.....	101
ตารางที่ 6.4	ความสามารถในการละลายของสารประกอบ 1 2 3 4 5 และสารตั้งต้น $CuCl_2 \cdot 2H_2O$	102
ตารางที่ 6.5	ข้อมูลทางผลึกของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	103
ตารางที่ 6.6	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	104
ตารางที่ 6.7	ข้อมูลการอัดแน่นของผลึก 1 2 3 4 และ 5.....	105

ตารางที่ 6.8	สารประกอบพอลิโนเวลลิคและไดโนเวลลิคของสารประกอบ 4 และ 5.....	108
ตารางที่ 6.9	อันตรกิริยาของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	109
ตารางที่ 6.10	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	111
ตารางที่ 6.11	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	112
ตารางที่ 6.12	วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักจากเทอร์โมแกรม TGA ของสารประกอบ 3 4 และ 5.....	113
ตารางที่ 6.13	หมายเลขของสารประกอบ 1 2 3 และ 5 บนงานเพาะเชื้อที่ศึกษาฤทธิ์แต่ละชนิด	114
ตารางที่ 6.14	หมายเลขของสารประกอบ 4 บนงานเพาะเชื้อที่ศึกษาฤทธิ์แต่ละชนิด.....	115
ตารางที่ 6.15	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	117
ตารางที่ 6.16	ความไวของการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	117
ตารางที่ 6.17	ค่า MIC ของสารประกอบ 1 2 3 4 และ 5.....	118

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1	กรดซาลิไซลิก (ซ้าย) และ โซเดียม ซาลิไซเลต (ขวา)2
ภาพที่ 1.2	กรดซาลิไซลิก.....3
ภาพที่ 1.3	ผลิตภัณฑ์ที่มีซาลิไซเลต : ยาสระผม (ซ้าย), โทเนอร์แก้แสบ (กลาง) และยาป้าย (ขวา)3
ภาพที่ 1.4	โครงสร้างของกรด 3,5-ไดไนโตรเบนโซอิก.....3
ภาพที่ 1.5	ผลิตภัณฑ์ที่มีเบนโซอิก : ครีมนวดผม (ซ้าย), โทเนอร์แก้แสบ (กลาง) และอาหารกระป๋อง (ขวา)4
ภาพที่ 1.6	แสดงตำแหน่งที่ยาต้านจุลชีพชนิดต่างๆออกฤทธิ์ต่อเซลล์แบคทีเรีย.....7
ภาพที่ 2.1	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(HSal)_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$12
ภาพที่ 2.2	แสดงกราฟ TGA ของ $[Cu(HSal)_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$13
ภาพที่ 2.3	โครงสร้างของ $\{[Cu_2(phen)_2(Sal)_2] \cdot 2[H_2O]\}$13
ภาพที่ 2.4	โครงสร้างของ $\{[Cu(phen)_2(HSal)]^+[HSal][H_2O]\}$14
ภาพที่ 2.5	แสดงการยับยั้งเชื้อรา <i>E. lata</i>14
ภาพที่ 2.6	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu_2(HSal)_4(4,4'-bipyridine)(H_2O)_2(DMF)_2]$15
ภาพที่ 2.7	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $\{[Cu(HSal)_2(4,4'-bipyridine)](H_2O)(H_2Sal)\}_n$15
ภาพที่ 2.8	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(2-NO_2bz)_2(3-pyme)_2(H_2O)_2]$16
ภาพที่ 2.9	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu\{3,5-(NO_2)_2bz\}_2(3-pyme)_2]$16
ภาพที่ 2.10	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $Cu(C_7H_3N_2O_6)_2(C_2H_6SO)_2 \cdot 2H_2O$16
ภาพที่ 2.11	โครงสร้างของ $[Cu(SaIH)_2(BZDH)_2]$17
ภาพที่ 2.12	พอลิเมอร์ 1 มิติ แบบเกลียวของสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu_2(bimb)_2Cl_2]$17
ภาพที่ 2.13	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(C_7H_5O_2)(OH)(C_{12}H_{12}N_2)(C_7H_6O_2)]H_2O$18
ภาพที่ 2.14	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(NIT3Py)_2(DNB)_2]$18
ภาพที่ 2.15	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(NIT4Py)_2(DTB)_2(H_2O)_2]$19
ภาพที่ 2.16	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน tetrakis- μ - <i>p</i> -fluorobenzoatodicopper (II).....19
ภาพที่ 2.17	โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(4-O_2Nbz)_2(nia)_2](4-O_2NbzH)_2$20
ภาพที่ 3.1	แผนภูมิสรุปขั้นตอนการปฏิบัติสำหรับ Macro broth dilution technique.....29
ภาพที่ 4.1	ผลึกสารประกอบ 1 หรือ DNBA.....30
ภาพที่ 4.2	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 1 โดยแสดงตำแหน่งอะตอม.....32
ภาพที่ 4.3	การอัดแน่นของโมเลกุลในหนึ่งหน่วยเซลล์ของสารประกอบ 1.....34

	หน้า
ภาพที่ 4.4	โครงสร้างผลึกแบบไดเมอร์ ซึ่งเป็นการสร้างพันธะระหว่าง O กับ H.....35
ภาพที่ 4.5	อันตรกิริยาของสารประกอบ 1 ตามแนวระนาบ <i>ac</i>36
ภาพที่ 4.6	อันตรกิริยาและระนาบของสารประกอบ 1 ตามแนวระนาบ <i>ac</i>36
ภาพที่ 4.7	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 1.....37
ภาพที่ 4.8	สเปกตรัมอินฟราเรดของไนโตรเบนซีน.....39
ภาพที่ 4.9	สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 1.....40
ภาพที่ 4.10	ไดอะแกรมการแทนที่ชั้นของสารประกอบ 1.....40
ภาพที่ 4.11	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>S. aureus</i> ของสารประกอบ 1 (หมายเลข 1)41
ภาพที่ 4.12	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>E. coli</i> ของสารประกอบ 1 (หมายเลข 1).....41
ภาพที่ 4.13	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>P. aeruginosa</i> ของสารประกอบ 1 (หมายเลข 1).....42
ภาพที่ 4.14	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>C. albicans</i> ของสารประกอบ 1 (หมายเลข 1).....42
ภาพที่ 4.15	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>A. niger</i> ของสารประกอบ 1 (หมายเลข 1).....42
ภาพที่ 4.16	ผลึกสารประกอบ 2.....45
ภาพที่ 4.17	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 2 โดยแสดงตำแหน่งอะตอม.....47
ภาพที่ 4.18	การอัดแน่นของโมเลกุลในหนึ่งหน่วยเซลล์ของสารประกอบ 2.....48
ภาพที่ 4.19	พันธะไฮโดรเจนของสารประกอบ 2.....50
ภาพที่ 4.20	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 2.....51
ภาพที่ 4.21	ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 2.....52
ภาพที่ 4.22	ผลึกสารประกอบ 3.....55
ภาพที่ 4.23	รูปร่างผลึกของสารประกอบ $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$55
ภาพที่ 4.24	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 3 โดยแสดงตำแหน่งอะตอม.....57
ภาพที่ 4.25	การอัดแน่นของโมเลกุลในหนึ่งหน่วยเซลล์ของสารประกอบ 3.....59
ภาพที่ 4.26	อันตรกิริยาอย่างอ่อนภายในโมเลกุลของสารประกอบ 3.....61
ภาพที่ 4.27	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 3.....63
ภาพที่ 4.28	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$63
ภาพที่ 4.29	วงล้อสีของการดูดกลืนแสงช่วง UV-Vis.....64
ภาพที่ 4.30	สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 3.....65
ภาพที่ 4.31	การวิเคราะห์ทางความร้อนของสารประกอบ 3.....67
ภาพที่ 5.1	ผลึกสารประกอบ 4.....70
ภาพที่ 5.2	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 4 โดยแสดงตำแหน่งอะตอม.....72
ภาพที่ 5.3	การอัดแน่นของโมเลกุลในหนึ่งหน่วยเซลล์ของสารประกอบ 4.....73

ภาพที่ 5.4	อันตรกิริยาของสารประกอบ 4 ตามแนวระนาบ a (ระนาบ bc).....	75
ภาพที่ 5.5	อันตรกิริยาของสารประกอบ 4 ตามแนวระนาบ c	76
ภาพที่ 5.6	อันตรกิริยาของสารประกอบ 4 ตามแนวระนาบ b	76
ภาพที่ 5.7	อันตรกิริยาของสารประกอบ 4 ตามแนวระนาบ $b+45^\circ$	77
ภาพที่ 5.8	อันตรกิริยาของสารประกอบ 4 ตามแนวระนาบ $b+45^\circ$	77
ภาพที่ 5.9	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 4.....	79
ภาพที่ 5.10	สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 4.....	80
ภาพที่ 5.11	การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักทางความร้อนของสารประกอบ 4.....	82
ภาพที่ 5.12	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>S. aureus</i> ของสารประกอบ 4 (หมายเลข 7).....	83
ภาพที่ 5.13	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>E. coli</i> ของสารประกอบ 4 (หมายเลข 7).....	83
ภาพที่ 5.14	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>P. aeruginosa</i> ของสารประกอบ 4 (หมายเลข 7).....	83
ภาพที่ 5.15	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>C. albicans</i> ของสารประกอบ 4 (หมายเลข 7).....	84
ภาพที่ 5.16	การยับยั้งการเติบโตของเชื้อ <i>A. niger</i> ของสารประกอบ 4 (หมายเลข 7).....	84
ภาพที่ 5.17	ผลึกสารประกอบ 5.....	86
ภาพที่ 5.18	โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ 5 โดยแสดงตำแหน่งอะตอม.....	87
ภาพที่ 5.19	การอัดแน่นของโมเลกุลในหนึ่งหน่วยเซลล์ของสารประกอบ 5.....	88
ภาพที่ 5.20	สารประกอบเชิงซ้อนไดนิวเคลียร์ของสารประกอบ 5.....	90
ภาพที่ 5.21	วงแหวน 12 เหลี่ยมของสารประกอบ 5 (สี่ที่บ).....	91
ภาพที่ 5.22	พอลิเมอร์ 3 มิติของสารประกอบ 5.....	91
ภาพที่ 5.23	น้ำมีส่วนร่วมในการเกิดอันตรกิริยาของสารประกอบ 5.....	92
ภาพที่ 5.24	สเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ 5.....	92
ภาพที่ 5.25	สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบ 5.....	94
ภาพที่ 5.26	การวิเคราะห์ทางความร้อนของสารประกอบ 5.....	95

คำอธิบายสัญลักษณ์คำย่อและคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ml	=	มิลลิลิตร
M	=	โมลต่อลิตร (โมลาร์)
g	=	กรัม
°	=	องศา
°C	=	องศาเซลเซียส
Å	=	อังสตรอม ($\text{Å} = 10^{-10} \text{ m}$)
cm ³	=	ลูกบาศก์เซนติเมตร
cm ⁻¹	=	wave number (เลขคลื่น)
nm	=	นาโนเมตร
mg	=	มิลลิกรัม
g/cm ³	=	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
K	=	เคลวิน
mmol	=	มิลลิโมล
λ	=	ค่าความยาวคลื่น
Abs.	=	Absorbance
HSal	=	Salicylic acid
3,5-DNBA	=	3,5-dinitrobenzoic acid
BA	=	Benzoate
HBA	=	Benzoic acid