

โคลงลิเมอไรเซชันระหว่างสารมาเชื้อราประเภทคลอโรเฟนิลอะคริเลต

กัมเมทิล เมทาคริเลต



นางสาว เน้นจิตร จิตรนาถวิทย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-684-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015847

I 1420๖7๖2

COPOLYMERIZATION OF THE FUNGICIDAL CHLOROPHENYL ACRYLATE  
WITH METHYL METHACRYLATE



Miss Penchit Chitnumsub

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-569-684-6

Thesis Title Copolymerization of the Fungicidal Chlorophenyl  
Acrylate with Methyl Methacrylate  
By Miss Penchit Chitnumsub  
Department Chemistry  
Thesis Advisor Assistant Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.



Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in  
Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

*Thavorn Vajrabhaya* ..... Dean of Graduate School  
(Professor Thavorn Vatcharapai, Ph.D.)

Thesis Committees

*Padet Sidisunthorn* ..... Chairman  
(Professor Padet Sidisunthorn, Ph.D.)

*Suchatra Chinajit* ..... Member  
(Associate Professor Suchatra Chinajit)

*Supon Chotiwan* ..... Member  
(Supon Chotiwan, Ph.D.)

*Supawan Tantayanon* ..... Member  
(Assistant Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

ศูนย์วิทยุโทรคมนาคม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เพื่อจึกร จึกรนำทฤษฎี โคพอลิเมอร์เซชันระหว่างสารฆ่าเชื้อราประเภทคลอโรเฟนิลอะคริเลต  
กับเมทิล เมทาคริเลต (COPOLYMERIZATION OF THE FUNGICIDAL CHLOROPHENYL  
ACRYLATES WITH METHYL METHACRYLATE) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ศ.สุภวรรณ ดันตยานนท์

สารประเภทคลอโรเฟนิลอะคริเลต 4 ชนิดได้แก่ เพนตะคลอโรเฟนิลอะคริเลต (PCPA),  
2,4,5-ไตรคลอโรเฟนิลอะคริเลต (2,4,5-TCPA), 2,4,6-ไตรคลอโรเฟนิลอะคริเลต (2,4,6-TCPA)  
และ 4-คลอโร-3-เมทิลเฟนิลอะคริเลต (4-Cl-3-MPA) เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบคลอโรฟี  
โนลิกแต่ละชนิดและอะคริโลอิลคลอไรด์ ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับ โครงสร้างทางเคมีของสารประเภท  
คลอโรเฟนิลอะคริเลตเหล่านี้สามารถตรวจสอบยืนยันได้ โดยใช้เทคนิคทางไออาร์ และเอ็นเอ็มอาร์สเปก  
โทรสโกปี ต่อมาสารคลอโรเฟนิลอะคริเลตแต่ละตัวถูกนำไปทำปฏิกิริยาโคพอลิเมอร์เซชัน กับเมทิล เมทา  
คริเลต (MMA) ในตัวทำละลายเบนซีนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้แอลฟา, แอลฟา-เอโซบิส  
ไอโซบิวทิลโรโนทริล (AIBN) เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา โดยที่แต่ละปฏิกิริยาจะมีปริมาณของสารคลอโรเฟนิล  
อะคริเลตที่เริ่มต้นหลายค่า ระหว่าง 0.1 - 0.7 โมลแฟรกชัน สำหรับโคพอลิเมอร์ที่มีร้อยละของการ  
เปลี่ยนไปเป็นพอลิเมอร์ค่า การวิเคราะห์หาปริมาณของสารคลอโรเฟนิลอะคริเลตในโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์  
ขึ้น โดยใช้เทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี เปรียบเทียบกับโซโบลิตเมอร์ของคลอโรเฟนิลอะคริเลต  
แต่ละชนิดซึ่งเตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน และสำหรับโคพอลิเมอร์ที่มีร้อยละของการเปลี่ยนไปเป็น  
พอลิเมอร์สูง ได้ทำการศึกษาหาปริมาณของมอนอเมอร์ที่เหลืออยู่ในแต่ละปฏิกิริยาแทนโดยใช้แก๊ส-ลิควิดโคร  
มาโตกราฟี

อัตราส่วนความว่องไวของมอนอเมอร์ของแต่ละโคพอลิเมอร์ คำนวณหาโดยใช้วิธีลิเนียไรเซชัน  
2 วิธี ซึ่งอนุพันธ์โดยไฟน์มาน-รอสส์และเบโย-ลูวิส วิธีแรกพบว่า MMA-PCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ  
 $1.07 \pm 0.04$  และ  $r_2$  เท่ากับ  $0.08 \pm 0.11$ , MMA-2,4,5-TCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ  $0.84 \pm 0.01$   
และ  $r_2$  เท่ากับ  $0.36 \pm 0.05$ , MMA-2,4,6-TCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ  $0.58 \pm 0.01$  และ  $r_2$  เท่า  
กับ  $0.20 \pm 0.05$ , MMA-4-Cl-3-MPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ  $0.67 \pm 0.02$  และ  $r_2$  เท่ากับ  
 $0.33 \pm 0.02$  และอีกวิธีซึ่งอนุพันธ์โดยมาโยและลูวิส พบว่า MMA-PCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ 1.00  
และ  $r_2$  เท่ากับ 0.08, MMA-2,4,5-TCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ 0.92 และ  $r_2$  เท่ากับ 0.42,  
MMA-2,4,6-TCPA มีค่า  $r_1$  เท่ากับ 0.63 และ  $r_2$  เท่ากับ 0.12 และ MMA-4-Cl-3-MPA มีค่า  $r_1$   
เท่ากับ 0.64 และ  $r_2$  เท่ากับ 0.37 ปรากฏว่าค่าอัตราส่วนความว่องไวของมอนอเมอร์ที่คำนวณจากทั้ง  
สองวิธีนั้นสอดคล้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... เคมี  
สาขาวิชา ..... เคมีอินทรีย์  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... วิชาเคมี  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ผศ.ศ.สุภวรรณ

PENCHIT CHITNUMSUB : COPOLYMERIZATION OF THE FUNGICIDAL  
CHLOROPHENYL ACRYLATES WITH METHYL METHACRYLATE. THESIS  
ADVISOR : ASST.PROF. SUPAWAN TANTAYANON, Ph.D.

The four chlorophenyl acrylates, i.e., pentachlorophenyl acrylate (PCPA), 2,4,5-trichlorophenyl acrylate (2,4,5-TCPA), 2,4,6-trichlorophenyl acrylate (2,4,6-TCPA), and 4-chloro-3-methylphenyl acrylate (4-Cl-3-MPA) were synthesized in reasonable yield. The identification of these compounds were performed by the IR and NMR spectroscopy. Each of these chlorophenyl acrylates was copolymerized with methyl methacrylate (MMA), in benzene at 50°C initiated by  $\alpha, \alpha'$ -azobisisobutyronitrile (AIBN). For each chlorophenyl acrylate, various monomer feeding ratios, usually from 0.1 to 0.7 mole fraction of the chlorophenyl acrylate, were used. For low conversion, the copolymer composition of each copolymer was then determined by UV-Visible spectroscopy using the corresponding fungicidal homo-polymer as a standard. For high conversion, the residual monomer in each reaction was, instead, monitored by gas-liquid chromatography.

Finally, the monomer reactivity ratios of each copolymer were determined by using two methods; Fineman-Ross and Mayo-Lewis method. The first method gave  $r_1 = 1.07 \pm 0.04$ ,  $r_2 = 0.08 \pm 0.11$  for MMA-PCPA;  $r_1 = 0.84 \pm 0.01$ ,  $r_2 = 0.36 \pm 0.05$  for MMA-2,4,5-TCPA;  $r_1 = 0.58 \pm 0.01$ ,  $r_2 = 0.20 \pm 0.05$  for MMA-2,4,6-TCPA;  $r_1 = 0.67 \pm 0.02$ ,  $r_2 = 0.33 \pm 0.02$  for MMA-4-Cl-3-MPA. Mayo-Lewis method yielded  $r_1 = 1.00$ ,  $r_2 = 0.08$  for MMA-PCPA;  $r_1 = 0.92$ ,  $r_2 = 0.42$  for MMA-2,4,5-TCPA;  $r_1 = 0.63$ ,  $r_2 = 0.12$  for MMA-2,4,6-TCPA and  $r_1 = 0.64$ ,  $r_2 = 0.37$  for MMA-4-Cl-3-MPA. The monomer reactivity ratios, as determined by both methods, are in reasonable agreement.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... เคมี  
สาขาวิชา ..... เคมีอินทรีย์  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... วัฒนวิทย์ จิตต์อนันต์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ศิวานันท์ ตันตยานนท์



### ACKNOWLEDGEMENT

This thesis was made possible with the assistance of several individuals. To all of them, the author wishes to express her profound gratitude and appreciation for their kind assistance. The author is especially indebted to her advisor, Assistant Professor Dr. Supawan Tantayanon, who counselled and guided her in this research, and who carefully and painstakingly edited the thesis; and to Dr. Supon Chotiwan who guides the author during the early part of this thesis work.

Special thanks is also due to the deepwell operators at the Scientific and Technological Research Equipment Center (STREC), Chulalongkorn University, who willingly offered assistance and to the author's friends who in one way or another contributed encouragement and assistance during the experimental phase of this thesis. She wishes to thank the thesis committees for their comments and valuable suggestions.

Finally, the author wishes to thank Graduate School, Chulalongkorn University for financial support in part for this thesis and Department of Chemistry for providing the laboratory, chemicals and equipments.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



CONTENTS

	Pages
ABSTRACT IN THAI .....	iv
ABSTRACT IN ENGLISH .....	v
ACKNOWLEDGEMENT .....	vii
LIST OF TABLES .....	viii
LIST OF FIGURES .....	xii
LIST OF SCHEMES .....	xv
CHAPTER	
I INTRODUCTION .....	1
1.1 Copolymerization .....	1
1.2 Monomer Reactivity Ratio .....	2
1.3 A Controlled Release Fungicide Concept .....	4
1.4 Background on Polymer-Bound Fungicide .....	6
II EXPERIMENTALS .....	11
2.1 Chemicals and Instruments .....	11
2.2 Syntheses of the Chlorophenyl Acrylate Monomers ....	12
2.2.1 General Procedure .....	12
2.2.1.1 Pentachlorophenyl Acrylate (PCPA) ...	12
2.2.1.2 2,4,5-Trichlorophenyl Acrylate (2,4,5-TCPA) .....	13
2.2.1.3 2,4,6-Trichlorophenyl Acrylate (2,4,6-TCPA) .....	14
2.2.1.4 4-Chloro-3-Methylphenyl Acrylate (4-Cl-3-MPA) .....	14

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Pages
2.3 Homopolymerization of the Chlorophenyl Acrylate Monomers .....	15
2.4 Copolymerization of the Chlorophenyl Acrylate Monomer and Methyl Methacrylate .....	16
2.4.1 Low-Conversion Copolymerization .....	16
2.4.2 High-Conversion Copolymerization .....	22
2.5 Determination of Copolymer Composition by UV-Visible spectroscopy .....	22
2.6 Determination of Monomer Feed Composition by Gas- Liquid Chromatography .....	31
<b>III RESULTS AND DISCUSSION .....</b>	<b>39</b>
3.1 Synthesis of the Chlorophenyl Acrylates .....	39
3.2 Structural Identification of the Synthesized Chloro- phenyl Acrylates .....	41
3.3 Homopolymerization of the Chlorophenyl Acrylate Monomer .....	42
3.4 Copolymerization of the Chlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	45
3.4.1 Low-Conversion Copolymerization .....	45
3.4.2 High-Conversion Copolymerization .....	53
3.5 Determination of Copolymer Composition .....	53
3.5.1 Pentachlorophenyl Acrylate in Methyl Metha- crylate-Pentachlorophenyl Acrylate Copolymer	55
3.5.2 The Other Chlorophenyl Acrylate in the Corresponding Copolymer .....	56



	Pages
3.6 Determination of Monomer Feed Composition .....	65
3.6.1 The Chlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	67
3.7 Evaluation of Monomer Reactivity Ratios of the Chlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	74
3.7.1 The Fineman-Ross Method .....	74
3.7.1.1 Pentachlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	74
3.7.1.2 2,4,5-Trichlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	76
3.7.1.3 2,4,6-Trichlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	77
3.7.1.4 4-Chloro-3-Methylphenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	78
3.7.2 The Mayo-Lewis Method .....	95
3.7.2.1 Pentachlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	95
3.7.2.2 2,4,5-Trichlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	96
3.7.2.3 2,4,6-Trichlorophenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	96
3.7.2.4 4-Chloro-3-Methylphenyl Acrylate and Methyl Methacrylate .....	97
IV CONCLUSION .....	106

ศูนย์วิทยุโทรพักร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Pages
REFERENCES .....	108
APPENDIX I .....	114
APPENDIX II .....	117
APPENDIX III .....	120
VITA .....	124



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF TABLES

Table	pages
2.1 Homopolymerization data of the chlorophenyl acrylates	16
2.2 Data of copolymerization of pentachlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .....	18
2.3 Data of copolymerization of 2,4,5-trichlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .....	19
2.4 Data of copolymerization of 2,4,6-trichlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .....	20
2.5 Data of copolymerization of 4-chloro-3-methylphenyl acrylate and methyl methacrylate .....	21
2.6 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of PCPA .....	23
2.7 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (PCPA-co-MMA) .....	24
2.8 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (2,4,5-TCPA) .....	25
2.9 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (2,4,5-TCPA-co-MMA) .....	26
2.10 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (2,4,6-TPCA) .....	27
2.11 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (2,4,6-TCPA-co-MMA) .....	28
2.12 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (4-Cl-3-MPA) .....	29

Table	pages
2.13 Relationship between concentration and ultraviolet absorption of poly (4-Cl-3-MPA-co-MMA) .....	30
2.14 Relationship between concentration and peak area of the standard pentachlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .	32
2.15 Relationship between concentration and peak area of the standard 2,4,5-trichlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .....	33
2.16 Relationship between concentration and peak area of the standard 2,4,6-trichlorophenyl acrylate and methyl methacrylate .....	34
2.17 Relationship between concentration and peak area of the standard 4-chloro-3-methylphenyl acrylate and methyl methacrylate ....	35
2.18 GLC analytical datas of the copolymerization of MMA with PCPA	36
2.19 GLC analytical datas of the copolymerization of MMA with 2,4,5-TCPA .....	37
2.20 GLC analytical datas of the copolymerization of MMA with 2,4,6-TPCA .....	38
2.21 GLC analytical datas of the copolymerization of MMA with 4-Cl-3-MPA .....	38
3.1 The chlorophenyl acrylates .....	40
3.2 The incorporation of the PCPA monomer into the MMA-PCPA copolymer .....	61
3.3 The incorporation of the 2,4,5-TCPA monomer into the MMA-2,4,5-TCPA copolymer .....	62
3.4 The incorporation of the 2,4,6-TCPA monomer into the MMA-2.4.6-TCPA copolymer .....	63

3.5	The incorporation of the 4-Cl-3-MPA monomer into the MMA-4-Cl-3-MPA copolymer .....	64
3.6	Retention time .....	66
3.7	Monomer feed compositions of the copolymerization of methyl methacrylate ( $M_1$ ) and pentachlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) .....	70
3.8	Monomer feed compositions of the copolymerization of methyl methacrylate ( $M_1$ ) and 2,4,5-trichlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) ..	71
3.9	Monomer feed compositions of the copolymerization of methyl methacrylate ( $M_1$ ) and 2,4,6-trichlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) ..	72
3.10	Monomer feed compositions of the copolymerization of methyl methacrylate ( $M_1$ ) and 4-chloro-3-methylphenyl acrylate ( $M_2$ )..	73
3.11	Variables for the evaluation of the reactivity ratios of the MMA-PCPA copolymer by the Fineman-Ross Method .....	79
3.12	Low-conversion copolymerization of pentachlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) and methyl methacrylate ( $M_1$ ) .....	81
3.13	Variables for the evaluation of the reactivity ratios of the MMA-2,4,5-TCPA copolymer by the Fineman-Ross Method .....	83
3.14	Low-conversion copolymerization of 2,4,5-trichlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) and methyl methacrylate ( $M_1$ ) .....	85
3.15	Variables for the evaluation of the reactivity ratios of the MMA-2,4,6-TCPA copolymer by the Fineman-Ross Method .....	87
3.16	Low-conversion copolymerization of 2,4,6-trichlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) and methyl methacrylate ( $M_1$ ) .....	89
3.17	Variables for the evaluation of the reactivity ratios of the MMA-4-Cl-3-MPA copolymer by the Fineman-Ross Method .....	91

Table	pages
3.18 Low-conversion copolymerization of 4-chloro-3-methylphenyl acrylate ( $M_2$ ) and methyl methacrylate ( $M_1$ ) .....	93
3.19 Linear equation of Mayo-Lewis plot from the copolymerization of MMA ( $M_1$ ) and PCPA ( $M_2$ ) .....	98
3.20 Linear equation of Mayo-Lewis plot from the copolymerization of MMA ( $M_1$ ) and 2,4,5-TCPA ( $M_2$ ) .....	101
3.21 Linear equation of Mayo-Lewis plot from the copolymerization of MMA ( $M_1$ ) and 2,4,6-TCPA ( $M_2$ ) .....	102
3.22 Linear equation of Mayo-Lewis plot from the copolymerization of MMA ( $M_1$ ) and 4-Cl-3-MPA ( $M_2$ ) .....	104
4.1 Monomer reactivity ratios of methyl methacrylate ( $M_1$ ) and the chlorophenyl acrylate ( $M_2$ ) .....	107



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF FIGURES

Figure	pages
1.1 Controlled release by chemical attachment .....	7
1.2 Rate of loss of free fungicide and controlled release fungicide .....	7
1.3 Comparison of level and duration of effectiveness of conventional and controlled release fungicide .....	8
2.1 Concentration-absorption profile of PCPA .....	23
2.2 Concentration-absorption profile of poly (2,4,5-TCPA) .....	25
2.3 Concentration-absorption profile of poly (2,4,6-TCPA) .....	27
2.4 Concentration-absorption profile of poly (4-C1-3-MPA) .....	29
2.5 Concentration-area profile of MMA and PCPA .....	32
2.6 Concentration-area profile of MMA and 2,4,5-TCPA .....	33
2.7 Concentration-area profile of MMA and 2,4,6-TCPA .....	34
2.8 Concentration-area profile of MMA and 4-C1-3-MPA .....	35
3.1 IR spectrum of poly (PCPA) .....	43
3.2 IR spectrum of poly (2,4,5-TCPA) .....	43
3.3 IR spectrum of poly (2,4,6-TCPA) .....	44
3.4 IR spectrum of poly (4-C1-3-MPA) .....	44
3.5 IR spectrum of poly (PCPA-co-MMA) PC-1-I .....	48
3.6 IR spectrum of poly (PCPA-co-MMA) PC-1-V .....	48
3.7 IR spectrum of poly (2,4,5-TCPA-co-MMA) TC-1-IV .....	49
3.8 IR spectrum of poly (2,4,5-TCPA-co-MMA) TC-1-VI .....	49
3.9 IR spectrum of poly (2,4,6-TCPA-co-MMA) TP-1-V .....	50
3.10 IR spectrum of poly (2,4,6-TCPA-co-MMA) TP-1-VII .....	50

Figure	pages
3.11 IR spectrum of poly (4-C1-3-MPA-co-MMA) CM-1-II .....	51
3.12 IR spectrum of poly (4-C1-3-MPA-co-MMA) CM-1-V .....	51
3.13 IR spectrum of poly (MMA) .....	52
3.14 UV spectra of PCPA and poly (PCPA-co-MMA) .....	57
3.15 UV spectra of poly (2,4,5-TCPA) and poly (2,4,5-TCPA-co-MMA) .....	58
3.16 UV spectra of poly (2,4,6-TCPA) and poly (2,4,6-TCPA-co-MMA) .....	59
3.17 UV spectra of poly (4-C1-3-MPA) and poly (4-C1-3-MPA-co-MMA) .....	60
3.18 Chromatogram of PCPA and MMA mixture .....	68
3.19 Chromatogram of 2,4,5-TCPA and MMA mixture .....	68
3.20 Chromatogram of 2,4,6-TCPA and MMA mixture .....	69
3.21 Chromatogram of 4-C1-3-MPA and MMA mixture .....	69
3.22 Fineman-Ross plot: $f^2/F$ versus $f(F-1)/F$ of the MMA-PCPA copolymer .....	80
3.23 Copolymer composition curve for the copolymerization of MMA and PCPA in benzene at 50° C .....	82
3.24 Fineman-Ross plot: $f^2/F$ versus $f(F-1)/F$ of the MMA-2,4,5- TCPA copolymer .....	84
3.25 Copolymer composition curve for the copolymerization of MMA and 2,4,5-TCPA in benzene at 50° C .....	86
3.26 Fineman-Ross plot: $f^2/F$ versus $f(F-1)/F$ of the MMA-2,4,6- TCPA copolymer .....	88
3.27 Copolymer composition curve for the copolymerization of MMA and 2,4,6-TCPA in benzene at 50° C .....	90
3.28 Fineman-Ross plot: $f^2/F$ versus $f(F-1)/F$ of the MMA-4-C1-3- MPA copolymer .....	92



Figure	pages
3.29 Copolymer composition curve for the copolymerization of MMA and 4-Cl-3-MPA in benzene at 50° C .....	94
3.30 Mayo-Lewis plot: high-conversion data for MMA-PCPA copolymers	99
3.31 Mayo-Lewis plot: high-conversion data for MMA-2,4,5-TCPA copolymers .....	101
3.32 Mayo-Lewis plot: high-conversion data for MMA-2,4,6-TCPA copolymers .....	103
3.33 Mayo-Lewis plot: high-conversion data for MMA-4-Cl-3-MPA copolymers .....	105



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF SCHEMES

Schemes	pages
1.1 A polymer releasing fungicide on attack by fungi .....	8
3.1 Reaction of the chlorophenyl acrylate with acryloyl chloride	39
3.3 Copolymerization between methyl methacrylate and the chloro-phenyl acrylate monomer .....	45



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย