การสังเคราะห์สารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ เพื่อใช้เป็นสารฆ่ารา

นายสุรัตน์ ปราชญากุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-579-775-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16944513

SYNTHESIS OF ORGANOTIN SULFATE ESTER COMPOUNDS AS FUNGICIDE

Mr.Surat Prachyakul

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University

1991

ISBN 974-579-775-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสังเคราะห์สารประกอบออร์แกนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ เพื่อใช้เป็นสารฆ่ารา

โดย นายสุรัตน์ ปราชญากุล

สาขาวิชา เคมีอินทรีย์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิสกณ เริงสาราญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทีกผล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสกณ เริงสาราญ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ปรีชา รงวิวัฒน์ชัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุรัตน์ ปราชญากุล : การสังเคราะห์สารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ เพื่อใช้เป็นสารฆ่ารา (SYNTHESIS OF ORGANOTIN SULFATE ESTER COMPOUNDS AS FUNGICIDE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ไสภณ เริงสำราญ, 101 หน้า.
ISBN 974-579-775-8

ได้ทำการสังเคราะห์สารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ ได้แก่ ไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต, ไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต และไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ขึ้น จากปฏิกริยาแทนที่ของ 1-โดเดคานอล, 1-เฮกซะเดคานอล และ 1-ออกตะเดคานอล กับกรดคลอโรซัลโฟนิก จะได้ผลิตภัณฑ์แอลคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟตของสารประกอบแอลคานอลเหล่านี้ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์แอลคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต ไปทำปฏิกริยากับ บิส-(ไตรบิวทิลทิน)ออกไซด์ ในสภาวะที่เหมาะสม จะได้รับสารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ ดังกล่าวข้างต้น

นอกจากนั้นยังได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อราของสารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์เหล่านี้ ซึ่งพบว่า สารประกอบทั้ง 3 ชนิด สามารถฆ่าเชื้อรา Trichoderma sp., Penicillium sp., Syncephalustums sp. และ Aspergillus sp. ได้ ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อราของสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราและความเข้มข้นของสารประกอบออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ที่ใช้นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา เคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เคมีอินทรีย์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เป็นบทคัดย่อ

SURAT PRARCHYAKUL : SYNTHESIS OF ORGANOTIN SULFATE ESTER COMPOUNDS AS FUNGICIDE. THESIS ADVISER : ASSO. PROF.SOPHON ROENGSAMRAN,Ph.D 101 PP. ISBN 974-579-775-8

Organotin sulfate ester compounds such as tributyltin dodecyl sulfate, tributyltin hexadecyl sulfate and tributyltin octadecyl sulfate were synthesized from nucleophilic substitution reaction of 1-dodecanol, 1-hexadecanol and 1-octadecanol with chlorosulfonic acid to give alkyl hydrogen sulfate products of these alcanol compounds respectively. The alkyl hydrogen sulfate products were treated with bis-(tributyltin)oxide in the suitable condition to give the above said organotin sulfate ester compounds.

These organotin sulfate ester compounds were also tested on fungicidal activity. The compounds exhibit killing Trichoderma sp., Penicillium sp., Syncephalustum sp. and Aspergillus sp. The fungicidal activity of each compound depends upon type of fungus and concentration of the organotin sulfate ester compounds.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา เคมี

สาขาวิชา เคมีอินทรีย์

ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ เริงสำราญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด และได้รับความช่วยเหลือ แนะนำบางส่วนจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม และ อาจารย์ ดร.ปรีชา รังวิวัฒน์ชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ในโครงการวิจัยดีบุกอินทรีย์ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณคณาจารย์ดังกล่าวเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ พันเอก ดร.วีระ พลวัฒน์ แห่งศูนย์วิจัยและพัฒนาการทหาร ซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชาที่ให้ความกรุณาสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์

และขอขอบคุณอาจารย์, เพื่อนและน้องนิสิตปริญญาโท, ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนบุคลากรในภาควิชาเคมีทุกท่านที่ให้กำลังใจ ความร่วมมือและความช่วยเหลือ จนการวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

รายการตารางประกอบ ..... ง

รายการรูปประกอบ ..... จ

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำและทฤษฎี 1

1.1 ประเภทของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ 2

1.2 โครงสร้างและคุณสมบัติของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ 6

1.3 ประโยชน์ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ 9

1.4 ความเป็นพิษของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ 12

1.5 ปฏิกริยาเติมหมู่ซัลเฟต 16

1.6 ปฏิกริยาเคมีของพันธะระหว่างดีบุก-ออกซิเจน 20

2 อุปกรณ์และการทดลอง 25

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 25

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 26

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 26

2.4 วิธีการทดลอง 27

2.4.1 สังเคราะห์สารประกอบแอลคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต จากปฏิกริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับกรดคลอโรซัลโฟนิก 27

2.4.1.1 สังเคราะห์โดเดคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต 29

2.4.1.2 สังเคราะห์เฮกซะเดคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต .. 30

หน้า

บทที่

2 2.4.1.3 สังเคราะห์ออกตะเดคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต ... 31

2.4.2 สังเคราะห์สารประกอบไตรออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ จากปฏิกริยาระหว่างสารประกอบแอลคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต กับบิส-(ไตรบิวทิลทิน) ออกไซด์ 33

2.4.2.1 สังเคราะห์ไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต 34

2.4.2.2 สังเคราะห์ไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต .. 34

2.4.2.3 สังเคราะห์ไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต .. 35

3 วิเคราะห์ผลการทดลอง 36

3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยอินฟราเรด สเปกโตรสโคปี 36

3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย เอ็นเอ็มอาร์ 41

3.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย แมส สเปกโตรสโคปี 46

3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย อะตอมมิก แอบซอร์บชั่น 49

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย เอ็กซ-เรย์ ฟลูออเรสเซนต์ 49

3.6 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลอง 50

3.7 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อรา 52

3.7.1 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง 52

3.7.2 การทดสอบการฆ่าเชื้อราของสารละลายตัวอย่าง 53

3.7.3 ผลการทดสอบการฆ่าเชื้อรา 53

4 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ 56

เอกสารอ้างอิง 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ภาคผนวก

รูปที่ 3.1 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 67

รูปที่ 3.2 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 68

รูปที่ 3.3 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 69

รูปที่ 3.4 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 70

รูปที่ 3.5 แสดงส่วนขยายเคมิคัลชิพท์ ช่วง δ = 0.6 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.4 71

รูปที่ 3.6 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 72

รูปที่ 3.7 แสดงส่วนขยายเคมิคัล ชิพท์ ช่วง δ = 0.6 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.6 73

รูปที่ 3.8 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 74

รูปที่ 3.9 แสดงส่วนขยายเคมิคัล ชิพท์ ช่วง δ = 0.2 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.8 75

รูปที่ 3.10 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 76

รูปที่ 3.11 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 77

รูปที่ 3.12 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

รูปที่ 3.13 แสดงการแบ่งแยกระหว่างหมู่เมทิลกับหมู่เมทิลีนของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 79

รูปที่ 3.14 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 80

รูปที่ 3.15 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 81

รูปที่ 3.16 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 82

รูปที่ 3.17 แสดงข้อมูลของอะตอมมิก แอบซอร์บชั่นของไตรบิวทิลทิน แอลคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 - 2.4.2.3 83

รูปที่ 3.18 แสดงเอ็กซ-เรย์ ฟลูออเรสเซนต์ของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 84

รูปที่ 3.19 แสดงเอ็กซ-เรย์ ฟลูออเรสเซนต์ของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 85

รูปที่ 3.20 แสดงเอ็กซ-เรย์ ฟลูออเรสเซนต์ของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 86

ประวัติผู้เขียน 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 1.1	แสดงการใช้สารประกอบดีบุกอินทรีย์ในอุตสาหกรรม	10
ตารางที่ 1.2	แสดงความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตของสารประกอบไตรออร์แกนทินที่มีหมู่อินทรีย์ต่าง ๆ กัน	13
ตารางที่ 1.3	แสดงการใช้งานในด้านฆ่าชีวภาพของสารประกอบไตรออร์แกนทิน	14
ตารางที่ 3.1	แสดงข้อมูลการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1	37
ตารางที่ 3.2	แสดงข้อมูลการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2	38
ตารางที่ 3.3	แสดงข้อมูลการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3	40
ตารางที่ 3.4	แสดงข้อมูลของคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของสารประกอบไตรออร์แกนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1-2.4.2.3	45
ตารางที่ 3.5	แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างโดยเครื่องมือต่าง ๆ ของไตรบิวทิล โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1	50
ตารางที่ 3.6	แสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อราของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต	54
ตารางที่ 3.7	แสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อราของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต	54
ตารางที่ 3.8	แสดงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อราของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต	54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณต่ำสุดของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ในระบบยับยั้ง
การงอกของสปอร์ ที่ให้ผลยับยั้งการงอกของสปอร์แบบชั่วคราว.... 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างของสารประกอบออร์แกโนทินที่มีหมู่อินทรีย์เกาะที่ดีบุก 4 หมู่ แบบ เททระฮีดรอล (sp^3) 7

รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้าง ไตรโกนอล ไบพีรามิด, ไดเมอร์ และพอลิเมอร์ของสารประกอบออร์แกโนทินที่ดีบุกเกาะกับหมู่ที่มีสภาพไฟฟ้าลบมากกว่า 7

รูปที่ 1.3 แสดงแผนภูมิการแตกสลายของสารประกอบไตรออร์แกโนทิน 15

รูปที่ 1.4 แสดงโครงสร้างเรโซแนนซ์ของสารประกอบแอลคิล ซัลเฟต เอสเทอร์ 16

รูปที่ 2.1 แสดงการจัดเครื่องมือสังเคราะห์สารประกอบแอลคิล ไฮโดรเจน ซัลเฟต 28

รูปที่ 2.2 แสดงการจัดเครื่องมือสังเคราะห์สารประกอบไตรออร์แกโนทิน ซัลเฟต เอสเทอร์ 33

รูปที่ 3.1 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 67

รูปที่ 3.2 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 68

รูปที่ 3.3 แสดงอินฟราเรด สเปกตรัมของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 69

รูปที่ 3.4 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 70

รูปที่ 3.5 แสดงส่วนขยายเดมิคัล ชิพท์ ช่วง δ = 0.6 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.4 71

หน้า

รูปที่ 3.6 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 72

รูปที่ 3.7 แสดงส่วนขยายเคมิคัล ชิพท์ ช่วง δ = 0.6 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.6 73

รูปที่ 3.8 แสดงโปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 74

รูปที่ 3.9 แสดงส่วนขยายเคมิคัล ชิพท์ ช่วง δ = 0.2 - 2.2 PPM ของรูปที่ 3.8 75

รูปที่ 3.10 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 76

รูปที่ 3.11 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 77

รูปที่ 3.12 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์ ของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 78

รูปที่ 3.13 แสดงการแบ่งแยกระหว่างหมู่เมทิลกับหมู่เมทิลีนของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 79

รูปที่ 3.14 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน โดเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 80

รูปที่ 3.15 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน เฮกซะเดคิล ซัลฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.2 81

รูปที่ 3.16 แสดงแมสสเปกตราของไตรบิวทิลทิน ออกตะเดคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.3 82

รูปที่ 3.17 แสดงข้อมูลของอะตอมมิก แอปซอร์ปชั่นของไตรบิวทิลทิน แอลคิล ซัลเฟต ซึ่งได้จากหัวข้อ 2.4.2.1 - 2.4.2.3 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

^{o}ซ	=	องศาเซลเซียส
พี.วี.ซี.	=	โพลีไวนิลคลอไรด์ หรือ พี.วี.ซี.
Me	=	หมู่เมทิล
Et	=	หมู่เอทิล
Bu	=	หมู่บิวทิล
Bu^{t}	=	หมู่บิวทิลตติยภูมิ
Ph	=	หมู่เฟนิล
nm	=	นาโนเมตร
มล.	=	มิลลิลิตร
%	=	เปอร์เซนต์
ซม$^{-1}$	=	ต่อเซนติเมตร (อินฟราเรด สเปกโตรสโคปี)
PPM	=	หน่วยเคมิคัลชิพท์ของเอ็นเอ็มอาร์
δ	=	ตำแหน่งของเคมิคัล ชิพท์ (เอ็นเอ็มอาร์)
ppM	=	ส่วนในล้านส่วน (ความเข้มข้น)
m/e	=	มวลต่อประจุ (แมส สเปกโตรสโคปี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY