

การสังเคราะห์สารประกอบคีบูกอินทรีย์ที่มีหมู่อะมิโนอัลคิล



นาย วทัญญู เทียนทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-583-554-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019573

1171A5855

SYNTHESIS OF ORGANOTIN COMPOUNDS CONTAINING AMINOALKYL GROUPS



Mr. Wathanyu Thianthong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University


1993

ISBN 974-583-554-4

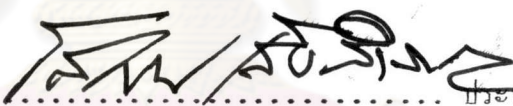
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสังเคราะห์สารประกอบตึ่บุกอินทรีย์ที่มีหมู่อะมิโนอัลคิล
โดย นายวศัญญา เทียนทอง
ภาควิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ออมร เพชรส่ม




บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วิษกรชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เรืองสำราญ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ออมร เพชรส่ม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เพ็งปรีชา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ปรีชา โง้ววัฒนชัย)

วัตถุประสงค์ : การสังเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่อะมิโนอัลคิล

(SYNTHESIS OF ORGANOTIN COMPOUNDS CONTAINING AMINOALKYL GROUPS)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. อมร เพชรสม, 185 หน้า, ISBN 974-583-554-4

ได้ทำการสังเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่อะมิโนอัลคิลที่เป็นอนุพันธ์ของ เอส-ไดเรอซอิน คือ $Bu_3SnCH_2CH_2CH_2NH-\begin{matrix} N-C1 \\ / \quad \backslash \\ N \quad N \\ \backslash \quad / \\ N-C1 \end{matrix}$ (I) $Bu_2Sn(CH_2CH_2CH_2NH-\begin{matrix} N-C1 \\ / \quad \backslash \\ N \quad N \\ \backslash \quad / \\ N-C1 \end{matrix})_2$ (II) จากการวิจัยนี้ โดยทำการสังเคราะห์ผ่านสารประกอบต่าง ๆ หลายขั้นตอนดังนี้ เริ่มต้นจากการรีดิวซ์ บิส-(ไดเรอซอิน)ออกไซด์ และไดเรอซอินออกไซด์ ด้วยโพสิ (เมธิลไฮดรอกซิลออกเซน) ได้ ไดเรอซอินไฮไดรด์ และ ไดเรอซอินไฮไดรด์ ตามลำดับ นำสารประกอบนี้ไปทำปฏิกิริยาไฮไดรอสแตนเนชัน กับ แอโครโลไนไตรล ได้สารประกอบ 3-(ไดเรอซอินสแตนนิล)ไพโรไฟโอไนไตรล และ สารประกอบ 3,3'-(ไดเรอซอินสแตนนิล)ไดไพโรไฟโอไนไตรล ตามลำดับ จากนั้นทำการรีดิวซ์ไพโรไฟโอไนไตรล ด้วย $LiAlH_4$ ได้สารประกอบแอมีน นำมาทำปฏิกิริยากับไซยานูริกคลอไรด์ จะได้ผลิตภัณฑ์เป็น (I) และ (II) ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์สารประกอบ 3-(ไดเรอซอินสแตนนิล)ไพโรฟานามิด, ไดเรอซอิน(2-เอออกซีเอธิล)สแตนเนน, ไดเรอซอิน(2-บิวทอกซีเอธิล)สแตนเนน และ ไดเรอซอิน[3-(ออกซีรานิลเมธอกซี)ไพโรฟิด]สแตนเนน จากปฏิกิริยาไฮไดรอสแตนเนชันของไดเรอซอินไฮไดรด์ กับแอโครแลมิด, ไวนิลเอธิลอีเธอร์, ไวนิลบิวทิลอีเธอร์ และ แอลลิลไกลซิดีลอีเธอร์ ตามลำดับ และทำปฏิกิริยาไฮไดรอสแตนเนชันของไดเรอซอินไฮไดรด์ กับแอลลิลไกลซิดีลอีเธอร์ ได้สารประกอบ ไดเรอซอินบิส[3-(ออกซีรานิลเมธอกซี)ไพโรฟิด]สแตนเนน ทำการเปิดวงอีพอกไซด์ของสารประกอบทั้งสอง ด้วยเอธิลีนไดเอมีน จะได้สารประกอบ $Bu_3SnCH_2CH_2CH_2OCH_2CH(OH)CH_2NHCH_2CH_2NH_2$ กับ สารประกอบ $Bu_2Sn(CH_2CH_2CH_2OCH_2CH(OH)CH_2NHCH_2CH_2NH_2)_2$ ตามลำดับ การพิสูจน์โครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน อาศัยวิธีทางสเปกโตรสโกปี ได้แก่ อินฟราเรด, นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ และ แมสสเปกโตรเมตรี



ภาควิชา เคมี
สาขาวิชา เคมีอินทรีย์
ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต *[Signature]*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *[Signature]*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C225235 : MAJOR ORGANIC CHEMISTRY

KEY WORD: ORGANOTIN COMPOUND / HYDROSTANNATION / AMINOALKYL TIN / CYANOALKYL TIN
WATHANYU THIANHONG : SYNTHESIS OF ORGANOTIN COMPOUNDS CONTAINING
AMINOALKYL GROUPS. THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. AMORN PETSOM, Ph.D.
185 pp. ISBN 974-583-554-4

In this research work, the organotin compounds containing aminoalkyl groups as s-triazine derivatives, for example, $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\begin{matrix} \text{N} \\ \text{C} \\ \text{N} \\ \text{C} \\ \text{N} \end{matrix}$ (I) and $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\begin{matrix} \text{N} \\ \text{C} \\ \text{N} \\ \text{C} \\ \text{N} \end{matrix})_2$ (II) were synthesized through several steps. First tributyltin hydride and dibutyltin hydride were prepared from the reduction of bis-(tributyltin oxide and dibutyltin oxide with poly(methylhydrosiloxane). Hydrostannation of tributyltin hydride and dibutyltin hydride with acrylonitrile gave cyanotin products which were converted to amine by reduction with LiAlH_4 . The amine products were treated with cyanuric chloride to yield (I) and (II) respectively. Moreover, 3-(tributylstannyl)propanamide, tributyl(2-ethoxyethyl)stannane and tributyl(2-butoxyethyl)stannane and tributyl[3-(oxiranylmethoxy)propyl]stannane were prepared from hydrostannation of tributyltin hydride with acrylamide, vinyl ethyl ether, vinyl butyl ether and allyl glycidyl ether, respectively. Reaction of dibutyltin hydride with allyl glycidyl ether yielded tributylbis[3-(oxiranylmethoxy)propyl]stannane. Opening of epoxide ring by treatment with ethylene diamine gave $\text{Bu}_3\text{Sn}(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ and $\text{Bu}_2\text{Sn}[(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2]_2$ respectively. The identity of all synthesized compounds from each step were identified by using infrared, nuclear magnetic resonance and mass spectrometry.



ภาควิชา.....เคมี.....

สาขาวิชา.....เคมีอินทรีย์.....

ปีการศึกษา..... 2536.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *[Signature]*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *[Signature]*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ภิสมณ เรืองสีราญ
ตลอดจนคณาจารย์ผู้ร่วมโครงการวิจัย สารประกอบดีบุกอินทรีย์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ
คำปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในด้านวิชาการ สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการ
ทดลอง ตลอดจนวิธีและขั้นตอนในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ ทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนผ่านทางสถาบันวิจัยโลหะ
และวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความสะดวกและ
ความร่วมมือในการวิเคราะห์สารตัวอย่างในการวิจัยนี้ นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อนนิสิต
ปริญญาตรีรวมทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้องที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

ผู้เขียนขอรำลึกถึงความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวนามมาข้างต้น รวมทั้งบิดา มารดา
ที่ให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ
ที่นี้ด้วย

วทันัญญ์ เทียนทอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ท
สารบัญแผนภาพ	ด
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ถ

บทที่

1. บทนำ

1.1 สาเหตุและที่มา	1
1.1.1 ปัญหาราคาดีบุกตกต่ำ	1
1.1.2 โรคติดเชื้อทริพาโนโซมและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรักษา	5
1.1.3 ปัญหาของการนำสารประกอบดีบุกมาทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ ทริพาโนโซม	12
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	15
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	16

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลต่างๆของดีบุก	17
2.2 สารประกอบดีบุกอินทรีย์	18
2.2.1 สารประกอบดีบุกอินทรีย์ไฮไดรด์ (hydride)	24
2.2.2 ปฏิกริยาไฮโดรสแตนเนชัน	27
2.2.3 สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ amino	29

2.3	ปฏิกิริยาของ epoxy ether กับ amine	31
2.5	ปฏิกิริยาของ amine กับ Cyanuric Chloride	32
3.	การทดลองและผลการทดลอง	
3.1	เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	37
3.1.1	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	37
3.1.2	สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	38
3.2	เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง	39
3.3	วิธีการเตรียมสาร	39
3.3.1	การเตรียมสารประกอบดีบุกไฮไดรด์	39
3.3.2	ไฮไดรด์แทนเนชันของอัลคีน กับสารประกอบดีบุก hydride	44
3.3.3	การเตรียมสารประกอบดีบุกอินทรีย์ amino โดยการรีดิวซ์ ดีบุกอินทรีย์ nitrile ด้วย LiAlH_4	51
3.3.4	ปฏิกิริยาของหมู่ amino ในสารประกอบดีบุกอินทรีย์ กับ cyanuric chloride	58
3.3.5	การเตรียมสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ epoxide ether	70
3.3.6	ปฏิกิริยาการเปิดวง epoxide ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ epoxy ether โดยสารประกอบ methylene diamine	82
3.3.7	การเตรียมสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ ether	98
3.3.8	การเตรียมสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamide	107
4.	วิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1	วิเคราะห์ผลการเตรียมสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ nitrile	112
4.2	วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ amino	120
4.3	วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่เป็นอนุพันธ์ของ amino-s-triazine .	128
4.4	วิเคราะห์ผลการเตรียมสารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ epoxide ether ..	140

4.5	วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ ether amino alcohol	149
4.6	วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ ether	160
4.7	วิเคราะห์สารประกอบดีบุกอินทรีย์ที่มีหมู่ amide	168
5.	สรุปผลการทดลอง	172
	เอกสารอ้างอิง.....	176
	ประวัติผู้เขียน	185



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

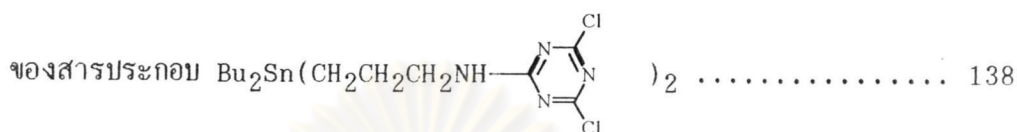


สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ยาที่ใช้รักษาโรคติดเชื้อทริพาโนโซม	11
2.1 สมบัติทางฟิสิกส์ของสารประกอบดีบุกอินทรีย์ไฮโดรด์และดีวเทอไรด์	26
2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรสแตนนัน	28
4.1 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propionitrile	113
4.2 แสดงข้อมูลปรอทอนเคมีคัลซิฟท์ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl) propionitrile จากปรอทอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม รูปที่ 3.4	114
4.3 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.5 ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propionitrile	115
4.4 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropionitrile	117
4.5 แสดงข้อมูลปรอทอนเคมีคัลซิฟท์ จากปรอทอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.8 ของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropionitrile	118
4.6 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม รูปที่ 3.9 ของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropionitrile	119
4.7 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamine	120
4.8 แสดงข้อมูลปรอทอนเคมีคัลซิฟท์ จากปรอทอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.11 ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamine	121
4.9 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.12 ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamine	122

4.10	แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.13 ของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropanamine	124
4.11	แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.14 ของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropanamine .	125
4.12	แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.15 ของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropanamine ...	126
4.13	แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.17 ของสารประกอบ 2-[3'-(tributylstannyl)propylamino]-4,6-dichloro-s-triazine	130
4.14	แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.18 ของสารประกอบ 2-[3'-(tributylstannyl)propylamino]-4,6-dichloro-s-triazine	131
4.15	แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.19 ของสารประกอบ 2-[3'-(tributylstannyl)propylamino]-4,6-dichloro-s-triazine	132
4.16	แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.22 ของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\text{C}_2\text{N}_2\text{Cl}_2)_2$	136
4.17	แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.23 ของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\text{C}_2\text{N}_2\text{Cl}_2)_2$	137

4.18 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลชิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.24



4.19 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัม ของสารประกอบ tributyl[3-(oxiranylmethoxyl)propyl]stannane 142

4.20 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลชิฟท์ จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.27 ของสารประกอบ tributyl[3-(oxiranylmethoxyl)propyl]stannane . 143

4.21 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลชิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.28 ของสารประกอบ tributyl[3-(oxiranylmethoxyl)propyl]stannane .. 144

4.28 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.32 ของสารประกอบ dibutylbis[3-(oxiranylmethoxy)propyl]stannane 146

4.29 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลชิฟท์ จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.33 ของสารประกอบ dibutylbis[3-(oxiranylmethoxy)propyl]stannane. 147

4.30 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลชิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.34 ของสารประกอบ dibutylbis[3-(oxiranylmethoxy)propyl]stannane. 148

4.22 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.36 ของสารประกอบ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 151

4.23 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลชิฟท์จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.37A ของสารประกอบ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 152

4.24 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลชิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.38 ของสารประกอบ $\text{Bu}_3\text{Sn}(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 153

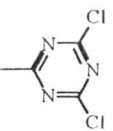
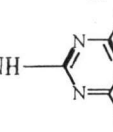
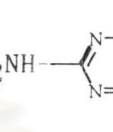
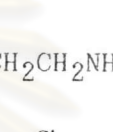
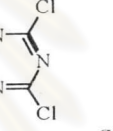
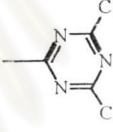
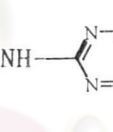
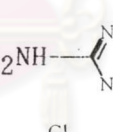
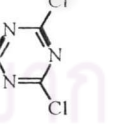
4.25 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.44 ของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$ 156

ตารางที่	หน้า
4.26 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.45 ของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	157
4.27 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.46 ของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	158
4.31 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.48 ของสาร ประกอบ tributyl(2-ethoxyethyl)stannane	161
4.32 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ของสารประกอบ tributyl(2-ethoxyethyl) stannane จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.49	162
4.33 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.50 ของสารประกอบ tributyl(2-ethoxyethyl)stannane	163
4.34 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.52 ของสาร ประกอบ tributyl(2-butoxyethyl)stannane	165
4.35 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ของสารประกอบ tributyl(2-butoxyethyl) stannane จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.53	166
4.36 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.54 ของสารประกอบ tributyl(2-butoxyethyl)stannane	167
4.37 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจาก FT IR สเปกตรัมรูปที่ 3.55 ของสาร ประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamide	169
4.38 แสดงข้อมูลโปรตอนเคมีคัลซิฟท์ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl) propanamide จากโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.56	170
4.39 แสดงข้อมูลคาร์บอนเคมีคัลซิฟท์จากคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมรูปที่ 3.57 ของสารประกอบ 3-(tributylstannyl)propanamide	171



สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	ข้อมูลการผลิตดีบุกของประเทศไทย	3
1.2	ข้อมูลการส่งออกดีบุกของประเทศไทย	3
1.3	ข้อมูลการใช้ดีบุกภายในประเทศของไทย	4
1.4	แสดงวงชีวิตของเชื้อทริพาโนโซม ก) <i>T. brucei</i> ข) <i>T. cruzi</i>	5
1.5	แสดง glycolysis pathway ใน long-slender bloodstream ของ <i>T. brucei</i> และการยับยั้งโดยยาฆ่าเชื้อทริพาโนโซมในหลอดทดลอง	12
3.1	อินฟราเรดสเปกตรัมของ ไตรบิวทิลทินไฮไดรด์	41
3.2	อินฟราเรดสเปกตรัมของ ไดบิวทิลทินไฮไดรด์	43
3.3	FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	45
3.4	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	46
3.5	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	47
3.6	DEPT 135 $^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	47
3.7	FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN})_2$	49
3.8	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN})_2$	49
3.9	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN})_2$	50
3.10	FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	52
3.11	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	53
3.12	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	53
3.13	FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	55
3.14	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	56
3.15	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	56
3.16	แมสสเปกตรัม ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	57

รูปที่	หน้า
3.17 FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - 	60
3.18 ^1H -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - 	61
3.19 ^{13}C -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - 	62
3.20 DEPT 135 ^{13}C -NMR Spectrum $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - 	63
3.21 แมสสเปกตรัม ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - 	63
3.22 FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - ) ₂	66
3.23 ^1H -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - ) ₂	67
3.24 ^{13}C -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - ) ₂	68
3.25 แมสสเปกตรัม ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}$ - ) ₂	69
3.26 FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	71
3.27 ^1H -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	72
3.28 ^{13}C -NMR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	73
3.29 COSY Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	74
3.30 NOESY Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	75
3.31 ^1H - ^{13}C Correlations Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$	76
3.32 FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2)$ ₂	78

3.33	¹ H-NMR Spectrum ของ Bu ₂ Sn(CH ₂ CH ₂ CH ₂ OCH ₂ $\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{HCH}_2$) ₂	79
3.34	¹³ C-NMR Spectrum ของ Bu ₂ Sn(CH ₂ CH ₂ CH ₂ OCH ₂ $\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{HCH}_2$) ₂	80
3.35	DEPT 135 ¹³ C-NMR Spectrum Bu ₂ Sn(CH ₂ CH ₂ CH ₂ OCH ₂ $\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{HCH}_2$) ₂	81
3.36	FTIR Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂	84
3.37A	¹ H-NMR Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂ .	85
3.37B	¹ H-NMR Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂ .	86
3.38	¹³ C-NMR Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂ .	87
3.39	DEPT 135 ¹³ C-NMR Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂	88
3.40	COSY Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂	89
3.41	NOESY Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂ ..	90
3.42	¹ H- ¹³ C Shift Correlations Spectrum ของ Bu ₃ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂	91
3.43	แมสสเปกตรัม ของ Bu ₂ Sn(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂	92
3.44	FTIR Spectrum ของ Bu ₂ Sn[(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂] ₂ .	95
3.45	¹ H-NMR Spectrum ของ Bu ₂ Sn[(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂] ₂	95
3.46	¹³ C-NMR Spectrum ของ Bu ₂ Sn[(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂] ₂	96
3.47	แมสสเปกตรัม ของ Bu ₂ Sn[(CH ₂) ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₂ NHCH ₂ CH ₂ NH ₂] ₂	97
3.48	FTIR Spectrum ของ Bu ₃ SnCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	99
3.49	¹ H-NMR Spectrum ของ Bu ₃ SnCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	100
3.50	¹³ C-NMR Spectrum ของ Bu ₃ SnCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	101
3.51	DEPT 135 ¹³ C-NMR Spectrum Bu ₃ SnCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	102
3.52	FTIR Spectrum ของ Bu ₃ SnCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	104

3.53	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	105
3.54	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	106
3.55	FTIR Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	108
3.56	$^1\text{H-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	109
3.57	$^{13}\text{C-NMR}$ Spectrum ของ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	110



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการแผนภาพประกอบ

แผนภาพที่	หน้า
4.1 แสดงการแตกตัวเป็นชิ้นส่วนของสารประกอบ 3,3'-(dibutylstannylene)dipropanamine.....	127
4.2 แสดงการแตกตัวเป็นชิ้นส่วนของสารประกอบ 2-[3-(tributylstannyl)propylamino] -4,6-dichloro-s-triazine	133
4.3 แสดงการแตกตัวเป็นชิ้นส่วนของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\text{N}=\text{N}=\text{N}-\text{Cl})_2$	139
4.4 แสดงการแตกตัวเป็นชิ้นส่วนของสารประกอบ $\text{Bu}_3\text{SnCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	154
4.5 แสดงการแตกตัวเป็นชิ้นส่วนของสารประกอบ $\text{Bu}_2\text{Sn}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$	159

คำย่อและสัญลักษณ์ที่ใช้

$^{\circ}\text{C}$	degree Celcius
stretch	stretching(IR)
s	singlet (NMR)
d	doublet (NMR)
t	triplet (NMR)
q	quartet (NMR)
m	multiplet (NMR)
J	coupling constant (NMR)
cm^{-1}	unit of wavenumber
Hz	Hertz
m/e	mass to charge ratio
M^+	Molecular ion in mass spectrum
ppm	part per million
Me	Methyl
Et	Ethyl
Bu	Butyl
Ph	Phenyl

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย