

รายงานการวิจัย

การผลิตธูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันธูป
Production of incense from natural compounds for study of
carcinogenic compounds in incense smoke

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทวัน กลิ่นจำปา

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2554

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



รายงานการวิจัย

การผลิตธูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันธูป
Production of incense from natural compounds for study of
carcinogenic compounds in incense smoke

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทวัน กลิ่นจำปา

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2554

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

การผลิตธูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันธูป

Production of incense from natural compounds for study of
carcinogenic compounds in incense smoke

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันท์วัน กลิ่นจำปา

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2554

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

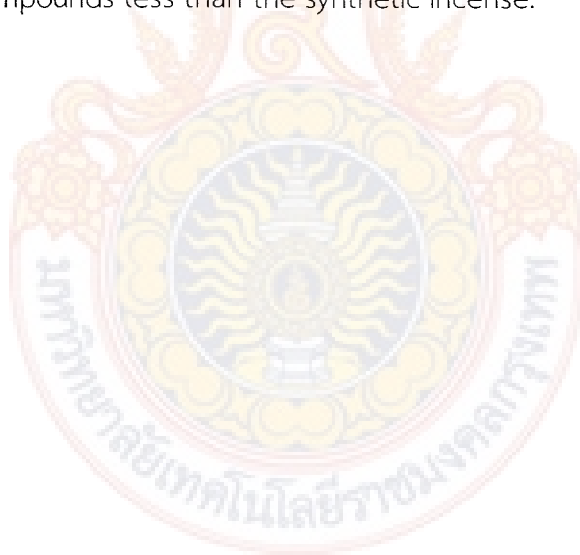
บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตรูปจากสารธรรมชาติเพื่อลดปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูป ตัวแปรที่ศึกษาคือ ชนิดของกาวและน้ำมันหอมระเหย ที่ได้จากการสังเคราะห์และจากธรรมชาติ กาวที่ใช้ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ กาวแป้งสาลี และกาวจากยางบง น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติได้แก่ กลิ่นตะไคร้ มะกรูด และจำปี วิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนในควันรูปด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์ พบว่า ควันของรูปที่ทำจากกาวแป้งสาลีมีปริมาณ 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน $84.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $515.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ากาวชนิดอื่นๆ และรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยพบว่า รูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติกลิ่นจำปีและมะกรูด มีสาร 1,3-บิวทาไดอิน น้อยที่สุดเท่ากัน คือ $114.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติกลิ่นตะไคร้ มีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยที่สุดคือ $1,902.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังนั้นรูปที่ผลิตจากสารธรรมชาติมีสารก่อมะเร็งน้อยกว่ารูปที่ผลิตจากสารสังเคราะห์



ABSTRACT

This research aims to produce the incense from natural substances to carcinogenic compounds reduction in incense smoke. The variables are type of adhesives, synthetic essential oil and natural essential. The adhesives used in this project are latex, water glue, wheat flour and Yangbong. Lemongrass, leech lime and white champee are natural and essential oil were studied in this project. The benzo(a)pyrene and 1,3-butadiene from incense smoke were analyzed by Gas Chromatograph -Mass Spectrometer (GC-MS). It was found $84.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzo(a)pyrene and $515.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1, 3-butadiene in made from wheat flour glue, which is less than other types of glue. The natural incense from leech lime and white champee found the lowest 1,3-butadiene $114.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The lowest benzo(a)pyrene $1,902.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was found in natural incense from lemongrass. So the natural incense had carcinogenic compounds less than the synthetic incense.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554

ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
รายการตาราง	ช
รายการรูป	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	3
2.1 ความหมายของรูป	3
2.2 วัตถุดิบที่ได้จากการสังเคราะห์	4
2.3 วัตถุดิบจากธรรมชาติ	8
2.4 การสกัด	19
2.5 สารก่อมะเร็ง	22
2.6 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สารก่อมะเร็ง	33
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	41
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	41
3.2 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	42
3.3 วิธีการทำรูป	42
3.4 วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทำงานวิจัยและการอภิปรายผล	46
4.1 การเตรียมวัตถุดิบในการทำรูป	46
4.2 ลักษณะทางกายภาพของรูป	50
4.3 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผลิตจากกาวต่างๆ กับรูปห้องตลาด	55
4.4 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆ กับรูปห้องตลาด	57
4.5 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ น้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ และรูปห้องตลาด	59
บทที่ 5 สรุปผลการทำงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผลการทำงานวิจัย	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการทดลองและการคำนวณ	66
ภาคผนวก ข โครมาโทแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย แก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์	76
ภาคผนวก ค ภาพในการวิเคราะห์สารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และ เบนโซ(เอ)ไพรีนด้วยเครื่อง GC-MS และการใช้หลอดถ่าน เก็บตัวอย่างควันรูป	106
ประวัติผู้เขียน	109

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สารก่อมะเร็งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและอวัยวะที่อาจเกิดมะเร็ง	23
4.1 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดพืช 1 กิโลกรัม ด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำ	48
4.2 อัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตรูป ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน	51
ก.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงยางบง	66
ก.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงเปราะหอม	67
ก.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงชะลูด	67
ก.4 ตัวอย่างรูปชนิดต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์	68
ก.5 ผลการทดสอบทางกายภาพ	69
ก.6 น้ำหนักของรูปที่เผาไหม้แต่ละชนิดในการวิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน เบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3-บิวทาไดอิน	70
ก.7 ปริมาณสาร1,3-บิวทาไดอิน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS	71
ก.8 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS	72
ก.9 ปริมาณสาร1,3-บิวทาไดอินของรูป 1 กรัม	73
ก.10 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูป 1 กรัม	74

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กาวลาเท็กซ์	5
2.2 โครงสร้างทางเคมี โพลีไวนิลแอลกอฮอล์	6
2.3 กาวน้ำ	6
2.4 โครงสร้างทางเคมี โพลีไวนิลแอลกอฮอล์	7
2.5 กาวตราช้าง กาวร้อน และกาวซูเปอร์กลู	7
2.6 แป้งสาลี	10
2.7 ลักษณะลำต้นยางบง	11
2.8 ลักษณะใบของไม้บง	11
2.9 ลักษณะของเปลือกไม้บง	12
2.10 ดอกเปราะหอม และต้นเปราะหอม	13
2.11 ดอกชะลูด และต้นชะลูด	15
2.12 ดอกจำปี	16
2.13 ตะไคร้	17
2.14 มะกรูด	18
2.15 สูตรโครงสร้างของเบนซีน	25
2.16 สูตรโครงสร้างของ 1,3-Butadiene	29
2.17 สูตรโครงสร้างของ เบนโซ(เอ)ไพรีน	29
2.18 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์	32
2.19 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC	33
2.20 Interpreting spectra	35
2.21 Library search results	36
2.22 ส่วนประกอบพื้นฐานของ MS	36
2.23 กลไกการเกิด ฟลักเมนต์ ของ EI และ CI	37
2.24 Quadrupole Detector	38
2.25 Electron Multiplier Schematic	38
3.1 ชุดอุปกรณ์วัดควันทันรูป	43

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.2 วิธีการเก็บควันรูป	44
3.3 กล้องเก็บควันรูป	45
3.4 ตัวอย่างหลอดถ่านที่เก็บควันรูปได้	45
4.1 ไม้ก้านรูป (ไม้ไผ่)	46
4.2 ผงไม้ที่บดได้	47
4.3 ชุดคัดขนาดมาตรฐาน ASTM	47
4.4 ลักษณะของกาวแป้งสาลิที่อัตราส่วน 3 กรัม: 10 มิลลิลิตร	48
4.5 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดพืช 1 กิโลกรัม	49
4.6 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากกาวสังเคราะห์	50
4.7 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากกาวธรรมชาติ	50
4.8 ลักษณะการเกิดราของรูปที่ผลิตจากกาวแป้งสาลิ	51
4.9 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน	52
4.10 ลักษณะของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ	53
4.11 ระยะเวลาการเผาไหม้ของรูป 1 ดอก	53
4.12 อัตราการเผาไหม้ของรูป แต่ละชนิด	54
4.13 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	55
4.14 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	56
4.15 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ทำจากอัตราส่วนต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	57
4.16 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	58
4.17 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	59
4.18 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม	60
ข.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวลาเท็กซ์	76

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.2 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวน้ำ	77
ข.3 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวแป้งสาลี	78
ข.4 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวยางบง	79
ข.5 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 1	80
ข.6 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของจากควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 2	81
ข.7 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 3	82
ข.8 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 4	83
ข.9 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นจำปี	84
ข.10 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นมะกรูด	85
ข.11 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นตะไคร้	86
ข.12 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นจำปีจากการสกัด	87
ข.13 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นมะกรูดจากการสกัด	88
ข.14 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้จากการสกัด	89
ข.15 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปตามท้องตลาด	90
ข.16 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวลาเท็กซ์	91
ข.17 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวน้ำ	92
ข.18 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวแป้งสาลี	93
ข.19 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวยางบง	94
ข.20 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 1	95
ข.21 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 2	96
ข.22 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 3	97
ข.23 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 4	98

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.24 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นจำปี	99
ข.25 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นมะกรูด	100
ข.26 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นตะไคร้	101
ข.27 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นจำปีจากการสกัด	102
ข.28 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นมะกรูดจากการสกัด	103
ข.29 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูป ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้จากการสกัด	104
ข.30 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปตามท้องตลาด	105



บทที่ 1

บทนำ

งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตรูปหอมที่ใช้สารจากธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูปจากรูปหอมที่ผลิตได้และรูปหอมจากการค้า

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รูปเป็นสิ่งสำคัญสำหรับชาวพุทธศาสนิกชน เพื่อใช้ประกอบพิธีสำคัญทางศาสนา ขอปรร และบูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ซึ่งเป็นที่พึ่งทางใจของมนุษย์ ปัจจุบันรูปที่นิยมใช้มีสารอันตรายหรือสารก่อมะเร็ง 3 ชนิด คือ เบนซีน (Benzene) 1, 3-บิวทาไดเอน (1, 3-Butadiene) และเบนโซ(เอ)ไพรีน (Benzo (a) pyrene) สารเหล่านี้เกิดจากการเผาไหม้กาวและน้ำหอมที่เป็นส่วนผสมหลักของการผลิตรูป ทำให้เกิดโรคมะเร็งในปอด และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง โดยมีการศึกษาวิจัยสารประกอบในควันรูปที่ส่งผลต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคมะเร็งในกลุ่มคนงานในวัด ของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ พบว่าสุขภาพของบุคคลที่ทำงานในวัดมีความเสี่ยงสูงที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และยังพบการแตกหักของรหัสพันธุกรรมสูงกว่าคนปกติถึง 2 เท่า (oatxxx. 2551:ออนไลน์) นอกจากนี้ยังได้ทำการสำรวจปริมาณสารก่อมะเร็งบริเวณวัดในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ จำนวน 3 แห่ง พบว่าปริมาณสารก่อมะเร็งในวัดทั้งสามมีปริมาณสารเบนซีนถึง 94 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถ้าเทียบกับปริมาณที่ระบุว่ามีอยู่ในระดับที่ปลอดภัย คือ เบนซีนความเข้มข้นไม่ควรเกิน 1.7 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณเบนซีนที่พบในวัดสูงกว่าห้าสิบห้าเท่า สำหรับ 1,3-บิวทาไดเอน พบในบริเวณวัดมีปริมาณ 11 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งตามมาตรฐานระบุว่าไม่ควรเกิน 0.33 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร สันเกตว่ามีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานสามสิบสามเท่า และสารเบนโซ(เอ)ไพรีนวัดได้ 2.52 นาโนกรัม/ลูกบาศก์เมตร มาตรฐานระบุว่าไม่ควรเกิน 0.25 นาโนกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานถึงสิบเท่า จากงานวิจัยพบว่ามีปริมาณควันรูปที่อยู่ในวัดมีความอันตรายต่อร่างกายมนุษย์อย่างมาก ในขณะที่รูปไร้ควันและรูปหอมหรือรูปอโรมา เคยมีงานวิจัยออกมาพบว่าการปล่อยสารเบนซีนมากกว่ารูปธรรมดา (ชุดิมา ชื่นเจริญ ม.ป.ป.:ออนไลน์)

น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมหลักสำหรับการผลิตรูป ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่นิยมใช้เป็นน้ำมันหอมระเหยที่สังเคราะห์ขึ้น เพราะน้ำมันหอมระเหยที่สังเคราะห์ขึ้นมีราคาถูกกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดจากธรรมชาติ เป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต ทำให้ได้กำไรมากขึ้น แต่พบว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์มาใช้ อาจก่อให้เกิดปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูปที่สูงขึ้น

งานวิจัยนี้จึงศึกษาโดยมีแนวคิดที่ว่ากาวและน้ำหอมหรือน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากธรรมชาติ เมื่อนำไปใช้ในการผลิตรูปหอม จะช่วยลดปริมาณสารก่อมะเร็งที่จะเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการผลิตรูปหอมที่ใช้สารจากธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูปจากรูปหอมที่ผลิตได้และรูปหอมจากการค้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิธีการทำรูปหอม

1) หาอัตราส่วนที่ดีที่สุดในการทำกาวจากธรรมชาติ จากอัตราส่วนระหว่างแป้งกับน้ำ ได้แก่ 1:2, 1:4 และ 1:6

2) หาอัตราส่วนระหว่างกาวและไม้

1.3.2 ทำรูปที่ไม่ผสมน้ำหอมโดยใช้กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ กาวแป้งสาธิต และยางบง

1.3.3 ทำรูปหอมที่ผสมน้ำมันหอมระเหยได้แก่ น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากธรรมชาติ

1) ทำรูปหอมผสมกับน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่น จำปี มะกรูดและ ตะไคร้

2) ทำรูปหอมผสมกับน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก ดอกจำปี ผิวของผลมะกรูด และ ตะไคร้

1.3.4 วิเคราะห์ปริมาณสารก่อมะเร็งจากควันรูปและรูปหอมที่สร้างขึ้นและจากรูปหอมทั่วไปตามท้องตลาดด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทรีโครมาโทกราฟี

1.3.5 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้รูปหอมที่สร้างขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 รู้ภาวะในการผลิตรูปจากสารธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณสารก่อมะเร็ง

1.4.2 ได้องค์ความรู้ใหม่สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดการวิจัยหรือขยายขนาดเป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาการผลิตระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.4.3 เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้เศษไม้ให้เป็นประโยชน์ หรือกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดย่อม นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ไปใช้ในการผลิตเครื่องหอมต่างๆ เพื่อเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรต่อไป

1.4.4 เป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกไม้ดอกที่ให้กลิ่นหอมเป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรอีกทางหนึ่ง และเป็นการส่งเสริมการใช้สารที่ได้จากธรรมชาติแทนการใช้สารที่สังเคราะห์ขึ้น

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับความเป็นมาของรูป วัตถุดิบที่ใช้ทำรูป การสกัดน้ำมันหอมระเหย สารก่อกัมเริงที่อยู่ในควันรูป และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สารก่อกัมเริงตลอดจน ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของรูป

รูป เป็น สิ่งที่ใช้เป็นเครื่องสักการบูชามานาน ในอดีตรูป ทำจากเนื้อไม้หอม (Aromatic wood) หลายชนิด เช่น ไม้จันทน์ขาว (Sandalwood) จันทน์เทศ (Nutmeg) กายาน (Gum Benzoin เป็นยางไม้หอมชนิดหนึ่ง) ไม้กฤษณา (Agar wood) กันเกรา (Tembusu) หรือต้นบง หรือ ไกวบ๊วะ บดเนื้อไม้ให้เป็นผงละเอียด นำมาเป็นวัตถุดิบในการทำรูป

รูปไทยในอดีตที่ผลิตจากไม้หอม มีลักษณะคล้ายรูปจีนโบราณ และเนื่องจากตัววัตถุดิบเป็นไม้หอม ควันรูปค่อนข้างละเอียด ไม่ระคายเคืองจมูกและตา

ปัจจุบัน เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่เปลี่ยนไป ประกอบกับวัตถุดิบที่แพงขึ้น ไม้หอมต่างๆ ที่นำมาผลิตรูปเริ่มมีราคาแพง ผู้ผลิตส่วนใหญ่ จึงเปลี่ยนมาใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราแทน เนื่องจากมีราคาถูกกว่า และมีสีขาวนวลเหมือนไม้จันทน์ขาว ลักษณะเป็นผงละเอียด ขึ้นรูปได้ง่าย แล้วจึงนำมาผสมกับ น้ำมัน เรียกว่า "รูปหอม" เมื่อนำมาจุดจะให้ควันและกลิ่นหอม

ลักษณะของรูปบูชาพระ ปกติมีความยาว 13 นิ้วโดยประมาณ ก้านรูปชุบสีแดง ตัวรูปสีขาวนวล เวลาจุดประมาณ 40 - 45 นาที นอกจากนี้ยังมีรูปหอมที่เป็นสีประจำวัน มี 7 วัน 8 สี ตามความเชื่อของพราหมณ์ คือ วันอาทิตย์ สีแดง วันจันทร์ สีเหลือง วันอังคาร สีชมพู วันพุธ(กลางวัน) สีเขียว วันพุธ(กลางคืน) สีดำ (ราหู) วันพฤหัสบดี สีส้ม วันศุกร์ สีฟ้า วันเสาร์ สีม่วง

การผลิตรูปในอดีตจะไม่ใช้น้ำมันหอมในการผลิต จะใช้ผงเนื้อไม้ที่มีความหอมจากธรรมชาติ เช่น ผงเนื้อไม้กฤษณา ผงเถาชะลูด ผงจันทน์หอม ผสมกับยางไม้หอม เช่น กายาน มาใช้ในการทำรูป โดยมีไม้ไผ่เป็นแกนหลัก การเผาไหม้ของรูป ควันที่ได้จะมีแต่สิ่งที่ได้จากการเผาไหม้จากวัสดุธรรมชาติ การนำไปใช้จะใช้ในเรื่องของพุทธบูชา หรือ เรื่องที่เกี่ยวกับไสยศาสตร์ เรื่องของจิตวิญญาณ สิ่งที่มีความเชื่อต่างๆ ว่าสามารถทำให้เป็นที่พึ่งพาทางใจ ช่วยขจัดทุกข์ ภัย ไข้เจ็บต่างๆ นำพาไปสู่ความสุข สมหวังในชีวิต

ปัจจุบันมีการนำรูปมาประยุกต์กระบวนการผลิต เพื่อนำไปใช้ให้มีความเป็นเอกลักษณ์มากขึ้น เช่น การนำไปใช้ในการสร้างบรรยากาศ ในสถานบริการสปา มีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้เพื่อสนองความพอใจของผู้บริโภค ซึ่งมีความต้องการ ความพึงพอใจ ที่หลากหลาย จึงทำให้เกิดการนำวัตถุน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ขึ้นมาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต สืบเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยที่เกิดจากการสกัดจากพรรณไม้ธรรมชาติ จะมีราคาสูงมาก อันเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์รูปมีราคาสูงตามไปด้วย จากกระบวนการผลิตดังกล่าว จึงทำให้การนำรูปไปใช้ในขั้นตอนของการเผาไหม้จากรูปกลายเป็นที่วิพากษ์วิจารณ์ว่า เป็นส่วนหนึ่งของการก่อเกิด สารกระตุ้นทำให้เกิดเป็นมะเร็ง โรคทางเดินหายใจ และภูมิแพ้

การผลิตรูปด้วยวิธีใหม่จะมีการนำควันที่ได้จากวัตถุดิบจากธรรมชาติมาวิเคราะห์ ถึงผลดีผลเสียของรูป ที่ให้กระบวนการเผาไหม้จนเกิดควันมีความแตกต่างกัน อันจะเป็นผลดี ที่ส่งเสริมพัฒนาองค์ความรู้ของภูมิปัญญาไทยที่ดีในอดีต มาใช้กับคนไทย และมีการพัฒนานำไปสู่การประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิภาพ (นันทวัน กลิ่นจำปา. 2554.)

2.2 วัตถุดิบที่ได้จากการสังเคราะห์

กาว (Adhesive) หมายถึง สารที่ใช้ในการยึดวัสดุเข้าด้วยกัน โดยกาวส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่เรียกว่าโพลิเมอร์ (Polymer) ซึ่งหมายถึง วัสดุซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า โมโนเมอร์ (Monomer) มาต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวโดยอาจจะต่อเป็นสาย หรือมีกิ่งก้านสาขา การที่กาวสมบัติเหนียวเพราะว่า โมเลกุลสายยาวหลายๆ สายพันกันไปพันกันมันนั่นเอง

กาวแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือกาวจากสารอินทรีย์ และ กาวที่ทำจากสารอนินทรีย์หรืออาจแบ่งได้เป็นกาวธรรมชาติและกาวสังเคราะห์

2.2.1 ตัวอย่างกาวธรรมชาติได้แก่

กาวจากสัตว์	Albumen	หรือ Casein
กาวจากแมลง	Beeswax	หรือ shellac
กาวจากพืช	Starch	หรือ gum Arabic
กาวจากสารอินทรีย์	Parafin wax	หรือ amber
กาวจากสารอนินทรีย์	Sodium silicate	หรือ magnesium

oxychloride (ยุภา รุ่งเวชวุฒิวิทยา. 2544: 2)

2.2.2 ตัวอย่างการสังเคราะห์ได้แก่

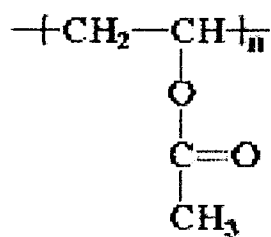
(1) กาวชนิดแรก เป็นพวกที่มีสายโซ่ของโมเลกุลยาวอยู่แล้ว แต่จะละลายหรือแขวนลอยอยู่ในตัวทำละลาย เช่น กาวน้ำใส กาวลาเท็กซ์ หรือกาวยาง กาวชนิดนี้ต้องรอให้ตัวทำละลายแห้ง จึงจะแข็งและยึดติดสิ่งของบางอย่างได้ จุดเด่นของกาวชนิดแรกคือ ราคาถูก ใช้งานง่าย จุดอ่อนคือ ไม่ค่อยแข็งแรง ไม่ทนความร้อน และถ้ากาวสัมผัสกับสารละลายที่เหมาะสมกาวจะมีลักษณะเยิ้มกลับมาไหลใหม่ (ธนาดี ลี้จากภัย. 2008 : ออนไลน์)

(1.1) กาวลาเท็กซ์มีส่วนประกอบสำคัญคือ โพลีไวนิลอะซิเตต (Polyvinyl acetate) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์อีกชนิดหนึ่งมีสายโซ่ยาว แต่ละลายน้ำได้ไม่ดี เมื่อนำมาผสมกับน้ำจึงอยู่ในลักษณะของสารอิมัลชัน (Emulsion) คือเป็นอนุภาคเล็กๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10^{-7} – 10^{-4} เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไปในน้ำ ขนาดของอนุภาคในสารอิมัลชันมีขนาดใหญ่ทำให้แสงส่องผ่านไปได้ ดังนั้นเมื่อมีแสงตกกระทบกับอนุภาคของกาวจึงเกิดการหักเห และสะท้อนกลับทำให้กาวลาเท็กซ์มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม หรือน้ำยางซึ่งมีอนุภาคเล็กๆ ของโปรตีน และน้ำยางกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำตามลำดับ แต่เมื่อกาวลาเท็กซ์แห้งจะมีลักษณะใสเหมือนกาวใส (ธนาดี ลี้จากภัย. 2008: ออนไลน์)



รูปที่ 2.1 กาวลาเท็กซ์

ที่มา: กาวน้ำ. ม.ป.ป.: ออนไลน์



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมี โพลีไวนิลอะซิเตต

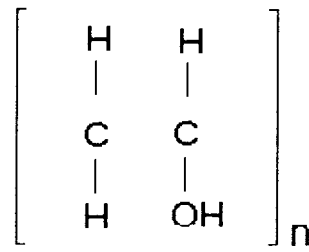
ที่มา: ธนาวดี ลี้จากภัย. 2008: ออนไลน์

(1.2) กาวน้ำมีส่วนประกอบหลักคือน้ำ และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinylalcohol) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic polymer) มีโครงสร้างทางเคมีเป็นสายโซ่ตรงยาวๆ หากสังเกตที่โครงสร้างทางเคมีของกาวชนิดนี้จะเห็นว่าหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) ติดอยู่กับโครงสร้างหลักของสายโซ่โพลิเมอร์อยู่จำนวนมาก จึงทำให้โพลิเมอร์ชนิดนี้ละลายน้ำได้ดี อนุภาคของโพลิเมอร์ในสารละลายมีขนาดเล็กมากคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10^{-4} เซนติเมตร ซึ่งแสงสามารถส่องผ่านสารละลายได้ ทำให้กาวมีลักษณะเป็นของเหลวใส (ธนาวดี ลี้จากภัย. 2008: ออนไลน์)



รูปที่ 2.3 กาวน้ำ

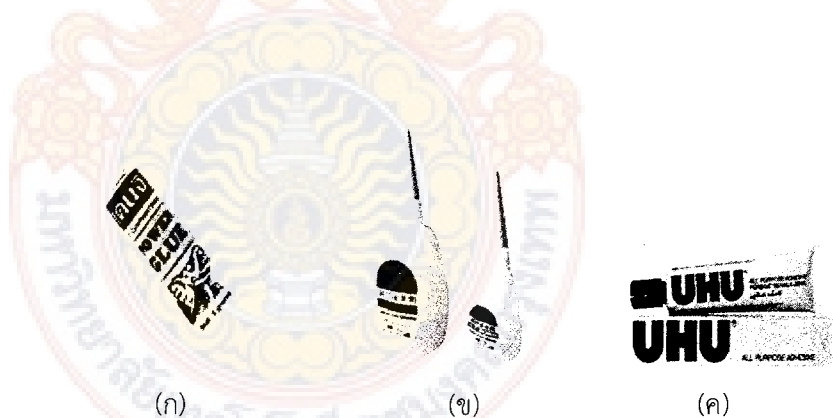
ที่มา: กาวน้ำ. ม.ป.ป.: ออนไลน์



รูปที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมี โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

ที่มา: ธนาวดี ลี้จากภัย. 2008: ออนไลน์

(2) กาวชนิดที่สอง เป็นชนิดที่เริ่มจากโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งอาจเป็นโมโนเมอร์ตัวเดียว หรือไม่ก็ตัวมาต่อกัน เรียกว่า พรีโพลิเมอร์ (Prepolymer) กาวแบบนี้จะใช้ปฏิกิริยาเคมีเพื่อให้ได้สายโซ่ยาว ตัวอย่างเช่น ซูเปอร์กลู หรือ กาวตราช้าง ชื่อเคมีคือ ไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ตอนที่กาวตราช้างอยู่ในหลอดจะเป็นของเหลวใสไหลไปมาได้ง่าย (เพราะเป็นโมเลกุลเล็กๆ) แต่เมื่อบีบออกมา กาวจะแข็งตัวเนื่องจากการสัมผัสกับความชื้น โดยความชื้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้โมเลกุลเล็กๆ ๑ มาต่อกันเป็นสายโซ่ยาวๆ ทำให้กาวตราช้างใช้ติดวัตถุได้หลายชนิด เพราะที่ผิวของวัตถุมักมีความชื้นเสมอ (ธนาวดี ลี้จากภัย. 2008: ออนไลน์)



รูปที่ 2.5 (ก) กาวตราช้าง (ข) กาวร้อน (ค) กาวซูเปอร์กลู

ที่มา: กาว. ม.ป.ป.: ออนไลน์

(3) กาวชนิดที่สาม มีคุณสมบัติเป็นของแข็งเป็นแท่งพลาสติกยาวๆ และต้องใช้ปืนที่ให้ความร้อนหลอมกาวชนิดนี้ เนื่องจากกาวชนิดนี้ไม่มีตัวทำละลายจึงมีสภาพเป็นของแข็ง เมื่อต้องการใช้งานต้องนำกาวให้ความร้อนทำให้กาวหลอมเหลวแล้วปล่อยให้เย็นตัวใหม่อีกครั้ง ตัวอย่าง

ในเชิงพาณิชย์เช่น กาวแห่งโพลิเอไมด์ (Polyamide) และกาวแห่งโพลิเอทิลีนไว-นิลแอซิเตต (Polyethylene vinyl acetate) จุดเด่นของกาวชนิดนี้คือ ไม่ค่อยหดตัว และจุดอ่อนคือ ไม่ทนความร้อน (ธนาวดี ลีจากภักย์. 2008: ออนไลน์)

2.3 วัตถุดิบจากธรรมชาติ

2.3.1 แป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ ซึ่งพบในใบ และในส่วนที่พืชใช้เก็บอาหาร เช่น เมล็ดและหัว มนุษย์ได้รับแป้งจากพืชแตกต่างกันตามภูมิประเทศในโลก ทางด้านอเมริกาเหนือ และกลาง จะมีข้าวโพด ข้าวสาลีเป็นแหล่งให้แป้งที่สำคัญ ทางยุโรปมีมันฝรั่ง และแถบเอเชีย มีข้าวและมันสำปะหลัง เป็นต้น แต่ที่สำคัญที่มีการใช้กันทั่วโลกคือ แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวสาลีและแป้งมันสำปะหลัง แป้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในโภชนาการของมนุษย์ อาหารทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักทุกชนชาติ เช่น ข้าว ขนมปัง ก๋วยเตี๋ยว และพาสต้า เป็นต้น (กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546: 1)

บทบาทที่สำคัญของแป้ง คือ ใช้เป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงของมนุษย์ แต่จากคุณสมบัติ เฉพาะของแป้งจึงได้มีการนำแป้งมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอาหาร เช่น การทำให้เกิดเจล นอกจากนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังมีการนำแป้งมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมกาว และอุตสาหกรรมแป้งตัดแปรรูป เป็นต้น (กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546: 1)

แป้งหมายถึงคาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นส่วนใหญ่มีสิ่งเจือปน เช่นโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ น้อยมาก ส่วนแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปก็ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อยู่มากจะเรียกว่า ฟลาวร์ (Flour) ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี ถ้ายังมีส่วนประกอบของโปรตีนสูง จะจัดอยู่ในประเภทฟลาวร์ เรียกว่า แป้งสาลี และแป้งข้าวโพด เช่นเดียวกันกับแป้งข้าวเจ้าที่ยังมีโปรตีน 7-8% เรียกว่า ข้าว (กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546: 1)

2.3.1.1 ชนิดของแป้ง

แป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบในการพองตัว และการละลายแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามความสามารถในการพองตัวและการละลายของแป้ง สามารถแบ่งแป้งออกเป็น 3 ชนิด คือ แป้งจากส่วนธัญพืช แป้งจากส่วนราก และแป้งจากส่วนหัว (กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546: 1)

(1) แป้งจากธัญพืช มีรูปแบบการพองตัวและการละลายสองชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ พันธะบริเวณผลึก และบริเวณอสัณฐานของเม็ดแป้ง แป้งชนิดนี้มีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุดเนื่องจากมีปริมาณอะมีโลสสูง ซึ่งอะมีโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้นทำให้พองตัวได้ต่ำ

(2) แป้งจากส่วนรากหรือส่วนกลางลำต้น (Pith) เช่นแป้งมันสำปะหลัง มีการพองตัวเพียงชั้นเดียว กำลังการพองตัวและการละลายมีค่าสูงกว่าแป้งธัญพืช เนื่องจากมีจำนวนพันธะน้อยกว่าแป้งจากส่วนรากจะเกิดเจลลาที่ในซึ่ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช

(3) แป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง จะมีการพองตัวสูงเนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ นอกจากนี้หมู่ฟอสเฟตภายในแป้งมันฝรั่งยังทำให้เกิดการพองตัวสูงขึ้นเนื่องจากสามารถก่อให้เกิดแรงผลักระหว่างไฟฟ้าได้ การพองตัวในแป้งจากส่วนหัวจะเกิดเพียงชั้นเดียว และเกิดชั้นที่อุณหภูมิต่ำ รูปแบบนี้จะเป็นลักษณะของแป้งที่เป็นพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Polyelectrolyte) (กล้านรงค์ ศรีรอท และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2546: 42)

2.3.1.2 ตัวอย่างแป้ง

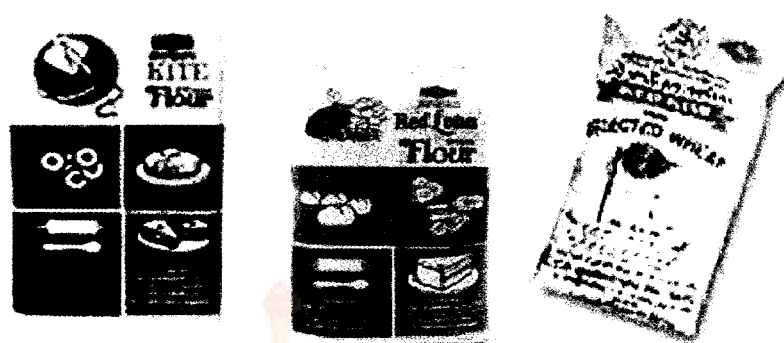
(1) แป้งสาลี (Wheat Flour)

แป้งสาลี ทำจากเมล็ดข้าวสาลี ลักษณะเป็นผงมีสีขาวเมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะร่วนเหลว ไม่อยู่ตัวคุณภาพของแป้งสาลีขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลี ซึ่งทำให้ได้ลักษณะของขนมต่างกัน แป้งสาลียังแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามคุณสมบัติของแป้งคือ

แป้งสาลีสำหรับทำขนมปัง (Bread Flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดหนัก มีปริมาณโปรตีน 12-13 เปอร์เซ็นต์ แป้งมีสีขาวนวล เมื่อสัมผัสผิวแป้งจะหยาบกว่าแป้งสาลีชนิดอื่น ปริมาณโปรตีนสูง ทำให้แป้งขนมปังสามารถดูดน้ำได้มาก มีความยืดหยุ่นเหนียว เหมาะสำหรับการทำขนมปัง ปาท่องโก๋ แป้งชนิดนี้ไม่นิยมนำมาขนมหวานไทย ส่วนใหญ่ใช้ทำขนมอบ

แป้งสาลีเอนกประสงค์ (All Purpose Flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดหนัก และชนิดเบาผสมรวมกัน มีโปรตีน 9-10 เปอร์เซ็นต์แป้งมีสีขาวนวล ลักษณะหยาบแต่น้อยกว่าแป้งขนมปัง ให้ความเหนียวพอควร แต่คุณภาพจะสู้แป้งขนมปังไม่ได้ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น คุกกี้ พาย กรอบเค็ม และกะหรี่ปั๊พ

แป้งสาลีสำหรับทำเค้ก (Cake Flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดเบา มีปริมาณโปรตีน 6-9 เปอร์เซ็นต์ สีขาวเนื้อแป้งละเอียด เมื่อนำมาผสมน้ำจะดูดซึมน้ำได้น้อยได้ก่อน แป้งที่เหนียวติด คือ เหมาะสำหรับการทำขนมสาลี ขนมฝรั่ง ขนมเค้ก ฯลฯ (แป้งสาลีคืออะไร, 2552: ออนไลน์)



รูปที่ 2.6 แป้งสาลี

ที่มา: แป้งสาลี. ม.ป.ป.: ออนไลน์

(2) แป้งข้าวเหนียว

แป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่ได้จากข้าวเหนียว ปัจจุบันนิยมใช้แป้งแห้ง ลักษณะของผงแป้งข้าวเหนียวมีสีขาวนวล สากมือน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้าขนมที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวมีความเหนียวนุ่ม เช่น ขนมถั่วแปบ แป้งจี่ ขนมโค ขนมโก๋ไทย ขนมต้ม ขนมบ้าบิ่น ข้าวเหนียวตัด บัวลอย ขนมเทียน ขนมแข่ง ข้าวเหนียวเปียก ขนมหัวล้าน เป็นต้น (แป้งข้าวเหนียว. ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.3.2 ยางบง

ชื่อท้องถิ่น	ยางบง ยางโป่ง
ชื่อสามัญ	ยางบง
ชื่อวิทยาศาสตร์	persea kurzii kosterm
ชื่อวงศ์	LAURACEAE

ไม้บงเป็นพันธุ์ไม้ที่น่าสนใจมีประโยชน์หลายประการกล่าวคือเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นได้ง่าย แรกหน่อได้ดี เนื้อไม้เหมาะสำหรับใช้ในการทำเครื่องมือเครื่องใช้และใช้ทำเชื้อเพลิง เปลือกนำไปทำรูป และผสมสารกัมมะถันทำยากันยู่งได้ ยางใช้อุดรอยรั่วต่างๆได้ดี ปัจจุบันต้นบงธรรมชาติได้ถูกทำลายลงไปมาก เนื่องจากชาวบ้านต้องการขูดลอกเปลือกนำไปขาย โดยการตัดโค่นต้นบงเพื่อทำการขูดเปลือก สำหรับไม้บงจัดเป็นไม้หวงห้ามประเภท ข. ส่วนเปลือกของไม้บงก็เป็นไม้ปาหวงห้าม



รูปที่ 2.7 ลักษณะลำต้นยางบก
ที่มา:ไม้บง. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.3.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (Botanical description)

ไม้บง เป็นไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ความสูงประมาณ 10 – 15 เมตร (ตาม พ.ร.บ.ไม้หวงห้าม มีขนาดจำกัด 100 เซนติเมตร) ไม้บงเป็นไม้ที่มีเรือนยอดเป็นพุ่มกว้างเปลือกค่อนข้างหนาสีเทาแก่ เปลือกในมีสีขาวและสีแดง

ลักษณะใบ ใบมีขนาดกลางเป็นรูปไข่โคนเรียวปลายใบแหลม ผลออกจากกิ่งสลับกัน เนื้อใบหนา มีเส้นใบ 7 – 11 คู่



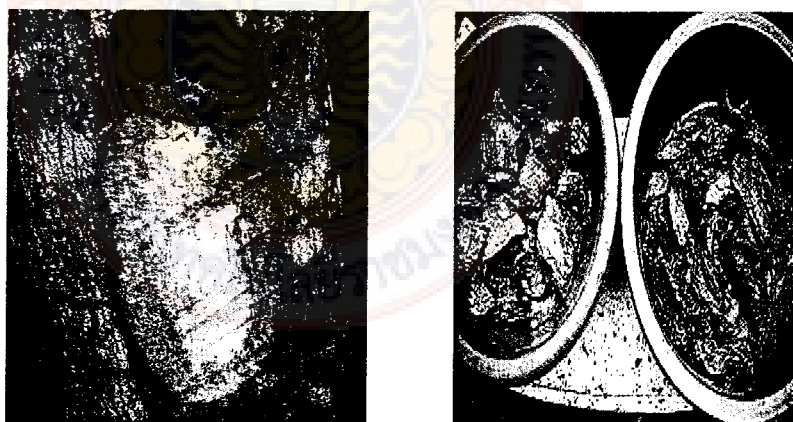
รูปที่ 2.8 ลักษณะใบของไม้บง
ที่มา:ไม้บง. ม.ป.ป.: ออนไลน์

ลักษณะดอก – ผล ดอกเป็นช่อออกที่ปลายกิ่ง ผล กลมเล็กคล้ายผลหว่า มีเยื่อหุ้มผล เมล็ดมีเมล็ดเดี่ยว สามารถผลิตกล้าไม้ได้กล้าเดียวต่อหนึ่งผล เส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดประมาณ 0.4 – 0.7 เซนติเมตร เปลือกเมล็ดเมื่อแก่ล่อนได้ผิวในมีน้ำมันเล็กน้อย จากการสอบถามทราบว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะได้ต้นบงที่มีลักษณะเปลือกหนากว่าต้นบงที่เกิดจากเมล็ดที่มีขนาดเล็กกว่า เมล็ดจะแก่และร่วงประมาณเดือนมีนาคม – เมษายน หากไม่เก็บนำไปเพาะจะงอกเองได้โคนต้นเมล็ดมีชีวิตการงอกขึ้นไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน

2.3.2.2 การใช้ประโยชน์

(1) ประโยชน์ของเนื้อไม้ จากการสอบถามจากชาวบ้านนิยมใช้ไม้บงทำเครื่องมือเครื่องใช้เพราะไม้บงมีความทนทานพอสมควร

(2) ประโยชน์ของเปลือกไม้บง ใช้บดให้ละเอียดผสมขี้เถ้าและการช่วยทำรูป และผสมก้ามปูกันใช้ทำยากันยุงได้ดีด้วย โดยปกติจะใช้เปลือกไม้บง เมื่อต้นไม้บงที่ปลูกแล้วมีอายุ 6 – 7 ปี ซึ่งต้นไม้บงจะมีเส้นรอบวงประมาณ 50 – 100 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ที่ปลูกการขุดลอกเปลือกจะขุดลอกเปลือกเพียงหนึ่งในสี่ของลำต้นตลอดความยาว ของลำต้นหากขุดลอกเปลือกทั้งหมดทั้งต้น ต้นเดิมจะตายเช่นเดียวกับการถากต้นไม้ ในปีต่อมาสามารถขุดลอกเปลือกได้อีก โดยขุดลอกเปลือกเพียงหนึ่งในสี่ของลำต้นอีกด้านหนึ่ง ตลอดความยาวของลำต้นขุดลอกเปลือกสลับกันไป เช่นนี้ทุกปี จนถึงปีที่ 5 ก็สามารถย้อนกลับมาขุดบริเวณที่ขุดในปีแรกอีก ในการขุดแต่ละครั้งต่อหนึ่งต้นเราสามารถขุดเปลือกแล้วนำมาตากแห้ง จะได้ประมาณ 20-30 กิโลกรัม ราคาขายประมาณ กิโลกรัมละ 5 บาท คิดเป็นเงินประมาณ 100 – 150 บาทต่อการขุดแต่ละครั้งภายในหนึ่งต้น



รูปที่ 2.9 ลักษณะของเปลือกไม้บง

ที่มา:ไม้บง. ม.ป.ป.: ออนไลน์

(3) ประโยชน์ของยางไม้บง มีน้ำยางเมือกสีขาวเหมือนนมสด ใช้อุดรอยร้าวต่างๆ ได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมในการทำฟิล์มภาพยนตร์ จากการสอบถามจากชาวบ้านในสมัยก่อนใช้ยางบงโอบรอบโคนเสาไม้ซึ่งสามารถป้องกันปลวก มอด มด เจาะกินเนื้อไม้ และยังใช้ไม้ยางบงเป็นส่วนผสมในการก่อสร้าง เช่นเดียวกับการใช้ปูนซีเมนต์ในปัจจุบัน (ไม้บง. ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.3.3 เปราะหอม

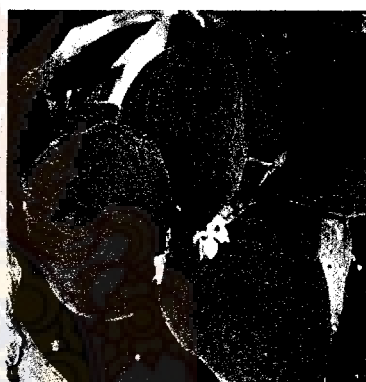
ชื่ออื่นๆ	ว่านแผ่นดินเย็น ว่านหอม หอมเปราะ และGalanga
ชื่อภาษาอังกฤษ	Lesser galangale, Aromatic ginger, Sand ginger, Maraba
ชื่อวิทยาศาสตร์	Kaempferia galanga L.
ชื่อพ้อง	Kaempferia galanga var. latifolia (Don ex Hornem.)

Donn

วงศ์ Zingiberaceae



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.10 (ก) ดอกเปราะหอม (ข) ต้นเปราะหอม

ที่มา: เปราะหอม. ม.ป.ป.: ออนไลน์

เปราะหอมเป็นพืชล้มลุก อายุปีเดียว มีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน เรียกว่า เหง้า เนื้อภายในสีเหลืองอ่อน มีสีเหลืองเข้มตามขอบนอก มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ใบเป็นใบเดี่ยว แทงขึ้นจากเหง้าใต้ดิน 2-3 ใบ แผ่ราบไปตามพื้นดิน หรือวางตัวอยู่ในแนวราบเหนือพื้นดินเล็กน้อย ใบมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรูปไข่ป้อม ปลายใบแหลม โคนใบมนหรือเว้าเล็กน้อย มีขนอ่อนบริเวณท้องใบ บางครั้งอาจพบขอบใบมีสีแดงคล้ำ เนื้อใบค่อนข้างหนา ตัวใบมีขนาดกว้าง 5-10 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร ก้านใบเป็นกาบยาว 1-3 เซนติเมตร ดอกออกรวมกันเป็นช่อ ยาว 2-4 เซนติเมตร มี 4-12 ดอก ออกตรงกลางระหว่างใบ ดอกมีสีขาว หรือสีขาวอมชมพูแต้มสีม่วง แต่ละดอกมีกลีบ

ประดับ 2 กลีบรองรับอยู่ ซึ่งใบและต้นจะเริ่มแห้งเมื่อมีดอก ผลเป็นผลแห้งแตกได้พบมากทางเหนือ ใบอ่อนม้วนเป็นกระบอกแผ่ราบบนหน้าดิน ต้นหนึ่งๆ มักมี 1 – 2 ใบ ใบมีรูปร่างทรงกลมโตยาว ประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร หน้าใบเขียว เพราะหอมแดงจะมีท้องใบสีแดง เพราะหอมขาวจะมีท้องใบสีขาว มีกลิ่นหอม หัวกลมเหมือนหัวกระชาย ใบงอกงามในหน้าฝน และจะแห้งในหน้าแล้ง (บทความวิทยุทางการเกษตร. 2549: ออนไลน์)

2.3.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน ใบเดี่ยวแทงออกจากเหง้า รูปค่อนข้างกลม แผ่ราบไปบนดิน ท้องใบมีขน เนื้อใบค่อนข้างหนา ดอกช่อออกตรงกลางระหว่างใบ สีขาวแต้มม่วง ผลเป็นผลแห้งแตกได้

2.3.3.2 สรรพคุณ

เหง้า แก้กัดงูถูก ขี้ลมขับเสมหะ แก้ลมพิษ แก้ผื่นคัน และใช้เป็นเครื่องเทศ

2.3.3.3 ข้อมูลการวิจัย

(1) สารเคมี

Benzoic acid, para-hydroxy; car-3-en-5-one; chlorogenic acid; cinnamic acid ethyl ester; cinnamic acid ethyl ester, trans-para-methoxy; cinnamic acid, para-methoxy; cinnamic acid ethyl ester, para-methoxy; trans-cinnamic acid, para-methoxy; tran-cinnamic acid ethyl ester, para methoxy; trans-cinnamic acid ethyl ester para-methoxy; vanillic acid

(2)ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

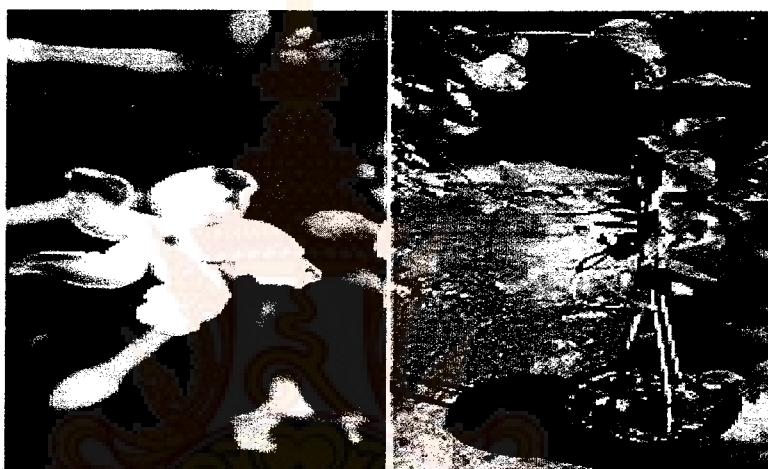
ลดปฏิกิริยาอัลคิลเลตติ้ง เอ็คติวิตี้ (alkylating activity) ของเอทิลมีเทน ซัลโฟเนต (ethylmethane sulfonate) ฆ่าไส้เดือนยัยยั้ง โมโนเอไมด์ ออกซิเดส (monoamine oxidase) ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ ยับยั้งการเกาะกลุ่มของ Hela cell ยับยั้งการบีบตัวของลำไส้ ยับยั้งมะเร็ง ออกฤทธิ์เหมือนฮีสตามีน กระตุ้นกล้ามเนื้อเรียบ ทำให้ความดันโลหิตสูง ด้านเชื้อแบคทีเรีย เหนียวน้ำ glutathione-S-transferase ยับยั้งเชื้อรา ฆ่าแมลง ลดการอักเสบ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2541: 607)

2.3.4 ชะลูด

ชื่ออื่น ๆ	นูด ลูด
ชื่อสามัญ	-
ชื่อวิทยาศาสตร์	Alyxia nitens Kerr
วงศ์	APOCYNACEAE

ลักษณะทั่วไป -

ชะลูด ทางภาคใต้เรียกว่า ลูด หรือ ชะนูด เป็นไม้เถา เปลือกมีสีเขียวคล้ำ ทุกส่วนของชะลูดจะมียางสีขาว ใบชะลูดเป็นใบเดี่ยวเรียงรอบข้อๆ ละ 3 ใบ ปลายใบมนสีเขียวเข้มเป็นมัน ออกดอกเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ดอกออกเป็นช่อคล้ายซี่ร่มมีสีขาวนวล ดอกออกตามซอกใบและปลายกิ่ง ช่อละ 4-10 ดอก โคนดอกเชื่อมกันเป็นหลอด ดอกแยกเป็น 5 กลีบ ดอกจะส่งกลิ่นหอมช่วงค่ำ การขยายพันธุ์ทำได้โดยการเพาะเมล็ด ปักชำและตอนกิ่ง ชะลูดควรปลูกในที่ร่มและมีไม้ใหญ่หรือเสาให้ชะลูดคอยเลื้อย ชะลูด เป็นพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเป็นไม้ประดับ (faculty of information & communication. ม.ป.ป.: ออนไลน์)



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.11 (ก) ดอกชะลูด (ข) ต้นชะลูด

ที่มา: ชะลูด. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.3.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้เถาขนาดเล็ก เปลือกสีดำ ลำต้นเกลี้ยง น้ำยางสีขาว ใบเดี่ยวรูปขอบขนานหรือรูปรี ปลายใบแหลมหรือมน โคนใบเป็นคريب ด้านบนเป็นมัน ขอบใบมีคลื่น เนื้อใบหนาและแข็ง เส้นใบถี่เห็นชัด ใบออกรอบข้อๆ ละ 3 ใบ ดอกช่อสีเหลืองมีกลิ่นหอมออกตามง่ามใบ ช่อละ 4-10 ดอก มีใบประดับรูปขอบขนานปลายแหลม ก้านดอกยาว กลีบเลี้ยง 5 กลีบ รูปขอบขนานกว้าง ปลายกลีบกลม กลีบกางออก โคนกลีบติดกันเป็นท่อ ที่คอท่อแคบและมีขน มีเกสรตัวผู้ 5 อัน ติดอยู่ภายในใกล้ปากท่อดอก มีก้านเกสรสั้นมาก รั้งไข 2 ช่อง แยกกัน มีท่อเกสรยาวเรียวยาว ผลแห้งแข็งรูปรี

2.3.4.2 สรรพคุณ

เนื้อไม้ ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ แก้ลม และขับลม

เปลือกชั้นในจะมีกลิ่นหอมและชุ่มชื้น ใช้เป็นยาบำรุงกำลัง แก้ลม ขับผายลม ออกจากลำไส้ แก้ไข้ แก้ปวดมวน นอกจากนี้แล้วยังใช้ปรุงแต่งผ้าให้มีกลิ่นหอม และปรุงแต่งกลิ่นใบยาสูบ หรืออบเสื้อผ้า เป็นเครื่องหอมอื่น ๆ เช่น ธูปหอม ใบ ใช้รักษาอาการไข้ ดอก ใช้รักษาอาการไข้ เพื่อกลิ้ง ผล ใช้รักษาอาการไข้ ราก ใช้รักษาพิษเสมหะ พิษไข้ และลม

ใบ แก้ไข้ แก้ไข้จับสั่น กระจายโลหิต ขับโลหิต

ราก แก้ลม แก้เสมหะ แก้พิษไข้ แก้ไข้พิษ แก้หูดหงิด แก้อักเสบโรค แก้เลือดออกตามไรฟัน บำรุงกำลัง แก้ริดสีดวงทวาร โรค แก้ลมพิษ ริดสีดวงทวาร บำรุงน้ำดี

เถา บำรุงกำลัง แก้ลมวิงเวียน แก้อ่อนเพลีย (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2539: 756)

2.3.5 จำปี

ชื่อภาษาไทย	จำปี
ชื่ออื่นๆ	-
ชื่อภาษาอังกฤษ	White chempaka
ชื่อวิทยาศาสตร์	Michelia X alba DC.
ชื่อพ้อง	Michelia longfolia Blume
วงศ์	Magnoliaceae



รูปที่ 2.12 ดอกจำปี

ที่มา: ชะลูด. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.3.5.1 ข้อมูลการวิจัยของน้ำมันดอกจําปี

(1) องค์ประกอบทางเคมี

ดอกจําปี ดอกสด เมื่อนํามาสกัดนํ้ามันหอมระเหยโดยวิธีกลั่นด้วยนํ้าได้
นํ้ามันหอมระเหยร้อยละ 0.5

ใบสด เมื่อนํามาสกัดนํ้ามันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยนํ้า ได้นํ้ามัน
หอมระเหยร้อยละ 0.25 (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 50)

2.3.6 ตะไคร้

ชื่อภาษาไทย	ตะไคร้
ชื่อๆ	ไคร (ภาคใต้) จะไคร (ภาคเหนือ)
ชื่อภาษาอังกฤษ	Lemongrass, West Indian lemongrass
ชื่อวิทยาศาสตร์	Cymbopogon citrates (DC.) Stapf
ชื่อพ้อง	Andropogon citrates (DC.) Stapf
วงศ์	Gramineae (Poaceae)



รูปที่ 2.13 ตะไคร้

ที่มา: ชะลูด. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.3.6.1 ข้อมูลการวิจัยของน้ำมันตะไคร้

(1) องค์ประกอบทางเคมี

ใบและต้นสด เมื่อนํามาสกัดนํ้ามันหอมระเหยโดยวิธีกลั่นด้วยนํ้าได้
นํ้ามันหอมระเหยร้อยละ 0.5

(2) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ด้านเชื้อแบคทีเรีย ด้านเชื้อราและยีสต์ แก้วปวด
อีกเสบ

(3) ประโยชน์ ใช้แต่งกลิ่นในผลิตภัณฑ์ประเภทแชมพู และสบู่ เครื่องดื่ม
(ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 52)

2.3.7 มะกรูด

ชื่อภาษาไทย มะกรูด

ชื่อๆ ไกรยเซียต มะขุน มะขุด มะหุด มะกูด ส้มกรูด ส้มยั่วผ

ชื่อภาษาอังกฤษ Leech lime, Kaffir lime, Porcupine orange

ชื่อวิทยาศาสตร์ Citrus hystrix DC.

ชื่อพ้อง C. echinata St. lag., C. latipes hook. F. & Thoms. , C.
papidia Miq

วงศ์ Rutaceae



รูปที่ 2.14 มะกรูด

ที่มา: ชะลูด. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.3.7.1 ข้อมูลการวิจัยของน้ำมันดอกจำปี

(1) องค์ประกอบทางเคมี

ผิวมะกรูด เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำได้น้ำมัน
หอมระเหยร้อยละ 1.20 (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 68)

ใบมะกรูด เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ได้
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1.0

(2) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

น้ำมันใบมะกรูดมีฤทธิ์ไล้ยุง ต้านเชื้ออะมีบา ซาบินีน (Sabinene) และลิโมนีน (Limonene) ซึ่งเป็นสารหลักในน้ำมันผิวมะกรูด

(3) ประโยชน์

น้ำมันผิวมะกรูดใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ประเภทแชมพู น้ำมันใบมะกรูดใช้แต่งกลิ่นอาหาร (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 69)

2.4 การสกัด

การสกัดกลิ่นหอมออกจากพืชหอมได้มีการทำมาเป็นเวลานานแล้ว โดยในสมัยโบราณจะนิยมนำดอกไม้หอมมาแช่น้ำทิ้งไว้และนำน้ำที่มีกลิ่นหอมไปใช้ดื่มหรืออาบ ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการสกัดกลิ่นหอมเพื่อให้ได้กลิ่นหรือน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพและปริมาณสูงสุด วิธีการดังกล่าวมีหลายวิธีการที่จะเลือกใช้วิธีใดต้องพิจารณาลักษณะของพืชที่ต้องการจะสกัด

2.4.1 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย

วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.4.1.1 การกลั่น (Distillation)

การกลั่นเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด ทั้งในบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม เพราะทำได้ง่ายและประหยัด การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยเครื่องกลั่น ซึ่งจะกลั่นได้น้ำมันหอมระเหยปนออกมากับน้ำแยกตัวกันเป็นสองชั้น ชั้นบนเป็นน้ำมันหอมระเหย (Essential oils) ชั้นล่างเป็นน้ำดอกไม้หรือน้ำสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม (Aromatic water, Floral water) ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (คมสัน หุตะแพทย์. 2549: 16) การกลั่นแบ่งเป็น 3 วิธีคือ

(1) การกลั่นโดยใช้น้ำ (Water distillation)

วิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการกลั่น เช่น หม้อกลั่น เครื่องควบแน่น และภาชนะรองรับน้ำมัน วิธีการคือ บรรจุพืชที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยลงในหม้อกลั่น เติมน้ำพอท่วมแล้วต้มจนน้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชออกมาพร้อมกันเมื่อผ่านเครื่องควบแน่นไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้น้ำมันหอมระเหยและน้ำแยกออกจากกัน สำหรับการกลั่นพืชปริมาณน้อยๆ ในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้โดยใช้ชุดกลั่นที่ทำจากเครื่องแก้ว เรียกว่า ชุดกลั่นชนิด คลีเวนเจอร์ (Clevenger) (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 15)

การกลั่นโดยใช้น้ำมีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ง่าย อุปกรณ์ในการกลั่นไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายต่ำ แต่มีข้อเสียคือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณมากๆ ความร้อนที่ใส่สู่ม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่นพืชที่อยู่ด้านล่างอาจเกิดการไหม้ ทำให้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มี

กลั่นเหินใหม่ติดปนมมา อีกทั้งการกลั่นโดยวิธีนี้พืชจะต้องสัมผัสกับน้ำเดือดโดยตรงเป็นเวลานานทำให้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเกิดการเปลี่ยนแปลงไปบ้างบางส่วน (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 16)

(2) การกลั่นด้วยน้ำ และไอน้ำ (Water and steam distillation)

นิยมใช้กับพืชที่องค์ประกอบทางเคมีสลายตัวเมื่อถูกความร้อนโดยตรง อาจเรียกรวิธีนี้ว่า เวตสตีม (Wet steam) ทำโดยนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อต้มน้ำให้ความร้อนจนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ หลังจากนั้นไอน้ำจะเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืชเข้าสู่เครื่องควบแน่นกลายเป็นน้ำ และน้ำมันหอมระเหยแยกออกจากกัน ส่วนของพืชที่ซั้มนักเป็นทั้งต้นและใบ ขณะกลั่นพืชจะไม่ถูกความร้อนโดยตรง วิธีอาจช่วยลดปัญหาของการมีกลิ่นของภาชนะติดมาด้วย ตัวอย่างพืชที่ใช้วิธีนี้ในการแยกน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ กานพลู ลาเวนเดอร์ โรสแมรี่ และยูคาลิปตัส (ฐาปนี หงส์รัตนารกิจ. 2550: 26)

(3) การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (Steam distillation)

การกลั่นโดยวิธีนี้คล้ายกับวิธีที่ 2 แต่ไม่ต้องเติมน้ำลงในหม้อกลั่น บางครั้งเรียกว่า ทรายสตีมดิสทิลเลชัน (Dry steam distillation) เมื่อบรรจุลงบนตะแกรงแล้วผ่านความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากเครื่องกำเนิดไอน้ำ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยในพืชระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว วิธีนี้มีข้อดีกว่า 2 วิธีแรก คือ ใช้เวลาในการกลั่นสั้นกว่า น้ำมันที่ได้มีคุณภาพและปริมาณสูงกว่า แต่ไม่เหมาะกับส่วนของพืชที่มีลักษณะบาง เช่น กลีบกุหลาบ เนื่องจากน้ำจะทำให้กลีบกุหลาบรวมกันเป็นก้อน น้ำมันหอมระเหยในกลีบกุหลาบไม่สามารถออกมาพร้อมไอน้ำได้ทั้งหมด ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันกุหลาบน้อยลง การกลั่นน้ำมันกุหลาบจึงเหมาะที่จะใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำมากกว่า (ศิริเพ็ญ จิระเกษม และคณะ. 2548: 16)

2.4.1.2 การสกัดด้วยการบีบ (Expression)

การสกัดด้วยการบีบ เป็นวิธีการสกัดกับพืชในตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด เบอร์กามี้อต ที่น้ำมันหอมระเหยจะถูกสะสมอยู่ในต่อมใต้ผิวของเปลือก ซึ่งจะแตกออกได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน การบีบที่นิยมคือเอคคิวเอล (Ecluelle method) ซึ่งใช้กับน้ำมันหอมระเหยตระกูลส้ม โดยเอาผลไปบีบบนรางที่มีเข็มแหลมๆ น้ำมันหอมก็จะหยดลงในรางซึ่งเก็บน้ำมันได้

2.4.1.3 การแช่ในไขมันเย็น (Enfleurage)

การแช่ในไขมันเย็น เป็นวิธีการเก่าแก่ที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยในอดีต มักใช้กับดอกไม้ที่มีน้ำมันหอมระเหยน้อยที่ไม่สามารถสกัดหรือสกัดได้ยากด้วยวิธีการกลั่น เช่น มะลิ ช่อนกลิ่น วิธีการนี้จะนำดอกไม้หรือกลีบดอกไม้ที่ต้องการสกัดไปวางไว้บนไขมันที่ไม่มีกลิ่นซึ่งถูกแผ่นบนแผ่นฟิล์มบนกระจก ตั้งทิ้งไว้หลายชั่วโมงหรือเป็นวัน ไขมันจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยสะสมไว้จากนั้นก็เปลี่ยนเอาดอกไม้ใหม่มาเปลี่ยนวางไว้ใหม่ ทำเช่นนี้หลายครั้งจนมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่มากพอหรืออิ่มตัว ไขมันที่ดูดซับเอาน้ำมันหอมระเหยไว้นี้เรียกว่า โพนเมด (Pomade) แล้วจึงนำไปสกัดอีกทีด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำมัน น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะถูกเรียกว่า แอปโซลูท (Absolute) (คมสัน หุตะแพทย์. 2549: 17)

2.4.1.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction)

การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย เป็นการสกัดที่ใช้ตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน (Hexane) หรือ เบนซีน (Benzene) หรือ ปีโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether) สกัดเอาน้ำมันหอมออกมาจากพืช แล้วจึงสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาอีกทีหนึ่ง วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยปริมาณมาก มักเป็นวิธีที่ใช้ในโรงงานเพราะต้องลงทุนสูง น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะเรียกว่า คอนกรีต (Concrete) เมื่อไปทำให้บริสุทธิ์ จะเรียกว่า Absolute (คมสัน หุตะแพทย์. 2549: 18) ตัวทำละลายที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) ละลายน้ำมันหอมระเหยจากพืชหอมได้สมบูรณ์และรวดเร็ว แต่ละลายสารปนเปื้อนหรือสารเจือปนน้อยที่สุด
- (2) จุดเดือดต่ำ เพื่อให้กลั่นแยกตัวทำละลายออกมาได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูง แต่จุดเดือดไม่ควรต่ำเกินไป เพราะจะทำให้สูญเสียตัวทำละลายมากในขณะที่สกัด
- (3) ตัวทำละลายไม่ควรทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย (ฐานันท์ หงส์รัตนารกิจ. 2550: 27)

2.4.1.5 การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวภายใต้ความดันสูง (Supercritical Carbon-dioxide Extraction)

เป็นวิธีการสกัดที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันสูง (200 เท่าของบรรยากาศ) ที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีสภาพกึ่งเหลวกึ่งก๊าซ มีคุณสมบัติในการละลายสูง

สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาได้มาก ข้อดีอีกอย่างหนึ่งคือ ไม่ใช้ความร้อน สำคัญในน้ำมันหอมระเหยจึงไม่สลายตัว คงสภาพเหมือนสภาวะธรรมชาติ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีกลิ่นหอมมาก (คมสัน หุตะแพทย์. 2549: 18)

2.5 สารก่อมะเร็ง

เนื่องจากสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ (เอ)ไพรีน เป็นสารระเหยอินทรีย์ที่ประกอบไปด้วยอะตอมของธาตุคาร์บอน ซึ่งจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป สารประเภทนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะสร้างอันตรายให้กับเนื้อเยื่อ และระบบต่างๆ ภายในร่างกายมนุษย์ ดังนั้นการศึกษาปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูป โดยอาศัยการใช้วัสดุจากธรรมชาติมาใช้ในการผลิตรูป จึงจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของสารก่อมะเร็งคุณสมบัติต่างๆ แหล่งกำเนิดของสารก่อมะเร็ง

สารเคมีก่อมะเร็ง คือ สารเคมีหรือสารแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายแล้วจะทำให้เซลล์ปกติเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์มะเร็งได้โดยการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของดีเอ็นเอในโครโมโซม ทำให้มีการแบ่งตัวของเซลล์มากขึ้น โดยไม่มีการหยุดยั้งการควบคุมในการแบ่งตัว เมื่อสารเคมีก่อมะเร็งเข้าสู่กระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ (Cellular metabolism) จะถูกปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบการเติมออกซิเจนจนเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไป (Transformed cell) โดยมีการแบ่งตัวของเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Cell proliferation) ในสภาวะที่เหมาะสม กลุ่มเซลล์มะเร็งที่มีลักษณะทางกายภาพและทางชีวเคมีผิดปกตินั้นอาจกลายเป็นกลุ่มเซลล์มะเร็งชนิดร้ายแรง

2.5.1 ชนิดของสารก่อมะเร็ง

ในปี 1987 คณะกรรมการของ International Agency for Research on Cancer (IARC) ได้รวบรวมและประเมินฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารเคมีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งรวมทั้งสารเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ปรากฏว่ามี 246 ชนิดที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งในคนได้โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีหลักฐานบ่งชี้แน่ชัดว่าทำให้คนเป็นมะเร็งได้มีอยู่ 50 ชนิด

กลุ่มที่ 2A เป็นกลุ่มที่มีหลักฐานบ่งชี้ค่อนข้างชัดเจนว่าทำให้คนเป็นมะเร็งได้ ซึ่งมีอยู่ 37 ชนิด (คณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารพิษ. 29: 2539)

กลุ่มที่ 2B เป็นกลุ่มที่มีหลักฐานบ่งชี้พอสมควรว่าอาจจะทำให้คนเป็นมะเร็งได้ซึ่งมีอยู่ 159 ชนิด

นอกจากนี้ยังมีสารเคมีอีกหลายร้อยชนิด ซึ่งพบว่ามิฤทธิ์ก่อมะเร็งต่อสัตว์ทดลอง แต่ยังไม่มีความยืนยันว่าทำให้คนเป็นมะเร็งได้อย่างไรก็ตามก็ควรจะระมัดระวังในการใช้หรือหลีกเลี่ยงที่จะสัมผัสกับสารเคมีเหล่านี้เช่นเดียวกับการใช้สารก่อมะเร็งสำหรับคน

สารก่อมะเร็งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีหลายชนิดและแตกต่างกันในแต่ละห้องปฏิบัติการ ซึ่งยากที่จะรวบรวมได้ ในที่นี้จะยกตัวอย่างชนิดที่พบว่ามีการใช้บ่อยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งที่มีฤทธิ์รุนแรง ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการใช้เป็นอย่างยิ่ง (คณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารพิษ. 2539: 29)

ตารางที่ 2.1 สารก่อมะเร็งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและอวัยวะที่อาจเกิดมะเร็ง

สารก่อมะเร็ง	ประเภท	อวัยวะที่เกิดมะเร็ง
Acetaldehyde	2B	ระบบทางเดินหายใจ
Acrylamide	2B	ปอด ต่อมไทรอยด์
AF-2[2-(2Furuly-3-(5-nitro-2-furuly)]	2B	กระเพาะอาหาร
Aflatoxins	1	ตับ
Benz(a)pyrene	2A	ปอด ตับ
Benzene	1	เม็ดเลือดขาว
Benzidine	1	กระเพาะปัสสาวะ
Carbon tetrachloride	2B	ตับ
Chloroform	2B	กระเพาะปัสสาวะ สมอง ลำไส้
DDT	2B	ปอด ตับ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
p-Dichlorobenzene	2B	เม็ดเลือดขาว
3,3- Dichlorobenzidine	2B	กระเพาะปัสสาวะ
1,2-Dichloroethane	2B	ปอด ต่อมไทรอยด์
Dichlorometane	2B	ปอด
Dimethylsulfate	2A	ปอด
1,4-Dioxane	2B	ตับ โพรงงมูก ปอด
Ethylene dibromide	2A	ต่อมน้ำเหลือง
Ethylene oxide	2A	เม็ดเลือดขาว ต่อมไทรอยด์
Ethylmetane sulfonate	2B	ปอด ไต
Formaldehyde	2A	เม็ดเลือดขาว ต่อมไทรอยด์ ระบบทางเดินหายใจ
Hexachlorobenzene	2B	ตับ

ตารางที่ 2.1 สารก่อมะเร็งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและอวัยวะที่อาจเกิดมะเร็ง (ต่อ)

สารก่อมะเร็ง	ประเภท	อวัยวะที่เกิดมะเร็ง
Hexachlorocyclohexane	2B	เม็ดเลือดขาว
Lead and Lead compounds, inorganic		
Methylmethane sulfonate	2B	ปอด ต่อม้ำเหลือง
N-Methyl-N'-Nitro-N-Nitrosoguanidine(MNNG)	2A	สมอง ลำไส้ใหญ่
Mineral oils-untreated and mildly-treated oil	1	ผิวหนัง ระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินหายใจ
Mitomycin C	2B	หลายอวัยวะ
N-Nitrosodiethylamine	2A	ตับ
N-Nitrosodimethylamine	2A	ตับ
Phenobarbital	2B	สมอง ปอด ตับ
Polychlorinated biphenyls	2A	ระบบทางเดินอาหาร ปอด
Ortho-Toluidine	2B	กระเพาะปัสสาวะ
Trypan blue	2B	ตับ
Urethane	2B	ปอด ต่อม้ำเหลือง ตับ

(ที่มา: คณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ. 2539: 29)

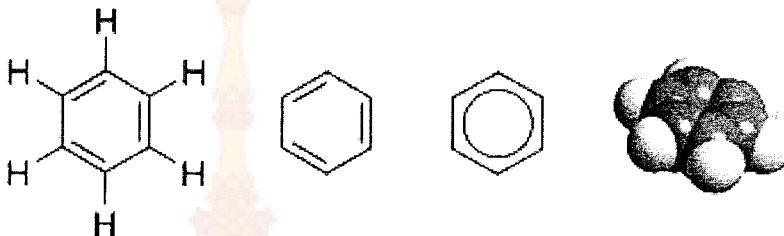
2.5.2 สารก่อมะเร็งที่อยู่ในควินรูป

จากงานวิจัยของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ พบว่าสารก่อมะเร็งในควินรูปมีถึง 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และ เบนโซ(เอ)ไพรีน ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้ทำให้เกิดมะเร็งได้หลายชนิด เช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งปอด และมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะ และที่สำคัญปริมาณสารที่ตรวจพบมีความเข้มข้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้หลายสิบเท่า

2.5.2.1 สารเบนซีน

ชื่อเคมี IUPAC	Cyclohexatriene
ชื่อเคมีทั่วไป	Phenyl hydride
ชื่อพ้อง	-
อื่นๆ	Coal naphtha; Benzol; Benzine; Benzolene; Phene; (6)annulene; Bicarburet of hydrogen;

	Carbon oil; Mineral naphtha; Motor benzol; Nitration benzene; Pyrobenzol; Benzene
CAS No.	71-43-2
ชื่อย่อ:	Aromatic hydrocarbon / benzene
สูตรโมเลกุล	C_6H_6
สูตรโครงสร้าง	



รูปที่ 2.15 สูตรโครงสร้างของเบนซีน

ที่มา: Shizhao. 2548: ออนไลน์

(1) การใช้ประโยชน์ (Uses)

ใช้ในกระบวนการผลิตเอทิลเบนซิล คิวมิน ไซโคลเฮกเซน โนโตรเบนซีน ดีเทอเจนอัลคิลเลท คลอโรเบนซีน และมาลิกแอโนไฮโดร เบนซีนจะถูกใช้เป็นส่วนตัวทำละลาย และสารทำปฏิกิริยาในห้องปฏิบัติการ

(2) อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

(2.1) สัมผัสทางหายใจ

การหายใจเอาสารนี้เข้าไป ผลกระทบของการสัมผัสสารนี้จะไปกดระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ง่วงซึม ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เกิดสภาวะการทำงานไม่ประสานกัน มึนงง และทำให้หมดสติได้ การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 25 พีพีเอ็ม คาดว่า จะไม่ก่อให้เกิดอันตราย การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 50-150 พีพีเอ็ม จะก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ และอ่อนเพลีย ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก และลำคอ อาจจะมีอาการเวียนศีรษะ เป็นอาการนำก่อนจะเกิดอาการอื่น ๆ ตามมา การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้นประมาณ 20,000 พีพีเอ็ม จะทำให้เสียชีวิตได้ สารนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือดและระบบภูมิคุ้มกันจากการทดลองในสัตว์ทดลอง แต่ยังไม่ยืนยันว่าสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ในการสัมผัสสารในระยะสั้น มีการรายงานเกี่ยวกับผลกระทบของสารนี้ในระบบเลือดเมื่อปี 1992 พบว่า ในคนงานที่ทำงานสัมผัสกับเบนซีนที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่า 60 พีพีเอ็ม เป็นเวลาติดต่อกันหลาย ๆ วัน โดยที่คนงานก็ยังคงใช้สารเคมีชนิดอื่นเข้าไปด้วยในช่วงเวลาเดียวกัน หลังจากติดตามเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าคนงานเหล่านี้

มีอัตราการทางระบบประสาทส่วนกลาง 9 คน ในคนงาน 15 คน และมีอย่างน้อย 1 คน ที่พบว่าผิดปกติของระบบเลือด และหลังจากการติดตามเป็นเวลา 1 ปี พบว่ามีคนงาน 6 คน ที่ยังมีการเปลี่ยนแปลงในระบบเลือดอยู่ มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด ลิมโฟไซต์ (lymphocytes)

(2.2) สัมผัสทางผิวหนัง

จากการทดลองในสัตว์พบว่าการสัมผัสสารนี้จะก่อให้เกิดการระคายเคืองเล็กน้อย จากการศึกษาในมนุษย์พบว่าสารนี้สามารถดูดซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายได้ทำให้ผิวหนังแห้ง

(2.3) กินหรือกลืนเข้าไป

การกลืนหรือกินเข้าไป สารนี้จะเกิดการดูดซึมอย่างรวดเร็วและมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการคล้ายหัวใจเข้าไป พบว่าสารนี้สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือด และระบบภูมิคุ้มกันได้ในสัตว์ทดลอง แต่ยังไม่มียารายงานยืนยันผลกระทบดังกล่าวในมนุษย์

(2.4) การสัมผัสลูกตา

ไอรระเหยของสารก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา

(2.5) การก่อมะเร็งความผิดปกติอื่นๆ

ผลกระทบต่อสารสัมผัสในระยะยาว หรือการสัมผัสลูกผิวหนัง เป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้เกิดผื่นแดง ผิวหนังแห้ง อักเสบ และทำให้เกิดการสูญเสีย/ทำลายชั้นไขมันของผิวหนัง สารนี้จะก่อให้เกิดการลดลงของจำนวนเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด แต่ในระยะเวลานาน จะก่อให้เกิดภาวะโลหิตจางและเกิดความผิดปกติต่อเม็ดเลือดขาว (leukemia) เนื่องจากเบนซีนจะไปทำลายไขกระดูกซึ่งมีหน้าที่ในการผลิตเม็ดเลือดจึงทำให้เกิดภาวะโลหิตจาง และเกิดความผิดปกติของเม็ดเลือดขาว ขึ้นรวมทั้งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน นอกจากนั้นพบว่าเบนซีนสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อปลายประสาทและไขสันหลัง ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ ปวดเมื่อย เมื่อยล้า นอนไม่หลับ และความจำเลอะเลือน

(2.5.1) สารนี้จัดเป็นสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อ IARC NTP ACGIH

(2.5.2) เบนซีนจะก่อให้เกิดมะเร็งต่อระบบน้ำเหลือง ปอด กระเพาะปัสสาวะ

(2.5.3) สารนี้สามารถแพร่ผ่านรกได้ แต่จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อตัวอ่อนในครรภ์

(2.5.4) การสัมผัสกับเบนซีนที่ความเข้มข้นสูง อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ และมีผลกระทบต่อประจำเดือนในเพศหญิงได้

(2.5.5) สารนี้สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง/ก่อให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมในเม็ดเลือดขาว และก่อให้เกิดการทำลาย ดีเอ็นเอ (DNA) ในเซลล์เม็ดเลือดได้

(2.5.6) จากผลการทดลองในสัตว์พบว่า การรับสัมผัสจะก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของเอทานอลในระบบเลือดได้

(2.5.7) เบนซีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว โดยทางการหายใจ และการกลืนกินและกระจายสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเนื้อเยื่อไขมัน และเบนซีนจะเกิดเมตาโบลิซึมขั้นแรกที่สุด และผ่านเข้าสู่ไขกระดูก และทำให้มีความเป็นพิษขึ้น ในมนุษย์ค่าครึ่งชีวิตของเบนซีนคือ 1-2 วัน และสารนี้ไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดการสะสม โดยสารนี้จะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับลมหายใจออกผ่านทางปอด และพบขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ

(3) ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

(3.1) ความคงตัวทางเคมี สารนี้มีความเสถียร

(3.2) สารที่เข้ากันไม่ได้ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ โพแทสเซียมเปอร์ออกไซด์ ไครมิกแอนไฮไดรด์ เปอร์แมงกานิตแอซิด คลอรีน ไนตริกแอซิด โอโซน ไดโบรมีน อินเตอร์ฮาโลเจน ไดออกซิเจน ไดฟลูออไรด์ ไดออกซิเจนนิล เตตระฟลูออโรโบเรต เปอร์แมงกานิกแอซิด เปอร์ออกซีไฮโดรซิลฟริกแอซิด เมทัลเปอร์คลอเรต ไนตริลเปอร์คลอเรต และแหล่งจุดติดไฟ

(3.3) สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง ประจุไฟฟ้าสถิต ประกายไฟ เปลวไฟ ความร้อน และแหล่งจุดติดไฟ

(3.4) สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ อัลดีไฮด์ และคีโตน

(3.5) อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์จะไม่เกิดขึ้น สารนี้ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนต่อโลหะ สารนี้สามารถทำลายโครงสร้างของยางและพลาสติก

(4) การเก็บรักษา สถานที่เก็บ เคลื่อนย้าย และการขนส่ง (Storage and Handling)

(4.1) เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด และป้องกันการสัมผัสโดยตรงกับแสง

(4.2) เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง

(4.3) เก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ

(4.4) เก็บห่างจาก แหล่งจุดติดไฟ ประกายไฟ เปลวไฟ พื้นผิวที่ร้อน ความร้อน สารออกซิไดซ์ สารกัดกร่อน และสารที่เข้ากันไม่ได้

(4.5) เก็บในบริเวณที่ห้ามสูบบุหรี่

(4.6) ระบบระบายอากาศที่ใช้จะต้องเป็นระบบที่ป้องกันการเกิดประกายไฟ และอุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้าที่ใช้จะต้องป้องกันการระเบิด

(4.7) บริเวณที่เก็บสารจะต้องไม่มีสารที่สามารถถูกติดไฟได้

(4.8) ในบริเวณที่เก็บจะต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิง และอุปกรณ์สำหรับเก็บกวาดสารที่หกแล้ว

(5) การปฐมพยาบาล (First Aid)

(5.1) หายใจเข้าไป ถ้าหายใจเข้าไปให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้ช่วยผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย หากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นให้ทำการกระตุ้นหัวใจทันที (CPR) นำไปพบแพทย์ทันที

(5.2) กินหรือกลืนเข้าไป ถ้ากลืนหรือกินเข้าไปห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปากผู้ป่วยที่หมดสติ หากผู้ป่วยยังมีสติอยู่ให้ผู้ป่วยบ้วนล้างปากด้วยน้ำอย่างกระตุนให้เกิดการอาเจียน ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำ 240-300 มิลลิลิตร (8-10 ออนซ์) เพื่อเจือจางสารในกระเพาะอาหาร หากผู้ป่วยเกิดการอาเจียนขึ้นเองให้อยู่ในท่าตะแคง และอย่าหายใจเอาไอของสารที่เกิดจากการอาเจียนเข้าไป และให้ผู้ป่วยดื่มน้ำตามมากๆ นำส่งไปพบแพทย์ทันที

(5.3) สัมผัสถูกผิวหนัง ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังให้ฉีดยาล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำอุ่นเป็นเวลาอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกว่าสารจะหลุดออกหมด พร้อมถอดเสื้อผ้าและรองเท้าที่ปนเปื้อนสารเคมีออกนำส่งไปพบแพทย์ทันที และให้ทั้งเสื้อผ้า รองเท้า และเครื่องหนังที่เปื้อนสาร

(5.4) สัมผัสถูกตา ถ้าสัมผัสถูกตาให้ฉีดยาล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำอุ่นเป็นเวลาอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกว่าสารจะหลุดออกหมด ใช้นิ้วถ่างแยกเปลือกตาออก ขณะทำการล้าง และให้ระวังอย่าให้น้ำจากการล้างตาไหลเข้าสู่ตาอีกข้าง นำส่งไปพบแพทย์ทันที

(5.5) อื่นๆ ผู้ทำการปฐมพยาบาลจะต้องได้รับการฝึกอบรมและมีความเชี่ยวชาญ

(6) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

(6.1) สารนี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต เป็นพิษต่อปลา และแพลงก์ตอน

(6.2) การเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะกลิ่นโปรตีนจากปลา ทำให้แหล่งน้ำดื่มเป็นพิษ

(6.3) สารนี้อาจเกิดการผสมกับอากาศเหนือผิวน้ำ ให้ของผสมที่เป็นพิษและสามารถระเบิดได้

(6.4) สารนี้อาจเกิดผลเสียระยะยาวต่อระบบนิเวศในน้ำ

(6.5) ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

(7) การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO: 3700, 1500, 1501

OSHA NO: 12

วิธีการเก็บตัวอย่าง หลอดเก็บตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์ แก๊สโครมาโทกราฟี (กรมควบคุมมลพิษ.

ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.5.2.2 1,3-บิวทาไดอิน

ชื่อเคมี IUPAC 1,3-Butadiene

ชื่อเคมีทั่วไป 1,3-Butadiene

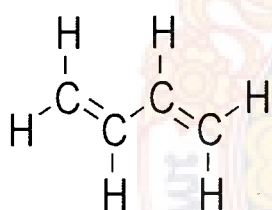
ชื่อพ้องอื่นๆ Vinyl ethylene; Biethylene; Pyrrolylene; Buta-1,3-diene; Bivinylyl; Alpha-gamma-butadiene; Erythrene; 1,3-Butadiene, various grades; Butadiene, 1,3- ;

CAS No.: 106-99-0

UN/ID No.: 1010

สูตรโมเลกุล C_4H_6

สูตรโครงสร้าง



รูปที่ 2.16 สูตรโครงสร้างของ 1,3-Butadiene

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป.: ออนไลน์

(1) การใช้ประโยชน์ (Uses)

ใช้ในการผลิตสารเทอร์โมพลาสติก ยางไนไตรท์ ผลิตภัณฑ์

(2) อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

(2.1) สัมผัสทางหายใจ

การหายใจเข้าไป จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อจมูก ถ้ามีความเข้มข้นสูงจะก่อให้เกิดอาการไอ เชื้องซึม อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ และอาการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการผิดปกติของเยื่อประสาท เป็นไข้ หนาวสั่น (Meal fever) และไอ

(2.2) สัมผัสทางผิวหนัง

การสัมผัสถูกผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคืองเล็กน้อย ถ้าเป็นแก๊สเหลวอาจทำให้เกิดแผลไหม้เนื่องจากไอเย็น ก่อให้เกิดผื่นแดง และพุพองและมีอาการปวด

(2.3) กินหรือกลืนเข้าไป

การกลืนหรือกินเข้าไปอาจเกิดแผลไหม้ เนื่องจากความเย็นต่อเยื่อเมือก และระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร

(2.4) สัมผัสถูกตา

การสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคืองเล็กน้อย ถ้าเป็นแก๊สเหลวอาจทำให้เกิดแผลไหม้เนื่องจากความเย็นได้ ก่อให้เกิดอาการตาแดง ปวดตา และทำให้สายตพร่ามัวได้

(2.5) การก่อกัมเร่ง ความผิดปกติและอื่นๆ

สารนี้เป็นสารก่อกัมเร่งในสัตว์และสงสัยว่าจะเป็นสารก่อกัมเร่งในมนุษย์

(2.6) สารนี้ทำให้เกิดเนื้องอก ทำให้ประสาทหลอน มีผลต่อหลอดเลือด ปอด ทรวงอก ตับ มีผลต่ออวัยวะเพศชาย

(3) การเก็บรักษา สถานที่เก็บ เคลื่อนย้าย และขนส่ง (Storage and Handling)

(3.1) เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ

(3.2) เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง และมีอากาศถ่ายเทอย่างดี ควรมีการตรวจสอบสายดิน

(3.3) ควรเก็บให้ห่างประกายไฟและเปลวไฟ ห่างจากน้ำและท่อระบายน้ำเสีย

(3.4) ควรใส่ชุดป้องกันตามข้อควรระวังของสารที่นำมา ดำเนินการทำความสะอาดหลังจากการเคลื่อนย้ายทุกครั้ง

(3.5) ไม่ควรเจาะถังเก็บ ควรเก็บให้ห่างจากสารหรือสภาวะที่เข้ากันไม่ได้

(4) การปฐมพยาบาล (First Aid)

(4.1) หายใจเข้าไป

ถ้าหายใจเข้าไป ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้ช่วยผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย นำส่งไปพบแพทย์

(4.2) กินหรือกลืนเข้าไป

ถ้ากลืนหรือกินเข้าไป รู้สึกไม่สบาย ควรรับนำส่งแพทย์

(4.3) สัมผัสถูกผิวหนัง

ถ้าสัมผัสถูกผิวหนัง ให้ล้างผิวหนังทันทีด้วยสบู่หรือน้ำปริมาณมากๆ 15 นาที ห้ามถูบริเวณผิวหนังที่สัมผัสสารเพื่อป้องกันเนื้อเยื่อถูกทำลาย ถ้าเกิดการระคายเคืองให้รีบไปพบแพทย์

(4.4) สัมผัสถูกตา

ถ้าสัมผัสถูกตา ให้ฉีดล้างตาทันทีด้วยน้ำปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15 นาที และกระพริบตาถี่ ๆ ขณะทำการล้างถ้าเกิดการระคายเคืองให้รีบไปพบแพทย์

(4.5) อื่น ๆ

สำหรับแผลไฟไหม้ให้รีบล้างด้วยน้ำอุ่น

(5) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

(6) การเก็บและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

NMAM NO. : 1024

OSHA NO. : 56

วิธีการเก็บตัวอย่าง กระดาษกรอง

วิธีการวิเคราะห์ แก๊สโครมาโทกราฟี (กรมควบคุมมลพิษ ม.ป.ป.)

ออนไลน์)

2.5.2.3 เบนโซ (เอ)ไพรีน

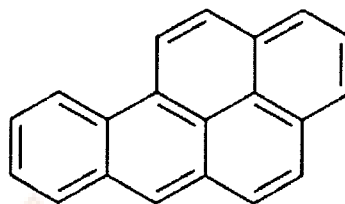
ชื่อสามัญ benzo(a)pyrene

CASRN (Chemical Abstracts Service Registry Number):
50-32-8

ชื่อเคมี benzo(a)pyrene

สูตรโมเลกุล $C_{20}H_{12}$ [C 95.21%, H 4.79%]

สูตรโครงสร้าง



รูปที่ 2.17 สูตรโครงสร้างของเบนโซ(เอ)ไพรีน

ที่มา: benzo(a)pyrene. ม.ป.ป.: ออนไลน์

เบนโซ(เอ)ไพรีนมีลักษณะเป็นรูปเข็มสี่เหลี่ยม ผลึกอาจเป็นรูปโมโนคลินิก (Monoclinic) หรือ ออโทโฮมิก (Orthorhombic) เป็นสารที่เกิดขึ้นทั้งทางธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ในธรรมชาติเบนโซ(เอ)ไพรีนเกิดจากไฟป่า และภูเขาไฟระเบิด เบนโซ(เอ)ไพรีนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่เป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น การเผาฟืน เผาถ่าน การเผาขยะ ควันทูบหรี่ ไอเสียรถยนต์ เมื่อเข้าสู่ร่างกายก็จะส่งผลดังนี้

(1) สัมผัสทางหายใจ

การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจมีอาการไอ และหลอดลมอักเสบ

(2) สัมผัสทางผิวหนัง

จะก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง มีอาการผดผื่นทางผิวหนังเกิดขึ้นได้แก่ หูด ซึ่งอาการจะมากขึ้นเมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต ไวต่อแสง ผิวหนังไหม้

(3) กินหรือกลืนเข้าไป

จะมีผลทำลายตับ ลำคอ หลอดลม กระเพาะอาหาร และทำให้เกิดเนื้องอกที่ทางเดินอาหาร

(4) สัมผัสถูกตา

จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา

(5) การก่อมะเร็งความผิดปกติอื่นๆ

สารนี้เป็นสารก่อมะเร็ง และทำให้เกิดเนื้องอก มีผลต่อการแข็งตัวของเลือด ซึ่งจะทำให้เลือดออกมา มีผลต่อทารกในครรภ์ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ทำลายตับและไต เมทแทบอลิซึมของเบนโซ(เอ)ไพรีน พบว่ามีฤทธิ์เป็นสารก่อมะเร็งโดยมีการจัดโครงสร้างใหม่ในโมเลกุล คือ เบนโซ(เอ)ไพรีน-7,8-ไดออกซ์-9,10-อีพอกไซด์ ซึ่งเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันที่ตำแหน่งต่างๆ สามารถเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนเนียมไอออน (Carbonium ion) ที่มีประจุเป็นบวกและ

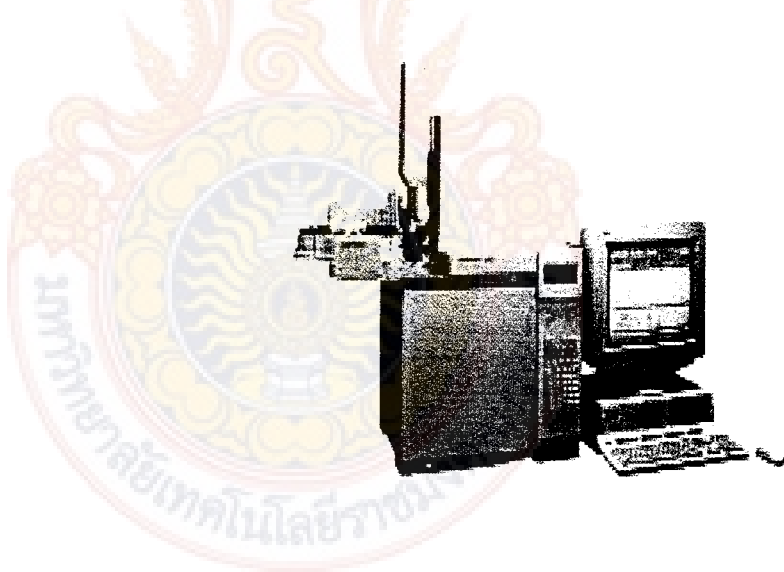
มีความไวสูงในการเข้าจับกับสารโมเลกุลขนาดใหญ่ในชีวภาพที่มีประจุลบ ได้แก่ ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน ทำให้โครงสร้างของชีวโมเลกุลที่สำคัญเกิดการเปลี่ยนแปลงและเสียหาย ซึ่งมีผลทำให้เป็นเซลล์มะเร็งแรกเริ่มและในที่สุดทำให้เกิดก้อนเนื้องอกหรือเป็นมะเร็งในที่สุด เมทแทบอลิซึมของเบนโซ(เอ)ไพรีน เกิดขึ้นได้ในอวัยวะต่างๆ คือ ตับ ปอด เยื่อบุทางเดินหายใจ กระเพาะปัสสาวะ และผิวหนัง ชนิดและปริมาณของเมทแทบอลิซึมอาจแตกต่างกันไปในเนื้อเยื่อแต่ละชนิด นอกจากนี้ เมทแทบอลิซึมของเบนโซ(เอ)ไพรีนในคนและสัตว์แต่ละชนิดก็พบว่ามี ความแตกต่างกันด้วย (กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.6 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สารก่อมะเร็ง

2.6.1 ลักษณะทั่วไปของเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี

(Gas Chromatography -Mass Spectrometry , GC-MS)

แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี เป็นวิธีที่สามารถทำนายชนิดขององค์ประกอบ ที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำโดยอาศัยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวล (Mass number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ใน Library นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)



รูปที่ 2.18 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์

ที่มา: GC-MS. ม.ป.ป.: ออนไลน์

2.6.2 ส่วนประกอบของเครื่อง

GC-MS ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC (Gas chromatograph) และ ส่วนของเครื่อง MS (Mass spectrometer)

2.6.2.1 Gas Chromatograph (GC)

GC ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (Volatile organic compounds) ได้เมื่อถูกความร้อน กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟส คือ วัฏภาคนิ่ง (Stationary phase) และวัฏภาคเคลื่อนที่ (Mobile phase) องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

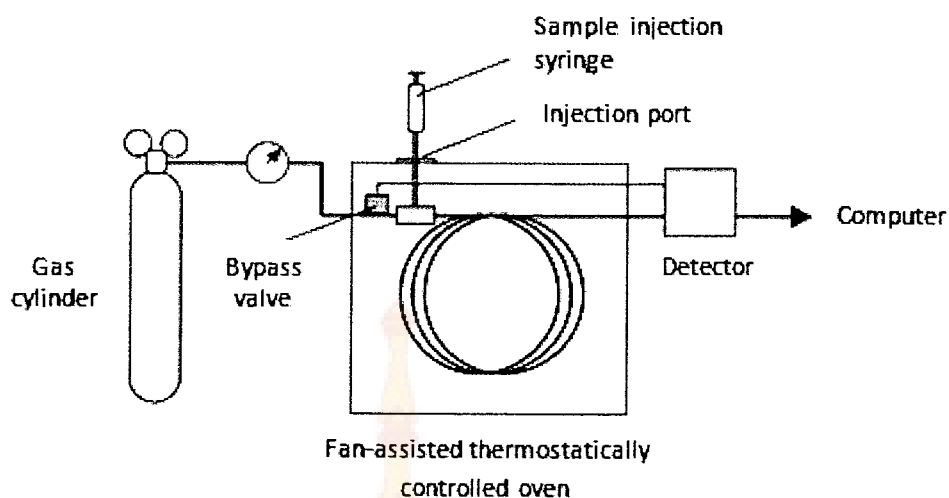
(1) อินเจคเตอร์ (Injector) คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์ (Column) คุณสมบัติที่เหมาะสมของอินเจคเตอร์ ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัว

(2) เตาอบ (Oven) คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุคอลัมน์ และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิของโอเวน นั้นมี 2 แบบ คือ

(2.1) Isocratic Temperature

(2.2) Gradient Temperature ข้อดีของการทำ Gradient temperature คือสามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง (Wide boiling range) และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์

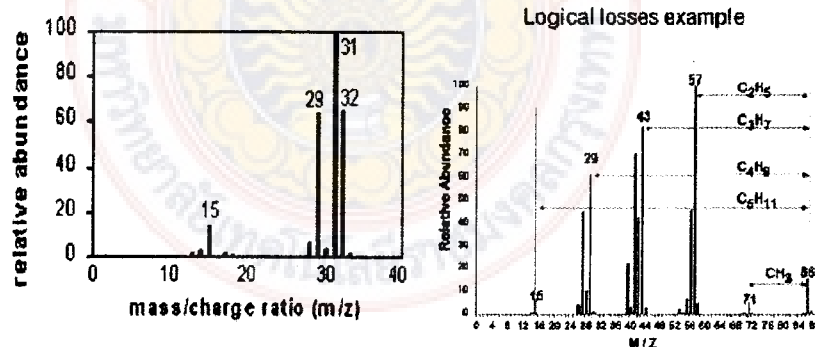
(3) ดีเทคเตอร์ (Detector) คือส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารตัวอย่างชนิดที่เราสนใจมีปริมาณอยู่เท่าใด (นันทิยา พาหุมนันโต. 2552: 26)



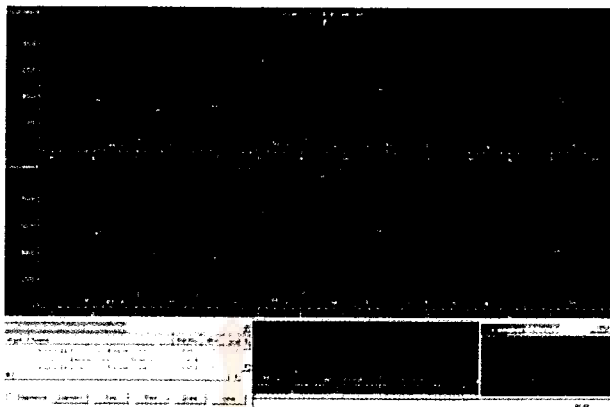
รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC
ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 26

2.6.2.2 Mass Spectrometer (MS)

Mass Spectrometer (MS) เป็น ดีเทคเตอร์ ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างโดยอาศัยกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC จะถูกไอออไนซ์ในสภาวะสุญญากาศแล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวลเทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง แล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ (นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 27)



รูปที่ 2.20 Interpreting spectra
ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 27



รูปที่ 2.21 Library search results

ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 28

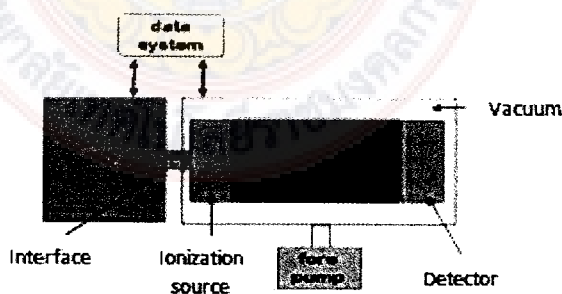
(1) องค์ประกอบสำคัญของ MS แบ่งออกเป็น

(1.1) ไอออนไนเซชัน ซอส (Ionization Source) แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

(1.1.1) อีเล็กตรอน ไอออนไนเซชัน (Electron Ionization) (EI)

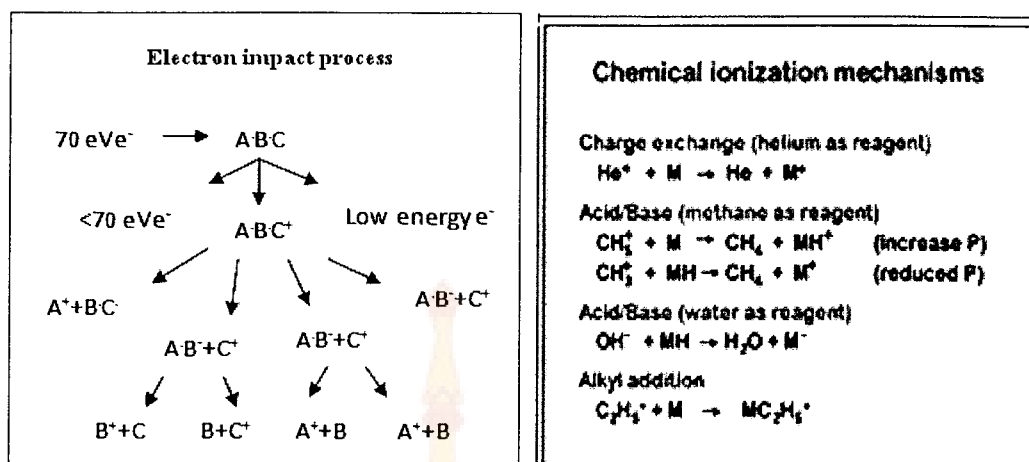
เป็นการทำให้สารเกิดฟลักเมนต์ (Fragment) โดยใช้ลำอิเล็กตรอน (Electron) ซึ่งไอออนไนเซชัน แคมเบอร์ (Ionization chamber) ต้องมีความดันต่ำประมาณ 10^{-8} Torr โดย อิเล็กตรอนจากฟิลาเมน (Filament) ที่ร้อนจะถูกโฟกัสผ่านห้องนี้และถูกดึงเข้าหารีเพลอร์ โวลเทจ (Repeller voltage) ที่มีความต่างศักย์ 70 โวลต์ ซึ่งจะให้พลังงานกับอิเล็กตรอนเป็น 70 eV ทำให้ของผสมที่ซับซ้อนของไอออนเกิดการแตกหักฟิลาเมนที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ (Relative abundance) (นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 28)

Mass spectrometer components



รูปที่ 2.22 ส่วนประกอบพื้นฐานของ MS

ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 28



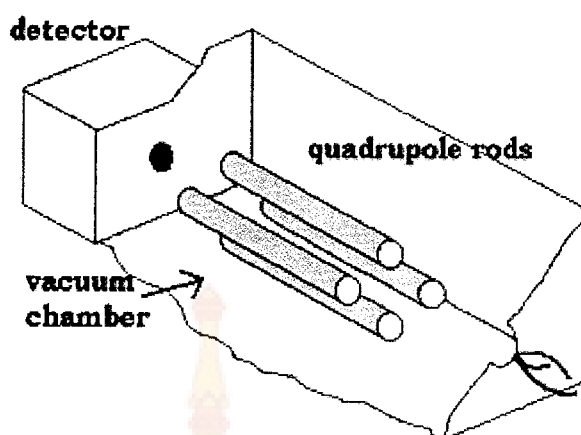
รูปที่ 2.23 กลไกการเกิด ฟลักเมนต์ ของ EI และ CI

ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 30

(1.1.2) เคมีคอล ไอออนไนเซชัน (Chemical Ionization, CI) เป็น การทำให้สารเกิดการฟลักเมนต์ด้วยวิธีทางเคมีโดยผสมสารตัวอย่าง (ความดัน 10^{-4} Torr) เข้ากับแก๊สที่ ทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 Torr) แล้วผ่านสารผสมเข้าไปในไอออนไนเซชัน แคมเบอร์ โดยการทำให้ เกิดการฟลักเมนต์ด้วยการชนกับอิเล็กตรอนเช่นเดียวกันแก๊สที่ใช้ได้แก่ มีเทน (Methane) ไอโซ บิวเทน (Isobutane) แอมโมเนีย (Ammonia) (นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 29)

(1.3) Mass Analyzer

Mass Analyzer เป็นเครื่องวิเคราะห์มวล มีหลายแบบ คือ Magnetic-sector analyzer, Electrostatic analyzer, Time-of-flight analyzer, Ion cyclotron resonance analyzer, Quadrupole mass spectrometer-Quadrupole Mass Spectrometer ใช้หลักการวิเคราะห์ด้วยสนามแม่เหล็ก คือ เป็น Path-stability mass spectrometer ซึ่งมีแหล่ง ผลิต Ion source 2 ส่วนโดยส่วนแรกจะทำให้ตัวอย่างกลายเป็นไอออน และส่วนที่ 2 ทำให้สาร มาตรฐานกลายเป็นไอออนลำไอออนทั้งสองจะถูกบังคับให้ผ่านเครื่องแยกไอออนชุดเดียวกัน ดังนั้น ไอออนทั้งหมดจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กในสภาวะเดียวกัน แต่ถูกตรวจและวัดด้วยเครื่อง ดีเทคเตอร์ แยกกันซึ่งมีข้อดีคือทำให้สามารถวัดมวลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 31)

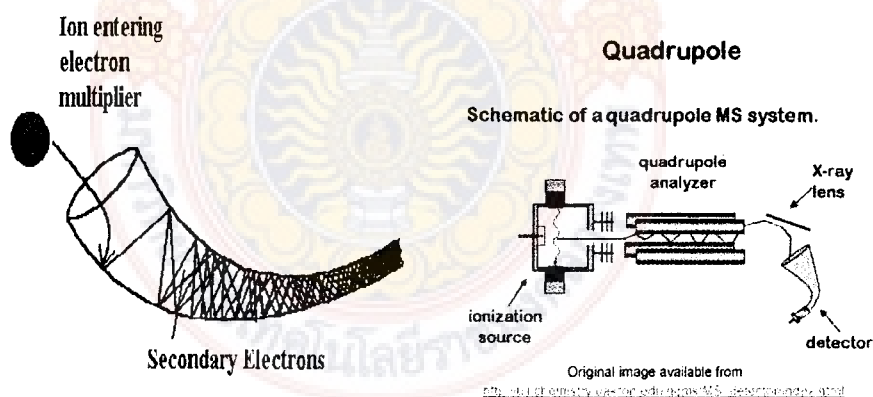


รูปที่ 2.24 Quadrupole Detector

ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 31

(1.4) Detector

ที่ใช้โดยทั่วไปมีหลายอย่าง คือ Faraday cup detector, Electron multiplier detector, Scintillation counter detector, Photographic plate detector



รูปที่ 2.25 Electron Multiplier Schematic

ที่มา: นันทิยา พาหุมนโต. 2552: 32

2.6.3 ข้อดีของ GC-MS

2.6.3.1 สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจงให้ เซนซิวิตี (Sensitivity) ที่สูง

2.6.3.2 สามารถบ่งชี้ชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้

2.6.3.3 สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

2.6.4 ข้อเสียของ GC-MS

2.6.4.1 ราคาแพง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง

2.6.4.2 ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูง (GC-MS. ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารก่อมะเร็งภัยเงียบที่มากับควันธูปโดยนายแพทย์มนูญ ลีเชวงวงศ์ หัวหน้าห้องไอซียู โรงพยาบาลวิชัยยุทธ และพินดา นวสัมฤทธิ์ นักวิจัยห้องปฏิบัติการพิษวิทยาสิ่งแวดล้อมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับอันตรายของควันธูป เนื่องจากพบว่าปัจจุบันโรคมะเร็งปอดเป็นสาเหตุการตายต้นๆ ของคนไทยโดยร้อยละ 80-90 มีสาเหตุมาจากการดูดบุหรี่ แต่ขณะเดียวกันจากสถิติการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดในเพศหญิงกลับพบว่า ร้อยละ 50 ไม่พบประวัติสูบบุหรี่หรืออยู่ใกล้ชิดกับผู้สูบบุหรี่ อีกทั้งไม่มีประวัติสัมผัสสารก่อมะเร็งจากการประกอบอาชีพเลยแต่กลับเป็นมะเร็งปอด ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากภัยที่พบบ่อยคือ สารพิษก่อมะเร็งจากควันธูป จากการศึกษาควันธูปที่มีสารก่อมะเร็ง 3 ชนิด ได้แก่ เบนซิน เบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3 บิวทาไดอิน มีส่วนประกอบมาจากกาว ขี้เลื่อย น้ำหอม และสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม เป็นต้น โดยสารก่อมะเร็งเกิดจากการเผาไหม้ของกาวและน้ำหอมเป็นสำคัญ โดยรูป 1 ดอกจะปล่อยแก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ 325 กรัม และแก๊สมีเทน 7 กรัม นอกจากนี้ยังมีสารพิษอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งมีส่วนในการก่อให้เกิดมะเร็งชนิดต่างๆ เช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งในระบบเลือด มะเร็งปอด และมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะ ทั้งนี้ทีมวิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจหาสารก่อมะเร็ง บริเวณวัด 3 แห่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ ซึ่งเป็นวัดดังและมีผู้คนนิยมไปกราบไหว้มาก โดยได้สำรวจคนงานที่ปฏิบัติงานในวัดจำนวน 40 คน เปรียบเทียบกับคนงานในหน่วยงานที่ไม่มีการจุดธูปจำนวน 25 คน จากการตรวจเลือดและปัสสาวะ พบว่า คนงานที่ทำงานในวัดทั้งหมด มีสารก่อมะเร็งสูงกว่าคนที่ไม่ทำงานในวัดถึง 4 เท่า ขณะที่สารบิวทาไดอิน สูงกว่า 260 เท่า และสารในกลุ่มพีเอเอช จำพวกฟอร์มาลดีไฮด์ พบสูงกว่า 12 เท่า นอกจากนี้ ยังพบสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ซึ่งเป็นสารที่มี

ศักยภาพในการก่อกัมเริงสูงสุด โดยพบว่าในวัดมีสารดังกล่าวสูงกว่าสถานที่ที่ไม่จุดธูปถึง 63 เท่า ที่สำคัญจากการตรวจร่างกายในคนงานในวัด 40 คน ยังพบการแตกหักของรหัสพันธุกรรมสูงกว่าคนปกติถึง 2 เท่า ผลการวิจัยดังกล่าวได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Chemical/biological interactions ของประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ประธานสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ทรงเป็นหนึ่งในทีมนักวิจัย (ไทยรัฐ. 2551: ออนไลน์)

จากรายงานการศึกษาการผลิตธูปจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาปริมาณสารก่อกัมเริงในควันธูปของวรุฒม์ บุณบุรีเดช และวุฒิพงษ์ โภควัฒนกุล ศึกษาตัวแปร คือ กาวและน้ำมันหอมระเหย ตัวแปรกาวที่ใช้ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ กาวแป้งสาลิ และกาวแป้งข้าวเหนียว น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยธรรมชาติและน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ได้แก่ กลิ่นตะไคร้ มะกรูด และจำปี วิเคราะห์ปริมาณสารเบนซิน และ 1,3-บิวทาไดอินในควันธูปด้วยเครื่องวัดปริมาณสารไอระเหยอินทรีย์และอนินทรีย์ด้วยระบบอินฟราเรด MIRAN[®] 205B Series SapphlRe พบว่ามีสารเบนซิน และ 1,3-บิวทาไดอินในควันธูปที่ทำจากกาวแป้งสาลิและน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติกลิ่นจำปี คือ 232.57 พีพีเอ็ม และ 47.66 พีพีเอ็ม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสารเบนซินและ1,3-บิวทาไดอินจากควันธูปที่ทำจากกาวน้ำและน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นมะกรูด มีปริมาณสารเบนซิน 1,154.89 พีพีเอ็ม และ 1,3-บิวทาไดอิน 151.72 พีพีเอ็ม รูปทั่วไปตามท้องตลาดมีปริมาณสารเบนซิน 545.54 พีพีเอ็ม และ 1,3-บิวทาไดอิน 233.76 พีพีเอ็ม ดังนั้นรูปที่ผลิตจากสารธรรมชาติมีสารก่อกัมเริงน้อยกว่ารูปที่ผลิตจากสารสังเคราะห์ (วรุฒม์ บุณบุรีเดช และวุฒิพงษ์ โภควัฒนกุล : 2552)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการผลิตธูปด้วยวิธีการผลิตธูปแบบวิธีดั้งเดิม ส่วนผสมต่างๆ อุปกรณ์ เครื่องมือ วัตถุดิบที่ใช้ และ วิธีการทดลองและวิเคราะห์สารก่อมะเร็ง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์

- 3.1.1.1 ปีกเกอร์ ขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร
- 3.1.1.2 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.1.1.3 กระบอกตวง ขนาด 10, 50 และ 100 มิลลิลิตร
- 3.1.1.4 หลอดหยด
- 3.1.1.5 ชุดการสกัดด้วยน้ำ
- 3.1.1.6 ขวดสีชา
- 3.1.1.7 ปีเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร
- 3.1.1.8 แท่งแก้วคนสาร
- 3.1.1.9 กรวยแก้ว
- 3.1.1.10 ขวดน้ำกลั่น
- 3.1.1.11 ซ้อนตักสาร
- 3.1.1.12 จุกยาง
- 3.1.1.13 มีด
- 3.1.1.14 เขียง

3.1.2 วัตถุดิบ

- 3.1.2.1 ชะลูด จำหน่ายโดยธาราสมนไพร กรุงเทพฯ
- 3.1.2.2 ยางบง จำหน่ายโดย บริษัท อุตสาหกรรมผงธูปไทย (ก๊ิกฮวด) จำกัด
- 3.1.2.3 เปราะหอม จำหน่ายโดยธาราสมนไพร กรุงเทพฯ
- 3.1.2.4 ตะไคร้
- 3.1.2.5 ผิวมะกรูด
- 3.1.2.6 ดอกจำปี

- 3.1.2.7 น้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้
- 3.1.2.8 น้ำมันหอมระเหยกลิ่นมะกรูด
- 3.1.2.9 น้ำมันหอมระเหยกลิ่นดอกจำปี
- 3.1.2.10 กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA
- 3.1.2.11 กาวน้ำ ตราม้า
- 3.1.2.12 แป้งสาลี
- 3.1.2.13 ก้านรูป จำหน่ายโดย บริษัท อุตสาหกรรมผงรูปไทย (ก๊กฮวด) จำกัด

3.1.3 เครื่องมือ

- 3.1.3.1 ปีม์เก็บตัวอย่างอากาศ รุ่น AirCheck XR5000
- 3.1.3.2 หลอดถ่าน
- 3.1.3.3 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์

Machine : quadrupole MS, ex. JEOL-Automass 50 type

Column : ex. VOCOL (SUPELCO) 60 m x 0.32 mm i.d. x 3 μ m

3.2 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

- 3.2.1 เตรียมก้านรูปจากไม้ไผ่ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และยาว 250 มิลลิเมตร
- 3.2.2 ร่อนผงยางบง เปราะหอม และชะลูดด้วยตะแกรงเบอร์ 80, 100, 120, 140 และ 400
- 3.2.3 สกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกจำปี ผิวมะกรูด และตะไคร้ โดยการนำพืช 1 กิโลกรัม ใส่ในขวดปริมาตรก้นกลม เติมน้ำปริมาตร 900 มิลลิลิตร แล้วนำไปต่อกับเครื่องควบแน่น จากนั้นหมุนปั๊มให้ความร้อนไปที่เบอร์ 6 ใช้เวลาในการสกัดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 3.2.4 ทำกาวแป้งสาลีที่อัตราส่วนระหว่างแป้งและน้ำ 3 กรัม: 10 มิลลิลิตร

3.3 วิธีการทำรูป

- 3.3.1 ทำรูปที่ไม่ผสมน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ กาวแป้งสาลีและยางบง จากนั้นนำไปขึ้นรูปโดยการขึ้นรูปมี 2 วิธี

- 3.3.1.1 ขึ้นรูปโดยใช้กาวลาเท็กซ์และกาวน้ำ

นำไม้ไผ่ชุบกาวให้พอประมาณแล้วคลุกผงชะลูดที่จัดเตรียมไว้ให้มีเนื้อรูปติดไม้ ต่อจากนั้นคลึงโดยใช้ถุงพลาสติกหุ้มเพื่อให้ผงไม้จับตัวแน่นขึ้น

- 3.3.1.2 ขึ้นรูปโดยใช้ยางบง

นำไม้ไผ่ชุบน้ำแล้วนำมาคลุกผงยางบง หลังจากนั้นชุบน้ำอีกครั้งแล้วจึงคลุกผง

ชะลูด

3.3.2 นำกวาที่ขึ้นรูปได้ที่ดีที่สุดในข้อ 3.3.1 มาทำรูปโดยใช้อัตราส่วนระหว่างกาว:ยางบง: เปราะหอม:ชะลูด ในอัตราส่วนดังนี้ 2: 0 : 2.25: 2.25, 2: 2.25: 0: 2.25, 2: 2.25: 2.25: 0 และ 2: 1.5: 1.5: 1.5 โดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.3.3 นำรูปที่มีอัตราส่วนที่ดีที่สุดข้อ 3.3.2 มาทำรูปหอมที่ผสมน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากธรรมชาติ

3.3.3.1 ทำรูปผสมกับน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่น จำปี มะกรูดและตะไคร้ โดยผสมน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.1 กรัมผสมกับกาวปริมาณ 2 กรัม แล้วนำกวาที่ผสมน้ำมันหอมระเหยที่ได้ไปขึ้นรูปเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.3.3.2 ทำรูปผสมกับน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก ดอกจำปี ผิวมะกรูดและตะไคร้ โดยใช้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยกับกาวปริมาณ 2 กรัม แล้วนำไปขึ้นรูปเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

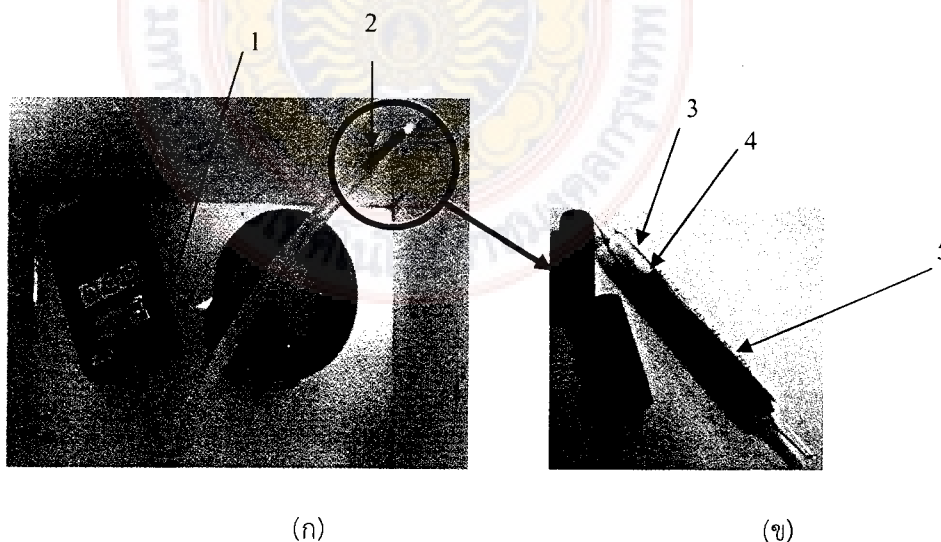
3.4 วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์

3.4.1 สมบัติทางกายภาพ โดยนำรูปที่จำหน่ายตามท้องตลาดและรูปที่ผลิตขึ้นทุกชนิดจำนวน อย่างละหนึ่งดอกมาชั่งน้ำหนักจากนั้นจุดไฟและจับเวลาจนรูปดับและนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อศึกษา เวลาที่เผาไหม้ อัตราการเผาไหม้ สีของควัน และการเผาไหม้

3.4.2 วิเคราะห์ปริมาณเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน ด้วยเครื่อง GC-MS

3.4.2.1 การเตรียมชุดอุปกรณ์ดูดควันรูป

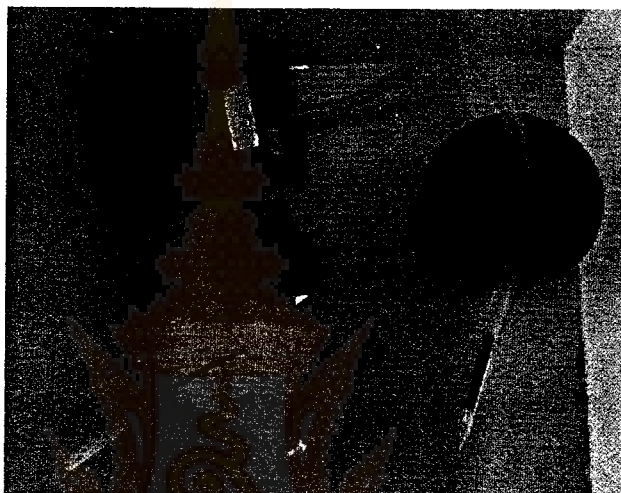
นำสายยางต่อกับปั๊มดูดควันทางด้านบน (1) และต่อหลอดผ่านเข้าทางสายยาง (2) ซึ่งหลอดผ่านจะประกอบด้วย ส่วนที่เป็นหลอด (3) โยแก้ว (4) และถ่าน (5) โดยในการต่อจะต้องการให้ส่วนที่เป็นโยแก้วอยู่ด้านนอก เพื่อกรองสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าไปในถ่าน ดังรูปที่ 3.1



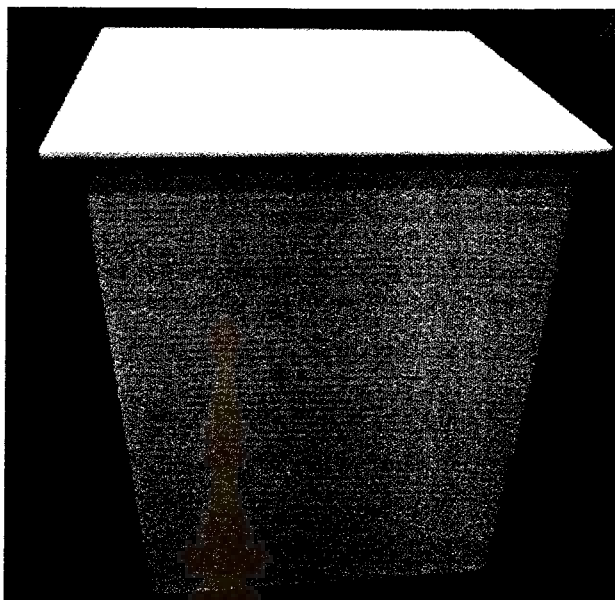
รูปที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์ดูดควันรูป (ก) การเตรียมชุดอุปกรณ์ดูดควันรูป (ข) หลอดถ่าน

3.4.2.2 วิธีการเก็บควันรูป

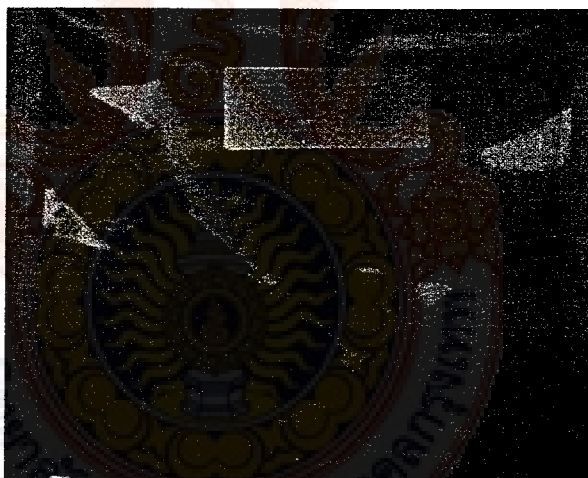
ชั่งน้ำหนักรูปจำนวน 1 ดอก จุดรูปให้ติดในกล่องที่มีปริมาตร 391.61 ลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 3.2 เป็นเวลา 15 วินาที หลังจากนั้นจึงเป่ารูปให้ไฟดับและนำฝากล่องครอบรูปไว้ ดังรูปที่ 3.3 หลังจากนั้นจับเวลาให้ควันรูปกระจายทั่วกล่องเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบ 3 นาทีแล้วให้กดใช้ปั๊มดูดควันเพื่อให้ควันเข้าไปในหลอดถ่านพร้อมกับจับเวลาต่ออีก 1 นาที หลังจากนั้นก็ดับรูปและนำรูปไปชั่งน้ำหนักหลังจุด ควันรูปจะถูกเก็บไว้ในหลอดถ่าน ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 วิธีการวางอุปกรณ์ภายในกล่องเก็บควันรูป



รูปที่ 3.3 กล่องเก็บคว้นรูป



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหลอดถ่านที่เก็บคว้นรูปได้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปราย

บทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาสมบัติทางกายภาพของรูปที่ผลิตจากการสกัดจากสารธรรมชาติ และสารสังเคราะห์ และวิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และ เบนโซ(เอ)ไพรีน ด้วยเครื่อง GC-MS เพื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบสารก่อมะเร็งที่อยู่ในควันรูปแต่ละชนิด

4.1 การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตรูป

4.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตรูปมีอยู่ 4 อย่าง

4.1.1.1 ไม้ก้านรูป (ไม้ไผ่)



รูปที่ 4.1 ไม้ก้านรูป (ไม้ไผ่)

4.1.1.2 ผงไม้ ได้แก่ ผงยางบง ผงเปราะหอม และผงชะลูด

4.1.1.3 กาว

(1) กาวสังเคราะห์ ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ และ กาวน้ำ

(2) กาวธรรมชาติ ได้แก่ แป้งสาลี และยางบง

4.1.1.4 น้ำมันหอมระเหย

(1) น้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติ กลิ่นจำปี มะกรูด และตะไคร้

(2) น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ กลิ่นจำปี มะกรูด และตะไคร้

ในการทดลองของงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ได้จาก กาว น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากธรรมชาติ และที่ได้จากการสังเคราะห์

4.1.2 ผงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ผงยางบง ผงเปราะหอม และผงชะลูด ซึ่งผงไม้เหล่านี้มีกลิ่นหอม และนิยมนำมาทำเป็นรูปหอมดังรูปที่ 4.2 โดยการร่อนผงไม้เหล่านี้ไปด้วยเครื่องเขย่า โดยทำการคัดขนาดด้วยตะแกรงเบอร์ 80, 100, 120, 140, และ 400 ดังรูปที่ 4.3 เพื่อศึกษาขนาดของอนุภาคของ ผงไม้ ผงไม้ที่ได้จะมีขนาดดังนี้ รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.2 ผงไม้ที่บดได้ (ก) ผงยางบง (ข) ผงเปราะหอม (ค) ผงชะลูด

ยางบง มีขนาดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 23.62 ไมโครเมตร

เปราะหอม มีขนาดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 27.35 ไมโครเมตร

ชะลูด มีขนาดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 24.89 ไมโครเมตร



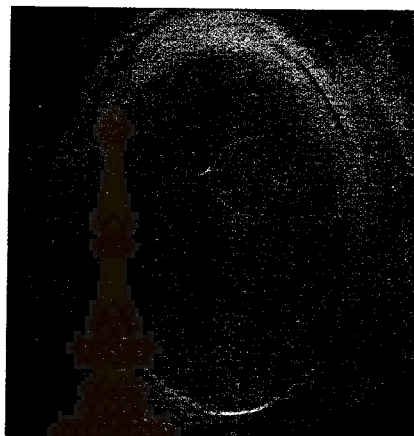
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.3 ชุดคัดขนาดมาตรฐาน ASTM (ก) ชุดตะแกรง (ข) เครื่องเขย่า

4.1.3 อัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตกาวจากแป้งสาลี เพื่อผลิตกาวที่มีลักษณะคล้ายกับกาวสังเคราะห์ โดยนำแป้งสาลีผสมกับน้ำที่อัตราส่วน 3 กรัม: 10 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนเป็นเวลา 5 นาที ได้ผลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ลักษณะของกาวแป้งสาลีที่อัตราส่วน 3 กรัม: 10 มิลลิลิตร

จากรูปที่ 4.4 ลักษณะกาวที่ได้จากแป้งสาลีที่อัตราส่วน 3 กรัม: 10 มิลลิลิตร มีลักษณะใกล้เคียงกับกาวลาเท็กซ์มาก ซึ่งสามารถนำมาเป็นตัวประสานในการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

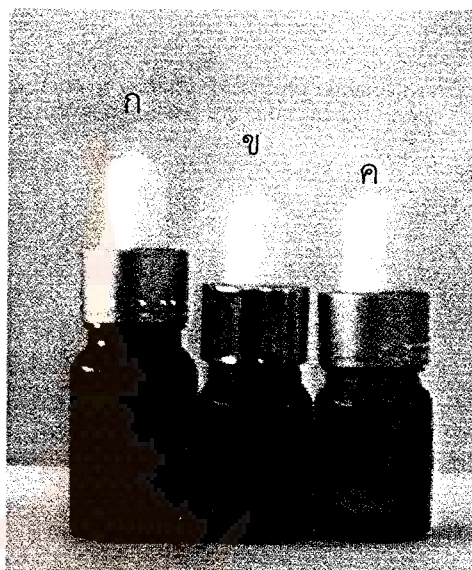
4.1.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติด้วยน้ำ

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชธรรมชาติด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำ ซึ่งพืชที่นำมาสกัดได้แก่ ดอกจำปี ผิวมะกรูด และตะไคร้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดพืช 1 กิโลกรัม ด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำ

ชนิดของพืช	ปริมาณที่สกัดได้ (กรัม)
มะกรูด	11.2682
ตะไคร้	3.8422
จำปี	2.6511

จากตารางที่ 4.1 จากการกลั่นพืชแต่ละชนิด 1 กิโลกรัม พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากผิวของมะกรูดสกัดได้ 11.2682 กรัม รองลงมาเป็นตะไคร้สกัดได้ 3.8422 กรัม และจำปีสกัดได้ 2.6511 กรัม ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดพืช 1 กิโลกรัม
(ก) มะกรูด (ข) ตะไคร้ (ค) จำปี

4.2 ลักษณะทางกายภาพของรูป

การศึกษาอัตราส่วนในการทำรูปจากกาวชนิดต่างๆ ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ

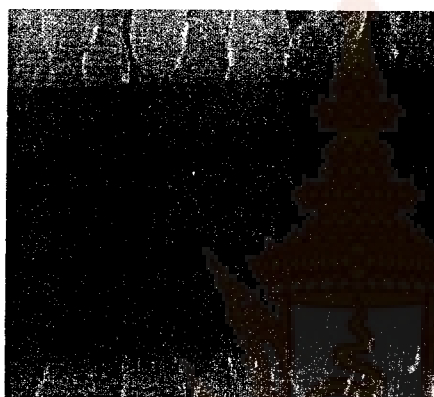
อัตราส่วนของกาวชนิดต่างๆ

อัตราส่วน กาวลาเท็กซ์ : ชะลูด เป็น 5 : 3 กรัม ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน

อัตราส่วน กาวน้ำ : ชะลูด เป็น 5 : 3 กรัม ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน

อัตราส่วน กาวแป้งสาหลี่ : ชะลูด เป็น 5 : 3 กรัม ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน

อัตราส่วน ยางบง : ชะลูด เป็น 2.5 : 1 กรัม ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน



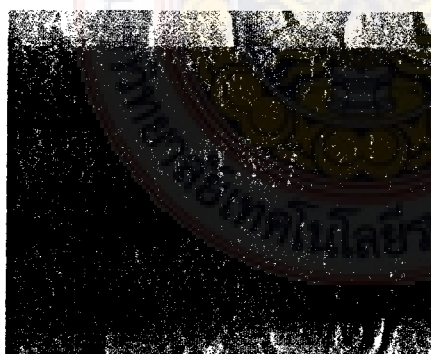
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากกาวสังเคราะห์

(ก) กาวลาเท็กซ์ (ข) กาวน้ำ



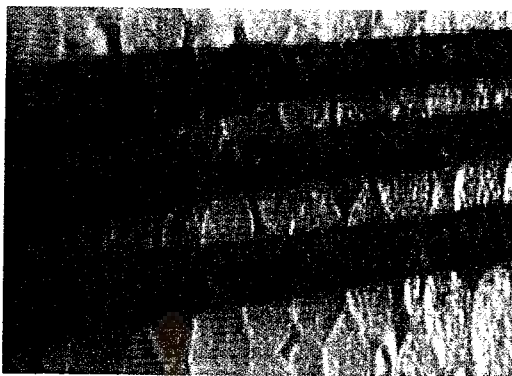
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.7 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากกาวธรรมชาติ

(ก) กาวแป้งสาหลี่ (ข) กาวจากผงยางบง



รูปที่ 4.8 ลักษณะการเกิดราของรูปที่ผลิตจากกาบแปงสาส์

จากรูปที่ 4.6 พบว่ารูปที่ผลิตจากกาบสังเคราะห์ชนิดกาวลาเท็กซ์มีการยืดเกาะเนื้อรูปได้ดีกว่า กาวน้ำ แต่การขึ้นรูปจากกาบสังเคราะห์นั้นทำได้ยากมาก และจากรูปที่ 4.7 พบว่ารูปที่ทำจากกาบ ธรรมชาติ ชนิดกาวยางบงนั้น มีการยืดเกาะเนื้อรูปได้ดีกว่ากาบธรรมชาติที่ทำจาก แปงสาส์ เนื่องจากว่าเนื้อรูปไม่หลุดออกจากไม้ก้านรูป ไม่มีรอยแตก และการทำรูปโดยใช้ยางบงนั้นสามารถขึ้น รูปได้ง่ายกว่าและเร็วกว่าการขึ้นรูปจากกาบสังเคราะห์ และกาบธรรมชาติชนิดกาวแปงสาส์ และรูป ที่ผลิตโดยใช้ยางบงนั้นเนื้อรูปจะมีความละเอียดมากกว่ากาบชนิดอื่นๆ จึงคัดเลือกเอารูปที่ผลิตจาก ยางบงไปทำรูปที่อัตราส่วนต่างๆ ส่วนรูปที่ 4.8 เป็นลักษณะของรูปที่ผลิตจากกาบแปงสาส์ที่เกิดรา เนื่องจากแปงเป็นคาร์โบไฮเดรต นำมาใช้ประกอบอาหารจึงเกิดการเน่าเสีย หรือขึ้นราได้ หลังจากเก็บ ไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพของรูปที่อัตราส่วนต่างๆ

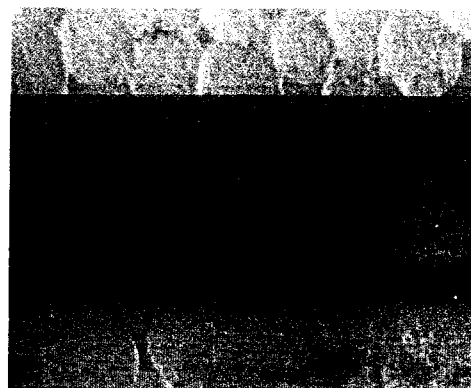
ตารางที่ 4.2 อัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตรูป ต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน

อัตราส่วนที่	กาบ (ยางบง)	ยางบง	เปราะหอม	ชะลูด
1	2.00	0.00	2.25	2.25
2	2.00	2.25	0.00	2.25
3	2.00	2.25	2.25	0.00
4	2.00	1.50	1.50	1.50

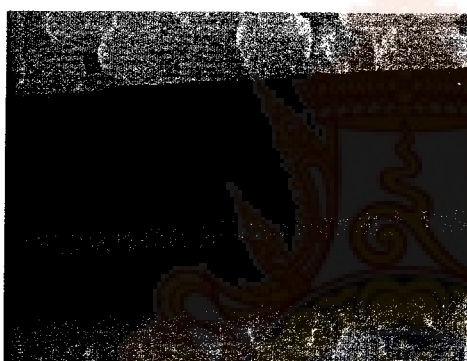
หมายเหตุ เนื่องจากการทดลองที่ 4.2.1 จากการที่ใช้ยางบงเป็นกาบทำให้ได้รูปที่มีลักษณะทาง กายภาพดีกว่ากาบชนิดอื่นๆ จึงเลือกใช้ยางบงเป็นกาบในการทดลองที่ 4.2.2 หรือเรียกว่า กาบ (ยางบง) ในคอลัมน์ที่สอง ส่วนยางบงในคอลัมน์ที่สามนั้นเป็นตัวแปรที่ต้องการแปร ค่า



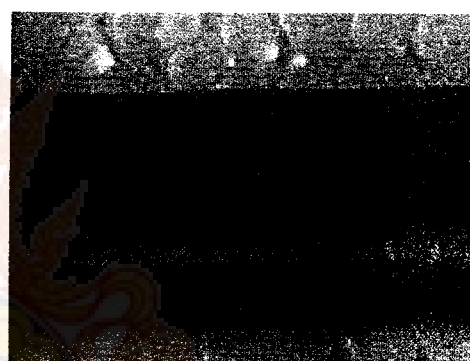
(ก)



(ข)



(ค)



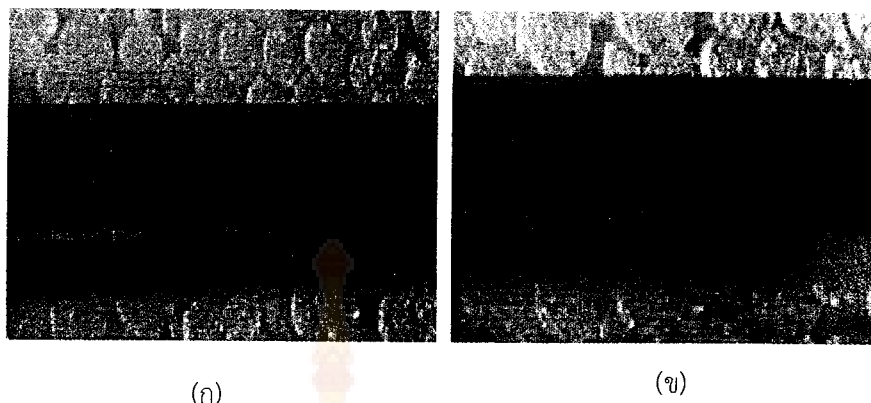
(ง)

รูปที่ 4.9 ลักษณะของรูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆ

(ก) อัตราส่วนที่ 1 (ข) อัตราส่วนที่ 2 (ค) อัตราส่วนที่ 3 (ง) อัตราส่วนที่ 4

จากรูปที่ 4.9 พบว่ารูปที่ผลิตจากอัตราส่วนที่ 1 เนื้อรูปไม่ค่อยละเอียด มีรอยแตกเพราะมีส่วนผสมของกาวยางบงน้อยกว่ารูปชนิดอื่นๆ จึงทำให้เกิดรอยแตก ส่วนรูปที่อัตราส่วนที่ 2 และ 3 นั้นรูปที่ผลิตได้มีเนื้อรูปละเอียด ไม่มีรอยแตก ส่วนรูปที่อัตราส่วนที่ 4 นั้นรูปที่ผลิตได้มีเนื้อรูปละเอียด ไม่มีรอย และมีส่วนผสมครบทั้ง 4 อัตราส่วนจึงทำให้รูปนั้นมีกลิ่นหอมกว่ารูปที่อัตราส่วนอื่นๆ

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ

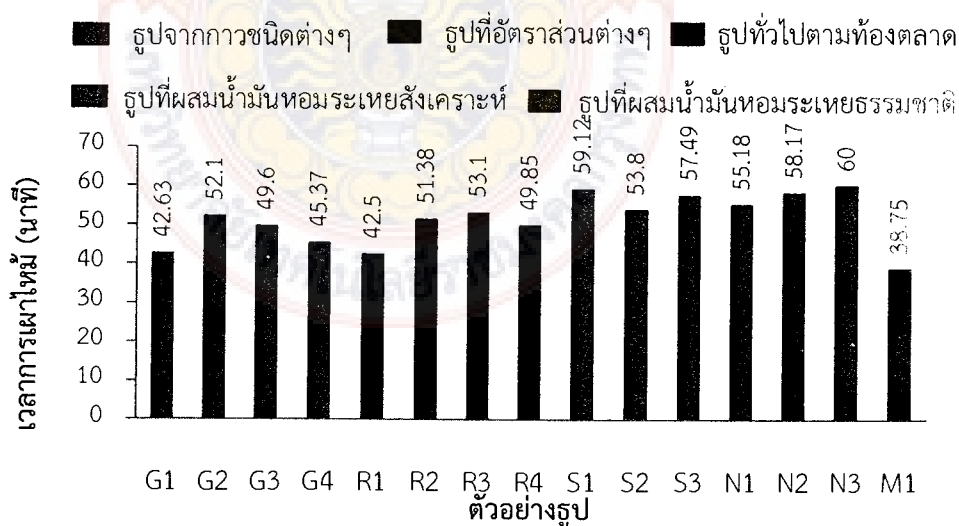


รูปที่ 4.10 ลักษณะของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ

(ก) รูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ (ข) รูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ

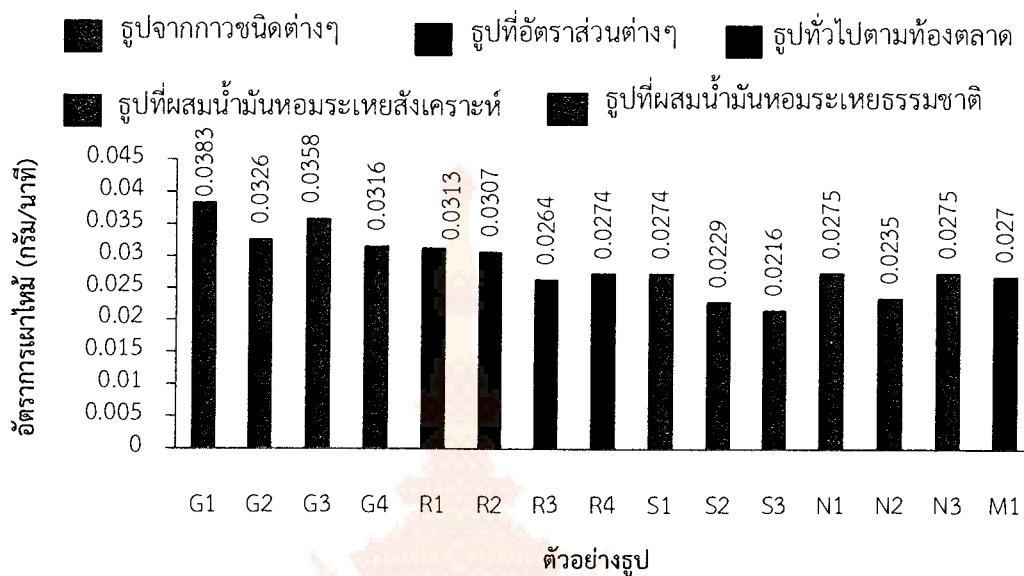
จากรูปที่ 4.10 พบว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์นั้นรูปที่ผลิตได้ มีเนื้อรูปละเอียด ไม่มีรอยแตก มีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ ส่วนรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมดานั้นรูปที่ผลิตได้มีลักษณะเนื้อรูปคล้ายกัน มีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากธรรมชาติซึ่งจะมีกลิ่นหอมกว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์

การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ต่อรูป 1 ดอกโดยจับเวลาตั้งแต่จุดรูปจนรูปหมด ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ระยะเวลาการเผาไหม้ของรูป 1 ดอก

การทดสอบการเผาไหม้ของรูป ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักรูปก่อนจุดและจุดรูปจนรูปหมดดอก ชั่งรูปหลังจุดเพื่อบันทึกน้ำหนักของรูปที่เผาไหม้ไป ดังรูปที่ 4.12



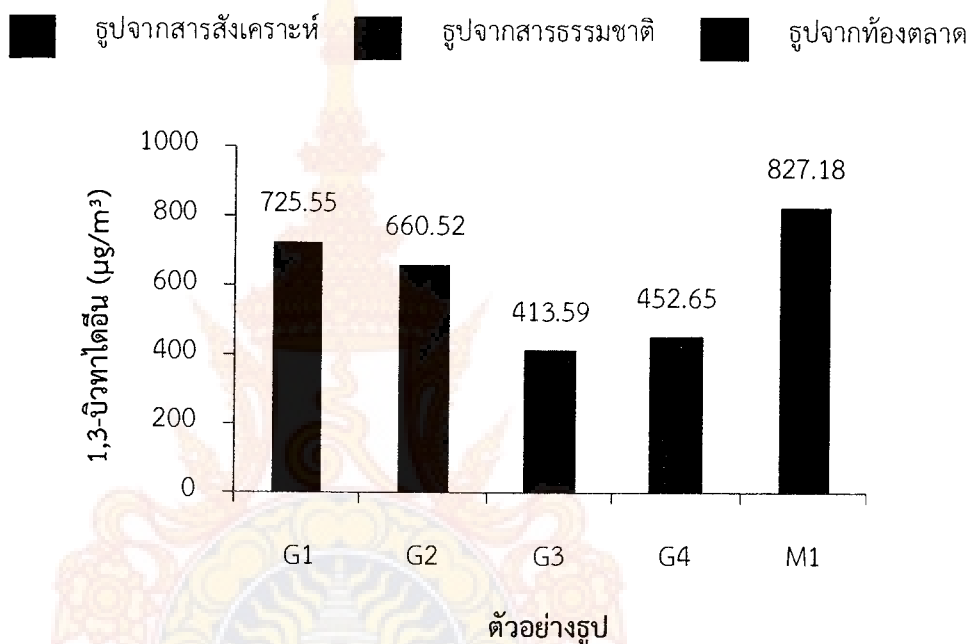
รูปที่ 4.12 อัตราการเผาไหม้ของรูป แต่ละชนิด

เมื่อ G1 แทนรูปจากกาวลาเท็กซ์ G2 แทนรูปจากกาวน้ำ G3 แทนรูปจากกาวแป้งสาลี G4 แทนรูปจากกาวยางบง R1 แทนรูปอัตราส่วนที่ 1 R2 แทนรูปอัตราส่วนที่ 2 R3 แทนรูปอัตราส่วนที่ 3 R4 แทนรูปอัตราส่วนที่ 4 S1 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นจำปี S2 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นมะกรูด S3 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์กลิ่นตะไคร้ N1 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติกลิ่นจำปี N2 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติกลิ่นมะกรูด N3 แทนรูปผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติกลิ่นตะไคร้ M1 แทนรูปตามท้องตลาด

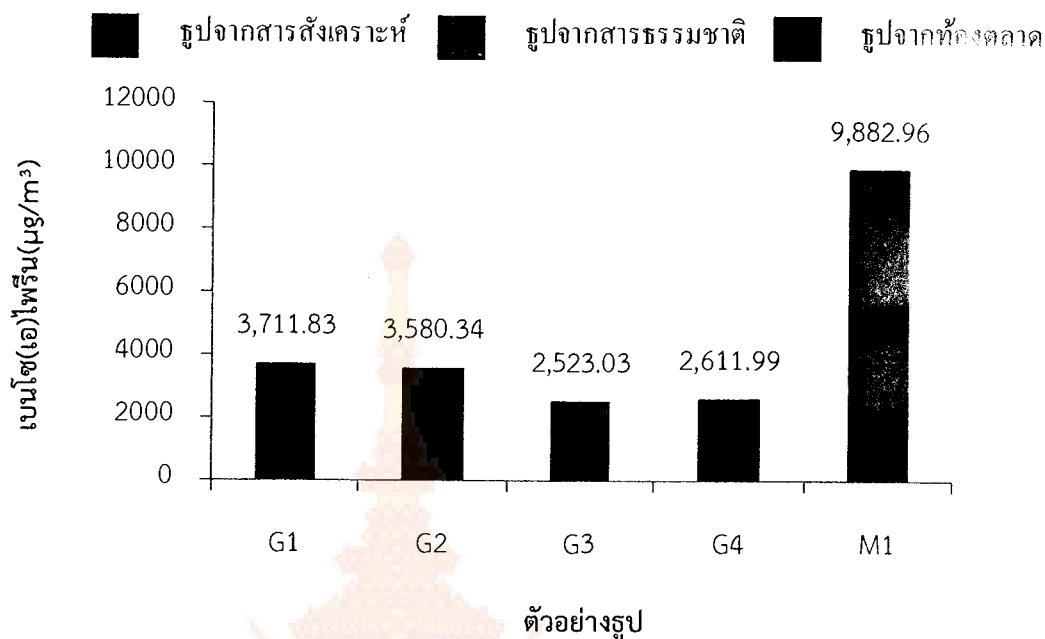
เมื่อพิจารณารูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ของรูปแต่ละชนิดมีระยะเวลาในการเผาไหม้ไม่แตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาในการใช้งานของรูปแต่ละชนิดใช้งานได้ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ส่วนอัตราการเผาไหม้ของรูปแต่ละชนิดมีอัตราการเผาไหม้ที่ไม่แตกต่างกัน

4.3 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผลิตจากกาวต่างๆ กับรูปห้องตลาด

ศึกษาผลของกาวที่มีผลต่อสารก่อมะเร็งในควันรูป ซึ่งทำการทดลองโดยผลิตรูปจากกาวชนิดต่างๆ อย่างละ 1 ดอก แบ่งเป็นกาวสังเคราะห์ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ และกาวธรรมชาติ ได้แก่ กาวแป้งสาลี กาวจากผงยางบง นำรูปตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักก่อนจุด และจุดในกล่องที่มี ปริมาตร 391.61 ลูกบาศก์เมตร และเก็บตัวอย่างควันรูปโดยใช้ปั๊มดูดควันไปเก็บในหลอดซาโค วิเคราะห์หาปริมาณสารก่อมะเร็ง เบนซีน เบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3-บิวทาไดอินด้วยเครื่อง GC-MS และนำรูปตัวอย่างที่จุดแล้วมาชั่งน้ำหนักหลังจุดเพื่อบันทึกน้ำหนักที่เผาไหม้ ได้ผล ดังรูปที่ 4.13 และ 4.14



รูปที่ 4.13 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามห้องตลาด
ต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม



รูปที่ 4.14 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูปที่ทำจากข้าวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาด
ต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม

จากรูปที่ 4.13 และ 4.14 พบว่ารูปที่ทำจากข้าวธรรมชาติ ชนิดข้าวแบ่งสาส์ และข้าวจากยางบงจะมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน น้อยกว่ารูปที่ทำจากข้าวสังเคราะห์ ชนิดข้าวลาเท็กซ์ และข้าวน้ำ และน้อยกว่ารูปจากท้องตลาด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนของข้าวธรรมชาติด้วยกัน พบว่ารูปที่ทำจากข้าวธรรมชาติชนิดข้าวแบ่งสาส์ จะมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน $413.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และสารเบนโซ(เอ)ไพรีน $2,523.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่าข้าวธรรมชาติชนิดข้าวยางบง ซึ่งสาเหตุที่รูปจากข้าวธรรมชาติมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่ารูปจากข้าวสังเคราะห์ และรูปจากท้องตลาดเพราะว่ารูปจากข้าวธรรมชาติใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิตรูปทั้งหมดส่วนรูปจากข้าวสังเคราะห์ และรูปตามท้องตลาดมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนมากเพราะว่า ข้าวลาเท็กซ์ และข้าวน้ำจะมีส่วนประกอบของ โพลีไวนิลอะซิเตต และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ซึ่งทำมาจากไวนิลอะซิเตตมอนอเมอร์ นำไปใช้ทำข้าวลาเท็กซ์ สีน้าพลาสติก ฟิล์มเคลือบผิวรูปถ่ายเป็นต้น และไวนิลอะซิเตตมอนอเมอร์ ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบซึ่งในน้ำมันดิบประกอบไปด้วย สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเมื่อเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็จะปล่อยสาร

เบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนออกมา ซึ่งในกาบสังเคราะห์อาจจะมีโพลีไวนิลอะซิเตต และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ปนอยู่เมื่อเกิดการเผาไหม้ก็อาจปล่อยสารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และ เบนโซ(เอ)ไพรีนออกมาได้เช่นเดียวกัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2551: 6)

4.4 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆ กับรูปห้องตลาด

ศึกษาผลของรูปที่อัตราส่วนต่างๆ ได้แก่ อัตราส่วนระหว่าง กาว: ยางบง: ชะลูด: เปราะหอมต่อไม้ก้านรูป 5 ก้าน ดังนี้

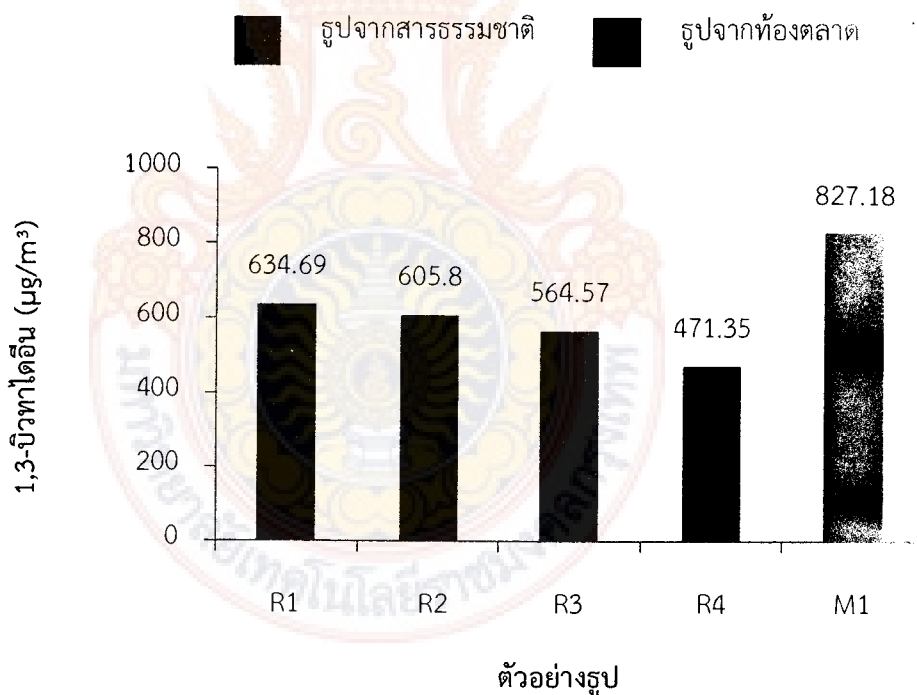
อัตราส่วนที่ 1 หรือ R1 คือ 2.00: 0.00: 2.25: 2.25

อัตราส่วนที่ 2 หรือ R2 คือ 2.00: 2.25: 0.00: 2.25

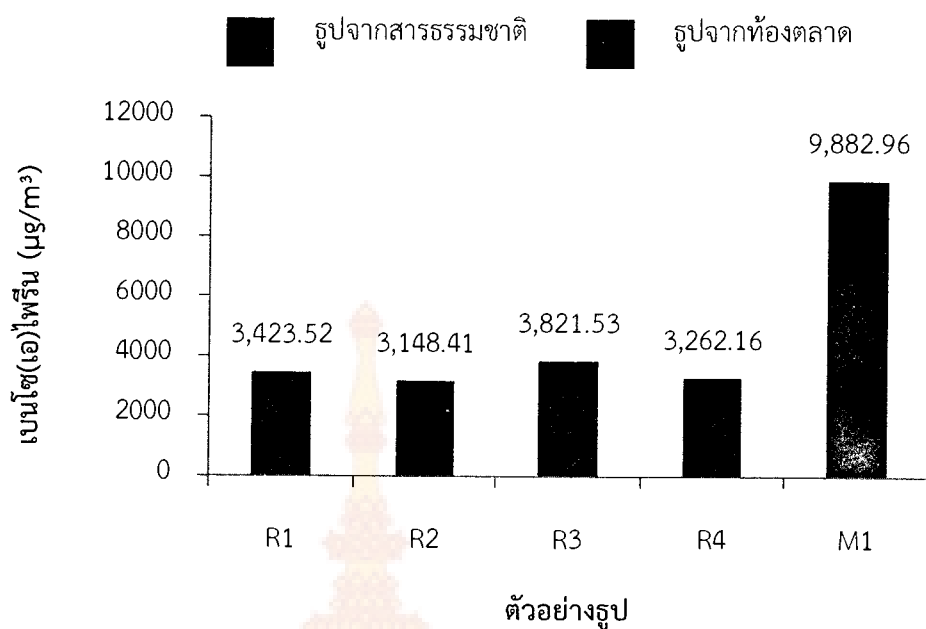
อัตราส่วนที่ 3 หรือ R3 คือ 2.00: 2.25: 2.25: 0.00

อัตราส่วนที่ 4 หรือ R4 คือ 2.00: 1.50: 1.50: 1.50

วิเคราะห์หาปริมาณสารก่อมะเร็ง เบนซีนเบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3-บิวทาไดอินด้วยเครื่อง GC-MS ได้ผลดังรูปที่ 4.15 และ 4.16



รูปที่ 4.15 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ทำจากอัตราส่วนต่างๆเทียบกับรูปตามห้องตลาด
ต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม

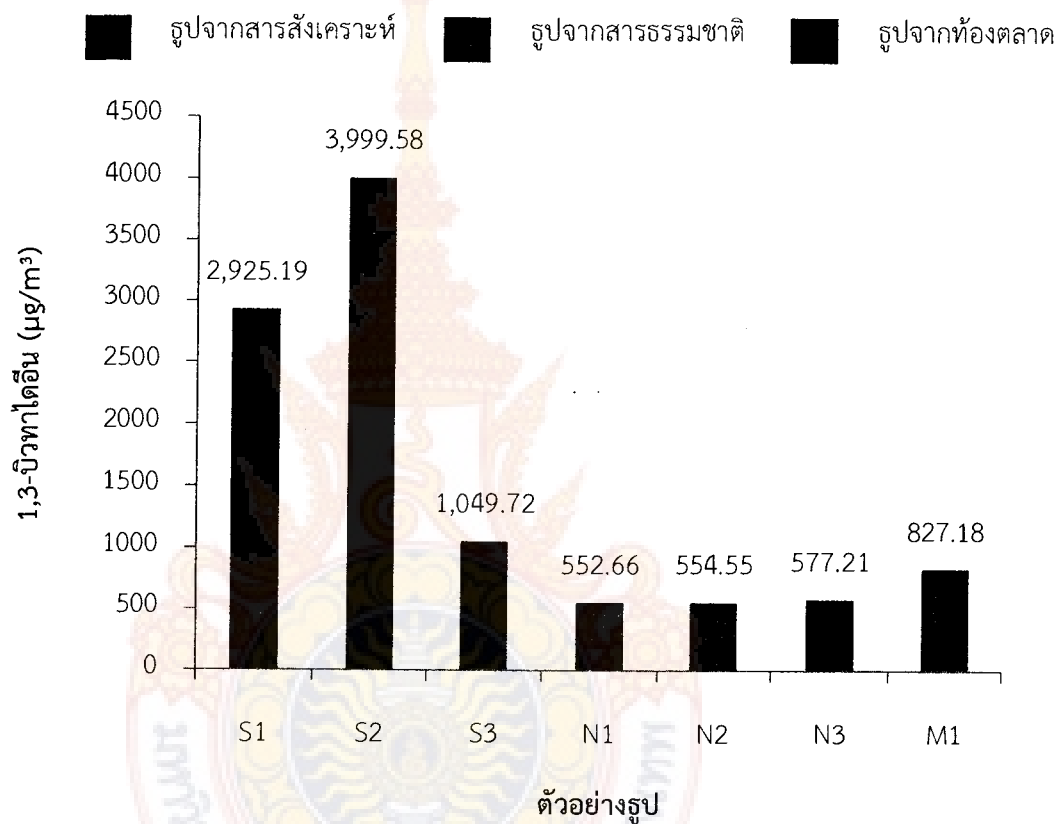


รูปที่ 4.16 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ของรูปที่ทำจากกาวชนิดต่างๆ เทียบกับรูปตามท้องตลาด
ต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม

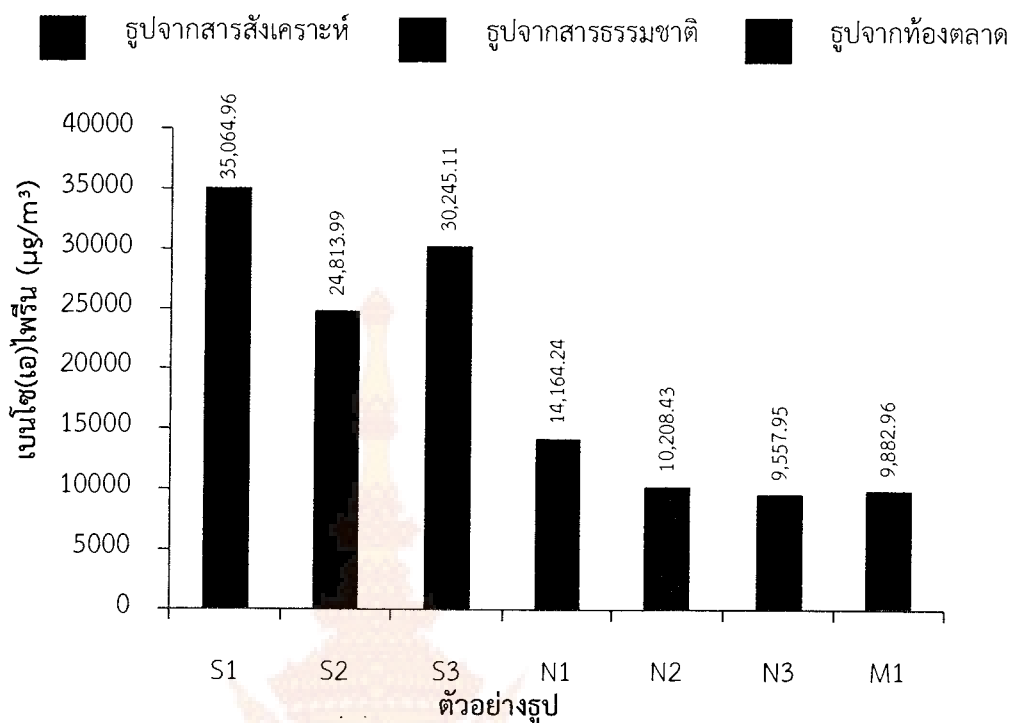
จากรูปที่ 4.15 และ 4.16 พบว่า รูปที่อัตราส่วนต่างๆมีปริมาณสาร1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน น้อยกว่ารูปจากท้องตลาด เนื่องจากรูปจากอัตราส่วนต่างๆ นั้นใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติทั้งหมด

4.5 เปรียบเทียบสารก่อมะเร็งในควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ น้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ และรูปท้องตลาด

ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อปริมาณสารก่อมะเร็งในควันรูปโดยมีน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ กลิ่นจำปี มะกรูด และตะไคร้ เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ กลิ่นจำปี มะกรูด และตะไคร้ โดยนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารก่อมะเร็ง เบนซีน เบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3-บิวทาไดอินด้วยเครื่อง GC-MS ได้ผลดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม



รูปที่ 4.18 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติ เทียบกับรูปตามท้องตลาดต่อน้ำหนักรูป 1 กรัม

จากรูปที่ 4.17 และ 4.18 พบว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ มีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอีนน้อยกว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และรูปท้องตลาด ส่วนปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูปท้องตลาด และรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ น้อยกว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ เนื่องจากว่ารูปท้องตลาดนั้นไม่ได้มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจึงมีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยนั้นมีคุณสมบัติเป็นน้ำมันซึ่งน้ำมันเมื่อเกิดการเผาไหม้ก็จะปล่อย สารเบนซีน และเบนโซ(เอ)ไพรีนออกมา

จะเห็นว่ามียปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอีน และ เบนโซ(เอ)ไพรีนมากกว่าค่ามาตรฐานเนื่องจากควันรูปที่เก็บในงานวิจัยนั้นจะเก็บจากบรรยากาศรอบ ๆ วัด แต่ในการทดลองนี้จะเก็บควันรูปหนึ่งก้านในภาชนะปิดที่มีปริมาตร 391.61 m^3 จึงทำให้มีปริมาณมากกว่าค่ามาตรฐานหลายเท่า

หมายเหตุ ไม่มีปริมาณสารเบนซีนในควันรูปทุกชนิด เนื่องจากว่าปริมาณสารเบนซีนในควันรูปอาจจะน้อยเกินไป เครื่อง GC-MS จึงไม่สามารถตรวจจับได้

บทที่ 5

สรุปผลการทำงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาการผลิตรูปจากกาวชนิดต่างๆ ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ กาวแป้งสาลี และกาวจากยางบง จากนั้นนำกาวที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดมาผลิตเป็นรูปที่อัตราส่วนต่างๆ และนำรูปที่อัตราส่วนที่ดีที่สุดมาผลิตเป็นรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และธรรมชาติ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ใช้มี กลิ่นจำปี มะกรูด และตะไคร้ เพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันรูป และนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่ใช้กันทั่วไปตามท้องตลาด

5.1 สรุปผลการทำงานวิจัย

5.1.1 ผลของคุณลักษณะทางกายภาพของรูปและการเผาไหม้ของรูปแต่ละชนิด

5.1.1.1 รูปที่ผลิตจากกาวชนิดต่างๆ

จากผลการทดลองทำรูปจากกาวแต่ละชนิดพบว่ารูปที่ผลิตจากกาวที่ได้จากยางบงมีการยึดเกาะได้ดีกว่ารูปที่ผลิตจากกาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ และกาวแป้งสาลี และเนื้อรูปที่ผลิตจากกาวที่ได้จากยางบงผิวของรูปจะมีลักษณะเนียนและสวยงามกว่ารูปที่ผลิตจากกาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ และกาวแป้งสาลี รูปที่ทำจากกาวยางบงสามารถขึ้นรูปได้ง่ายและรวดเร็วกว่ากาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ และกาวแป้งสาลี

5.1.1.2 รูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดลองของรูปที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า รูปที่อัตราส่วนที่ 4 มีลักษณะผิวรูปที่เนียนละเอียด เนื้อรูปมีการยึดเกาะดี และมีกลิ่นหอมกว่ารูปที่อัตราส่วนที่ 1, 2 และ 3

5.1.1.3 รูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ

จากผลการทดลองของรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติมีลักษณะผิวเนียนละเอียดเหมือนกัน เนื้อรูปยึดเกาะได้ดีเหมือนกัน แต่รูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติจะมีกลิ่นหอมกว่ารูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์

โดยระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ของรูปที่ผลิตจากกาวชนิดต่างๆ รูปที่อัตราส่วนต่าง และรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และธรรมชาติมีระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน

5.1.2 ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารก่อมะเร็งในควันธูปของธูปแต่ละชนิด

5.1.2.1 ธูปที่ผลิตจากกาวชนิดต่างๆ

จากผลการทดลองทำธูปจากกาวแต่ละชนิดพบว่า ธูปที่ทำจากกาวธรรมชาติมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน น้อยกว่าธูปที่ทำจากกาวสังเคราะห์และธูปจากท้องตลาด ดังนั้น ธูปที่ทำจากกาวธรรมชาติมีปริมาณสารก่อมะเร็งน้อยกว่าธูปที่ทำจากกาวสังเคราะห์ ซึ่งธูปที่ทำจากกาวธรรมชาติชนิดกาวแป้งสาลีมีปริมาณสารก่อมะเร็งน้อยกว่าธูปที่ทำจากกาวธรรมชาติชนิดกาวยางบง

5.1.2.2 ธูปที่ผลิตจากอัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดลองของธูปที่อัตราส่วนต่างๆพบว่า ธูปที่อัตราส่วนต่างๆ มีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่าธูปจากท้องตลาด ดังนั้นธูปที่อัตราส่วนต่างๆ มีปริมาณสารก่อมะเร็งน้อยกว่าธูปตามท้องตลาด ซึ่งธูปที่อัตราส่วนที่ 4 จะมีปริมาณสารก่อมะเร็งน้อยกว่าธูปที่อัตราส่วน 1, 2 และ 3

5.1.3 ธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ

จากผลการทดลองของธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย พบว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์และธูปตามท้องตลาด ซึ่งธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นจำปีและมะกรูดมีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้ แต่ธูปจากท้องตลาดมีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติ และสังเคราะห์ เนื่องจากธูปจากท้องตลาดไม่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจึงทำให้มีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย เมื่อเปรียบเทียบธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยด้วยกันพบว่า ธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติมีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ ซึ่งธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นตะไคร้มีปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนน้อยกว่า ธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นจำปีและมะกรูด ดังนั้นธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติมีปริมาณสารก่อมะเร็งน้อยกว่าธูปที่ผสมน้ำระเหยสังเคราะห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาวิธีการผลิตธูปให้ธูปมีคุณภาพยิ่งขึ้น เช่น อัตราการเผาไหม้เร็วขึ้น ผลิตธูปได้ครั้งละจำนวนมาก ๆ โดยเนื้อธูปไม่แตก เป็นต้น

5.2.2 ศึกษาแนวทางทำธูปจากวัตถุดิบจากธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ที่สามารถลดสารก่อมะเร็งในควันธูปได้

บรรณานุกรม

- กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 3. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 303 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2. สิงหาคม 2547. พีเอเอช. กรุงเทพฯ: ส่วนแผนงานและประมวลผลสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ.
- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2539. สมุนไพรไม้พุ่มบ้าน (1). กรุงเทพฯ: ประชาชน จำกัด.
- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2541. สมุนไพรไม้พุ่มบ้าน (2). กรุงเทพฯ: ประชาชน จำกัด.
- คณะกรรมการแก้ไขปัญหามลพิษ. 2539. คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. มีนาคม 2549. การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์ และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. กรุงเทพฯ: กองบรรณาธิการวารสารเกษตรธรรมชาติ.
- ควีนรูปรูปรองแรงไม่เว้นรูปไรควีนและรูปโรมมา. 2010: [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: <http://saisampan.net/index.php?topic=26721.0> (วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2553)
- ควีนมรณะ...ภัยเงียบที่แฝงมากับรูป. ม.ป.ป. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: http://www.medicthai.cnews_detail.php?id=2701 (วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2553)
- ควีนรูป-สารก่อมะเร็ง. ม.ป.ป. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: <http://board.palungjit.com> (วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2553)
- ควีนรูปอันตราย. ม.ป.ป. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: <http://www.healthcorners.com/2007/news/Read.php?id=6143> (วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2553)
- ชะลูด. ม.ป.ป. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: <http://www.samunpri.com/herbs/?p=346> (วันที่สืบค้น 18 มกราคม 2554)
- ชุติมา ชื่นเจริญ. ม.ป.ป. รูปมรณะ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.pitlokcenter.com/news/topic_view.php?n_id=1077&action=view (วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2552)
- ฐานันท์ หงส์รัตนารกิจ. 2550. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุนทรียภาพ. กรุงเทพฯ: วชิรญาณการพิมพ์.
- ธนาดี ลีจากภัย. 2008. “การเลือกใช้งาน” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.vcharkarn.com/varticle/38229> (วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2553)

บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร. 2549: [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: http://natres.psu.ac.th/radlo/radio_article/radio48-49/48-490052.htm (วันที่สืบค้น 18 มกราคม 2554)

นันทวัน กลิ่นจำปา. 2545. เครื่องหอม ภูมิปัญญาไทย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน).

นันทิยา พาหุมนโต. 2542: คุณค่าทางอาหาร และกลิ่นรสของเต้าหู้ยี้ที่หมักแบบธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แม่น อมรสิทธิ์ และคณะ. มิถุนายน 2533. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์ 50 จำกัด.

ยางบง. ม.ป.ป. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: <http://web2.forest.go.th/private/Document/yabong.htm> (วันที่สืบค้น 18 มกราคม 2554)

ยุพา รุ่งเวชวุฒิวิทยา. ม.ป.ป. การศึกษาหาองค์ประกอบของกาวหยอดลูกขนไก่.

วิทยาลัยการแพทย์ภูมิปัญญา. ม.ป.ป. “ธูปหอมคลายกังวล” ปราจีนบุรี:แพทย์แผนไทย.

ศิริเพ็ญ จริเกษม และคณะ. พฤศจิกายน 2548. น้ำมันหอมระเหยไทย ตอนที่ 1. กรุงเทพฯ: เซเว่นพรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.

อรัญญา,จิรเดช มโนสร้อย. ม.ป.ป. น้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากสมุนไพรไทย.

Panida Navasumrit and Manoon Leechawengwongs. 2008. Potential health effects of exposure to carcinogenic compounds in incense smoke in temple workers. Department of Pharmacology Mahidol University.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง และการคำนวณ

บทนี้จะกล่าวถึงผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ผงยางบง เปราะหอม และชะลูดเมื่อเทียบกับขนาดน้ำหนักข้อมูลการทดลอง และตัวอย่างการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ สารเบนซิน 1,3-บิวทาไดอิน และ สารเบนโซ(เอ)ไพรีน ในควันรูปแต่ละชนิด

ก.1 ผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ผงยางบง เปราะหอม และชะลูด เมื่อเทียบกับน้ำหนัก มีขนาดดังนี้

ตารางที่ ก.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงยางบง

เบอร์	ขนาดช่องเปิด ตะแกรง, d_i (ไมโครเมตร)	น้ำหนักผงไม้ (กรัม)	เศษส่วน น้ำหนัก (X_i)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางเฉลี่ยของ ผงไม้ $\bar{D}_{p_i}$	($X_i \bar{D}_{p_i}$)
80	180	96.11	0.32	180.00	57.60
100	150	70.38	0.23	165.00	37.95
120	125	46.66	0.16	137.50	22.00
140	106	38.95	0.13	115.50	15.02
400	38	27.27	0.09	72.00	6.48
ถาด	0	20.54	0.07	38.00	2.66
รวม	-	299.91	-	-	23.62

ตารางที่ ก.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงเปราะหอม

เบอร์	ขนาดช่องเปิด ตะแกรง, d_i (ไมโครเมตร)	น้ำหนักผงไม้ (กรัม)	เศษส่วน น้ำหนัก (X_i)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางเฉลี่ยของ ผงไม้ $\bar{D}_{p_i}$	($X_i \bar{D}_{p_i}$)
80	180	115.05	0.38	180.00	68.40
100	150	82.42	0.27	165.00	44.55
120	125	57.35	0.19	137.50	26.13
140	106	22.84	0.08	115.50	15.02
400	38	15.77	0.05	72.00	9.24
ถาด	0	6.54	0.02	38.00	0.76
รวม	-	299.94	-	-	27.35

ตารางที่ ก.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของผงชะลูด

เบอร์	ขนาดช่องเปิด ตะแกรง, d_i (ไมโครเมตร)	น้ำหนักผงไม้ (กรัม)	เศษส่วน น้ำหนัก (X_i)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางเฉลี่ยของ ผงไม้ $\bar{D}_{p_i}$	($X_i \bar{D}_{p_i}$)
80	180	107.13	0.36	180.00	64.80
100	150	81.95	0.27	165.00	44.55
120	125	50.56	0.17	137.50	23.38
140	106	28.33	0.09	115.50	10.40
400	38	18.46	0.06	72.00	4.32
ถาด	0	13.52	0.05	38.00	1.90
รวม	-	299.95	-	-	24.89

ก.2 ตัวอย่างรูปชนิดต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ ก.4 ตัวอย่างรูปชนิดต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวอย่าง	ชนิดของกาว	รูปที่อัตราส่วน กาว: ยางบง: เปราะหอม:ชะลูด	กลิ่นของน้ำมันหอมระเหย	
			สังเคราะห์	ธรรมชาติ
G 1	กาวลาเท็กซ์	-	-	-
G 2	กาวน้ำ	-	-	-
G 3	กาวแป้งสาลี	-	-	-
G 4	ยางบง	-	-	-
R 1	-	2: 0 : 2.25: 2.25	-	-
R 2	-	2: 2.25 : 0 : 2.25	-	-
R 3	-	2: 2.25 : 2.25: 0	-	-
R 4	-	2: 1.5 : 1.5 : 1.5	-	-
S 1	-	-	จำปี	-
S 2	-	-	มะกรูด	-
S 3	-	-	ตะไคร้	-
N 1	-	-	-	จำปี
N 2	-	-	-	มะกรูด
N 3	-	-	-	ตะไคร้
M 1	-	รูปจากตลาด	-	-

ก.3 ผลการทดสอบทางกายภาพของรูปชนิดต่างๆ จำนวนอย่างละ 1 ดอก

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบทางกายภาพ

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	เวลาที่เผาไหม้ (นาทึ)	อัตราการเผาไหม้ (กรัม/นาทึ)	สีของควัน	การเผาไหม้
G 1	1.6335	42.63	0.0383	ขาว	หมด
G 2	1.6977	52.10	0.0326	ขาว	หมด
G 3	1.7735	49.60	0.0358	ขาว	หมด
G 4	1.4350	45.37	0.0316	ขาว	หมด
R 1	1.3318	42.50	0.0313	ขาว	หมด
R 2	1.5748	51.38	0.0307	ขาว	หมด
R 3	1.4029	53.10	0.0264	ขาว	หมด
R 4	1.3674	49.85	0.0274	ขาว	หมด
S 1	1.6174	59.12	0.0274	ขาว	หมด
S 2	1.2306	53.80	0.0229	ขาว	หมด
S 3	1.2445	57.49	0.0216	ขาว	หมด
N 1	1.5147	55.18	0.0275	ขาว	หมด
N 2	1.3667	58.17	0.0235	ขาว	หมด
N 3	1.6528	60.00	0.0275	ขาว	หมด
M 1	1.0478	38.75	0.0270	ขาว	หมด

ก.4 ผลของน้ำหนักรูปที่เผาไหม้แต่ละชนิดในการวิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และ เบนโซ(เอ)ไพรีน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ตารางที่ ก.6 น้ำหนักของรูปที่เผาไหม้แต่ละชนิดในการวิเคราะห์ปริมาณสารเบนซีน เบนโซ(เอ)ไพรีน และ 1,3-บิวทาไดอิน

ตัวอย่าง	น้ำหนักรูปก่อนจุด (กรัม)		น้ำหนักรูปหลังจุด (กรัม)		น้ำหนักรูปที่เผาไหม้ (กรัม)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
G 1	1.5509	1.6674	1.3579	1.4772	0.1930	0.1902
G 2	1.6242	1.5400	1.4273	1.3551	0.1970	0.1849
G 3	1.5876	1.7337	1.3862	1.5286	0.2014	0.2051
G 4	1.5020	1.6961	1.2970	1.4900	0.2050	0.2061
R 1	1.6555	1.5544	1.4555	1.3572	0.2000	0.1972
R 2	1.6843	1.4892	1.4800	1.2673	0.2043	0.2219
R 3	1.6202	1.5723	1.4232	1.3543	0.1970	0.2180
R 4	1.5914	1.6011	1.3961	1.4013	0.1953	0.1998
S 1	1.7001	1.4893	1.5921	1.2781	0.1080	0.2112
S 2	1.6495	1.4065	1.4988	1.1968	0.1507	0.2097
S 3	1.5888	1.3889	1.4762	1.2554	0.1126	0.1335
N 1	1.5144	1.5787	1.3332	1.3699	0.1812	0.2088
N 2	1.5790	1.6161	1.3661	1.4161	0.2129	0.2000
N 3	1.6227	1.6539	1.4267	1.4444	0.1960	0.2095
M 1	1.5757	1.4202	1.3314	1.2190	0.1843	0.2012

ก.5 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS

ตารางที่ ก.7 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS

ตัวอย่าง	ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
G 1	2222	138	138
G 2	126	126	126
G 3	90	78	84
G 4	108	78	93
R 1	162	132	147
R 2	126	132	129
R 3	114	120	117
R 4	102	84	98
S 1	144	954	549
S 2	162	1,452	807
S 3	120	138	129
N 1	96	132	114
N 2	102	126	114
N 3	114	120	117
M 1	120	156	138

ตารางที่ ก.8 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS

ตัวอย่าง	ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
G 1	661.87	759.71	710.79
G 2	581.30	778.42	679.86
G 3	257.55	772.66	515.11
G 4	325.18	749.64	537.41
R 1	574.10	784.17	679.14
R 2	519.42	833.09	676.26
R 3	0.00	833.09	833.09
R 4	497.84	794.24	646.04
S 1	7,057.55	1,010.00	4,033.78
S 2	7,057.55	1,005.76	4,031.66
S 3	5,817.27	1,178.42	3,497.85
N 1	4,353.96	897.84	2,625.90
N 2	3,492.09	802.88	2,147.49
N 3	2,900.72	905.04	1,902.88
M 1	2,657.55	1,076.26	1,866.91

ก.6 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูป 1 กรัม

ตารางที่ ก.9 ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินของรูป 1 กรัม ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ตัวอย่าง	ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
G 1	0.00	725.55	725.55
G 2	639.59	681.45	660.52
G 3	446.87	380.30	413.59
G 4	526.83	378.46	452.65
R 1	600.00	669.37	634.69
R 2	616.74	594.86	605.80
R 3	578.68	550.46	564.57
R 4	522.27	420.42	471.35
S 1	1,333.33	4,517.05	2,925.19
S 2	1,074.98	6,924.18	3,999.58
S 3	1,065.72	1,033.71	1,049.72
N 1	473.14	632.18	552.66
N 2	479.10	630.00	554.55
N 3	581.63	572.79	577.21
M 1	879.00	775.35	827.18

หมายเหตุ : ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินที่วิเคราะห์ได้จากครั้งที่ 1 และ 2 ของการทดลอง S1 และ S2 มีค่าไม่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มแล้ว พบว่าเป็นไปในทางเดียวกัน หากจะนำผลการทดลองไปอ้างอิงควรทำการทดลองเพิ่มเติม

ตารางที่ ก.10 ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของรูป 1 กรัม ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ตัวอย่าง	ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
G 1	3,429.38	3,994.28	3,711.83
G 2	2,950.74	4,209.94	3,580.34
G 3	1,278.82	3,767.24	2,523.03
G 4	1,586.24	3,637.73	2,611.99
R 1	2,870.50	3,976.54	3,423.52
R 2	2,542.46	3,754.36	3,148.41
R 3	0.00	3,821.53	3,821.53
R 4	2,549.11	3,975.20	3,262.16
S 1	65,347.72	4,782.20	35,064.96
S 2	46,831.81	2,796.16	24,813.99
S 3	51,663.11	8,827.10	30,245.11
N 1	24,028.46	4,300.01	14,164.24
N 2	16,402.47	4,014.39	10,208.43
N 3	14,795.92	4,319.98	9,557.95
M 1	14,416.71	5,349.20	9,882.96

หมายเหตุ : ไม่มีปริมาณสารเบนซินในควันรูปทุกชนิด เนื่องจากว่าปริมาณสารเบนซินในควันรูปอาจจะน้อยเกินไป เครื่อง GC-MS จึงไม่สามารถตรวจจับได้

: ปริมาณสารเบนโซ(เอ)ไพรีน ที่วิเคราะห์ได้จากครั้งที่ 1 และ 2 ของการทดลอง S1 - M1 มีค่าไม่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มทั้งหมดแล้ว พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน หากจะนำผลการทดลองไปอ้างอิงควรทำการทดลองเพิ่มเติม

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินใช้ข้อมูลของตัวอย่างที่ G2 ตารางที่ ก.6

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณหาสาร 1,3-บิวทาไดอิน ของรูป 1 กรัม

น้ำหนักรูปก่อนจุด = 1.6242 กรัม

น้ำหนักรูปหลังจุด = 1.4273 กรัม

น้ำหนักรูปที่เผาไหม้ไป = 1.6242-1.4273 กรัม

= 0.1970 กรัม

ปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอินที่วัดได้จากเครื่อง GC-MS ของตัวอย่างที่ G2

= 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับ

รูป	0.1970	กรัม	มีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน	126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
รูป	1.0000	กรัม	มีปริมาณสาร 1,3-บิวทาไดอิน	= $\frac{(126 \times 1)}{0.1970}$
				= 639.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

หมายเหตุ การคำนวณในตัวอย่างอื่นคำนวณเช่นเดียวกัน

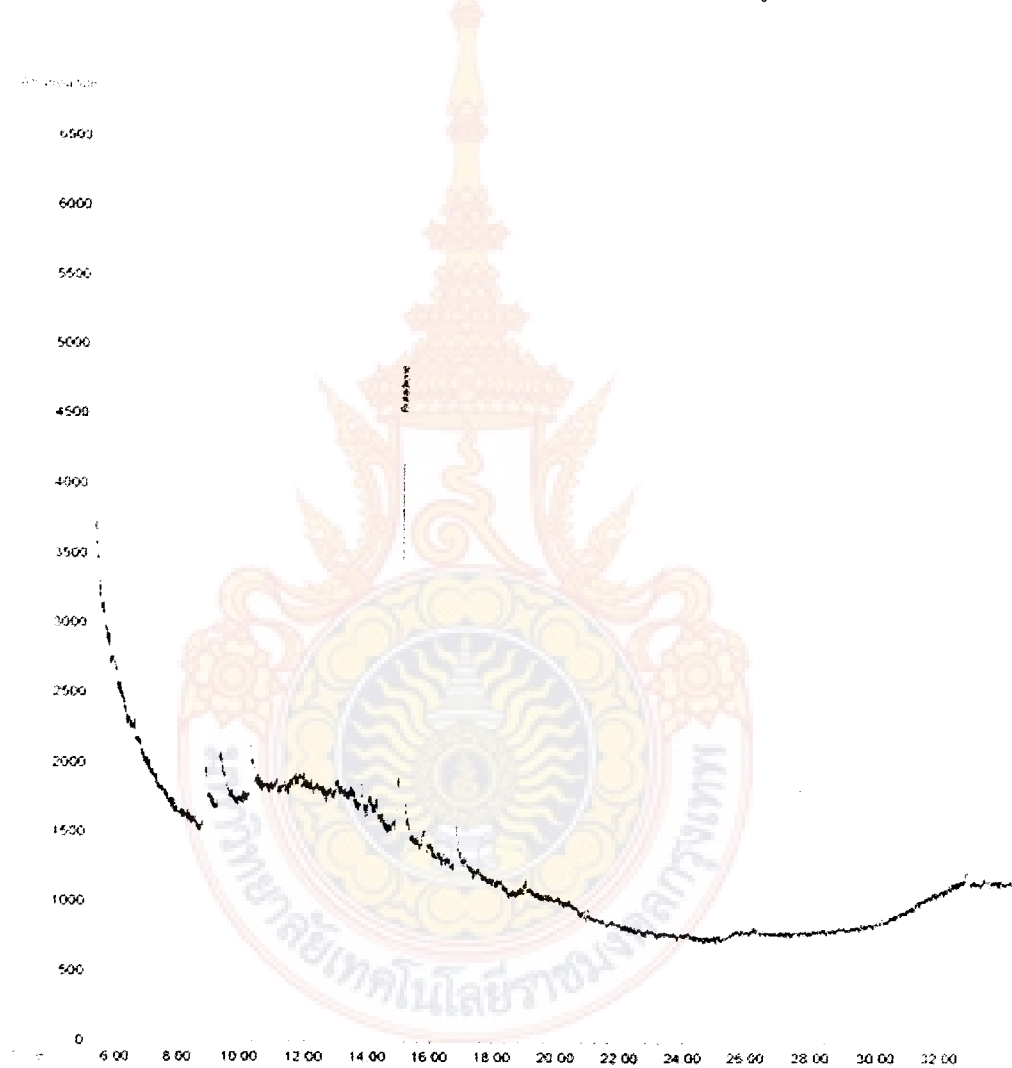


ภาคผนวก ข

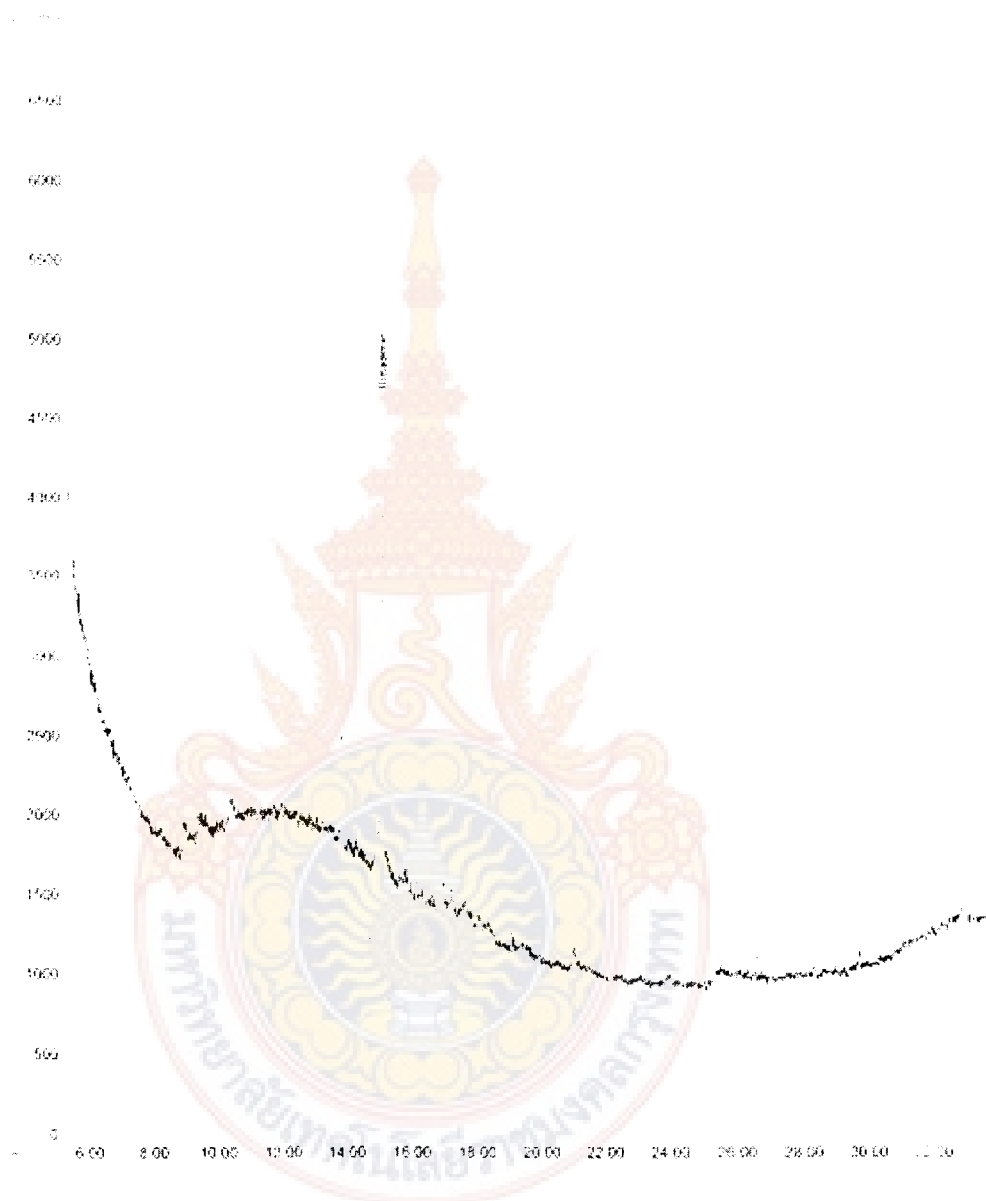
โครมาโทแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์

ข.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากคว้นรูปชนิดต่างๆ

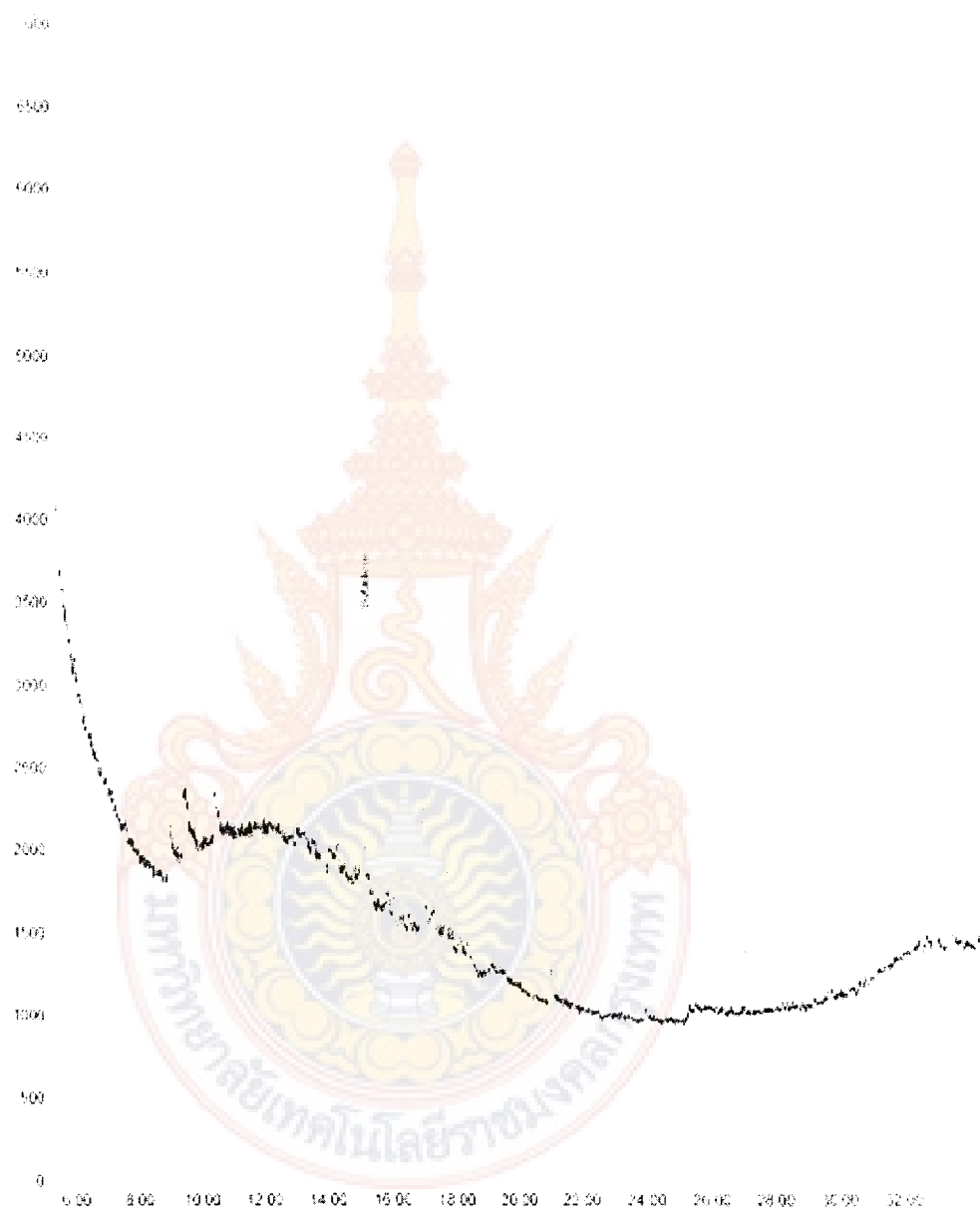
ข.1.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากคว้นรูปของกาวชนิดต่างๆ



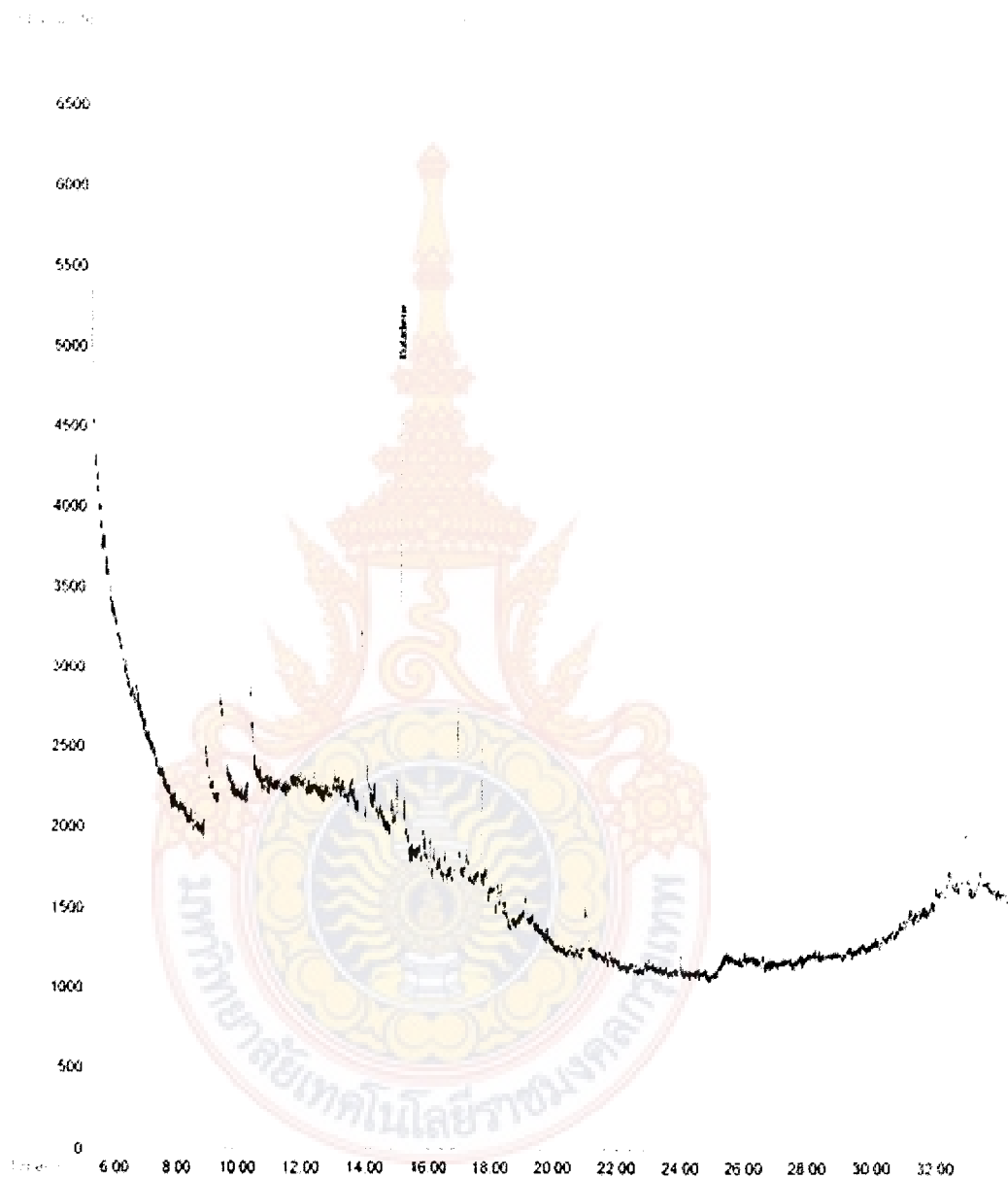
รูปที่ ข.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของคว้นรูปที่ทำจากกาวลาเท็กซ์



รูปที่ ข.2 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิฟทาไดอินของควันธูปที่ทำจากกาวน้ำ

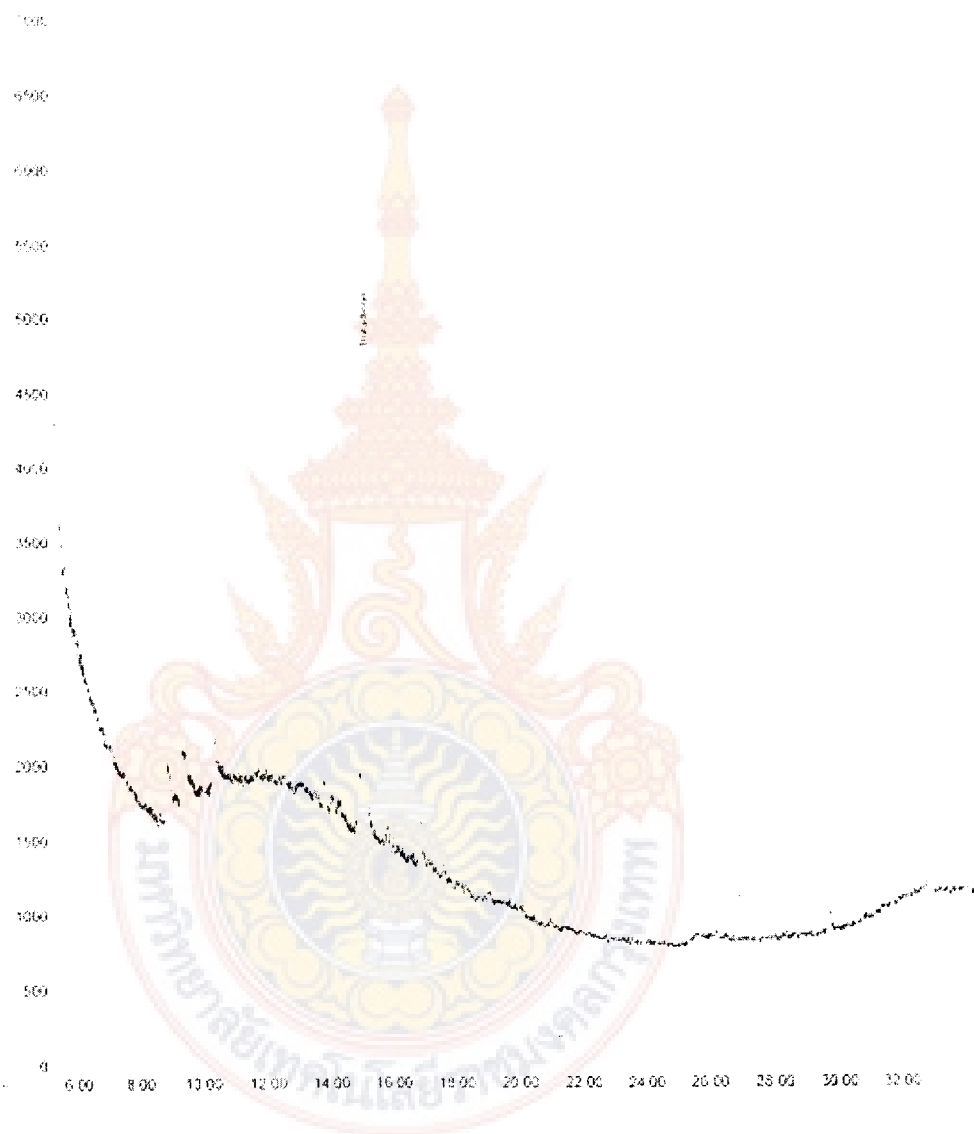


รูปที่ ข.3 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวแปงสาส์

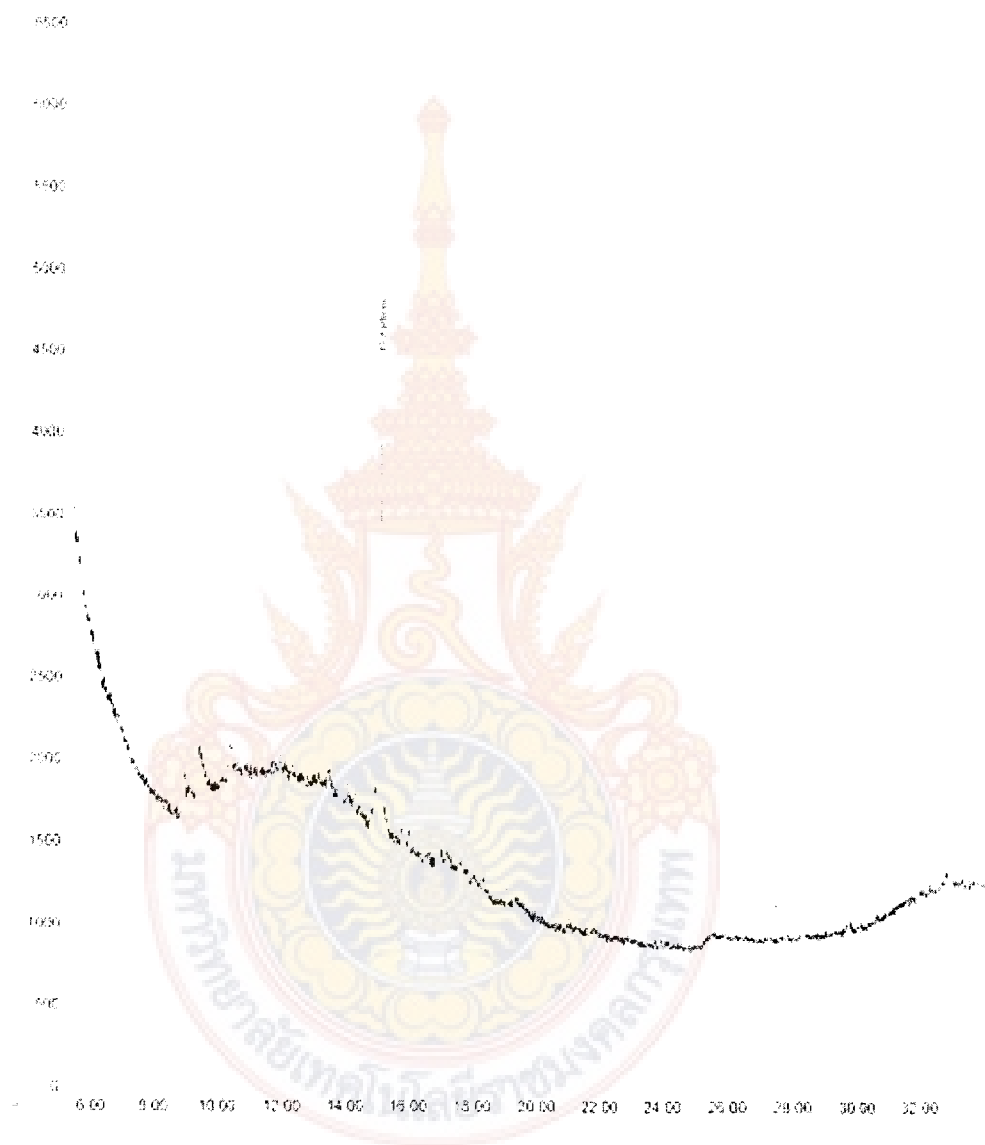


รูปที่ ข.4 โคโรมาโทแกรมสาร 1,3-บิฟทาไดอินของควันรูปที่ทำจากกาวยางบง

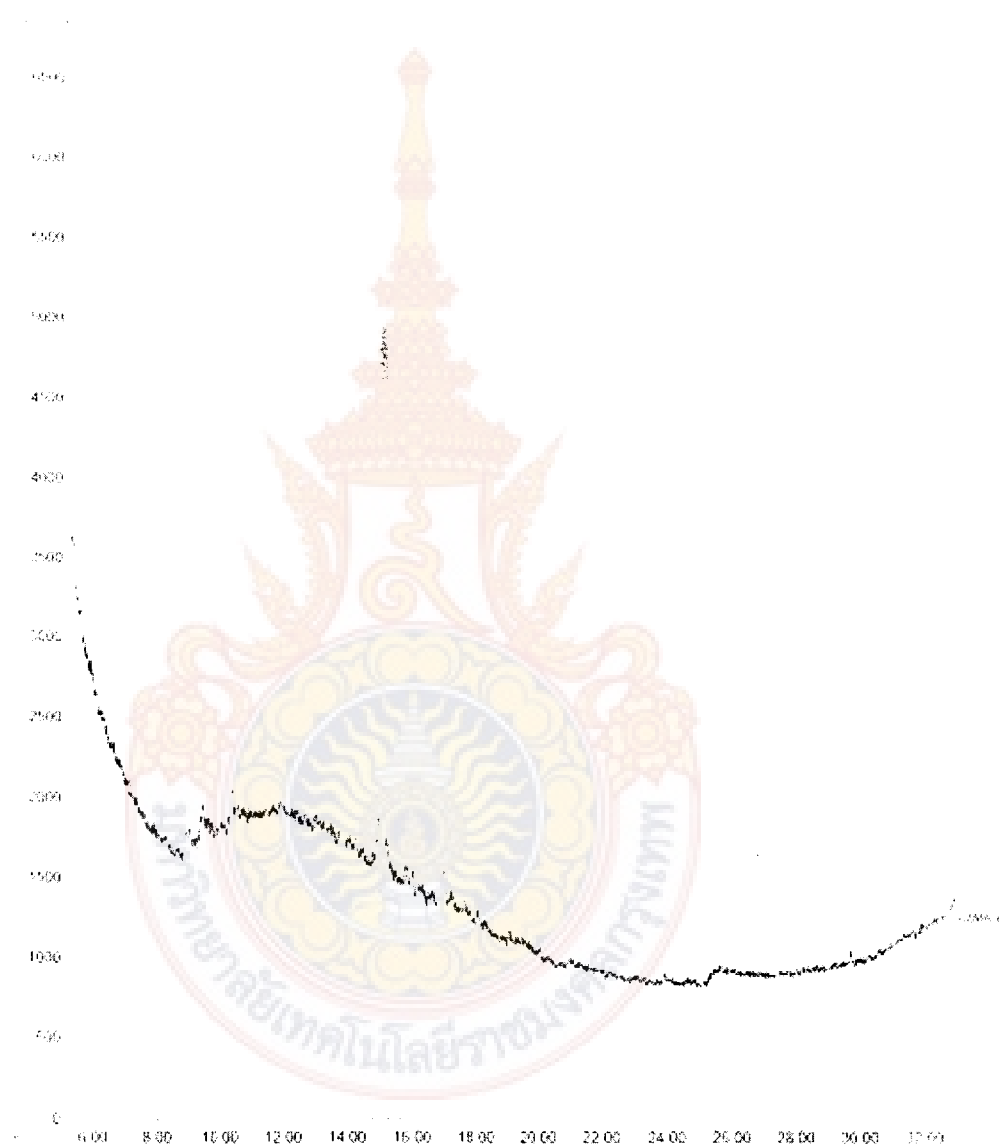
ข.1.2 โครมาโทแกรมของสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันรูปที่อัตราส่วนต่างๆ



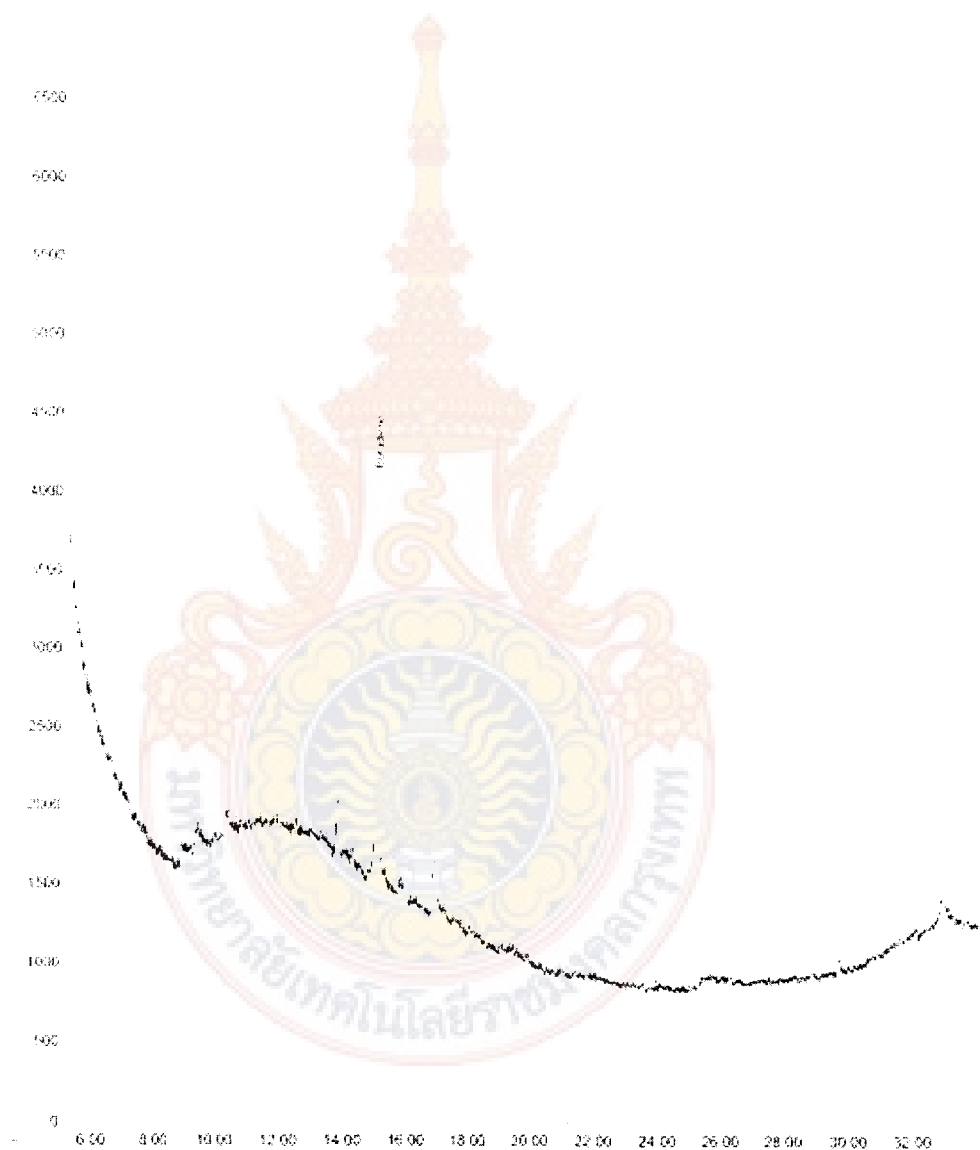
รูปที่ ข.5 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันทันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 1



รูปที่ ข.6 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของคว้นรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 2



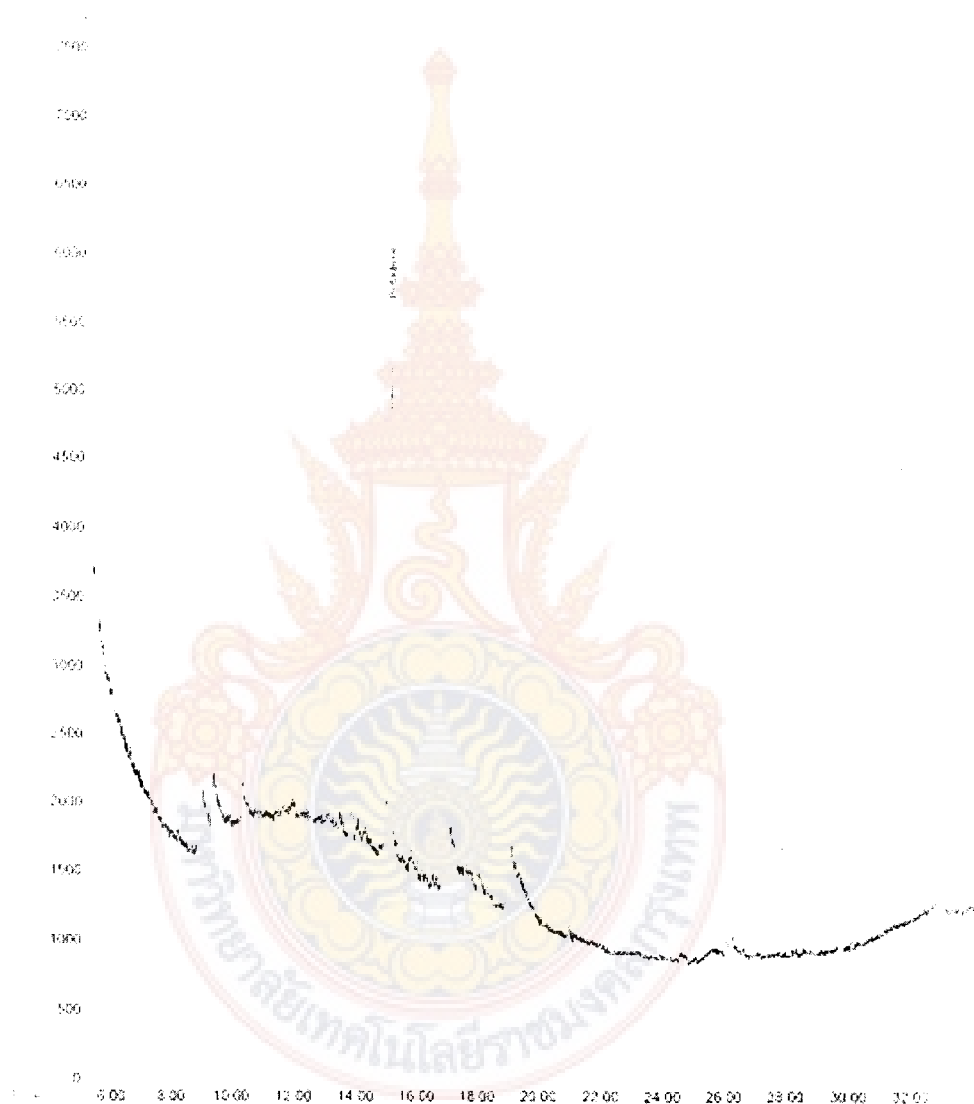
รูปที่ ข.7 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 3



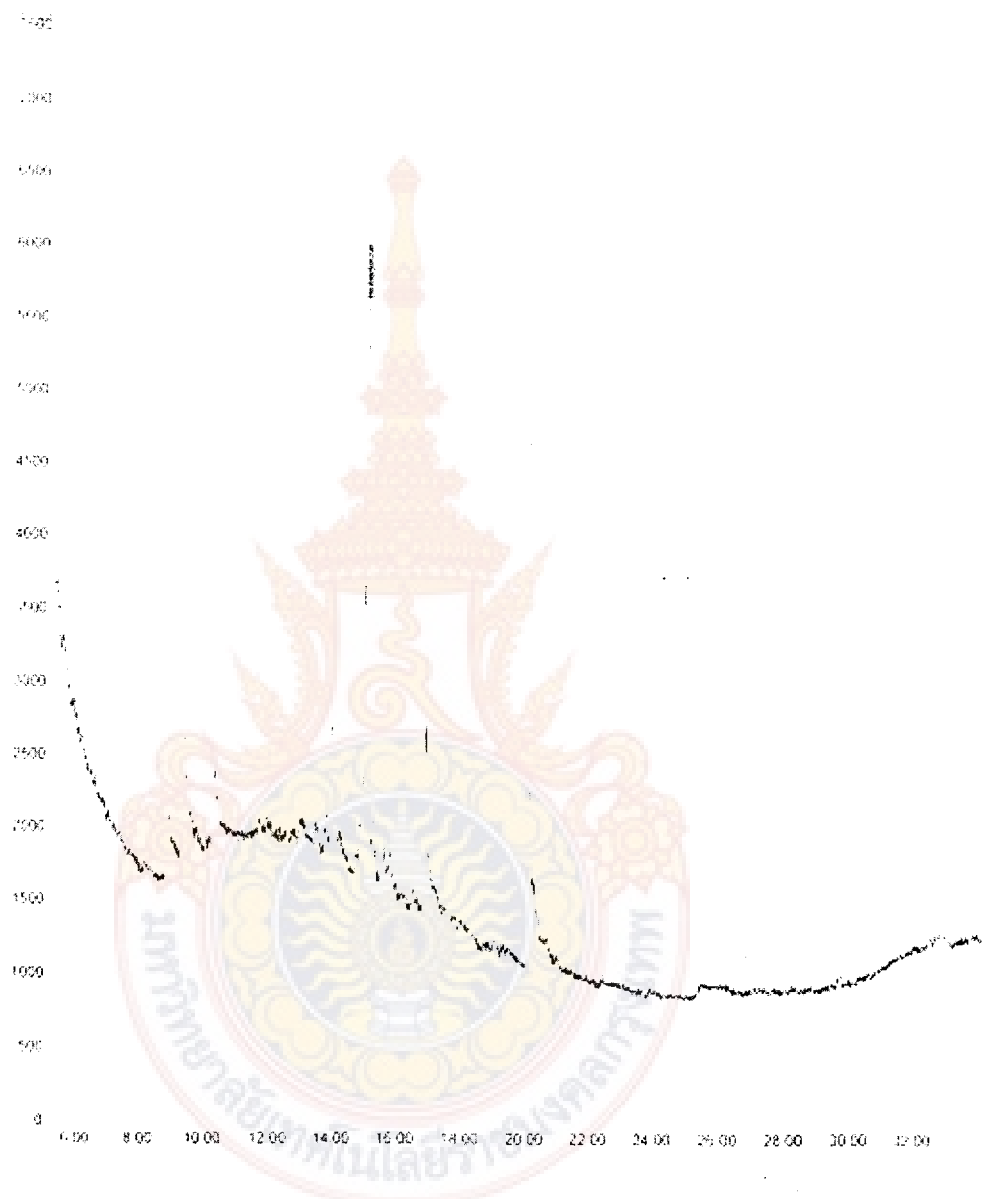
รูปที่ ข.8 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควีนรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 4

ข.1.3 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันที่ผสมน้ำมันหอมระเหย

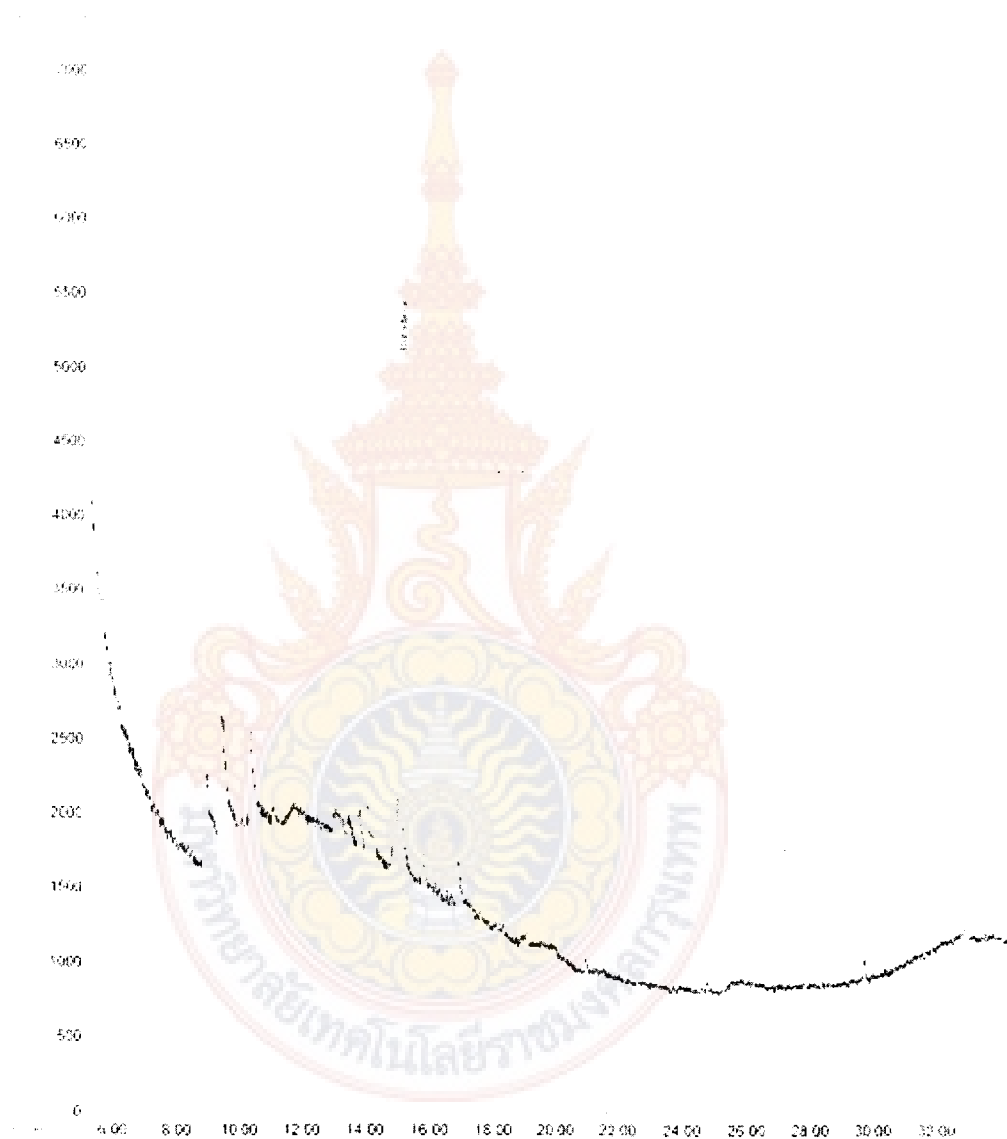
ข.1.3.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์



รูปที่ ข.9 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันทันที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์
กลั่นจำปี

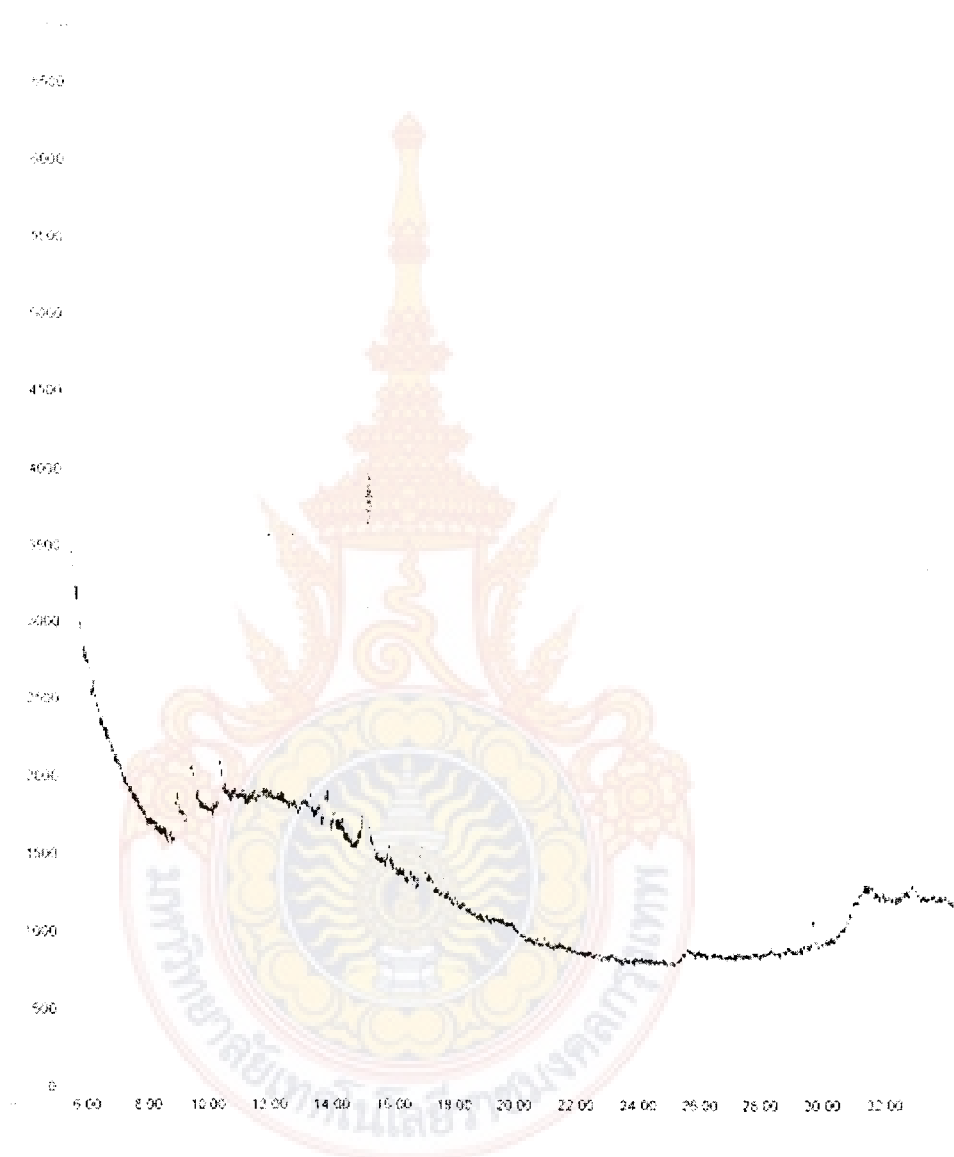


รูปที่ ข.10 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิฟทาไดอินของคว้นรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์
กลิ่นมะกรูด

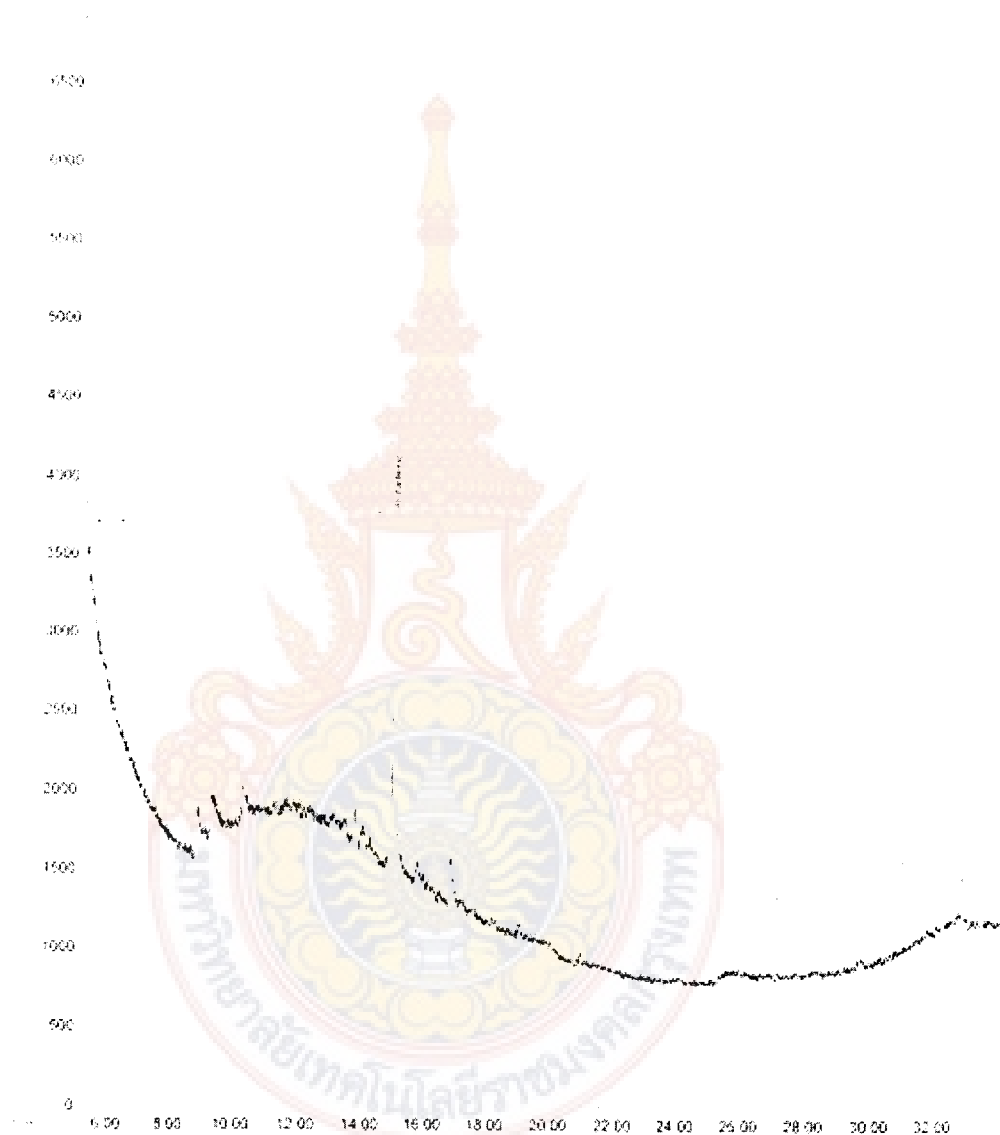


รูปที่ ข.11 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิฟทาไดอินของควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์
กลิ่นตะไคร้

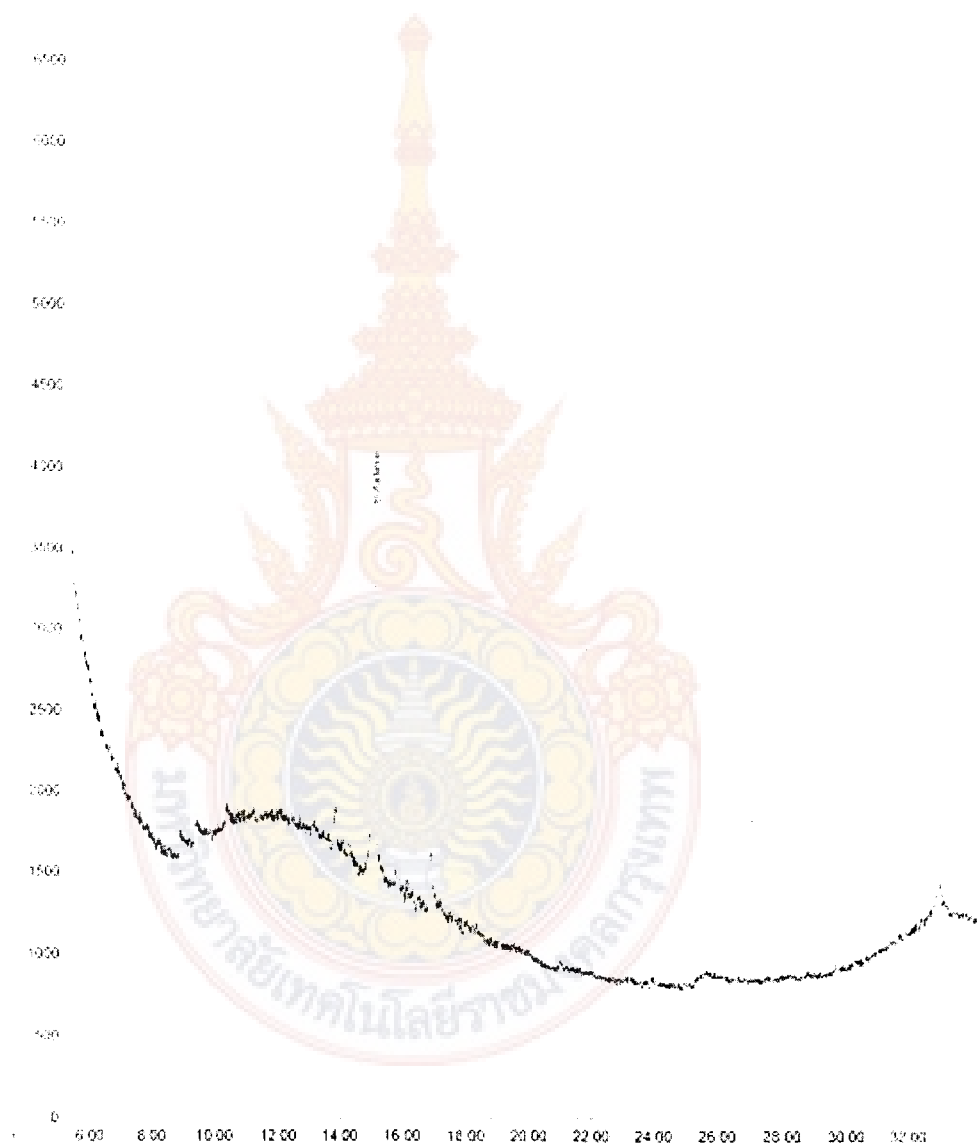
ข.1.3.2 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันรูปที่ที่ผสมน้ำมัน
หอมระเหยธรรมชาติจากการสกัด



รูปที่ ข.12 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันทันรูปที่ที่ผสมน้ำมันหอมระเหย
กลั่นจำปีจากการสกัด

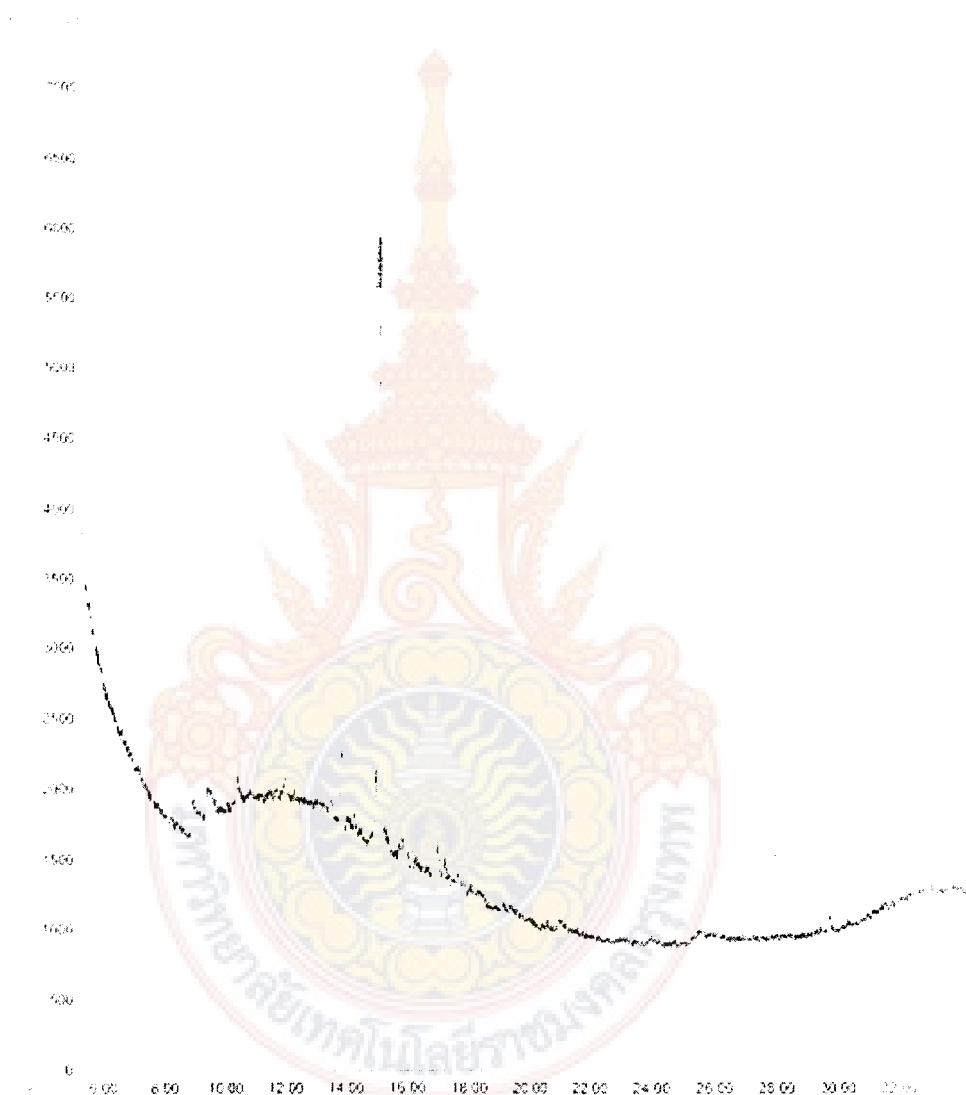


รูปที่ ข.13 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิฟทาไดอินของควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย
กลิ่นมะกรูดจากการสกัด



รูปที่ ข.14 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของคว้นรูปที่กลั่นตะไคร้จากการสกัด

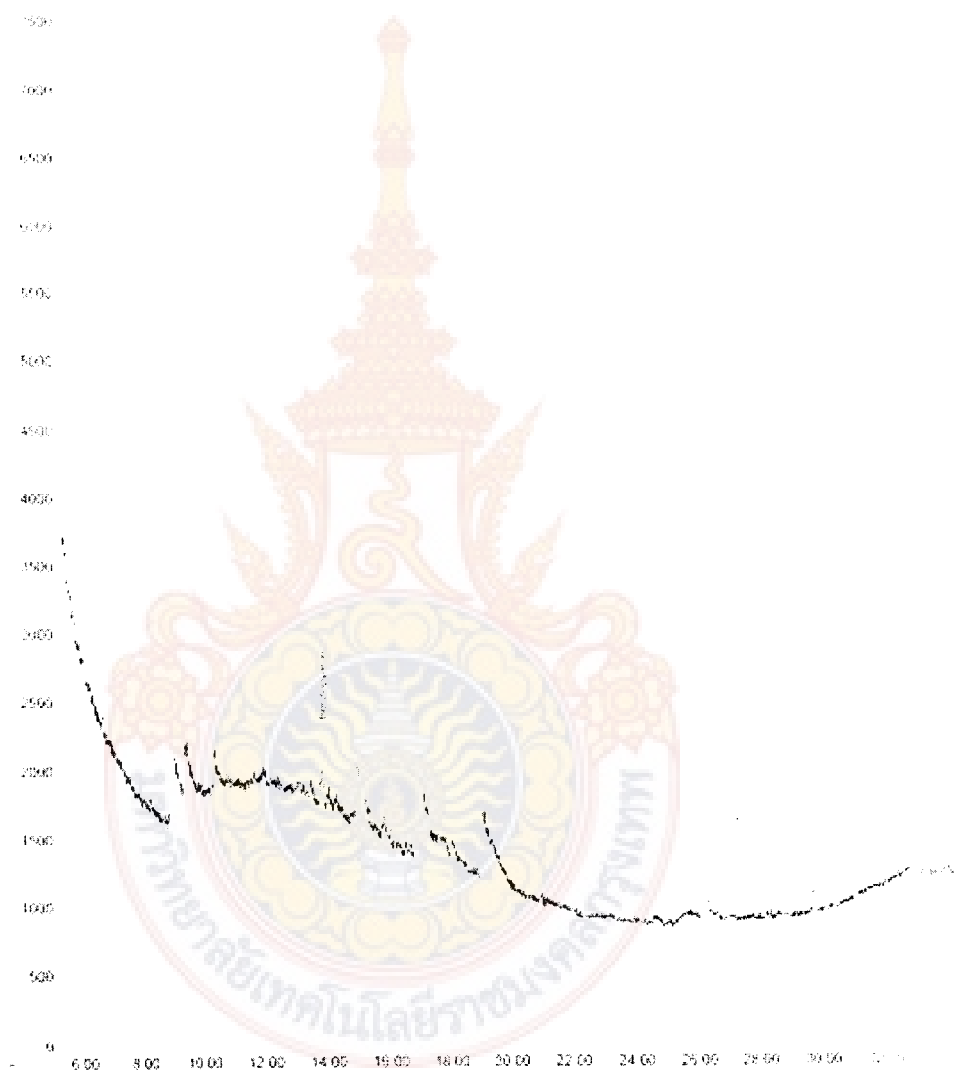
ข.1.3 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันรูปตามห้องตลาด



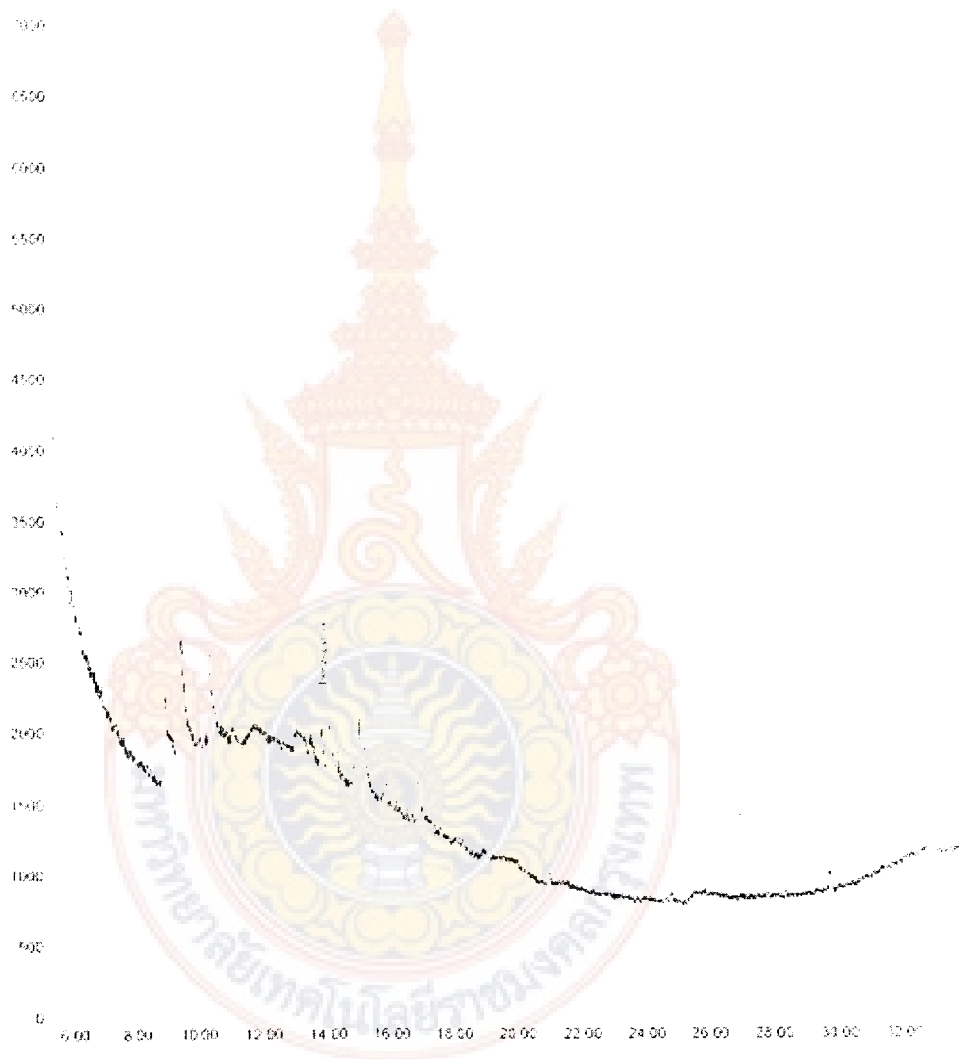
รูปที่ ข.15 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอินของควันทันรูปตามห้องตลาด

ข.2 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันทันรูปชนิดต่างๆ

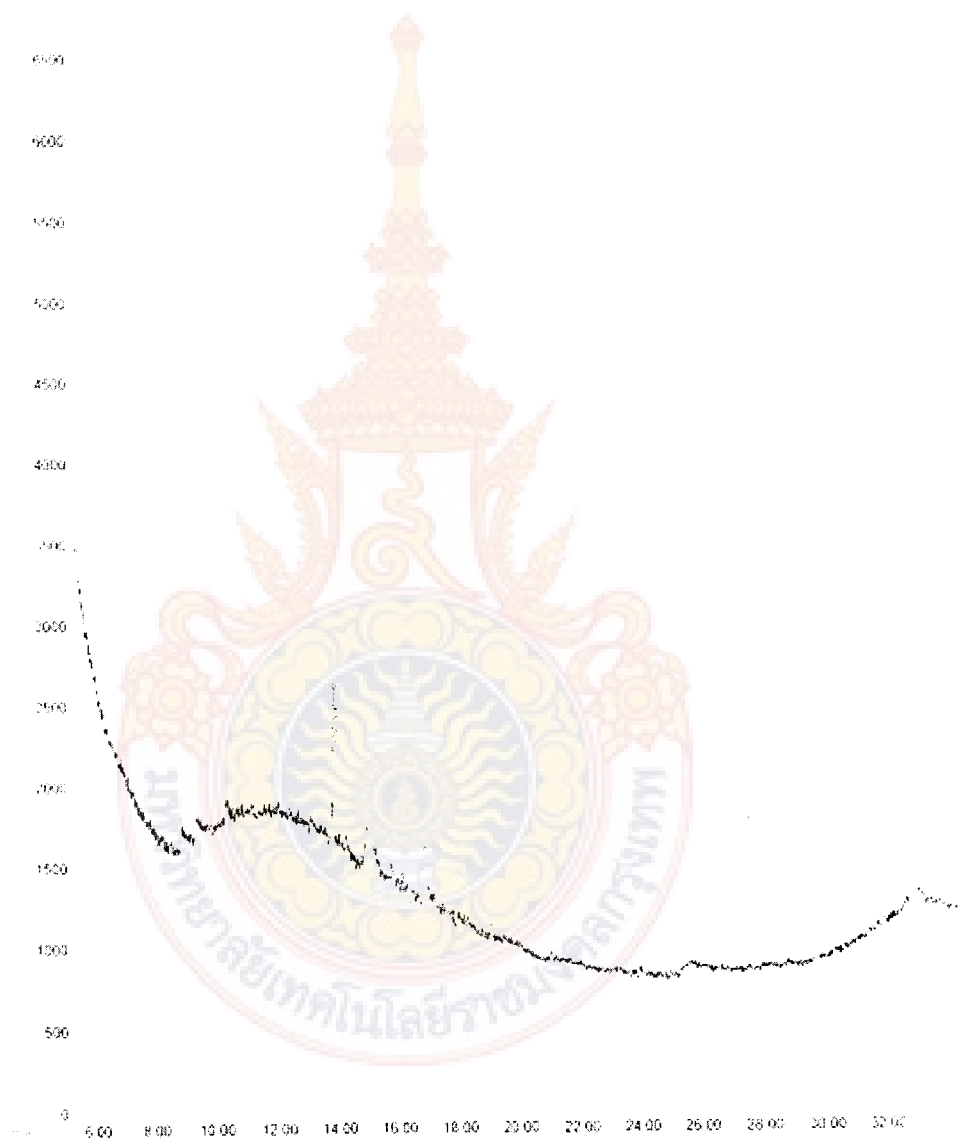
ข.2.1 โครมาโทแกรมสาร 1,3-บิวทาไดอิน ที่วิเคราะห์ได้จากควันทันรูปของกาวชนิดต่างๆ



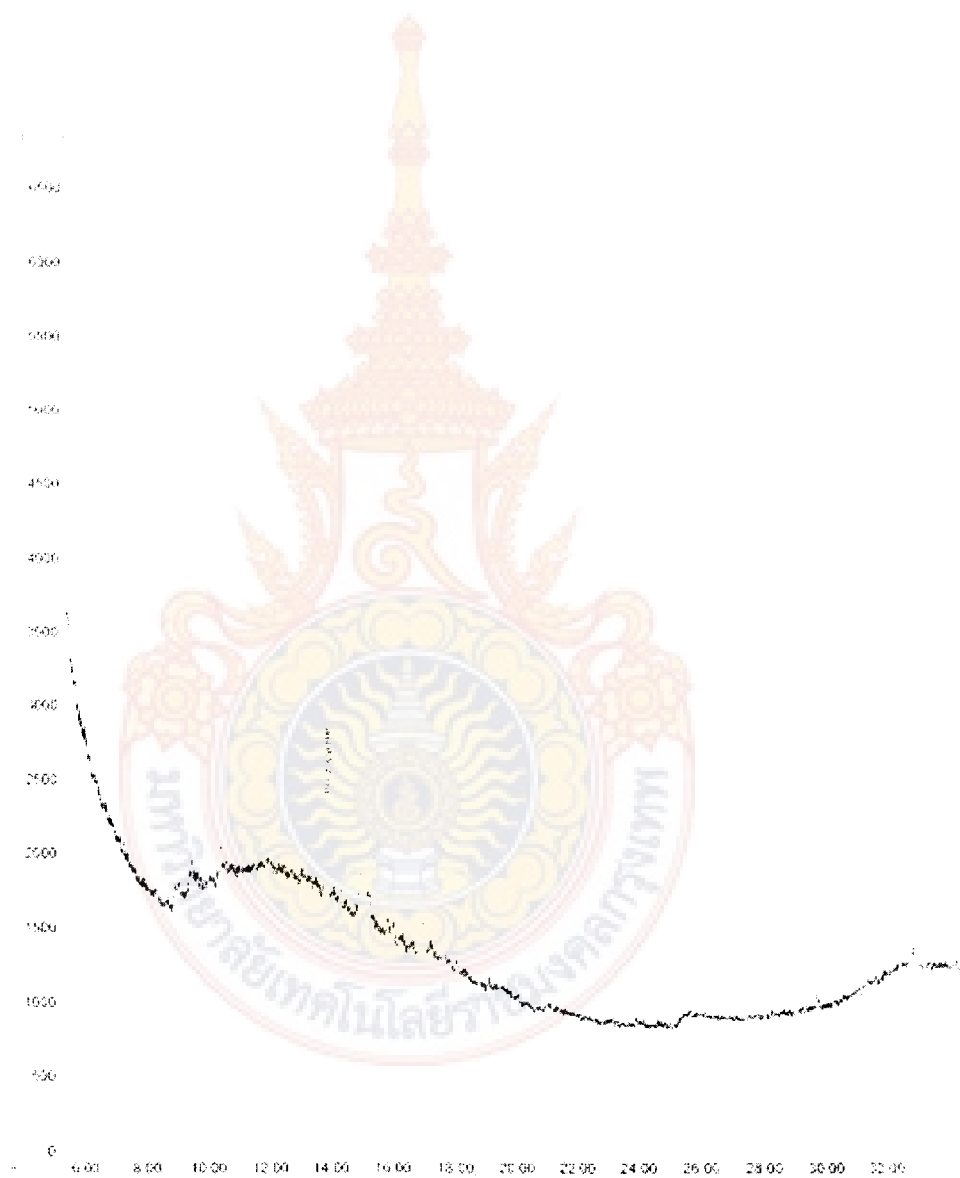
รูปที่ ข.16 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันทันรูปที่ทำจากกาวลาเท็กซ์



รูปที่ ข.17 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของคว้นรูปที่ทำจากกาวน้ำ

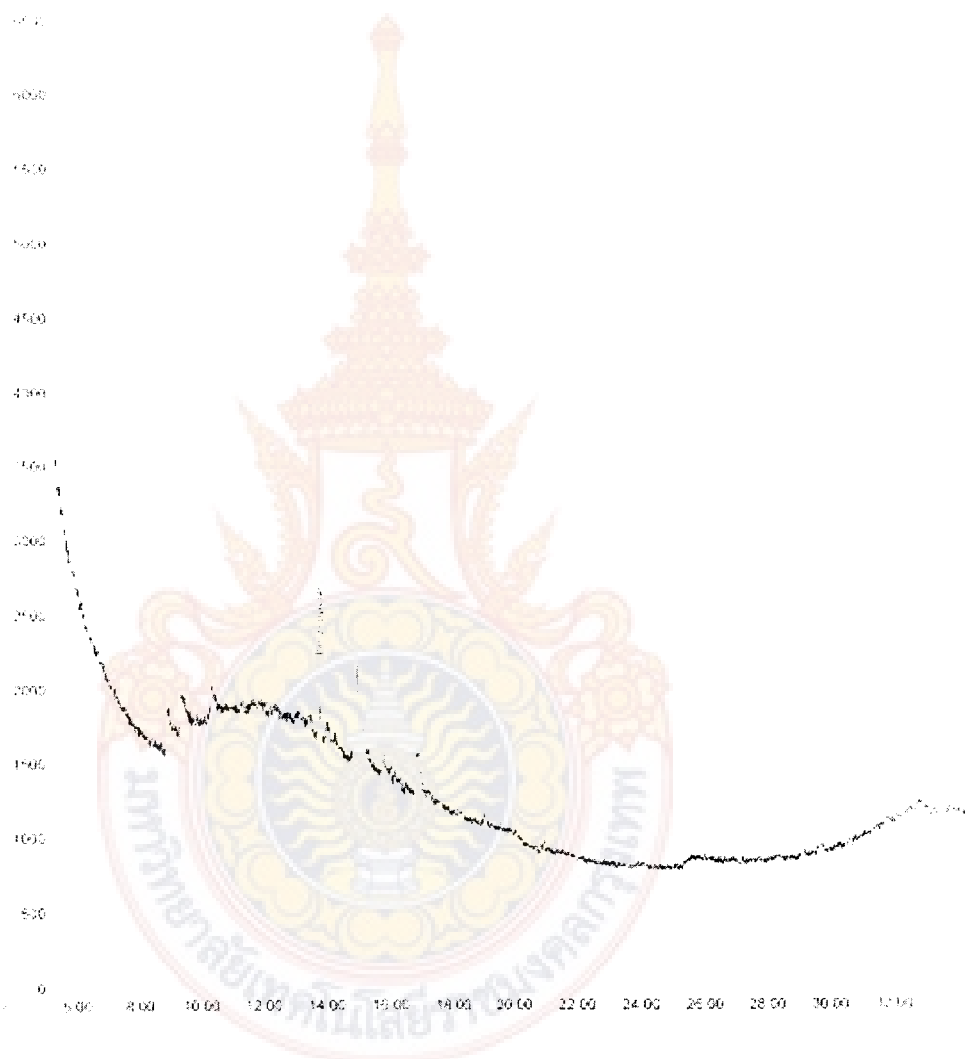


รูปที่ ข.18 โคโรมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวแป้งสาเลี

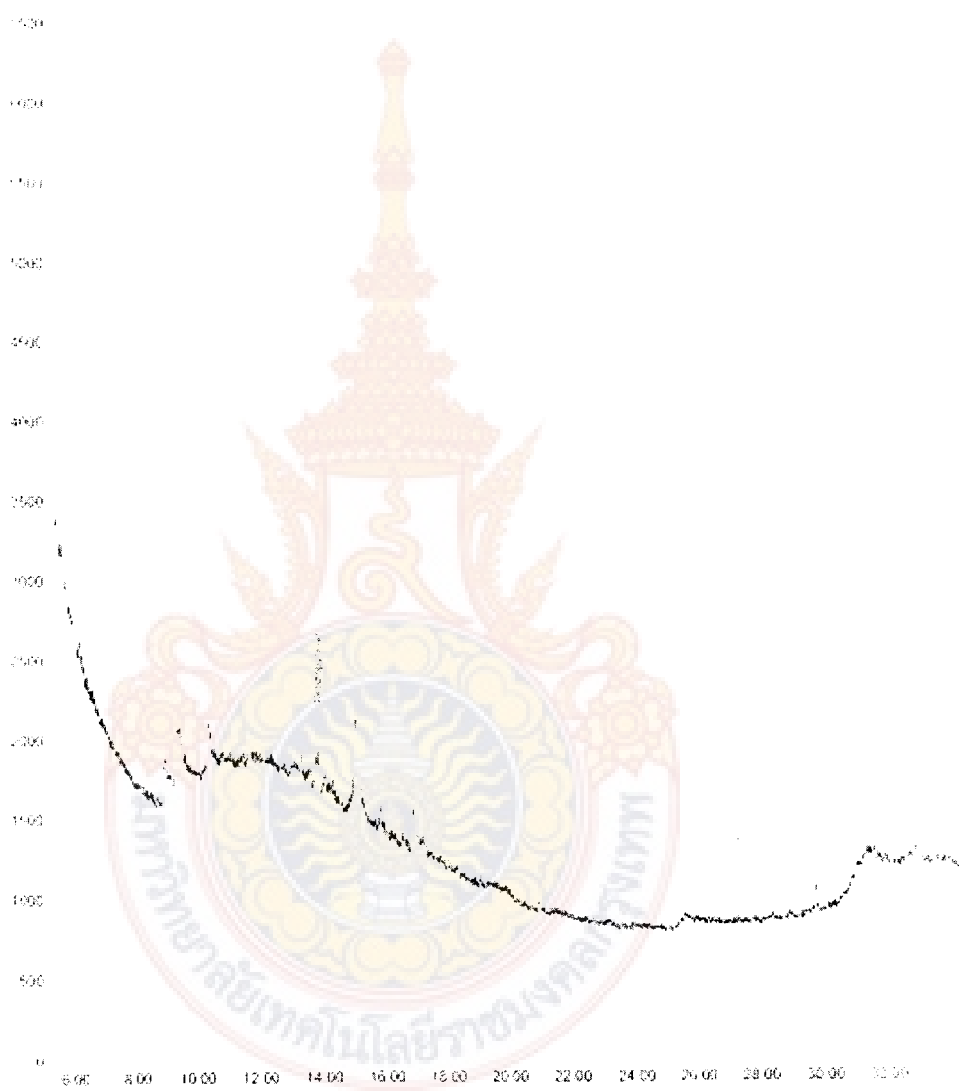


รูปที่ ข.19 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากกาวยางบง

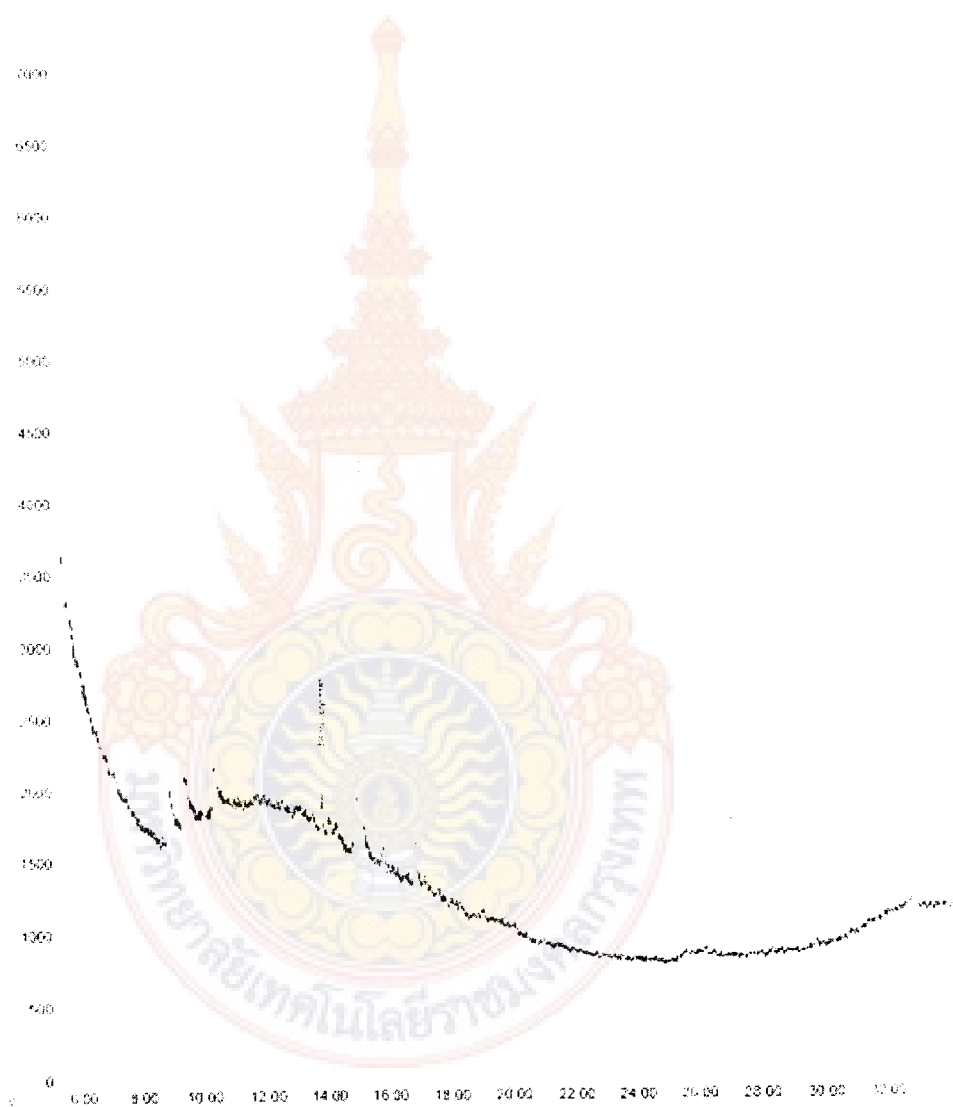
ข.2.2 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันรูปที่อัตราส่วนต่างๆ



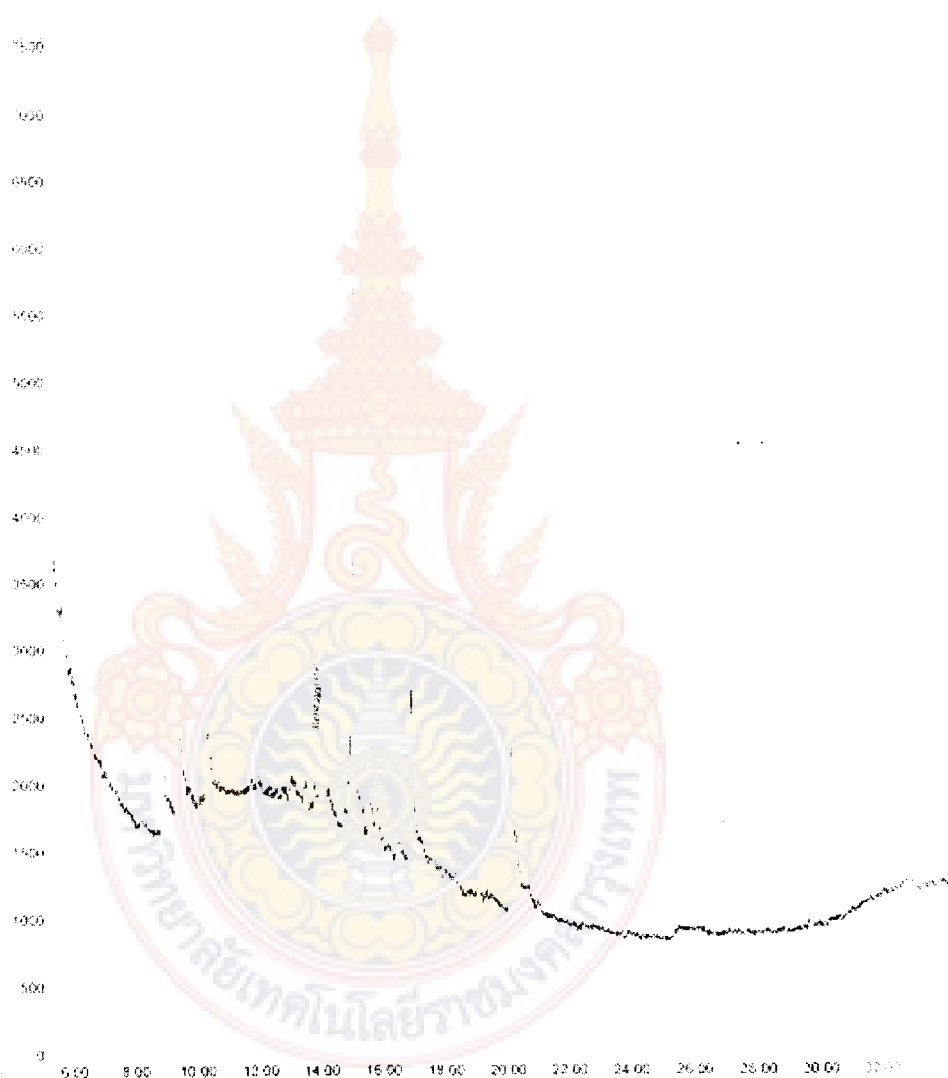
รูปที่ ข.20 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 1



รูปที่ ข.21 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของคว้นรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 2



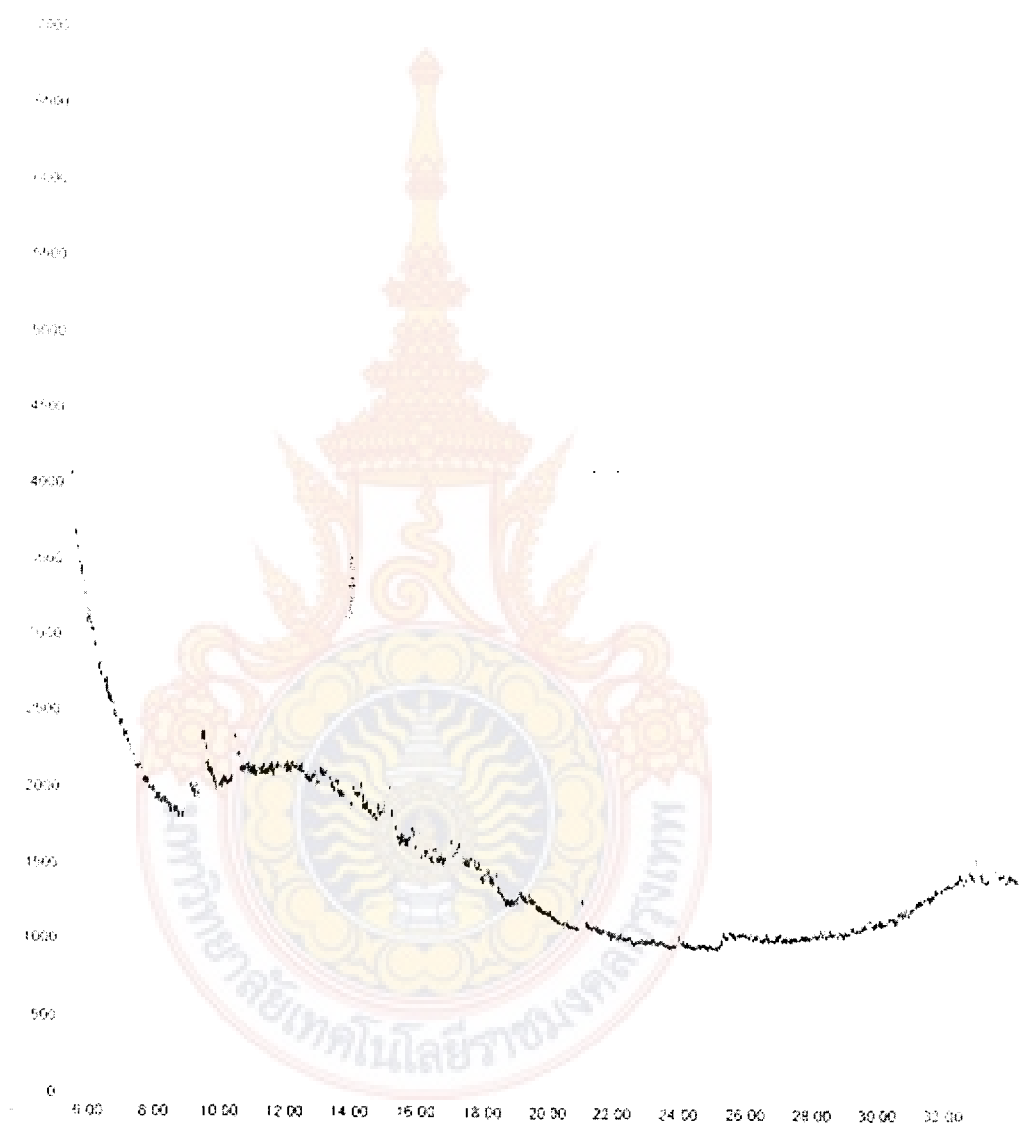
รูปที่ ข.22 โคormaโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของคว้นรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 3



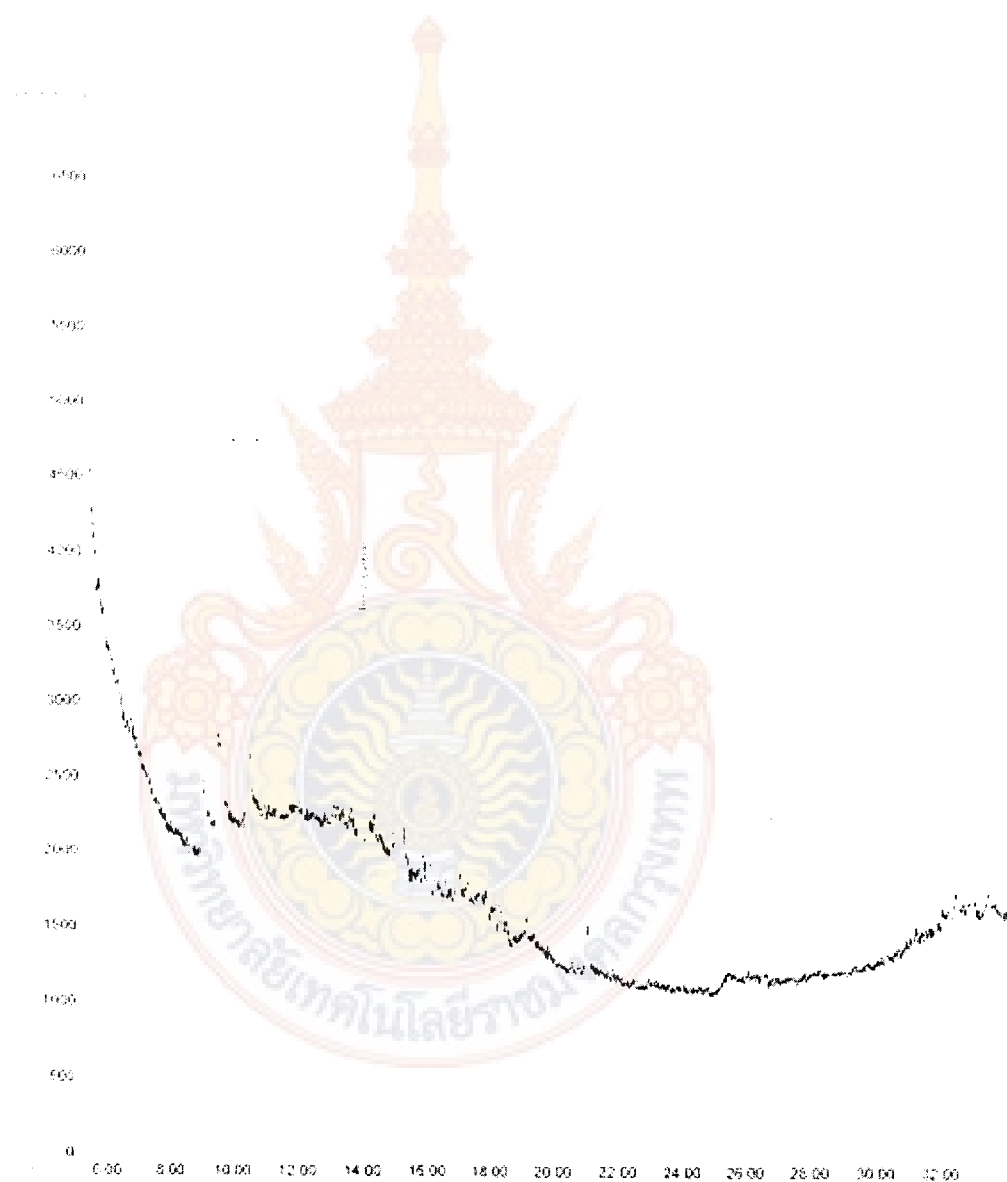
รูปที่ ข.23 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ทำจากอัตราส่วนที่ 4

ข.2.3 โครมาโมแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย

ข.2.3.1 โครมาโมแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์

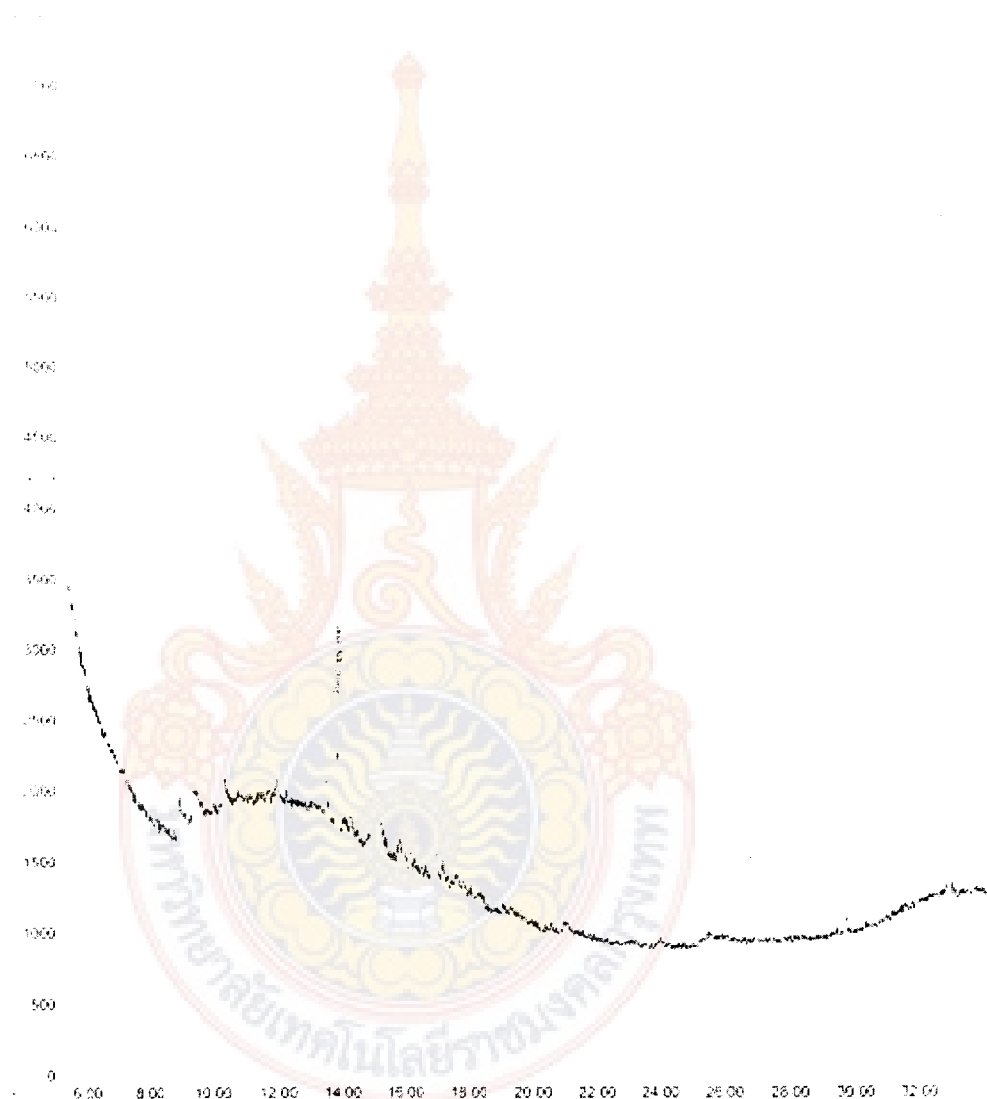


รูปที่ ข.24 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์
กลิ่นจำปี

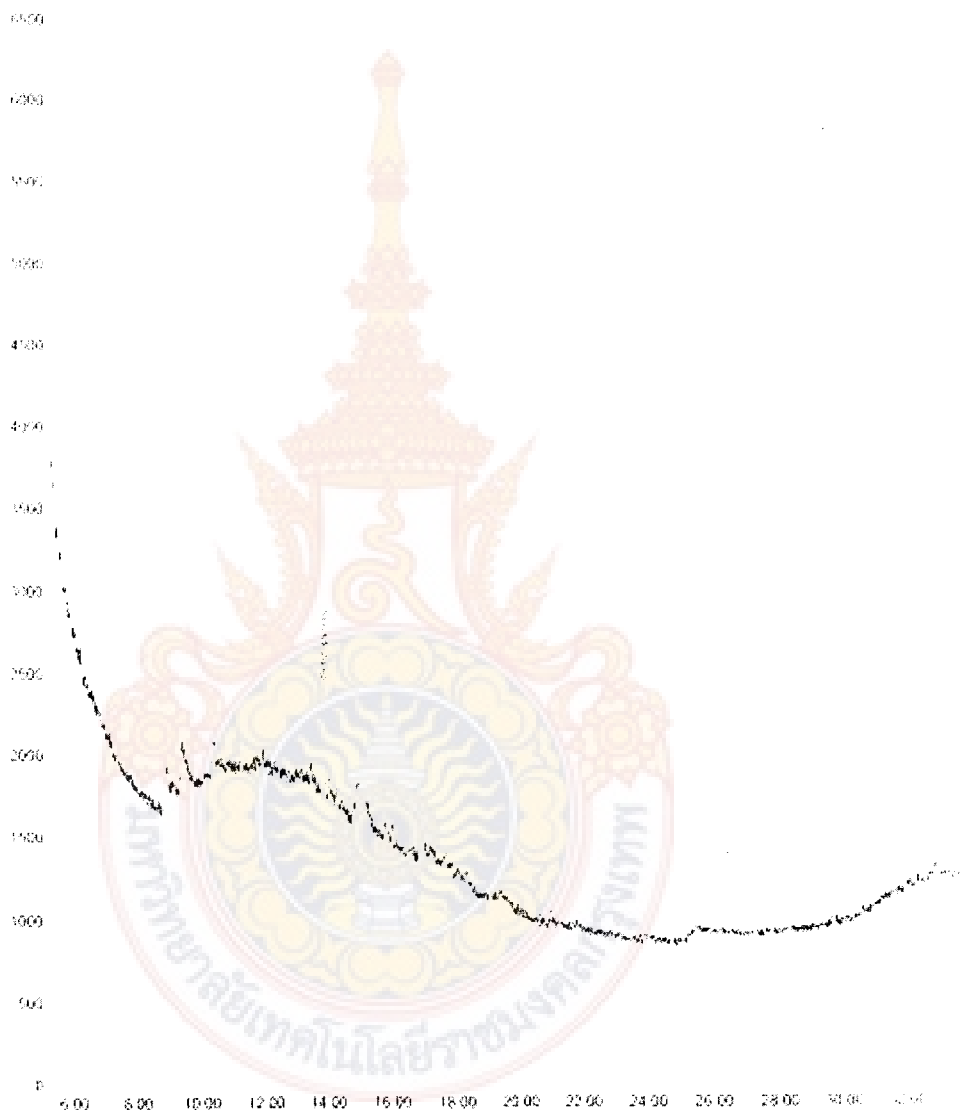


รูปที่ ข.26 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันทูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์
กลิ่นตะไคร้

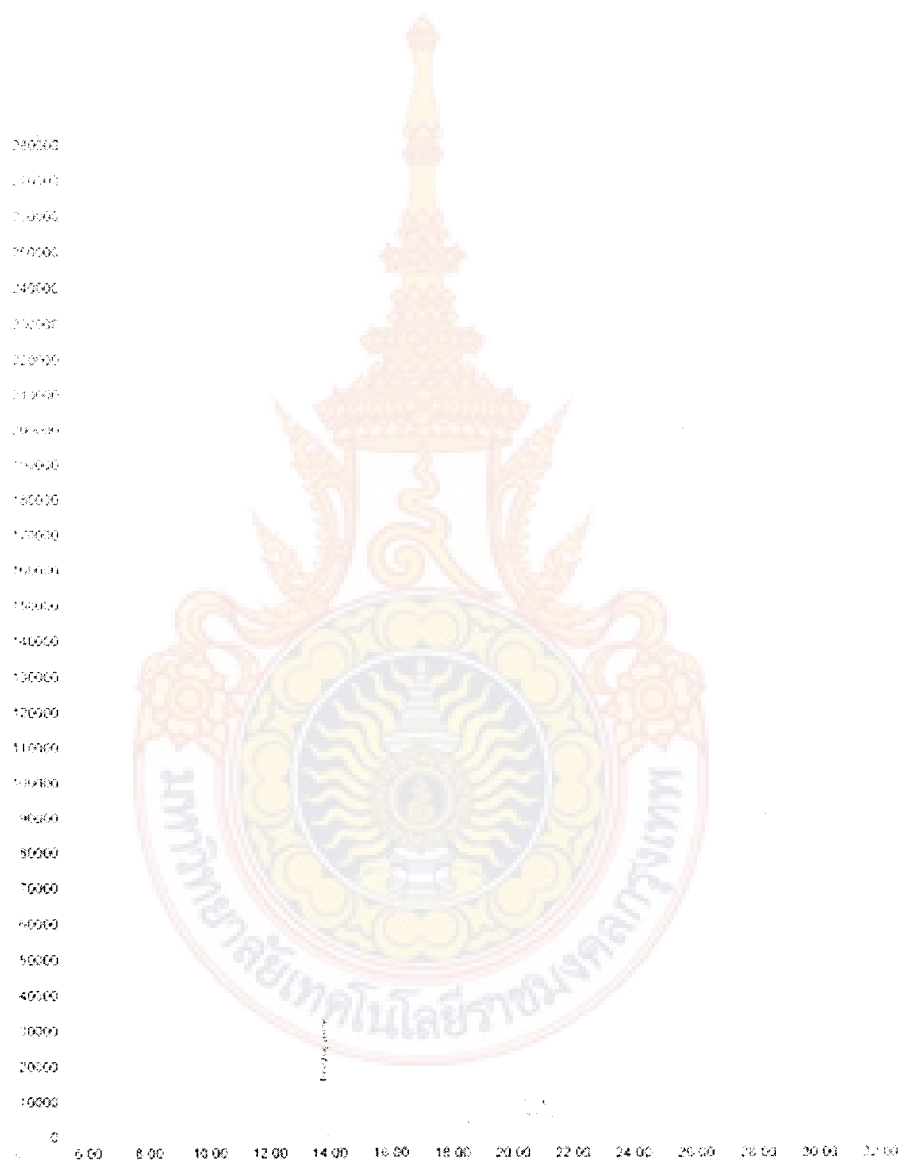
ข.1.3.1 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยธรรมชาติจากการสกัด



รูปที่ ข.27 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหยกลั่นจําปีจากการสกัด

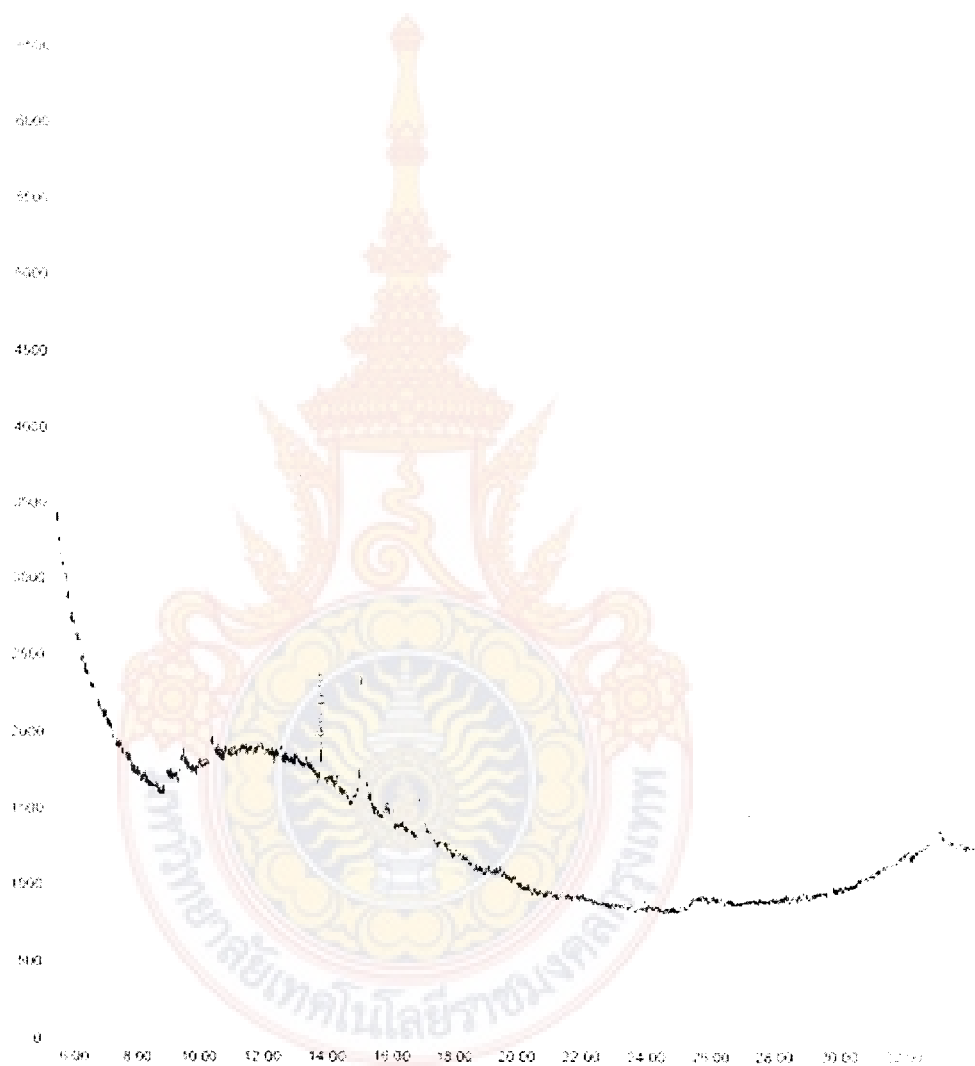


รูปที่ ข.28 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย
กลั่นมะกรูดจากการสกัด



รูปที่ ข.29 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันธูปที่ผสมน้ำมันหอมระเหย
กลิ่นตะไคร้จากการสกัด

ข.1.3 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนที่วิเคราะห์ได้จากควันรูปตามห้องตลาด



รูปที่ ข.30 โครมาโทแกรมสารเบนโซ(เอ)ไพรีนของควันรูปตามห้องตลาด

ภาคผนวก ค

ภาวะในการวิเคราะห์สารเบนซีน 1,3-บิวทาไดอิน และเบนโซ(เอ)ไพรีนด้วยเครื่อง GC-MS และ
การใช้หลอดถ่านเก็บตัวอย่างควันรูป

ค.1 ภาวะที่ใช้กับเครื่องเครื่อง GC-MS

OVEN

Initial temp: 40 °C (On)

Initial time: 8.00 min

Ramps:

#	Rate	Final temp	Final time
1	7.50	230	1.00
2	0.0 (off)		

Post temp: 0 °C

Post time: 0.00 min

Run time: 34.33 min

COLUMN 1

Capillary Column

Model Number: J&W 122-5532

DB-5MS

Max temperature: 330 °C

Nominal length: 35.0 m

Nominal diameter: 250.00 um

Nominal film thickness: 0.25 um

Mode: Constant flow

Initial flow: 1.0 mL/ min

Nominal init pressure: 7.44 psi

Average Velocity: 36 cm/ sec

Inlet: Back Inlet

Outlet: MSD

Outlet: pressure: vacuum

BLACK INLET (SPLIT/ SPLITLESS)

Mode: Splitless

Initial temp: 250 °C (On)

Pressure: 7.43 psi

Purge flow: 5000.0 mL/ min

Purge time: 1.00 min

Total flow: 505.0 mL/ min

Gas saver: On

Saver flow: 20.0 mL/ min

Saver time: 2.50 min

Gas type: Helium

THERMAL AUX 2

Use: MSD Transfer Line Heater

Description:

Initial temp: 280 °C (On)

Initial time: 0.00 min

#	Rate	Final temp	Final time
1	0.0 (off)		

MS INFORMATION

Solvent Delay: atune.u

EMV Mode: Gain Fator

Gain Fator: 1.00

Resulting EM Voltage: 1694

[Sim Parameters]

GROUP 1

Group ID: New Group

Resolution: Low

Plot 1 Ion: 78.00

Ions/ Dwell In Group

(Mass, Dwell)

(Mass, Dwell)

(Mass, Dwell)

(27.00,2)	(39.00, 2)	(50.00, 2)
(51.00, 2)	(53.00, 2)	(54.00, 2)
(77.00, 2)	(78.00, 2)	(126.00, 2)
(250.00, 2)	(252.00, 2)	(253.00, 2)

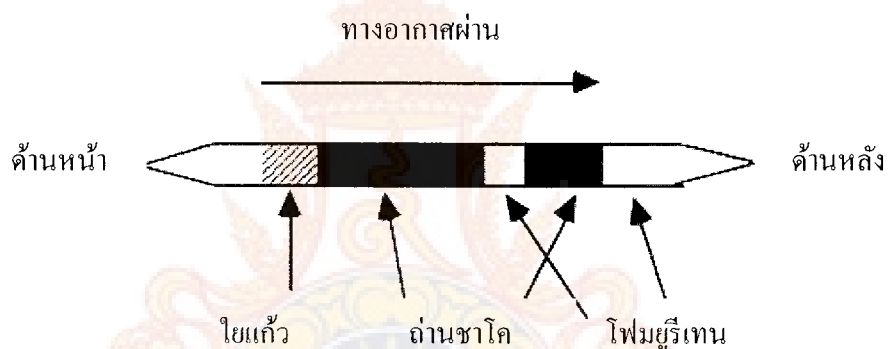
[MS Zones]: 230^oC Maximum 250^oC

MS Source: 150^oC Maximum 200^oC

MS Quad

ค.2 การใช้หลอดซาโคเก็บตัวอย่างควันรูป

ค.2.1 ส่วนประกอบของหลอดถ่าน



ค.3 วิธีการสกัดควันรูปออกจากหลอดถ่าน (Charcoal tubed)

การสกัดควันรูปออกจากหลอดซาโค สามารถทำได้โดยการใช้ คาร์บอนซัลไฟด์ (CS₂) เป็นตัวทำละลาย โดยการดำเนินงานต้องทำในเครื่องดูดควัน เนื่องจากคาร์บอนซัลไฟด์นั้นมีความเป็นพิษสูงและกลืนแรง

หลังจากที่สกัดตัวอย่างออกมาแล้ว หลังจากนั้นก็นำตัวอย่างสารที่สกัดได้เข้าเครื่อง GC-MS โดยฉีดตัวอย่างที่สกัดได้ปริมาณ 2 ไมโครลิตร (Charcoal Tube and Badge Sampling with GC Analysis. ม.ป.ป.)

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ นางสาวปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง
Miss Pathumthip Tonthubthimthong
- หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน xxxxxxxxxxxx
- ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
โทรศัพท์ 0 2287 9734, 0 2286 3991 – 5, 1210, 1201 โทรสาร 0 2287 9734
e-mail : pathumthip.t@mutk.ac.th, tpathumthip@hotmail.com, tpathumthip@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	เอก	วศ.ด. วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	วิศวกรรมเคมี	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2538	โท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เคมีเทคนิค	เคมีเทคนิค	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย
2531	ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต	เคมี	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การดูดซับ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย
ในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อโครงการวิจัย	แหล่งทุน	ปีงบประมาณ
1	การพัฒนากระถางต้นไม้จากโยมะพร้าว	เครือข่ายงานวิจัยภาคกลาง ตอนล่าง	2547
2	การสกัดสารนิมบินจากเมล็ดสะเดา	งบประมาณผลประโยชน์	2548
3	กระถางต้นไม้ทำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	งบประมาณผลประโยชน์	2548
4	การผลิตกระถางเพาะชำจากธรรมชาติ	งบประมาณผลประโยชน์	2548
5	กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	งบประมาณแผ่นดิน	2548
6	สกัดสารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรด้วย คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด	งบประมาณแผ่นดิน	2549
7	การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา	งบประมาณแผ่นดิน	2550
8	การพัฒนาการผลิตน้ำอบไทย	งบประมาณแผ่นดิน	2551
9	การพัฒนาวิธีการอบควันเทียน	งบประมาณผลประโยชน์	2551
10	การสกัดน้ำมันจากเมล็ดชมนัดต้น (<i>Hibiscus abelmoschus</i> Linn.)	งบประมาณแผ่นดิน	2552
11	การผลิตธูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อ มะเร็งในควันธูป	งบประมาณแผ่นดิน	2554
12	การผลิตลูกหอมสมุนไพรไล่แมลงและขจัดกลิ่นอับ	งบประมาณแผ่นดิน	2555

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

(อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, สุรัตน์ บุญพั่งและจิรพล กลิ่นบุญ. “การพัฒนากระถางต้นไม้จากโยมะพร้าว” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเครือข่ายภูมิภาคกลางตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2547.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง. “การสกัดสารนิมบินจากเมล็ดสะเดา” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, สุรัตน์ บุญพั่ง, มาริสา จินะดิษฐ์ และ วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์. “การผลิตกระถางเพาะชำจากธรรมชาติ” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

สุรัตน์ บุญพั่ง และปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง. “การสกัดสารออกฤทธิ์ทางยาจากทองพันชั่ง” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

พรประสิทธิ์ คงบุญ, ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, มณฑล ชูไชนาค และสมจิตร สุขสวัสดิ์. “การกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณ ผลประโยชน์ ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, สุรัตน์ บุญพึ่ง, มาริสา จินะดิษฐ์, วราภรณ์ ณะกุลรังสรรค์, ไชยยันต์ ไชยยะ และฉันทมณี วงสะจันทานนท์. “กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, โสริยา ชินอม, สุรัตน์ บุญพึ่ง, มาริสา จินะดิษฐ์, ไชยยันต์ ไชยยะ และฉันทมณี วงสะจันทานนท์. “กระถางต้นไม้ทำร่วยจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2548.

มาริสา จินะดิษฐ์ และปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง. “การผลิตกระถางต้นไม้จากเศษใบไม้” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และมาริสา จินะดิษฐ์. “สกัดสารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรด้วย คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, ไชยยันต์ ไชยยะ และชัชวาลย์ สุขมัน. “การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2550.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา. “พัฒนาการผลิตน้ำอบไทย” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2551

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, นันทวัน กลิ่นจำปา และไชยยันต์ ไชยยะ. “การพัฒนาวิธีหมักแบบ ควันเทียน” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2551

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา. “การสกัดน้ำมันจากเมล็ดชะมดคัน (Hibiscus abelmoschus Linn.)” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2552

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, ชัยศรี ธราสวัสดิ์พิพัฒน์, ชนิษฐา เจริญลาภ, อรุณี สุรัตน์ พิพิธ, สุชาติ วิเชียรสรรค์, วรณดี แสงดี, สมรรถ ปรีกลาง, ทวีป ณ ระนอง, ยุทธการ ชื่นชื่น, ดารานัย รบเมือง, จิตตานันท์ รังสิมันตุชาติ, เบญจกรณ์ ประภักดี, อดิชา พฤษประมุข, เสงี่ยมภา รุธิรโก, จุฑาธิป อยู่เย็น, ศรีนธร สุกสอาด และกมลพร จุดจ้องสิน “การจัดการน้ำเสียเชิงบูรณาการ ในตลาดน้ำอโยธยา ” (ผู้ร่วมงานวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2553

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P. and Luewisuttichat, W., Wittaya Teppaitoon and La-eid Pengsopa. 2004. "Nimbin Extraction from Neem Seeds using Supercritical CO₂ and a Supercritical CO₂ -Methanol Mixture" **Journal of Supercritical fluids**. 30: 287-301. (ผู้วิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P. and Luewisuttichat, W. 2001. "Supercritical CO₂ Extraction of Nimbin from Neem Seeds-an Experimental Study" **Journal of Food Engineering**. 47: 289-293. (ผู้วิจัย)

International & Regional Conference

Tonthubthimthong, P., Ajcharyapagorn, A., Douglas, S., Douglas, P. L. and Pongamphai, S. 2005. "Simulation of Nimbin Extraction by Using Aspen Plus" **the 88th Canadian Chemistry Conference and Exhibition**. May 28-June 1. Saskatoon Centennial Convention Centre Saskatoon Saskatchewan Canada. (ผู้ร่วมวิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chinadit, M., Boonpung, S., Supanya, C., Tanuwong, S. and Tanakulrungsank, W. 2005. "Cultivate Flowerpot Production from Agricultural Waste Materials", **The 3rd EMSES International Symposium Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium**. April 6-9. Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiangmai Thailand. (ผู้วิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P., Luewisuttichat, W., Teppaitoon, W. and Pengsopa, L. 2002. "Nimbin Extraction from Neem Seed using Supercritical CO₂ and a Supercritical CO₂ – Methanol Mixture" **International Conference on Innovations in Food Processing Technology and Engineering**. December 11 – 13. AIT Thailand. (ผู้วิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P., Luewisuttichat, W., Teppaitoon W. and Pengsopa, L. 2001. "Effect of Particle Size, Methanol:CO₂ Ratio and Temperature on Nimbin Extraction from Neem Seeds using Supercritical CO₂" **Canadian Society for Chemical Engineering 2001 Conference**. October 17. Halifax Nova Scotia Canada. (ผู้วิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S. and Luewisuttichat, W. 1999. "Extraction of Medicinal Substances from Neem Seeds using Supercritical Fluid

Extraction-A Preliminary Study” Regional Symposium on Chemical Engineering 1999.
November 22-24. B.P. Smilar Beach Hotel Songkla Thailand. (ผู้วิจัย)

Local Conference

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง นันทวัน กลิ่นจำปาและอนุพันธ์ ดอนชัย. 2552. “การพัฒนาการผลิตน้ำอบไทยด้วยชุดอุปกรณ์ดูดควันเครื่องร่ำ” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 3 “การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์”. 24-26 พฤศจิกายน 2553. ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพฯ.

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา. 2552. “การพัฒนาการผลิตน้ำอบไทย” การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 4. “ทรัพยากรไทย : ผันสู่วิถีใหม่ในฐานไทย”. 20-22 ตุลาคม 2552. สวนสัตว์เปิดเขาเขียว ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา. จังหวัดชลบุรี. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง นันทวัน กลิ่นจำปาและไชยยันต์ ไชยยะ. 2552. “การดูดซับควันเครื่องร่ำด้วยถ่านกัมมันต์” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 2 “งานวิจัยที่เน้นการปฏิบัติจริง จากมหาวิทยาลัยสู่สังคม”. 23-28 สิงหาคม 2552. โรงแรมฮอลิเดย์ อินน์ จังหวัดเชียงใหม่. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง. 2551. “การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 1 “ถ่ายทอดงานวิจัยสู่สังคม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”. 27-29 สิงหาคม. โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จังหวัดตรัง. (ผู้วิจัย)

เจษฎา มณีพงษ์สวัสดิ์, สุชาติ วาสิกบุตร, ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และมาริสา จินะดิษฐ์. 2550. “การสกัดสารออกฤทธิ์ทางยาจากฟ้าทะลายโจรด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด” การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, สุรัตน์ บุญพึง, วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์, อิศารัตน์ มานิตย์ และอุษาวดี ไม้คง. 2548. “การผลิตกระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร” การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 21. 28-30 มีนาคม. โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. (ผู้วิจัย)

ชัชวาลย์ สุขมัน, ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, กฤษณ์ หวังเจริญกุลชัย และ คมเดช งามสมจิตร. 2548. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไวน์สละระแนง” การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 21. 28-30 มีนาคม. โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. (ผู้ร่วมวิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, จุฑาลักษณ์ จีระรัตนกุล และ ประทุมรัตน์ แสนพล. 2547. “การปรับปรุงคุณภาพของแบริ่งมันสำปะหลังโดยการตัดแปรแบ่งด้วยสารโซเดียมไดโพลีฟอสเฟต” การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 20. 11-13 กุมภาพันธ์. โรงแรมอมรินทร์ ลา구나 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, สุภาภรณ์ เชื้อประเสริฐ, วิไล ลือวิสุทธิชาติ, วิทยา เทพไพฑูรย์ และละเอียด เพ็งโสภา. 2546. “การสกัดนํ้ามันจากเมล็ดสะเดาโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด และคาร์บอนไดออกไซด์-เมทานอลวิกฤตยิ่งยวด” การประชุมวิชาการและงานแสดงผลสัมฤทธิ์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29. 20-22 ตุลาคม. ศูนย์ประชุมเอนกประสงค์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, สุภาภรณ์ เชื้อประเสริฐ, วิไล ลือวิสุทธิชาติ, วิทยา เทพไพฑูรย์ และ ละเอียด เพ็งโสภา. 2545. “การสกัดนํ้ามันจากเมล็ดสะเดาโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด : ผลของขนาดอนุภาค, อัตราส่วนระหว่างเมทานอลต่อคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12. 8-9 พฤศจิกายน. โรงแรมโซล ทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, สุภาภรณ์ เชื้อประเสริฐ และ วิไล ลือวิสุทธิชาติ. 2543. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารนํ้ามันจากเมล็ดสะเดาโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10. 26-28 ตุลาคม. ไบเทค บางนา กรุงเทพฯ. (ผู้วิจัย)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา “การผลิตรูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อ
ศึกษาสารก่อมะเร็งในควันธูป ” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี
2554 ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณ 90 %

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และชนิษฐา เจริญลาภ “การมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและ
โรงเรียนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ ” (ผู้ร่วมงานวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณ 90 %

ประวัติผู้ร่วมงานวิจัย

1. ชื่อ นานันทวัน กลิ่นจำปา
Mrs Nantaone Klinjumpa

2. รหัสประจำตัวนักวิจัย 09-65536

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

- 3.1 ทางด้านวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- 3.2 ทางด้านบริหาร หัวหน้าศูนย์วัฒนธรรมราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โทรศัพท์ 0 2286 3991 – 5 ต่อ 1180

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

แผนกวิชาคหกรรมศาสตร์ทั่วไป คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

โทรศัพท์ 0 2287 3211 – 25 ต่อ 214

โทรสาร 0 22873211-25 ต่อ 214

e-mail : nuntaone@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการ ศึกษา	ระดับ ปริญญา	อักษรย่อ ปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2541	โท	M.M. Master of Managemant	การจัดการ	Technology University of Philippines	ฟิลิปปินส์
2520	ตรี	คศ.บ. คหกรรมศาสตร์ ศึกษา	คหกรรมศาสตร์ทั่วไป	สถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

การทำเครื่องหอมไทย ภูมิปัญญาไทย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงาน

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ และ สถานภาพในการทำวิจัย

ประไพศรี สงวนวงศ์ และนันทวัน กลิ่นจำปา, 2543, พฤติกรรมการซื้อสินค้าอุปโภคบริโภคของประชาชนในภาวะเศรษฐกิจถดถอย, ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ประจำปีงบประมาณ 2543, (ผู้ร่วมวิจัย)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ และสถานภาพในการทำวิจัย

