

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	8
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	10
ขอบเขตของการวิจัย	10
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ทฤษฎี	11
หลักการสกัดระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว	13
ค่า Enrichment Factor	14
ค่ามาตรฐานสูงสุดของ PAHs ที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในน้ำดื่ม (Maximum Contaminant Level หรือ MCL)	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
3. อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีดำเนินการวิจัย	
อุปกรณ์และเครื่องมือ	21
สารเคมี	21
วิธีการดำเนินงานวิจัย	
1. การเตรียมเครื่องแก้ว	22
2. การเตรียมสารเคมี	22
3. การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาร PAHs 9 ชนิด ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์	23
4. การสกัดระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว (Liquid-phase Microextraction หรือ LPME) โดยใช้เมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง	24
5. การศึกษาความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation)	26
6. การเตรียมตัวอย่างน้ำชา	28
7. การศึกษาอิทธิพลของสารรบกวนในตัวอย่างน้ำชา (Matrix Effect)	29
8. การวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชาด้วยวิธี Standard Addition	29

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิจัย	
ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาร PAHs ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS)	30
ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด PAHs ระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว (Liquid-phase Microextraction หรือ LPME) โดยใช้เมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง	35
ผลการศึกษาความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation)	40
ผลการศึกษาอิทธิพลของสารรบกวนในตัวอย่างน้ำชา (Matrix Effect)	43
ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชาด้วยวิธี Standard Addition	44
5. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	
อภิปรายผลการวิจัย	50
สรุปผลการวิจัย	55
บรรณานุกรม	56

## สารบัญญัตินี้

ตารางที่	หน้า	
2-1	ค่า TEFs และค่า MCL ของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด.....	15
3-1	ค่า m/z สำหรับการวิเคราะห์ PAHs ด้วยเครื่อง GC-MS โดยใช้ SIM Mode.....	24
3-2	ความเข้มข้นของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด ที่ใช้ศึกษากราฟมาตรฐาน.....	27
3-3	ความเข้มข้นของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด ที่ใช้ศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง.....	27
4-1	ค่ารีเทนชันไทม์ (Retention Time หรือ $t_r$ ) และค่าการแยก (Resolution หรือ $R_s$ ) ของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด.....	31
4-2	ค่า Enrichment Factor ของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด.....	39
4-3	ค่า LOD LOQ สมการเส้นตรง และค่า $R^2$ ของกราฟมาตรฐาน PAHs ที่ได้.....	40
4-4	ช่วงความเป็นเส้นตรง สมการเส้นตรง และค่า $R^2$ .....	41
4-5	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์จากการศึกษาความเที่ยง.....	42
4-6	ค่าร้อยละการได้กลับคืนจากการศึกษาความแม่นยำ.....	42
4-7	ค่าร้อยละการได้กลับคืนจากการศึกษาอิทธิพลของสารรบกวน.....	43
4-8	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ทั้ง 9 ชนิด ในตัวอย่างน้ำชาทั้ง 4 ชนิด.....	44
5-1	คุณสมบัติทางเคมีของออกแทนและโทลูอิน.....	51

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงโครงสร้างของ PAHs ทั้ง 16 ชนิด.....	11
2-2 แสดงหลักการเบื้องต้นของการสกัดด้วยเทคนิค LPME.....	13
3-1 แผนภาพอุปกรณ์ในการสกัดด้วยเทคนิค LPME.....	25
4-1 แสดงผลการศึกษาโปรแกรมอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ PAHs ทั้ง 9 ชนิด.....	30
4-2 โครมาโทแกรมของสารละลายผสม PAHs 9 ชนิด ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	31
4-3 เมสสเปกตรัมของ Acenaphthylene.....	32
4-4 เมสสเปกตรัมของ Acenaphthene.....	32
4-5 เมสสเปกตรัมของ Fluorene.....	33
4-6 เมสสเปกตรัมของ Phenanthrene.....	33
4-7 เมสสเปกตรัมของ Anthracene.....	33
4-8 เมสสเปกตรัมของ Fluoranthene.....	34
4-9 เมสสเปกตรัมของ Pyrene.....	34
4-10 เมสสเปกตรัมของ Benzo[a]anthracene.....	34
4-11 เมสสเปกตรัมของ Chrysene.....	35
4-12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พีคของ PAHs และตัวทำละลายที่ใช้สกัด.....	35
4-13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พีคของ PAHs และอัตราเร็วการไหลของ.....	36
4-14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พีคของ PAHs และเวลาในการสกัด.....	37
4-15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พีคของ PAHs กับความเข้มข้นของ NaCl.....	37
4-16 โครมาโทแกรมก่อนการสกัดของสารละลายผสม PAHs 9 ชนิด.....	38
4-17 โครมาโทแกรมหลังการสกัดของสารละลายผสม PAHs 9 ชนิด.....	38
4-18 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำจากใบชาเขียว.....	45
4-19 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำจากใบชาจีน.....	45
4-20 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาเขียวบรรจุขวด 1 .....	46
4-21 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาเขียวบรรจุขวด 3 .....	46
4-22 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาเขียวบรรจุขวด 4 .....	47
4-23 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาดำบรรจุขวด 1 .....	47
4-24 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาดำบรรจุขวด 2.....	48
4-25 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาอูหลงบรรจุขวด 1 .....	48
4-26 โครมาโทแกรมที่ได้จากการสกัดน้ำชาอูหลงบรรจุขวด 2 .....	49