

บทที่ 3

ผลการวิจัย

3.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) เพื่อตรวจวัดระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือด

การวิเคราะห์หาสาร 6-MAM และมอร์ฟีนโดยใช้เครื่อง GC/MS ประยุกต์วิธีของ Lewis R.J. et al. [64] และปรับปรุงวิธีเล็กน้อยได้สภาวะที่เหมาะสมแสดงดังตาราง 3-1

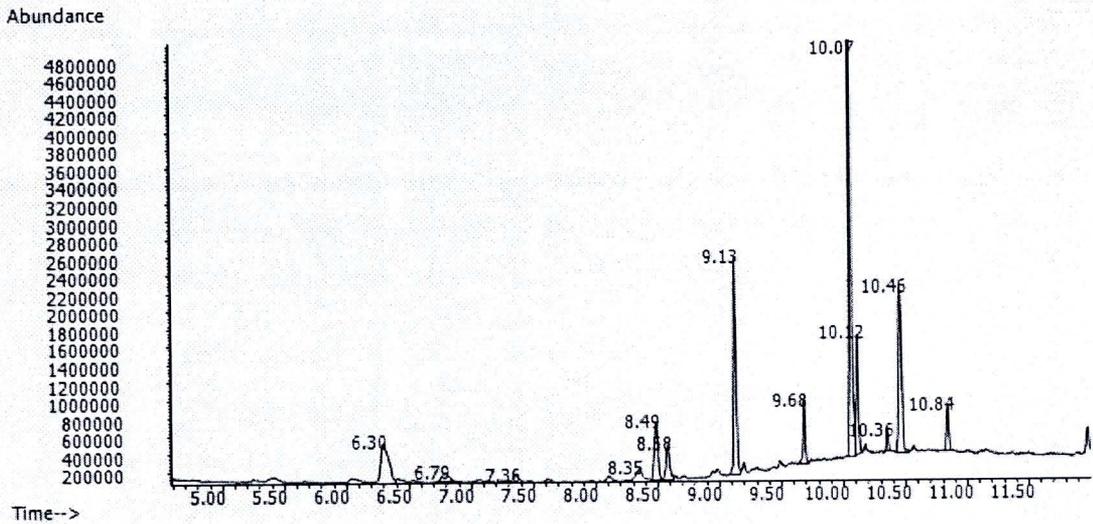
ตาราง 3-1 สภาวะที่เหมาะสมของ GC/MS ในการตรวจหา 6-MAM และมอร์ฟีน

วิธีการ	สภาวะที่เหมาะสม
1. การฉีด (Injection)	splitless mode
2. ส่วนฉีดสาร (Injector temperature)	280 °C
3. คอลัมน์ (Column)	HP-5MS 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
4. โปรแกรมอุณหภูมิ (Column temperature program)	160 °C-195 °C ที่ 35 °C/min 195 °C-230 °C ที่ 5 °C/min 230 °C-290 °C ที่ 40 °C/min 290 °C คงไว้ 2.5 min
5. แก๊สตัวพา (Carrier gas)	ฮีเลียม 1.0 ml/min
6. Interface	280 °C
7. แหล่งผลิตไอออน (MS Source)	Electron Impact
8. Mass analyzer	Quadrupole

3.1.1 การศึกษาการตั้งค่าการเก็บข้อมูลแบบสแกน (scan mode)

นำสารละลายมาตรฐาน 6-MAM มอร์ฟีน และ MOR-d₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตรที่ผ่านการทำอนุพันธ์แล้ว นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS ตามสภาวะที่แสดงใน

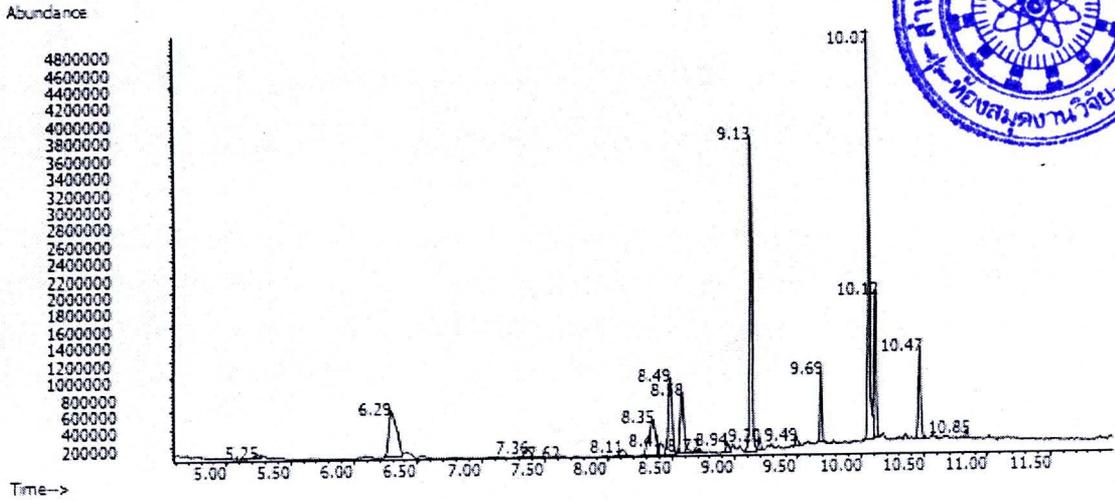
ตาราง 3-1 และตั้งค่าการเก็บข้อมูลแบบสแกนในช่วง 40-500 amu. รูป 3-1 ถึง 3-4 แสดงผลโครมาโทแกรมและสเปกตรัมของ MOR-TMS, MOR-d₃-TMS และ 6-MAM-TMS ตามลำดับ



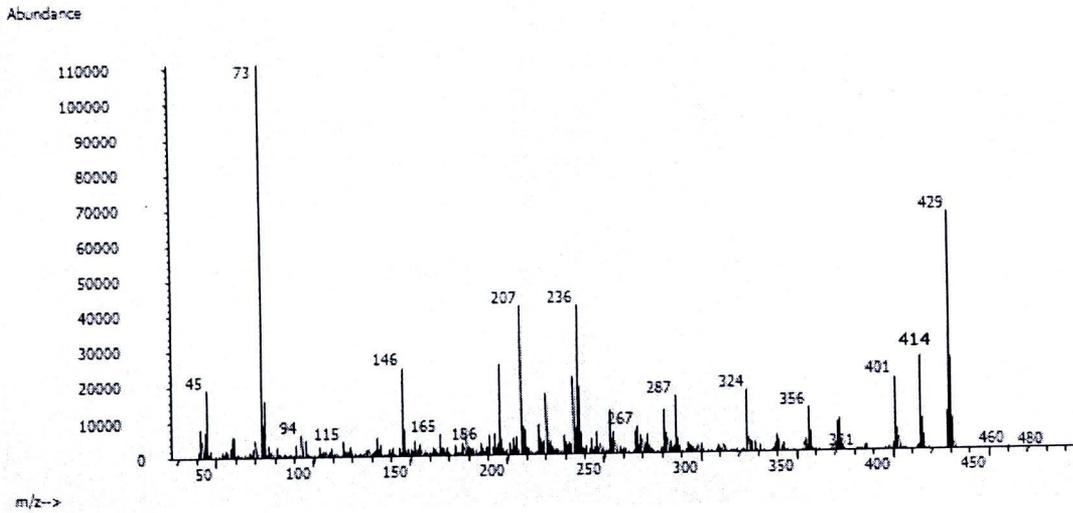
รูป 3-1 โครมาโทแกรมแบบเก็บไอออนทั้งหมด (Total chromatogram ions; TIC) ของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ MOR-TMS, MOR-d₃-TMS และ 6-MAM-TMS จากสารละลายมาตรฐานผสม 6-MAM มอร์ฟีน และ MOR-d₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากภาพ พบว่า MOR-TMS และ MOR-d₃-TMS มีค่า RT ที่ 10.46 นาที และ 6-MAM-TMS มีค่า RT ที่ 10.84 นาที



(ก)

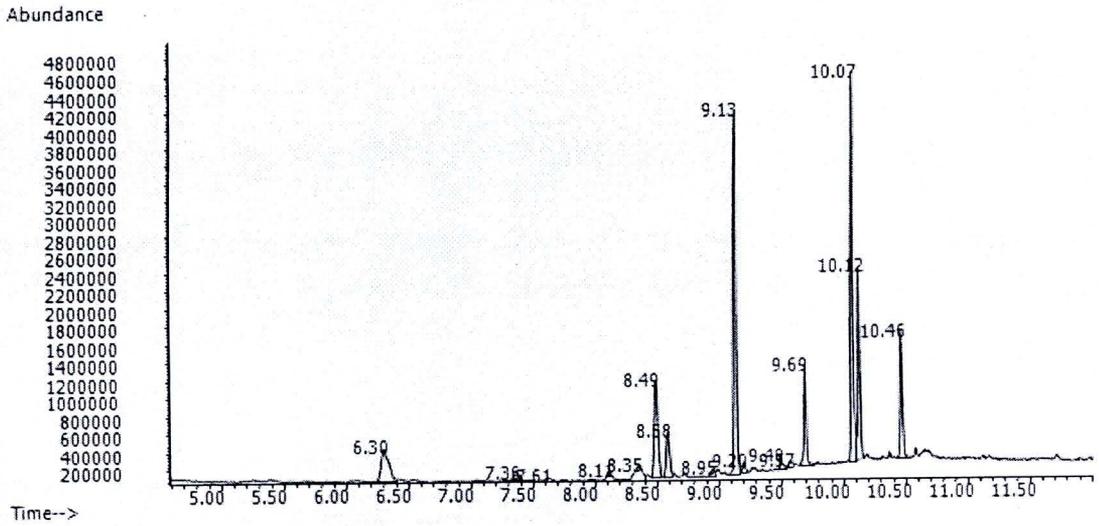


(ข)

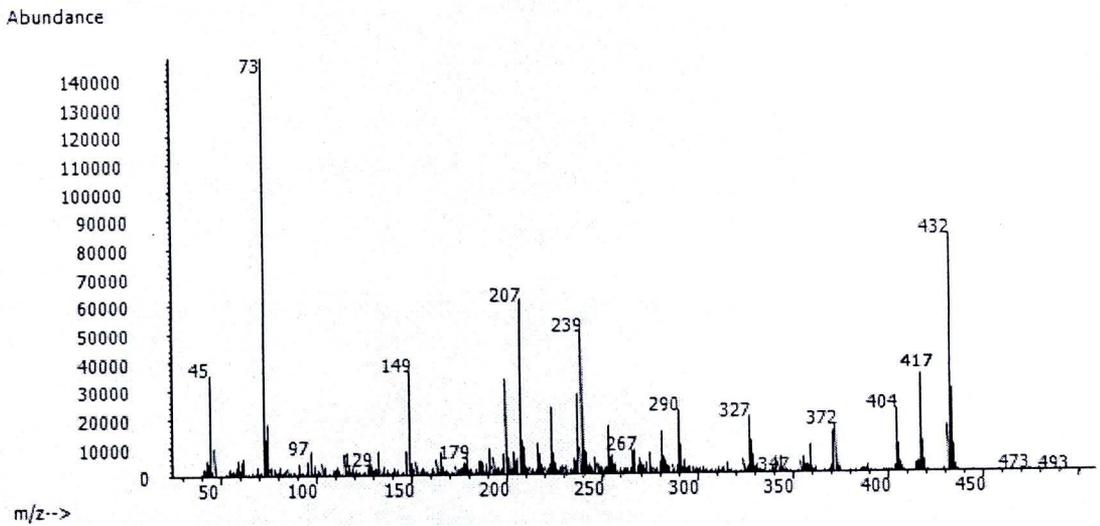


รูป 3-2 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ MOR-TMS จากสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีนความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และพบว่า MOR-TMS มีค่า RT ที่ 10.47 นาที

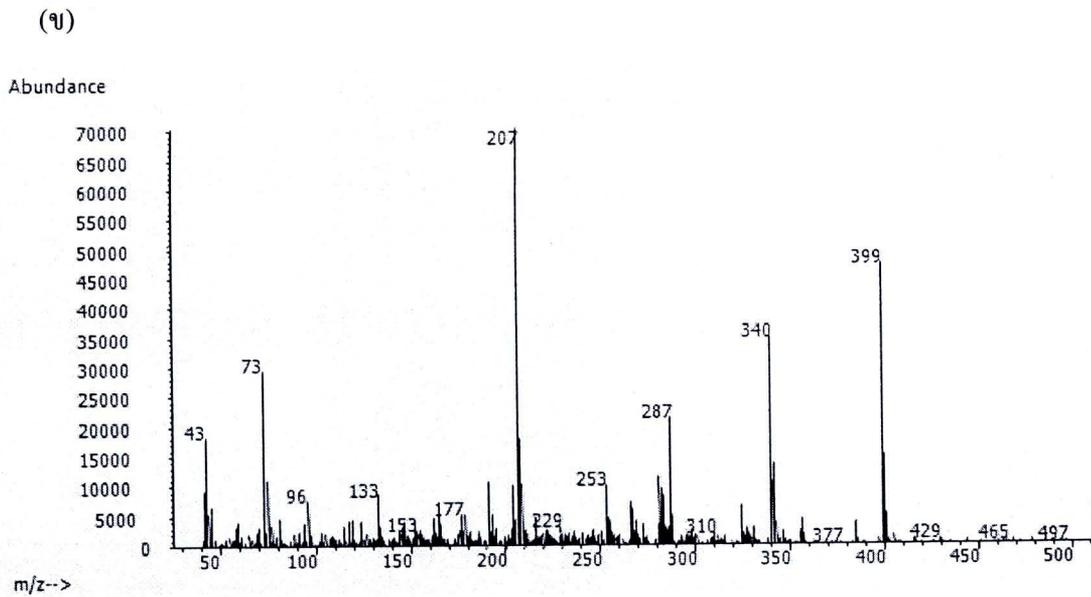
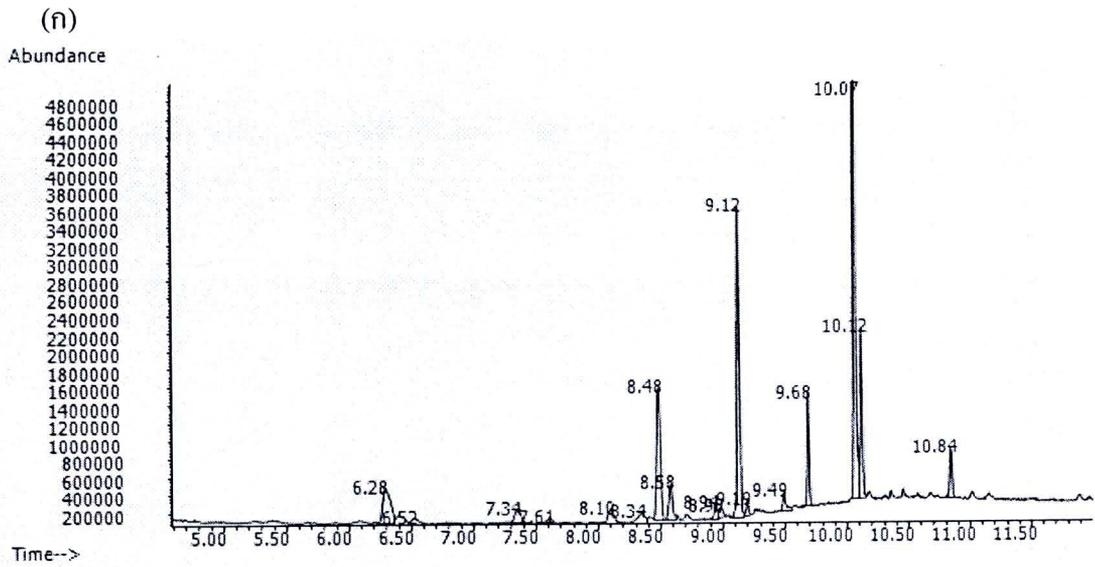
(ก)



(ข)



รูป 3-3 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ MOR-d₃-TMS จากสารละลายมาตรฐาน MOR-d₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ MOR-d₃-TMS มีค่า RT ที่ 10.46 นาที



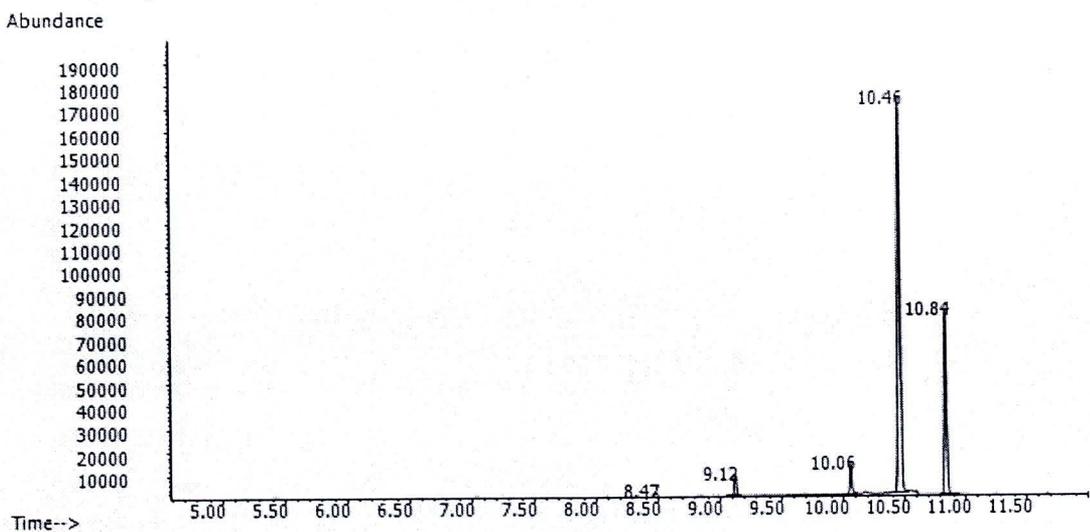
รูป 3-4 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ 6-MAM-TMS จากสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 6-MAM-TMS มีค่า RT ที่ 10.84 นาที

3.1.2 การศึกษาการตั้งค่าการเก็บข้อมูลแบบ selected ion monitoring; SIM mode

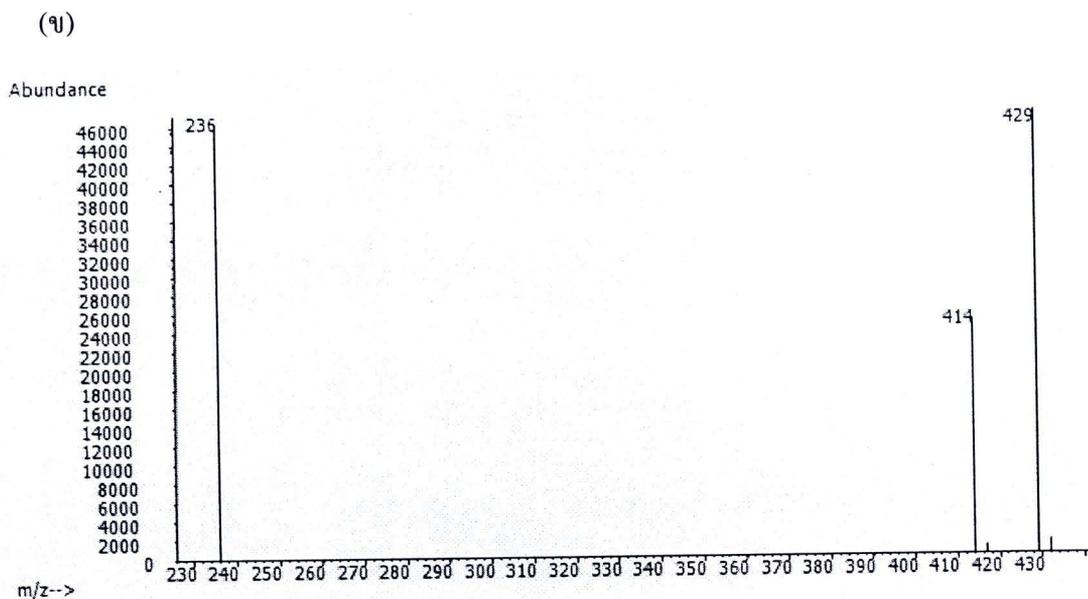
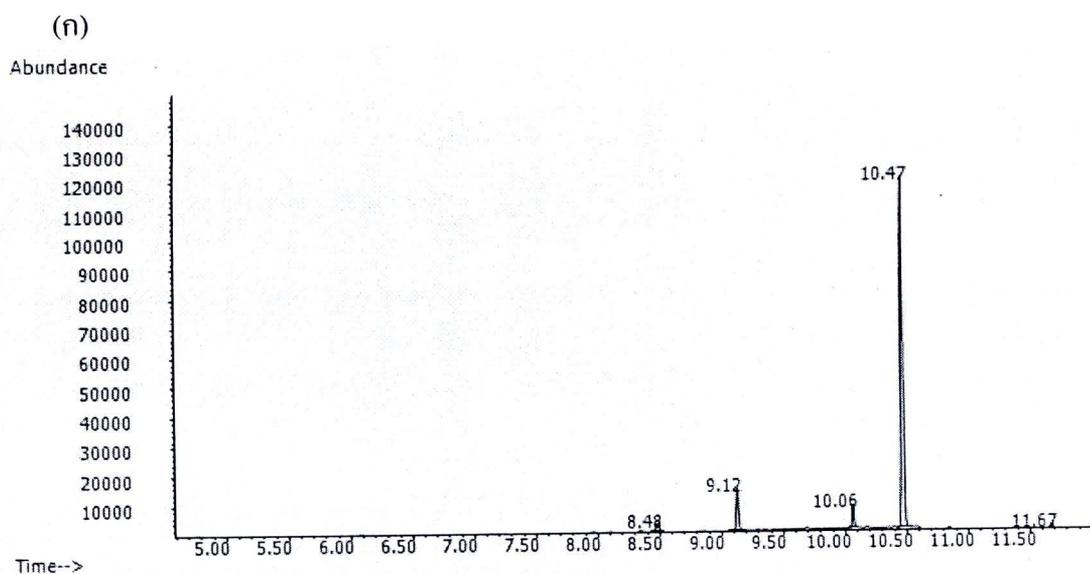
หลังจากทำการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ด้วย GC/MS แบบสแกนของ MOR-TMS, MOR-d₃-TMS และ 6-MAM-TMS จึงศึกษาโดยการเก็บข้อมูลแบบ SIM mode ดังตาราง 3-2 และได้ผลดังรูป 3-5 ถึง 3-8

ตาราง 3-2 เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ผ่านคอลัมน์ (RT) และการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของสาร 6-MAM มอร์ฟีนและ MOR-d₃

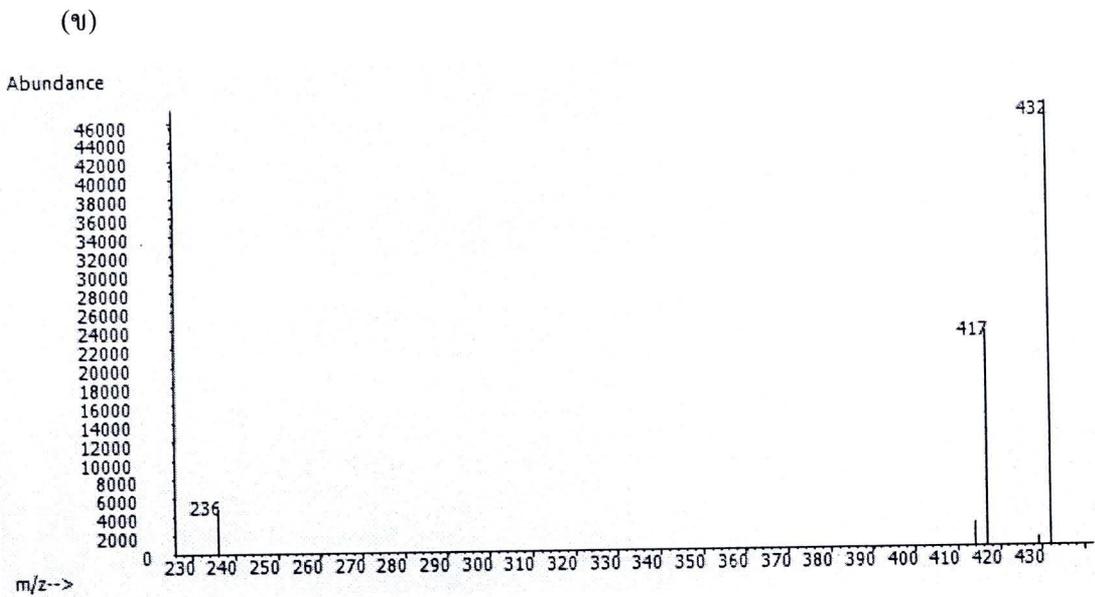
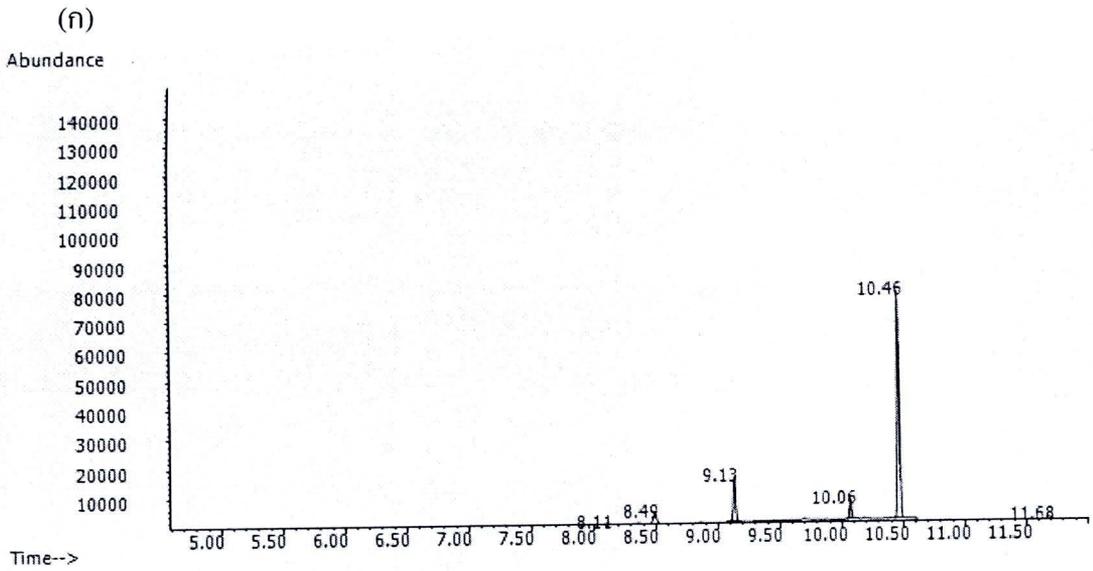
Analyte	RT (min)	Target Ion	Qualifier Ions	Mass ratio
6-MAM-TMS	10.84	399	340, 287	100, 70, 40
MOR-TMS	10.47	429	236, 414	100, 90, 50
MOR- d ₃ -TMS	10.46	432	417	100, 50



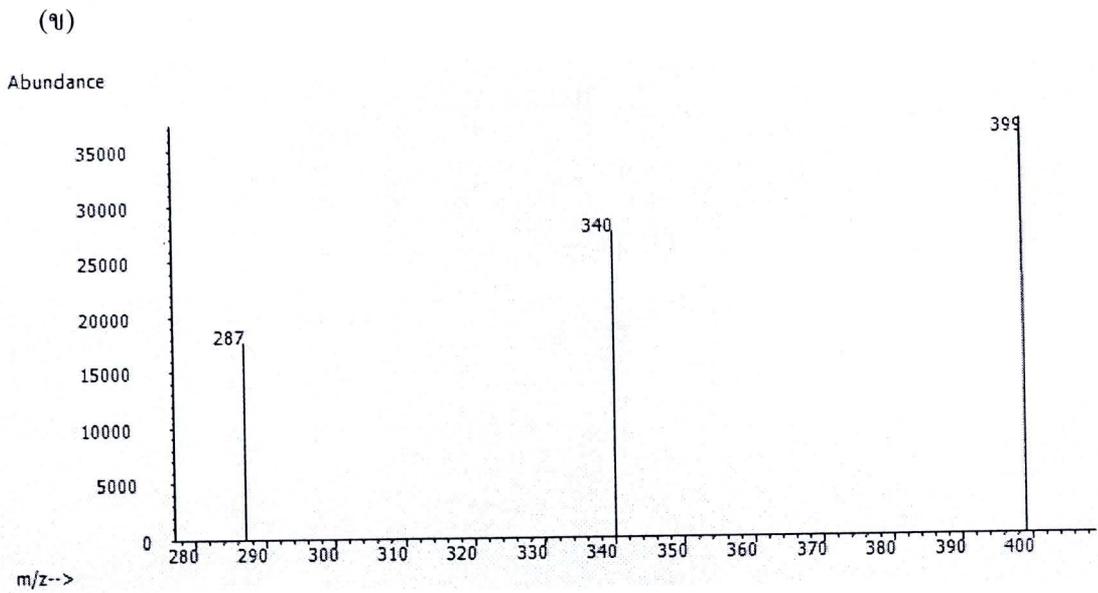
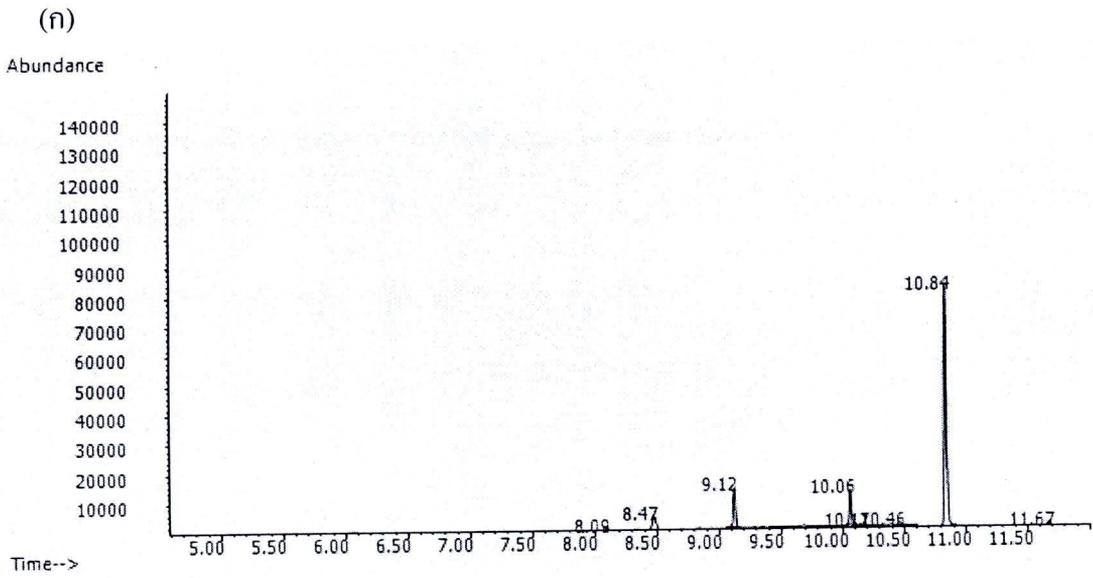
รูป 3-5 โครมาโทแกรมชนิด TIC ของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-TMS MOR-d₃-TMS และ 6-MAM-TMS จากสารละลายมาตรฐานผสม มอร์ฟีน MOR-d₃ และ 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูป 3-6 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-TMS (RT=10.47 นาที) จากสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีนความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร



รูป 3-7 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-d₃-TMS (RT=10.46 นาที) จากสารละลายมาตรฐาน MOR-d₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร



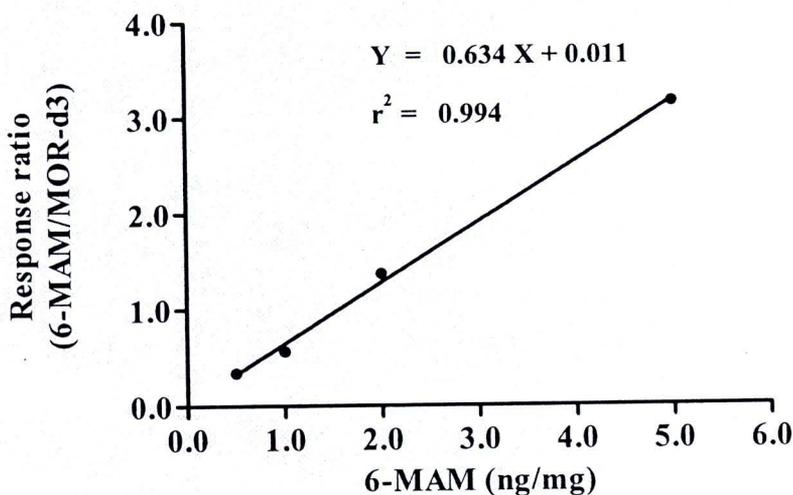
รูป 3-8 โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ 6-MAM-TMS (RT=10.84 นาที) จากสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร

3.2 การสร้างกราฟมาตรฐานของ 6-MAM และมอร์ฟิน

เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณสารที่ตรวจจากกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ของ 6-MAM ในเส้นผม

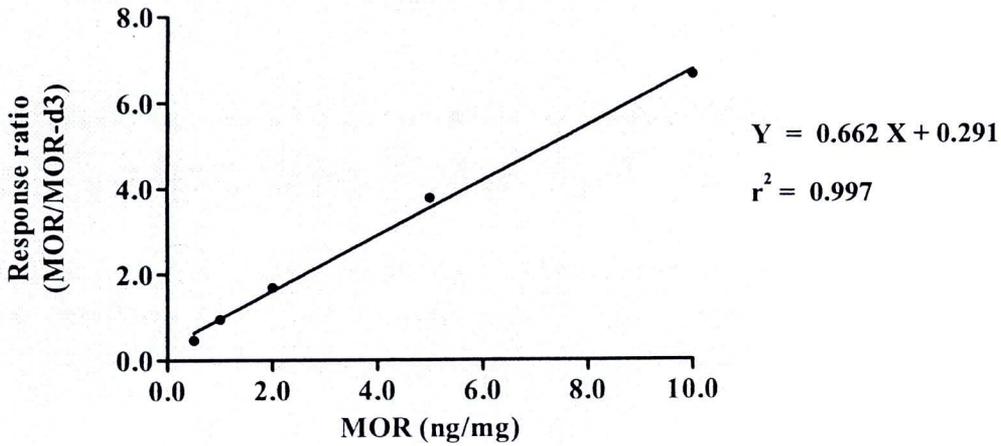
ทำการสร้างกราฟมาตรฐานของ 6-MAM ในเส้นผมที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2 และ 5 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม โดยทำการฉีดความเข้มข้นละ 2 ครั้ง จากช่วงความเป็นเส้นตรง ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.994 แสดงในรูป 3-9



รูป 3-9 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ในเส้นผมความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-5 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม

3.2.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ของมอร์ฟินในเส้นผม

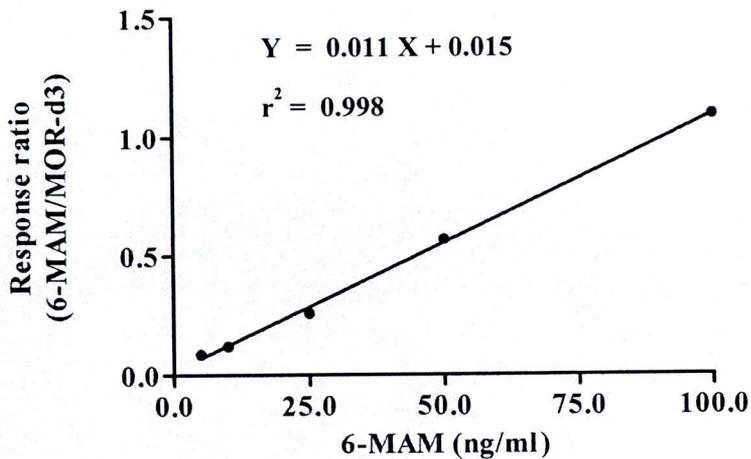
ทำการสร้างกราฟมาตรฐานของมอร์ฟินในเส้นผมที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 5 และ 10 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม โดยทำการฉีดความเข้มข้นละ 2 ครั้ง จากช่วงความเป็นเส้นตรง ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.997 แสดงในรูป 3-10



รูป 3-10 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานมอร์ฟินในเส้นผมความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-10 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม

3.2.3 การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ของ 6-MAM ในเลือด

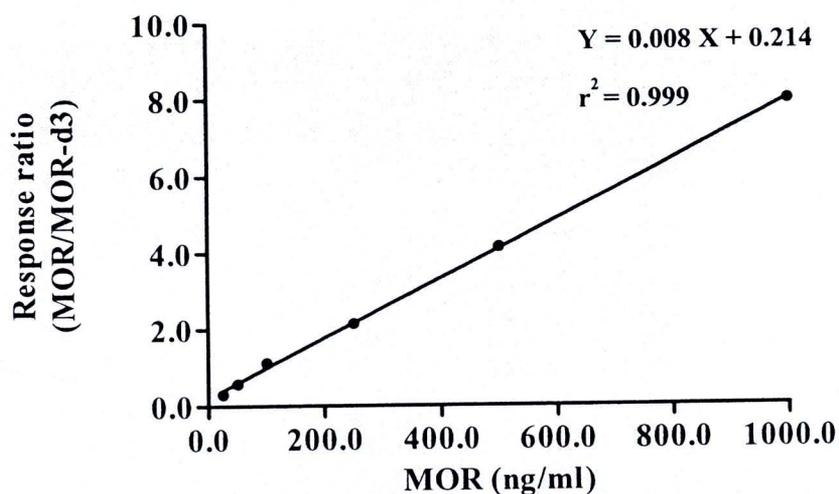
ทำการสร้างกราฟมาตรฐานของ 6-MAM ในเลือดที่ความเข้มข้น 5, 10, 25, 50 และ 100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการฉีดทั้งหมด 2 ครั้ง จากช่วงความเป็นเส้นตรงได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.998 แสดงในรูป 3-11



รูป 3-11 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ในเลือดความเข้มข้นตั้งแต่ 5-100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

3.2.4 การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ของมอร์ฟีนในเลือด

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานของมอร์ฟีนในเลือดที่ความเข้มข้น 5, 25, 100, 250, 500 และ 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการฉีดทั้งหมด 2 ครั้ง จากช่วงความเป็นเส้นตรงค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.999 แสดงในรูป 3-12



รูป 3-12 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีนในเลือดความเข้มข้นตั้งแต่ 5-1,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

3.3 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาและประวัติการใช้ยาและสารเสพติดประเภทเฮโรอีนซึ่งทำการเก็บตัวอย่างเส้นผมและเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีประวัติการใช้เฮโรอีน

เก็บเส้นผมจากอาสาสมัคร จำนวน 10 ราย ที่ไม่มีประวัติการทำสีผม เป็นเพศชาย จำนวน 2 รายและเพศหญิงจำนวน 8 ราย ซึ่งมีอายุตั้งแต่ 22 ปี ถึง 40 ปี เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุม (Negative control group) ดังตาราง 3-3 และภาคผนวก ค.1

3.3.2 กลุ่มผู้เสพติดเฮโรอีน

เก็บเส้นผมจากผู้ที่ยอมรับว่าเสพติดเฮโรอีนและเป็นสมาชิกบ้าน โอโซนซึ่งเป็นสถานที่กลุ่มผู้เสพติดเข้ามารับการบำบัดรักษา จำนวน 24 ราย เป็นเพศชายจำนวน 19 รายและเป็นเพศหญิงจำนวน 5 ราย ซึ่งมีอายุตั้งแต่ 19 ปี ถึง 49 ปี ทำการเก็บตัวอย่าง เมื่อวันที่ 3-4 พฤษภาคม 2550 แสดงดังตาราง 3-3 และภาคผนวก ค.2

3.3.3 กลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาด

เก็บเส้นผมและเลือดจากผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาดที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ 2549 - พ.ศ 2553 จำนวน 8 ราย เป็นเพศชาย ทั้งหมด มีอายุตั้งแต่ 32 ปีถึง 77 ปี แสดงดังตาราง 3-3 และภาคผนวก ค.3

3.3.4 กลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน

เก็บเส้นผมและเลือดจากผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีนที่ได้รับยากลุ่มมอร์ฟีนเพื่อการระงับอาการปวด จากหน่วยระงับความเจ็บปวด ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 12 ราย เป็นเพศชายจำนวน 6 ราย และเป็นเพศหญิงจำนวน 6 ราย มีอายุตั้งแต่ 41 ปี ถึง 74 ปี แสดงดังตาราง 3-3 และภาคผนวก ค.4

ตาราง 3-3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

	กลุ่มควบคุม (control; CO)	กลุ่มผู้เสพยาโรอิน (Heroin addict ; HA)	กลุ่มผู้เสียชีวิตจากการ เสพยาโรอินเกินขนาด (Heroin overdose ; HO)	ผู้บำบัดรักษาโรค ด้วยมอร์ฟีน (Patients; PT)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	10 ราย	24 ราย	8 ราย	12 ราย
เพศ				
ชาย : หญิง	2 : 8	19 : 5	8 : 0	6 : 6
อายุระหว่าง	22 - 40 ปี	19 - 49 ปี	32-77 ปี	41-74 ปี
ค่าเฉลี่ยอายุ (\pm SD)	29.8 (\pm 6.58) ปี	24.80 (\pm 2.79) ปี	39.71 (\pm 16.48) ปี	63.00 (\pm 9.35) ปี
สัญชาติ	ไทย 10 ราย	ไทย 24 ราย	ต่างชาติ 5 ราย ไม่ทราบ 1 ราย ไทย 2 ราย	ไทย 12 ราย
สีผม	ดำ 10 ราย	ดำ 20 ราย น้ำตาล 2 ราย แดง 1 ราย ทอง 1 ราย	น้ำตาล 4 ราย ทอง 1 ราย ดำ 2 ราย แดง 1 ราย	ขาวสลับดำ 5 ราย ดำ 3 ราย น้ำตาล 2 ราย ขาว 1 ราย ไม่เก็บผม 1 ราย

3.4 การตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1 ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มควบคุม (negative control) จำนวน 10 ราย แสดงในตาราง 3-4 จากตารางตรวจไม่พบ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มควบคุม และตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองชนิดในเส้นผมแสดงดังรูป 3-13 (ผลการวิเคราะห์แต่ละรายอยู่ในภาคผนวก ค)

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มผู้เสพติดยาเสพติดและยอมรับว่ามีการใช้สารเสพติดเฮโรอีน จำนวน 24 ราย แสดงดังตาราง 3-4 จากตารางตรวจพบตรวจพบ 6-MAM ในเส้นผมจำนวน 5 รายจากทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 20.83 ความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.63-3.48 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม และตรวจพบมอร์ฟินในเส้นผมผู้เสพเพียง 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.67 ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 2.02-7.54 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม ตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองชนิดในเส้นผมแสดงดังรูป 3-14 (ผลการวิเคราะห์แต่ละรายอยู่ในภาคผนวก ค)

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดเฮโรอีนเกินขนาด จำนวน 8 ราย แสดงดังตาราง 3-4 จากตารางตรวจพบพบ 6-MAM ในเส้นผม จำนวน 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 75 ความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.61-2.97 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม และตรวจพบมอร์ฟินในเส้นผมได้จำนวน 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 75 ความเข้มข้นของมอร์ฟินที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.65-2.91 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม ตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองชนิดในเส้นผมแสดงดังรูป 3-15 (ผลการวิเคราะห์แต่ละรายอยู่ในภาคผนวก ค)

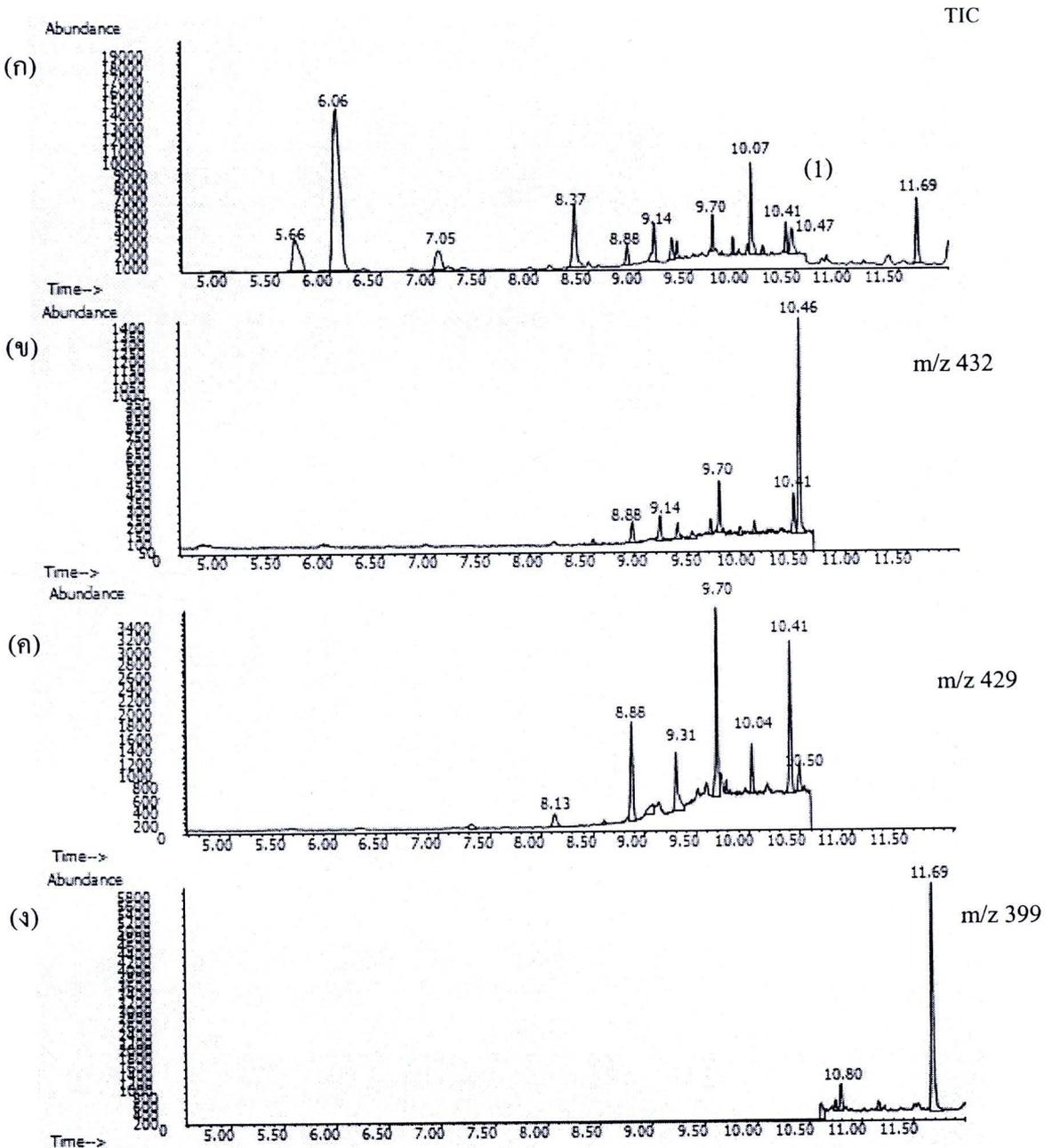
ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟินที่ได้รับยากลุ่มมอร์ฟินเพื่อระงับปวด จำนวน 12 ราย ในจำนวน 12 รายไม่สามารถเก็บเส้นผมได้จำนวน 1 ราย และไม่สามารถเก็บเลือดได้จำนวน 1 ราย แสดงดังตาราง 3-4 จากตารางพบว่าตรวจไม่พบ 6-MAM แต่ตรวจพบมอร์ฟินในเส้นผม จำนวน 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 72.72 ความเข้มข้นของมอร์ฟินที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.60-3.84 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม และตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองชนิดในเส้นผมแสดงดังรูป 3-16 (ผลการวิเคราะห์แต่ละรายอยู่ในภาคผนวก ค)

3.4.2 ศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นค่าเฉลี่ยมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างตามตาราง 3-4 พบว่ากลุ่มผู้เสพติดเฮโรอีนมีค่าเฉลี่ยมอร์ฟินมากที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 4.04 (± 2.46) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม (ค่า 95% อยู่ในช่วง 0.13-7.96) รองลงมาคือกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟินที่ได้รับยากกลุ่มมอร์ฟินเพื่อระงับปวด มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของมอร์ฟิน เท่ากับ 2.55 (± 1.32) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง 1.44 - 3.66) และผู้เสียชีวิตจากการเสพติดเฮโรอีนเกินขนาดมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของมอร์ฟิน เท่ากับ 1.49 (± 0.98) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง 0.46-2.52) แต่เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว พบว่าระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินที่ตรวจพบในเส้นผมไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.471$) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ในเส้นผม ซึ่งแสดงในตาราง 3-4 พบว่ากลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพติดเฮโรอีนเกินขนาดมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น 6-MAM มากที่สุด เท่ากับ 1.72 (± 0.86) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง 0.81-2.62) และกลุ่มผู้เสพติดเฮโรอีนมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ 6-MAM เท่ากับ 1.35 (± 1.21) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง -0.16-2.85) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบในกลุ่มผู้เสพติดเฮโรอีนและผู้เสียชีวิตจากการเสพติดเฮโรอีนเกินขนาด พบว่าระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบในเส้นผม ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.465$) และรูปภาพเปรียบเทียบแสดงการกระจายตัวของระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม แสดงดังรูป 3-17 เมื่อนำระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินที่ตรวจพบในเส้นผมจากกลุ่มต่างๆ มาคำนวณหาค่า 95% CI พบว่า 95% CI ของ 6-MAM และมอร์ฟินที่ตรวจพบในเส้นผมของทุกกลุ่มนั้นอยู่ในช่วงระดับความเข้มข้นที่คล่อมกัน

ตาราง 3-4 ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่าง

	กลุ่มควบคุม (10 ราย)		กลุ่มผู้เสพติดเฮโรอีน (24 ราย)		กลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยา เฮโรอีนเกินขนาด (8 ราย)		กลุ่มผู้บำบัดรักษาโรค ด้วยมอร์ฟีน (11 ราย)	
	6-MAM	มอร์ฟีน	6-MAM	มอร์ฟีน	6-MAM	มอร์ฟีน	6-MAM	มอร์ฟีน
จำนวนที่ตรวจพบสาร	0	0	5 ราย	4 ราย	6 ราย	6 ราย	0	8 ราย
ร้อยละที่ตรวจพบสาร	0	0	20.83	16.67	75	75	0	72.72
ระดับต่ำสุด-สูงสุด (ng/mg เส้นผม)	-	-	0.63-3.48	2.02-7.54	0.61-2.97	0.65-2.91	-	0.60-3.84
ค่าเฉลี่ยระดับสารที่พบ (\pm SD) (ng/mg เส้นผม)	-	-	1.35 (\pm 1.21)	4.04 (\pm 2.46)	1.72 (\pm 0.86)	1.49 (\pm 0.98)	-	2.55 (\pm 1.32)
95 % CI ของระดับสารที่พบ (ng/mg เส้นผม)	-	-	-0.16-2.85	0.13-7.96	0.81-2.62	0.46 -2.52	-	1.44-3.66



รูป 3-13 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของกลุ่มควบคุม

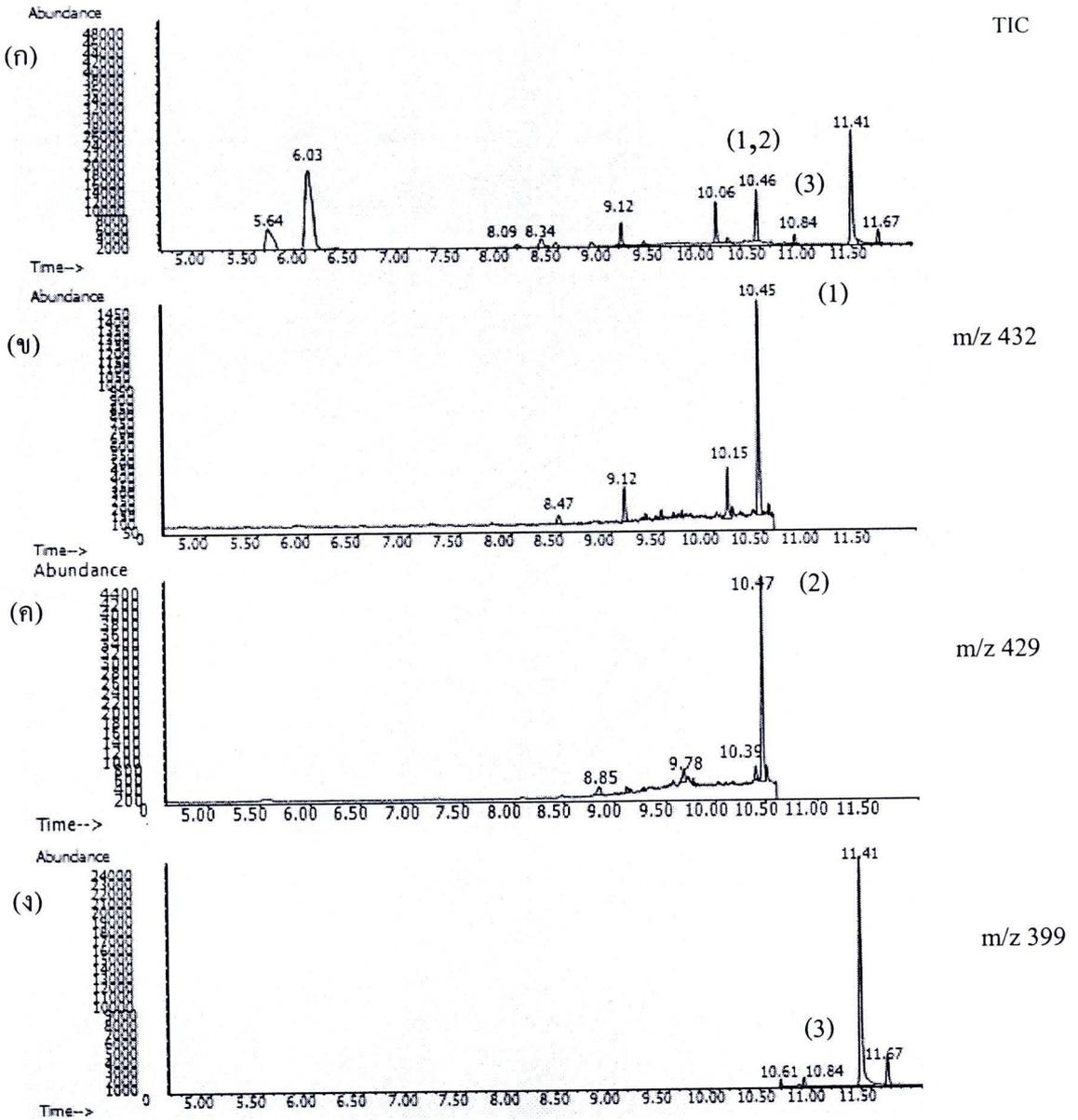
(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพพีด (1) คือ MOR-d₃-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีดที่ RT 10.46 นาที

(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) ไม่พบพีดที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) ไม่พบพีดที่ RT 10.84

นาที



รูป 3-14 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้เสพติดยาเสพติดเฮโรอีน

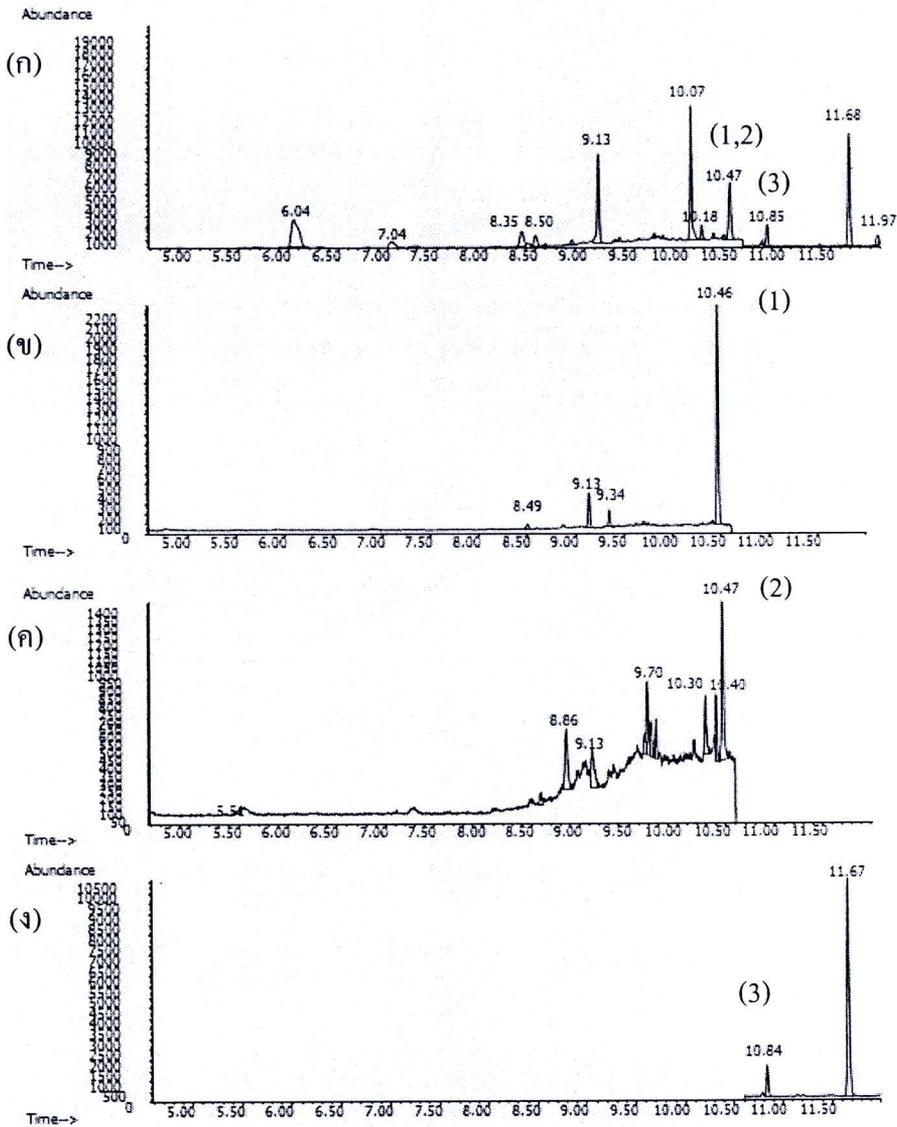
(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีค (1) คือ MOR-d₃-TMS พีค (2) คือ MOR-TMS และพีค (3) คือ 6-MAM-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีคที่ RT 10.45 นาที

(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) พบพีคที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) พบพีคที่ RT 10.84 นาที

TLC



m/z 432

m/z 429

m/z 339

รูป 3-15 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้เสียชีวิตจากการเสพเฮโรอีนเกินขนาด

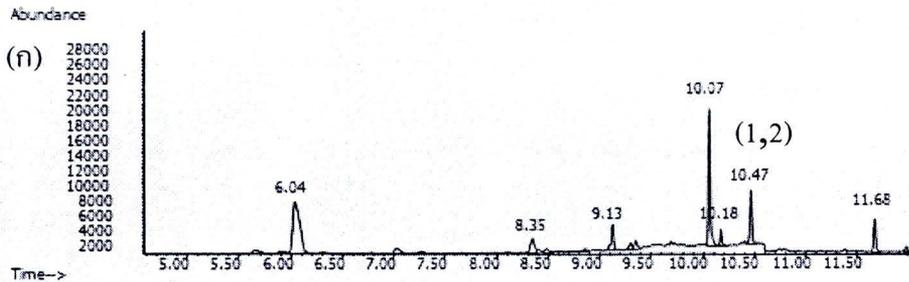
(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีค (1) คือ MOR-d₃-TMS พีค (2) คือ MOR-TMS และพีค (3) คือ 6-MAM-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีคที่ RT 10.46 นาที

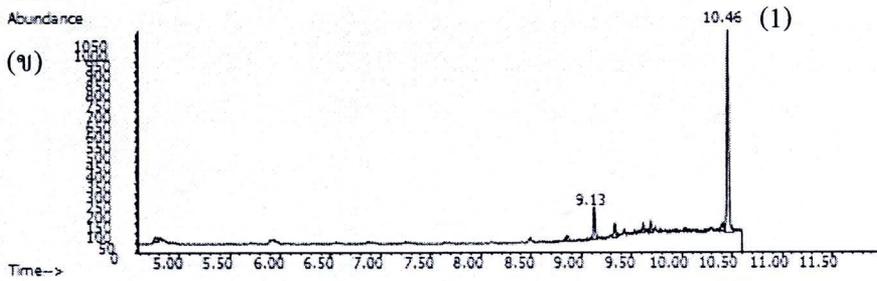
(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) พบพีคที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 339) พบพีคที่ RT 10.84 นาที

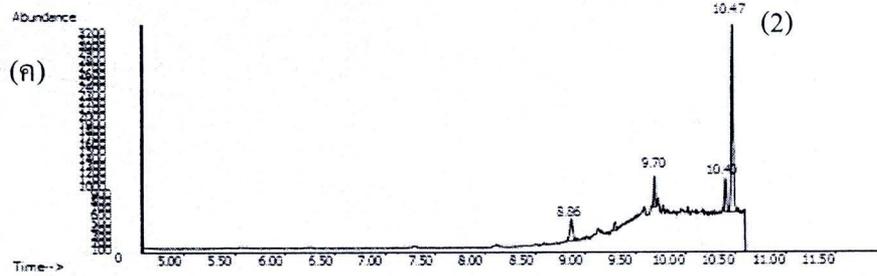
TIC



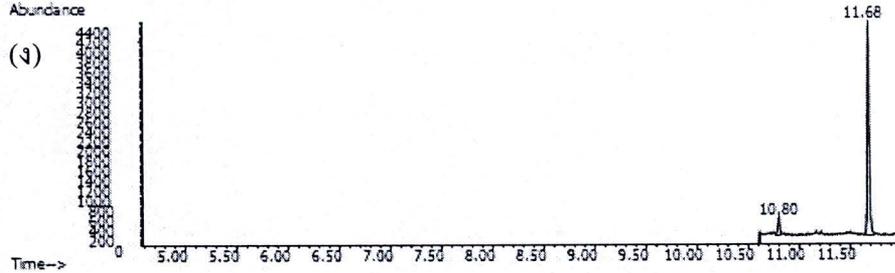
m/z 432



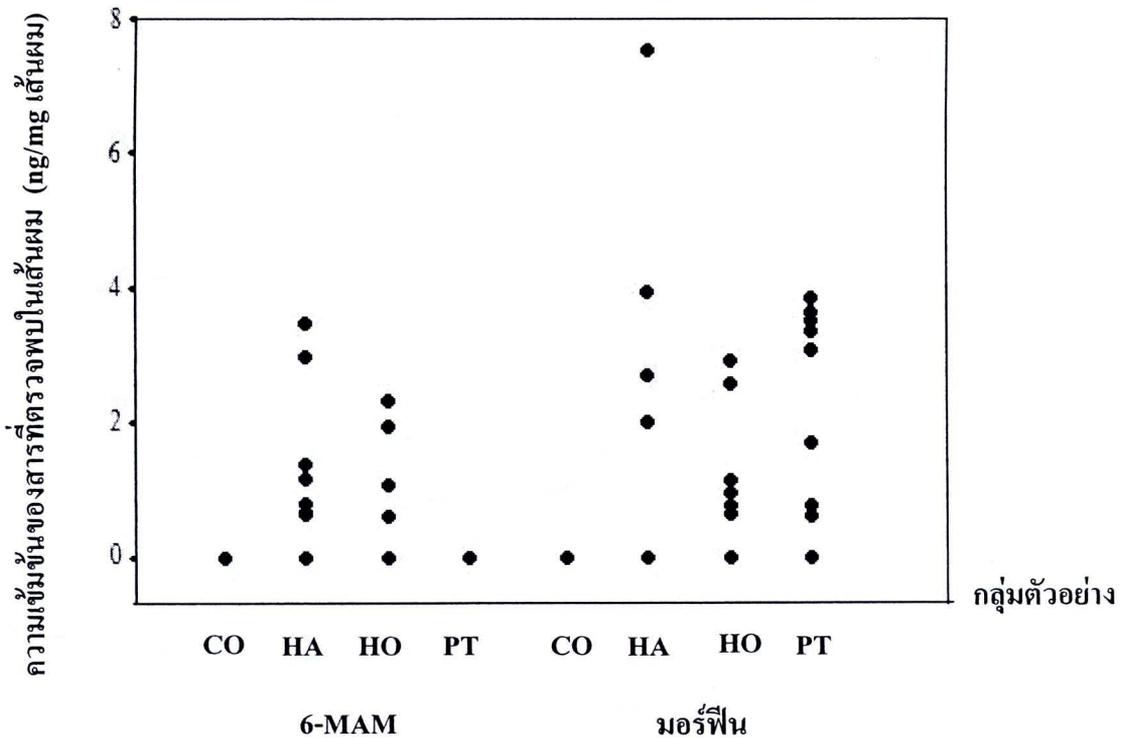
m/z 429



m/z 339



รูป 3-16 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้บำบัดรักษาโรคด้วย มอร์ฟีน
 (ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีค (1) คือ MOR-d₃-TMS พีค (2) คือ MOR-TMS
 (ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีคที่ RT 10.46 นาที
 (ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) พบพีคที่ RT 10.47 นาที
 (ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) ไม่พบพีคที่ RT 10.84 นาที



รูป 3-17 ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมที่ตรวจพบในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม (CO คือ กลุ่มควบคุม HA คือ กลุ่มผู้เสพยาเสพติดเฮโรอีน HO คือ ผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดเกินขนาด PT คือ กลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน)

3.4.3 ศึกษาหาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และ มอร์ฟีนในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

ได้ทำการใช้เลือดของผู้เสียชีวิตผิดธรรมชาติซึ่งได้รับการชันสูตรพลิกศพและมีผลการตรวจยืนยันว่าตรวจไม่พบ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดเพื่อใช้สร้างกราฟมาตรฐาน ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แสดงดังรูป 3-18

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดเกินขนาด แสดงในตาราง 3-5 จากตารางตรวจพบมอร์ฟีนในเลือดทุกราย คิดเป็นร้อยละ 100 ความเข้มข้นของมอร์ฟีนที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 72.26-1245.88 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรและตรวจพบ 6-MAM จำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.5 ความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 2.93-49.74 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรและตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองในเลือดแสดงดังรูป 3-19

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเลือดของกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีนแสดงในตาราง 3-5 จากตารางในกลุ่มนี้ตรวจไม่พบ 6-MAM แต่ตรวจพบมอร์ฟีนจำนวน 4 รายคิดเป็นร้อยละ 36.36 ความเข้มข้นของมอร์ฟีนที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 9.77-41.89 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาสารทั้งสองในเลือดแสดงดังรูป 3-20 (ผลการวิเคราะห์แต่ละรายอยู่ในภาคผนวก ค)

3.4.4 ศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

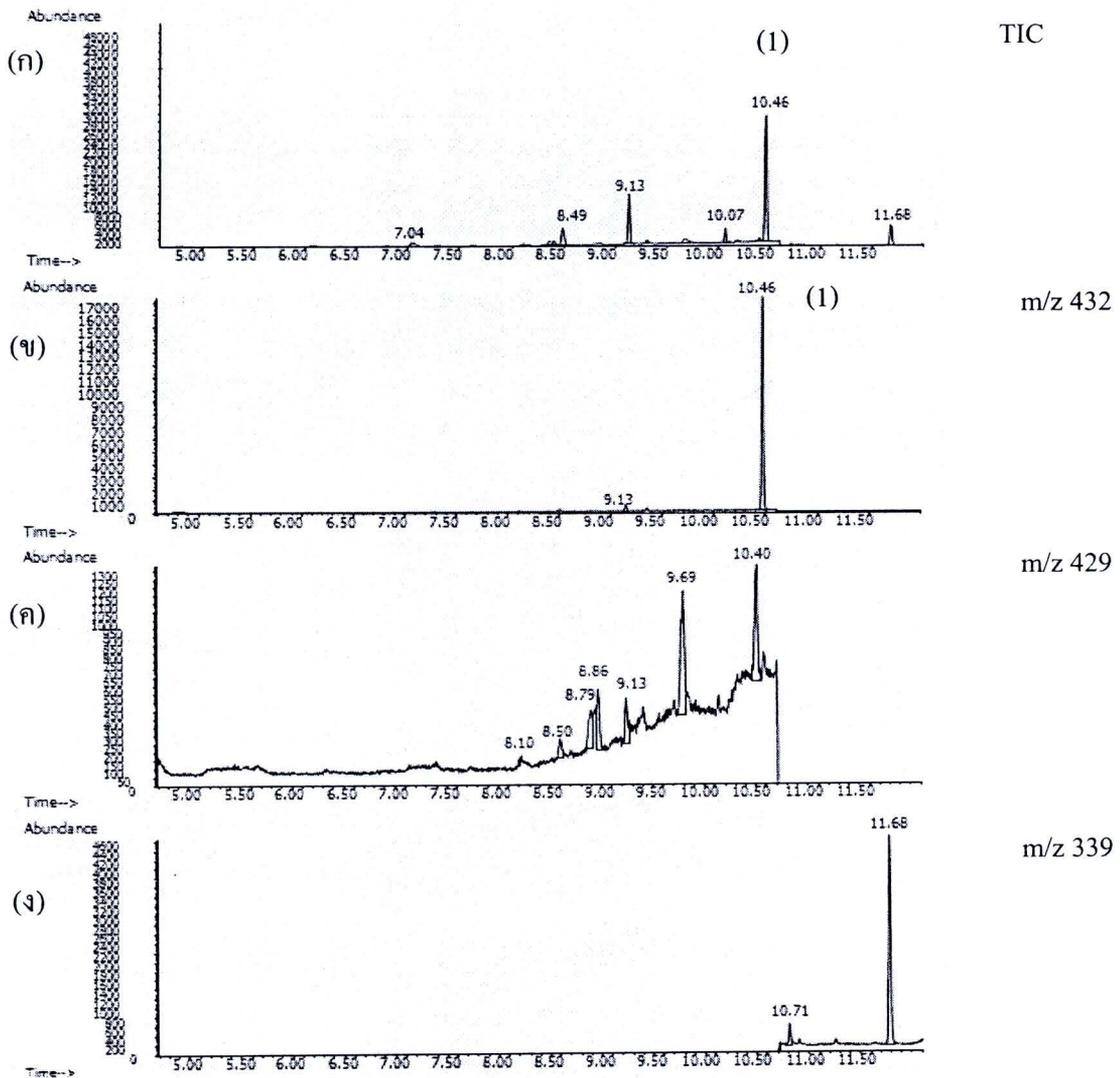
การทดลองนี้พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ 6-MAM ในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาด เท่ากับ 15.24 (± 19.42) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง -8.87-39.36)

เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเลือดของทั้งสองกลุ่มซึ่งแสดงในตาราง 3-5 และตามรูป 3-21 พบว่าค่าเฉลี่ยมอร์ฟีนที่ตรวจพบในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาดมีค่าสูงกว่า คือ มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น เท่ากับ 433.27 (± 400.71) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ค่า 95% CI อยู่ในช่วง 98.27-768.27) เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยมอร์ฟีนที่ตรวจพบในเลือดของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน คือ 25.22 (± 13.70) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ค่า 95 % CI อยู่ในช่วง 2.95-47.49) เมื่อนำไปทดสอบทางสถิติพบว่าระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนที่ตรวจพบในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนที่ตรวจพบในเลือดผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน (ค่า $p = 0.007$)

ตาราง 3-5 ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

	กลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีน เกินขนาด จำนวน 8 ราย		กลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วย มอร์ฟิน จำนวน 11 ราย	
	6-MAM	มอร์ฟิน	6-MAM	มอร์ฟิน
จำนวนที่ตรวจพบสาร	5 ราย	8 ราย	0	4 ราย
ร้อยละที่ตรวจพบสาร	62.5	100	0	36.36
ระดับต่ำสุด - สูงสุด (ng/ml)	2.93-49.74	72.26-1,245.88	-	9.77-41.89
ค่าเฉลี่ยระดับสารที่พบ (\pm SD) (ng/ml)	15.24 (\pm 19.42)	433.27 (\pm 400.71)*	-	25.22 (\pm 13.70)*
95% CI ของระดับที่พบ (ng/ml)	-8.87-39.36	98.27-768.27		2.95-47.49

* P = 0.007 เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินที่ตรวจพบในกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาด และกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟิน



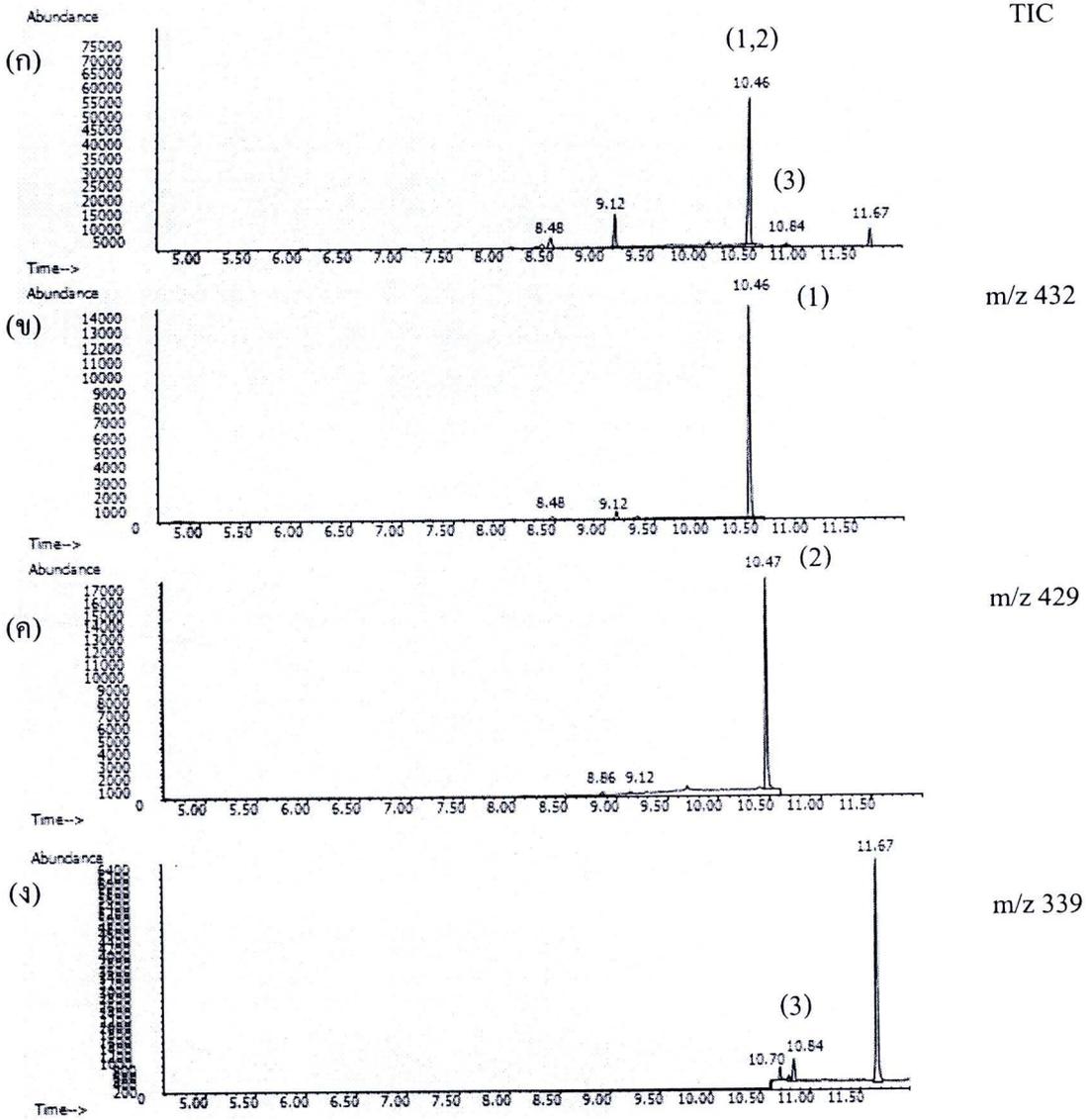
รูป 3-18 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM มอร์ฟีนในเลือดของผู้เสียชีวิตผิดธรรมชาติ ซึ่งได้รับการชันสูตรพลิกศพ และมีผลการตรวจที่ยืนยันว่าตรวจไม่พบ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือด

(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีด (1) คือ MOR-d₃-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432)พบพีดที่ RT 10.46 นาที

(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429)ไม่พบพีดที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) ไม่พบพีดที่ RT 10.84 นาที



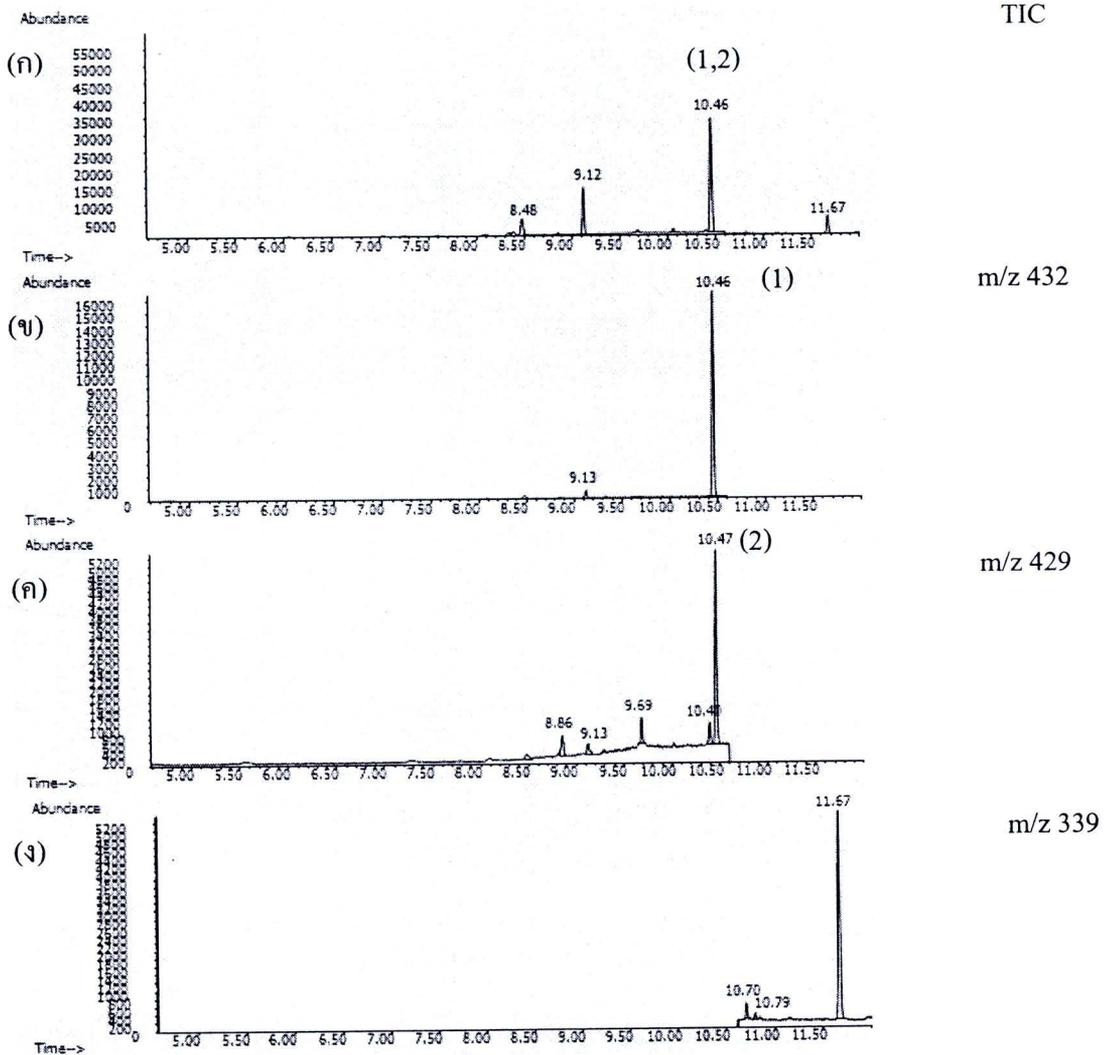
รูป 3-19 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพเฮโรอีนเกินขนาด

(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีก (1) คือ MOR-d₃-TMS พีก (2) คือ MOR-TMS และพีก (3) คือ 6-MAM-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีกที่ RT 10.46 นาที

(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) พบพีกที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) พบพีกที่ RT 10.84 นาที



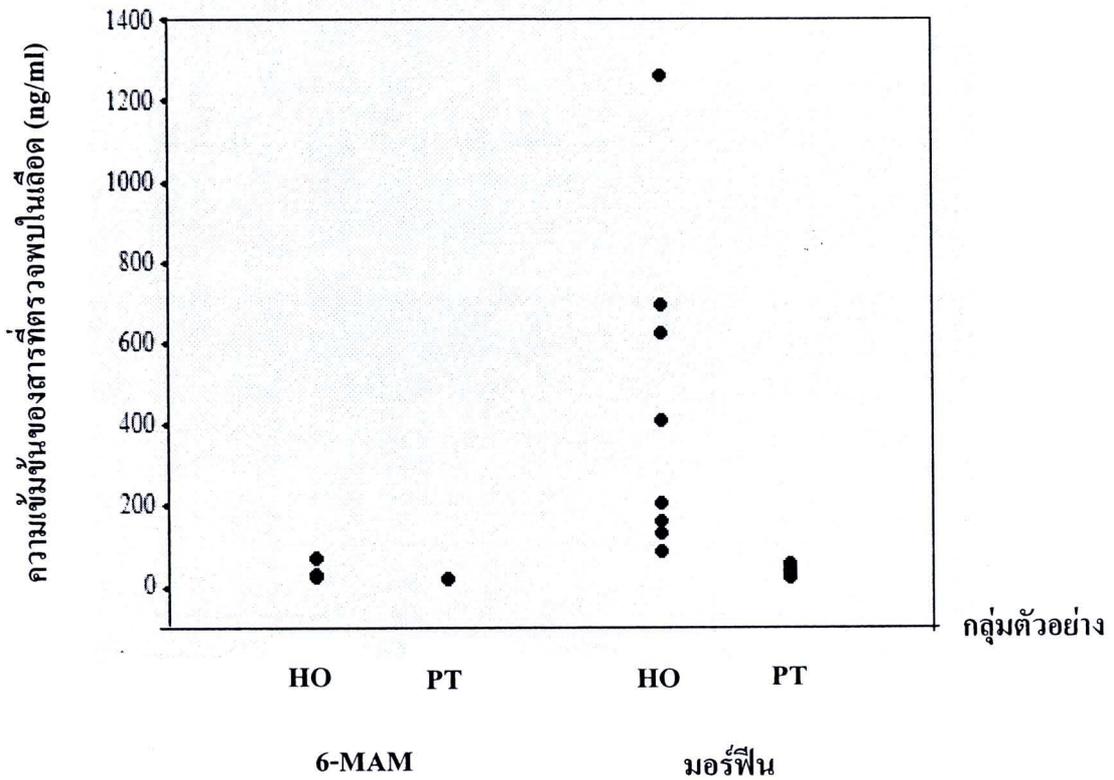
รูป 3-20 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเลือดของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน

(ก) โครมาโทแกรมชนิด TIC ในภาพ พีค (1) คือ MOR-d₃-TMS พีค (2) คือ MOR-TMS

(ข) Extraction ion chromatogram ของ MOR-d₃-TMS (m/z 432) พบพีคที่ RT 10.46 นาที

(ค) Extraction ion chromatogram ของ MOR-TMS (m/z 429) พบพีคที่ RT 10.47 นาที

(ง) Extraction ion chromatogram ของ 6-MAM-TMS (m/z 399) ไม่พบพีคที่ RT 10.84 นาที



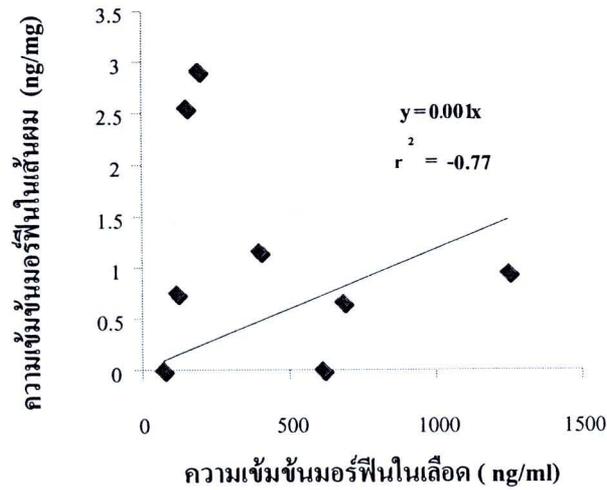
รูป 3-21 ระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเลือดที่ตรวจพบในกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาดเทียบกับกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน (HO คือ กลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาด PT คือ กลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน)

3.4.4 ศึกษาหาความสัมพันธ์ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

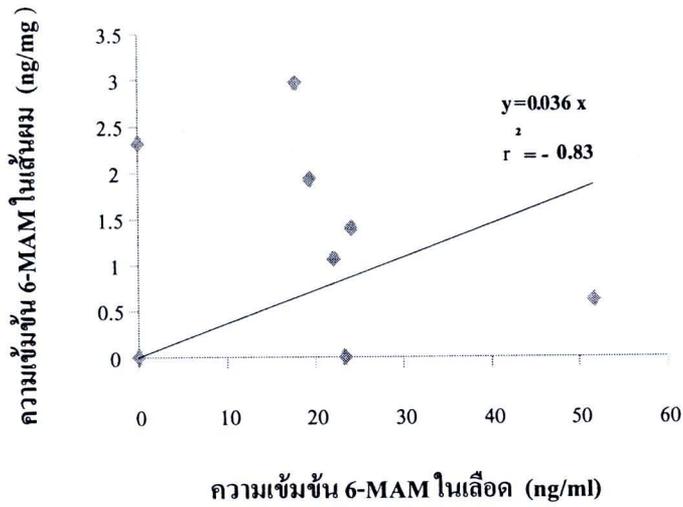
ผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเส้นผมกับเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาด พบว่าในกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาดนั้นตรวจพบมอร์ฟีนในเส้นผม 6 รายและในเลือด 8 ราย เมื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนที่ตรวจพบในเส้นผมกับที่ตรวจพบในเลือด ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (รูป 3-22) และทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ในเส้นผมกับเลือด พบว่าในกลุ่มผู้เสพยาโรอินจนเสียชีวิตนั้นตรวจพบ 6-MAM ในเส้นผม 6 รายและในเลือด 5 ราย เมื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบในเส้นผมกับที่ตรวจพบในเลือด ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเช่นกัน (รูป 3-23)

สำหรับในกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีนนั้นมีทั้งหมด 12 รายแต่ไม่สามารถเก็บเลือดได้ 1 รายและเส้นผมได้ 1 ราย ตรวจพบระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเส้นผม จำนวน 8 ราย

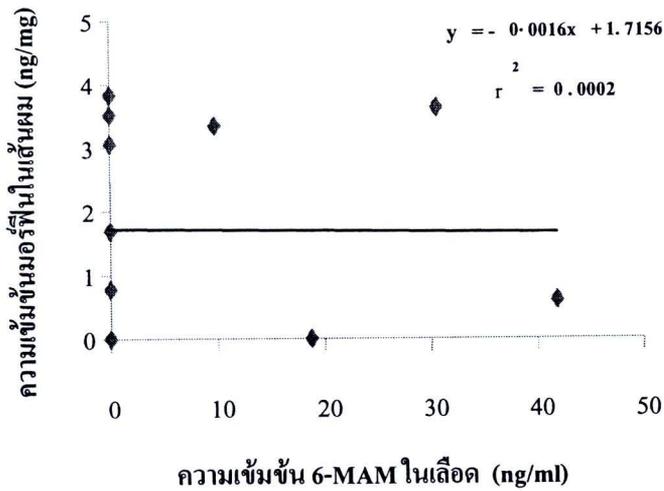
ขณะที่ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินในเลือดได้เพียง 4 ราย เมื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินในเส้นผมกับในเลือด ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกัน (รูป 3-24)



รูป 3-22 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟินในเส้นผมกับเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาด



รูป 3-23 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ในสื่อน้ำลายกับเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอื่นเกินขนาด



รูป 3-24 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในสื่อน้ำลายกับเลือดของกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน