

DETERMINATION OF HEROIN HYDROCHLORIDE CONTENTS IN SEIZED SAMPLES BY GAS CHROMATOGRAPHIC TECHNIQUES

Chanikan SRIPRATUMWONG^{1*}, Sirirat CHOOSAKOONKRIANG¹ and Supachai SUPALUKNARI¹

¹ Faculty of Science, Silpakorn University, Thailand; sripratumwong_c@su.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 16 August 2024

Revised: 30 August 2024

Published: 13 September 2024

ABSTRACT

Heroin is a dangerous drug that is used worldwide. In Thailand, it is classified as a drug that has seen an increase in arrests. An accurate and reliable method for determining the precise amount of illicit drugs is essential, as courts of law depend on analytical results to ensure fair judgments. The objective of this work, determination of heroin hydrochloride contents in the seized drugs were obtained by Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID). The samples used for analysis were the drugs seized in the regions of Ratchaburi province during summer of 2023 (April -September). In this experiment, the validation of GC-FID methods was accomplished. It was found that the heroin hydrochloride contents in all samples were in the range of 70-88% w/w (SD = 0.35, % RSD = 0.43). The results from this study revealed that the GC-FID method was suitable for analysis of the heroin hydrochloride contents in seized drugs in forensic applications.

Keywords: Heroin Hydrochloride, Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID), Seized Drugs

CITATION INFORMATION: Sripratumwong, C., Choosakoonkriang, S., & Supaluknari, S. (2024). Determination of Heroin Hydrochloride Contents in Seized Samples by Gas Chromatographic Techniques. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(9), 3

การตรวจหาปริมาณของเฮโรอีน ไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างที่ตรวจจับได้ โดยเทคนิค Gas Chromatography

ชนิกานต์ ศรีประทุมวงศ์^{1*}, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง¹ และ ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร; sripratumwong_c@su.ac.th (ผู้ประพันธ์บทความ)

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ เฮโรอีนเป็นยาเสพติดชนิดร้ายแรงที่ใช้อยู่ทั่วโลก ในประเทศไทย เฮโรอีนจัดเป็นยาเสพติดที่มีการจับกุมเพิ่มขึ้น วิธีการที่แม่นยำและเชื่อถือได้สำหรับการตรวจสอบปริมาณของยาเสพติดอย่างถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากศาลพึ่งพาผลการวิเคราะห์เพื่อให้การตัดสินเป็นธรรม โดยในงานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ในยาเสพติดที่จับได้โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นยาที่จับยึดได้ในเขตจังหวัดราชบุรี ในช่วงฤดูร้อนของเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2566 ในการทดลองนี้ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเทคนิค GC-FID พบว่า ปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ที่ตรวจหาได้จากปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ที่ตรวจหาได้จากวิธี GC-FID มีค่าอยู่ในช่วง 70-88% w/w (SD = 0.35, % RSD = 0.43) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูงสามารถนำมาวิเคราะห์ในตัวอย่างยาที่ตรวจจับในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ดี

คำสำคัญ: เฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์, วิเคราะห์โครมาโตกราฟีแบบชั้นบาง (TLC), เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC-FID)

ข้อมูลการอ้างอิง: ชนิกานต์ ศรีประทุมวงศ์, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง และ ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี. (2567). การตรวจหาปริมาณของเฮโรอีน ไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างที่ตรวจจับได้ โดยเทคนิค Gas Chromatography. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(9), 3

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ อาชญากรรมทางยาเสพติดถือว่าเป็นปัญหาอันดับต้นๆ ในประเทศไทย ดังข่าวที่เกิดขึ้น เช่น “เคนสอบ หลานชายวัย 19 ดิตยา ข่าชิงทรัพย์ตัวเองวัย 88 คาบ้านที่อำนาจเจริญ” (Workpoint TODAY, 2561) “พิษยาเสพติด พ่อเลี้ยงล่องละเมิดลูกเลี้ยง” “หนุ่มทะเลาะกับเพื่อน ไม่แบ่งยาบ้าคว้ามืดพันเจ็บสาหัส” (PPTV ONLINE, 2565) “หลาน คลั่งยาสารภาพฆ่าสองแม่ลูก อ้างหมอกระชิบข้างหูให้ก่อเหตุ ก่อนเผาข้าว” (ไทยรัฐออนไลน์, 2566) เป็นต้น และเป็น ปัญหาสำคัญในระดับชาติ เห็นได้จากสถิติการจับกุมคดียาเสพติดทั่วประเทศ เปรียบเทียบ 10 ปีย้อนหลัง โดย สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด (ป.ป.ส.) พบว่า สถิติของยาเสพติดที่จับกุมได้มีปริมาณ น้ำหนักของกลางเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในทุกๆ ประเภท จากสถิติการจับกุมยาเสพติด พบว่า การจับกุมยาบ้าและยาไอซ์ใน ประเทศไทยสูงเป็นอันดับหนึ่ง อีกทั้งยังมีสารเสพติดชนิดอื่น เช่น เฮโรอีน และเคตามีน เช่นกัน (สำนักงาน คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2565) นอกจากนี้ยาเสพติดระบาดมากภายในชุมชน โดยเฉพาะกลุ่ม เด็กและเยาวชน รองลงมา เป็นกลุ่มอาชีพที่ใช้แรงงาน เช่น รับจ้าง ก่อสร้าง เป็นต้น (ไชยา เฉลียวพงษ์, 2560) เป็นเหตุ ให้เกิดปัญหาทางสุขภาพทั้งผู้เสพและสังคมส่วนรวม ดังนั้นการดูแลป้องกันการแพร่ระบาดจึงยังเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง กระบวนการจับกุมผู้กระทำความผิดด้านยาเสพติดจึงมีความสำคัญมาก โดยเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของของกลาง ยาเสพติด พบว่า ของกลางที่มีลักษณะเป็นผง จะไม่สามารถดูได้ด้วยตาเปล่าได้ว่าเป็นยาเสพติดชนิดใด ดังนั้น กระบวนการในการตรวจพิสูจน์ยาเสพติด จึงมีความสำคัญมากเช่นกัน

เฮโรอีน เป็นยาเสพติดที่มีโทษทางกฎหมายสูง และจากสถิติการจับกุมเฮโรอีน พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ทำให้มี แนวโน้มว่า มีการแพร่ระบาดของเฮโรอีนที่เพิ่มมากขึ้น โดยลักษณะของเฮโรอีนมักจะอยู่ในรูปของผงสีขาว ทำให้ยาก ต่อการตรวจสอบด้วยลักษณะภายนอกเมื่อเทียบกับยาบ้า ซึ่งในการหาปริมาณสารเสพติดจะต้องใช้เทคนิคและ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง เช่น เครื่อง Gas Chromatography (GC), เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และเครื่อง Gas Chromatography / Mass Spectrometer (GC/MS) (วลัยลักษณ์ เมธากัทร, 2559) โดยพบว่า ในการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูงนั้น มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานาน และผู้ทำการวิเคราะห์ต้องมีความ ชำนาญในการใช้เครื่องมือ เนื่องจากมีความซับซ้อนและยุ่งยาก

ในปัจจุบัน การสร้างรูปแบบฐานข้อมูลยาเสพติดในประเทศไทยนั้น ยังมีการศึกษาไม่มากนัก เนื่องด้วยประสิทธิภาพ ของหน่วยงานที่ปฏิบัติหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับยาเสพติด ถูกจำกัดด้วยหลายปัจจัย สำหรับเฮโรอีนนั้น ข้อมูลนอกจากลักษณะทางกายภาพ และปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างผง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะ ศึกษาประสิทธิภาพการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID) ซึ่งเป็น เครื่องมือที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการทั่วไป สำหรับนำมาใช้ในการตรวจหาปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ ในสารตัวอย่าง ประเภทผงสีขาว ที่จับกุมได้ในจังหวัดราชบุรี เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำ เป็นวิธีที่ตรวจสอบได้ สามารถวิเคราะห์ได้ อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์

วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1) การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ ด้วยเทคนิค Gas Chromatography
- 2) การตรวจหาปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ ในสารตัวอย่างประเภทผงสีขาวที่ถูกตรวจจับได้ในจังหวัดราชบุรี ใน เดือนเมษายน ถึง เดือนกันยายน ปี พ.ศ.2566 ด้วยเทคนิค Gas Chromatography

การทบทวนวรรณกรรม

ยาเสพติด หมายถึง สารใดก็ตามที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือสารที่สังเคราะห์ขึ้น เมื่อนำเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะโดยวิธี รับประทาน ดม สูบ ฉีด หรือด้วยวิธีการใดๆ แล้ว ทำให้เกิดผลต่อร่างกายและจิตใจกับให้ รวมถึงสารเคมีที่ใช้ในการ ผลิตยาเสพติดให้โทษด้วย แต่ไม่หมายความรวมถึง ยาสามัญประจำบ้านบางตำรับที่มียาเสพติดให้โทษผสมอยู่ตาม

กฎหมายว่าด้วยยา นอกจากนี้ยังจะทำให้เกิดการเสพติดได้ หากใช้สารนั้นเป็นประจำทุกวัน หรือวันละหลายๆ ครั้ง (สำนักชั้นสูตรสารพิษ, 2560)

เฮโรอีน (Heroin or diacetylmorphine (INN)) เป็นสารกึ่งสังเคราะห์ของโอปิออยด์ ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ 3,6-ไดอะซีทิลของ มอร์ฟีน (เรียกว่า ไดอะซีทิลมอร์ฟีน) ซึ่งเป็นสารที่ได้จากฝิ่น และถูกสังเคราะห์โดยการอะซิเลชัน (acetylation) ในรูปเกลือไฮโดรคลอไรด์ เป็นผลึกสีขาว ซึ่งเรียกว่า ไดอะซีทิลมอร์ฟีนไฮโดรคลอไรด์ เป็นสารเสพติดอย่างรุนแรงเมื่อเทียบกับสารประกอบเคมีตัวอื่นๆ เฮโรอีนจัดอยู่ในกลุ่มยาเสพติดประเภท Schedules I และ IV ของ อนุสัญญาว่าด้วยยาเสพติด (Single Convention on Narcotic Drugs) ในสหรัฐอเมริกาถูกผลิตและขายอย่างผิดกฎหมาย ในปัจจุบัน เฮโรอีนจัดเป็นยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 1 (ชนิดร้ายแรง) ตามพระราชบัญญัติให้ใช้ประมวลกฎหมายยาเสพติด พ.ศ. 2564 เนื่องจากเฮโรอีนออกฤทธิ์ได้ไวและแรงกว่ามอร์ฟีนและฝิ่น วงการแพทย์จึงได้นำเฮโรอีนมาใช้เป็น ยาระงับอาการเจ็บปวดของทหารในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 เมื่อปี ค.ศ.1898 (พ.ศ.2441) ต่อมาพบว่า เฮโรอีนทำให้เกิดการเสพติด และทำให้เกิดผลข้างเคียงที่เป็นโทษอย่างร้ายแรง จึงเลิกนำมาใช้ โดยสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายระบุให้เฮโรอีนเป็นยาเสพติดให้โทษ ห้ามมิให้ผู้ใดมีไว้ในครอบครอง เมื่อปี ค.ศ.1924 (พ.ศ.2467) หลังจากนั้นเมื่อปี พ.ศ.2502 เฮโรอีนได้แพร่ระบาดสู่ประเทศไทย และในปี พ.ศ.2504 ประเทศไทยจึงออกกฎหมายระบุให้เฮโรอีนและมอร์ฟีนเป็นยาเสพติดให้โทษ (บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2560)

สำหรับหลักการและองค์ประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกและวิเคราะห์องค์ประกอบของสาร ในของผสมที่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิพอเหมาะ เทคนิคโครมาโตกราฟีทุกประเภทจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน คือ ทำการแยกองค์ประกอบของสารที่กระจายอยู่ระหว่างเฟสที่ไม่ผสมกันสองเฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (stationary phase) และ เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) องค์ประกอบของสารตัวอย่างซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากเฟสทั้งสองจะเคลื่อนที่ผ่านด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน เมื่อองค์ประกอบของสารเคลื่อนที่ผ่านออกมาจากระบบจะถูกชะแล้วผ่านไปยังเครื่องตรวจจับซึ่งจะทำการรายงานผลออกมาในรูปแบบของโครมาโตแกรมเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป สิ่งที่ทำให้เทคนิคโครมาโตกราฟีแต่ละเทคนิคมีความแตกต่างกัน คือ เฟสเคลื่อนที่สำหรับแก๊สโครมาโตกราฟีจะมีเฟสเคลื่อนที่เป็นแก๊ส (นิรมล จิตต์สมหมาย, 2562) ผลจากการวิเคราะห์ด้วย GC สามารถรายงานการวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ Retention time (RT) คือ เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์นับจากเวลาเริ่มต้นของการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งเวลาที่ detector อ่านสัญญาณสูงสุด (peak) จากการตรวจวัดสารนั้นๆ โดย retention time เป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดในสภาวะการวิเคราะห์เดียวกันทั้งชนิดของคอลัมน์และอุณหภูมิที่รัน ค่า retention time ของสารชนิดเดียวกันที่วิเคราะห์ได้ควรจะต้องคงที่หรือมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนั้นการตรวจพิสูจน์ชนิดของสารองค์ประกอบใดๆ ในของผสมตัวอย่างสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่า retention time ระหว่างสารองค์ประกอบในของผสมตัวอย่าง (unknown) กับสารองค์ประกอบมาตรฐาน (รติมาศ บุญล้อม, 2562)

Chiarotti and Fucci (1988) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ระเหยได้ในสารประกอบเฮโรอีน ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์สารประกอบระเหยง่ายของเฮโรอีน 32 ตัวอย่าง ด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊ส-โครมาโตกราฟี (HSGC) ความน่าเชื่อถือของขั้นตอนนี้ควบคู่ไปกับโครมาโตกราฟีแบบชั้นบาง (TLC), แก๊สโครมาโตกราฟี (GC), โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) และคาดว่าจะสามารถประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ Chan (2015) ศึกษาการตรวจสอบวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณในงานประจำ โดยใช้เฮโรอีนเป็นตัวอย่าง และได้เสนอขั้นตอนข้อกำหนดขั้นต่ำ เพื่อตรวจสอบกระบวนการทั้งหมดให้ถูกต้องผลที่ได้สามารถนำมาใช้อ้างอิงทางกฎหมายได้ พบว่า แก๊สโครมาโตกราฟี (GC) เป็นวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เฮโรอีนในงานประจำ กระบวนการโดยรวมนี้สามารถนำไปใช้กับสารเสพติดอื่นๆ ได้เช่นกัน

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

วิธีการตรวจวิเคราะห์
การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography



ปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่าง
มีหน่วยเป็น % w/w

ตัวแปรควบคุม

- 1) สารตัวอย่างที่นำมาตรวจวัด
- 2) สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง
- 3) เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจวัดปริมาณด้วยวิธีห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นตัวอย่างผงสีขาวซึ่งมาจากวัตถุต้องสงสัยว่าเป็นยาเสพติดที่จับได้ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี แล้วพนักงานสอบสวนได้นำมาส่งตรวจพิสูจน์แก่พิสูจน์หลักฐานจังหวัดราชบุรี จำนวน 35 ตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนเมษายน 2566-กันยายน 2566

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นตอนเตรียมสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ สำหรับเทคนิค Gas Chromatography มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมสารละลาย internal standard ความเข้มข้น 1 g/L โดยนำสารไดฟีนิลไฮดราไมด์ไฮโดรคลอไรด์ (Diphenylhydramine hydrochlorine) มาชั่งด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ที่น้ำหนัก 0.5000 g จากนั้นปรับปริมาตร ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 500 mL ด้วยสารละลายเมทานอล จากนั้นชั่งสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ที่น้ำหนัก 0.0015 g, 0.0021 g, 0.0047 g, 0.0082 g และ 0.0162 g และปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร ขนาด 5 mL ด้วยสารละลาย internal standard จากนั้นนำไป sonicate เป็นเวลา 10 นาที จะทำให้ได้สารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ จำนวน 5 ความเข้มข้น
- 2) ขั้นตอนเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการหาปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ สำหรับเทคนิค Gas Chromatography มีขั้นตอนดังนี้ ชั่งตัวอย่างผงสีขาว (วัตถุต้องสงสัยว่าเป็นยาเสพติด) ทั้ง 35 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ที่น้ำหนัก 0.0040-0.0080 กรัม จากนั้นปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร ขนาด 5 mL ด้วยสารละลาย internal standard แล้วนำไป sonicate เป็นเวลา 10 นาที
- 3) ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ด้วยเทคนิค Gas Chromatography ขั้นตอนดังนี้ นำสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ 5 ความเข้มข้น และสารละลายตัวอย่างเหลวใน vial เพื่อเตรียมสำหรับการนำเข้าเครื่อง Gas Chromatography แล้วทำเปิดโปรแกรมและเครื่องมือเพื่อทำการวิเคราะห์ โดยสมการการทดลองดังตารางที่ 1

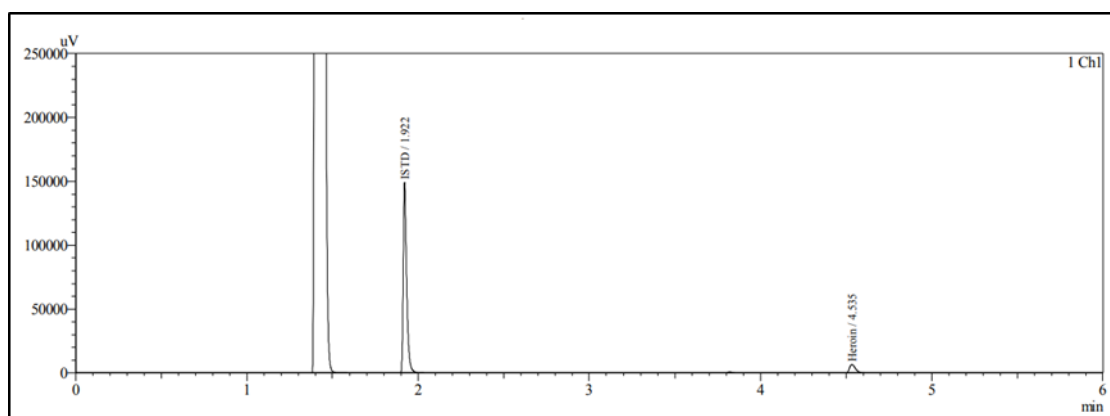
ตารางที่ 1 GC–FID operating conditions for the quantification of heroin.

พารามิเตอร์	สภาวะที่ใช้
Column	HP5, Capillary column
Dimensions	Length 30 m, Inner diameter 0.32 mm, Film thickness 0.25 μm
Carrier gas	Helium
Pressure	134.7 kPa
Total flow	30 mL/min
Injection volume	1 μL
Split ratio	99:1
Flow rate	8 mL/min
Injector temp.	270 $^{\circ}\text{C}$
Detector temp.	280 $^{\circ}\text{C}$
H ₂ flow	30 mL/min
Air flow	300 mL/min
He makeup flow	8 mL/min
Total run time	6 min

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอรายงานการวิจัย ทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม Excel มีการใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ซึ่งมีการรายงานปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ที่ตรวจวัดได้ มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (% w/w)

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างผงสีขาวด้วยเทคนิค Gas Chromatography มีผลการวิจัยดังนี้ เมื่อนำสารละลายมาตรฐาน เฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ มาวิเคราะห์ ได้โครมาโทแกรม ดังภาพที่ 2 จากการวิเคราะห์พบว่าพีคที่ได้สามารถแยกกันอย่างสมบูรณ์ มีค่า Resolution ระหว่าง 2 พีค แสดงดังตาราง

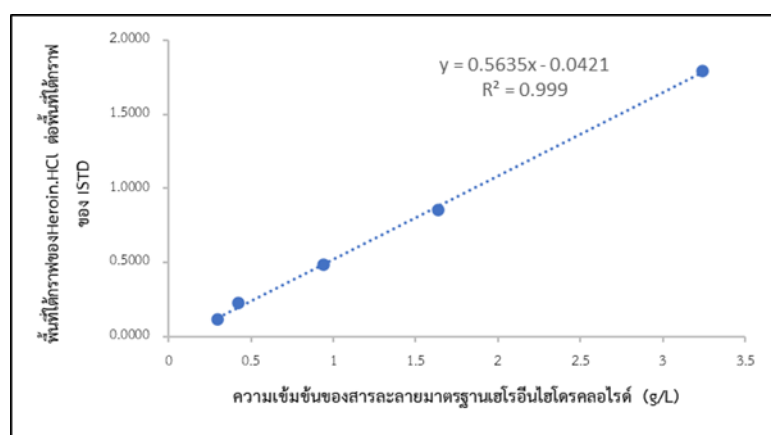


ภาพที่ 2 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.300 g/L และ internal standard (ISTD)

ตารางที่ 2 แสดงค่าการแยก (resolution) ของสารทั้ง 2 ชนิด

	ชนิดสาร RT (นาที)	Resolution (R)
เฮโรอินไฮโดรคลอไรด์	4.535	2.904
ไดฟีนิลไฮดราไมด์ไฮโดรคลอไรด์	1.922	

จาก Chromatogram ของภาพที่ 2 พบว่าเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ มีค่า retention time ที่ 4.53 นาที และ internal standard (ISTD) มีค่า retention time ที่ 1.92 นาที จากนั้นนำค่าพื้นที่ใต้กราฟของเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ต่อพื้นที่ใต้กราฟของ Internal standard กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ มาพล็อตกราฟ Calibration curve จะทำให้ได้สมการเส้นตรงที่ได้มีค่า $y = 0.5635x - 0.0421$ และได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.999

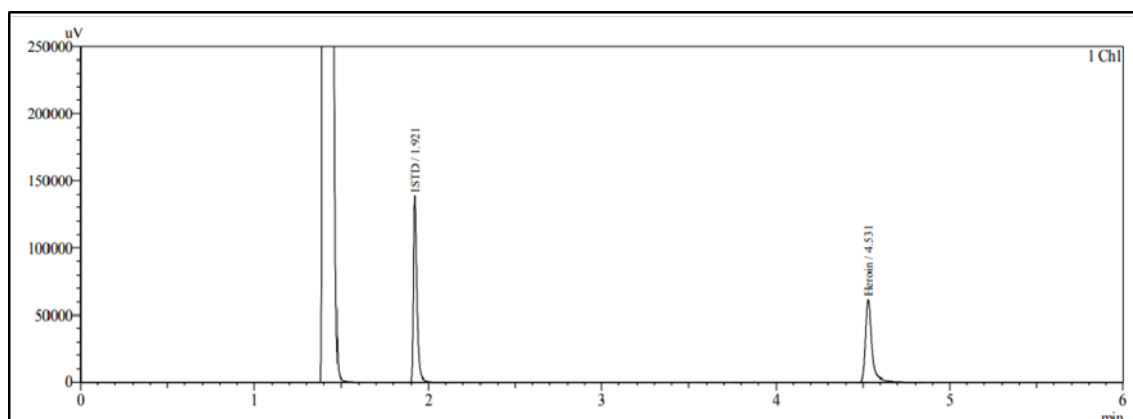


ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ และค่าพื้นที่ใต้กราฟของเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ต่อพื้นที่ใต้กราฟของ Internal standard โดยพบว่า สมการเส้นตรงที่ได้มีค่า $y = 0.5635x - 0.0421$ และได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.999

หลังจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ของสารละลายตัวอย่างผงสีขาวทั้ง 35 ตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ได้โครมาโทแกรมของสารตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4 จะทำให้ได้ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ ต่อพื้นที่ใต้กราฟของ Internal standard นำค่าที่ได้แทนลงในสมการเส้นตรงของกราฟ Calibration curve ดังนั้นปริมาณเฮโรอินไฮโดรคลอไรด์ที่ตรวจวัดได้ในสารละลายตัวอย่างผงสีขาว มีค่าอยู่ในช่วง 70-88% w/w (SD = 0.35 ,% RSD = 0.43)

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงของการวิเคราะห์

	ช่วงความเป็นเส้นตรง (mg/ml)	ช่วง Correlation coefficient (r)
เฮโรอินไฮโดรคลอไรด์	0.3000-3.2400	0.999



ภาพที่ 4 Chromatogram ของตัวอย่าง

เมื่อพิจารณา Chromatogram ของตัวอย่าง พบพีกที่ retention time 1.921 และ 4.531 นาที ซึ่งเป็นพีกของเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ และไดฟีนิลไฮดราไมด์ไฮโดรคลอไรด์ ซึ่งเป็น internal standard สามารถนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางคุณภาพได้ สำหรับการหาค่า Limit of detection (LOD) และค่า Limit of Quantitation (LOQ) ของการวิเคราะห์หาปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างผงสีขาว ด้วยเทคนิค Gas Chromatography) พบว่า มีค่า 4.458 g/L และ 14.685 g/L ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatography และใช้ detector คือ Flame ionization detector (FID) ได้ Chromatogram ที่พีกสองพีกมีค่าแยกกันได้ดี มีค่า Resolution มากกว่า 1.5 และเมื่อการสร้างกราฟสารละลายมาตรฐานเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ จะมีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ 5 ความเข้มข้น คือ 0.30 g/L, 0.42 g/L, 0.94 g/L, 1.64 g/L และ 3.24 g/L ทำให้ได้สมการเส้นตรงมีค่า $y = 0.5635x - 0.0421$ และได้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) มีค่า 0.999 (ดังกราฟที่ 2) จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างทั้งหมด ผ่านการวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีห้องปฏิบัติการ (Gas Chromatography) จะทำให้ได้ผลการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างผงสีขาว มีค่าอยู่ในช่วง 70-88 % w/w , SD เฉลี่ยมีค่า 0.35 และ % RSD เฉลี่ยมีค่า 0.43

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณเฮโรอีนไฮโดรคลอไรด์ในตัวอย่างผงสีขาวที่ตรวจวัดด้วยเทคนิค Gas Chromatography เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูงมาก เนื่องจากมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทำซ้ำ 3 ครั้งที่มีค่าต่ำ เป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีค่า LOD และ LOQ ที่ต่ำ ใช้เวลาในการวิเคราะห์ไม่นาน ใช้ตัวอย่างน้อยสามารถนำมาวิเคราะห์ในตัวอย่างยาที่ตรวจจับได้ได้ดี งานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chan และคณะ พบว่า การใช้ GC เป็นวิธีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพที่ดี ในการตรวจหาเฮโรอีน ในยาเสพติดในประเทศไทยมาเลเซีย (Chan, 2012) และ Chan (2012) พบว่า เป็นวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เฮโรอีนในงานประจำ (Chan, 2015)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สามารถนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ตัวอย่างที่ตรวจจับได้จำนวนมากขึ้น และพัฒนาการตรวจสอบวิธีการวิเคราะห์โดยใช้ GC-FID กับยาเสพติดประเภทอื่น

เอกสารอ้างอิง

- Workpoint TODAY. (2561). *เค้นสอบหลานชายวัย 19 ดิดยา ฆ่าชิงทรัพย์ตาตัวเองวัย 88 คาบ้านที่อำนาจเจริญ*. สืบค้นจาก <https://workpointtoday.com/เค้นสอบหลานชายวัย 19 ดิดยา ฆ่าชิงทรัพย์ตาตัวเองวัย 88 คาบ้านที่อำนาจเจริญ>.
- PPTV ONLINE. (2565). *หนุ่มทะเลาะกับเพื่อน ไม่แบ่งยาบ้าว่ามีดฟันเจ็บสาหัส*. สืบค้นจาก <https://www.pptvhd36.com/หนุ่มทะเลาะกับเพื่อน ไม่แบ่งยาบ้าว่ามีดฟันเจ็บสาหัส>.
- ไทยรัฐออนไลน์. (2566). *หลานคลั่งยาสารภาพฆ่าสองแม่ลูก อ้างหมอกระชับขังหูให้ก่อเหตุ ก่อนเผาช้า*. สืบค้นจาก <https://www.thairath.co.th/news/crime/2592941>.
- สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. (2565). *ผลการปราบปรามยาเสพติดทั่วประเทศประจำปี 2564*. สืบค้นจาก <https://www.oncb.go.th/DocLib/.html>.
- ไซยา เณสิยพงษ์. (2560). *ยาเสพติด*. สืบค้นจาก <http://www.oocities.org/palanamai.html>.
- วลัยลักษณ์ เมธาทิร. (2559). *การพิสูจน์ของกลางยาเสพติด*. สืบค้นจาก <https://www.bdn.go.th/pt/newsDetail/8.html>.
- สำนักชันสูตรสาธารณสุข. (2560). *ยาเสพติด*. สืบค้นจาก <https://webportal.bangkok.go.th/lab/page /main/2162/0/1 /info/60062.html>.
- บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. (2560). *เฮโรอีน*. สืบค้นจาก http://www.digitalschool.club /digitalschool/health4/health4_2/Health_Edu/2_6_1.php.
- รติมาศ บุญล้อม. (2562). *เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี สำหรับงานตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สี*. สืบค้นจาก https://www.scispec.co.th/ app/2021TH/ AN21_HSGC_Painting.pdf.
- Chiarotti, M., & Fucci, N. (1988). Analysis of volatile compounds in heroin samples. *Forensic science international*, 37(1), 47-53.
- Chan, K. W. (2015). Tutorial on method verification: A routine method for the determination of heroin. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 5(2), 62-69.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2024 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).