

การศึกษาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ชากัญชา

STUDY OF IMPORTANT SUBSTANCES AND PESTICIDES
IN CANNABIS TEA PRODUCTS



สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF IMPORTANT SUBSTANCES AND PESTICIDES IN CANNABIS TEA PRODUCTS



A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา การศึกษาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ชากัญชา
Study of important substances and pesticides in Cannabis
Tea products

ชื่อนักศึกษา นางสาวเกตุมณี บุญเขียว รหัสนักศึกษา 62050473
นางสาวปรีชญา นามสุดตา รหัสนักศึกษา 62050512

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา ชีววิทยา
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ. อารี ฤทธิบุรณ์ ประธานกรรมการ	
คุณ ปรีชญา พงษ์ไศคา กรรมการ	
รศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การศึกษาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ชาัญญา Study of important substances and pesticides in Cannabis Tea products
ชื่อนักศึกษา	นางสาวเกตุมณีบุญเขียว รหัสนักศึกษา 62050473 นางสาวปรีชญา นามสุดตา รหัสนักศึกษา 62050512
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

กัญชาหรือพืชกัญชา (*cannabis sativa*) เป็นพืชล้มลุกจำพวกหญ้า ต้นสูงประมาณ 2-5 เมตร ใบใบกัญชาใบหนึ่งมีราว 5-8 แฉก ออกดอกตามง่ามใบ กิ่งก้าน โดยกัญชามีที่จัดเป็นสารสำคัญในกัญชามีหลายชนิด ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษารายละเอียดในกลุ่มสารแคนนาบินอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ คือ แคนนาบิติวาริน (CBDV), แคนนาบิโดอล (CBD), กรดแคนนาบิไดโอลิก (CBDA), แคนนาบินอล (CBN), เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC), แคนนาบิโครมิน (CBC) และกรดเตตราไฮโดรแคนนาบิโนลิก (THCA) และสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต จำนวน 23 ชนิด ในผลิตภัณฑ์ชา 2 ชนิด คือชากัญชาใบล้วน และชากัญชาใบผสม โดยใช้เทคนิค QuEChERS (EN 15662) และวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS/MS) ผลการวิเคราะห์สารสำคัญในชากัญชาใบล้วนพบ สาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA โดยร้อยละความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.00045, 0.00419, 0.010, 0.399, 0.027 และ 0.489 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญในชากัญชาใบผสมพบสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA โดยร้อยละความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.004, 0.023, 0.010, 0.330, 0.021 และ 0.281 ตามลำดับ ในขณะที่การวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ไม่พบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตที่ให้โครมาโตแกรมตรงหรือใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐาน ซึ่งถือว่าชากัญชาใบล้วนและชากัญชาใบผสมไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่เป็นอันตราย

คำสำคัญ : กัญชา, กรดแคนนาบิไดโอลิก, กรดเตตราไฮโดรแคนนาบิโนลิก, แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี, เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง, แคนนาบิโครมิน, แคนนาบิติวาริน, แคนนาบิโดอล, แคนนาบินอล, เตตราไฮโดรแคนนาบินอล, ออร์แกโนฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Study of important substances and pesticides in Cannabis Tea products	๗
Students	Miss Ketmanee Bunkhaiw Student ID 62050473 Miss Preecharya Namsudta Student ID 62050512	
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)	
Department	Biology	
School	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2565	
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Marisa Jatupornpipat	

Abstract

The Cannabis plant (*Cannabis sativa*), is a grassy biennial plant that can reach a height of about 2-5 meters. Each Cannabis leaf typically has around 5-8 serrated leaflets, and flowers emerge at the leaf axils and branches. Cannabis is known for containing various important substances, and in this particular research, the focus was on studying and comparing the quantities of key compounds. These compounds include cannabidiarin (CBDV), cannabidiol (CBD), cannabidiolic acid (CBDA), cannabinol (CBN), delta-9-tetrahydrocannabinol (THC), cannabichromene (CBC), and tetrahydrocannabinolic acid (THCA), as well as 23 types of pesticides from the organophosphate group. The analysis was conducted on two types of cannabis tea products: pure leaf tea and blended leaf tea. The QuEChERS technique (EN 15662) was used for sample preparation, and the quantification of key compounds was performed using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The analysis of pesticides was conducted using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS/MS). The results of the analysis of key compounds in pure leaf tea revealed the presence of CBD, CBDA, CBN, THC, CBC and THCA, with percent concentrations ranging from 0.00045 to 0.489. In blended leaf tea, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC and THCA were also detected, with percent concentrations ranging from 0.004 to 0.281. However, no detectable levels of pesticides from the organophosphate group were found, indicating that pure leaf tea and blended leaf tea do not contain any residual harmful pesticides.

Keywords : Cannabis, Cannabidiolic acid, Tetrahydrocannabinolic acid, Gas Chromatography – Mass Spectrometry, High Performance Liquid-Chromatography, Cannabichromene, Cannabidiarin, Cannabidiol, Cannabinoid, Tetrahydrocannabinol, Organophosphate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาเรื่อง การศึกษาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ซากัญชาเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณ จารึก จันทรวงศ์ ตำแหน่ง ผู้จัดการทั่วไป คุณปรัชญา พงษ์โกศา ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มงานสารพิษตกค้างและยาสัตว์ตกค้าง และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่บริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แล็บ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์อบรมและสอนงานตลอดระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้เสียสละเวลามาให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะและความรู้ต่างๆ ตลอดจนตรวจและแก้ไขเล่มรายงานให้ถูกต้องครบถ้วน

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อารี ฤทธิบริบูรณ์ ประธานกรรมการในการสอบที่ให้คำปรึกษา แนะนำและให้ความช่วยเหลือตลอด จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบคุณพระคุณ บิดา มารดาและผู้ปกครอง ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและคอยเป็นกำลังใจจนทำให้สำเร็จการศึกษา

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านและผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นต่อไป หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดในเนื้อหา ทางคณะผู้จัดทำขออ้อมรับแต่เพียงฝ่ายเดียว

เกตุมณี บุญเขียว
ปรัชญา นามสุดตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กัญชา	3
2.2 ลักษณะของต้นกัญชา	4
2.2.1 ต้นกัญชา	4
2.2.2 ใบกัญชา	4
2.2.3 ดอกกัญชา	5
2.2.4 เมล็ดกัญชา	6
2.3 สายพันธุ์กัญชา	6
2.3.1 ชาตีวา (<i>Cannabis sativa</i>)	6
2.3.2 อินดิกา (<i>Cannabis indica</i>)	7
2.4.3 รูเดอมาลิส (<i>Cannabis ruderalis</i>)	8
2.4 สารสำคัญในกัญชา	8
2.4.1 แคนนาบิไดวาริน (CBDV)	9
2.4.2 แคนนาบิไดออล (CBD)	9
2.4.3 กรดแคนนาบิไดโอลิก (CBDA)	9
2.4.4 แคนนาบินอล (CBN)	9
2.4.5 เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC)	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.6 แคนนาบิโครมิน (CBC)	10
2.4.7 กรดเตตราไฮโดรแคนนาบิโนลิก (THCA)	10
2.5 การออกฤทธิ์ของกัญชา	10
2.6 การเพาะปลูกกัญชาในประเทศไทย	11
2.7 การนำกัญชาไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในปัจจุบัน	12
2.8 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide)	13
2.8.1. สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์การโนฟอสเฟต	14
2.9 เทคนิคเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)	15
2.10 เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS/MS)	16
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.11.1 การควบคุมคุณภาพของช่อดอกกัญชาและผลิตภัณฑ์น้ำมันซึ่งมีผลต่อ ปัจจัยการตอบสนองสำหรับการกำหนดต้นทุนที่มีประสิทธิภาพของ แคนนาบินอยด์ 10 ชนิดโดย HPLC	17
2.11.2 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแคนนาบินอยด์ในใบกัญชาด้วยวิธี Ultra High Performance Liquid Chromatography	18
2.11.3 การพัฒนาตัวอย่างทดสอบความชำนาญการวิเคราะห์สารเคมีป้องกัน กำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักในพืชกัญชา	19
2.11.4 ลักษณะทางพิษวิทยาของสารแคนนาบินอยด์ ยาฆ่าแมลง และระดับ โลหะหนักที่ตรวจพบในช่อดอกกัญชาที่ปลูกในอิตาลี	20
2.11.5 การประเมินขั้นตอนการสกัดที่แตกต่างกันสำหรับปริมาณของ แคนนาบินอยด์เจ็ดชนิดในอาหารที่มีส่วนประกอบของกัญชาโดยใช้ LC-MS	21
2.11.6 ผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคกัญชาเชิงพาณิชย์ ตอนที่ 1: การวิเคราะห์แคนนาบินอยด์ในกัญชาเชิงคุณภาพ ด้วย GC-MS	21
2.11.7 การประยุกต์ใช้ DART-HRMS triage ในการตรวจหาแคนนาบินอยด์ และเทอร์ปีนในผลิตภัณฑ์กัญชา	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	23
3.1 สารเคมี	23
3.2 ตัวอย่าง	23
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	23
3.4 การเตรียมตัวอย่าง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 วิธีการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ QuEChERS (EN 15662)	24
3.6 ศึกษาการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	25
3.7 ศึกษาการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐาน แคนนาบินอยด์รวม (%recovery)	26
3.8 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในตัวอย่างโดยใช้เครื่อง HPLC	26
3.9 ศึกษาการเลือกค่าในการรายงานผลของการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	27
3.9.1 การเลือกค่าในการรายงานผลและเปรียบเทียบสารสำคัญที่วิเคราะห์	27
3.9.2 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณสารสำคัญในตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข โดยใช้วิธี T-Test	28
3.10 ศึกษาการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสาร กำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	28
3.11 ศึกษาการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐาน ออร์กาโนฟอสเฟตรวม (%recovery)	29
3.12 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต โดยใช้เครื่อง GC-MS/MS	29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	31
4.1 ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	31
4.2 ผลการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐาน แคนนาบินอยด์รวม (%recovery)	32
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในตัวอย่างโดยใช้เครื่อง HPLC	34
4.3.1 ผลิตกภัยตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น	34
4.3.2 ผลิตกภัยตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 2 เท่า	35
4.3.3 ผลิตกภัยตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 5 เท่า	36
4.3.4 ผลิตกภัยตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 100 เท่า	38
4.3.5 ผลิตกภัยตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น	39
4.3.6 ผลิตกภัยตัวอย่าง ข ทำการเจือจางความเข้มข้น 5 เท่า	40
4.3.7 ผลิตกภัยตัวอย่าง ข ทำการเจือจางความเข้มข้น 100 เท่า	41
4.4 การรายงานผลของการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	43
4.5 ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 ผลการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐาน ออร์การ์โนฟอสเฟตรวม (%recovery)	50
4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟต โดยใช้เครื่อง GC-MS/MS	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการวิจัย	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบ	61
ภาคผนวก ข การสร้างกราฟมาตรฐาน	83
ภาคผนวก ค รายละเอียดการคำนวณ	89
ภาคผนวก ง ข้อมูลสถิติในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ	96
ภาคผนวก จ การเตรียมวัสดุดิบและสกัดตัวอย่าง	100
ภาคผนวก ฉ ข้อกำหนดทางกฎหมาย	107
ประวัติการศึกษาและการทำงานผู้เขียน	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	พารามิเตอร์ของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	27
3.2	พารามิเตอร์ของเครื่อง GC-MS/MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ	29
4.1	แสดงค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสิ้นใจ (R^2) ในช่วงความเข้มข้น 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
4.2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในใบชาอุลونغที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐาน	32
4.3	ผลการวิเคราะห์หรร้อยละการเก็บเกี่ยวในแปลงที่เป็นใบชาอุลونغไม่มีส่วนผสมของสารที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวมที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	33
4.4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง	34
4.5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า	36
4.6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า	37
4.7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า	38
4.8	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้เจือจางเจือจาง	40
4.9	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า	41
4.10	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า	42
4.11	ตารางแสดงร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข	43
4.12	ตารางเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญแคนนาบินอยด์ที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข ในทางสถิติ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
4.13	แสดงค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ในช่วงความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
4.14	ผลการวิเคราะห์หาร้อยละการเก็บเกี่ยวในแปลงที่เป็นหน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus) ไม่มีส่วนผสมของของสารที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวมที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร	50
4.15	ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ก	52
4.16	ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ข	53
ตารางภาคผนวกที่		หน้า
ค1	ผลการวิเคราะห์หาร้อยละการเก็บเกี่ยวในชาอู่หลงที่ไม่มีส่วนผสมของสารสำคัญ	92
ค2	เปรียบเทียบพื้นที่ได้โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่อัตราการเจือจางที่ไม่ได้ทำการเจือจาง, 2, 5 และ 10 เท่ากับพื้นที่ได้โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	93
ค3	เปรียบเทียบพื้นที่ได้โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่อัตราการเจือจางที่ไม่ได้ทำการเจือจาง, 2, 5 และ 10 เท่ากับพื้นที่ได้โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	94
ค4	ค่าร้อยละความเข้มข้นของตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข ที่อัตราการเจือจางที่ไม่ได้ทำการเจือจาง, 2, 5 และ 10 เท่า	95
ง1	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบสารที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข	97
ฉ1	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ที่พบได้ในพืชที่กฎหมายกำหนด	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	4
2.2	5
2.3	5
2.4	6
2.5	7
2.6	7
2.7	8
2.8	14
2.9	16
2.10	17
3.1	24
4.1	34
4.2	35
4.3	36
4.4	38
4.5	39
4.6	40
4.7	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ภาคผนวก	หน้า
ก1 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	62
ก2 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร	63
ก3 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	64
ก4 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	65
ก5 โครมาโตแกรมของชาอู่หลงที่ไม่พบสารสำคัญ	66
ก6 โครมาโตแกรมของชาอู่หลงที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐาน	67
ก7 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง	68
ก8 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า	60
ก9 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า	70
ก10 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า	71
ก11 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น	72
ก12 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า	73
ก13 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า	74
ก14 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร	75
ก15 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร	76
ก16 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร	77
ก17 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร	79
ก18 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	79
ก19 ผลทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในหน่อไม้ฝรั่ง	80
ก20 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ก	81
ก21 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ข	82
ข1 กราฟมาตรฐานสารสำคัญในกัญชาทั้ง 7 ชนิด	84
ข2 กราฟมาตรฐานในสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 23 ชนิด	86
จ1 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุติดและสกัดตัวอย่าง	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย	
CBDV	Cannabidivarin	แคนนาบิไดวาริน
CBD	Cannabidiol	แคนนาบิไดออล
CBDA	Cannabidiolic acid	กรดแคนนาบิไดโอลลิก
CBN	Cannabinol	แคนนาบิโนล
THC	Tetrahydrocannabinol	เตตราไฮโดรแคนนาบิโนล
CBC	Cannabichromene	แคนนาบิโครมีน
THCA	Tetrahydrocannabinolic acid	กรดเตตราไฮโดรแคนนาบิโนลิก
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลว สมรรถนะสูง
GC-MS/MS	Gas Chromatography-Mass Spectrometry	แก๊สโครมาโทกราฟี- แมสสเปกโตรเมตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกัญชา (*Cannabis sativa* L.) เป็นพืชที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทยเนื่องจากกัญชาบางส่วนได้รับการปลดล็อกออกจากกฎหมายยาเสพติดประเภทที่ 5 จึงทำให้ในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของพืชกัญชาเกิดขึ้นมามากมาย มีทั้งชา กัญชาแบบผง กาแฟกัญชา ชา กัญชา น้ำดื่มผสมกัญชา โดยการนำส่วนต่างๆ ของกัญชา ได้แก่ ใบ กิ่ง ก้าน เปลือก ลำต้น เส้นใย ราก นำมาทำเป็นอาหารและเครื่องดื่ม ทำให้ผลิตภัณฑ์กัญชาได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในประเทศมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่กำลังหันมาสนใจดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น (ชนม์ชุกดา และคณะ, 2565) เนื่องจากว่าในพืชกัญชามีปริมาณสารแคนนาบินอยด์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญได้แก่ เตตราไฮโดรแคนนาบินอล หรือ THC และแคนนาบิไดโอดหรือ CBD (Martin, 2019) ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติดังนี้ THC เป็นสารออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นยาแก้ปวด ต้านอาเจียน ลดการอักเสบ และต้านออกซิเดชัน ส่วน CBD เป็นสารที่ไม่มีฤทธิ์เสพติดทางจิตใจ มีคุณสมบัติระงับอาการวิตกกังวล และต้านการชัก (Chandra *et al.*, 2017) หากร่างกายได้รับสาร THC ในปริมาณที่มากเกินไป อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกาย เช่น ความดันโลหิตเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ใจสั่น สติแปรปรวน ประสาทหลอน เกิดภาพหลอน หูแว่ว หวาดระแวง แพนนิค ความจำระยะสั้นแย่งลง สมองทำงานแย่งลงโดยกะทันหัน (โรงพยาบาลศิริรินทร์, 2565) และเมื่อกัญชาถูกปลดล็อกออกจากกฎหมายทำให้เกษตรกรหลายคนหันมาปลูกพืชกัญชากันมากมาย จึงทำให้เกิดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกับพืชกัญชา ทำให้มีปริมาณตกค้างอยู่ที่ส่วนต่างๆ ของกัญชาได้ ดังนั้นจุดประสงค์ของงานวิจัยคือ การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ชา กัญชา 2 ชนิด คือ ชา กัญชาใบล้วน และชา กัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท ว่ามีปริมาณสารสำคัญที่มากเกินไปจนเกิดผลกระทบต่อร่างกายหรือไม่ และวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการตกค้างและเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์ชา กัญชาและเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่กำลังดูแลสุขภาพว่าผลิตภัณฑ์ชา กัญชาที่บริโภคเข้าไปนั้นเกิดประโยชน์สูงสุดต่อร่างกาย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญที่พบในผลิตภัณฑ์ชา กัญชา 2 ชนิด คือ ชา กัญชาใบล้วน และ ชา กัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท และศึกษาว่า THC มีปริมาณสูงเกินกว่าร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักตามที่มาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่
- 2) เพื่อศึกษาหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มของออร์การ์โนฟอสเฟต ในผลิตภัณฑ์ชา กัญชา 2 ชนิด คือ ชา กัญชาใบล้วน และ ชา กัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท ว่ามีการตกค้างและเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภคของผลิตภัณฑ์ซากักัญชาจากจังหวัด ชัยนาท

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ซากักัญชาและสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มของออร์แกนอโฟสเฟตในผลิตภัณฑ์ซากักัญชา 2 ชนิด คือ ซากักัญชาใบล้วนและ ซากักัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท โดยใช้เทคนิค QuEChERS (EN 15662) โดยใช้ซาอูลองและหน่อไม้ฝรั่งในการหำร่อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐาน (%recovery) และทำการเจือจางตัวอย่างซากักัญชาทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้นที่ไม่ได้ทำการเจือจาง, 2, 5 และ 100 เท่า และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ยี่ห้อ agilent 1220 และ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS/MS) ยี่ห้อ Bruker รุ่น 436 GC

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบถึงปริมาณสารสำคัญที่พบในผลิตภัณฑ์ซากักัญชา 2 ชนิด คือ ซากักัญชาใบล้วน และ ซากักัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท ว่ามีปริมาณสูงเกินกว่าร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่
- 2) ทราบถึงสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มของออร์แกนอโฟสเฟตในผลิตภัณฑ์ซากักัญชา 2 ชนิด คือ ซากักัญชาใบล้วน และ ซากักัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท ว่ามีการตกค้างและเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่
- 3) เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่สนใจดูแลสุขภาพพวซากักัญชาที่บริโภคเข้าไปชนิดไหนเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กัญชา

พืชกัญชา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. อยู่ในอาณาจักร Plantae อันดับ Rosales วงศ์ Cannabaceae สกุล *Cannabis* L. เป็นพืชให้ดอก เป็นไม้ล้มลุกที่มีต้นกำเนิดจากเอเชียกลาง และกระจายปลูกในหลายๆ ส่วนของโลก ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์และเป็นแหล่งของเส้นใย (Andre, 2016) กัญชาเรียกกันโดยทั่วไปว่า Cannabis, Marijuana, Ganja หรือบางครั้งก็เรียกว่า Indian Hemp (ชาญชัย, 2560) กัญชามีอยู่ 3 สายพันธุ์ที่โดดเด่น คือ *Cannabis sativa*, *Cannabis ruderalis*, *Cannabis indica* แต่ที่เป็นที่ยอมรับคือ สายพันธุ์ *Cannabis sativa* เท่านั้น และพบได้มากที่สุดในประเทศไทย เป็นพืชแบบแยกเพศ โดยดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละต้น พืชกัญชามีสารสำคัญคือ สารแคนนาบินอยด์ที่แตกต่างกันมากกว่า 100 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตในไทรโครมที่เติบโตบนช่อดอกกัญชาตัวเมีย โดยมีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล หรือ THC เป็นสารสำคัญ ซึ่งมีสูงถึงร้อยละ 20-30 ซึ่งส่งผลให้เกิดการกระตุ้นต่อระบบประสาทและสารสำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ แคนนาบิโดล หรือ CBD ซึ่งสารประกอบตัวนี้จะส่งผลต่อผู้อื่น ไม่มีผลข้างเคียงต่อระบบประสาท (Schilling, 2020) พืชกัญชาจะพบปริมาณสาร THC มากหรือน้อย และผลต่อการกระตุ้นประสาทนั้นจะขึ้นอยู่กับอายุ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ปลูก ความชื้น ระดับแสง สายพันธุ์ของกัญชา วิธีการปลูก ส่วนของต้นกัญชาที่นำมาใช้งาน เวลาเก็บเกี่ยว และสภาวะการเก็บรักษา ทั้งนี้ส่วนของต้นกัญชาที่มีสารสำคัญแคนนาบินอยด์มากที่สุด คือ ช่อดอก และใบ (ชาญชัย, 2560) และส่วนที่พบสารสำคัญน้อยกว่าส่วนอื่น คือ เมล็ด ราก และละอองเรณู (Andre, 2016)

พืชกัญชามีสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่สำคัญคือ THC และ CBD มักนิยมนำมาสกัดเป็นยารักษาโรคและใช้ในทางการแพทย์ ในทางกฎหมายจึงอนุญาตให้มีความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งจัดว่าเป็นปริมาณที่เหมาะสม การปลดล็อกกัญชาออกจากบัญชียาเสพติดนั้นมิเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากสารสำคัญทั้ง 2 ชนิด โดยสาร THC จะเป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทหรือเป็นสารเมา จะพบได้สูงในกัญชา ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หากรับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากจะส่งผลต่ออารมณ์ ความจำ ความรู้สึก เคลิบเคลิ้ม หน้ามืดใจสั่นไปจนถึงเห็นภาพหลอนได้ กับการใช้เพื่อการลดอาการปวดและการเกร็งของกล้ามเนื้อ และสาร CBD ไม่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ไม่ทำให้เกิดอาการมึนเมา แต่จะพบได้สูงในกัญชามากกว่ากัญชา ช่วยลดอาการชัก ลดการอักเสบของแผล ความปวดทรมานหลังการให้คีโมและลดความกังวลได้ ที่สำคัญยังช่วยต้านทานอาการเมาเคลิ้มเมื่อได้รับสาร THC ด้วย (Cigna, 2022)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลักษณะของกัญชา

2.2.1 ต้นกัญชา

จัดเป็นพรรณไม้ล้มลุกฤดูเดียว มีความสูงประมาณ 2-5 เมตร ลำต้นมีขนาดเล็ก ตั้งตรง ลักษณะของลำต้นเป็นเหลี่ยม ที่ต้นมีขนสีเขียวอมเทาและไม่ค่อยแตกสาขา สามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้เมล็ด ขึ้นได้ในดินทุกชนิด ถ้าปลูกในดินร่วนซุยและมีอาหารอุดมสมบูรณ์จะงอกงามดีมาก พืชชนิดนี้มีต้นกำเนิดอยู่ที่ทวีปเอเชีย เป็นพืชในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศอบอุ่น มีเขตการกระจายพันธุ์ในอัฟกานิสถาน ทวีปแอฟริกาเขตร้อน ทวีปยุโรป ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และฮาวาย พบปลูกมากในยุโรป ประเทศบราซิล อเมริกากลางตะวันออก และปลูกมากตามแนวเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย (นภคล, 2565)



รูปที่ 2.1 ลักษณะของต้นกัญชา

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2015/06/ต้นกัญชา.jpg>

2.2.2 ใบกัญชา

ใบกัญชา ใบเป็นใบเดี่ยว รูปฝ่ามือ ออกใบเรียงตรงข้าม ลักษณะของใบแตกออกเป็นแฉก ๆ ประมาณ 5-8 แฉก แต่ละแฉกเป็นรูปยาวรี ปลายและโคนสอบ ส่วนขอบใบทุกแฉกเป็นหยักแบบฟันเลื่อย มีขนาดกว้างประมาณ 0.3-1.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร โดยทุกแฉกจะมีรอยหยักเอกลักษณ์ ลักษณะของใบโดยรวมจะคล้าย ๆ กับใบละหุ่ง ใบผิวด้าน และใบมันสำปะหลัง ผิวใบด้านบนเป็นสีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างท้องใบมีสีเทาอ่อนเล็กน้อย มีขนต่อมกระจายทั่วผิวใบด้านบน ส่วนด้านล่างมีขนอ่อนนابไปกับแผ่นใบ ก้านใบยาวประมาณ 4-15 เซนติเมตร ในก้านหนึ่งจะมีใบเดี่ยว 3-11 ใบ มีกลิ่นเหม็นเขียว (นภคล, 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะของใบกัญชา

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2015/06/ใบกัญชา.jpg>

2.2.3 ดอกกัญชา

ออกดอกเป็นช่อกระจุกตามกิ่งง่ามใบหรือปลายกิ่ง ดอกจะออกสีเหลืองหรือสีเขียว ดอกเป็นแบบแยกเพศ มีทั้งช่อดอกเพศผู้และช่อดอกเพศเมีย ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละต้น (นภตล, 2565) โดยช่อดอกและใบของต้นเพศผู้จะจัดเรียงตัวกันแบบห่าง ๆ ซึ่งต่างจากต้นเพศเมียที่จะเรียงชิดกัน เกสรเพศผู้ 5 อัน ดอกเล็ก และดอกเพศเมียจะมีกลีบเลี้ยงหุ้มอยู่ ไม่มีกลีบดอก รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ มี 1 ช่อง มีออวุล 1 เม็ด (พราว, 2564)



รูปที่ 2.3 ลักษณะของดอกกัญชาเพศผู้ (ก) และ ลักษณะของดอกกัญชาเพศเมีย (ข)

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2015/06/ดอกกัญชาเพศผู้.jpg>

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2015/06/ดอกกัญชาเพศเมีย.jpg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 เมล็ดกัญชา

ลักษณะของเมล็ดกัญชามีลักษณะกลมรูปไข่กว้าง ผลลิบแห้ง ในผลจะมีเมล็ดขนาดเล็ก เมล็ดจะมีลักษณะล่อนแต่ไม่แตก ผิวจะเรียบเป็นมัน ผลจะออกสีน้ำตาลแกมเทาหรือสีเทาเข้ม มีใบประดับหุ้ม (พราว, 2564)



รูปที่ 2.4 ลักษณะเมล็ดกัญชา

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2015/06/เมล็ดกัญชา.jpg>

2.3 สายพันธุ์กัญชา

กระทรวงสาธารณสุข (2565) ได้แบ่งกัญชาออกเป็น 3 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่พบบ่อยคือ *Cannabis sativa* , *Cannabis indica* , *Cannabis ruderalis*

2.3.1 ชาติวา (*Cannabis sativa*)

เป็นสายพันธุ์ที่พบบ่อยในประเทศไทย ชาติวามีลำต้นหนา ความสูงเมื่อเติบโตเต็มที่ประมาณ 5 เมตร ใบยาว เรียว สีเขียวอ่อน (เมื่อเทียบกับอินดิกา) ระยะเวลาการเติบโตพร้อมเก็บเกี่ยว 9-16 สัปดาห์ ชอบแดดและ อากาศร้อน ชาติวามีสาร THC (Tetrahydrocannabinol) ที่ออกฤทธิ์กระตุ้นประสาท (Psychoactive) สูงกว่าอินดิกา



รูปที่ 2.5 ลักษณะต้นกัญชาสายพันธุ์ชาติวา
ที่มา : <https://www.wikidata.org/wiki/Q5747557>

2.3.2 อินдика (*Cannabis indica*)

อินดิคามีลำต้นพุ่มเตี้ย ความสูงเมื่อเติบโตเต็มที่ประมาณ 180 เซนติเมตร ใบกว้าง สั้น สีเขียวเข้ม (เมื่อเทียบกับชาติวา) กิ่งก้านดกหนา ระยะเวลาการเติบโตพร้อมเก็บเกี่ยว 6-8 สัปดาห์ ชอบที่ร่มและอากาศเย็น อินดิคามีสาร CBD (Cannabidiol) ซึ่งออกฤทธิ์ระงับประสาท ทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ลดอาการปวดเรื้อรัง



รูปที่ 2.6 ลักษณะต้นกัญชาสายพันธุ์อินдика

ที่มา : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cannabis_indica.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 รูเตอร์ราลิส (*Cannabis ruderalis*)

รูเตอร์ราลิส มีลำต้นเตี้ยที่สุดในบรรดา 3 สายพันธุ์ คุคล้ายวัชพืช ใบกว้างมี 3 แฉก เติบโตเร็ว อยู่ได้ทั้งอากาศร้อนและเย็น ปริมาณสาร THC น้อย (เมื่อเทียบกับสองสายพันธุ์แรก) แต่มี CBD สูง มักนำไปผสมข้ามสายพันธุ์ (hybrid) กับชาติวาและอินดิกา เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางยา



รูปที่ 2.7 ลักษณะต้นกัญชาสายพันธุ์รูเตอร์ราลิส

ที่มา : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cannabis_indica.jpg

2.4 สารสำคัญในกัญชา

ประภัสสร (2559) ได้กล่าวว่า พืชกัญชา สามารถสร้างสารสำคัญที่มีลักษณะเฉพาะ เรียกว่า แคนนาบินอยด์ซึ่งสารสำคัญในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท สารในกลุ่มแคนนาบินอยด์ เทอร์ปีน อื่นๆ ถูกขับออกมาในรูปสารเหนียวหรือเรียกว่า เรซิน ซึ่งมีมากที่สุดในช่อดอกตัวเมียหรือไตรโครม สารในกลุ่มเทอร์ปีนไม่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทแต่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะ แคนนาบินอยด์เป็นสารประกอบที่มีมีโครงสร้างหลัก คือ geranyl pyrophosphate C10 terpenoid subunit ซึ่งในกระบวนการสังเคราะห์แคนนาบินอยด์ในพืชส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของ geranyl pyrophosphate กับ C12 polyketide สำหรับ pentyl (C5) side chain ได้ intermediate product คือ แคนนาบิจิรอล (CBG) หรือรวมกับ C10 polyketide สำหรับ propyl (C3) side chain ได้ intermediate product คือ แคนนาบิจิวาริน (CBGV) ซึ่ง CBG จะสังเคราะห์เป็น THC, CBD และ CBC โดยใช้เอนไซม์เฉพาะ เช่นเดียวกัน CBGV จะสังเคราะห์ เป็น THCV, CBDV และ CBCV

ในพืชจะมีสารในกลุ่มแคนนาบินอยด์จะอยู่ในรูปคาร์บอกซิล แต่เมื่อโดนแสงและความร้อน จะถูกดีคาร์บอกซิเลทเป็น neutral form สารสำคัญที่พบมาก คือ เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^9 THC หรือ THC) จะออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทที่ Δ^8 THC แต่มีฤทธิ์น้อยกว่า 5 เท่า สารสำคัญอีกตัวเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งคือ แคนนาบินอล (CBD) พบมากในสายพันธุ์ที่ให้เส้นใยและเมล็ด นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ลดอาการชัก ด้านการอักเสบ และลดอาการคลื่นไส้ CBC มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ ลดอาการปวด นอกจากนี้มีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ส่วน CBN เกิดจากการสลายตัวของสาร THC ไปสัมผัสกับความชื้นและออกซิเจนในอากาศ เกิดการออกซิเดชัน จะพบได้น้อยมากในพืชสด แต่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้นาน มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทอ่อนๆ

มีการศึกษาทางการแพทย์เพื่อใช้ THC ช่วยลดอาการคลื่นไส้อาเจียนในผู้ป่วยที่ได้รับเคมีบำบัด กระตุ้นการอยากอาหาร และลดอาการปวด นอกจากนี้พบว่า THC และ CBD มีฤทธิ์ neuroprotection โดยต้านผลของ 6-hydroxydopamine ที่ทำให้เกิด neurodegeneration ในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน

2.4.1 แคนนาบิตวาริน (CBDV)

เป็นสารในกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่ไม่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทซึ่งจะไม่ทำให้มีความรู้สึกเมาหรือพบได้ทั่วไปในสายพันธุ์อินดิกา โดยเฉพาะสายพันธุ์ *landrace indica* และสายพันธุ์ที่มี เตตราไฮโดรแคนนาบินอยด์ หรือ THC ต่ำและช่วยลดการเกิดการชัก นอกจากนี้ยังช่วยลดหรือขจัดอาการคลื่นไส้ ฤทธิ์ด้านการอักเสบ รักษาอาการปวดและความผิดปกติทางอารมณ์ (Crescolabs, 2022)

2.4.2 แคนนาบิโดอล (CBD)

เป็นองค์ประกอบหลักของพืชกัญชา *Cannabis sativa* เช่นกัน แต่ไม่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท และมีคุณสมบัติระงับประสาท ฤทธิ์ด้านการอักเสบ ฤทธิ์ด้านการชัก และฤทธิ์ต้านอาการทางจิต และประสาทซึ่งถูกสื่อกลางโดยการเพิ่มผลของโดปามีน CBD ป้องกันความผิดปกติของหัวใจในโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Maayah *et al.*, 2020)

2.4.3 กรดแคนนาบิไดโอลิก (CBDA)

เป็นแคนนาบินอยด์ที่พบในพืชกัญชา เป็นหนึ่งในสารประกอบหลายชนิดที่ผลิตโดยกัญชาและกัญชง (Havelka, 2019) มีอยู่มากที่สุดในต่อมไทรโครมบนดอกตัวเมียที่ไม่มีเมล็ด CBDA เป็นสารตั้งต้นทางเคมีของ CBD (Anonymous, 2022)

2.4.4 แคนนาบินอล (CBN)

เป็นแคนนาบินอยด์ที่พบในพืชกัญชา *sativa* นอกจากนี้ยังสามารถผลิตแบบสังเคราะห์ได้อีกด้วย (Silva, 2023) และ CBN เป็นผลพลอยได้จากการออกซิเดชันของ THC ที่ผลิตในปริมาณเล็กน้อยโดยกัญชาที่มีอายุมากเมื่อสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานาน แต่ก็ยังสามารถเพิ่มฤทธิ์ระงับประสาทของ THC ได้ เนื่องจาก CBD มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับ CBD ในแง่ของโครงสร้างทางเคมี จึงมีฤทธิ์ด้านการชักและด้านการอักเสบร่วมกับ CBD ได้อีกด้วย (Maayah *et al.*, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC)

เป็นองค์ประกอบหลักของพืชกัญชา *Cannabis sativa* เป็นสารออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทที่ทำให้มีความร่าเริงซึ่งมีฤทธิ์ด้านการ nociceptive ฤทธิ์ด้านการอักเสบ ระวังอาการปวด และช่วยคลายกล้ามเนื้อได้ นอกจากนี้ THC ยังเพิ่มความอยากอาหาร ขยายกล้ามเนื้อหลอดเลือดและมีคุณสมบัติด้านการอาเจียน ด้านการหดเกร็งป้องกันระบบประสาทและต่อต้านอนุมูลอิสระ ผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ที่สำคัญของ THC คือความผิดปกติของการรู้คิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียการรวมหน่วยความจำระยะสั้น (Maayah *et al.*, 2020)

2.4.6 แคนนาบินโครมีน (CBC)

CBC เป็นหนึ่งในไฟโตแคนนาบินอยด์หลักและดูเหมือนจะไม่มีความสัมพันธ์กับตัวรับ CB1 และ CB2 (Maayah *et al.*, 2020) ที่ไม่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทที่พบได้บ่อยที่สุดในสายพันธุ์ของกัญชา (Russo, 2017) และมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ แต่ไม่มีฤทธิ์ด้านการชัก (Maayah *et al.*, 2020)

2.4.7 กรดเตตราไฮโดรแคนนาบินอิก (THCA)

THCA เป็นหนึ่งในสารแคนนาบินอยด์หลายร้อยชนิดที่พบในพืชกัญชา ถูกพบว่าเป็นสารตั้งต้นของ THC เป็นกรดแคนนาบินอยด์ที่พบในต้นกัญชาเมื่อกัญชาเติบโตจะทำให้สารแคนนาบินอยด์เป็นกรดคาร์บอกซิลิก ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่ไม่เป็นกรดผ่านกระบวนการที่เรียกว่าดีคาร์บอกซิเลชัน THCA จะไม่ทำให้มีเมฆาหากกินเข้าไป แต่เมื่อ THCA สัมผัสกับความร้อน เช่น เมื่อสูบบุหรี่ สูบไอ หรือปรุงอาหาร สารดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็น THC ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดการมีเมฆา (Williams, 2022)

2.5 การออกฤทธิ์ของกัญชา

THC สารที่มีผลต่อจิตประสาท THC ส่วนใหญ่จะจับแบบ partial agonist (ตัวกระตุ้น) กับแคนนาบินอยด์ receptors: CB1 และ CB2 receptor โดยจำเพาะกับ CB1 ถูกพบมากที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nerve system) ซึ่งเป็นตัวที่สะท้อนกลไกการเกิดอาการเมากัญชาหรือผลทาง psychotic effect และ CB1 ยังพบที่ในระบบประสาทส่วนปลายด้วย (Peripheral nerve system) CB2 receptors พบที่เนื้อเยื่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Immune system) ระบบทางเดินอาหาร จึงมีผลต่อความอยากอาหาร การย่อยอาหาร อารมณ์ ความรู้สึก ความจำ การเรียนรู้ และพฤติกรรม จำเพาะกับสาร CBN ในกัญชา

ในทางกลับกัน CBD จะจับกับ CB1 และ CB2 receptors ได้น้อย และมีลักษณะเป็นตัวยับยั้ง (negative allosteric modulator) ของ CB1 receptor จึงทำให้ลดอาการปวด อักเสบ และลดความกังวลได้ (สุภาภรณ์, 2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเพาะปลูกกล้วยาในประเทศไทย

จากข้อมูลของสำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติดภาคเหนือ (2544) สำหรับการปลูกกล้วยาในประเทศไทย พบว่ามีการปลูกและเสพกล้วยากันมานานหลายร้อยปี ใช้ผสมลงในอาหารเป็นครั้งคราว ประกอบกับการที่ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่อยู่ในเขตร้อน จึงสามารถปลูกกล้วยาได้ตลอดปีต่อมาในช่วงของสงครามเวียดนามนั้นประเทศสหรัฐอเมริกาส่งกำลังทหารเข้ามาตั้งฐานทัพในประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพบว่า มีการติดยาเสพติดรวมถึงกล้วยาถึงร้อยละ 30 และในขณะเดียวกันได้มีการค้ากล้วยากันอย่างกว้างขวางไปทั่วโลกโดยจะมีแหล่งผลิตอยู่ใกล้ๆ กับฐานทัพต่างชาติ หนึ่งปัจจัยอันอาจเนื่องมาจากความแห้งแล้งของภูมิอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกกล้วยา ทำให้กล้วยาที่ผลิตในภูมิภาคนี้เป็นกล้วยาที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก สำหรับภาคที่มีการเพาะปลูกกล้วยาในประเทศไทยนั้น ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ซึ่งสามารถแบ่งตามรายจังหวัดได้ดังนี้ คือ

1. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดสกลนคร นครพนม ร้อยเอ็ดและจังหวัดใกล้เคียง
2. ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดชลบุรี นครปฐม กาญจนบุรี และเพชรบุรี
3. ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย สุโขทัย ตากและจังหวัดใกล้เคียง โดยในจังหวัดต่างๆ เหล่านี้ มีการเลือกทำเลเพาะปลูกกล้วยาตามบริเวณเชิงเขา ชายป่า ริมห้วย กลางไร่อ้อย ไร่มันสำปะหลัง ไร่ข้าวโพด ไร่ฝ้าย และปลูกปะปนไปตามไร่ข้าว ไร่ฝืน เป็นต้น ทั้งนี้ในส่วนของประเทศไทยนั้นได้พยายามห้ามมิให้มีการเสพและบริโภคพืชชนิดนี้ โดยได้ออกกฎหมายมาบังคับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2477 วิธีเพาะปลูกกล้วยา โดยทั่วไปแล้วในประเทศไทยจะสามารถปลูกกล้วยาให้ได้ผลปีละ 1 ครั้ง โดยจะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนกันยายน-กุมภาพันธ์ เพื่อให้ช่อดอกสมบูรณ์ และพร้อมเก็บเกี่ยวได้ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูหนาวเนื่องจากกล้วยาเป็นพืชที่ชอบอากาศเย็น ประกอบกับในช่วงระยะที่กล้วยาออกช่อ ไม่ควรเป็นช่วงเวลาที่มียฝนตก มิฉะนั้นจะทำให้กล้วยาแตกใบมากเกินไป ส่วนช่อดอกจะออกน้อย สำหรับระยะเวลาตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวครั้งแรก ประมาณ 46 เดือน และหากจะเก็บเกี่ยวรอบที่สองจะ ต้องรออีก 3 เดือน ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดของขั้นตอนการเพาะปลูกต่อไปขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยานั้นจะเริ่มจากการเพาะเบี่ย การเตรียมดิน การปลูก การตัดต้น การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปกล้วยา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ การเพาะเบี่ย คือ การเพาะเบี่ยหรือการเพาะเมล็ดกล้วยาสามารถทำได้ 2 วิธี คือการเพาะในแปลงเพาะบนดินหรือเพาะในกระบะใส่ดิน และการเพาะบนแปลงซึ่งยกขึ้นขึ้นเหมือนเรือนเพาะชำ ซึ่งการเพาะทั้ง 2 วิธีนั้น ผู้ปลูกจะต้องแช่เมล็ดกล้วยาไว้ในน้ำประมาณ 3 วัน จากนั้นจึงนำมาลงแปลงเพาะประมาณ 20 วัน จนมีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร จึงย้ายต้นอ่อนไปปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ต่อไป การเตรียมดิน คือ ในการเตรียมพื้นที่นั้น ผู้ปลูกจะเลือกทำเลที่เหมาะสมกับดินฟ้าอากาศ เช่น ถ้ามีฝนตกชุกจะต้องเลือกที่สูง ถ้าฝนน้อยต้องเลือกพื้นที่ใกล้กับแหล่งน้ำ เมื่อเลือกทำเลที่ปลูกได้แล้ว ผู้ปลูกจะขุดหลุมกว้างประมาณ 40-50 เซนติเมตร ลึก 40-50 เซนติเมตร โดยมีระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 1 เมตร และนำดินคลุกกับปุ๋ยคอกใส่รองกันหลุมซึ่งนิยมใช้ขี้ไก่เพื่อให้ออกช่อได้ง่าย การปลูก คือ นำต้นกล้วยาที่เพาะไว้มาปลูกลงในหลุมๆ ละประมาณ 5-7 ต้น เพื่อที่จะทำให้ได้ต้นกล้วยาตัวเมียเพราะหากไว้ต้นตัวผู้ ผู้ปลูกจะถอนทิ้งเนื่องจากไม่ใช้ต้นกล้วยาตัวผู้นั่นเอง และต้องบำรุงดูแลรักษาด้วยการใส่ปุ๋ยและรดน้ำทุกวัน ดังนั้น แหล่งปลูกกล้วยาจึงอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือขุดบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพาะปลูกโดยเฉพาะ และกัญชาต้องอาศัยแสงแดดในการเจริญเติบโตอีกด้วย เมื่อปลูกกัญชาแล้ว ต้องคอยกำจัดวัชพืชและฉีดยาป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่เสมอหากพบว่ามีการทำลายของโรคและแมลง และจะต้องหมั่นพรวนดินพร้อมใส่มูลไก่มูลกระปือรอบๆโคนต้นด้วย นอกจากนี้เมื่อใกล้ออกดอก ต้องหมั่นพรวนดินตัดราก รอบๆต้นเพื่อให้ต้นเตี้ย แดกพุ่ม ไม้ให้สูงชะลูดและจะทำให้ออกช่อคอกแน่น เป็นกระจุกดี ไม่มีใบมาก การตัดต้น คือ เมื่อปลูกกัญชาในแปลงได้ประมาณ 45 วัน หรือมีความสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร จะสามารถทราบได้ว่ากัญชาต้นไหนเป็นตัวผู้หรือตัวเมีย จากนั้นให้เลือกถอนเฉพาะต้นตัวผู้ทิ้ง เหลือไว้แต่ต้นตัวเมีย ต้นตัวผู้จะมีลักษณะแตกต่างจากต้นตัวเมียเล็กน้อย คือ ต้นตัวผู้จะมีข้อถี่กว่า ใบจะเล็กและขาวกว่า ที่โคนกิ่งจะมีตาหรือดอก โดยดอกตัวผู้จะบาน ส่วนดอกตัวเมียนั้นจะหุบ ทำให้สังเกตได้ง่าย เมื่อกัญชาโตใกล้ออกดอก ต้องคอยหมั่นตรวจดูและกำจัดโรคพืชและแมลงด้วย โดยต้นกัญชานั้นมี 2 เพศ คือต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย กล่าวคือ ต้นตัวผู้จะออกดอกน้อยมีสีขาว ดอกฝ่อ บิดคุดเป็นโพรงแตกง่าย โดยปกติจะถอนออก ยอดของช่อคอกตัวผู้ ผู้ปลูกมักเรียกว่า “ดอก” ยอดของช่อคอกในตัวเมียเรียกว่า “หัว” หรือ “กะหรี” ซึ่งจะออกดอก เมื่ออายุประมาณ 56 เดือน (กะหรี คือส่วนปลายหรือยอดกิ่งซึ่งออกเป็นช่อคอกช่อผล และใบที่รวมอยู่ด้วยกันเป็นหัว ปลายกิ่งของต้นกัญชาตัวเมียเป็นส่วนที่มีฤทธิ์แรงที่สุด ที่นำไปสูบหรือเสพ ในรูปแบบต่างๆ เป็นส่วนที่สำคัญที่เก็บเกี่ยวจากต้นกัญชา) คุณภาพของกัญชาจะสูงที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 4 เดือนขึ้นไป หากปล่อยให้ต้นมีอายุมากเกินไปจะมีคุณภาพไม่ดี (เนื่องจากสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล หรือ THC เมื่อถูกฝนจะเสียหายหมด) การเก็บเกี่ยวครั้งแรก อาจทำได้ 2 วิธี คือ ถอนทั้งต้น หรือตัดครึ่งต้น แล้วปล่อยให้ต้นไว้อีก 3 เดือน จึงเก็บเกี่ยวครั้งที่สองได้อีก การเก็บเกี่ยวกัญชาให้ได้ผลดีและเป็นกัญชาที่มีคุณภาพ ควรเก็บกัญชาที่แก่เต็มที่ในวันที่มีแสงแดดจัด (วันที่แสงแดดจัดจะมีปริมาณเตตราไฮโดรแคนนาบินอล หรือ THC มาก) การเก็บเกี่ยว คือ เมื่อปลูกได้ประมาณ 4 เดือน กัญชาจะเริ่มออกช่อ ผู้ปลูกจะใช้ยาฆ่าแมลงผสมน้ำฉีด เมื่อช่อคอกเริ่มแก่จะลดการให้น้ำและปุ๋ย และเมื่อต้นกัญชาอายุได้ประมาณ 5-6 เดือน ช่อคอกจะสมบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยวได้ กัญชาจะออกช่อเต็มต้น ใบร่วงหมด ช่อคอกจะกลายเป็นสีเหลือง แล้วจึงตัดกิ่งที่เป็นช่อคอกมัดรวมไว้ แล้วนำไปตากแดดโดยแขวนไว้กับราว ส่วนตอนกลางคืนให้เก็บไว้เพื่อกันน้ำค้าง เมื่อแห้งดีแล้ว จะเคาะเอาเมล็ดออกไว้ใช้ทำพันธุ์ต่อไป เมื่อตากแดดให้แห้งประมาณ 1 สัปดาห์กัญชาจะมีความเหนียวและสามารถเก็บไว้ได้นานไม่ขึ้นรา จากนั้นจะเอาช่อคอกที่แห้งแล้วไปจำหน่ายและใช้ประโยชน์ต่อไป

2.7 การนำกัญชาไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในปัจจุบัน

สารเคมีในกัญชาหลายชนิดสามารถพัฒนาเป็นยาได้ ที่เด่นคือ THC และ CBD ซึ่งอยู่ในกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่ละลายได้ดีในน้ำมัน (สุภาภรณ์, 2566) ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นยาแผนปัจจุบันใช้ในคน นอกจากนี้ยังมียาแผนไทย คือ ยาสุขไสยาสน์ ยาแก่นอนไม่หลับ ยาแก้ไข้ผอมเหลือง ยาแก้ลมแก้เส้น ยาหาริดสีดวงทวารหนักและโรคผิวหนัง และยาแก้โรคจิต, ยาสมุนไพรใช้ภายนอก คือ ลูกประคบ น้ำมันนวด ครีม ขี้ผึ้ง ยาหม่องน้ำ, ผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพ คือ น้ำมันหอม สเปรย์โรม่า (คลายเครียด หลับง่าย) และที่มีความสำคัญในปัจจุบันนี้คือ ชาจากใบกัญชา ที่กำหนดปริมาณหรือขนาดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ต้องการแสดงสรรพคุณ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2564) สำหรับการนำไปใช้กัญชา มาทำเป็นเครื่องดื่มอย่างชา จะทำให้ยังได้รับในส่วนของประโยชน์จากสาร THCA และ CBDA ที่จะช่วย ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย ลดอาการปวด อาการอักเสบ ช่วยเรื่องการนอนหลับ เพิ่มความอยากอาหาร (Churiwan, 2022) บรรเทาอาการวิงเวียนศีรษะ และปวดหัวไมเกรน ช่วยให้การไหลเวียนโลหิตดีขึ้น แก้กระหายน้ำ และรู้สึกสดชื่นขึ้น แก้ท้องร่วงได้ดี หรือใช้ดื่มเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้ หากใช้เป็น ไบโอกัญชาแห้ง ควรใช้ในปริมาณเท่ากับหนึ่งหยิบมือหรือหนึ่งช้อน และควรใช้ระยะเวลาในการต้ม ประมาณ 15 นาที โดยใช้กัญชา 1 กรัม ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร – 1,000 มิลลิลิตร (Turnoff (นามแฝง), 2022) การนำมารับประทานหรือทำเป็นเครื่องดื่ม ควรเลือกซื้อไบโอกัญชาแบบบอแอกนิกเพื่อป้องกัน สารเคมีป้องกันศัตรูพืชตกค้าง ต้องซื้อจากแหล่งปลูกที่ถูกต้องตามกฎหมาย (Churiwan, 2022) เพราะหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป ย่อมเกิดผลเสียต่อร่างกายมากกว่าผลดีแน่นอน โดยเฉพาะในผู้ที่มีอาการแพ้สารบางอย่างในกัญชาแบบไม่รู้ตัว ควรระมัดระวังและเริ่มจากการดื่มแต่น้อย เพื่อให้ไม่ได้รับสาร THC ที่มากเกินไป อีกทั้งไม่ควรดื่มซ้ำเพราะจะทำให้ได้สารดังกล่าวเกินขนาด (Turnoff (นามแฝง), 2022)

2.8 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

สารกำจัดศัตรูพืช (pesticides) หมายถึง สารเคมีที่ผลิตขึ้นเพื่อทำลายสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่มาก แกร่งแย่งขัดขวางการผลิตอาหาร เป็นสารที่ใช้เพื่อป้องกันโรคพืช และศัตรูเลี้ยงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อาจเป็นสารกำจัด แมลง กำจัดเชื้อรา กำจัดหญ้า หนู กระจอก และสารเร่งการเจริญเติบโตพืช เป็นต้น โดยสามารถลดประชากร ของศัตรูพืชลงได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ความเสียหายของ พืชที่อาจเกิดขึ้น จากศัตรูพืชลดลง หรือไม่เสียหายเลย นอกจากวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ค่อนข้างง่าย ค่าใช้จ่ายไม่ สูงนักและคุ้มค่าการลงทุน เกษตรกรจึงรับ วิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยสารเคมีอย่างรวดเร็ว การ ใช้สารกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นไปอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะ มี ศัตรูพืชหรือไม่ก็ตาม จึงเป็นการใช้สารกำจัด ศัตรูพืชที่ มากเกินความจำเป็น ผลกระทบในด้านลบซึ่งไม่เคย คาดคิดล่วงหน้ามาก่อนจึงปรากฏขึ้น อย่างเด่นชัด อัน ได้แก่ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ การสร้างความต้านทานของ ศัตรูพืชต่อสารเคมี และ อุบัติการณ์มลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทางด้านสาธารณสุขก็ใช้สารกำจัดศัตรูพืช กำจัด แมลงพาหะ นำโรคติดต่อด้วย เช่น ใช้กำจัดยุงซึ่งเป็น พาหะโรคไข้เลือดออก ส่วนด้านอุตสาหกรรมจะนำสาร กำจัด ศัตรูพืชมาผสมสีเพื่อกำจัดเชื้อรา โดยใช้พ่นหรือทา ไม่ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ ใช้กำจัดแมลงและ ปลวกตาม บ้านเรือน และอาคารทั่วไป การใช้สารเคมีเหล่านี้ใน การเกษตร เป็นผลให้มีสารตกค้างใน อาหาร และปะปน ในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (สุธาสินี, 2558) ในปัจจุบันได้มีการทำการวิเคราะห์สารกำจัด ศัตรูพืชตกค้างในกัญชา โดยผลการวิเคราะห์คือพบสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มของ ออร์การ์โนฟอสเฟต คือ คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ตกค้างในกัญชามากที่สุด ซึ่งเป็นที่นิยมของเกษตรกร หากร่างกาย ได้รับสารคลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) จะมีพิษต่อร่างกายมนุษย์ เช่น มีผลต่อพัฒนาการทางระบบ ประสาทในเด็ก มีผลต่อความผิดปกติ ทางอารมณ์ มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียนอ่อนเพลีย กล้ามเนื้อหดตัว แน่นหน้าอก อาเจียน ท้องเดิน และระบบหายใจล้มเหลว เป็นต้น (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2561)

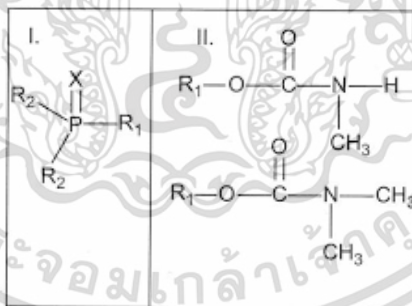
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1. สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

นิรนาม (ม.ป.ป) ได้กล่าวว่า สารจะออกฤทธิ์โดยการเป็น competitive inhibitor ของ เอนไซม์ cholinesterase ที่ทำให้เกิดการสะสมของ acetylcholine ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีหน้าที่ควบคุมการนำส่ง nerve impulse ที่รอยต่อระหว่างเซลล์บริเวณ nerve junction ทำให้เกิดการกระตุ้นที่ muscarinic nicotinic และ cholinergic synapse โดยสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholinesterase เป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับไม่ได้ (irreversible)

ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate, OPs) เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์จำพวกฟอสฟอรัสที่มีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่ของสารในกลุ่มนี้จะมีการนำไปใช้เป็นการกำจัดแมลงและศัตรูพืชชนิดต่างๆ ทว่าสารในกลุ่มนี้บางชนิดยังมีการนำไปใช้ด้วยวัตถุประสงค์อื่นๆที่ หลากหลาย อาทิ

1. สารเคมีกำจัดแมลง เช่น malathion, parathion, diazinon, fenthion, dichlorvos, chlorpyrifos, ethion)
2. แก๊สพิษที่ใช้ในสงครามที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง (nerve gases) เช่น soman, tabun, VX, sarin
3. ยาที่ใช้เกี่ยวกับโรคทางตา (ophthalmic agents) เช่น echothiophate, isofluorophate
4. ยาถ่ายพยาธิ (antihelmintics) เช่น trichlorfon
5. สารกำจัดวัชพืช เช่น tribufos [DEF], merphos รวมถึงสารเคมีที่มี tricresyl phosphate เป็นส่วนประกอบที่มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทั่วไปทางเคมีของ (I) สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ที่มา : Pesticide_20161020.pdf

สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีจำนวน 23 ชนิด ดังนี้ อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอต, อีพีเอ็น, อีไรออน, เฟอร์นิโทรไทออน, มาลาไทออน, เมทามิโดฟอส, เมทิดาไทออน, เมวินฟอส, โมโนโครโตฟอส, โอเมโทเอต, พาราไรออน เอทิล, พาราไรออน เมทิล, โฟซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, โพรพิโนฟอส,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพรไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส และปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ที่พบได้ในพืชที่กฎหมายกำหนด แสดงดัง (ภาคผนวก ฉ)

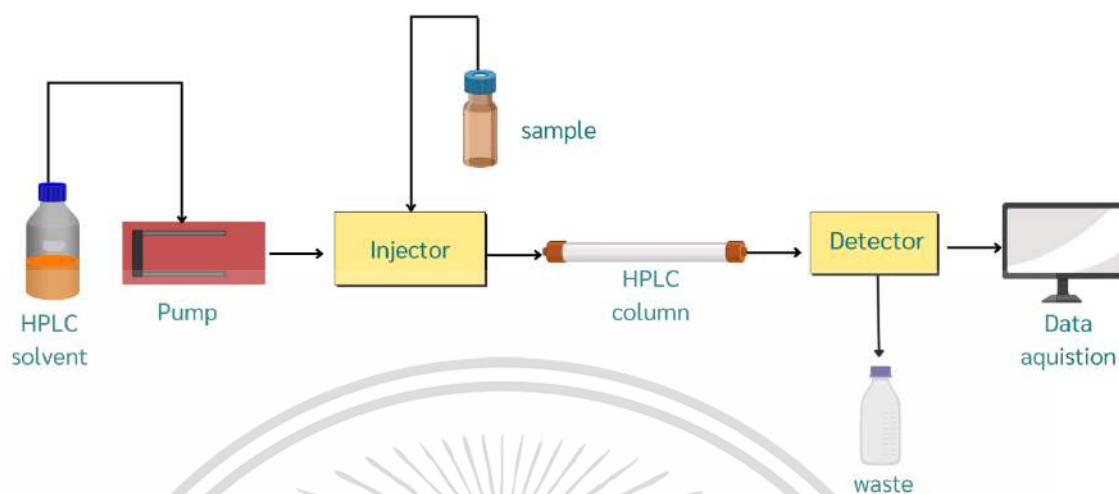
คุณสมบัติทางเคมี เป็นของเหลวสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นเหม็นที่ทำให้รู้สึกอยากอาเจียน สารสามารถระเหยได้เล็กน้อยและจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนสูง สามารถละลายได้ดีในน้ำมันหรือแอลกอฮอล์ แต่จะละลายได้ เพียงเล็กน้อยในน้ำ

ความเป็นพิษ จากรายงานระบุว่า การได้รับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในปริมาณเพียงเล็กน้อยสามารถเหนี่ยวนำให้คนหรือสัตว์ ที่ได้รับเสียชีวิต ซึ่งสาเหตุการเสียชีวิตมักมาจากระบบการหายใจล้มเหลวอันเนื่องมาจากการที่กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อ intercostal ไม่สามารถทำงานได้ การกวดการทำงานของศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมอง หลอดลมหดเกร็งจนเกิดการตีบ และการมีสารคัดหลั่งจากหลอดลมออกมามากผิดปกติ

2.9 เทคนิคเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกสารผสมออกจากกันในสถานะแก๊ส โดยอาศัยคุณสมบัติในการละลายและความสามารถในการดูดซับที่แตกต่างกันของสารแต่ละชนิด (นิรมล และคณะ, 2565) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative) และปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative) ที่นิยมใช้มากวิธีหนึ่ง

โดยอาศัยหลักการความแตกต่างของอัตราการเคลื่อนที่ของสารประกอบบนเฟสคงที่ (Stationary Phase) โดยมีเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) เป็นตัวพาไป สารแต่ละชนิดจะถูกแยกออกมาเป็นส่วนๆ ในเวลาที่ต่างกัน โดยสารที่แยกออกมาแต่ละชนิดจากคอลัมน์จะผ่านเข้าสู่อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณด้วยตัวตรวจวัด (Detector) ชนิด Diode array detector (DAD) ซึ่งสัญญาณที่บันทึกได้จะแปลผลออกมาเป็นโครมาโตแกรม ในการวิเคราะห์ผลจะนำพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม ของแต่ละสารมาคำนวณผลเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ก็จะทราบปริมาณของสารตัวอย่าง เครื่อง HPLC สามารถวิเคราะห์สารได้ทั้งเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และปริมาณ (Quantitative Analysis) นิยมใช้วิเคราะห์สารประกอบที่ระเหยยาก (Low Volatile Substation) หรือน้ำหนักโมเลกุลสูง (High Molecular Weight Compounds) โดยสามารถใช้กับงานด้านต่างๆ เช่น วิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน กรดอะมิโน น้ำตาล สารกระตุ้น ยาปฏิชีวนะและยาฆ่าแมลง



รูปที่ 2.9 แผนผังการทำงานของเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสูง (HPLC)

ที่มา : ดัดแปลงจาก https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTF4W6p27h7-_y323KLlj_7XUllVAV9Q-BpQ&usqp=CAU

2.10 เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS/MS)

เป็นเทคนิคที่เริ่มนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถบอกถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำโดยอาศัยการเปรียบเทียบ fingerprint ของเลขมวล (mass number) ของสารตัวอย่างนั้น ๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังมีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ทั้ง ในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) ได้อย่างถูกต้อง Mass Spectrometer เป็น detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการคือโมเลกุลของ องค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่าง แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (mass number) เทียบกับข้อมูลอ้างอิงแล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้น ๆ

หลักการทำงานของเครื่อง GC-MS นั้นเริ่มจากนำตัวอย่างฉีดเข้าเครื่อง GC จากนั้นสารก็จะถูกแยก ออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เมื่อผ่านเข้าสู่ column ที่อยู่ใน oven จากนั้นองค์ประกอบใดที่ถูกแยกออกมา จากคอลัมน์ก่อนก็จะผ่านเข้าไปในส่วนของเครื่อง MS ซึ่งมีสถานะเป็นสุญญากาศก่อนแล้วเข้าไปเจอกับ ion source ซึ่งจะทำหน้าที่ไอออไนซ์โมเลกุลที่ผ่านเข้ามาให้กลายเป็นประจุ จากนั้นประจุเหล่านี้ก็จะเดินทางผ่านเครื่องคัดเลือกและแยกแยะขนาดของประจุ (mass analyzer) เพื่อดูว่าประจุเหล่านั้นประกอบไปด้วยขนาดมวลเท่าใดบ้าง (เสาวภาคย์, 2553) โดยในส่วนของแยกมวล เป็นแท่งโลหะสี่แท่งวางตามแนวเส้นทแยงมุม (Quadrupole) จำนวน 3 ชุด (Triple Quadrupole) โดย Quadrupole ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 3 ทำหน้าที่แยกประจุ ส่วน Quadrupole ชุดที่ 2 ทำหน้าที่กรองสารที่ไม่ต้องการออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ทำหน้าที่ในการแตก fragment สารตัวอย่างอีกครั้ง ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นอกเหนือจากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพแล้วยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เชิงปริมาณให้ดียิ่งขึ้นด้วยการแตก fragment เป็นการเพิ่มความจำเพาะเจาะจงต่อสารนั้น โหมดในการวิเคราะห์จะใช้เป็น Multiple or Selected Reaction Monitoring (MRM or SRM) เป็นโหมดที่เกิดการแตกประจุของสารที่สนใจ 2 ครั้ง เพื่อให้เกิดความจำเพาะเจาะจงต่อสารที่สนใจมากยิ่งขึ้น ทำให้มีความไวในการวิเคราะห์มากกว่าโหมด SIM (รติมาศ, ม.ป.ป) ก่อนที่จะเดินทางเข้าสู่เครื่องตรวจวัด (detector) เพื่อทำการตรวจหาปริมาณของประจุ แล้วแปลผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง (พงศกร, ม.ป.ป)



รูปที่ 2.10 แผนผังการทำงานของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS/MS)
ที่มา : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bf/Electron_ionization_GC-MS.png/479px-Electron_ionization_GC-MS.png

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 การควบคุมคุณภาพของช่อดอกกัญชาและผลิตภัณฑ์น้ำมันซึ่งมีผลต่อปัจจัยการตอบสนองสำหรับการกำหนดต้นทุนที่มีประสิทธิภาพของแคนนาบินอยด์ 10 ชนิดโดย HPLC

Robert Hall *et al.* (2022) ได้ศึกษาการควบคุมคุณภาพของกัญชาที่ใช้รักษาโรค รวมถึงการวัดปริมาณของสารแคนนาบินอยด์ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ตามปกติ เพื่อให้สะท้อนถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ราคาและความพร้อมใช้งานของมาตรฐานแคนนาบินอยด์บางอย่างเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงวิเคราะห์ตัวอย่างโดยการใช้เวลาสัมพัทธ์ (RRT) และปัจจัยการตอบสนองสัมพัทธ์ (RRT) เทียบกับมาตรฐานอ้างอิง CBD และ CBDA ที่พร้อมใช้งาน ใช้วิธีการ high-performance liquid chromatography-photodiodearray ได้รับการพัฒนาเพื่อหาปริมาณแคนนาบินอยด์ 10 ชนิด (Δ 9-THC, Δ 8-THC, THCA-A, CBN, CBD, CBDA, CBC, CBDV, CBG และ CBGA) ในช่อดอกกัญชาแห้ง และน้ำมันกัญชา วิธีนี้ได้รับการตรวจสอบตามหลักเกณฑ์ของ ICH วิธีการที่เสนอมีขีดจำกัดการตรวจจับตั้งแต่ 20 ถึง 78 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้ความไวเพียงพอสำหรับกลุ่มสารแคนนาบินอยด์ ตัวที่ไม่ใช่แคนนาบินอยด์ ถูกนำมาใช้สำหรับการศึกษาร้อยละการเก็บเกี่ยว เพื่อกำหนดความถูกต้องของวิธีการ

การวิเคราะห์ร้อยละการเก็บเกี่ยวของช่อดอกและน้ำมันที่อยู่ในร้อยละการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 90.1 ถึง 109.3 (ค่าเฉลี่ยของช่อดอกร้อยละ 100.9 ค่าเฉลี่ยของน้ำมันร้อยละ 99.6) RRT และ RRF ค่าที่กำหนดโดยนักวิเคราะห์สามคนโดยเปรียบเทียบกัน ซึ่งบ่งชี้ว่าวิธีการนี้มีประสิทธิภาพ ความถูกต้องของการวิเคราะห์โดยใช้ RRT และ RRF ได้รับการยืนยันเพิ่มเติมโดยการ ทดสอบตัวอย่างช่อดอกหกตัวอย่าง เนื่องจากพบว่าความเข้มข้นที่สูงกว่าลำดับความสำคัญของ LOQ ตกลงอย่างน่าพอใจ (ช่วงร้อยละ 95.0 ถึง 111.9 ค่าเฉลี่ยร้อยละ 100.0) กับความเข้มข้นที่ได้รับจากวิธีการสอบเทียบหลายจุดแบบดั้งเดิมโดยใช้มาตรฐานที่บริสุทธิ์ วิธีการที่นำเสนอจึงเหมาะสมสำหรับการตรวจหาสารแคนนาบินอยด์ 10 ชนิดอย่างรวดเร็วและง่ายดาย โดยไม่ต้องซื้อมาตรฐานบริสุทธิ์ราคาแพงทุกรายการซ้ำๆ

2.11.2 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแคนนาบินอยด์ในใบกัญชาด้วยวิธี Ultra High Performance Liquid Chromatography

ธนวัฒน์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาว่ากัญชา (*Cannabis sativa* L.) ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคตั้งแต่สมัยโบราณ สารสำคัญที่พบในกัญชาคือ Tetrahydrocannabinol (THC) ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท และสารที่ไม่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท เช่น Cannabidiol (CBD) และ Cannabinol (CBN) สาร THC มีฤทธิ์บรรเทาอาการปวด ลดภาวะคลื่นไส้อาเจียนจากเคมีบำบัดและรักษาภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง สาร CBD มีฤทธิ์บรรเทาอาการลมชัก แก้ปวด ลดอาการโรคพาร์กินสัน ต้านการอักเสบส่วนสาร CBN มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งปอด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแคนนาบินอยด์ (CBD, CBN และ THC) ในใบกัญชาด้วยวิธี Ultra-High Performance Liquid Chromatography (UHPLC) โดยการสกัดตัวอย่างใบกัญชาในเอทานอลด้วยวิธี reflux

ใบกัญชาถูกรวบรวมจากโครงการศึกษาการปลูกและขยายพันธุ์ต้นกัญชาภายใต้สภาพโรงเรือนแบบปิดของสถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนครจำนวน 12 ตัวอย่าง คือ กัญชาไทย จำนวน 4 สายพันธุ์ เตรียมสารละลายมาตรฐาน CBD, CBN และ THC ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร นำสารละลายมาตรฐานที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UHPLC สกัดตัวอย่างใบกัญชาแห้ง น้ำหนัก 1 กรัม ด้วยเอทานอลปริมาตร 40 มิลลิลิตร โดยวิธี reflux เป็นเวลา 60 นาที กรองและนำสารสกัดที่ได้มาระเหยแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายและปรับปริมาตรด้วย methanol จนครบ 50 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask กรองผ่าน Nylon filter syringe นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UHPLC

พบว่า calibration curve ของ CBD, CBN และ THC มีลักษณะเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 1.07-106.89, 1.00-99.60 และ 1.00-99.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999, ค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 96.83-100.8, ค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.30-1.96, limit of detection (LOD) ของ CBD, CBN และ THC มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.006, 0.009 และ 0.003 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ limit of quantitation (LOQ) มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.020, 0.032 และ 0.011 โดยน้ำหนัก

2.11.3 การพัฒนาตัวอย่างทดสอบความชำนาญการวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักในพืชกัญชา

วิชาดา และคณะ (2564) ได้ศึกษาว่ากัญชาเป็นพืชในสกุล Cannabis จัดเป็นยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 การพัฒนาการปลูกการจำหน่ายและการผลิตผลิตภัณฑ์กัญชาอย่างรวดเร็ว สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างและโลหะปนเปื้อนเป็นรายการสำคัญที่ใช้ในการคัดกรองความปลอดภัยของวัตถุดิบพืชกัญชาสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

ใช้กัญชาแห้งอัดแท่ง จำนวน 5 ก้อน น้ำหนักรวม 5 กิโลกรัม สารละลายมาตรฐานทั้งหมดเป็น certified reference material (CRM) grade และเป็นผลิตภัณฑ์ของ CPA chem ประเทศฝรั่งเศส ประกอบด้วย สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ synthetic pyrethroid pesticide standard 8 components ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร, organophosphorus pesticide standard 25 components ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า uncertainty value ≤ 2.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารละลายมาตรฐานโลหะหนัก ประกอบด้วยตะกั่ว แคดเมียม สารหนู และปรอท ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า uncertainty value ≤ 4.9 มิลลิกรัมต่อลิตร นำกัญชาแห้งอัดแท่งน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม หั่นแบ่งชิ้นส่วนด้วยมีดให้เป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นบดละเอียดด้วยเครื่องบดปั่น นำผงพืชกัญชามาผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมอาหารหัวตะกร้อ นาน 30 นาที พร้อมทั้งกวนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ วิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เป็น modified QuEChERS ซึ่งตัวอย่างพืชกัญชาที่บดละเอียด 1.0 กรัม ลงใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นหรือน้ำ (deionized water) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อเพิ่มความชื้นจนตัวอย่างดูดซับน้ำและฟองตัว ใส่แท่งเซรามิคเพื่อช่วยในการกวนผสม จากนั้นเติมร้อยละ 1 acetic acid in acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 1 นาที เติมหาผสม extraction kit (AOAC 2007.01) แล้วเขย่าให้เข้ากันด้วยมืออีก 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างจะเกิดการแยกชั้น ปีเปตต์ 1 มิลลิลิตรดูดสารสกัดชั้นบนนำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วย dispersive SPE ที่เหมาะสม จากนั้น centrifuge อีกครั้ง ที่ความเร็วรอบและเวลาเท่าเดิม เพื่อให้เกิดการแยกชั้นระหว่างของแข็งและของเหลว ปีเปตต์สารละลายด้านบน 0.5 มิลลิลิตร ระเหยแห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน แล้วปรับปริมาตรเป็น 0.5 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายผสมระหว่าง n-hexane และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethylacetate นำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณด้วยเครื่องมือ GC-ECD สำหรับการวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรู

ตัวอย่างพืชกัญชาที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นผง พบว่ามีการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin และตรวจพบการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ cadmium, lead, total arsenic และ total mercury

2.11.4 ลักษณะทางพิษวิทยาของสารแคนนาบินอยด์ ยาฆ่าแมลง และระดับโลหะหนักที่ตรวจพบในช่อดอกกัญชาที่ปลูกในอิตาลี

Amendola *et al.* (2021) ได้ศึกษาว่ากัญชาเป็นหนึ่งในพืชที่เก่าแก่และแพร่หลายมากที่สุดในโลก โดยมีหลายสายพันธุ์และสายพันธุ์ย่อยซึ่งทั้งหมดอยู่ใน ตระกูล Cannabaceae มีอยู่ 3 สปีชีส์ โดยกัญชาจะมีสารสำคัญแคนนาบินอยด์มากกว่า 100 ชนิด จากช่อดอกเพศเมีย ซึ่งสารที่สำคัญที่สุด ได้แก่ สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอยด์ (THC) ที่มีผลต่อระบบประสาท สารแคนนาบิไดออล (CBD) และแคนนาบินอล (CBN) ที่มีฤทธิ์บรรเทาอาการปวด ทางกายภาพ การปลูกกัญชงอาจต้องใช้ยาฆ่าแมลงเพื่อป้องกันพืชผลจากการโจมตีของศัตรูพืชในระหว่างการเพาะปลูกทั้งแบบดินและแบบไฮโดรโปนิคส์ จุดประสงค์นี้ได้มีการวิเคราะห์ตัวอย่าง ช่อดอกกัญชา มีการกำหนดระดับของสารกำจัดศัตรูพืชเพื่อให้สามารถดำเนินการเพื่อกำจัดหรือลดแหล่งที่มาของการปนเปื้อน และเพื่อปกป้องผู้บริโภคจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากผลกระทบ

ช่อดอกกัญชาจำนวน 11 ตัวอย่าง หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วช่อดอกถูกนำไปทำให้แห้งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่ากัญชา ($n = 29$) ตัวอย่าง กัญชาทั้งหมดถูกบดด้วยมือให้เป็นผง โดยการเอากิ่งแห้งออก ในขณะที่ตัวอย่างกัญชาที่เป็นก้อนอัดแน่นที่มีความสม่ำเสมอและมีความชื้นน้ำตาลถูกบดเป็นชิ้นเล็กๆ สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างถูกสกัดด้วย ACN ตามวิธี QuEChERS EN15662:2018

ตัวอย่างที่วิเคราะห์ส่วนใหญ่ร้อยละ 87 มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง โดยมีสารประกอบตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปในช่วงความเข้มข้น 0.01–185 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของร้อยละการเก็บเกี่ยวสำหรับสารประกอบทั้งหมดที่ศึกษาอยู่ในช่วง 64–130 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ RSD < 20 โดยสารกำจัดแมลง spinosad ซึ่งพบใน 16 ตัวอย่างที่มีช่วงความเข้มข้น 0.03–121 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ Chlorantranilipole ใน 6 ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นต่างกันตั้งแต่ 0.30 ถึง 2.8 ไมโครกรัมต่อกรัม พบ Chlorpyrifos, chlorpyrifos -methyl และ pyraclostrobin ใน 4 ตัวอย่าง ในช่วง 0.07–185 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.08–0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.01–0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ตรวจพบ Propamocarb ใน 3 ตัวอย่าง 0.6–10.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ pirimicarb, fluopyram, dimetomorph ใน 2 ตัวอย่าง และ pirimicarb desmethyl, difeconazole, p,p' DDE ใน 1 ตัวอย่าง สารกำจัดศัตรูพืชที่มีความเข้มข้นสูงใน *Cannabis sativa* แสดงถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคโดยการสูบกัญชาและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกัญชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.5 การประเมินขั้นตอนการสกัดที่แตกต่างกันสำหรับปริมาณของแคนนาบินอยด์เจ็ดชนิดในอาหารที่มีส่วนประกอบของกัญชาโดยใช้ LC-MS

Christodoulou *et al.* (2023) ได้ศึกษาว่ากัญชา (*Cannabis sativa* L.) เป็นไม้ดอกล้มลุกที่อยู่ในวงศ์ Cannabaceae มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการใช้ในรูปแบบต่างๆ มากมายเพื่อเป็นแหล่งของไฟเบอร์ เป็นยาบรรเทาปวดสำหรับวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ และเป็นยาเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ ทุกวันนี้ มีแนวโน้มอย่างมากในตลาดโลกที่มีต่อการผลิตและการขายผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของกัญชา ผู้บริโภคจำนวนมากอยากลองอาหารและเครื่องดื่มที่มีกัญชา แม้ว่าจะยังผิดกฎหมายในหลายประเทศ แต่ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกัญชาหรือสารสกัดจากกัญชาได้รับความนิยมอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา

การศึกษาในปัจจุบัน วิธี LC-MS ได้รับการพัฒนาสำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารแคนนาบินอยด์เจ็ดชนิดในสินค้าที่มีกัญชาเป็นของแข็งและของเหลว วิธีการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะ ของความเป็นเส้นตรง $R^2 \geq 0.995$, ทดสอบความแม่นยำด้วยร้อยละการเก็บเกี่ยวคือ 70–110, ทดสอบความแม่นยำด้วยร้อยละค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 0.950–6.03 และ 1.02–6.94, ทดสอบความไวด้วยขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) ค่าที่ได้เท่ากับ ≤ 2.19 มิลลิกรัมต่อลิตร และ LOQ ≤ 6.59 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลการดำเนินการได้ร้อยละเฉลี่ย ≤ 3.90 การสกัดด้วยเฟสของแข็ง (SPE) และการสกัดการโซนิค (UAE) ถูกนำมาใช้สำหรับการสกัดสารวิเคราะห์จากกัญชาเหลวที่กินได้ (เปียร์และเครื่องดื่มชูกำลัง) ในขณะที่ใช้ Soxhlet และการสกัดการโซนิค (UAE) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็ง (ซีอ็อกโกแลต, เมล็ดกัญชา, ชากัญชา) ตามกระบวนการแช่และต้มสำหรับชากัญชา, ชากัญชา และกาแฟคั่วตามลำดับ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ให้ประสิทธิภาพการสกัดที่สูงขึ้นสำหรับอาหารที่มีส่วนประกอบของกัญชาในรูปแบบของแข็ง ในขณะที่เครื่องต้มผสมกัญชาได้รับการสกัดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยใช้ขั้นตอน SPE Cannabidiol (CBD) และ cannabigerol (CBG) เป็นสารแคนนาบินอยด์ที่ตรวจพบได้มากที่สุดในตัวอย่างไม่ที่ตรวจสอบทั้งหมด ตรวจพบสารแคนนาบินอยด์ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญในสารสกัดชากัญชาที่เตรียมโดยขั้นตอนของสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ปริมาณสารแคนนาบินอยด์ทั้งหมด 5440 มิลลิกรัมต่อลิตร จากข้อมูลทั้งหมด ตัวอย่างที่ตรวจสอบทั้งหมดควรไม่พบ เตตระไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^9 -THC) อย่างไรก็ตาม พบว่ามีผลิตภัณฑ์ 5 ชนิดที่มีสารประกอบนี้ในปริมาณมาก 0.600–180 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉพาะในกรณีของเปียร์กัญชา กาแฟคั่วกัญชา และเครื่องดื่มชูกำลังกัญชาเท่านั้น ที่ตรวจไม่พบสาร Δ^9 -THC

2.11.6 ผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคกัญชาเชิงพาณิชย์ ตอนที่ 1: การวิเคราะห์แคนนาบินอยด์ในกัญชาเชิงคุณภาพ ด้วย GC-MS

Ciolino *et al.* (2018) ได้ศึกษาการบริโภคผลิตภัณฑ์จากกัญชาในสหรัฐอเมริกาพบว่า มีเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แม้ว่าจะกัญชายังคงเป็นสารเสพติดประเภทที่ 1 ภายใต้กฎหมายของรัฐบาลกลาง แต่ผลิตภัณฑ์กัญชาจำนวนมากกำลังถูกจำหน่ายในรัฐที่ออกกฎหมายให้ใช้กัญชาเพื่อสันตินาการและผ่านร้านค้าบนอินเทอร์เน็ตด้วย มีผลิตภัณฑ์หลากหลายมากมายรวมถึงพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัญชาแปรรูป สารสกัดจากพืชเข้มข้น อาหารเสริมสำหรับรับประทาน อาหาร ลูกอม เครื่องดื่ม และ ยาเฉพาะที่

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในการขายผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคที่มีส่วนประกอบของกัญชาใน สหรัฐฯ ได้แก่ อาหาร ลูกอม เครื่องดื่ม ยาเฉพาะที่ อาหารเสริมสำหรับรับประทานในรูปแบบต่างๆ พืชกัญชาเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และสารสกัดจากพืชหรือการเตรียมการ ผลิตภัณฑ์และประเภท ตัวอย่างที่หลากหลายส่งผลให้เกิดการรบกวนเมื่อทำการทดสอบเชิงคุณภาพสำหรับแคนนาบินอยด์ ของ กัญชา เช่น cannabidiol และ d9-tetrahydrocannabinol ในการตรวจวัดเชิงคุณภาพใช้วิธี GC-MS การใช้เฟสซิลิโคนรีเออร์ 35 ในเชิงพาณิชย์เพื่อให้ความละเอียดทางโครมาโตกราฟี สำหรับแคนนาบินอยด์เป้าหมาย 11 ชนิดในรูปของอนุพันธ์ไตรเมทิลไซลิล (CBD, CBDA, d9THC, THCA, CBN, d8THC, CBG, CBGA, CBDV, THCV และ CBC) วิธีการนี้ใช้ตัวแปรของสารสกัดที่มี เอทานอลและอะซิโตนไตรเอทิลเพื่อลดหรือกำจัดสิ่งรบกวน และยังมีโปรโตคอลเพื่อจัดการกับสิ่งรบกวน ที่เฉพาะเจาะจง เช่น กลีเซอรินและแลคโตส มีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการหาลอยละการ เก็บเกี่ยวในแคนนาบินอยด์ห้าชนิด (spike ที่ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร) จาก น้ำมัน อาหาร เครื่องดื่ม ลูก ออม ยาเฉพาะที่ ยา OTC ในช่องปาก กลีเซอริน และโพรพิลีนไกลคอล ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจพบ ได้ถูกกำหนดเป็น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีการนี้ถูกนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่หลากหลาย ประมาณหกสิบรายการ เช่นเดียวกับต้นกัญชา

2.11.7 การประยุกต์ใช้ DART-HRMS triage ในการตรวจหาแคนนาบินอยด์และ เทอร์ ปีน ในผลิตภัณฑ์กัญชา

Chambers and Musah (2023) การใช้เทคนิคแมสสเปกโตรเมตริกแบบไอออนไนซ์ที่ เรียกว่า “การวิเคราะห์โดยตรงแบบเรียลไทม์ – แมสสเปกโตรเมตริกความละเอียดสูง” (DART-HRMS) เพื่อตรวจสอบการมีอยู่ของแคนนาบินอยด์ในเมทริกซ์ที่ซับซ้อน เช่น ผลิตภัณฑ์กัญชา โดยเป็นฟังก์ชัน ของโหมดไอออนบวกหรือไอออนลบ กลุ่มของกรดแคนนาบินอยด์ที่เป็นกลาง รวมถึง CBGA (ระบุ m / z 361 และ 359), THC/CBD (ระบุ m / z 315 และ 313), CBN (ระบุ m / z 311 และ 309) ซึ่ง เมื่อนำกัญชาไปใช้ประโยชน์โดยเป็นส่วนผสมของอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งจะเพิ่มกระบวนการที่ ซับซ้อนจึงต้องมีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารแคนนาบินอยด์ จึงทำการวิเคราะห์โดยตรงแบบ เรียลไทม์ – แมสสเปกโตรเมตริกความละเอียดสูง (DART-HRMS) โดยเป็นเทคนิคที่ความสามารถใน การคัดกรองโมเลกุลขนาดเล็กที่น่าสนใจในเมทริกซ์ที่ซับซ้อนมากโดยไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการปรับ สภาพตัวอย่าง เป็นประโยชน์ในการประหยัดเวลา นอกจากนี้ ข้อดีคือช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ รวดเร็วยิ่งขึ้นเกี่ยวกับความต้องการแนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์เชิงยืนยันที่ตรง เป้าหมายมากขึ้นและการหาปริมาณของสารประกอบ ในการวิเคราะห์เครื่องดื่ม ผลการรายงานว่ามี สาร THC และไม่มี THCA, CBD และ CBDA ตรวจพบโครมาโตแกรมที่ค่า m / z 315 และ 313 ใน โหมดไอออนบวกและลบตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมี

- 3.1.1 อะซิโตนไฮดรอล (HPLC grade)
- 3.1.2 เมทานอล (HPLC grade)
- 3.1.3 เอทิลอะซิเตท (Pesticide grade)
- 3.1.4 น้ำ (HPLC grade)
- 3.1.5 แมกนีเซียมซัลเฟต
- 3.1.6 โซเดียมคลอไรด์
- 3.1.7 ไตรโซเดียมซีเตรตดีไฮเดรต
- 3.1.8 ไดโซเดียมไฮโดรเจนซีเตรตเซสควิไฮเดรต
- 3.1.9 ไพรมารีเซคเคินเดอริเอมีนซอร์เบิน (Primary Secondary Amine sorbent, PSA)
- 3.1.10 แกรไฟต์คาร์บอนแบลค (graphite carbon black, GBC)

3.2 ตัวอย่าง

- 3.2.1 ผลิตภัณฑ์ซากัญชาใบล้วน จากจังหวัดชัยนาท
- 3.2.2 ผลิตภัณฑ์ซากัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท
- 3.2.3 ซาลูตอง ตรานกยุง
- 3.2.4 หน่อไม้ฝรั่ง จากแมคโคร

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.3.1 เครื่องปั่นของห้องปฏิบัติการ
- 3.3.2 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น ME-T
- 3.3.3 ออโต้ปิเปตต์ (Autopipette) ยี่ห้อ RAININ
- 3.3.4 เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ยี่ห้อ MPW
- 3.3.5 เครื่องระเหยสารแบบไนโตรเจน ยี่ห้อ Organomation
- 3.3.6 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) ยี่ห้อ Agilent 1220
- 3.3.7 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas Chromatography-Mass Spectrometer, GC-MS/MS) ยี่ห้อ Bruker รุ่น 436 GC
- 3.3.8 เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)
- 3.3.9 หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
- 3.3.10 หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตร
- 3.3.11 เซรามิกโฮโมจีไนเซอร์ (Ceramic homogenizers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.12 หลอดเซนติฟิวก์แก้ว

3.3.13 ซ้อนตักสาร

3.3.14 Syringe Filter 0.45 ไมครอน

3.3.15 ใส่ขวดแก้วใส่สาร (Vial)

3.4 การเตรียมตัวอย่าง

นำผลิตภัณฑ์ซากัญชาจากจังหวัดชัยนาททั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ , ใบชาอู่หลง และหน่อไม้ฝรั่งอย่างละ 100 กรัม มาปั่นด้วยเครื่องปั่นของห้องปฏิบัติการให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการบรรจุใส่ถุงซิปล็อค ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ปั่นได้ พร้อมเขียนชื่อกำกับเอาไว้ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 50 ± 15 %RH



รูปที่ 3.1 ผลิตภัณฑ์ซากัญชาใบล้วน (ก) และ ผลิตภัณฑ์ซากัญชาใบผสม (ข) จากจังหวัดชัยนาท

3.5 วิธีการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ QuEChERS (EN 15662)

การสกัดตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างซากัญชา ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตรไว้ จากนั้นเติมน้ำเกรด HPLC 10 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที พักตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
2. ใส่ Ceramic homogenizers เพื่อช่วยในการเขย่า และเติมสารตามวิธี QuEChERS (EN 15662) โดยมีสารแมกนีเซียมซัลเฟต, โซเดียมคลอไรด์, ไตรโซเดียมซิเตรตดีไฮเดรต และ ไดโซเดียมไฮโดรเจนซิเตรตเซสควิไฮเดรต ในปริมาณ 4 , 1 , 1 และ 0.5 กรัมตามลำดับ และเติมอะซิโตนไตรล 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 1 นาที นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสารตัวอย่างออกจากตัวทำละลาย

3. นำไปทำให้แยกชั้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
4. หลังปั่นเหวี่ยงจะแยกชั้นออกเป็น 3 ชั้น โดยชั้นที่ 1 คือ น้ำ ชั้นที่ 2 คือ กากตัวอย่าง และชั้นที่ 3 คือ อะซิโตนไทรคลอไรด์ที่มีสารสำคัญที่ต้องการอยู่ โดยจะดูสัดส่วนใสส่วนที่ 3 ไปทำการกำจัดสิ่งปนเปื้อน

การกำจัดสิ่งปนเปื้อน ประเภทไขมัน กรดอินทรีย์

5. จากนั้นดูสัดส่วนด้านบนออกมาทั้งหมด ใส่หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มีสารแกรไฟต์คาร์บอนแบล็ค , สารไพโรมารีเซคเคินเดอริเอมีนซอร์เบน และสารแมกนีเซียมซัลเฟต ในปริมาณ 7.5 , 25 และ 150 มิลลิกรัม ตามลำดับ เขย่าด้วยมือ 1 นาที นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที
6. นำไปทำให้แยกชั้นอีกครั้งด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

การนำไปประเหยและปรับปริมาตร

7. จากนั้นดูสัดส่วนด้านบนออกมา 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเซนติฟิวก์แก้ว นำไปประเหยโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบไนโตรเจน
8. นำไปปรับปริมาตรเตรียมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.6 ศึกษาการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

ความเป็นเส้นตรง (linearity) หาได้จากกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวม ซึ่งมี 7 ชนิด คือ CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA และพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม โดยต้องมีค่าความเข้มข้น 3-5 จุด เพื่อหาสมการเส้นตรง โดยจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995 ขึ้นไป จากการสร้างกราฟมาตรฐานและหาสมการเส้นตรง (ภาคผนวก ข รูปที่ ข1)

โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวม ซึ่งมี 7 ชนิด ซึ่งอยู่ใน stock solution ที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้มีความเข้มข้น 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคำนวณจากสมการ (ภาคผนวก ค1) จากนั้นปิเปตต์สารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวม ให้ได้เท่ากับ 50, 100, 500 และ 1000 ไมโครลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดแก้วใสสาร (Vial) ปรับปริมาตรด้วยด้วยเมทานอล ให้ครบ 1000 ไมโครลิตร ทำการเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำการฉีดด้วยเครื่อง HPLC จะปรากฏโครมาโตแกรมออกมา ที่มีค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเพื่อนำไปสร้างกราฟมาตรฐานต่อไป โดยการสร้างกราฟมาตรฐานจะสร้างมาจากความเข้มข้นของสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานกับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมและหาสมการเส้นตรง จะได้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสิ้นใจ (R^2) ออกมา

คำนวณการเตรียมสารละลายมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น โดยสูตร (คำนวณได้จาก ภาคผนวก ค1)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น

V_1 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องปิเปตต์มา

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ

V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

3.7 ศึกษาการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวม (%recovery)

การทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารสำคัญจะเติมสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวมลงไปตัวอย่าง โดยสารละลายมาตรฐานรวมที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเตรียมจาก stock solution ที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคำนวณจากสมการ (ภาคผนวก ค1) จากนั้นทำการชั่งตัวอย่างชาอู่หลง 1 กรัม และทำการปิเปตต์สารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวมลงในตัวอย่างชาอู่หลงที่ไม่มีส่วนผสมของสารสำคัญลงไป 500 ไมโครลิตร จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ QuEChERS (EN 15662) ตั้งข้อที่ 3.5 และฉีดด้วยเครื่อง HPLC วิธีการเช่นเดียวกับข้อที่ 3.6 จะได้ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ จึงนำค่านั้นไปคำนวณหา % Recovery

โดยต้องทำการคำนวณ % Recovery จากสูตร (คำนวณได้จากภาคผนวก ค4)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{ปริมาณทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้} - \text{ปริมาณที่มีอยู่เดิม}}{\text{ปริมาณที่เติมลงไป}} \times 100$$

3.8 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในตัวอย่างโดยใช้เครื่อง HPLC

ทำการสกัดตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข เช่นเดียวกับข้อ 3.5 นำไปปรับปริมาตรโดยการเติมเมทานอลลงไป 2 มิลลิลิตร ทำการกรองแล้วใส่ขวดแก้วใส่สารตัวอย่าง นำไปฉีดวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยมีสภาวะเครื่อง ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

พารามิเตอร์	สถานะ
คอลัมน์ที่ใช้	Poroshell 120 EC-C18, ขนาด 3×150 มิลลิเมตร, ขนาดอนุภาค 2.7 ไมโครเมตร
เฟสเคลื่อนที่	A) 0.1% (v/v) Formic acid aqueous phase B) 0.05% (v/v) Formic acid organic phase
อัตราการไหล	0.8 มิลลิลิตรต่อนาที
ระยะเวลาการฉีด	15 นาที
ระยะเวลาหลังการฉีด	1 นาที
อุณหภูมิคอลัมน์	50 องศาเซลเซียส
ปริมาตรที่ฉีด	5 ไมโครลิตร
อุณหภูมิเครื่องเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิปกติ
เครื่องตรวจวัด	Diode array detector (DAD)
ความยาวคลื่นเครื่องตรวจวัด	230 นาโนเมตร

จากนั้นเครื่อง HPLC จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ จะปรากฏโครมาโตแกรมที่เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (retention time) ต่างๆ และโดยแทนค่าพื้นที่ (Area) ได้โครมาโตแกรมที่ทำการวิเคราะห์ลงในสมการเส้นตรงที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 5, 10 มิลลิกรัมต่อลิตรจากข้อที่ 3.6 คำนวณหาความเข้มข้นของสารสำคัญ (ภาคผนวก ค2) แต่ละชนิด และคำนวณหาร้อยละความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3)

3.9 ศึกษาการเลือกค่าในการรายงานผลของการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

3.9.1 การเลือกค่าในการรายงานผลและเปรียบเทียบสารสำคัญที่วิเคราะห์

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) กำหนดให้มีทั้งหมด 4 ความเข้มข้นคือ ความเข้มข้นที่ 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกราฟมาตรฐานกำหนดให้ค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดคือค่าความเข้มข้นที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีพื้นที่ได้โครมาโตแกรมที่ต่ำที่สุด และกำหนดให้ค่าความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือค่าความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีพื้นที่ได้โครมาโตแกรมที่สูงที่สุด โดยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ของซากักูชาทั้งสองชนิดต้องมีพื้นที่ได้โครมาโตแกรมไม่ต่ำกว่าค่าต่ำสุด และไม่สูงกว่าค่าสูงสุด โดยค่าที่จะรายงานผลได้ดีที่สุดจะต้องอยู่ในช่วงกราฟมาตรฐานที่กำหนด เพราะจะสามารถยอมรับค่าที่อยู่ในช่วงของกราฟมาตรฐานที่กำหนดเท่านั้น ผลการวิเคราะห์จึงจะมีความน่าเชื่อถือได้ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งสองชนิด ปริมาณสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้บางค่าที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้นพบว่าพื้นที่ได้โครมาโตแกรมที่ได้มีค่าความเข้มข้นที่เกินกราฟมาตรฐานที่กำหนด จึงต้องทำการเจือจางความเข้มข้นที่อัตราการเจือจางที่ 2, 5 และ 10 เท่า เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดในการรายงานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณสารสำคัญในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข โดยใช้วิธี T-Test

การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข โดยใช้วิธี T-Test โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 26 มีการตั้งสมมติฐานให้ H_0 : สารแคนนานิบอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน และ H_1 : สารแคนนานิบอยด์ทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกัน โดยมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หากมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ จะยอมรับ H_0 หรือ สมมติฐานหลัก คือกล่าวได้ว่าสารแคนนานิบอยด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหากมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ จะปฏิเสธ H_0 หรือ สมมติฐานหลัก คือกล่าวได้ว่าสารแคนนานิบอยด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.10 ศึกษาการทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟต

ความเป็นเส้นตรง (linearity) หาได้จากกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวมซึ่งจะมีอยู่จำนวน 23 สาร ได้แก่ อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอต, อีพีเอ็น, อีโซออน, เฟอร์นิโทรไทออน, มาลาไทออน, เมทามิโดฟอส, เมทิดาไทออน, เมวินฟอส, โมโนโครโตฟอส, โอเมทโรเอต, พาราธอน เอทิล, พาราธอน เมทิล, โฟซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, ไพร์ฟิโนฟอส, ไพร์ไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอสและพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม โดยต้องมีค่าความเข้มข้น 3-5 จุด เพื่อหาสมการเส้นตรง โดยจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995 ขึ้นไป จากการสร้างกราฟมาตรฐานและหาสมการเส้นตรง (ภาคผนวก ข รูปที่ ข2)

โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานรวมออร์การ์โนฟอสเฟต ซึ่งมี 23 ชนิด ซึ่งอยู่ในขวด stock solution ที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้มีความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคำนวณจากสมการ (ภาคผนวก ค1) โดยทำการเตรียมที่ความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือ 0.5 ก่อน จะปิเปตต์สารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวมเท่ากับ 50 ไมโครลิตร ใส่ในขวดแก้วใส่สาร (Vial) ปรับปริมาตรด้วยด้วยเมทริกซ์ ให้ครบ 1000 ไมโครลิตร ทำการเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตให้ได้ความเข้มข้นที่เหลือคือ 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ ซึ่งทำได้โดยปิเปตต์สารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวมเท่ากับ 10, 20, 100 และ 200 ไมโครลิตร ตามลำดับ ใส่ลงในขวดแก้วใส่สาร (Vial) ปรับปริมาตรด้วยด้วยเมทริกซ์ ให้ครบ 1000 ไมโครลิตร ทำการเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ทำการฉีดด้วยเครื่อง GC-MS/MS สภาวะเดียวกับข้อที่ 3.12 จะปรากฏโครมาโตแกรมออกมา ที่มีค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเพื่อนำไปสร้างกราฟมาตรฐานต่อไป โดยการสร้างกราฟมาตรฐานจะสร้างมาจากความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน กับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม และหาสมการเส้นตรง จะได้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ออกมา คำนวณการเตรียมสารละลายมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น โดยใช้สูตรข้อที่ 3.6 (คำนวณได้จากภาคผนวก ค1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 ศึกษาการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวม (%recovery)

การทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารกำจัดศัตรูพืชจะเติมสารละลายมาตรฐานรวมมาตรฐานรวมออร์การ์โนฟอสเฟตลงไปในตัวอย่างโดยสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเตรียมจาก stock solution ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคำนวณจากสมการ (ภาคผนวก ค1) จากนั้นทำการชั่งตัวอย่างหน่อไม้ฝรั่ง 10 กรัม และทำการบีบอัดสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตลงในตัวอย่างหน่อไม้ฝรั่งที่ไม่มีส่วนผสมของสารที่ต้องการวิเคราะห์ลงไป 100 ไมโครลิตร (คำนวณได้จากภาคผนวก ค1) จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ QuEChERS (EN 15662) ดังข้อที่ 3.5 และฉีดด้วยเครื่อง GC-MS/MS วิธีการเช่นเดียวกับข้อที่ 3.12 จะได้ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ จึงนำค่านั้นไปคำนวณหา % Recovery โดยต้องทำการคำนวณ % Recovery จากสูตรข้อที่ 3.7 (คำนวณได้จากภาคผนวก ค4)

3.12 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตโดยใช้เครื่อง GC-MS/MS

ทำการสกัดตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข เช่นเดียวกับข้อ 3.5 นำมาปรับปริมาตรโดยการเติมเอทิลอะซิเตทลงไป 2 มิลลิลิตร ทำการกรองแล้วใส่ขวดแก้วใสสารตัวอย่าง เพื่อเตรียมสำหรับนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS/MS โดยมีสภาวะเครื่อง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ของเครื่อง GC-MS/MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช

พารามิเตอร์	สภาวะ
คอลัมน์ที่ใช้	ใช้คอลัมน์ Rxi-5sil MS ขนาด 30 × 0.25 มิลลิเมตร, ขนาดอนุภาค 0.25 ไมโครเมตร
ระยะเวลาการฉีด	23.83 นาที
ปริมาตรที่ฉีด	1 ไมโครลิตร
อัตราการไหล	1 มิลลิลิตรต่อนาทีแบบคงที่
อุณหภูมิช่องฉีดสาร	280 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิคอลัมน์	120 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิแหล่งกำเนิดไอออน	270 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิของตู้อบ	70 องศาเซลเซียส โหมด 4 นาที ปรับความเร็ว 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 280 องศาเซลเซียส โหมด 2 นาที, ปรับความเร็ว 30 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 320 องศาเซลเซียส โหมด 2.5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

พารามิเตอร์	สถานะ
เครื่องตรวจวัด	Triple Quadrupole โหมดการทำงานแบบ Multiple Reaction Monitoring
อุณหภูมิเครื่องตรวจวัด	300 องศาเซลเซียส ระบบการฉีดสาร Split อัตราส่วน 1:20
แก๊สตัวพา	ฮีเลียม

จากนั้นเครื่อง GC-MS/MS จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มของออร์แกโนฟอสเฟต จะปรากฏโครมาโตแกรมของสารกำจัดศัตรูพืชที่เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (retention time) ต่างๆ และโดยแทนค่าพื้นที่ (Area) ใต้โครมาโตแกรมที่ทำการวิเคราะห์ลงในสมการเส้นตรงที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจากข้อที่ 3.8 คำนวณหาความเข้มข้นของสารสำคัญ (ภาคผนวก ค2) แต่ละชนิด และคำนวณหาร้อยละความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

ความเป็นเส้นตรง (linearity) หาได้จากกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม โดยต้องมีค่าความเข้มข้น 3-5 จุด เพื่อหาสมการเส้นตรง โดยจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995 ขึ้นไป จากการสร้างกราฟมาตรฐานและหาสมการเส้นตรง (ภาคผนวก ข รูปที่ ข1) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2) ของสารละลายมาตรฐาน CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในช่วงความเข้มข้น 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรกับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2) ในช่วงความเข้มข้น 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารละลายมาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2)
CBDV	0.9995
CBD	0.9992
CBDA	0.9993
CBN	0.9993
THC	0.9997
CBC	0.9995
THCA	0.9993

จากตารางที่ 4.1 สารละลายมาตรฐาน CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในช่วงความเข้มข้น 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2) เท่ากับ 0.9995, 0.9992, 0.9993, 0.9993, 0.9997, 0.9995 และ 0.9993 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสใจ (R^2) ของสารทุกตัวมีค่ามากกว่า 0.995 ขึ้นไปทั้งหมด จึงมีความเป็นเส้นตรง ดังนั้นการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงถึงผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารสำคัญมีความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวม (%recovery)

ในการทดลองนี้จะใช้ชาอู่หลงที่ไม่มีส่วนผสมของสารสำคัญที่วิเคราะห์ในการเป็นแบลนด์ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC แสดงผลโครมาโตแกรมของใบชาอู่หลงที่ไม่พบปริมาณสารสำคัญอยู่แล้ว (ภาคผนวก ก รูปที่ ก5)

เมื่อทำการเติมสารละลายมาตรฐาน CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในแบลนด์ คือชาอู่หลงที่ไม่มีส่วนผสมของสารสำคัญที่ต้องการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในใบชาอู่หลงที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐาน พบว่าแสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญ (ภาคผนวก ก รูปที่ ก6) แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในใบชาอู่หลงที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐาน

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) (Retention Time)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBDV	6.47	5.800	0.444	0.00044
CBD	8.93	4.886	0.466	0.00047
CBDA	9.31	9.841	0.409	0.00041
CBN	9.91	15.499	0.431	0.00043
THC	10.15	4.118	0.488	0.00049
CBC	10.45	12.807	0.431	0.00043
THCA	10.95	8.080	0.382	0.00038

จากตารางที่ 4.2 หลังจากทำการเติมสารละลายมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่างชาอู่หลง มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 6.47, 8.93, 9.31, 9.91, 10.15, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 5.800, 4.886, 9.841, 15.499, 4.118, 2.807 และ 8.080 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.444, 0.466, 0.409, 0.431, 0.488, 0.431 และ 0.382 ตามลำดับ จึงนำค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ไปทำการคำนวณเพื่อหาร้อยละการเก็บเกี่ยว โดยหาได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรการหาร้อยละการเก็บเกี่ยว (ภาคผนวก ค4) พบว่าร้อยละการเก็บเกี่ยวของสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาร้อยละการเก็บเกี่ยว ในแปลงที่เป็นใบชาอยู่ลงไม่มีส่วนผสมของสารที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์รวมที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่วิเคราะห์	ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ \times ค่าการเจือจาง (10) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery)
CBDV	0.444	4.44	88.8
CBD	0.466	4.66	93.2
CBDA	0.409	4.09	93.2
CBN	0.431	4.31	86.2
THC	0.488	4.88	97.2
CBC	0.431	4.31	86.2
THCA	0.382	3.82	76.4

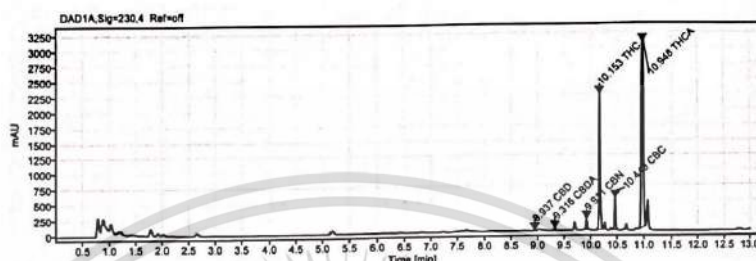
จากตารางที่ 4.3 ทำการเติมสารละลายมาตรฐานลงไปในตัวอย่าง โดยสารละลายมาตรฐานมีระดับความเข้มข้นที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ของสาร CBDV, CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA มีค่าเท่ากับ 0.444, 0.466, 0.409, 0.431, 0.488, 0.431 และ 0.382 ตามลำดับ จึงนำไปคำนวณโดยคูณกับค่าการเจือจางคือ 10 ได้ค่า เท่ากับ 4.44, 4.66, 4.09, 4.31, 4.88, 4.31 และ 3.86 ตามลำดับ นำไปคำนวณโดยใช้สูตรการหาร้อยละการเก็บเกี่ยว (ภาคผนวก ค 4) พบว่าร้อยละการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 88.8, 93.2, 93.2, 86.2, 97.2, 86.2 และ 76.4 ตามลำดับ โดยค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงร้อยละ 80-110 เพื่อเป็นการทดสอบความรบกวนในการสกัด วิธีการสกัด และผู้ทำการทดลอง และร้อยละการเก็บเกี่ยวของสาร THC มีค่าสูงที่สุดคือ 97.2 และร้อยละการเก็บเกี่ยวของสาร THCA มีค่าต่ำที่สุด คือ 76.4 และมีร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารที่ไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมคือ THCA มีค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารเท่ากับ 76.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในตัวอย่างโดยใช้เครื่อง HPLC

4.3.1 ผลผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ก ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง แสดงโครมาโตแกรม แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง

จากรูปที่ 4.1 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจางโดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBD และตามด้วย CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ออกมาตัวสุดท้าย ตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 8.94, 9.32, 9.91, 10.15, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ก2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัว แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) (Retention Time)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBD	8.94	4.668	0.448	0.00045
CBDA	9.32	93.448	4.186	0.00419
CBN	9.91	283.160	10.282	0.01028
THC	10.15	3680.664	419.403	0.41940
CBC	10.45	831.463	28.071	0.02807
THCA	10.95	7902.311	401.120	0.40112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 4.668, 93.448, 283.160, 3680.664, 831.463 และ 7902.311 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.448, 4.186, 10.282, 419.403, 28.071 และ 401.120 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ว่าร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.00045, 0.00419, 0.01028, 0.41940, 0.02807 และ 0.40112 ตามลำดับ

4.3.2 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 2 เท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า

จากรูปที่ 4.2 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่าโดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBD และตามด้วย CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ออกมาตัวสุดท้าย ตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 9.01 , 9.31 , 9.91 , 10.15 , 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 4.5

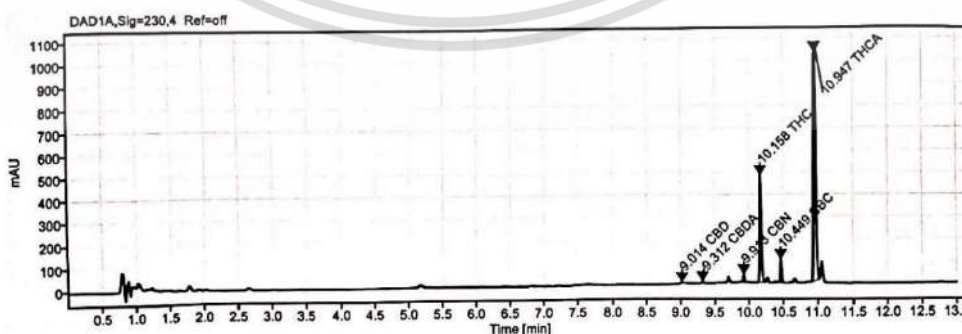
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาทิจ)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBD	9.01	23.601	1.943	0.004
CBDA	9.31	45.807	2.033	0.004
CBN	9.91	139.151	4.982	0.010
THC	10.15	1870.632	213.163	0.426
CBC	10.45	406.108	13.710	0.027
THCA	10.95	4889.227	248.166	0.496

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 23.60, 45.81, 139.15, 1870.63, 406.11 และ 4889.23 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 1.94, 2.03, 4.98, 213.16, 13.71 และ 248.17 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.004, 0.004, 0.010, 0.426, 0.027 และ 0.496 ตามลำดับ

4.3.3 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 5 เท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่าโดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBD และตามด้วย CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ออกมาตัวสุดท้าย ตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 9.01, 9.31, 9.91, 10.16, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 4.6

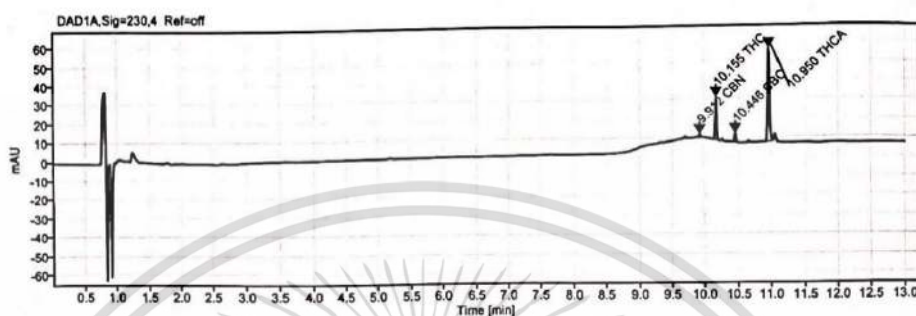
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาทิจ) (Retention Time)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBD	9.01	9.240	0.809	0.004
CBDA	9.31	18.455	0.798	0.004
CBN	9.91	54.992	1.884	0.009
THC	10.16	742.736	84.648	0.423
CBC	10.45	161.504	5.451	0.027
THCA	10.95	2024.994	102.767	0.514

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 9.240, 18.455, 54.992, 742.736, 161.504 และ 2024.994 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.809, 0.798, 1.884, 84.648, 5.451 และ 102.767 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.004, 0.004, 0.009, 0.423, 0.027 และ 0.514 ตามลำดับ

4.3.4 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ก ทำการเจือจางความเข้มข้น 100 เท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

จากรูปที่ 4.4 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่าโดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBN และตามด้วย THC, CBC และ THCA ออกมาตัวสุดท้าย ตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 9.91, 10.16, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัว แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

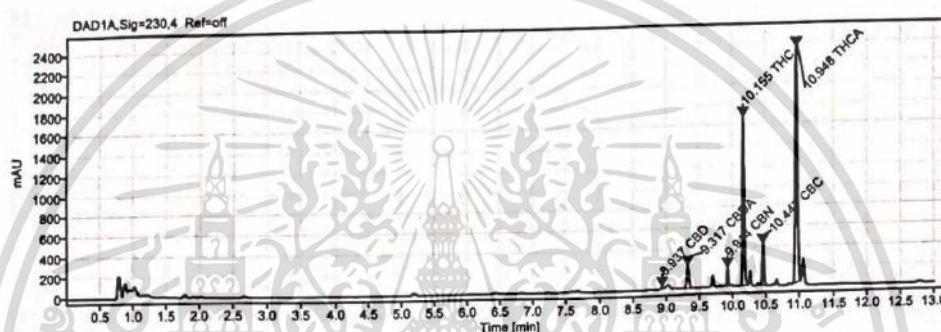
สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) (Retention Time)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBN	9.91	5.002	0.044	0.004
THC	10.16	34.841	3.989	0.399
CBC	10.45	7.443	0.249	0.025
THCA	10.95	96.922	4.892	0.489

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 5.002, 34.841, 7.443 เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 96.922 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.044, 3.989, 0.249 และ 4.892 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ว่าร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.004, 0.399, 0.025 และ 0.489 ตามลำดับ

4.3.5 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้นแสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง

จากรูปที่ 4.5 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ข โดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBD และตามด้วย CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ตัวสุดท้ายตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 8.94, 9.32, 9.91, 10.15, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัว แสดงดังตารางที่ 4.8

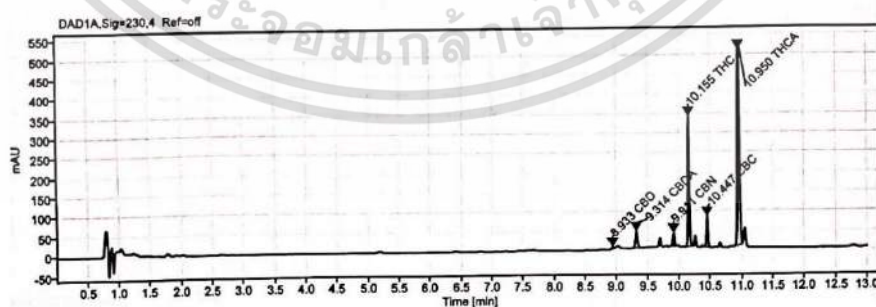
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้เจือจางเจือจาง

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) Retention time	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBD	8.94	55.931	4.495	0.004
CBDA	9.32	518.121	23.372	0.023
CBN	9.91	282.062	10.241	0.010
THC	10.15	2604.372	296.768	0.297
CBC	10.45	654.076	22.082	0.022
THCA	10.95	4809.352	244.111	0.244

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 55.931, 518.121, 282.062, 2604.372, 654.076 และ 4809.352 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 4.495, 23.372, 10.241, 296.768, 22.082 และ 244.111 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.004, 0.023, 0.010, 0.297, 0.022 และ 0.244 ตามลำดับ

4.3.6 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ข ทำการเจือจางความเข้มข้น 5 เท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า โดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBD และตามด้วย CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ตัวสุดท้ายตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 8.93, 9.31, 9.91, 10.15, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

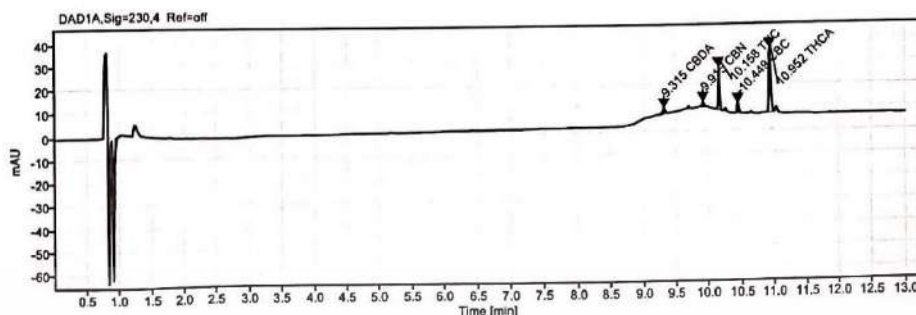
สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) Retention time	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBD	8.93	11.697	1.003	0.005
CBDA	9.31	100.688	4.513	0.023
CBN	9.91	55.518	1.904	0.010
THC	10.15	514.113	58.598	0.293
CBC	10.45	126.689	4.276	0.021
THCA	10.95	990.504	50.253	0.251

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 11.697, 100.688, 55.518, 514.113, 126.689 และ 990.504 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 1.003, 4.513, 1.904, 58.598, 4.276 และ 50.253 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.005, 0.023, 0.010, 0.293, 0.021 และ 0.251 ตามลำดับ

4.3.7 ผลลัพธ์ตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางความเข้มข้น 100 เท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์พบปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า แสดงโครมาโตแกรมดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

จากรูปที่ 4.7 แสดงโครมาโตแกรมของสารสำคัญที่ตรวจพบในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า โดยปรากฏโครมาโตแกรมและปรากฏระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (Retention Time) แตกต่างกัน โดยสารที่ออกมาก่อนคือ CBDA และตามด้วย CBN, THC, CBC และ THCA ตัวสุดท้ายตามลำดับ มีระยะเวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 9.32, 9.92, 10.16, 10.45 และ 10.95 ตามลำดับ จากโครมาโตแกรมที่ปรากฏจะมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวต่อไปได้ (ภาคผนวก ค2) และความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBD, CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

สารที่วิเคราะห์	เวลาที่สารเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (นาที) Retention time (min)	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (Area)	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (%w/w)
CBDA	9.32	5.632	0.218	0.022
CBN	9.92	6.302	0.092	0.009
THC	10.16	28.781	3.298	0.330
CBC	10.45	7.162	0.240	0.024
THCA	10.95	55.950	2.812	0.281

จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร CBDA, CBN, THC, CBC และ THCA ในตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า โดยมีพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมเท่ากับ 5.632, 6.302, 28.781, 7.162 และ 55.950 ตามลำดับ สามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภาคผนวก ค2) ได้ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.218, 0.092, 3.298, 0.240 และ 2.812 ตามลำดับ จากนั้นนำไปคำนวณต่อเพื่อหาร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (ภาคผนวก ค3) จะได้อัตราความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 0.022, 0.009, 0.330, 0.024 และ 0.281 ตามลำดับ

4.4 การรายงานผลของการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) กำหนดให้มีทั้งหมด 4 ความเข้มข้นคือ ความเข้มข้นที่ 0.5, 1, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกำหนดให้ค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดคือค่าความเข้มข้นที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และกำหนดให้ค่าความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือค่าความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จากที่ได้ทำการสกัดตัวอย่างซากัญชาทั้ง 2 ชนิด ค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ซากัญชาที่ไม่ได้ทำการเจือจางมีค่าสูงเกินกว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงต้องการทำการเจือจางความเข้มข้นตัวอย่างเพื่อไม่ให้ค่าที่ได้ไม่เกินกราฟมาตรฐานที่กำหนด จึงทำการเลือกค่าเพื่อนำมารายงานผล (ภาคผนวก ค5 ตารางที่ ค4) จึงแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข

ตัวอย่าง	สารที่วิเคราะห์ (%w/w)					
	CBD	CBDA	CBN	THC	CBC	THCA
ตัวอย่าง ก	0.00045	0.00419	0.010	0.399	0.027	0.489
ตัวอย่าง ข	0.004	0.023	0.010	0.330	0.021	0.281

จากตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เพื่อเลือกค่าในการรายงานผล (ภาคผนวก ค5) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารในตัวอย่าง ก พบว่า สาร CBD ที่ไม่ได้ทำการเจือจางมีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.00045 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ไม่ได้ทำการเจือจางไปรายงานผล สาร CBDA ที่ไม่ได้ทำการเจือจางมีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.00419 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ไม่ได้ทำการเจือจางไปรายงานผล สาร CBN ที่ทำการเจือจาง 5 เท่า มีร้อยละความเข้มข้นเท่ากับ 0.010 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 5 เท่า ไปรายงานผล สาร THC ที่ทำการเจือจาง 100 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.399 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล สาร CBC ที่ทำการเจือจาง 5 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.027 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 5 เท่าไปรายงานผลและ สาร THCA ที่ทำการเจือจาง 100 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.489 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล ส่วนของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารในตัวอย่าง ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า สาร CBD ที่ไม่ได้ทำการเจือจางมีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.004 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ได้ทำการเจือจางไปรายงานผล สาร CBDA ที่ทำการเจือจาง 5 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.023 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 5 เท่าไปรายงานผล สาร CBN ที่ทำการเจือจาง 5 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.010 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 5 เท่า ไปรายงานผล สาร THC ที่ทำการเจือจาง 100 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.330 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล สาร CBC ที่ทำการเจือจาง 5 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.021 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 5 เท่าไปรายงานผล และ สาร THC ที่ทำการเจือจาง 100 เท่า มีร้อยละความเข้มข้น เท่ากับ 0.281 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงกลางกราฟมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงนำค่าร้อยละความเข้มข้นที่ทำการเจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารสำคัญแคนนาบินอยด์ที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข มีปริมาณที่แตกต่างกันโดยทำการเปรียบเทียบทางสถิติ (ภาคผนวก ง) แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญแคนนาบินอยด์ที่ตรวจพบในตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข ในทางสถิติ

ตัวอย่าง	สารที่วิเคราะห์ (%w/w)					
	CBD	CBDA	CBN	THC	CBC	THCA
ตัวอย่าง ก	0.00044±0.00036*	0.00419±0.00015*	0.0103±0.0025	0.390±0.009	0.027±0.0025	0.481±0.012*
ตัวอย่าง ข	0.004±0.001*	0.240±0.0026*	0.0103±0.0015	0.356±0.030	0.024±0.0055	0.280±0.0085*

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มเมื่อทดสอบด้วยสถิติ T-Test ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตั้งสมมติฐานให้ H_0 : สารแคนนาบินอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่าง
 H_1 : สารแคนนาบินอยด์ทั้ง 2 ชนิดแตกต่าง

จากตาราง 4.11 ชากัญชาใบล้วน (ตัวอย่าง ก) พบสาร THCA มากที่สุด คือ ร้อยละ 0.489 โดยน้ำหนัก และชากัญชาใบผสม (ตัวอย่าง ข) พบสาร THC มากที่สุด คือ ร้อยละ 0.330 โดยน้ำหนัก และสาร THC ที่พบในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข มีปริมาณสูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดคือไม่เกิน ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก และผลการเปรียบเทียบร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของชากัญชาทั้ง 2 ชนิด พบว่าตัวอย่าง ก พบสาร THC, CBC และ THCA มากกว่าในตัวอย่าง ข และตัวอย่าง ข พบสาร CBD และ CBDA มากกว่าในตัวอย่าง ก และสาร CBN พบว่าร้อยละความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของชากัญชาทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณที่เท่ากัน จากตัวอย่างทั้ง 2 ชนิดพบว่าค่าสารที่พบสูงที่สุดของทั้ง 2 ตัวอย่าง คือ THCA และ THC เพราะว่าในกัญชาสารที่จะถูกตรวจพบมากจะเป็นสาร THC มากกว่าสารชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวัฒน์ และคณะ (2564) เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์กับปริมาณสารแคนนาบินอยด์ พบว่ามีปริมาณสาร THC และ CBN สูงกว่าพันธุ์อื่น และจากตัวอย่างทั้ง 2 ชนิดพบว่าค่าสารที่พบสูงที่สุดของทั้ง 2 ตัวอย่าง คือ THCA และ THC ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hazekamp *et al.* (2007) ที่กล่าวว่าใบกัญชาสมุนไพรสำหรับชา จะพบว่ามีระดับสารสำคัญ THC สูงกว่าสารสำคัญตัวอื่นๆ แต่ความเข้มข้นที่ทำการวิเคราะห์ได้ไม่สอดคล้องกับ Hazekamp *et al.* (2007) อ้างถึง Giroud *et al.* (2020) ; Zoller *et al.* (2020) ที่กล่าวว่าความเข้มข้นของสาร THC ในผลิตภัณฑ์ชากัญชา มีความเข้มข้นอยู่ที่ 1.0-2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และในการศึกษาของ Chambers and Musah (2023) กล่าวว่าในเครื่องต้มชากัญชา จากการวิเคราะห์ด้วย DART-HRMS โหมดไอออนบวก พบว่าพบปริมาณสาร THC มากที่สุดในทุกระยะซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ที่ตรวจพบปริมาณสารสำคัญในชากัญชาทั้ง 2 ชนิดในจังหวัดชัยนาท ว่าพบปริมาณสาร THC มากที่สุดหรือพบมากกว่าสารตัวอื่นๆ นอกจากนี้รูปแบบกรดของ THC หรือที่เรียกว่า THCA จะมีความโดดเด่นเป็นพิเศษในวัตถุดิบประเภทกัญชา ตลอดการเจริญเติบโตและหลังการเก็บเกี่ยว และสาร CBN พบในปริมาณน้อยในผลิตภัณฑ์ชากัญชาเนื่องจาก จะเกิดจากการสลายตัวเมื่อ THC โดนความร้อน (ประภัสสร, 2559)

จากตาราง 4.12 เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญทางสถิติด้วย T-Test โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 26 โดยจะพิจารณาค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เพื่ออธิบายผลได้ว่าหากมีค่ามากกว่า 0.05 จะยอมรับสมมติฐานหลัก หรือ H_0 หรือกล่าวได้ว่า สารแคนนาบินอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้ามหากมีค่าน้อยกว่า 0.05 จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือ H_0 หรือกล่าวได้ว่า สารแคนนาบินอยด์ทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สาร CBD มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.004 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร CBD แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$), สาร CBDA มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.000 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร CBDA แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$), สาร CBN มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 1.000 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร CBN ไม่แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$), สาร THC มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.144 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร THC ไม่แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$), สาร CBC มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.353 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร CBC ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเอกสารนี้เผยแพร่เอกสารนี้ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารนี้ ผู้จัดทำเอกสารนี้จะไม่รับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) และ สาร THCA มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.000 ดังนั้นตัวอย่าง ก สาร THCA แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญแคนนาบินอยด์ตรวจพบในตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข มีสาร CBD, CBDA และ THCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีสาร CBN, THC, CBC ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาหาสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ชาัญชาทั้ง 2 ชนิด พบว่าสาร THC ในผลิตภัณฑ์ชาัญชาทั้ง 2 ชนิด ถูกตรวจพบในปริมาณที่สูงเกินกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดคือ ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งสาเหตุอาจจะมาจากวัตถุดิบที่เป็นชาัญชาโดยเฉพาะ อาจส่งผลให้สารสกัดที่ได้พบมีปริมาณสาร THC ที่สูง ผลจากการทดสอบถึงสาร THC จะส่งผลดีถ้าใช้ในขนาดที่เหมาะสม จะมีผลในการลดปวด ลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดอาการคลื่นไส้ แต่หากได้รับในขนาดสูงจะทำให้มีอาการเมาเคลิ้ม ใจสั่น หน้ามืด เห็นภาพหลอน รบกวนการรับรู้การตัดสินใจและความจำ นอกจากนี้การใช้สาร THC ขนาดสูงสม่ำเสมอทำให้เกิดภาวะดื้อต่อสาร (tolerance) ทำให้ต้องมีการเพิ่มขนาดเพื่อจะให้ได้ผลเท่าเดิมและเกิดการติดยาได้ (สหภูมิ, ม.ม.ป.) จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ผู้ศึกษาทราบถึงข้อตระหนักในการบริโภคผลิตภัณฑ์ทางัญชา บริโภคได้แต่ไม่ควรมากจนเกินไปซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพทั้งในปัจจุบันและอาจจะส่งผลเสียต่อในอนาคตข้างหน้าอีกด้วย

4.5 ผลทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟต

ความเป็นเส้นตรง (linearity) หาได้จากกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานในช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม พบว่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอต, อีพีเอ็น, อีโซอน, เฟอร์นิโทรโทออน, มาลาโทออน, เมทามิโดฟอส, เมทิดาโทออน, เมวินฟอส, โมโนโครโตฟอส, โอเมโทเอต, พาราไรออน เอทิล, พาราไรออน เมทิล, โพซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, โพรพิโนฟอส, โพรไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส กับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม มีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยต้องมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995 ขึ้นไป โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ได้มาจากการสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข รูปที่ ข2) โดยใช้ค่าความเข้มข้น 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมในการนำมาสร้างกราฟสมการเส้นตรง ดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ในช่วงความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารละลาย มาตรฐาน	ค่า สัมประสิทธิ์ แสดงการ ตัดสินใจ (R^2)	สารละลาย มาตรฐาน	ค่า สัมประสิทธิ์ แสดงการ ตัดสินใจ (R^2)	สารละลาย มาตรฐาน	ค่า สัมประสิทธิ์ แสดงการ ตัดสินใจ (R^2)
อะซินฟอส-เอทิล	0.9972	เฟอร์นิโทรไทออน	0.9981	พาราไรออน เมทิล	0.9993
คลอร์ไพริฟอส	0.9989	มาลาไทออน	0.9982	โพซาโลน	0.9965
ไดอะซินอน	0.9985	เมตามิโดฟอส	0.9983	ไพริมิฟอส- เอทิล	0.9978
ไดคลอร์วอส	0.9996	เมทิดาไทออน	0.9982	ไพริมิฟอส- เมทิล	0.9980
ไดโครโตฟอส	0.9996	เมวินฟอส	0.9996	โพรพีโนฟอส	0.9986
ไดเมโทเอต	0.9989	โมนโครโตฟอส	0.9990	โพรไทโอฟอส	0.9984
อีพีเอ็น	0.9986	โอเมโทเอต	0.9991	ไตรอะโซฟอส	0.9961
อีไรออน	0.9954	พาราไรออน เอทิล	0.9977		

จากตารางที่ 4.13 ในช่วงความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ของสารละลายมาตรฐาน อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอต, อีพีเอ็น, อีไรออน, เฟอร์นิโทรไทออน, มาลาไทออน, เมตามิโดฟอส, เมทิดาไทออน, เมวินฟอส, โมนโครโตฟอส, โอเมโทเอต, พาราไรออน เอทิล, พาราไรออน เมทิล, โพซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, โพรพีโนฟอส, โพรไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9972, 0.9989, 0.9985, 0.9996, 0.9996, 0.9989, 0.9986, 0.9954, 0.9981, 0.9982, 0.9983, 0.9982, 0.9996, 0.9990, 0.9991, 0.9977, 0.9993, 0.9965, 0.9978, 0.9980, 0.9986, 0.9984 และ 0.9961 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ของสารทุกตัวมีค่ามากกว่า 0.995 ขึ้นไปทั้งหมด จึงมีความเป็นเส้นตรง ดังนั้นการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงถึงว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชมีความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวม (%recovery)

เมื่อเติมสารละลายมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์การ์โนฟอสเฟต ที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในแปลงค์โดยในการทดลองนี้ใช้หน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus) ที่ไม่มีส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชที่ต้องการวิเคราะห์ในการเป็นแปลงค์ แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์หาร้อยละการเก็บเกี่ยวในแปลงค์ที่เป็นหน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus) ไม่มีส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานออร์การ์โนฟอสเฟตรวมที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery)	สารที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery)
อะซินฟอส-เอทิล	0.077	77.20	เมวินฟอส	0.081	81.04
คลอร์ไพริฟอส	0.093	93.19	โมนโครโตฟอส	0.090	90.01
ไดอะซินอน	0.101	100.80	โอเมทโรเอท	0.061	60.60
ไดคลอร์วอส	0.043	43.50	พาราไรออน เอทิล	0.087	86.93
ไดโครโตฟอส	0.090	90.06	พาราไรออน เมทิล	0.095	94.99
ไดเมโทเอต	0.101	101.22	โพซาโลน	0.087	87.24
อีพีเอ็น	0.102	102.33	ไพริมิฟอส-เอทิล	0.096	95.59
อีไรออน	0.099	98.60	ไพริมิฟอส-เมทิล	0.095	95.48
เพอร์นิโทรโทออน	0.093	92.85	ไพโรฟีโนฟอส	0.070	69.53
มาลาไทออน	0.072	72.13	ไพโรไทโอฟอส	0.094	93.91
เมทามิโดฟอส	0.078	78.13	ไตรอะโซฟอส	0.080	80.02
เมทิดาโทออน	0.082	82.30			

จากตารางที่ 4.14 ได้ทำการเติมสารละลายมาตรฐานทุกตัวลงไปในตัวอย่างโดยที่สารละลายที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์การ์โนฟอสเฟต ทั้งหมด 23 ตัว คือ อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอต, อีพีเอ็น, อีไรออน, เพอร์นิโทรโทออน, มาลาไทออน, เมทามิโดฟอส, เมทิดาโทออน, เมวินฟอส, โมนโครโตฟอส, โอเมทโรเอท, พาราไรออน เอทิล, พาราไรออน เมทิล, โพซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, ไพโรฟีโนฟอส, ไพโรไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.077, 0.093, 0.101, 0.043, 0.090, 0.101, 0.102, 0.099, 0.093, 0.072, 0.078, 0.082, 0.081, 0.090, 0.061, 0.087, 0.095, 0.087, 0.096, 0.095, 0.070, 0.094 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 0.080 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การคำนวณหาร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery) (ภาคผนวก ค4) พบว่าร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารอยู่ในช่วงร้อยละ 77.20, 93.19, 100.80, 43.50, 90.06, 101.22, 102.33, 98.60, 92.85, 72.13, 78.13, 82.30, 81.04, 90.01, 60.60, 86.93, 94.99, 87.24, 95.59, 95.48, 69.53, 93.91 และ 80.02 ตามลำดับ โดยค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงร้อยละ 80-110 เพื่อเป็นการทดสอบความรบกวนในการสกัด วิธีการสกัด และผู้ทำการทดลอง และร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารอีพีเอ็น มีค่าสูงที่สุดคือ 102.33 และร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารได-คลอร์วอส มีค่าต่ำที่สุด คือ 43.50 และมีร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารที่ไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมคือ ไดคลอร์วอส, โอเมทโทเอท, โพรโทโอฟอส, มาลาไทออน, อะซินฟอส-เอทิล และ เมทามิโดฟอส ตามลำดับ มีค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารเท่ากับ 43.50, 60.60, 69.53, 72.13, 77.20 และ 78.13 ตามลำดับ

4.7 ผลวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์การ์โนฟอสเฟตโดยใช้เครื่อง GC-MS/MS

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์การ์โนฟอสเฟตด้วยเทคนิค GC-MS/MS จำนวน 23 ชนิด อะซินฟอส-เอทิล, คลอร์ไพริฟอส, ไดอะซินอน, ไดคลอร์วอส, ไดโครโตฟอส, ไดเมโทเอท, อีพีเอ็น, อีไรออน, เฟอร์นิโทรไทออน, มาลาไทออน, เมทามิโดฟอส, เมทิดาไทออน, เมวินฟอส, โมโนโครโตฟอส, โอเมทโทเอท, พาราไรออน เอทิล, พาราไรออน เมทิล, โฟซาโลน, ไพริมิฟอส-เอทิล, ไพริมิฟอส-เมทิล, โพรพิโนฟอส, โพรโทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส ในตัวอย่างซากุษา จำนวน 2 ตัวอย่าง แสดงผลดังตารางที่ 4.15 และ 4.16


ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอตที่ตกค้างในตัวอย่าง ก

230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Sample Screening and Quantitation			
การวิเคราะห์ : Cannabis Tea_11_1_1433			
วันที่วิเคราะห์	2023-04-18 10:32	ประเภทตัวอย่าง	ตัวอย่าง
วิธีการ	OP 23 Compounds method (9)	วันที่สอบเทียบ	
ข้อมูลเครื่อง	HPZ4Z6G4	งานทดสอบ	
เครื่องมือ	EVOQ	เครื่องมือ SN	
การเก็บข้อมูล	D:\Data\TQ\230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea\Cannabis Tea_10_1_1433.d		
- ไม่พบผลการวิเคราะห์ -			
			
Bruker	April 19,2023	5/9	

จากตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอตที่ตกค้างในตัวอย่าง ก ให้ผลว่าไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่าง ก (เอกสารฉบับจริงดังภาคผนวก ก รูปที่ ก20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การโนฟอสฟอตที่ตกค้างในตัวอย่าง ข

230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Sample Screening and Quantitation			
การวิเคราะห์ : Cannabis Mix Tea_11_1_1434			
วันที่วิเคราะห์	2023-04-18 10:32	ประเภทตัวอย่าง	ตัวอย่าง
วิธีการ	OP 23 Compounds method (9)	วันที่สอบเทียบ	
ข้อมูลเครื่อง	HPZ4Z6G4	การทดสอบ	
เครื่องมือ	EVOQ	เครื่องมือ SN	
การเก็บข้อมูล	D:\Data\TQ\230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea\Cannabis Tea_10_1_1434.d		
- ไม่พบผลการวิเคราะห์ -			
			
Bruker		April 19,2023	
6/9			

จากตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การโนฟอสฟอตที่ตกค้างในตัวอย่าง ข ให้ผลว่าไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่าง ข (เอกสารฉบับจริงตั้งภาคผนวก ก รูปที่ ก21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.15 และตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตที่ตกค้าง พบว่าในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข ไม่พบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตทั้ง 23 ชนิด ที่ทำให้โครมาโตแกรมตรงกันหรือใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐาน (ภาคผนวก ก รูปที่ 20-21) ซึ่งถือได้ว่าตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข ไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่เป็นอันตรายต่อร่างกายผู้บริโภค หรืออาจมีปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก จึงส่งผลให้ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตมีปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างไม่เกินที่กฎหมายกำหนดตั้ง (ภาคผนวก ฉ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทดสอบความเป็นตรงของวิธีวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าการหาปริมาณหาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข จากจังหวัดชัยนาท มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ของสารทุกตัวมีค่ามากกว่า 0.995 ขึ้นไปทั้งหมด จึงมีความเป็นเส้นตรง ดังนั้นการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงถึงผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูง

ในการทดสอบการร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข จากจังหวัดชัยนาท ร้อยละการเก็บเกี่ยวของสารพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้คือ ร้อยละ 80-110 แต่จะมีสารบางชนิดที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ซากัญชาใบล้วน (ตัวอย่าง ก) พบสาร THCA มากที่สุด คือ ร้อยละ 0.489 โดยน้ำหนัก และซากัญชาใบผสม (ตัวอย่าง ข) พบสาร THC มากที่สุด คือ ร้อยละ 0.330 โดยน้ำหนัก และสาร THC ที่พบในตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข จากจังหวัดชัยนาท มีปริมาณสูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดคือไม่เกิน ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก

ในการวิเคราะห์ปริมาณสำคัญในตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด จากจังหวัดชัยนาท เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ในตัวอย่าง ก สาร CBD, CBDA และ THCA แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยที่ ในตัวอย่าง ก สาร CBN, THC และ CBC ไม่แตกต่างกับตัวอย่าง ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) และพบว่าสาร THC มีปริมาณสูงกว่าร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ในซากัญชาใบล้วน และซากัญชาใบผสม จากจังหวัดชัยนาท ไม่พบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 23 ชนิดหรืออาจมีปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชอยู่ในปริมาณที่น้อยมากจึงตรวจไม่พบ จึงถือว่าไม่เกินมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่กฎหมายกำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาในการเลือกผลิตภัณฑ์ซากัญชาเพิ่มมากขึ้น ควรมีมากกว่า 2 ชนิด

5.2.2 ศึกษาขั้นตอนการสกัดตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ผลการสกัดที่ได้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

5.2.3 ในการศึกษาครั้งนี้ร้อยละการเก็บเกี่ยวที่วิเคราะห์ได้ในบางค่า มีค่ายังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ผู้ที่จะทำการศึกษาต่อควรจะต้องระมัดระวังและรอบคอบในทุกขั้นตอนของการสกัด

5.2.4 ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์ซากัญชาควรบริโภคแต่น้อยและออกกำลังกายเพื่อสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ

5.2.5 ในการวิเคราะห์ควรที่จะมีการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มอื่นๆ เพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2561 .กรมวิทย์ฯ เผยผลการตรวจวิเคราะห์
**กัญชาของกลาง ด้านองค์การเภสัชกรรม ยันสารสกัดต้นแบบกัญชาทางการแพทย์ต้องมี
 คุณภาพมาตรฐานและปลอดภัย.**แหล่งที่มา:
<https://www3.dmsc.moph.go.th/post-view/450>, 2 พฤษภาคม 2566
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข . 2563. **ตำรับมาตรฐานยาสมุนไพรไทย ฉบับ
 ค.ศ.2020.** แหล่งที่มา: <https://bdn.go.th/thp/home> , 4 มิถุนายน 2566
- กระทรวงสาธารณสุข. 2566. **กัญชาทางการแพทย์.** แหล่งที่มา:<https://www.medcannabis.go.th>,
 22 เมษายน 2566
- ดร.ชญ.ประภัสสร ทิพย์รัตน์. 2559. **พืชกัญชา ความรู้ทั่วไปและการตรวจสอบสำคัญ.**แหล่งที่มา:
[https://www.oncb.go.th/ncsmi/cannabis4/พืชกัญชาความรู้ทั่วไปและการตรวจสอบ
 สำคัญ](https://www.oncb.go.th/ncsmi/cannabis4/พืชกัญชาความรู้ทั่วไปและการตรวจสอบสำคัญ), 22 เมษายน 2566
- ธนวัฒน์ ทองจีน, สรเพชร มาสุด, พีรธรรม เทียมเทียบรัตน์, สายัณห์ เรืองเขตร, ศักดิ์วิชัย ออนทอง,
 พิเชฐ บัญญัติ, ศิริวรรณ ชัยสมบูรณ์พันธ์ และ อัครชัย ชวยพรหม. 2564. การพัฒนาวิธี
 วิเคราะห์ปริมาณแคนนาบินอยด์ในใบกัญชาด้วยวิธี Ultra High PerformanceLiquid
 Chromatography. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์,
 63(3),505-523
- นิรมล จิตต์สมหมาย, รติมาศ บุญล้อม และ วิชนิ์ สอนสา. 2565. **แก๊สโครมาโทกราฟีและตรวจ
 วิเคราะห์คุณภาพกัญชาและผลิตภัณฑ์กัญชาทางการแพทย์.**แหล่งที่มา:
[https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/gas-
 chromatography-gc-2](https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/gas-chromatography-gc-2), 28 เมษายน 2566
- นพดล หงส์สุวรรณ, รัตนา อินทเกตุ, อาทิตยา โคตรสมบัติ, และ บุชราภรณ์ ทับสีแก้ว. 2565.
 ภูมิปัญญาการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อบ่งชี้เพศของต้น
 กัญชาในพื้นที่เขตจังหวัดสกลนคร.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดร ,
 10(1).27-44
- ผศ. นพ.สพ.ภูมิ ศรีสุมะ. ม.ป.ป. **สังคมไทยทางไปของกัญชา** แหล่งที่มา:
[https://www.rama.mahidol.ac.th/atrama/sites/default/files/public/pdf/column
 /AtRama34_c02.pdf](https://www.rama.mahidol.ac.th/atrama/sites/default/files/public/pdf/column/AtRama34_c02.pdf), 22 เมษายน 2566
- พงศกร โพธิ์ถาวร. ม.ป.ป. **การเลือกใช้ชนิด GC-MS ที่เหมาะกับงาน** .แหล่งที่มา:
[https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/gc-
 ms?showall=1](https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/gc-ms?showall=1), 22 มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พรราว ศุภจริยาวัตร, สุจริต อุ่นกาศ, วิจิตรา สุดห้วง, ปัญญา ศิรินันทชนานนท์, เสกรชตกร บัวเบา, ศรายุทธ รัตตพงษ์, พิเชฐ บัญญัติ, ศิริวรรณ ชัยสมบุญพันธ์ และ พรชัย สินเจริญโกไคย. 2564. การศึกษาฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากช่อดอกกัญชาพันธุ์ไทย. **กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**, 63(3). 490-504
- ภญ.ดร. สุภาภรณ์ ปิติพร. 2566. **กัญชาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์**.แหล่งที่มา: https://dmsic.moph.go.th/dmsic/admin/files/userfiles/files/D2S1_Supaporn1.pdf ,10 เมษายน 2566
- รติมาศ บุญล้อม. ม.ป.ป. **การประยุกต์ใช้งาน GC-Orbitrap MS**.แหล่งที่มา: <https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/gc-orbitrap-ms>
- วิชาดา จงมีวาสนา. 2564. การพัฒนาตัวอย่างทดสอบความชำนาญการวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักในพืชกัญชา. **สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**,63(3) : 541-555
- สำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติดภาคเหนือ. 2544. **กัญชา-กัญชง**.แหล่งที่มา: <https://www.oncb.go.th/ncsmi/hemp7/กัญชา-กัญชง.pdf> , 15 เมษายน 2566
- สุธาสิณี อึ้งสูงเนิน. 2558. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. **มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**,9(1).50-63
- เสาวภาคย์ เปียชิน. 2553. **ความหลากหลายของ aminoacid และ lipid ที่เป็นองค์ประกอบของลายนิ้วมือแฝง**.สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Amendola, G., B. Bocca, V. Picardo, P. Pelosi, B. Battistini, F. Ruggieri, D.A. Barbini, D. De Vita, V.N. Madia, A. Messore, R.D. Santo and R. Costi. 2021. Toxicological aspects of cannabinoid, pesticide and metal levels detected in light *Cannabis* inflorescences grown in Italy. **Food and Chemical Toxicology** 156 : 112447
- Anonymous. 2023. **Cannabidiolic acid**. Available Source: https://en.wikipedia.org/wiki/Cannabidiolic_acid , 1 May 2023
- Andre, C.M. 2016. Cannabis sativa: The Plant of the Thousand and One Molecules. **Frontiers in Plant Science**.
- Chambers and Musah . 2023. DART-HRMS triage approach part 2 – Application to the detection of cannabinoids and terpenes in recreational Cannabis products. **Forensic Chemistry**. 33 (2023) 100469

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Christodoulou, M.C., A. Christou, I.J. Stavrou and C.P. K-Christodoulou. 2022. Evaluation of different extraction procedures for the quantification of seven cannabinoids in cannabis-based edibles by the use of LC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis** 115 (2023) 104915
- Churiwan C. 2022. **ชาัญชาที่มีประโยชน์อย่างไร ดื่มแบบไหนถึงปลอดภัยต่อร่างกาย. แหล่งที่มา:** <https://promotions.co.th/บทความ/what-are-the-benefits-of-cannabis-tea-what-is-the-safest-way-to-drink.html> , 1 May 2023
- Ciolino, L.A., T.L. Ranieri and A.M. Taylor. 2018. Commercial cannabis consumer products part 1: GC-MS qualitative analysis of cannabis cannabinoids. **Forensic Science International** 289 (2018) 429-437
- Crescolab. 2023. **Cannabinoid CBDV**. Available Source: <https://www.crescolabs.com/cannabinoids/cbdv/> , 1 May 2023
- Hall, D.R. , J.S Sinclair, D.J. Bhuyan, C. Khoo, C.G. Li, J. Sarris and M. Low. 2022. Quality control of cannabis inflorescence and oil products: Response factors for the cost-efficient determination of ten cannabinoids by HPLC. **Talanta Open** 5 (2022) 100112
- Havelka, J. 2019. **What is CBDA (cannabidiolic acid) & what are the benefits of this cannabinoid?**. Available Source: <https://www.leafly.com/news/cbd/what-is-cbda-cannabidiolic-acid-marijuana-cannabinoid> , 1 May 2023
- Hazekamp, A. 2007. Cannabis tea revisited : A Systematic evaluation of the cannabinoid composition of cannabis tea. **Journal of Ethnopharmacology**. 13 (85-95)
- Maayah, Z.H., S. Takahara , M. Ferdaoussi and J.R.B Dyck. 2022. The molecular mechanisms that underpin the biological benefits of full-spectrum cannabis extract in the treatment of neuropathic pain and inflammation. **BBA - Molecular Basis of Disease**, 1866 (2020) 165771
- Madej, K. 2011. HPLC-DAD Analysis of Hemp Oil Supplements for Determination of Four Cannabinoids: Cannabidiol, Cannabidiolic Acid, Cannabinol and Delta 9-Tetrahydrocannabinol. **Separations**, 8 : 27
- Martin, J., 2019. **ข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับัญชาทางการแพทย์. แหล่งที่มา:** https://mdresearch.kku.ac.th/files/cannabis/MedicinalCannabisBook_v4.pdf , 5 May 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Russo, E.B. 2017. The Usual Suspects and a Few Promising Leads Cannabis Pharmacology. *Advances in Pharmacology* 80: 67-134
- Schilling, S., R. Melzer and P.F. McCabe. 2020. Cannabis sativa. *Current Biology*
- Silva, L. 2023. **What Is CBN? Benefits, Risks And Where To Buy**. Available Source: <https://www.forbes.com/health/body/what-is-cbn/> , 1 May 2023
- Tankiewicz, C. 2022. Improvement of the QuEChERS method coupled with GC-MS/MS for the determination of pesticide residues in fresh fruit and vegetables. *Microchemical Journal*, 181 (2022) 107794
- Turnoff. 2022. **ประโยชน์ของชาัญญา ดีอย่างไรให้ดีต่อสุขภาพ**. แหล่งที่มา: <https://aliviaround.com/lifestyle/ประโยชน์ของชาัญญา-ดีม/> , 1 May 2023
- Williams, A. 2022. **What is THCA and what are the benefits of this cannabinoid?** . Available Source <https://www.leafly.com/news/cannabis-101/what-is-thca-and-what-are-the-benefits-of-this-cannabinoid> ; 1 May 2023
- Zoller, O. 2000. High-performance liquid chromatographic determination of Δ^9 -tetrahydrocannabinol and the corresponding acid in hemp containing foods with special regard to the fluorescence properties of Δ^9 -tetrahydrocannabinol. *Journal of chromatography A* 872 (101-110)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

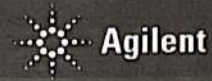
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



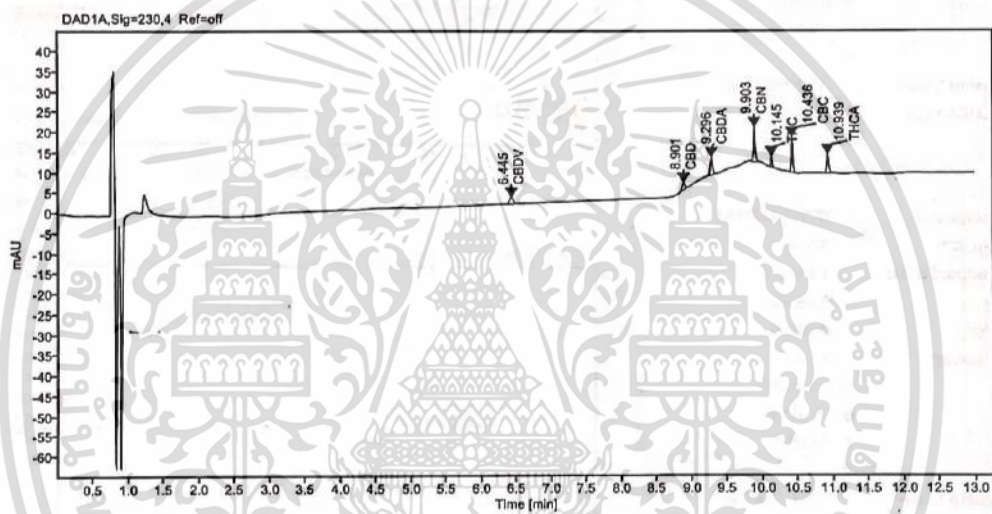
ภาคผนวก ก
ข้อมูลดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calibration Report



Sample name: Mix STD 0.5 ppm
Data file: 02Mix STD 0.5 ppm2023-03-28 10-42-46+07-00.dx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Instrument: HPLC 1220 DAD
Injection date: 2023-03-28 10:44:08+07:00
Inj. volume: 5.000 µL
Location: 2
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Type: Calibration
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Calib Level: 1
Sample amount: 0.00
Manually modified: None



Name	RT (min)	Area	RF	Callb Amount [ppm]	Amount(ppm)	Concentration (%)
CBDV	6.445	6.144	13.041	0.500	0.471	
CBD	8.901	4.958	10.522	0.500	0.471	
CBDA	9.296	10.778	23.905	0.500	0.451	
CBN	9.903	16.303	35.414	0.500	0.460	
THC	10.145	4.019	8.427	0.500	0.477	
CBC	10.436	14.135	29.733	0.500	0.475	
THCA	10.939	9.718	20.897	0.500	0.465	
Sum		66.0555			3.271	

Calibration Curves:

รูปที่ ก1 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

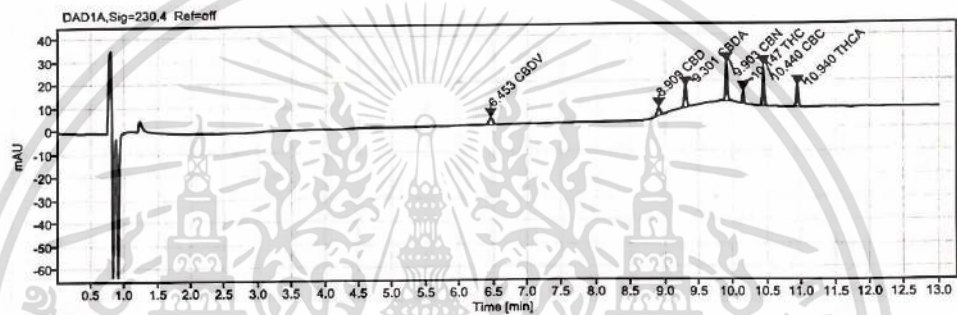
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Mix STD 1.0 ppm
Data file: 03Mix STD 1.0 ppm2023-03-28 11-00-12+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx

Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 11:01:32+07:00
Location: 3
Type: Calibration
Calib Level: 2
Sample amount: 0.00



Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBDV	6.45	12.760	12.090	0.946		
CBD	8.91	11.581	10.782	0.931		
CBDA	9.30	22.971	21.917	0.954		
CBN	9.90	31.171	29.569	0.949		
THC	10.15	8.603	8.272	0.962		
CBC	10.44	29.675	28.150	0.949		
THCA	10.94	20.293	19.049	0.939		
			Sum	6.629		

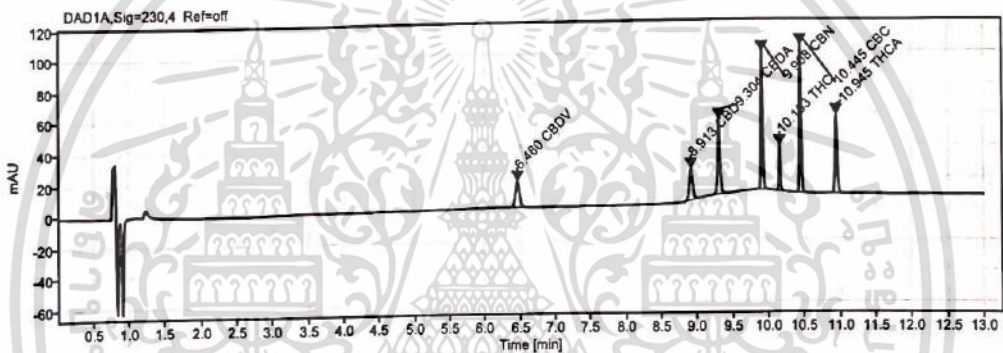
รูปที่ ก2 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Mix STD 5.0 ppm
Data file: 04Mix STD 5.0 ppm2023-03-28 11-17-35+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 11:18:54+07:00
Location: 4
Type: Calibration
Calib Level: 3
Sample amount: 0.00



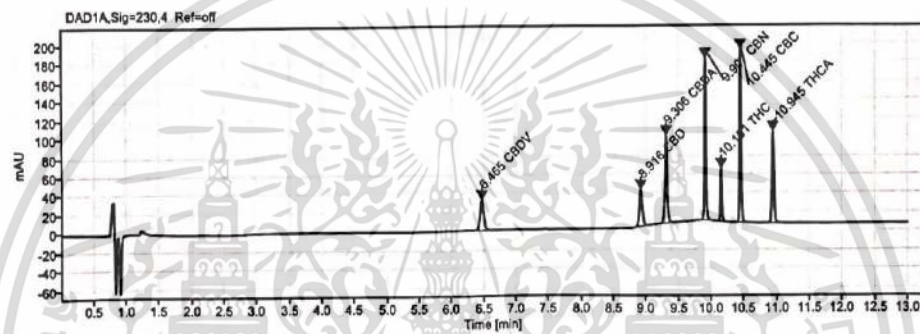
Signal:	DAD1A,Sig=230,4 Ref=off					
Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBDV	6.46	12.569	64.756	5.152		
CBD	8.91	12.473	64.594	5.179		
CBDA	9.30	22.288	115.364	5.176		
CBN	9.91	27.905	144.210	5.168		
THC	10.15	8.744	44.707	5.113		
CBC	10.44	29.628	152.266	5.139		
THCA	10.94	19.807	102.535	5.177		
			Sum	36.104		

รูปที่ ก3 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report

Sample name: Mix STD 10.0 ppm
Data file: 05Mix STD 10.0 ppm2023-03-28 11-35-00+07-00.dx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Instrument: HPLC 1220 DAD
Injection date: 2023-03-28 11:36:18+07:00
Inj. volume: 5.000 µL
Location: 5
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Type: Calibration
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Calib Level: 4
Sample amount: 0.00



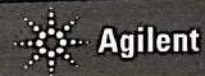
Signal: DAD1A,Sig=230,4 Ref=off

Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBDV	6.47	12.546	124.593	9.931		
CBD	8.92	12.566	124.642	9.919		
CBDA	9.31	22.214	220.346	9.919		
CBN	9.91	27.553	273.418	9.923		
THC	10.15	8.760	87.145	9.949		
CBC	10.45	29.623	294.358	9.937		
THCA	10.94	19.755	195.963	9.919		
			Sum	69.497		

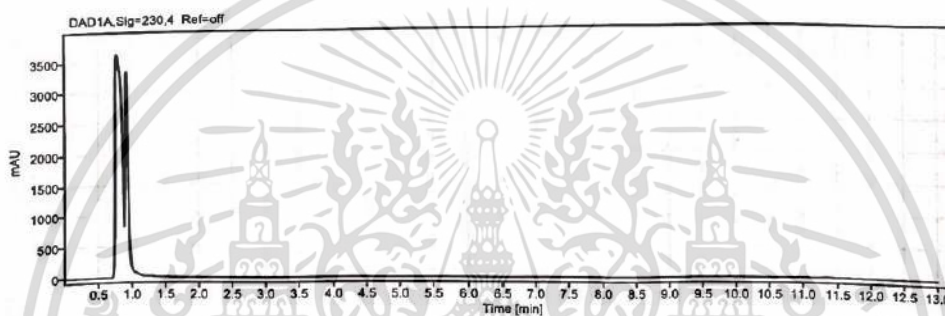
รูปที่ ก4 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



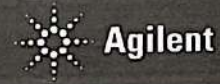
Sample name:	Tea-Q	Operator:	SYSTEM (SYSTEM)
Data file:	07Tea-Q2023-03-28 12-09-44+07-00.dx	Injection date:	2023-03-28 12:11:02+07:00
Instrument:	HPLC 1220 DAD	Location:	41
Inj. volume:	5.000 µL	Type:	Sample
Acq. method:	Cannabinoid group_Flow08.amx	Calib Level:	
Processing method:	*Cannabinoid 7 Compound.pmx	Sample amount:	0.00



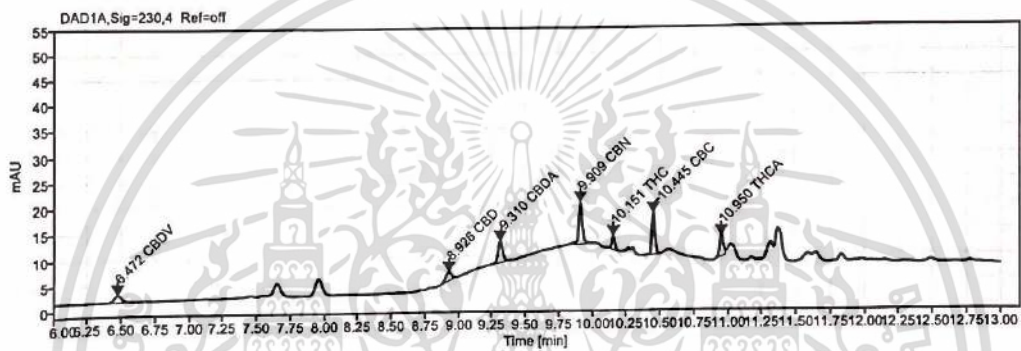
รูปที่ ก5 โครมาโตแกรมของใบชาอยู่ลองที่ไม่พบสารสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea-Sp-Q
Data file: 08Tea-Sp-Q2023-03-28 12-27-04+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 12:28:24+07:00
Location: 42
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00

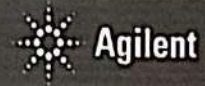


Signal:	DAD1A,Sig=230,4 Ref=off					
Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBDV	6.47	13.073	5.800	0.444	0.00044	
CBD	8.93	10.495	4.886	0.466	0.00047	
CBDA	9.31	24.089	9.841	0.409	0.00041	
CBN	9.91	35.980	15.499	0.431	0.00043	
THC	10.15	8.435	4.118	0.488	0.00049	
CBC	10.45	29.745	12.807	0.431	0.00043	
THCA	10.95	21.158	8.080	0.382	0.00038	
			Sum	3.049		

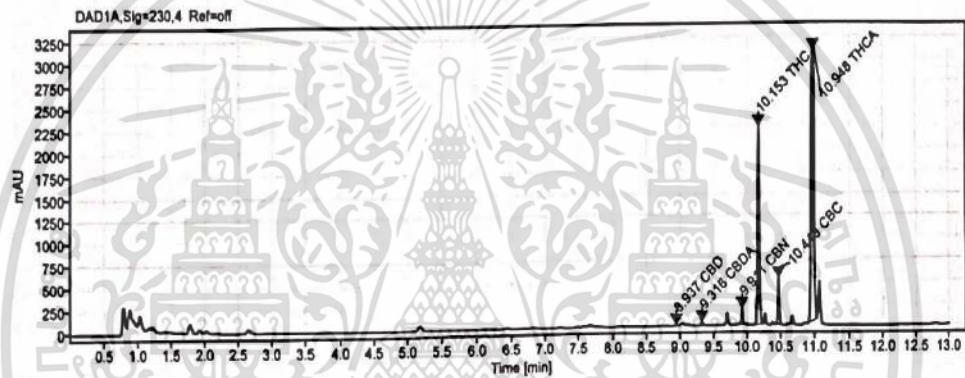
รูปที่ 66 โครมาโตแกรมของใบชาอยู่ลองที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea-Q
Data file: 17Tea-Q2023-03-28 15-03-37+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 15:04:57+07:00
Location: 48
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Signal:	DAD1A,Sig=230,4 Ref=off					
Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBD	8.94	10.412	4.668	0.448	0.00045	
CBDA	9.32	22.325	93.448	4.186	0.00419	
CBN	9.91	27.540	283.160	10.282	0.01028	
THC	10.15	8.776	3680.664	419.403	0.41940	
CBC	10.45	29.620	831.463	28.071	0.02807	
THCA	10.95	19.701	7902.311	401.120	0.40112	
			Sum	863.510		

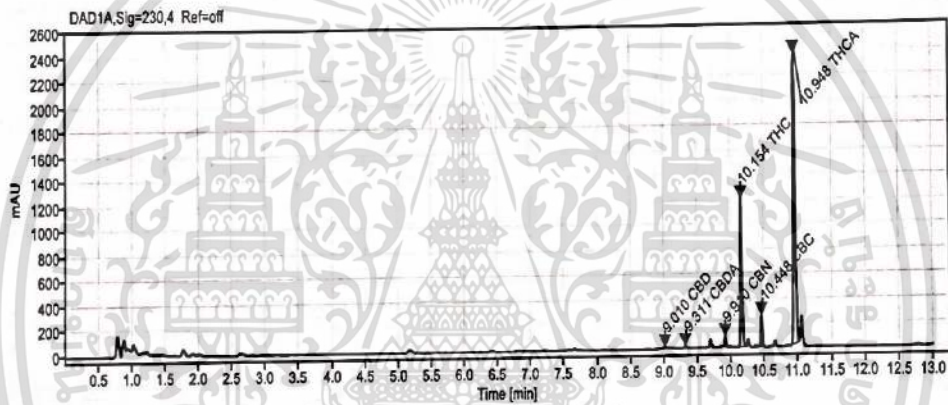
รูปที่ ก7 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea-Q Di2
Data file: 12Tea-Q Di22023-03-28 13-36-41+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 13:37:59+07:00
Location: 45
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Signal: DAD1A,Sig=230,4 Ref=off

Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBD	9.01	12.147	23.601	1.943	0.004	
CBDA	9.31	22.527	45.807	2.033	0.004	
CBN	9.91	27.933	139.151	4.982	0.010	
THC	10.15	8.776	1870.632	213.163	0.426	
CBC	10.45	29.622	406.108	13.710	0.027	
THCA	10.95	19.701	4889.227	248.166	0.496	
			Sum	483.997		

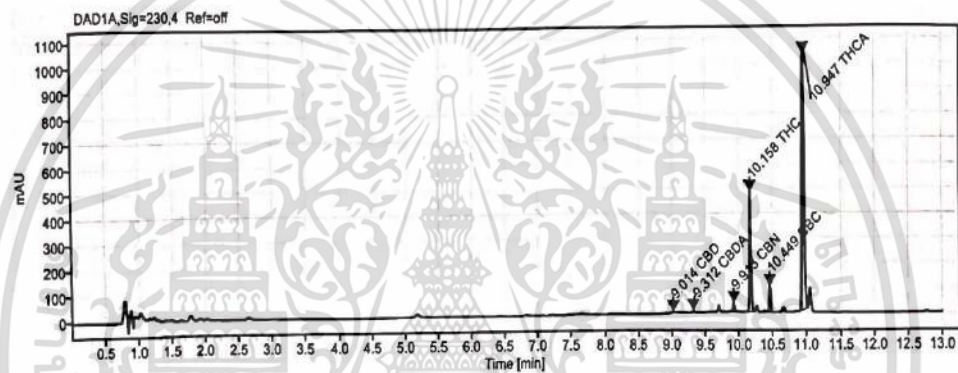
รูปที่ ก8 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 2 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea-Q Di5
Data file: 11Tea-Q Di52023-03-28 13-19-17+07-00.dx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Instrument: HPLC 1220 DAD
Injection date: 2023-03-28 13:20:36+07:00
Inj. volume: 5.000 µL
Location: 44
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Type: Sample
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBD	9.01	11.418	9.240	0.809	0.004	
CBDA	9.31	23.135	18.455	0.798	0.004	
CBN	9.91	29.185	54.992	1.884	0.009	
THC	10.16	8.774	742.736	84.648	0.423	
CBC	10.45	29.628	161.504	5.451	0.027	
THCA	10.95	19.705	2024.994	102.767	0.514	
			Sum	196.358		

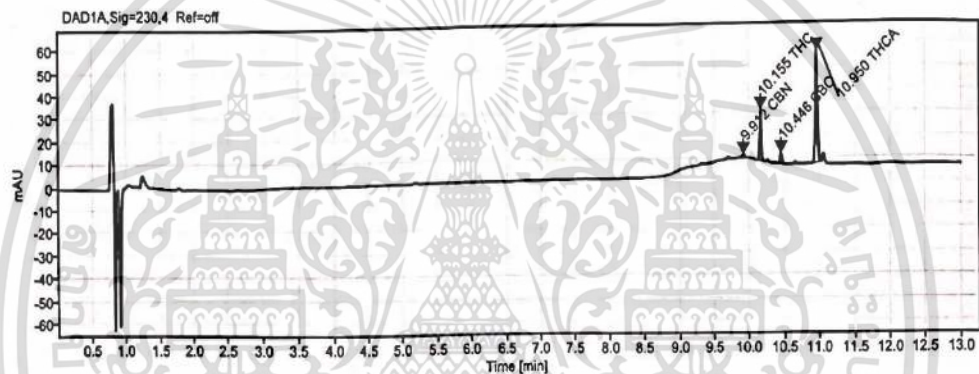
รูปที่ ก9 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea-Q Di100
Data file: 10Tea-Q Di1002023-03-28 13-01-53+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 13:03:14+07:00
Location: 43
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



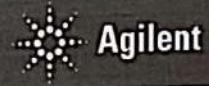
Signal: DAD1A,Sig=230,4 Ref=off

Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBN	9.91	112.590	5.002	0.044	0.004	
THC	10.16	8.735	34.841	3.989	0.399	
CBC	10.45	29.838	7.443	0.249	0.025	
THCA	10.95	19.813	96.922	4.892	0.489	
			Sum	9.175		

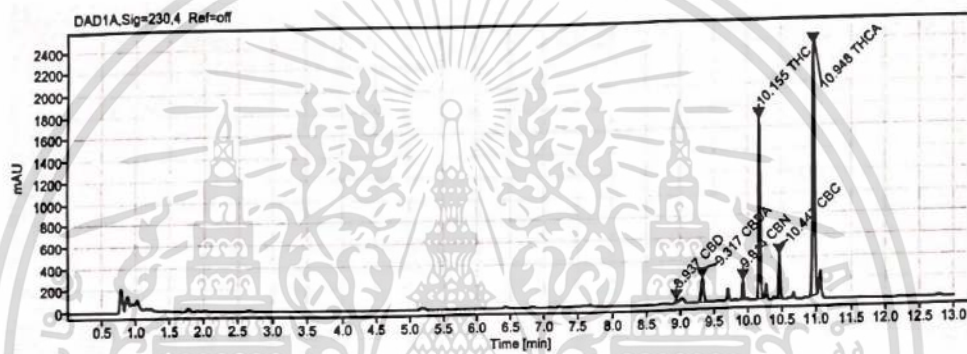
รูปที่ ก10 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea Mix-Q
Data file: 18Tea Mix-Q2023-03-28 15-21-01+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 15:22:20+07:00
Location: 49
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Signal: DAD1A,Sig=230,4 Ref=off

Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBD	8.94	12.443	55.931	4.495	0.004	
CBDA	9.32	22.168	518.121	23.372	0.023	
CBN	9.91	27.542	282.062	10.241	0.010	
THC	10.15	8.776	2604.372	296.768	0.297	
CBC	10.45	29.620	654.076	22.082	0.022	
THCA	10.95	19.702	4809.352	244.111	0.244	
			Sum	601.069		

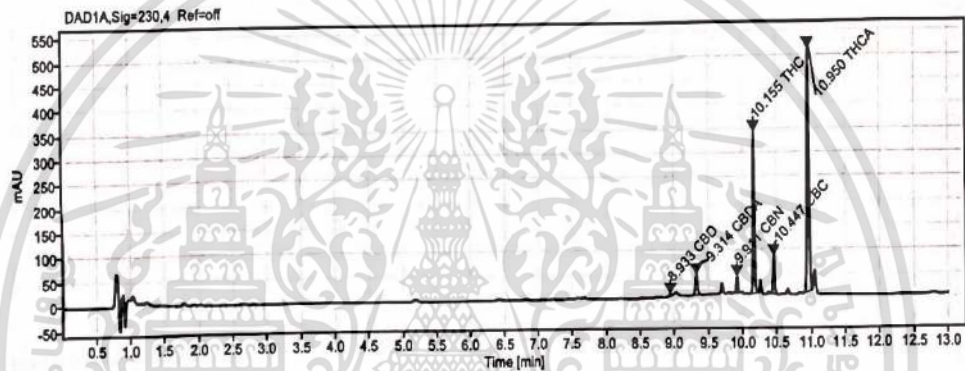
รูปที่ ก11 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่ไม่ได้ทำการเจือจางความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea Mix-Q Di5
Data file: 15Tea Mix-Q Di52023-03-28 14-28-49+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 14:30:08+07:00
Location: 47
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Signal: DAD1A,Sig=230,4 Ref=off

Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBD	8.93	11.660	11.697	1.003	0.005	
CBDA	9.31	22.311	100.688	4.513	0.023	
CBN	9.91	29.164	55.518	1.904	0.010	
THC	10.15	8.774	514.113	58.598	0.293	
CBC	10.45	29.630	126.689	4.276	0.021	
THCA	10.95	19.710	990.504	50.253	0.251	
			Sum	120.547		

รูปที่ ก12 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Injection Report



Sample name: Tea Mix-Q DI100
Data file: 14Tea Mix-Q Di1002023-03-28 14-11-27+07-00.dx
Instrument: HPLC 1220 DAD
Inj. volume: 5.000 µL
Acq. method: Cannabinoid group_Flow08.amx
Processing method: *Cannabinoid 7 Compound.pmx
Operator: SYSTEM (SYSTEM)
Injection date: 2023-03-28 14:12:46+07:00
Location: 46
Type: Sample
Calib Level:
Sample amount: 1000.00



Signal:	DAD1A,Sig=230,4 Ref=off					
Name	RT [min]	RF	Area	Amount [ppm]	Concentration [%]	Group
CBDA	9.32	25.791	5.632	0.218	0.022	
CBN	9.92	68.299	6.302	0.092	0.009	
THC	10.16	8.726	28.781	3.298	0.330	
CBC	10.45	29.846	7.162	0.240	0.024	
THCA	10.95	19.897	55.950	2.812	0.281	
			Sum	6.661		

รูปที่ ก13 โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRUKER

230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Operator: Station Name: HPZ4Z6G4
Instrument Name: EVOQ Instrument SN:
TASQ Method: OP 23 compounds method (9)

Ethyl acetate_1_1_1420 SAMPLE found: 0
- No Analytes detected -

Ethyl acetate_1_1_1421 SAMPLE found: 0
- No Analytes detected -

Mix OP 0.005 ppm Matrix_2_1_1422 CALIBRANT found: 23

Analyte Name	RT (min)	Area	Height	Quantity (unit)	Accuracy (%)
Azinphos-ethyl	19.29	8420	2931	0.015 ppm	291.67
Chlorpyrifos	15.22	9104	3990	0.011 ppm	219.59
Diazinon	13.88	8197	3585	0.013 ppm	254.67
Diclorvos	9.13	9337	3308	0.010 ppm	190.41
Dicrotofos	12.93	2788	1225	0.008 ppm	169.95
Dimethoate	13.45	3573	1483	0.011 ppm	213.07
EPN	18.21	6607	2711	0.012 ppm	231.20
Ethion	17.08	10105	4319	0.017 ppm	345.12
Fenitrothion	15.00	2264	952	0.018 ppm	356.40
Malathion	15.09	14325	6110	0.013 ppm	257.82
Methamidophos	8.92	8707	2826	0.013 ppm	263.61
Methidathion	16.09	20067	8502	0.013 ppm	251.00
Mevinphos	10.93	10362	4161	0.009 ppm	173.24
Monoerotophos	13.04	2759	953	0.011 ppm	215.35
Omethoate	12.37	3056	1210	0.010 ppm	208.88
Parathion Ethyl	15.32	3618	1552	0.014 ppm	270.08
Parathion Methyl	14.67	4716	2010	0.010 ppm	199.46
Phosalone	18.70	2858	1184	0.016 ppm	325.31
Pirimiphos Ethyl	15.47	2915	1276	0.014 ppm	275.65
Pirimiphos Methyl	14.95	8810	3828	0.013 ppm	264.54
Profenofos	16.50	3157	1356	0.011 ppm	227.09
Prothiofos	16.46	11758	5072	0.012 ppm	242.69
Triazofos	17.26	5828	2414	0.017 ppm	330.36

Bruker April 19, 2023 1 / 8

รูปที่ ก14 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
ความเข้มข้น 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Acadista Name	# (min)	Area	Height	Quantity (unit)	Accuracy (%)
Azinphos-ethyl	19.29	18916	6980	0.018 ppm	181.79
Chlorpyrifos	15.22	23541	10280	0.015 ppm	152.04
Diazinon	13.88	19658	8580	0.017 ppm	168.07
Diclorvos	9.13	22271	8057	0.014 ppm	141.13
Dicrotofos	12.93	7566	3194	0.013 ppm	127.49
Dimethoate	13.45	9593	3900	0.015 ppm	152.43
EPN	18.21	15305	6268	0.016 ppm	159.12
Ethion	17.07	26695	11432	0.021 ppm	206.16
Fenitrothion	15.00	4629	1977	0.021 ppm	209.69
Malathion	15.09	35873	15403	0.017 ppm	165.53
Methamidophos	8.91	10259	3064	0.014 ppm	144.13
Methidathion	16.08	49395	21109	0.017 ppm	165.09
Mevinphos	10.93	25445	10058	0.013 ppm	130.51
Monocrotophos	13.04	7552	2778	0.015 ppm	150.55
Omethoate	12.37	5731	2286	0.015 ppm	151.41
Parathion Ethyl	15.31	8735	3866	0.017 ppm	174.55
Parathion Methyl	14.67	10629	4564	0.014 ppm	143.02
Phosalone	18.70	7503	3081	0.020 ppm	196.60
Pirimiphos Ethyl	15.47	7102	3070	0.017 ppm	172.20
Pirimiphos Methyl	14.94	20696	8956	0.017 ppm	169.65
Profenofos	16.50	9638	4096	0.016 ppm	159.40
Prothiofos	16.45	29422	12728	0.016 ppm	162.85
Triazofos	17.26	13859	5747	0.020 ppm	197.45

รูปที่ ก15 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Mix OP 0.05 ppm Matrix_4_1_1424	CALIBRANT		found: 23		
Analyte Name	RT [min]	Area	Height	Quantity [unit]	Accuracy [%]
Azinphos-ethyl	19.29	100769	37702	0.046 ppm	92.44
Chlorpyrifos	15.22	133468	58430	0.047 ppm	94.74
Diazinon	13.88	106772	46657	0.048 ppm	95.54
Diclorvos	9.13	123190	43664	0.050 ppm	99.90
Diclorofos	12.92	48255	19876	0.049 ppm	97.92
Dimethoate	13.45	52199	21284	0.048 ppm	95.45
EPN	18.21	78819	32316	0.048 ppm	95.38
Ethion	17.08	144595	62712	0.044 ppm	88.99
Fenitrothion	15.00	26101	11304	0.050 ppm	99.12
Malathion	15.09	211902	91598	0.046 ppm	92.94
Methamidophos	8.94	53448	14053	0.049 ppm	97.39
Methidathion	16.08	275035	117133	0.047 ppm	93.94
Mevinphos	10.93	148618	57738	0.049 ppm	97.79
Monocrotophos	13.04	43442	16600	0.047 ppm	94.31
Omethoate	12.37	23987	9642	0.047 ppm	94.40
Parathion Ethyl	15.32	46758	20645	0.047 ppm	93.62
Parathion Methyl	14.67	56035	24673	0.048 ppm	95.10
Phosalene	18.70	43734	17611	0.046 ppm	92.28
Pirimiphos Ethyl	15.47	41921	18231	0.046 ppm	91.61
Pirimiphos Methyl	14.95	113397	49406	0.046 ppm	92.23
Profenofos	16.50	54314	22976	0.048 ppm	95.10
Prothiofos	16.46	159782	69287	0.047 ppm	93.83
Triazofos	17.26	75817	31451	0.045 ppm	89.29

Bruker

April 19, 2023

3 / 8

รูปที่ ก16 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Analyte Name	RT (min)	Area	Height	Quantity (ppm)	Area (ppm)
Azinphos-ethyl	19.29	206302	78161	0.082 ppm	82.37
Chlorpyrifos	15.22	276345	120920	0.089 ppm	89.18
Diazinon	13.88	220521	96252	0.088 ppm	88.20
Diclorvos	9.13	245886	86819	0.094 ppm	93.52
Dicrotofos	12.92	98281	40823	0.093 ppm	93.48
Dimethoate	13.45	106519	43560	0.089 ppm	89.14
EPN	18.21	157853	64608	0.087 ppm	87.24
Ethion	17.08	310146	134720	0.078 ppm	78.02
Fenitrothion	15.00	54268	23234	0.087 ppm	87.06
Malathion	15.09	445549	192057	0.086 ppm	86.18
Methamidophos	8.93	100378	29935	0.086 ppm	85.94
Methidathion	16.08	564882	240762	0.086 ppm	86.09
Mevinphos	10.92	300113	115357	0.093 ppm	92.98
Monocrotophos	13.03	91194	35563	0.090 ppm	89.87
Omethoate	12.36	48427	19431	0.090 ppm	90.12
Parathion Ethyl	15.32	94843	41921	0.084 ppm	83.93
Parathion Methyl	14.66	115838	50578	0.091 ppm	91.33
Phosalone	18.70	91639	36991	0.081 ppm	81.15
Pirimiphos Ethyl	15.47	89671	38872	0.085 ppm	85.01
Pirimiphos Methyl	14.94	239155	104829	0.086 ppm	85.66
Profenofos	16.50	110943	46813	0.088 ppm	87.62
Prothiofos	16.46	330111	142225	0.087 ppm	86.94
Triazofos	17.26	163382	67587	0.080 ppm	79.83

Bruker

April 19, 2023

4 / 8

รูปที่ ก17 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Analysis Name	RT [min]	Area	Height	Quantity [ppm]	Accuracy [%]
Azinphos-ethyl	19.29	1436026	553547	0.504 ppm	100.73
Chlorpyrifos	15.22	1687980	740972	0.502 ppm	100.45
Diazinon	13.88	1385805	608987	0.502 ppm	100.48
Diclorvos	9.13	1393894	495080	0.501 ppm	100.24
Dicretofos	12.92	556585	231669	0.501 ppm	100.26
Dimethoate	13.45	648353	265000	0.502 ppm	100.45
EPN	18.21	987994	403652	0.503 ppm	100.52
Ethion	17.08	2416468	1054596	0.505 ppm	100.92
Fenitrothion	15.00	366222	157885	0.502 ppm	100.48
Malathion	15.09	2897575	1250854	0.503 ppm	100.58
Methamidophos	8.91	625531	181525	0.503 ppm	100.55
Methidathion	16.08	3652402	1567946	0.503 ppm	100.58
Mevinphos	10.92	1703741	647019	0.501 ppm	100.28
Monocrotophos	13.03	552130	218095	0.502 ppm	100.43
Omethoate	12.36	283040	114585	0.502 ppm	100.42
Parathion Ethyl	15.32	638041	283425	0.503 ppm	100.66
Parathion Methyl	14.67	676503	295183	0.502 ppm	100.37
Phosalone	18.70	670028	269119	0.504 ppm	100.77
Pirimiphos Ethyl	15.47	599047	261815	0.503 ppm	100.64
Pirimiphos Methyl	14.94	1566479	689655	0.503 ppm	100.61
Profenofos	16.50	697380	295960	0.503 ppm	100.51
Prothiofos	16.45	2099592	913183	0.503 ppm	100.54
Triazofos	17.26	1219514	509508	0.504 ppm	100.85

Ethyl acetate_1_1_1428

SAMPLE

found: 0

- No Analytes detected -

Ethyl acetate_1_1_1429

SAMPLE

found: 0

- No Analytes detected -

Cannabis Tea_10_1_1433

SAMPLE

found: 0

- No Analytes detected -

Cannabis Mix Tea_11_1_1434

SAMPLE

found: 0

- No Analytes detected -

รูปที่ ก18 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Quantitation

Asparagus-Sp_12_1_1435	QUALITYCONTROL			found: 23	
Analyte Name	Height	Area	Height	Quantity (ppm)	Mass (ng)
Azinphos-ethyl	19.29	191202	73031	0.077 ppm	77.20
Chlorpyrifos	15.22	290028	126599	0.093 ppm	93.19
Diazinon	13.88	255969	111575	0.101 ppm	100.80
Diclorvos	9.13	105018	37927	0.043 ppm	43.50
Dicrotofos	12.93	94443	38272	0.090 ppm	90.06
Dimethoate	13.45	122367	49633	0.101 ppm	101.22
EPN	18.21	188009	73841	0.102 ppm	102.33
Ethion	17.08	411735	178061	0.099 ppm	98.60
Fenitrothion	15.00	58615	25257	0.093 ppm	92.85
Malathion	15.09	362912	156184	0.072 ppm	72.13
Methamidophos	8.94	90530	24011	0.078 ppm	78.13
Methidathion	16.08	536772	230187	0.082 ppm	82.30
Mevinphos	10.93	259090	103140	0.081 ppm	81.04
Monoerotofos	13.04	91353	31712	0.090 ppm	90.01
Omethoate	12.37	31616	11693	0.061 ppm	60.60
Parathion Ethyl	15.32	98728	43673	0.087 ppm	86.93
Parathion Methyl	14.67	120827	52407	0.095 ppm	94.99
Phosalone	18.70	99971	40508	0.087 ppm	87.24
Pirimiphos Ethyl	15.47	102558	44695	0.096 ppm	95.59
Pirimiphos Methyl	14.95	270384	117323	0.095 ppm	95.48
Profenofos	16.50	85383	36103	0.070 ppm	69.53
Prothiafos	16.46	359761	155485	0.094 ppm	93.91
Triazofos	17.26	163833	66674	0.080 ppm	80.02

Bruker

April 19, 2023

6 / 8

รูปที่ ก19 ผลทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในหน่อไม้ฝรั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Screening and Quantitation



Analysis: Cannabis Tea_10_1_1433

Creation Date	2023-04-18 10:32	Sample Type	Sample
Method	OP 23 compounds method (9)	Mass Calib. Date	
Station Name	HPZ4Z6G4	Operator	
Instrument	EVOQ	Instrument SN	
Data Path	D:\Data\TQ\230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea\Cannabis Tea_10_1_1433.d		

- No Analytes detected -



Bruker

April 19, 2023

5 / 9

รูปที่ ก20 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea – Samples Screening and Quantitation

Analysis: Cannabis Mix Tea_11_1_1434

Creation Date	2023-04-18 10:32	Sample Type	Sample
Method	OP 23 compounds method (9)	Mass Calib. Date	
Station Name	HPZ4Z6G4	Operator	
Instrument	EVOQ	Instrument SN	
Data Path	D:\Data\TQ\230418_Mix Op 6 in matrix Project Tea\Cannabis Mix Tea_11_1_1434.d		

- No Analytes detected -



Bruker

April 19, 2023

6 / 9

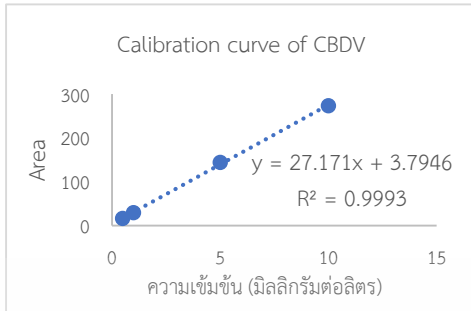
รูปที่ ก21 ผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตที่ตกค้างในตัวอย่าง ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

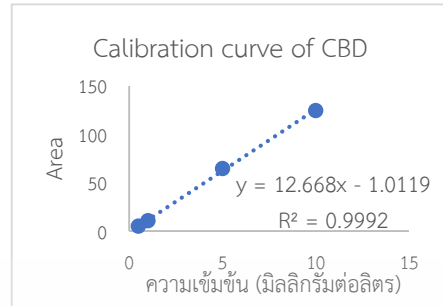


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

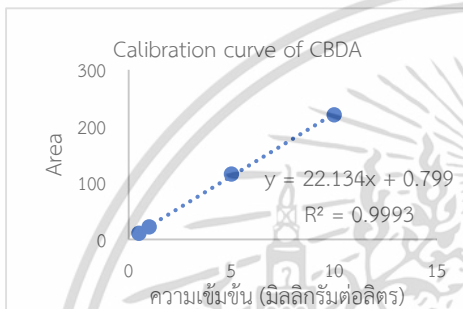
ข1 การสร้างกราฟมาตรฐานสารสำคัญในกัญชาทั้ง 7 ชนิด



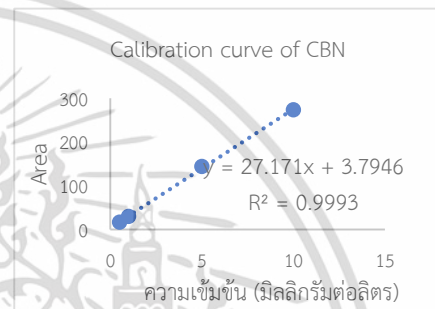
(ก)



(ข)



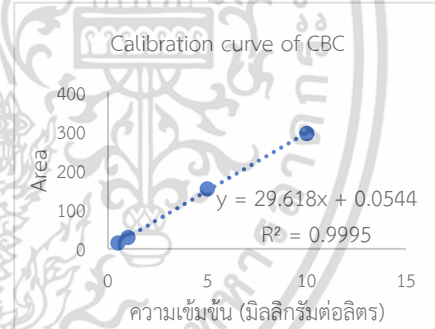
(ค)



(ง)

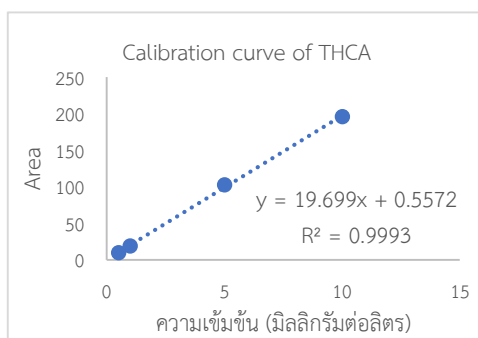


(จ)



(ฉ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



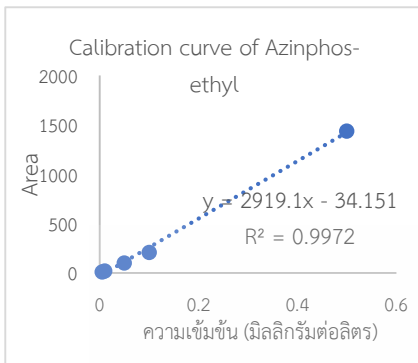
(ช)

รูปที่ ข1 กราฟมาตรฐานสารสำคัญในกัญชาทั้ง 7 ชนิด

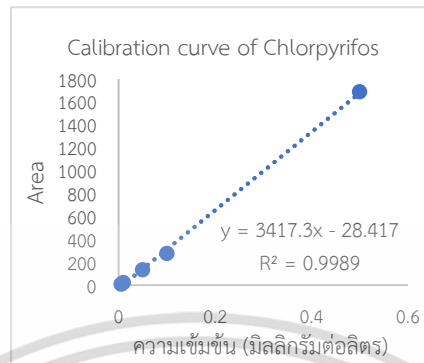
(ก) กราฟของสารละลายมาตรฐาน CBDV (ข) กราฟของสารละลายมาตรฐาน CBD (ค) กราฟของสารละลายมาตรฐาน CBDA (ง) กราฟของสารละลายมาตรฐาน CBN (จ) กราฟของสารละลายมาตรฐาน THC (ฉ) กราฟของสารละลายมาตรฐาน CBC และ (ช) กราฟของสารละลายมาตรฐาน THCA ในช่วงความเข้มข้น 0.5 , 1 , 5 , 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

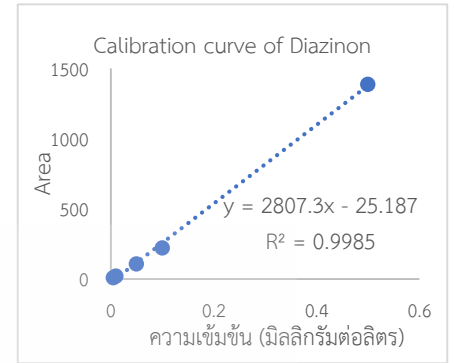
ข2 การสร้างกราฟมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 23 ชนิด



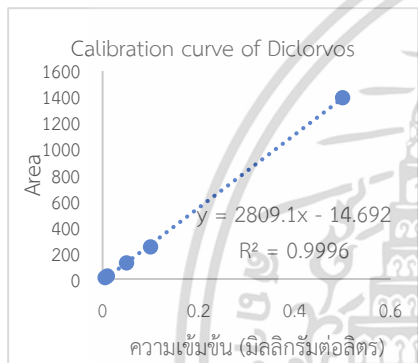
(ก)



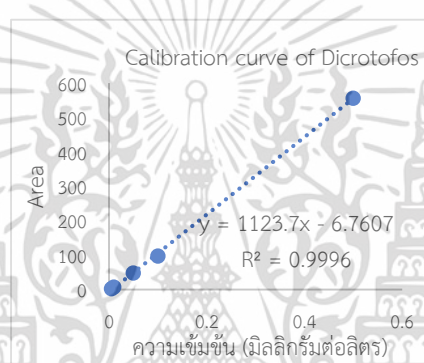
(ข)



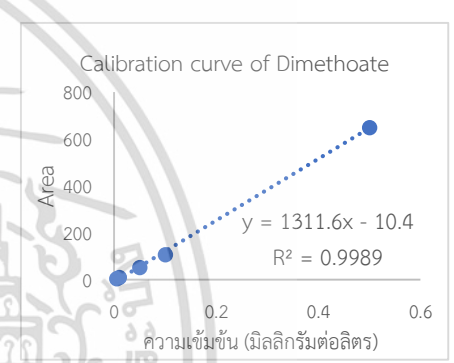
(ค)



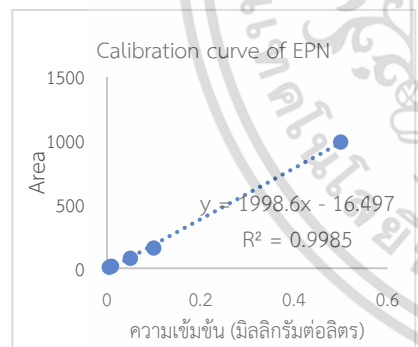
(ง)



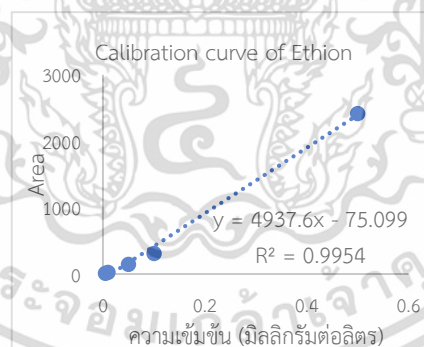
(จ)



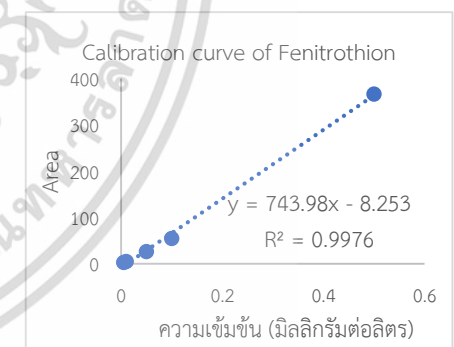
(ฉ)



(ช)

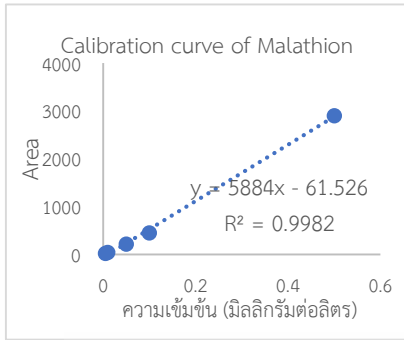


(ซ)

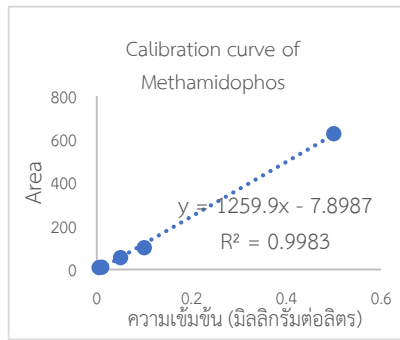


(ฌ)

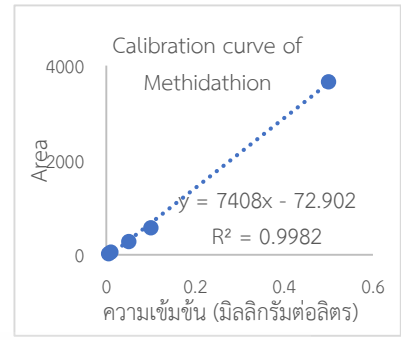
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



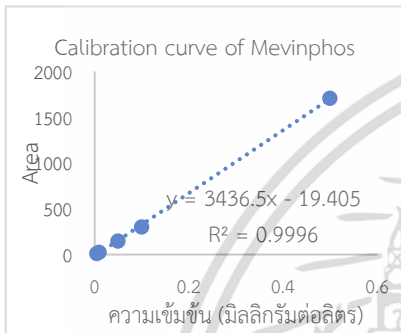
(ญ)



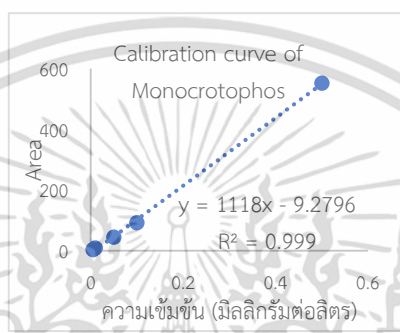
(ฎ)



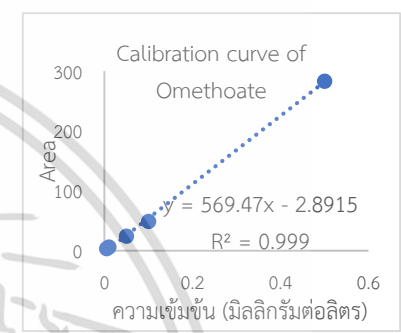
(ฏ)



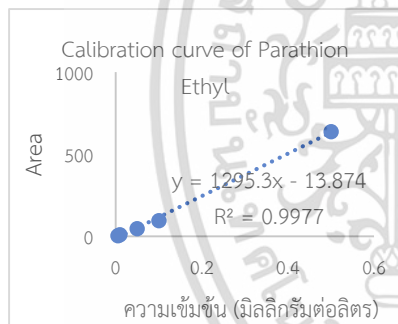
(ฐ)



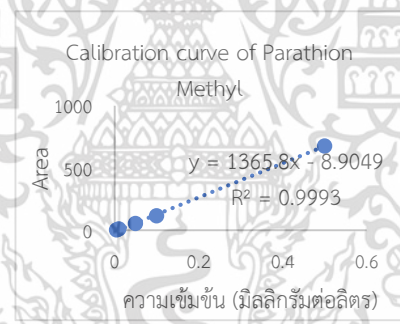
(ฑ)



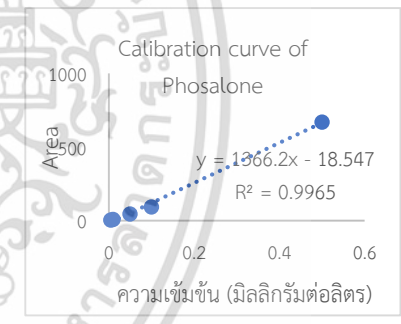
(ฒ)



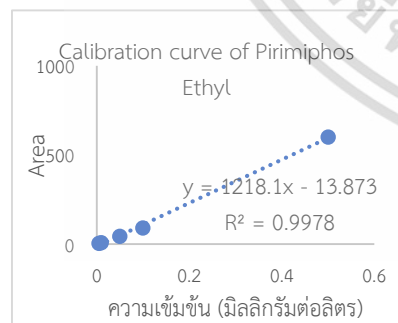
(ณ)



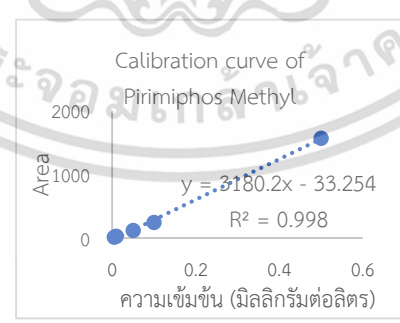
(ด)



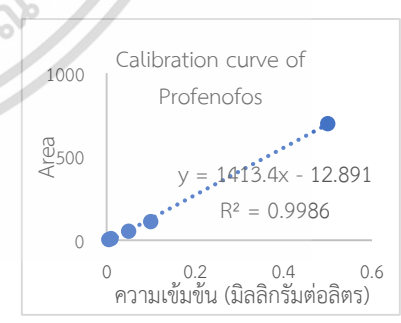
(ต)



(ถ)

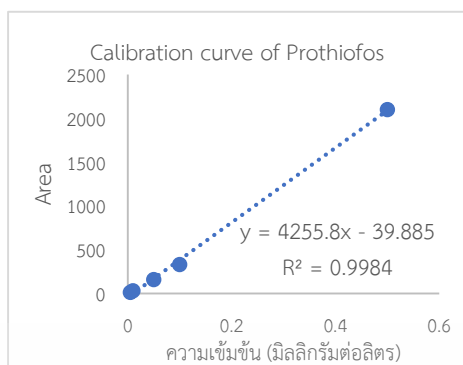


(ท)

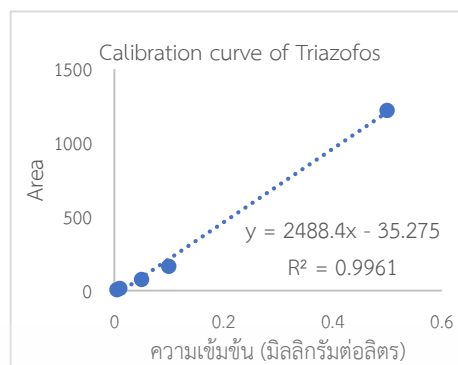


(ธ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(น)



(บ)

รูปที่ ข2 กราฟมาตรฐานในสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 23 ชนิด

(ก) กราฟของสารละลายมาตรฐานอะซินฟอส-เอทิล (ข) กราฟของสารละลายมาตรฐานคลอร์ไพริฟอส (ค) กราฟของสารละลายมาตรฐานไดอะซินอน (ง) กราฟของสารละลายมาตรฐานไดคลอร์วอส (จ) กราฟของสารละลายมาตรฐานไดโครโตฟอส (ฉ) กราฟของสารละลายมาตรฐานไดเมโทเอต (ช) กราฟของสารละลายมาตรฐานอีพีเอ็น (ซ) กราฟของสารละลายมาตรฐานอีไซออน (ฌ) กราฟของสารละลายมาตรฐานเฟอร์นิโทรไทออน (ญ) กราฟของสารละลายมาตรฐานมาลาไทออน (ฎ) กราฟของสารละลายมาตรฐานเมทามิโดฟอส (ฏ) กราฟของสารละลายมาตรฐานเมทิดาไทออน (ฐ) กราฟของสารละลายมาตรฐานเมวินฟอส (ฑ) กราฟของสารละลายมาตรฐานโมโนโครโตฟอส (ฒ) กราฟของสารละลายมาตรฐานโอเมโทเอท (ณ) กราฟของสารละลายมาตรฐานพาราไรออน เอทิล (ด) กราฟของสารละลายมาตรฐานพาราไรออน เมทิล (ต) กราฟของสารละลายมาตรฐานไพชาโลน (ถ) กราฟของสารละลายมาตรฐานไพริมิฟอส-เอทิล (ท) กราฟของสารละลายมาตรฐานไพริมิฟอส-เมทิล (ธ) กราฟของสารละลายมาตรฐานโพรฟิโนฟอส (ณ) กราฟของสารละลายมาตรฐานโพรไทโอฟอส และ (บ) กราฟของสารละลายมาตรฐานไตรอะโซฟอส ในช่วงความเข้มข้น 0.005 , 0.01 , 0.05 , 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
รายละเอียดการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น

V_1 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องปิเปตต์มา

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ

V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

ตัวอย่างการคำนวณ

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน CBDV ให้มีความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จาก stock ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในปริมาตร 1 มิลลิลิตร หรือ 1000 ไมโครลิตร

$$\begin{aligned} C_1V_1 &= C_2V_2 \\ 10 \times V_1 &= 0.5 \times 1 \\ V_1 &= 0.5 / 10 \\ V_1 &= 0.05 \text{ มิลลิลิตร} \\ V_1 &= 50 \text{ ไมโครลิตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น ในปริมาตร 1 มิลลิลิตร ต้องปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน CBDV มา 50 ไมโครลิตร และปรับปริมาตรด้วยอะซิโตนไตรัล 950 มิลลิลิตร

ค2 คำนวณความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้

คำนวณได้จากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข รูปที่ ข1) และพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม

ตัวอย่างการคำนวณ

สารที่วิเคราะห์ CBD กราฟสมการเส้นตรง คือ $y = 12.668x - 1.0119$ (ภาคผนวก ข รูปที่ ข1)

ค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรม (y) เท่ากับ 4.668 (ตารางที่ 4.4)

$$\text{แทนค่า } y = 12.668x - 1.0119$$

$$4.668 = 12.668x - 1.0119$$

$$5.6799 = 12.668x$$

$$x = \frac{5.6799}{12.668}$$

$$x = 0.448 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของสาร CBD ที่ไม่ได้ทำการเจือจางมีความเข้มข้น 0.448 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค3 คำนวณร้อยละความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้

คำนวณได้จากความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ มีสูตรดังนี้

$$\frac{(\text{ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้} \times \text{Dilution factor})}{10000}$$

หมายเหตุ : 10000 มาจาก การแปลงหน่วยจาก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้เป็น กรัมต่อ 100 กรัม
ตัวอย่างการคำนวณ

3.1 สารที่วิเคราะห์ THCA ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 401.120 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.4)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{(\text{ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้} \times 10) \times \text{Dilution factor}}{10000} \\ &= \frac{(401.120 \times 10)}{10000} \\ &= \frac{4011.2}{10000} \\ &= 0.40112 \end{aligned}$$

ดังนั้น ร้อยละความเข้มข้นของสาร THCA ที่ไม่ได้ทำการเจือจาง เท่ากับ 0.40112

3.2 สารที่วิเคราะห์ THCA ทำการเจือจางความเข้มข้น 2 เท่า ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 248.166 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.5)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{(\text{ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้} \times 10) \times \text{Dilution factor}}{10000} \\ &= \frac{(248.166 \times 10) \times 2}{10000} \\ &= \frac{(4962.32)}{10000} \\ &= 0.496 \end{aligned}$$

ดังนั้น ร้อยละความเข้มข้นของสาร THCA ทำการเจือจางความเข้มข้น 2 เท่า เท่ากับ 0.496

ค4 จำนวนผลทดสอบร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{ปริมาณทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้} - \text{ปริมาณที่มีอยู่เดิม}}{\text{ปริมาณที่เติมลงไป}} \times 100$$

ค่า % Recovery ที่ดีควรอยู่ในช่วงร้อยละ 80-110

ตารางที่ ค1 ผลการวิเคราะห์หาร้อยละการเก็บเกี่ยวในแปลงค์ที่เป็นชาอู่หลงที่ไม่มีส่วนผสมของสารสำคัญ

สารที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ × ค่าการเจือจาง (10) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ทำการเติมสารละลายมาตรฐานลงไป (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการเก็บเกี่ยว (%recovery)
CBDV	0.444	4.44	5	88.8
CBD	0.466	4.66	5	93.2
CBDA	0.409	4.09	5	93.2
CBN	0.431	4.31	5	86.2
THC	0.488	4.88	5	97.2
CBC	0.431	4.31	5	86.2
THCA	0.382	3.82	5	76.4

ตัวอย่างการคำนวณ

สารที่วิเคราะห์ CBDV

$$\% \text{ Recovery} = \frac{4.44 - 0}{5} \times 100$$

$$= 88.8$$

ดังนั้น ร้อยละการเก็บเกี่ยวของสาร CBDV เท่ากับ 88.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เพื่อเลือกค่าในการรายงานผล

3.1 ตัวอย่าง ก

ตารางที่ ค2 เปรียบเทียบพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ก ที่อัตราการเจือจางที่ ไม่ได้เจือจาง, 2, 5 และ 100 เท่า กับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่วิเคราะห์	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ไม่ได้เจือจาง	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม 2 เท่า	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม 5 เท่า	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม 100 เท่า
CBD	4.958	124.642	4.668	23.601	9.240	-
CBDA	10.778	220.346	93.448	45.807	18.455	-
CBN	16.303	273.418	283.160	139.151	54.992	5.002
THC	4.019	87.145	3680.664	1870.632	742.736	34.841
CBC	14.135	294.358	831.463	406.108	161.504	7.443
THCA	9.718	195.963	7902.311	4889.227	2024.994	96.922

จากตาราง ค2 ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBD ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBD อยู่ที่ 4.958-124.642 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ไม่ได้เจือจางมีค่าเท่ากับ 4.668 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่ไม่ได้เจือจางไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBDA ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBDA อยู่ที่ 10.778-220.346 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ไม่ได้เจือจางมีค่าเท่ากับ 93.448 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่ไม่ได้เจือจางไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBN ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBN อยู่ที่ 16.303-273.418 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 20 เท่ามีค่าเท่ากับ 139.151 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 2 เท่าไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร THC ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า THC อยู่ที่ 4.019-87.145 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 100 เท่ามีค่าเท่ากับ 34.841 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBC ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBC อยู่ที่ 14.135-294.358 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 5 เท่ามีค่าเท่ากับ 161.504 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 5 เท่าไปรายงานผลและ ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร THCA ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า THCA อยู่ที่ 9.718-195.963 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 100 เท่ามีค่าเท่ากับ 96.922 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 100 เท่าไปรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ตัวอย่าง ข

ตารางที่ ค3 เปรียบเทียบพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของตัวอย่าง ข ที่อัตราการเจือจางที่ไม่ได้เจือจาง, 2, 5 และ 10 เท่ากับพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่วิเคราะห์	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ไม่ได้เจือจาง	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม 5 เท่า	พื้นที่ใต้โครมาโตแกรม 100 เท่า
CBD	4.958	124.642	55.931	11.697	-
CBDA	10.778	220.346	518.121	100.688	5.632
CBN	16.303	273.418	282.062	55.518	6.302
THC	4.019	87.145	2604.372	514.113	28.781
CBC	14.135	294.358	654.076	126.689	7.162
THCA	9.718	195.963	4809.352	990.504	55.950

จากตาราง ค3 ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBD ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBD อยู่ที่ 4.958-124.642 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่ไม่ได้เจือจางมีค่าเท่ากับ 55.931 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่ไม่ได้เจือจางไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBDA ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBDA อยู่ที่ 10.778-220.346 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 5 เท่ามีค่าเท่ากับ 100.688 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 5 เท่าไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBN ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBN อยู่ที่ 16.303-273.418 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 100 เท่ามีค่าเท่ากับ 55.518 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร THC ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า THC อยู่ที่ 4.019-87.145 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 100 เท่ามีค่าเท่ากับ 28.781 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร CBC ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า CBC อยู่ที่ 14.135-294.358 พบว่าค่าพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่เจือจาง 5 เท่ามีค่าเท่ากับ 126.689 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 5 เท่าไปรายงานผลและ ลักษณะพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของสาร THCA ที่ความเข้มข้น 0.5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า THCA อยู่ที่ 9.718-195.963 พบว่าค่าพื้นที่ใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครมาโตแกรมที่เจือจาง 100 เท่ามีค่าเท่ากับ 55.950 เป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางกราฟมาตรฐานจึงนำค่าที่เจือจาง 100 เท่าไปรายงานผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค4 ค่าร้อยละความเข้มข้นของตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข ที่อัตราการเจือจางที่ไม่ได้ทำการเจือจาง, 2, 5 และ 100 เท่า

สารที่วิเคราะห์	ตัวอย่าง ก (%w/w)				ตัวอย่าง ข (%w/w)		
	ไม่เจือจาง	2 เท่า	5 เท่า	100 เท่า	ไม่เจือจาง	5 เท่า	100 เท่า
CBD	0.00045	0.004	0.004	-	0.004	0.005	-
CBDA	0.00419	0.004	0.004	-	0.023	0.023	0.022
CBN	0.01028	0.010	0.009	0.004	0.010	0.010	0.009
THC	0.4194	0.426	0.423	0.399	0.297	0.293	0.330
CBC	0.02807	0.027	0.027	0.025	0.022	0.021	0.024
THCA	0.40112	0.496	0.514	0.489	0.244	0.251	0.281

หมายเหตุ : ค่าร้อยละความเข้มข้นของตัวอย่าง ก และ ตัวอย่าง ข ที่ทำการเจือจางที่ความเข้มข้น 100 เท่า ไม่มีผลเนื่องจากตัวอย่างมีความเจือจางสูง จึงไม่พบค่าสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบสารที่วิเคราะห์ได้ใน ตัวอย่าง ก และตัวอย่าง ข

สาร CBD

T-Test

Group Statistics

Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name CBD tea	3	.00044000	.000036056	.000020817
CBD mix	3	.00400000	.001000000	.000577350

Independent Samples Test

Name	Equal variances assumed	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-Test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.				Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	3.684	.127	-6.162	4	.004	-.003560000	.000577725	-.005164023	-.001955977
	Equal variances not assumed			-6.162	2.005	.025	-.003560000	.000577725	-.006039585	-.001080415

สาร CBDA

T-Test

Group Statistics

Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name CBDA tea	3	.00418667	.000015275	.000008819
CBDA mix	3	.02400000	.002645751	.001527525

Independent Samples Test

Name	Equal variances assumed	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-Test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.				Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	11.866	.026	-12.971	4	.000	-.019813333	.001527551	-.024054494	-.015572173
	Equal variances not assumed			-12.971	2.000	.006	-.019813333	.001527551	-.026385434	-.013241233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาร CBN

T-Test

Group Statistics

	Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name	CBN tea	3	.01033333	.002516611	.001452966
	CBN mix	3	.01033333	.001527525	.000881917

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference			
Name		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	.643	.468	.000	4	1.000	.000000000	.001699673	-.004719049	.004719049
	Equal variances not assumed			.000	3.298	1.000	.000000000	.001699673	-.005143205	.005143205

สาร THC

T-Test

Group Statistics

	Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name	THC tea	3	.39000000	.009000000	.005196152
	THC mix	3	.35666667	.030550505	.017638342

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference			
Name		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	3.595	.131	1.813	4	.144	.033333333	.018367798	-.017719378	.084386045
	Equal variances not assumed			1.813	2.345	.193	.033333333	.018367798	-.035622132	.102288798

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาร CBC

T-Test

Group Statistics

	Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name	CBC tea	3	.02733333	.002516611	.001452966
	CBC mix	3	.02366667	.005507571	.003179797

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference			
Name	Equal variances assumed	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	3.457	.137	1.049	4	.353	.003656667	.003496029	-.006039867	.013373201
	Equal variances not assumed			1.049	2.800	.376	.003656667	.003496029	-.007621929	.015265262

สาร THCA

T-Test

Group Statistics

	Sample	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Name	THCA tea	3	.48133333	.012423097	.007172478
	THCA mix	3	.28000000	.008544004	.004932883

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference			
Name	Equal variances assumed	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
	Equal variances assumed	1.043	.365	23.129	4	.000	.201333333	.009705043	.177164259	.225502408
	Equal variances not assumed			23.129	3.546	.000	.201333333	.009705043	.175693903	.226772763

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
ขั้นตอนการเตรียมวัสดุพิมพ์
และสกัดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและสกัดตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรใบล้วน, ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรใบผสม, ผลิตภัณฑ์ใบชาอู่หลง และ หน่อไม้ฝรั่งนำมาหั่นให้ได้เป็นชิ้นเล็กๆ จึงนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลิตภัณ์ชาใบชาอุลอง



ผลิตภัณ์ชาใบชาญชาลวัน



ผลิตภัณ์ชาชาญชาใบผสม



หน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชั่งตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตรไว้ จากนั้นเติมน้ำกรด HPLC 10 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที พักตั้งทิ้งไว้ 15 นาที



3. ใส่ Ceramic homogenizers เพื่อช่วยในการเขย่า และเติมสารตามวิธี QuEChERS EN 15662 มีโดยมีสารแมกนีเซียมซัลเฟต, โซเดียมคลอไรด์, ไตรโซเดียมซิเตรตดีไฮเดรต และ ไดโซเดียมไฮโดรเจนซิเตรตเซสควิไฮเดรต ในปริมาณ 4, 1, 1 และ 0.5 กรัมตามลำดับ และเติมอะซิโตนไนโตรล์ 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 1 นาที นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำไปทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที



5. จากนั้นดูดส่วนลอยเหนือตะกอนออกมาทั้งหมด ใส่หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มีสารแกรไฟต์คาร์บอนแบล็ค , สารไพรมารีเซคเคินเดอรีเอมีนซอร์เบน และสารแมกนีเซียมซิลเฟต ในปริมาณ 25, 7.5 และ 150 มิลลิกรัม ตามลำดับ เขย่าด้วยมือ 1 นาที นำไปเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) 1 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำไปทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

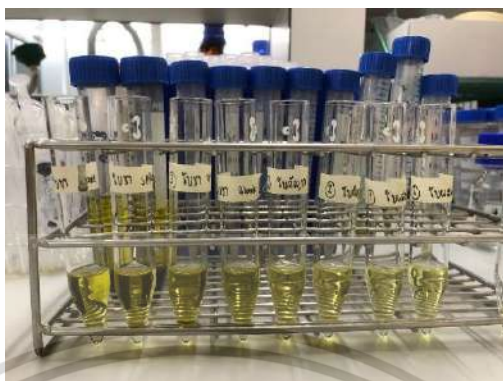


- จากนั้นดูดส่วนลอยเหนือตะกอนออกมา 2 มิลลิลิตร ใส่ใน หลอดแก้ว นำไประเหยโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบไนโตรเจน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เมื่อระเหยออกจนหมดแล้วนำมาปรับปริมาตรโดยการเติมสารละลาย



9. ทำการกรองแล้วใส่ขวดแก้วใสสารตัวอย่าง เพื่อเตรียมสำหรับนำไปวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ (1)

หน้า ๑๕

เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๒๙๙ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๗ ธันวาคม ๒๕๖๔

ประกาศคณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ

เรื่อง การตรวจหรือการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบปริมาณสารแคนนาบิไดโอด (Cannabidiol, CBD) สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Tetrahydrocannabinol, THC) หรือสารสำคัญอื่น และปริมาณสารปนเปื้อน โลหะหนัก หรือสารอื่น หรือสิ่งปนเปื้อน ที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายในัญชาที่ได้จากการผลิตโดยการปลูก

พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๔๕ (๘) และ (๙) แห่งกฎกระทรวงการขออนุญาตและการอนุญาตผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ เฉพาะกัญชา พ.ศ. ๒๕๖๔ ประกอบมติคณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ ในการประชุม ครั้งที่ ๔๓๓-๙/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๔ คณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ในระหว่างการปลูก ผู้รับอนุญาตผลิตกัญชาโดยการปลูกหรือผู้รับอนุญาตซึ่งเป็นผู้รับผลผลิตจากผู้รับอนุญาตผลิตโดยการปลูกอาจจัดให้มีการตรวจสอบสารปนเปื้อน โลหะหนัก หรือสารอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย

ข้อ ๓ สารปนเปื้อน โลหะหนัก หรือสารอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายตามข้อ ๒ ต้องไม่เกินปริมาณ ดังต่อไปนี้

(๑) สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง (Pesticide residues) ไม่เกินปริมาณตามที่ระบุในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia) ฉบับ ค.ศ. ๒๐๒๐ หรือฉบับที่ตีพิมพ์ใหม่กว่า

(๒) โลหะหนัก (Heavy metal)

(ก) สารหนู (Arsenic) ไม่เกิน ๔ ส่วนในล้านส่วน

(ข) แคดเมียม (Cadmium) ไม่เกิน ๐.๓ ส่วนในล้านส่วน

(ค) ตะกั่ว (Lead) ไม่เกิน ๑๐ ส่วนในล้านส่วน

(ง)ปรอท (Mercury) ไม่เกิน ๐.๕ ส่วนในล้านส่วน

ข้อ ๔ ก่อนนำกัญชาออกจากสถานที่ปลูกทุกครั้ง ผู้รับอนุญาตผลิตกัญชาโดยการปลูกต้องจัดให้มีการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบปริมาณสารแคนนาบิไดโอด (Cannabidiol, CBD) สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Tetrahydrocannabinol, THC) หรือสารสำคัญอื่น และสิ่งปนเปื้อน

ข้อ ๕ สิ่งปนเปื้อนที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายตามข้อ ๔ ต้องไม่เกินปริมาณ ดังต่อไปนี้

(๑) สารปนเปื้อน โลหะหนัก หรือสารอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย ไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ในข้อ ๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการการควบคุมยาเสพติดให้โทษ (2)

หน้า ๑๖

เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๒๕๕ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๗ ธันวาคม ๒๕๖๔

(๒) สิ่งแปลกปลอม ที่เป็นชิ้นส่วนอื่นของพืชหรือชิ้นส่วนของอวัยวะสัตว์ หรือวัตถุอื่น ไม่เกินร้อยละ ๒ โดยน้ำหนัก

ข้อ ๖ การตรวจตามข้อ ๒ และการวิเคราะห์ตามข้อ ๔ ให้ใช้วิธีการทดสอบตามที่ระบุ ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia) ฉบับ ค.ศ. ๒๐๒๐ หรือฉบับ ที่ตีพิมพ์ใหม่กว่า หรือวิธีการทดสอบตามตำรายาอื่น หรือวิธีการทดสอบอื่นที่มีความเหมาะสม ถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้ (validation)

ในกรณีที่มีข้อสงสัยในผลการตรวจหรือการวิเคราะห์ตามวรรคหนึ่ง ต้องยื่นยันผลการตรวจ หรือการวิเคราะห์ที่ใช้ตัวอย่างเดิมหรือตัวอย่างในรุ่นการผลิตเดิมส่งตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ตรวจวิเคราะห์

ข้อ ๗ ความในข้อ ๒ และข้อ ๔ ไม่ใช่บังคับแก่ผู้รับอนุญาตผลิตกัญชาโดยการปลูก ซึ่งได้รับการรับรองระบบการจัดการคุณภาพการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร (Good Agricultural Practices For Herbs) หรือได้รับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ตามกฎหมายว่าด้วย มาตรฐานสินค้าเกษตร โดยต้องแสดงหลักฐานใบรับรองดังกล่าวให้ผู้อนุญาตพิจารณาให้ความเห็นชอบ

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๔

ธงชัย กิริติหัตถยากร

รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข

หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนงานบริการสุขภาพ

ประธานกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษประเภทที่ ๕

หน้า ๘

เล่ม ๑๓๙ ตอนพิเศษ ๓๕ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ พ.ศ. ๒๕๖๕

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๙ วรรคสอง แห่งประมวลกฎหมายยาเสพติด รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการป้องกันและปราบปราม ยาเสพติดออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยาเสพติดให้โทษที่ระบุชื่อดังต่อไปนี้ เป็นยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ ตามประมวลกฎหมายยาเสพติด

(๑) พืชฝิ่น พืชซึ่งมีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Papaver somniferum* L. และ *Papaver bracteatum* Lindl. หรือที่มีชื่ออื่นในสกุลเดียวกันที่ให้ฝิ่นหรือแอลคาลอยด์ของฝิ่น

(๒) เห็ดขี้ควายหรือพืชเห็ดขี้ควาย ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Psilocybe cubensis* (Earle) Singer หรือที่มีชื่ออื่นในสกุลเดียวกันที่ให้สาร psilocybin หรือ psilocin

(๓) สารสกัดจากทุกส่วนของพืชกัญชาหรือกัญชง ซึ่งเป็นพืชในสกุล *Cannabis* ยกเว้น สารสกัดดังต่อไปนี้

(ก) สารสกัดที่มีปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol, THC) ไม่เกินร้อยละ ๐.๒ โดยน้ำหนัก เฉพาะที่ได้รับอนุญาตให้สกัดจากพืชกัญชาหรือกัญชงที่ปลูก ภายในประเทศ

(ข) สารสกัดจากเมล็ดของพืชกัญชาหรือกัญชง ที่ได้จากการปลูกภายในประเทศ

ข้อ ๒ กรณียาเสพติดให้โทษตามข้อ ๑ ที่เป็นสารควบคุมคุณภาพในการตรวจวิเคราะห์ และควบคุมคุณภาพของการตรวจสารเสพติดในร่างกาย ซึ่งเป็นเครื่องมือแพทย์ตามกฎหมายว่าด้วย เครื่องมือแพทย์ และต้องใช้ตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือแพทย์นั้น ให้ยกเว้นจากการเป็นยาเสพติดให้โทษ ในประเภท ๕

ข้อ ๓ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยสี่วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๕

อนุทิน ชาญวีรกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง (1)

หน้า ๖

เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๑๐๕ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง

เรื่อง การแสดงค่าเดือนที่ผลากของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของส่วนของกัญชา
พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๒ วรรคสาม แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘ คณะกรรมการเครื่องสำอางออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ผู้ผลิตเพื่อขาย หรือผู้รับจ้างผลิตเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของกัญชาเป็นส่วนผสม ในการผลิตเครื่องสำอาง ตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้ ต้องแสดงค่าเดือนตามที่ระบุในบัญชี แนบท้ายประกาศนี้ไว้ในฉลาก

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๔

ธงชัย กิริหิตถaylor

รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข

หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนงานบริการสุขภาพ

ประธานกรรมการเครื่องสำอาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง (2)

บัญชีแนบท้ายประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง
เรื่อง การแสดงคำเตือนที่ฉลากของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของส่วนของกัญชา พ.ศ. ๒๕๖๔

ลำดับ	ชื่อวัตถุที่อาจใช้			บริเวณที่ใช้และ/หรือการนำไปใช้	คำเตือนที่ฉลาก
	Chemical Name/ Other Name	Name of Common Ingredients Glossary	CAS Number		
1	<i>Cannabis</i> spp. leaf	<i>Cannabis</i> spp. leaf	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	- ผลิตภัณฑ์อาจก่อให้เกิดการแพ้หรือการระคายเคืองได้ - หากใช้แล้วมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น ต้องหยุดใช้และปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร
2	<i>Cannabis</i> spp. root	<i>Cannabis</i> spp. root	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	- ผลิตภัณฑ์อาจก่อให้เกิดการแพ้หรือการระคายเคืองได้ - หากใช้แล้วมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น ต้องหยุดใช้และปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร
3	<i>Cannabis</i> spp. stem	<i>Cannabis</i> spp. stem	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	- ผลิตภัณฑ์อาจก่อให้เกิดการแพ้หรือการระคายเคืองได้ - หากใช้แล้วมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น ต้องหยุดใช้และปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง (3)

หน้า ๘
เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๑๐๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง
เรื่อง ฉลากของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของ
สารสกัดที่มีสารแคนนาบิไดโอดจากกัญชาและกัญชง
พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๒ วรรคสาม แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘ คณะกรรมการเครื่องสำอางออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ผู้ผลิตเพื่อขาย หรือผู้รับจ้างผลิตเครื่องสำอางที่มีสารสกัดที่มีสารแคนนาบิไดโอดจากกัญชาและกัญชงเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางจัดทำฉลากให้สอดคล้องกับประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง ฉลากของเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๖๒ ยกเว้นการแสดงค่าเดือนตามข้อ ๑ (๑๐) ให้ผู้ผลิตเพื่อขาย หรือผู้รับจ้างผลิตเครื่องสำอางที่มีสารสกัดที่มีสารแคนนาบิไดโอดจากกัญชาและกัญชงเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง แสดงค่าเดือนตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้ ทั้งนี้ ให้แสดงค่าเดือนอื่นเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่ออนามัยของบุคคล หรือข้อความเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค (ถ้ามี) และหากมีสารใด ๆ ในสูตรที่ต้องแสดงค่าเดือนตามประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอางว่าด้วยเรื่องค่าเดือนให้แสดงค่าเดือนดังกล่าวด้วย กรณีค่าเดือนซ้ำให้แสดงข้อความตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ข้อ ๒ ให้ผู้ผลิตเพื่อขาย หรือผู้รับจ้างผลิตเครื่องสำอางที่มีสารสกัดที่มีสารแคนนาบิไดโอดจากกัญชาและกัญชงเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางแสดงความเข้มข้นของสารแคนนาบิไดโอดในฉลากเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (weight by weight) หรือข้อความอื่นในทำนองเดียวกัน

ข้อ ๓ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๔

ธงชัย กิริติหัตถยากร

รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข

หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนงานบริการสุขภาพ

ประธานกรรมการเครื่องสำอาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง (4)

บัญชีแนบท้ายประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง
เรื่อง ฉลากของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของ
สารสกัดที่มีสารแคนนาบิไดโอดออกจากกัญชาและกัญชง
พ.ศ. ๒๕๖๔

ลำดับ	ชื่อวัตถุดิบที่อาจใช้			บริเวณที่ใช้ และ/ หรือ การนำไปใช้	คำเตือนที่ฉลาก
	Chemical Name/ Other Name	Name of Common Ingredients Glossary	CAS Number		
1	Cannabidiol – derived from extract or tincture or resin of Cannabis	Cannabidiol – derived from extract or tincture or resin of Cannabis	13956-29-1	<p>ผลิตภัณฑ์ทุกประเภท ยกเว้น ผลิตภัณฑ์รูปแบบ น้ำมัน หรือ รูปแบบ soft gelatin capsules</p> <p>ผลิตภัณฑ์รูปแบบ น้ำมัน หรือ รูปแบบ soft gelatin capsules</p>	<p>- ผลิตภัณฑ์ที่อาจก่อให้เกิดการแพ้หรือการระคายเคืองได้</p> <p>- หากใช้แล้วมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น ต้องหยุดใช้ และปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร</p> <p>- ห้ามรับประทาน</p> <p>- ผลิตภัณฑ์ที่อาจก่อให้เกิดการแพ้หรือการระคายเคืองได้</p> <p>- หากใช้แล้วมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น ต้องหยุดใช้ และปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกร</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (1)

หน้า ๔
เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๑๐๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

เรื่อง การใช้สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์จากกัญชาและกัญชงในเครื่องสำอาง
พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๑) (๒) และ (๓) แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข โดยคำแนะนำของคณะกรรมการเครื่องสำอางจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“กัญชา” (Cannabis) หมายความว่า พืชในสกุล Cannabis และวัตถุหรือสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพืชกัญชา

“กัญชง” (Hemp) หมายความว่า พืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa* และมีลักษณะตามประกาศคณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษ ว่าด้วยการกำหนดลักษณะกัญชง (Hemp)

“สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล” (Tetrahydrocannabinol หรือ THC) หมายความว่า ผลรวมของสารในกลุ่ม THC

“สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์” หมายความว่า สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์ (Cannabidiol, CBD) เป็นส่วนประกอบที่ได้จากการสกัดกัญชาหรือกัญชง และต้องมีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol, THC) ไม่เกินร้อยละ ๐.๒ โดยน้ำหนัก

ทั้งนี้ สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์ต้องใช้ในวัตถุประสงค์ทางเครื่องสำอางเท่านั้น

ข้อ ๒ สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์ที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ข้อ ๓ ห้ามใช้สารแคนนาบินอยด์ที่ได้จากการสังเคราะห์ (synthetic cannabidiol)

ข้อ ๔ เครื่องสำอางที่มีสารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ ๒ ให้ถือว่าเป็นเครื่องสำอางที่มีวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง

ข้อ ๕ ห้ามนำเข้าวัตถุดิบ สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์ที่ได้จากการสกัดกัญชาหรือกัญชง และเครื่องสำอางที่มีสารดังกล่าวเพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ทางเครื่องสำอาง ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยการระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ ตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2)

หน้า ๕

เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๑๐๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

ข้อ ๖ ความในข้อ ๒ และข้อ ๔ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องสำอางที่ผลิตเพื่อการส่งออก แต่ผู้ผลิตจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประกาศกำหนดไว้ตามมาตรา ๓๕ แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘

ข้อ ๗ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

อนุทิน ชาญวีรกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (3)

บัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้สารสกัดที่มีสารแคนนาบินอยด์ออกจากกัญชาและกัญชงในเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๖๔

ลำดับ	ชื่อวัตถุที่อาจใช้			บริเวณที่ใช้ และ/หรือ การนำไปใช้	ความเข้มข้นสูงสุด ในเครื่องสำอาง พร้อมใช้ (w/w)	เงื่อนไข
	Chemical Name/ Other Name	Name of Common Ingredients Glossary	CAS Number			
1	Cannabidiol – derived from extract or tincture or resin of Cannabis	Cannabidiol – derived from extract or tincture or resin of Cannabis	13956-29-1	ผลิตภัณฑ์ทุกประเภท	1%	<ol style="list-style-type: none"> ห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในช่องปาก หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริเวณจุดอ่อนเร็น วัตถุดิบที่ใช้ต้องมีสาร THC ปนเปื้อนไม่เกิน 0.2% ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม เครื่องสำอางพร้อมใช้รูปแบบน้ำมัน หรือ soft gelatin capsules จะต้องมีสาร THC ปนเปื้อนไม่เกิน 0.001%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (4)

หน้า ๑

เล่ม ๑๓๘ ตอนพิเศษ ๑๐๕ ง ราชกิจจานุเบกษา

๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๔

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

เรื่อง การใช้ส่วนของกัญชาในเครื่องสำอาง

พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๑) (๒) และ (๓) แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข โดยคำแนะนำของคณะกรรมการเครื่องสำอางจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“กัญชา” (Cannabis) หมายความว่า พืชในสกุล Cannabis และวัตถุดิบหรือสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพืชกัญชา

“สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล” (Tetrahydrocannabinol หรือ THC) หมายความว่า ผลรวมของสารในกลุ่ม THC

“ส่วนของกัญชา” หมายความว่า

(๑) เปลือก ลำต้น เส้นใย กิ่งก้าน และราก

(๒) ใบ ซึ่งไม่มียอดหรือช่อดอกติดมาด้วย

(๓) กากหรือเศษที่เหลือจากการสกัดกัญชาและต้องมีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol, THC) ไม่เกินร้อยละ ๐.๒ โดยน้ำหนัก

ทั้งนี้ ส่วนของกัญชาต้องทำให้แห้งแล้ว และต้องใช้ในวัตถุประสงค์ทางเครื่องสำอางเท่านั้น

ข้อ ๒ ส่วนของกัญชาที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ข้อ ๓ เครื่องสำอางที่มีส่วนของกัญชาเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ ๒ ให้ถือว่าเป็นเครื่องสำอางที่มีวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง

ข้อ ๔ ห้ามนำเข้าวัตถุดิบส่วนของกัญชาและเครื่องสำอางที่มีส่วนของกัญชาเพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ทางเครื่องสำอาง ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยการระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ ตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ

ข้อ ๕ ความในข้อ ๒ และข้อ ๓ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องสำอางที่ผลิตเพื่อการส่งออก แต่ผู้ผลิตจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประกาศกำหนดไว้ตามมาตรา ๓๕ แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘

ข้อ ๖ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

อนุทิน ชาญวีรกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (5)

บัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้ส่วนของกัญชาในเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๖๔

ลำดับ	ชื่อวัตถุที่อาจใช้			บริเวณที่ใช้ และ/หรือ การนำไปใช้	ความเข้มข้นสูงสุด ในเครื่องสำอาง พร้อมใช้ (w/w)	เงื่อนไข
	Chemical Name/ Other Name	Name of Common Ingredients Glossary	CAS Number			
1	<i>Cannabis</i> spp. leaf	<i>Cannabis</i> spp. leaf	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	-	1. ห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในช่องปาก หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริเวณจุดซ่อนเร้น 2. ในกรณีเครื่องสำอางพร้อมใช้จะต้องมีสาร THC ปนเปื้อนไม่เกิน 0.2%
2	<i>Cannabis</i> spp. root	<i>Cannabis</i> spp. root	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	-	1. ห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในช่องปาก หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริเวณจุดซ่อนเร้น 2. ในกรณีเครื่องสำอางพร้อมใช้จะต้องมีสาร THC ปนเปื้อนไม่เกิน 0.2%
3	<i>Cannabis</i> spp. stem	<i>Cannabis</i> spp. stem	-	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วล้างออก	-	1. ห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในช่องปาก หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริเวณจุดซ่อนเร้น 2. ในกรณีเครื่องสำอางพร้อมใช้จะต้องมีสาร THC ปนเปื้อนไม่เกิน 0.2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑1 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ที่พบได้ในพืชที่กฎหมายกำหนด

สารกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สารกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สารกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
อะซินฟอส-เอทิล	0.1	เพอร์นิโทรไทออน	0.5	พาราไธออน เมทิล	0.2
คลอร์ไพริฟอส	0.005	มาลาไทออน	1.0	โฟซาโลน	0.1
ไดอะซินอน	0.5	เมทามิโดฟอส	0.05	ไพริมีฟอส-เอทิล	0.05
ไดคลอร์วอส	1.0	เมทิดาไทออน	0.2	ไพริมีฟอส-เมทิล	4.0
ไดโครโตฟอส	0.01	เมวินฟอส	0.01	ไพโรฟีนฟอส	0.1
ไดเมโทเอต	0.1	โมนโครโตฟอส	0.1	ไพโรไทโอฟอส	0.1
อีพีเอ็น	0.01	โอเมโทเอต	0.1	ไตรอะโซฟอส	0.01
อีไรออน	2.0	พาราไธออน เอทิล	0.5		

ที่มา : ตำรับมาตรฐานยาสมุนไพรไทย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประวัติการศึกษาและการทำงานผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเกตุมณี บุญเขียว
 วันเดือนปีเกิด 12 มีนาคม 2544
 ที่อยู่ปัจจุบัน 299/117 ซอย 10 ถนนสามวา หมู่บ้านเต็มสิริแกรนด์ แขวงบางชัน
 เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร 10510
 E-mail 62050473@kmitl.ac.th
 เบอร์โทร 0988292016

ประวัติการศึกษา

-พ.ศ. 2556-2558 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
 -พ.ศ. 2559-2561 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
 -ปัจจุบัน ศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชา
 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

-พ.ศ. 2565 นักศึกษาฝึกงาน ที่หน่วยวิจัยด้านจีโนมิกส์และทรัพยากรชีวภาพสัตว์
 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
 -พ.ศ. 2566 ฝึกสหกิจศึกษา ณ บริษัท เมตคอลล แอนด์ ฟู้ด แล็บ จำกัด
 55/36 ถนนกัลปพฤกษ์ แขวงบางแค เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวปรีชญา นามสุดตา
 วันเดือนปีเกิด 17 ตุลาคม 2543
 ที่อยู่ปัจจุบัน 509 เขต/แขวงลาดกระบัง ซอย เกกิงาม 3 ถ.ฉลองกรุง
 กรุงเทพมหานคร 10520
 E-mail 62050512@kmitl.ac.th
 เบอร์โทร 0636789543

ประวัติการศึกษา

-พ.ศ. 2556-2558 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จังหวัดสระบุรี
 -พ.ศ. 2559-2561 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จังหวัดสระบุรี
 -ปัจจุบัน ศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชา
 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

-พ.ศ. 2565 นักศึกษาฝึกงาน ที่ห้องปฏิบัติการนิติพยาธิ กลุ่มงานนิติพยาธิ
 สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ
 492/1 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
 -พ.ศ. 2566 ฝึกสหกิจศึกษา ณ บริษัท เมดิคอล แอนด์ ฟู้ด แล็บ จำกัด
 55/36 ถนนกัลปพฤกษ์ แขวงบางแค เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 27 เดือน มิถุนายน พ.ศ 2566

ข้าพเจ้า นางสาวเกตุมณี บุญเขียว รหัสประจำตัว 62050473

นางสาวปรีชญา นามสุดตา รหัสประจำตัว 62050512

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยาขอรับรองว่า

โครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

เรื่องชื่อภาษาไทย การศึกษาสารสำคัญและสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ชาัญชา

ชื่อภาษาอังกฤษ Study of important substances and pesticides in Cannabis Tea products.

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาลบสมบูรณ์แล้ว
โปรแกรมอักษราวิสุทธิ 3.72 % หรือโปรแกรม Turnitin 33 %

ลงชื่อ

เกตุมณี บุญเขียว

(เกตุมณี บุญเขียว)

นักศึกษา

ลงชื่อ

ปรีชญา นามสุดตา

(ปรีชญา นามสุดตา)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ.ดร.มารีสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

(รศ.ดร.มารีสา จาตุพรพิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้