การศึกษาเบื้องต้นวิธีการเตรียมตัวอย่างต่อการเปลี่ยนแปลงของสารแคนนาบินอยด์ในใบกัญชง

Preliminary Research on Sample Preparation Methods for Cannabinoid Content in Hemp Leaf

กฤตพล ลาภสมบุญกมล[1*] ประภัสสร ทิพย์รัตน์[2] และทิพรดา พูลสวัสดิ์[1]

Krittapol Lapsomboonkamol[1*], Prapatsorn Tipparat[2] and Thiprada Poonsawat[1]

Received: April 8, 2025
Revised:May 6, 2025
Accepted: May 16, 2025

Abstract: A significant amount of leaf residue is produced during the commercial production of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Farmers frequently burn the leaf because it is convenient and inexpensive. Additionally, residual cannabinoids limit their prospective use. This study aimed to investigate the effects of temperature and duration on the changes in cannabinoid content in hemp leaf residue treated with a hot air oven. A factorial experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) at temperatures of 70, 80, 85, 90, 100, and 110°C were applied for durations of 1, 2, 3, 4, 5, and 6 hours. Delta9–tetrahydrocannabinol (Δ9–THC) and Cannabidiol (CBD) content were analyzed using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The results showed that both temperature and duration significantly affected cannabinoid levels ($P<0.05$). Treatment at 110°C for 6 hours significantly reduced Δ9–THC content from 0.685% (w/w) to 0.442% (w/w), and Treatment at 90°C for 6 hours significantly increased CBD content from 0.622% (w/w) to 1.156% (w/w)

Keywords: Agricultural residue, Completely Randomized Design, Hemp, Tetrahydrocannabinol

บทคัดย่อ: การปลูกกัญชง (*Cannabis sativa* L.) เป็นการค้ามักมีใบเป็นเศษเหลือทางการเกษตร และเกษตรกรมักกำจัดเศษเหลือโดยการเผา อีกทั้งการนำใบกัญชงไปใช้ประโยชน์ยังมีข้อควรระวังเกี่ยวกับปริมาณสารแคนนาบินอยด์ที่ตกค้าง การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งใบกัญชงต่อปริมาณของสารแคนนาบินอยด์ที่คงเหลือในใบกัญชงด้วยการอบลมร้อน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ที่อุณหภูมิ 70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส และ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณสาร Delta9–Tetrahydrocannabinol (Δ9–THC) และสาร Cannabidiol (CBD) ด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการอบที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณของสารแคนนาบินอยด์ที่แตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยการอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงสามารถลดปริมาณสาร Δ9–THC ได้ดีที่สุด จาก 0.685 เปอร์เซ็นต์ (w/w) เหลือ 0.442 เปอร์เซ็นต์ (w/w)

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Science and Bioinnovation, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

[2]ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ 191 หมู่ 8 ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180

[2]Regional Medical Sciences Center 1 Chiang Mai, 191 Moo 8, Don Kaeo District, Mae Rim, Chiang Mai 50180

*Corresponding author: krittapol.laps@ku.th

เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและการอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงสามารถทำให้สาร CBD ในใบกัญชงเพิ่มขึ้นมากที่สุด จาก 0.622 เปอร์เซ็นต์ (w/w) เป็น 1.156 เปอร์เซ็นต์ (w/w) เมื่อเทียบกับ control

คำสำคัญ: เศษเหลือทางการเกษตร, Completely Randomized Design, กัญชง, Tetrahydrocannabinol

คำนำ

กัญชง (*Cannabis sativa* L.) เป็นพืชที่ได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐให้เป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ โดยผลักดันกัญชงสู่เชิงพาณิชย์มากขึ้น เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันจากเมล็ด การผลิตยาจากช่อดอกเพศเมีย และการผลิตเส้นใยจากเปลือกลำต้น (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2566) ซึ่งเส้นใยกัญชงถือเป็นหนึ่งในเส้นใยที่มีคุณภาพและมีความนิยมในอุตสาหกรรมสิ่งทอที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Adesina *et al*., 2020) เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อนำลำต้นมาใช้ประโยชน์เป็นเส้นใย แต่กลับพบว่าใบกัญชงมักเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากจนอาจกลายเป็นปัญหาเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อโรคพืช (Kerdraon *et al*., 2019) เป็นต้น ดังนั้นหลายหน่วยงานจึงมีความพยายามในการศึกษาการนำเศษเหลือใบกัญชงมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น สารสกัดเพื่อดูแลผิว (Žugić *et al*., 2024) หรือเป็นอาหารสัตว์ (Altman *et al*., 2024) เป็นต้น

ใบกัญชงมีสารทุติยภูมิที่สำคัญ เช่น สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoid) ซึ่งพบอยู่ในต่อมขน (White *et al*., 2016; Russo and Marcu, 2017; Radwan *et al*., 2021) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามการใช้ประโยชน์ ได้แก่ 1. Tetrahydrocannabinol (THC) เป็นสารที่มีผลต่อออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท มีลักษณะเป็นสารหนืดไม่ละลายน้ำ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและกระตุ้นความอยากอาหาร แต่ผลข้างเคียงของสารชนิดนี้คือการออกฤทธิ์อาจส่งผลต่อระบบประสาท โดยทำให้เกิดการหลั่งของโดพามีน (Dopamine) เพิ่มขึ้นจนเกิดอาการเคลิ้ม (Euphoria) ได้ และหากรับในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดอาการประสาทหลอน (Woranisarakul, 2021; McPartland *et al*., 2015) และ 2. Cannabidiol (CBD) มีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน เป็นสารที่ใช้ทางการแพทย์ เนื่องจากไม่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทจึงไม่ส่งผลให้เกิดอาการหลอนและสารชนิดนี้สามารถลดอาการเจ็บปวด ความเครียด และเกิดการผ่อนคลายมากขึ้น (White, 2019; Woranisarakul, 2021) กัญชงแต่ละสายพันธุ์และแต่ละบริเวณจะมีปริมาณสารแคนนาบินอยด์แตกต่างกัน CBD อยู่ในช่วง 2–20 เปอร์เซ็นต์ (w/w) และ THC มีค่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ (w/w) หรือต่ำกว่า (Cheng and Kerrigan, 2024) ใบเศษเหลือส่วนใหญ่มักพบว่ามีการทิ้งไว้บริเวณแปลงปลูก ซึ่งพบว่าสารแคนนาบินอยด์ที่คงเหลืออยู่ในใบเศษเหลือสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดรวมถึงกัญชง (Poonsawat *et al*., 2024) อีกทั้งมีข้อกฎหมายที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์กัญชงของไทย กำหนดว่าการจะนำเศษเหลือมาใช้ประโยชน์ ต้องมีปริมาณสาร THC ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/w) (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภทที่ 5 พ.ศ. 2565, 2565) ดังนั้นการนำเศษเหลือทางการเกษตรของกัญชงไปใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องลดปริมาณสาร THC ลงให้อยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ซึ่งการใช้ทั้งเป็นองค์ประกอบอาหาร (food) หรือไม่ใช่อาหาร (non–food) ต้องมี THC ต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/w) (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การดำเนินการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีส่วนประกอบสารสกัดจากกัญชาหรือสารสกัดจากกัญชง (hemp) ที่ได้รับการยกเว้นจากการเป็นยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2564, 2564) การจะลดปริมาณสาร THC สามารถทำได้ตั้งแต่การเลือกสายพันธุ์ และควบคุมสภาพแวดล้อมโดยพบว่าความเครียดสามารถทำให้กัญชงผลิตสาร THC เพิ่มขึ้นได้ (Pate, 1994) หรือนำผลผลิตที่ได้มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงก็สามารถลดปริมาณสาร THC ลงได้เช่นกัน (García–Valverde *et al*., 2022) นอกจากนี้หากรวบรวมเศษเหลือทางการเกษตรของกัญชงไว้เป็นจำนวนมากอาจทำให้ เกิดความเสียหายจากความชื้นและเชื้อราได้ (Alegbeleye *et al*., 2022) วิธีการอบแห้งด้วยตู้อบ

ลมร้อนเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในการอบตัวอย่างพืชและวัตถุดิบอาหาร เพื่อลดความชื้นป้องกันความเสียหายจากเชื้อจุลินทรีย์ (Chen *et al*., 2020) งานวิจัยนี้จึงสนใจวิธีการอบแห้งมาใช้ในการเตรียมใบกัญชงก่อนนำไปเก็บรวบรวมเพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สารแคนนาบินอยด์ที่พบในตัวอย่างสดของกัญชงมักอยู่ในรูปของกรด เช่น Tetrahydrocannabinolic acid (THCA) และ Cannabidiolic acid (CBDA) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้เมื่อโดนความร้อนจะสามารถเกิดกระบวนการ Decarboxylation แล้วเปลี่ยนรูปเป็น Neutral cannabinoid ได้แก่ THC และ CBD จากนั้นสาร THC ยังสามารถเกิดการออกซิไดซ์แล้วเปลี่ยนเป็น Cannabinol (CBN) (Aizpurua-Olaizola *et al*., 2014; Wang *et al*., 2023) ทั้งนี้ยังพบอีกว่า THC จะเริ่มเกิดการสลายตัวที่ 85 องศาเซลเซียส และเริ่มเกิดการเผาไหม้ที่ 157 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณสาร THC ในเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรของใบกัญชงลดลงมากน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เลือกใช้ (Iffland *et al*., 2016) ซึ่งสอดคล้องหากต้องการที่จะนำใบกัญชงไปใช้ประโยชน์ตามที่กฎหมายกำหนด (THC ต่ำกว่า 0.2% (w/w)) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งต่อปริมาณของสาร Delta9–Tetrahydrocannabinol (Δ9–THC) และปริมาณของสาร CBD ที่คงเหลือในใบกัญชงเศษเหลือ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำใบกัญชงเศษเหลือรหัสพันธุ์ 14–2 จากแปลงเกษตรกร ณ อำเภอดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ ผึ่งแห้งในที่ร่ม (ชุดควบคุม) จากนั้นนำใบกัญชงที่ผ่านการผึ่งแห้งแล้วปริมาณ 200 กรัม เข้าอบในตู้อบลมร้อนที่มีการระบายอากาศขนาด 105 ลิตร วางแผนทดลองแบบ Factorial in CRD ปัจจัย A ได้แก่ อุณหภูมิ 70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส และปัจจัย B ได้แก่ ระยะเวลาในการอบ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์สถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ด้วยโปรแกรม R 4.2.1

2. การวิเคราะห์แคนนาบินอยด์

2.1 การเตรียมสารมาตรฐาน

เตรียมความเข้มข้นสารมาตรฐาน แคนนาบินอยด์ 2 ชนิด ได้แก่ Δ9–THC และ CBD โดยใช้วิธีการของ Storm et al. (2019) ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 และ 50.0 ppm เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) $R^2 \geq 0.999$

2.2 การวิเคราะห์แคนนาบินอยด์

2.2.1 นำใบกัญชงที่อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างกัน บดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชแห้งจนตัวอย่างมีขนาดไม่เกิน 1 มิลลิเมตร จากนั้นนำตัวอย่างพืช 200 มิลลิกรัม สกัดด้วยเมทานอล 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่านาน 10 นาที ใช้ปิเปตดูดสารละลายส่วนใสด้านบนมา 1 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วใช้ปิเปตดูดสารละลายส่วนใสด้านบนทั้งหมด กรองด้วย Regenerated Cellulose 4 มิลลิเมตร , 0.45 ไมโครเมตร และดูดสารละลาย 50 ไมโครลิตร ใส่ลงในขวดสีชาที่บรรจุเมทานอล 950 ไมโครลิตร ไว้แล้ว จากนั้นนำตัวอย่างเข้าเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ต่อไป

2.2.2 เดินระบบ HPLC โดยใช้เครื่อง Agilent 1220 Infinity II Gradient System VL คอลัมน์ Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC – C, 3.0 x 50 มิลลิเมตร, 2.7 ไมโครเมตร ใช้ Mobile phase Line A คือ 0.1 เปอร์เซ็นต์(v/v) กรดฟอร์มิกในน้ำ HPLC และ Line B คือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (v/v) กรดฟอร์มิกในเมทานอล ตั้งค่า Flow rate 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที, Stop time 9.5 นาที, Post run 1.5 นาที, อุณหภูมิคอลัมน์ 50 องศาเซลเซียส isothermal, Injection volume 5.0 ไมโครลิตร, Autosampler temperature แบบ Ambient, Peak width > 0.0063 นาที (80 Hz) และ Variable wavelength detector 230 นาโนเมตร โดยที่เวลา 0, 1.0, 7.0 และ 8.2 นาทีให้ปลดปล่อย Line B 60, 60, 77 และ 95 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ (Storm *et al*., 2019) บันทึกการเกิดขึ้นของยอดกราฟและพื้นที่ใต้กราฟ บันทึกผล และสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ของสารแคนนาบินอยด์

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าใบกัญชงแห้งมีปริมาณ Δ9–THC เริ่มต้น 0.685 เปอร์เซ็นต์ (w/w) และ CBD เริ่มต้น 0.622 เปอร์เซ็นต์(w/w) เมื่อนำตัวอย่างใบแห้งกัญชงไปอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส และใช้เวลาอบแตกต่างกัน คือ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง พบว่า การอบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ สามารถลดปริมาณสารแคนนาบินอยด์ในใบกัญชงลงได้เมื่อเทียบกับปริมาณเริ่มต้น โดยสารแคนนาบินอยด์ทั้ง 2 ชนิดที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงไปดังนี้

1. Delta9–Tetrahydrocannabinol (Δ9–THC)

เมื่อพิจารณาสาร Δ9–THC จากใบกัญชงที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ Δ9–THC เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.612, 0.603, 0.597, 0.618, 0.570, 0.530 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ ซึ่งการอบด้วยอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณ Δ9–THC ได้มากที่สุด รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (Figure 1) และมีความแตกต่างทางสถิติกับอุณหภูมิ 70–90 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการอบพบว่าแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ 1, 2, 3, 4, 5 ถึง 6 ชั่วโมง มีปริมาณ Δ9–THC เฉลี่ยอยู่ที่ 0.613, 0.603, 0.595, 0.588, 0.568, 0.567 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ พบว่า การอบเป็นเวลา 5 และ 6 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณ Δ9–THC ได้มากที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับการอบระยะเวลา 1–3 ชั่วโมง โดยผลของการอบทั้ง 2 ช่วงเวลานี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2)

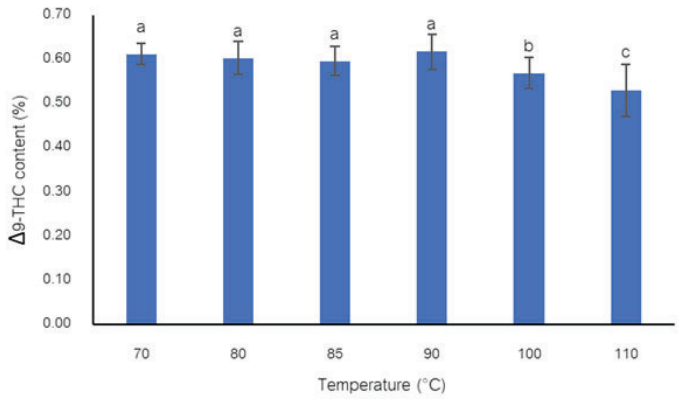


Figure 1 Effect of drying temperature on the average Δ9–THC content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

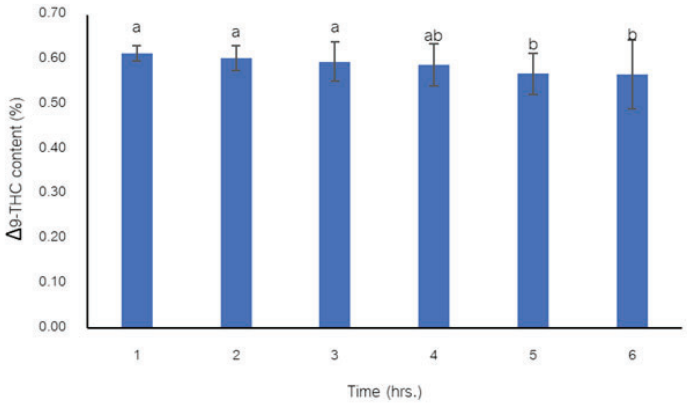


Figure 2 Effect of drying time on the average Δ9–THC content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของแต่ละช่วงอุณหภูมิในการอบ (70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาที่แตกต่างกัน (1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง) พบว่าการอบที่ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณ Δ9–THC เท่ากับ 0.616, 0.605, 0.645, 0.610, 0.594 และ 0.590 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 80 องศาเซลเซียส มีค่า 0.618, 0.612, 0.619, 0.620, 0.554 และ 0.598 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 85 องศาเซลเซียส มีค่า 0.599, 0.626, 0.597, 0.614, 0.572 และ 0.576 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 90 องศาเซลเซียส มีค่า 0.614, 0.615, 0.595, 0.612, 0.611 และ 0.607 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 100 องศาเซลเซียส มีค่า 0.611, 0.591, 0.562, 0.541, 0.579 และ 0.537 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ และ การอบที่ 110 องศาเซลเซียส มีค่า 0.621, 0.570, 0.530, 0.518, 0.501 และ 0.442 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ โดยพบว่าสามารถลดปริมาณสาร Δ9–THC ลงได้มากที่สุดเมื่ออบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยการอบที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ Δ9–THC ลดลง เช่นเดียวกับ ระยะเวลาเท่ากันแต่ใช้อุณหภูมิสูงในการอบที่สูงขึ้น (Figure 3)

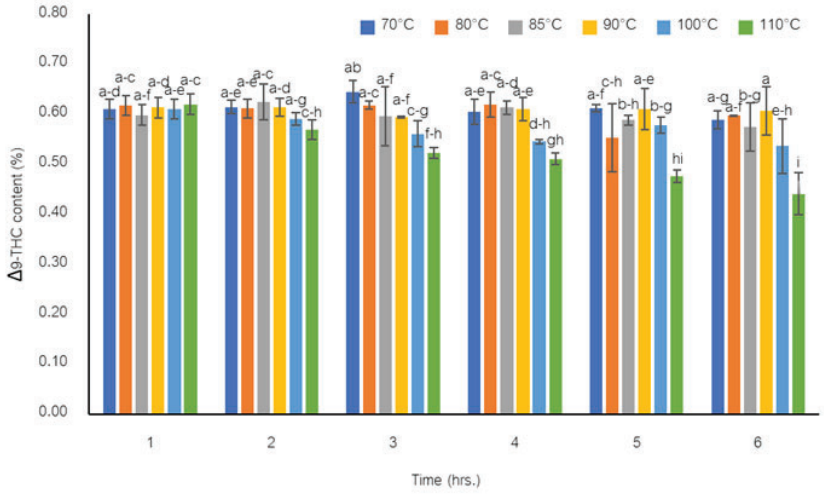


Figure 3 Effect of drying temperature and time on the average Δ–THC content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

2. Cannabidiol (CBD)

ผลของปัจจัยด้านอุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิ 70, 80, 85, 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ CBD มีค่า 0.557, 0.570, 0.588, 0.694, 0.637 และ 0.685 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 90 และ 110 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มปริมาณสาร CBD ได้มากที่สุด (Figure 4) ส่วนผลของปัจจัยด้านเวลาในการอบพบว่าแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ 1–6 ชั่วโมง มีปริมาณ CBD เท่ากับ 0.585, 0.597, 0.634, 0.608, 0.607 และ 0.685 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ โดยการอบตัวอย่างนานเป็นเวลา 6 ชั่วโมง สามารถเพิ่มปริมาณสาร CBD ได้มากที่สุด รองลงมาคือการอบตัวอย่างเป็นเวลา 3, 4 และ 5 ชั่วโมง (Figure 5)

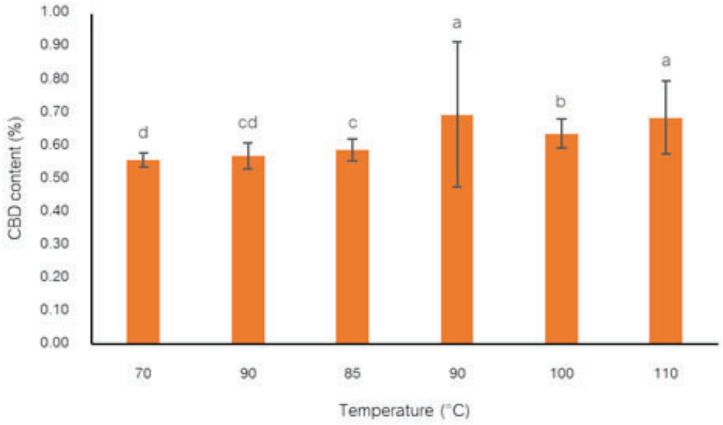


Figure 4 Effect of drying temperature on the average CBD content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

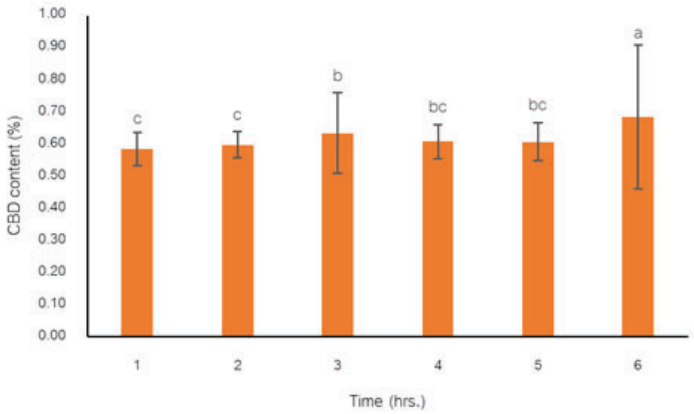


Figure 5 Effect of drying time on the average CBD content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

ปฏิสัมพันธ์ของอุณหภูมิในการอบที่แตกต่างกันกับเวลาที่แตกต่างกันพบว่าการอบที่ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณ CBD เท่ากับ 0.554, 0.561, 0.558, 0.563, 0.556 และ 0.547เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 80 องศาเซลเซียส มีค่า 0.542, 0.553, 0.579, 0.598, 0.552 และ 0.596 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 85 องศาเซลเซียส มีค่า 0.570, 0.598, 0.594, 0.591, 0.587 และ 0.587 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 90 องศาเซลเซียส มีค่า 0.562, 0.614, 0.870, 0.632, 0.634 และ 1.156 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ การอบที่ 100 องศาเซลเซียส มีค่า 0.659, 0.616, 0.637, 0.591, 0.679 และ 0.644 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ และการอบที่ 110 องศาเซลเซียส มีค่า 0.637, 0.658, 0.903, 0.696, 0.637 และ 0.581 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ พบว่าการอบที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีปริมาณ CBD สูงที่สุด (Figure 6)

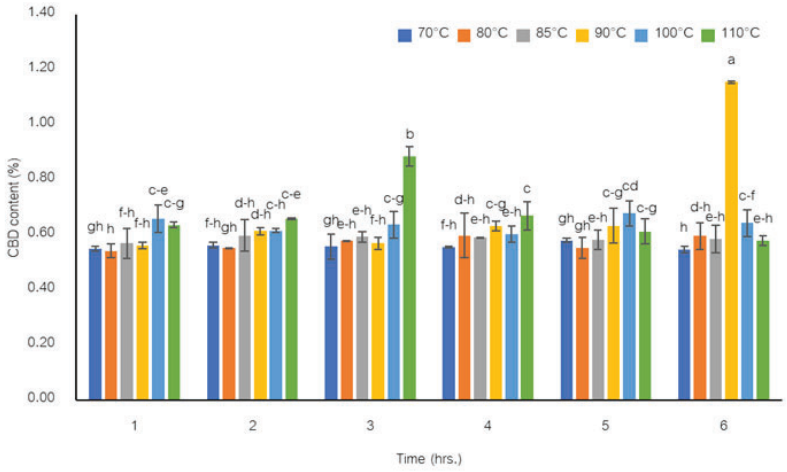


Figure 6 Effect of drying temperature and time on the average CBD content in hemp leaves. Different letters are significantly different (P<0.05) according to DMRT.

วิจารณ์

จากกฎหมายและข้อบังคับในหลายประเทศที่กำหนดให้ชิ้นส่วนกัญชงที่จะนำไปใช้ประโยชน์จะต้องมีปริมาณสาร Δ9–THC ไม่เกิน 0.2–0.3 เปอร์เซ็นต์ (w/w) (García–Valverde *et al*., 2022) ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ โดยสหภาพยุโรปและประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานของปริมาณสาร Δ9–THC ในชิ้นส่วนกัญชงที่จะนำมาใช้ต้องมีไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพยายามหาแนวทางในการลดปริมาณ Δ9–THC ในชิ้นส่วนกัญชงลง โดยอ้างอิงจากผลการวิจัยก่อนหน้าพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการสลายตัวของปริมาณสาร Δ9–THC (Jaidee *et al*., 2022) โดยสารกลุ่ม THC จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส และเริ่มเกิดการเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 157 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณสาร THC ในเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรของใบกัญชงลดลง (Iffland *et al*., 2016)

ผลการทดลองสามารถเห็นได้ว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบมีผลต่อการสลายตัวของสาร Δ9–THC เมื่อพิจารณาปัจจัยของอุณหภูมิในการอบพบว่า การอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณสาร Δ9–THC ได้มากที่สุด (0.442 เปอร์เซ็นต์ (w/w)) คิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงจะทำให้สารเกิดการสลายตัวของ Δ9–THC ได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ García–Valverde *et al*. (2022) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงทำให้อัตราการสลายตัวของสารแคนาบินอยด์ในกัญชง อาทิ Δ9–THC เพิ่มสูงขึ้นโดยจะเปลี่ยนไปเป็น Cannabinol (CBN) และงานวิจัยของ Jaidee *et al*. (2022) ซึ่งพบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการสลายตัวของปริมาณสาร Δ9–THC เช่นกัน และเมื่อพิจารณาปัจจัยของระยะเวลาในการอบพบว่า การใช้ระยะเวลาในการอบที่เพิ่มมากขึ้นจะมีแนวโน้มที่สาร Δ9–THC จะลดต่ำลง จึงเป็นไปได้ว่าหากเพิ่มระยะเวลาการอบให้นานขึ้นจะสามารถทำให้ปริมาณสาร THC ลดลงจนอยู่ในขอบข่ายของกฎหมายกำหนดได้ (0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/w)) โดยมีงานวิจัยที่พบว่าปัจจัยด้านเวลาที่ใช้มีผลทำให้ปริมาณ THC และ สารเทอร์ปีนซึ่งเป็นสารทุติยภูมิที่พบมากในกัญชงลดลงได้เช่นกัน (Chen *et al*., 2021) นอกจากนี้การให้ความร้อนที่สูงอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานจะทำให้สารฟีนอลิกบางชนิดเกิดการสลายตัวได้อีกด้วย (Turturică *et al*., 2016)

ในกรณีของสาร CBD ในเศษวัสดุเหลือทิ้งใบกัญชง พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ

ใบกัญชงที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จะมีปริมาณสาร CBD เพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็น 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่าสารแคนนาบินอยด์ที่พบในตัวอย่างสดของกัญชงมักอยู่ในรูปของกรด Cannabidiolic acid (CBDA) ซึ่งสารนี้เมื่อได้รับความร้อนจะสามารถเกิดกระบวนการ Decarboxylation และมีการเปลี่ยนรูปเป็น Neutral cannabinoid โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้ CBDA สลายตัวมากขึ้นและเปลี่ยนรูปเป็น CBD มากขึ้น (Chen *et al*., 2021; Knezevic *et al*., 2021) จากการศึกษาพบว่า THC ลดลง แต่ยังมากกว่าค่าที่กฎหมายกำหนดและ CBD เพิ่มขึ้น คาดว่าจะเป็นประโยชน์เพราะเป็นสารที่ใช้ในทางการแพทย์ ช่วยลดความเครียด และไม่ก่อให้เกิดอาการหลอนประสาท เป็นต้น (Woranisarakul, 2021)

สรุป

จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำใบกัญชงแห้งอบที่อุณหภูมิ 110องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณสาร Δ9–THC มากที่สุดและอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงสามารถทำให้มีปริมาณสาร CBD มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัย เนื่องจากค่า THC ที่ได้ยังเกินค่าที่กฎหมายกำหนด (0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/w)) จึงคาดว่าหากใช้ระยะเวลาในการอบที่ 110องศาเซลเซียส และเพิ่มระยะเวลาในการอบให้นานขึ้น จะสามารถลดปริมาณสาร THC ให้อยู่ในขอบข่ายของกฎหมายกำหนดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์สหณัฐ เพชรศรี และคณาจารย์ทุกท่านตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ สาขาพฤกษนวัตกรรม ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านจนกระทั่งทุกอย่างสำเร็จลุล่วงทุกประการ และ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ รหัสทุน N25A650151

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2564.เรื่อง มาตรฐานการให้บริการของสถานพยาบาลโดยใช้ระบบบริการการแพทย์ทางไกล พ.ศ. 2564 ราชกิจจานุเบกษา 138 (ตอนพิเศษ 172 ง): 8.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2565. เรื่อง ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 พ.ศ. 2565 ราชกิจจานุเบกษา 139 (ตอนพิเศษ 35 ง): 8.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2566. แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมพืชกัญชงสู่เชิงพาณิชย์ (พ.ศ.2566– 2570). (ระบบออนไลน์), แหล่งข้อมูล: http://bioie.oie.go.th/oieqrcode/uploadFile/oie736117653_2029136235.pdf (4 เมษายน 2568).

Adesina, I., A. Bhowmik, H. Sharma and A. Shahbazi. 2020. A review on the current state of knowledge of growing conditions, agronomic soil health practices and utilities of hemp in the United States. Agriculture 10(4): 129.

Aizpurua-Olaizola, O., J. Omar, P. Navarro, M. Olivares, N. Etxebarria and A. Usobiaga. 2014. Identification and quantification of cannabinoids in *Cannabis sativa* L. plants by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. Analytical and Bioanalytical Chemistry 406(29): 7549-7560.

Alegbeleye, O., O.A. Odeyemi, M. Strateva and D. Stratev. 2022. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. Applied Food Research 2(1): 100122.

Altman, A., C. Kent-Dennis, J. Klotz, K. McLeod, E. Vanzant and D. Harmon. 2024.

Utilizing industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) by-products in livestock rations. Animal Feed Science and Technology 307: 115850.

Chen, C., C. Venkitasamy, W. Zhang, L. Deng, X. Meng and Z. Pan. 2020. Effect of step-down temperature drying on energy consumption and product quality of walnuts. Journal of Food Engineering 285: 110105.

Chen, C., I. Wongso, D. Putnam, R. Khir and Z. Pan. 2021. Effect of hot air and infrared drying on the retention of cannabidiol and terpenes in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Industrial Crops and Products 172: 114051.

Cheng, Y.C. and S. Kerrigan. 2024. Differentiation of hemp from marijuana using a qualitative decision-point assay. Forensic Chemistry 37: 100541.

García-Valverde, M.T., C. Sánchez-Carnerero Callado, M.C. Díaz-Liñán, V. Sánchez de Medina, J. Hidalgo-García, X. Nadal, L. Hanuš and C. Ferreiro-Vera. 2022. Effect of temperature in the degradation of cannabinoids: From a brief residence in the gas chromatography inlet port to a longer period in thermal treatments. Frontiers in Chemistry 10: 1038729.

Iffland, K., M. Carus and F. Grotenhermen. 2016. Decarboxylation of Tetrahydrocannabinolic acid (THCA) to active THC. (Online): Available Source: https://eiha.org/media/2014/08/16-10-25-Decarboxylation-of-THCA-to-active-THC.pdf (April 4, 2025).

Jaidee, W., I. Siridechakorn, S. Nessopa, V. Wisuitiprot, N. Chaiwangrach, K. Ingkaninan and N. Waranuch. 2022. Kinetics of CBD, Δ9-THC degradation and cannabinol formation in cannabis resin at various temperature and pH conditions. Cannabis and Cannabinoid Research 7(4): 537-547

Kerdraon, L., V. Laval and F. Suffert. 2019. Micro biomes and pathogen survival in crop residues, an ecotone between plant and soil. Phytobiomes Journal 3(4): 246-255.

Knezevic, F., A. Nikolai, R. Marchart, S. Sosa, A. Tubaro and J. Novak. 2021. Residues of herbal hemp leaf teas – How much of the cannabinoids remain? Food Control 127: 101846.

McPartland, J.M., M. Duncan, V. Di Marzo and R.G. Pertwee. 2015. Are cannabidiol and Δ(9) -tetrahydrocannabivarin negative modulators of the endocannabinoid system? A systematic review. BritishJournal of Pharmacology 173(3): 737-753.

Poonsawat, T., N. Srilasak and I. Koodkaew. 2024. Allelopathic characterization and allelochemicals identification of hemp (*Cannabis sativa* L.) leaf residue. Industrial Crops and Products 222: 120003.

Radwan, M.M., S. Chandra, S. Gul and M.A. Elsohly. 2021. Cannabinoids, phenolics, terpenes and alkaloids of cannabis. Molecules 26(9): 2774.

Russo, E. B. and J. Marcu. 2017. Cannabis pharmacology: the usual suspects and a few promising leads. Advances in Pharmacology 80: 67-134.

Storm, C., M. Zumwalt and A. Macherone. 2019. A dedicated cannabinoid potency testing in cannabis or hemp products

using the agilent 1220 infinity II LC system. (Online): Available Source: https://www.agilent.com/cs/library/applications/application-dedicated-cannabinoid-potency-testing-5991-9285-en-us-agilent.pdf (April 4, 2025).

Turturică, M., N. Stănciuc, G. Bahrim and G. Râpeanu. 2016. Effect of thermal treatment on phenolic compounds from plum (Prunus domestica) extracts–A kinetic study. Journal of Food Engineering 171: 200-207.

Wang, T., N. Wang, M. Wang, L. Wang, Y. Shi, J. Du and D. Yu. 2023. Theoretical exploration and experimental regulation of the degradation of Δ9-tetrahydrocannabinol in hemp seed oil by density functional theory. Food Research International 170: 112996.

White, K.H., D. Vergara, K.G. Keepers and N.C. Kane. 2016. The complete mitochondrial genome for Cannabis sativa. Mitochondrial DNA Part B 1(1): 715-716.

Woranisarakul, K. 2021. Pharmacology of Cannabinoids. Journal of Thai Stroke Society 20(3): 37-53.

Žugić, A., M. Martinović, V. Tadić, M. Rajković, G. Racić, I. Nešić and A. Koren. 2024. Comprehensive Insight into Cutaneous Application of Hemp. Pharmaceutics 16(6): 748.