สมบัติของวัสดุปลูกต่อความต้องการน้ำของกัญชาในสภาพโรงเรือน

Growing Substrate Properties on Cannabis Water Requirement under Greenhouse Condition

รัฐกร สืบคำ[1] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[2] พัชรินทร์ นามวงษ์[2] และวุฒิ ศรีวิชัย[2]

Ratgon Suebkam[1], Anusorn Tiensiriroek[2], Patcharin Namwong[2] and Wut Sriwichai[2]

Received: October 19, 2023
Revised: January 8, 2024
Accepted: January 16, 2024

Abstract: The purpose of this study was to study suitable physical properties of growing substrate on actual cannabis evapotranspiration and reference crop evapotranspiration for calculating cannabis water use coefficient. The results revealed that the growing substrate blending between peat moss: perlite: vermiculite (50: 25: 25) percentage by weight gave suitable of water drainage amount for cannabis growth. Additionally, the cannabis water coefficient different initial (5-6 weeks), vegetative (7-16 weeks) and reproductive stages (17-21 weeks) were adjusted 3.34, 6.08 and 10.6 respectively. It was corresponding with the cannabis growing such as plant height, canopy width and stem width increasing at initial stage were 40.6, 25.3 and 3.2 cm, respectively, following with the vegetative stage were 135.8, 96.1 and 12.6 cm, respectively, as well as the reproductive stage were 187.4, 126.4 and 18.4 cm respectively. Based on the results of water balance equation of actual cannabis evapotranspiration and reference crop evapotranspiration by using Penman-Monteith equation were 2,323.4 and 337.5 mm respectively.

Keywords: cannabis water requirement, growing substrate, greenhouse

บทคัดย่อ: สมบัติของวัสดุปลูกต่อความต้องการน้ำของกัญชาในสภาพโรงเรือนมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกต่อการคายน้ำแท้จริงของกัญชา และการคายน้ำของพืชอ้างอิง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก พบว่าสมบัติของวัสดุปลูกที่ประกอบด้วย พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ อัตราส่วน 50:25:25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีการระบายน้ำของวัสดุเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกัญชาและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาที่ปรับแต่งแล้วในช่วงระยะการเจริญเติบโตเริ่มต้น การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และระยะการเจริญเติบโตจนถึงเริ่มออกดอกเฉลี่ยเป็น 3.34, 6.08 และ 10.6 ตามลำดับ สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดลำต้น เมื่อระยะการเจริญเติบโตเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 40.6, 25.3 และ 3.2 เซนติเมตร ตามลำดับ ตามด้วยการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเฉลี่ยเท่ากับ 135.8, 96.1 และ 12.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และระยะการเจริญเติบโตจนถึงเริ่มออกดอกเฉลี่ย 187.4, 126.4 และ 18.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่ได้จากสมการสมดุลน้ำของการคายน้ำแท้จริงของกัญชา (ETc) และการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากสมการ Penman-Monteith เท่ากับ 2,323.4 และ 337.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความต้องการน้ำของกัญชา, วัสดุปลูก, โรงเรือน

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น 180 ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Khon Kaen Field Crops Research Center, 180 Mittraphap Road, Mueang District, Khon Kaen 40000

[2] กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา 50 พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2] Soil Science Research Group, 50 Phaholyothin Road, Lat-Yao Subdistrict, Chatuchak District, Bangkok 10900

*Corresponding author: ratgonsuebkam@gmail.com

คำนำ

กัญชาเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพโดยเฉพาะการนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และสุขภาพมีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของกัญชา เช่น ลำต้นนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องนุ่งห่ม เชือก และกระดาษ สำหรับใบ ราก และช่อดอกของกัญชานำมาใช้ประโยชน์เป็นยาสมุนไพร และอาหาร นอกจากนี้เมล็ดกัญชา และกากเมล็ดกัญชานำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีน และกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ (โอเมกา 3 และ โอเมกา 6) เพื่อเป็นอาหารคนและสัตว์ซึ่งสามารถสร้างรายได้และต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องได้หลากหลาย โดยที่เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตจำเป็นต้องมีองค์ความรู้ในการผลิตตั้งแต่เรื่องพันธุ์ การปลูกไปจนถึงการเก็บเกี่ยว (กรมวิชาการเกษตร, 2564) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการให้น้ำสำหรับกัญชาตลอดการเจริญเติบโตทั้งในโรงเรือนและแปลงปลูก พบว่ากัญชาเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำสำหรับการเจริญเติบโตมากกว่าพืชบางชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และฝ้าย เป็นต้น เมื่อปลูกกัญชาในสภาพแปลงปลูกบริเวณพื้นที่ทางรัฐแคลิฟอร์เนีย ของสหรัฐอเมริกา พบว่ามีความต้องการน้ำของกัญชาตลอดการเจริญเติบโตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19 ถึง 21 ลิตรต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบการปลูกกัญชาในสภาพโรงเรือนที่มีความต้องการน้ำเฉลี่ยน้อยกว่าอยู่ในช่วง 10 ถึง 11 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ (Wilson *et al*., 2019) สำหรับการเจริญเติบโตทั้งทางลำต้นและใบของพืชสกุลกัญชาในระยะกล้ามีความต้องการน้ำของพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต โดยปกติใช้ระยะเวลา 4 ถึง 6 สัปดาห์ แต่ในบางกรณีอาจใช้ระยะเวลา 15 สัปดาห์ เพื่อให้มีการสร้างจำนวนกิ่งที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งการใช้วัสดุที่เหมาะสมที่มีการระบายน้ำเป็นอย่างดีช่วยส่งเสริมให้ต้นกัญชาสามารถเจริญเติบโตได้เฉลี่ยสูงถึง 7 เซนติเมตรต่อวัน ซึ่งในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ควรได้รับชั่วโมงแสง 18 ชั่วโมงต่อวัน ขณะที่ระยะก่อนออกดอก และระยะออกดอกควรได้รับชั่วโมงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ช่วงระยะสัปดาห์ 16 ถึง 29 สัปดาห์ การเจริญเติบโตจะลดลงตามลำดับ (Clarke and Merlin, 2016) ขณะที่ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก (2565) กล่าวว่ากัญชาในแปลงปลูกของเกษตรกรมีความต้องการปริมาณน้ำเพื่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 500 ถึง 600 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก ขึ้นอยู่กับปัจจัยแต่ละสายพันธุ์ ความสั้น และยาวของชั่วโมงแสงในแต่ละวัน ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชา และผลผลิตช่อดอกดังกล่าว

Gill *et al*. (2022) รายงานว่าเมื่อกัญชาสายพันธุ์ Black lable ได้รับผลกระทบการขาดน้ำส่งผลต่อมวลชีวภาพ ความสูง และผลผลิตเมล็ดลดลง มีแนวโน้มส่งผลต่อการเปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยลง นอกจากนี้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency; WUE) ของกัญชาไม่เพิ่มขึ้น ขณะที่ Cosentino *et al.* (2013) พบว่ากัญชาพันธุ์ Futura 75 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำกัญชาที่เพิ่มขึ้นจาก 2.73 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 3.45 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ Tang *et al*. (2018) รายงานว่าเมื่อเกิดสภาพการขาดน้ำเป็นระยะเวลายาวนานส่งผลทำให้ใบกัญชาแก่และมีเหลือง ความกว้างของลำต้นลดลง และ Amaducci *et al*. (2008) รายงานว่าความยาวรากของกัญชาเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการขาดน้ำในสภาพแปลงดังแสดงใน (Figure 1)

สำหรับการศึกษาสมบัติของวัสดุปลูกต่อความต้องการน้ำของกัญชาในสภาพโรงเรือนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกัญชา 2. ศึกษาการคายน้ำแท้จริงของกัญชา (ETc) และการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชา (Kc) เป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการพัฒนาและการผลิตกัญชาภายใต้สภาวะโรงเรือน

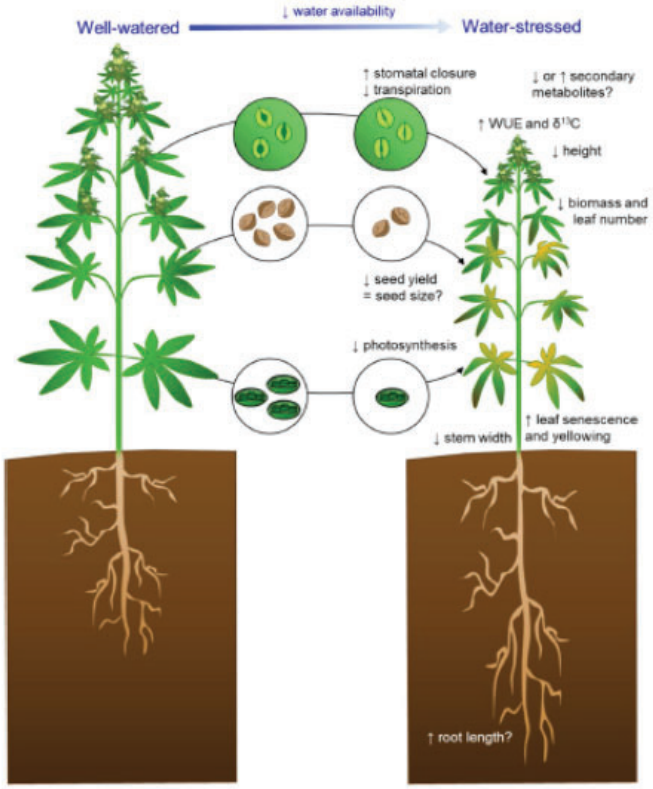

Figure 1 Schematic diagram of the current understanding of cannabis water stress response including conflict response or those the lack evident are indicated by a question mark.
Caution: Gill *et al.* (2023)

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกกัญชา

วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย ได้แก่ 1. พีทมอส 2. พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (70 : 15 : 15) 3. พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (60 : 20 : 20) และ 4. พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (50 : 25 : 25) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แช่วัสดุปลูกเพื่อให้อิ่มตัวด้วยน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการอัดวัสดุปลูกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงให้พอดีกับปริมาตรกระบอกบรรจุวัสดุปลูก นำมาแช่เพื่อให้อิ่มตัวด้วยน้ำเป็นระยะเวลาอีก 1 ชั่วโมง นำวัสดุปลูกที่อิ่มตัวด้วยน้ำมาใส่ในกรวยกรองปล่อยให้น้ำไหลจากวัสดุปลูกจนกระทั่งหยุดไหล นำน้ำที่ระบายออกจากวัสดุปลูกมาชั่ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การระบายน้ำ และระดับความจุความชื้นความจุสนาม จากนั้นนำตัวอย่างวัสดุปลูกเข้าหม้อแรงดันที่ระดับความดัน 15 บรรยากาศ จนกว่าน้ำระบายออกจากวัสดุปลูกหยุดไหล แล้วนำมาชั่งเพื่อหาความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวรแล้วทำการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งหาความชื้นตามลำดับดังแสดงใน (Figures 2 to 4) (จักรพงษ์, 2546)

Figure 2 Growing substrate were compacted with cores by gravimetric method after that saturated with water for 1 hour.

Figure 3 Measurement the amount of drained water and the weight of drained growing substrate to calculate for the field capacity (FC).

Figure 4 Calculation for permanent wilting point (PWP) by compressing the growing substrate in the 15 atmospheres condition until finishing of the draining. Then, the samples were dried up at 60°C for 3 days.

การคายน้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration, ETo)

คำนวณหาการคายน้ำของพืชอ้างอิงรายวัน (ETo daily) หมายถึง อัตราการคายน้ำรวมกับการระเหยน้ำจากพื้นที่ผิวที่มีหญ้าปกคลุมสูงจากพื้นดิน 15 เซนติเมตร โดยมีการใช้ข้อมูลพิกัดของสถานีอุตุนิยมวิทยา ความสูงจากระดับน้ำทะเล ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร และความยาวนานชั่วโมงแสงในแต่ละวัน ที่มีการตั้งสถานีตรวจอากาศเคลื่อนภายในโรงเรือนโดยใช้สมการ Penman-Monteith ดังแสดงใน Equation 1

$$ET_{O\ daily} = \frac{0.408\Delta\ (Rn\text{-}G) + \gamma 900 / (T+273)U2\ (es\text{-}ea)}{\Delta+\gamma\ (1+0.34\ U2)} \quad (1)$$

เมื่อ $ET_{o\ daily}$ = การคายน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร/วัน), Rn = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่พืชได้รับ (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน), G = ค่าความไหลของความร้อนพื้นดิน (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน), T = อุณหภูมิของอากาศ (องศาเซลเซียส), Δ = ค่าความลาดเทของเส้นแรงดันไอ (กิโลปาสคาลต่อองศาเซลเซียส), γ = ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสคาลต่อองศาเซลเซียส), U2 = ค่าความเร็วของลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (เมตรต่อวินาที) และ (es-ea) = ค่าความต่างของแรงดันไอน้ำ (กิโลปาสคาล) (Allen *et al*., 1998)

การคายน้ำแท้จริงของกัญชา และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาสายพันธุ์กาญจนบุรี

หาค่าการคายน้ำของพืชรายสัปดาห์ (ETc_{week}) ดังแสดงใน Equation 2

$$ETc_{week} = I + P - DP \pm \Delta GMMC \quad (2)$$

เมื่อ ETc_{week} = การคายน้ำของกัญชา (มิลลิเมตรต่อสัปดาห์), P = ปริมาณน้ำฝนมีค่าเท่ากับ 0 (มิลลิเมตรต่อสัปดาห์), I = ปริมาณน้ำที่ให้ (มิลลิเมตรต่อสัปดาห์), DP = การทราบซึมลึกของน้ำ (มิลลิเมตรต่อวัน) และ ΔGMMC = ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงในวัสดุปลูก (มิลลิเมตรต่อสัปดาห์) การคายน้ำแท้จริงของกัญชา และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาสายพันธุ์กาญจนบุรี

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชารายสัปดาห์ (Kc week) คือสัดส่วนของการคายน้ำของกัญชาในสภาวะจริงต่อการคายน้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณจากสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ปลูกพืชในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของกัญชา (Allen *et al*., 1998) ดังแสดงใน Equation 3

$$ETc_{week} = \frac{ETc_{week}}{ETo_{week}} \quad (3)$$

การบันทึกข้อมูล

ปลูกกัญชาสายพันธุ์กาญจนบุรีอายุ 1 เดือน ถึง 5 เดือน ในกระถางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.071 ตารางเมตร และความสูงของกระถาง 40 เซนติเมตร บรรจุวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันให้มีความสูงจากก้นกระถาง 32 เซนติเมตร จำนวน 10 ต้น บันทึกข้อมูล ได้แก่ (1) ความชื้นของวัสดุปลูกที่เปลี่ยนแปลงโดยวิธีการชั่งน้ำหนักก่อนการให้น้ำรายวัน (2) ปริมาณน้ำที่ให้ และน้ำที่ระบายออกรายวัน (3) สภาพอากาศของโรงเรือนรายวัน (4) ความสูงต้นกัญชา ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดลำต้นรายสัปดาห์ (5) น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น และใบหลังการเก็บเกี่ยวกัญชา ดังแสดงใน (Figure 5)

Figure 5 Measurement the growing substrate moisture change, amount of drained water and watering amount were monitored every day. Plant characteristics as height, canopy width and stem diameter were measured every week until plants were harvested.

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง กันยายน 2565 ถึง มกราคม 2566 ณ โรงเรือนสำนักเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกกัญชา

จากผลการทดลอง พบว่าที่ระดับความจุความชื้นสนาม (FC) ในช่วง 83.1 ถึง 84.0 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (PWP) ในช่วง 62.4 ถึง 65.3 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นรวม (BD) ในช่วง 0.14 ถึง 0.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และการระบายน้ำ (Water drainage) ในช่วง 15.8 ถึง 16.9 เปอร์เซ็นต์ ของวัสดุปลูกทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าวัสดุผสมระหว่าง พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (50 : 25 : 25) โดยน้ำหนักมีการระบายน้ำดีที่สุด ขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก (WHC) วัสดุผสมระหว่างพีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (50 : 25 : 25) มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยที่สุดเท่ากับ 17.8 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าวัสดุผสมระหว่างพีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (70 : 15 : 15) เท่ากับ 19.9 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยพีทมอสเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 21.4 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมระหว่าง พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (60 : 20 : 20) เท่ากับ 21.6 เปอร์เซ็นต์ ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงใน Table 1 เพราะฉะนั้นการศึกษาความต้องการน้ำของกัญชาในสภาพโรงเรือนได้เลือกใช้วัสดุปลูกในอัตราส่วนผสม พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ (50 : 25 : 25) โดยน้ำหนัก ที่มีการระบายน้ำของวัสดุปลูกดีที่สุด และความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกน้อยที่สุด เพราะกัญชาเป็นพืชที่ชอบการระบายน้ำของวัสดุปลูกที่ดี สำหรับในการหายใจของรากเพื่อการเจริญเติบโตของกัญชาได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

ขณะที่ หนึ่งและคณะ (2564) พบว่าอัตราส่วนระหว่าง ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง 3 : 1 : 1 โดยปริมาตร ให้ผลผลิตกัญชาดีที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกอัตราส่วนระหว่าง ขุยมะพร้าว

เปลือกมะพร้าวสับ และแกลบดิบ 3 : 1 : 1 โดยปริมาตร และวัสดุปลูกอัตราส่วนระหว่าง ขุยมะพร้าวและเปลือกมะพร้าวสับ 3 : 1 โดยปริมาตร นอกจากนี้เมื่อมีส่วนผสมของแกลบดินทำให้วัสดุปลูกมีการระบายน้ำที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามก็สามารถทำให้สูญเสียธาตุอาหารที่จำเป็นต่อกัญชาไปได้ง่ายเช่นกัน

Table 1 Physical properties of growing substrate for cannabis cultivation in this study.

Growing substrate ratio (Peatmoss: Perlite: Vermiculite)	% FC[1/] (by weight)	% PWP[2/] (by weight)	% WHC[3/] (by weight)	BD[4/] (g cm^{-3})	% Water Drainage (by weight)
(100 : 0 : 0)	84.2 ± 0.3[5/]	62.8 ± 0.6	21.4 ± 0.5a	0.15 ± 0.002	15.8 ± 0.3
(50 : 25 : 25)	83.1 ± 0.5	65.3 ± 0.8	17.8 ± 0.7b	0.16 ± 0.004	16.9 ± 0.5
(60 : 20 : 20)	84.0 ± 0.4	62.4 ± 0.7	21.6 ± 0.3a	0.14 ± 0.002	16.0 ± 0.4
(70 : 15 : 15)	83.9 ± 0.5	64.0 ± 1.7	19.9 ± 1.4ab	0.15 ± 0.002	16.1 ± 0.5
F-test (df error=16)	1.31	1.34	4.23*	2.33	1.35
% CV	1.10	3.93	9.33	4.27	5.70

[1/] FC = Field capacity. [2/] PWP = Permanent wilting point. [3/] WHC = Water holding capacity (FC-PWP). [4/] BD = Bulk density. [5/] = Means ± S.E (n = 5) were compared by LSD method and * significant at 95 %

การคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo)

พบว่าในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ (เดือนที่ 2) ภายหลังต้นกล้ากัญชาอายุ 1 เดือน มีการคายน้ำของพืชอ้างอิงอยู่ในช่วง 17.3 ถึง 21.1 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ภายหลังเมื่อการเจริญเติบโตของกัญชาเพิ่มขึ้นในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ (เดือนที่ 3) มีการคายน้ำของพืชอ้างอิงอยู่ในช่วง 22.2 ถึง 23.4 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ตามด้วยการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้นในช่วง 13 ถึง 16 สัปดาห์ (เดือนที่ 4) มีการคายน้ำของพืชอ้างอิงอยู่ในช่วง 15.2 ถึง 21.0 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ รวมทั้งการเจริญเติบโตของกัญชาที่ในช่วง 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) มีการคายน้ำของพืชอ้างอิงอยู่ในช่วง 18.3 ถึง 21.2 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และการเจริญเติบโตของกัญชาในช่วงระยะเริ่มออกดอกสัปดาห์ที่ 21 (ภายหลัง 5 เดือน) มีการคายน้ำของพืชอ้างอิงเท่ากับ 16.0 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ เนื่องจากจำนวนชั่วโมงของแสงในชั่วเวลาดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลา 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) ที่มีชั่วโมงแสงอยู่ในช่วง 2.6 ถึง 3.0 ชั่วโมง ตามลำดับ Upton *et al*. (2013) พบว่าอุณหภูมิในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับกัญชาสายพันธุ์ที่ปลูกในเขตร้อนควรอยู่ในช่วง 25 ถึง 30 องศาเซลเซียส และสำหรับสายพันธุ์กัญชาที่ปลูกในเขตอบอุ่นควรมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Chandra *et al*. (2013) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม (Relative humidity; RH) ตลอดการเจริญเติบโตของกัญชาควรอยู่ในช่วง 55 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ จากคำแนะนำดังกล่าว พบว่าในเดือนธันวาคมช่วงเวลา 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) สภาพอากาศภายในโรงเรือนเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกัญชามากที่สุด

เมื่อหาค่าสหสัมพันธ์การคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ที่เพิ่มขึ้นกับปัจจัยจำนวนชั่วโมงแสงที่เพิ่มขึ้นมีค่าสหสัมพันธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนปลูกกัญชาเพิ่มขึ้นมีค่าสหสัมพันธ์ 35 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสหสัมพันธ์ลดลง 18 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับในสภาพโรงเรือนมีข้อจำกัดในการระบายความร้อน ดังนั้นโรงเรือนจำเป็นต้องติดตั้งพัดลมช่วยระบายความร้อนภายในโรงเรือน เพราะฉะนั้นความเร็วลมส่งผลต่อการคายน้ำของพืชอ้างอิงซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น 23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับดังแสดงใน (Table 2)

Table 2 Weather data in greenhouse after cannabis were planted.

Week	Avg. Max.Temp (^{O}C)	Avg. Min.Temp (^{O}C)	Avg. RH (%)	Avg. Wind ($m.s^{-1}$)	Avg. Sun light (hours)	Avg. ETo ($mm.day^{-1}$)	Sum. ETo ($mm.week^{-1}$)
5 (13-19 Sep. 2022)	37.3	27.9	59.0	0.07	2.7	3.0	21.1
6	26.1	23.0	66.6	0.01	1.3	2.5	17.3
7	35.0	27.0	67.0	0.01	2.2	2.7	18.8
8	37.7	26.2	67.7	0.03	3.3	3.0	21.1
9	39.6	25.1	59.6	0.03	4.5	3.2	22.6
10	40.7	24.7	56.0	0.00	5.6	3.4	23.4
11	40.3	25.2	54.1	0.00	5.6	3.2	22.5
12	40.9	22.3	49.4	0.00	6.4	3.2	22.2
13	40.9	24.7	52.3	0.00	5.3	3.0	21.1
14	39.6	25.1	68.3	0.00	3.4	2.7	18.6
15	38.0	25.5	66.4	0.00	1.8	2.2	15.2
16	33.8	25.5	66.6	0.01	4.9	2.7	19.0
17	32.4	24.6	65.1	0.00	6.6	2.9	20.5
18	29.0	20.9	59.6	0.00	9.2	3.0	21.2
19	30.0	20.9	57.4	0.00	6.9	2.7	18.6
20	36.6	20.4	52.3	0.00	5.7	2.6	18.3
21 (3-9 Jan 2023)	38.0	23.5	44.9	0.00	3.6	2.3	16.0
Pearson's correlation (n=17)	35 %	12 %	-18 %	23 %	50 %	with summation ETo	

การคายน้ำแท้จริงของกัญชา (ETc) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชา (Kc)

พบว่าในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ (เดือนที่ 2) มีการคายน้ำแท้จริงของกัญชาอยู่ในช่วง 64.8 ถึง 74.7 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ภายหลังเมื่อการเจริญเติบโตของกัญชาเพิ่มขึ้นในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ (เดือนที่ 3) การคายน้ำแท้จริงของกัญชาอยู่ในช่วง 55.8 ถึง 168.9 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ตามด้วยการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้นในช่วง 13 ถึง 16 สัปดาห์ (เดือนที่ 4) มีการคายน้ำแท้จริงของกัญชาอยู่ในช่วง 138.9 ถึง 198.7 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ รวมทั้งการเจริญเติบโตของกัญชาที่ในช่วง 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) มีการคายน้ำแท้จริงของกัญชาอยู่ในช่วง 183.0 ถึง 214.5 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และการเจริญเติบโตของกัญชาในช่วงระยะเริ่มออกดอกสัปดาห์ที่ 21 (ภายหลัง 5 เดือน) มีการคายน้ำแท้จริงของกัญชาเท่ากับ 171.5 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ในช่วงการเจริญเติบโตของกัญชามีการคายน้ำแท้จริงของกัญชาเท่ากับ 2,323.4 มิลลิเมตร หรืออยู่ในช่วง 0.57 ถึง 2.18 ลิตรต่อวันในสภาพโรงเรือนตามลำดับ ดังแสดงใน (Table 3) และ (Figure 6) เมื่อเปรียบเทียบกับ Wilson *et al.* (2019) พบว่าการให้น้ำสำหรับกัญชาตลอดการเจริญเติบโตทั้งในโรงเรือน และแปลงปลูกในบริเวณมลรัฐแคลิฟอร์เนียสหรัฐอเมริกามีความต้องการน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10 ถึง 11 ลิตรต่อวัน และในสภาพแปลงปลูกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19 ถึง 21 ลิตรต่อวัน สอดคล้องกับ Zheng *et al.* (2021) ให้คำแนะนำการปลูกกัญชาที่มีการเจริญเติบโตเป็นเวลา 150 วัน ในสภาพแปลงควรมีการให้น้ำประมาณ 10 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ

ขณะที่การปลูกกัญชาในสภาพแปลงปลูกเกษตรกร กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก (2565) กล่าวว่าโดยทั่วไปพืชกัญชาในแปลงปลูกของเกษตรกรมีความต้องการปริมาณน้ำเพื่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 500 ถึง 600 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก ขณะที่ Scordia *et al*. (2022) ได้ศึกษาความต้องการน้ำกัญชาสายพันธุ์ Futura 75 และ Futura 83 ในแปลงปลูกสภาพอากาศเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศกรีซ มีความต้องการน้ำของกัญชาอยู่ในช่วง 100 ถึง 400 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก สอดคล้องกับ Tang *et al*. (2018) ทดลองความต้องการน้ำกัญชาสายพันธุ์ Futura 75 ในแปลงปลูกสภาพอากาศเขตอบอุ่น ประเทศอิตาลี อยู่ในช่วง 250 ถึง 450 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก รวมทั้ง Cosentino *et al.* (2013) ที่พบความต้องการน้ำกัญชาสายพันธุ์ Futura 75 ในแปลงปลูกสภาพอากาศเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศอิตาลี อยู่ในช่วง 140 ถึง 370 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก และคล้ายคลึงกับ Campbell *et al.* (2019) ศึกษาความต้องการน้ำของกัญชาสายพันธุ์ Ferimon 12, Diana และ Carmaleonte ในแปลงปลูกสภาพอากาศแห้งแล้งประเทศสหรัฐอเมริกา อยู่ในช่วง 200 ถึง 450 มิลลิเมตรต่อฤดูกาลปลูก

โดยสรุปการปลูกกัญชาในสภาพแปลงปลูกเกษตรกรแต่ละประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย ยุโรป อิตาลี อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา มีความต้องการน้ำกัญชาตลอดช่วงการเจริญเติบโตประมาณ 550, 348, 297, 600 และ 530 ถึง 690 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Struik *et al*., 2000; Amaducci *et al*., 2002; Barrett and Chadwick., 2010; Adesina *et al*., 2020; Gordon and Brodick, 2020; Schumacher *et al*., 2020)

Table 3 Water balance of cannabis.

Week	ΔGMMC (mm.week^{-1})	DP (mm.week^{-1})	I (mm.week^{-1})	ETc (mm.week^{-1})
5 (13-19 Sep. 2022)	21.8 ± 1.8	2.5 ± 0.4	49.3	68.6 ± 1.9
6	20.1 ± 1.9	4.6 ± 2.8	49.3	64.8 ± 1.0
7	31.4 ± 3.9	6.0 ± 2.2	49.3	74.7 ± 4.7
8	-35.2 ± 3.3	6.0 ± 1.3	98.6	57.4 ± 3.1
9	-40.2 ± 4.3	2.6 ± 0.5	98.6	55.8 ± 4.2
10	-10.0 ± 1.7	3.5 ± 0.3	98.6	85.1 ± 1.7
11	-5.1 ± 0.7	13.9 ± 1.2	112.7	93.7 ± 1.8
12	4.2 ± 1.0	32.5 ± 2.8	197.2	168.9 ± 3.0
13	-43.3 ± 14.3	15.0 ± 2.5	197.2	138.9 ± 14.0
14	20.6 ± 2.0	36.1 ± 5.8	197.2	181.7 ± 5.3
15	13.0 ± 2.0	11.5 ± 2.9	197.2	198.7 ± 2.1
16	-13.5 ± 1.7	5.0 ± 1.3	197.2	178.7 ± 2.1
17	-1.4 ± 1.7	12.8 ± 1.4	197.2	183.0 ± 2.6
18	11.9 ± 3.2	12.7 ± 2.3	197.2	196.4 ± 2.9
19	-0.8 ± 1.6	5.4 ± 1.5	197.2	191.0 ± 1.9
20	32.8 ± 2.9	15.5 ± 2.5	197.2	214.5 ± 3.4
21 (3-9 Jan 2023)	27.3 ± 3.7	53.0 ± 8.0	197.2	171.5 ± 8.5
Summation	33.6	238.6	2,528.4	2,323.4

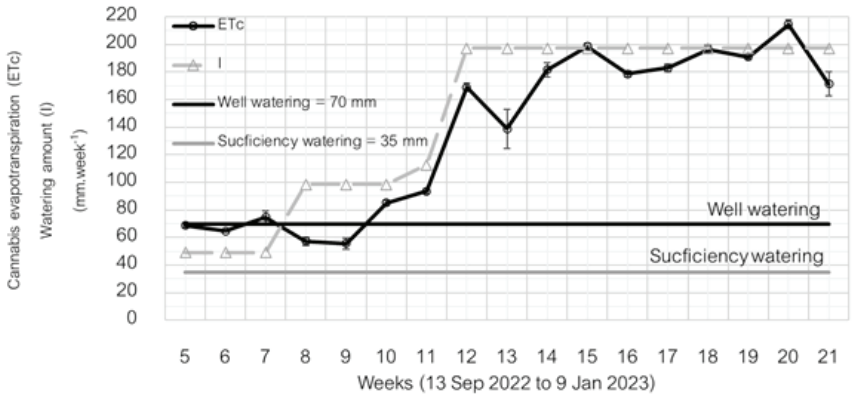

Figure 6 Actual crop evapotranspiration (ETc) of cannabis grown under well watering for 21 weeks.

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชา พบว่าในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ (เดือนที่ 2) มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกัญชาที่ปรับค่าแล้วอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.55 ภายหลังเมื่อการเจริญเติบโตของกัญชาเพิ่มขึ้นในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ (เดือนที่ 3) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกัญชาที่ปรับค่าแล้วอยู่ในช่วง 3.72 ถึง 6.29 ตามด้วยการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้นในช่วง 13 ถึง 16 สัปดาห์ (เดือนที่ 4) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกัญชาที่ปรับค่าแล้วอยู่ในช่วง 7.30 ถึง 9.99 รวมทั้งการเจริญเติบโตของกัญชาที่ในช่วง 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกัญชาที่ปรับค่าแล้วอยู่ในช่วง 10.59 ถึง 10.98 และการเจริญเติบโตของกัญชาในช่วงระยะเริ่มออกดอกสัปดาห์ที่ 21 (ภายหลัง 5 เดือน) มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกัญชาที่ปรับค่าแล้วเท่ากับ 9.91 ตามลำดับ ดังแสดงใน (Table 4) และ (Figure 7) จากผลดังกล่าวเมื่อกัญชามีการเจริญทางลำต้น และใบเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้การคายน้ำแท้จริงของกัญชาเพิ่มขึ้น ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาเพิ่มขึ้นมีค่าสหสัมพันธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ตลอดจนค่าการคายน้ำของพืชอ้างอิงมีค่าสหสัมพันธ์ 43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประกอบกับเมื่ออุณหภูมิ ความเร็วลม และชั่วโมงแสงต่อวันที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมทำให้การคายน้ำแท้จริงของพืชเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นการพิจารณาการให้น้ำกับกัญชาจำเป็นต้องให้น้ำที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ เพื่อให้เพียงพอสำหรับการระเหยของน้ำจากวัสดุปลูกและการคายน้ำของพืชในแต่ละวันดังกล่าว

Table 4 Crop water coefficient (Kc) of cannabis were measured and adjusted.

Week	ETc ($mm.week^{-1}$)	ETo ($mm.week^{-1}$)	Kc-measured (week)	Kc-adjusted (week)
5 (13-19 Sep. 2022)	68.6	21.1	3.25	3.55
6	64.8	17.3	3.75	3.12
7	74.7	18.8	3.97	2.99
8	57.4	21.1	2.72	3.22
9	55.8	22.6	2.47	3.72
10	85.1	23.4	3.64	4.44
11	93.7	22.5	4.16	5.31
12	168.9	22.2	7.61	6.29

Table 4 (continued).

Week	ETc ($mm.week^{-1}$)	ETo ($mm.week^{-1}$)	Kc-measured (week)	Kc-adjusted (week)
13	138.9	21.0	6.61	7.30
14	181.7	18.6	9.77	8.29
15	198.7	15.2	13.07	9.21
16	178.7	19.0	9.41	9.99
17	183.0	20.5	8.93	10.59
18	196.4	21.2	9.26	10.94
19	191.0	18.6	10.27	10.98
20	214.5	18.3	11.72	10.65
21 (3-9 Jan 2023)	171.5	16.0	10.72	9.91
Pearson's correlation (n=17)	with ETc	43 %	96 %	95 %

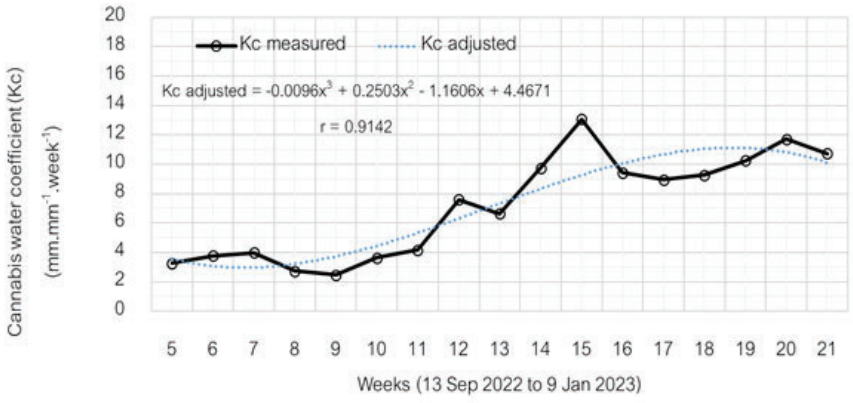

Figure 7 Crop water coefficient (Kc) of cannabis grown under greenhouse condition for 21 weeks.

การเจริญเติบโตและน้ำหนักต้นกัญชา

สำหรับการเจริญเติบโตของกัญชา พบว่าในช่วงหลัง 4 ถึง 8 สัปดาห์ (เดือนที่ 2) มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.7 ถึง 100.0 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 17.0 ถึง 73 เซนติเมตร และขนาดลำต้นที่สูงจากพื้นดิน 8 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 2.7 ถึง 8.9 เซนติเมตร ภายหลังเมื่อการเจริญเติบโตของกัญชาเพิ่มขึ้นในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ (เดือนที่ 3) มีความสูงอยู่ในช่วง 118.2 ถึง 142.4 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 84.6 ถึง 107.8 เซนติเมตร และขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 10.8 ถึง 13.1 เซนติเมตร ตามด้วยการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้นในช่วง 13 ถึง 16 สัปดาห์ (เดือนที่ 4) มีความสูงอยู่ในช่วง 167.0 ถึง 197.0 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 106.0 ถึง 127.0 เซนติเมตร และขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 14.0 ถึง 17.8 เซนติเมตร รวมทั้งการเจริญเติบโตของกัญชาที่ในช่วง 17 ถึง 20 สัปดาห์ (5 เดือน) มีความสูงอยู่ในช่วง 179.7 ถึง 191.3 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 124.1 ถึง 128.5 เซนติเมตร และขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 18.1 ถึง 18.6 เซนติเมตร และการเจริญเติบโตของกัญชาในช่วงระยะเริ่มออกดอกสัปดาห์ที่ 21 (ภายหลัง 5 เดือน) มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 188.2 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 127.1 เซนติเมตร และขนาดลำต้น เฉลี่ยเท่ากับ 18.4 เซนติเมตร ดังแสดงใน (Figure 8) คิดเป็นอัตราส่วนการเจริญเติบของกัญชา

ความสูง : ขนาดทรงพุ่ม : ขนาดลำต้น เฉลี่ยเท่ากับ 11.5 : 8 : 1 ตั้งแต่ช่วงหลัง 4 สัปดาห์ ถึง 12 สัปดาห์ (เดือนที่ 2 ถึง 3 เดือน) และการเจริญเติบโตของกัญชารวมทั้งในช่วงระยะเริ่มออกดอกในช่วง 13 ถึง 21 สัปดาห์ (เดือนที่ 4 ถึง 5 เดือน) มีอัตราส่วนการเจริญเติบของกัญชาเท่ากับ 10 : 7 : 1 ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักสดของราก ลำต้นรวมกิ่ง ใบ และทั้งต้นของกัญชาเฉลี่ยกับ 288.6, 363.0, 527.1 และ 1,179.3 ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักแห้งของราก ลำต้นรวมกิ่ง ใบ และทั้งต้นของกัญชาเฉลี่ยกับ 53.7, 133.7, 193.9 และ 381.4 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ (Figure 9)

เมื่อคำนวณดัชนีการเก็บเกี่ยวของน้ำหนักแห้งใบต่อน้ำหนักทั้งต้นของกัญชาคิดเป็น 50.84 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของกัญชา (น้ำหนักแห้ง) เฉลี่ย 2.31กรัมต่อลิตร สอดคล้องกับ Garcia-Tejero *et al*. (2019) ได้ศึกษาการให้น้ำตามความต้องการน้ำของกัญชา 100 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ (ETc) ต่อกัญชาสายพันธุ์ Ermes และ Carma ในแปลงทดลองของประเทศสเปนมีประสิทธิภาพการใช้น้ำของกัญชา (น้ำหนักแห้ง) เฉลี่ย 2.33 และ 2.31 กรัมต่อลิตร ขณะที่ Cosentino *et al*. (2013) ศึกษาการให้น้ำกับกัญชาตลอดฤดูกาลปลูก ได้แก่ 370, 255, 198 และ 140 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับกัญชาสายพันธุ์ Futura 75 ในแปลงทดลองของประเทศอิตาลีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำของกัญชา (น้ำหนักแห้ง) เฉลี่ย 2.73, 3.13, 3.15 และ 3.46 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ สอดคล้องกับ Lisson and Medham (1998) ศึกษาการให้น้ำกับกัญชาตลอดฤดูกาลปลูก ได้แก่ 440, 429, 419, 348 และ 277 มิลลิเมตรตามลำดับสำหรับกัญชาสายพันธุ์ Kompolti ในแปลงทดลองของประเทศออสเตรเลียมีประสิทธิภาพการใช้น้ำของกัญชา (น้ำหนักแห้ง) เฉลี่ย 2.6, 2.4, 3.0, 3.1 และ 2.9 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

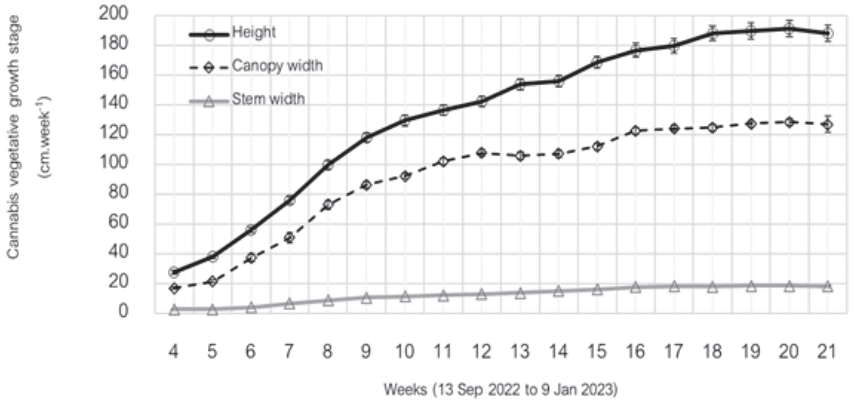

Figure 8 Vegetative growth of cannabis grown under greenhouse condition for 21 weeks.

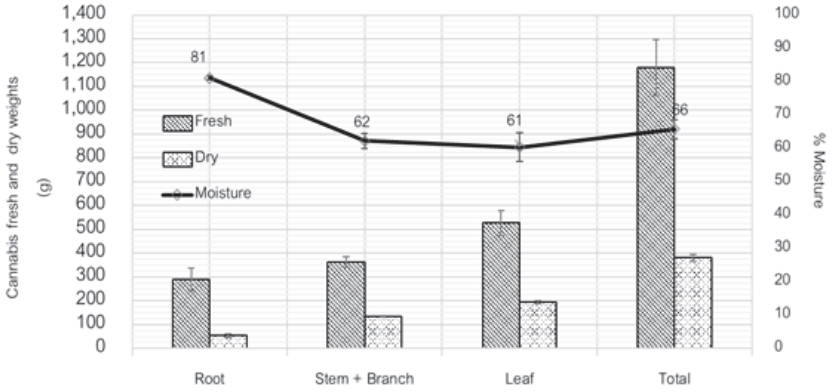

Figure 9 Fresh and dry weight of cannabis at 21 weeks after cultivation.

สรุป

วัสดุปลูกที่มีส่วนผสม พีทมอส : เพอร์ไลท์ : เวอร์มิคูไลท์ ที่อัตราส่วน 50 : 25 : 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีความสามารถในการระบายน้ำดี และนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกกัญชาเพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกัญชาในช่วงระยะการเจริญเติบโตเริ่มต้น เมื่อกัญชาอายุสัปดาห์ที่ 5 และ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำที่ปรับแต่งแล้วเฉลี่ย 3.34 ตามด้วยระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเมื่ออายุสัปดาห์ที่ 7 ถึง 16 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย 6.08 และระยะการเจริญเติบโตจนถึงเริ่มออกดอกเมื่ออายุสัปดาห์ที่ 17 ถึง 21 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย 10.6 ตามลำดับ สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของกัญชาที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดลำต้น เมื่อกัญชาอายุสัปดาห์ที่ 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.6, 25.3 และ 3.2 เซนติเมตร ตามด้วยเมื่อกัญชาอายุสัปดาห์ที่ 7 ถึง 16 สัปดาห์ เฉลี่ยเท่ากับ 135.8, 96.1 และ 12.6 เซนติเมตร และเมื่อกัญชาอายุสัปดาห์ที่ 17 ถึง 21 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย 187.4, 126.4 และ 18.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่ได้จากผลข้อมูลสมการสมดุลน้ำของการคายน้ำแท้จริงของกัญชา (ETc) และการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากสมการ Penman-Monteith เท่ากับ 2,323.4 และ 337.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนวิจัยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งสำนักเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตรที่สนับสนุนสถานที่ดำเนินการทดลองตลอดจนกลุ่มวิจัยปฐพีกายภาพ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 2565. การเพาะปลูกกัญชาทางการแพทย์. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. 9 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. คู่มือเกษตรกรการผลิตพืชสกุลกัญชา (*Cannabis sativa* L.) เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 152 หน้า.

จักรพงษ์ เจิมศิริ. 2546. วิธีวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรกรมวิชาการเกษตร. 72 หน้า.

หนึ่ง เตียอำรุง นันทกร บุญเกิด และพรรณลดา ติตตะบุตร. 2564. การผลิตและใช้ประโยชน์จากกัญชา. รายงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 71 หน้า.

Allen, R. G., L. S. Perreira., D. Raes. and M. Smith. 1998. Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper. 300 p.

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

Amaducci, S., M. Errani and G. Venturi. 2002. Plant population effects on fiber hemp morphology and production. Journal of Industrial Hemp 7: 33-60.

Amaducci, S., M. T. Amaducci., R. Benati and G. Venturi. 2008. Crop yield and quality parameters of four annual fiber crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the North of Italy. Industrial Crops Production 11: 179-186.

Barrett, J. and M. Chadwick. 2010. Ecological footprint and water analysis of cotton, hemp and polyester. Cymru, B.D.G.W.

Campbell, B. J., A. F. Berrada and A. F. Hudalla. 2019. Genotype with environment interaction of industrial hemp cultivars highlight diverse response to environment factors. Agrosystem Geoscience Environment 2: 180-187.

Chandra, S., H. Lata., I. A. Khan, and M. A. Elsohly. 2013. The role biotechnology in *Cannabis sativa* L. propagation of phytocannabinoids. Biotechnology for Medicinal Plants 123-148.

Clarke, R. C. and M. D. Merlin. 2016. Cannabis Domestication, Breeding History, Present-day Genetic Diversity, and Future Prospects. Critical Reviews in Plant Sciences 35: (5-6). 293–327.

Cosentino, S. L., E. Riggi, and G. Testa. 2013. Evaluation of European developed fiber hemp genotype (*Cannabis sativa* L.) in semi-arid Mediterranean environment. Industrial Crop Production 50: 312-324.

Garcia-Tejero, I. F., V. H. Duran-Zuazo., C. Sanchez-Carnenero., A. Hermandez., C. Ferreiro-Vera, and C. Cassano. 2019. Seeking suitable agronomical practices for industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivation for biomedical applications. Industrial Crop Production 139: 1-8.

Gill, A. R., B. R. Loveys, and J. M. Cowley. 2022. Physiological and morphological responses of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) to water deficit. Industrial Crop Production 187: 115-121.

Gill, A. R., B. R. Loveys., T. R. Cavagnaro, and R. A. Burton. 2023. The potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as an emerging drought resistant fiber crop. Plant Soil 10 p.

Gordon, S. and R. Brodrick. 2020. A comparative analysis of cotton and hemp production in Australia. The Australian Cotton Grower 4 p.

Lisson, S. and N. Mendham. 1998. Response of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) to varying irrigation regimes. Journal International Hemp Association 5 (1): 9-15.

Schumacher, A. G. D., S. Pequito, and J. Pazour. 2020. Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative of cotton. Journal of Cleaner Production 268: 108-122.

Scordia, D., E. G. Papazoglou, and D. Kotoula. 2022. Toward identifying industrial crop type and associated agronomies to improve biomass production from marginal lands in Europe. GCB Bioenergy 14: 710-734.

Struik, P., S. Amaducci., M. Bullard., N. Stutterheim., G. Venturi, and H. Cromack. 2000. Agronomy of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. Industrial Crop Production 11: 107-118.

Tang, K., A. Fracasso, and P. C. Struik. 2018. Water and nitrogen use efficiency of hemp (*Cannabis sativa* L.) based on whole-canopy measurement and modeling. Front Plant Science 9: 1-14.

Upton, R., L. Craker., M. Elsohly., A. Romm., E. Russo, and M. Sexton. 2013. Cannabis inflorescence: cannabis spp; standard of identity, analysis and quality control. American Herbal Pharmacopoeia. Scott Valley. California.

Wilson, H., H. Bodwitch, and J. Carah. 2019. First known survey of cannabis production practices in California. California Agriculture 73: 3. 119-127.

Zheng, Z., K. Fiddes, and L. Yang. 2021. A narrative review on environmental impact of cannabis cultivation. Journal Cannabis Research 3: 35-45.