

ผลของสูตรปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของกัญชา (*Cannabis sativa* L.)
ที่ปลูกนอกโรงเรือน

Effects of Chemical Fertilizer Formulas on Growth of Outdoor Grown Cannabis
(*Cannabis sativa* L.)

ชุตินันท์ คำดี¹ ณัฐชนน คงศรี¹ ทิวาพา โคกทอม² และนงภัทร ไชยชนะ^{1*}

Chutipon Kumdee¹ Natchanon Khongsri¹ Tiwa Pakoktom² and Nongpat Chaichana^{1*}

Received: August 7, 2023

Revised: October 9, 2023

Accepted: October 19, 2023

Abstract: Plant nutrition management is a major factor affecting plant growth and yield. In Thailand, the research lacks information on the nutrient of cannabis. This experiment aimed to observe the effect of chemical fertilizer formulas and rates on growth of outdoor grown cannabis. The experimental design was a Completely Randomized Design with 5 replications, the 4 treatments consist of 1) chemical fertilizer formula 15.8-11.8-19.0 2) chemical fertilizer formula 2-1-4 during the vegetative stage and 2-4-4 during the flowering stage, 3) chemical fertilizer formula 15-15-15 during the vegetative stage and 8-24-24 during the flowering stage and 4) chemical fertilizer formula 30-10-10 during the vegetative and 10-20-30 during the flowering. The fertilizer solution was applied with irrigation every 3 days and the fertilizer formula was changed after 6 weeks of transplanting. The results showed that at 8 weeks after transplanting, treatment 1, application of chemical fertilizer formula 15.8-11.8-19.0 and treatment 4, application of chemical fertilizer formula 30-10-10 during the vegetative and 10-20-30 during the flowering significantly increased plant height, number of leaves per plant and leaf greenness compared to other treatments. For biomass yield including fresh and dry weight of root, stem and branch, and leaves at harvesting, we found that application of chemical fertilizer formula 30-10-10 during the vegetative stage and 10-20-30 during the flowering stage showed the highest total fresh and dry weight of 1.65 and 0.46 kg/plant, respectively. We concluded that the chemical fertilizer formula of 30-10-10 during the vegetative stage and 10-20-30 during the flowering stage was the optimum formula of outdoor grown cannabis.

Keywords: cannabis, nutrient management, chemical fertilizer

บทคัดย่อ: การจัดการธาตุอาหารพืชเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของพืช โดยเฉพาะพืชกัญชาที่งานวิจัยด้านธาตุอาหารในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสูตรปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชาที่ปลูกนอกโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 5 ซ้ำ 4 ตำรับการทดลอง ดังนี้ 1) ปุ๋ยสูตร 15.8-11.8-19.0

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹ Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen 73140

² Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen 73140

*Corresponding author: fagrnpc@ku.ac.th

2) ช่วงทำใบ ปุ๋ยสูตร 2-1-4 และช่วงทำดอก ปุ๋ยสูตร 2-4-4 3) ช่วงทำใบ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และช่วงทำดอก ปุ๋ยสูตร 8-24-24 4) ช่วงทำใบ ปุ๋ยสูตร 30-10-10 และช่วงทำดอก ปุ๋ยสูตร 10-20-30 ให้สารละลายปุ๋ยพร้อมกับให้น้ำทุก 3 วัน และเปลี่ยนจากช่วงทำใบเป็นช่วงทำดอกเมื่อกล้วยาอายุ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ผลการศึกษาพบว่าเมื่อกล้วยาอายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ได้รับการทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 15.8-11.8-19.2 และได้รับการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และใส่ปุ๋ยสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก ทำให้ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ความเขียวใบ มากกว่าการใช้ปุ๋ยในการได้รับการทดลองอื่น และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตด้านลำต้นได้แก่ ราก ลำต้น รวมกิ่ง และใบ พบว่ากล้วยาที่ได้รับปุ๋ยสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และใส่ปุ๋ยสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุด เท่ากับ 1.65 และ 0.46 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และใส่ปุ๋ยสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก เหมาะสมสำหรับการปลูกกล้วยานอกโรงเรือน มากกว่าปุ๋ยเคมีอัตราอื่น

คำสำคัญ: กล้วยา, การจัดการธาตุอาหารพืช, ปุ๋ยเคมี

คำนำ

ความสนใจในการปลูกกล้วยาของเกษตรกรไทยมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันประชาชนสามารถใช้ประโยชน์จากส่วนของกล้วยาที่มีปริมาณ Tetrahydrocannabinol หรือ THC ไม่เกิน 0.2% เพื่อการรักษาทางการแพทย์ได้ (พราว และคณะ, 2564) เช่น การรักษาให้กับผู้ป่วยที่มีภาวะผิดปกติทางจิต จากเหตุการณ์รุนแรง ผู้ป่วยมะเร็งเพื่อใช้ในการบรรเทาอาการปวด และกลุ่มโรคที่มีการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร (แพทย์สภา, 2562) นอกจากนั้นกล้วยาสามารถนำไปแปรรูปหรือใช้ประโยชน์เป็นอาหารหรือเครื่องดื่ม เช่น การนำไปแปรรูป ต้มคั้นน้ำกล้วยาสด มีประโยชน์ช่วยป้องกันปัญหาทางสุขภาพ เช่น ด้านอาการอักเสบและลดอาการเจ็บปวด (สิริญา, 2562) กล้วยาเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารและการใช้น้ำในการเจริญเติบโตมาก จึงจำเป็นต้องมีการจัดการน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้ขาดหรือล้นเปลือง การจัดการน้ำจึงมีความสำคัญมากและต้องเป็นน้ำสะอาดที่ผ่านระบบการกรอง ไม่มีสารละลายอื่นในน้ำ สภาพนี้เหมาะสำหรับเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารตามต้องการ (ธานี และคณะ, 2564) กล้วยาในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต มีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างออกไป เช่น ช่วงผลิตใบจะต้องการไนโตรเจนมาก เพราะไนโตรเจนเป็นส่วนสำคัญในการเจริญเติบโต ส่วนช่วงผลิติดอก กล้วยาต้องการไนโตรเจนที่ต่ำกว่าร่วมกับต้องการ

ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่สูงขึ้น และธาตุอาหารรองต่างๆ หากขาดธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งไปอาจทำให้การเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ที่ผ่านมามีข้อจำกัดด้านกฎหมายที่ว่าด้วยกล้วยาเป็นสารเสพติด จึงทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตกล้วยาค่อนข้างน้อย เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยามักจะใช้ปุ๋ยสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด และมักพบการรายงานถึงปัญหาเนื่องจากสารอาหารที่กล้วยาได้รับไม่เพียงพอหรือมากเกินไปจนจำเป็นจนเกิดผลเสียหรือความเป็นพิษต่อกล้วยาได้ (Lewys *et al.*, 2021) จากรายงานในต่างประเทศพบว่าไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้วยา โดยไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ (Avia and Bernstein, 2020) ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตของช่อดอกของกล้วยาที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน (soilless) โดยปริมาณที่เหมาะสมของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเท่ากับ 194 และ 59 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนโพแทสเซียมที่อัตรา 60-340 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตช่อดอกของกล้วยา (Lewys *et al.*, 2021) นอกจากนั้นพบว่ากล้วยาต่างสายพันธุ์มีความต้องการไนโตรเจนในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะสร้างช่อดอกแตกต่างกัน (Anderson *et al.*, 2021) ปัจจุบันการศึกษาทางด้านธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้วยาใน

ประเทศไทยมีไม่มาก ดังนั้นจึงศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับกัญชาที่เกษตรกรนิยมใช้และมีจำหน่ายทั่วไป ในสูตรที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกัญชาที่ปลูกนอกโรงเรือน เพื่อใช้เป็นแนวทางการแนะนำให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกกัญชาพันธุ์หางกระรอกโดยวิธีเพาะเมล็ด เมื่อกัญชาอายุ 18 วัน ย้ายปลูกในถุงปลูก โดยใช้วัสดุปลูกซึ่งมีส่วนผสมของขุยมะพร้าวและกาบมะพร้าวสับที่ผ่านการแช่น้ำ จนมีค่าการนำไฟฟ้า 0.224 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ในอัตราส่วน 1:1 บรรจุลงถุงปลูกขนาด 30 ลิตร ปลูกกัญชาลงในถุงปลูกวางในพื้นที่โล่งมีแสงแดดส่องถึง ระยะห่างระหว่างถุงปลูก 1x1 เมตร แถวละ 10 ถุง จำนวน 4 แถว รวมทั้งหมด 40 ต้น ทดลองระหว่างเดือนกันยายน – ธันวาคม 2565 ณ วิทยาลัยชุมชนสระพัฒนา ตำบล สระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 5 ซ้ำ 4 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วยตำรับการทดลอง (1) ปุ๋ยเคมีสูตร 15.8-11.8-19.0 (2) ปุ๋ยเคมีสูตร 2-1-4 ช่วงทำใบ และสูตร 2-4-4 ช่วงทำดอก (3) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ช่วงทำใบ และ สูตร 8-24-24 ช่วงทำดอก และ (4) ปุ๋ยเคมีสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก ในช่วงแรกหรือช่วงทำใบ และใส่ปุ๋ย MgO 4.0%, CaO 15.0%, Zn 0.06% และ B 0.05% ใส่หลังจากให้ปุ๋ยแต่ละตำรับทดลองแล้วเสร็จ ในทุกตำรับการทดลองใส่ปุ๋ยพร้อมกับให้น้ำทุก 3 วัน อัตรา 2 ลิตรต่อต้น โดยละลายปุ๋ยในน้ำ 20 ลิตร และนำไปรดต้นกัญชาโดยใช้กระบอกตวงปริมาตร 1 ลิตร แบ่งให้ปุ๋ยเช้า 1 ลิตร บ่าย 1 ลิตร เท่ากันทุกถุงปลูก เมื่อกัญชาอายุ 6 สัปดาห์หลังปลูกหรือช่วงทำดอก เปลี่ยนสูตรปุ๋ยตามตำรับทดลอง โดยให้ปุ๋ยทุกตำรับการทดลองเมื่อหลังย้ายปลูก 1-8 สัปดาห์หลังปลูก ในระดับความเข้มข้นของปุ๋ย 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.10, 1.00 และ 0.90 กรัม/ลิตร ตามลำดับระดับความเข้มข้นของปุ๋ยในการใส่ปุ๋ยแต่ละสัปดาห์หลังปลูก วิเคราะห์สมบัติบางประการของ

วัสดุปลูกทั้งก่อนและหลังปลูก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างที่ผสมก่อนและหลังปลูก บดด้วยเครื่องบดตัวอย่างเพื่อวัดพีเอช (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของดินต่อน้ำ (EC_w) (วัสดุปลูก:น้ำ 1:50 โดยปริมาตร) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีการย่อยตัวอย่างด้วยวิธี Wet digestion: Conc. H_2SO_4 ใช้วิธีวิเคราะห์ Kjeldahl method (Bremner and Tabatabai, 1972) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โปแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมทั้งหมด และแมกนีเซียมทั้งหมด โดยวิธีการย่อยตัวอย่างด้วยวิธี Wet digestion: Conc. HNO_3 + Conc. $HClO_4$ วิเคราะห์ฟอสฟอรัสใช้วิธี Vanadomolybdate ที่ 420 นาโนเมตร โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม วัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption spectroscopy (A. O. A. C., 1990)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกัญชาโดยวัดความสูง (เซนติเมตร) ใช้ไม้เมตรวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด ข้อต่อต้น (จำนวนข้อ) นับจำนวนข้อแรกถึงปลายของลำต้น กิ่งต่อต้น (จำนวนกิ่ง) นับจำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักทั้งหมด เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) ใช้เวอร์เนียรัลคาลิเปอร์วัดบริเวณโคนต้นในส่วนที่อยู่เหนือดิน 15 เซนติเมตร ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit) ใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., JAPAN: SPAD-502 Plus model) วัดใบบนสุดที่กางใบเต็มที่ และจำนวนใบ (ใบ) นับจำนวนใบทั้งหมดบนต้น บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 7 วัน

เมื่อกัญชาอายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ราก ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก โดยตัดลำต้นส่วนเหนือวัสดุปลูก 15 เซนติเมตร แยกชิ้นส่วนและชั่งน้ำหนักสดแต่ละองค์ประกอบ ส่วนรากนำออกจากถุงปลูก แยกวัสดุปลูกออกจากรากโดยนำไปแช่น้ำหรือใช้น้ำจืด และใช้มือแยกวัสดุปลูกออกจากนั้นอบแห้งในห้องอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์ สมบัติทางประการของวัสดุปลูกก่อนและหลัง ปลูก

สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนปลูกแสดงใน (Table 1) พบว่าพีเอชของวัสดุปลูก 6.24 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC_w) 0.224 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.229% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.004% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 0.267% ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 0.096% ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 0.018% ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกัญชา โดยพืชกัญชาต้องการไนโตรเจน (N) 6.34% ฟอสฟอรัส (P) 0.87% โพแทสเซียม (K) 3.91% แคลเซียม (Ca) 4.32% และแมกนีเซียม (Mg) 1.26% (หนึ่ง และคณะ, 2564)

หลังเก็บเกี่ยววัสดุปลูกจากทั้ง 4 ตำรับทดลองมีค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าพีเอชลดลงเนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนต่อเนื่องหรือมากเกินไปมีผลทำให้วัสดุปลูกได้รับผลตกค้างจากกรด (บุญญา, 2566) วัสดุปลูกที่ค่าพีเอชลดลงหรือเป็นกรดจะสูญเสียธาตุโพแทสเซียม (กรมวิชาการ

เกษตร, 2563) ส่งผลให้โพแทสเซียมทั้งหมดในวัสดุปลูกทุกตำรับทดลองมีค่าน้อยกว่าวัสดุปลูกก่อนปลูก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด แคลเซียมทั้งหมด และแมกนีเซียมทั้งหมดมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกก่อนปลูก ปริมาณที่แตกต่างกันของธาตุอาหารที่เหลือในวัสดุปลูกแต่ละตำรับการทดลองเกิดจากปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในแต่ละตำรับการทดลองมีปริมาณไม่เท่ากัน จึงเกิดการสะสมหรือหลงเหลืออยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ ตำรับการทดลองที่ 1, 3 และ 4 มีปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในวัสดุปลูกมากกว่า ตำรับการทดลองที่ 2 เพราะตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำกว่าตำรับอื่นจึงมีปริมาณธาตุอาหารที่น้อยกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารหลังปลูกอาจเป็นเพราะมีการดูดใช้ธาตุอาหารแต่ละธาตุไม่เท่ากัน ผลที่ตามมาคือธาตุอาหารบางตัวที่พืชดูดใช้ขึ้นไปน้อยหรือไม่ถูกนำไปใช้ จะเกิดการสะสมมากขึ้น ส่วนธาตุอาหารตัวใดที่พืชมีการดูดใช้มากจะมีสัดส่วนที่น้อยลง หากมีการเติมสารละลายธาตุอาหารใหม่ลงไป จะมีการสะสมหรือเพิ่มขึ้น และสัดส่วนของธาตุอาหารในวัสดุปลูกจะเปลี่ยนไป (อิทธิสุนทร, 2558)

Table 1 Some properties of substrate before and after transplanting depend on different chemical fertilizer.

Treatment	pH	EC_w (dS/m)	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)
Substrate before transplanting							
	6.24	0.22	0.23	0.004	0.28	0.096	0.018
Substrate after transplanting							
1	5.043 ^c	1.262 ^a	0.541 ^{ab}	0.049 ^b	0.110 ^{ab}	0.724	0.177
2	5.330 ^a	0.477 ^c	0.429 ^b	0.019 ^c	0.054 ^c	0.662	0.173
3	5.160 ^b	0.668 ^c	0.501 ^{ab}	0.061 ^{ab}	0.075 ^{bc}	0.626	0.175
4	5.103 ^{bc}	0.960 ^b	0.638 ^a	0.089 ^a	0.138 ^a	0.722	0.198
F-test	**	**	*	**	**	ns	ns
CV (%)	1.038	14.161	15.237	28.521	21.436	17.748	7.411

Means within each column having different letters, are significantly different according to Duncan's Multiple Range test (DMRT) at $P = 0.05$, ns = not significant difference, * = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.05$, ** = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.01$

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นของกัญชา

หลังย้ายปลูกลำต้นกัญชาลงถุงปลูก พบว่าเมื่อกัญชามีอายุเพิ่มขึ้นความสูงของกัญชามีค่าเพิ่มขึ้นในทุกการทดลอง (Table 2) เมื่อย้ายปลูกลำต้นกัญชามีความสูงอยู่ระหว่าง 7.8-8.9 เซนติเมตร กัญชาที่อายุ 2-6 สัปดาห์หลังปลูก มีความแตกต่างทางสถิติ กัญชาที่ได้รับปุ๋ยตามการทดลองที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นมากกว่าการทดลองที่ 1, 2 และ 3 แต่เมื่อกัญชามีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดที่อายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก ความสูงกัญชาการทดลองที่ 1, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเทียบกับการทดลองที่ 2 ความสูงของต้นกัญชาที่อายุ 2-8 สัปดาห์หลังปลูก ความสูงของต้นกัญชามีความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่าปุ๋ยที่ได้รับตามการทดลองที่ 2 นั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการธาตุ

อาหารของกัญชาทำให้ลำต้นมีความสูงต้นน้อยกว่าการทดลองอื่น และกัญชาได้รับปุ๋ยตามการทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองอื่นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสูตรปุ๋ยการทดลองที่ 2, 3 และ 4 หลังจากสัปดาห์ที่ 7 หลังปลูก การทดลองที่ 1 ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงสูตรปุ๋ย ปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าการทดลองอื่นๆ ทำให้ความสูงของลำต้นกัญชามีความสูงมากกว่าการทดลองอื่นเพราะผลของปุ๋ยที่มีไนโตรเจนในระหว่างการเจริญเติบโตส่งผลให้พืชมีการดูดไนโตรเจนในปริมาณที่มาก เพื่อเพิ่มการแบ่งและขยายเซลล์ทำให้พืชขยายใหญ่ ลำต้นสูงขึ้นและรับแสงได้มากขึ้น กระบวนการสังเคราะห์แสงจึงมีมากขึ้น ส่วนระดับโพแทสเซียมพืชจำเป็นต้องดูดโพแทสเซียมให้มากพอเพื่อใช้รักษาความสมดุลของความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์ (บุญญา, 2564)

Table 2 Effects of the chemical fertilizer treatments on plant height (cm) at 0-8 weeks after transplanting.

Treatment	Weeks after transplanting								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.8	12.9	20.7 ^{ab}	33.4 ^b	61.4 ^a	94.0 ^a	134.8 ^a	174.6 ^a	188.0 ^a
2	7.8	12.2	17.7 ^b	23.7 ^c	35.9 ^b	55.1 ^b	90.6 ^b	122.8 ^b	142.4 ^b
3	8.6	14.3	23.8 ^a	36.9 ^{ab}	64.4 ^a	103.1 ^a	145.8 ^a	172.6 ^a	185.0 ^{ab}
4	8.0	15.0	25.4 ^a	39.0 ^a	71.0 ^a	110.9 ^a	149.0 ^a	169.6 ^a	175.6 ^{ab}
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**	*
CV (%)	10.2	11.9	12.8	7.9	10.6	10.9	10.0	11.9	13.2

Means within each column having different letters, are significantly different according to Duncan's Multiple Range test (DMRT) at P = 0.05, ns = not significant difference, * = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.05$, ** = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.01$

หลังย้ายปลูก หรือที่ 0 สัปดาห์ทุกการทดลองมีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 6 ใบ เมื่อกัญชามีอายุเพิ่มมากขึ้นจำนวนใบจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น (Table 3) เมื่อกัญชาอายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก จำนวนใบต่อต้นในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กัญชาที่ปลูกในการทดลองที่ 4 มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 1,056 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 1 ที่มีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 756 ใบ อัตราปุ๋ย

ไนโตรเจนที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้จำนวนใบของกัญชามากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาโดย ภาษิตา และคณะ (2564) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอม พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 พบว่า การทดลองที่ใส่ปุ๋ยน้ำหนัก 55.63-26.88-31.88 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยน้ำหนัก 44.5-21.5-25.5 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่

และดำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบสูงกว่าดำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญซึ่งส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือเนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับใน

ขณะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมีความเหมาะสมพืชจะมีใบขนาดใหญ่ และแตกใบกิ่งก้านสาขามากขึ้น (สมบุญ, 2538)

Table 3 Effects of the chemical fertilizer treatments on number of leaves per plant (leaves) at 0-8 weeks after transplanting.

Treatment	Weeks after transplanting								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	10 ^b	23	51 ^{ab}	134 ^a	248 ^b	605 ^b	674 ^b	756 ^{ab}
2	5	14 ^{ab}	25	34 ^b	45 ^b	103 ^c	234 ^d	255 ^d	335 ^c
3	6	14 ^{ab}	24	30 ^b	62 ^b	197 ^b	387 ^c	440 ^c	530 ^{bc}
4	6	15 ^a	29	71 ^a	170 ^a	468 ^a	1,052 ^a	1,022 ^a	1,056 ^a
F-test	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**
CV (%)	20.17	16.11	23.31	30.28	26.52	15.09	13.65	10.30	19.31

Means within each column having different letters, are significantly different according to Duncan's Multiple Range test (DMRT) at $P = 0.05$, ns = not significant difference, * = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.05$, ** = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.01$

(Table 4) แสดงค่าความเขียวของใบกัญชาที่ได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีสูตรที่แตกต่างกันพบว่ากัญชาหลังย้ายปลูก หรือที่อายุ 0 สัปดาห์มีค่าความเขียวใบอยู่ระหว่าง 23.8-26.5 SPAD unit จากนั้นค่าความเขียวใบของกัญชามีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่าความเขียวใบเฉลี่ยสูงสุดเมื่ออายุ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ค่าความเขียวใบสูงสุดพบในดำรับทดลองที่ 4 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากดำรับการทดลองอื่น รองลงมาได้แก่ ดำรับทดลองที่ 3, 1 และ 2 ที่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 57.8, 47.8, 46.9 และ 43.9 ตามลำดับ ค่าความเขียวใบมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ และแปรผันตามอายุการเจริญเติบโต หากพืชมีใบอายุเท่ากันค่าความเขียวใบขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนหรือธาตุอาหารที่ได้รับ อายุใบ ความหนา และช่วงเวลาชีวิต (กษิตดีเดช และคณะ, 2565; Altland *et al.*, 2003; Jifon *et al.*, 2005) ในดำรับการทดลอง

ที่ 4 ที่ได้รับไนโตรเจนในอัตราที่สูงจะมีค่าเฉลี่ยความเขียวใบมากที่สุดในช่วง 1-6 สัปดาห์หลังปลูก และกัญชาที่ได้รับไนโตรเจนในอัตราที่ต่ำกว่าดำรับทดลองที่ 4 จะมีค่าเฉลี่ยความเขียวใบไม่เกิน 47.8 SPAD unit เมื่อกัญชามีอายุ 7 และ 8 สัปดาห์หลังปลูก ทุกดำรับการทดลอง ค่าความเขียวใบลดลง ซึ่งเป็นระยะที่กัญชาออกดอก การเจริญเติบโตทางกิ่งและใบจะหยุดลง หรือเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตของต้น (สังคม, 2558) และระดับไนโตรเจนในใบมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ และอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์ที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนั้นปริมาณปุ๋ยโดยเฉพาะไนโตรเจนที่ลดลงในช่วงทำดอกส่งผลให้ค่าความเขียวใบลดลง (วันเพ็ญ และคณะ, 2557; ยงยุทธ, 2558; Evans, 1989)

Table 4 Effects of the chemical fertilizer treatments on leaf greenness (SPAD unit) at 0-8 weeks after transplanting.

Treatment	Weeks after transplanting								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	24.8	36.6	37.6 ^{ab}	39.9 ^b	41.5 ^b	46.9 ^b	44.2 ^b	43.4 ^b	756 ^{ab}
2	26.5	35.2	33.1 ^{ab}	40.6 ^b	35.7 ^c	43.9 ^b	39.1 ^b	39.1 ^b	335 ^c
3	25.4	34.0	34.7 ^b	41.1 ^b	41.8 ^b	47.8 ^b	41.8 ^b	36.9 ^b	530 ^{bc}
4	23.7	36.3	40.2 ^a	46.8 ^a	51.7 ^a	57.8 ^a	54.7 ^a	51.3 ^a	1,056 ^a
F-test	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**
CV (%)	7.1	5.3	8.6	6.8	6.9	8.8	8.8	8.9	19.31

Means within each column having different letters, are significantly different according to Duncan's Multiple Range test (DMRT) at P = 0.05, ns = not significant difference, * = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.05$, ** = significantly different according to DMRT at $P \leq 0.01$

กัญชาอายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก จะเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุดและเริ่มติดดอก จึงเก็บเกี่ยวผลผลิตทางลำต้นของกัญชา เมื่อเก็บเกี่ยวและแยกส่วนของราก ลำต้น และใบ พบว่าน้ำหนักสดของ ราก ลำต้น ใบ และน้ำหนักรวมทั้งต้นมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 4 มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบสูงที่สุดเท่ากับ 1.00 และ 0.21 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ และส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นมีค่าสูงที่สุด (1.65 และ 0.46 กิโลกรัมต่อต้น) หลังจากอบแห้งส่วนต่างๆ ของต้นกัญชา พบน้ำหนักของราก ลำต้น ใบ และน้ำหนักรวมทั้งต้นลดลงเฉลี่ย 32, 43, 23 และ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ส่วนตำรับการทดลองที่ 4 พบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นมีน้ำหนักน้อยกว่าตำรับการทดลองที่ 1 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ เนื่องจากการให้ปุ๋ยตามตำรับทดลอง 1 และ 4 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนที่สูงในช่วง 1-8 สัปดาห์หลังปลูก ส่งผลให้กัญชาสังเคราะห์แสงมากขึ้น จึงทำให้ลำต้นสูงและผลิตจำนวนใบมากขึ้น จึงให้องค์ประกอบผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีปริมาณมากกว่าตำรับการทดลองที่ได้รับสูตรปุ๋ยไนโตรเจนต่ำกว่า การตอบสนองของรากต่อฟอสฟอรัสในปุ๋ยสูตรที่แตกต่างกัน พบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตำรับการทดลองที่ 1, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และทั้ง 3 ตำรับการทดลองนี้มีน้ำหนักรากที่มากกว่าตำรับการทดลองที่ 2 ที่ได้รับฟอสฟอรัสที่ต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น โดยปกติเมื่อกัญชาได้รับฟอสฟอรัสที่เพียงพอต่อความต้องการ จะพัฒนาระบบรากเป็นไป

อย่างปกติ และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตดี (จิราภรณ์, 2557) ตำรับการทดลองที่ 1, 3 และ 4 นั้นได้รับฟอสฟอรัสในระดับที่เพียงพอการสร้างจำนวนรากมากกว่าตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งลักษณะการสร้างจำนวนรากและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เป็นลักษณะที่ส่งเสริมให้กัญชามีพื้นที่ผิวรากที่ใช้ในการดูดใช้ธาตุอาหารได้เพิ่มมากขึ้น (Gahoonia and Nielsen, 2003) ถึงแม้ว่าการปรับเปลี่ยนสูตรปุ๋ยในช่วง 6 สัปดาห์หลังปลูก ไนโตรเจนและโพแทสเซียมต้องมีเพียงพอที่ไม่ต่ำจนทำให้เกิดการขาดธาตุอาหาร ไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดพิษ โพแทสเซียมไม่ส่งผลต่อการเจริญโตลำต้นและผลผลิตโดยตรง แต่โพแทสเซียมช่วยรักษาภาวะสมดุลของความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์ ดังนั้นหากไนโตรเจนหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งไม่เพียงพอ จะทำให้เกิดสภาวะไม่สมดุลของความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์และเป็นการจำกัดปริมาณองค์ประกอบผลผลิต (บุญญา, 2564; Lewys *et al.*, 2021) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักใบจากจำนวนใบ (Table 3) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (Table 5) ในตำรับการทดลองที่ 4 มีค่า 0.947 และ 0.199 กรัมต่อใบ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับการทดลองของ สรเพชร และคณะ (2564) ที่พบใบระยะเฟสลาดมีน้ำหนักใบสดและแห้งเท่ากับ 0.867 และ 0.219 กรัมต่อใบ ตามลำดับ และในระยะใบแก่มีน้ำหนักใบสดและแห้งเท่ากับ 1.248 และ 0.358 กรัมต่อใบ ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยของ Panayiota *et al.* (2018) ที่ศึกษาการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่

เพียงพอ (38.4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น จะส่งผลให้น้ำหนักรวมทั้งต้น น้ำหนักแห้งลำต้นและช่อดอกของกัญชา (Hemp) มีความมากกว่ากัญชาที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ

ความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำ น้ำหนักใบ น้ำหนักต้น น้ำหนักราก น้ำหนักรวมทั้งต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ และการสะสมไนโตรเจนของส่วนต่างๆ ของต้นกัญชา (Yang *et al.*, 2021)

Table 5 Yield components of Cannabis after harvested at 8 weeks after transplanting.

Treatment	Fresh weight (kg/plant)				Dry weight (kg/plant)			
	Root	Stalk and branch	Leaf	Total	Root	Stalk and branch	Leaf	Total
1	0.25 ^a	0.51 ^a	0.67 ^b	1.43 ^a	0.07 ^a	0.18 ^a	0.14 ^b	0.39 ^a
2	0.05 ^b	0.07 ^c	0.15 ^d	0.27 ^c	0.02 ^b	0.04 ^c	0.04 ^c	0.10 ^c
3	0.23 ^a	0.25 ^b	0.32 ^c	0.79 ^b	0.07 ^a	0.10 ^b	0.08 ^{bc}	0.25 ^b
4	0.20 ^a	0.45 ^a	1.00 ^a	1.65 ^a	0.06 ^{ab}	0.18 ^a	0.21 ^a	0.46 ^a
F-test	*	**	**	**	*	**	**	**
CV (%)	39.67	22.63	15.11	13.45	41.77	20.11	27.67	17.07

Means within each column having different letters, are significantly different according to Duncan's Multiple Range test (DMRT) at P = 0.05, ns = not significant difference, * = significantly different according to DMRT at P≤0.05, ** = significantly different according to DMRT at P≤0.01

สรุป

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า กัญชาที่มีความต้องการธาตุอาหารเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและการใช้ปุ๋ยเคมีในสูตรที่แตกต่างกันส่งผลให้กัญชาเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ต่างกัน การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-8-11-8-19-0 ตลอดฤดูการปลูก มีผลให้กัญชามีความสูงต้นสูงที่สุด ส่วนการใช้ปุ๋ยสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และปุ๋ยสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก ส่งผลให้กัญชามี จำนวนใบ ความเขียวใบ น้ำหนักสดรวมและน้ำหนักแห้งรวม สูงสุด ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-10-10 ช่วงทำใบ และปุ๋ยสูตร 10-20-30 ช่วงทำดอก มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกกัญชาพันธุ์ทางกระรอกในระบบปลูกนอกโรงเรือน ที่เกษตรกรต้องการเก็บเกี่ยวผลผลิต ราก ใบ และลำต้นสดและแห้งเพื่อจำหน่ายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต

กำแพงแสน ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และวิสาhekกิจชุมชน สระพัฒนา ตำบล สระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2563. การจัดการธาตุอาหารและการให้ปุ๋ยทุเรียน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2975> (3 กันยายน 2566).
- กรมวิชาการเกษตร. 2564. คู่มือสำหรับเกษตรกรการผลิตพืชสกุลกัญชา (*Cannabis sativa* L.) เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/th/?p=30917> (25 มีนาคม 2566).

กษิตดีเดช อ่อนศรี กัญตนา หลอดทองกลาง เกศินี ศรีปฐมกุล และอรพรรณ หัสรังค์. 2565. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนโพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ต่อการเจริญเติบโตของกัญชา. วารสารวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี 1(2): 104-117.

จิราภรณ์ อินทสาร. 2557. ธาตุอาหารพืช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/RdNOXp> (3 กันยายน 2566).

ธานี ศรีวงศ์ชัย สุตเชตต์ นาคะเสถียร อวรรณ คำดี อมรรัตน์ มัยอง นฤพนธ์ น้อยประสาร และวีรพงษ์ วิสูตร. 2564. คู่มือการผลิตกัญชา/กัญชงในระบบปิด. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 หน้า.

ปญญา ตระกูลยิ่งเจริญ. 2564. โพแทสเซียมกับการเจริญของพืช. วารสารดินและปุ๋ย 43(1): 10-27.

ปญญา ตระกูลยิ่งเจริญ. 2566. ผลของปริมาณธาตุไนโตรเจนต่อผลผลิตและปริมาณสารพิษเคมีในฟ้าทะลายโจรที่ปลูกในดินทราย. วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร 5(2):30-38.

พรพร ศุภจริยาวัตร ศรายุทธ ระดาพงษ์ ตัญญาณี สาหัด ณัฐภัทร หาญกิจ กัญชริญา ภารเขจร ปฏิภาณ พรหมพราย พิเชฐ บุญญติ ศิริวรรณ ชัยสมบุญพันธ์ ณัฐพงษ์ วิชัย และพรชัย สิ้นเจริญโกโคย. 2564. การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดกัญชาพันธุ์ไทยต่อเซลล์เพาะเลี้ยงปกติ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 63(3): 478-489.

แพทย์สภา. 2562. คำแนะนำสำหรับแพทย์ การใช้กัญชาทางการแพทย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://tmc.or.th/pdf/fact/guideline_cannabis_101062.pdf (10 มีนาคม 2566).

ภาษิตา พุนศิริ ทวีศักดิ์ วิยะชัย ณัฐกานต์ สีสะอาด นันทิดา แพงศรี อนนท์ จันทรเกตุ และสุภาวดี แก้วระหัน. 2564. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันต่อการ

เจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ผักสดกลิ่นหอม พันธุ์เชียงใหม่ 84-2. หน้า 23-29 ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มอ. วิจัย ครั้งที่ 16. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ยงยุทธ โอสภสภ. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 548 หน้า.

วันเพ็ญ โลหะเจริญ ศีลวัต พัฒนินดม ปราณี เกียรติประทับใจ วีรดา ธงงาม อิทธิสุนทร นันทกิจ ไสระยา ร่วมรังษี และจุฑามาศ คุ่มชัย. 2557. ผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน. วารสารเกษตร 30(1): 39-48.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

สรเพชร มาสุต ธนวัฒน์ ทองจีน กรวิชญ์ สมคิด ภาณุวิชญ์ พูลทรัพย์ ปภาวดี สุชนทบุตร กษพร โชติมนธธรรม ทิพวรรณ ปรีกมานนท์ ราตรี พระนคร วรรณวิภา พินธะ พิเชฐ บุญญติ และศิริวรรณ ชัยสมบุญพันธ์. 2564. ปริมาณสารแคนนาบินอยด์ในระยะเวลาการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของใบกัญชาพันธุ์ไทย. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 63(3): 524-540.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2558. การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช. เอกสารวิชาการ. สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 60 หน้า.

สิริญา มิตร์ศรีธา. 2562. จากใบสดสู่น้ำกัญชาหรือ Cannabis Juice ที่กำลังเป็นเทรนด์ใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.cannhealth.org/content/6700/cannhealth> (6 มีนาคม 2566).

- หนึ่ง เตียอำรุง นันทกร บุญเกิด และพรรณลดา ติตตะบุตร. 2564. การผลิตและการใช้ประโยชน์จากกัญชา. เอกสารวิชาการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 60 หน้า.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2558. จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชแบบไม่ใช้ดินทางการค้าได้อย่างไร. วารสารดินและปุ๋ย 37(1-4): 40-48.
- A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis of AOAC International. 15th ed., A.O.A.C. International, Arlington, Virginia, U.S.A. 770 p.
- Altland, J.E., C.H. Gilliam, G.J. Keever, J.H. Edwards, J.L. Sibley and D.C. Fare. 2003. Rapid determination of nitrogen status in pansy. HortSci. 38: 537-541.
- Anderson, S.L.I., B. Pearson, R. Kjelgren and Z. Brym. 2021. Response of essential oil hemp (*Cannabis sativa* L.) growth, biomass, and cannabinoid profiles to varying fertigation rates. Plos One (16)7: 1-16.
- Avia, S. and N. Bernstein. 2020. Response of medical cannabis (*Cannabis sativa* L.) to nitrogen supply under long photoperiod. Frontiers in Plant Science 11:1-15.
- Bremner, J.M. and M.A. Tabatabai, 1972. Use of an ammonia electrode for determination of ammonia in Kjeldahl analysis of soil. Communication Soil Science and Plant Analysis 3(2): 159-165.
- Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia 78(1): 9-19.
- Gahoonia, T.S. and N.E. Nielsen. 2003. Phosphorus (P) uptake and growth of a root hairless barley mutant (bald root barley, brb) and wild type in low- and high-P soils. Plant Cell and Environment. 26: 1759-1766.
- Jifon, J.L., J.P. Syvertsen and E. Whaley. 2005. Growth environment and leaf anatomy affect nondestructive estimates of chlorophyll and nitrogen in *Citrus* sp. leaves. American Society for Horticultural Science 130: 152-158.
- Lewys, B., M. Jones and Y. Zheng. 2021. Optimization of nitrogen, phosphorus, and potassium for soilless production of *Cannabis sativa* in the flowering stage using response surface analysis. Frontiers in Plant Science 12: 1-10.
- Panayiotu, P., I. Kakabouki and I. Travlos. 2018. Effect of nitrogen fertilization on growth and yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 46(1): 197-201.
- Yang, Y., W. Zha, K. Tang, G. Deng, G. Du and F. Liu. 2021. Effect of nitrogen supply on growth and nitrogen utilization in Hemp (*Cannabis sativa* L.). (Online): Available Source: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2310> (April 3, 2023).