

ผลของอัตราปุ๋ยโบรอนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต  
และผลผลิตของงา (*Sesamum indicum* L.)<sup>1/</sup>

Effect of foliar boron application rates on physiological traits, growth, yield  
components and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.)<sup>1/</sup>

ผู้ทำสัมมนา  
อาจารย์ที่ปรึกษา

ปริยาลักษณ์ มิ่งบุญ<sup>2/</sup>

บทคัดย่อ

ความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนที่แตกต่างกันส่งผลต่อพัฒนาการ สรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตเมล็ด และคุณภาพผลผลิตงา ซึ่งพบว่าการพ่นโบรอนทางใบอัตรา 100–200 mg/L ส่งผลให้ความสูงต้น จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD index) และค่าการชักนำของปากใบงามีค่าสูงที่สุด ขณะที่การพ่นโบรอนทางใบอัตรา 75 ppm (75 mg/L) ร่วมกับความถี่ในการพ่นที่อายุ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (ช่วงก่อนออกดอก ระยะเวลาออกดอก และระยะพัฒนาการฝักตามลำดับ) ส่งผลให้งามีความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตเมล็ด ดัชนีเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยบางฉบับรายงานว่า การพ่นปุ๋ยโบรอนทางใบอัตรา 30 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดงาสูงที่สุด ทั้งนี้ความแตกต่างจากผลการศึกษาที่รวบรวมนั้น อาจเนื่องมาจากพันธุ์งา สภาพแวดล้อม และความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับการให้โบรอนทางดินพบว่า การให้ปุ๋ยโบรอนทางดินอัตรา 7.5 kg B/ha ร่วมกับแบคทีเรียละลายฟอสเฟต และ Azotobacter จะทำให้มีจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตเมล็ด และมวลชีวภาพมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่โบรอนทางดินเพียงอย่างเดียว และ/หรือ การใส่โบรอนทางดินร่วมกับการใช้แบคทีเรียละลายฟอสเฟต หรือ Azotobacter เพียงอย่างเดียว ฉะนั้น การจัดการปุ๋ยโบรอนที่เหมาะสม ต้องคำนึงถึงวิธีการให้ พันธุ์ และสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูกร่วมด้วย

คำสำคัญ: งา; โบรอน; สรีรวิทยา; การเจริญเติบโต; องค์ประกอบผลผลิต; ผลผลิต

<sup>1/</sup>เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

<sup>2/</sup>นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

## 1. บทนำ

งา (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีแนวโน้มเพิ่มพูนความสำคัญขึ้นทุกปี เนื่องจากในปัจจุบันการบริโภคทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Myint *et al.*, 2020) งาเป็นพืชที่ปลูกง่าย ลงทุนน้อย และทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี (อภิชาติ, 2543) มีการปลูกอย่างแพร่หลายในพื้นที่เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำมันที่บริโภคได้ โปรตีน วิตามิน และกรดอะมิโน (Pusadkar *et al.*, 2015) ในระดับโลก งาจัดอยู่ในอันดับที่ 4 ของพืชน้ำมันโลก โดยพื้นที่ปลูกหลักตั้งอยู่ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของเอเชีย ภาคตะวันออก และอเมริกากลาง (Nayar *et al.*, 1970) ในพืชน้ำมันโลก งาจัดอยู่ในอันดับที่ 4 โดยพื้นที่ปลูกหลักตั้งอยู่ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของเอเชีย ภาคตะวันออก และอเมริกากลาง (Nayar *et al.*, 1970) งาถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ทั้งอาหาร สมุนไพร การแพทย์ และอุตสาหกรรม การใช้ประโยชน์หลักของเมล็ดงาคือการสกัดเป็นน้ำมันงา ซึ่งคิดเป็นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของการใช้งานทั้งหมด ส่วนกากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ เช่น ทำอาหารสัตว์ ปุ๋ย หรือเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังมีคุณประโยชน์ทางการแพทย์ โดยเฉพาะสารสำคัญที่พบในงา เช่น เซซามิน (sesamin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย อันเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเซลล์และความเสียหายในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย (Wei *et al.*, 2022)

เนื่องจากผลผลิตของงาขึ้นอยู่กับกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ภายในพืช ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามการจัดการการเพาะปลูก และสภาพแวดล้อมการเพาะปลูก การขาดธาตุอาหารเสริมที่จำเป็นบางชนิดอาจส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืช และนำไปสู่การลดลงของผลผลิต แม้ว่าพืชจะต้องการธาตุอาหารเสริมในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช โบรอน (boron) เป็นธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และการขาดโบรอนถือเป็นข้อจำกัดที่พบได้อย่างแพร่หลายที่สุดทั่วโลก โดยส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตงาที่ลดลง (White *et al.*, 2013) เนื่องจากโบรอนมีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสงในใบพืช การยึดตัวและแบ่งเซลล์ ตลอดจนกระบวนการเมแทบอลิซึมของไนเตรต (Ahmed *et al.*, 2014) และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผ่านการขยายพื้นที่ใบและเพิ่มองค์ประกอบผลผลิต (Qamar *et al.*, 2016) มีงานวิจัยบางฉบับพบว่า การขาดโบรอนสามารถส่งผลให้เกษตรกรผู้ไม่สมบูรณ์ รวมถึงทำให้เกษตรกรและผู้และเกษตรกรเมียฝ่อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้การติดเมล็ดต่ำ และส่งผลกระทบต่อผลผลิตเมล็ด โดยเฉพาะในพืชน้ำมัน (Chitrlekha *et al.*, 2000) ทั้งนี้ไม่ว่าจะโดยการใส่ลงในดิน หรือการพ่นทางใบ สามารถลดผลกระทบจากการขาดธาตุอาหารเสริม และช่วยเพิ่มผลผลิตรวมถึงปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของ

พืชได้ (White *et al.*, 2013) ฉะนั้นการจัดการธาตุโบรอนที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันจากพืชน้ำมัน เช่น งา ได้

สัมมนาฉบับนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลของการใช้ปุ๋ยโบรอนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงา เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการจัดการทางการเกษตรที่เหมาะสม และออกแบบการปรับปรุงสายพันธุ์งาให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

## 2. งา และความสำคัญทางเศรษฐกิจ

งาเป็นพืชในวงศ์ Pedaliaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* L. และมีจำนวนโครโมโซม  $2n = 26$  (Weiss, 1971) มีหลักฐานว่ามีการเพาะปลูกตั้งแต่ 1,500 ปีก่อนคริสตกาลในแถบตะวันออกกลาง เอเชีย และแอฟริกา (Ali *et al.*, 2007) เมล็ดงาประกอบด้วยน้ำมันในช่วง 46–64 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15–25 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 20–25 เปอร์เซ็นต์ และจุลธาตุหลายชนิดในด้านโภชนาการ เมล็ดงาอุดมไปด้วยน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในระดับสูง โดยเฉพาะกรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก รวมถึงมีโปรตีน โดยเฉพาะกรดอะมิโนเมไทโอนีนในระดับสูง และจุลธาตุต่าง ๆ เช่น แร่ธาตุ ลิกแนน โทโคฟีรอล และไฟโตสเตอรอล ด้วยเหตุนี้ งาจึงได้รับการขนานนามว่าเป็น ราชนินีแห่งพืชน้ำมัน ด้วยคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางเภสัชกรรมที่สูง งาจึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนมหวานและผลิตภัณฑ์อาหารทั่วโลก (Dhaliwan *et al.*, 2021)

งาเป็นพืชทนแล้งที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน แดดจัดมีอุณหภูมิประมาณ 27 - 30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าปลูกงาในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส งาจะงอกช้า และชะงักการเจริญเติบโต และถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้งามผสมเกสรติดยาก และสร้างฝักช้า นอกจากนี้ยังสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิดที่มีการระบายน้ำดี ไม่มีน้ำขังหรือขึ้นแฉะ ไม่เป็นดินเค็มและมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 5.5 - 6.5 (สมใจ, ม.ป.ป.) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกงาประมาณ 381,000 ไร่ ผลผลิตรวม 35,000 ตัน ผลผลิตเมล็ดงาของประเทศไทย 45 เปอร์เซ็นต์ใช้ภายในประเทศ 55 เปอร์เซ็นต์ใช้เพื่อการส่งออก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) ในประเทศไทยแหล่งปลูกงาที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกและผลิตมากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ รองลงมาคือภาคกลางที่มีพื้นที่ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภาคตะวันตกมีการเพาะปลูกเพียงเล็กน้อย และภาคใต้มีพื้นที่การปลูกงาน้อยมาก (นฤทัย และคณะ, 2541)

### 3. ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชและบทบาททางสรีรวิทยา

ธาตุอาหารพืช คือธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของพืช โดยเมื่อพืชขาดธาตุนั้น ๆ จะทำให้ไม่สามารถดำรงชีพได้ครบวงจรชีวิตเพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ โดยปกติพืชได้รับธาตุอาหารส่วนใหญ่จากดิน และบางส่วนจากอากาศ (ยงยุทธ, 2552) นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชพบว่ามีทั้งหมด 17 ชนิด โดยได้การจำแนกว่าธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชนั้นต้องเข้าหลักเกณฑ์ 3 ประการตามที่ Arnon and Stout (1939) กล่าวคือ (1) ถ้าพืชแสดงอาการขาดธาตุนั้น พืชจะไม่สามารถเจริญจนครบวัฏจักรชีวิตได้ (2) ต้องเป็นองค์ประกอบของชีวโมเลกุลที่จำเป็นต่อพืช และ (3) ต้องมีบทบาทต่อสรีรวิทยาของพืชโดยตรงไม่ใช่มีผลโดยทางอ้อมต่อธาตุอาหารอื่น สำหรับบทบาททางชีวเคมีของธาตุอาหารพืชที่จำเป็นทั้ง 17 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ (1) ธาตุอาหารหลักและรอง (macronutrient) ประกอบไปด้วย 9 ธาตุ โดย 6 ธาตุเป็นธาตุที่ได้จากดิน ได้แก่ธาตุ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) และอีก 3 ธาตุได้แก่คาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งเป็นธาตุมีอยู่มากในธรรมชาติพืชจะได้รับจากอากาศ ได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ออกซิเจน (O<sub>2</sub>) และได้รับจากน้ำ (H<sub>2</sub>O) (2) จุลธาตุหรือธาตุเสริม (micronutrient) เป็นธาตุที่ได้จากดินมี 8 ธาตุ ได้แก่ธาตุ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) คลอรีน (Cl) และนิกเกิล (Ni)

พืชจะใช้ธาตุอาหารเหล่านี้ในการสร้างสารอินทรีย์ ทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึม และกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ โดยที่ในเนื้อเยื่อพืชจะประกอบด้วย C และ O มากที่สุดถึงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ H คือประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่อีกประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งพืช จะประกอบด้วยธาตุอาหารพืชที่พืชได้รับจากดิน (ปิยะดา, 2540)

Taiz and Zeiger (2002) ได้จำแนกธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชออกเป็น 4 กลุ่มหลัก โดยพิจารณาจากบทบาททางสรีรวิทยา ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยธาตุ C, H, O, N และ S ธาตุอาหารกลุ่มนี้จะเป็นส่วนประกอบของสารประกอบคาร์บอน เช่น โปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทำงานของเอนไซม์ รวมถึงปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (oxidation-reduction reactions) ซึ่งเป็นพื้นฐานของกระบวนการเมตาบอลิซึมในพืช

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยธาตุ P, B และ Si ธาตุอาหารกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการสะสมพลังงาน และการรักษาเสถียรภาพของโครงสร้างในเซลล์พืช สารประกอบของธาตุในกลุ่มนี้จะเชื่อมโยงกับหมู่ไฮดรอกซิลของสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล-ฟอสเฟต

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยธาตุ K, Na, Mg, Ca, Mn และ Cl ธาตุอาหารกลุ่มนี้พบได้ในรูปของไอออนภายในพืช และมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด รวมถึงช่วยในการควบคุมศักย์น้ำ (water potential) ในเซลล์พืช

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยธาตุ Fe, Cu, Zn, Mo และ Ni ธาตุอาหารกลุ่มนี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับกระบวนการรีดอกซ์ โดยอยู่ในรูปของคีเลตโครงสร้างหรือเมทัลโลโปรตีน ซึ่งช่วยในการลำเลียงอิเล็กตรอนผ่านการเปลี่ยนแปลงเวเลนซ์ (valence change)

### 3.1 ผลของปุ๋ยโบรอนต่อบทบาททางสรีรวิทยา

พูนพิภพ (2553) กล่าวว่าโบรอนมีการขยายขนาดของเซลล์ การสร้างกรดนิวคลีอิก การตอบสนองต่อฮอร์โมน และการทำงานของเยื่อเมมเบรน พืชที่ขาดโบรอนจะแสดงอาการต่าง ๆ หลากหลายขึ้นกับชนิดพืชและอายุ อาการจำเพาะ ได้แก่ ภาวะเนื้อตาย (necrosis) มีสีดำที่ใบอ่อนและยอดอ่อน ลำต้นอาจแข็งและเปราะผิปกติ พืชอาจสูญเสียความสามารถของตายอดในการควบคุมการพัฒนาของตาข้าง (apical dominance) ทำให้ลำต้นมีกิ่งก้านมากผิปกติ แต่บริเวณปลายยอดของกิ่งก้านนั้นจะตายและเปลี่ยนเป็นสีดำในระยะเวลาไม่นานนัก

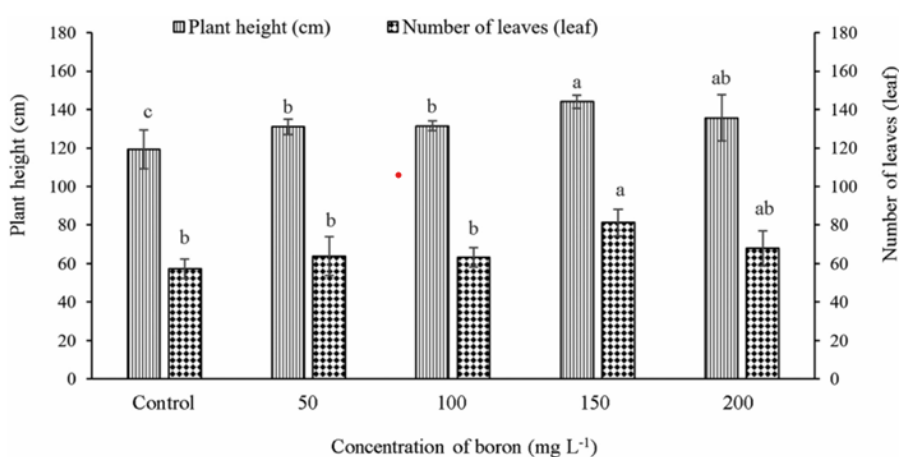
พืชดูดใช้โบรอนในรูปของกรดบอริก ( $H_3BO_3$ ) โดยโบรอนมีบทบาทในการยึดตัวของเซลล์ การสร้างกรดนิวคลีอิก การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การลำเลียงน้ำตาล และการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์พืช นอกจากนี้ โบรอนยังช่วยส่งเสริมการออกดอก การสร้างละอองเรณู การติดผล และส่งเสริมการใช้ประโยชน์ N และ Ca ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Taiz and Zieger, 2002)

### 4. ผลของความเข้มข้นของปุ๋ยโบรอนต่อการพัฒนาการและลักษณะทางสรีรวิทยา

Khuong *et al.* (2022) ได้ศึกษาการพ่นโบรอนทางใบอัตราที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 100, 150 และ 200 mg/L ต่อการเจริญเติบโตของงา ผลผลิต และปริมาณน้ำมันของงา โดยทำการฉีดพ่นที่อายุ 25 และ 35 วันหลังจากปลูก พบว่าการพ่นโบรอนทางใบที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ส่งผลต่อความสูงต้นและจำนวนใบ โดยพบว่าการพ่นโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 150 และ 200 mg/L ส่งผลให้ความสูงต้น (135.7 - 144.1 เซนติเมตร) และจำนวนใบ (70 - 80 ใบ) มีค่ามากที่สุด ขณะที่กรรมวิธีควบคุม คือไม่มีการพ่นโบรอนทางใบ (control) มีความสูงต้น (120 เซนติเมตร) และจำนวนใบน้อยที่สุด (58 ใบ) (ภาพที่ 4.1)

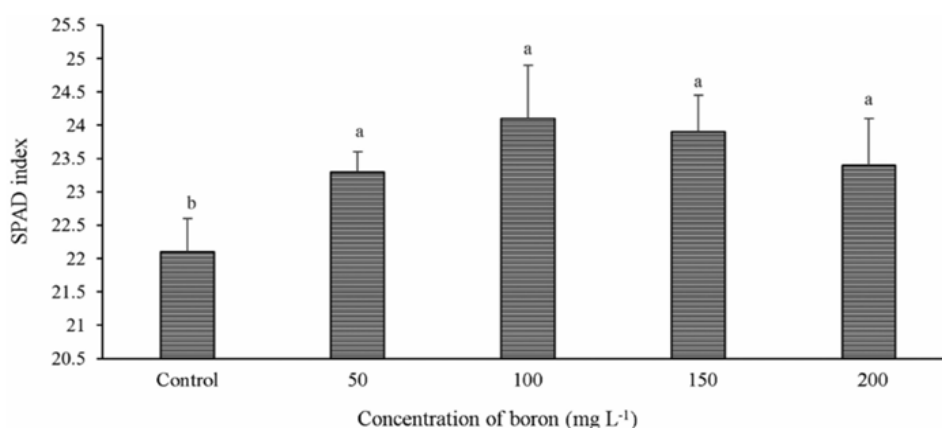
นอกจากนี้ Khuong *et al.* (2022) ได้ทำการบันทึกข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและค่าการชักนำของปากใบของงา พบว่าการพ่นโบรอนทางใบที่ระดับความเข้มข้นต่างกันส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และค่าการชักนำของปากใบ โดยพบว่าการพ่นโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 150

และ 200 mg/L ทำให้งามีปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD index) ในใบสูงที่สุด (ภาพที่ 4.2) สำหรับการชั่งน้ำหนักของปากใบของงา พบว่าการพ่นโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 150 และ 200 mg/L ส่งผลให้ค่าการชั่งน้ำหนักของปากใบที่ 34 วันหลังปลูก มีค่าสูงที่สุด (2,001.5 และ 1,966.1 mmol/m<sup>2</sup>/s ตามลำดับ) ในขณะที่การวัดค่าที่ 64 วันหลังปลูก พบว่าการพ่นโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 mg/L มีค่าการชั่งน้ำหนักปากใบสูงที่สุด (1.634 - 1.768 mmol/m<sup>2</sup>/s) ขณะที่กรรมวิธีควบคุมจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD index) และการชั่งน้ำหนักของปากใบต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.1)



ที่มา: Khuong *et al.* (2022)

ภาพที่ 4.1 ความสูงของต้น (เซนติเมตร) และจำนวนใบ (ใบ) ของงาในระยะเก็บเกี่ยวที่มีการพ่นโบรอนทางใบความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 5 ระดับ



ที่มา: Khuong *et al.* (2022)

ภาพที่ 4.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (SPAD index) ของงาในระยะเก็บเกี่ยวที่มีการพ่นโบรอนทางใบความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 5 ระดับ

**ตารางที่ 4.1** ค่าการชักนำของปากใบ ( $\text{mmol/m}^2/\text{s}$ ) ของงาในช่วง 34 และ 64 วันหลังปลูก (DAS) ที่มีการพ่นโบรอนทางใบความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 5 ระดับ

Boron (mg/L)	Stomata conductance ( $\text{mmol/m}^2/\text{s}$ )	
	34 วันหลังปลูก (DAS)	64 วันหลังปลูก (DAS)
0	1717.7 b	1.602 b
50	1792.1 b	1.768 a
100	1781.4 b	1.724 ab
150	2001.5 a	1.705 ab
200	1966.1 a	1.634 ab
CV (%)	10.5	6.2

**หมายเหตุ:** ตัวอักษรภายในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

CV หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

**ที่มา:** Khuong *et al.* (2022)

## 5. ผลของการจัดการปุ๋ยโบรอนต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตเมล็ดงา

Dhaliwal *et al.* (2021) ได้ศึกษาอิทธิพลของระดับ และระยะเวลาการให้โบรอนที่ต่างกันต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงาพันธุ์ Punjab Til No.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design จำนวน 9 ทริตเมนต์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ กำหนดทริตเมนต์ ได้แก่ T1 คือ กรรมวิธีควบคุม, T2 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอก, การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20 (T3), 30 (T4) และ 40 (T5) mg/L ในช่วงออกดอก, T6 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก, การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20 (T7), 30 (T8) และ 40 (T9) mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก จากการศึกษาพบว่า การพ่นโบรอนทางใบที่ระดับความเข้มข้นต่างกันส่งผลต่อผลผลิตเมล็ดงา โดยพบว่าทริตเมนต์ T8 (30 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก) มีผลผลิตเมล็ดสูงที่สุดในทั้ง 2 ปี (706.6 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) โดยเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 26.75% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธี T4 (30 mg/L ในช่วงออกดอก) และ T7 (20 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก) ยังให้ผลผลิตสูงที่สุดอีกด้วย (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 ผลของระดับ และระยะเวลาการให้โบรอนที่ต่างกันต่อผลผลิตเมล็ดงา

Treatments	Seed yield (kg/ha)			
	1st Year	2nd Year	Mean	% Increase
T1	548.1 <sup>b</sup> ± 42.7	566.3 <sup>b</sup> ± 7.0	557.2 <sup>b</sup>	-
T2	587.6 <sup>b</sup> ± 2.0	579.2 <sup>b</sup> ± 15.2	583.4 <sup>b</sup>	4.56
T3	533.3 <sup>b</sup> ± 39.2	643.1 <sup>ab</sup> ± 25.5	588.2 <sup>b</sup>	5.57
T4	700.2 <sup>ab</sup> ± 25.1	658.8 <sup>a</sup> ± 24.6	679.5 <sup>a</sup>	21.90
T5	612.4 <sup>b</sup> ± 13.69	611.6 <sup>ab</sup> ± 16.0	612.5 <sup>b</sup>	9.87
T6	576.5 <sup>b</sup> ± 11.3	598.3 <sup>b</sup> ± 17.3	587.4 <sup>b</sup>	5.39
T7	663.1 <sup>b</sup> ± 13.0	661.7 <sup>a</sup> ± 35.6	662.4 <sup>a</sup>	18.85
T8	755.7 <sup>a</sup> ± 207	656.5 <sup>a</sup> ± 10.7	706.6 <sup>a</sup>	26.75
T9	556.2 <sup>b</sup> ± 60.6	588.4 <sup>b</sup> ± 50.9	572.3 <sup>b</sup>	2.69
LSD (0.05)	133.4	51.2	80.1	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

T1 คือ กรรมวิธีควบคุม, T2 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอก, T3, T4 และ T5 คือ การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20, 30 และ 40 mg/L ในช่วงออกดอก, ตามลำดับ T6 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก และ T7, T8 และ T9 การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20, 30 และ 40 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก, ตามลำดับ

ที่มา: Dhaliwal *et al.* (2021)

Dey *et al.* (2023) ผลของความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนต่อความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของงาพันธุ์ BARI Til-4 โดยศึกษา 2 ปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัย A ได้แก่ ความเข้มข้นของโบรอน 4 ระดับ คือ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3) และปัจจัย B คือ ความถี่ในการพ่นโบรอน 3 ระดับ ได้แก่ 30 วันปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3) การศึกษาพบว่า การให้โบรอนทางใบที่ระดับความเข้มข้นต่างกันส่งผลต่อความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้งรวม และดัชนีเก็บเกี่ยวของงา (ตารางที่ 5.2) โดยพบว่าการให้โบรอน B3 (75 ppm) ส่งผลให้ความสูงต้น (109.3 เซนติเมตร) จำนวนกิ่งต่อต้น (4.84 กิ่ง) จำนวนฝักต่อต้น (43.09 ฝัก) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (52.44 เมล็ด) และดัชนีเก็บเกี่ยว (27.82%) ของงาสูงที่สุด ขณะที่พบว่า การไม่ให้โบรอน B0 (0 ppm) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด (2174.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) สำหรับความถี่ในการพ่นโบรอน พบว่าความถี่ในการให้โบรอนที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อลักษณะพัฒนาการ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และมวลชีวภาพทุกลักษณะข้างต้น โดยที่การพ่นที่

T2 (30 และ 50 วันปลูก) และ T3 (30 50 และ 70 วันปลูก) ส่งผลให้งาที่มีความสูงมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า T2 ยังให้จำนวนฝัก (40.23 ฝัก) และมวลชีวภาพ (2093.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) สูงที่สุด ขณะที่ T3 มีจำนวนกิ่ง (4.43 กิ่ง) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (47.55 เมล็ด) และดัชนีเก็บเกี่ยว (23.69%) มากที่สุด ซึ่งส่งผลทำให้ T2 และ T3 มีผลผลิตเมล็ดสูงที่สุดด้วย (ภาพที่ 5.1) อย่างไรก็ตาม แม้ว่า T1 (30 วันหลังปลูก) จะมีจำนวนกิ่งต่อต้น (4.45 กิ่ง) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (47.55 เมล็ด) และมวลชีวภาพ (2138.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) ที่สูง แต่กลับพบว่ามิดัชนีเก็บเกี่ยว (21.64%) ที่ต่ำที่สุด จึงทำให้ T1 มีผลผลิตต่ำที่สุด (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้งานวิจัยนี้พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นโบรอนต่อผลผลิตเมล็ดของงา กล่าวคือ การตอบสนองของงาต่อโบรอนในแต่ละระดับความเข้มข้นจะแตกต่างกันไปตามความถี่ในการพ่นที่ใช้ หรือผลของความถี่ในการพ่นต่อผลผลิตงาก็จะแตกต่างกันไปตามแต่ละระดับความเข้มข้นของโบรอน จึงได้ทำการวิเคราะห์ปฏิกริยาสัมพันธ์ โดยพบว่าการให้โบรอน B3 (75 ppm) ร่วมกับความถี่ในการพ่น T3 (30, 50, 70 วันหลังปลูก) ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดของงามีค่าสูงที่สุด (ภาพที่ 5.1) นอกจากนี้ยังพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนของงาสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยว โดยพบว่าการให้โบรอน B3 (75 ppm) ร่วมกับความถี่ในการพ่น T3 (30 50 และ 70 วันหลังปลูก) ส่งผลให้มีความสูง (112.1 เซนติเมตร) จำนวนกิ่งต่อต้น (5.13 กิ่ง) จำนวนฝักต่อต้น (44.23 ฝัก) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (54.33 เมล็ด) และดัชนีเก็บเกี่ยว (30.65%) สูงที่สุดเช่นเดียวกัน ยกเว้นเพียงมวลชีวภาพ ที่พบว่าการไม่ให้โบรอน B0 (0 ppm) ร่วมกับความถี่ในการพ่น T1 (30 วันหลังปลูก) มีค่าสูงที่สุด (2354.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) (ตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.2 ผลของความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนต่อความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวของงา

Treatments	Plant height (cm)	Branches /plant (no.)	Pod/plant (no.)	Seed/Pod (no.)	Biological yield (kg/ha)	Harvest Index (%)
Concentration of boron						
B <sub>0</sub>	105.2 c	3.75 c	38.56 c	43.10 d	2174.0 a	18.38 d
B <sub>1</sub>	106.9 b	4.15 b	36.62 d	45.7 c	2047.0 b	21.19 c
B <sub>2</sub>	108.5 a	4.26 b	40.87 b	46.50 b	2087.0 b	23.42 b
B <sub>3</sub>	109.3 a	4.84 a	43.09 a	52.44 a	2061.0 b	27.82 a
Sig. level	**	**	**	**	**	**
CV %	1.52	4.83	2.57	1.03	2.85	3.64
Frequencies of boron						
T <sub>1</sub>	106.2 b	4.45 a	40.02 a	46.45 b	2138.0 a	21.64 c
T <sub>2</sub>	107.7 a	3.88 b	40.23 a	46.82 b	2093.0 a	22.78 b
T <sub>3</sub>	108.5 a	4.43 a	39.10 b	47.55 a	2039.0 b	23.69 a
Sig. level	**	**	*	**	**	**
CV %	1.52	4.83	2.57	1.03	2.85	3.64

หมายเหตุ: \* และ \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT B0-B3 หมายถึง ความเข้มข้นของโบรอนที่ใช้ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3), T1-T3 หมายถึง ความถี่ในการให้โบรอน ได้แก่ 30 วันหลังปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3)

ที่มา: Dey *et al.* (2023)

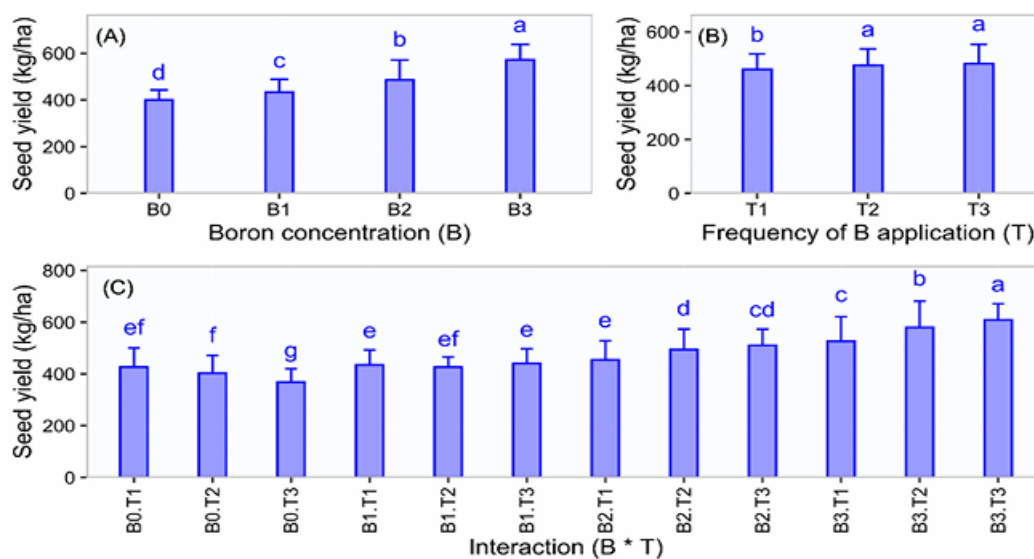
ตารางที่ 5.3 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนต่อความสูง จำนวนกิ่ง ต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยว

Interaction (Conc. × Frequencies)	Plant height (cm)	Branches /plant (no.)	Pod/plant (no.)	Seed/Pod (no.)	Biological yield (kg/ha)	Harvest Index (%)
B <sub>0</sub> × T <sub>1</sub>	104.0 ef	3.86 cd	36.67 f	42.13 f	2354.0 a	18.12 f
B <sub>1</sub> × T <sub>1</sub>	105.1 def	4.46 b	41.27 c	45.65 d	2044.0 cd	21.28 e
B <sub>2</sub> × T <sub>1</sub>	106.8 c-f	4.66 b	38.73 de	46.88 e	2022.0 cd	22.46 de
B <sub>3</sub> × T <sub>1</sub>	107.9 b-e	4.80 ab	43.40 ab	51.13 d	2133.0 bc	24.70 c
B <sub>0</sub> × T <sub>2</sub>	106.1 c-f	3.40 e	37.20 ef	42.79 f	2133.0 bc	18.90 f
B <sub>1</sub> × T <sub>2</sub>	108.5 bc	3.93 cd	40.33 cd	45.59 d	2014.0 d	21.17 e
B <sub>2</sub> × T <sub>2</sub>	108.2 bcd	3.60de	41.67 bc	47.04 c	2161.0 b	22.90 d
B <sub>3</sub> × T <sub>2</sub>	107.9 b-e	4.60 b	41.73 bc	51.87 b	2063.0 bcd	28.13 b
B <sub>0</sub> × T <sub>3</sub>	104.6 f	4.00 c	41.80 bc	44.37 e	2053.0 cd	18.11 f
B <sub>1</sub> × T <sub>3</sub>	106.9 c-f	4.06 c	28.27 g	45.89 d	2084.0 bcd	21.13 e
B <sub>2</sub> × T <sub>3</sub>	110.5 ab	4.53 b	42.20 bc	45.59 d	2050.0 bcd	24.89 c
B <sub>3</sub> × T <sub>3</sub>	112.1 a	5.13 a	44.23 a	54.33 a	1987.0 d	30.65 a
Sig. level	*	**	**	**	**	**
CV %	1.52	4.83	2.57	1.03	2.85	3.46

หมายเหตุ: \* และ \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT B0-B3 หมายถึง ความเข้มข้นของโบรอนที่ใช้ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3), T1-T3 หมายถึง ความถี่ในการให้โบรอน ได้แก่ 30 วันหลังปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3)

ที่มา: Dey *et al.* (2023)



ที่มา: Dey *et al.* (2023)

ภาพที่ 5.1 ผลของความเข้มข้น และความถี่ในการให้โบรอนที่แตกต่างกันต่อผลผลิตเมล็ดของงา B0-B3 หมายถึง ความเข้มข้นของโบรอนที่ใช้ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3), T1-T3 หมายถึง ความถี่ในการให้โบรอน ได้แก่ 30 วันหลังปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3)

Bhavana *et al.* (2022) ได้ทำการศึกษาผลของโบรอนและปุ๋ยชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา วางแผนการทดลองแบบ Randomized Block Design จำนวน 10 ทรีตเมนต์ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม (control), 2.5 kg B/ha + แบคทีเรียละลายฟอสเฟต (PSB), 2.5 kg B/ha + *Azotobacter*, 2.5 kg B/ha + PSB + *Azotobacter*, 5.0 kg B/ha + PSB, 5.0 kg B/ha + *Azotobacter*, 5.0 kg B/ha + PSB + *Azotobacter*, 7.5 kg B/ha + PSB, 7.5 kg B/ha + *Azotobacter* และ 7.5 kg B/ha + PSB + *Azotobacter* พบว่าการให้ปุ๋ยโบรอนและปุ๋ยชีวภาพที่อัตราต่างกันส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงา กรรมวิธีที่ใส่โบรอนอัตรา 7.5 kg B/ha + PSB + *Azotobacter* ส่งผลให้จำนวนฝักต่อต้น (52.6 ฝัก) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (62.6 เมล็ด) น้ำหนักทดสอบ (3.38 กรัม) ผลผลิตเมล็ด (1.17 ตันต่อเฮกตาร์) ผลผลิตลำต้น (3.39 ตันต่อเฮกตาร์) และมวลชีวภาพ (4.56 ตันต่อเฮกตาร์) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (control) ยกเว้นดัชนีเก็บเกี่ยว ซึ่งพบว่าทรีตเมนต์การใส่ปุ๋ยโบรอนอัตรา 2.5 kg B/ha + PSB + *Azotobacter* มีค่ามากที่สุด (26.1%) (ตารางที่ 5.4)

ตารางที่ 5.4 ผลของการจัดการปุ๋ยโบรอนที่แตกต่างกันต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงา

Treatments	At harvest						
	Number of capsules/plants	Number of Seed/capsules	Test weight (g)	Seed Yield (t/ha)	Stover Yield (t/ha)	Biological Yield (t/ha)	Harvest index (%)
Control	47.5	54.6	2.89	0.75	2.23	2.99	24.7
2.5 kg B/ha + PSB	48.2	56.3	3.05	0.84	2.58	3.42	24.5
2.5 kg B/ha + <i>Azotobacter</i>	47.8	55.0	3.01	0.78	2.34	3.14	24.9
2.5 kg B/ha + PSB + <i>Azotobacter</i>	48.9	57.7	3.08	0.99	2.81	3.79	26.1
5.0 kg B/ha + PSB	50.3	58.2	3.19	1.05	3.03	4.06	25.7
5.0 kg B/ha + <i>Azotobacter</i>	48.5	57.1	3.01	0.91	2.73	3.64	24.8
5.0 kg B/ha + PSB + <i>Azotobacter</i>	52.0	61.9	3.28	1.12	3.29	4.46	25.0
7.5 kg B/ha + PSB	52.3	62.2	3.35	1.15	3.35	4.52	25.3
7.5 kg B/ha + <i>Azotobacter</i>	51.2	60.5	3.23	1.09	3.11	4.18	26.0
7.5 kg B/ha + PSB + <i>Azotobacter</i>	52.6	62.6	3.38	1.17	3.39	4.56	25.5
F test	**	**	**	**	**	**	**
Sem±	0.22	0.32	0.04	0.02	0.16	0.16	0.12
CD (P=0.05)	0.66	0.94	0.13	0.06	0.49	0.49	0.33

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

Sem± หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน PSB หมายถึง แบคทีเรียละลายฟอสเฟต

ที่มา: Bhavana et al. (2022)

## 6. ผลของการจัดการปุ๋ยโบรอนต่อคุณภาพผลผลิต

Dhaliwal *et al.* (2021) ได้ศึกษาผลของระดับและระยะเวลาการให้โบรอนต่อค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของงาพันธุ์ Punjab Til No.2 กำหนดทรีตเมนต์ ได้แก่ T1 คือ กรรมวิธีควบคุม, T2 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอก, การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20 (T3), 30 (T4) และ 40 (T5) mg/L ในช่วงออกดอก, T6 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก, การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20 (T7), 30 (T8) และ 40 (T9) mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จะมีค่าสูงที่สุดเมื่อใช้โบรอนความเข้มข้น 30 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก (T8) แต่ไม่แตกต่างจากการพ่นโบรอนความเข้มข้น 20 (T7) และ 40 (T9) mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมันของงา พบว่าการพ่นโบรอนความเข้มข้น 40 mg/L ในช่วงออกดอก (T5) มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูงที่สุดเท่ากับ 45.98% แต่ให้ผลไม่แตกต่างการพ่นโบรอนความเข้มข้น 30 (T8) และ 40 (T9) mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก ขณะที่กรรมวิธี T1 (control) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำที่สุด (ตารางที่ 6.1)

ตารางที่ 6.1 ผลของระดับและระยะเวลาการให้โบรอนต่อค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

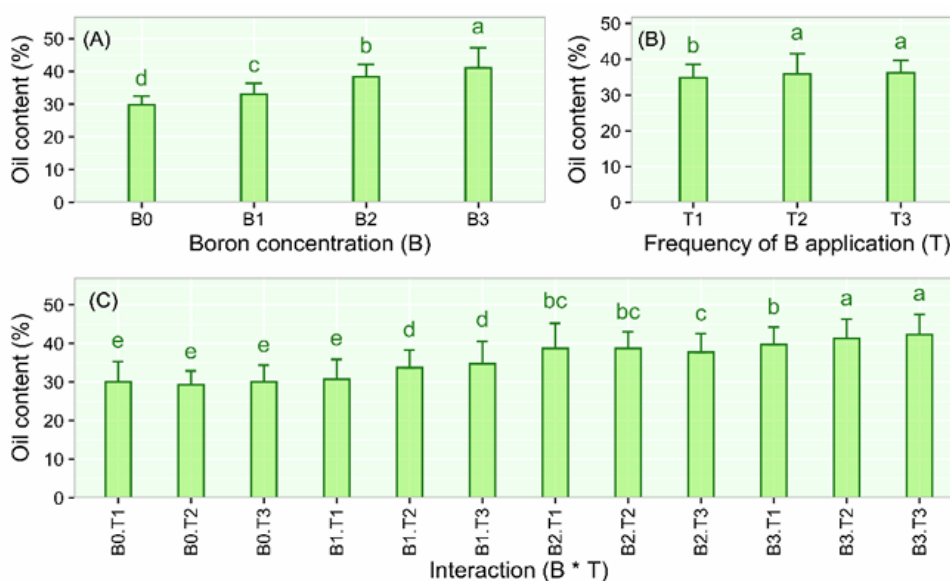
Treatments	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (%)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (%)
T1	65.12 <sup>c</sup> ± 0.27	34.20 <sup>d</sup> ± 1.06
T2	65.59 <sup>c</sup> ± 0.32	34.72 <sup>d</sup> ± 0.71
T3	68.25 <sup>b</sup> ± 0.87	37.35 <sup>c</sup> ± 0.98
T4	68.45 <sup>b</sup> ± 0.69	42.15 <sup>b</sup> ± 0.18
T5	68.40 <sup>b</sup> ± 0.24	45.98 <sup>a</sup> ± 0.92
T6	65.63 <sup>c</sup> ± 0.20	34.83 <sup>d</sup> ± 0.67
T7	68.65 <sup>ab</sup> ± 0.74	39.57 <sup>c</sup> ± 3.77
T8	69.41 <sup>a</sup> ± 0.42	44.35 <sup>ab</sup> ± 0.77
T9	68.89 <sup>ab</sup> ± 0.36	45.92 <sup>a</sup> ± 0.38
LSD≤0.05	0.87	2.38

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

T1 คือ กรรมวิธีควบคุม, T2 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอก, T3, T4 และ T5 คือ การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20, 30 และ 40 mg/L ในช่วงออกดอก, ตามลำดับ T6 คือ การพ่นน้ำในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก และ T7, T8 และ T9 การพ่นโบรอนความเข้มข้น 20, 30 และ 40 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก, ตามลำดับ

ที่มา : Dhaliwal *et al.* (2021)

Dey *et al.* (2023) ยังได้ศึกษาผลของความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันของงาพันธุ์ BARI Til-4 ด้วยปัจจัย A ได้แก่ ความเข้มข้นของโบรอน 4 ระดับ คือ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3) และปัจจัย B คือ ความถี่ในการพ่นโบรอน 3 ระดับ ได้แก่ 30 วันปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3) พบว่าการให้โบรอนทางใบที่ระดับความเข้มข้นร่วมกับความถี่ในการพ่นโบรอนต่างกันส่งผลต่อปริมาณน้ำมัน โดยพบว่าการให้โบรอน B3 (75 ppm) ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด ในขณะที่การไม่ให้โบรอน B0 (0 ppm) ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบความถี่ในการพ่นโบรอน พบว่าการใส่โบรอน T2 (30 และ 50 วันหลังปลูก) และ T3 (30 50 และ 70 วันหลังปลูก) ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นโบรอนต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันของงา พบว่าการให้โบรอน B3 (75 ppm) ร่วมกับความถี่ในการพ่น T2 (30 และ 50 วันหลังปลูก) และการให้โบรอน B3 (75 ppm) ร่วมกับความถี่ในการพ่น T3 (30 50 และ 70 วันหลังปลูก) ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด (ภาพที่ 6.1)



ที่มา: Dey *et al.* (2023)

ภาพที่ 6.1 ผลของความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันของงา

B0-B3 หมายถึง ความเข้มข้นของโบรอนที่ใช้ 0 ppm (B0), 25 ppm (B1), 50 ppm (B2) และ 75 ppm (B3), T1-T3 หมายถึง ความถี่ในการให้โบรอน ได้แก่ 30 วันหลังปลูก (T1), 30 และ 50 วันหลังปลูก (T2) และ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (T3)

## 7. สรุป

ความเข้มข้นและความถี่ในการให้โบรอนที่แตกต่างกันส่งผลต่อพัฒนาการ สรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตเมล็ด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ผลผลิตน้ำมัน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในงา จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า การพ่นโบรอนทางใบอัตรา 100–200 mg/L ส่งผลให้ความสูงต้น จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD index) และค่าการชักนำของปากใบงามีค่าสูงที่สุด ขณะที่การพ่นโบรอนทางใบอัตรา 75 ppm (75 mg/L) ร่วมกับความถี่ในการพ่นที่อายุ 30, 50 และ 70 วันหลังปลูก (ช่วงก่อนออกดอก ระยะเวลาออกดอก และระยะพัฒนาการฝัก ตามลำดับ) ส่งผลให้งามีความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตเมล็ด ดัชนีเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยบางฉบับรายงานว่า การพ่นปุ๋ยโบรอนทางใบอัตรา 30 mg/L ในช่วงออกดอกและช่วงติดฝัก ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดงาสูงที่สุด ทั้งนี้ความแตกต่างจากผลการศึกษาที่รวบรวมนั้น อาจเนื่องมาจาก พันธุ์งา สภาพแวดล้อม และความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตอบสนองต่ออัตราการพ่นปุ๋ยโบรอนทางใบของงา จะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูกด้วย สำหรับการให้โบรอนทางดินพบว่า การให้ปุ๋ยโบรอนทางดินอัตรา 7.5 kg B/ha เป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุด และควรใส่ร่วมกับแบคทีเรียละลายฟอสเฟต และ Azotobacter เนื่องจากจะมีจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตเมล็ด และมวลชีวภาพที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่โบรอนทางดินเพียงอย่างเดียว และ/หรือ การใส่โบรอนทางดินร่วมกับการใช้แบคทีเรียละลายฟอสเฟต หรือ Azotobacter เพียงอย่างเดียว

## 8. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. ข้อมูลการเพาะปลูกงา. แหล่งที่มา: <http://www.agriman.doae.go.th/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2568
- สมใจ ไควสุรัตน์. ม.ป.ป. ลักษณะทางสรีระวิทยาเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์งา. กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ อุบลราชธานี. สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 4 กรมวิชาการเกษตร. 79 หน้า
- นฤทัย วรสถิตย์, สรศักดิ์ มณีขาว, สายสุนีย์ รังสีปิยกุล, พรพรรณ สุทธิรัมย์, จำลอง กรัมย์ และเพียวพรหมพันธุ์ใจ. 2541. งาพืชทรงคุณค่า. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด จตุจักร กรุงเทพฯ. 44 หน้า.
- ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์. 2540. สรีรวิทยาพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 366 หน้า.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2553. ชีววิทยา 2 โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอน. (พิมพ์ครั้งที่ 6). มูลนิธิ สอน. กรุงเทพฯ. 440 หน้า.

- ยงยุทธ โอสดสภ. 2552. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิชาติ ผลเกิด. 2543. การปลูกงาและการดูแลรักษา. แหล่งที่มา: [https://www.baanjomyut.com/library5/agricultural\\_knowledge/farmproducts/42.html](https://www.baanjomyut.com/library5/agricultural_knowledge/farmproducts/42.html). สืบค้นวันที่ 13 กรกฎาคม 2568
- Ahmed, N., M. Abid, A. Rashid, R. Abou-Shanab, and F. Ahmad. 2014. Influence of boron nutrition on membrane leakage, chlorophyll content and gas exchange characteristics in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Plant Nutrition*. 37(14): 2302–2315.
- Ali, G. M., S. Yasumoto, and M. Seki-Katsuta. 2007. Assessment of genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.) detected by amplified fragment length polymorphism markers. *Electronic Journal of Biotechnology*. 10: 12–23.
- Arnon, D.I. and P.R. Stout. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*. 14: 371–375.
- Bhavana, K., V. Singh, S. G. George, and S. K. Singh. 2022. Effect of boron and bio-fertilizers on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*. 34(16): 71–76.
- Chitralkha, C., and N. Nirmala. 2000. Developmental aberrations in seeds of boron deficient sunflower and recovery. *Journal of Plant Nutrition*. 6: 835–841.
- Dey, A., M. Begum, M. S. Kabiraj, M. H. Rashid, and S. K. Paul. 2023. Influence of foliar application of boron on the growth, yield and quality of sesame (cv. BARI Til-4). *Turkish Journal of Agriculture*. 11(12): 2356–2364.
- Dhaliwal, S. S., V. Sharma, A. K. Shukla, V. Verma, S. K. Behera, P. S. Sandhu, K. Kaur, A. Gaber, Y. S. Althobaiti, A. A. Abdelhadi, and A. Hossain. 2021. Assessment of agro-economic indicators of *Sesamum indicum* L. as influenced by application of boron at different levels and plant growth stages. *Molecules*. 26(21): 6699.
- Myint, D., S. A. Gilani, M. Kawase, and K. N. Watanabe. 2020. Sustainable sesame (*Sesamum indicum* L.) production through improved technology: An overview of production, challenges, and opportunities in Myanmar. *Sustainability*. 12(9): 3515.
- Khuong. N. Q., L. V. Thuc, N. T. B. Tran, T. N. Huu, and J.I. Sakagami. 2022. Foliar application of boron positively affects the growth, yield, and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Open Agriculture*. 7: 30–38.

- Nayar NM, Mehra KL. 1970. Sesame: Its uses, botany, cytogenetics and origin. *Economic Botany*. 24, 20–31.
- Pusadkar, P. P., E. Kokiladevi, S. V. Bonde, and N. R. Mohite. 2015. Sesame (*Sesamum indicum* L.) importance and its high-quality seed oil: a review. *Trends in Biosciences*. 8(15): 3900–3906.
- Qamar, J., A. Rehman, M. A. Ali, R. Qamar, K. Ahmed, and W. Raza. 2016. Boron increases the growth and yield of mung bean. *Journal of Advanced Agriculture*. 6(2): 922–924.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Photosynthesis: physiological and ecological considerations. *Plant Physiology*. 9: 172-174.
- Wei, P., F. Zhao, Z. Wang, Q. Wang, X. Chai, G. Hou and Q. Meng. 2022. A comprehensive review of nutritional value, phytochemical composition, health benefits, development of food, and industrial applications. *Nutrients*. 14(19): 4079.
- Weiss, E.A. 1971. *Castor, sesame and safflower*. Loonard Hill, London. 867 pp.
- White, C.A., S.E. Roques, and P.M. Berry. 2013. Effects of foliar applied nitrogen fertilizer on oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*. 153: 42–55.