ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อลักษณะสรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงาในสภาพเครียดแล้ง[1/]

Effect of potassium fertilizer application on physiological traits, yield components and yield of sesame under drought stress[1/]

ผู้ทำสัมมนา **ศิรประภา แก้วมุกดา[2/]**

อาจารย์ที่ปรึกษา **ดร.อนนท์ จันทร์เกตุ[3/]**

บทคัดย่อ

สภาวะขาดน้ำมีผลต่อขบวนการทางสรีรวิทยา และการให้ผลผลิตของพืช จากการค้นคว้าพบว่า เมื่องาได้รับการกระทบแล้งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การชักนำของปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการคายน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ ปริมาณรงควัตถุในใบ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่อต้น ผลผลิตต่อต้น ผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีนในเมล็ด ขณะที่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้กับงาในสภาพไม่ขาดน้ำ สามารถเพิ่มปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การชักนำของปากใบ อัตราการคายน้ำ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ ปริมาณรงควัตถุ จำนวนฝักต่อต้น ผลผลิตต่อต้น ผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีน แต่ไม่สามารถเพิ่มน้ำหนัก 1000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อฝัก อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถช่วยรักษาระดับการลดลงของลักษณะดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราที่เหมาะสมทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำ และในสภาพเครียดแล้งคือ 120 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้หากใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ ส่งผลทำให้งามีผลผลิต ผลผลิตน้ำมัน และโปรตีนที่ลดลง ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์ในการออกแบบเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ และยังเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการวางแผนการจัดการการผลิตงาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: งา; สรีรวิทยา; โพแทสเซียม; องค์ประกอบผลผลิต; ผลผลิต; สภาพเครียดแล้ง

[1/]เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

[2/]นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3/]อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. บทนำ

งา (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเมล็ดงามีน้ำมันคุณภาพสูงที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย น้ำมันงามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวและสารประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพหลายชนิด ได้แก่ เซซามิน (sesamin) และเซซาโมลิน (sesamolin) ในปริมาณสูง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) ซึ่งช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระภายในร่างกาย ลดการเสื่อมสภาพของเซลล์และความเสียหายที่เกิดขึ้นในระบบต่าง ๆ ในร่างกาย นอกจากนี้เซซามินยังมีคุณสมบัติช่วยลดการสะสมของไขมันในหลอดเลือด และช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เป็นต้น (อริยาภรณ์, 2556) เมล็ดงายังอุดมไปด้วยวิตามินบีหลายชนิด ซึ่งมีส่วนช่วยบำรุงสมอง ประสาท และป้องกันเหน็บชา และยังมีแร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น ธาตุเหล็ก ไอโอดีน สังกะสี แคลเซียม และฟอสฟอรัสอีกด้วย ทำให้ปัจจุบันประชาชนจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการบริโภคงาเพื่อเป็นอาหารเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามการผลิตงาในหลายพื้นที่ทั่วโลกเผชิญกับอุปสรรคจากปัญหาภัยแล้งที่รุนแรงและบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการ และองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงาที่ลดลง (Fang *et al.*, 2023)

การพัฒนาวิธีการจัดการภัยแล้งอย่างเหมาะสม และการปรับปรุงพันธุ์งาให้มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งเป็นหนึ่งในกลยุทธ์สำคัญในการรักษาผลผลิตและคุณภาพของงาให้คงที่ รวมถึงการส่งเสริมการผลิตพืชอย่างยั่งยืนในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โพแทสเซียมถือเป็นธาตุอาหารหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โพแทสเซียมมีหน้าที่หลักในการควบคุมความดันออสโมซิสที่เกี่ยวข้องกับการเปิดและปิดของปากใบ โดยการเปิดปิดปากใบของพืชนั้นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการแลกเปลี่ยนแก๊สเพื่อการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ เมื่อพืชขาดน้ำโพแทสเซียมจะช่วยให้ปากใบปิดลงเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ทำให้พืชสามารถรักษาความชื้นภายในเซลล์ไว้ได้ และยังคงสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ (Fang *et al.*, 2023) ด้วยเหตุนี้การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อปุ๋ยโพแทสเซียมของงาภายใต้สภาวะแห้งแล้งจะช่วยให้เราเข้าใจกลไกการทนแล้งของพืชอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะนำไปสู่การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงแม้ในสภาวะขาดน้ำได้ ซึ่งปัจจุบันการใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงพันธุ์นั้นมีความสำคัญ เนื่องจากลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชนั้นเป็นตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับความสามารถของพืชในการทนต่อสภาวะแห้งแล้ง การวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์ที่มีลักษณะสรีรวิทยาที่เหมาะสมจะช่วยให้เราสามารถสร้างพืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำ และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีน้ำจำกัด นอกจากนี้องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตงาได้ ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรสามารถผลิตงาได้อย่างยั่งยืนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภัยแล้ง การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเหมาะสมจะช่วยให้พืชสามารถรักษาความชื้นในเซลล์และลดการสูญเสียน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตในสภาวะที่แห้งแล้ง

สัมมนาฉบับนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อลักษณะสรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงาภายใต้สภาพเครียดแล้ง เพื่อให้นักวิจัยสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการพัฒนาวิธีการจัดการ และออกแบบลักษณะของสายพันธุ์ใหม่ในอุดมคติ ทำให้สามารถ

เผชิญกับความท้าทายจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในอนาคต

2. งา และความสำคัญทางเศรษฐกิจ

งา (*Sesame indicum* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae มีจำนวนโครโมโซม 2n=26 ซึ่งเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญ มีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปแอฟริกา จากนั้นแพร่กระจายไปยังอินเดียและจีน งามีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพเครียดแล้ง สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง โดยเฉลี่ยอุณหภูมิในการเพาะปลูกประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส หากปลูกในสภาพพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการงอกของงาที่ช้าลง และเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ในขณะที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะส่งผลต่อการผสมเกสรที่มีข้อจำกัดมากขึ้น และการสร้างฝักช้าลงจากเดิม นอกจากนี้งายังมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิด ซึ่งมีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ควรอยู่ที่ 5.5-6.5 (อริยาภรณ์, 2556) ปัจจุบันการผลิตงาของโลก พบว่าประเทศซูดานผลิตสูงสุด รองลงมาคืออินเดียและพม่า เป็นต้น (FAO, 2020) โดยประเทศไทยมีเนื้อที่ในการผลิตงาอยู่ประมาณ 381,000 ไร่ ผลผลิตรวมอยู่ที่ 35,000 ตัน (วิไลภรณ์, มปป.)

งาในประเทศไทยมีแหล่งปลูกใหญ่ที่สุดอยู่ที่ภาคเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกและผลผลิตมากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ โดยมีการเพาะปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ นครสวรรค์ พิษณุโลก สุโขทัย และแม่ฮ่องสอน ภาคกลางมีพื้นที่ปลูกประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ ปลูกมากในจังหวัดลพบุรี และสระบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ โดยปลูกมากในจังหวัดบุรีรัมย์ และนครราชสีมา ส่วนภาคตะวันออกและภาคตะวันตกมีการเพาะปลูกงาเพียงเล็กน้อย พบในจังหวัดปราจีนบุรี (ภาคตะวันออก) และกาญจนบุรี (ภาคตะวันตก) ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกน้อยมาก (นฤทัย และคณะ, 2541) ปัจจุบันประเทศไทยมีผลผลิตงาเฉลี่ยเท่ากับ 105 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตงาทั่วโลก พื้นที่ปลูกงาประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์อยู่ในเอเชีย และ 26 เปอร์เซ็นต์ในแอฟริกา ประเทศที่ผลิตงาได้มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อินเดีย เมียนมาร์ จีน ซูดาน และอูกันดา ผลผลิตงาทั่วโลกเฉลี่ยประมาณ 74 กิโลกรัมต่อไร่ (สุจินต์, 2558) ผลผลิตงาของไทยประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ถูกส่งออกในรูปของเมล็ดงา ส่วนที่เหลือ 35 เปอร์เซ็นต์ใช้ภายในประเทศ อย่างไรก็ตามการผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ คุณลักษณะที่ดีของเมล็ดงาได้แก่ เมล็ดโต เนื้อแน่น สีไม่ตก สะอาด ค่ากรดต่ำ คุณภาพดี และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง (สมใจ, 2549)

งามีระบบรากเป็นแบบรากแก้ว ที่ช่วยค้ำจุนลำต้นของพืช และรากฝอยที่ทำหน้าที่ดูดน้ำธาตุอาหารเข้าสู่ลำต้นพืช ซึ่งงามีข้อจำกัดของราก เนื่องจากไม่มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพเครียดแล้ง ลำต้นของงามีลักษณะเป็นทรงพุ่ม สีเขียวหรือสีม่วง อาจเป็นต้นเดี่ยวหรือมีการแตกกิ่ง 3-4 กิ่ง ขึ้นกับพันธุ์และระยะปลูก ในกรณีที่ปลูกชิดกันเกินไปจะส่งผลต่อจำนวนกิ่งลดลง บริเวณลำต้นมีขนขึ้นปกคลุม และความสูงประมาณ 60-300 เซนติเมตร นอกจากนี้บนลำต้นงาจะพบต่อมน้ำหวาน โดยมีลักษณะเป็นติ่งสีเหลืองเกิดตามมุมใบ ลักษณะของใบงาเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น ขอบใบมีลักษณะหยัก โดยจะพบใบเลี้ยง 2 ใบ หลังจากงาเริ่มงอก หลังจากนั้นจะมีใบจริงคู่แรกปรากฏ ในแต่ละพันธุ์จะมีรูปร่างใบและการเรียงของใบที่แตกต่างกัน ดอกของงาเป็น

ดอกสมบูรณ์เพศ เป็นดอกเดี่ยว จะเกิดตามมุมใบโดยพบ1-3ดอกต่อมุมใบ โดยจะพบดอกสมบูรณ์เพียงดอกเดียวที่สามารถพัฒนาได้ ส่วนตาดอกข้าง 2 ดอกจะพัฒนาไปเป็นต่อมน้ำหวานที่พบตามมุมใบ ดอกงาจะบานในช่วงเช้าประมาณ 05.00-07.00 น. ดอกจะบานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในช่วงก่อนดอกบาน อับละอองเรณูที่ยังไม่แตกที่อยู่ต่ำกว่ายอดเกสรตัวเมียโดยก่อนดอกบานก้านชูละอองเรณูจะยืดตัวอย่างรวดเร็วเพื่อให้ปล่อยละอองเรณูในช่วงดอกบาน และดอกงาที่มีกลีบดอกสีเข้มจะมีสีเมล็ดที่เข้มด้วย ในทางกลับกันกลีบดอกที่มีสีอ่อนเมล็ดงาก็จะมีสีที่อ่อนเช่นกัน ผลของงาจะมีลักษณะเป็นฝักแบบ capsule มี 2-4 พูต่อต้น โดยแต่ละพูจะพบเมล็ดจำนวนมากประมาณ 40-400 เมล็ด โดยฝักอ่อนจะมีสีเขียวและกลายเป็นสีน้ำตาลหรือม่วงดำเมื่อฝักแก่ นอกจากนี้เมล็ดงามีลักษณะเป็นรูปไข่หรือรูปหัวใจขนาดเล็ก สีดำ ขาว และแดง เมล็ดงาส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยน้ำมันสำหรับระยะการพัฒนาและเจริญเติบโตของงา

3. ความเครียดแล้ง

การผลิตงาในหลายพื้นที่ทั่วโลกกำลังเผชิญกับอุปสรรคสำคัญจากปัญหาภัยแล้งที่ทวีความรุนแรงและเกิดขึ้นบ่อยครั้งมากขึ้น อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ภาวะภัยแล้งส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการ องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของงาที่ลดลง ด้วยเหตุนี้นักวิจัยจึงต้องพัฒนาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม เช่น การพัฒนาพันธุ์งาที่ทนแล้ง การปรับปรุงเทคนิคการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ และการใช้เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำ เพื่อบรรเทาผลกระทบจากภัยแล้งและรักษาความมั่นคงในการผลิตงาให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ความเครียดแล้ง เกิดจากการขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลานาน เช่น ฝนทิ้งช่วง ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ ดินเก็บความชื้นต่ำ ปริมาณน้ำใต้ดินน้อย (ศิริวรรณ และคณะ, 2567) ทั้งนี้พืชมีกลไกการตอบสนองต่อสภาวะดังกล่าว เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ได้ กลไกการตอบสนองของพืชแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1) การหลบหลีก (escape) พืชสามารถหลบหลีกต่อสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนสั้น โดยปรับตัวให้มีอายุสั้นและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนกำหนด หรือพืชบางชนิดมีการยืดหยุ่นทางการพัฒนา (developmental plasticity) โดยปรับตัวในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตให้เหมาะสม

2) การหลีกเลี่ยง (avoidance) พืชหลีกเลี่ยงความเครียดที่เกิดขึ้น โดยคงน้ำไว้ในเนื้อเยื่อได้แม้ในสภาวะขาดแคลนน้ำ เช่น การปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ การลดขนาดพื้นที่ใบ การยับยั้งการเจริญเติบโตของยอด และเพิ่มอัตราส่วนของรากต่อต้น (root: shoot ratio) พืชยังเพิ่มความสามารถในการดูดน้ำโดยการปรับตัวของรากให้มีปริมาณและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นและหยั่งรากลึกขึ้น ทำให้พืชสามารถหาน้ำที่อยู่ในชั้นดินลึกกว่าได้ดี (Taiz and Zeiger, 2002; Jongrungklang *et al.,* 2011)

3) ความทนทาน (tolerance) พืชสามารถดำเนินกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาได้แม้ในสภาวะขาดน้ำ โดยการสะสมตัวถูกละลาย (solute) เพื่อลดค่าศักย์ของน้ำ (water potential) ในเนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อให้พืชสามารถดูดน้ำในดินเข้ามาได้ รวมถึงการกระตุ้นให้พืชเข้าสู่ระยะพัก

(dormancy) และเมื่อได้รับน้ำอีกครั้ง พืชจะสิ้นสุดระยะพักตัวและดำรงชีวิตตามปกติ (Taiz and Zeiger, 2002)

4. โพแทสเซียม และหน้าที่ทางสรีรวิทยา

ยงยุทธ (2559) กล่าวว่าโพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารหลักซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โพแทสเซียมมีบทบาทเป็นตัวควบคุมของหลายกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต โดยมีบทบาทดังนี้

1) การกระตุ้นเอนไซม์ (enzyme activation) เป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์ โดยทำให้รูปร่างของโมเลกุลปรับเปลี่ยนให้อยู่สภาพที่เหมาะสมกับบริเวณที่เอนไซม์สามารถจับกับสารตั้งต้นเพื่อก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยเอนไซม์ที่มีการศึกษากันมาก คือ เอนไซม์ pyruvate kinase ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ และการสะสมแป้งของผล ราก และหัว พบว่า โพแทสเซียมช่วยรักษาสมดุลของ pH ภายในเซลล์ให้อยู่ระหว่าง 7-8

2) การควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบพืช (stomatal closure) เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการแลกเปลี่ยนออกซิเจน น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ กระบวนการข้างต้นทำให้ศักย์ไฟฟ้าในเซลล์คุมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ภายใต้ความเครียดจากการขาดน้ำ การมีโพแทสเซียมที่เพียงพอ สามารถลดระดับความเครียดในพืชได้ ทั้งนี้ยังสามารถเคลื่อนย้ายออกจากเซลล์คุมได้เมื่อมีปริมาณที่เหมาะสม ปากใบจะปิดอย่างรวดเร็วเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ดังนั้นพืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียมจึงมีความเครียดได้ง่าย

3) การสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) องค์ประกอบสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงงาน การเกิดกระบวนนี้จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์หลายชนิด โดยถูกควบคุมด้วยโพแทสเซียม เมื่อพืชขาดโพแทสเซียมส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และได้ adenosine triphosphate (ATP) ลดลง จะเห็นได้ว่าพืชมีจำนวนใบที่ลดลง และขนาดใบที่เล็กลง การที่พืชขาดโพแทสเซียมยังส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในคลอโรพลาสต์

4) การเคลื่อนย้ายน้ำตาล (sugar transport) พืชจะสร้างน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หากโพแทสเซียมมีไม่เพียงพอ ส่งผลให้พืชหยุดการสร้าง ATP การเคลื่อนย้ายน้ำตาลก็จะเกิดการชะงัก ทำให้อวัยวะที่ใช้เก็บน้ำตาลเล็กลงหรือสั้นลง เช่น เมล็ด ผล ราก ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีโพแทสเซียมเพียงพอต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะทำให้กระบวนการเคลื่อนย้ายเป็นไปตามปกติ

5) การเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร (water and nutrient transport) โพแทสเซียมมีผลต่อการเปิด-ปิดปากใบซึ่งหากมีโพแทสเซียมที่ไม่เพียงจะส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารและน้ำที่ไปสะสมผลผลิตลดน้อยลง

6) การสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) พืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียมไม่สามารถสังเคราะห์ โปรตีนได้ เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทในการใช้เอนไซม์ RNA polymerase เชื่อมต่อจุด DNA เพื่อการสังเคราะห์ RNA

7) ตัวส่งสัญญาณเพื่อบรรเทาความเครียด (signaling in stress mitigation) เมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียดจากปัจจัยภายนอกทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมซิส

8) คุณภาพผลผลิต (crop quality) การที่โพแทสเซียมมีบทบาทหน้าที่อย่างที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 1-7 ทำให้ธาตุนี้ส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตโดยตรง พืชที่ได้รับโพแทสเซียมเพียงพอพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารพฤกษเคมีที่มีผลต่อสุขภาพมนุษย์ (ชนากานต์, 2562)

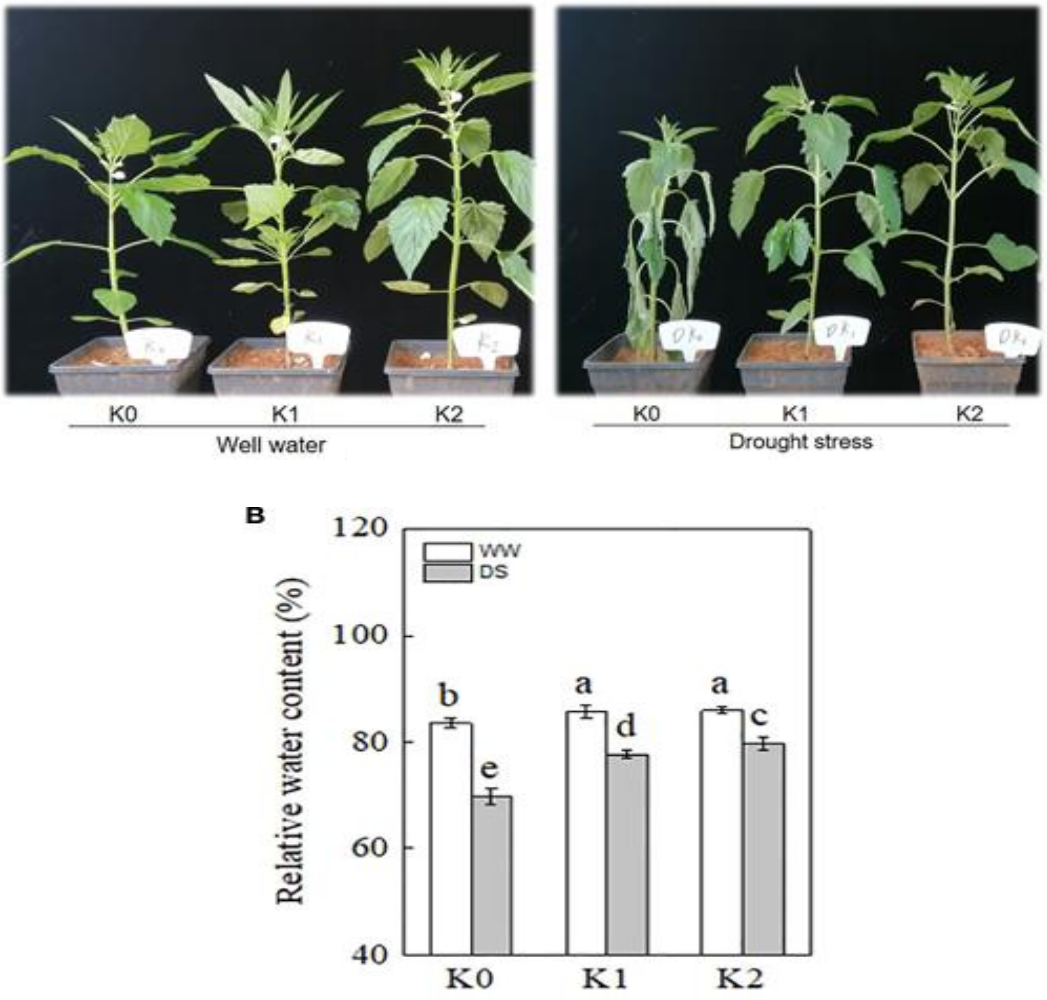
5. ผลของความเครียดแล้งต่อลักษณะสรีรวิทยา

5.1) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (RWC) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (Relative water content; RWC) บ่งบอกถึงความสามารถในการจัดการน้ำในสภาพเครียดแล้ง หากค่าปริมาณสัมพัทธ์ต่ำแสดงว่าพืชอยู่ในสภาพเครียดแล้งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต ขณะที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency; WUE) บ่งบอกถึงความสามารถของพืชในการใช้น้ำเพื่อสร้างเป็นผลผลิต หากค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงแสดงว่าพืชสามารถในการใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถปรับตัวได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพเครียดแล้ง

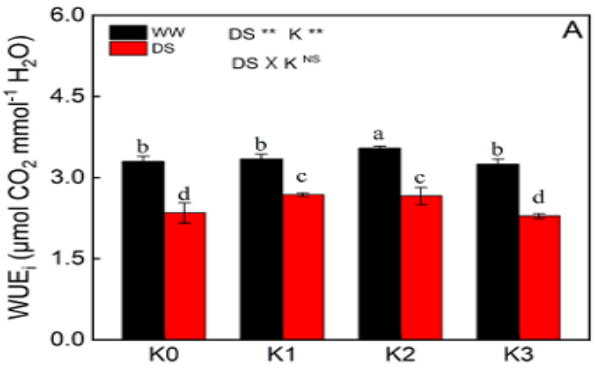
Fang *et al.* (2022) ได้ศึกษาการใช้โพแทสเซียมในการเพิ่มความสามารถในการทนแล้งของงา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทำการทดลองในกระถาง มี 6 ทรีตเมนต์ คือ ปุ๋ยโพแทสเซียม 3 ระดับ ได้แก่ 0 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และการจัดการน้ำที่ต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ การให้น้ำจนถึงระยะออกดอก (สภาพไม่ขาดน้ำ) และการงดให้น้ำเป็นระยะเวลา 6 วันหลังจากระยะออกดอกหรือสภาพเครียดแล้ง พบว่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบในสภาพไม่ขาดน้ำมีค่ามากกว่าสภาพเครียดแล้ง นอกจากนี้การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมส่งผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ลดลงภายใต้สภาพไม่ขาดน้ำและสภาพความเครียดแล้ง โดยการปุ๋ยโพแทสเซียมระดับ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์มีความสามารถในการทนแล้งได้ดีกว่าอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมระดับอื่นๆในสภาพเครียดแล้ง (ภาพที่ 5.1.1)

นอกจากนี้ Fang *et al.* (2023) ได้ศึกษาการใช้โพแทสเซียมในการเพิ่มความสามารถในการทนแล้งของงา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทำการทดลองในกระถาง มี 6 ทรีตเมนต์ คือ ปุ๋ยโพแทสเซียม 4 ระดับ ได้แก่ 0 60 120 และ 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ และการจัดการน้ำที่ต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ การให้น้ำจนถึงระยะออกดอก (สภาพไม่ขาดน้ำ) และการงดให้น้ำเป็นระยะเวลา 6 วันหลังจากระยะออกดอก (สภาพเครียดแล้ง) จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของงาจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม และการจัดการน้ำ ซึ่งพบว่าในสภาพที่ไม่ขาดน้ำจะมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าสภาพเครียดแล้ง นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่สูงขึ้นสามารถช่วยเพิ่มค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของงาได้ในสภาพแล้ง โดยในสภาพไม่ขาดน้ำนั้นงาได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์จะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้นที่สุด ในขณะที่การได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับอื่นทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่า ทั้งนี้เมื่องาอยู่ในสภาพเครียดแล้งและได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์นั้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด (ภาพที่ 5.1.2)



ที่มา: Fang *et al.* (2022)

ภาพที่ 5.1.1 ผลของระดับปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกันต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในงาภายใต้สภาพไม่ขาดน้ำ และสภาพได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ K0 K1 และ K2 หมายถึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 60 และ 120 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ



ที่มา: Fang *et al.* (2023)

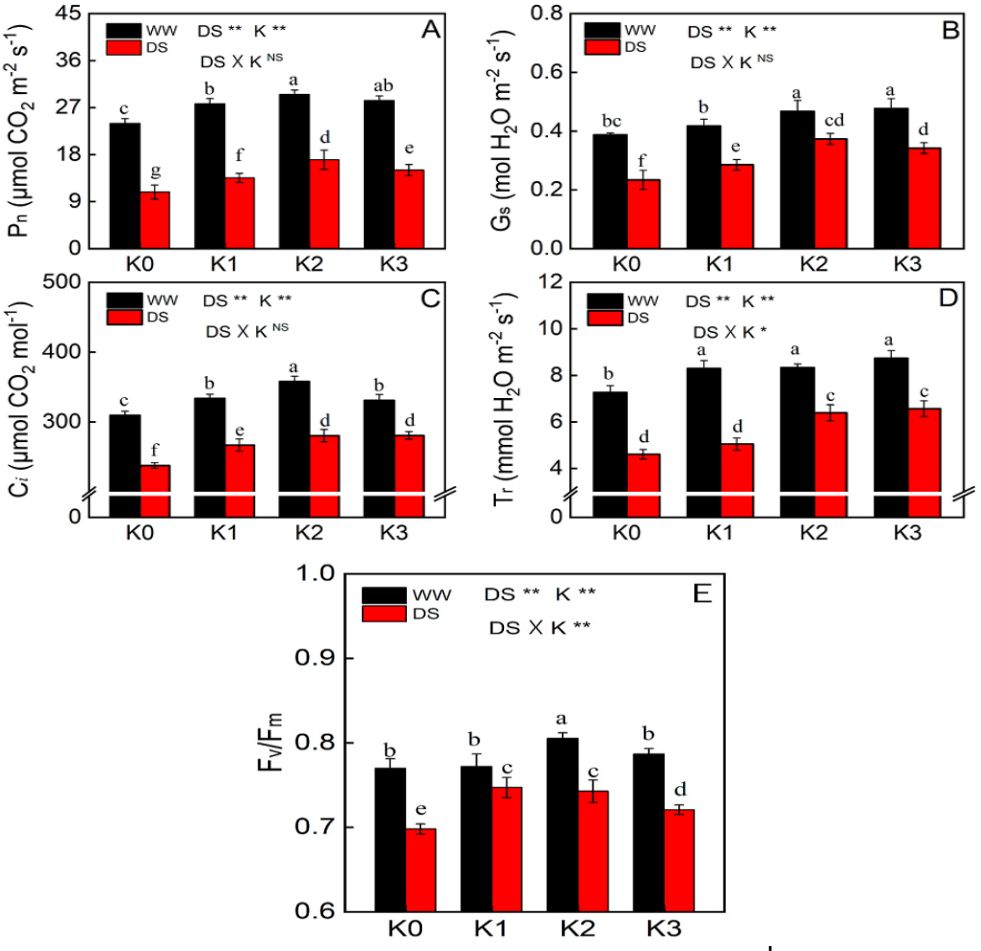
ภาพที่ 5.1.2 ผลของสภาพเครียดแล้งและสภาพการจัดการน้ำที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUEi) ของงา K0 K1 K2 และ K3 หมายถึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 60 120 และ 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

5.2) ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังเคมีซึ่งเป็นสารอินทรีย์ โดยปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้แก่ ความเข้มแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ และอายุใบพืช

Fang *et al*. (2023) ได้ศึกษาเรื่องปุ๋ยโพแทสเซียมในการเพิ่มความสามารถในการต้านทานความเครียดแล้งโดยประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงและการควบคุมการใช้ฮอร์โมน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทำการทดลองในกระถาง โดยศึกษาปุ๋ยโพแทสเซียม 4 ระดับ ได้แก่ 0 60 120 และ 180 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ภายใต้การจัดการน้ำที่ต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ สภาพที่ไม่ขาดน้ำ และสภาพเครียดแล้ง การเก็บข้อมูลการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การชักนำปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการคายน้ำ และค่าคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ (Fv/Fm) จะสุ่มวัดจากใบที่แผ่ขยายเต็มที่ใบที่ 3 หรือ 4 นับจากส่วนยอดของต้นของลำต้น พบว่าในสภาพสภาพไม่ขาดน้ำงาจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (photosynthetic rate; Pn) การชักนำของปากใบ (stomatal conductance;Gs) การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (intercellular CO_2 concentration;Ci) อัตราการคายน้ำ (transpiration rate;Tr) และค่าคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ (chlorophyll fluorescence;Fv/Fm) สูงกว่าสภาพเครียดแล้ง (ภาพที่ 5.2.1 A-E) ขณะที่เมื่อพิจารณาในสภาพไม่ขาดน้ำ พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 120 และ 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์มีค่าอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ ค่าการชักนำของปากใบและค่าอัตราการคายน้ำสูงที่สุด ขณะที่ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์ และปริมาณคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซนต์จะสูงที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 120 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์

ในสภาพการขาดน้ำ พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราที่เพิ่มขึ้นสามารถช่วยเพิ่มค่าลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงได้ทุกลักษณะ ได้แก่ อัตราสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ ค่าการชักนำของปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ค่าอัตราการคายน้ำ และค่าคลอโรฟิลด์ฟลูออเรส-เซ็นต์ โดยพบว่า การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 120 และ 180 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ค่าการชักนำของปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ค่าอัตราการคายน้ำ และค่าคลอโรฟิลด์-ฟลูออเรสเซ็นต์สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราอื่นๆ (ภาพที่ 5.2.1 A-E)

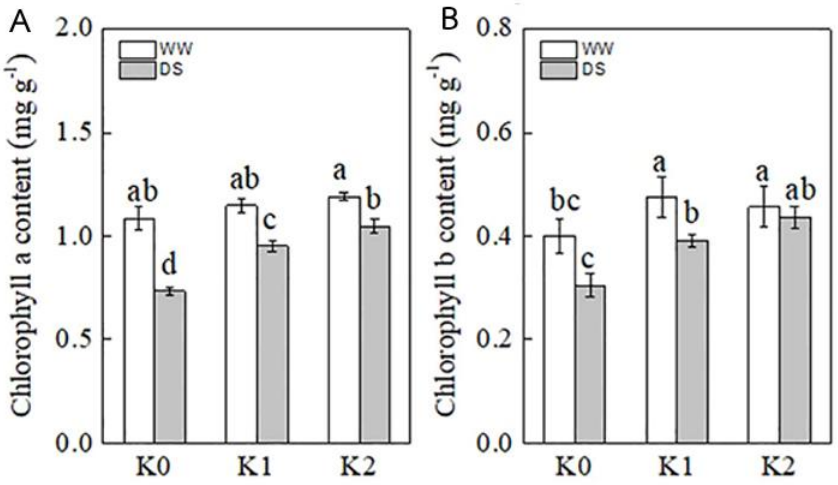


ที่มา: Fang *et al.* (2023)

ภาพที่ 5.2.1 ผลของสภาพเครียดแล้งต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (A) การชักนำปากใบ (B) การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (C) อัตราการคายน้ำ (D) และปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนต์ (E) ของงา K0 K1 K2 และ K3 หมายถึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 60 120 และ 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

Fang *et al.* (2022) ได้ศึกษาผลของการใช้โพแทสเซียมต่อปริมาณรงควัตถุในใบของงาที่ปลูกในสภาพการไม่ขาดน้ำ และขาดน้ำ โดยการวัดปริมาณคลอโรฟิลด์เอ และปริมาณคลอโรฟิลด์บี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทำการทดลองในกระถาง มี 6 ทรีตเมนต์

คือ ปุ๋ยโพแทสเซียม 3 ระดับ ได้แก่ 0 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และการจัดการน้ำที่ต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ การให้น้ำจนถึงระยะออกดอก (สภาพไม่ขาดน้ำ) และการงดให้น้ำเป็นระยะเวลา 6 วัน หลังจากระยะออกดอกหรือสภาพเครียดแล้ง นำชิ้นส่วนใบสกัดด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer พบว่าระดับน้ำที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลด์เอ และคลอโรฟิลด์บี โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลด์บีจะลดลงเมื่องากระทบแล้ง ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราที่เพิ่มขึ้นในสภาพได้รับน้ำปกติไม่สามารถเพิ่มค่าของปริมาณคลอโรฟิลด์เอได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์สามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลด์บีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพไม่ได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราที่ต่างกันในสภาพได้รับความเครียดแล้งนั้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลด์เอและคลอโรฟิลด์บีของงา โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลด์บีสูงที่สุด และยังไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 และ 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าการปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์สามารถรักษาระดับปริมาณคลอโรฟิลด์บีในสภาพเครียดแล้งเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในสภาพได้รับน้ำเต็มที่อีกด้วย (ภาพที่ 5.2.2)



ที่มา: Fang *et al.* (2022)

ภาพที่ 5.2.2 ผลของสภาพเครียดแล้งต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี K0 K1 และ K3 หมายถึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 60 และ 120 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

6. ผลของความเครียดแล้งต่อองค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต

6.1) ผลของความเครียดแล้งต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต

Fang *et al*. (2023) ได้ศึกษาเรื่องปุ๋ยโพแทสเซียมในการเพิ่มความสามารถในการต้านทานความเครียดแล้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทำการทดลองในกระถาง มี 6 ทรีตเมนต์ คือ ปุ๋ยโพแทสเซียม 3 ระดับ ได้แก่ 0 60 และ 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ภายใต้การจัดการน้ำที่ต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ สภาพที่ไม่ขาดน้ำ และสภาพเครียดแล้ง พบว่า การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลต่อจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ขณะที่อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่ต่างกันส่งต่อจำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตต่อต้น เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมในสภาพไม่ขาดน้ำ พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถเพิ่มจำนวนฝักต่อ และผลผลิตต่อต้นได้ ซึ่งการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 120 และ 180 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ จะทำให้มีจำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด และในสภาพเครียดแล้ง พบว่าปุ๋ยโพแทสเซียม สามารถรักษาระดับการลดลงของลักษณะจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เป็นอัตราที่เหมาะสมต่อสภาพเครียดแล้ง เนื่องจากสามารถให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตในสภาพเครียดแล้งได้มากที่สุด

ตารางที่ 6.1 ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลิตของงาภายใต้ความเครียดแล้ง และการจัดการน้ำที่เหมาะสม

การจัดการน้ำ	อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก(เมล็ด)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)
สภาพไม่ขาดน้ำ	K0	40.4 bc	56.4 a	2.7	6.1 b
	K1	42.2 ab	57.9 a	2.6	6.4 b
	K2	44.5 a	57.5 a	2.7	6.9 a
	K3	44.4 a	56.6 a	2.7	6.8 a
สภาพเครียดแล้ง	K0	30.3 f	49.4 c	2.7	3.9 e
	K1	35.2 e	52.7 b	2.7	4.9 d
	K2	38.7 cd	54.0 b	2.7	5.5 c
	K3	36.4 de	53.7 b	2.7	5.2 cd
Significance of factors					
F-Test (ระดับน้ำ)		**	**	ns	**
F-Test (อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม)		*	ns	ns	**
ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม		ns	ns	ns	*

หมายเหตุ: K0 K1 K2 และ K3 หมายถึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 60 120 และ 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95% ** คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงถึงการไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

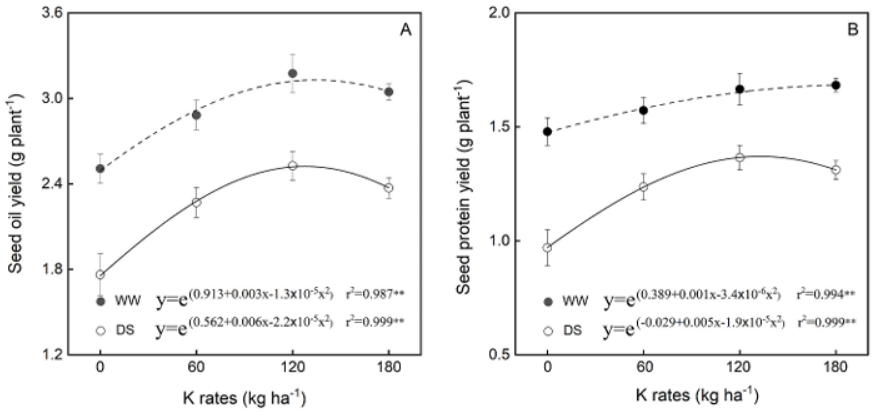
ที่มา: Fang *et al.* (2023)

6.2) ผลของความเครียดแล้งต่อคุณภาพผลผลิต

Fang *et al*. (2024) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราที่แตกต่างกันต่อผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีนของงาที่ปลูกในสภาพได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ และสภาพได้รับน้ำปกติ

โดยทำการทดลองในกระถาง โดยศึกษาอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม 4 ระดับ ได้แก่ 0 0.75 1.5 และ 2.25 กรัมต่อกระถาง (0 60 120 ละ180 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) และการจัดการน้ำต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ การให้น้ำจนถึงระยะออกดอก (สภาพไม่ขาดน้ำ) และการงดให้น้ำเป็นระยะเวลา 9 วัน (สภาพเครียดแล้ง) ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตน้ำมันที่สกัดได้ และผลผลิตโปรตีน พบว่าเมื่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ผลผลิตน้ำมันและโปรตีนเพิ่มขึ้น และจะสูงที่สุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในทั้ง 2 สภาพน้ำ ทั้งนี้ความเครียดแล้งจะส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 6.1A)

เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่าผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีนจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และจะมีค่าสูงที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ทั้งในสภาพได้รับน้ำปกติ และในสภาพเครียดแล้ง อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่สูงกว่านี้ จะส่งผลต่อผลผลิตน้ำมันของเมล็ด และผลผลิตโปรตีน โดยพบว่าผลผลิตน้ำมันของเมล็ด และผลผลิตโปรตีนจะมีค่าลดลงเมื่อใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 180 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในทั้ง 2 ระดับน้ำ (ภาพที่ 6.1A)



ที่มา: Fang *et al.* (2024)

ภาพที่ 6.1 ผลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำมันและโปรตีนในงา

7. สรุป

ความเครียดแล้งในงาส่งผลทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การชักนำของปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการคายน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ ปริมาณรงควัตถุในใบ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่อต้น ผลผลิตต่อต้น ผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีนในเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในสภาพไม่ขาดน้ำ สามารถเพิ่มปริมาณน้ำสัมพัทธ์ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การชักนำของปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการคายน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลด์ฟลูออเรสเซ็นต์ ปริมาณคลอโรฟิลด์เอ คลอโรฟิลด์บี จำนวนฝักต่อต้น ผลผลิตต่อต้น ผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตโปรตีน แต่ไม่สามารถเพิ่มน้ำหนัก 1000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อฝัก อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถช่วยรักษา

ระดับการลดลงของลักษณะดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราที่เหมาะสมคือ 120 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำ และในสภาพเครียดแล้ง ทั้งนี้หากใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 180 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ ส่งผลทำให้ผลผลิต ผลผลิตน้ำมัน และโปรตีนลดลง

8. เอกสารอ้างอิง

ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย. 2562. การผลิตพืชภายใต้ภาวะเครียด. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤทัย วรสถิตย์, สรศักดิ์ มณีขาว, สายสุนีย์ รังสิปิยกุล, พรพรรณ สุทธิแย้ม, จำลอง กกรัมย์ และพเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ. 2541. งาพืชทรงคุณค่า. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด จตุจักร กรุงเทพฯ 44 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2559.ความเครียดของพืชและการบรรเทาความเครียด.วารสารดินและปุ๋ย 38 (1-4): 47–78.

วิไลภรณ์ ชนกนำชัย . ม.ป.ป. การปลูกงา. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ รื่นรมย์, รังสรรค์ เกตุอ๊อต, และนิติ เอี่ยมชื่น. การประเมินความแห้งแล้งแบบหลายฉากทัศน์ด้วยดาวเทียมโดยใช้ดัชนีความเครียดของน้ำในพืช ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา.วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ 5(3): 93–105.

สมใจ โควสุรัตน์, สรศักดิ์ มณีขาว, สายสุนีย์ รังสิปิยกุล, บุญเหลือ ศรีมุงคุณ. 2549. การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาและลักษณะทางพฤษศาสตร์ของงาทนแล้ง. หน้า 57–65 ในรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548 งา และพืชไร่อื่นๆ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร.

สุจินต์ เจนวีรวัฒน์. 2558. งาพันธุ์ดีของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการผลิตงา. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. 1: 1–12.

อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์. 2556. งาการผลิต การปรับปรุงพันธุ์และการแปรรูป. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Fang, S., H. Yang, G. Wei, T. Shen, Z. Wan, M. Wang, and Z. Wu. 2022. Potassium application enhances drought tolerance in sesame by mitigating oxidative damage and regulating osmotic adjustment. Frontiers in Plant Science 01–13.

Fang, S., H. Yang, L. Duan, J. Shi, and L. Guo. 2023. Potassium fertilizer improves drought stress alleviation potential in sesame by enhancing photosynthesis and hormonal regulation. Plant Physiology and Biochemistry 1–10.

Fang, s., Z. Wan, T. Shen, and G. Liang. 2024. Potassium attenuates drought damage by regulating sucrose metabolism and gene expression in sesame leaf. Plant Physiology and Biochemistry 1–9.

Food and Agriculture Organization of the united Nations. 2021. สถานการณ์การผลิตงาภายในโลก.แหล่งที่มา: https://www.fao.org/home/en. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2567.

Jongrungklang, N., B. Toomsan, N. Vorasoot, S. Jogloy, K.J. Boote, G. Hoogenboom and A. Patanothai. 2011. Rooting traits of peanut genotypes with different yield responses to pre-flowering drought stress. Field Crops Research 120 (2): 262–270.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Photosynthesis: physiological and ecological considerations. Plant Physiology 9: 172–174.