

วารสารเกษตร 8(1) : 41-49 (2535)

Journal of Agriculture 8(1) : 41-49 (1992)

การใช้สารเคมีกับกาแฟอราบิก้าเพื่อความทนแล้ง

นริศ ยิ้มแย้ม¹ และ พิตยา สรวมศิริ¹

CHEMICAL APPLICATION FOR DROUGHT RESISTANCE IN ARABICA COFFEE

Narit Yimyam¹ and Pittaya Srumsiri¹

ABSTRACT : Three chemicals, i.e. $ZnSO_4$, KNO_3 and Adenine were applied on Arabica coffee (Catimor, 1662) to increase drought resistance. The chemicals were sprayed to coffee trees after they had been exposed to complete water stress for 5 months. It was found that coffee trees sprayed with $ZnSO_4$, KNO_3 and Adenine at a concentration of 0.2, 7 and 0.01% respectively had higher growth rates, both in terms of plant height and stem diameter, than those sprayed with distilled water. Furthermore, the chemicals had induced higher stomatal conductance, leaf water potential and chlorophyll content in the leaves. Nevertheless, proline content in the leaf showed no significant difference between control and chemical treatments.

บทคัดย่อ : จากการทดลองใช้สารเคมี 3 ชนิด กับกาแฟอราบิก้าเพื่อเพิ่มความทนแล้ง ได้แก่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine โดยทำการฉีดพ่นต้นกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ เบอร์ 1662 ซึ่งปลูกในสภาพแห้งแล้ง ขาดน้ำติดต่อกันนาน 5 เดือน พบว่าชนิดของสารเคมีและความเข้มข้นที่เหมาะสมได้แก่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.2, 7 และ 0.01% ตามลำดับ การใช้สารเคมีดังกล่าวจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกาแฟทั้งด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียว นอกจากนี้สารเคมียังทำให้ค่าการเปิดของปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงจนใกล้เคียงหรือต่ำกว่าในกรณีที่ไม่ได้ใช้สารเคมีอีกด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณโพรลีน (Proline) ในใบจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > .05$) ในระหว่างทั้ง 2 กรณี.

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองกับต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์เบอร์ 1662 ที่มีอายุประมาณ 3 ปี ปลูกกลางแจ้งระยะปลูก 2 x 2 เมตร ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น แบ่งต้นกาแฟออกเป็น 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับสารเคมีที่แตกต่างกัน โดยทำการพ่นทางใบทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือนติดต่อกัน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2533 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2534 ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้ :

1. พ่นด้วยน้ำกลั่น
2. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%
3. พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7%
4. พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.01%
5. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + KNO_3 เข้มข้น 7%
6. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + Adenine เข้มข้น 0.01%
7. พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7% + Adenine เข้มข้น 0.01%
8. พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% + KNO_3 เข้มข้น 7% + Adenine เข้มข้น 0.01%

การบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง, การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ และพฤติกรรมการตอบสนองทางสรีรวิทยา.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง และผลกระทบที่อาจมีต่อต้นกาแฟ

จากการตรวจวัด พบว่าความเข้มแสงจะมีค่าสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนคือมีค่าถึง $1,600 \mu Em^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศจะสูงถึง 26.5-30.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใบจะมีค่า 33-34 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีค่าสูงเกินกว่าสภาพที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง และการเปิดปากใบของกาแฟตามรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง $600 \mu Em^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงสูงเกินไปนี้จะมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มของอุณหภูมิใบ และก่อให้เกิดสภาพที่เรียกว่า Photoinhibition และ Chlorophyll Bleaching นอกจากนี้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ระบบราก

พืชทำงานผิดปกติ เช่น ตูดน้ำและแร่ธาตุได้น้อยลงและยังไปทำให้อัตราการสังเคราะห์ไซโตไคนินลดลงซึ่งจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงได้ ทั้งนี้เพราะไซโตไคนิน (Cytokinin) นี้จะมีคุณสมบัติในการช่วยให้การเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ เป็นไปได้ดีขึ้น.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

จากการทดลองพบว่าการใช้ $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 ทำการฉีดพ่นนั้นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงสะสมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่ามากกว่าการใช้ Adenine ฉีดพ่น (ภาพที่ 1A.) ในขณะที่ $ZnSO_4$, KNO_3 และ Adenine จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตทั้งในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ภาพที่ 1B.) และอัตราการร่วงของใบไม่แตกต่างกัน และมีค่าต่ำกว่าการใช้ น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1C.) เหตุผลที่ทำให้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดสามารถช่วยให้ต้นกาแฟมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นนั้น น่าจะมาจากการที่สารเคมีแต่ละชนิดไปช่วยทำให้ระบบเมตาโบลิซึมภายในต้นกาแฟดีกว่าตามปกติ ถึงแม้จะมีการกระทบกับสภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูงและขาดน้ำ กล่าวคือ $ZnSO_4$ ซึ่งมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบน่าจะไปช่วยในด้านการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต Machskmer (1986) พบว่าสังกะสีเป็นธาตุที่จำเป็นในขบวนการสังเคราะห์ Tryptophan ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นสำหรับการสังเคราะห์ (Indole acetic acid, IAA) และ IAA นี้เองก็เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่เป็นตัวช่วยในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ธาตุสังกะสียังควบคุมการสร้างโปรตีน และกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบด้วย เชื่อกันว่าธาตุสังกะสี (Zn) จะช่วยรักษาประสิทธิภาพของ Ribosome ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน แม้ในสภาวะขาดน้ำและอุณหภูมิสูง (สรวมศิริ, 2531) ผลของ KNO_3 ต่อการเจริญเติบโตของต้นนั้นน่าจะมาจากการที่ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชที่จะช่วยในการเจริญเติบโต ซึ่งจะตรงกับรายงานของคัมภีรนนท์ (2525) ที่กล่าวว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็น และพืชต้องการใช้ในปริมาณสูง ซึ่งธาตุนี้จะเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน, โคเอนไซม์ และฮอร์โมนบางชนิด ส่วนโปแตสเซียมซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญใน KNO_3 ยังมีผลช่วยเกี่ยวกับความเต่งของเซลล์ด้วย ดังรายงานของสุวรรณฤทธิ์ (2525) ที่กล่าวว่าเมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความเต่งของเซลล์จะเพิ่มขึ้น.

สำหรับ Adenine จะช่วยในขบวนการสร้างโปรตีน ดังรายงานของฟูตระกูล (2528) พบว่า Adenine มีโครงสร้างเป็นพวก Purine ชนิดหนึ่งในกรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ซึ่งตามธรรมชาติพบในโมเลกุลของ DNA และ RNA นอกจากนี้ Adenine ยังช่วยรักษาคอโรฟิลล์ไม่ให้ถูกทำลายได้ง่าย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ดังรายงานของ Steponkus (1981) ที่พบว่าใบยาสูบไซโตไคนินหรืออนุพันธ์ของ Adenine สามารถชะลอการแก่ของใบยาสูบที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิสูงได้.

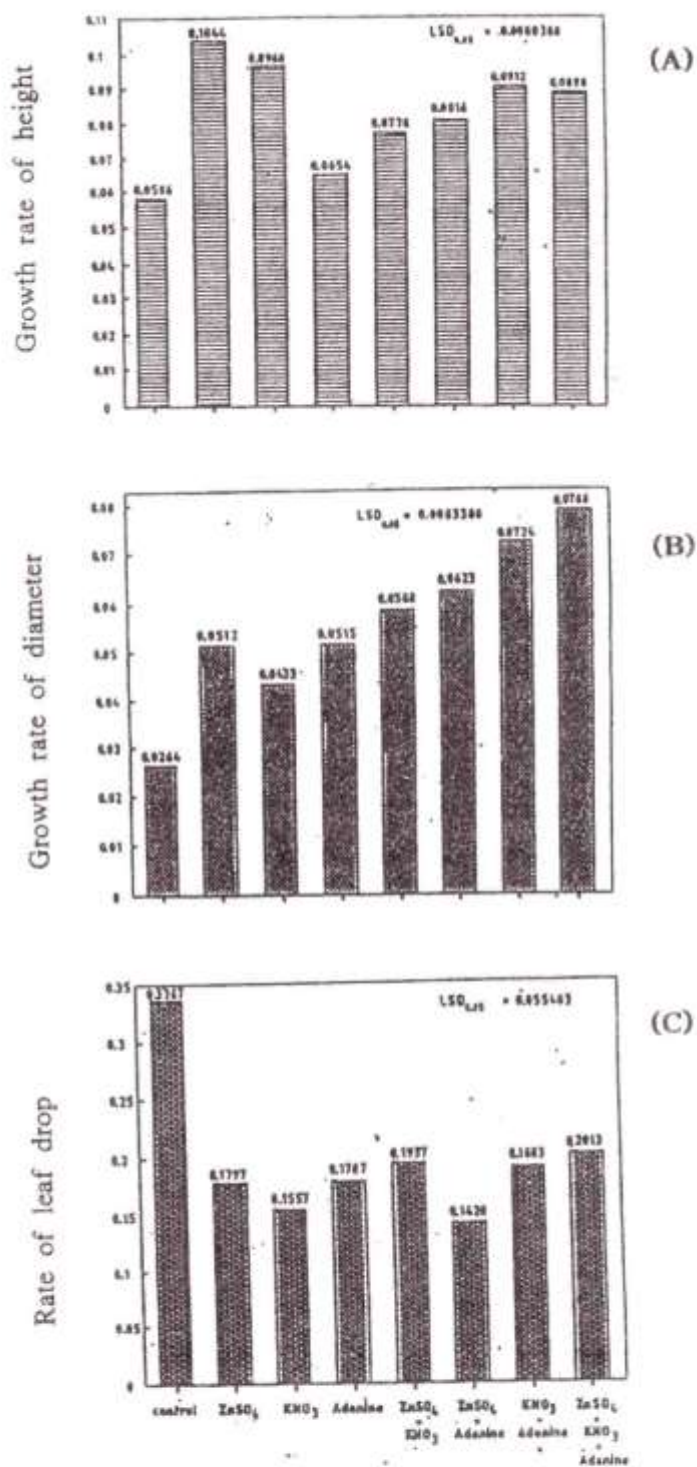


Figure 1. Growth rate of Arabica coffee tree with 5 months chemicals sprayed.

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้ ZnSO_4 , KNO_3 หรือ Adenine จะไปทำให้เซลล์ของพืชมีขบวนการทางสรีระที่ติดอยู่ได้ตามปกติ แม้จะอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำและอุณหภูมิสูง ผลกระทบที่มีต่อการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จะส่งผลให้การลำเลียงน้ำและอาหารภายในท่อน้ำและท่ออาหารเป็นไปได้ตามปกติหรือดีขึ้น ต่างจากกรณีที่ไม่ได้รับสารเคมี ส่วนในกรณีที่ต้นกามพูเมื่อได้รับสารเคมีจะทำให้มีจำนวนใบติดอยู่กับต้นมาก (ร่วงช้า) จะเป็นผลดีต่อต้นคือไปทำให้ต้นกามพูมีใบมากกว่า ทำให้เกิดใบที่อยู่ภายในร่มเงาได้ จึงช่วยเป็นร่มเงาต่อกันได้ดี เป็นการลดความเข้มแสงที่สูงเกินไป ผลที่ตามมาทำให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่มากขึ้นด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดซึ่งน่าจะทำให้ต้นกามพูที่ได้รับ ZnSO_4 หรือ KNO_3 หรือ Adenine มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้กากถั่วลิสงอย่างเดียว.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นกามพู

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ จากผลการทดลองที่ได้รับเมื่อทำการทดลองฉีดพ่นสารเคมีอย่างต่อเนื่องให้กับต้นกามพูที่ปลูกอยู่ภายใต้สภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน จะเห็นได้ว่าลักษณะภายนอกของต้นกามพูที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีใบที่มีลักษณะเหี่ยวเฉา ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีกลับยังมีใบที่สดชื่นและมีจำนวนที่มากกว่า และเมื่อทำการวัดค่าการเปิดของปากใบในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าต้นไม้ที่ได้รับสารเคมีมีค่าการเปิดปากใบสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2.) และสาเหตุที่ทำให้ต้นกามพูมีการเปิดปากใบได้น้อยกว่าประการสำคัญอย่างหนึ่งคือ การที่พืชมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ความตึงของเซลล์ลดลงด้วย จากการตรวจวัดค่าศักย์ของใบในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าในต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีฉีดพ่นจะมีค่าอยู่ต่ำมาก อยู่ในช่วง -20 ถึง -22 บาร์ ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีจะมีค่าสูงกว่า คืออยู่ในช่วง -16 ถึง -17 บาร์ จากค่าศักย์ของน้ำในใบที่ต่ำนี้เองจะทำให้มีการเปิดของปากใบน้อยกว่าและมีการสังเคราะห์แสงที่น้อยกว่าด้วย ดังรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์แสงกับสภาวะของน้ำในต้นกามพูโดยวัดในรูปของค่าศักย์ของน้ำในใบ พบว่า เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบไม่ต่ำกว่า -10 บาร์ ระดับการสังเคราะห์แสงจะเป็นปกติ แต่ถ้าค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงจนอยู่ในช่วง -12 ถึง -20 บาร์ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงเหลือ 75% ของอัตราปกติ แต่เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำกว่า -20 บาร์ จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเหลือเพียง 10-20% ของอัตราปกติเท่านั้น.

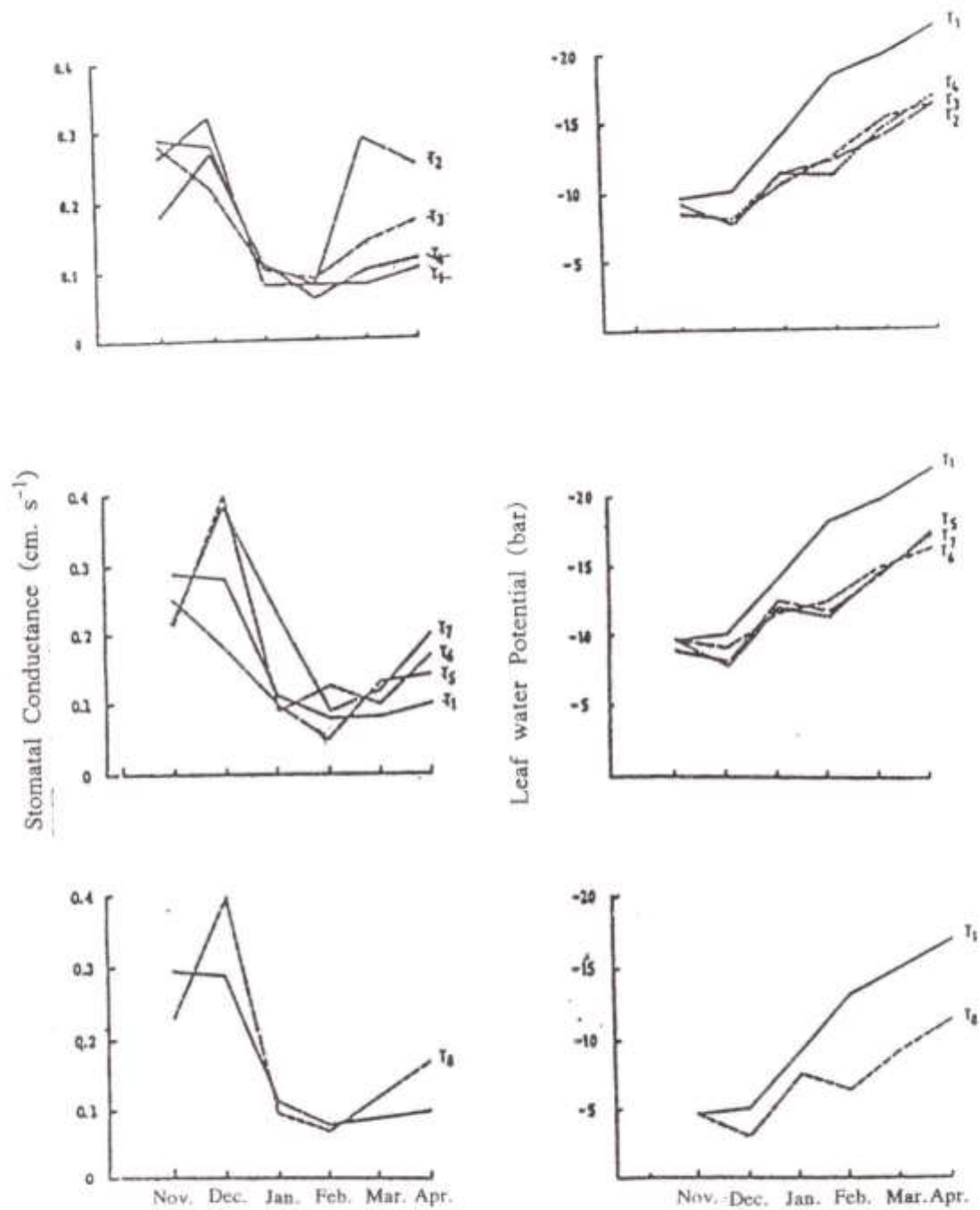


Figure 2. Effect of chemical on stomato conductance and leaf water potential in the Arabica (T₁ = control, T₂ = ZnSO₄, T₃ = KNO₃, T₄ = Adenine, T₅ = ZnSO₄ + KNO₃, T₆ = Adenine, T₇ = KNO₃ + Adenine, T₈ = ZnSO₄ + KNO₃ + Adenine).

การฉีดพ่น ZnSO_4 หรือ KNO_3 ทำให้ต้นกาแฟทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าการใช้ น้ำกลั่นฉีดพ่น น่าจะมาจากการที่สารทั้ง 2 ชนิด ไปทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามาก เป็นเหตุ ทำให้เซลล์คงตึงอยู่ได้ ในขณะที่เดียวกันก็ยิ่งทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่าในสภาพที่ขาดน้ำ การส่ง ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสงจึงเกิดได้ดีด้วย ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโต ที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tesha and Kumar (1978) ที่พบว่าการใช้ไนโตรเจนทำให้ ต้นกาแฟทนแล้งได้ดี เนื่องมาจากเมื่อพืชอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำ ในโตรเจนจะช่วยให้มีการสร้าง และสะสมโปรตีนชนิดที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีเพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์คงความตึงได้ดี และนานกว่า ปกติ ซึ่งเป็นเหตุให้ต้นกาแฟทนแล้งได้ดีขึ้น ส่วนโปแตสเซียมนั้นจะไปทำให้ความสัมพันธ์ ของน้ำที่มีต่อพืชดีขึ้นคือ เมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความตึงของพืชก็ จะเพิ่มขึ้น (สุวรรณฤทธิ์, 2525) และรายงานของ Tesha and Kumar (1976) พบว่าการใช้ ZnSO_4 เข้มข้น 0.2% พ่นทางใบติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนปล่อยให้ขาดน้ำ จะทำให้ต้น กาแฟทนแล้งได้ดีขึ้นกว่าปกติ.

สำหรับ Adenine นั้นถึงแม้จะให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นก็ ตาม แต่ค่าการเปิดปากใบจะไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้การใช้ Adenine ฉีดพ่นต้นกาแฟแล้วมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการใช้ ZnSO_4 และ KNO_3 .

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ ZnSO_4 และ KNO_3 น่าจะมีความสามารถช่วยใน การเพิ่มความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งให้กับต้นกาแฟได้ดี โดยจะทำให้การเปิดปากใบของต้นกาแฟ มีค่ามากขึ้นกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น หรือ Adenine โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อช่วงเวลา 14:00 น. นอกจากนี้สารเคมียังช่วยรักษาความตึงของเซลล์ได้ด้วย ดังจะเห็นได้จากใบกาแฟที่ได้รับสารเคมี จะมีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงสุดอยู่ระหว่าง -16 ถึง -17 บาร์ ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับ เมตาโบลิซึมของเซลล์ยังคงปกติอยู่ได้ แม้ว่าจะตกอยู่ภายใต้สภาวะเครียดอย่างรุนแรง.

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรตีน ในการทดลองครั้งนี้ ได้สังเกตพบว่า ต้นกาแฟจะมีสีของใบแตกต่างกันออกไป โดยต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีสีเหลือง ใน ขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีจะมีสีเขียวเข้มกว่า ซึ่งเมื่อนำใบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณคลอโร- ฟิลล์ก็พบว่า ใบจากต้นที่ได้รับ ZnSO_4 , KNO_3 และ Adenine จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าใบ จากต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1.) ซึ่งตรงกับรายงานของ Cannell (1985) ที่ว่าอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินกว่า 25 องศาเซลเซียส จะทำให้ใบสูญเสียคลอโร- ฟิลล์ เป็นที่น่าสังเกตว่าความเข้มแสงที่สูงเกินไปของแปลงทดลองน่าจะมีผลในการลดลงของ ปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วย เนื่องจากสภาพ Chlorophyll bleaching ตามรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งทั้ง ZnSO_4 , KNO_3 และ Adenine จะช่วยชะลอการถูกทำลายคลอโรฟิลล์ได้.

Table 1. Content of Chlorophyll a, b and proline (mg.fw⁻¹) in coffee leaves with 5 months chemicals sprayed.

Treatment	Volumn		
	Chlorophyll a (1 x 10 ⁻³)	Chlorophyll b (1 x 10 ⁻³)	Proline
Control	2.531b	6.371c	26.89
ZnSO ₄	4.044a	8.457ab	54.41
KNO ₃	3.772a	9.068ab	76.19
Adenine	4.356a	9.293a	68.89
ZnSO ₄ + KNO ₃	4.351a	7.540b	71.11
ZnSO ₄ + Adenine	4.087a	8.076abc	30.80
KNO ₃ + Adenine	3.824a	8.611ab	52.72
ZnSO ₄ + KNO ₃ + Adenine	4.520a	7.810abc	53.23
LSD _{0.05}	0.826	1.7033	NS

การใช้สารเคมีทั้ง ZnSO₄, KNO₃ และ Adenine จะไม่ทำให้ต้นกาแฟมีปริมาณโปรตีนแตกต่างไปจากต้นที่ใช้ น้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ ต่างจากรายงานของ Hanson (1980) ที่พบว่าในพืชตระกูลถั่วจะสะสมโปรตีนเพิ่มขึ้นถึง 20-100 เท่าของระดับน้ำปกติ ถ้าปล่อยให้ขาดน้ำติดต่อกันสามวัน ในกรณีของกาแฟจะเห็นว่าแม้ว่ามีความเครียดจากการขาดน้ำและอุณหภูมิสูง พืชยังคงมีการสะสมโปรตีนเช่นกัน แต่มีจุดจำกัดอยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้น หากสภาวะเครียดของน้ำรุนแรงเกินไป ในใบกาแฟจะมีการสะสมโปรตีนน้อยลง ซึ่งตรงกับรายงานของไพชยนต์ (2532) โดยโปรตีนที่หายไปใบสภาพดังกล่าว Aspinall and Paleg (1981) รายงานว่าอาจเป็นเพราะสภาพการขาดน้ำที่รุนแรงและอุณหภูมิสูงมาก จะส่งผลทำให้ขบวนการเมตาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันตนเองจากสภาวะเครียดเสื่อมประสิทธิภาพลง สำหรับกาแฟซึ่งเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเขตป่าร้อนชื้น โอกาสที่จะเกิดปัญหากับขบวนการเมตาโบลิซึมดังกล่าวข้างต้นยิ่งจะเป็นไปได้มากขึ้นเมื่อกระทบกับสภาวะเครียด จึงทำให้ปริมาณของโปรตีนที่พบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังที่กล่าวมาแล้ว.

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่า สารเคมีและความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มความทนแล้งให้กับกาแฟราบีเกา ได้แก่ ZnSO₄, KNO₃ และ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.2, 7

และ 0.01% ตามลำดับ การใช้สารเคมีดังกล่าวจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกาแฟทั้งด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดี่ยว นอกจากนี้สารเคมียังทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่า ตลอดจนปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- โพชนงค์, พัฒนพันธุ์. (2532). การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกาแฟอาราบิก้าต่อสภาวะเครียดของการขาดน้ำและอุณหภูมิสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 87 หน้า.
- สรวมศิริ, พิทยา. (2531). ภัยกับการทนแล้งของกาแฟ. จดหมายข่าวโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 5(3) : 6-7.
- กัมมวรินทร์, ยืนพันธุ์. (2527). สตรีโมนพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 136 หน้า.
- ฟูตระกูล, สุวิทย์. (2528). ชีวเคมีพื้นฐาน 1. ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 301 หน้า.
- สุวรรณฤทธิ์, อานาจ. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เล่มที่ 2. ภาควิชาปฐพีศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 355 หน้า.
- Aspinall, D. and Paleg, L.G. (1981). Proline Accumulation : Physiological Aspect. In : The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. Paleg, L.G. and Aspinall, D. (eds.). Academic Press, New York, 492 pp.
- Cannell, M.G.R. (1985). Physiology of Coffee Crop. In : Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Clifford, M.N. and Willson, K.C. (eds.). The AVI Publishing Company, Inc. Connecticut. 457 pp.
- Hanson, A.D. (1980). Interporting the metabolic responses of plants to water stress. Proceeding of the Symposium on Plant Microclimate and Stress. Hort. Science 15(5) : 623-629.
- Kumar, D. (1979). Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. : A review. Kenya Coffee, 44 : 9-40.
- Machshner, H. (1986). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York. 674 pp.
- Steponkus, P.L. (1981). Response to Extreme Temperature. In : Encyclopedia of Plant Physiol. Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B. and Ziegler, H. (eds.). 12A : Springer-verlag Berlin, New York, 635 pp.
- Tesha, A.J. and Kumar, D. (1976). Nitrogen and zinc increasing drought resisting capacity of coffee. Kenya Coffee 41 : 227-228.
- Tesha, A.J. and Kumar, D. (1978). Effects of fertilizer nitrogen on drought resistance in Coffee arabica L. J. Agri. Sci. Camb. 90 : 625-631.