บทที่ 5

การศึกษาผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต และสรีรวิทยาของต้นกาแฟอราบีก้า

1. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การทดลองนี้ทำการทดลองกับต้นกาแฟอราบีก้า สายพันธุ์คาติมอร์ 1662 ที่มีอายุประมาณ 3 ปี ซึ่งปลูกกลางแจ้ง ระยะปลูก 2x2 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น โดยสุ่มต้นกาแฟที่ปลูกอยู่ในแปลงทดลองกลางแจ้ง จำนวน 80 ต้นแยกออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ต้น แต่ละกลุ่มจะได้รับสารเคมีที่แตกต่างกันโดยทำการพ่นทางใบทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือนติดต่อกัน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2533 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2534 ตามกรรมวิธี ดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยน้ำกลั่น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.20 %

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7.00 %

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.01 %

กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.20 % + KNO_3 เข้มข้น 7.00 %

กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.20 % + Adenine เข้มข้น 0.01 %

กรรมวิธีที่ 7 พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7.00 % + Adenine เข้มข้น 0.01 %

กรรมวิธีที่ 8 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.20 % + KNO_3 เข้มข้น 7.00 % + Adenine เข้มข้น 0.01%

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นกาแฟในการทดลองครั้งนี้ จะทำการวัดโดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสะสม(Accumulated Growth Rate) ซึ่งเป็นการวัดการเจริญเติบโตโดยคำนึงถึงขนาดเริ่มต้นที่ต่างกันนั่นคือ เป็นการใช้อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตต่อหน่วยเวลา โดยการทดลองนี้ใช้ค่าจากหน่วยความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยความสูงที่มีอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{Accumulated Growth Rate (AGR)} = \frac{1}{W}\frac{dw}{dt}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ AGR = อัตราการเจริญเติบโตสะสม

w = ความสูงเริ่มต้น

dw = ความสูงที่เปลี่ยนแปลงไป

dt = ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

2. การบันทึกข้อมูล

บันทึกครั้งแรกเมื่อเริ่มทำการทดลองและครั้งต่อไปหลังจากนั้น 30 60 90 120 และ 150 วันตามลำดับ โดยบันทึกข้อมูลในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาการเกษตร บริเวณแปลงทดลองประกอบด้วย

2.1.1 อุณหภูมิของบรรยากาศ

2.1.2 ปริมาณน้ำฝน

2.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์

2.1.4 ความเข้มแสง

2.1.5 ความชื้นของดิน

2.2 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟเมื่อได้รับสารเคมี

2.2.1 ความสูงของต้น

2.2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่จุดความสูง 10 ซม. เหนือระดับพื้นดิน

2.2.3 จำนวนใบต่อต้น

2.2.4 จำนวนกิ่งแขนงที่ 1

2.3 พฤติกรรมการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟเมื่อได้รับสารเคมี

2.3.1 พฤติกรรมการตอบสนองของปากใบ วัดค่าความต้านทานของปากใบ (r_s) และค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ(Ψ_l) เมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 12.00 น. และ 14.00 น. โดยวัดที่ใบคู่ที่ 4 5 หรือ 6 นับจากใบแรกซึ่งคลี่เต็มที่แล้ว

2.3.2 ปริมาณของคลอโรฟิลล์ และโปรลีนในใบกาแฟ โดยตรวจสอบจากใบคู่ที่ 4 หรือ 5 จากปลายยอด ซึ่งเป็นใบที่มีรายงานว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงที่สุด(Kumar and Tieszen, 1976) การหาปริมาณของคลอโรฟิลล์และโปรลีน ใช้วิธีแนะนำโดย Faber and Aspinall (1981)

3. ผลการทดลอง

สำหรับผลการทดลองในบทนี้จะทำการแยกเปรียบเทียบเป็นกลุ่มเพื่อจะได้ง่ายต่อการพิจารณาโดยแยกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมีชนิดเดียว กลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน และกลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน ในกรณีผลของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต ค่าการเปิดปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกาแฟ ส่วนในกรณีผลของสารเคมีที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และโปรลีน จะแยกเป็นกลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมีชนิดเดียวกับกลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมีตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปเปรียบเทียบกับต้นกาแฟที่ไม่ได้ใช้สารเคมี

3.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระหว่างการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 11 และ 12 ในหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1 ความเข้มแสง

ในการวัดความเข้มแสงซึ่งกระทำการวัดทุกๆ เดือนๆละครั้งโดยในแต่ละรอบวันจะทำการวัดที่ 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. พบว่าความเข้มแสงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเวลา 8.00 น. และจะถึงจุดสูงสุดในเวลา 12.00 น. หลังจากนั้นความเข้มแสงจะค่อนข้างคงที่จนถึงเวลา 14.00 น. ในการตรวจวัดนี้พบว่าในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่สภาวะแวดล้อมมีความแห้งแล้งมาก จะเป็นเดือนที่มีความเข้มแสงในช่วงเวลา 12.00 น.- 14.00 น. สูงที่สุดคือมีค่าโดยเฉลี่ย 1600 $\mu E.m.^{-2},s^{-1}$ และความเข้มแสงต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ย 750 $\mu E.m.^{-2}.s^{-1}$

3.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

จากการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของแต่ละเดือน ตั้งแต่เริ่มการทดลองคือเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน พบว่าจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วโดยความชื้นในอากาศของเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จะมีค่าลดลงเหลือเพียง 35-40 % จากเดิมในช่วงเดือนพฤศจิกายนจะมีความชื้นในอากาศสูงถึง 70-80% และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของแต่ละเดือนจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แปรผันตามอุณหภูมิในช่วงวัน โดยจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในช่วงเวลา 8.00 น. จากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ จนเมื่อเวลา 12.00-14.00 น. จะมีค่าต่ำที่สุด (ภาพที่ 11)

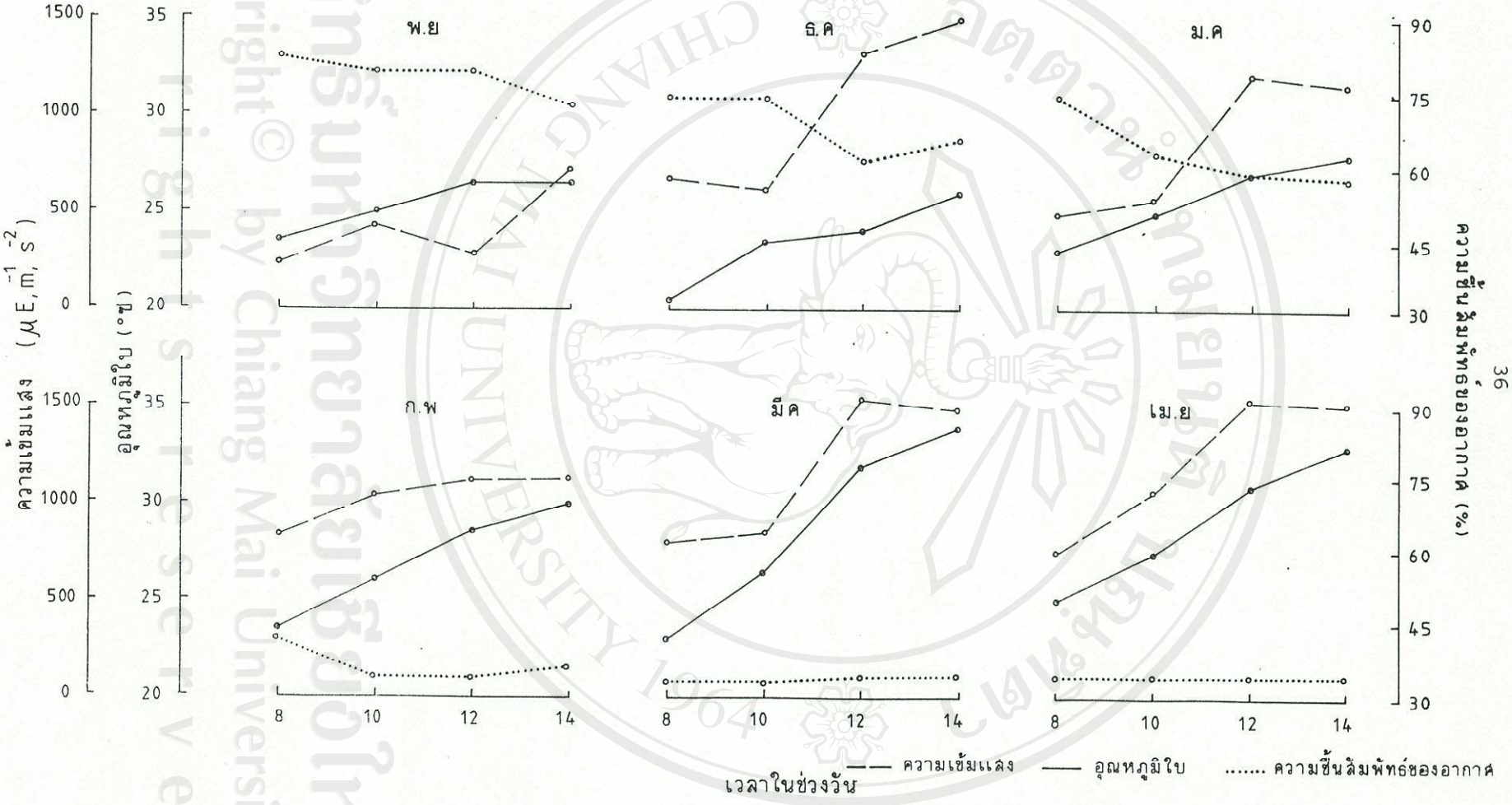
3.1.3 อุณหภูมิของอากาศ และอุณหภูมิของใบพืช

อุณหภูมิของอากาศในบริเวณแปลงกาแฟในแต่ละเดือนจะมีความผันแปรกันไป โดยจะมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม คือมีค่าเฉลี่ย 18.0-22.5 °ซ และสูงที่สุดในเดือนมีนาคม คือ 26.5-30.0° ซ ส่วนอุณหภูมิใบจะมีค่าแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ แต่จะมีค่าโดยเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3-5° ซ (ภาพที่ 12)

3.1.4 ความชื้นของดิน

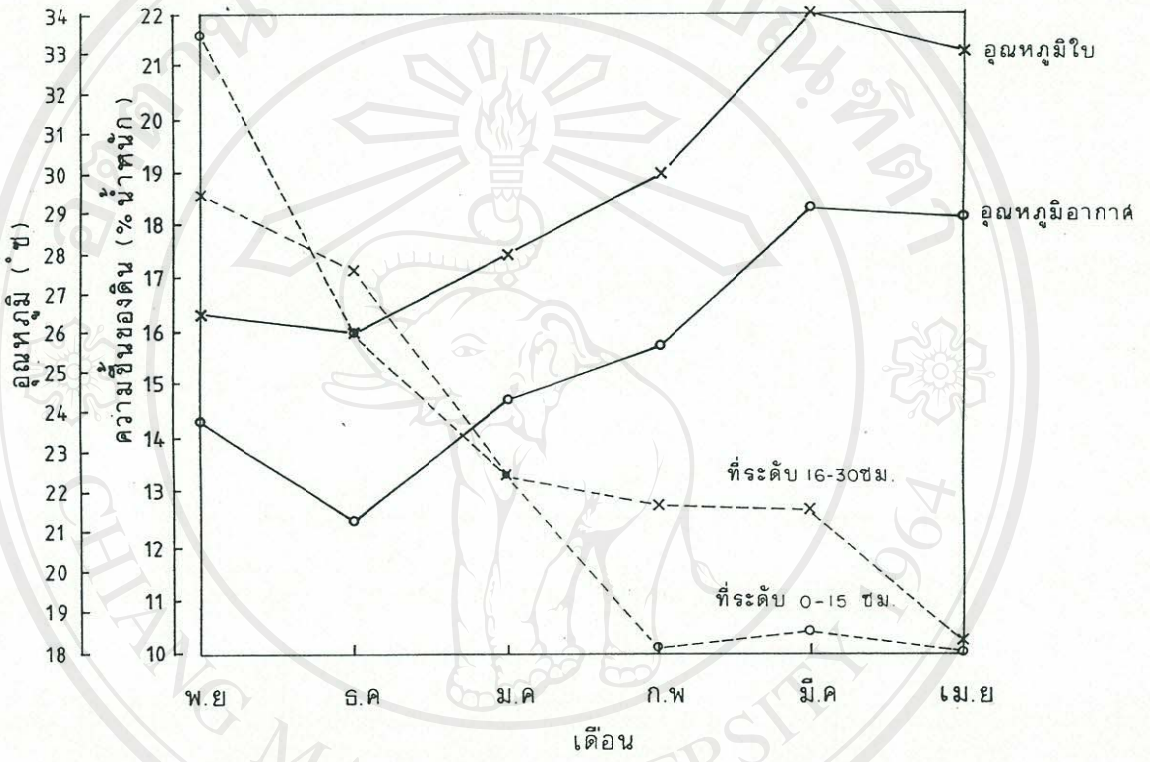
สำหรับการตรวจวัดความชื้นของดิน จะทำการตรวจวัดค่าความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ระดับความลึกจากผิวดินเป็น 2 ระดับ คือที่ 0-15 ซม. และที่ 16-30ซม. ความชื้นของดินที่ทั้ง 2 ระดับมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ มีค่าสูงสุด ในเดือน พฤศจิกายน และมีค่าต่ำสุดในเดือน เมษายน นอกจากนี้ยังพบว่า ความชื้นของดินแปรผันตามความลึกของดิน นั้นคือที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จากผิวดิน มีความแปรผันมากกว่าที่ระดับความลึก 16-30 ซม. ภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จากผิวดิน ความชื้นสูงสุดในเดือน พฤศจิกายน มีค่า 21.5% และ ต่ำสุดในเดือน เมษายน มีค่า 8.6% ส่วนที่ระดับความลึก 16-30 ซม. จากผิวดิน ความชื้นสูงสุดในเดือน พฤศจิกายน มีค่า 18.6% และต่ำสุดในเดือน เมษายน มีค่า 10.4 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มแสง อุณหภูมิใบ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในช่วงรอบวันของแต่ละเดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิใบ ความชื้นของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 ซ.ม และ 16 - 30 ซ.ม จากผิวดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ เมื่อปลูกภายใต้สภาวะแห้งแล้ง

3.2.1 ความสูงของต้นกาแฟ

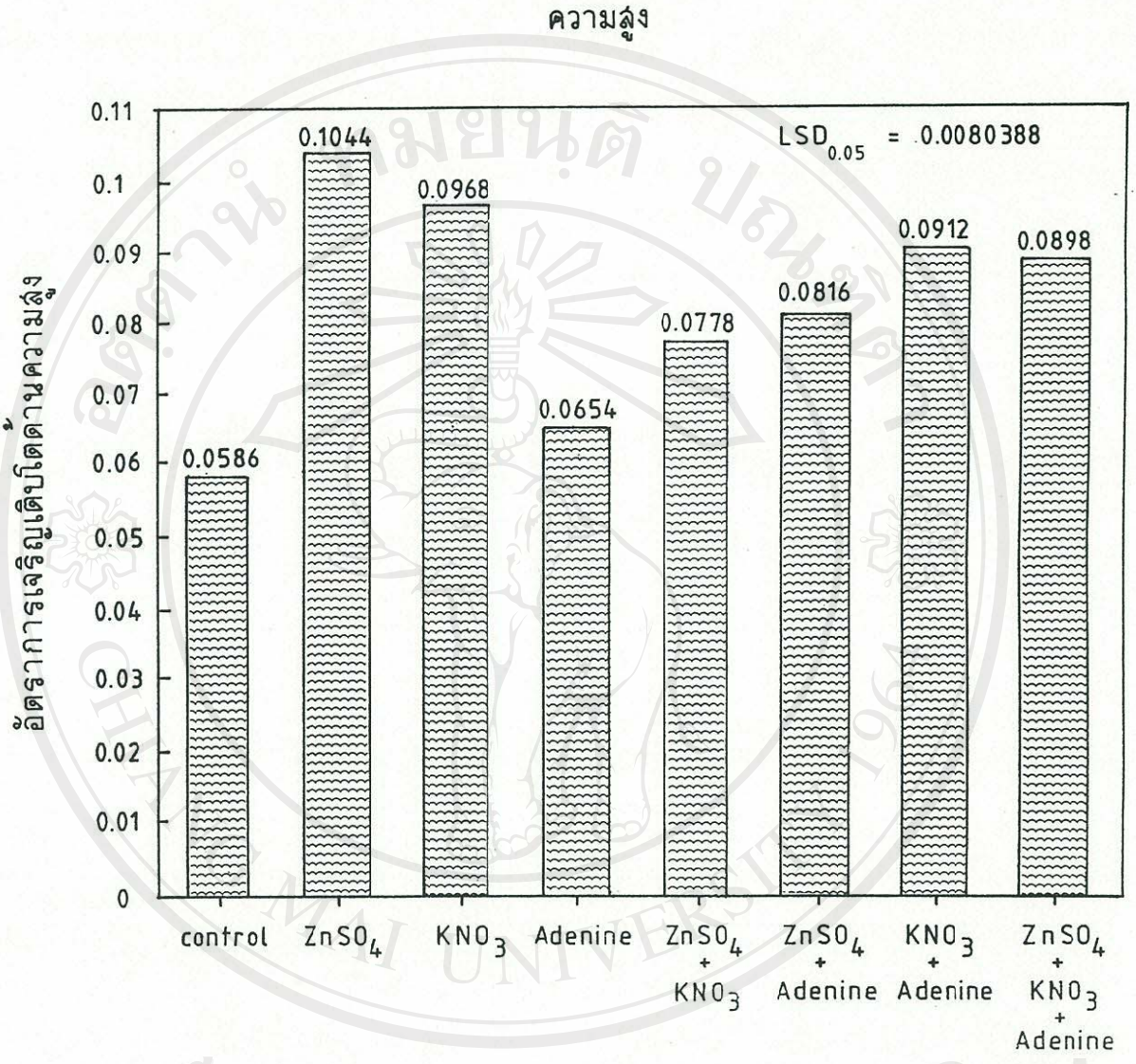
จากการตรวจวัดความสูงของต้นกาแฟเมื่อทำการฉีดพ่นสารเคมี และให้ได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ซึ่งวัดจากระดับผิวดินจนถึงข้อที่สูงที่สุดของลำต้นโดยทำการวัดทุก ๆ เดือน พบว่าต้นกาแฟที่ได้รับสารเคมีทุกกรรมวิธี จะมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงสะสมเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอัตราการเจริญเติบโตค่าของความสูงที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นที่ฉีดพ่นด้วย Adenine (ภาพที่ 13) โดยต้นที่มีอัตราความสูงสะสมเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือต้นที่ใช้ $ZnSO_4$ ทำการฉีดพ่นซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 0.1044 ในขณะต้นที่ได้รับฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นจะให้อัตราความสูงสะสมเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 0.0586

เมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมี ที่มีต่ออัตราการเพิ่มของความสูงสะสมตลอดระยะเวลา 5 เดือน แสดงไว้ในภาพที่ 14 การใช้สารเคมีฉีดพ่นเพียงชนิดเดียวกับใช้น้ำกลั่นจะเห็นได้ว่า ในช่วง 2 เดือนแรก อัตราความสูงสะสมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่หลังจาก 2 เดือนผ่านไปจะพบว่าอัตราความสูงของต้นกาแฟจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือในกลุ่มแรกต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ และต้นที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 จะมีอัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงสะสมมากกว่า ในขณะที่กลุ่มหลังซึ่งประกอบด้วยต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น และต้นที่ฉีดพ่นด้วย Adenine จะมีอัตราความสูงสะสมน้อยกว่าซึ่งจะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 14 ก)

สำหรับการเปรียบเทียบต้นที่ใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกันกับต้นที่ใช้น้ำกลั่นพบว่าในช่วงแรกอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงสะสมไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเวลาผ่านไปได้ 3 เดือน จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกันจะทำให้อัตราความสูงสะสมที่เพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียว และเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมี จะพบว่าการฉีดพ่นด้วย KNO_3+Adenine จะให้ค่าสูงที่สุด ในขณะที่การฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$+KNO_3 และ $ZnSO_4$+Adenine จะมีอัตราความสูงสะสมที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า (ภาพที่ 14ข)

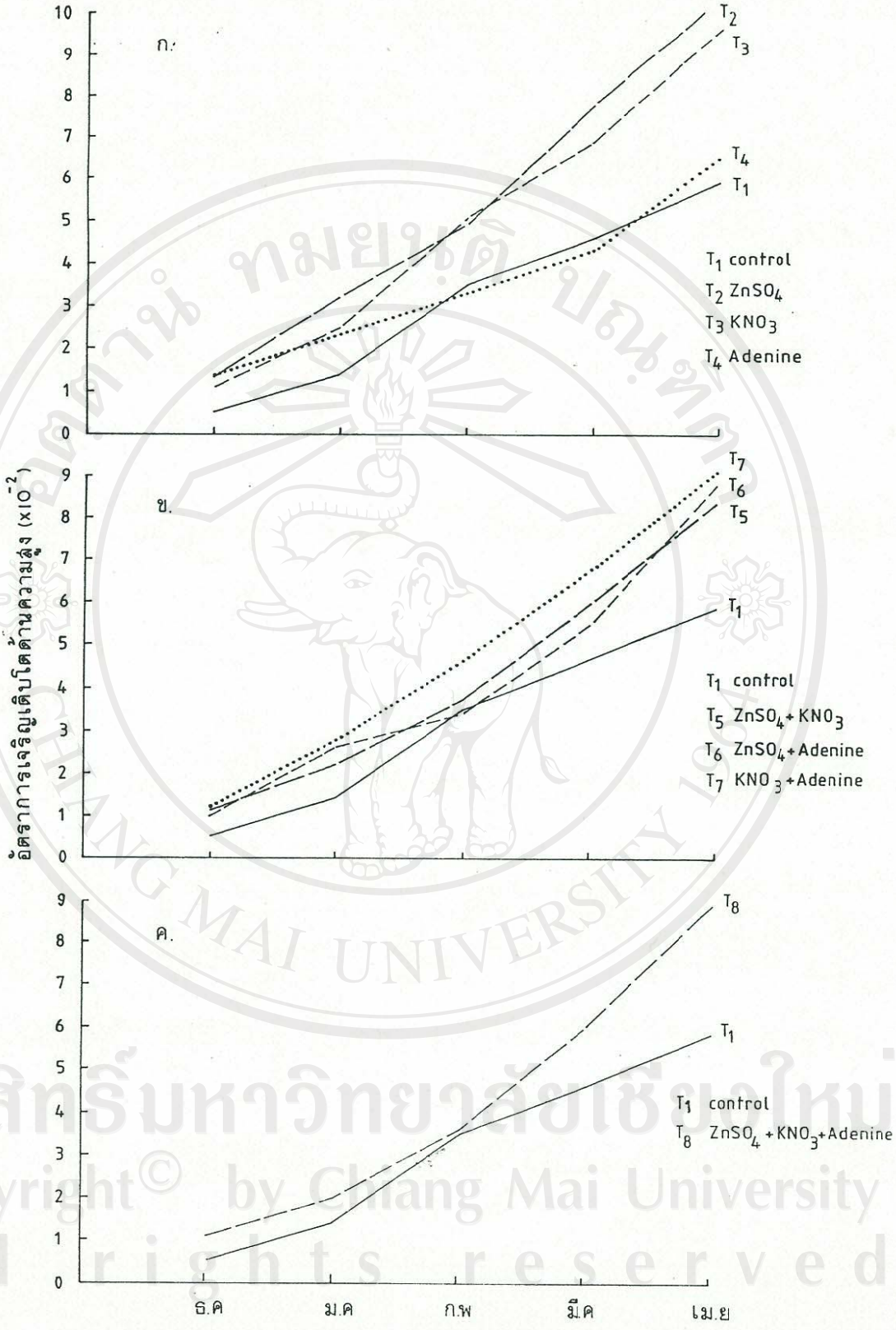
ส่วนการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ด้านความสูงสะสมระหว่าง ต้นที่ใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดร่วมกันกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียวจะพบว่าในช่วง 3 เดือนแรกจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อระยะเวลา 3 เดือนผ่านไปอัตราความสูงสะสมที่เพิ่มขึ้นจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยการใช้ $ZnSO_4$+KNO_3+Adenine ฉีดพ่นจะให้ค่าที่มากกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (ภาพที่ 14ค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 13 ความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นกาแฟ อราบีก้า เมื่อได้รับสารเคมีติดต่อกัน นาน 5 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 14 อิทธิพลของสารเคมีเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ที่มีผลต่ออัตราความสูงที่เพิ่มขึ้น เมื่อกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ก. สารเคมีชนิดเดียว ข. สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน ค. สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

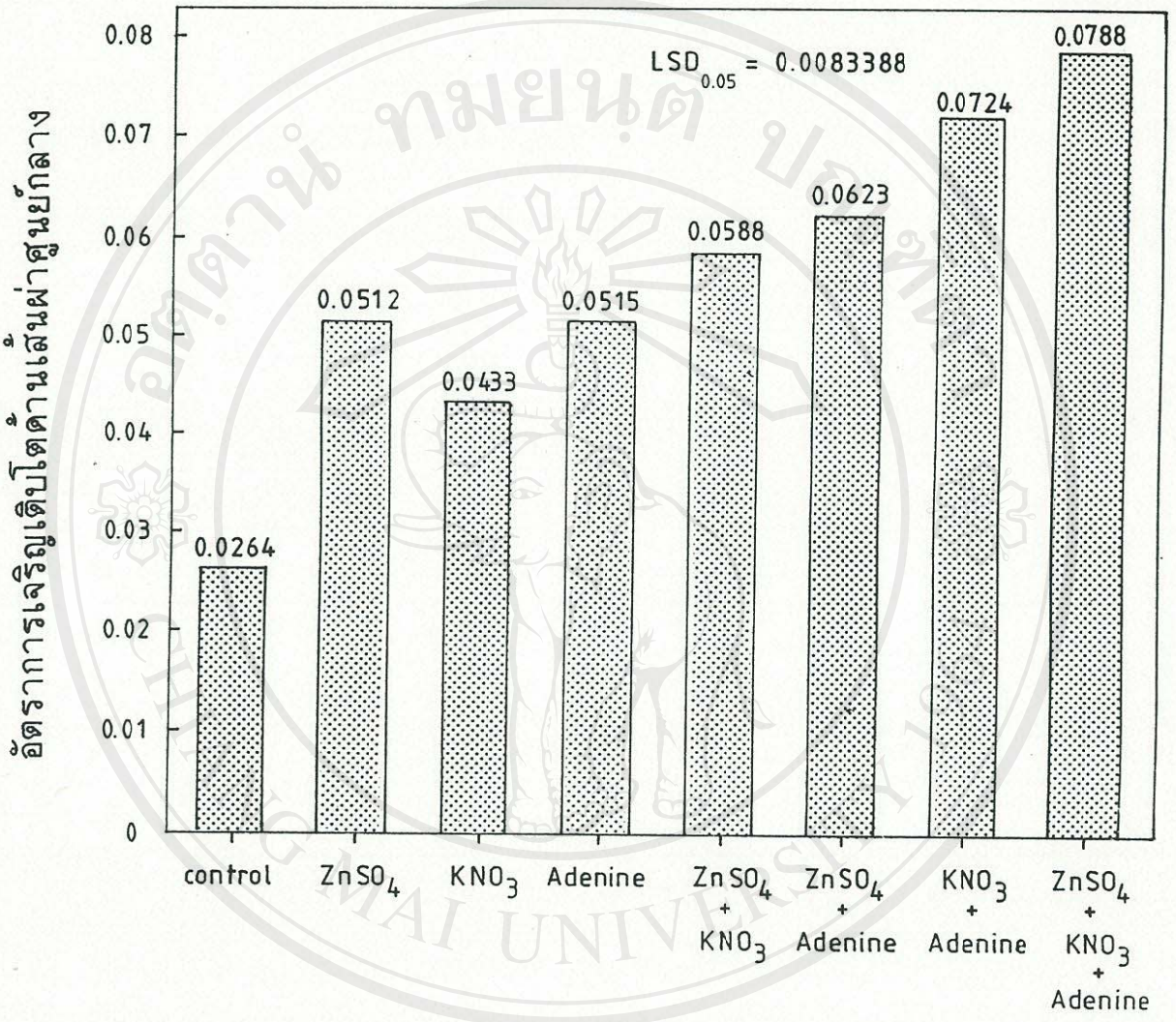
การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นกาแฟ จะทำการวัดบริเวณลำต้นที่สูงจากระดับเหนือผิวดินขึ้นไป 10 เซนติเมตร ทำการวัดทุก ๆ เดือน เมื่อต้นกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน 5 เดือน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมของลำต้นของต้นที่ใช้สารเคมีทุกกรรมวิธี เพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยต้นที่ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์สะสมกลางมากที่สุดคือ ต้นที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine คือมีค่าเฉลี่ย 0.0788 ในขณะที่ต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น จะให้ค่าที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 0.0264 (ภาพที่ 15)

เมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมีที่มีต่ออัตราการเพิ่มของเส้นผ่าศูนย์กลางตลอดระยะเวลา 5 เดือน แสดงไว้ในภาพที่ 16 การใช้สารเคมีที่ใช้ฉีดพ่นชนิดเดียวกับต้นที่ใช้น้ำกลั่นจะเห็นได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมของต้นกาแฟ ที่ใช้สารเคมีทุกกรรมวิธี จะเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเห็นได้ชัดเจน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะต้นที่ใช้สารเคมีจะเห็นได้ว่าต้นที่ใช้ $ZnSO_4$ จะมีอัตราการเพิ่มของเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมมากกว่าต้นที่ใช้ Adenine และ KNO_3 ตามลำดับ (ภาพที่ 16 ก)

สำหรับการเปรียบเทียบเฉพาะอิทธิพลของกลุ่มของสารเคมีที่ใช้ร่วมกัน 2 ชนิด กับการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียว พบว่าการใช้สารเคมีจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากทดลองได้ 2 เดือน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะต้นที่ใช้สารเคมีแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 16 ข)

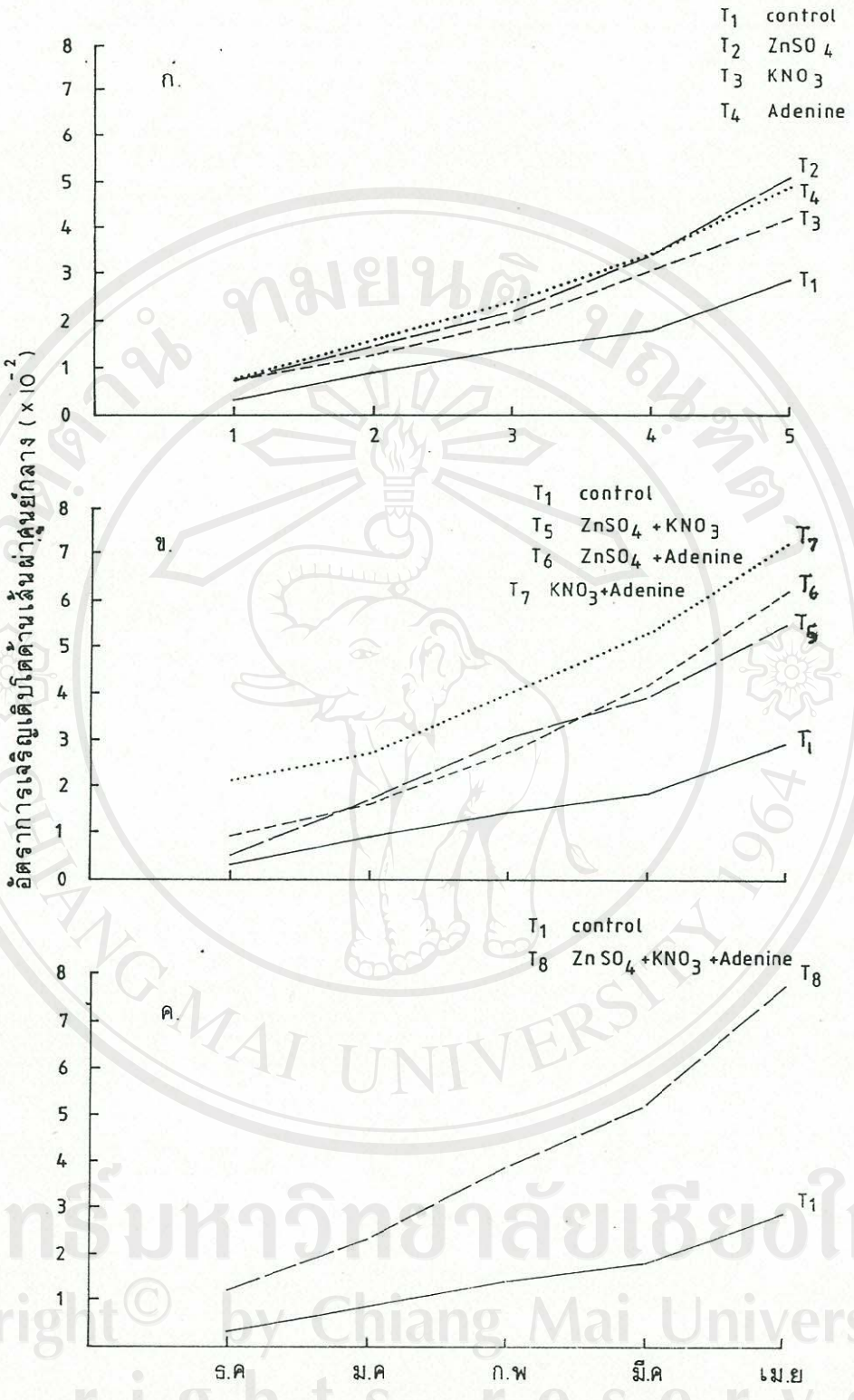
ส่วนในการพิจารณาเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของ เส้นผ่าศูนย์กลางสะสมของต้นที่ใช้ $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine กับต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นพบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมต้นที่ใช้สารเคมีจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นตั้งแต่หลังจากการทดลองเดือนแรก และแสดงความแตกต่างอย่างชัดเจนมากขึ้นตามลำดับ จนสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 5 (ภาพที่ 16 ค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 15 เส้นผ่าศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้นของต้นกาแฟอราบีก้า เมื่อได้รับสารเคมีติดต่อกัน นาน 5 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 16 อิทธิพลของสารเคมีเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มของเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่อกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ก. สารเคมีชนิดเดียว ข. สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน ค. สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน

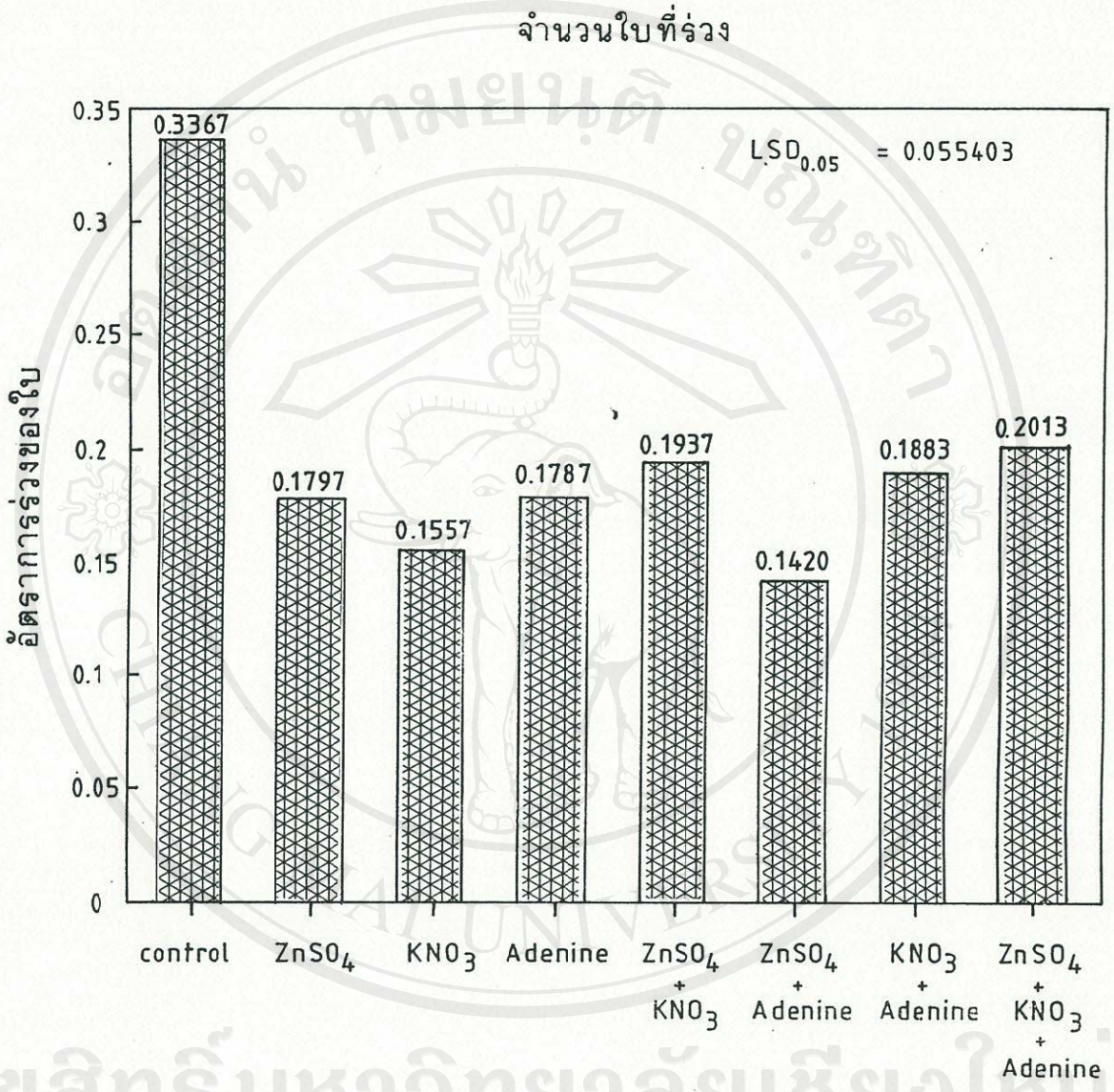
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 จำนวนใบ

ในการตรวจนับจำนวนใบของต้นกาแฟ เมื่อทำการฉีดพ่นสาร เคมี และให้ต้นกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกัน 5 เดือน โดยทำการนับทุก เดือน พบว่าอัตราการร่วงสะสมของใบของต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นนั้นจะมีมากกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ เปรียบ เทียบกับต้นที่ใช้สาร เคมีฉีดพ่นทุกกรรมวิธี โดยต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่าง เดียวจะมีอัตราการร่วงของใบมากถึง 0.3367 ในขณะที่ต้นที่ได้การฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + Adenine จะทำให้อัตราการร่วงสะสมของใบน้อยที่สุดคือ 0.1420 (ภาพที่ 17)

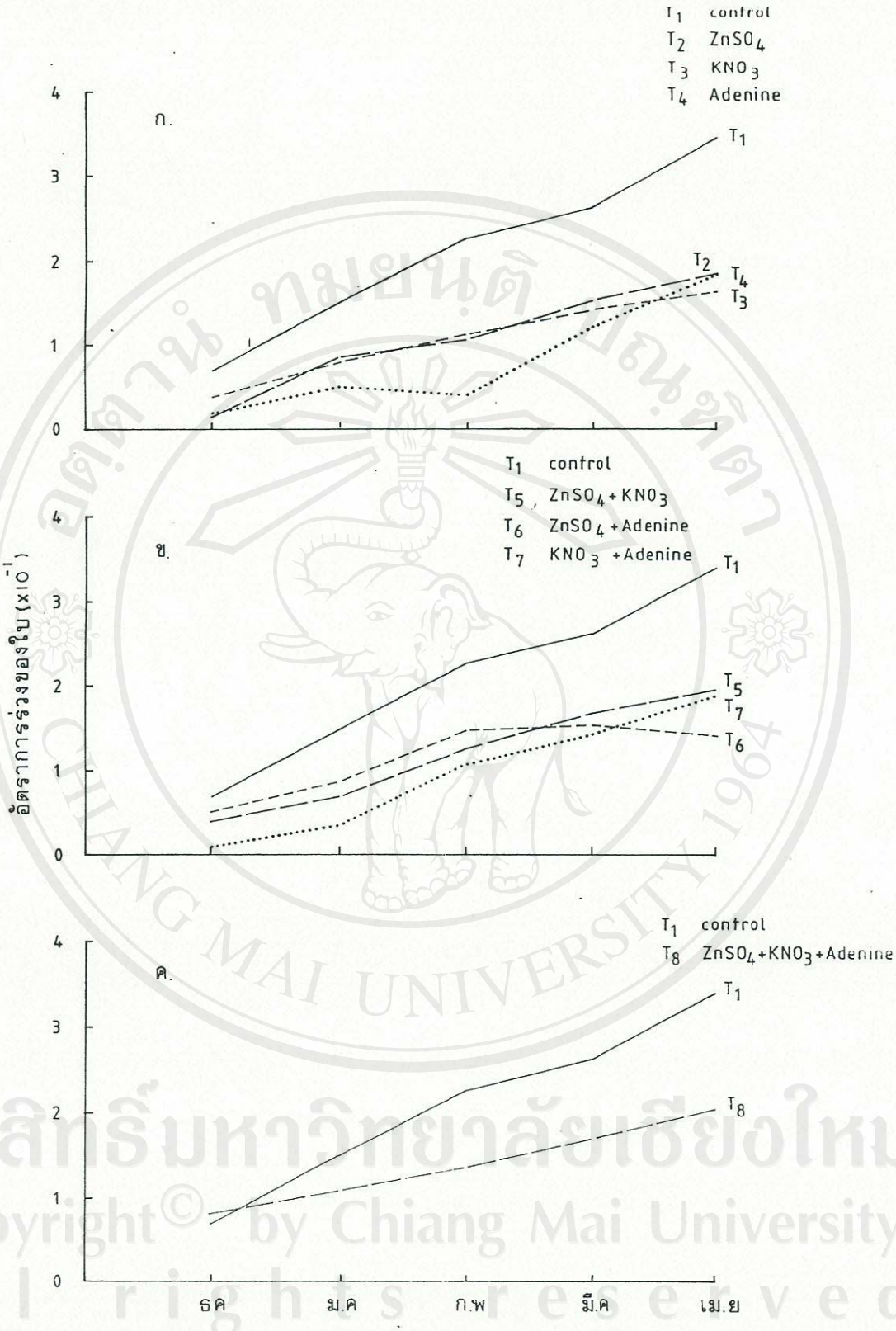
สำหรับแนวโน้มอัตราการร่วงสะสมของใบของต้นกาแฟ ตลอดระยะ เวลา 5 เดือน เมื่อนำมา เปรียบ เทียบกันระหว่างต้นที่ใช้สาร เคมีและต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นจะพบว่าในช่วงแรกของการทดลองการร่วงของจำนวนใบจะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ เมื่อต้นกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกัน เป็นระยะ เวลาที่นานขึ้นก็จะทำให้อัตราการร่วงสะสมของใบ จากต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นมีมากขึ้น และจะ เริ่ม เห็นได้ชัด เจนหลังจากทำการทดลองได้ 2 เดือน เป็นต้นไป ทั้งนี้อัตราการร่วงสะสมของใบของต้นกาแฟจะแสดงผลได้ใกล้ เคียงกัน ไม่ว่าจะใช้สาร เคมี เพียงชนิด เดียว (รูปที่ 18 ก) สาร เคมี 2 ชนิดร่วมกัน (รูปที่ 18 ข) และสาร เคมี 3 ชนิดร่วมกัน (รูปที่ 18 ค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 17 อัตราการลดลงของจำนวนใบกาแฟอราบีก้า เมื่อได้รับสารเคมีติดต่อกัน นาน 5 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 18 อิทธิพลของสารเคมีที่มีต่ออัตราการลดลงของใบ เมื่อต้นกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ก. สารเคมีชนิดเดียว ข. สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน ค. สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 จำนวนกิ่งแขนงที่ 1

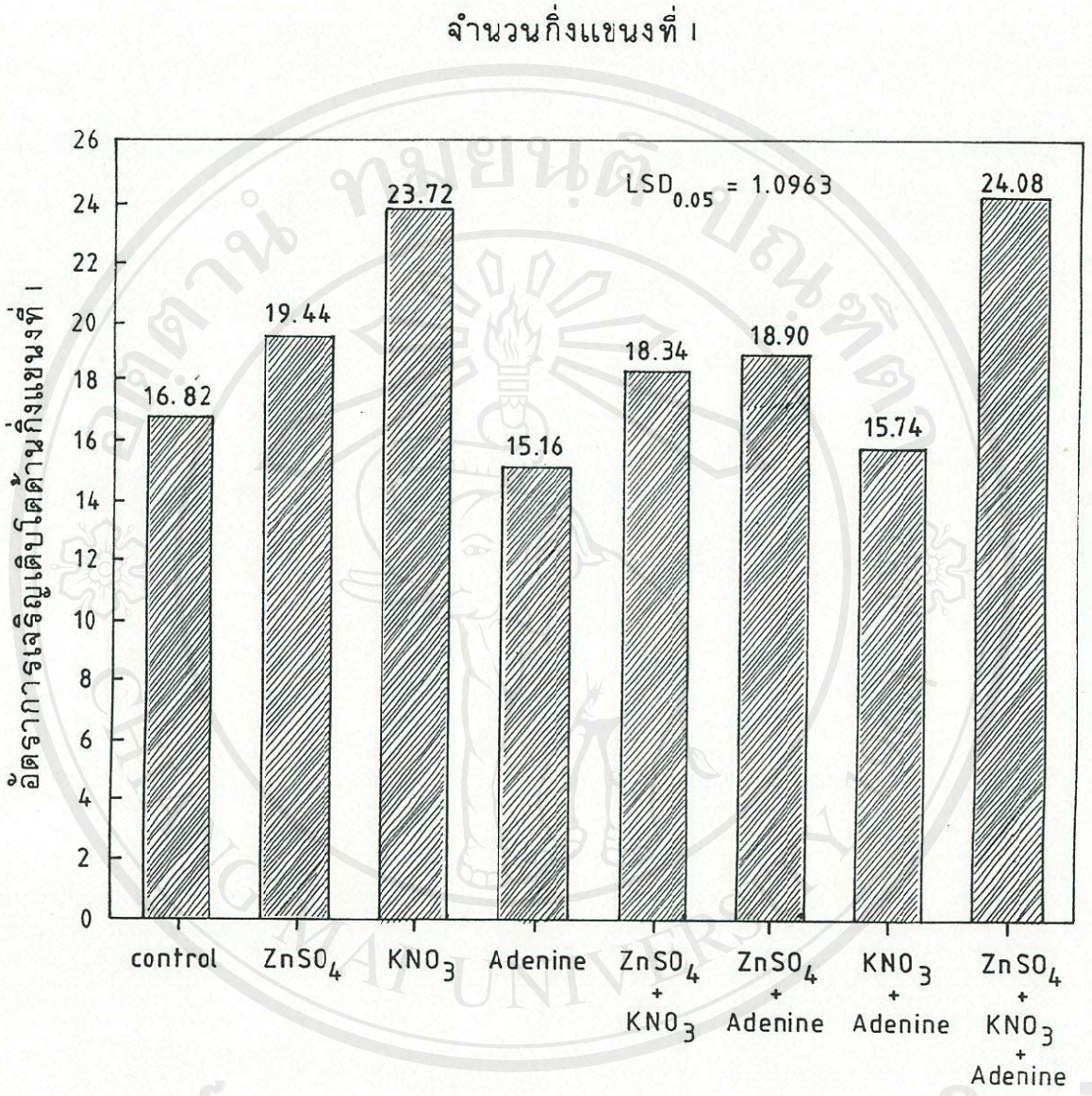
การตรวจวัดจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ของต้นกาแฟนั้นจะทำการตรวจวัดทุก ๆ เดือน ซึ่งจะพบว่าอัตราการเพิ่มสะสมของกิ่งแขนงที่ 1 ของต้นกาแฟที่ได้รับสารเคมีและน้ำกลั่นนั้นจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าอัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 เมื่อเวลาผ่านไปได้ 5 เดือนมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ก็จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีบางชนิดจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตด้านจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 มีค่ามากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียว และสารเคมีบางชนิดก็จะให้ค่าที่น้อยกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียว ผลการทดลองแสดงให้เห็นการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine จะให้อัตราการเพิ่มของสะสมจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 มากที่สุดคือ 24.08 ในขณะที่การใช้ Adenine ฉีดพ่นอย่างเดียวจะทำให้อัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 น้อยที่สุดคือ 15.16 (ภาพที่ 19)

เมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมีต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ตลอดระยะเวลา 5 เดือน แสดงไว้ในภาพที่ 20 การใช้สารเคมีฉีดพ่นชนิดเดียวกับต้นที่ใช้น้ำกลั่นพบว่า การใช้ $ZnSO_4$ และ KNO_3 จะไม่แตกต่างกันมากนัก และมีค่าอัตราการเพิ่มที่มากกว่าต้นที่ใช้ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่ต้นที่ฉีดพ่นด้วย Adenine จะให้ค่าอัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ต่ำที่สุด (ภาพที่ 20ก)

สำหรับการเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ร่วมกัน 2 ชนิดกับการใช้น้ำกลั่นพบว่าการใช้ $ZnSO_4$ + KNO_3 และการใช้ $ZnSO_4$ + Adenine จะทำให้ค่าอัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 มากกว่าการใช้น้ำกลั่น และการใช้ KNO_3 + Adenine โดยจะเห็นได้ชัดเมื่อเวลาผ่านไปได้ 5 เดือน (ภาพที่ 20 ข)

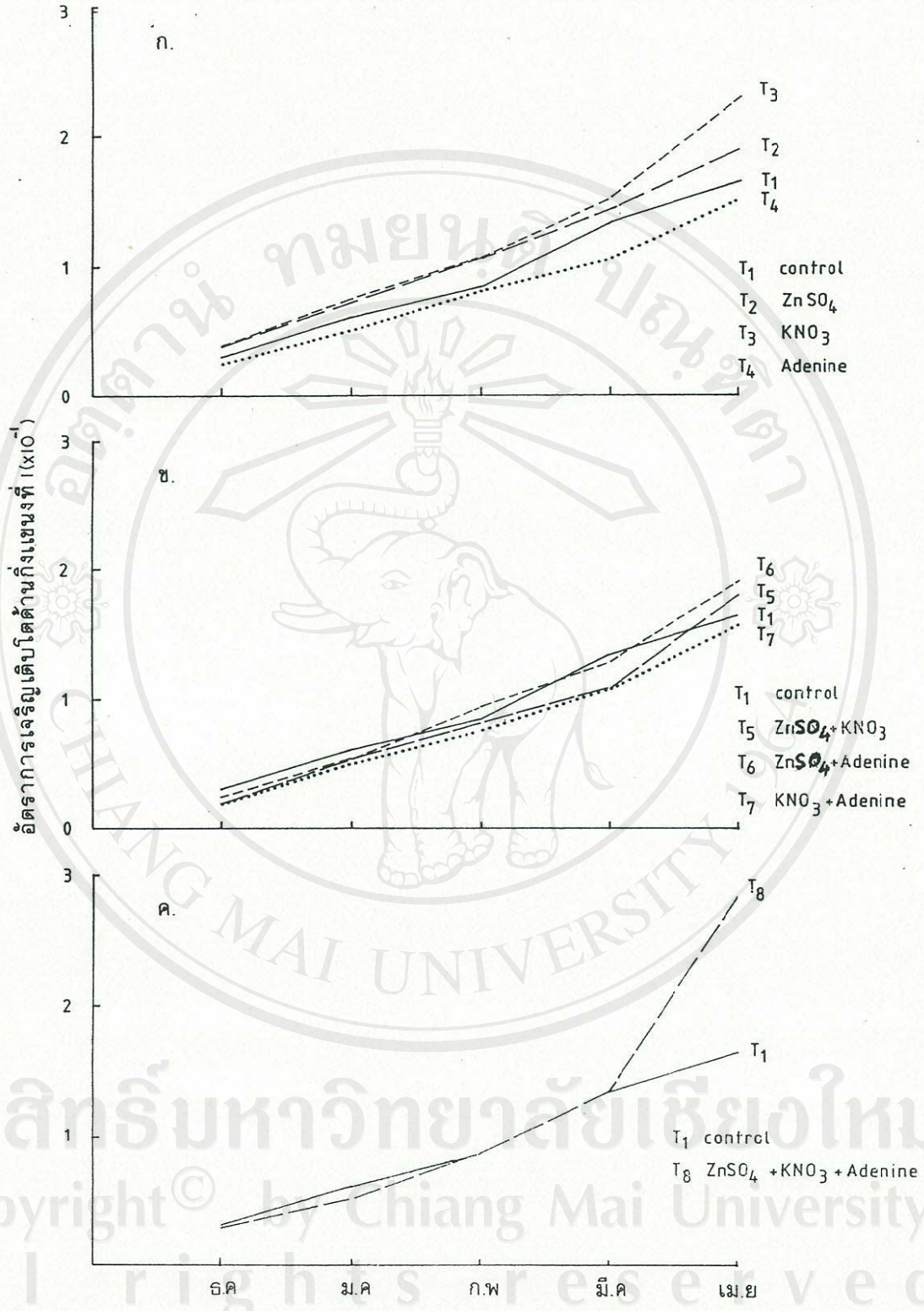
ส่วนการพิจารณาในการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดร่วมกันเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียวจะพบว่าในช่วงแรกของการเพิ่มจะไม่แตกต่างกันเลยแต่เมื่อเวลาผ่านไปได้ 4 เดือนจะเริ่มมีความแตกต่างกันโดยการใช้ $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine จะให้อัตราการเพิ่มมากกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นซึ่งจะเห็นได้ชัดในเดือนที่ 5 ของการทดลอง (ภาพที่ 20 ค)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 จำนวนกิ่งแขนงที่ । ที่เพิ่มขึ้นของต้นกาแฟอราบีก้า เมื่อได้รับสารเคมีติดต่อกันนาน 5 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 20 อิทธิพลของสารเคมีเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 เมื่อกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน
ก. สารเคมีชนิดเดียว ข.สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน ค. สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 พฤติกรรมการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ เมื่อได้รับสาร เคมี

3.3.1 ลักษณะภายนอกของต้นกาแฟ

จากการสัง เกตใบของต้นกาแฟในแปลงพบว่าขณะ เริ่มทำการทดลอง (พ.ย.) ต้นกาแฟทุกต้นจะมีลักษณะของใบคือใบมีสี เขียว เข้ม เป็นมัน การทำมุมของใบกับลำแสงของดวงอาทิตย์ค่อนข้างจะตั้งฉาก เมื่อทำการทดลองให้ต้นกาแฟได้รับสาร เคมีชนิดต่างๆ และอยู่ในสภาพแห้งแล้ง เป็นเวลานาน 5 เดือน (พ.ย.-เม.ย.) ใบของต้นกาแฟที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำกลั่นจะมีลักษณะค่อนข้างเหี่ยวสีของใบจะมีสี เขียวอ่อน และบางใบจะมีสี เหลือง การทำมุมของใบค่อนข้างที่จะขนานกับลำแสงของดวงอาทิตย์ (ใบห้อยลง) ซึ่งแตกต่างกับต้นอื่นๆ ที่ได้รับสาร เคมีคือ จะมีลักษณะของใบค่อนข้างที่จะตั้งฉากกับลำแสงของดวงอาทิตย์ ใบมีสี เขียว เข้มและยังสดอยู่ (ภาพที่ 21 ถึง 28)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 21 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นหลังจากพืชได้รับสภาพแห้งแล้งนาน 5 เดือน

ภาพที่ 22 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 23 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7%

ภาพที่ 24 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.01%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 25 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%+KNO_3 เข้มข้น 7%

ภาพที่ 26 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%+Adenine เข้มข้น 0.01%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 27 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7%+Adenine เข้มข้น 0.01%

ภาพที่ 28 ลักษณะของต้นและใบกาแฟที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2%+KNO_3 เข้มข้น 7% + Adenine เข้มข้น 0.01%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.2 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบ

การตรวจวัดพฤติกรรมของปากใบ เนื่องจากอิทธิพลของสารเคมี ที่ใช้ได้กระทำเมื่อเวลา 8.00 น.10.00 น.12.00 น. และ 14.00 น. ของทุกเดือน จนถึง 5 เดือน หลังจากทำการฉีดพ่นสารเคมี และให้ต้นกาแฟได้รับสภาพแห้งแล้งติดต่อกัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 29 30 และ 31

สภาพโดยทั่วไป จะเห็นได้ว่าหลังจากการทดลองค่าการเปิดปากใบของทุกกรรมวิธี ทั้งที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นและสารเคมีจะลดลงตามลำดับ แต่หลังจากเดือน กุมภาพันธ์ ค่าการเปิดปากใบของต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นจะค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ค่าการเปิดปากใบของต้น ที่ใช้สารเคมีฉีดพ่นจะเริ่มเปิดมากขึ้นทั้งการตรวจวัดเมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น.

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมีที่มีต่อค่าการเปิดปากใบ จะเห็นได้ว่าในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีฉีดพ่นเพียงอย่างเดียว(ภาพที่ 29) ในช่วงแรกของการทดลองจะมีค่าการเปิดปากใบไม่แตกต่างไปจากต้นที่ใช้น้ำกลั่นมากนัก แต่หลังจากทำการทดลองให้ต้นกาแฟได้รับสภาพแห้งแล้งนาน 3 เดือนค่าการเปิดปากใบของต้นที่ใช้สารเคมีจะมีเพิ่มมากขึ้นกว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดอย่างเดียว ทั้งเมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีชนิดเดียวจะเห็นได้ว่า $ZnSO_4$ จะช่วยให้ค่าการเปิดปากใบเพิ่มขึ้นหลังจากพืชได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 3 เดือนมากที่สุด และรองลงมาคือต้นที่ใช้ KNO_3 ในขณะที่ต้นที่ใช้ Adenine จะทำให้ค่าการเปิดปากใบน้อยที่สุด โดยจะเห็นได้ชัดเมื่อเวลา 12.00 น. และ 14.00 น.

สำหรับในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกับฉีดพ่นจะพบว่าต้นกาแฟทุกต้นมีค่าการเปิดปากใบในช่วงแรกไม่ต่างกัน แต่หลังจากพืชได้รับสภาพแห้งแล้งติดต่อกัน 3 เดือน ต้นที่ใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกันจะเริ่มมีค่าการเปิดปากใบมากกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นธรรมดา (ภาพที่ 30) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในระหว่างกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกันจะพบว่าการใช้ KNO_3 + Adenine จะทำให้ค่าการเปิดปากใบมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 10.00 น. และ 14.00 น. ในขณะที่ต้นที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + KNO_3 และ $ZnSO_4$ + Adenine จะมีค่าการเปิดปากใบไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ส่วนในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดร่วมกันคือ $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine กับการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียวจะพบว่าในช่วงแรกค่าการเปิดปากใบจะไม่แตกต่างกันมาก แต่หลังจากได้รับสารเคมีและอยู่ในสภาพแห้งแล้งนาน 3 เดือน จะทำให้ต้นที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารเคมีมีค่าการเปิดปากใบมากกว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นอย่างชัดเจน เมื่อทำการตรวจวัดทุกเวลา

เพื่อตรวจสอบความสามารถของสารเคมี ช่วยให้ปากใบของต้นกาแฟเปิดได้มากขึ้นกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นธรรมดา ได้นำค่าการเปิดปากใบ เมื่อตรวจวัดในเดือนเมษายน(5 เดือนหลังจากเริ่มทำการทดลอง) ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของฤดูแล้งมาวิเคราะห์ทางสถิติ และแสดงผลไว้ใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อค่าการเปิดปากใบของกาแฟอราบีก้า(ซม.วินาที$^{-1}$) เมื่อได้รับสารเคมีติดต่อกัน และได้รับสภาพแห้งแล้งนาน 5 เดือน

กรรมวิธี	เวลา*			
	8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.
control	0.06416e	0.06876g	0.07056e	0.10770e
$ZnSO_4$	0.12040a	0.16180a	0.23670a	0.25580a
KNO_3	0.12080a	0.14900b	0.15340c	0.17180c
Adenine	0.08406d	0.08993f	0.07414e	0.11650e
$ZnSO_4$+KNO_3	0.11670a	0.10130e	0.17720b	0.14790d
$ZnSO_4$+Adenine	0.10440b	0.09743e	0.12870d	0.17050c
KNO_3+Adenine	0.09670bc	0.13150c	0.12340d	0.20480b
$ZnSO_4$+KNO_3+ Adenine	0.09635c	0.12130d	0.16140c	0.17240c
$LSD_{0.05}$	0.006632	0.0066600	0.010670	0.01432

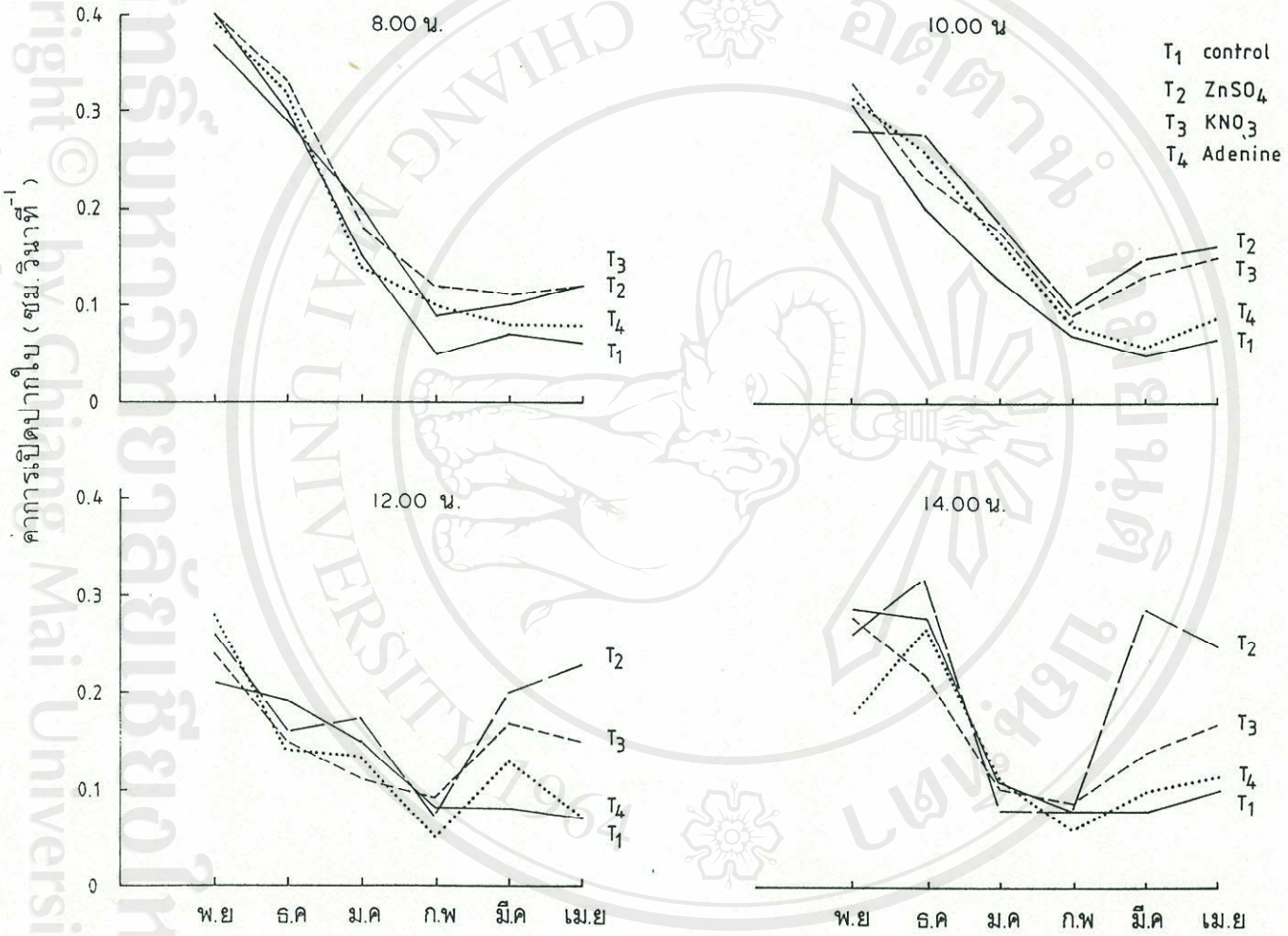
*ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีทุกชนิดจะมีค่าการเปิดปากใบทั้งเมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียว

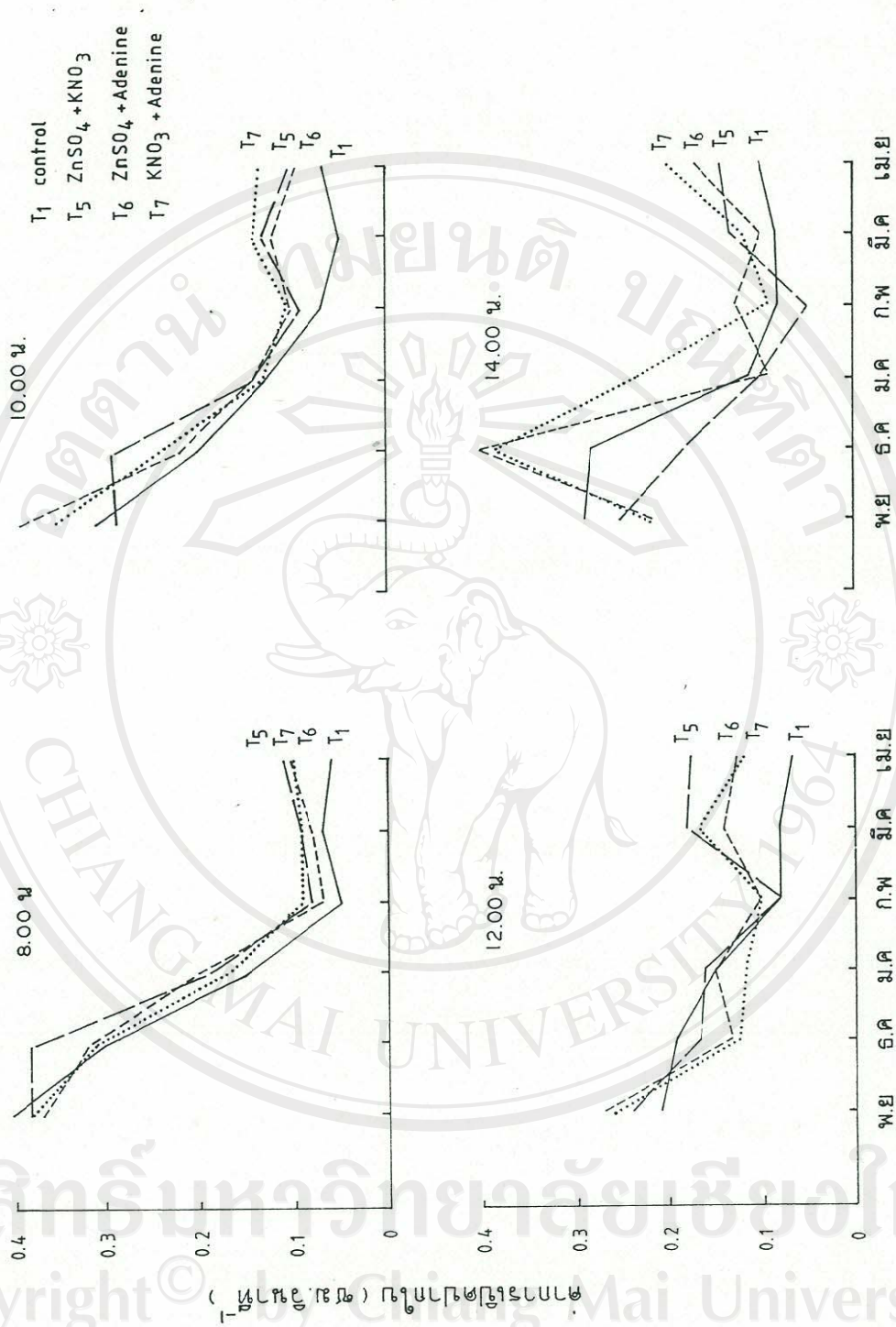
เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ที่มีต่อการเปิดปากใบ พบว่า $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.2% จะมีค่าการเปิดปากใบมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทั้งการใช้น้ำกลั่นและการใช้สารเคมีชนิดอื่นๆ ทั้งเมื่อเวลา 10.00น. 12.00 น. และ 14.00 น. ส่วนที่ตรวจวัดเวลา 8.00 น. ต้นที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 ที่ความเข้มข้น 7% จะมีค่ามากที่สุด ในขณะที่ทุกเวลาที่ทำการตรวจวัดจะพบว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นจะให้ค่าการเปิดปากใบน้อยที่สุด และจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้สารเคมีอื่นๆ ที่ฉีดพ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



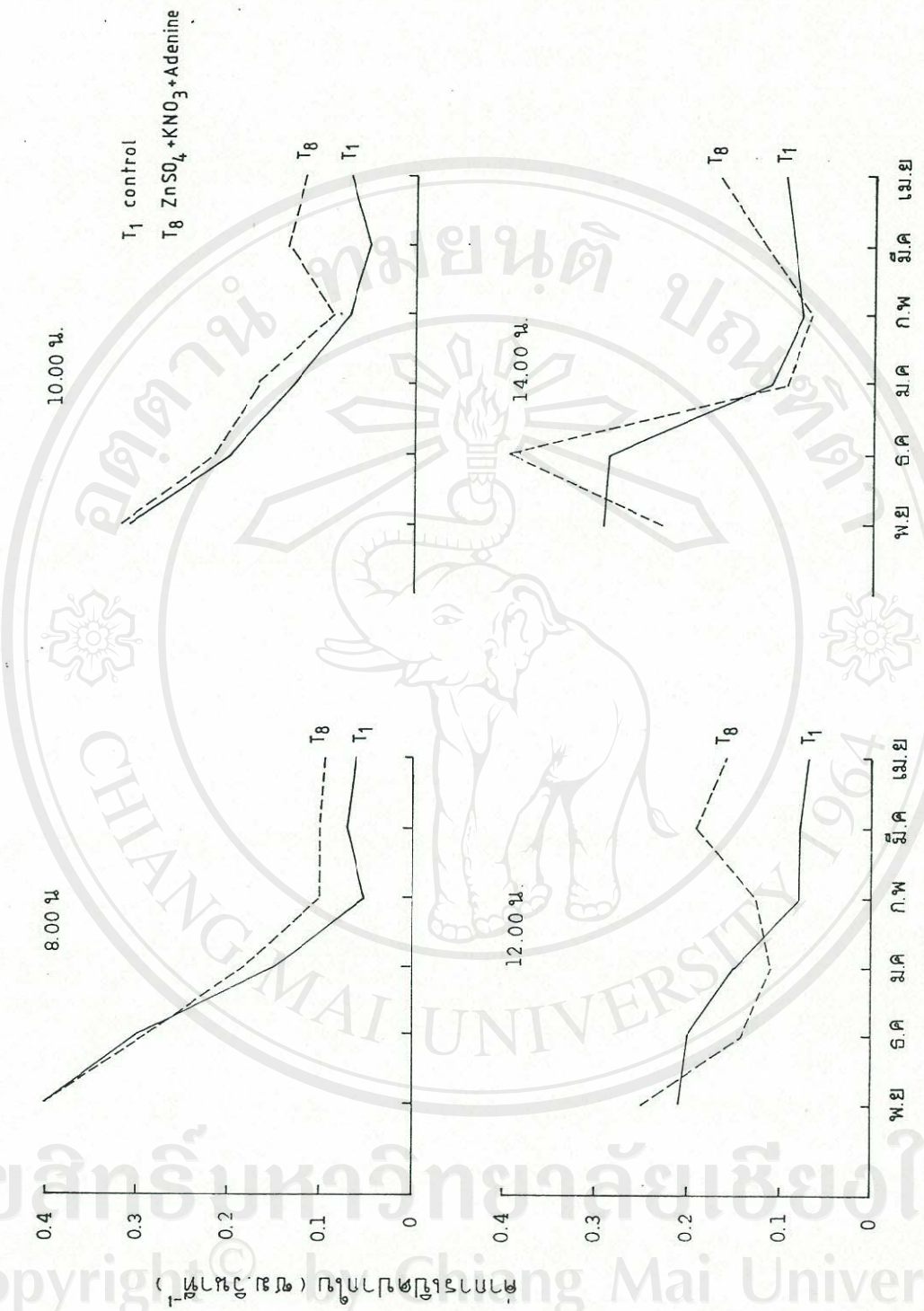
ภาพที่ 29 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อการเปิดปากใบ เมื่อใช้สารเคมีชนิดเดียว (T_1 = น้ำกลั่น, T_2 = $ZnSO_4$, T_3 = KNO_3, T_4 = Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 30 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อการเปิดปากใบกาแฟ เมื่อใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน (T_1 = น้ำกลั่น, T_5 = $ZnSO_4$ + KNO_3, T_6 = $ZnSO_4$ + Adenine, T_7 = KNO_3 + Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 31 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อการเปิดปากใบกาแฟ เมื่อใช้สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน (T_1 = น้ำกลั่น, T_8 = $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบ

การตรวจวัดค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ เนื่องจากอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ กระทำเมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. ของทุกเดือนตั้งแต่เริ่มการทดลองจนกระทั่งต้นกาแฟได้รับสภาพแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ผลการทดลองจะแยกแสดงถึงอิทธิพลของสารเคมีเป็นกลุ่มโดยจะแสดงไว้ในภาพที่ 32 33 และ 34

สภาพโดยทั่วๆไปในทุกกลุ่มของสารเคมี จะเห็นได้ว่าค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟของทุกกรรมวิธีทั้งที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมี และน้ำกลั่นธรรมดา จะมีค่าลดลงอย่างสม่ำเสมอทั้งเมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. โดยต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นจะมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเร็วกว่าต้นที่ใช้สารเคมีฉีดพ่น

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของสารเคมีเฉพาะกลุ่มที่ใช้สารเคมีชนิดเดียวฉีดพ่นพบว่าทั้งการใช้ $ZnSO_4$ KNO_3 และ Adenine ทำการฉีดพ่น จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบไม่แตกต่างกันทุกเวลาที่ทำการตรวจวัด (ภาพที่ 32) ในขณะเดียวกันกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีฉีดพ่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปก็จะไม่ทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบแตกต่างกันทุกเวลาที่ทำการตรวจวัดเช่นกัน (ภาพที่ 33 และ 34)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าศักย์ของน้ำในใบ เมื่อต้นกาแฟได้รับสารเคมีชนิดต่างๆ และอยู่ในสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ได้แสดงในตารางที่ 5

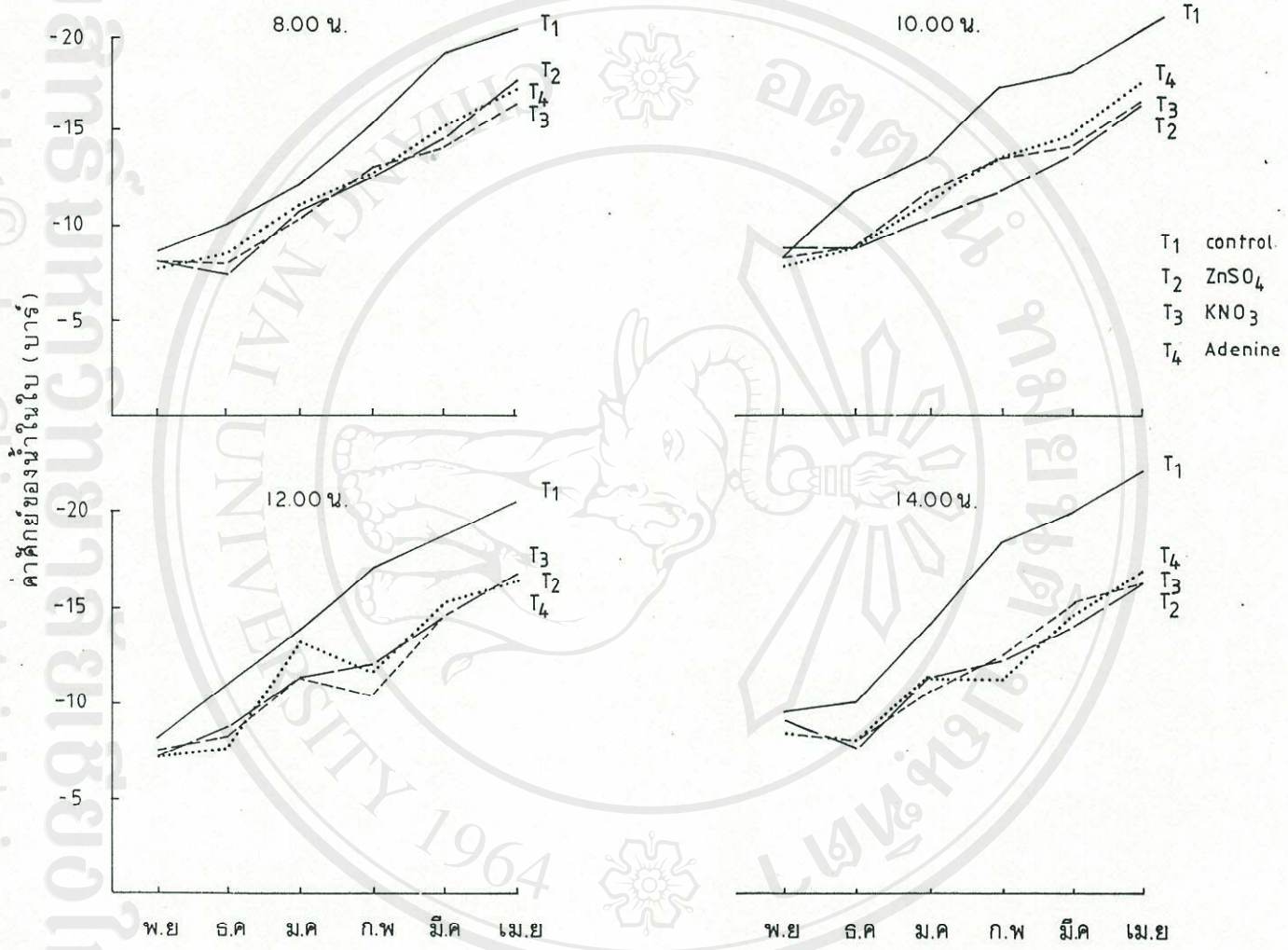
ตารางที่ 5 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟอราบีก้า (บาร์) เมื่ออยู่ในสภาวะแห้งแล้ง นาน 5 เดือน

กรรมวิธี	เวลา*			
	8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.
control	-20.40a	-20.40a	-20.80a	-22.00a
$ZnSO_4$	-17.60b	-16.20b	-16.80b	-16.40b
KNO_3	-16.40b	-16.80b	-16.60b	-16.60b
Adenine	-17.20b	-17.60b	-17.60b	-17.60b
$ZnSO_4+KNO_3$	-17.20b	-17.00b	-17.40b	-17.60b
$ZnSO_4$+Adenine	-16.60b	-17.20b	-17.20b	-16.60b
KNO_3+Adenine	-16.20b	-17.20b	-17.40b	-17.40b
$ZnSO_4+KNO_3$+ Adenine	-17.00b	-16.80b	-16.20b	-16.60b
$LSD_{0.05}$	1.5646	1.7699	1.7042	1.3511

*ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

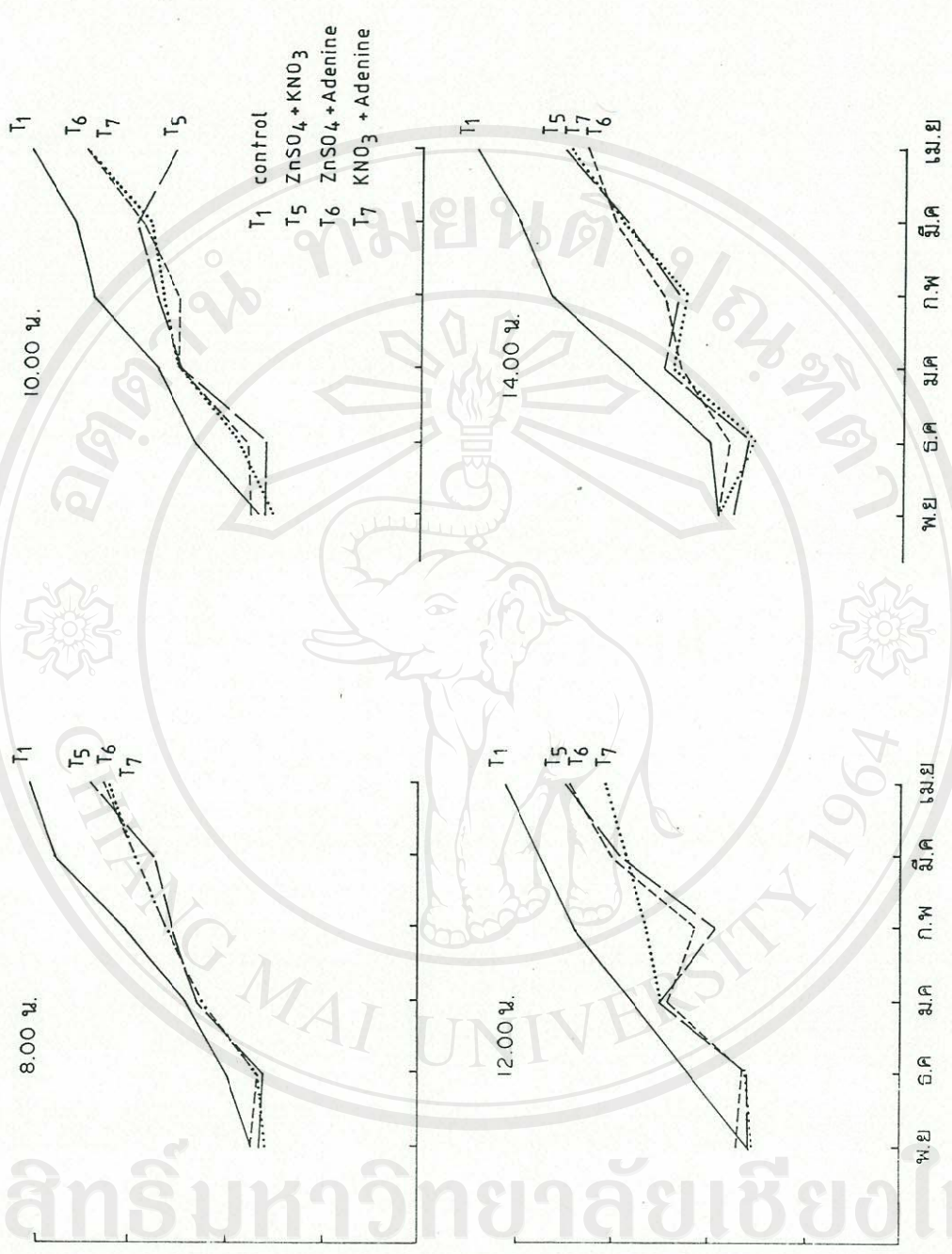
จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าที่การตรวจวัดทุกเวลา ต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นจะให้ค่าศักย์ของน้ำในใบน้อยที่สุด และจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ได้รับสารเคมีทุกชนิด ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีทุกชนิดและทุกเวลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



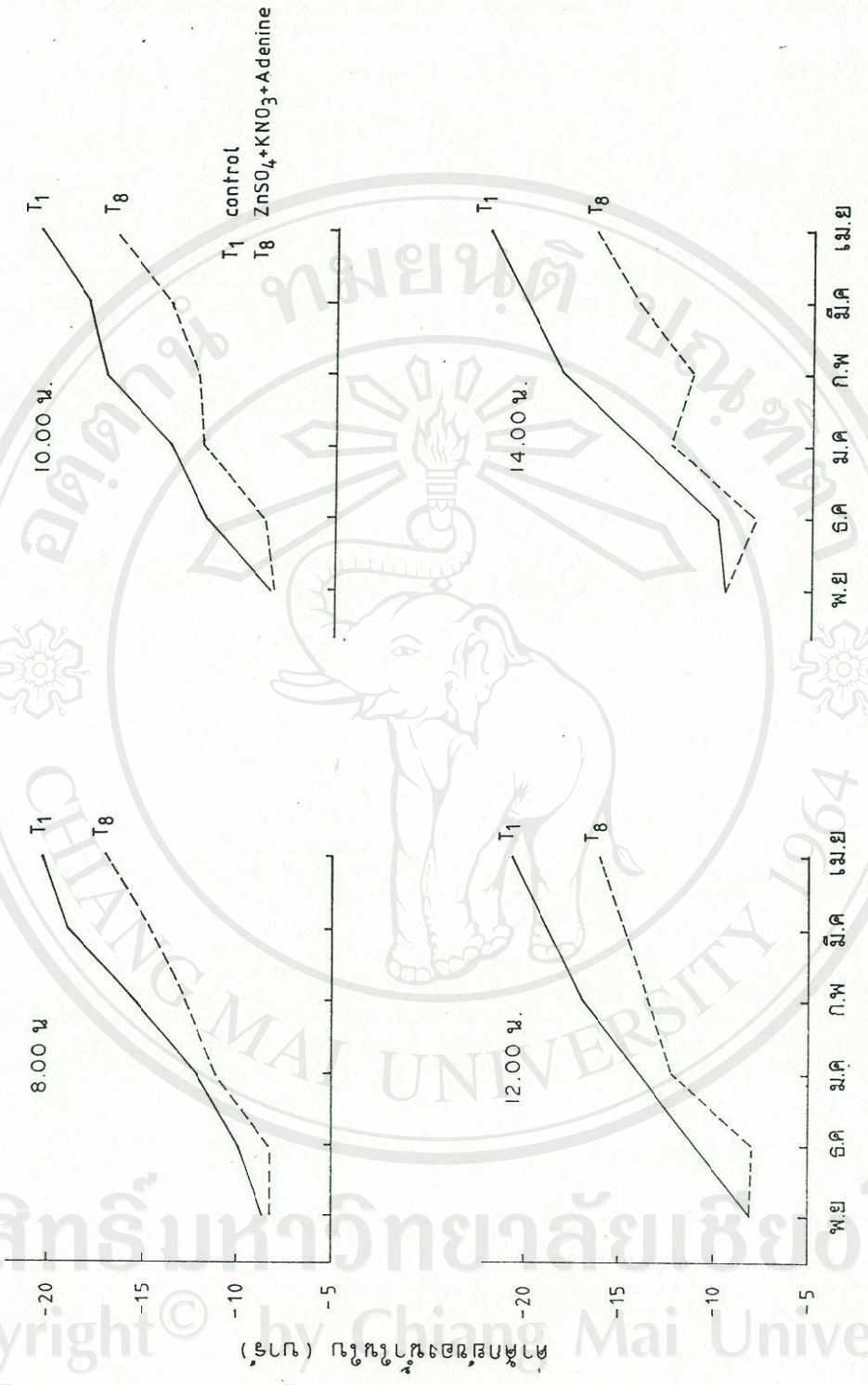
ภาพที่ 32 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ เมื่อใช้สารเคมีชนิดเดียว (T_1 = น้ำกลั่น, $T_2 = ZnSO_4$, $T_3 = KNO_3$, T_4 = Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 33 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อค่าดัชนีของน้ำในกานพ เมื่อใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน
(T_1 = น้ำกลั่น, T_5 = $ZnSO_4$ + KNO_3, T_6 = $ZnSO_4$ + Adenine, T_7 = KNO_3 + Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 34 อิทธิพลของสารเคมีที่มีผลต่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ เมื่อใช้สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน
(T_1 = น้ำกลั่น, T_8 = $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการเปิดปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ

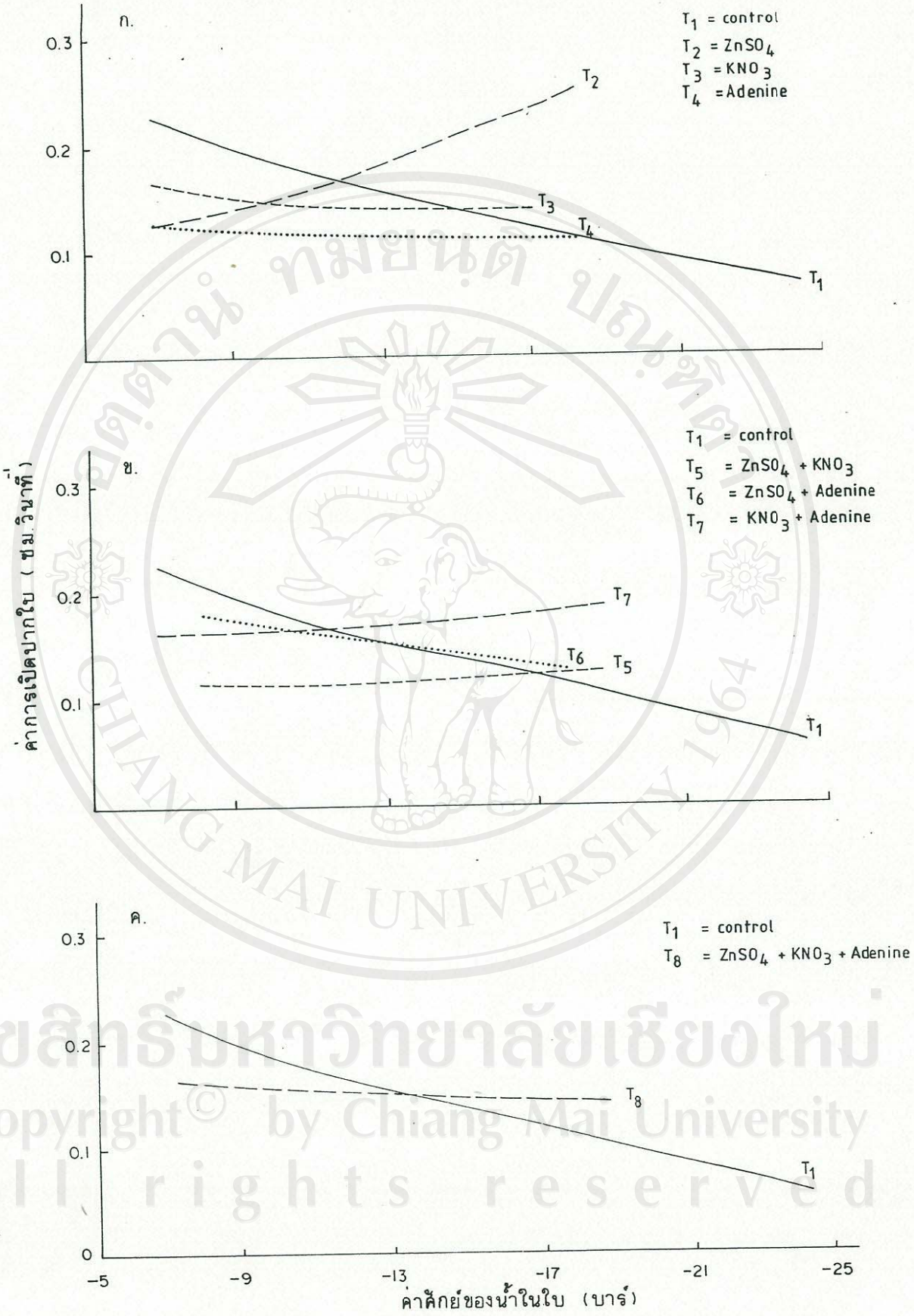
จากการทดลอง เมื่อนำเอาค่าของการเปิดปากใบมาสัมพันธ์กับค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟซึ่งได้รับสารเคมีชนิดต่างๆ และได้รับสภาวะที่แห้งแล้งนาน 5 เดือน พบว่าค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นธรรมดาจะมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงต่ำที่สุดคือ -22 บาร์ ในขณะที่ต้นกาแฟอื่นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีจะมีค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟสูงกว่า ดังภาพที่ 35

เมื่อนำเอาความสัมพันธ์ของการเปิดปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกาแฟที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีชนิดเดียวและต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าต้นกาแฟที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น จะมีค่าของศักย์ของน้ำในใบกาแฟลดลง ในขณะที่การเปิดปากใบก็จะมีค่าลดลงไปด้วย แต่สำหรับการใช้ $ZnSO_4$ ฉีดพ่นนั้นจะพบว่าในขณะที่ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟลดลงนั้นต้นกาแฟกลับมีการเปิดปากใบเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ KNO_3 ฉีดพ่นนั้นเมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟลดลง ค่าของการเปิดปากใบจะลดลงบ้างแต่จะช้ากว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่น และในการใช้ Adenine ฉีดพ่นจะไม่ทำให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบแตกต่างไปจากต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ดังภาพที่ 35ก

สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าศักย์ของน้ำในใบกับการเปิดปากใบของต้นกาแฟซึ่งได้รับสารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน เปรียบเทียบกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นดังภาพที่ 35ข พบว่าต้นกาแฟที่ได้รับสารเคมีทุกชนิดจะมีค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟลดลงในขณะที่ค่าการเปิดปากใบจะมีค่าค่อนข้างที่จะคงที่ซึ่งแตกต่างกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงค่าของการเปิดปากใบก็จะลดลงด้วย

ส่วนการเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟระหว่างการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดร่วมกันคือ $ZnSO_4$ + KNO_3 + Adenine กับการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่น จะพบว่าการใช้สารเคมีร่วมกันนั้น จะทำให้ค่าของการเปิดปากใบคงที่ ในที่ค่าศักย์ของน้ำลดลงซึ่งจะแตกต่างกับต้นกาแฟที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น คือจะมีค่าการเปิดปากใบลดลงในขณะที่ศักย์ของน้ำในใบลดลง เมื่อต้นกาแฟยิ่งได้รับสภาวะขาดน้ำนานขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 35ค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

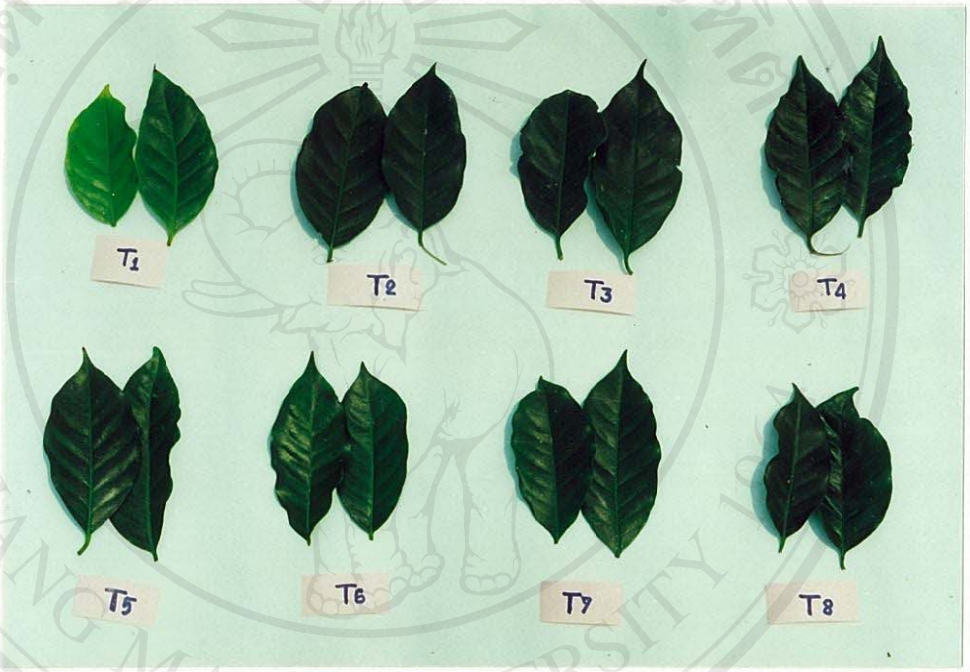


ภาพที่ 35 ผลของสารเคมีที่มีผลต่อความสัมพันธ์ ระหว่างการเปิดของปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบ เมื่อกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน ก. สารเคมีชนิดเดียว ข. สารเคมี 2 ชนิดร่วมกัน ค. สารเคมี 3 ชนิดร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบกาแฟเมื่อได้รับสารเคมี

จากการสังเกตลักษณะภายนอกโดยทั่วไป เมื่อนำใบของต้นกาแฟที่ได้รับการฉีดพ่นสารเคมีแต่ละชนิด และได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน มาเปรียบเทียบกัน พบว่าใบของกาแฟที่ได้จากต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียวจะมีสีเขียวอ่อนกว่าใบของต้นกาแฟที่ได้จากต้นที่ทำการฉีดพ่นสารเคมีอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 36



ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบสีใบของต้นกาแฟเมื่อได้รับสารเคมีต่างๆ ภายใต้สภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน (T_1= control, T_2 = $ZnSO_4$, T_3 = KNO_3, T_4 = Adenine, T_5 = $ZnSO_4$+KNO_3, T_6= $ZnSO_4$+Adenine, T_7= KNO_3+Adenine, T_8= $ZnSO_4$+KNO_3+Adenine)

จากการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบกาแฟนั้นจะแยกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ชนิดคือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี จากต้นกาแฟซึ่งได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน โดยกระทำการตรวจวัดเดือนละครั้ง เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงของต้นกาแฟที่ได้รับสารเคมีที่แตกต่างกัน โดยใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เป็นหลัก เพราะว่าคลอโรฟิลล์ บี จะเป็นตัวรับพลังงานจากแสงเป็นตัวแรกในขบวนการสังเคราะห์แสง Lewandowska and Jarvis (1977) พบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ทั้ง 2 ชนิดจะมีแนวโน้มที่จะลดลงจากเริ่มการทดลอง และเมื่อเวลาผ่านไปได้ 5 เดือนจะเห็นได้ว่าต้นกาแฟที่ใช้น้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลั่นฉีดพ่นจะทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์ภายในใบลดลงมากที่สุด (ภาพที่ 37 และ 38)

เมื่อต้นกาแฟได้รับการฉีดพ่นสารเคมีและได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน จะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้ง 2 ชนิดลดลงแตกต่างกัน และเมื่อนำค่าปริมาณของคลอโรฟิลล์มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าต้นกาแฟที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างเดียวจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งชนิด เอ และ บี มีน้อยที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นที่ใช้สารเคมีอื่น ๆ ทำการฉีดพ่น (ตารางที่ 6)

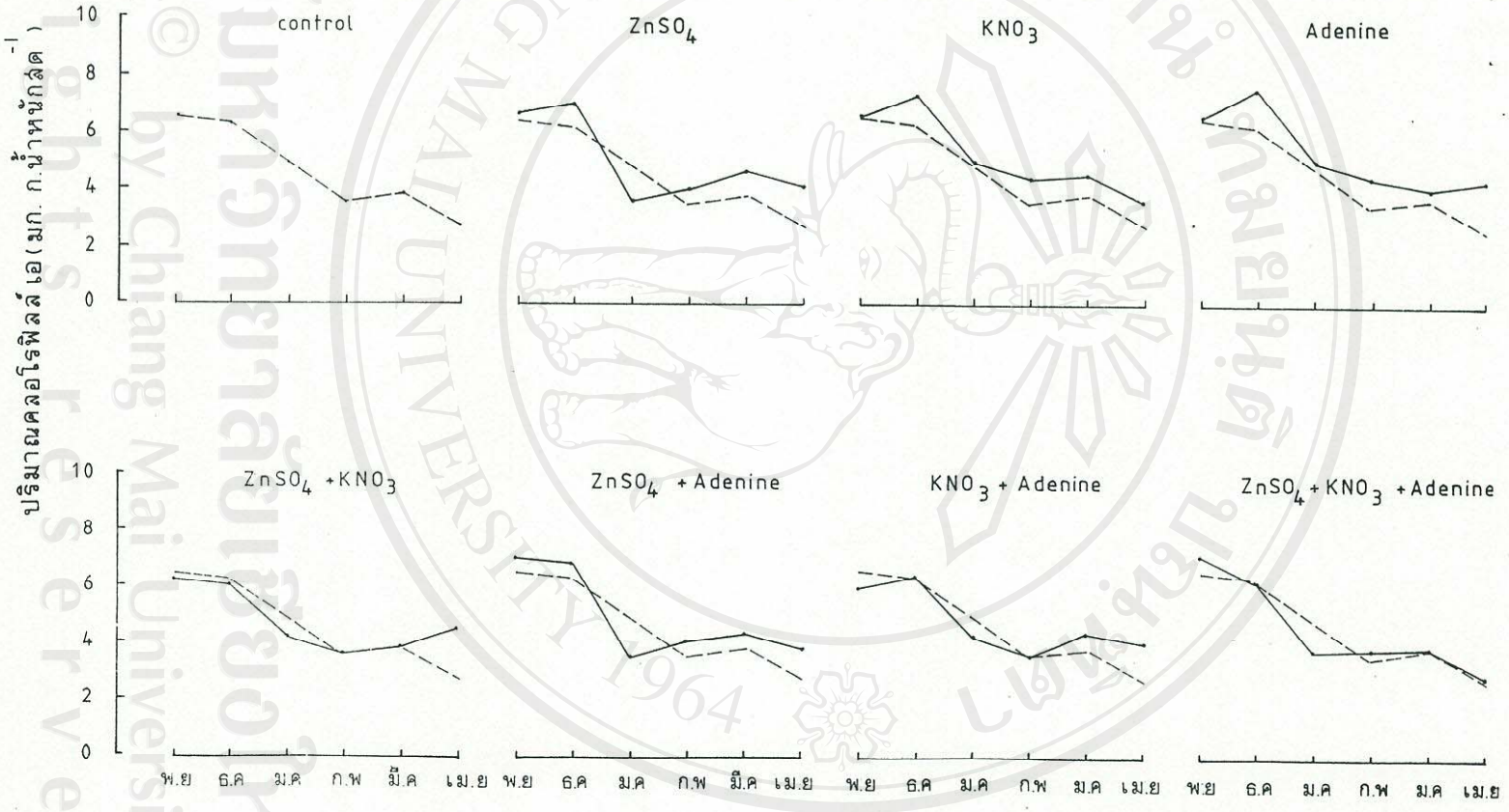
จากตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ พบว่าต้นที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำกลั่นจะมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.002531 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้รับสารเคมีชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มที่ใช้สารเคมีอย่างเดียวจะพบว่าต้นกาแฟที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย Adenine จะให้ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดคือ 0.004356 แต่จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ และต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย KNO_3 ซึ่งมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ คือ 0.004044 และ 0.003772 ตามลำดับ

ส่วนในกลุ่มของต้นกาแฟที่ใช้สารเคมีตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปทำการฉีดพ่นจะพบว่าต้นที่ให้ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุด คือต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + KNO_3 และ Adenine ซึ่งมีค่า 0.004520 ในขณะที่ต้นที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 + Adenine จะมีค่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ น้อยที่สุดคือ 0.003824 แต่ค่าปริมาณของ 2 กลุ่มนี้จะมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่ 6)

ในการเปรียบเทียบปริมาณของคลอโรฟิลล์ บี ซึ่งใช้เป็นหลักในการดูความสามารถในการสังเคราะห์แสง เมื่อนำค่าคลอโรฟิลล์ บี ขณะที่เวลาผ่านไปได้ 5 เดือนมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นจะมีค่าคลอโรฟิลล์บีต่ำที่สุดคือ 0.006371 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้รับสารเคมีชนิดอื่นๆ เมื่อพิจารณาในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีชนิดเดียวทำการฉีดพ่นพบว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วย Adenine จะให้ค่าคลอโรฟิลล์ บี มากที่สุดคือ 0.009293 ในขณะที่ต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ และ KNO_3 ตามลำดับ จะให้ค่าคลอโรฟิลล์บี 0.008457 และ 0.009068 ตามลำดับ ซึ่งจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มของการใช้สารเคมีชนิดเดียวที่ทำการฉีดพ่น

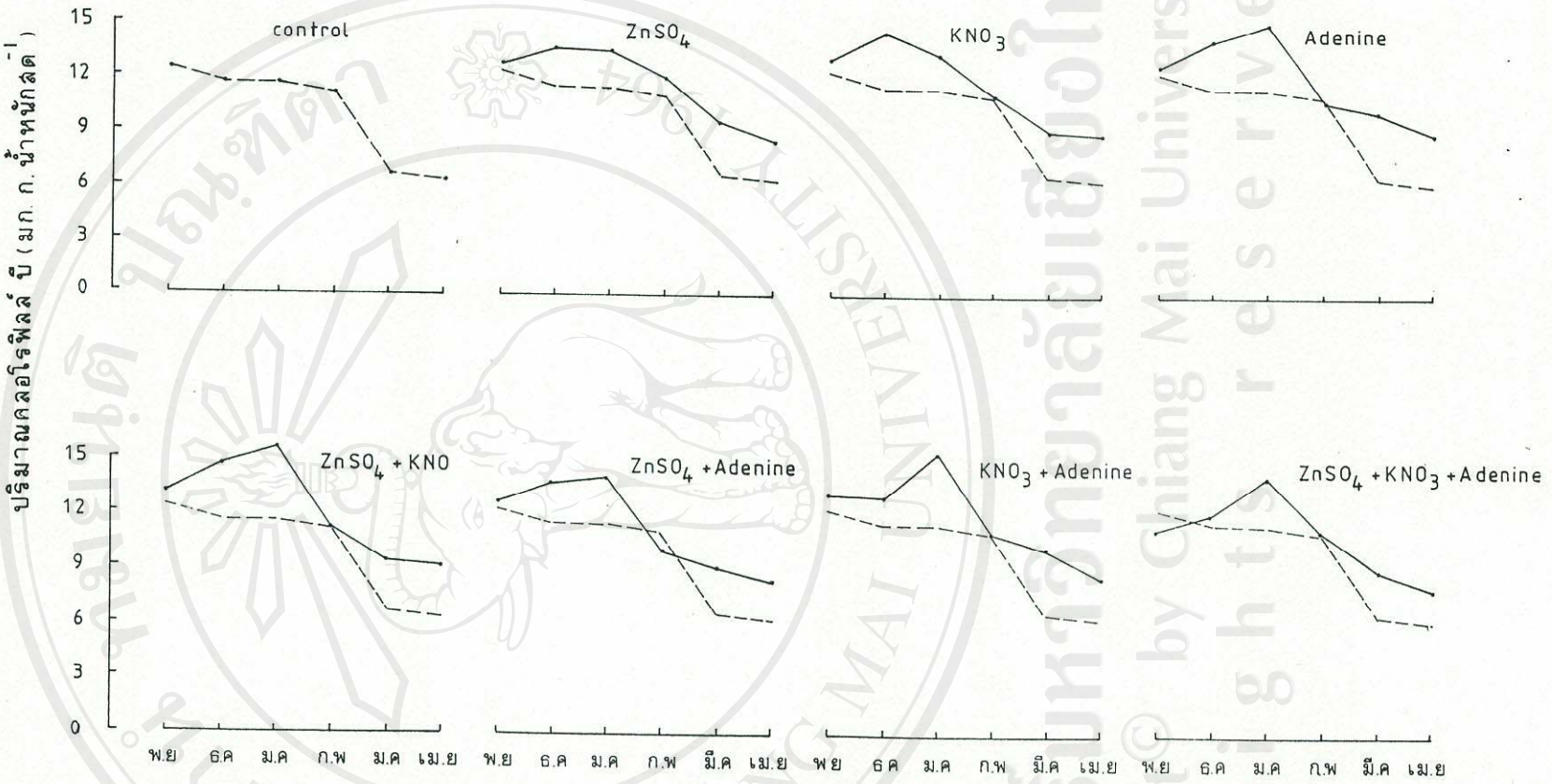
สำหรับในกลุ่มของต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีตั้งแต่ 2 ชนิดร่วมขึ้นไปพบว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วย KNO_3 + Adenine จะทำให้ค่าคลอโรฟิลล์บีมากที่สุดคือ 0.008611 ในขณะที่ต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + KNO_3 จะให้ค่าต่ำที่สุดคือ 0.007540 (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 37 ผลของสารเคมีที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอภายในใบกาแฟ เมื่อได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน (---- control, —— chemicals)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 38 ผลของสารเคมีที่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบกาแฟ เมื่อได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน (---- control, —— chemicals)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี(มก. ก.น้ำหนักสด$^{-1}$) ของใบกาแฟ เมื่อได้รับสาร เคมีและอยู่ภายใต้สภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน

กรรมวิธี	ปริมาณของคลอโรฟิลล์($1x10^{-3}$)*	
	คลอโรฟิลล์ เอ	คลอโรฟิลล์ บี
control	2.531b	6.371c
$ZnSO_4$	4.044a	8.457ab
KNO_3	3.772a	9.068ab
Adenine	4.356a	9.293a
$ZnSO_4$+KNO_3	4.351a	7.540b
$ZnSO_4$+Adenine	4.087a	8.076abc
KNO_3+Adenine	3.824a	8.611ab
$ZnSO_4$+KNO_3+Adenine	4.520a	7.810abc
$LDS_{0.05}$	0.826	1.7033

*ค่า เฉลี่ยที่มีตัวอักษร เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ระดับความ เชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

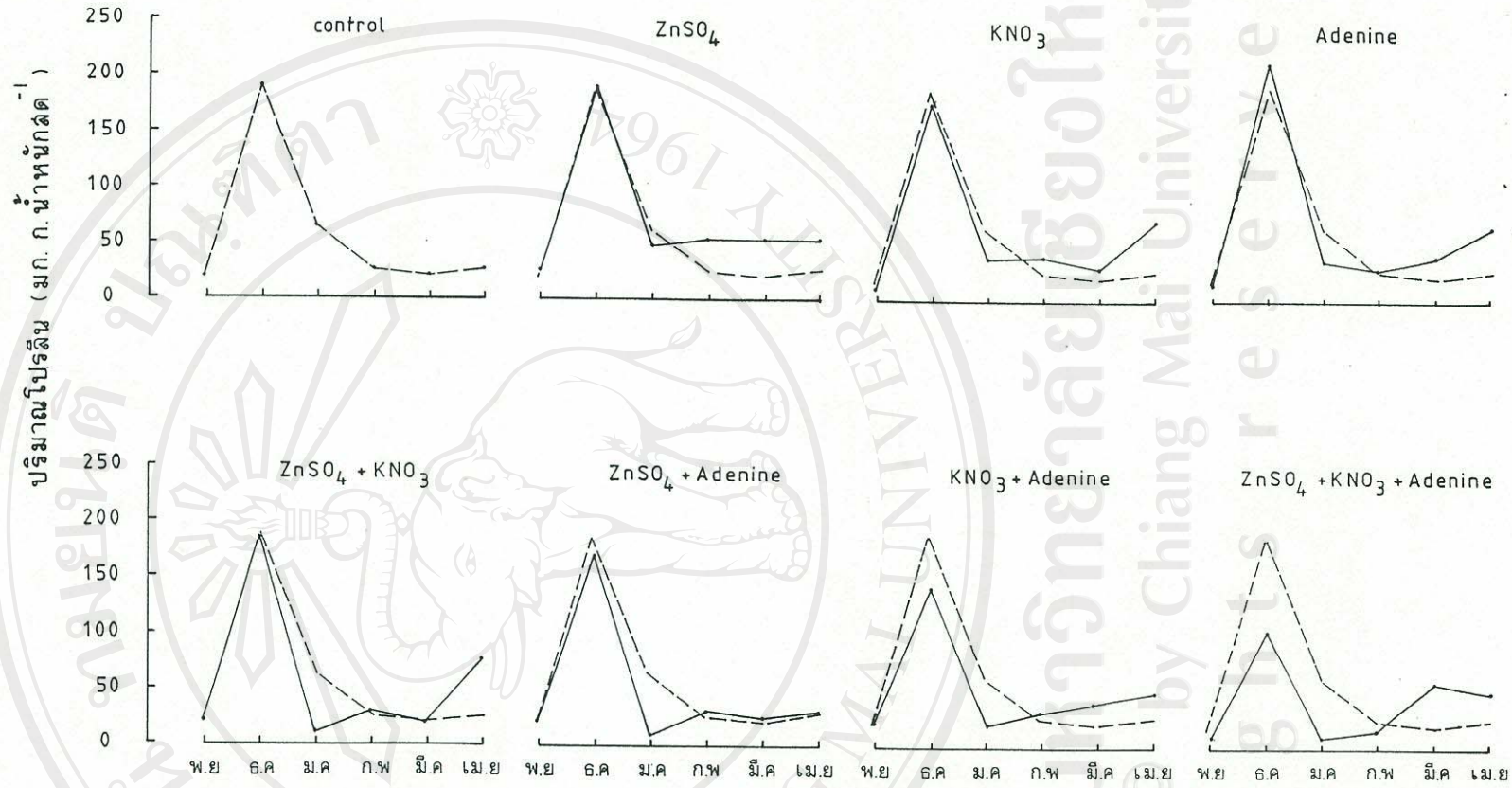
3.3.6 ปริมาณโปรลีนในใบกาแฟเมื่อได้รับสารเคมี

การศึกษาปริมาณของโปรลีนในใบกาแฟที่ได้รับสารเคมีที่แตกต่างกัน ทำการวัดปริมาณโปรลีนเดือนละครั้ง หลักจากให้ต้นกาแฟได้รับสภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน ซึ่งการตรวจวัดพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรลีน ไม่แตกต่างกันมากนักทั้งต้นที่ใช้สารเคมีและต้นที่ใช้น้ำกลั่นฉีดพ่น (ภาพที่ 39)

เมื่อทำการทดลองให้ต้นกาแฟอยู่ในสภาวะแห้งแล้งได้ 5 เดือน แล้วนำเอาค่าปริมาณของโปรลีนในแต่ละกรรมวิธีมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใช้สารเคมีฉีดพ่นต้นกาแฟ จะไม่ทำให้ปริมาณของโปรลีนเพิ่มมากขึ้นจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาเฉพาะภายในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีที่ฉีดพ่นชนิดเดียวก็จะเห็นได้ว่า ต้นที่ใช้ KNO_3 ทำการฉีดพ่นจะทำให้มีปริมาณโปรลีนมากที่สุดคือ 76.19 ในขณะที่ต้นที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ จะมีปริมาณโปรลีนน้อยที่สุดคือ 54.41 และต้นที่ใช้ Adenine จะมีปริมาณโปรลีน 68.89 แต่ทุกต้นก็จะมีปริมาณโปรลีนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับในกลุ่มของต้นที่ใช้สารเคมีตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปร่วมกัน เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่าต้นที่ใช้ $ZnSO_4$ + KNO_3 ทำการฉีดพ่นจะทำให้ปริมาณโปรลีนมากที่สุดคือ 71.11 ในขณะต้นที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ + Adenine จะมีปริมาณโปรลีนน้อยที่สุดคือ 30.80 แต่ทุกต้นที่ใช้สารตั้งแต่ทั้ง 2 ชนิดขึ้นไปจะไม่ทำให้ปริมาณโปรลีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 39 ผลของสารเคมีที่มีต่อปริมาณโปรลีนภายในใบกาแฟ เมื่อได้รับสภาวะแห้งแล้งนาน 5 เดือน (---- control, —— chemicals)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 ปริมาณโปรลีนในใบกาแฟอราบีก้า (มก. ก.น้ำหนักสด$^{-1}$) เมื่อได้รับสารเคมีและอยู่ภายใต้สภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน

กรรมวิธี	ปริมาณโปรลีน
control	26.89
$ZnSO_4$	54.41
KNO_3	76.19
Adenine	68.89
$ZnSO_4$+KNO_3	71.11
$ZnSO_4$+Adenine	30.80
KNO_3+Adenine	52.72
$ZnSO_4$+KNO_3+Adenine	53.23
$LDS_{0.05}$	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมของแปลงทดลอง และผลกระทบที่อาจมีต่อต้นกาแฟ

จากการตรวจวัด พบว่าความเข้มแสงจะมีค่าสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนคือมีค่าถึง 1600 $\mu Em.^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศจะสูงถึง 26.5-30.0 °ซ และอุณหภูมิใบจะมีค่า 33-34°ซ (ภาพที่ 12) ซึ่งจะมีค่าสูงเกินกว่าสภาพที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง และการเปิดปากใบของกาแฟตามรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 20-25°ซ ความเข้มแสง 600 $\mu Em^{-2}.s^{-1}$ ความเข้มแสงสูงเกินไปนี้ จะมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มของอุณหภูมิใบ และก่อให้เกิดสภาพที่เรียกว่า Photoinhibition และ Chlorophyll Bleaching นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงเกินไป จะไปทำให้ระบบรากพืชทำงานผิดปกติ เช่นดูดน้ำและแร่ธาตุได้น้อยลงและยังไปทำให้อัตราการสังเคราะห์ไซโตไคนินลดลง ซึ่งไซโตไคนินนี้จะมีคุณสมบัติในการที่จะช่วยในการเคลื่อนย้ายสารอาหาร ซึ่งจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงได้ (Steponkus, 1981)

4.2 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

จากการทดลองพบว่าการใช้ $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 ทำการฉีดพ่นนั้นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงสะสมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่ามากกว่าการใช้ Adenine หรือน้ำกลั่นฉีดพ่น (ภาพที่ 13) ในขณะที่การใช้ $ZnSO_4$ KNO_3 และ Adenine ฉีดพ่นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตทั้งในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมและจำนวนใบสะสมที่ติดอยู่บนต้นไม่แตกต่างกันและมีค่ามากกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 15 และ 17) เหตุผลที่ทำให้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดสามารถช่วยให้ต้นกาแฟมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นนั้น น่าจะมาจากการที่สารเคมีแต่ละชนิดไปช่วยทำให้ระบบเมตาโบลิซึมภายในต้นกาแฟดีกว่าตามปกติ ถึงแม้จะกระทบกับสภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูงและขาดน้ำ กล่าวคือ $ZnSO_4$ ซึ่งมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบน่าจะไปช่วยในด้านการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ซึ่ง Marcshner (1986) พบว่าสังกะสีเป็นธาตุที่จำเป็นในขบวนการสังเคราะห์ tryptophan ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นสำหรับการสังเคราะห์ IAA และ IAA นี้เองก็เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่เป็นตัวช่วยในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ธาตุสังกะสียังควบคุมการสร้างโปรตีน และกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กอบด้วย เชื่อกันว่าธาตุสังกะสีจะช่วยรักษาประสิทธิภาพของ ribosome ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน แม้ในสภาวะขาดน้ำ และอุณหภูมิสูง (พิทยา 2531) ผลของ KNO_3 ต่อการเจริญเติบโตของต้นนั้นน่าจะมาจากการที่ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชที่จะช่วยในการเจริญเติบโต ซึ่งจะตรงกับรายงานของสัมพันธ์(2525)ที่กล่าวว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็น และพืชต้องการใช้ในปริมาณที่สูง ซึ่งธาตุนี้จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน โคเอนไซม์ กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ และฮอร์โมนบางชนิด นอกจากนี้โปแตสเซียมซึ่งเป็นองค์ปรประกอบสำคัญใน KNO_3 ด้วยยังมีผลช่วยเกี่ยวกับความเต่งของเซลล์ด้วย ดังรายงานของ อำนาจ(2525) ที่กล่าวว่าเมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความเต่งตึงของเซลล์จะเพิ่มขึ้น

สำหรับ Adenine จะช่วยในขบวนการสร้างโปรตีน ดังรายงานของสุรีย์ (2528) พบว่า Adenine มีโครงสร้างเป็นพวก purine ชนิดหนึ่งในกรดนิวคลีอิก ซึ่งตามธรรมชาติพบในโมเลกุลของ DNA และ RNA และ Adenine ยังช่วยรักษาคลอโรฟิลล์ไม่ให้ถูกทำลายได้ง่าย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ดังรายงานของ Steponkus (1981) ที่พบว่าในยาสูบ ไซโตไคนินหรืออนุพันธ์ของ Adenine สามารถชะลอการแก่ของใบยาสูบที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิสูงได้

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้ $ZnSO_4$ KNO_3 หรือ Adenine จะไปทำให้เซลล์ของพืชมีขบวนการทางสรีระที่ดีอยู่ได้ตามปกติแม้จะอยู่ในสภาพที่ขาดน้ำและอุณหภูมิสูง ผลกระทบที่มีต่อการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จะส่งผลให้การลำเลียงน้ำและอาหารภายในท่อน้ำและท่ออาหารเป็นไปได้ตามปกติต่างจากกรณีที่ไม่ได้รับสารเคมี ส่วนในกรณีที่ต้นกาแฟเมื่อได้รับสารเคมีจะทำให้มีจำนวนใบที่ติดอยู่กับต้นมาก(ร่วงช้า) จะเป็นผลดีต่อต้นคือไปทำให้ต้นกาแฟมีใบมากกว่า ทำให้เกิดใบที่อยู่ภายใต้ร่มเงาได้ ซึ่งช่วยเป็นร่มเงาต่อกันได้ดี เป็นการลดความเข้มแสงที่สูงเกินไป ผลที่ตามมาก็จะทำให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่มากขึ้นด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดซึ่งน่าจะทำให้ต้นกาแฟที่ได้รับ $ZnSO_4$ KNO_3 หรือ Adenine มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างเดียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

จากผลการทดลอง เมื่อทำการทดลองฉีดพ่นสารเคมีอย่างต่อเนื่องให้กับต้นกาแฟที่ปลูกอยู่ภายใต้สภาวะแห้งแล้งติดต่อกันนาน 5 เดือน จะเห็นได้ว่าลักษณะภายนอกของต้นกาแฟที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีใบที่มีลักษณะเหี่ยวเฉา(ภาพที่ 21) ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีกลับยังมีใบที่สดชื่นและมีจำนวนที่มากกว่า (ภาพที่ 22 - 28) และเมื่อทำการวัดค่าการเปิดของปากใบในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าต้นที่ใช้สารเคมี มีค่าสูงกว่า ต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่ 4) และจากบทที่ 4 เราได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ต้นกาแฟมีการเปิดของปากใบได้น้อยว่าประการสำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การที่พืชมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ความเต่งของเซลล์ลดลงด้วย จากการตรวจวัดค่าศักย์ของน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าในต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีฉีดพ่นจะมีค่าต่ำมากอยู่ในช่วง -20ถึง -22 บาร์ ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารเคมีจะมีค่าสูงกว่าคืออยู่ในช่วง -16 ถึง -17 บาร์ จากค่าศักย์ของน้ำในใบที่ต่ำนี้เองจะทำให้มีการเปิดของปากใบน้อยกว่าและมีการสังเคราะห์แสงที่น้อยกว่าด้วย ดังรายงานของ Kumar (1979) ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์แสงกับสภาวะของน้ำในต้นกาแฟโดยวัดในรูปของค่าศักย์ของน้ำในใบ พบว่า เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบไม่ต่ำกว่า -10 บาร์ ระดับการสังเคราะห์แสงจะเป็นปกติ แต่ถ้าค่าศักย์ลดลงจนอยู่ในช่วง -12 ถึง -20 บาร์ อัตราสังเคราะห์แสง จะลดลงเหลือ 75%ของอัตราปกติ แต่เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำกว่า -20 บาร์ จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเหลือเพียง 10-20% ของอัตราปกติ

การฉีดพ่น $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 ทำให้ต้นกาแฟทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่น น่าจะมาจากการที่สารทั้ง 2 ชนิดไปทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากเป็นเหตุทำให้เซลล์เต่งตึงอยู่ได้ ในขณะที่เดียวกันก็ยังทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่าในสภาพที่ขาดน้ำ จึงน่าจะไปทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tesha and Kumar (1978) ที่พบว่าการใช้ไนโตรเจนทำให้ต้นกล้ากาแฟทนแล้งได้ เนื่องมาจากเมื่อพืชอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำ ไนโตรเจนจะช่วยให้มีการสร้างและสะสมโปรตีนชนิดที่สามารถดูดจับน้ำได้ดีเพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์คงความเต่งได้ดี และนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นเหตุให้ต้นกล้ากาแฟทนแล้งได้ดีขึ้น ส่วนโปแตสเซียมนั้นจะไปทำให้ความสัมพันธ์ของน้ำที่มีต่อพืชดีขึ้นคือ เมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในพืช และความเต่งของพืชก็จะเพิ่มขึ้น (อำนาจ 2525) และรายงานของ Tesha and Kumar (1976) พบว่าการใช้ $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% พ่นทางใบติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อนปล่อยให้ขาดน้ำ จะทำให้ต้นกาแฟทนแล้งได้ดีขึ้นกว่าปกติ

สำหรับ Adenine นั้นถึงแม้จะให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นก็ตาม แต่ค่าการเปิดปากใบจะไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งน่าจะเป็นเหตุให้การใช้ Adenine ฉีดพ่นต้นกาแฟ แล้วมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการใช้ $ZnSO_4$ และ KNO_3

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ $ZnSO_4$ และ KNO_3 น่าจะมีความสามารถช่วยในการเพิ่มความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งให้กับต้นกาแฟได้ดี โดยจะไปทำให้ค่าการเปิดปากใบของต้นกาแฟมีค่ามากขึ้นกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น หรือ Adenine โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อช่วงเวลา 14.00 น.

นอกจากนี้สารเคมียังช่วยรักษาความเต่งของเซลล์ได้ด้วย ดังจะเห็นได้จากใบกาแฟที่ได้รับสารเคมี จะมีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงสุดอยู่ระหว่าง -16 ถึง -17 บาร์ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับเมตาโปลิซึม ของเซลล์ยังคงปกติอยู่ได้ แม้ว่าจะตกอยู่ภายใต้สภาวะเครียดอย่างรุนแรง

4.4 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์

ในการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าต้นกาแฟจะมีสีของใบ แตกต่างกันออกไป โดยต้นที่ไม่ได้รับสารเคมีจะมีใบที่มีสีเขียวอ่อนกว่าต้นอื่นดังภาพที่ 36 ซึ่งเป็นผลมาจากพืชได้รับสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และเป็นเหตุทำให้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นกาแฟลดลงอย่างมาก ซึ่งตรงกับรายงานของ Bradford and Mansfield (1982) ที่กล่าวว่าการมีพืชมีความเครียดของน้ำสูงจะมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลงอย่างมาก Cannell (1985) พบว่าถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 25° ซ จะทำให้ใบกาแฟสูญเสียคลอโรฟิลล์ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เป็นผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง จากผลการทดลองที่พบว่าการฉีดพ่น Adenine จะทำให้ต้นกาแฟมีปริมาณคลอโรฟิลล์มีมากที่สุด แต่จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ $ZnSO_4$ หรือ KNO_3 ในขณะที่ Adenine จะทำให้ต้นกาแฟมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับรายงานของสัมพันธ์ (2527) ที่ว่า Adenine จัดเป็นสารในกลุ่ม ไซโตไคนิน ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ของพืชถูกทำลายได้ง่าย ดังนั้นจึงน่าจะทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าต้นกาแฟที่ไม่ได้รับสารเคมีฉีดพ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อปริมาณโปรลีน

ในการทดลองนี้ ถึงแม้ว่าการใช้สารเคมีทั้ง $ZnSO_4$ KNO_3 และ Adenine จะไม่ทำให้ต้นกาแฟมีปริมาณโปรลีนแตกต่างไปจากต้นที่ใช้น้ำกลั่นก็ตาม แต่จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีฉีดพ่นมีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณโปรลีนเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้ใช้สารเคมี จากรายงานของ Tyankova(1966) พบว่าในระหว่างที่มีการขาดน้ำ การสะสมโปรลีนจะมีมากในใบข้าวสาลีที่มีสีเขียวมากกว่าใบที่มีสีเหลือง การตอบสนองต่อสภาวะเครียดของกาแฟจะต่างจากพืชตระกูลหญ้าหลายๆ ชนิด เช่น ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี ซึ่งตามรายงานของ Hanson(1980) พืชตระกูลหญ้าดังกล่าวจะสะสมโปรลีนเพิ่มขึ้นถึง 20-100 เท่าของระดับปกติ ถ้าปล่อยให้ขาดน้ำติดต่อกันสามวัน ในกรณีของกาแฟ จะเห็นว่าความเครียดของน้ำและอุณหภูมิสูงจะทำให้มีการสะสมโปรลีนเช่นกัน แต่มีจุดจำกัดอยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้น หากสภาวะเครียดของน้ำรุนแรงเกินไป ในใบกาแฟจะมีการสะสมโปรลีนน้อยลง ดังรายงานของ(พัฒนพันธุ์ 2532) โดยโปรลีนที่หายไปในสภาพดังกล่าว Aspinall and Paleg(1981) รายงานว่าอาจเป็นเพราะสภาพการขาดน้ำที่รุนแรงและอุณหภูมิที่สูงมาก จะส่งผลทำให้ขบวนการเมตาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันตนเองจากสภาวะเครียดเสื่อมประสิทธิภาพลง สำหรับกาแฟซึ่งเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเขตป่าร้อนชุ่มชื้น โอกาสที่จะเกิดปัญหากับขบวนการเมตาโบลิซึมดังกล่าวข้างต้นยิ่งจะเป็นไปได้มากขึ้น เมื่อกระทบกับสภาวะเครียด จึงทำให้ปริมาณของโปรลีนที่พบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังที่กล่าวมาแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved